

POLITECNICO DI TORINO

Dipartimento Interateneo di Scienze,
Progetto e Politiche del Territorio

Corso di Laurea Magistrale in
Pianificazione Territoriale, Urbanistica e Paesaggistico-Ambientale

A.A. 2018-2019

Tesi di Laurea Magistrale

MODELLI PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA DELLE ISOLE MINORI



Relatore:

Prof.ssa Guglielmina Mutani

Candidata:

Chiara Peretti

Settembre 2019

Ringraziamenti

Il primo ringraziamento va rivolto ai miei genitori che in questi anni mi hanno sostenuta sia economicamente che emotivamente e che mi hanno permesso di percorrere e concludere questo cammino aiutandomi in tutte le fasi della mia vita da studentessa.

Ringrazio mio fratello Andrea che, anche senza darlo troppo a vedere, è sempre stato presente ed orgoglioso del mio percorso.

A voi la dedica più grande; desidero dirvi che siete il mio punto di riferimento nella vita.

Ringrazio il mio ragazzo Gabriele che, da qualche anno a questa parte, condivide con me i momenti di gioia e quelli di difficoltà sapendomi sempre consigliare e sopportare (eh, già!).

Grazie ai miei amici di sempre (in particolar modo Margherita per la sua vicinanza) e tutti i miei compagni di corso specialmente Andrea e Davide che, oltre ad essere stati miei colleghi nello studio, sono ora amici nella vita.

Un sentito grazie per la loro professionalità ed impegno a tutti i professori incontrati durante questi miei cinque anni universitari.

Un ringraziamento particolare va alla mia relatrice, la professoressa Mutani, per i suoi preziosi consigli e per avermi fornito tutte le conoscenze di cui avevo bisogno per intraprendere la strada giusta e portare a compimento la mia tesi.

INDICE:

PREMESSA	3
INTRODUZIONE	5
1. DALLO SVILUPPO ECONOMICO ALLA SOSTENIBILITA'	8
1.1 – Impatti ambientali e cambiamenti climatici	8
1.2 – La transizione energetica	11
1.3 – Le fonti energetiche rinnovabili.....	15
1.4 – Il contesto legislativo in materia di Energia e Ambiente.....	26
1.4.1 – Le normative energetiche europee.....	31
1.4.2 – Le normative energetiche italiane.....	35
1.4.3 – Il recepimento della Regione Piemonte.....	38
1.4.4 – I Decreti per le isole Minori italiane.....	40
2. LE TRANSIZIONI ENERGETICHE NEL MONDO.....	44
2.1 – Le Comunità Energetiche nel mondo.....	44
2.2 – Le Comunità Energetiche in Italia.....	49
2.3 – Le Smart Island.....	55
3. STUDIO DI FATTIBILITA' DELLA COMUNITA' ENERGETICA DI PINEROLO: IL COMUNE DI CANTALUPA.....	67
3.1 – La prima Oil Free Zone d'Italia.....	67
3.2 – Il contesto territoriale del caso studio e il Piano energetico della Comunità.....	69
3.3 – Analisi del Comune di Cantalupa: metodologia.....	76
3.4 – Analisi dei consumi elettrici e termici attuali.....	79
3.5 – Analisi della produzione di energia rinnovabile locale.....	113
3.6 – Confronto tra produzione e fabbisogno.....	123
3.7 – Analisi dei consumi veicolari.....	126
3.8 – Il bilancio energetico comunale.....	128
4. MODELLI DI ANALISI ENERGETICA PER LE ISOLE MINORI.....	131
4.1 – Metodologia.....	131
4.2 – Casi studio per la definizione dei modelli.....	136
4.2.1 - L'isola di Pantelleria.....	136
4.2.2 – Le isole Egadi: Favignana, Levanzo e Marettimo.....	140
4.3 – Reperibilità dei dati.....	143

4.4 – Vincoli di tutela e strumenti di Pianificazione.....	147
4.5 – Modelli di Consumo.....	160
4.5.1 – Modelli di consumo dell’Isola di Pantelleria.....	163
4.5.2 – Modelli di consumo delle Isole Egadi.....	185
4.6 – Modello di produzione.....	192
4.6.1 – Modello di produzione dell’Isola di Pantelleria.....	192
4.6.2 – Modello di produzione delle Isole Egadi.....	197
4.6 – Modello di producibilità – Isola di Pantelleria.....	199
4.6.1 – Producibilità fotovoltaica.....	199
4.6.2 – Producibilità eolica.....	209
4.6.3 – Producibilità da biomassa forestale ed agricola.....	215
4.6.4 – Producibilità da rifiuti urbani.....	225
4.7 – Modello di producibilità – Isole Egadi.....	231
4.7.1 – Producibilità fotovoltaica.....	231
4.7.2 – Producibilità eolica.....	236
4.7.3 – Producibilità da biomassa forestale ed agricola.....	241
4.7.4 – Producibilità da rifiuti urbani.....	247
5. RISULTATI DEI MODELLI DI ANALISI.....	251
5.1 – Scenari isola di Pantelleria.....	251
5.2 – Scenari isole Egadi.....	258
6. CONCLUSIONI.....	265
7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	273
8. ALLEGATI.....	277

PREMESSA

La storia delle società umane è una storia di perenni e costanti cambiamenti nel tempo e nello spazio: in diverse epoche e in diversi ambienti, i gruppi umani hanno infatti dato prova di capacità di adattamento – a volte straordinarie – alle mutate condizioni degli ecosistemi circostanti. L'avvento della società industriale, tra XVIII e XIX secolo, è un momento particolare, caratteristico di una svolta non solo economica ma anche culturale, da cui si è generata la moderna accezione del concetto di "sviluppo": la crescita economica-produttiva caratteristica della rivoluzione industriale ha portato ad una associazione diffusa e condivisa di "produttività industriale" e "sviluppo".

A partire dalla fine degli anni settanta del XX secolo l'ideologia dominante di sviluppo comincia a dare qualche segno di cedimento, ovvero a perdere un po' del tradizionale consenso. E' questa l'epoca in cui cominciano ad emergere nuove sensibilità che daranno origine ad un insieme di teorie fortemente critiche nei confronti dei modelli tradizionali di sviluppo in particolare ai problemi legati alla progressiva sovrappopolazione del pianeta, al sempre più prossimo esaurimento delle risorse (quelle energetiche di origini fossile, come il petrolio), e all'inquinamento della biosfera a causa degli inquinanti di origine antropica.

Da quando nel '73 si è verificata la prima crisi energetica¹, il sistema mondiale si trova ad operare con scenari sempre diversi: il dibattito su ambiente e sviluppo, sostanzialmente, vede una contrapposizione tra sostenitori della crescita economica, da un lato, e ambientalisti, dall'altro con un passaggio molto celere da una fazione all'altra.

Tanto per porre un esempio basta riflettere su come un provvedimento di limitazione del traffico nelle città a grande densità abitativa abbia assunto, a distanza di pochi anni, un significato completamente diverso: si è passati dallo slogan *"non circolare per non consumare"* allo slogan *"non circolare per non inquinare"*.

Il risparmio energetico, inteso come uso razionale delle risorse, si pone quindi in questi ultimi anni come una emergenza ambientale: tutte le risorse del nostro pianeta devono essere utilizzate con criteri di estrema razionalità che devono essere definiti attraverso un complesso quadro di riferimento composto da una molteplicità di attori, pubblici e privati, e richiede, nel momento delle scelte, il supporto di differenti competenze professionali, di economisti e di sociologi, di esperti di energetica e di operatori

¹ La crisi del 1973 segna la fine dei "trenta gloriosi", ovvero di un enorme periodo di crescita economica, il maggiore che l'occidente abbia conosciuto a partire dalla fine della II° Guerra Mondiale. Nel 1973 entrò in sofferenza un settore molto importante per l'economia, quello energetico e petrolifero che vide un brusco aumento del prezzo del petrolio e dei suoi derivati.

ambientali, di gestori di impianti e di architetti del territorio; l'energia è uno degli elementi che può influire sulle scelte territoriali.

Il termine energia deriva dal greco e significa "dentro il lavoro": anche per la scienza moderna essa è la capacità di un sistema fisico (atomo, molecola, essere vivente o macchina) di compiere un "lavoro".

Mai come adesso la nostra società, in continuo movimento e trasformazione, ha necessità di grossi quantitativi di energia: per lavorare, abitare le nostre case, studiare, muoversi, divertirsi e per quasi ogni gesto quotidiano. Niente è in grado di funzionare se manca l'energia nelle nostre città: i trasporti, le nostre abitazioni, le scuole, gli ospedali, gli uffici ed i servizi, per questo la pianificazione energetica ha assunto, nei diversi livelli di attuazione, sempre più importanza.

Ecco che diventa importante e necessario capire come, dove e perché si consuma energia sul territorio e da dove questa provenga, per cercare di mettere in atto le opportune azioni sulla domanda e sull'offerta energetica, cercando di produrla localmente, dove possibile, e cercando di usarla in maniera efficiente e razionale, sempre.

Peretti Chiara

INTRODUZIONE

Questa tesi nasce in seguito allo svolgimento di un tirocinio curriculare di 250 ore svolto nei mesi di Maggio, Giugno e Luglio 2019 presso il Comune di Cantalupa (TO) sotto la supervisione del Prof. Ing. Angelo Tartaglia, vicesindaco di Cantalupa e tutor aziendale e della Prof.ssa Guglielmina Mutani, tutor accademico.

L'oggetto del tirocinio è stato la nascita, nel territorio del Pinerolese, ad Ovest di Torino, della prima Oil Free Zone d'Italia, ossia la prima area territoriale in cui è prevista la progressiva sostituzione del petrolio e dei suoi derivati con energie prodotte da fonti rinnovabili.

I firmatari si impegnano a promuovere la progressiva fuoriuscita dall'economia basata sui combustibili fossili per raggiungere gli standard europei in materia di sostenibilità ambientale.

A tale scopo, i soci firmatari che saranno Enti Pubblici, privati cittadini e aziende, faranno parte di un'area per la produzione energetica locale "a basso impatto ambientale", proveniente da impianti idroelettrici, a biomasse, fotovoltaici e da trattamento di rifiuti fino a raggiungere un'autosufficienza energetica.

A partire da tale esperienza, l'elaborato di tesi punta a definire un modello di **transizione energetica** dei territori che, attraverso la definizione del consumo, della produzione e della producibilità di energia, possa essere **uno strumento decisionale utile alle amministrazioni locali per effettuare scelte energetiche consapevoli al fine di raggiungere l'obiettivo della transizione energetica**.

A questo scopo, all'interno del capitolo 1 è stato trattato un inquadramento relativo alla problematica che accomuna i popoli di tutto il mondo ovvero il concetto di sviluppo economico legato al tema della sostenibilità ambientale: a partire dagli impatti ambientali e dai cambiamenti climatici dovuti al surriscaldamento globale e all'inquinamento atmosferico, si è passati a definire la transizione energetica come mezzo di trasformazione degli strumenti utili a soddisfare i nostri bisogni energetici verso soluzioni caratterizzate da un ridotto impatto ambientale che sappiano unire salvaguardia dell'ambiente e sviluppo economico.

Nel farlo è opportuno appoggiarsi alle fonti energetiche rinnovabili e alle nuove tecnologie utili a sfruttarle di cui si tratta nel capitolo stesso.

Infine l'osservazione passa al contesto legislativo: da ormai decine di anni i temi della transizione energetica e dello sviluppo sostenibile sono oggetto di interesse da parte della politica europea e mondiale; i leader dei principali Paesi sviluppati ed in via di sviluppo si incontrano periodicamente per cercare soluzioni concrete al problema sino a qui esposto. Si è quindi parlato delle normative

energetiche europee ed italiane per poi concentrarsi sul recepimento di queste normative da parte della Regione Piemonte ed infine focalizzarsi sui Decreti per le isole minori italiane.

Nel capitolo 2 ci si focalizza invece su concreti esempi di transizioni energetiche: si parla di Comunità Energetiche come vettore per la transizione dei territori verso fonti energetiche rinnovabili riportando alcuni esempi di Energy Community in Europa e nel Mondo passando poi ai casi esistenti in Italia relativi ad alcune cooperative esistenti sul suolo nazionale. Infine vengono analizzate alcune realtà di Smart Island in tutto il mondo la cui transizione verso la sostenibilità energetica è in atto ed altre in cui la quota di rinnovabilità è già pari al 100%.

Nel capitolo 3 è stato trattato il caso studio del Pinerolese; una realtà particolare in quanto rappresenta la prima vera e propria comunità energetica italiana. La particolarità che contraddistingue tale progetto è legata alla sua estensione e conformazione: è la prima realtà territoriale in cui 47 Comuni lavorano insieme per uno stesso obiettivo coinvolgendo anche singoli privati cittadini ed aziende.

Al fine della definizione della Comunità Energetica occorre che ogni soggetto aderente espliciti i propri consumi così da poter avere una base precisa del carico energetico delle zone, permettendo di quantificare in maniera esatta la potenza richiesta e coprire il più precisamente possibile il fabbisogno. Proprio queste analisi sono state l'oggetto del tirocinio svolto a Cantalupa e descritte all'interno del capitolo arrivando alla definizione di un bilancio energetico comunale.

All'interno del capitolo 4 sono stati definiti i modelli di analisi energetica, fulcro della tesi. Nel definire tali modelli ci si è focalizzati su due casi studio facenti parte delle isole minori siciliane: l'isola di Pantelleria e le isole Egadi (Favignana, Levanzo e Marettimo).

A partire dall'analisi dei contesti territoriali, si è definito in primo luogo il modello dei consumi: tale modello si basa sulla concezione che i consumi reali possono essere definiti attraverso delle variabili che incidono sugli stessi e che, una volta individuate e "pesate" attraverso delle costanti, si possano utilizzare per determinare scenari di consumo ipotetici e futuri.

Successivamente è stato plasmato il modello di produzione relativo all'attuale presenza e produzione di tecnologie rinnovabili quali pannelli fotovoltaici, aerogeneratori ecc.

In ultimo è stato definito, attraverso l'utilizzo del software GIS, il modello di producibilità relativo alla produzione potenziale da fonti energetiche rinnovabili quali fotovoltaico, eolico, biomasse forestali ed agricole e rifiuti urbani.

Essendo le isole minori italiane soggette a numerosi vincoli di tipo ambientale, paesaggistico e tecnico, si sono analizzati quelli ricadenti sui territori in analisi e, attraverso una loro mappatura su software GIS,

è stato possibile definire quali tra questi vincoli riducesse la producibilità rinnovabile individuata per le singole componenti del modello di producibilità.

Nel capitolo 5, sono stati riportati i risultati dei modelli di analisi definendo degli scenari legati alla sostenibilità attuale, a quella con e senza vincoli ed uno scenario ipotetico per valutare la risposta dei modelli al variare dei consumi.

In ultimo, nel capitolo 6, si sono tratte delle conclusioni in relazione alla tematica analizzata.

*“E’ necessario che il mondo capisca, una volta per tutte,
che il tempo per agire è ora e che dobbiamo lavorare insieme
per affrontare questa enorme sfida.*

Si tratta di un obiettivo morale della nostra generazione.”

Ban Ki-moon (Segretario generale delle Nazioni Unite), 2009

1. DALLO SVILUPPO ECONOMICO ALLA SOSTENIBILITA'

1.1 – Impatti ambientali e cambiamenti climatici

Fin dalla sua nascita, la Terra, ha subito variazioni climatiche che l'hanno portata ad attraversare diverse ere, dalle glaciali ai periodi più caldi, le ere interglaciali. Secondo gli studiosi, tali mutamenti climatici sono attribuibili a mutamenti periodici dell'orbita della Terra e a eventi particolari dovuti all'attività solare, alle eruzioni vulcaniche tipiche delle ere passate.

Il riscaldamento globale indica un cambiamento del clima terrestre sviluppatosi nel corso del XX secolo, attribuito in larga misura all'incremento dell'effetto serra e ad altri fattori che, la Comunità scientifica, ritiene imputabili all'attività umana.

Questo incremento di temperatura terrestre, che non è uniforme su tutto il globo, sarebbe attribuibile all'aumento delle concentrazioni in atmosfera di anidride carbonica a conseguenza dell'attività umana dovuta principalmente alla generazione di energia per mezzo di combustibili fossili e alla deforestazione.

Gli inconvenienti ambientali della produzione di energia sono numerosi e diversi; gli ossidi di zolfo, gli ossidi di azoto, polveri, ossido di carbonio e anidride carbonica sono i principali inquinanti prodotti nei processi di combustione e la loro presenza nell'aria provoca effetti dannosi alla salute dell'uomo, sulla vegetazione e sugli organismi acquatici e terrestri.

La combustione per produzione provoca almeno tre effetti che comportano un impatto ambientale di grande rilevanza, di cui due difficilmente eliminabili finché vengono utilizzati combustibili fossili e uno inevitabile: l'effetto serra. Nel mondo, assistiamo ad ondate di calore, siccità, incendi boschivi, inondazioni ed altri eventi meteorologici estremi, innalzamento dei livelli del mare e malattie emergenti. Oggi, le concentrazioni di gas serra nell'atmosfera hanno raggiunto livelli record e le emissioni continuano ad aumentare pericolosamente.

Gli impatti ambientali colpiscono chiunque ed in qualunque parte del mondo; ciò che occorre capire è che siamo strettamente legati all'ambiente e che tutto ciò che ci circonda e di cui ci serviamo proviene dalla natura. Le case, le automobili, le biciclette, il cibo, gli indumenti e l'energia derivano e sono ancora parte dell'ambiente; noi estraiamo materie prime e trasformandole costruiamo le nostre comunità ma il nostro livello di consumo delle risorse costituisce un problema; la pressione che esercitiamo sull'ambiente infatti è talmente elevata da rischiare di minare la sua capacità di sostentarci in futuro [1].

Il nostro livello di consumo delle risorse costituisce un problema per noi e per l'ecosistema che ci sta attorno; la pressione che esercitiamo è talmente elevata da minare la sua capacità di sostentarci in futuro: un aumento della temperatura media di 2 °C sarebbe equivalente alle condizioni più torride degli ultimi 2 milioni di anni, mentre un aumento di 3,5 °C porterebbe ad uno scenario climatico che non trova riscontro negli ultimi 10 milioni di anni. Ciò significa che la maggior parte delle specie si è evoluta a temperature inferiori rispetto a quelle attuali. I cambiamenti climatici nel Mediterraneo in generale ed in Italia in particolare, saranno ingenti e drammatici, ma soprattutto irreversibili. Vaste aree della regione mediterranea meridionale subiranno un processo di desertificazione, per altro già in atto. In tutto il territorio nazionale sono e saranno sempre più frequenti eventi meteorologici estremi, quali estati torride e aride, violenti nubifragi e inondazioni molto più frequenti e devastanti rispetto a qualche decennio fa. Sulle Alpi la contrazione dei ghiacciai non potrà che accentuarsi [2].



Imm. 1: il Ghiacciaio dei Forni (settore occidentale); la sua fronte principale (quella centrale) dal 2008 al 2018 ha perso 234.5 m di lunghezza (-23.5 metri all'anno). (Fonte: UPCLimbing.com da Servizio Glaciologico Lombardo).

Detto ciò, occorre evidenziare quindi che la crescita economica che si va osannando negli ultimi secoli non può essere infinita e fingere di ignorare il problema o rifiutarsi di prenderne atto può portare a rischi indefiniti.

Nonostante questo, le classi dirigenti dei paesi più industrializzati, e in particolare del nostro, si comportano, di fronte a una vera e propria emergenza globale, come dei “drogati in crisi di astinenza alla disperata ricerca di “dosi” che divengono sempre più scarse e difficili da trovare” [1]. E' proprio l'economia l'origine perversa di tutti i guai che si è sviluppata fino a qui nel segno della crescita a discapito dell'ambiente e della salute: nessuna crescita materiale indefinita è possibile in un ambiente finito come il nostro pianeta.

Le azioni umane si ripercuotono ingiustamente anche sulle specie vegetali ed animali; molte specie hanno alterato il loro ciclo di vita, le loro abitudini e l'ambiente in cui hanno da sempre vissuto a causa dei cambiamenti climatici; per esempio la rondine ha anticipato la data media di arrivo alle nostre

latitudini o alcune specie di salice presenti sulle nostre Alpi hanno conquistato altitudini mai raggiunte in precedenza. Nelle zone artiche poi, una specie a rischio di estinzione è l'orso polare in quanto lo scioglimento del ghiaccio corrompe l'habitat di questa specie che non riesce più a cacciare. Il surriscaldamento globale, la presenza dell'uomo anche nelle zone artiche, le trivellazioni alla ricerca di petrolio, stanno incidendo negativamente sulla sopravvivenza di questo animale. Lo scioglimento dei ghiacci ha comportato una minore disponibilità alimentare, aggravata anche dalla migrazione di molte specie ittiche; entro il 2050 si potrebbero perdere oltre i due terzi degli orsi polari.



Imm. 2: Orso polare denutrito a causa dello scioglimento dei ghiacciai nelle Svalbard, un arcipelago norvegese nel Mar Glaciale Artico. (Fonte: www.wired.it, foto: Kerstin Langenberger).

Nonostante quanto sopra esposto, il Ministero dello Sviluppo Economico, Direzione Generale per la Sicurezza dell'Approvvigionamento e le Infrastrutture Energetiche, nel rapporto "Situazione energetica nazionale nel 2017", riporta che nell'anno di riferimento la domanda mondiale di petrolio è aumentata di 1,6 Mb/g raggiungendo 97,8 Mb/g, sostenuta da un contesto macroeconomico mondiale vivace e dal permanere dei prezzi su livelli contenuti, seppur in crescita rispetto allo scorso anno. La domanda ha mostrato un'accelerazione rispetto al 2016 (+1,2 Mb/g) e in termini di prodotti, se nel 2015-2016 la benzina ha trainato la crescita dei consumi, nel 2017 il diesel è tornato ad assumere un ruolo centrale.

La situazione di emergenza in cui siamo entrati da diversi anni a questa parte non pare quindi preoccupare minimamente l'industria petrolifera e i grandi vertici economici e politici mondiali che hanno fatto sforzi giganteschi per rimandare il loro declino. Questi sforzi hanno avuto fino ad ora un discreto successo ma adesso che il dibattito pubblico si fa più incalzante, i succitati vertici sono messi al palo.

Sappiamo che per mitigare efficacemente gli effetti inquinanti si deve iniziare a diversificare le fonti con decenni di anticipo ovvero cercare una soluzione energetica in grado di soddisfare i bisogni umani senza danneggiare l'ambiente in cui vive. I tempi di mitigazione sono dell'ordine dei decenni e siamo già in ritardo; occorre modificare al più presto le nostre abitudini energetiche intese come consumo e produzione di energia al fine di attenuare il nostro impatto e riportare il metabolismo sociale ed

economico umano nell'alveo della sostenibilità ecologica; occorre avviare il prima possibile una transizione ad un nuovo modello energetico.

1.2 – La transizione energetica

L'Enciclopedia Treccani definisce la transizione energetica come *“un processo di trasformazione del quadro di soddisfacimento dei fabbisogni energetici verso soluzioni caratterizzate da un ridotto impatto ambientale con particolare riferimento alle emissioni di gas climalteranti e, più in generale, da una maggiore sostenibilità”*. Caratteristiche fondamentali di questo processo sono la transizione verso un portfolio di fonti energetiche prevalentemente basate sull'utilizzo di risorse rinnovabili, la diffusione di soluzioni di efficienza in tutti gli utilizzi dell'energia, la disponibilità di soluzioni di cattura e sequestro dell'anidride carbonica che rendano possibile l'utilizzo sostenibile delle fonti fossili [3].

Le transizioni energetiche sono una realtà con cui il genere umano coesiste da sempre, siano esse passate (da biomassa a carbone, da carbone a petrolio), presenti (da petrolio a gas naturale) o future (da gas naturale a rinnovabili e nucleare), stimulate dal progresso tecnico e dal desiderio di esplorare la realtà che ci circonda. Come tutte le transizioni energetiche, saranno necessari decenni per riorganizzare infrastrutture e mercati della nostra civiltà umana con l'obiettivo di creare nuove economie più ricche e produttive. Quando mai arriverà, è probabile che la fine dell'era del petrolio assumerà i connotati di una opportunità di sviluppo sostenibile piuttosto che dell'ennesima profezia sulla fine del mondo [1].

Il ruolo della tecnologia per realizzare la transizione energetica è essenziale, ma non c'è un'univoca interpretazione di quale o quali soluzioni tecnologiche siano e saranno le più adatte a consentire l'evoluzione verso gli obiettivi previsti. Il tratto comune delle strategie, secondo quanto esposto sull'Enciclopedia Treccani, risulta essere la questione del legame tra i concetti “sviluppo economico” e “fabbisogni di energia primaria”, che è al tempo stesso l'elemento di più difficile realizzazione.

Già diversi Paesi nel mondo hanno avviato politiche e strategie di transizione energetica; Danimarca, Germania e Regno Unito hanno delle politiche attive da più di 15 anni. La politica energetica del governo federale della Germania (*Energiewende*) definisce le energie rinnovabili come “pilastro dell'approvvigionamento energetico futuro” e pone degli obiettivi secondo cui le energie da fonte rinnovabile dovranno rappresentare il 18% del consumo finale lordo di energia al 2020, salendo al 60% al 2050 e ponendo obiettivi di riduzione stessa dei consumi energetici.

A partire da questi Paesi anche altri Stati ed Unioni di Stati hanno seguito tali approcci: UE, Stati Uniti, Cina, Unione Indiana, Giappone... con motivazioni e articolazioni diverse, ma in tutti i casi prevedendo la transizione dei sistemi energetici tradizionali verso configurazioni a ridotto impatto ambientale.

Date le dimensioni del problema, l'orizzonte temporale di attuazione della transizione energetica è necessariamente di medio-lungo periodo; infatti le strategie più diffuse hanno come obiettivo il 2030 o 2050 e coinvolgono la maggior parte dei settori di attività umana (industria, trasporti, agricoltura, terziario...) determinando così la necessità di impiego di una molteplicità di tecnologie rinnovabili che, nel giusto mix, dovranno rendere possibile il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità energetica in modo più efficace ed efficiente.

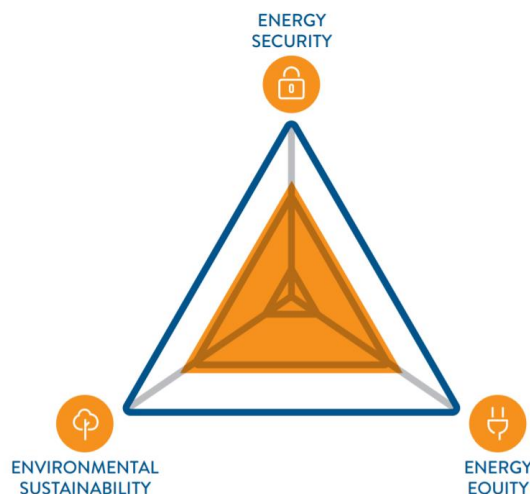
Le prestazioni energetiche dei Paesi in transizione, vengono classificate dal World Energy Council² attraverso un trilemma energetico che verte su tre dimensioni: sicurezza energetica, equità energetica e sostenibilità ambientale, basate su dati nazionali e globali [4].

I risultati mostrano gli impatti di decisioni e cambiamenti, suggerendo dove la coerenza delle politiche e l'innovazione politica integrata può aiutare a sviluppare sistemi energetici ben calibrati nel grande contesto della transizione energetica.

Il rapporto sul trilemma energetico del 2018 mostra che molti Paesi gestiscono con successo la bilancia, con otto nazioni che hanno raggiunto il massimo punteggio designabile³. I Paesi con migliore integrazione tra le tre parti sono Danimarca, Svizzera e Svezia.

² Il World Energy Council è la principale rete imparziale di leader e professionisti dell'energia che promuove un sistema energetico accessibile, stabile e sensibile all'ambiente per il massimo beneficio di tutti. (Fonte: "World Energy Trilemma Index", 2018)

³ I punteggi e le classifiche si basano su una serie di set e dati globali che catturano entrambi la performance energetica e il contesto nazionale in cui viene gestita l'energia. Gli indicatori di prestazione includono domande ed offerta di energia, accessibilità economica e spaziale all'energia, intensità ed efficienza energetica, uso ed emissioni associate ai sistemi energetici ma includono anche la capacità di un paese di fornire coerenza politica, ricerca, sviluppo, attrarre investimenti e determinare quadri regolatori stabili. (Fonte: "World Energy Trilemma Index", 2018)



Imm. 3: Le tre dimensioni del trilemma energetico. (Fonte: “World Energy Trilemma Index”, World Energy Council, 2018)

Il World Energy Council definisce in questo modo le tre dimensioni del trilemma di transizione energetica:

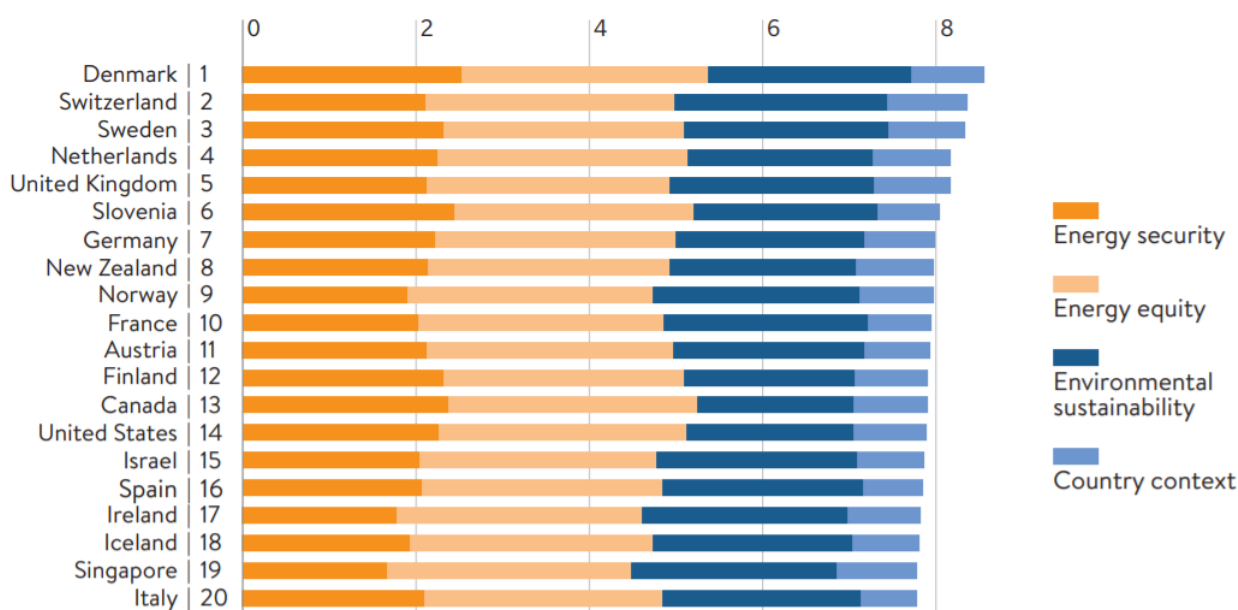
- Sicurezza energetica: Indica la gestione efficace di approvvigionamento di energia primaria da fonti domestiche (ad esempio pannelli solari) e fonti esterne (ad esempio centrali idroelettriche), affidabilità delle infrastrutture energetiche e capacità dei fornitori di energia di soddisfare sempre e pienamente la domanda attuale e futura.
- Equità energetica: Accessibilità all'approvvigionamento energetico per tutta la popolazione.
- Sostenibilità ambientale: Lo sviluppo di un approvvigionamento energetico che sia basato su fonti rinnovabili e altre fonti a bassa emissione di carbonio permettendo il conseguimento di vantaggi energetici ed economici sia dal lato dell'offerta che della domanda.

I migliori Stati nella dimensione “Sicurezza energetica” rappresentano gli esportatori netti di energia e gli importatori con sistemi di approvvigionamento diversi e sicuri. Diverse nazioni europee si comportano bene nelle classifiche di sicurezza a causa di un contesto regionale che consente un mercato energetico diversificato e flessibile, ben collegato attraverso le frontiere. La dimensione Sicurezza può essere collegata ad un fattore di stabilità nazionale, quindi i paesi che subiranno dei crolli economici e shock di sistema scenderanno in classifica nei futuri studi del Trilemma.

La dimensione “Equità energetica” considera le modalità di accesso all'energia e convenienza. I primi dieci Paesi del 2018 dimostrano che, ad eccezione del Canada, questi aspetti sono un fattore di dimensioni e distribuzione della densità di popolazione. Sempre secondo il Trilemma, l'accesso generalizzato all'elettricità è un obiettivo più semplice per le nazioni più piccole o per quelle in cui la popolazione è raggruppata nelle principali città.

Per quel che riguarda la “Sostenibilità ambientale”, nella classifica del World Energy Trilemma Index, tra le prime posizioni si vedono i Paesi che presentano il maggior numero di sistemi e tecnologie rinnovabili per la produzione di energia ma anche Paesi con una bassa intensità di emissioni di carbonio.

Gli SDG delle Nazioni Unite⁴ hanno creato un nuovo quadro di responsabilità per la generazione di energia sostenibile e a basse emissioni di carbonio; le future iterazioni del trilemma rifletteranno il successo dei paesi che fanno progressi in questa direzione.



Imm. 4: Classifica Globale e dimensioni considerate. (Fonte: “World Energy Trilemma Index”, World Energy Council, 2018)

Secondo quanto sopra esposto l'Italia, all'anno 2018, risulta essere in ventesima posizione (su centoventicinque) nel ranking mondiale, presentando una delle maggiori “Sicurezze energetiche” ed “Equità energetiche” tra le prime venti posizioni. La dimensione più “debole” secondo la classifica sopra riportata è quella della “Sostenibilità ambientale” e quindi ciò che riguarda la presenza di tecnologie rinnovabili sul territorio.

⁴ I Sustainable Development Goals o “SDG” delle Nazioni Unite, sono 17 obiettivi di sviluppo sostenibile, con i relativi 169 sotto-obiettivi, redatti dalla Comunità degli Stati che nel settembre 2015, alle Nazioni Unite, ha approvato l'Agenda 2030 per uno sviluppo sostenibile definendo azioni mirate a porre fine alla povertà, lottare contro l'ineguaglianza e allo sviluppo sociale ed economico, affrontare cambiamenti climatici e costruire società pacifiche entro l'anno 2030. Gli SDG hanno validità universale vale a dire che tutti i Paesi devono fornire un contributo per raggiungere gli obiettivi in base alle loro capacità. (Fonte: Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo).

1.3 – Le fonti energetiche rinnovabili

La transizione energetica riguarda, quindi, tutti i settori della catena energetica, dalla produzione alla distribuzione e quindi agli utilizzi finali. Per quanto riguarda la produzione, gli sviluppi tecnologici più importanti sono quelli relativi alla tecnologia di produzione da fonti rinnovabili.

L'energia producibile da fonti rinnovabili su un territorio dipende principalmente dalla disponibilità delle fonti, dalla loro accessibilità tecnica e dai vincoli presenti su un territorio che possono ostacolarne lo sfruttamento. Si definiscono rinnovabili quelle fonti di energia che possono essere considerate inesauribili, nel senso che il loro ciclo di produzione ha tempi compatibili con quelli del loro consumo. La più importante fonte rinnovabile è rappresentata dall'energia solare, la cui entità è circa 15.000 volte superiore al consumo energetico annuale in tutto il mondo [5].

Tra le altre fonti rinnovabili sono da sottolineare quella da fonte idraulica, da fonte eolica e, seppure a un livello di sviluppo meno avanzato, i sistemi che utilizzano l'energia del mare (onde, maree e correnti).

Un discorso a parte è invece connesso all'utilizzo delle biomasse. Il contributo delle biomasse al quadro energetico globale è sempre stato estremamente significativo, principalmente per gli usi tradizionali (quali la combustione diretta) di questa fonte energetica caratterizzata, peraltro, da una distribuzione geografica sicuramente più omogenea rispetto alle altre fonti. Un ulteriore contributo alla diffusione delle biomasse è quello connesso all'utilizzo dei rifiuti e dei residui delle lavorazioni agricole o industriali che consente di affrontare anche il tema della gestione dei rifiuti. In questo contesto, molto importante è il contributo del biogas prodotto a partire dalla digestione anaerobica di materiale a matrice organica [3].

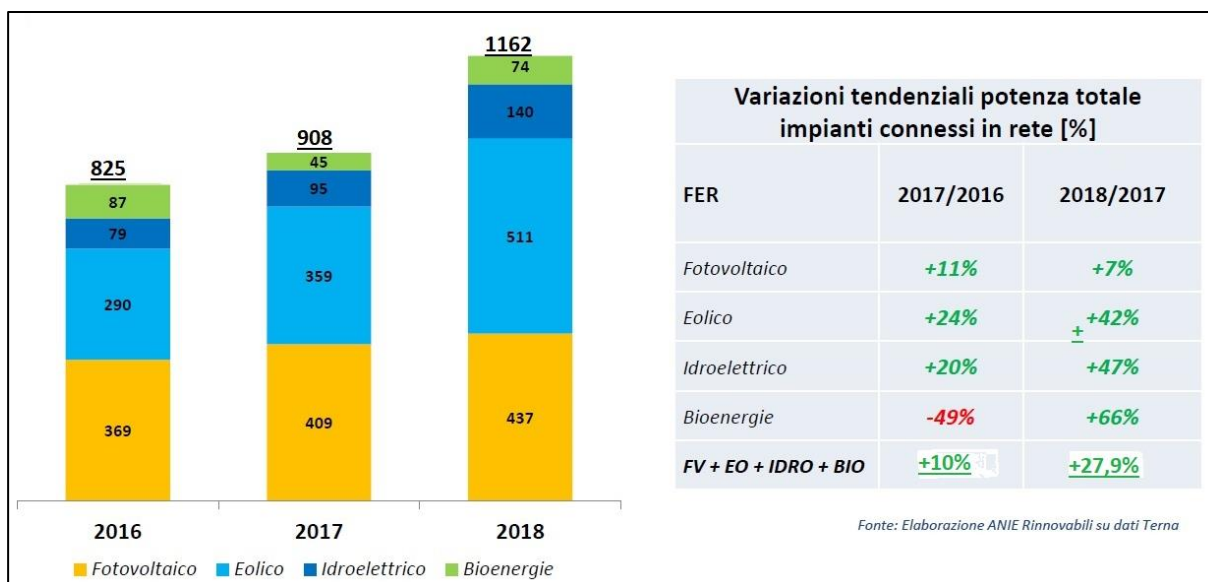
ANIE Rinnovabili elabora i dati di Terna relativi al collegamento alla rete elettrica nazionale delle fonti energetiche rinnovabili su suolo italiano; nel 2018 la nuova potenza installata di fotovoltaico, eolico, idroelettrico e bioenergie ha raggiunto complessivamente quota 1.162 MW, segnando un +28% rispetto al 2017 segnando un trend positivo per tali tipologie di impianti.

Per il fotovoltaico si sono registrati 437 nuovi MW, corrispondenti ad un aumento del 7% rispetto all'anno precedente. La metà della potenza installata è da attribuire ad impianti di tipo residenziale (fino a 20 kW).

Nel mese di Dicembre si è registrato un buon incremento anche della tecnologia eolica; sono stati installati più di 213 MW di potenza, determinando una potenza installata totale su suolo italiano nell'anno 2018 pari a 511 MW (+42% rispetto al 2017). Spostando l'attenzione sulle dimensioni degli impianti, intese come taglie installate, si evidenzia un crollo del mini eolico; il 99% degli impianti installati è stato superiore ai 200 kW mentre solo l'1% ha riguardato impianti minori o uguali a 60 kW.

Anche per l'idroelettrico il 2018 si è concluso positivamente: sono stati installati durante lo scorso anno ben 140 MW (+47% rispetto al 2017) di idroelettrico che però ha visto un calo del mini idroelettrico a causa dell'impossibilità di accesso ad incentivi disponibili sono fino a fine 2017.

Anche le bioenergie hanno visto un aumento di produzione: nel 2018, 44 impianti a bioenergie sono stati installati per una potenza complessiva pari a 74 MW.



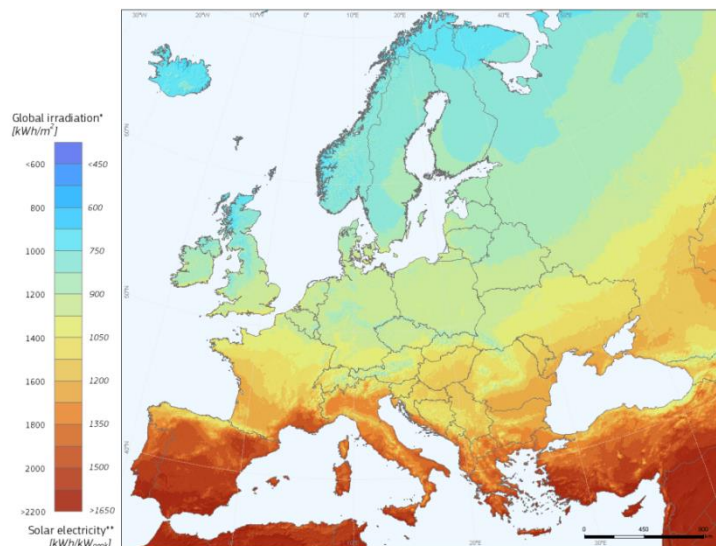
Imm. 5: Variazioni tendenziali delle potenze FER connesse per fonte nell'anno di riferimento. (Fonte: www.qualenergia.it; Elaborazione ANIE su dati Terna).

Energia Solare

La grande quantità di energia che il nostro Pianeta riceve dal Sole (pari a una potenza di 174.000 miliardi di kilowatt, oltre 10.000 volte il consumo energetico attuale di tutta l'umanità) si distribuisce in modo diverso a seconda delle stagioni e della latitudine, e può subire delle leggere variazioni nel corso del tempo per cause astronomiche (inclinazione dell'asse terrestre, distanza Terra-Sole ecc...).

In Italia l'irraggiamento solare ha valori ben più alti che nei Paesi d'Europa: in media da 1900 ore/anno in Pianura Padana e 2800 ore/anno in Sicilia mentre città come Bonn o Colonia devono accontentarsi di meno di 1500 ore di sole [6].

Eppure, in Europa centrale, l'energia solare, pulita e rinnovabile, è sfruttata ben più che in Italia in rapporto alla disponibilità di Sole. La Germania infatti è leader europeo in questo settore.



Imm. 6: Irradiazione globale annua espressa in kWh/m² in Europa. (Fonte: www.maxrap.it su base PVGIS)

La tecnologia solare si basa sulla conversione della radiazione solare in energia termica ed elettrica; a seconda della conversione desiderata i dispositivi utilizzati si differenziano in “collettori solari”, per la conversione in energia termica, e “fotovoltaico” per la conversione in energia elettrica.

Collettori solari

I collettori sono costituiti da una superficie scura che assorbe gran parte della radiazione incidente; i collettori piani possono raggiungere temperature intorno ai 100°C mentre quelli a concentrazione fino a 3800°C. L'efficienza con la quale l'energia solare incidente viene trasformata in energia termica dipende da diversi fattori, quali il flusso solare, la temperatura esterna, la temperatura media del fluido termoconvettore che attraversa i collettori e le stesse caratteristiche del collettore [5].

La caratteristica principale che identifica la qualità di un collettore solare è l'efficienza intesa come capacità di conversione dell'energia solare incidente in energia termica.

Esistono tre principali tipologie di collettori solari: piani (vetrati e scoperti che richiedono una bassa temperatura), sottovuoto e a concentrazione (che richiedono un'alta temperatura).

- I collettori piani vetrati sono una tecnologia diffusa e adattabile per l'ottima resa energetica annua. Il principio di funzionamento dei dispositivi si basa sulle caratteristiche del vetro utilizzato di essere trasparente alla radiazione solare ed opaco a quella infrarossa emessa dalla piastra assorbente, e sulle proprietà della piastra stessa di assorbire la radiazione solare e contenere le emissioni proprie nello spettro infrarosso.
- I collettori piani scoperti sono una soluzione tecnica caratterizzata da costi molto bassi ed idoneità ad un impiego prevalentemente estivo. La struttura di materiali plastici e l'assenza di

copertura vetrata comporta perdite per convezione troppo elevate per l'utilizzo con le basse temperature esterne invernali.

- I collettori sottovuoto, a parità di superficie, presentano in genere un migliore rendimento medio stagionale, per il sostanziale annullamento delle perdite termiche per convezione e conduzione legate alla presenza di un'intercapedine tenuta sottovuoto spinto [7].
- I collettori solari a concentrazione sono collettori concavi progettati per ottimizzare la concentrazione dell'energia solare in un punto ben determinato e per questo motivo seguono il movimento del sole per captare la luce solare diretta. Questo tipo di collettore, potendo raggiungere alte temperature (400-600 ° C), è una scelta logica per generatori solari o centrali elettro-solari [8].

Fotovoltaico

L'energia solare può essere direttamente convertita in energia elettrica per mezzo di celle fotovoltaiche che sfruttano con materiali semiconduttori il fenomeno della fotoelettricità.

Il materiale più utilizzato per la realizzazione delle celle fotovoltaiche è il silicio [5].

L'efficienza dei moduli fotovoltaici varia in funzione della tecnologia scelta:

- Pannelli di silicio cristallino (monocristallino e policristallino): rappresentano la tipologia più diffusa. Le celle policristalline risultano particolarmente efficienti in termini di conversione della radiazione incidente in energia elettrica.
- Pannelli a film sottile con silicio amorfo o altri materiali. I dispositivi a film sottile con silicio amorfo sono realizzati facendo evaporare alcuni suoi composti con l'idrogeno (il Silano o il Disilano) su supporti rigidi o flessibili come il vetro, la plastica o la lamiera. I pannelli realizzati con questa tecnica sono caratterizzati da rendimenti più bassi rispetto al silicio cristallino, ma hanno prezzi più convenienti e maggiore versatilità di utilizzo ("Rapporto statistico solare fotovoltaico", GSE, 2017)

Le tecnologie descritte presentano un'efficienza di conversione, ossia il rapporto tra l'energia solare incidente e l'energia prodotta, differente:

- Silicio monocristallino: η_{nc} = 15%
- Silicio policristallino: η_{nc} = 12%
- Film sottile: η_{nc} = 6%

Energia idroelettrica

La produzione di energia idroelettrica si è molto diffusa in Italia fin da inizio '900, tanto da soddisfare la quasi totalità del fabbisogno elettrico nazionale fino al 1960.

E' la seconda fonte energetica rinnovabile più utilizzata al mondo dopo le biomasse e la prima per la generazione di energia elettrica. Il suo carattere rinnovabile è dovuto al ciclo dell'acqua che attraverso l'evapotraspirazione la riporta costantemente in quota restituendogli energia potenziale.

La potenza idroelettrica permette di produrre elettricità in modo pulito, senza emissioni di gas serra in atmosfera sfruttando il potenziale energetico posseduto dalle masse d'acqua che si trovano in quota; oggi le potenzialità per lo sviluppo di nuovi grandi invasi sono limitate, ma l'attenzione potrebbe rivolgersi all'installazione di mini centrali idroelettriche⁵ in corrispondenza di piccoli canali e acquedotti attirando anche l'attenzione dei privati.

Anche con una modesta potenza installata, la continuità del flusso d'acqua garantisce delle produzioni interessanti, in grado di rendere le comunità più piccole, i rifugi o le aziende agricole energeticamente autonome. Un piccolo impianto da 0,5 kW può arrivare a produrre anche 4400 kWh/anno, poco più del consumo elettrico medio di una famiglia italiana.

L'impatto paesaggistico e ambientale è basso, trattandosi di impianti che spesso funzionano ad acqua fluente, senza la necessità di invasi e condotte forzate, la durata è molto elevata (anche un secolo), mentre l'investimento economico iniziale viene solitamente recuperato nel giro di circa 5-10 anni [6].

I tre tipi di impianti impiegati per la produzione di energia idroelettrica sono i seguenti:

Impianti a deflusso regolato

Un bacino di ampie dimensioni raccoglie l'acqua che, attraverso una condotta viene portata ad una turbina dove la sua energia potenziale viene convertita in energia meccanica e un generatore converte l'energia meccanica in elettricità.

Impianti ad accumulo

Vi sono due bacini tra loro collegati e posti a differenti quote attraverso un sistema di tubazioni. Il principio di funzionamento è analogo a quello degli impianti con un solo bacino precedentemente descritti ma in questi vi è la possibilità, nelle ore di minore richiesta elettrica (ore notturne di minore consumo), di riportare ad alta quota l'acqua defluita così da poter riutilizzare la medesima acqua per

⁵ Generalmente si considera con mini-idroelettrico un impianto con potenza inferiore ai 10 MW mentre, con micro-idroelettrico si considera un impianto con potenza inferiore ai 100 MW. (Fonte: "Clima ed energia, capire per agire", Mercalli L. e Berro D., 2010)

produrre altra energia nelle ore di massima richiesta. Questo tipo di impianti idroelettrici è il miglior sistema di accumulo di energia, ma la costruzione di dighe e grandi invasi artificiali (presenti anche negli impianti a deflusso regolato) ha un elevato impatto ambientale nonché florofaunistico in quanto l'allagamento di vaste aree può provocare alterazioni nel microclima della zona.

Impianti ad acqua fluente

In questo caso non vi sono bacini di raccolta e l'impianto è installato lungo fiumi con portate elevate e cadute ridotte (fino ad un massimo di 20 metri). La centrale con la turbina ed il generatore sono posizionati in prossimità di un sistema di sbarramento che blocca il corso dell'acqua utilizzata nella centrale e successivamente rilasciata.

Energia eolica

Il vento costituisce una fonte di energia rinnovabile utilizzata dall'uomo da tempi remoti e alla quale si è cominciato a guardare con crescente interesse dalla seconda metà degli anni '70.

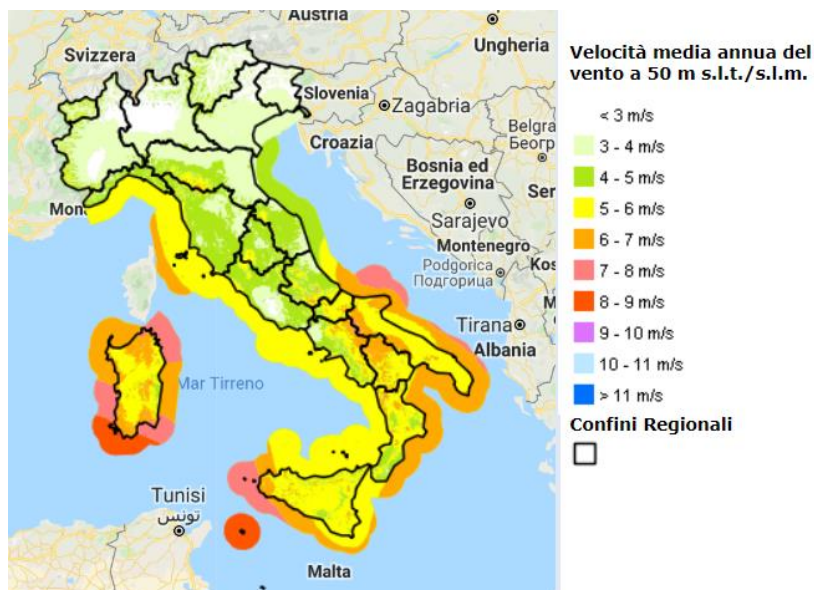
L'energia cinetica dell'aria in movimento può essere convertita da un motore eolico in energia meccanica che aziona mulini, pompe o generatori elettrici.

Le stime sul potenziale di energetico eolico parlano di una potenza media di 10^{14} MW, di molti ordini di grandezza superiore a quella necessaria a soddisfare il consumo energetico mondiale [5].

Tuttavia le difficoltà di sfruttamento riducono di molto le possibilità di convertire questo enorme potenziale energetico: la criticità della ventosità è di non essere ovunque utilizzabile in modo conveniente; per ottenere una buona produzione di energia eolica servono infatti venti tesi e costanti, tipici delle zone a clima marittimo e oceanico, con circa 2000 ore di funzionamento all'anno.

A differenza dell'acqua, i flussi d'aria non possono essere concentrati né accumulati e cambiano frequentemente direzione, velocità e portata. Per realizzare centrali di potenza significativa che sappiano rispondere adeguatamente dal punto di vista economico, si devono impiegare numerosi aerogeneratori di grandi dimensioni che comportano un'occupazione di territorio superiore a quella necessaria per impianti di generazione tradizionali a parità di potenza. Un vantaggio dell'energia eolica è dato dalla continuità di produzione: il vento infatti soffia anche di notte.

In Italia vi sono già diversi parchi eolici installati nelle regioni con maggiore ventosità: al sud, nelle isole e nell'Appennino Ligure mentre risulta inadatta l'installazione di impianti eolici nella Pianura Padana che presenta una modesta ventosità.



Imm. 7: Velocità media annua del vento a 50 m s.l.m. espressa in m/s. (Fonte: elaborazione personale su immagini AtlaEolico RSE).

Direzione e potenza del vento sono influenzati da diversi fattori tra cui la rotazione terrestre e la rugosità del terreno; le caratteristiche morfologiche del territorio e dell'ambiente (boschi, montagne, edifici, ecc.) creano ostacoli che ne deviano la traiettoria e ne riducono la potenza.

L'energia eolica può essere sfruttata attraverso diversi sistemi per generare movimento o per produrre elettricità. Questi sistemi sono detti aerogeneratori.

Un moderno aerogeneratore è costituito da più elementi essenziali; il più importante è il rotore (ovvero la parte rotante costituita da 2-3 pale e non più come nei tempi più antichi da 12-24 pale), che può assumere varie forme e dimensioni. Nei rotori ad asse orizzontale, le dimensioni delle pale variano da 5 a 15 metri, mentre le velocità di rotazione sono comprese tra 10 e 40 giri al minuto e si avvia con venti abbastanza deboli, dell'ordine dei 2-3 m/s.

L'energia prodotta può soddisfare diversi tipi di utenze: alimentazione a reti e impianti di telecomunicazione, utenze domestiche e di piccole comunità, pompaggio di acqua, utenze agricole, impianti di raffrescamento e condizionamento di ambienti; le macchine di media dimensione sono generalmente installate in connessione con la rete elettrica.

Questi impianti sono talvolta contestati da alcuni movimenti ambientalisti a causa del loro impatto visivo sul territorio e l'interferenza con le traiettorie di volo degli uccelli nonché per via dell'inquinamento acustico causato che, soprattutto per le componenti a bassa frequenza, interferiscono con la fauna locale.

Energia da biomasse

La biomassa è la materia prima vegetale prodotta dall'energia solare attraverso la sintesi clorofilliana; la quantità di biomasse presenti sul nostro pianeta è enorme a causa dell'enorme produzione di materiale organico ad opera della vegetazione e degli esseri viventi. Le principali categorie di biomasse sono biomasse forestali, biomasse agricole, rifiuti vegetali, liquami animali e componente organica dei rifiuti solidi urbani.

Le biomasse si possono considerare risorse rinnovabili se vengono utilizzate in tempi non inferiori a quelli della loro produzione; solitamente sono diffuse sul territorio e non sono disponibili con continuità nell'arco dell'anno.

Le biomasse sono principalmente impiegate per:

- Combustione ed uso del calore per riscaldamento e/o per produrre energia elettrica;
- Fermentazione con produzione di combustibili solidi e gassosi (gas biologico);
- Formazione di prodotti combustibili di vario tipo a secondo delle condizioni operative del processo di trasformazione.

Per utilizzare a fini energetici le biomasse è necessario definire in primo luogo per il territorio in esame la quantità annualmente disponibile come massa di sostanza secca (t/anno) e la densità di distribuzione (t/km²). Le biomasse utilizzate per scopi energetici in Italia provengono dal comparto agricolo, agro-industriale e dai rifiuti solidi urbani.

Biomassa da rifiuti

La normativa italiana definisce rifiuto "qualsiasi sostanza od oggetto derivante da attività umane o da cicli naturali, abbandonata o destinata all'abbandono"⁶.

Nel concreto, una corretta gestione dei rifiuti e degli scarti derivanti dalle diverse attività umane, può dare un contributo, specialmente in alcune aree, per una politica di razionalizzazione delle risorse attraverso una serie di obiettivi che possono essere così schematizzati:

- Raccolta differenziata con recupero e riutilizzo delle componenti;
- Conversione in materie prime energetiche (biogas o gas);
- Produzione di biomasse utilizzabili a fini fertilizzanti (compost).

⁶ art. 183 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, cosiddetto TESTO UNICO AMBIENTALE.

Nella scelta della tecnologia più appropriata per la trasformazione, devono essere considerati gli effetti ambientali che le diverse opzioni comportano: combustione, inquinamento, riciclaggio, trasformazione, commercializzazione dei prodotti recuperati.

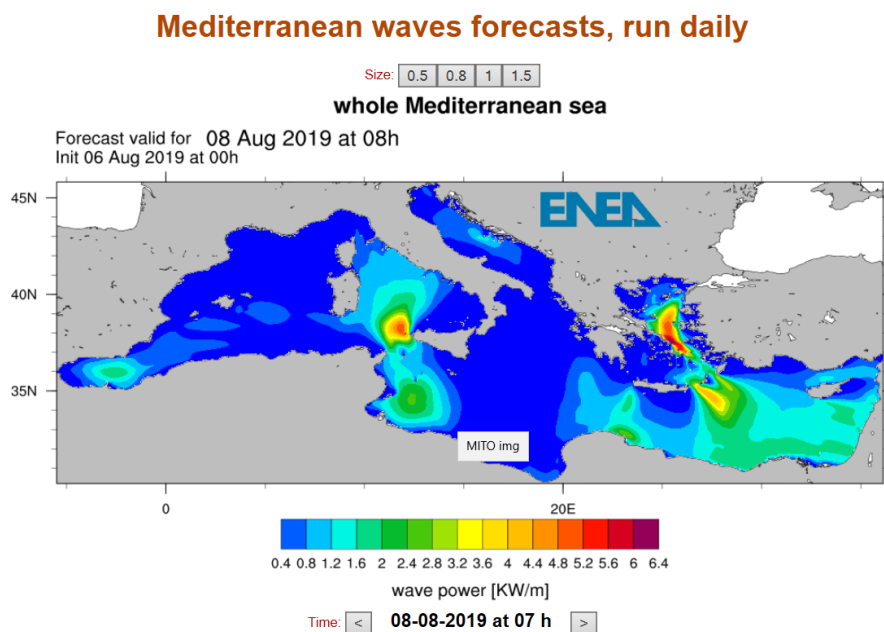
Le tecnologie utilizzate nei processi di trattamento fanno specifico riferimento alle caratteristiche chimicofisiche dei rifiuti, come il potere calorifico, il contenuto di sostanza organica, la presenza di metalli pesanti e il bacino d'utenza.

La miglior tecnologia di conversione in energia dei rifiuti sarà quella che consente il più vantaggioso rapporto costi/benefici per gli utenti del servizio di smaltimento.

Energia dal mare

Tra le possibili fonti rinnovabili è opportuno considerare anche il potenziale energetico marino. Esso infatti può contribuire in modo significativo all'autonomia energetica dei territori costieri garantendo allo stesso tempo uno sviluppo sostenibile delle aree marine.

Il Mar Mediterraneo presenta un potenziale energetico per questa risorsa interessante in tutta la zona ovest; nelle acque italiane, una situazione interessante si sottolinea nei mari della Sardegna, nel canale di Sicilia ed in prossimità degli stretti.



Imm. 8: Potenza dell'onda espressa in KW/m nel Mediterraneo per un giorno ed un'ora tipo: 8 agosto 2019 alle ore 7:00. (Fonte: elaborazione personale su immagini <https://giotto.casaccia.enea.it/waves>).

Le principali tecnologie in grado di sfruttare energia dal mare sono:

Convertitori di energia dal moto ondoso

Si tratta dello sfruttamento del moto delle onde marine per ottenere energia elettrica; è ancora in corso di sperimentazione in diversi Paesi come Regno Unito, Norvegia e Giappone dove i prototipi e le installazioni già brevettate variano dallo sfruttamento del principio della colonna d'acqua oscillante ai sistemi con apparati galleggianti oppure sommersi fino a sistemi con bacini di raccolta in grado di concentrare la forza delle onde per incrementare il potenziale di conversione.

Convertitori per l'estrazione di energia dalle correnti marine

Tale tecnologia prevede di sfruttare i movimenti delle masse d'acqua provocate dalle correnti marine trasferendo l'energia cinetica sprigionata alle turbine.

Convertitori di energia termica

Sfruttano la differenza di temperatura tra le acque marine superficiali e quelle profonde; gli strati superficiali vengono riscaldati dalla radiazione solare fino a 25-28 °C mentre quelli molto profondi si aggirano intorno ai 6-7 °C. L'alta temperatura degli strati superficiali viene quindi sfruttata per far evaporare un liquido che porta al lavoro della turbina e quindi alla produzione di energia elettrica. Grazie alle basse temperature degli strati più profondi invece viene raffreddato l'intero sistema turbina-generatore. Le aree di migliore installazione risultano essere quelle in cui vi sono mari caldi e molto profondi e dove il gradiente termico è molto ampio.

Queste si possono ancora suddividere in base alla loro localizzazione:

Sulla linea di costa

Sfruttano l'energia delle onde incidenti sul litorale; sono generalmente inseriti all'interno di strutture o dispositivi già esistenti.

In prossimità della linea di costa

In presenza di bassi fondali si possono installare dispositivi in prossimità della linea di costa dove la tecnologia può essere sommersa o galleggiante; molto spesso tali dispositivi sono galleggianti al tempo stesso ancorati al fondo.

Al largo

Sono per lo più galleggianti che vanno ancorati al fondale

Nell'ambito del Mar Mediterraneo, solo le prime due tecnologie sono da considerarsi promettenti. Tuttavia, mentre lo sfruttamento di correnti marine sufficientemente intense è strettamente vincolato a fattori morfologici e dinamici (in prossimità di Stretti, quale ad esempio Messina), lo sfruttamento

dell'energia delle onde richiede di individuare tra tutte le tecnologie disponibili quella più adeguata alle caratteristiche del luogo, tanto per la disponibilità della risorsa quanto per gli eventuali vincoli ambientali e sociali.

Occorre tuttavia tener presente che non vi è ancora una tecnologia che abbia raggiunto la piena maturità commerciale, ma si tratta di prototipi, alcuni dei quali hanno comunque superato i test di operatività in mare (TRL7) e sono da considerarsi pre-commerciali.

Energia geotermica

Nella pianificazione energetica del territorio l'energia geotermica ha in Italia un elevato potenziale come risorsa a bassa temperatura ($< 130\text{ }^{\circ}\text{C}$).

La tecnologia geotermica utilizza l'energia termica del sottosuolo per produrre calore utile a climatizzare gli ambienti e i processi agricoli e industriali, o per produrre elettricità. Si distinguono due principali ambiti tecnologici:

- tecnologie per la produzione di energia elettrica e per l'uso diretto del calore che utilizzano i sistemi idrotermali provenienti da falde sotterranee a profondità variabili da pochi metri a diversi chilometri di profondità;
- le pompe di calore geotermiche che sfruttano la stabilità termica del sottosuolo entro i 200 m di profondità per climatizzare gli ambienti.

Per la produzione di elettricità, in sistemi geotermici con temperature da 100°C a $350\text{ }^{\circ}\text{C}$, si utilizza il calore convertito in energia elettrica attraverso turbogeneratori. L'energia elettrica è prodotta in impianti a vapore oppure, nel caso di temperature inferiori a $150\text{-}200\text{ }^{\circ}\text{C}$, con impianti a ciclo binario. In entrambi i casi, il vapore mette in movimento una turbina, la cui energia meccanica è poi trasformata in energia elettrica tramite un generatore. Gli impianti che utilizzano il vapore geotermico richiedono fluidi con una temperatura elevata, usualmente superiore a 180°C . Tanto più elevato è il contenuto in vapore del fluido, tanto maggiore sarà il rendimento energetico.

Se installati senza le dovute cautele, i sistemi geotermici a pompa di calore (soprattutto quelli a sonde geotermiche verticali e ad acqua di falda) potrebbero danneggiare la qualità delle falde sia nella fase di messa in opera sia in quella di esercizio. Gli impianti geotermici per usi diretti del calore e i sistemi binari per la produzione di energia elettrica, hanno un'ottima compatibilità ambientale, poiché il fluido geotermico è perfettamente connato e non può rilasciare nell'ambiente eventuali sostanze inquinanti. Potenziali impatti ambientali negativi possono tuttavia presentarsi durante la costruzione, l'esercizio e il successivo smantellamento dell'impianto geotermico. Fra questi, i principali punti di criticità sono:

impatto visivo ed uso del suolo, emissioni in atmosfera, rumore e vibrazioni, sismicità indotta, contaminazione delle falde acquifere [10].

1.4 – Il contesto legislativo in materia di Energia e Ambiente

Scienziati e politici si riuniscono periodicamente da ormai parecchie decine di anni per trovare soluzione ai problemi globali dell'inquinamento e dei cambiamenti climatici. Di seguito vengono riportate le principali tappe del percorso iniziato nel 1972 con la conferenza ONU di Stoccolma.

1972 – Stoccolma, Svezia - Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente Umano



113 nazioni di incontrano e redigono un piano d'azione con 109 raccomandazioni. Viene inoltre adottata una Dichiarazione con il titolo "I limiti dello Sviluppo" recante 26 principi su diritti e responsabilità dell'uomo in relazione all'ambiente rendendo noto come l'umanità avrebbe in breve tempo raggiunto i limiti naturali dello sviluppo in relazione agli andamenti di crescita della popolazione, livello di industrializzazione, inquinamento, produzione di alimenti e consumo delle risorse naturali del periodo. L'obiettivo da perseguire risultò quindi essere quello di **sostituire il modello economico basato sulla crescita illimitata con un modello di stabilità economica ed ecologica**. Il 15 dicembre 1972 venne istituito l'UNEP (United Nations Environment Programme o Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente), un'agenzia con funzioni di coordinamento per l'azione ambientale, con sede a Nairobi [11].

1978 – Vienna, Austria – Primo International Workshop on Climate Issues



Nel 1978 l'ICSU (International Council for Science o Consiglio internazionale per la scienza), la WMO (World Meteorological Organization o Organizzazione Meteorologica Mondiale) e l'UNEP hanno organizzato un seminario internazionale sulle questioni climatiche a Laxenburg, vicino a Vienna, dove i partecipanti hanno pianificato una Conferenza mondiale sul clima. Venne stabilito uno standard per le future azioni definito dagli scienziati e dai funzionari governativi intervenuti. Gli organizzatori della conferenza hanno commissionato una serie di documenti di revisione che ispezionano lo stato della scienza del clima. Questi vennero discussi e rivisitati e successivamente, nel 1979, a Ginevra, i rappresentanti del governo del WMO e la direzione scientifica dell'ICSU lanciarono un Programma mondiale sul clima (WPC) suddiviso in varie sezioni tra cui il Programma mondiale di ricerca sul clima (WCRP), che ha gli

obiettivi di determinare in che misura è possibile prevedere l'estensione e l'entità dell'influenza umana sul clima [12].

1985 – Villach, Austria – Conferenza sul ruolo delle attività antropiche sui cambiamenti climatici



Nel 1985 ICSU, WMO e UNEP, organizzarono una grande conferenza sul tema "Valutazione del ruolo dell'anidride carbonica e di altri gas a effetto serra nelle variazioni climatiche e negli impatti associati" a Villach (Austria). Gli scienziati di questa conferenza collegarono i gas a effetto serra al riscaldamento globale definendo le gravi conseguenze ad esso associato. Questa è stata la prima valutazione internazionale completa dell'impatto ambientale dei gas serra atmosferici. I risultati di quanto detto sono stati sintetizzati dal Comitato scientifico sui problemi dell'ambiente (SCOPE) all'interno di un rapporto dal titolo "L'effetto serra, i cambiamenti climatici e gli ecosistemi" [12].

1988 – Nascita dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)



WMO e UNEP, nel 1988 hanno creato congiuntamente il Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC), organo delle Nazioni Unite con sede a Ginevra incaricato di fare regolarmente il punto della scienza a fini governativi ed esaminare le opzioni per rispondere ai cambiamenti climatici indotti dall'uomo. La creazione dell'IPCC ha fornito la base istituzionale per un esame più mirato e meglio coordinato delle necessarie interazioni scienza-politica a livello internazionale [12].

1992 – Rio de Janeiro, Brasile – Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo (UNCED)



A vent'anni dalla conferenza di Stoccolma i rappresentanti dei governi di 178 Paesi, più di 100 capi di Stato e oltre 1000 Organizzazioni Non Governative, si sono incontrati a Rio de Janeiro sottoscrivendo 2 convenzioni e 3 dichiarazioni di principi in occasione della conferenza denominata "Summit sulla Terra". Lo scopo principale della conferenza, era quello di elaborare un piano d'azione che indirizzasse l'economia mondiale verso uno sviluppo sostenibile che non sfruttasse le risorse ambientali a danno delle presenti e future generazioni. Le tre dichiarazioni sottoscritte sono hanno riguardato i temi della desertificazione, diversità biologica e limitazione degli inquinanti in atmosfera. Sono inoltre stati redatti i seguenti importanti documenti [12]:

- Agenda 21, documento di base relativo allo sviluppo sostenibile
- Dichiarazione di Rio per Ambiente e Sviluppo
- Dichiarazione sui Principi relativi alle Foreste

1997 – Kyoto, Giappone – Protocollo di Kyoto



L'11 dicembre 1997 viene siglato a Kyoto l'omonimo Protocollo che stabilisce la riduzione entro il primo periodo di adempimento 2008-12 del 5,2% delle emissioni di 6 principali gas serra rispetto ai livelli di emissione del 1990 per i Paesi sviluppati. E' entrato in vigore il 16 febbraio 2005 in seguito alla ratifica della Russia e l'estensione è stata prolungata di 8 anni e quindi fino al 2020; il secondo periodo di adempimento del Protocollo 2013-20 ha come obiettivo la riduzione delle emissioni almeno del 18% rispetto al 1990. L'impegno degli Stati (142 inizialmente) hanno aderito al Protocollo per tentare di conciliare gli interessi ambientali con quelli economici e per fronteggiare la minaccia dell'effetto serra e dei cambiamenti climatici; tale impegno si manifesta attraverso l'attuazione di politiche industriali e ambientali che emettano meno gas nocivi e rallentino il riscaldamento del pianeta. Gli Stati Uniti non hanno mai aderito al protocollo di Kyoto. Il Canada si è ritirato prima della fine del primo periodo di adempimento. Russia, Giappone e Nuova Zelanda non prendono parte al secondo periodo. Questo significa che l'accordo di Kyoto si applica attualmente solo a circa il 14% delle emissioni mondiali. Per l'Italia l'obiettivo sarebbe una riduzione del 6,5% di emissioni ma nel frattempo, dal 1990 al 2007-2008, queste erano cresciute del 7% [13].

2002 – Johannesburg, Sudafrica - Vertice mondiale sullo sviluppo sostenibile



Attraverso il Piano d'attuazione, viene ribadito l'impegno a promuovere i principi per la sostenibilità, definiti dieci anni prima a Rio de Janeiro, ad assicurare la continuità nella realizzazione dei progetti di Agenda 21. Viene definito lo sviluppo sostenibile come integrazione tra lo sviluppo sociale, ambientale ed economico. Si intende per "sviluppo sostenibile" *quello in grado di soddisfare le esigenze del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le loro esigenze* [11].

2008 – Unione Europea - Il “Piano 20 20 20”



Successivamente al Protocollo di Kyoto, che avrebbe dovuto trovare la sua naturale scadenza nel 2012, l'Unione Europea ha costituito un insieme di misure, il “pacchetto clima-energia 20-20-20”, per il contrasto al cambiamento climatico contenute all'interno della Direttiva 2009/29/CE entrata in vigore nel giugno 2009 e valida da gennaio 2013 fino al 2020.

In estrema sintesi, gli obiettivi stabiliti dalla Direttiva sono: ridurre le emissioni di gas serra del 20%, alzare al 20% la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili e portare al 20% il risparmio energetico; il tutto entro il 2020.

L'obiettivo è ovviamente quello di contrastare i cambiamenti climatici e promuovere l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili nei Paesi Membri [14].

I grandi leader mondiali, dal 1995, si ritrovano ogni anno per fare il punto della situazione sugli obiettivi raggiunti e da raggiungere in ambito ambientale. Di seguito verranno riportate solo alcune delle COP (Conferenze delle Parti) che hanno portato al raggiungimento di interessanti traguardi ed innovazioni nell'ambito del contrasto al cambiamento climatico [15].

2008 - Covenant of Mayors



Il Patto dei Sindaci è un'iniziativa dell'Unione Europea nata nel 2008 ed unica nel suo genere; nata dall'impulso di alcune grandi città e reti di città, l'adesione da parte degli enti locali al patto avviene infatti autonomamente e, dal 2008 ad oggi, hanno aderito 9664 enti in 59 Stati, corrispondenti a più di 326milioni di abitanti. [Fonte: pattodeisindaci.eu]. Il Patto stabilisce un rapporto diretto tra

la Commissione Europea e gli enti locali dell'Unione che prendono l'impegno volontario di ridurre entro il 2020 le proprie emissioni di CO2 del 20% o più.

Entro un anno dall'adesione ufficiale i firmatari del Patto devono preparare due documenti: un “Inventario delle Emissioni di Base” (IBE) che fornisca indicazioni sulle fonti di CO2 presenti sul territorio comunale e un “Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile” (PAES) ovvero un documento che, sulla base dei dati dell'IBE, indichi i settori di intervento più idonei, le opportunità più appropriate per raggiungere l'obiettivo di riduzione di CO2, le misure concrete di riduzione e i tempi così da tradurre la strategia di lungo termine in azione.

2009 – Copenhagen, Danimarca – COP15



Il 19 dicembre 2009, alla Conferenza dell'ONU sul clima a Copenhagen è stato intrapreso un accordo politico elaborato da un gruppo di capi di Stato e di governo; l'obiettivo di limitare a 2 gradi il riscaldamento climatico è possibile solo con una massiccia riduzione dei gas serra. Con l'Accordo di Copenhagen i Paesi avrebbero dovuto stabilire nuovi obiettivi di riduzione del gas serra

in vista del termine del Protocollo di Kyoto nel 2012 riconoscendo i cambiamenti climatici come una delle maggiori sfide dell'umanità e chiedono l'adozione di misure da parte del settore industriale e dei Paesi emergenti i quali devono rendere trasparenti le proprie misure nei confronti della Convenzione dell'ONU sul clima. Il vertice si è chiuso, dopo 10 giorni di negoziati, tra USA, Cina, India, Sud Africa e Brasile, con un accordo che sottoscrive l'urgenza di combattere il riscaldamento globale proseguendo sulla strada tracciata con Kyoto senza tuttavia stabilire nuovi limiti vincolanti alle emissioni e prevedendo l'erogazione di fondi da parte dei Paesi industrializzati per aiutare i Paesi poveri nell'adattamento ai cambiamenti climatici [6, 16].

2015 – Parigi, Francia – COP21



Il testo approvato alla Conferenza sul clima di Parigi richiede “la massima cooperazione di tutti i paesi” con l'obiettivo di “accelerare la riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra”. In 12 giorni di negoziati, il documento presentato dalle delegazioni di 196 paesi ha appianato le divergenze e portato ad un accordo. Per entrare in vigore nel 2020,

l'accordo deve ora essere ratificato, accettato o approvato da almeno 55 paesi che rappresentano complessivamente il 55 per cento delle emissioni mondiali di gas serra.

All'interno del testo le principali decisioni intraprese sono:

- Aumento della temperatura entro i 2°. Alla conferenza sul clima che si è tenuta a Copenaghen nel 2009, i circa 200 paesi partecipanti si diedero l'obiettivo di limitare l'aumento della temperatura globale rispetto ai valori dell'era preindustriale. L'accordo di Parigi stabilisce che questo rialzo va contenuto “ben al di sotto dei 2 gradi centigradi”, sforzandosi di fermarsi a +1,5°.
- Consenso globale. A differenza di sei anni fa questa volta ha aderito tutto il mondo, compresi i quattro più grandi inquinatori: oltre all'Europa, anche la Cina, l'India e gli Stati Uniti si sono impegnati a tagliare le emissioni.

- Controlli ogni cinque anni. Il testo prevede un processo di revisione degli obiettivi che dovrà svolgersi ogni cinque anni.
- Fondi per l'energia pulita. I paesi di vecchia industrializzazione erogheranno cento miliardi all'anno (dal 2020) per diffondere in tutto il mondo le tecnologie verdi e decarbonizzare l'economia [17].

2018 - Katowice, Polonia – COP24



COP24-KATOWICE 2018
UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE CONFERENCE

A dicembre 2018 sono state definite le regole di attuazione dell'Accordo di Parigi del 2015 cercando di definire un "Rule Book", un libro guida per attuare tutti i principi dell'Accordo che entrerà in vigore nel 2020. Il limite di 2 gradi imposto a Parigi ormai non è più sufficiente: per evitare catastrofi non possiamo permettere alle temperature di salire oltre 1,5 °C e per questo dobbiamo diminuire del 45% le emissioni di CO₂ nell'aria entro il 2030, percentuale che deve salire al 100% entro il 2050. Per indurre i Paesi meno sviluppati verso il raggiungimento di tali obiettivi, nel corso della ventiquattresima Conferenza Internazionale, è stato anche definito come distribuire le risorse finanziarie necessarie a sostenere i paesi meno sviluppati.

Al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati dagli accordi e dalle conferenze sopra esposti, i Paesi hanno intrapreso un percorso legislativo per l'energia pulita fatto di obiettivi e di strategie appropriate per raggiungerli. Di seguito verranno riportate le direttive e le strategie europee ed italiane in materia energetica.

1.4.1 – Le normative energetiche europee

La necessità di ridurre le emissioni inquinanti nell'atmosfera e di combattere il cambiamento climatico mediante l'introduzione di regole e modelli di sviluppo sostenibile ha rappresentato il vero motore della politica energetica europea, con lo scopo di contrastare il cambiamento climatico.

Direttiva 2009/29/CE

Il cardine della politica UE si è basato negli ultimi anni sulla strategia "20-20-20", definita attraverso la Direttiva 2009/29/CE, che ha stabilito per l'Unione europea tre ambiziosi obiettivi da raggiungere entro il 2020:

- ridurre i gas ad effetto serra del 20% (o del 30% in caso di accordo internazionale);
- ridurre i consumi energetici del 20% aumentando l'efficienza energetica;
- soddisfare il 20% del fabbisogno energetico europeo con le energie rinnovabili.

Strategia Europa 2020

La Commissione europea ha lanciato la “strategia Europa 2020”⁷ per uscire dalla crisi e preparare l'economia dell'UE per il prossimo decennio. Tre priorità chiave e cinque obiettivi di massima per rilanciare il sistema economico e promuovere una crescita "intelligente, sostenibile e solidale" basata su un maggiore coordinamento delle politiche nazionali ed europee [18].

Le priorità chiave fanno riferimento al concetto di sviluppo sostenibile e sono:

- **crescita intelligente:** sviluppare un'economia basata sulla conoscenza e sull'innovazione;
- **crescita sostenibile:** promuovere un'economia più efficiente sotto il profilo delle risorse, più verde e più competitiva;
- **crescita inclusiva:** promuovere un'economia con un alto tasso di occupazione che favorisca la coesione sociale e territoriale.

Gli obiettivi chiave della strategia sono:

- il 75% delle persone di età compresa tra 20 e 64 anni deve avere un lavoro;
- il 3% del PIL dell'UE deve essere investito in ricerca e sviluppo;
- i traguardi "20/20/20" in materia di clima/energia devono essere raggiunti (compreso un incremento del 30% della riduzione delle emissioni se le condizioni lo permettono);
- il tasso di abbandono scolastico deve essere inferiore al 10% e almeno il 40% dei giovani deve essere laureato;
- 20 milioni di persone in meno devono essere a rischio di povertà.

Il fine è quello di raggiungere, entro il 2050, un' economia competitiva a basse emissioni di carbonio.

Direttiva 2010/31/UE e Direttiva 2012/27/UE

Tali direttive si possono riferire all'obiettivo di “ridurre i consumi energetici del 20% aumentando l'efficienza energetica” della Direttiva 2009/29/CE.

La Direttiva 2010/31/UE ha promosso il miglioramento della prestazione energetica degli edifici all'interno dell'Unione, chiedendo agli Stati di individuare una metodologia comune per calcolare e certificare la prestazione energetica di un edificio, di fissare requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e le modalità di ispezione e manutenzione degli impianti di climatizzazione dell'aria e di produzione di acqua calda. Di mettere a punto un piano di azione nazionale per promuovere la realizzazione di edifici a energia quasi zero e la riqualificazione del parco edilizio esistente, a partire

⁷ Commissione europea. “EUROPA 2020 Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva.” , 2010.

dagli edifici della Pubblica amministrazione, che, così, viene invitata ad assumere un ruolo “esemplare”. Inoltre, per promuovere la realizzazione di edifici a energia quasi zero e l'uso di energia da fonti rinnovabili, questa direttiva invita gli Stati membri ad elaborare programmi di sostegno finanziario nazionali o regionali e mettere in campo azioni per la formazione e certificazione di nuove figure professionali e per l'informazione dei cittadini.

La Direttiva 2012/27/UE riprende i caratteri presenti nella Direttiva 2010/31/UE e rimarca il ruolo strategico dell'efficienza energetica nel settore civile chiedendo agli Stati membri di risparmiare energia fissando obiettivi nazionali indicativi di efficienza energetica e chiedendo che vengano messi a punto strumenti di finanziamento per favorire le misure di efficienza energetica.

Clean Energy for All Europeans

Il “Clean Energy for All Europeans” (o “Winter Package”) è un pacchetto di proposte legislative presentato dall'Unione Europea il 30 novembre 2016, composto dai seguenti otto atti legislativi:

- **Regolamento UE n. 2018/1999** del Parlamento europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla governance dell'Unione dell'energia
- **Direttiva UE 2018/2002** sull'efficienza energetica
- **Direttiva UE 2018/2001** sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili
- **Direttiva (UE) 2018/844** che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (Direttiva EPBD-Energy Performance of Buildings Directive)
- **Regolamento (UE) n. 2019/943/UE**, sul mercato interno dell'energia elettrica (testo per rifusione);
- **Direttiva (UE) 2019/944** relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e che modifica la direttiva 2012/27/UE
- **Regolamento (UE) n. 2019/941** sulla preparazione ai rischi nel settore dell'energia elettrica, che abroga la direttiva 2005/89/CE
- **Regolamento (UE) 2019/942** che istituisce un'Agenzia dell'Unione europea per la cooperazione fra i regolatori nazionali dell'energia

Le misure introdotte mirano a creare un'Unione dell'Energia ai fini di rendere disponibile ai consumatori europei energia sicura, sostenibile e competitiva a prezzi accessibili. Per raggiungere quest'obiettivo la Commissione ritiene necessario operare una drastica trasformazione del sistema energetico europeo. L'Unione dell'Energia dovrà basarsi, in sintesi, su un sistema energetico integrato a livello continentale che consenta ai flussi di energia di transitare liberamente attraverso le frontiere, fondato sull'uso

ottimale delle risorse a basse emissioni di carbonio e rispettose del clima. I cittadini dovranno avere un ruolo di primo piano nella transizione energetica, traendo vantaggio dalle nuove tecnologie per pagare di meno, partecipando attivamente ad un mercato che tuteli i consumatori vulnerabili [20].

- **Clean Energy for EU Islands**

All'interno del "Winter Package" è presente l'iniziativa riferita alle isole dell'UE; il "Clean Energy for EU Islands" fornisce un quadro a lungo termine per aiutare le isole a generare la propria energia sostenibile e a basso costo.

Le isole abitate nell'UE sono 2200 (15milioni di abitanti) e molto spesso, pur avendo accesso a fonti di energia rinnovabili, come l'energia eolica e delle onde, molte di esse dipendono da costose importazioni di combustibili fossili per il loro approvvigionamento energetico.

Pensare ad una strategia particolare per questi territori vuol dire:

- Ridurre i costi energetici aumentando la produzione di energia rinnovabile e costruendo impianti di accumulo di energia attraverso le ultime tecnologie;
- migliore sicurezza energetica per le isole, che dipenderanno meno dalle importazioni;
- migliorare la qualità dell'aria riducendo le emissioni di gas ad effetto serra con minore impatto sugli ambienti naturali delle isole
- creare nuovi posti di lavoro e opportunità commerciali, aumentando l'autosufficienza economica delle isole.

L'iniziativa è stata lanciata a maggio 2017 a Malta, dove la Commissione europea e 14 paesi dell'UE (Croazia, Cipro, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Malta, Portogallo, Spagna e Svezia) hanno firmato una Dichiarazione politica⁸ che li vede impegnarsi nel raggiungimento delle strategie sopra elencate.

Per facilitare la transizione verso l'energia pulita, nel 2018 la Commissione ha lanciato il "Segretariato per l'energia pulita per le isole dell'UE", che offre supporto e assistenza per la preparazione dei progetti alle comunità delle isole europee.

Direttiva 2018/844

La Direttiva UE sull'efficienza energetica 2018/844 del 30 maggio 2018 rafforza la possibilità, già introdotta precedentemente dal pacchetto normativo "Clean energy for all europeans" di sostenere *"lo sviluppo di un sistema energetico sostenibile, competitivo, sicuro e decarbonizzato, attraverso la riduzione delle emissioni di gas serra del 40 per cento entro il 2030"*, per cittadini, imprese ed enti locali

⁸ VALLETTA 18 May 2017, POLITICAL DECLARATION on CLEAN ENERGY FOR EU ISLANDS

degli Stati membri, di produrre, consumare, immagazzinare e vendere energia ottenuta da fonti rinnovabili, installando sistemi di stoccaggio, canoni o imposte di alcun genere. La misura si riferisce ad impianti di piccola scala al di sotto dei 25 kW di potenza. In questo modo si aprirebbe la strada alla nascita di vere e proprie comunità energetiche sul territorio nazionale. In particolare, la nuova normativa di *governance* energetica, chiede agli Stati membri di valutare gli ostacoli esistenti all'autoconsumo di energia da fonti rinnovabili, al fine di garantire che tutti i potenziali consumatori possano aderire alle comunità energetiche. A questo proposito, la normativa regola le possibili forme di aggregazione (società, associazioni, fondazioni, cooperative) e le politiche di supporto (finanziamenti agevolati, incentivi economici per gli abitanti delle zone interessate ecc.).

Le comunità energetiche potrebbero, nel giro di pochi anni, rivoluzionare il mercato dell'energia, portando ad un modello energetico non più centralizzato, bensì distribuito sul territorio, in cui gli utilizzatori sono al contempo produttori e distributori di energia (i cosiddetti "prosumers") [20].

13 novembre 2018 – revisione delle norme UE in materia energetica

Per far fronte all'enorme quantità di emissioni di CO₂ prodotte dalle fonti fossili, l'Unione europea ha di recente rivisto gli obiettivi a breve termine in materia di energie rinnovabili, efficienza energetica, biocarburanti e *governance* energetica.

Le nuove norme, approvate dal Parlamento europeo lo scorso 13 novembre, rappresentano il consolidamento di alcune misure contenute nel pacchetto normativo "Clean energy for all europeans", varato dalla Commissione europea a novembre del 2016.

Il nuovo quadro normativo prevede di portare le energie rinnovabili a coprire il 32% del consumo energetico lordo dell'Ue e di arrivare ad un risparmio di energia del 32,5% da efficienza energetica. I nuovi obiettivi, il cui raggiungimento è previsto per il 2030, dovranno essere rivisti entro il 2023 e potranno essere solamente innalzati, non abbassati. Conviene sottolineare che l'Italia, per quanto riguarda le fonti rinnovabili, presenta già oggi una situazione positiva rispetto agli obiettivi dell'Ue 20-20-20.

1.4.2 – Le normative energetiche italiane

Piano nazionale per l'energia e il clima 2021-2030

All'interno del Regolamento UE n. 2018/1999 (vedi direttiva europea "Clean Energy for All Europeans"), uno dei pilastri su cui poggia il meccanismo di governance sancito riguarda i Piani nazionali integrati per l'energia e il clima - PNIEC che coprono periodi di dieci anni a partire dal decennio 2021-2030. Il

regolamento prevede un processo strutturato e iterativo tra la Commissione e gli Stati membri volto alla messa a punto e alla successiva attuazione dei piani nazionali.

Al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi energetici e climatici dell'UE per il 2030, entro il 31 dicembre 2019, e successivamente ogni dieci anni, un Piano nazionale integrato per l'energia e il clima. Il primo Piano copre il periodo 2021-2030 e fa riferimento alle eventuali strategie energetiche già presenti nei singoli Stati [21].

L' 8 gennaio 2019, il Ministero dello sviluppo economico italiano ha inviato alla Commissione europea la proposta di Piano nazionale integrato per l'energia e il clima per gli anni 2021-2030.

I principali obiettivi del PNIEC al 2030 prevedono di:

- raggiungere una percentuale di energia da FER, sul totale dei Consumi Finali Lordi di energia, pari al 30%
- raggiungere una percentuale di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti pari al 21,6%
- ridurre i consumi di energia primaria del 43%
- ridurre i gas serra in tutti i settori per una quota pari al 33% rispetto al 2005

Il 20 marzo 2019 è stato dato avvio alla consultazione pubblica sulla proposta di Piano che ha ricevuto una risposta da parte della Commissione Europea attraverso delle raccomandazioni specifiche; le raccomandazioni più importanti sono:

- In ambito di fonti rinnovabili, sostenere la scelta del Paese di raggiungere quota 30% di energia da FER entro il 2030 attuando politiche dettagliate e innalzare il livello di ambizione per le FER nel settore riscaldamento e raffrescamento;
- In ambito di efficienza energetica, nel Piano definitivo e nelle successive relazioni intermedie, aggiornare e migliorare le politiche di sostegno così da conseguire gli obiettivi di risparmio indicati nonché continuare a operare in ambito di efficienza nell'edilizia visti gli ampi margini di miglioramento;
- Nell'ambito sicurezza energetica si raccomanda di precisare meglio le modalità con cui deve avvenire la diversificazione e la riduzione della dipendenza energetica;
- Precisare gli obiettivi nazionali e di finanziamento per la ricerca, l'innovazione e la competitività da raggiungere nel periodo 2021-2030;
- Nella fase di messa a punto del Piano, confrontarsi con i Paesi limitrofi esaminando le potenzialità transfrontaliere;
- Completare le analisi sulla qualità dell'aria e sulle emissioni atmosferiche;

- Approfondire in maniera adeguata l'aspetto della transizione (i cui primi tre punti qui riportati richiamano alle tre dimensioni della transizione energetica (vedi capitolo 1.2)), illustrandone in dettaglio gli effetti sulla società, occupazione, distribuzione del reddito ecc.

Strategia energetica nazionale (SEN)

Tramite il Decreto Interministeriale 10 novembre 2017, il Governo ha adottato un documento di programmazione e indirizzo nel settore energetico, approvato all'esito di un processo di aggiornamento e di riforma del precedente Documento programmatico, già adottato nell'anno 2013 (decreto 8 marzo 2013). La nuova SEN 2017 si muove dunque nel quadro degli obiettivi di politica energetica delineati a livello europeo con il Clean Energy Package evidenziando che essa costituisce la base programmatica e politica per la preparazione del futuro PNIEC contribuendo anche a indicare le traiettorie di raggiungimento dei diversi target e l'evoluzione della situazione energetica italiana.

La SEN 2017 prevede i seguenti macro-obiettivi di politica energetica [22]:

- migliorare la competitività del Paese, al fine di ridurre il gap di prezzo e il costo dell'energia rispetto alla UE, assicurando che la transizione energetica di più lungo periodo (2030-2050) non comprometta il sistema industriale italiano ed europeo a favore di quello extra-UE;
- raggiungere in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di de-carbonizzazione al 2030 definiti a livello europeo;
- migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità e sicurezza dei sistemi e delle infrastrutture.

Legge 28 dicembre 2015, n. 221

La legge 28 dicembre 2015, n. 221 ***“Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali”***, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 13 del 18 gennaio 2016, contiene misure in materia di tutela della natura e sviluppo sostenibile, valutazioni ambientali, energia, gestione dei rifiuti e bonifiche, difesa del suolo e risorse idriche (c.d. collegato ambientale).

La legge è composta delle seguenti misure:

- Capo I: Disposizioni relative alla protezione della natura e per la strategia dello sviluppo sostenibile
- Capo II: Disposizioni relative alle procedure di Valutazione di impatto ambientale e sanitario
- Capo III: Disposizioni in materia di emissioni di gas a effetto serra e di impianti per la produzione di energia

- Capo IV: Disposizioni relative al Green public procurement
- Capo V: Disposizioni incentivanti per i prodotti derivanti da materiali post consumo o dal recupero degli scarti e dei materiali rivenienti dal disassemblaggio dei prodotti complessi
- Capo VI: Disposizioni relative alla gestione dei rifiuti
- Capo VII: Disposizioni in materia di difesa del suolo
- Capo VIII: Disposizioni per garantire l'accesso universale all'acqua
- Capo IX: Disposizioni in materia di procedimenti autorizzatori relativi alle infrastrutture di comunicazione elettronica per impianti radioelettrici e in materia di scambio di beni usati
- Capo X: Disposizioni in materia di disciplina degli scarichi e del riutilizzo di residui vegetali
- Capo XI: Disposizioni varie in materia ambientale

All'interno del Capo III, all'**art. 71**, al fine di *“promuovere su base sperimentale e sussidiaria la progressiva fuoriuscita dall'economia basata sul ciclo del carbonio e di raggiungere gli standard europei in materia di sostenibilità”* viene promossa l'istituzione delle **“Oil free zone”**, *“un'area territoriale nella quale, entro un determinato arco temporale e sulla base di specifico atto di indirizzo adottato dai comuni del territorio di riferimento, si prevede la progressiva sostituzione del petrolio e dei suoi derivati con energie prodotte da fonti rinnovabili”* [L. 221/2015 art.71].

All'interno della legge, la costituzione delle Oil free zone è demandata alle comunità locali e agli enti locali in intesa con gli enti parco e viene approvato l'avvio di sperimentazioni e attività di ricerca che permettano di valorizzare le risorse presenti sui territori, specie quelli montani; viene infatti specificato che *“le regioni e le provincie autonome di Trento e Bolzano disciplinano le modalità di organizzazione delle Oil free zone, con particolare riguardo agli aspetti connessi con l'innovazione tecnologica applicata alla produzione di energie rinnovabili a basso impatto ambientale, alla ricerca di soluzioni eco-compatibili e alla costruzione di sistemi sostenibili di produzione energetica e di uso dell'energia, quali la produzione di biometano per usi termici e per autotrazione”* [L. 221/2015 art.71].

1.4.3 – Il recepimento della Regione Piemonte

Nel 2016 il Consiglio Regionale del Piemonte recepì quanto sancito all'interno dell'art. 71 della legge 221/2015 e, sulla base delle indicazioni fornite, venne redatta una prima bozza di legge regionale che prevedeva la possibilità di dar vita ad una vera comunità energetica.

Dopo più di un anno di iter, fatto di ritocchi e modifiche, la legge venne approvata all'unanimità nell'agosto 2018.

Legge regionale 3 agosto 2018, n. 12

La Legge regionale del Piemonte 3 agosto 2018, n. 12. **“Promozione dell’istituzione delle comunità energetiche”** pone il Piemonte all’avanguardia a livello nazionale incentivando l’autoproduzione e condivisione dell’energia prodotta da fonti rinnovabili. All’interno dell’art. 1 viene sancito che il Piemonte, seguendo gli standard europei e nazionali di lotta alle emissioni e al cambiamento climatico, *“promuove l’istituzione di comunità energetiche, quali enti senza finalità di lucro, costituiti al fine di superare l’utilizzo del petrolio e dei suoi derivati, e di agevolare la produzione e lo scambio di energie generate principalmente da fonti rinnovabili, nonché forme di efficientamento e di riduzione dei consumi energetici”* [L. 12/2018].

La legge favorisce la nascita di piccole cooperative di produzione e di consumo di energia, formate da comunità di persone, enti e imprese, per ottenere elettricità e calore tramite fonti rinnovabili presenti a livello locale. All’interno dell’art. 2 viene sancito che

“ 1. Alle comunità energetiche, possono partecipare soggetti pubblici e privati.

2. Le comunità energetiche acquisiscono e mantengono la qualifica di soggetti produttori di energia se annualmente la quota dell’energia prodotta destinata all’autoconsumo da parte dei membri non è inferiore al 70 per cento del totale.” [L. 12/2018].

Stando a quanto definito, le comunità energetiche piemontesi possono essere formate sia da enti pubblici (comuni, società municipalizzate...) che privati (residenti, industrie, commercianti...) e, fin dalle prime fasi di progettazione, si dovrà puntare ad ottenere un target di autoconsumo pari al 70% dell’energia totale consumata dalla comunità.

All’interno dell’art. 3 relativo alle competenze delle comunità energetiche viene sancito che la comunità, grazie anche all’aiuto della Regione attraverso inventivi ad hoc, *“può stipulare convenzioni con l’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) al fine di ottimizzare la gestione e l’utilizzo delle reti di energia”* e deve sottoscrivere, entro 12 mesi dalla sua costituzione, un *“documento strategico che individua le azioni per la riduzione dei consumi energetici da fonti non rinnovabili e l’efficientamento dei consumi energetici”* [L. 12/2018].

Con l’approvazione di questa legge la Regione Piemonte permette la concretizzazione delle comunità energetiche superando l’ostacolo normativo nazionale che prevede che il produttore non possa essere considerato anche distributore (cosiddetti “prosumer” ovvero colui che non si limita al solo consumo di

energia ma partecipa anche alla produzione) e che non vi possa essere una “contatto” tra enti pubblici e soggetti e aziende privati se non tramite una regolamentare procedura di assunzione.

1.4.4 – I Decreti per le isole Minori italiane

Le isole sono territori isolati il cui sostentamento energetico tramite fonti rinnovabili può portare concretamente ad un modello energetico 100% rinnovabile caratterizzato da una chiusura del ciclo dei materiali e da una corretta gestione delle risorse idriche.

Oggigiorno le isole italiane sono lontane da tutto ciò anche se, come sottolineato in precedenza, le potenzialità in questi territori sono enormi. Ad ora, l’approvvigionamento avviene tramite navi cisterna che trasportano sulle isole il combustibile successivamente trasformato in energia elettrica dalle numerose centrali presenti.

Per porre fine a questa situazione occorre operare verso una transizione energetica di questi territori che, negli ultimi anni, è stata al centro dell’attenzione europea e parlamentare attraverso decreti specifici di seguito riportati.

Entrambi i Decreti e le relative misure interessano le isole italiane minori non interconnesse, con superficie superiore a 1 km², distanti più di un km dal continente e con popolazione superiore a 50 abitanti, così come di seguito elencate: Capraia, Giglio, Ponza, Ventotene, Tremiti, Favignana, Levanzo, Marettimo, Pantelleria, Ustica, Lipari, Alicudi, Filicudi, Panarea, Salina, Stromboli, Vulcano, Lampedusa, Linosa, Capri e Gorgona.

DM Isole Minori del 14/02/2017

Il **Decreto Ministeriale 14 febbraio 2017 “Copertura del fabbisogno delle isole minori non interconnesse attraverso energia da fonti rinnovabili”** emanato dal Ministero dello Sviluppo Economico e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 114 del 18/05/2017, all’interno dell’art. 1 *“individua le disposizioni per la progressiva copertura del fabbisogno delle isole minori non interconnesse attraverso energia da fonti rinnovabili al fine di limitare, e progressivamente abbandonare, l’utilizzo di impianti di generazione da fonti fossili e, in particolare, stabilisce:*

- *gli obiettivi quantitativi del fabbisogno energetico delle isole da coprire attraverso la produzione da fonti rinnovabili*
- *gli obiettivi temporali per il processo di graduale sviluppo della produzione da fonti rinnovabili*
- *le modalità di sostegno degli investimenti necessari al perseguimento dei suddetti obiettivi”* [DM 14/2017].

Quanto sancito all'interno del Decreto per gli artt. 2 (Obiettivi di sviluppo di fonti energetiche rinnovabili al 2020 e al 2030) e 6 (Progetti integrati innovativi), viene riassunto all'interno della tabella posta in allegato al Decreto stesso e di seguito riportata:

ISOLA	OBIETTIVO FER kW elettrici (Art. 2, comma 1, lettera b)	OBIETTIVO superficie solare termico mq (Art. 2, comma 1, lettera a)	PRODUZIONE annua convenzionale MWh elettrici (Art. 6, comma 1)	Società elettriche
Capraia	180	250	2760	ENEL Produzione
Giglio	700	780	10300	SIE Soc. Impianti Elettrici
Ponza	720	870	11500	SEP Soc. Elettrica Ponzone
Ventotene	170	200	2700	ENEL Produzione
Tremiti	240	290	3920	Germano Industrie Elettriche
Favignana	900	1070	15470	SEA Soc. Elettrica Favignana
Levanzo	40	40	600	I.C.E.L.
Marettimo	120	150	2040	S.EL.I.S. Marettimo
Pantelleria	2720	3130	44170	S.MED.E. Pantelleria
Ustica	280	370	4870	Imp. Elettrica D'Anna Banaccorsi
Alicudi	20	20	400	ENEL Produzione
Filicudi	80	90	1400	ENEL Produzione
Lipari	2110	2520	34800	SEL SNC Lipari
Panarea	130	200	3140	ENEL Produzione
Salina	580	570	9160	ENEL Produzione
Stromboli	220	250	3870	ENEL Produzione
Vulcano	300	470	7280	ENEL Produzione
Lampedusa	2140	2370	37660	S.EL.I.S. Lampedusa
Linosa	170	210	2800	S.EL.I.S. Linosa
Capri	1000	4850	66600	SIPPIC S.p.a. (gestione temporanea)

Tabella 1: Allegato 1 del DM Isole Minori del 14 febbraio 2017. (Fonte: DM 14/02/2017).

L'obiettivo FER indicato in tabella deve essere raggiunto entro il 31 dicembre 2020 tramite l' "installazione, presso utenze domestiche e non domestiche... di pompe di calore dedicate alla sola produzione di acqua calda sanitaria (di seguito anche: pompe di calore); a tali fini, si assume che ogni kW di potenza elettrica della pompa di calore equivale all'installazione di 2 metri quadri di solare termico" [DM 14/02/2017 art. 2 c. 1 lettera a], e l' "installazione di impianti di produzione di energia elettrica collegati alla rete elettrica, alimentati da fonti rinnovabili disponibili localmente, per una potenza nominale complessiva pari, per ciascuna isola, ai valori indicati in allegato 1" [DM 14/02/2017 art. 2 c. 1 lettera b].

Alla produzione concorrono gli impianti da FER già in esercizio, quelli di futura installazione compresi i potenziamenti degli attuali e tutti gli impianti inseriti in progetti di ristrutturazione edilizia. [DM 14/02/2017 art. 2 c. 2].

Attraverso successivi decreti verranno stabiliti nuovi obiettivi per il periodo 2021-25 e per il periodo 2026-30.

Elemento importante del Decreto è la determinazione degli incentivi: in base al decreto, l'incentivo viene definito che la tariffa base unitaria deve essere definita tramite provvedimenti dell'Autorità per l'energia elettrica, il gas e il sistema idrico presente, è chiamato "costo evitato efficiente" e *"per ogni kWh di produzione netta la remunerazione, comprensiva del valore dell'energia per le sole produzioni realizzate da soggetti diversi dai gestori, è riconosciuta dalla data di entrata in esercizio dell'impianto, ed è commisurata al costo del combustibile risparmiato per il minor consumo di energia elettrica efficientemente prodotta"* [DM 14/02/2017 art. 4 c. 1 lettera b].

In riferimento alle reti elettriche presenti sull'isola, il decreto prevede il loro ammodernamento e rafforzamento al fine di renderle idonee ad accogliere una produzione di energia da FER [DM 14/02/2017 art. 5].

All'articolo 6 del decreto viene evidenziato che *"è promossa la realizzazione di due progetti integrati, che possono includere anche impianti a fonti rinnovabili offshore, compresa la fonte oceanica, e solare termico, che, nel rispetto delle condizioni di sicurezza e continuità della fornitura, consentano, entro il 31 dicembre 2020, di ridurre la produzione elettrica annua convenzionale di cui in allegato 1"* [DM 14/02/2017 art. 6 c. 1].

La percentuale che le FER dovranno soddisfare in relazione alla produzione annua convenzionale varia al variare della quantità di energia prodotta di cui all'Allegato 1 (Tabella 1).

I progetti sopra indicati dovranno rispettare dei requisiti minimi quali:

- incremento costante anno dopo anno della produzione di energia da FER,
- alto grado di innovazione del progetto,
- replicabilità in altri contesti isolani,
- basso grado di impatto ambientale grazie all'applicazione del progetto in aree già ambientalmente o paesaggisticamente compromesse,
- contenuti tempi di realizzazione.

I contributi previsti dal decreto per tali progetti sono previsti per un massimo di 10 milioni di euro.

Decreto Direttoriale n. 340 del 14/07/2017

Il Decreto Direttoriale 14 luglio 2017 n. 340 *"interventi di efficienza energetica, mobilità sostenibile e adattamento agli impatti ai cambiamenti climatici nelle isole minori"*, emanato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e pubblicato sulla GU n. 189 del 14/08/2017.

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha lanciato un programma per realizzare interventi integrati finalizzati a ridurre le emissioni di gas a effetto serra, favorire modalità di trasporto a basse emissioni e attivare misure di adattamento agli impatti dei cambiamenti climatici nelle isole minori italiane non interconnesse.

Il 14 agosto 2017 è stato reso disponibile, fino al gennaio 2018⁹, un finanziamento di 15 milioni di euro. [27] a cui possono accedere:

- I Comuni delle isole minori non interconnesse
- Soggetti privati i cui impianti a fonti rinnovabili sono connessi agli interventi proposti dai Comuni.

Gli interventi che hanno attinto al fondo dovranno essere autorizzati e resi attuativi entro la fine del 2019.

⁹ La prima finestra temporale di candidatura si sarebbe dovuta concludere il 13 novembre 2017 ma il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, con Decreto Direttoriale n. 503/CLE del 02/11/2017, ha prorogato di 60 giorni il termine per la presentazione di progetti di efficientamento energetico, mobilità sostenibile e adattamento ai cambiamenti climatici per poter attingere ai fondi messi a disposizione dal Decreto Direttoriale n. 340 del 14 luglio 2017. (Fonte: UNIEM (Unione Nazionale Imprese Elettriche Minori)).

“L'antica distinzione tra uomo e natura, tra abitante di città e abitante di campagna, tra greco e barbaro, tra cittadino e forestiero, non vale più: l'intero pianeta è ormai diventato un villaggio, e di conseguenza il più piccolo dei rioni deve essere progettato come un modello funzionale del mondo intero.”

Lewis Mumford, (urbanista e sociologo statunitense)

2. LE TRANSIZIONI ENERGETICHE NEL MONDO

Di seguito vengono riportati alcuni casi studio di transizioni energetiche già avvenute al fine di definire quale sia il processo che ha portato al successo della transizione in quel particolare contesto. Verranno presi in analisi comunità energetiche e, più nello specifico, smart island in cui i principi fino a qui enunciati hanno trovato concreta applicazione.

2.1 – Le Comunità Energetiche nel mondo

Con il crescente decentramento della generazione di energia, sempre più individui e imprese sono in grado di svolgere un ruolo nel sistema energetico¹⁰ e con il termine “comunità energetiche” viene descritto il fenomeno del coinvolgimento di gruppi di cittadini, imprenditori sociali, autorità pubbliche e organizzazioni comunitarie che partecipano direttamente alla transizione energetica investendo, producendo, vendendo e distribuendo energia rinnovabile congiuntamente.

Oltre alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, ci sono molti vantaggi per le comunità coinvolte, tra cui lo sviluppo economico, la creazione di nuovi posti di lavoro, energia più economica, autosufficienza energetica, coesione della comunità e sicurezza energetica.

Le autorità regionali possono sostenere l'emergere di comunità energetiche fornendo finanziamenti, competenze e consulenza e garantendo che le questioni normative possano essere facilmente comprese ed esplorate.

Le comunità di energia rinnovabile hanno una lunga storia, tra cui una delle prime è il progetto Tvindkraft, una turbina eolica che è stata costruita e installata nel 1978 da centinaia di persone della comunità di Ulfborg, in Danimarca. Da allora, le comunità energetiche sono cresciute in modo particolarmente forte in Danimarca, Germania e in alcune parti del Regno Unito.

Il filo che lega le varie comunità, a prescindere dal numero degli associati e dalle caratteristiche del territorio in cui operano, è aumentare il più possibile l'autonomia energetica, grazie all'autoproduzione di elettricità e calore, sfruttando differenti mix di tecnologie pulite e reti “intelligenti”.

Le comunità energetiche nel mondo differiscono tra loro a seconda di taglia, tecnologia, struttura legale e motivi legati alla loro realizzazione.

Risulta interessante a questo punto descrivere più dettagliatamente alcuni esempi virtuosi di comunità già in opera, risaltandone le caratteristiche principali.

¹⁰ Molte case unifamiliari ora hanno una capacità integrata di generazione di energia rinnovabile, in particolare tramite pannelli solari ma ci sono grandi vantaggi disponibili quando le parti interessate lavorano insieme su installazioni su larga scala che possono offrire molteplici benefici alla popolazione e che non potrebbero essere raggiunti su base individuale.

Verranno trattate le seguenti comunità: Energy Self-Sufficient Güssing (Austria), Jühnde Bio-Energy Village (Germania), Middlegrundten (Danimarca), Pueblo (Colorado, USA).

Energy Self-Sufficient Güssing (Austria)

Güssing è una città nella regione austriaca del Burgenland, di circa 45 km² e 4500 abitanti, con una densità di popolazione di 100 abitanti/ km².

A causa di scarsi collegamenti con altre parti dell'Austria, la comunità ha sofferto dal punto di vista economico in quanto l'isolamento territoriale ha allontanato gli investimenti da parte delle industrie.

La mancanza di occupazione locale ha costretto gli abitanti a cercare lavoro altrove, percorrendo lunghe distanze o trasferendosi in altri contesti e ad incorrere in elevate spese per le importazioni di energia.

Il territorio di Güssing è ricoperto per la maggior parte della superficie da foreste, e subito dopo l'uso del suolo maggiore è ricoperto da territori agricoli.

Alla fine degli anni '80, Peter Vadasz, membro del consiglio comunale, e Reinhard Koch, ingegnere e tecnico locale, hanno riconosciuto il potenziale della biomassa locale come una fonte di energia rinnovabile e utile alla transizione energetica verso un modello sostenibile ed autonomo.

Nel 1990, Vadasz, Koch e alcuni altri esperti, hanno sviluppato una strategia per fornire calore, elettricità e carburante a Güssing, il tutto sulla base della disponibilità locale di legno ed il progetto fu subito approvato dalla maggioranza nel consiglio comunale, forte dell'economia locale e dell'occupazione che il progetto avrebbe portato [31].

La transizione iniziò nel 1992 affrontando molteplici problemi in più campi, a vari livelli di scala (edifici, città e distretto) e in varie fasi, vedendo coinvolto anche il governo prima come incitatore alla transizione poi come consolidatore. Il successo della transizione è dovuto al fatto che si è avuto il pieno supporto da parte della popolazione grazie a degli incontri informativi.

Tuttavia, la partecipazione dei cittadini è divenuta sempre meno marcata con il proseguire dell'iniziativa. Per perseguire l'efficienza energetica sono stati isolati gli edifici, installate una serie di tecnologie per la fornitura di energia rinnovabile e vennero costruiti i primi impianti di riscaldamento a biomassa e reti di calore. Sono state costruite due centrali termiche ed in tutti gli edifici pubblici sono stati installati pannelli solari integrati nelle costruzioni; più recentemente è stato costruito un impianto di digestione anaerobica per la digestione di scarti animali e mais al fine di produrre biogas [31].

L'offerta di energie rinnovabili supera il consumo anche se i trasporti si basano ancora su combustibili fossili.

Le autorità locali sottolineano l'importanza di migliorare il mix di fonti rinnovabili; e, secondo gli autori de Waal and Stremke, escludendo l'eolico in quanto il potenziale nella zona è molto basso, si potrebbe puntare su un aumento dell'energia solare fotovoltaica dal momento che Güssing si trova in una delle regioni più soleggiate dell'Austria.



Imm. 9: L'impianto a biomasse legnose e il centro di ricerca di Güssing sono situati ai margini della zona industriale, sullo sfondo la vista dello storico castello di Güssing. (Fonte: de Waal and Stremke, 2014).

Jühnde Bio-Energy Village (Germania)

Jühnde è un villaggio nel sud della Bassa Sassonia, in Germania, con una densità di 44 abitanti/ km² e costituito prevalentemente da aree agricole e forestali.

Nonostante le piccole dimensioni, il caso di Jühnde è importante in quanto è stato il primo villaggio in Germania ad adottare il concetto di "villaggio bioenergetico" (Bioenergiedorf in tedesco), basato sull'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili [31].

A Jühnde, la transizione energetica è iniziata nel 2001 grazie all'interesse di un gruppo di ricercatori dell' Interdisziplinäre Zentrum für Nachhaltige Entwicklung (IZNE; Centro interdisciplinare per lo sviluppo sostenibile) dell'Università di Gottinga ha avviato una ricerca d'azione per studiare la transizione energetica.

Il villaggio di Jühnde ha preparato una domanda per partecipare al progetto, curata dall'amministrazione comunale e ben accolta dalla popolazione che, entusiasta per il progetto, ha percepito l'indipendenza dalle fonti fossili come la possibilità di risparmio di denaro e stabilizzazione dei prezzi locali di energia, nonché per la produzione di posti di lavoro.

Un grande supporto arrivò anche dagli agricoltori ed allevatori locali, una risorsa per il progetto in quanto forniscono la materia per far funzionare la centrale a biomassa che è stata costruita e per il cui funzionamento sono stati assunti dei lavoratori a tempo pieno ed indeterminato.

Gli abitanti furono coinvolti al 100% nella realizzazione del progetto e vennero creati incontri con sindaco, amministrazione e tecnici specializzati, gruppi di lavoro e visite guidate alla centrale.

All'interno della cooperativa, ogni consumatore di calore è un membro con diritto di voto; oltre il 70% delle famiglie è ora collegato alla rete di riscaldamento locale, consentendo al sistema di funzionare in modo efficace [31].



Imm. 10: L'impianto a biomasse di Jühnde (Fonte: de Waal and Stremke, 2014).

Middlegrunden (Danimarca)

La cooperativa Middelgrunden è stata fondata nell'ottobre 1996 quando un gruppo di appassionati di turbine eoliche si è riunito per creare una nuova cooperativa dopo il successo di Lynetten, un precedente progetto offshore vicino a Copenhagen.

La posizione di Middelgrunden era stata identificata come potenziale sito per l'energia eolica da parte dell'ufficio per l'ambiente e l'energia di Copenhagen. Insieme, questi gruppi, hanno costituito la cooperativa eolica e una partnership con l'utility locale, la Copenhagen Energy.

Il 50% del progetto è di proprietà di questa utility locale (che fa parte del comune di Copenhagen), mentre l'altro 50% è di proprietà dei membri della cooperativa.

Inizialmente, l'adesione era limitata a coloro che vivevano nell'area municipale ma poi nel 2003, oltre 10.000 residenti avevano aderito alla cooperativa.

Middelgrunden fornisce un caso di studio interessante, poiché è il più grande progetto eolico di proprietà della comunità nel mondo, dimostrando come i cittadini possono partecipare e assumere la proprietà di progetti complessi e di grandi dimensioni. Il potere dei cittadini è stato non solo partecipare ma anche decidere in fase di progetto in quanto, a seguito di input locali, la struttura del parco eolico è stata modificata: la proposta iniziale era di 27 turbine con 3 file di 9 turbine, ed è stata modificata in 20 turbine di dimensioni leggermente crescenti, in modo da generare la stessa quantità di elettricità.

La forma del parco adottata è stata anch'essa cambiata da rettangolare a semicerchio, per "adattarsi" alla storia e all'identità del luogo, sulla falsa riga delle difese storiche della città, ed è stata presentata come tale alla popolazione locale, con il design elegante che aiuta il parco eolico a diventare un'attrazione turistica a Copenhagen.

Anche questi interventi della popolazione nella scelta del numero di turbine e nella loro orientazione, dimostra come in questo progetto si sia riusciti a coinvolgere attivamente la popolazione, con evidenti vantaggi per tutte le parti coinvolte.

Il fatto che il parco eolico di Middelgrunden si trova vicino alla città di Copenaghen, la più grande città della Danimarca, implicava che vi fossero una molteplicità di attori e interessi, con una mancanza della fiducia interpersonale e istituzionale che può verificarsi nelle piccole località rurali dove "tutti conoscono tutti".

La fiducia e il sostegno locali per il progetto eolico di Middelgrunden non potevano quindi essere dati per scontati, ma dovevano essere costruiti e incoraggiati [32].



Imm. 11: Il parco eolico di Middelgrunden, Danimarca.

(Fonte: Cultures of Community Energy, International case studies; British academy; 2016).

Pueblo (Colorado, USA)

Pueblo, in Colorado, sta subendo un'importante trasformazione per diventare un centro di energia pulita, con lezioni per l'intero Paese.

La transizione è iniziata quando la comunità ha iniziato ad allontanarsi dalla sua economia basata sull'acciaio e sul carbone per trovare lavoro e salvezza economica in un'industria diversificata.

Pueblo è una città americana di medie dimensioni modellata da un'industria siderurgica centenaria. Nonostante ciò, i suoi abitanti hanno affrontato uno standard di vita molto peggiore rispetto alle contee più prospere del Colorado: nel 2018, Pueblo ha affrontato un elevato tasso di disoccupazione e quasi un quarto dei suoi cittadini viveva al di sotto del livello di povertà federale degli Stati Uniti [33].

Secondo gli autori, nell'ultimo decennio, a Pueblo, ci sono stati forti aumenti del costo dell'energia pari al 60% dei valori di inizio decennio. L'aumento del costo dell'elettricità ha rappresentato un onere economico aggiuntivo per una città in cui la povertà è una realtà affrontata da molti.

In tale contesto, la società, considera la transizione energetica di Pueblo come un modo per migliorare le sue condizioni economiche.

Il piano di Pueblo si concentra sull'eliminazione del carbone e sull'aggiunta di energia solare alla sua matrice energetica. Tuttavia, la città sta beneficiando anche dell'attuale espansione dell'energia eolica in Colorado. Diversificando l'economia per includere l'energia solare ed eolica, i leader della comunità stanno ridisegnando il paesaggio e l'economia di Pueblo.

Tuttavia, la transizione energetica a Pueblo significa molto più che ridurre l'uso di carburanti ad alte emissioni. Intende anche promuovere un ambiente aziendale e la creazione di posti di lavoro. Le energie rinnovabili stimolano l'economia locale con la creazione di posti di lavoro nella produzione di torri eoliche, industria siderurgica e manodopera solare specializzata.

Inoltre, la comunità di Pueblo sta assumendo una posizione di leadership quando si tratta di integrare la transizione energetica con le necessità della comunità. Pur avendo ancora uno dei tassi di elettricità più alti in Colorado, l'amministrazione locale è impegnata a fornire un futuro più pulito ed economico per i cittadini locali che utilizzano la soluzione di mercato a costi contenuti. L'energia eolica e solare svolgerà un ruolo fondamentale nella riduzione della tariffa elettrica locale e nell'accesso equo alla rete.

L'esempio di Pueblo mostra come una comunità con una profonda dipendenza economica dal carbone e alti tassi di elettricità stia ridisegnando il suo futuro. Pueblo sta approfittando della transizione verso una matrice energetica fortemente supportata da fonti di energia rinnovabili a costi competitivi mantenendo in attività le attività tradizionali. A Pueblo, la transizione energetica sta creando posti di lavoro e promuovendo l'economia locale.

La transizione energetica di Pueblo è una delle più recenti in quanto è iniziata nel 2018 e sta avvenendo proprio in questo momento [33].



Imm. 12: Il parco fotovoltaico di Pueblo, Colorado. (Fonte: The Coloradoan).

2.2 – Le Comunità Energetiche in Italia

L'energia pulita, in Italia, vanta una lunga tradizione: da decenni l'arco alpino è una sede importante per la produzione e la distribuzione di energia elettrica e termica, prodotta con modalità sostenibili. Qui, come in nessun'altra regione europea, i combustibili fossili possono essere rimpiazzati da risorse locali in prossimità della popolazione, all'insegna della sostenibilità ed ecocompatibilità.

In Italia, la situazione dal punto di vista normativo, è diversa rispetto al resto d'Europa e del Mondo.

Tuttavia, esistono comunque alcuni esempi di comunità; in Alto Adige per esempio, la struttura cooperativa è fortemente radicata: nel 1921, ha preso il via la prima centrale elettrica cooperativa a Silves, mentre i primi impianti di teleriscaldamento su basi cooperative hanno visto la nascita nel 1995.

Molto spesso queste realtà sono costituite da pochi abitanti e territori ridotti rispetto agli esempi che giungono dal mondo ma, per le loro caratteristiche, possono essere trattate come comunità energetiche a tutti gli effetti.

Secondo il Rapporto di Legambiente “Comuni Rinnovabili 2019”, sono 41 i Comuni italiani ad essere 100% rinnovabili per tutti i fabbisogni delle famiglie, con soluzioni virtuose e integrate che hanno generato qualità, lavoro e sviluppo locale.

Di seguito vengono riportati alcuni esempi che rappresentano i casi più interessanti in termini di istituzione e risultati economici ed ambientali raggiunti.

Società elettrica di Santa Maddalena, Comune di Funes (BZ), Trentino Alto Adige

Nel 1921, in Alto Adige, nel piccolo comune di Funes, tre agricoltori e un artigiano fondarono la “Società elettrica di Santa Maddalena” per produrre energia idroelettrica a vantaggio dei soci e delle loro attività, tra cui segherie, officine del legno e mulini. [www.qualenergia.it]

Nel corso degli anni la Società, diventata Cooperativa Elettrica di Funes, i cui soci sono gli stessi abitanti della valle, ha provveduto incrementare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in modo da fare a meno del gasolio per coprire il picco di consumi elettrici, grazie ad un mix di fonti energetiche rinnovabili quale fotovoltaico, idroelettrico e biogas.

Alla prima centrale idroelettrica moderna, da 255 kW, presente a Funes, quella di Santa Maddalena, si sono aggiunte negli anni quella di San Pietro (attiva dal 1987 da 482 kW e quella di Meles da 2,4 MW, inaugurata nel 2004.

Oggi, la valle produce più energia elettrica rinnovabile e pulita di quanta non ne consumi, il resto la vende alla rete nazionale, con importanti profitti anche grazie agli incentivi statali. I ricavi della cooperativa elettrica vengono reinvestiti nel territorio sia utilizzandoli in sconti sulla bolletta elettrica.

La rete elettrica è di proprietà della Cooperativa, e rifornisce 722 utenti soci e 253 utenti non soci.

L'ultimo progetto della Cooperativa è stato la realizzazione della rete di teleriscaldamento da 12 km, in grado di coinvolgere tutta la valle e alimentata grazie a 2 caldaie a biogas situate a San Pietro di Funes

e Santa Maddalena di Funes, rispettivamente da 1.100 e 700 kW. Complessivamente, il 98% di energia fornita alle utenze locali proviene dal mix di impianti della Cooperativa [34].



Imm. 13: Centrale di teleriscaldamento di San Pietro di Funes. (Fonte: www.energie-villnoess.it).

Cooperativa WEG, Comune di Nova Levante (BZ), Trentino Alto Adige

La Cooperativa WEG rappresenta oggi un punto di riferimento fondamentale per il paese di Nova Levante, infatti la popolazione è molto legata a questa realtà.

Dal 1999, l'approvvigionamento a Nova Levante viene su base cooperative e mettendo a disposizione di famiglie, hotel e imprese, energia "di casa" a tariffe convenienti: grazie a cinque centrali idroelettriche, infatti, WEG è in grado di coprire il fabbisogno annuale dell'intero bacino d'utenza.

L'energia prodotta è di proprietà della Cooperativa e viene distribuita ai 310 utenti soci e 770 utenti non soci.

E' presente anche un impianto a biomassa collegato alla rete di teleriscaldamento, in grado di fornire energia termica a 161 utenti soci e a 5 utenti non soci per un totale di circa il 30% di energia fornita rinnovabile [34].



Imm. 14: Centrale di teleriscaldamento di Nova Levante. (Fonte: <http://www.comunirinnovabili.it>)

Cooperativa ènostra, Milano, Lombardia

La sfida per la costituzione della cooperativa risale al 2012 per iniziativa di Avanzi, società milanese di consulenza sui temi legati alla sostenibilità, che partecipava come partner al progetto UE RESCoop20-20-20, finanziato dal programma Intelligent Energy Europe, volto a favorire l'accettabilità delle rinnovabili e a far nascere nuove cooperative energetiche nei Paesi membri dove ancora questo modello non era pratica diffusa. Così, nel 2014 è stata costituita ènostra con l'obiettivo ambizioso di costruire, con una logica partecipata e dal basso, un fornitore di energia elettrica che potesse basare tutta la sua attività su fonti energetiche rinnovabili [35].

L'impresa cooperativa si fonda sulla partecipazione attiva e sul coinvolgimento delle comunità e mira a cambiare dal basso il modo di produrre e consumare energia, favorendo la progressiva transizione verso un sistema "carbon free", a livello nazionale, e il parallelo disinvestimento dalle fonti fossili. A fine 2018 il numero dei soci (cooperatore e/o sovventore) è pari 4.370. Tra i servizi che caratterizzano ènostra: fornitura di elettricità sostenibile ad un prezzo equo, trasparente e sganciato dal mercato delle fonti fossili; autoproduzione di energia esclusivamente da fonti rinnovabili da impianti collettivi; consulenza e supporto dei referenti tecnici per la gestione efficiente dell'energia e l'autoproduzione individuale attraverso la progettazione e la messa in opera di interventi strutturali su edifici residenziali, terziari e industriali; sperimentazione di sistemi per l'autoconsumo collettivo al servizio di Comunità Energetiche Rinnovabili (REC) e prosumer condominiali [34].

Weforgreen, Verona (VR), Veneto

Il progetto imprenditoriale ForGreen, nasce nel 2009 con l'obiettivo di diffondere sul mercato italiano la sostenibilità energetica, ambientale, economica e sociale, attraverso un modello energetico che valorizzi al massimo la produzione ed il consumo di energia da fonti rinnovabili.

Proprio per le persone, ForGreen ha sviluppato e promosso, in qualità di socio fondatore, tre cooperative energetiche: WeForGreen Sharing nata nel 2015, Energyland nata nel 2011 ed Energia Verde WeForGreen nel 2013.

Gli impianti delle tre cooperative, realizzati su terreni non coltivabili e non produttivi da anni (fra cui una discarica bonificata), raggiungono una potenza installata pari a 5 MW. Di questa produzione, i 700 soci delle cooperative consumano il 30% ed il restante 70% viene immesso in rete contribuendo ad alimentare il mix energetico nazionale.

Il punto di forza e il carattere innovativo di questo progetto consiste nel fatto che attraverso la creazione di un nuovo modello economico e di un comportamento sociale responsabile che riesca a creare una

rete intelligente di produzione e consumo virtuoso, grazie al quale si generano benefici per le persone e per l'ambiente [34].



Imm. 15: Parco fotovoltaico Weforgreen. (Fonte: www.comunirinnovabili.it)

Cooperativa energetica di Melpignano, Melpignano (LE), Puglia

Nel piccolo centro con meno di 2.500 abitanti, nella Provincia di Lecce, grazie alla volontà dei cittadini e della stessa Amministrazione, è nata la “Cooperativa di Comunità”, una nuova infrastruttura socio-economica nel territorio.

La peculiarità della Cooperativa di Comunità di Melpignano, primo esperimento del genere in Italia di società cooperativa a responsabilità limitata, è quella di essere costituita da soci-cittadini-utenti, con l'obiettivo iniziale di realizzare una rete diffusa di impianti fotovoltaici sui tetti di case, aziende e edifici pubblici.

I Soci-cittadini hanno potuto installare 179,67 kW di impianti fotovoltaici distribuiti tra 33 impianti solari, di cui 29 impianti di proprietà della Cooperativa con una potenza installata di 159,93 kW, soddisfacendo quasi totalmente il fabbisogno energetico elettrico di altrettante famiglie e con evidenti benefici ambientali.

L'investimento rappresenta non solo un risparmio economico per le famiglie ma ha permesso anche lo sviluppo delle risorse umane e professionali grazie all'assunzione di ingegneri, elettricisti e fabbri.

Forti di questo successo, la Cooperativa di Melpignano ha iniziato a lavorare su altri progetti, finalizzati sempre alla sostenibilità socio-ambientale. Tra questi, il più importante è stato l'installazione in 42 comuni della provincia di Lecce di 54 impianti di erogazione di acqua potabile, denominate Case dell'Acqua “Vivi l'acqua”. La duplice finalità del progetto: valorizzare l'acqua pubblica e ridurre i consumi e gli impatti di quella distribuita nelle bottiglie di plastica, ha decretato il successo dell'investimento e ad oggi, tale attività dà lavoro a tempo indeterminato a due soci-cittadini, che si occupano della attività di manutenzione [34].



Imm. 16: Impianto fotovoltaico su terrazza nella Cooperativa di Melpignano. (Fonte: www.comunirinnovabili.it)

Cooperativa E-Werk PRAD, Comune di Prato allo Stelvio (BZ), Trentino Alto Adige

Nel piccolo paese di Prato allo Stelvio, già nel 1926 è stata fondata la cooperativa “Azienda Elettrica Prato” che nel giro di poco tempo realizzò il primo impianto idroelettrico “Tschrinbach” e la prima rete di distribuzione con l’obiettivo di fornire l’energia prodotta dall’impianto ai Soci della Cooperativa.

Oggi fanno parte della Cooperativa E-Werk Prad 1.409 Soci, l’80% circa delle famiglie e delle aziende del territorio.

È attraverso un mix perfetto di impianti per la produzione di energia elettrica e termica, ad una rete di distribuzione e una di teleriscaldamento che la Cooperativa oggi è in grado di coprire l’intero fabbisogno energetico del Comune di Prato allo Stelvio, garantendo ai Soci una riduzione dei costi, rispetto alle normali tariffe nazionali, di circa il 30%.

Sono presenti 5 gli impianti idroelettrici per una potenza complessiva di 3.730 kW, sufficienti al fabbisogno energetico del Comune. Per la parte termica, tre impianti di teleriscaldamento, da 18.300.000 kWh di energia termica proveniente da biomasse e biogas, sono in grado di servire 742 utenze.

Il 98% del fabbisogno energetico è ricoperto tramite fonti rinnovabili.



Imm. 17: Impianto fotovoltaico su abitazione nel Comune di Prato allo Stelvio. (Fonte:

2.3 – Le Smart Island

Esempi lampanti di come sia possibile puntare sulle energie rinnovabili per rispondere ai fabbisogni energetici, derivano dalle isole in tutto il mondo: dal Pacifico all'Atlantico, dai Mari del Nord all'Australia, in grandi e piccole isole la transizione energetica sta producendo risultati significativi ed alcune isole sono già riuscite a raggiungere una transizione al 100% di energia rinnovabile.

Grazie alle fonti rinnovabili e alle batterie di accumulo, oltre che al grande potenziale nelle aree costiere generato sfruttando la forza delle onde del mare e delle maree e convertendo l'energia cinetica in energia elettrica. In questi territori sta avvenendo una vera e propria rivoluzione sostenibile.

Di seguito viene riportata una tabella che mostra il punto della situazione sulla transizione energetica delle Smart Island nel mondo.

Le Smart Island nel Mondo verso 100% rinnovabili					
Isola	Stato	Abitanti	Superficie Km ^q	FER presenti	Obiettivo 100%
El Hierro	Spagna	10.500	268,71	Idro, eolico	Raggiunto
Kodiak	USA	15.000	8.975	Idroelettrico, eolico	Raggiunto
Samsø	Danimarca	4.500	112	Fotovoltaico, eolico	Raggiunto
Eigg	Scotia	83	30	Idroelettrico, eolico, Fotovoltaico	Raggiunto
Mauritius	Rep. delle Mauritius	1.331.155	2040	Biomassa, fotovoltaico	Parzialmente raggiunto
Ta'u	USA	600	44	Fotovoltaico	Raggiunto
Muck	Scotia	40	14	Fotovoltaico, eolico	Raggiunto
Gigha	Scotia	200	14	Fotovoltaico, eolico	Parzialmente raggiunto
Bornholm	Danimarca	43.040	588	Fotovoltaico, eolico, biomassa	2025 (attualmente 50%)
Pellworm	Germania	1.200	37	Fotovoltaico, eolico	Raggiunto
Capo Verde	Capo Verde	538.535	4033	Fotovoltaico, eolico	2020
Graciosa	Portogallo	4.400	61	Fotovoltaico, eolico, geotermico	Parzialmente raggiunto
Seychelles	Rep. delle Seychelles	91.650	455	Eolico	15% 2030
Sumba	Indonesia	640.000	11.000	Idroelettrico, eolico, Fotovoltaico	2025
King	Australia	2.000	1000	Fotovoltaico, eolico	Raggiunto
Hawaii	USA	1.431.603	28.311	Fotovoltaico, eolico	2045
Aruba	Paesi Bassi	110.000	193	Eolico (in fase di ampliamento)	Parzialmente raggiunto
Tilos	Grecia	500 (+3000 turisti)	64	Fotovoltaico, eolico	Raggiunto
Orkney	Scotia	22.000	523,25	Fotovoltaico, eolico	Raggiunto
Diu	India	50.000	42	Fotovoltaico, eolico	fine 2019
Hahajima	Giappone	450	19,88	Fotovoltaico	(in progetto)
Creta	Grecia	632.674	8.336	Eolico	2030
Baleari	Spagna	1.107.220	4992	Fotovoltaico, eolico	2050
Holmene	Danimarca	--	4	Eolico, termico	25%2040

Tabella 2: La isole nel mondo che si muovono verso la transizione energetica attraverso lo sfruttamento delle FER.

(Fonte: Elaborazione personale su informazioni Rapporto isole 100% rinnovabili, Legambiente, 2016).

Osservando i dati sopra riportati, l'obiettivo del sostentamento energetico tramite Fonti Energetiche Rinnovabili è stato raggiunto, secondo il Rapporto di Legambiente Italia del 2016, già in dieci isole su ventiquattro qui presentate. Le tecnologie energetiche rinnovabili utilizzate maggiormente risultano essere fotovoltaico ed eolico che rappresentano anche il potenziale energetico rinnovabile maggiormente diffuso sul pianeta.

Alcune delle transizioni nelle isole sopra elencate verranno approfondite in seguito.

Anche se questa sfida è già a buon punto nelle isole in Europa e nel mondo, deve diventare il punto focale anche all'interno del Mediterraneo e specialmente per le isole italiane in cui le potenzialità sarebbero enormi.

In tutte le 19 isole minori italiane non interconnesse alla rete elettrica nazionale, le potenzialità di produrre energia rinnovabile non mancano; sole, vento e moto ondoso sono presenti in quantità elevate e potrebbero essere facilmente sfruttati per una transizione energetica dei territori congiuntamente ad una innovativa gestione delle reti e degli impianti che permetta di dare risposta anche alla domanda di mobilità (spingendo quella elettrica e quindi riducendo consumi di benzina e diesel) e di riscaldamento/raffrescamento delle abitazioni [35].

Situazione energetica nelle principali isole italiane minori non interconnesse							
Isola	Comune	Abitanti	Superficie Km ^q	Fonte alimentazione principale	Potenzialità delle FER:		Copertura del fabbisogno elettrico da FER [%]
					Radiazione solare media l'anno [kWh]	Ventosità [m/s]	
Favignana	Favignana	4.351	19,3	Gasolio	1876	4,5	2,24
Marettimo			12,4	Gasolio	1741	4,5	
Levanzo			5,8	Gasolio	1879	4,5	
Isola del Giglio	Isola del Giglio	1.439	22	Gasolio	1646	5,5	0,45
Pantelleria	Pantelleria	7.759	83	Gasolio	1817	5,5	2,12
Lampedusa	Lampedusa e Linosa	6.565	20,2	Gasolio	1817	5,5	0,48
Linosa			5,4	Gasolio	1817	5,5	
Ponza	Ponza	3.366	7,6	Gasolio	1726	4,6	1,39
Ventotene	Ventotene	775	1,4	Gasolio	1646	4,5	5,11
Ustica	Ustica	1.307	8,2	Gasolio	1817	4,3	4,46
Isole Tremiti	Isole Tremiti	490	3,18	Gasolio	1689	3,8	0,64
Lipari	Lipari	12.819	37,6	Gasolio	1741	4,5	1,07
Vulcano			21	Gasolio	1741	3,1	
Stromboli			12,6	Gasolio	1741	3,1	
Panarea			3,4	Gasolio	1741	3,1	
Filicudi			9,3	Gasolio	1741	3,5	
Alicudi			5,1	Gasolio	1741	3,5	
Salina	Leni, Malfa, S. Maria Salina	2.556	26,2	Gasolio	1741	4,5	0,00

Tabella 3: Le isole minori italiane non interconnesse

(Fonte: Elaborazione personale su dati Rapporto isole sostenibili, Legambiente, 2019).

Questi dati evidenziano un ritardo che è rilevante non solo rispetto alle potenzialità presenti in quanto vi sono dei valori di ventosità e irraggiamento solare tra i più elevati in Italia e nel mondo, ma anche rispetto agli altri Comuni italiani. Le isole minori italiane sono dei contesti estremamente fragili e sottoposti a forti pressioni antropiche per le quali la ricerca e la sperimentazione di soluzioni innovative diventa ancora più importante e urgente per ridurre i danni alla biodiversità.

Secondo i dati contenuti nel "Rapporto Isole sostenibili 2019", il solare fotovoltaico è la fonte rinnovabile più diffusa sulle isole, mentre l'eolico, nonostante le condizioni favorevoli, è presente soltanto a

Pantelleria con 2 microgeneratori e Ventotene. In termini relativi, usando come termine di paragone la produzione elettrica annua da fonte fossile, nessuna isola supera il 6% della copertura del fabbisogno elettrico da fonti energetiche rinnovabili. Il valore massimo si registra a Ventotene, con il 5,11%, seguita da Ustica con il 4,46% (uniche due isole con quota superiore al 4%).

Per sintetizzare la situazione nelle isole minori italiane possiamo individuare le seguenti assurdità:

Le ulteriori problematiche oltre all'approvvigionamento dell'energia da FER sulle isole sono:

- Carenza di acqua potabile che viene fornita a tali reti isolate attraverso le navi che fanno da spola con la terraferma ogni settimana generando dei costi sia economici che ambientali molto alti. Per far fronte a questa problematica occorrerebbe installare dei dispositivi di dissalazione, o potenziare quelli presenti.
- Inefficienza degli impianti di depurazione, molte isole non hanno alcun sistema di trattamento delle acque reflue urbane. Delle isole che hanno impianti, tre sono fuori legge superando i limiti sulla qualità degli effluenti (Pantelleria, Ustica e Ventotene) e uno (Lipari), non ha dati in merito.
- Lo smaltimento dei rifiuti rappresenta per ogni isola una problematica ed una priorità ambientale; i numeri della raccolta differenziata sono bassi e l'unica soluzione adottata è il trasferimento dei rifiuti via nave. Molte amministrazioni locali nell'arco degli ultimi cinque anni hanno attuato politiche di prevenzione per la riduzione e la raccolta differenziata dei rifiuti, migliorando quindi la qualità del rifiuto.
- La mobilità rappresenta un'ulteriore criticità di questi sistemi, da una parte il collegamento con il continente, dall'altra la mobilità interna dell'isola. Occorre da un lato dare un'alternativa al mezzo privato attraverso la diffusione di mezzi pubblici e mezzi a bus a chiamata, dall'altro incentivare le forme a impatto ambientale zero ovvero la mobilità elettrica.

Costruire una transizione per cui queste isole riescano a valorizzare l'energia prodotta dal sole, dal vento, dalle maree, ecc., come negli esempi dal Mondo indicati nella "Tabella 2", è oggi una prospettiva affascinante ma non impossibile.

Vengono ora descritti in maniera più approfondita alcuni processi di trasformazione dei casi sopra presentati così da poter osservare più nel dettaglio le peculiarità e le sfide affrontate dalle comunità delle Smart Island in cui avremo modo di osservare come, al di là delle tecnologie e dei progetti realizzati, senza una reale volontà dal basso e quindi dai cittadini, non si sarebbe mai potuta ottenere alcuna transizione.

El Hierro (Spagna)



Imm. 18-19: L'isola di El Hierro. (Fonte: Elaborazione personale immagini Google Earth)

L'isola di El Hierro è la prima isola ad aver raggiunto l'autosufficienza energetica con energie rinnovabili. L'isola, riconosciuta dall'UNESCO come "riserva della biosfera", presenta una superficie di 268 km² circa, ospita 11.030 abitanti ed ha un'altitudine massima di 1501 m. Grazie alla sua transizione energetica è la più piccola isola dell'arcipelago delle Canarie ad essere diventata un modello di sostenibilità per l'intera regione.

Da giugno 2014, la produzione di energia elettrica si basa su un sistema di impianti idroelettrici (da 11,5 MW di potenza) ed eolici (da 6 MW di potenza) che, integrati assieme, soddisfano completamente la richiesta di energia della popolazione. Per la prima volta, il tradizionale problema dell'intermittenza delle fonti energetiche rinnovabili viene superato combinando la produzione di energia di un parco eolico con un sistema di stoccaggio idraulico.

Le turbine eoliche, sempre in movimento grazie alla costante presenza di venti sull'isola, azionano il sistema idroelettrico che, solleva l'acqua dal bacino di raccolta più basso verso quello più alto e, attraverso delle turbine idrauliche, genera elettricità.

Il progetto idro-eolico evita il consumo annuo di 6.000 tonnellate di gasolio, equivalenti a 40.000 barili di petrolio importati via mare sull'isola, risparmiando oltre 1,8 milioni di euro all'anno rispetto ai costi convenzionali di generazione di energia. Allo stesso modo, evita l'emissione di 18.700 tonnellate di CO₂ all'anno nell'atmosfera [36].

Il pre-esistente impianto termoelettrico a diesel non è stato dismesso così da far fronte, con i suoi 12,7 MW di capacità a casi di picchi di richiesta eccezionali.

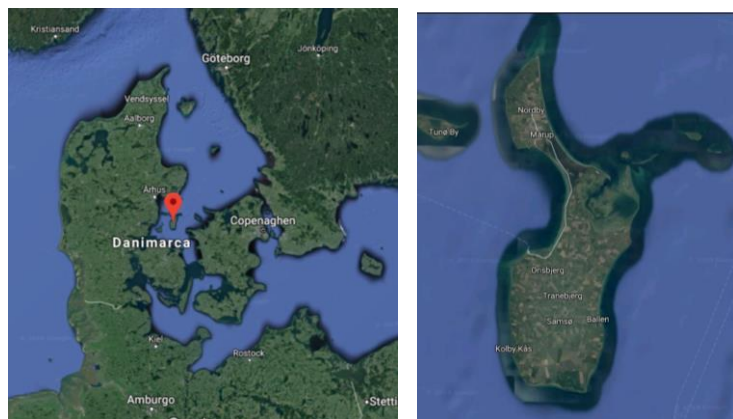
Circa il 46% del consumo di energia è dovuto al trasporto e per far fronte a questa problematica, l'isola di El Hierro ha promosso il piano di mobilità sostenibile, il PDMS, rivolto non solo alla popolazione locale ma anche ai turisti.

Altro punto importante è la desalinizzazione dell'acqua di mare: per l'isola di El Hierro (e per le isole in generale) è molto importante riuscire a garantire una fornitura costante di acqua per il sistema idroelettrico.

A completamento dei più grandi progetti qui riportati, la strategia di sostenibilità energetica è completata attraverso misure di promozione dei sistemi di riscaldamento dell'acqua calda sanitaria, impianti fotovoltaici distribuiti, e campagne di risparmio energetico.

Il progetto Wind-hydro di El Hierro fornisce una soluzione valida e innovativa, replicabile in piccoli e medi territori insulari e aree isolate dalla rete energetica.

Samsø, (Danimarca)



Imm. 20-21: L'isola di Samsø. (Fonte: Elaborazione personale immagini Google Earth)

Samsø è un'isola di 112 km² a est della Danimarca ed a 150 km ad ovest di Copenhagen, con 3860 abitanti.

Il più grande insediamento è la città di Tranebjerg con 829 abitanti, e ci sono molti piccoli villaggi sparsi tra dolci colline, boschi, brughiere e spiagge [31].

Nel 1997, il ministero danese dell'Energia e dell'ambiente, mosso da obiettivi di sviluppo sostenibile, ha organizzato un concorso per municipalità, per presentare il piano più realistico per la transizione energetica; un piano che si sarebbe dovuto realizzare in 10 anni ricorrendo a risorse statali e locali.

Tramite la società di ingegneria PlanEnergi, l'amministrazione di Samsø partecipò al progetto presentando un piano di transizione energetica e vincendo il concorso.

Nonostante il supporto statale, l'avvio del progetto incontrò subito delle difficoltà economiche, dovute alle sfavorevoli condizioni economiche del comune: un'importante azienda locale fu chiusa e più di 100 abitanti dell'isola persero il lavoro; la transizione energetica venne quindi vista come un'opportunità per creare nuovi posti di lavoro e rilanciare l'economia.

Il coinvolgimento della comunità divenne di fondamentale importanza per la riuscita della transizione, specie per il fatto che uno dei requisiti del concorso era non ricevere ulteriori sussidi da parte dello Stato.

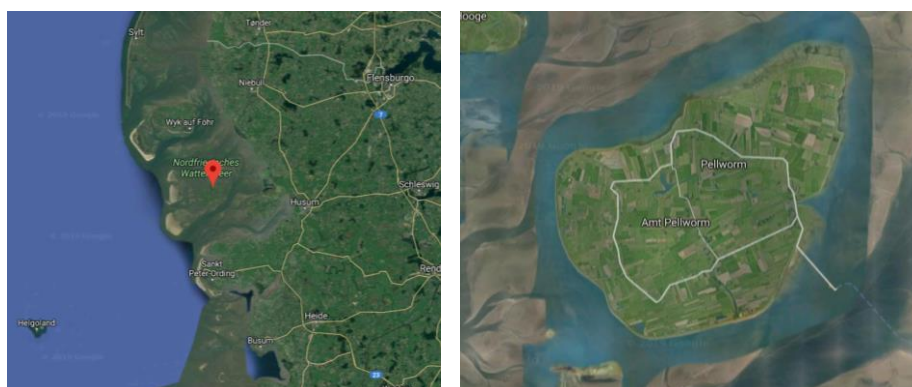
Per esempio, gli agricoltori locali, hanno deciso di partecipare fornendo le centrali termiche con paglia, investendo nell'acquisto di 3 turbine eoliche e sperimentando carburanti per il trasporto rinnovabile.

Il progetto è stato sviluppato per gradi, prima è iniziato con piccoli progetti domestici di energia rinnovabile, seguiti impianti a rete e da turbine eoliche terrestri (11 turbine installate), infine dalle turbine eoliche offshore (10 turbine installate). La potenza installata per aerogeneratori è pari a 34 MW.

In dieci anni Samso raggiunse l'autosufficienza energetica che fu ampliata perseguendo l'obiettivo di diventare una "Fossil Free Island". L'isola mira ora a eliminare gradualmente l'uso di combustibili fossili entro il 2030 [31].

Si evince quanto sia stato significativo per il successo del progetto un approccio 'bottom up' con il pieno coinvolgimento della popolazione locale che si è mostrata fin da subito entusiasta e continua tutt'oggi a riunirsi per discutere presso l'Energy Academy, uno dei numerosi esempi di struttura edilizia 'green' presenti sull'isola, circa le nuove iniziative da intraprendere per rendere l'isola entro il 2030 '100% fossil free' [35].

Pellworm (Germania)



Imm. 22-23: L'isola di Pellworm. (Fonte: Elaborazione personale immagini Google Earth)

L'isola di Pellworm si trova a nord della costa tedesca, nel Mare del Nord.

La transizione energetica del suo territorio, una comunità di 1200 abitanti circa, ha permesso di generare energia elettrica "pulita" in una quantità tre volte superiore rispetto al fabbisogno degli abitanti.

Da diversi anni, è presente un sistema energetico costituito da 8 pale eoliche che ricoprono il 70% del fabbisogno locale ed un parco fotovoltaico copre il restante 30% [35].

Nelle giornate in cui la ventosità è scarsa e non permette di produrre una sufficiente quota di energia rinnovabile, viene attivata la centrale a biogas che utilizza metano proveniente dalla lavorazione di mais e liquami.

L'intero sistema, eolico più fotovoltaico più biogas, permette di produrre circa 22 GWh di elettricità all'anno, a fronte dei 7 GWh richiesti dalla comunità locale.

Pellworm è collegata alla rete elettrica locale così, la parte eccedente di elettricità viene immessa in rete e venduta al gestore locale.

In assenza di un sistema di accumulo, l'isola di Pellworm sta valutandone l'installazione prendendo a modello il sistema dell'isola di Tilos, in Grecia.

Tilos (Grecia)



Imm. 24-25: L'isola di Tilos. (Fonte: Elaborazione personale immagini Google Earth)

L'isola di Tilos è situata nel mar Egeo a pochi chilometri da Rodi e Kos. Si estende per una superficie di 64 Km² ed ospita 535 abitanti durante le stagioni meno calde ma più di 3000 presenze nel periodo estivo [37].

L'isola è collegata, attraverso un cavo sottomarino, al generatore diesel della vicina isola di Kos ed è soggetta a continui via vai di corrente a causa proprio dell'instabilità di questo collegamento, che porta ad avere anche fino ad 8 ore continue di black-out.

Proprio a causa di questi disagi, l'amministrazione locale di Tilos ha deciso di intraprendere una nuova politica basata sulle fonti di energia rinnovabili così da potersi garantire una propria autosufficienza elettrica.

Le tecnologie scelte sono state quindi eolico e fotovoltaico e, proprio grazie al collegamento con un'altra isola attraverso la sistema esistente, l'isola rappresenta un banco di prova ideale per integrare lo stoccaggio di energia su scala locale attraverso una "minirete".

Nel 2016 Tilos ha avviato la produzione di energia da fonti rinnovabili; l'investimento iniziale complessivo è stato di 15 milioni di euro ad inizio 2015, finanziati per l'80% dalla commissione europea, per implementare una micro rete "stand alone" ed una microgrid che interagisca con la rete esterna (proveniente da Kos) [35].

Il progetto è stato sostenuto finanziariamente anche da "Tilos Park", un'associazione di residenti nata per proteggere e promuovere il patrimonio naturale e culturale dell'isola. I cittadini sperano che l'iniziativa generi un effetto positivo sul turismo portando un aumento del numero di visitatori, che attualmente è di 13mila all'anno [37].

A fine 2019 l'isola diventerà la prima isola del mediterraneo ad essere 100% rinnovabile; con un'installazione complessiva di 800 kW di potenza di eolico e 160 kW di potenza da energia solare [35].

Per garantire l'accumulo e quindi la costante presenza di energia, sono state installate due batterie al sodio-nichel, prodotte in Italia, con una capacità utile totale di 2,4 MW [35].

Il sistema di batterie supporta la rete "stand-alone" ed un sistema di contatori intelligenti garantisce il controllo dei consumi elettrici e del consumo di acqua calda.

La popolazione è stata nel tempo formata e sensibilizzata al tema del risparmio energetico così che la municipalità ha potuto agire non solo sulla produzione di energia rinnovabile ma anche sulla relativa diminuzione dei consumi.

Il caso Tilos avrà ripercussioni più ampie, sia all'interno della Grecia stessa, si per realizzare un confronto con realtà simili quali l'isola di Pellworm in Germania.

Orkney Island (Scozia)



Imm. 26-27: Isole Orcadi. (Fonte: Elaborazione personale immagini Google Earth)

L'arcipelago delle isole Orcadi si trova a nord della Gran Bretagna e comprende 70 isole, di cui solo 20 sono abitate.

L'isola più grande, Mainland, ha un'estensione di 523,25 km² e 17.000 abitanti, il che la rende la sesta isola maggiore della Scozia e la decima maggiore dell'arcipelago britannico.

La fonte energetica rinnovabile presente maggiormente nel territorio da cui attingere un gran quantità di energia sono le correnti di marea e i forti venti presenti e costanti tutto l'anno, che hanno permesso di sviluppare notevolmente il settore delle energie rinnovabili.

I piccoli mulini a vento e gli impianti da moto ondoso presenti in tutto l'arcipelago, unitamente ai piccoli impianti di pannelli solari integrati alle abitazioni, hanno permesso, nel corso degli anni, di arrivare a produrre anche fino a picchi energetici pari al 110% di energia; in termini numerici circa 1/8 delle turbine eoliche presenti nel Regno Unito (circa 500 turbine da 5 kW), sono localizzato nell'arcipelago delle Isole Orcadi.

Così come in altri esempi visti, la maggiore produzione energetica permette di esportare energia verso le reti della terraferma e quindi ottenere un vantaggioso ritorno economico.

Anche in questo caso, la partecipazione della popolazione è stata fondamentale; una famiglia su 12 produce autonomamente la propria energia elettrica e le turbine eoliche sono direttamente collegate attraverso un inverter al contatore di alimentazione delle case.

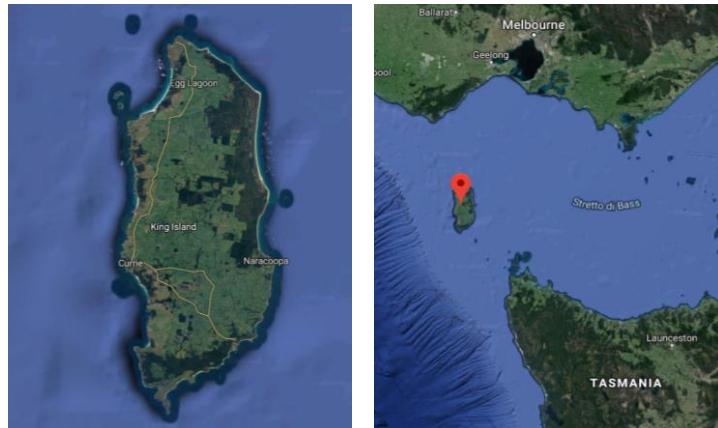
I veicoli elettrici circolanti sull'isola sono più di 60 e vengono utilizzati sia dai residenti che dai turisti.

Nel 2007 sono stati installati due aerogeneratori per complessivi 5 MW di potenza che, generando più di 100 milioni di kWh di energia elettrica, hanno contribuito a quadruplicare la produzione di energia rinnovabile dell'intera Scozia, soddisfacendo la richiesta di 1400 case al giorno [35].

Nelle aree costiere, inoltre, sono presenti più di una decina di progetti differenti per il recupero di energia elettrica sfruttando la forza dell'oceano; sia col moto ondoso, sia con le maree.

Dal 2012 il Centro Europeo per l'Energia Marina di Orkney, un centro di ricerca specializzato nello studio dei processi di generazione di energia elettrica dalle onde marine e dalle maree, ha testato l'installazione di un impianto con capacità di moto ondoso di 200 MW [35].

King Island (Australia)



Imm. 28-29: King Island. (Fonte: Elaborazione personale immagini Google Earth)

L'isola di King si trova a nord della Tasmania ed è solamente una delle numerose isole in tutto il mondo (USA, Giappone, ecc.) ad essere 100% rinnovabile.

L'isola fa parte del territorio australiano e si estende per poco più di 1000 km² per meno di 2000 residenti.

Dal 2013 l'isola, grazie alla transizione energetica mediante fonti rinnovabili, si è staccata dalla rete nazionale e da allora è riuscita a garantire che il 65% del suo fabbisogno fosse ricoperto da fonti rinnovabili raggiungendo una percentuale del 100% nelle giornate di forte vento.

Il Progetto, costato 46 milioni di dollari, combina diverse tecnologie: 6MW di energia eolica, 12 GW di pannelli solari fotovoltaici combinati ad un sistema di accumulo per poter utilizzare l'energia prodotta nelle ore diurne anche di sera.

Le batterie sono la più grande forma di accumulo di energia mai installata in Australia ed hanno una capacità pari a 34 MW/1,6MWh e stanno permettendo di superare gli impianti diesel che al momento non sono ancora stati dismessi del tutto al fine di subentrare in casi di maggiore richiesta specie nel periodo di maggior turismo nell'isola [35].

La notevole estensione dell'isola rappresenta la straordinarietà di questa realtà: King Island è la più grande realtà isolana autosufficiente.

Holmene, (Danimarca)



Imm. 30: Il progetto dello studio UrbanPower per l'isola artificiale Holmene. (Fonte: urbanpower.dk)

Holmene rappresenta un grande progetto di bonifica unico nel suo genere, a 10 km a sud di Copenaghen. Il progetto combina diverse esigenze nella regione: una crescente domanda di siti per l'industria ad alta tecnologia, produzione di energia priva di fonti fossili e barriera contro le inondazioni oltre che fungere da enorme area naturale accessibile al pubblico.

I lavori di costruzione, inizieranno nel 2022 per terminare nel 2040, e l'investimento complessivo sarà pari a 425 milioni di euro di investimento. Il progetto è stato presentato dal governo danese, dalla municipalità di Hvidovre e dallo studio di architettura Urban Power.

Il litorale storico della zona era costituito da piccoli isolotti disabitati con una ricca e diversificata vegetazione e fauna selvatica. Tuttavia, la necessità di un'industria su larga scala negli anni '60 portò a una vasta bonifica dei terreni, che sostituì la natura con un paesaggio industriale arido e tecnico.

Ora, 50 anni dopo, l'area industriale richiede maggiore sviluppo ed espansione ma, invece di ripetere l'approccio del passato, il governo danese ha scelto di intraprendere una strada alternativa e con il progetto in via di attuazione, la nuova bonifica "Holmene", servirà a uno scopo più elevato e aggiungerà valore in una prospettiva più ampia: per l'economia, per il pubblico e per la natura.

Il progetto si compone di nove isole industriali, ognuna circondata da una cintura naturale che spazia dalle aree attive per lo sport alle aree più tranquille per la ricreazione.

L'isola più grande è riservata allo sviluppo di tecnologie ecologiche e al più grande impianto di termovalorizzazione nel Nord Europa. I rifiuti organici e le acque reflue di 1,5 milioni di cittadini, verranno gestiti qui e trasformati in acqua pulita, risorse e biogas. Insieme all'accumulo di calore, ai mulini a vento e ad altre tecnologie ecologiche, una riduzione annuale di almeno 70.000 tonnellate di CO₂ e una produzione di oltre 300.000 MWh di energia senza fossili: equivalente al consumo di energia del 25% della popolazione di Copenaghen [38].

Concludendo, dopo aver osservato le diverse transizioni energetiche, siano esse comunità energetiche che smart island, le questioni tecnologiche rappresentano solo una parte della discussione sull'energia. Un ruolo molto importante viene rivestito dalla volontà di innovazione della popolazione in cui viene installata la nuova tecnologia; se non si comincia a lavorare dal proprio modo di ragionare e fare, il cambiamento tecnologico è nullo.

Soluzioni energetiche basate sulla comunità, in particolare cooperative energetiche, sono un pilastro importante nella transizione energetica.

Il progressivo coinvolgimento delle comunità nel processo decisionale e nell'organizzazione degli impianti di produzione di energia fa intravedere la nascita di un nuovo sistema socio-energetico basato sulla generazione distribuita da rinnovabili e rappresenta una nuova pratica e innovazione sociale.

Alcuni dei potenziali benefici dell'energia basata sulla comunità sono la creazione di valore regionale, l'accettazione delle energie rinnovabili, l'impegno dei cittadini nei temi della sostenibilità, la trasparenza, diversità di attori e creazione di posti di lavoro. Inoltre, l'energia della comunità può contribuire a rendere l'energia meno astratta e più visibile (Kalkbrenner, 2017).

***“La nostra sfida più grande in questo nuovo secolo è di adottare
un'idea che sembra astratta - sviluppo sostenibile.”***

**Kofi Annan,
(premio Nobel per la pace 2001)**

3. STUDIO DI FATTIBILITA' DELLA COMUNITA' ENERGETICA DI PINEROLO: IL COMUNE DI CANTALUPA

3.1 – La prima Oil Free Zone d'Italia

Martedì 16 aprile 2019, con la firma del Protocollo d'Intesa (una dichiarazione di intenti sottoscrivibile in modo volontario), è nata la Oil Free Zone "Territorio Sostenibile"; ossia la prima area territoriale d'Italia nella quale si prevede la progressiva sostituzione del petrolio e dei suoi derivati con energie prodotte da fonti rinnovabili.

La nascita è stata siglata dalla firma del Protocollo d'Intesa tra alcuni Comuni quali Airasca, Buriasco, Cantalupa, Campiglione Fenile, Cercenasco, Osasco, Pinerolo, Piscina, Pomaretto, Prarostino, San Germano Chisone, Usseaux, Villar Pellice e Villar Perosa (dei 47 di riferimento del Consorzio Pinerolo Energia) che erano in grado di deliberare per tempo prima delle elezioni amministrative di primavera. Oggi, ai suddetti comuni, si sono aggiunti Bricherasio, San Pietro Val Lemina, Frossasco, Garzigliana, Perosa Argentina, Pramollo, Roletto, Rorà, San Secondo di Pinerolo, Torre Pellice, Vigone e Villafranca Piemonte, per un totale di 27 Comuni.



Imm. 31: I Sindaci dei Comuni Firmatari della Oil Free Zone del Pinerolese il 16-04-2019. (Fonte: quotidianopiemontese.it)

I comuni firmatari si impegnano così a promuovere la progressiva fuoriuscita dall'economia basata sui combustibili fossili per raggiungere gli standard europei in materia di sostenibilità ambientale. L'idea di base è quella di creare un'area in cui la produzione energetica locale "a basso impatto ambientale", proveniente da impianti idroelettrici, a biomasse, fotovoltaici e da trattamento di rifiuti, possa alimentare i consumi locali, fino a raggiungere un'autosufficienza energetica.

Tra i soci potranno esserci le aziende, i 47 comuni del pinerolese e i privati cittadini che svolgeranno un ruolo di prosumers e non solo più di consumatori.

La Comunità porterebbe, oltre al vantaggio ambientale, anche un vantaggio economico: verrebbe stimolata l'imprenditorialità locale, e i consumatori potrebbero trarre beneficio di bollette meno care.

Il fulcro del progetto è il Consorzio Pinerolo Energia (CPE), che vede come socio guida ACEA Pinerolese in parallelo all'attività promozionale e istituzionale di gruppo di lavoro del DENERG del Politecnico di Torino che ha cominciato ad imbastire il piano energetico e il documento strategico (obbiettivi da perseguire) della futura comunità, partendo dai dati relativi ad alcune aziende locali e comuni.

Quella delle comunità energetiche non è però una realtà nuova: l'attenzione per il tema dell'energia iniziò, anni addietro, all'inizio del '900, attraverso l'esperienza delle cooperative energetiche "storiche" (di cui alcuni esempi sono riportati nel Capitolo 2), disseminate prevalentemente in ambiti montani e abilitate a fare ciò che, in apparenza, agli altri non era consentito fare, cioè provvedere autonomamente ai propri fabbisogni energetici ma che, sostanzialmente, furono azzerate dalla nazionalizzazione dell'energia in capo a un unico soggetto, salvo eccezioni residuali di piccole dimensioni in zone relativamente remote.

A partire da queste prime esperienze, il progetto si sviluppò attraverso la tesi di uno studente del Politecnico di Torino nel 2014, sotto la guida del Professor. Angelo Tartaglia, venne redatto, sulla base dei dati disponibili di 5 comuni contigui del Pinerolese (circa 19.000 abitanti in totale), uno studio di fattibilità di una comunità energetica.

Il risultato fu positivo, tanto sul piano economico che su quello ambientale e presentati in particolare ai 47 comuni in cui era presente ACEA Pinerolese Energia (APE), i quali si espressero all'unanimità in assemblea perché il progetto della comunità continuasse ad essere perseguito.

L'anno seguente, (come visto nel Capitolo 1) venne approvata la legge 221/2015 che prevedeva la possibilità, per i comuni, di istituire su territori omogenei, delle Oil Free Zone in cui sperimentare varie soluzioni volte a ridurre la dipendenza dai combustibili fossili.

Nel 2016 la Regione Piemonte stilò la prima bozza di legge regionale che prevedesse la possibilità di istituire una vera comunità energetica che venne approvata all'unanimità nell'agosto 2018 con la l. regionale 12/2018 (Capitolo 1).

Ad oggi l'intenzione è quella di dare vita alla comunità entro fine 2019 anche se le difficoltà che si sono riscontrate e si riscontrano attualmente non sono poche: al di là degli aspetti tecnici, di per sé ben definiti e tutti gestibili, le difficoltà maggiori riguardano il complesso di regolamentazioni tecniche che vincolano il mercato nazionale dell'energia. Naturalmente una razionalizzazione e aggiornamento dei regolamenti a scala nazionale, nonché l'introduzione di vere e proprie norme di legge nazionali a favore delle comunità dell'energia, renderebbe tutto più semplice.

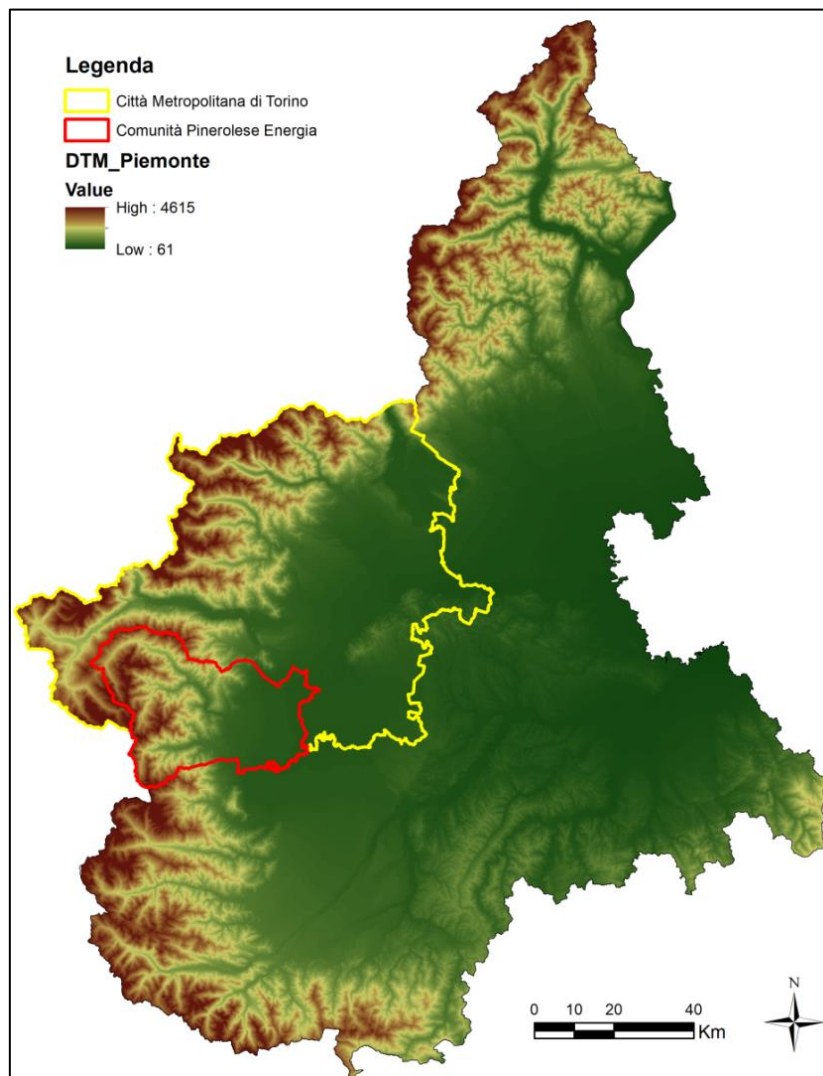
L'esperienza del pinerolese comunque va avanti col massimo della positività e determinazione.

3.2 – Il contesto territoriale del caso studio e il Piano energetico della Comunità

L'area in cui si è scelto di realizzare la prima comunità energetica piemontese è quella del Pinerolese, nella parte occidentale della Regione Piemonte.

Situata all'interno della zona 5 della Città Metropolitana di Torino, quest'area risulta molto attiva dal punto di vista antropologico, in quanto comprende 47 comuni, più di 50 aziende di diversi settori e circa 150 mila abitanti mentre dal punto di vista fisico si estende per 1348 km² diversificandosi molto per temperatura, altitudine e caratteristiche del territorio.

Queste ultime, sono molto importanti in quanto influiscono sia sulla densità abitativa della zona sia sulla distribuzione delle attività produttive; i vincoli fisici presenti nella zona si riflettono di conseguenza sulla distribuzione dei carichi elettrici e termici e sulla realizzazione della rete di distribuzione.

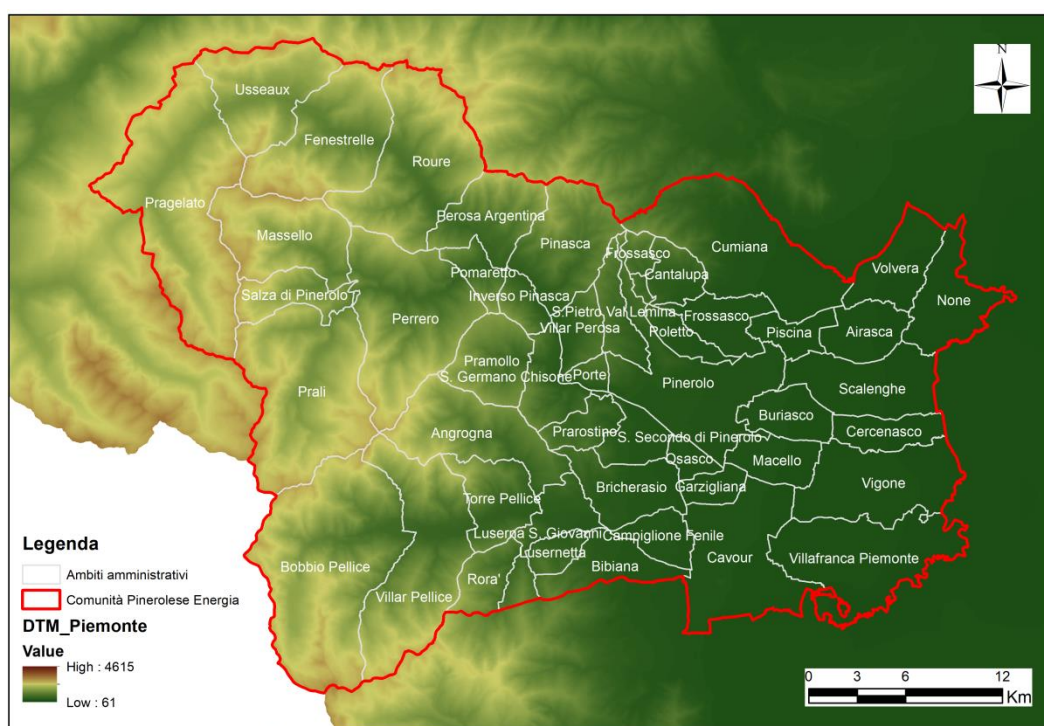


Carta 1: Localizzazione della Comunità Pinerolese Energia nel contesto della Città Metropolitana di Torino.

(Fonte: Elaborazione personale dati Geoportale Piemonte)

Come già accennato, e come è possibile osservare nella “carta 2”, il territorio del CPE (Consorzio Pinerolese Energia) è molto vario e si compone da est a ovest di una parte pianeggiante, di una collinare e di una montuosa variando da circa 250 a circa 1500 m s.l.m. .

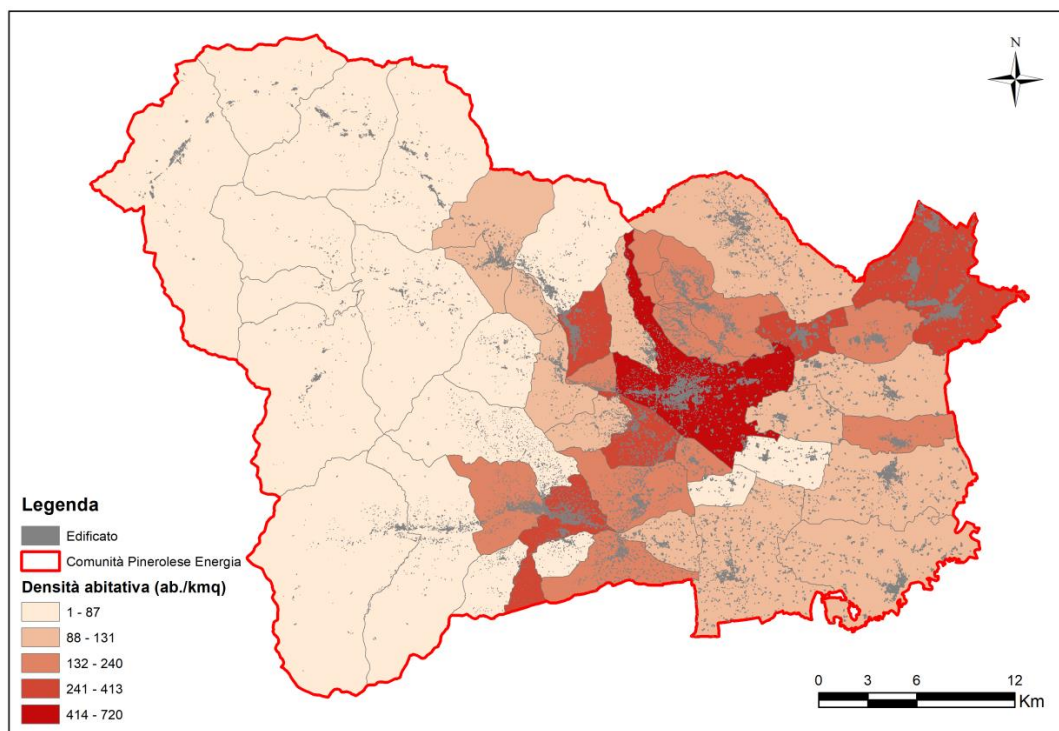
I Comuni che compongono la Comunità Energetica, hanno estensioni differenti: dalla media città di Pinerolo (36.119 abitanti al 1° gennaio 2019), a piccole cittadine come None (8.022 abitanti al 1° gennaio 2019) ai piccoli comuni montanti come Massello (54 abitanti al 1° gennaio 2019) [Comuni Italiani.it].



Carta 2: Suddivisione in ambiti amministrativi della Comunità Pinerolese Energia.

(Fonte: Elaborazione personale dati Geoportale Piemonte)

Sulla base di questo, la densità di popolazione (il cui valore è stato definito sui dati di popolazione residente al 1° gennaio 2019), è maggiore nella parte pianeggiante specie verso Torino e nel comune principale, Pinerolo, e diminuisce man mano che ci si avvicina alla zona montuosa.

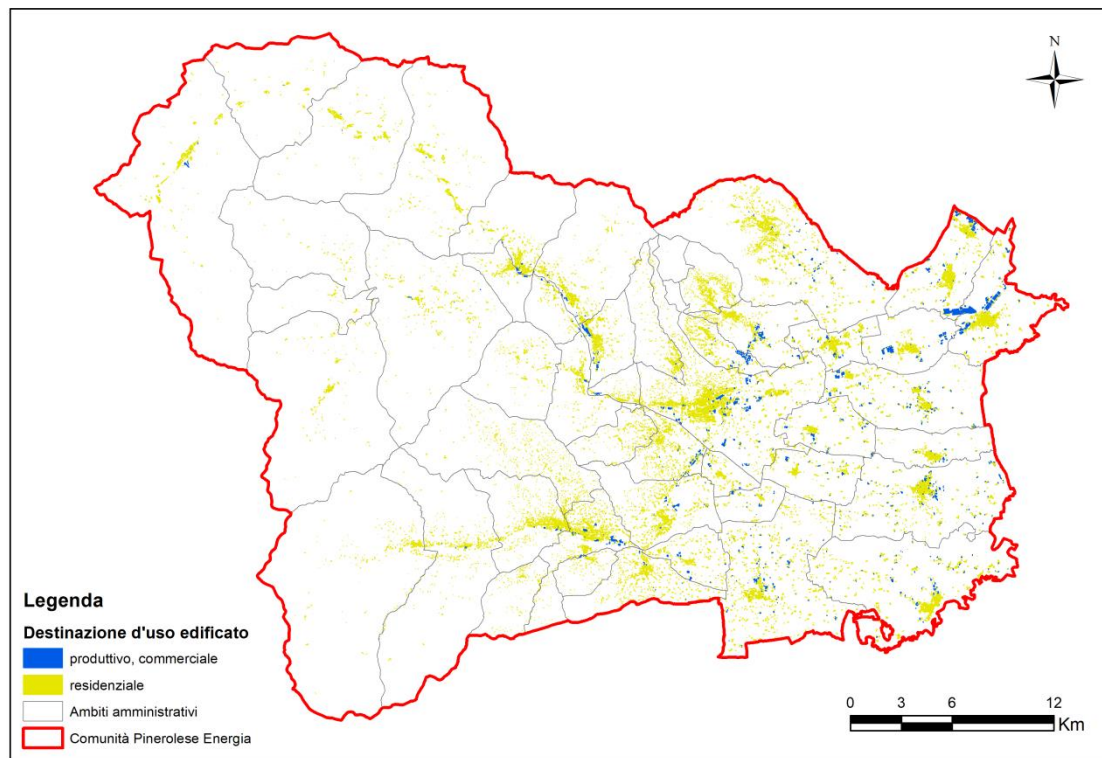


Carta 3: Densità di popolazione ambiti amministrativi Consorzio Pinerolese Energia.

(Fonte: Elaborazione personale dati Geoportale Piemonte e Comuni italiani.it)

Come si evince dalla carta seguente, dei circa 54.000 edifici presenti, il 96% è di tipo residenziale [Elaborazione personale dati Geoportale Piemonte].

Nonostante questo, il numero di aziende è considerevole così come lo è l'importanza che ricopre il loro coinvolgimento nella realizzazione della comunità energetica. Osservandone la dislocazione sul territorio, le aziende sono localizzate all'interno del Comune di Pinerolo o nei territori limitrofi e nei Comuni che si avvicinano a Torino ovvero Airasca, None e Volvera.



Carta 4: Edificato del Consorzio Pinerolese Energia.

(Fonte: Elaborazione personale dati Geoportale Piemonte e Comuni italiani.it)

Tra queste aziende, un ruolo fondamentale è rivestito da “ACEA Pinerolese Industriale s.r.l.”, nel Comune di Pinerolo, la quale non solo è la principale sostenitrice e coordinatrice del progetto ma, assieme al Politecnico di Torino, partecipa sin dall’inizio allo studio dell’applicazione della comunità del Pinerolese e ne è parte integrante in quanto si occupa di rifiuti e produce biogas ed elettricità da fonti energetiche rinnovabili.

Attraverso i suoi impianti di digestione anaerobica, ACEA Pinerolese riesce a produrre energia termica ed energia elettrica usata non solo per soddisfare gli stessi fabbisogni di ACEA ma anche e soprattutto, cedendo alla rete, quelli delle aree del Pinerolese riuscendo ad immettere in rete fino a 2.500.000 mc di biometano [34].

La collaborazione di ACEA Pinerolese come azienda rappresentativa è stata quindi preziosa specialmente nella fase iniziale di promozione del progetto e prima fase di monitoraggio energetico.

Le informazioni qui riportate sono molto importanti, perché queste differenze influiscono naturalmente anche nella distribuzione dei carichi elettrici e termici che, saranno molto più pronunciati nelle zone pianeggianti essendo caratterizzate da elevata densità abitativa e massiccia concentrazione di attività produttive; tale ripartizione disomogenea dei carichi influenza anche la realizzazione della rete di distribuzione che sarà molto più fitta e complessa nella zona orientale rispetto a quella occidentale della zona territoriale analizzata.

Il progetto del Piano Energetico della Comunità

Come descritto in precedenza, il progetto della Comunità Energetica del Pinerolese è composto da un'eterogeneità di partecipanti (comuni, aziende, produttori), che si differenziano non soltanto per dimensione e località ma anche e soprattutto per tipologia ovvero per tipo di soggetto che determina un consumo o una produzione all'interno della Comunità.

Stiamo ovviamente parlando di Comuni e aziende che concorrono entrambe con un unico obiettivo rivolto verso la Oil Free Zone ma con dei bisogni molto diversi.

Per poter definire quali siano questi bisogni occorre attuare un'analisi tecnico-scientifica che comprende varie fasi di progetto, per analizzare le reali potenzialità e le criticità dell'area in esame.

Essendovi una tale eterogeneità di soggetti coinvolti in un territorio molto vasto, l'analisi in oggetto presenta un duplice fine ovvero cercare di definire una metodologia univoca da poter riutilizzare su altri eventuali casi studio simili in ogni parte d'Italia e del Mondo:

Il processo deve svilupparsi come segue:

1. Studio del territorio e delle risorse naturali;
2. Analisi dei consumi elettrici e termici;
3. Analisi dei siti di produzione di energia da fonte rinnovabile (FER);
4. Realizzazione di indicatori;
5. Studio di riduzione dei consumi tramite progetti di efficientamento energetico;
6. Studio dei vantaggi economici dopo la nascita della comunità.

La prima fase consiste nello studiare quali siano le potenzialità del territorio e quali le criticità ed è forse la fase di più semplice attuazione in quanto ogni ente o azienda conosce bene il proprio territorio e le proprie potenzialità.

Di gran lunga di più difficile attuazione risultano essere le fasi successive, in particolar modo la seconda e la terza fase che richiedono una preparazione ed una raccolta dati complicata a causa delle difficoltà burocratiche e tecniche che si possono incontrare.

Queste due fasi permettono di effettuare una valutazione tra l'energia consumata e l'energia prodotta localmente e verificare la possibilità di utilizzare completamente sul posto tutta l'energia prodotta.

Queste fasi richiedono un coinvolgimento diretto degli enti pubblici e dei privati, in modo tale da poter stimare tutti i benefici ricavabili da un progetto come questo.

La difficoltà burocratica può essere definita attraverso la partecipazione da parte di tutte queste figure (comuni, aziende, produttori) che comporta la necessità di svolgere numerosi incontri, conferenze e

consulti tecnico-legali, per divulgare nel modo più trasparente e semplice possibile, il concetto di Comunità Energetica.

La difficoltà tecnica è invece legata al lavoro di raccolta dati ovvero reperire il maggior numero di dati possibili e nel modo più preciso possibile dei principali consumatori che faranno parte della comunità, cioè le aziende, i comuni e i cittadini.

Questa difficoltà è dovuta al fatto che molto spesso, specialmente nel caso dei comuni dove non è presente una figura che si occupa della “dimensione energetica” dell’azienda e in cui vi è un deficit di organico, il lavoro di raccolta dati viene visto come un qualcosa di superfluo che si aggiunge alle normali attività lavorative quotidiane.

Questa è una causa presente in diversi comuni che hanno aderito alla Comunità Energetica mentre altri, come il Comune di Pinerolo, hanno iniziato a reperire le informazioni appoggiandosi a delle società esterne il cui operato però sarà a costo della cittadinanza. Ecco spiegato da dove nasce tale difficoltà tecnica.

Per cercare di attenuare tali tempistiche, il gruppo di lavoro per la Comunità Energetica Pinerolese del Dipartimento di Energia del Politecnico di Torino, ha redatto un questionario di riferimento per aziende e comuni in cui viene spiegato dove e come reperire i dati necessari e soprattutto come reperirli in maniera adeguata. Tale questionario si compone di quattro parti:

- 1) Dati generali;
- 2) Fabbisogno energetico;
- 3) Produzione di energia;
- 4) Trasporti.

Riferendosi al questionario riservato ai comuni, all’interno del primo modulo si richiedono delle informazioni di carattere generale legate alla struttura della popolazione, numero di dipendenti comunali, indirizzo del municipio, altimetria ecc. Nel secondo modulo, nominato fabbisogno energetico, si vanno ad inserire e ad analizzare i dati relativi ai consumi elettrici e termici di tutte le strutture presenti sul territorio comunale appartenenti all’amministrazione stessa, considerando le caratteristiche degli edifici, le ore annuali di effettivo utilizzo, i giorni di apertura e altri dati che hanno permesso di capire l’utilizzo delle strutture comunali.

Nel terzo modulo, produzione di energia, ci si concentra su quella che è l’effettiva produzione di energia rinnovabile da impianti appartenenti al comune. Tali impianti sono, nella maggior parte dei casi, impianti fotovoltaici.

Nel quarto modulo, trasporti, si analizzano i mezzi di trasporto appartenenti all’amministrazione comunale ai fini di determinare il consumo di carburanti di origine fossile del Comune.

Seguendo tale questionario si raccolgono le informazioni da elaborare nelle fasi successive di studio preliminare.

La quarta fase del progetto comprende l'analisi di indicatori che permettono di studiare i fabbisogni delle strutture comunali analizzate, per mettere in risalto eventuali criticità e positività.

La quinta e la sesta fase del progetto consistono nell'analisi di tutti i possibili interventi che si possono realizzare per mitigare i carichi di picco, siano essi interventi fisici sui fabbricati e tramite tecnologie energetiche rinnovabili, sia ridisegnando l'uso della struttura.

Attraverso quest'attenta analisi, da realizzarsi su ogni azienda e comune, sarà possibile il funzionamento del territorio dal punto di vista energetico e realizzare concretamente la Comunità.

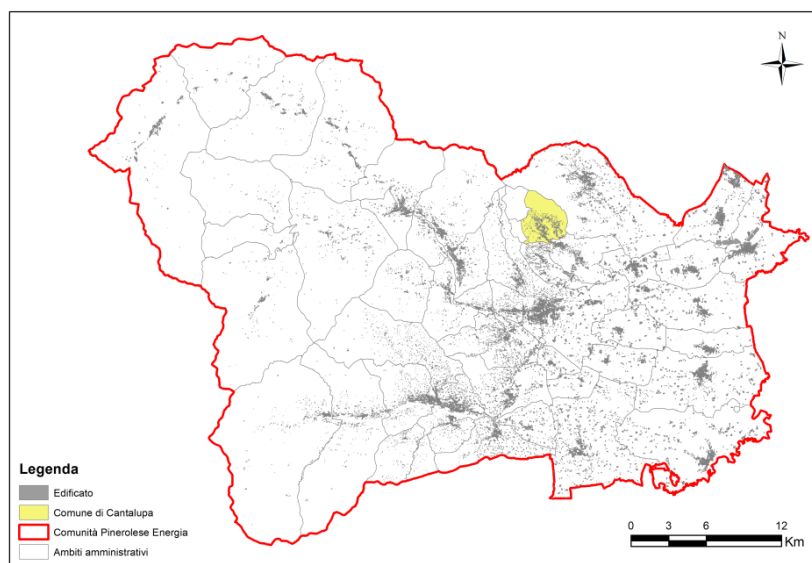
L'analisi di seguito proposta volge a determinare il primo studio a livello comunale del progetto di Comunità Energetica del Pinerolese in quanto le analisi effettuate fino ad ora si sono concentrate esclusivamente sulle aziende coinvolte nel progetto di Comunità e saranno proprio loro a dare il via al progetto.

Il lavoro di analisi, svolto durante il tirocinio curricolare nel Comune di Cantalupa nel periodo maggio-luglio 2019, vuole quindi andare a descrivere nel modo più preciso e veritiero possibile quelli che sono i consumi e la produzione del Comune di Cantalupa analizzando gli 11 edifici comunali che ne compongono il patrimonio con l'intento di attuare una lettura che sia applicabile non soltanto ad altri comuni del territorio ma anche a altri territori e ad altre Comunità Energetiche.

L'analisi svolta è utile quindi ad iniziare a definire il vero e proprio Piano Energetico della Comunità, strumento basilare per la creazione della Comunità Energetica del Pinerolese.

Lo studio, simile in tutto e per tutto ad un PAES comunale, dovrà essere portato avanti da tutti i comuni: solo conoscendo le necessità e le criticità attuali si potrà dimensionare correttamente la rete della Comunità.

3.3 – Analisi del Comune di Cantalupa: metodologia



Carta 5: Localizzazione del Comune di Cantalupa all'interno della Comunità Energetica. (Fonte: Elaborazione personale).

Il Comune di Cantalupa è situato nella parte alta della Val Noce e si estende ai piedi dei contrafforti rocciosi del “Tre Denti” e del monte “Freidour”. Ha un’altitudine di 459 m s.l.m., una superficie di circa 11 km² e conta, al 1° gennaio 2019, 2620 abitanti. Dista 30 km da Torino e 8 km da Pinerolo [43]

Le montagne, disposte a ferro di cavallo garantiscono un clima mite, senza nebbia, anche nel periodo invernale. La zona è stata abitata fin dall’era della pietra, come i recenti ritrovamenti archeologici nella grotta Ciamera hanno confermato. Successivamente si sono installate nella valle, parte alta, popolazioni celtiche. A corona del centro storico, in avanzata fase di ristrutturazione, sulle pendici della montagna, tante vecchie borgate. Cantalupa si propone come centro di sport, centro di cultura e centro di salute, grazie alle sue strutture sportive e ricettive (Centro federale di tiro con l’arco, il palazzetto dello sport e pista di atletica di fama regionale, il teatro e centro polivalente, ecc.), al clima mite, al tanto verde, alla dislocazione territoriale e alle sue numerose iniziative culturali [44].



Imm. 30: Il Municipio del Comune di Cantalupa. (Fonte: Comune.Cantalupa.to.it)

La pre-diagnosi energetica

L'analisi di seguito riportata si potrebbe definire come una pre-Diagnosi Energetica (pDE), un'azione propedeutica alla Diagnosi Energetica ("DE") dei siti critici, adatta ad analisi del patrimonio edilizio e della pubblica illuminazione di una PA.

Le azioni della pDE, svolta "a tavolino" sui dati da bolletta e attraverso l'anagrafica definita con la PA, si possono riassumere in:

- Riepilogo annuale consumi energetici del patrimonio edilizio e dell'IP di una PA
- Perseguire gestioni più efficienti e automatizzate
- Individuare gli interventi di miglioramento che possono essere gestionali (a costo "0" da implementare subito nel contesto esistente) o di investimento, i quali vanno scelti in base a vincoli esterni (obblighi normativi) e decisioni interne (limiti di budget, patto stabilità).
- Individuazione dei siti su cui concentrare azioni, in particolare successiva specifica DE per i siti ancora critici nonostante azioni di ottimizzazione gestionale
- Sistemático monitoraggio degli usi energetici significativi per verificare i risultati ottenuti e presidiare nel tempo i consumi energetici della PA

La raccolta dati

I dati utili alla redazione di una pDE sono:

- Informazioni dalle bollette elettriche e termiche: contengono i consumi mensili e per fascia oraria delle strutture comunali, occorre reperirle andando a ritroso di almeno 2/3 anni dalla corrente data di analisi. Per ogni edificio deve essere riportato anche il codice POD¹¹ di riferimento, la destinazione d'uso, l'indirizzo ecc.
- Informazioni di consumi energetici: Più si riesce a reperire informazioni di dettaglio meglio è; occorre scendere preferibilmente al consumo orario e dove non è possibile occorre definire il consumo per fascia oraria (o al limite mensile), per definire i profili dei consumi attraverso cui è possibile leggere eventuali anomalie.
- Informazioni dai dati riferiti agli immobili: superfici, volumi, numero di alunni e utenti... ai fini di determinare indici prestazionali.
- Informazioni sugli impianti di illuminazione presenti: in particolare per quanto riguarda il sistema di illuminazione pubblica, di cui bisogna conoscere il censimento

¹¹ Il codice POD (punto di prelievo dell'elettricità) è un codice composto da lettere e numeri che identifica in modo certo il punto fisico sul territorio nazionale in cui l'energia viene consegnata dal fornitore e prelevata dal cliente finale. Poiché identifica un punto fisico sulla rete di distribuzione e quindi una precisa utenza, il codice non cambia anche se si cambia fornitore.

- Informazioni relative ad impianti di energia rinnovabile: di impianti fotovoltaici, impianti solari per la produzione di acqua calda sanitaria ecc. che però, in molte PA, risultano monitorate in maniera approssimativa facendo risultare di difficile reperimento le informazioni.

I dati, pochi ma essenziali, devono essere affidabili e caratterizzare quantitativamente gli edifici e la composizione delle linee di illuminazione pubblica e quindi occorre:

- Verificare che non vi siano dati mancanti
- Verificare se i dati raccolti siano quelli più affidabili e dettagliati
- Verificare che i valori di consistenza degli edifici siano corretti e se vi sono dei locali non riscaldati né climatizzati.

Le fasce orarie

Le fasce orarie di distribuzione sono una suddivisione effettuata dall' Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas con lo scopo di incoraggiare i consumatori ad utilizzare la fascia più conveniente per consumare energia a seconda delle necessità degli stessi; a diversa fascia corrisponde diverso prezzo dell'energia in base all'effettiva richiesta che viene fatta.

Le fasce orarie sono definite a livello nazionale e non cambiano a seconda del fornitore: Enel, Eni gas e luce, Acea, Hera, A2A e altri.

Con l'arrivo delle fonti rinnovabili di energia, come ad esempio il fotovoltaico che produce energia solamente di giorno, la differenza di prezzo nelle fasce è diminuita rispetto agli anni passati in quanto è possibile produrre energia e auto consumarla oppure immetterla in rete definendo così una "valorizzazione" della stessa attraverso un ritorno parziale delle bollette (scambio sul posto).

Di seguito vengono riportate le tre fasce orarie ed una loro rappresentazione.

F1 (ore di punta)	dalle 8:00 di mattina alle 19:00 dal lunedì al venerdì, festività nazionali escluse
F2 (ore intermedie)	dalle ore 7:00 alle ore 8:00 la mattina, dalle ore 19:00 alle ore 23:00 dal lunedì al venerdì e dalle ore 7:00 alle ore 23:00 il sabato, festività nazionali escluse
F3 (ore fuori punta)	dalle ore 00.00 alle ore 7.00 e dalle ore 23.00 alle ore 24.00 dal lunedì al sabato, la domenica e festivi tutte le ore della giornata

Tabella 4: Fasce orarie dell'energia elettrica (fonte: Elaborazione personale dati Lucegas.it)

3.4 – Analisi dei consumi elettrici e termici attuali

Consumi elettrici dell'illuminazione Pubblica

Ai fini di una raccolta dati che rispecchi esattamente i consumi dell'illuminazione pubblica, è necessario avere a disposizione il censimento più definito e articolato di ogni linea di Illuminazione Pubblica.

Tali informazioni sono state reperite tramite il censimento dei corpi illuminanti del sistema di illuminazione pubblica e tramite bollette di energia elettrica del gestore comunale ovvero la società "Illumia S.p.a."

Ciò che emerge è che le bollette dell'energia elettrica fanno riferimento ad un POD e ad un'ubicazione e quindi potrebbe risultare che ad una sola ubicazione e POD corrispondano più vie.

Ad esempio, dalle bollette non risulta presente Via Roma che costituisce il principale collegamento con il comune limitrofo Frossasco ed è quindi presumibile che i consumi di Via Roma siano collegati allo stesso contatore della limitrofa Via Torino con il POD IT001E00104731.

Nelle tabelle sottostanti viene riportato un elenco dei punti luce situati nel territorio comunale a seguito di un censimento elaborato in collaborazione alla Polizia locale di cui si riporta una cartografia, e l'elenco delle vie a cui si fa riferimento nell'analisi e di cui si conoscono il rispettivo POD e consumo annuale da bollette.

Secondo il censimento dei punti luce, alcuni di essi appartengono non al comune ma bensì ad Enel Sole che ne gestisce direttamente il funzionamento.

Alla luce di questo è presumibile che i consumi indicati come "Via Illuminazione Pubblica" da Illumia siano proprio i consumi generati da questi punti luce.

Nonostante le richieste durante la fase di analisi non è stato possibile risalire a tale tipo di informazione in quanto Enel Sole non indica i consumi mensili ma solamente il costo e la società Illumia non ha rilasciato tale tipo di informazione.

VIA	COMUNE	ENEL SOLE	NOTE
Via Roma	19	11	
Strada Vecchia di Frossasco	4	----	
Via Torino	21	----	
Via Chiesa	21	----	Compresa piazza roma e Piazza della Chiesa
Strada del Monastero	15	----	
Via Contrada Pignatelli	4	----	
Viale Cav. Di Vittorio Veneto	3	----	
Via Bianciotti	----	3	
Via Scrivanda	8	12	
Via Tre Denti	15	16	Compresa Piazza Alpini
Via Ligiard	3	----	
Via Italia	20	2	
Via Coassoli	24	11	
Via S.Martino	23	6	
Strada Cristinera	----	1	
Strada Cravosio	----	4	
Via S.Antonio	37+5 globi Cappella S.Antonio	4	
Via Rocca	1	1	
Strada Volvera	----	1	
Via S. Giusto	32	----	
Strada Marchettoni	7	1	
Strada Pero	7	5	
Via Sala	13	2	
Via Rossi	29	----	
Strada Dandaro	1	----	
Strada Martina	12	----	
Via Roma (Area Artigianale)	----	----	n. 12 punti luce privati
Strada Pianassa	----	2	
TOTALE	324	82	TOT. = 406

Tabella 5: I punti luce dell'illuminazione pubblica del Comune di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati comunali)

VIA	POD	KWh*anno
Via Coassoli 1	IT001E00104729	3.442
Via Torino 21	IT001E00104731	4.551
Strada monastero	IT001E00104743	3.569
Via S. Antonio 37/A	IT001E00123942	3.569
Strada Ligiard SN	IT001E02218470	1.257
Strada Vecchia Frossasco SN	IT001E02240778	1.839
Via san Giusto SN	IT001E00104732	3.018
Via san antonio SN	IT001E02664131	2.221
Via III. Pubblica	IT001E00104744	28.557
Via San Giusto SN	IT001E02664131	35.779
Via Chiesa 41	IT001E00104737	14.626
Via S. Martino	IT001E00123943	18.989
Via Chiesa 43	IT001E00123949	5.876
Via Scrivanda SN	IT001E02230938	3.544
Via Italia SN	IT001E02230939	13.143
TOTALE		143.980

Tabella 6: La potenza assorbita per ogni POD di illuminazione pubblica del Comune di Cantalupa.

(Fonte: Elaborazione personale dati comunali)

Una volta definito come si compone il patrimonio dell'illuminazione pubblica comunale, attraverso un'analisi dell'andamento mensile dei consumi di illuminazione pubblica posto a confronto con l'andamento delle ore di buio mensili dell'anno 2018, è possibile verificare che non ci siano anomalie nel sistema.

All'interno della tabella seguente vengono riportate le ore di luce e le ore di buio per ciascun mese dell'anno 2018 mentre nei grafici sottostanti è possibile osservare la rappresentazione delle ore di buio di mese in mese e gli andamenti dei consumi elettrici delle varie vie comunali.

L'andamento delle curve di consumo dell'illuminazione pubblica riprende l'andamento del grafico relativo alle ore di buio infatti, i consumi maggiori si hanno nei mesi in cui si ha un numero inferiore di ore di luce naturale (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre, dicembre) ed è quindi richiesto un maggior dispendio di energia elettrica.

E' quindi possibile affermare che, per l'anno 2018, non vi sono state anomalie relative al consumo di energia elettrica legata all'illuminazione pubblica di vie e piazze se non per quanto riguarda il dato indicato come "Via III. Pubblica" che potrebbe avere una diversa gestione e quindi un diverso andamento.

Tale andamento andrebbe valutato periodicamente di mese in mese in maniera tale da intervenire subito qualora vi fossero dei deficit nel funzionamento.

Di seguito vengono riportati l'andamento delle ore di buio e del fabbisogno di energia elettrica per l'Illuminazione Pubblica di Cantalupa per l'anno 2018. L'andamento del fabbisogno è speculare all'andamento delle ore di buio; questo permette di non evidenziare anomalie.

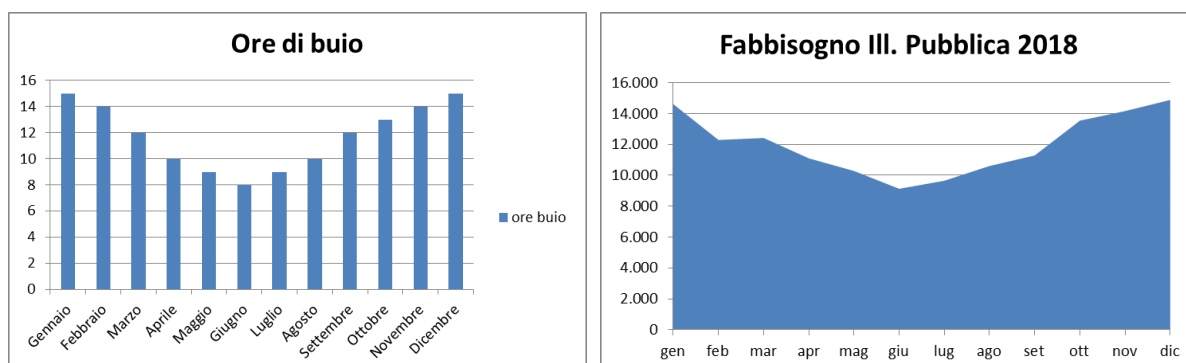


Grafico 1: Andamento delle ore di buio nell'anno 2018. (Fonte: Elaborazione personale dati Comuni-Italiani.it).

Grafico 2: Andamento del fabbisogno di illuminazione pubblica del Comune di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Consumi elettrici degli edifici comunali

La principale fonte da cui si sono ricavati i dati necessari all'indagine del fabbisogno di energia elettrica del parco edilizio comunale sono le bollette elettriche.

L'analisi delle bollette consiste nell'organizzare a livello mensile i dati di consumo ricavabili dalle fatture stesse che fanno riferimento al POD ed a un indirizzo di fornitura.

Gli edifici di competenza comunale presi in esame durante lo studio sono stati:

- Edifici adibiti a scuola:
 - **Scuola dell'Infanzia e Scuola Primaria "Pignatelli"**

Il comune di Cantalupa offre un servizio scolastico solamente per quanto riguarda i livelli di istruzione inferiori quali scuola materna ed elementare mentre per i gradi maggiori di istruzione il comune di appoggia ai comuni limitrofi quali Frossasco per l'istruzione secondaria di primo grado e Pinerolo per l'istruzione secondaria di secondo grado. L'istituto "Pignatelli" è stato realizzato nel 1975 e successivamente è stato ampliato nel 1988. Ha un unico POD di riferimento per i consumi elettrici e termici ma vi sono due indirizzi separati rispettivamente Via Roma 12 per la scuola elementare e Via Del Monastero 7 per l'asilo.
- Edifici adibiti ad attività sportive:
 - **Palestra Comunale, Via Roma 16**

Si tratta di una struttura per la ginnastica a corpo libero e alcune partite di pallavolo tra le squadre del circondario. Viene utilizzata occasionalmente e quindi non è possibile definire un consumo giornaliero costante legato a tale immobile.

- **Palazzetto dello sport e pista di atletica, Via Italia SN**

Il Palazzetto dello Sport si compone di una palestra piccola, una palestra centrale, una sala muscolazione, pistino di atletica coperto di 80 metri lineari, pareti di arrampicata (anche per principianti), servizi connessi. Lo Stadio di atletica è composto da tribuna e relativi servizi e campo centrale di calcio. La struttura ha rilevanza regionale e numerose squadre di calcio professionistiche e i rispettivi settori giovanili, vi svolgono annualmente ritiri e allenamenti.

- **Campo da calcio Grande Torino, Via Italia 28**

E' costituito da un campo da calcio regolamentare con relativi spogliatoi e dotato d'impianto d'illuminazione.

- Edifici adibiti ad uffici:

- **Municipio, Via Chiesa 43**

E' una tra le strutture che registra i consumi più elevati e soprattutto più costanti in quanto gli uffici comunali sono aperti dal lunedì al venerdì dalle 8.00 alle 17.30 e il sabato dalle 8.00 alle 12.30.

- Edifici adibiti ad attività ricreative ed associative:

- **Biblioteca comunale "Adolfo e Nero Coassolo", Via Chiesa 73**

- **Centro polivalente – teatro comunale "Silvia Coassolo", Via Roma 18**

La struttura è utilizzata saltuariamente per eventi e manifestazione di carattere culturale. Per questo motivo, come per la palestra comunale situata accanto, non è possibile definire un consumo giornaliero continuativo.

- **Casa ATC e centro anziani, Via Chiesa 2**

La casa ATC ed il centro anziani di Cantalupa condividono lo stesso indirizzo ma fanno riferimento a due POD differenti. Viene definita come "Casa ATC" un complesso in cui vi sono appartamenti indipendenti da dare in affitto agevolato a famiglie e anziani in difficoltà economiche. Attraverso l'analisi delle bollette è risultato che i consumi relativi alla Casa ATC sono relativamente esigui in quanto rientrano a carico del comune solamente le spese dei consumi elettrici e di riscaldamento delle parti comuni che non ricadono all'interno dei millesimi di proprietà dei condomini. Il "centro anziani" invece è localizzato nel piano seminterrato dell'edificio e i relativi consumi rientrano tutti a spese del comune.

- Altro:
 - **Locale servizi, Via Chiesa 69**
 - **Magazzino comunale, Via Italia 28**
Viene utilizzato come struttura di ricovero attrezzi, macchinari e mezzi comunali utilizzati dagli operatori ecologici comunali per la pulizia e per il servizio della comunità.
 - **Cimitero comunale, Strada Monastero SN**
Il cimitero è aperto al pubblico tutti i giorni dalle 8.00 alle 19.00 da marzo ad ottobre e dalle 8.00 alle 17.00 da novembre a febbraio.
I consumi legati a questa utenza, nonostante la continuità con cui se ne usufruisce, sono comunque inferiori rispetto ad altre utenze comunali.

Di seguito si evidenziano alcuni dati utili a caratterizzare le suddette sedi comunali ai fini dell'analisi quali POD di riferimento, indirizzo di fornitura, giorni di apertura settimanali e giorni di apertura annuali, superficie netta dell'edificio e, nel caso della scuola e del municipio, il numero degli alunni e dei dipendenti comunali.

Definire alcuni dei dati riportati nella tabella sottostante è più complicato per alcune strutture piuttosto che per altre; in particolare risulta difficile definire un uso costante delle stesse, che può variare molto in quanto non vi è un uso fisso come può avvenire invece per una scuola, un ufficio o un'azienda privata. In questo caso è possibile definire i giorni di apertura nei diversi mesi attraverso l'analisi del calendario delle prenotazioni delle strutture fornito dalla segreteria comunale.

Il dato relativo alla superficie netta dei vari edifici, è stata ricavata dall'analisi delle schede catastali dei diversi edifici fornite dall'Ufficio Tecnico comunale.

Edificio	Indirizzo	POD	Giorni apertura settimanali	Giorni apertura anno 2018
Cimitero Comunale	Strada Monastero SN	IT001E00104742	7	365
Palestra Comunale	Via Roma 16	IT001E00104741	variabili	254
Palazzetto dello sport e pista di atletica	Via Italia SN	IT001E02257429	variabili	301
Locale servizi	Via Chiesa 69	IT001E00123944	5,5	350
Campo da Calcio Grande Torino	Via Italia 28	IT001E00123947	variabili	85
Biblioteca comunale "Adolfo e Nero Coassolo"	Via Chiesa 73	IT001E00104734	3	150
Casa ATC	Via Chiesa 2	IT001E01514629	7	365
Centro anziani	Via Chiesa 2	IT001E00123945	5	260
Scuola dell'Infanzia e Scuola Primaria "Pignatelli"	Strada Monastero 7, Via Roma 12	IT001E00104740	5	224
Magazzino comunale	Via Italia 28	IT001E01514448	5,5	350
Municipio	Via Chiesa 43	IT001E00104735	5,5	350
Centro polivalente – teatro comunale "Silvia Coassolo"	Via Roma 18	IT001E00104739	variabili	94

Tabella 7: Dati identificativi delle strutture comunali del Comune di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati comunali)

Edificio	Superficie mq	Numero utenti
Cimitero Comunale	15,00	variabili
Palestra Comunale	557,60	variabili
Palazzetto dello sport e pista di atletica	34.129,20	variabili
Locale servizi	172,00	variabili
Campo da Calcio Grande Torino	7.295,00	variabili
Biblioteca comunale "Adolfo e Nero Coassolo"	330,00	variabili
Casa ATC	250,00	variabili
Centro anziani	430,00	variabili
Scuola dell'Infanzia e Scuola Primaria "Pignatelli"	4.153,00	141
Magazzino comunale	388,24	variabili
Municipio	995,00	5
Centro polivalente – teatro comunale "Silvia Coassolo"	2.017,90	variabili

Tabella 8: Dati identificativi delle strutture comunali del Comune di Cantalupa.

(Fonte: Elaborazione personale dati comunali)

Dopo aver organizzato i dati di consumo, si sono ricavati ed analizzati i consumi annuali e mensili del parco edilizio. Si è poi definito il profilo del fabbisogno energetico dell'intero parco edilizio comunale, valutato in base alla necessità di energia richiesta per far fronte ai consumi finali.

Come si può notare nel grafico sottostante, facendo riferimento ai consumi annuali, si nota come il "palazzetto dello sport e la pista di atletica" hanno un consumo elettrico molto più elevato rispetto alle altre strutture comunali; questo perché tale impianto sportivo ha una conformazione ed un utilizzo completamente diverso rispetto alle altre utenze.

Come indicato in precedenza, la struttura in oggetto comprende al suo interno numerose attività che necessitano di un particolare sistema di illuminazione più energivoro di altri; si capisce quindi come questi siano tutti consumi elevati che, facendo riferimento ad un solo POD fanno risultare gli altri consumi comunali nettamente inferiori.

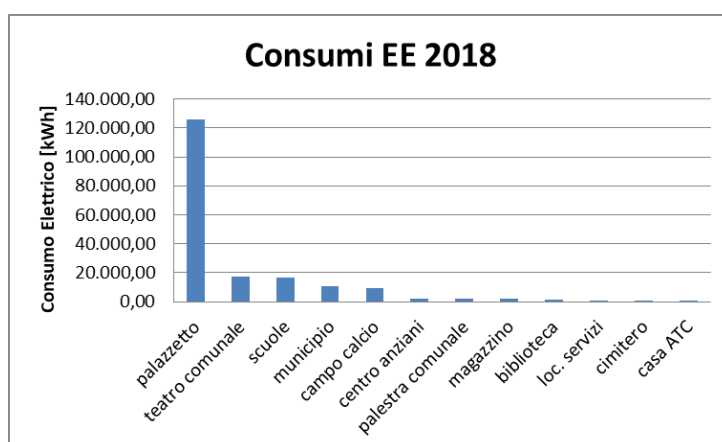


Grafico 3: Andamento del fabbisogno di illuminazione pubblica del Comune di Cantalupa.

(Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Per poter quindi osservare meglio i consumi delle altre strutture comunali si è elaborato un nuovo grafico escludendo i dati del palazzetto. I consumi maggiori, come si può osservare nel grafico sottostante si hanno per quanto riguarda le strutture del teatro, delle scuole, del municipio e del campo da calcio Grande Torino.

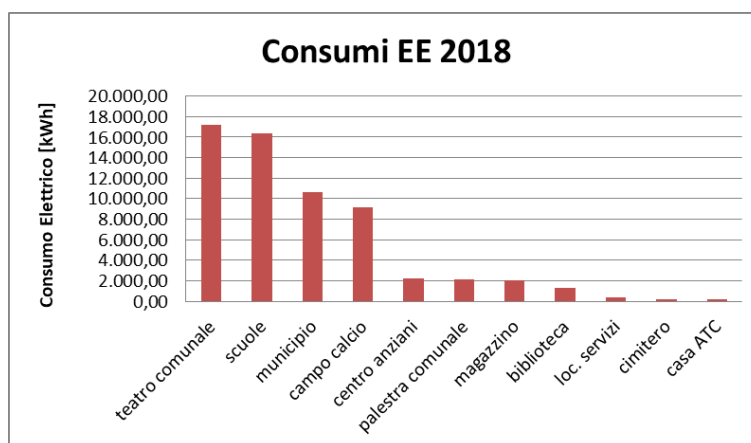


Grafico 4: Andamento del fabbisogno di illuminazione pubblica del Comune di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Di seguito si riporta il consumo elettrico annuale del 2018 stimato tramite i dati pervenuti dalle bollette.

Edificio	Consumo [kWh*anno]	Percentuale [%]
Cimitero Comunale	207	0,11
Palestra Comunale	2.187	1,16
Palazzetto dello sport e pista di atletica	126.154	67,06
Locale servizi	355	0,19
Campo da Calcio Grande Torino	9.181	4,88
Biblioteca comunale "Adolfo e Nero Coassolo"	1.281	0,68
Casa ATC	193	0,10
Centro anziani	2.230	1,19
Scuola dell'Infanzia e Scuola Primaria "Pignatelli"	16.396	8,72
Magazzino comunale	2.086	1,11
Municipio	10.636	5,65
Centro polivalente – teatro comunale "Silvia Coassolo"	17.228	9,16
TOTALE:	188.134	100

Tabella 9: Consumo elettrico strutture comunali e percentuale rispetto al totale. (Fonte: Elaborazione personale dati comunali)

Dalla tabella riportata si nota come la richiesta di energia sia molto varia in corrispondenza anche delle funzioni assegnate agli edifici: alcuni utenti consumano meno dell' 1-2% dell'energia totale richiesta, alcuni l'8-9% e in un caso anche il 67,06%.

Ovviamente quest'ultimo caso, come già indicato in precedenza, è un caso anomalo in quanto non in tutti i comuni di queste dimensioni appartenenti alla Comunità Energetica si trovano strutture di questo tipo.

A maggior ragione questo ci aiuta a comprendere che l'energia richiesta non ha una distribuzione omogenea nel territorio della Comunità ma esistono dei punti in cui si richiede una maggior quantità di energia e altri in cui la richiesta è minore.

Per capire più nel dettaglio come tali consumi possano essere soddisfatti tramite risorse energetiche rinnovabili, risulta necessario definire i valori mensili di consumo che vengono riportati nella tabella seguente.

[kWh]	Cimitero comunale	Palestra Comunale	Palazzetto dello sport	Locale servizi	Campo da calcio Grande Torino	Biblioteca comunale	Casa ATC	Scuole	Magazzino comunale	Municipio	Centro anziani	Centro polivalente – teatro	Tot.
Gennaio	14	278	11.129	7	332	152	4	1.729	297	1.005	298	1.452	16.697
Febbraio	12	245	11.893	52	269	118	28	1.673	6	922	281	1.367	16.866
Marzo	17	233	12.493	146	340	149	61	2.424	403	872	190	1.507	18.835
Aprile	14	112	10.855	58	378	156	43	1.318	123	895	249	1.102	15.303
Maggio	14	87	6.847	43	308	177	1	935	102	1.050	117	1.262	10.943
Giugno	13	73	6.313	18	540	84	29	491	75	764	75	1.639	10.114
Luglio	17	128	6.206	12	1.344	143	16	624	95	736	89	1.823	11.233
Agosto	14	130	8.802	3	1.243	82	3	472	106	636	93	1.440	13.024
Settembre	15	142	10.904	/	1.182	106	1	1.151	113	753	134	1.414	15.915
Ottobre	14	180	13.580	1	551	111	4	2.118	167	1.066	199	1.007	18.998
Novembre	43	281	13.332	15	1.132	153	/	2.043	197	995	306	1.704	20.201
Dicembre	20	298	13.800	/	1.562	145	3	1.418	402	942	333	1.511	20.434

Tabella10: Valori mensili di consumo delle strutture comunali di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati comunali)

Elaborando i dati di consumo mensile di tutte le strutture, si può effettuare un'analisi più precisa della situazione energetica comunale, definendo la distribuzione di consumo durante il corso dell'anno, ed evidenziando i periodi in cui si ha il picco della richiesta e quelli, invece, in cui si ha il minimo consumo.

Come si può osservare dal grafico sottostante, i mesi in cui vi è maggiore consumo sono i mesi invernali in cui le ore di buio sono maggiori; ciò che occorre osservare è che il picco minore non si ha nei mesi di luglio-agosto ma nel mese di giugno in quanto, come si può osservare dalla tabella precedente, sono proprio in questi mesi che le strutture che sono state definite come “anomale” per una realtà come Cantalupa, si rivelano più utilizzate e quindi più energivore (nello specifico ci si riferisce al campo da calcio “Grande Torino”) mentre altre realtà come ad esempio le scuole non sono utilizzate.

Di seguito si riporta il grafico che contiene il contributo di ogni edificio al consumo di energia elettrica mensile.

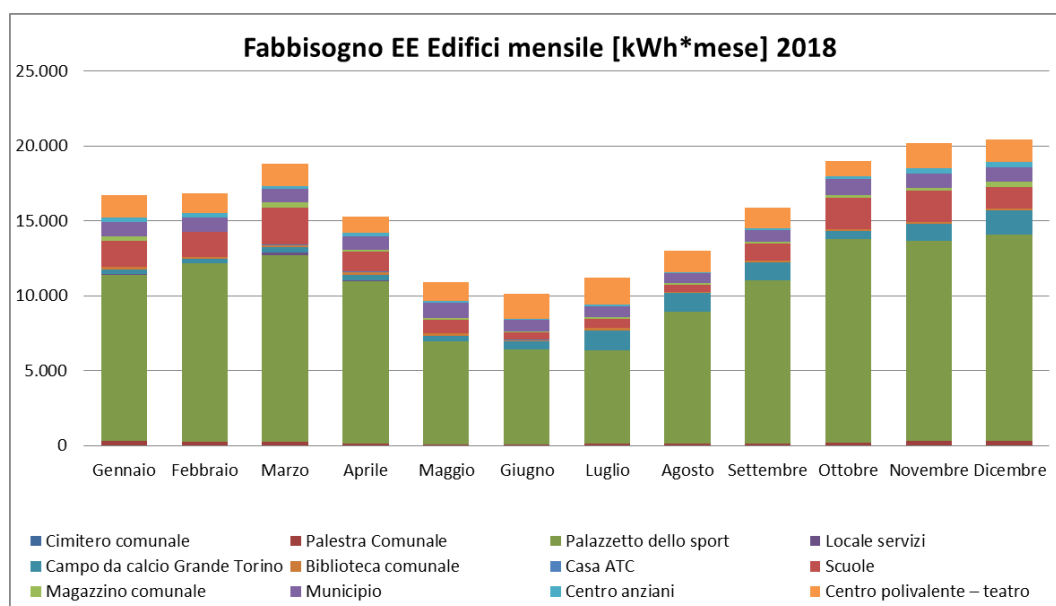


Grafico 5: Andamento del fabbisogno delle strutture comunali del Comune di Cantalupa.

(Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Per far emergere il legame tra il fabbisogno di energia elettrica e i giorni di utilizzo per quelle strutture in cui, all'interno della "Tabella 7" si era riportata la voce "variabili", in quanto i giorni di utilizzo variano di settimana in settimana, si sono calcolati i giorni mensili di utilizzo consultando il calendario delle prenotazioni per l'utilizzo delle strutture stesse.

Si è poi diviso il consumo di energia elettrica per i giorni in cui le strutture sono state effettivamente utilizzate ogni mese.

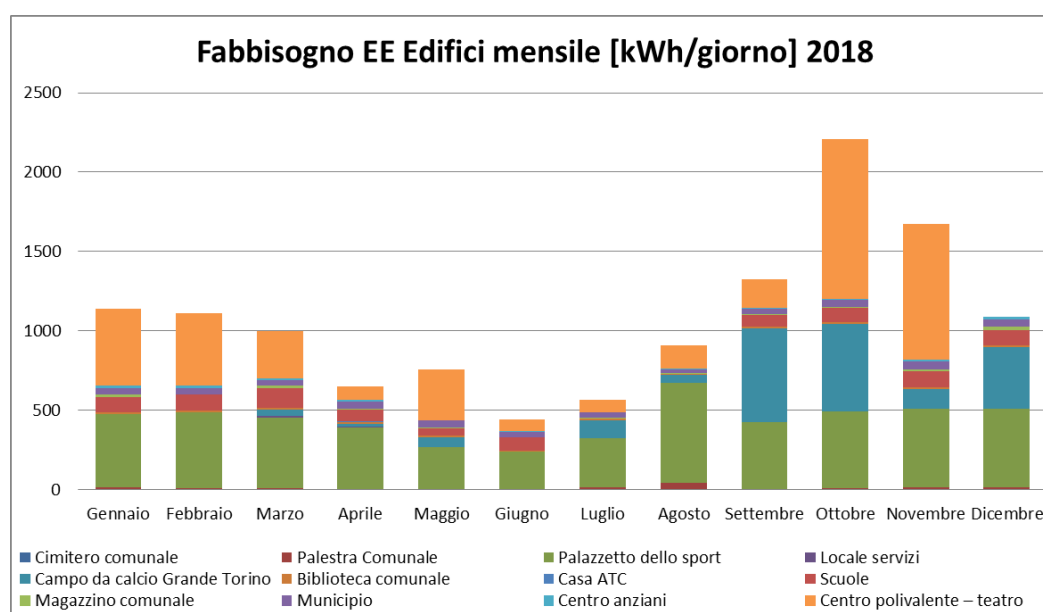


Grafico 6: Andamento del fabbisogno delle strutture comunali del Comune di Cantalupa in base ai giorni di utilizzo.

(Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Si evince che il consumo di energia elettrica è strettamente legato ai giorni di effettivo utilizzo delle strutture.

Il fabbisogno giornaliero risulta stabile per le strutture che hanno un utilizzo costante, ovvero più o meno lo stesso tempo di utilizzo tutte le settimane dell'anno. Se prima, osservando il consumo mensile, tra le varie strutture si osservava una predominanza dei consumi del palazzetto, teatro e palestra comunale, rapportando il consumo ai giorni di effettivo utilizzo per ogni mese, possiamo valutare le strutture che sono maggiormente energivore. Tra queste osserviamo il teatro comunale, il palazzetto dello sport ed il campo di atletica e il campo da calcio Grande Torino.

Indici prestazionali

L'analisi dell'efficienza energetica comunale si basa sulla determinazione di indicatori di prestazione volti a definire determinate caratteristiche delle strutture prese in esame così da poter risolvere eventuali deficit energetici e poter operare su di esse prima che su altre.

Gli indicatori presi in considerazione nell'analisi sono:

- **Densità alunni nelle scuole (mq/alunno):** permette di stabilire se gli spazi di un complesso scolastico sono utilizzati in maniera corretta attraverso la correlazione utenza-metratura ai fini anche di definire se vi è una corretta gestione delle strutture. Questo indice è calcolato come rapporto tra la superficie al netto dei muri ed il numero di alunni della scuola.

Per poter definire se il plesso scolastico di Cantalupa è correttamente dimensionato, e se presenta quindi anche una corretta gestione energetica evitando così dei consumi energetici eccessivi rispetto alle dimensioni della struttura, si fa riferimento ai valori indicati all'interno del D.M. 18 dicembre 1975¹² il quale indica che nelle scuole dell'infanzia, primaria e secondaria di primo grado, deve essere garantita a ciascun allievo una superficie minima di 1,8 mq/alunno.

Nel caso di Cantalupa, la struttura a cui fare riferimento è stata costruita nel 1975 e ospita sia la scuola dell'infanzia che la scuola primaria. La tabella sottostante indica i parametri presi in considerazione per la definizione di tale indicatore nel comune di Cantalupa e lo pone in relazione con il valore minimo indicato dalla legge; secondo i dati raccolti per l'anno scolastico 2018-2019, gli alunni del polo scolastico di Cantalupa erano rispettivamente 35 per la materna e 106 per la scuola elementare per un totale di 141 alunni.

¹² D.M. 18 dicembre 1975, "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica" che si occupa sostanzialmente di questioni igienico-sanitarie i cui controlli sono demandati alle A.S.L.

Attraverso la ricerca dei dati catastali del complesso scolastico depositati nell'archivio comunale, si è ricavata la superficie netta dell'immobile che è pari a 4153 m². Risulta quindi che ogni alunno di Cantalupa ha a disposizione 29,45 m² di struttura a suo servizio contro gli 1,8 minimi indicati dalla normativa.

Superficie netta [m ²]	Numero alunni [n]	Densità alunni Cantalupa [m ² /alunno]	Densità alunni D.M. 18 dic. 1975 [m ² /alunno]
4153	141	29,45	1,8

Tabella 11: Densità scolastica del Comune di Cantalupa in rapporto al DM 18 dic. 1975.

(Fonte: Elaborazione personale dati comunali)

Dai risultati ottenuti in "Tabella 11", è quindi possibile definire che il complesso scolastico di Cantalupa, secondo gli standard di riferimento, è sovradimensionato e questo implica sprechi in termini energetici. Secondo quanto affermato dai tecnici comunali, nel momento in cui la struttura scolastica venne realizzata, il numero di studenti era maggiore rispetto a quello necessario oggi; attualmente tutto questo si traduce in un eccesso di spazi che portano ad un consumo eccessivo, e quindi ad uno spreco, di energia.

Il parametro in questione quindi potrebbe aiutare a definire la possibilità di accorpare delle strutture scolastiche sovradimensionate all'interno della stessa città. Ovviamente questo non è il caso di Cantalupa in cui vi è una sola struttura scolastica, ma si ritiene possibile avviare una migliore gestione in termini di manutenzione e pulizia così da generare dei risparmi energetici anche se apparentemente irrilevanti.

Quanto appena detto potrebbe però essere applicato al caso del Comune di Pinerolo la cui analisi energetica non è ancora stata svolta

- **Indice di consumo elettrico medio (kWh/m²*anno):** questo indice viene utilizzato per definire i risparmi potenziali per quelle realtà in cui vi è un'abbondanza di dati, in particolar modo scuole ed uffici ma anche altre tipologie.

I valori di superficie netta, come già detto in precedenza, sono stati ricavati a partire dalle schede catastali degli immobili e, dove non è stato possibile ricavarla, diminuendo la superficie lorda del 15%.

Dal semplice rapporto dei kWh di consumo indicati in precedenza e della superficie delle strutture qui ottenuta, si è calcolato l'indice di consumo elettrico medio.

Nella seguente tabella si riportano i risultati ottenuti di tutti gli edifici comunali di Cantalupa.

Non risulta attualmente possibile stilare alcun tipo di paragone per definire la bontà o meno dei consumi elettrici medi in quanto Cantalupa risulta l'unico comune ad aver eseguito tale analisi.

E' comunque possibile effettuare un confronto dei vari indici attraverso il grafico sottostante in maniera tale da capire qual è la struttura che richiede maggiore attenzione agli sprechi.

Tra tutte le strutture comunali, quella che presenta un valore di consumo maggiore è il cimitero; questo indica che, a parità di superficie con altre strutture, il cimitero ha un errato consumo di energia elettrica. Stando ai risultati dell'analisi quindi, nell'ottica di ridurre gli sprechi energetici comunali, occorrerebbe quindi andare ad intervenire prima su questa struttura piuttosto che su altre ma, visti i consumi irrisori rispetto ad altri edifici, si consiglia di operare prima dove i consumi sono maggiormente elevati.

Denominazione	Superficie netta [mq]	TOT [kWh]	Indice consumo elettrico medio [kWh/mq*anno]
palazzetto	34.129,20	126.154	3,70
teatro comunale	2.017,90	17.228	8,54
scuole	4.153,00	16.396	3,95
municipio	995,00	10.636	10,69
campo calcio	7.295,00	9.181	1,26
centro anziani	430,00	2.230	5,19
palestra comunale	557,60	2.187	3,92
magazzino	388,24	2.418	6,23
biblioteca	330,00	1.571	4,76
loc. servizi	172,00	355	2,06
cimitero	15,00	207	13,80
casa ATC	250,00	193	0,77

Tabella12: Indici di consumo elettrico medio del Comune di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati comunali)

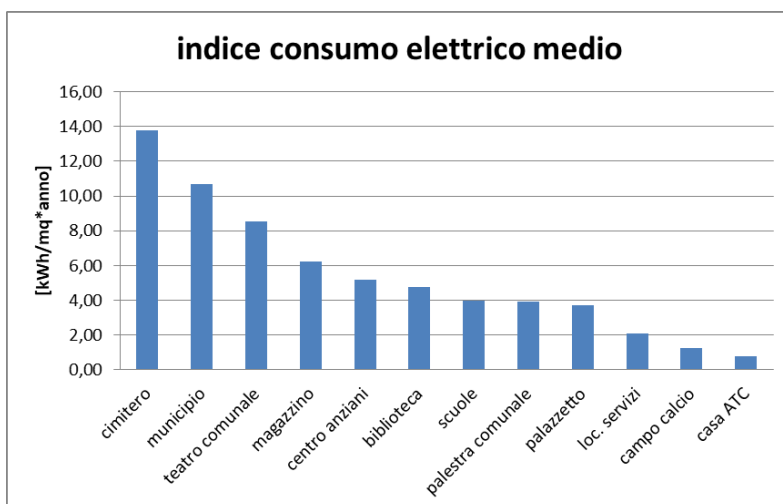


Grafico 7: Indice di consumo elettrico medio del Comune di Cantalupa.

(Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Indagini “ad hoc”

Il calcolo degli indicatori risulta però non applicabile o di difficile applicazione nel momento in cui una struttura viene utilizzata saltuariamente e da un numero di persone molto variabile o molto più semplicemente quando non vi sono valori generali a cui fare riferimento per valutare il corretto funzionamento delle strutture.

E' questo il caso di molti degli edifici comunali di Cantalupa quali la palestra comunale, la biblioteca, il complesso del palazzetto dello Sport, il magazzino comunale, il cimitero e il salone polivalente o teatro comunale.

Per ciascuno di questi edifici occorre definire un'indagine ad hoc andando ad analizzare l'andamento dei consumi mensili e cercare di intuire quali possano essere i deficit di funzionamento e quindi i principali margini di intervento.

Palestra comunale

La palestra comunale di Via Roma 16 si compone essenzialmente di uno spazio adibito ad attività fisica a corpo libero. Viene utilizzato saltuariamente per incontri sportivi e attività didattica delle scuole adiacenti. Il numero di coloro che usufruiscono di tale spazio cambia di volta in volta così come non è costante il suo utilizzo mensile nelle fasce orarie.

Il consumo annuale di tale struttura è di 2187 kWh.

Nel grafico 8 viene riportato il profilo di consumo elettrico.

Secondo gli orari forniti dalla segreteria comunale, durante l'anno 2018, la palestra comunale è stata utilizzata come palestra per il complesso scolastico adiacente durante l'anno scolastico (quindi da settembre a giugno) ed è stata utilizzata nei mesi estivi esclusivamente come sede per incontri sportivi di pallavolo, basket ecc. dalle squadre locali; questo giustifica come, nei mesi estivi, i consumi della struttura sono inferiori rispetto al resto dell'anno.

Analizzando il consumo suddiviso nelle tre fasce orarie è possibile verificare tale comportamento.

Il grafico 9 sottostante, riporta il consumo mensile suddiviso per le tre fasce orarie della palestra comunale; l'utilizzo definito qui sopra si può dire confermato in quanto nei mesi estivi, fatta eccezione per i mesi di maggio e giugno in cui l'illuminazione naturale della struttura permette un consumo pari quasi a zero, i consumi in fascia diurna feriale sono assenti mentre rimangono e sono molto elevati quelli nelle fasce F2 ed F3.

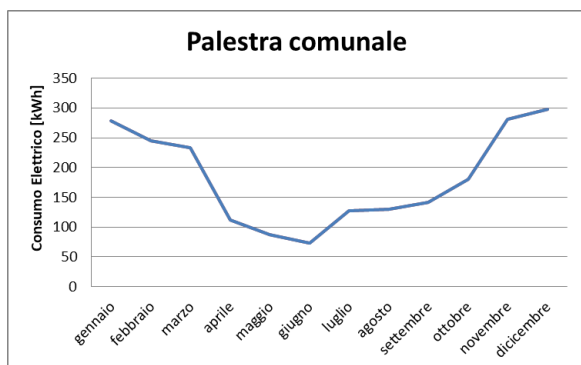


Grafico 8: Profilo di consumo della palestra comunale di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

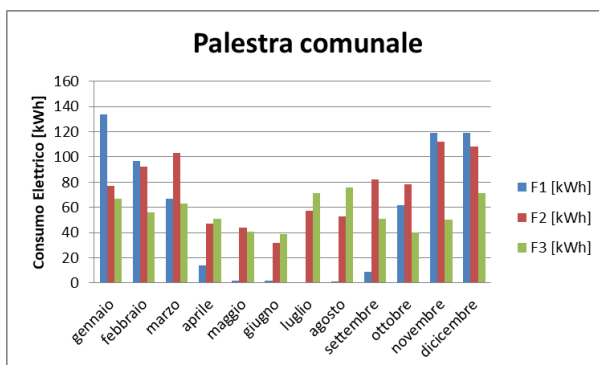


Grafico 9: Consumo mensile suddiviso in fasce orarie della palestra comunale di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Biblioteca

La struttura comunale di Via Chiesa 73, si compone di uno spazio adibito a biblioteca al piano terreno e di alcuni spazi adibiti a sale riunioni al piano primo.

Secondo quanto indicato dalla segreteria comunale la biblioteca è aperta al pubblico, e quindi presenta i maggiori consumi, i giorni mercoledì, giovedì e sabato dalle 15:30 alle 17 per tutto l'anno.

Occasionalmente le sale riunioni presenti ai piani superiori vengono utilizzate dalle diverse associazioni no profit comunali come sede per le loro riunioni che avvengono principalmente in orario serale, ma comunque saltuariamente (soltanto alcune ore per una o due sere al mese) e quindi dovrebbero generare dei consumi inferiori rispetto agli usi della biblioteca.

I consumi annuali legati a tale utenza sono di 1576 kWh; di seguito ne viene riportata la distribuzione.



Grafico 10: Profilo di consumo della biblioteca comunale di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Osservando il profilo di consumo nel grafico 10 non è possibile fare delle considerazioni sulla tipologia di consumo energetico che genera tale struttura in quanto l'andamento è molto irregolare; vi sono dei picchi nei mesi di maggio e luglio i quali però non permettono di definire delle considerazioni su come viene utilizzata l'energia in tale struttura.

Andando invece ad osservare la distribuzione dei consumi nelle tre fasce orarie mese per mese, si osserva come l'informazione sul funzionamento della struttura da parte del comune non pare allineata con i consumi reali.

Anche se, secondo il comune, l'utilizzo più consistente e costante ricade nella fascia F1¹³, si osserva come in realtà il consumo maggiore si ha per la fascia F3 in ogni mese ed in particolare con dei picchi nei mesi di maggio e luglio.

Da tale lettura si definisce come è opportuno verificare l'utilizzo della sede durante le varie ed occasionali riunioni delle associazioni ai fini di ridurre lo spreco nelle ore serali-notturne.

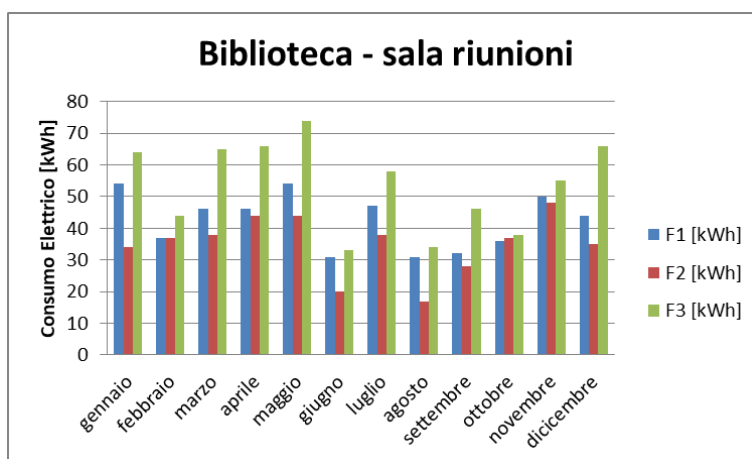


Grafico 11: Consumo mensile suddiviso in fasce orarie della biblioteca comunale di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Magazzino

Il magazzino comunale di Via Italia 28 è una struttura che presenta uno dei più bassi consumi annui, pari a 2086 kWh.

La sua struttura, adibita a ricovero dei veicoli e mezzi utilizzati dagli operatori comunali, presenta delle ampie aperture che consentono una buona illuminazione interna. Di seguito viene riportato l'andamento dei consumi mensili.

¹³ Anche se il maggior uso della struttura ricade in fascia F1 e quindi durante l'illuminazione solare, il locale adibito a biblioteca richiede comunque l'utilizzo di illuminazione artificiale in quanto, essendo una struttura risalente al 1942, la superficie finestrata rientra nei parametri di legge ma, per un confort ottimale di lettura, è necessario accendere le luci della struttura. Per questo motivo, i consumi maggiori dovrebbero ricadere all'interno della fascia F1.

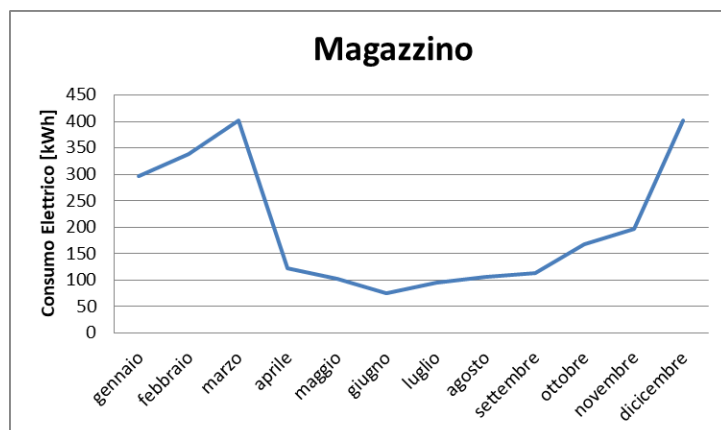


Grafico 12: Profilo di consumo del magazzino comunale di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Di seguito si riporta la suddivisione dei consumi nelle fasce orarie per verificare il comportamento dei consumi.

Si nota come i consumi sono ripartiti maggiormente nelle fasce F1 e F3, occorre quindi verificare più nel dettaglio i consumi che si verificano nella fascia F3 ed intervenire in maniera tale da renderli pari a zero o comunque minori degli attuali in quanto sono poco giustificabili essendo questa una struttura utilizzata durante l'orario di lavoro dai dipendenti comunali e quindi in fascia F1.

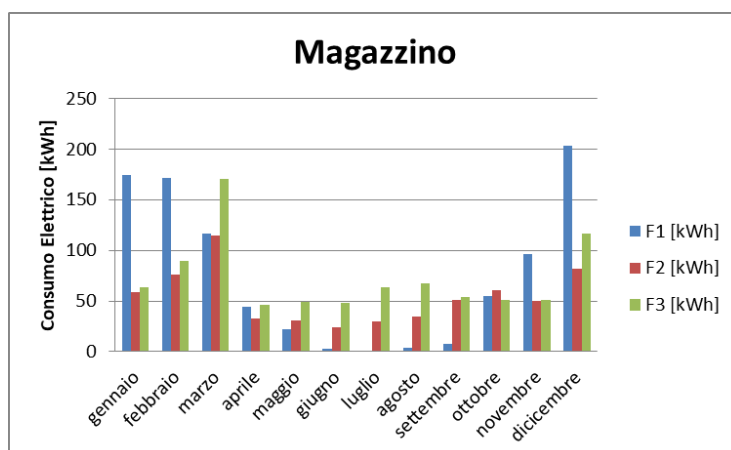


Grafico 13: Consumo mensile suddiviso in fasce orarie del magazzino comunale di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Locale servizi

Allo stesso modo del magazzino, il locale servizi è una struttura utilizzata esclusivamente dagli impiegati comunali e come deposito delle attrezzature della proloco comunale. Il personale dell'associazione accede esclusivamente per posare e prendere tale attrezzatura in maniera saltuaria ed autonoma e non

è quindi possibile in questa sede definire esattamente gli orari e le modalità con cui tale accesso è avvenuto.

Il consumo annuo della struttura è di 335 kWh.

Stando a quanto appena indicato, il locale servizi è una delle strutture meno utilizzate del Comune di Cantalupa e quasi esclusivamente da addetti comunali.

Tale informazione si riflette sull'andamento dei consumi mensili riportato di seguito in cui, per i mesi di settembre, ottobre e dicembre sulle bollette elettriche non era indicato alcun consumo elettrico mentre, per il mese di agosto, il consumo era pari a 1 kWh nella fascia F1.

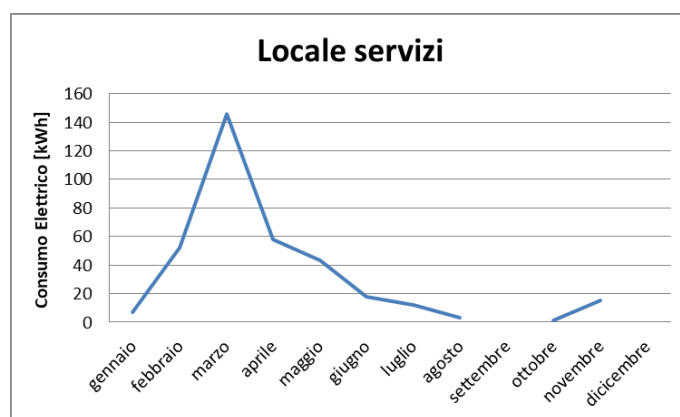


Grafico 14: Profilo di consumo del locale servizi comunale di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comunali).

Partendo da tali considerazioni e osservando la suddivisione di consumo nelle fasce orarie notiamo come i consumi sono maggiori, per 8 mesi su 12, nella fascia F1 e per 2 mesi su 12 nella fascia F3.

Risulta difficile trarre delle considerazioni per quanto riguarda tale utenza di consumo in quanto è presumibile che il picco in fascia F3 del mese di marzo sia generato da un qualche tipo di anomalia o ad un utilizzo poco consono da parte di un' utenza comunale.

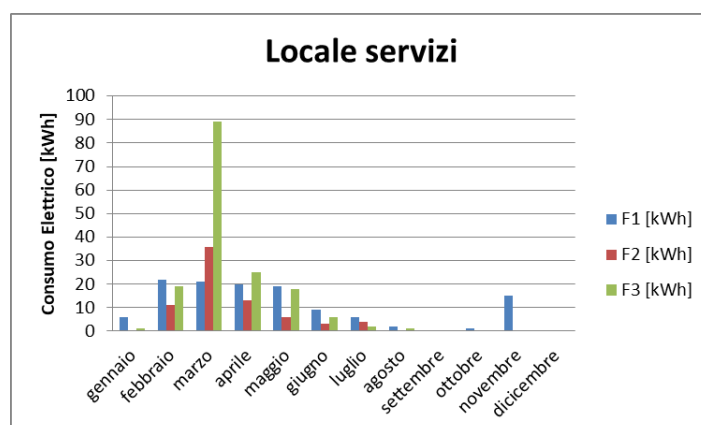


Grafico 15: Consumo mensile suddiviso in fasce orarie del locale servizi comunale di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Campo da calcio "Grande Torino"

Il campo da calcio "Grande Torino" è una struttura di recente costruzione composta da un campo da calcio regolamentare e relativi spogliatoi in cui il consumo più rilevante si può tradurre nelle ore serali in cui viene utilizzata la struttura e in cui si necessita quindi dell'illuminazione artificiale del campo.

Il consumo annuo è di 9181 kWh che diventa più elevato durante i mesi estivi e i mesi invernali di novembre e dicembre.

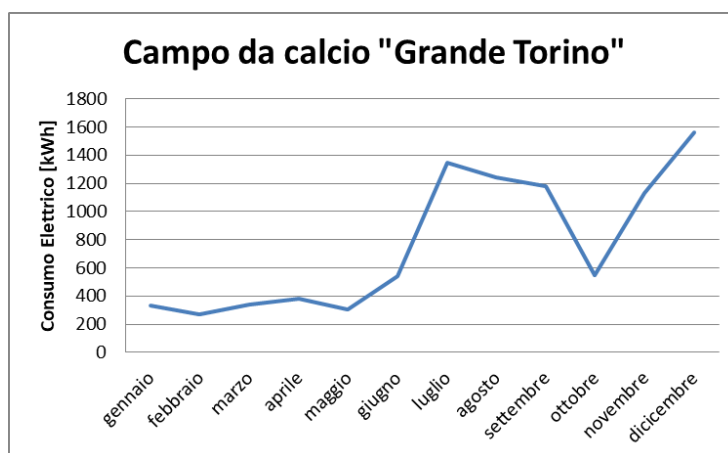


Grafico 16: Profilo di consumo del campo da calcio comunale "Grande Torino" di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Osservando la ripartizione dei consumi nel grafico sottostante, si può osservare quanto descritto dagli orari di utilizzo forniti ovvero l'elevato consumo durante le ore serali, specialmente estive. Sempre nei mesi estivi, l'elevato consumo anche durante le altre due fasce orarie è giustificabile dalla presenza nel campo delle varie squadre di calcio che usufruiscono della struttura di Cantalupa come luogo di ritiro e allenamento.

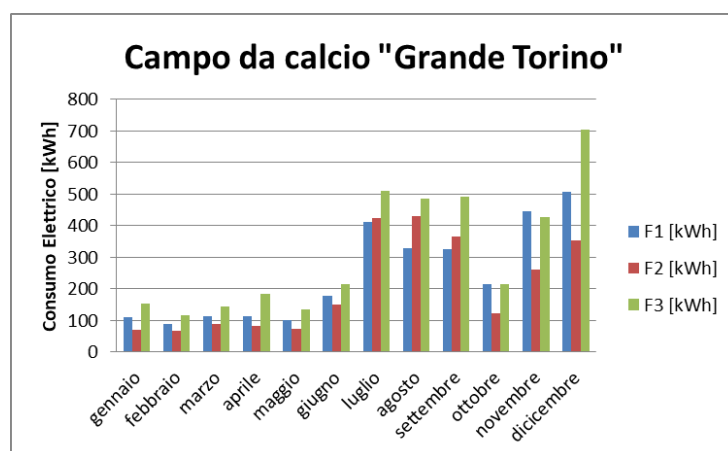


Grafico 17: Consumo mensile suddiviso in fasce orarie del campo da calcio comunale "Grande Torino" di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Cimitero

Il cimitero presenta i consumi più bassi assieme alla Casa ATC. Il consumo annuo di elettricità è di 207 kWh.

Dal grafico sottostante si può osservare che il consumo è distribuito in modo uguale in tutti i mesi dell'anno con un picco per quanto riguarda il mese di novembre dovuto, molto probabilmente, ad una maggiore affluenza a causa della festività del 2 novembre.

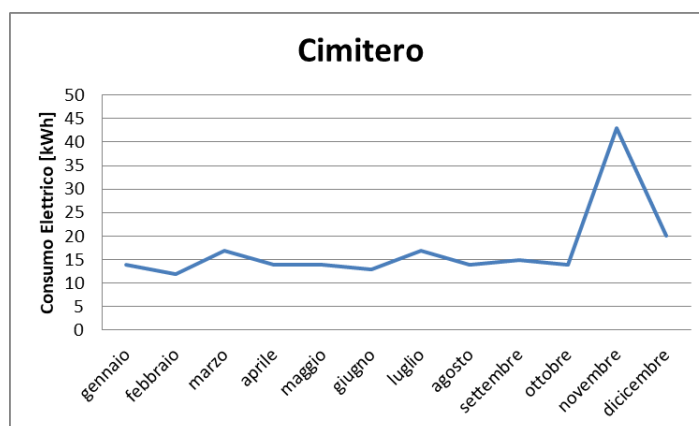


Grafico 18: Profilo di consumo del cimitero comunale di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comunali).

Il maggior consumo, come si può notare nel grafico sottostante, si ha per quanto riguarda la fascia F3 a causa del sistema di illuminazione notturno e, per il mese di novembre, la tesi sopra esposta viene avvalorata in quanto è presente un alto consumo in fascia F1 segno di affluenza nella struttura e quindi di consumi.

A causa della natura esigua dei consumi legati a tale struttura, non si riportano delle considerazioni sulla riduzione dei consumi in quanto trascurabili.

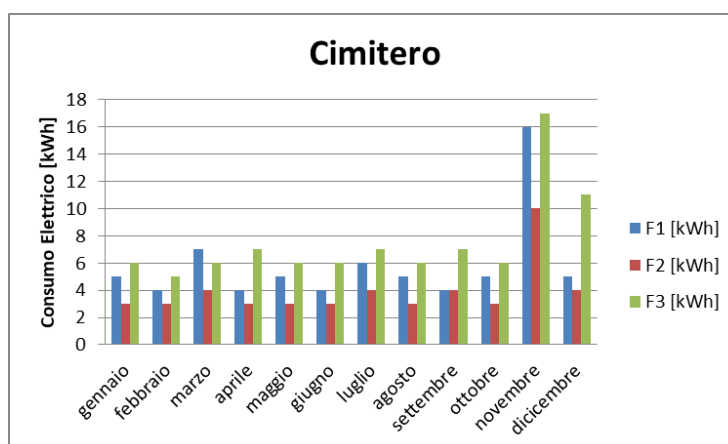


Grafico 19: Consumo mensile suddiviso in fasce orarie del cimitero comunale di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Centro anziani e casa ATC

Le strutture del centro anziani e dell'Agenzia Territoriale della Casa vengono analizzate insieme in quanto fanno parte del medesimo edificio e presentano, specialmente l'ATC, dei valori di consumo elettrico molto bassi rispettivamente di 2364 e 193 kWh.

Di seguito si riportano i profili di consumo delle due destinazioni d'uso di Via Chiesa 2. Il centro anziani ha valori maggiori nei mesi invernali in cui l'utenza è maggiore rispetto ai mesi estivi mentre il profilo della Casa ATC, o meglio delle sole parti comuni della Casa ATC, presenta un andamento tutto sommato lineare in quanto utilizzata tutto l'anno in maniera costante.

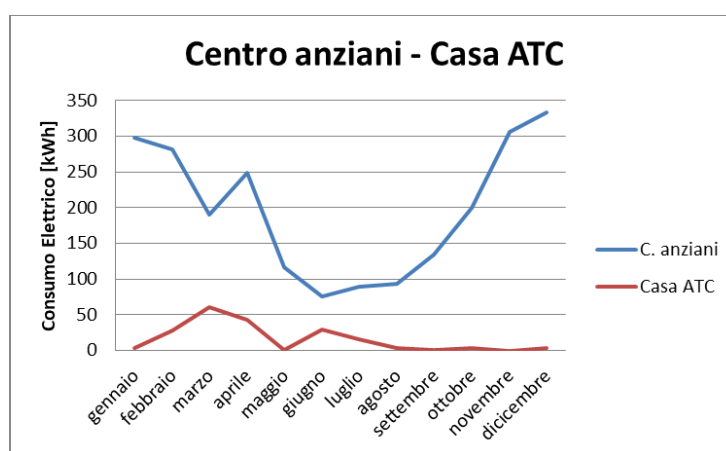


Grafico 20: Profilo di consumo del centro anziani – casa ATC di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

La suddivisione dei consumi per fascia oraria del centro anziani presenta dei picchi nella fascia F1 nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, aprile, ottobre, novembre e dicembre in cui la struttura viene presumibilmente utilizzata di più dagli utenti che ne usufruiscono. Il picco più elevato si osserva durante l'orario della fascia F3 nel mese di dicembre; questo consumo è probabilmente legato alle festività natalizie in cui potrebbe essere stato organizzato qualche evento all'interno della sede di cui non se ne conoscono le caratteristiche di estensione e modalità di consumo elettrico.

Ai fini di un maggiore risparmio energetico si potrebbe cercare di definire e ridurre maggiormente i consumi nelle fasce F1 ed F2 dei mesi estivi ed invernali.

Tuttavia tali consumi, come quelli dell'ATC e del cimitero sono estremamente esigui e per questo, nell'ipotesi di efficientamento energetico dei consumi comunali, si vuole dare precedenza ad altri tipi di strutture maggiormente energivore. Si ritiene poco rilevante la ripartizione dei consumi della casa ATC.

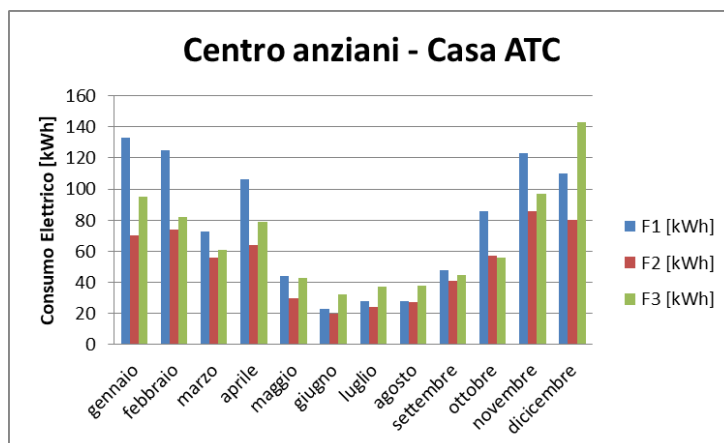


Grafico 21: Consumo mensile suddiviso in fasce orarie del centro anziani – casa ATC di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati Comune di Cantalupa).

Curve di carico orarie

Nel caso di strutture con potenza disponibile superiore ai 55 kW, l'Enel (Ente Nazionale Energia Elettrica) mette a disposizione dell'utente un portale personale sulla sua piattaforma digitale E-distribuzione in cui è possibile consultare i dati di consumo e, nel caso siano presenti impianti, produzione elettrica.

Attraverso le credenziali del Comune di Cantalupa, accedendo al sito di E-distribuzione "<https://www.e-distribuzione.it/>" è stato possibile definire delle curve di consumo orarie per due strutture comunali:

- Il palazzetto dello sport e pista di atletica; potenza = 150 kW
- Centro polivalente – teatro comunale "Silvia Coassolo"; potenza = 69 kW

Per le due strutture sopra indicate è stato possibile scaricare i consumi, espressi in chilowatt, di ogni quarto orario di funzionamento delle strutture e risalire tramite elaborazione ai consumi orari di ogni singolo giorno fino ad un massimo temporale di 18 mesi antecedenti il momento della richiesta.

Questi dati sono estremamente rilevanti ai fini di un confronto di comportamento di consumo della struttura in sei "giornate tipo" che sono state definite tenendo in considerazione una serie di fattori quali la tipologia di "giorno": se feriale o festivo, ad inizio o a metà settimana, invernale o estivo. Questo permette di capire se la richiesta è costante o variabile all' interno di una giornata e/o durante il susseguirsi delle stagioni [46].

I sei "giorni tipo" presi in considerazione per l'anno 2018 sono i seguenti.

GIORNI TIPO CONSIDERATI - ANNO 2018			
	Feriale		Festivo
Invernale	lun. 15 gen.	mer. 17 gen.	dom. 21 gen.
Estivo	lun. 16 lug.	mer. 18 lug.	dom. 22 lug.

Tabella13: "Giorni tipo" per l'analisi dei consumi orari. (Fonte: Elaborazione personale)

Dalla rielaborazione oraria nelle giornate sopra indicate, vengono dedotti i seguenti grafici di consumo che permettono di definire una considerazione a base stagionale in giorni campione dell'utilizzo della struttura.

Queste informazioni sono molto utili specialmente per questa tipologia di strutture che presentano un elevatissimo numero di servizi, il che renderebbe abbastanza superficiale un'analisi per fasce orarie a livello mensile.

Complesso palazzetto dello sport e pista di atletica

La struttura in esame ha, come visto in precedenza, una metratura di consumo energetico molto elevata. Nonostante le funzioni siano molto variegata, come esplicitato in precedenza, i consumi energetici fanno riferimento ad un unico POD e ammontano, per l'anno 2018, a 126.154 kWh. Questi consumi sono generati:

- dall'utilizzo giornaliero e costante della sala fitness-pesi e del bar,
- dall'utilizzo settimanale delle varie sale in cui si svolgono attività di riscaldamento, arrampicata, scuola di danza, centro medico ecc.,
- dagli incontri di pallavolo, basket, atletica ecc. che si svolgono saltuariamente durante l'anno all'interno della palestra polivalente e all'esterno nel campo di atletica.

La potenza impiegata da tale struttura è di 150 kW e di seguito vengono riportati l'utilizzo e il profilo orario dei consumi.

Partendo dall'osservazione del comportamento mensile a livello giornaliero dei consumi "tipo" invernali, si può iniziare ad osservare in quali giorni avviene il picco massimo e minimo dei consumi.

Come detto in precedenza, la struttura del palazzetto non ha un utilizzo costante (se non per la palestra fitness e sala pesi che invece hanno un utilizzo settimanale costante dal lunedì al venerdì dalle 9.00 alle 21.30 e il sabato dalle 14.00 alle 18.00).

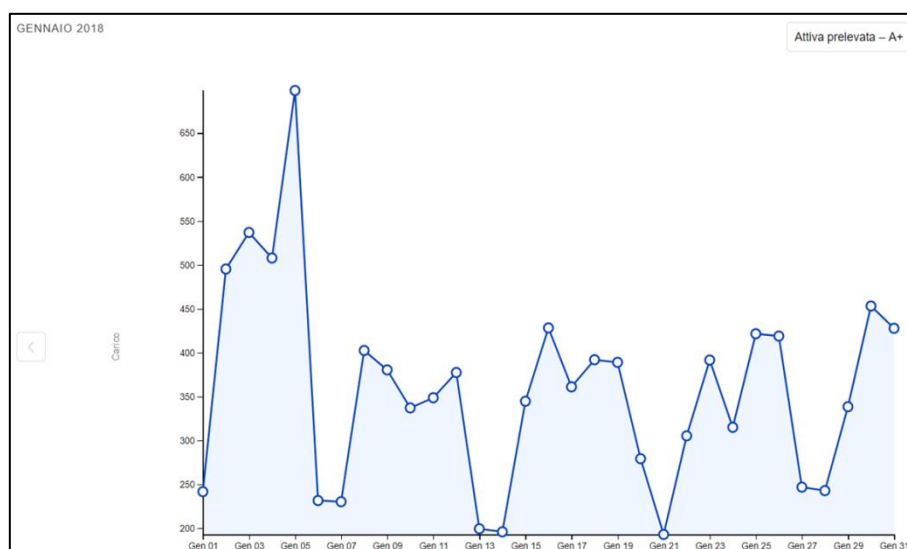
Osservando il grafico del mese di gennaio, si nota come il picco massimo di consumo per il mese di gennaio si ha il giorno venerdì 5 gennaio 2018; il consumo è giustificabile dal fatto che quel giorno la struttura sia utilizzata per un numero di ore e con un consumo molto maggiore rispetto al solito.

I picchi minori invece corrispondono ai giorni “sabato” e “domenica” del mese in cui le attività che si svolgono sono minori (Immagine 32).

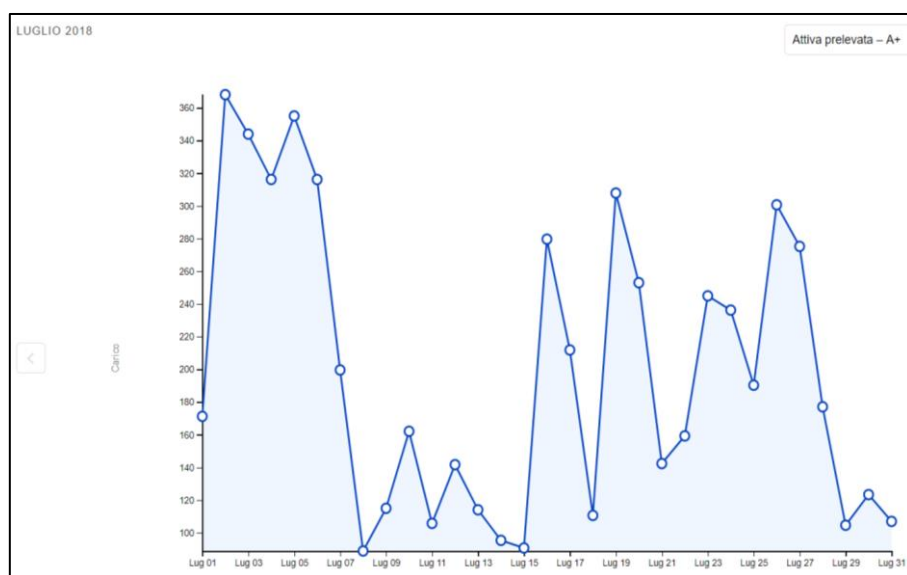
Allo stesso modo anche il consumo estivo del mese di luglio presenta dei picchi massimi e minimi che rispecchiano l'utilizzo che è stato fatto della struttura stessa (Immagine 33).

I picchi maggiori ad inizio mese e quelli nella seconda metà del mese rispecchiano infatti un utilizzo maggiore della struttura in quelle giornate rispetto alle altre mentre i picchi negativi sono tutti in giorni festivi.

La distinzione tra giorno feriale e festivo è molto importante perché utenze come quella in esame molte volte, come è possibile notare anche dal grafico soprastante, non vengono utilizzate nel fine settimana e quindi il consumo energetico subisce inevitabilmente delle fluttuazioni periodiche settimanali.



Imm. 32: Andamento giornaliero di gennaio dei consumi del “palazzetto” comunale di Cantalupa. (Fonte: e-distribuzione.it)



Imm. 33: Andamento giornaliero di luglio dei consumi del “palazzetto” comunale di Cantalupa. (Fonte: e-distribuzione.it)

Passando ad osservare le curve orarie di carico relative alle “giornate campione” si riesce a quantificare l'entità del picco di richiesta, rintracciando l'ora esatta in cui esso si presenta e si possono effettuare delle previsioni atte a diminuirne il valore, attraverso misure di efficientamento energetico e/o cercando di combinare in maniera più adeguata le diverse attività che si svolgono all'interno della struttura [46].

Ponendo a confronto i grafici e i profili delle diverse curve orarie riportate di seguito, le osservazioni da fare non sono molte in quanto una struttura come quella in esame ha un utilizzo non costante e la differenza di consumo non varia solo da stagione a stagione (per la stagione invernale il consumo più alto si registra nella giornata di lunedì 15 alle ore 17:00 con 41 kW e per la stagione estiva lunedì 16 alle ore 20:00 con 30 kW) ma anche di giorno in giorno a seconda delle attività che si svolgono all'interno.

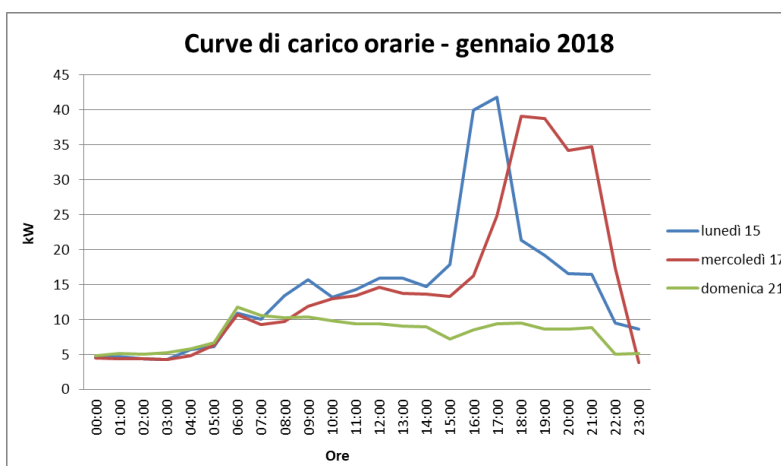


Grafico 22: Andamento orario dei consumi nella “giornata tipo” invernale della struttura “palazzetto” nel Comune di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati E-distribuzione).

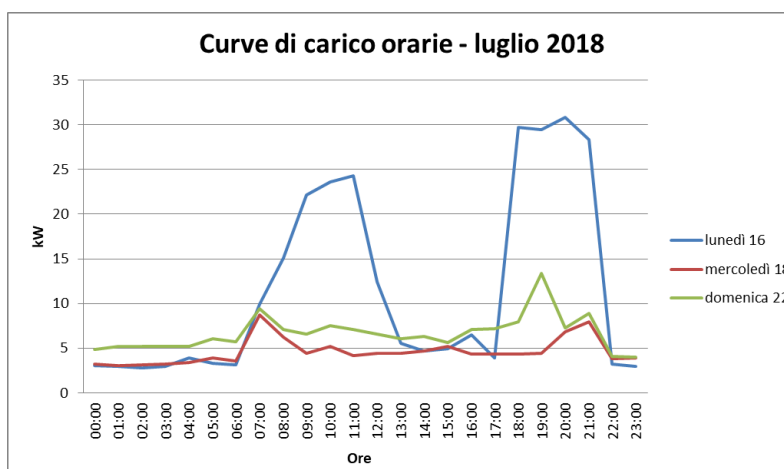


Grafico 23: Andamento orario dei consumi nella “giornata tipo” estiva della struttura “palazzetto” nel Comune di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati E-distribuzione).

Centro polivalente – teatro comunale “Silvia Coassolo”

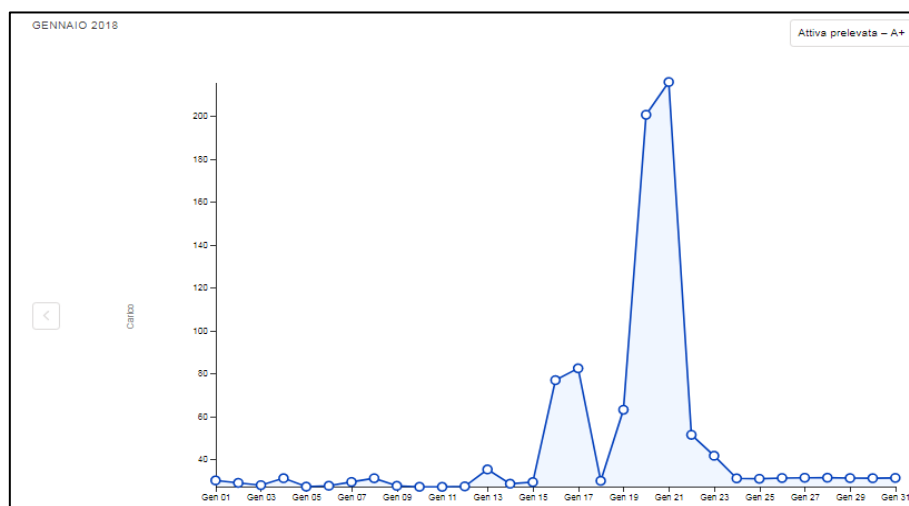
La struttura del centro polivalente ha anch'essa un utilizzo molto variabile in quanto ospita eventi in diverse giornate e su specifica richiesta.

La potenza impiegata da tale struttura è di 69 kW e di seguito vengono riportati l'utilizzo e il profilo orario dei consumi.

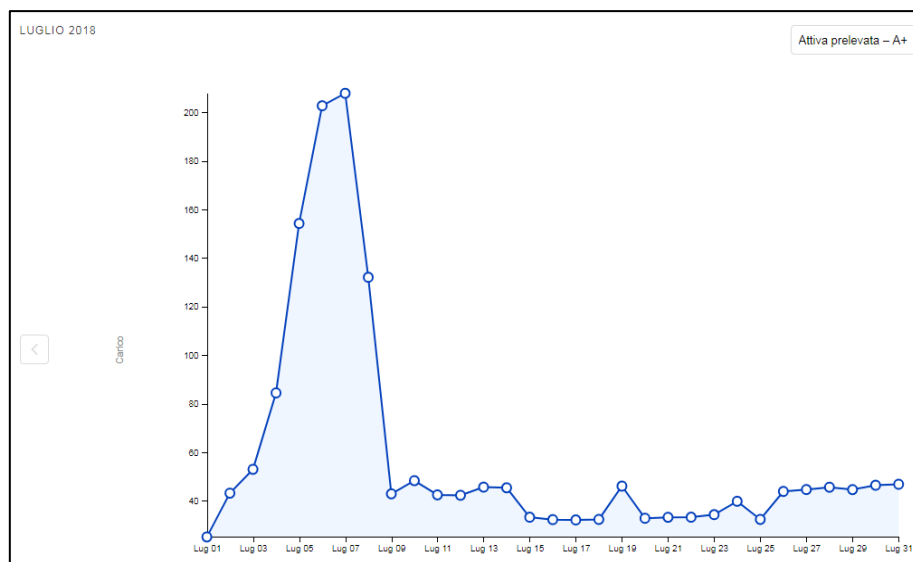
Partendo dall'osservazione del comportamento mensile a livello giornaliero dei consumi “tipo” sia invernali che estivi, si può osservare che vi è un solo picco di consumo nei rispettivi mesi infatti, secondo l'orario fornito dalla segreteria comunale, l'utilizzo del teatro comunale in quei mesi è avvenuto solamente in quei rispettivi giorni.

Osservando il grafico del mese di gennaio, si nota come il picco massimo di consumo si ha il domenica 21 gennaio 2018, giorno in cui è avvenuto l'utilizzo della struttura. (Immagine 34)

Allo stesso modo anche il consumo estivo del mese di luglio presenta un picco massimo sabato 7 luglio 2018 che rispecchia l'utilizzo che è stato fatto della struttura stessa. (Immagine 35)



Imm. 34: Andamento giornaliero di gennaio dei consumi del teatro comunale di Cantalupa. (Fonte: e-distribuzione.it)



Imm. 35: Andamento giornaliero di gennaio dei consumi del teatro comunale di Cantalupa. (Fonte: e-distribuzione.it)

Passando ad osservare le curve orarie di carico relative alle “giornate campione”, per il mese di gennaio, tra cui risulta appunto la giornata di domenica 21 in cui si è registrato il massimo picco, il consumo avviene esattamente nella giornata sopra citata ed esattamente nelle ore di utilizzo della stessa (secondo orario della segreteria comunale).

Di più complessa lettura risulta il grafico nelle giornate tipo di luglio; il consumo è estremamente basso rispetto ai valori riscontrati finora nell’analisi ed ha un andamento altalenante.

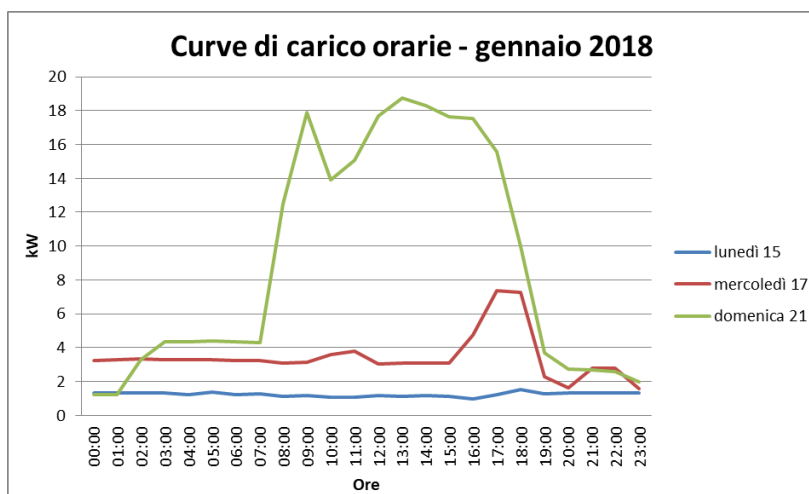


Grafico 24: Andamento orario dei consumi nella “giornata tipo” invernale della struttura “teatro comunale” di Cantalupa.

(Fonte: Elaborazione personale dati E-distribuzione).

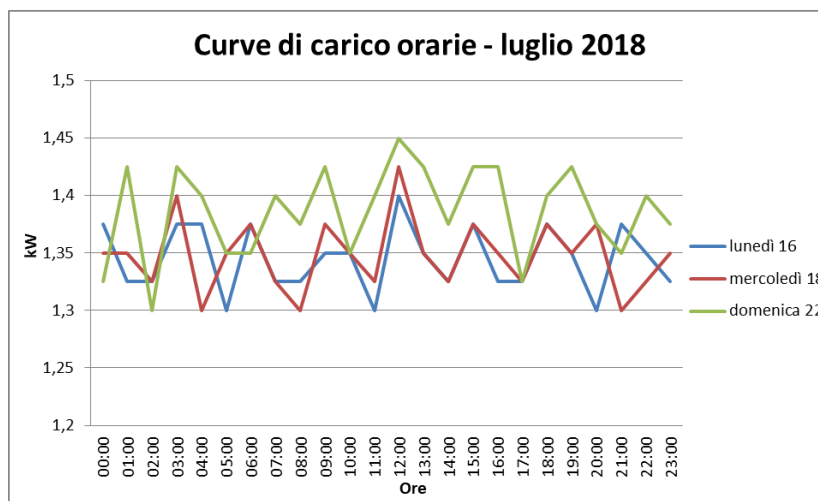


Grafico 25: Andamento orario dei consumi nella "giornata tipo" estiva della struttura "teatro comunale" di Cantalupa.

(Fonte: Elaborazione personale dati E-distribuzione).

Elaborazione dei dati di fabbisogno di energia termica mensile per edifici comunali

Una procedura analoga è stata eseguita per definire il fabbisogno di energia termica, soddisfatta tramite caldaie tradizionali alimentate a metano.

I dati di consumo termico sono stati reperiti tramite bollette, espressi in "Smc" e successivamente trasformati in "kWh" di consumo.

L'analisi delle bollette consiste nell'organizzare i dati di consumo ricavabili dalle fatture stesse.

Le bollette fanno riferimento ad un punto di consegna esattamente come nel caso dei consumi elettrici e l'ente che eroga tale servizio al Comune di Cantalupa è l'ACEA Pinerolese Energia.

Il consumo termico del Comune di caratterizza esclusivamente attraverso il consumo di gas metano e non vi è servizio di teleriscaldamento [47].

Dall'anagrafica risultano 8 utenze termiche di competenza comunale così composte:

- Edifici adibiti a scuola:
 - **Scuola dell'Infanzia e Scuola Primaria "Pignatelli"**
- Edifici adibiti ad attività sportive:
 - **Palestra Comunale, Via Roma 16**
 - **Palazzetto dello sport e pista di atletica, Via Italia SN**
 - **Campo da calcio Grande Torino, Via Italia 28**
- Edifici adibiti ad uffici:
 - **Municipio, Via Chiesa 43**
- Edifici adibiti ad attività ricreative ed associative:

- **Biblioteca comunale “Adolfo e Nero Coassolo”, Via Chiesa 73**
- **Centro polivalente – teatro comunale “Silvia Coassolo”, Via Roma 18**
- **Casa ATC e centro anziani, Via Chiesa 2**

Secondo quanto indicato dalla segreteria comunale, soltanto alcune utenze richiedono un consumo costante legato al riscaldamento e all'acqua calda sanitaria mentre altre strutture (nello specifico il magazzino comunale, il locale servizi e il cimitero) non sono state prese in considerazione in quanto sono locali che per la loro funzione non necessitano di riscaldamento.

Di seguito viene riportato l'andamento del fabbisogno degli edifici comunali sopra indicati per l'anno 2018; come si può osservare, la struttura che richiede il maggior consumo di Smc è il palazzetto dello sport seguito dalla scuola e dal centro anziani-casa ATC.

Il fatto che vi sia un consumo così elevato per il palazzetto dello sport è dovuto anche al fatto che l'energia termica consumata è impiegata sia per il riscaldamento degli ambienti che per la produzione di acqua calda sanitaria (acs).

Il consumo che si evidenzia per la struttura Campo da Calcio Grande Torino invece è da attribuire in minima parte al riscaldamento del locale spogliatoio in quanto la struttura viene utilizzata maggiormente durante la bella stagione (da maggio a ottobre) e quindi il consumo è da attribuire quasi esclusivamente all'accensione della caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria.

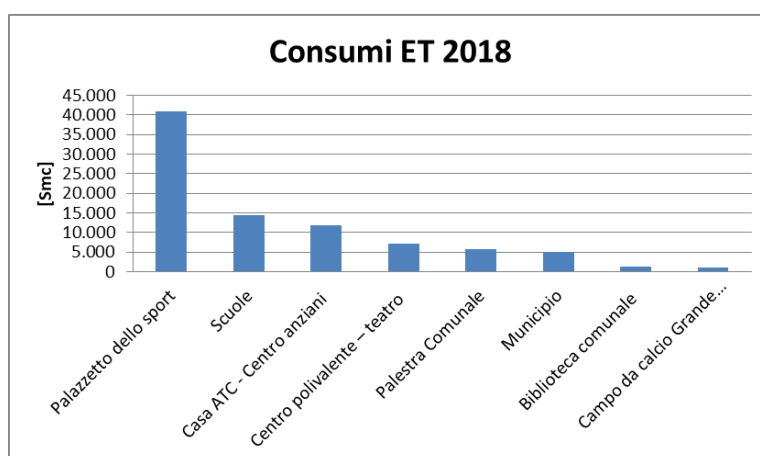


Grafico 26: Consumi termici espressi in Smc delle strutture comunali di Cantalupa.

(Fonte: Elaborazione personale dati comunali).

A tal proposito, è opportuno conoscere la zona climatica del territorio attraverso lo studio di un parametro molto importante, il grado-giorno (GG).

Il grado-giorno di una località è definito dal D.P.R. 412/1993 come “la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20 °C, e la temperatura media esterna giornaliera.”

Il medesimo D.P.R. fornisce un valore di gradi giorno convenzionale per ogni comune italiano, e raggruppa i comuni italiani in sei zone climatiche.

Zona Climatica	Gradi Giorno
A	≤ 600
B	600-900
C	900-1400
D	1400-2100
E	2100-3000
F	>3000

Tabella 14: Zone climatiche e rispettive fasce di Gradi Giorno. (Fonte: elaborazione personale dati DPR 412/1993)

Secondo quanto riportato del sito Comuni-Italiani.it, il Comune di Cantalupa rientra all'interno della zona climatica E, con un valore di GG pari a 2.936 e l'accensione degli impianti di riscaldamento è previsto dal 15 ottobre al 15 aprile per un massimo di 14 ore giornaliere.

Di seguito si riporta il rispettivo fabbisogno termico espresso in kWh del Comune di Cantalupa per i mesi dell'anno 2018. La conversione è stata eseguita moltiplicando il consumo emesso dalla società erogatrice in Smc per un fattore di conversione (potere calorifico) pari a 9.6 [46].

Da questa panoramica globale si evince che il fabbisogno termico, a differenza di quello elettrico riportato nel capitolo precedente, risente molto delle variazioni stagionali [46, 47], visto che in molti casi l'energia termica è utilizzata per l'acqua calda sanitaria e per il riscaldamento degli edifici e in quanto il periodo di riscaldamento definito tra ACEA Pinerolese e il Comune va dall'1 ottobre al 30 aprile.

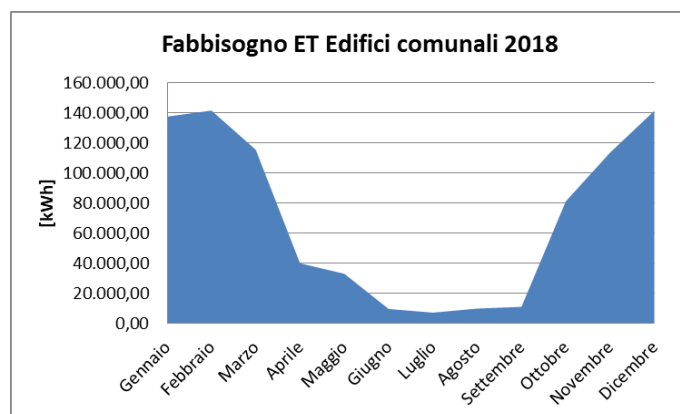


Grafico 27: Consumi termici mensili espressi in kWh del Comune di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale)

Il fatto che i consumi estivi non siano completamente pari a zero indica che vi è un consumo di energia termica dovuta alla produzione di acqua calda sanitaria o, specialmente nel mese di maggio in cui è possibile che le temperature non siano ancora elevate, che vi sia una richiesta di accensione straordinaria del riscaldamento.

Di seguito viene riportata la ripartizione dell'incidenza dei diversi edifici per il consumo termico in ciascun mese. Il consumo di energia termica più elevato si ha, come definito in precedenza, per il palazzetto dello sport che ha un consumo costante ed elevato anche nei mesi estivi a causa della necessità di produzione di acqua calda sanitaria necessaria alla palestra, ai servizi igienici e sanitari del palazzetto. Nei mesi estivi, un ulteriore consumo viene definito dal Campo da calcio per il medesimo motivo. Per questa struttura c'è da sottolineare che l'utilizzo non è costante come per le altre strutture e quindi, anche durante i mesi invernali, il riscaldamento e la produzione di acs avviene in modo saltuario in base alle prenotazioni e all'utilizzo della struttura; stando alle prenotazioni registrate dalla segreteria comunale, il maggiore uso del campo da calcio avviene proprio nei mesi primaverili- estivi in cui numerose squadre ne usufruiscono.

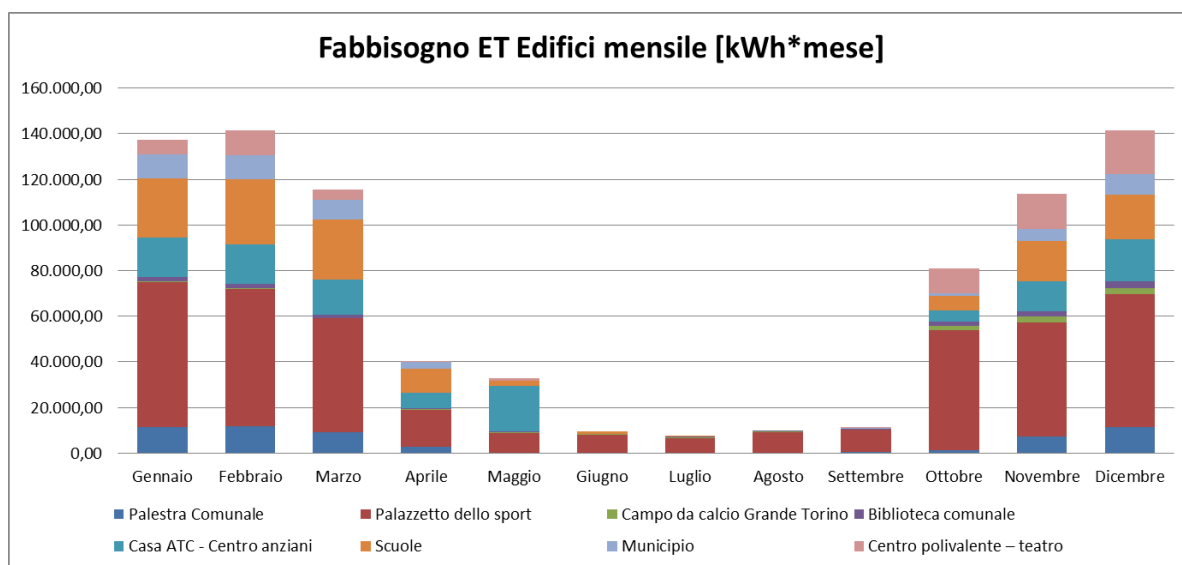


Grafico 28: Consumi termici mensili espressi in kWh delle strutture comunali di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati comunali).

Di seguito viene riportato il grafico dei consumi di energia termica espressi in kWh/giorno ottenuti dividendo i consumi termici mensili di ogni edificio per i giorni di utilizzo delle strutture ai fini di evidenziare le strutture maggiormente energivore in termini di riscaldamento. Si può notare come le strutture che richiedono maggiore consumo termico sono il Palazzetto, la scuola e il teatro in quanto necessitano maggiormente di ambienti caldi durante i mesi invernali; il consumo legato alla produzione

di acs nei mesi estivi è attribuitibile in maggioranza alla struttura del Palazzetto dello sport. L'andamento è anche qui molto variabile a seconda dei mesi di maggiore utilizzo di una struttura.

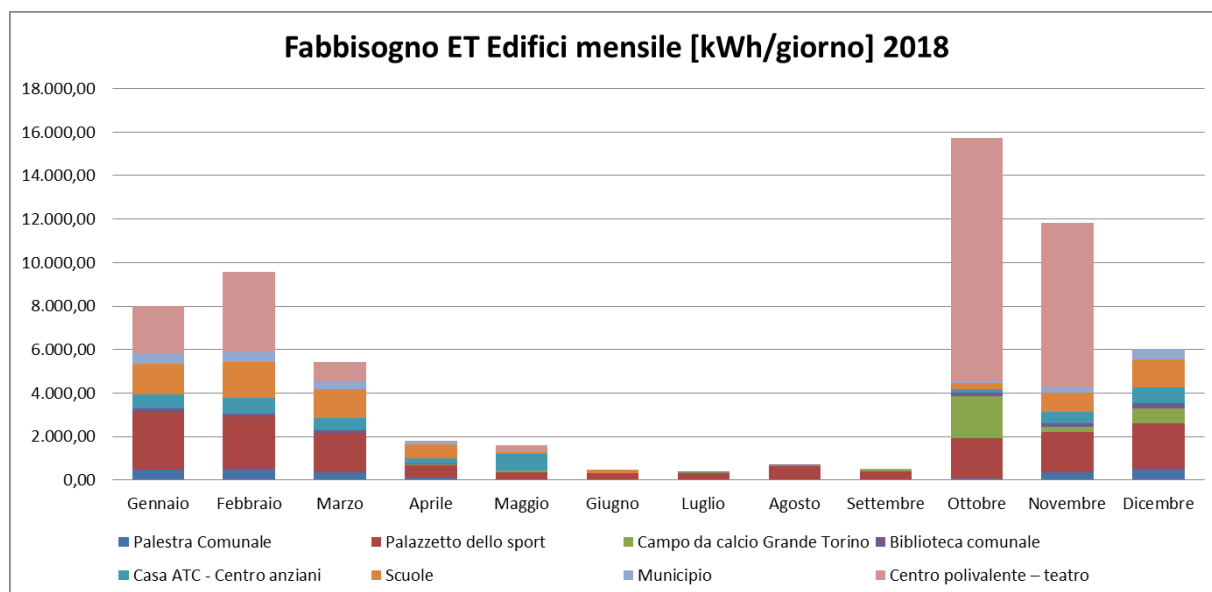


Grafico 29: Consumi termici espressi in kWh delle strutture comunali di Cantalupa in base ai giorni di utilizzo. (Fonte: Elaborazione personale dati comunali).

Ai fini di definire quale sia la quantità di consumo termico legata alla produzione di acs, e quindi diversificare il consumo riscontrato, occorre mettere in relazione i consumi termici globali, espressi in [kWh*mese] del Comune di Cantalupa con l'andamento delle temperature ΔT per l'anno 2018.

Il consumo è quello definito in precedenza [kWh*mese] mentre la temperatura media mensile è stata definita attraverso la rielaborazione dei dati richiesti ad Arpa Piemonte per l'anno 2018¹⁴.

La temperatura media giornaliera definita da Arpa Piemonte è calcolata come media di tutti i valori registrati in un singolo giorno; ai fini della determinazione dei valori di ΔT sono stati aggregati i dati ottenendo le temperature esterne medie mensili, dalla stazione Arpa più prossima, dell'anno 2018¹⁵. Il calcolo eseguito è il seguente:

¹⁴ La richiesta dati è avvenuta il 24 giugno 2019 inserendo come riferimento la stazione meteo del Comune di Cumiana in quanto molto vicina a Cantalupa. La richiesta dati è avvenuta attraverso il seguente sito www.arpa.piemonte.it/dati-ambientali/dati-meteoidrografici-giornalieri-richiesta-automatica e i parametri definiti sono stati i seguenti:

- Codice stazione: 109
- Denominazione: Cumiana
- Località: Pieve- scuole comunali
- UTM X: 373174 m
- UTM Y: 4980375 m
- Quota: 327 m s.l.m.
- Periodo: 2018-01-01 / 2018-12-31

¹⁵ E' da sottolineare il fatto che "l'anno 2018 in Piemonte è stato il 2° anno più caldo degli ultimi 61 anni, con un'anomalia termica media di +1.6°C rispetto alla climatologia del periodo 1971-2000. In particolare le temperature minime sono state le

$$\Delta T = 20\text{ }^{\circ}\text{C} - T_{\text{stazione meteo}}$$

	Temperatura media esterna mensile [°C]	ΔT [°C] (20° - T)
Gennaio	5,10	14,90
Febbraio	2,40	17,60
Marzo	6,72	13,28
Aprile	14,82	5,18
Maggio	17,32	2,68
Giugno	22,25	-2,25
Luglio	24,72	-4,72
Agosto	24,46	-4,46
Settembre	20,27	-0,27
Ottobre	14,57	5,43
Novembre	8,74	11,26
Dicembre	3,84	16,16

Tabella 15: Valori di temperatura esterna media mensile definiti da Arpa Piemonte e valori ΔT calcolati.

(Fonte: elaborazione personale dati Arpa Piemonte)

Il grafico sottostante mette in relazione i consumi termici globali, espressi in kWh*mese, del Comune di Cantalupa in relazione all'andamento delle temperature ΔT per l'anno 2018.

Osservando l'andamento della curva ΔT e i valori contenuti all'interno della tabella soprastante, si nota come le temperature medie per i mesi di giugno, luglio, agosto e settembre, sono superiore ai 20 °C per cui non è necessario utilizzare gli impianti termici per il riscaldamento; questo porta quindi a dire (e alcuni dei dati forniti dalla segreteria comunale lo confermano) che il consumo di quei mesi sia esclusivamente dovuto alla produzione di acqua calda sanitaria.

Il fabbisogno di energia termica ha un andamento molto simile al ΔT calcolato, ciò permette di valutare la quantità di energia termica necessaria al riscaldamento e la frazione invece necessaria alla produzione di acqua calda sanitaria nelle strutture che ne necessitano e che generano quel consumo [46].

più calde dell'intero periodo di osservazione, sullo stesso livello di quelle registrate nel 2015." Da: "Il Clima in Piemonte 2018", rapporto annuale di Arpa Piemonte [48].

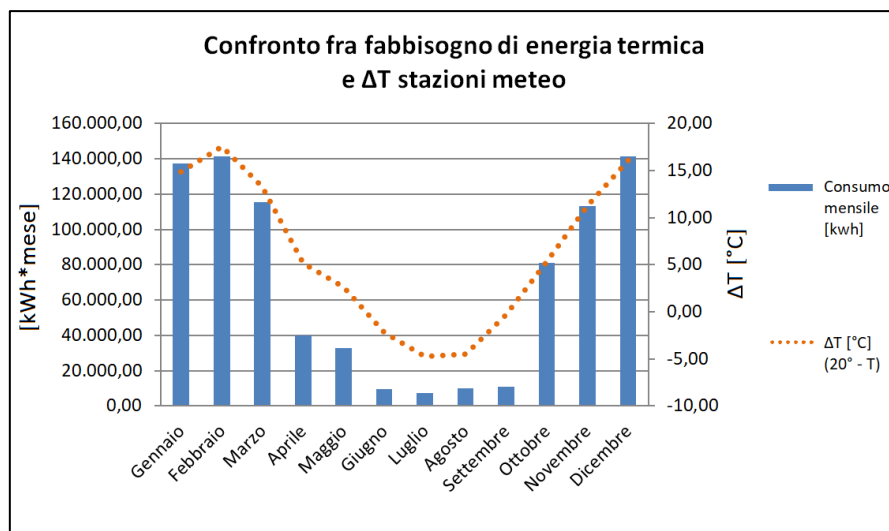


Grafico 30: Confronto tra fabbisogno reale delle strutture comunali di Cantalupa e variazione di temperatura.
(Fonte: Elaborazione personale dati comunali).

Per poter definire tale quantità, si calcola l'energia necessaria nei mesi da giugno a settembre e se ne ricava il valor medio, trascurando il mese di maggio anche se il riscaldamento degli edifici dovrebbe essere spento, in quanto potrebbero esservi delle anomalie legate, ad esempio, all'uso di stufe elettriche per il riscaldamento non essendo ancora in piena stagione estiva. Tale valore medio risulta essere pari a 37.497,60 kWh/mese ed ipotizzando che il valore rimanga costante nel resto dell'anno possiamo diversificare il fabbisogno termico complessivo nelle componenti riscaldamento e acs [46].

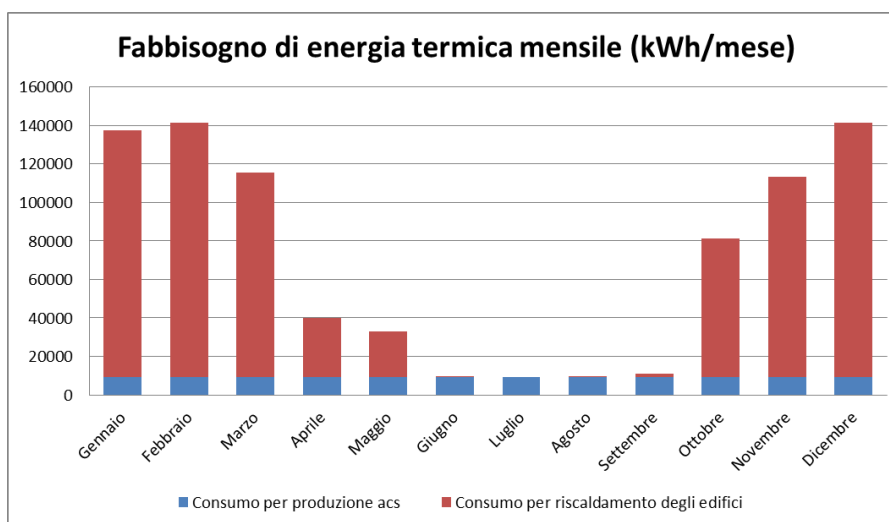


Grafico 31: Fabbisogno mensile di energia termica comunale per produzione acs e riscaldamento.
(Fonte: Elaborazione personale dati comunali).

3.5 – Analisi della produzione di energia rinnovabile locale

Il comune di Cantalupa è proprietario di due impianti di produzione di energia rinnovabile localizzati sulle coperture delle due strutture comunali di Via Italia 28 (magazzino) e Via Roma 16 (centro polivalente – teatro), rispettivamente il magazzino e la palestra comunale. Gli impianti sono stati installati nel giugno 2012 e sono gestiti dal Gestore Servizi Elettrici (GSE Piemonte).



Imm. 36-37: Vista degli impianti fotovoltaici comunali di Cantalupa. A sinistra l'impianto del magazzino comunale, a destra gli impianti della palestra comunale (quello con superficie maggiore) e l'impianto della scuola, di cui non sono disponibili i dati.

(Fonte: elaborazione personale immagini Google Maps).

Il GSE Piemonte è la società posseduta dal Ministero dell'Economia e delle Finanze che opera per la promozione dello sviluppo sostenibile attraverso l'erogazione di incentivi economici volti a favorire e sostenere lo sviluppo delle energie rinnovabili nel nostro Paese: solare fotovoltaico e termico in primis [49].

Accedendo alla pagina personale del Comune di Cantalupa sul sito GSE Piemonte è stato possibile reperire non soltanto le informazioni relative alla tipologia di contratto e meccanismo di incentivazione ma anche i dati di produzione e impianto delle due strutture.

Il meccanismo d'incentivazione, ideato nel 2005, per l'energia prodotta da impianti fotovoltaici connessi alla rete elettrica nazionale è il "Conto Energia" ed ha una durata di 20 anni dal momento in cui viene stipulato. Grazie a questi incentivi il gestore o il proprietario di un impianto riceverà una remunerazione che, per ogni kW prodotto, potrà variare a seconda del tipo di impianto realizzato: più piccolo sarà l'impianto (fino a 3 kWp), più alta sarà la tariffa incentivante.

Un discorso analogo si può fare per l'integrazione dei pannelli: maggiore sarà l'integrazione, maggiore sarà anche l'incentivo percepito.

Attualmente il GSE ha dato vita a cinque Conti Energia e il Comune di Cantalupa rientra all'interno del 4° Conto Energia definito il 5 maggio 2011 con la firma del Decreto che ridisegna il meccanismo incentivante per gli impianti produttori di energia da fonte solare. Gli obiettivi fissati dal DL erano ambiziosi: 23.000 MWp a fine 2016. Un traguardo importante, che puntava a sostenere lo sviluppo del

settore per confermare l'Italia tra i paesi leader nel fotovoltaico mondiale. Le tariffe decise indicavano un chiaro orientamento: si intendeva supportare la diffusione degli impianti FV sui tetti degli edifici.

Il sistema GSE suddivide ulteriormente la ricompensa che si vuole dare alla produzione di energia offrendo diverse tipologie di scambio che sono lo scambio sul posto (SSP) e lo scambio sul posto altrove (SSA).

Lo Scambio sul Posto è un meccanismo che permette ai produttori di energia da fonti rinnovabili di utilizzare la rete nazionale come magazzino virtuale per l'energia prodotta e non immediatamente autoconsumata per riutilizzarla in un secondo momento; se il consumo avviene nel momento in cui non vi è produzione però, il costo ricade sulla bolletta. Non può essere applicato agli impianti fotovoltaici che accedono ai meccanismi di incentivazione conosciuti come IV e V Conto Energia e si riferisce ad un ciclo "chiuso" ovvero riferito esclusivamente al singolo POD in cui coincidono produzione e consumo.

Lo Scambio sul posto altrove si riferisce ai Comuni con una popolazione residente inferiore a 20.000 abitanti e al ministero della Difesa i quali possono procedere a presentare una istanza di scambio sul posto senza obbligo di coincidenza tra i punti in immissione e in prelievo (tra POD differenti). E' necessario che i punti in prelievo, in immissione o misti (contestuale prelievo e immissione) non siano inseriti in una convenzione di scambio sul posto (SSP) o in un altro contratto di cessione di energia elettrica con il Gse (ritiro dedicato – RID) o con un soggetto terzo.

Il Comune di Cantalupa, per entrambe le tipologie di impianti FV, ha stipulato un contratto con cui rientra all'interno del IV° Conto Energia e nello Scambio sul posto altrove infatti, la produzione non auto consumata dall'impianto del magazzino comunale, alimenta i consumi della palestra del vicino palazzetto dello sport mentre l'impianto della palestra comunale alimenta i consumi del teatro comunale.

Il fatto che Cantalupa possieda degli impianti fotovoltaici è una cosa di non poco conto in quanto non tutti i comuni hanno degli impianti del genere tuttavia, a causa del dimensionamento abbastanza ridotto di tali impianti (la potenza nominale installata è di 35,25 kW per la palestra comunale e 33,84 kW per il magazzino) non è possibile scendere al dettaglio orario di tali produzioni.

Attraverso il sito E-Distribuzione però è stato possibile arrivare a definire la produzione mensile nelle tre fasce orarie grazie ai dati che il gestore raccoglie ed invia poi al GSE.

Impianto FV di Via Roma 16 – palestra comunale

L'impianto di produzione di energia elettrica da generatori di fonte rinnovabile solare tramite conversione fotovoltaica sulla copertura della Palestra Comunale scolastica ubicata in Via Roma n. 16 ha una potenza di picco pari a 35,25 kWp.

Tale impianto è stato installato a seguito della rimozione e smaltimento delle attuali coperture in eternit e la posa delle nuove coperture realizzate con pannelli tipo sandwich in lamiera grecata di acciaio zincato e verniciato.

L'impianto posato ha le seguenti caratteristiche generali:

DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO DELLA PALESTRA COMUNALE	
Indirizzo:	Via Roma
Latitudine:	44°56'19"
Longitudine:	07°20'04"
Dati dimensionali edificio:	34 x 16 x altezza
Superficie disponibile impianto:	falda interessata 34x8= 272 mq
Orientamento (azimut):	51° (219 E)
Inclinazione (tilt):	6°
Albedo:	20% superfici scure di edifici

Tabella 16: Dati dell'impianto fotovoltaico della palestra comunale. (Fonte: elaborazione personale dati comunali GSE)

L'impianto, costituito da 150 moduli fotovoltaici di tipo Silicio policristallino con una vita stimata di oltre 20 anni e da un gruppo di conversione di 6 inverter, ha una produzione stimata annuale di 38.424 kWh annui distribuiti su una superficie di 272 m². Nella tabella sottostante vengono riportate le caratteristiche del generatore fotovoltaico e i dati costruttivi dei moduli.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Su edificio
Numero moduli:	150
Numero inverter:	6
Potenza nominale:	35.250 W
Grado di efficienza:	110,80%

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	CANADIAN SOLAR
Sigla:	CS6P 235P
Tecnologia costruttiva:	Silicio policristallino 156 x 156 mm 2 o 3 busbar
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	235 W
Rendimento:	14,61%
Tensione nominale:	29,8 V
Tensione a vuoto:	36,9 V
Corrente nominale:	7,90 A
Corrente di corto circuito:	8,46 A
Dimensioni	
Dimensioni:	982 mm x 1638 mm
Peso:	20 kg

Tabella 17-18: Dati dell'impianto fotovoltaico della palestra comunale. (Fonte: elaborazione personale dati comunali GSE)

Secondo quanto indicato sulla relazione del progetto definitivo/esecutivo fornita dall'ufficio tecnico comunale, la produzione mensile dell'impianto di Via Roma 16, tenendo conto dei valori di irraggiamento solare sulla località in esame, dovrebbe corrispondere ai seguenti kWh.

Mese	Totale giornaliero (kWh)	Prod. Teorica mensile (kWh)
gennaio	43,915	1361,372
febbraio	65,705	1839,729
marzo	98,249	3045,707
aprile	132,169	3965,082
maggio	150,506	4665,672
giugno	165,961	4978,84
luglio	181,563	5628,447
agosto	143,619	4452,182
settembre	107,228	3216,846
ottobre	75,812	2350,169
novembre	47,502	1425,059
dicembre	41,762	1294,627

Tabella 19: Dati dell'impianto fotovoltaico della palestra comunale. (Fonte: elaborazione personale dati comunali GSE)

Nella tabella sottostante vengono indicate le produzioni nei diversi mesi dell'anno 2018 per l'impianto di Via Roma raccolte dalle informazioni del sito GSE. La produzione maggiore si ha nei mesi da marzo a settembre, rispecchiando quanto indicato dai calcoli teorici sulla base dell'irraggiamento solare ma i valori sono nettamente inferiori, come si può notare anche dal grafico sottostante che mostra l'andamento delle due produzioni: reale e teorica.

Mese	Produzione reale (kWh)
gennaio	296,200
febbraio	785,400
marzo	2141,000
aprile	1851,200
maggio	2613,200
giugno	3499,400
luglio	3914,400
agosto	3819,800
settembre	2321,400
ottobre	1401,200
novembre	595,600
dicembre	871,800

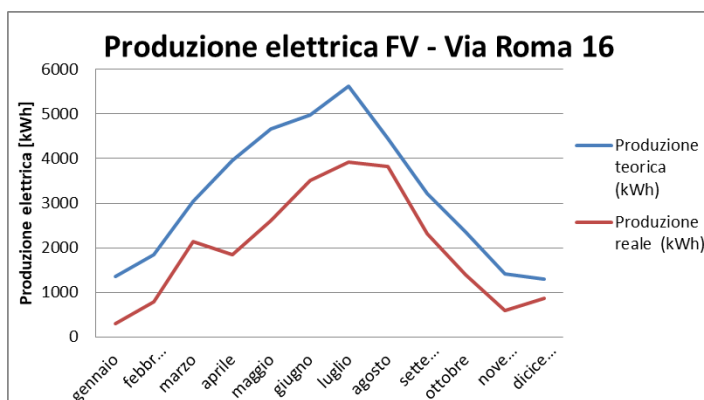


Tabella 20 e grafico 32: Valori di produzione reale dell'impianto FV di Via Roma 16 e confronto con i valori teorici di produzione. (Fonte: elaborazione personale dati comunali GSE)

Come detto in precedenza, è possibile disporre dei dati di produzione FV anche mediante il portale E-Distribuzione che indica la produzione, il consumo e l'immissione mensile delle singole strutture in cui è installato il dispositivo FV attraverso le tre fasce orarie F1, F2 ed F3.

La disponibilità dei dati però (a differenza dei dati quart'orari, disponibili fino a 18 mesi precedenti la data di consultazione), è di soli 12 mesi prima della data di consultazione.

Avendo iniziato la raccolta dati di produzione nel mese di maggio, si è potuto risalire soltanto fino ai dati di maggio 2018.

Un'ulteriore rielaborazione dei dati da E-Distribuzione permette di definire quali siano i diversi autoconsumi, produzioni e immissioni relativi alle varie fasce orarie e contenuti all'interno della tabella sottostante.

Per una più facile lettura e comprensione della mole di dati, si riporta di seguito un grafico che mostra i valori totali (e quindi non suddivisi per fasce) del consumo, produzione e immissione nei vari mesi considerati.

Dalla differenza dell'energia prodotta e di quella immessa, è possibile dedurre l'autoconsumo della struttura comunale di Via Roma 16, come riportato nella tabella sottostante.

	PRELIEVO (kWh)			IMMISSIONE (kWh)			PRODUZIONE (kWh)				AUTO CONSUMO (kWh)		
Mesi	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3		F1	F2	F3
maggio '18	0,968	43,848	39,36	1741,999	414	292,999	1777,15	430,6	302,05		35,151	16,6	9,051
giugno '18	1,848	30,42	38,4	2135,999	508	529	2161,1	522,7	542,2		25,101	14,7	13,2
luglio '18	0	56,376	70,848	2646	495	596,999	2671,45	508,7	606,4		25,45	13,7	9,401
agosto '18	1,936	52,896	74,784	2350,999	472	625	2377,85	483,25	633,35		26,851	11,25	8,35
settembre '18	8,8	81,36	51,2	1657	439,999	403	1685,25	449,2	410,95		28,25	9,201	7,95
ottobre '18	61,732	78,76	38,69	1034,95	167,075	144,324	1083,05	173,35	149		48,1	6,275	4,676
novembre '18	118,272	111,54	48,64	369,174	75,1	72,65	433,6	83,75	78,7		64,426	8,65	6,05
dicembre '18	117,876	107,484	70,688	391,225	92,375	224,299	469,1	102,85	242,75		77,875	10,475	18,451
gennaio '19	115,192	125,28	53,792	731,25	125,449	166,975	844,05	134,6	177,3		112,8	9,151	10,325
febbraio '19	83,6	117,424	43,776	978,25	133,474	168,649	1072,7	142,35	173,5		94,45	8,876	4,851
marzo '19	42,504	77,7	40,548	2254,499	595,25	469,175	2323,05	605,7	479,75		68,551	10,45	10,575
aprile '19	11,44	59,696	40,32	2125,25	496,875	585,399	2185,4	519,35	596,85		60,15	22,475	11,451
maggio '19	4,84	45,24	32,8	2667,574	530,099	634,35	2701,55	549,2	646,6		33,976	19,101	12,25

Tabella 21: Valori di prelievo, immissione, produzione e autoconsumo della struttura di Via Roma 16 (Fonte: elaborazione personale dati e-distribuzione)

Osservando la ripartizione della produzione nel grafico sottostante, si può notare come il picco massimo di produzione nell'anno 2018 si ha nel mese di luglio mentre è da evidenziare subito come vi è una differenza sostanziale della produzione di energia tra i mesi di maggio 2018 e maggio 2019.

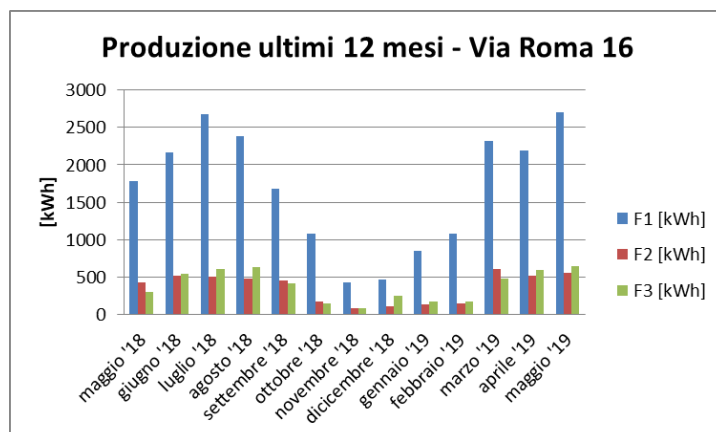


Grafico 33: Suddivisione della produzione nelle tre fasce orarie dell'impianto di Via Roma 16.

(Fonte: elaborazione personale dati e-distribuzione)

Il grafico riporta la produzione, l'immissione e l'autoconsumo generati mese per mese dalla palestra comunale. Riferendosi al singolo POD di appartenenza della palestra, E-Distribuzione indica i valori di prelievo esclusivamente per la struttura in esame.

La produzione risulta di molto superiore rispetto al consumo effettivo della struttura; questo in quanto il consumo maggiore della struttura della palestra comunale, avviene principalmente di sera e quindi nel momento in cui non vi è produzione. Anche la struttura ad essa connessa, il teatro comunale, ha consumi nelle fasce serali e quindi nel momento in cui non vi è produzione.

Vi è quindi la necessità di immettere l'energia prodotta nella rete e successivamente domandarne al gestore per sopperire alle necessità serali e notturne.

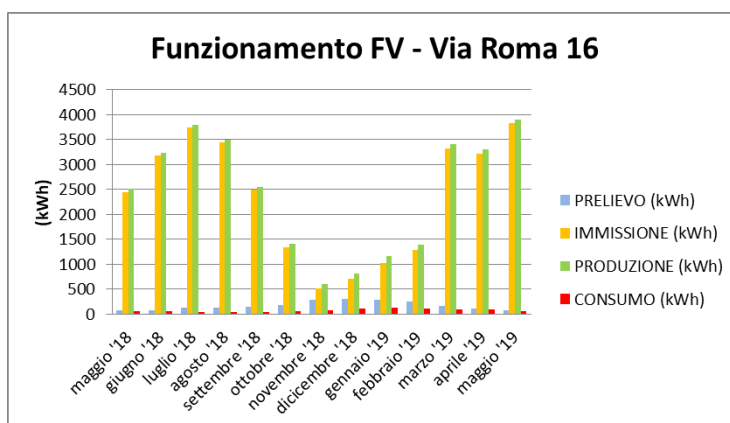


Grafico 34: Andamento dei valori di prelievi, immissione, produzione e autoconsumo dell'impianto di Via Roma 16.

(Fonte: elaborazione personale dati e-distribuzione)

Per ottimizzare l'autoconsumo del Comune di Cantalupa occorrerebbe quindi introdurre una gestione volta a scambiare energia tra i vari POD comunali che hanno diverse funzioni, e quindi consumi, che avvengono in fasce orarie diverse. Ad esempio, per ottimizzare l'autoconsumo della produzione di

energia elettrica dell'impianto di Via Roma 16, sarebbe ottimale lo scambio con la vicina struttura scolastica che ha consumi maggiori nella fascia oraria F1 anche se essa presenta già un impianto fotovoltaico di cui non si conosce la produzione e anche se in estate, nel momento di massima produzione, risulta essere chiusa e quindi senza consumi.

I valori totali riferiti all'ultimo anno di produzione, da maggio 2018 a maggio 2019, sono:

- Prelievo: 2200,878 kWh
- Immissione: 30541,685 kWh
- Produzione: 31530,3kWh
- Autoconsumo: 988,616 kWh

Impianto FV di Via Italia 28 – magazzino comunale

L'impianto del magazzino comunale di Via Italia 28 ha una potenza nominale installata pari a 33,84 kWp ed è stato anch'esso installato nel mese di giugno 2012 in seguito allo smaltimento della copertura in eternit dell'edificio.

L'impianto posato ha le seguenti caratteristiche generali:

DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO DEL MAGAZZINO COMUNALE	
Indirizzo:	Via Italia
Latitudine:	44°56'28"
Longitudine:	07°20'12"
Dati dimensionali edificio:	36 x 16 x 7
Superficie disponibile impianto:	falda interessata 36x8= 288 mq
Orientamento (azimut):	31° (239 E)
Inclinazione (tilt):	15°
Albedo:	20% superfici scure di edifici

Tabella 22: Dati dell'impianto fotovoltaico del magazzino comunale. (Fonte: elaborazione personale dati comunali GSE)

L'impianto è costituito da 144 moduli fotovoltaici di tipo Silicio policristallino con una vita stimata di oltre 20 anni e da un gruppo di conversione di 6 inverter; ha una produzione stimata annuale di 38.223 kWh annui distribuiti su una superficie di 236 m². Nella tabella sottostante vengono riportate le caratteristiche del generatore fotovoltaico e i dati costruttivi dei moduli.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Su edificio
Numero moduli:	144
Numero inverter:	6
Potenza nominale:	33.850 W
Grado di efficienza:	106,40%

Tabella 23: Dati dell'impianto fotovoltaico della palestra comunale. (Fonte: elaborazione personale dati comunali GSE)

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	CANADIAN SOLAR
Sigla:	CS6P 235P
Tecnologia costruttiva:	Silicio policristallino 156 x 156 mm 2 o 3 busbar
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	235 W
Rendimento:	14,61%
Tensione nominale:	29,8 V
Tensione a vuoto:	36,9 V
Corrente nominale:	7,90 A
Corrente di corto circuito:	8,46 A
Dimensioni	
Dimensioni:	982 mm x 1638 mm
Peso:	20 kg

Tabella 24: Dati dell'impianto fotovoltaico del magazzino comunale. (Fonte: elaborazione personale dati comunali GSE)

Secondo quanto indicato sulla relazione del progetto definitivo/esecutivo fornita dall'ufficio tecnico comunale e stando alle caratteristiche dell'impianto che sono le medesime, la produzione mensile dell'impianto di Via Italia 28, tenendo conto dei valori di irraggiamento solare sulla località in esame, dovrebbe corrispondere ai seguenti kWh.

Mese	Totale giornaliero (kWh)	Prod. Teorica mensile (kWh)
gennaio	43,915	1361,372
febbraio	65,705	1839,729
marzo	98,249	3045,707
aprile	132,169	3965,082
maggio	150,506	4665,672
giugno	165,961	4978,84
luglio	181,563	5628,447
agosto	143,619	4452,182
settembre	107,228	3216,846
ottobre	75,812	2350,169
novembre	47,502	1425,059
dicembre	41,762	1294,627

Tabella 25: Dati dell'impianto fotovoltaico del magazzino comunale. (Fonte: elaborazione personale dati comunali GSE)

Nella tabella sottostante vengono indicate le produzioni nei diversi mesi dell'anno 2018 per l'impianto di Via Italia raccolte sempre dal sito GSE. La produzione maggiore si ha anche qui nei mesi da marzo a settembre, rispecchiando quanto indicato dai calcoli teorici sulla base dell'irraggiamento solare ma i valori sono nettamente inferiori, come si può notare anche dal grafico sottostante che mostra l'andamento delle due produzioni: reale e teorica.

Mese	Produzione reale (kWh)
gennaio	498,200
febbraio	604,600
marzo	1512,600
aprile	1606,600
maggio	1838,800
giugno	2102,000
luglio	2602,400
agosto	1942,400
settembre	1455,200
ottobre	733,800
novembre	367,400
dicembre	346,400

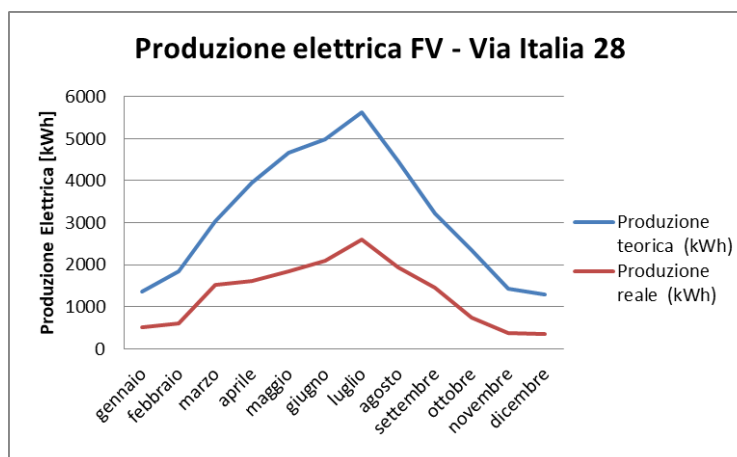


Tabella 26 e grafico 35: Valori di produzione reale dell'impianto FV di Via Italia e confronto con i valori teorici di produzione.

(Fonte: elaborazione personale dati comunali GSE)

Osservando la ripartizione della produzione nelle tre fasce orarie all'interno del grafico sottostante, si può notare come il picco massimo di produzione nell'anno 2018 si ha nel mese di luglio mentre è da evidenziare subito come vi è una differenza sostanziale della produzione di energia tra i mesi di maggio 2018 e maggio 2019.

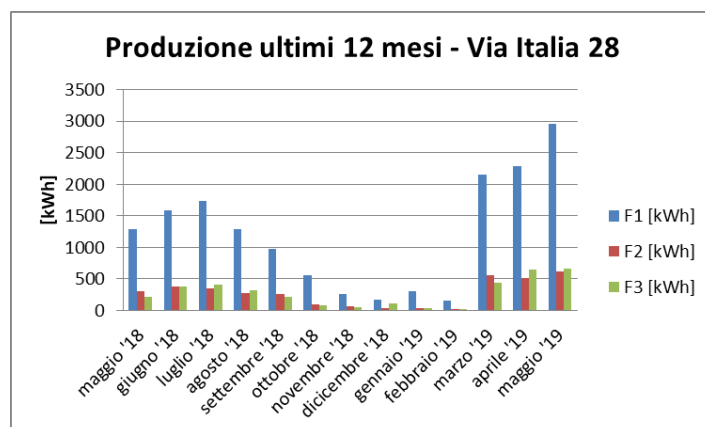


Grafico 36: Suddivisione della produzione nelle tre fasce orarie dell'impianto di Via Roma 16.

(Fonte: elaborazione personale dati e-distribuzione)

Nella tabella e nel grafico sottostanti vengono riportati i diversi consumi, produzioni e immissioni relativi alle varie fasce orarie per gli ultimi 12 mesi da maggio 2018.

	PRELIEVO (kWh)			IMMISSIONE (kWh)			PRODUZIONE (kWh)			AUTO CONSUMO (kWh)		
Mesi	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
maggio '18	21,296	29,928	47,232	1199,999	296	213	1281,3	308,6	223	81,301	12,6	10
giugno '18	2,772	23,66	47,36	1521,999	367,999	373	1579,4	386,2	384,15	57,401	18,201	11,15
luglio '18	0	29,928	62,976	1669	323,999	394,999	1739,8	342,75	411,15	70,8	18,751	16,151
agosto '18	3,872	34,8	66,912	1216	261,999	302,999	1283,75	280,95	317,9	67,75	18,951	14,901
settembre '18	7,92	50,4	53,76	924	256	203	974,2	266,95	212,15	50,2	10,95	9,15
ottobre '18	54,648	60,86	49,923	502,175	85,75	74,125	565,45	90,75	79,5	63,275	5	5,375
novembre '18	95,172	50,024	49,92	199,099	58,05	45,35	253,8	64,55	49,1	54,701	6,5	3,75
dicembre '18	202,312	81,408	115,808	62,649	18,8	93,899	169,35	33,35	108,35	106,701	14,55	14,451
gennaio '19	230,384	88,392	69,536	139,424	30,55	35,424	298,4	34,8	43,85	158,976	4,25	8,426
febbraio '19	146,08	79,376	96,768	102,749	6,024	24,175	149,1	7,15	27,4	46,351	1,126	3,225
marzo '19	8,316	25,9	41,856	2087,099	550,15	431,1	2146,6	564,3	439,75	59,501	14,15	8,65
aprile '19	6,16	21,648	40,32	2211,774	499,525	639,724	2289,4	511,55	652,9	77,626	12,025	13,176
maggio '19	0,968	19,488	40,672	2891,1	602,525	642,575	2954,4	621,4	655,9	63,3	18,875	13,325

Tabella 27: Valori di prelievo, immissione, produzione e autoconsumo della struttura di Via Roma 16

(Fonte: elaborazione personale dati e-distribuzione)

Il grafico riporta la produzione, l'immissione e il consumo generati mese per mese dal magazzino comunale. Riferendosi al singolo POD di appartenenza del magazzino (E-Distribuzione indica i valori di prelievo esclusivamente per la struttura in esame).

L'autoconsumo dell'energia prodotta è minimo rispetto alla produzione; questo è giustificabile in base alla tipologia di consumo energetico dell'edificio visibile in precedenza nell'analisi dei consumi e, come visto, il consumo maggiore del magazzino avviene in fascia F3 e quindi nel momento in cui l'impianto fotovoltaico non produce. Tale ragionamento è confermato anche dal fatto che la maggior parte dell'energia viene immessa nella rete, generando si un ritorno economico per il comune ma al tempo stesso non andando a soddisfare la richiesta energetica nel momento del bisogno che necessita di un prelievo, così come evidenziato all'interno del grafico.

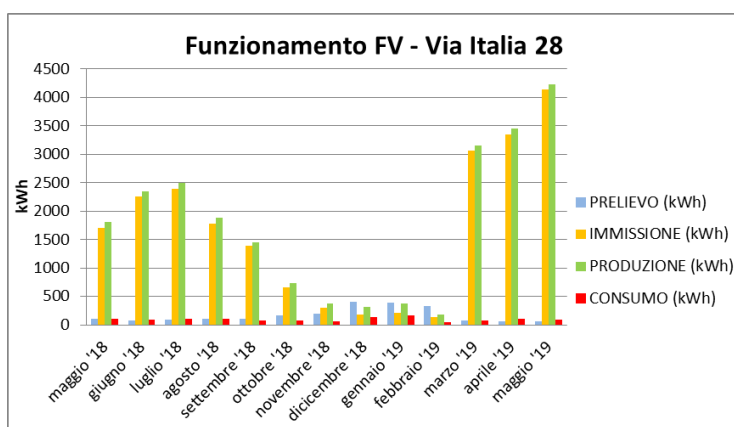


Grafico 37: Andamento dei valori di prelievi, immissione, produzione e autoconsumo dell'impianto di Via Roma 16.

(Fonte: elaborazione personale dati e-distribuzione)

Alla luce di quanto detto occorrerebbe valutare in maniera opportuna come migliorare tale autoconsumo; per esempio, si potrebbe collegare l'impianto fotovoltaico al vicino complesso del palazzetto dello sport il quale ha un consumo costante in fascia F1 per quanto riguarda la sala fitness e

pesi (lunedì-venerdì dalle 9:00 alle 21:30 e sabato dalle 14:00 alle 18:00) che la produzione di Via Italia 28 può, seppur parzialmente, aiutare a sopperire.

I valori totali riferiti all'ultimo anno di produzione sono:

- Prelievo: 2097,627 kWh
- Immissione: 17421,608 kWh
- Produzione: 18571,65 kWh
- Autoconsumo: 1150,042 kWh

Di seguito viene riportato il profilo di produzione complessiva dei due impianti fotovoltaici secondo i dati GSE per l'anno 2018.

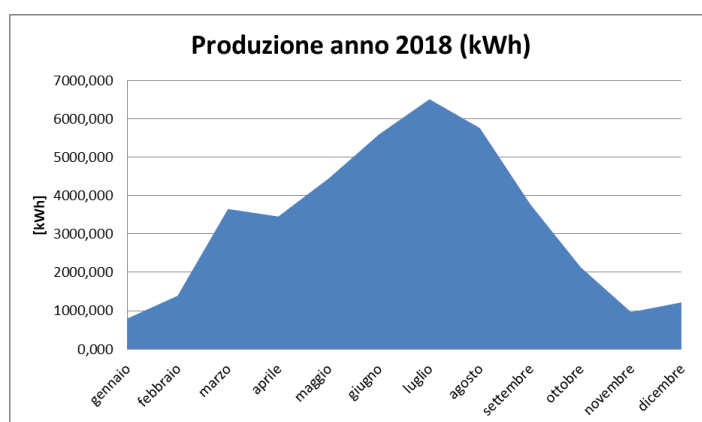


Grafico 38: Produzione da fotovoltaico. Comune di Cantalupa. (Fonte: Elaborazione personale dati comunali GSE)

3.6 – Confronto tra produzione e fabbisogno

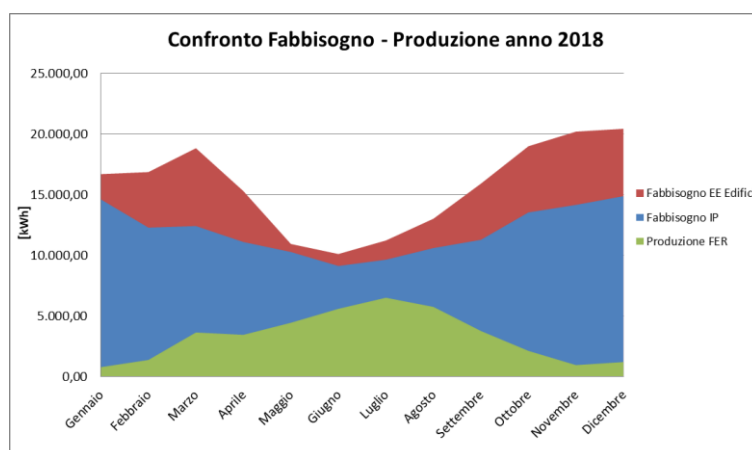
Andando in ultimo a confrontare la produzione totale dei due impianti nell'anno 2018 (dati mensili ricavati dal sito GSE Piemonte) con i consumi elettrici di tutti gli edifici comunali e dell'illuminazione pubblica, sempre per l'anno 2018, ci si rende conto di come vi sia un deficit tra la produzione FV e i consumi elettrici.

Nel paragonare i dati, si è scelto di mantenere suddivisi il fabbisogno degli edifici comunali e il fabbisogno dell'illuminazione pubblica: quest'ultima merita un discorso a parte in quanto i suoi consumi sono molto elevati e non sarebbero sostenibili in carico alla singola amministrazione comunale; occorre che vi sia una piena e attiva cooperazione all'interno della Oil Free Zone da parte di enti e aziende così da valutare attraverso un bilancio complessivo la completa sussistenza dell'illuminazione pubblica.

Il grafico seguente indica molto bene quella che è non solo la situazione legata al Comune di Cantalupa ma anche quella legata a gran parte dei Comuni che hanno deciso di prendere parte alla Oil Free Zone del Pinerolese.

Osservando il grafico ci si rende conto di come la produzione ed il consumo abbiano un andamento esattamente opposto: il periodo di massima produzione (maggio, giugno, luglio ed agosto) corrisponde esattamente al periodo di minimo consumo delle strutture comunali e dell'illuminazione pubblica ma questo non basta per poter avere un range positivo tra i valori in quanto la produzione rimane comunque inferiore.

Il range maggiore si ha nei mesi di gennaio e dicembre 2018 con una differenza dalla produzione rispettivamente di 13.818,60 e 13.666,80 kWh mentre la differenza minore si ha nel mese di luglio con un range di 3.133,20 kWh.



	Fabbisogno IP	Fabbisogno EE Edifici	Produzione FER
Gennaio	14.613,00	16.697,00	794,40
Febbraio	12.292,00	16.866,00	1.390,00
Marzo	12.421,00	18.835,00	3.653,60
Aprile	11.104,00	15.303,00	3.457,80
Maggio	10.284,00	10.943,00	4.452,00
Giugno	9.130,00	10.114,00	5.601,40
Luglio	9.650,00	11.233,00	6.516,80
Agosto	10.607,00	13.024,00	5.762,20
Settembre	11.288,00	15.915,00	3.776,60
Ottobre	13.543,00	18.998,00	2.135,00
Novembre	14.163,00	20.201,00	963,00
Dicembre	14.885,00	20.434,00	1.218,20

Tabella 28 e grafico 39: Valori di fabbisogno elettrico del Comune di Cantalupa a confronto con i valori di produzione FV.

(Fonte: elaborazione personale dati comunali)

Ciò che l'analisi porta a dire è che probabilmente tali impianti sono stati installati con l'obiettivo di avere non tanto un autoconsumo cercando di rendere energeticamente autonome alcune strutture comunali ma bensì avere un ritorno economico attraverso l'immissione in rete di energia; questo anche considerando che gli impianti sono stati installati nel 2012, periodo in cui vi è stato un grande incentivo

verso pubblici e privati all'installazione di impianti di produzione fotovoltaica attraverso delle vantaggiose tariffe legate al costo dell'impianto e al ritorno economico dovuto all'immissione.

Ai fini di una ottimale realizzazione della Oil Free Zone, occorrerebbe che tutti coloro che ne entrano a far parte cambino il loro modo di pensare e agire: dal benessere economico del singolo occorre arrivare a pensare al benessere ecologico della collettività.

Attuando delle diverse politiche legate alla tipologia di scambio dell'energia prodotta, la situazione non cambierebbe; occorrerebbe:

- Rivedere gli impianti di produzione in quanto, come indicato anche dalle informazioni dell'ufficio tecnico comunale e del GSE Piemonte, essi rivelano dei deficit nella produzione a causa di problematiche legate agli inverter dell'impianto.
- Aumentare il numero degli impianti così da aumentare la produzione da FER

Intervenendo sul fabbisogno occorrerebbe:

- Verificare come vengono utilizzate effettivamente le strutture comunali in quanto, come visto dall'analisi, alcuni consumi possono essere causati da una non corretta gestione delle strutture da parte degli utenti.

Ovviamente, l'analisi tra consumo e produzione, sarebbe opportuno fosse eseguita a livello orario così da identificare nel dettaglio, per ogni struttura, quanto consumo e produzione vi è e in che momenti della giornata ma purtroppo, per una questione di potenze installate, non è possibile eseguire tali considerazioni.

Grazie a questo nuovo approccio alla condivisione energetica sarà possibile in futuro far diminuire e, si spera, equiparare i fabbisogni e la produzione appena descritti.

3.7 – Analisi dei consumi veicolari

Oltre agli edifici, anche gli autoveicoli comunali rappresentano un importante indicatore connesso alla domanda di energia locale. Nel 2018 il parco veicolare del Comune di Cantalupa contava 7 veicoli suddivisi nelle categorie riportate nella tabella seguente.

VEICOLI	
Targa	Veicolo
BJ207ED	Scuolabus
TO63833V	
EF18659	Piaggio Ape
BC359G	Trattrice agricola
CX5145U	Fiat Panda
EP918ZM	Fiat Ducato
AB337WL	Innocenti

Categoria ambientale	Veicolo	Tipologia combustibile
EURO 2	Scuolabus 1	Gasolio
EURO 0	Scuolabus 2	Gasolio
EURO 2	Piaggio Ape	Benzina
/	Trattrice agricola	Gasolio
EURO 3	Fiat Panda	Benzina
EURO 5	Fiat Ducato	Gasolio
EURO 1	Innocenti	Benzina

Tabella 29-30: Caratteristiche dei veicoli comunali di Cantalupa. (Fonte: elaborazione personale dati comunali)

Le autovetture sono caratterizzate dalle categorie di emissioni riportate nella tabella seguente. Come si osserva le autovetture hanno una categoria di emissione molto bassa e solamente il Ducato, utilizzato per il trasporto di attrezzature utili alla manutenzione delle aree pubbliche, ha una categoria EURO 5.

L'analisi dei consumi veicolari è stata eseguita partendo dalle fatture fornite dalla segreteria comunale riportanti il veicolo che ha effettuato rifornimento, la tipologia e la quantità di fonte fossile prelevata e la data in cui è stato eseguito il rifornimento.

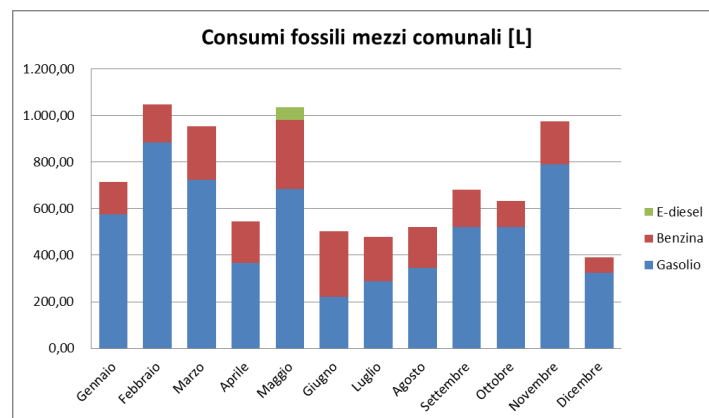
Nei grafici e nella tabella seguenti sono riportate le elaborazioni dei dati comunali per l'anno 2018.

All'interno del grafico 40 e della tabella 31 è riportata l'elaborazione dei dati di consumo suddivisi in base alla tipologia di combustibile.

Come è possibile osservare, i consumi nell'anno 2018 sono rappresentati da tre picchi annuali nei mesi di febbraio, marzo, maggio e novembre.

Andando ad osservare nel dettaglio tali picchi, si può desumere come l'aumento in questi mesi sia dovuto all'utilizzo della trattrice agricola che presenta un consumo molto elevato esclusivamente nei mesi appena indicati.

Il consumo di combustibile tipo "E-diesel", concentrato esclusivamente nel mese di maggio, è da attribuire allo "scuolabus 1" e rappresenta un'eccezione.



	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Gasolio [L]	576,38	883,29	722,34	367,03	684,05	221,20	287,16	345,44	519,94	519,94	788,88	324,00
Benzina [L]	138,11	164,77	231,71	178,22	296,41	281,01	191,12	174,95	160,60	114,22	186,47	66,95
E-diesel [L]	/	/	/	/	54,21	/	/	/	/	/	/	/
TOT. [L]	714,49	1.048,06	954,05	545,25	1.034,67	502,21	478,28	520,39	680,54	634,16	975,35	390,95

Tabella 31 e grafico 40: Valori di consumo dei veicoli del Comune di Cantalupa. (Fonte: elaborazione personale).

Nel seguente grafico è possibile osservare la ripartizione percentuale dei consumi delle singole vetture. I mezzi con maggiore incidenza sono gli scuolabus che offrono un servizio di andata/ritorno dalla scuola sia per le scuole presenti all'interno del Comune sia per le scuole secondarie di secondo grado che si trovano nel comune limitrofo.

Il terzo consumo più elevato è quello generato dal Fiat Ducato che rappresenta quasi il 20% dei consumi comunali annuali; ad usufruire di tale mezzo sono gli operatori comunali.

Il 13% circa dei consumi sono rappresentati dalla Trattoria agricola, mezzo che viene utilizzato dagli operatori comunali in stagioni ed eventi particolari che variano di anno in anno ed in stagione in stagione.

I consumi della Fiat Panda e dell'Ape Piaggio si eguagliano; il primo mezzo viene utilizzato dagli impiegati comunali e dal vigile per spostarsi all'interno del territorio comunale e nei territori limitrofi mentre il secondo viene utilizzato sempre dagli operatori comunali per svolgere manutenzioni nei luoghi pubblici.

Il consumo minore, pari all'1,4% dei consumi dell'anno 2018 è rappresentato dall'autovettura "Innocenti"; tale mezzo viene utilizzato raramente da alcune associazioni locali, rappresenta il consumo meno incisivo dell'intero parco veicolare ma al tempo stesso è il mezzo che incide di più dal punto di visto delle emissioni per ogni litro di carburante essendo un veicolo EURO 1.

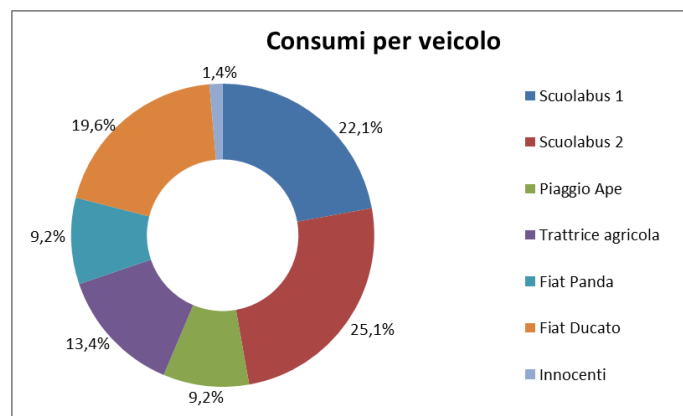


Grafico 41: Ripartizione dei valori di consumo dei veicoli comunali di Cantalupa.

(Fonte: elaborazione personale dati comunali)

Volendo valutare complessivamente i consumi veicolari dei mezzi di proprietà comunale, si riporta l'andamento dei consumi senza distinzione tra tipologia di combustibile fossile.

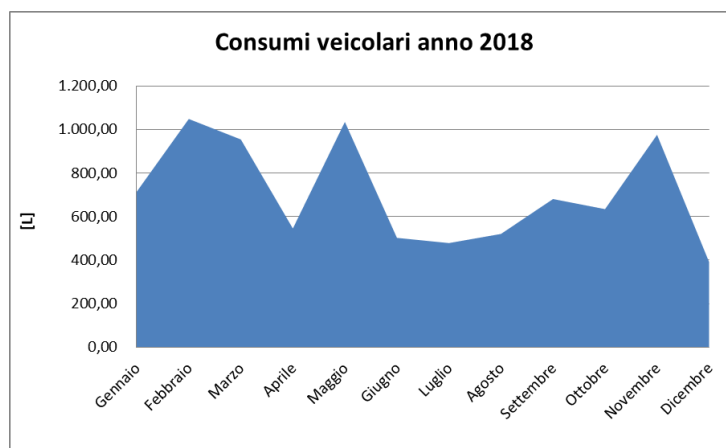


Grafico 42: Consumo di combustibili dei veicoli comunali di Cantalupa. (Fonte: elaborazione personale dati comunali)

3.8 – Il bilancio energetico comunale

Infine, volendo definire quello che è il consumo energetico comunale per l'anno 2018, si riportano i consumi analizzati in precedenza:

- Consumi legati all'illuminazione pubblica,
- Consumi legati all'illuminazione degli edifici comunali,
- Consumi legati al riscaldamento degli edifici comunali,
- Consumi legati ai consumi veicolari

Ai fini di poter essere rappresentati e comparati all'interno del medesimo grafico, i diversi consumi sono stati riportati tutti in *megawattora* (MWh).

Ciò che ne deriva è che i consumi annuali del Comune, nel 2018, sono stati di 1256,01 MWh.

Di questi, i fabbisogni termici ed elettrici degli edifici pubblici assorbono più dell'80% dei consumi del settore (1029 MWh), l'illuminazione pubblica l'11% circa (144 MWh) mentre i carburanti per la flotta comunale poco meno del 6.5% (83 MWh).

I grafici seguenti riportano l'evoluzione dei consumi energetici per vettore e la loro ripartizione percentuale.

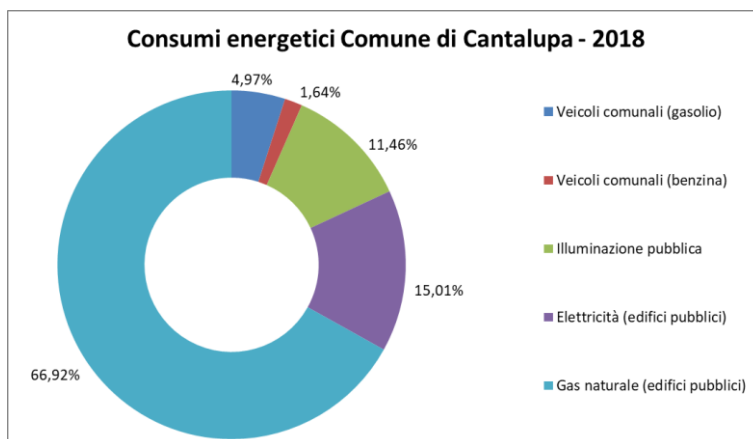


Grafico 43: Ripartizione dei consumi energetici comunali di Cantalupa. (Fonte: elaborazione personale dati comunali)

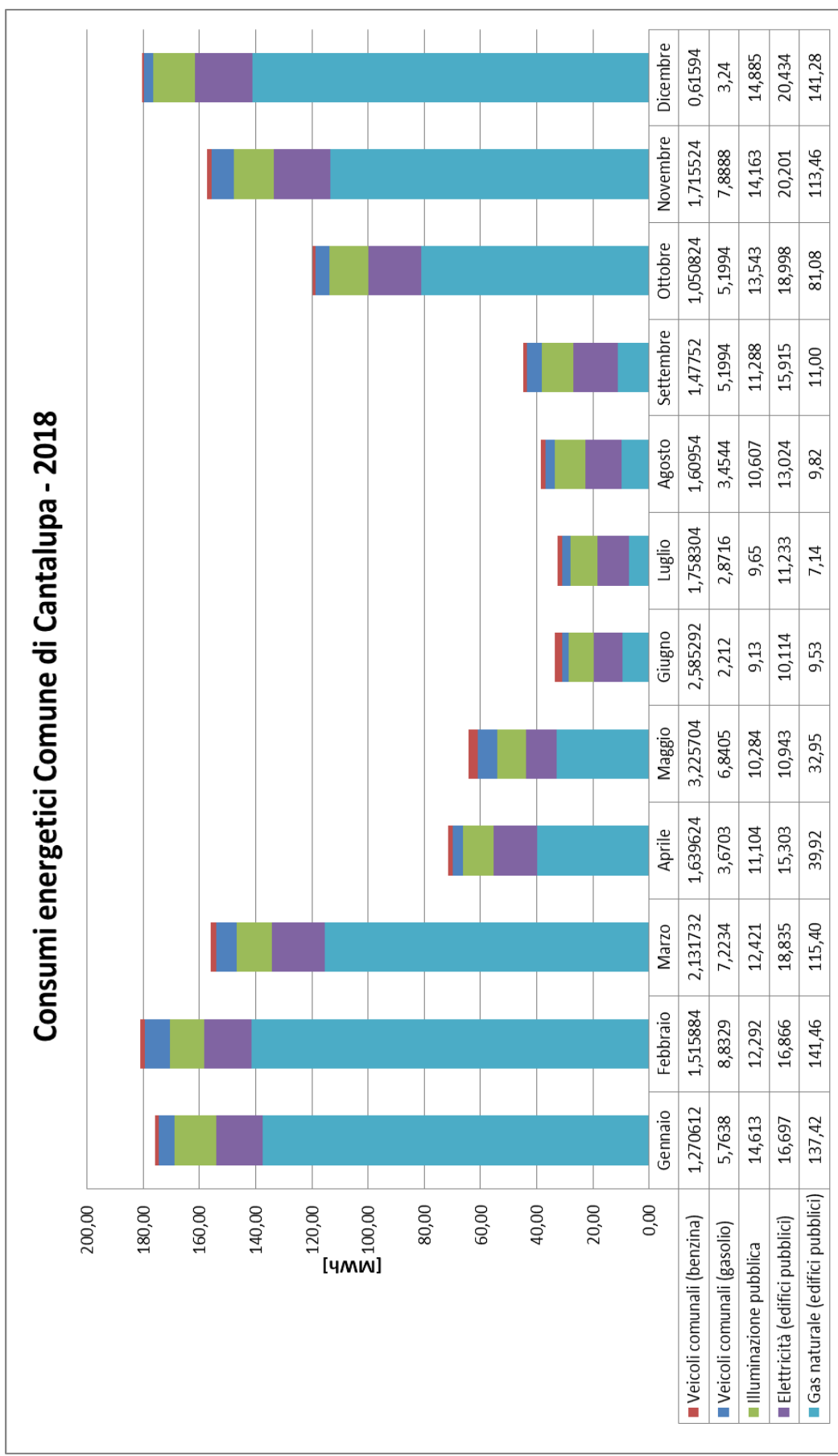


Grafico 44: Ripartizione dei consumi energetici comunali di Cantalupa. (Fonte: elaborazione personale dati comunali)

“Conoscere il tuo pianeta è un passo verso il proteggerlo.”

Jacques-Yves Cousteau.

(Scrittore ed esploratore)

4. MODELLI DI ANALISI ENERGETICA PER LE ISOLE MINORI

“Le vallate alpine di cui si compone il Pinerolese (Val Chisone, Val Germanasca, Val Pellice, Val Lemina e Val Noce) dal punto di vista energetico, possono presentare caratteristiche affini a quelle delle piccole isole del Mediterraneo; entrambi i territori sono infatti aree ben delimitate da confini naturali non facilmente travalicabili e una forte dipendenza dall'esterno anche se in presenza di risorse locali che, se sfruttate in modo adeguato, permetterebbero il conseguimento di una sostanziale indipendenza energetica”.

Professor Angelo Tartaglia, Politecnico di Torino.

I contesti isolani, proprio per le caratteristiche descritte dal Professor Tartaglia, rappresentano un modello ideale di territorio in cui avviare la transizione energetica. In questi contesti il modello energetico rinnovabile deve funzionare perfettamente e sopperire al 100% del fabbisogno energetico della popolazione per tutto l'anno, o si rischia di incorrere in un blocco di tutte le attività dell'isola, rendendola invivibile.

Alcuni esempi di Smart Island funzionanti, come visto all'interno del capitolo 2, sono presenti già in diverse parti del mondo ma non nel Mediterraneo e in particolare non tra le isole minori italiane.

Definire dei modelli di transizione dei contesti isolani esportabili ed applicabili anche ad altri contesti territoriali più o meno simili, ed essere fonte di ispirazione per tutte le altre isole del Mediterraneo e del mondo, è una sfida che risulta estremamente attuale.

Ecco perché di seguito vengono presentati dei modelli di studio legati alla transizione energetica di alcune isole minori italiane nel Mar Mediterraneo: se si riescono a definire dei modelli di transizione energetica vincenti in un contesto isolano, le applicazioni su di un qualsiasi altro territorio risulteranno anch'esse vincenti.

4.1 – Metodologia

Per poter eseguire tale transizione e definire dei modelli di successo replicabili, occorre prima eseguire un'analisi del territorio che porti a definire

1. Risorse rinnovabili disponibili
2. Potenzialità di utilizzo delle risorse rinnovabili disponibili
3. Profili di Consumo comunali
4. Producibilità potenziale del territorio da risorse energetiche rinnovabili
5. Vincoli di tutela ambientale e paesaggistica

Così da poter poi identificare interventi e scenari di sviluppo energetico futuro.

L'ambito di tale analisi rientra nel campo della Pianificazione Energetica del territorio, un'attività che pone le basi necessarie a migliorare e articolare in modo avanguardista l'approvvigionamento di elettricità nei territori e definendo le basi per una politica energetica.

La pianificazione energetica del territorio è una disciplina il cui scopo è quello di legare lo sviluppo urbano e lo sviluppo della fornitura elettrica puntando sullo sviluppo di tecnologie energetiche rinnovabili.

Tale disciplina punta quindi ad ottenere un ruolo chiave nelle strategie di sviluppo urbano dei prossimi anni, rivolgendo particolare attenzione a due caratteristiche molto importanti della fornitura di energia: sostenibilità ambientale e sicurezza energetica.

Per raggiungere queste caratteristiche la pianificazione territoriale energetica mira a:

- Coordinare lo sviluppo insediativo con lo sviluppo di nuove tecnologie energetiche integrate ad esso
- Investire in modo coerente negli investimenti delle infrastrutture di approvvigionamento
- Ridurre il consumo di carburanti fossili incentivando la mobilità elettrica

Prima di ogni tipo di azione sul territorio, occorre conoscere nei particolari le risorse, le problematiche, i vincoli, i valori intrinseci ecc.

In particolar modo questi ultimi, determinano la necessità di pianificare nei dettagli lo sviluppo e l'installazione di impianti per la produzione di energia in modo da non entrare in conflitto con la qualità ambientale e paesaggistica dei territori.

In ambito energetico la conoscenza del territorio deve quindi necessariamente spaziare dagli aspetti antropici legati alla composizione e ai fabbisogni della popolazione, a quelli territoriali legati alla morfologia, all'orografia del terreno e alle risorse locali fino ai vincoli di natura fisico-tecnica (vincolo idrogeologico), facendo forza con gli strumenti di programmazione energetica che devono integrarsi con gli altri strumenti più generali di governo del territorio, che sono capaci di incidere direttamente sulle trasformazioni fisiche apponendo veri e propri vincoli, quali i piani urbanistici e paesistici, decreti legge ecc...

Uno degli strumenti fondamentali utilizzati nell'azione della pianificazione energetica è il Sistema Informativo Territoriale.

I Sistemi Informativi Territoriali permettono di analizzare il territorio raccogliendo moltissimi dati di diversa natura [51].

Sono utilizzati per la gestione e la pianificazione del territorio, con notevole sviluppo nell'urbanistica: unendo componenti come la geografia a quelle statistiche e di progettazione, il SIT permette di

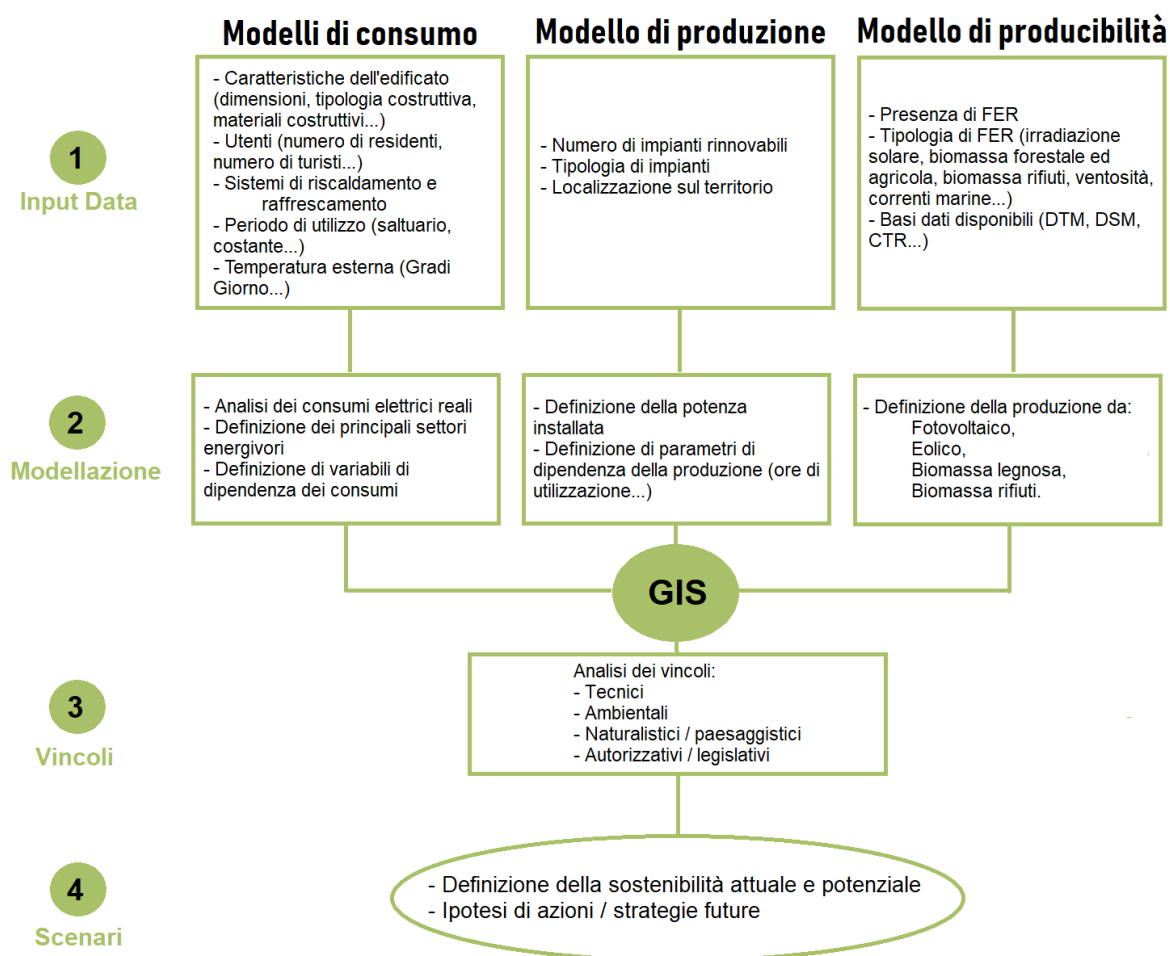
diffondere, organizzare e comunicare informazioni appartenenti a diversi ambiti che difficilmente riuscirebbero ad essere lette insieme [51].

Nell'immagine seguente è descritta la procedura seguita in questa analisi ed utilizzata per la valutazione dei modelli di consumo, di produzione e di producibilità di energia.

Le informazioni vengono acquisite attraverso delle banche dati ed elaborate (nel caso dei modelli di consumo e produzione) e, nel caso del modello di producibilità, spazializzate attraverso l'utilizzo del software GIS e confrontate con i vincoli presenti sul territorio.

I risultati dei modelli ottenibili possono essere posti in relazione tra di loro in maniera tale da definire la sostenibilità attuale dei territori e la sostenibilità potenziale degli stessi, facendo infine delle ipotesi di sviluppo futuro da attuare per poter realmente concretizzare tale sostenibilità ipotetica.

E' di fondamentale importanza che i dati di consumo, produzione e producibilità siano a livello mensile e che vengano confrontati con i consumi per definire anche quale tecnologia rinnovabile sia la migliore da applicare sui territori e che permetta di rispondere ottimamente nei diversi periodi dell'anno al fine di una loro transizione energetica, consci del fatto che i sistemi di accumulo dell'energia non sono ancora pienamente sviluppati e quindi occorre valutare attentamente non solo la producibilità di un territorio ma anche quando è disponibile tale produzione.



Imm. 38: Fasi utili alla definizione dell'analisi energetica presentata nel presente elaborato. (Fonte: Elaborazione personale).

Nell'eseguire l'indagine energetica del territorio in analisi occorre incentrarsi su tre fattori che sono il consumo energetico, la produzione energetica e la produttività energetica.

Il primo step **"input data"** si riferisce all'analisi della situazione attuale dell'area di studio, ovvero le variabili da introdurre come input nei modelli e quindi quelle che generano e determinano i consumi, la produzione attuale e la producibilità sul territorio.

Sono queste le variabili che saranno utili alla replicabilità dei modelli in altri contesti; l'obiettivo è quello di avere delle variabili che, anche con diversi valori, possano essere utilizzate per effettuare gli stessi studi anche in contesti territoriali molto differenti.

Dopo aver definito una prima fase di conoscenza del territorio, è prevista una seconda fase di **"modellazione"** volta a definire concretamente quali sono i consumi nei diversi settori e nei diversi mesi, quale la produzione che deriva dagli attuali impianti installati e quale la produzione potenziale ovvero, in base alle fonti rinnovabili disponibili localmente, qual è la capacità di produzione se si sfruttassero tali FER nel territorio.

Prima di giungere alle considerazioni conclusive nell'ultimo step **“scenari”**, deducibili grazie all'applicazione del modello e consistenti nel definire delle scelte energetiche consapevoli al fine di raggiungere l'obiettivo della transizione energetica utile alle pubbliche amministrazioni, si procede attraverso la definizione dei **“vincoli”** presenti sul territorio con lo scopo di capire quali di questi permettono o meno di sfruttare le fonti rinnovabili precedentemente individuate nel totale rispetto dell'ambiente, del paesaggio e delle istituzioni.

Software utilizzato nei modelli di producibilità: il GIS

La componente informatica del sistema informativo che raccoglie fisicamente le informazioni utilizzate per la creazione di mappe tematiche, è il GIS (Geographical Information System) ovvero un sistema geografico studiato per la gestione del territorio al fine di fornire strumenti adeguati ai processi gestionali: il GIS è composto da una serie di strumenti software per acquisire, memorizzare, estrarre, trasformare e visualizzare dati spaziali dal mondo reale [51].

Tale sistema trova ampio utilizzo nel campo della pianificazione territoriale ed energetica in quanto permette di integrare i dati di un territorio in ogni sua singola parte per darne una lettura olistica che mette insieme più aspetti della società restituendone una lettura unica e semplificata della stessa.

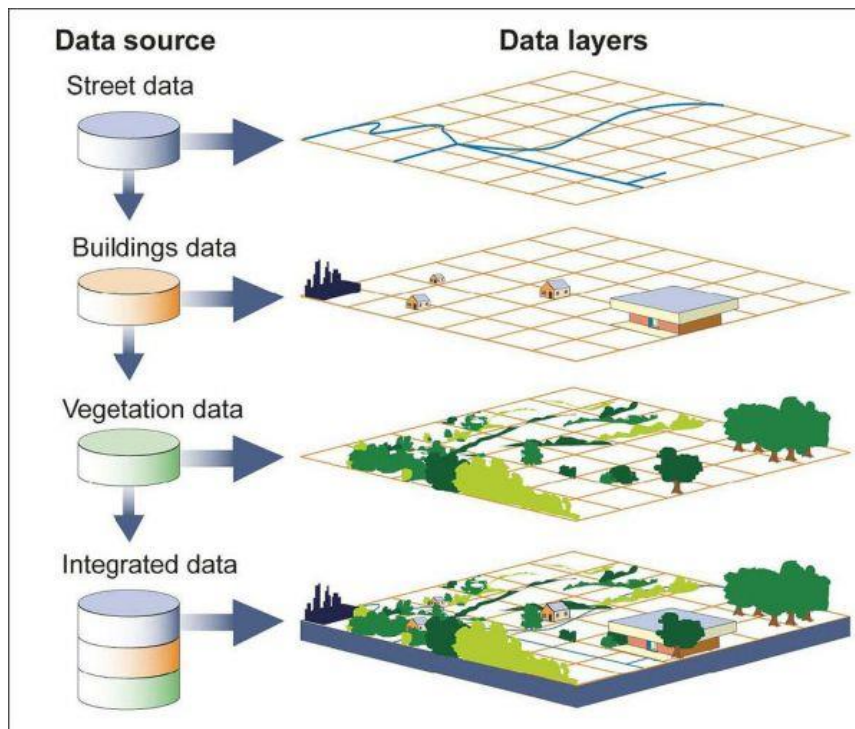
L'impiego di questa tecnologia nello studio condotto all'interno della presente tesi e nel campo della Pianificazione Energetica, consiste nel definire dei modelli di producibilità a scala territoriale capaci di gestire una grande quantità di dati.

Molto spesso infatti, nell'eseguire un'analisi energetica si può incorrere nell'errore di considerare una sola variabile in quanto altre potrebbero non essere disponibili o esserlo a scale diverse.

I modelli di producibilità e l'analisi dei vincoli che vengono descritti di seguito, si basano su sistemi di georeferenziazione delle informazioni, ovvero il GIS, che consentono di gestire le informazioni da fonti, scale e accuratezze diverse, sovrapponendo le informazioni.

Così, alla quantificazione di determinate Fonti Energetiche Rinnovabili utili alla transizione energetica dei territori, è possibile associare delle variabili legate alla tipologia dell'edificio presente, agli usi del suolo in vigore e soprattutto spazializzare i vincoli di legge definendo la concreta possibilità di sfruttamento delle risorse presenti ipotizzando scenari futuri in funzione di misure di efficientamento energetico e politiche energetiche per rendere il territorio energeticamente sostenibile.

Quanto appena definito, corrisponde all'applicazione eseguita in questa tesi per definire l'analisi energetica di alcune isole minori italiane utilizzando il software GIS per georeferenziare le informazioni ed ipotizzare azioni ed interventi.



Imm. 39: Dati di funzionamento di un SIT. (Fonte: infobuild.it)

4.2 – Casi studio per la definizione dei modelli

4.2.1 - L' isola di Pantelleria

L'isola di **Pantelleria** è situata nel mezzo del canale di Sicilia, a 110 km a sud-ovest dalla Sicilia e 70 a est-nord-est dalla Tunisia. Pantelleria è la prima delle isole siciliane per estensione territoriale e la quinta delle isole italiane, ricoprendo una area pari a 83 km², facente parte della provincia di Trapani.



Imm. 40: Localizzazione geografica dell'isola di Pantelleria (Fonte: Elaborazione personale base Google Maps)

L'isola rappresenta la porzione emersa di un vasto complesso vulcanico ormai estinto, che interessa l'intero Canale di Sicilia, e la sua morfologia presenta caratteri prevalentemente montuosi (le alture variano da 500 m a 700 m s.l.m. mentre l'altura massima è rappresentata dalla Montagna Grande di 836 m s.l.m.) o collinari con un paesaggio irregolare, scarpate ripide e scoscese e zone sub-

pianeggianti presso le alcune aree costiere. Un elemento morfologico di spicco è rappresentato dal lago di acqua salmastra “Bagno dell’Acqua” chiamato comunemente lago “Specchio di Venere”, che si localizza nel settore settentrionale dell’isola.

Non si registrano eruzioni dal 1891, ma ancora su diverse località dell’isola è presente una vivace attività di vulcanismo secondario: sorgenti termali e fumarole che esprimono il massimo del loro valore ecologico nel Lago di Venere e sulle pendici della Montagna Grande e di altri rilievi montuosi.

Le coste sono frastagliate ed irregolari con numerose insenature e baie naturali.

Pantelleria si caratterizza, oltre che per il suo pregio paesaggistico, anche per i tipici manufatti come i *muri a secco*, i *giardini panteschi* e i *dammusi* (tipiche costruzioni abitative in pietra lavica locale) che hanno la funzione di sfruttare le caratteristiche naturali del luogo per delimitare il terreno coltivabile, proteggere le piante dal vento e dalla salsedine, difendere le abitazioni dal calore e raccogliere l’acqua piovana.

Il clima è di tipo mediterraneo caldo, temperato da venti marini che soffiano impetuosi in ogni stagione, tra i quali prevalgono scirocco e maestrale e sono molto scarse le piogge.

L’economia dell’isola è basata sull’agricoltura, in particolare la coltivazione della *vite* (famosi sono lo zibibbo e il Moscato ed il Passito di Pantelleria), e dei *capperi*.

Il 26 novembre 2014 l’UNESCO ha dichiarato la pratica agricola della coltivazione della vite Zibibbo ad alberello di Pantelleria patrimonio dell’umanità.



Imm. 41: I caratteristici “dammusi” e i muri a secco (Fonte: dammusidipantelleria.com)

Imm. 42: Il lago di Pantelleria (Fonte: LaStampa)

L’isola non è connessa alla rete elettrica nazionale, l’elettricità è prodotta localmente per mezzo di una centrale a gasolio localizzata nella parte settentrionale dell’Isola. Al fine di ottimizzare l’uso delle risorse energetiche e minimizzare i consumi, il Comune ha realizzato un piano integrato che punta all’efficienza energetica e alla produzione/gestione dell’energia da fonti rinnovabili.

Inoltre, il Comune ha sviluppato una serie di interventi di efficientamento sulle scuole, per ottenere la riduzione della trasmittanza termica attraverso un sistema integrato di rivestimento dei prospetti con

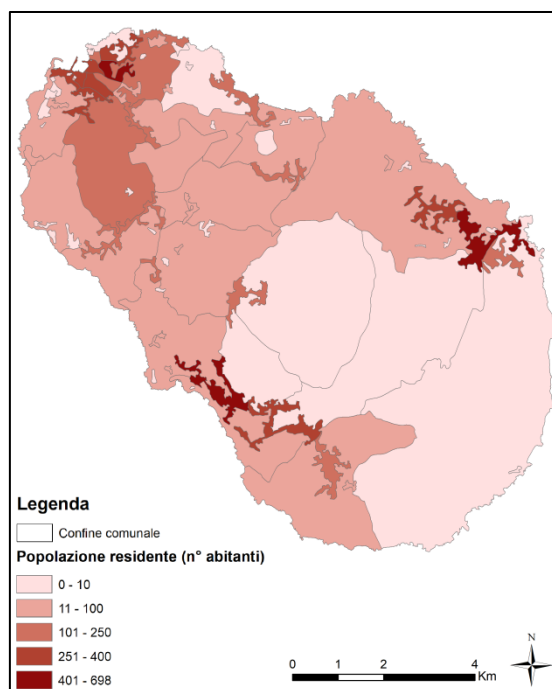
materiali naturali costituenti il cappotto, infissi a taglio termico e isolamento dei soffitti con tetto giardino. Si vuole infine perseguire l'autonomia energetica degli edifici attraverso l'introduzione integrata di pannelli fotovoltaici ad alto rendimento al tetto giardino [52].

Il Politecnico di Torino, studia da diversi anni il caso di Pantelleria, definendolo un “caso-studio ideale” per una transizione energetica “completa e ambiziosa” (e replicabile in altri contesti) che sia basata sulle tecnologie innovative non impattanti sul territorio, tutelato da vincoli ambientali, legislativi e paesaggistici.

Per quel che riguarda le energie rinnovabili, sono ampiamente presenti quella eolica, solare e geotermica.

L'isola ha circa 7.702 abitanti (ISTAT, 1° gennaio 2019), ma nel periodo estivo la popolazione raddoppia, arrivando anche a più di 14.000 persone.

La distribuzione di questi sul territorio comunale non è omogenea: circa il 45% della popolazione è residente nel centro urbano localizzato lungo la fascia costiera, all'estremità settentrionale dell'isola. Il resto della popolazione è distribuita prevalentemente nelle località di Kamma e Scauri, situati rispettivamente lungo la costa orientale ed occidentale ed entrambi a circa 12 km dal centro urbano ed una minore parte di popolazione (circa il 6% del totale) risiede nelle piccole frazioni e contrade sparse sul territorio (di cui alcune sono Bugeber, Campobello, Madonna delle Grazie e SibaRoncone) mentre circa il 14% risiede nelle case sparse, costituite in buona parte anche dai tipici “dammusi”.



Carta 6: Popolazione residente a Pantelleria nell'anno 2011 per sezione di censimento. (Fonte: Elaborazione personale dati ISTAT)

L'analisi della popolazione residente svolta attraverso il software ArcGIS e definita grazie alle sezioni di censimento fornite dall'ISTAT descrive, nonostante la differenza di popolazione residente a causa del dato non aggiornato¹⁶, la distribuzione spaziale appena illustrata riferendosi ad una popolazione di 7493 abitanti: è possibile riconoscere molto bene i tre principali centri residenziali (Pantelleria, Khamma-Tracino e Scauri-Reckhale) in cui le sezioni di censimento registrano dai 251 ai 700 residenti mentre le sezioni corrispondenti alle aree con lieve pendenza registrano una popolazione che va dai 21 ai 250 residenti.

Alcune sezioni di censimento corrispondono ad aree disabitate (per esempio le aree a parco sulla Montagna Grande e il lago Bagno dell'Acqua).

A Pantelleria, le aree urbanizzate, sia a tessuto denso che rado, si riscontrano maggiormente in prossimità della costa ed occupano una modesta percentuale del territorio isolano.

Nella parte settentrionale dell'isola è presente un aeroporto militare realizzato durante l'epoca fascista ed ora aperto al traffico civile.

L'insediamento urbanistico principale dell'isola si trova nella parte settentrionale del territorio e, per il collegamento con i due insediamenti minori e con le innumerevoli case sparse, l'isola presenta una fitta rete viaria che, ad esclusione delle principali strade, ancora oggi risulta non asfaltata e in cattivo stato o, molto più semplicemente, da antiche mulattiere.

Sono presenti due porti: uno nella stessa città di Pantelleria e l'altro più piccolo nella frazione di Scauri.

Il susseguirsi di diverse culture nel corso dei secoli ha segnato molto la morfologia urbana e la tipologia costruttiva sull'isola; la Pantelleria del diciannovesimo secolo è fortemente segnata dalla cultura araba e presenta una struttura compatta e senza una definita organizzazione strutturale, con edifici a copertura piana e ad uno-due piani. La parte meridionale dell'antica zona araba ha invece più ampio respiro, con una viabilità che definisce la forma della struttura urbana attuale e dell'antica cittadella che circondava l'antico castello ancora oggi esistente.

Nel 1943 l'isola venne colpita dai bombardamenti di inglesi ed americani che, concentrati nel colpire l'aeroporto militare presente, distrussero circa il 75% della città.

Dopo la seconda guerra mondiale, la ricostruzione fu rallentata dalla diminuzione della popolazione e ricominciò solo negli anni '70. L'esplosione del turismo sull'isola proprio in quegli anni, dettò l'esigenza di creare velocemente residenze e appartamenti estivi con cortile e giardino privati ed il risultato fu un incremento dell'urbanizzazione delle aree periferiche mentre la zona urbana venne ricostruita solo frammentariamente.

¹⁶ Le indagini statistiche svolte dall'ISTAT avvengono a cadenza decennale, per questo i dati della popolazione elaborati nel presente studio si riferiscono all'anno 2011.

Questa forma di urbanizzazione porta alla difficoltà nel definire, tramite comparto censuario, quali siano le abitazioni antiche e caratteristiche dell'isola (i dammusi) e quali le abitazioni turistiche di quegli anni.

Dalle stime del 2011 risultano circa 5.950 edifici, di cui 3.300 abitazioni occupate stabilmente e 2150 abitazioni utilizzate per vacanza (ISTAT).

La struttura tipica delle abitazioni rispecchia ancora oggi quella araba ed è caratterizzata da un modulo regolamentare ad uno-due piani e tetto piano che permette la perfetta integrazione delle tecnologie fotovoltaiche garantendo un'inclinazione ottimale della tecnologia.

4.2.2 – Le isole Egadi: Favignana, Levanzo e Marettimo

L'isola di Favignana, assieme alle due isole Marettimo e Levanzo e diverse altre isole minori, alcune poco più che scogli, fa parte dell'arcipelago delle Isole Egadi, un arcipelago a circa 7 km ad ovest delle coste siciliane, in Provincia di Trapani con un'estensione di circa 37 km² [52].



Imm. 43: Localizzazione dell'arcipelago delle isole Egadi. (Fonte: Elaborazione personale base Google Maps)

Favignana è l'isola maggiore delle Egadi ed ha una superficie di 19,3 km² attraversata da un'unica dorsale montuosa la cui maggiore cima è quella del Monte Santa Caterina (314 m s.l.m.), che divide in due l'isola discendendo da un lato, in assenza di vegetazione arborea, con un forte pendio verso il paese e, dal lato occidentale tramite strapiombi anch'essi privi di vegetazione.

Favignana è anche l'isola maggiormente antropizzata e mentre le altre due isole si presentano quasi incontaminate. Amministrativamente le tre isole sono gestite dal Comune di Favignana e fanno parte della provincia di Trapani.

Ciascuna delle tre isole presenta comunque dei valori paesaggistici particolari, con un'unità naturale e culturale a se stante.

Il territorio ricade nella RETE NATURA 2000 con i SIC ITA010004 "Isola di Favignana" e ITA010024 "Fondali dell'Arcipelago delle Isole Egadi", SIC ITA010002 "Isola di Marettimo", SIC ITA010003 "Isola di Levanzo e nella ZPS ITA010027 "Arcipelago delle Egadi-area marina e terrestre", nonché nella "Riserva Naturale Marina delle Isole Egadi" istituita nel 1991, la più estesa riserva marina d'Europa, i cui fondali

ospitano le vaste praterie di *Posidonia oceanica*, gestita, per conto del Ministero dell'Ambiente, dal Comune di Favignana. [smartisland.eu] L'intera area è riconosciuta come Important Bird Area (I.B.A.) Cod. IT157 "Egadi Islands".

Favignana è l'isola maggiore delle Egadi e ed è anche la più popolosa con più di 3400 abitanti [54]; per anni l'estrazione della calcarenite¹⁷, insieme con la pesca e l'agricoltura, hanno rappresentato, una importante fonte di sostentamento per gli abitanti mentre ad oggi un ruolo fondamentale è ricoperto dal turismo.

Sull'isola di Levanzo, la minore delle tre con un'estensione di 5,6 km², nel 2015 erano residenti circa 200 abitanti, concentrati tutti nell'unico centro abitato, sulla sponda meridionale dell'isola a 10 m s.l.m. L'attività economica principale è la pesca, mentre scarsissima è l'attività agricola e i terreni incolti sono adibiti al pascolo di ovini e bovini [54].

Sull'isola di Marettimo risiedevano nel 2015 circa 700 abitanti, è quella che meglio ha conservato, intatta, l'originaria natura dell'arcipelago presentando strapiombi di roccia e grotte. Ha una superficie di 12,3 km² in cui nei secoli scorsi vi fu una modestissima agricoltura, oggi del tutto abbandonata. Più del 99% del territorio è costituito da territori boscati su terreni montuosi.



Imm. 44: Vista dell'Isola, del Monte S. Caterina e del Forte (Fonte: Sanvitoweb.com),

Imm 45: Un giardino ipogeo sull'Isola (Fonte: egadivacanze.it)

¹⁷ La calcarenite, pietra utilizzata in edilizia e conosciuta come "tufo", estratta dalle cave e tagliata a blocchi, veniva esportata in tutta la Sicilia e nell'Africa settentrionale; l'attività estrattiva è stata così intensa che l'isola è stata "scavata", in modo tale che ad oggi ci si trova di fronte ad una vera e propria modellazione del territorio, con forme sempre diverse.

Le cave dismesse a Favignana furono utilizzate dagli isolani in modo originale ed intelligente: vennero trasformate in orti e giardini e grazie alla protezione del vento garantita dalle alte pareti, e con il contributo del sole e del clima mite, gli isolani hanno creato i "giardini ipogei", dando vita ad una serra naturale che permette di avere un clima caldo in inverno e fresco d'estate, permettendo la crescita di piante e ortaggi quali mandorlo, arancio, pero, fico d'india ecc. dando vita a dei paesaggi vivi, e rigogliosi [54].

Le maggiori criticità che caratterizzano l'arcipelago, in termini geo-ambientali, sono rappresentate dai fenomeni di erosione, presenti sia sui versanti che sulle poche spiagge, specialmente dell'isola di Favignana.

Le isole sono comprese in un'area a clima mite, caratterizzato da estati calde ed asciutte, inverni non troppo rigidi, precipitazioni moderate e concentrate nei periodi autunno-inverno [54].

Dal punto di vista energetico, l'elettricità viene prodotta dalla società SEA S.p.a., dalla fine degli anni '70, attraverso la centrale termoelettrica, installata in località Madonna a circa 100 metri dalla costa, e dai generatori alimentati a gasolio con una potenza installata di 20 MW [52].

L'approvvigionamento idrico, grazie alla vicinanza alle coste siciliane, avviene tramite un acquedotto sottomarino, da un dissalatore e da numerosi pozzi privati e serbatoi d'accumulo.

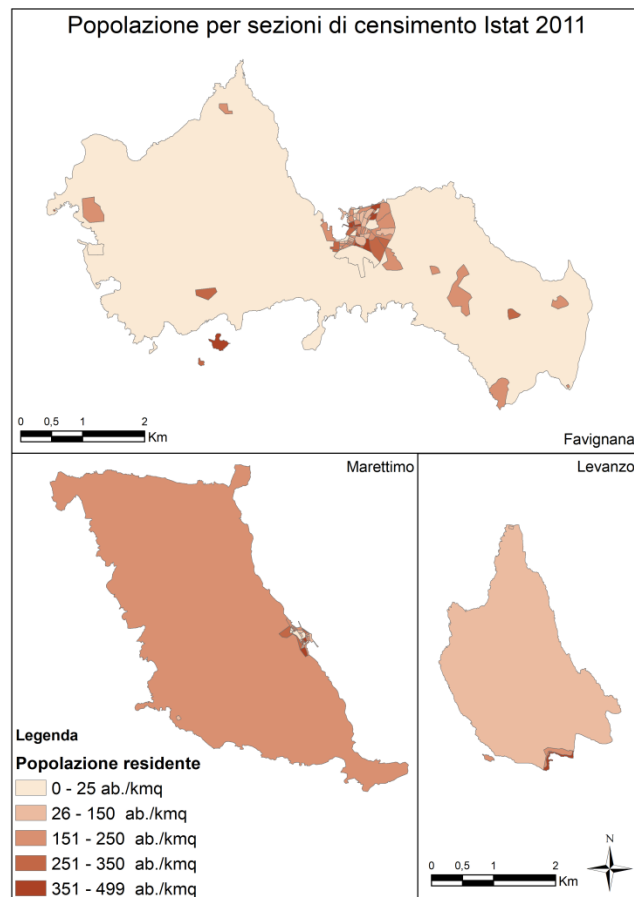
La struttura urbana delle tre isole è simile; si compone di abitazioni a una, due o massimo tre elevazioni con coperture a terrazzo. Nelle tipologie costruttive rurali dell'isola di Favignana le abitazioni sono articolate in modo da includere in qualche forma di uso anche gli ingrottamenti adiacenti o sottostanti. (Relazione Generale Piano Regolatore Generale Comune di Favignana).

L'arcipelago gode di un fortissimo turismo stagionale che determina un aumento delle presenze sull'isola anche tripla rispetto ai dati solo residenti presenti nel corso dell'anno.

L'analisi della popolazione residente definita attraverso le sezioni di censimento fornite dall'ISTAT descrive la distribuzione spaziale della popolazione sulle tre isole, nonostante vi sia una differenza di circa 200 abitanti tra il 2011 e il 2019¹⁸. Le sezioni di censimento dell'Isola di Favignana presentano valori molto elevati nel centro abitato principale e valori molto bassi nel resto dell'isola, spostandosi dai 251- 499 ab./kmq del centro ai 0-25 ab./kmq delle aree agricole e semi-naturali.

Nel caso delle due isole minori i valori sono decisamente più bassi, fatta eccezione per la sezione di censimento maggiore dell'isola di Marettimo in cui si registra un valore di 151 – 250 ab-/kmq.

¹⁸ La popolazione residente nel Comune di Favignana al 31 dicembre 2011 era di 4163 abitanti, mentre al 1° gennaio 2019 era di 4337 abitanti [55].



Carta 7: Distribuzione della popolazione dell'arcipelago delle Isole Egadi suddivisa per sezioni di censimento.
 (Fonte: Dati ISTAT, 2011).

4.3 – Reperibilità dei dati

Le analisi eseguite con tale tecnologia verranno riportate in seguito e ci si presta qui ad indicare quelle che sono le banche dati utili a realizzare uno studio di transizione energetica replicabile su altri territori ovvero quali sono le banche dati comuni a tutto il territorio italiano da cui si possono apprendere informazioni di input del processo di transizione.

Le banche dati utilizzate nello studio sono le seguenti:

Istituto Nazionale di Statistica - ISTAT



L'Istituto nazionale di statistica è un ente di ricerca pubblico italiano con diversi ruoli; nasce come Istituto Centrale di Statistica nel 1926, durante il Fascismo con l'obiettivo di raccogliere dati essenziali di consenso relativi lo Stato.

Successivamente, con il D.L. n. 322 del 6 settembre 1989, l'Istituto Centrale fu riorganizzato e cambiò nome, norme e compiti diventando l'attuale Istituto Nazionale di Statistica ed occupandosi di:

- censimento della popolazione, dell'industria, dei servizi e dell'agricoltura
- indagini a campione su nuclei famigliari
- indagini economiche

I dati vengono raccolti tramite questionari diretti, telefonici, o spediti per posta con una ricorrenza decennale [56].

All'interno dello studio eseguito e riportato di seguito, tramite il sito dell'ISTAT (www.istat.it), si sono ricavate le Sezioni di Censimento in formato shapefile utili a spazializzare la popolazione residente nell'anno 2011, ultimo anno di censimento della popolazione utile allo studio.

Atlaimpianti GSE



Atlaimpianti è il sistema informativo geografico del GSE¹⁹ dedicato alla raccolta dei principali impianti di produzione di energia elettrica e termica rinnovabile presenti in Italia.

Il servizio, disponibile al sito https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti_Internet.html, si compone di una mappa interattiva contenente la spazializzazione degli impianti presenti sul suolo italiano ed è in costante aggiornamento; l'ultimo, attualmente, risale a luglio 2019.

Per ogni impianto geolocalizzato, sarà possibile scaricare le informazioni tecnologiche, di alimentazione e di dimensionamento.

Nell'analisi di seguito presentata, Atlaimpianti GSE, è stato utile al fine di conoscere gli impianti di produzione da FER già attualmente presenti e quindi valutare a che punto sia avanzata, sulle diverse isole, lo sviluppo di queste tecnologie.

Atlante Eolico GSE



L'atlante eolico è un portale interattivo del GSE che fornisce informazioni sulle caratteristiche di ventosità delle aree italiane on-shore ed off-shore fino a 40 km dalla costa, in modo da individuare le zone caratterizzate da una maggiore ventosità così da installare in queste zone più vantaggiose gli impianti eolici.

Il sito indica, tramite una mappa interattiva, la velocità media annua del vento a 25, 50, 75 e 100 metri sul livello del terreno. I dati possono essere estrapolati e scaricati facilmente e la loro elaborazione tramite il GIS può permettere di definire la producibilità da fonte eolica di diverse aree nazionali.

¹⁹ Il Gestore Servizi Elettrici, nato nel 2005, è un soggetto attuatore posseduto interamente dal Ministero dell'Economia e delle Finanze volto a promuovere lo sviluppo sostenibile tramite incentivi economici per favorire e sostenere lo sviluppo delle energie elettriche fotovoltaiche e termiche in Italia.

Proprio questo tipo di elaborazione è stata eseguita all'interno dell'analisi.

Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile - PAES

Il PAES è un documento che indica come i Comuni aderenti al Patto dei Sindaci (vedi Capitolo 2), si muoveranno per raggiungere gli obiettivi di riduzione dei gas serra prefissati. Si compone di diverse sezioni a partire dal bilancio dei consumi elettrici, termici e della mobilità fino alla proposta di azioni da intraprendere ai fini di ridurre i suddetti consumi finali di energia attraverso il miglioramento dell'efficienza energetica e promuovendo l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili integrate agli edifici residenziali e produttivi, nell'illuminazione pubblica, nella mobilità; il tutto entro il 2020.

I PAES possono essere visti come il punto di partenza dell'analisi svolta in quanto proprio da essi è stato definito il consumo energetico finale da soddisfare delle isole minori considerate.

Regione Sicilia, Movimenti turistici



La regione Sicilia, all'interno del suo sito ufficiale, alla sezione "movimenti turistici nella Regione", riporta le *"Elaborazioni su dati dell'Osservatorio Turistico"* [57] contenenti il numero di turisti, mese per mese, presenti nelle isole minori siciliane scelte nell'elaborazione del progetto.

Questa informazione risulta utile in quanto molto spesso, all'interno dei PAES, non viene definito un consumo energetico a base mensile ma solamente annuale. Essendo di fondamentale importanza, all'interno dell'analisi, definire un profilo di consumo a base mensile, si è ricorsi alla presenza turistica della regione sicilia che, per singole isole e per i singoli mesi, indica il numero di turisti sull'isola. Definendo che ad un consumo maggiore corrisponde una maggiore presenza di utenti che richiedono energia, rapportando quindi il numero di persone presenti su un'isola nei singoli mesi al consumo annuale, si è definito il profilo mensile di consumo nel determinato anno.

PVGis

Il PVGIS fotovoltaico (Photovoltaic Geographical Information System) permette di calcolare la radiazione solare incidente sulla superficie terrestre.

Attraverso le informazioni e le coordinate geografiche della zona di interesse, il software permette di simulare ed estrapolare informazioni di incidenza della radiazione solare, albedo ecc... nonché, inserendo le caratteristiche del nostro impianto di futura installazione, permette di definire la produzione

ottenibile in quel dato luogo. Il sito, da luglio 2019, ha cambiato interfaccia ed è disponibile al seguente link: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/it/tools.html

PVGis è uno strumento estremamente utile grazie al fatto che, al di là del calcolo immediato di produzione nei diversi mesi dell'anno, permette, come già detto, di definire una serie di caratteristiche della radiazione solare che, una volta elaborate, sono utili ai fini dell'analisi eseguita in quanto hanno permesso l'elaborazione della producibilità da fonte solare fotovoltaica attraverso il GIS.

Istituto per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA



L'ISPRA è l'ente pubblico di ricerca sottoposto alla vigilanza del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

L'Istituto è stato creato nel 2008 con l'intenzione di promuovere ed implementare la ricerca e approcci strategici per affrontare le questioni riguardanti la biodiversità e la conservazione degli habitat. In particolare è coinvolta in questo particolare progetto per la sua esperienza nella valutazione dell'impatto delle attività umane sulla biodiversità, e nella gestione e recupero degli habitat terrestri.

L'ISPRA fornisce anche una base dati scaricabile ed elaborabile tramite il GIS, da cui si sono tratti i seguenti shapefile (e raster file), utili all'elaborazione dell'analisi in oggetto:

- Copertura del suolo
- Digital Elevation Model e Digital Terrain Model
- Edificato, viabilità, ecc...

Sulla base delle banche dati sopra descritte, concentrandosi sulle sole isole siciliane dove il tema della transizione è fortemente sentito ed analizzato da anni, le isole di Pantelleria e Favignana sono state scelte come riferimento per la definizione dei modelli che verranno presentati di seguito.

La scelta di queste isole ricade anche sul fatto che esse sono localizzate in luoghi con caratteristiche ambientali apparentemente simili ma in realtà molto differenti, e caratteristiche fisiche altrettanto diverse.

In un contesto più generale, occorre sottolineare che le isole di Pantelleria e Favignana, assieme all'isola di Salina, fanno parte delle tre isole italiane, scelte per ricevere un supporto nella transizione energetica dalla Commissione Europea, insieme ad altre 26 isole dell'Unione²⁰, attraverso il progetto

²⁰ Le 26 isole scelte sono: Culatra e Azzorre (Portogallo); La Palma, Ibiza, Maiorca, Minorca e A Illa de Arousa (Spagna); Hvar, Brač, Korčula e arcipelago di Cherso-Lussino (Croazia); Kokar (Finlandia), Marie-Galante e Nuova Caledonia (Francia), Creta, Sifnos e Samos (Grecia); Cape Clear e Isole Aran (Irlanda); Favignana, Pantelleria e Salina (Italia); Oland (Svezia); Orkney e Isole scozzesi (Regno Unito). (Fonte: <https://euislands.eu/26-islands-launch-transition>)

“Clean Energy for Eu Islands Secretariat” che sostiene le isole europee nel loro viaggio dando supporto tecnico, attività di sviluppo delle capacità e opportunità di collegamento in rete.

La prima fase del progetto, annunciata nel febbraio 2019, vedrà impegnata l'isola di Salina insieme ad altre cinque isole pilota quali le Isole Sifnos, Aran, all'arcipelago di Cres-Lošinj, Culatra e La Palma che svilupperanno e pubblicheranno programmi di transizione energetica entro l'estate del 2019.

La designazione di Salina è dovuta ad una proposta europea che vede l'ENEA portavoce del processo di transizione con il supporto dei Comuni dell'isola, l'assessorato Regionale dell'Energia, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, l'Associazione “Salina Isola Verde” degli albergatori di Salina, l'Associazione Ambientalista Marevivo e il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Palermo.

Le altre 20 isole invece, attueranno il progetto entro l'estate 2020, tra cui Pantelleria e Favignana.

Questo progetto potrebbe portare enormi vantaggi a questi territori: dall'autosufficienza nella produzione di energia alla riduzione dei costi e dei consumi, fino alla salvaguardia dell'ambiente. A maggior ragione considerando che Pantelleria è Parco Naturale e Salina, così come tutto l'arcipelago delle Eolie, fa parte del patrimonio UNESCO.

I progetti per ridurre la dipendenza dalle fonti inquinanti come il gasolio e puntare sull'energia di sole, vento e mare sono allo studio da tempo. E ora, redatti gli scenari energetici, le piccole isole selezionate possono ricevere sostegno tecnico e consulenza ed essere monitorate per la redazione di un'Agenda per la transizione energetica, in grado di programmare il raggiungimento degli obiettivi e di accedere a sovvenzioni e progetti comunitari [58].

4.4 – Vincoli di tutela e strumenti di Pianificazione

Si è scelto in questa sede di eseguire una panoramica dei vincoli insistenti sui territori oggetto di analisi così da renderli noti ed evidenziare in una seconda fase solamente la loro azione restrittiva nei confronti delle producibilità potenziali dei territori su cui si basa il modello.

Uno degli elementi al momento più critici per la diffusione delle rinnovabili nelle isole minori è legato ai vincoli esistenti sul territorio che, per i caratteristici elementi ambientali e paesaggistici di pregio è soggetto a diverse misure di tutela, riportate qui sotto ed analizzate nel dettaglio nelle pagine seguenti.

Le principali normative tecnico-paesistiche a cui fare riferimento sono:

VINCOLI NATURALISTICI

- 1. Parco Nazionale Isola di Pantelleria**
- 2. Aree di interesse naturalistico a Pantelleria**

- S.I.C. ITA010019 “Isola di Pantelleria – Montagna Grande e Monte Gibele”
- S.I.C. ITA010020 “Isola di Pantelleria – Area costiera, Falesie e Bagno dell’Acqua”
- Z.P.S. ITA010030 denominata “Isola di Pantelleria ed area marina circostante”
- Riserva Naturale Orientata “Isola di Pantelleria”, D.A. 741/44 del 10-12-1998
- IBA 168 M

3. Aree di interesse naturalistico e Area Marina Protetta delle Isole Egadi

- Area Marina Protetta delle Isole Egadi, Decreto Interministeriale del 21/12/1991
- IBA 157M e IBA 157
- SIC ITA010024 – Fondali dell’Arcipelago delle Isole Egadi
- ZPS 010027 – Arcipelago delle isole Egadi, area marina e terrestre
- ZSC ITA010002 – Isola di Marettimo
- ZSC ITA010004 – Isola di Favignana
- ZSC ITA010003 – Isola di Levanzo

VINCOLI PAESAGGISTICI

- 4. L. 1497/1939 e Decreto 26 luglio 1976 “dichiarazioni di notevole interesse pubblico dell’isola di Pantelleria”**
- 5. D.Lgs. 42/2004, art.142:**
 - a. Territori coperti da foreste e boschi, secondo il D.Lgs. 42/2004, art.142, lett. g e s.m.i.
 - b. Fascia di rispetto dalla costa di 300 m, secondo il D.Lgs. 42/2004, art.142, lett. a e s.m.i.
 - c. Fascia di rispetto dai laghi di 300 m, secondo il D.Lgs. 42/2004, art.142, lett. b e s.m.i.

ALTRI VINCOLI

- 6. Norme Tecniche di attuazione del PTP (Piano Territoriale Paesistico) di Pantelleria**
- 7. Vincoli Idrogeologici**
- 8. Area di interesse militare e vincoli aeroportuali**
- 9. Decreto Presidenziale 10 ottobre 2017 “Definizione dei criteri ed individuazione delle aree non idonee alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica”**

Di seguito ne vengono viste nel dettaglio le peculiarità.

• **Parco Nazionale Isola di Pantelleria**

La particolare morfologia del territorio dell’isola di Pantelleria, la sua particolare vegetazione ed il suo paesaggio, hanno portato all’istituzione di un Parco Nazionale, il “Parco nazionale dell’Isola di

Pantelleria”, istituito con DPR 28/07/2016 e L. n. 222 29/11/2007, la cui gestione è affidata all’Ente Parco Nazionale Isola di Pantelleria.

Il parco occupa l’80% percento della superficie dell’isola ed il primo Parco siciliano per estensione (circa 6.560 ha).

Nel decreto istitutivo del Parco, **all’art. 1 dell’Allegato A**, il territorio del Parco è stato suddiviso nelle seguenti zone:

- zona 1, di rilevante interesse naturalistico, paesaggistico, agricolo e/o storico culturale, con inesistente o minimo grado di antropizzazione;
- zona 2, di valore naturalistico, paesaggistico, agricolo e/o storico culturale, con limitato grado di antropizzazione;
- zona 3, di valore paesaggistico e/o storico culturale, con elevato grado di antropizzazione.

Per ciascuna delle zone, sono stati decretati gli interventi di possibile realizzazione nell’ottica di perseguire uno sviluppo sostenibile dell’isola.

All’art. 2 dell’Allegato A vengono promossi:

- lettera f: “la conservazione, il restauro e la valorizzazione del paesaggio storico agrario, dei dammusi, dei centri e dei nuclei abitati rurali e costieri”;
- lettera g: “lo sviluppo delle attività produttive agro-silvo-pastorali e agrituristiche e di attività connesse alle caratteristiche geomorfologiche dell’isola, la promozione e l’utilizzo di fonti di energia sostenibile, nel rispetto e nella salvaguardia dei valori naturalistici e paesaggistici presenti”.

All’art. 3 lettera f, sono vietati:

- “la realizzazione di opere e di impianti tecnologici che alterino la morfologia del suolo e del paesaggio e gli equilibri ecologici, fatto salvo quanto disposto al comma 3 dell’art. 7 e al comma 1, lettera b) dell’art. 8”

Art. 7 – Regime autorizzativo in “Zona 1”

“Sono sottoposti ad autorizzazione dell’Ente Parco i seguenti interventi:...”

“ c) le opere tecnologiche e i piccoli impianti funzionali all’utilizzo degli edifici esistenti e all’approvvigionamento idrico, elettrico ed antincendio, nonché quelli necessari per la realizzazione degli impianti di comunicazione sulla vetta della Montagna Grande e su altri siti di interesse pubblico militare e civile, previa autorizzazione dell’Ente Parco”.

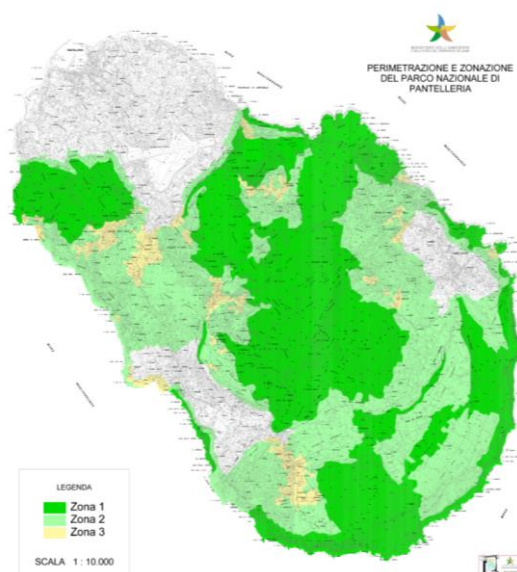
Art. 8 – Regime Autorizzativo in Zona 2

“Salvo quanto disposto dai precedenti articoli 3 e 5, sono sottoposti ad autorizzazione dell’Ente Parco i seguenti interventi di rilevante trasformazione del territorio:...”

“b) le opere tecnologiche e i piccoli impianti funzionali all’utilizzo degli edifici esistenti e all’approvvigionamento idrico, elettrico ed antincendio, nonché gli impianti per l’uso delle fonti di energia sostenibile provenienti dal sottosuolo”.

Per la **Zona 3** non sono indicate particolari tipologie di restrizioni ma l’Ente Parco si avvale del diritto di giudicare i singoli interventi.

Di seguito viene riportata la carta della perimetrazione delle zone a parco presenti sul territorio così come elaborata dal Ministero dell’Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare.



Imm. 46: Perimetrazione del Parco Nazionale dell’Isola di Pantelleria.

(Fonte: Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare).

• Aree di Interesse Naturalistico

Ancor prima dell’istituzione del Parco Nazionale dell’Isola di Pantelleria, erano già vigenti alcune restrizioni legate alla presenza di aree di interesse naturalistico di seguito elencate.

- **La riserva Naturale Orientata “Isola di Pantelleria”** istituita con D.A. 741/44 del 10-12-1998 occupa una superficie di 2.627 ha, la cui gestione è attualmente affidata Parco Nazionale dell’isola di Pantelleria.

Alla superficie della riserva si sovrappongono i seguenti siti della Rete Natura 2000:

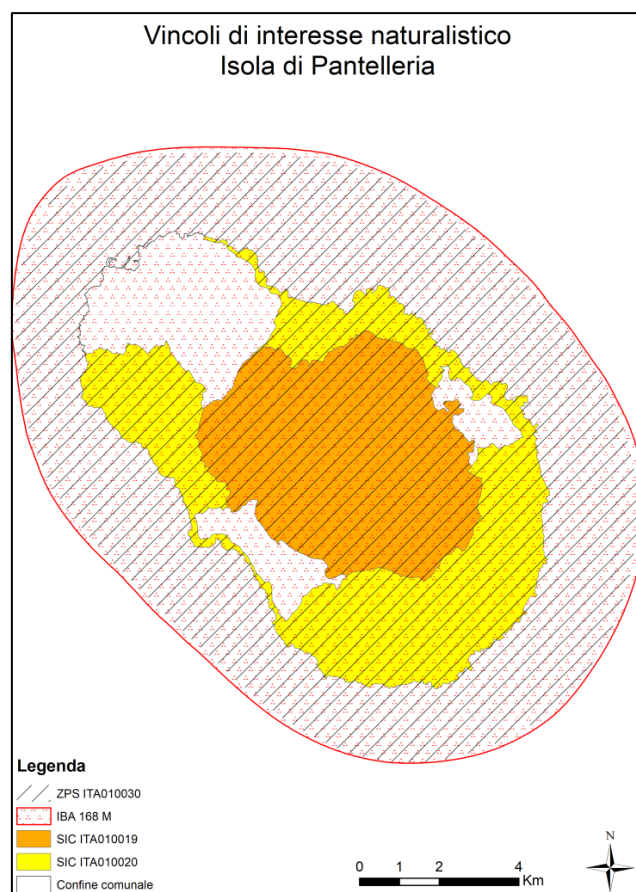
- **S.I.C. ITA010019** “Isola di Pantelleria – Montagna Grande e Monte Gibeles”
- **S.I.C. ITA010020** “Isola di Pantelleria – Area costiera, Falesie e Bagno dell’Acqua”

- **Z.P.S. ITA010030** “Isola di Pantelleria ed area marina circostante”, che si sovrappone ai suddetti SIC interessando anche i fondali attorno all’isola e, per due chilometri, la porzione di mare circostante.

Un ulteriore vincolo di tipo naturalistico è rappresentato dalla presenza dell’area **IBA 168 M** “Pantelleria ed isole Pelagie”. Le IBA sono nate in Europa da un progetto di BirdLife International e sono state importate in Italia dalla Lipu. Acronimo per “Important Bird Areas”, le IBA sono aree che rivestono un ruolo fondamentale per la conoscenza e la protezione degli uccelli selvatici.

Secondo quanto definito da Lipu, per essere riconosciuto come IBA, un sito deve possedere almeno una delle seguenti caratteristiche [59]:

1. ospitare un numero rilevante di individui di una o più specie minacciate a livello globale;
2. fare parte di una tipologia di aree importanti per la conservazione di particolari specie (come le zone umide o i pascoli aridi o le scogliere dove nidificano gli uccelli marini);
3. essere una zona in cui si concentra un numero particolarmente alto di uccelli in migrazione.



Carta 8: Vincoli di tipo naturalistico dell’isola di Pantelleria. (Fonte: Elaborazione personale)

I criteri con cui vengono individuate le IBA sono scientifici, standardizzati e applicati a livello internazionale.

L'isola di Pantelleria è inoltre inclusa nell'elenco ufficiale, redatto dal Ministero dell'Ambiente, delle Aree Marine protette di prossima istituzione per le quali è stato avviato l'iter istruttorio previsto dalla legge 394/91.

Di seguito si riporta un'elaborazione delle aree di interesse naturalistico citate.

- **Aree di interesse naturalistico (SIC, ZPS, ZSC), IBA e Area Marina Protetta delle Isole Egadi**

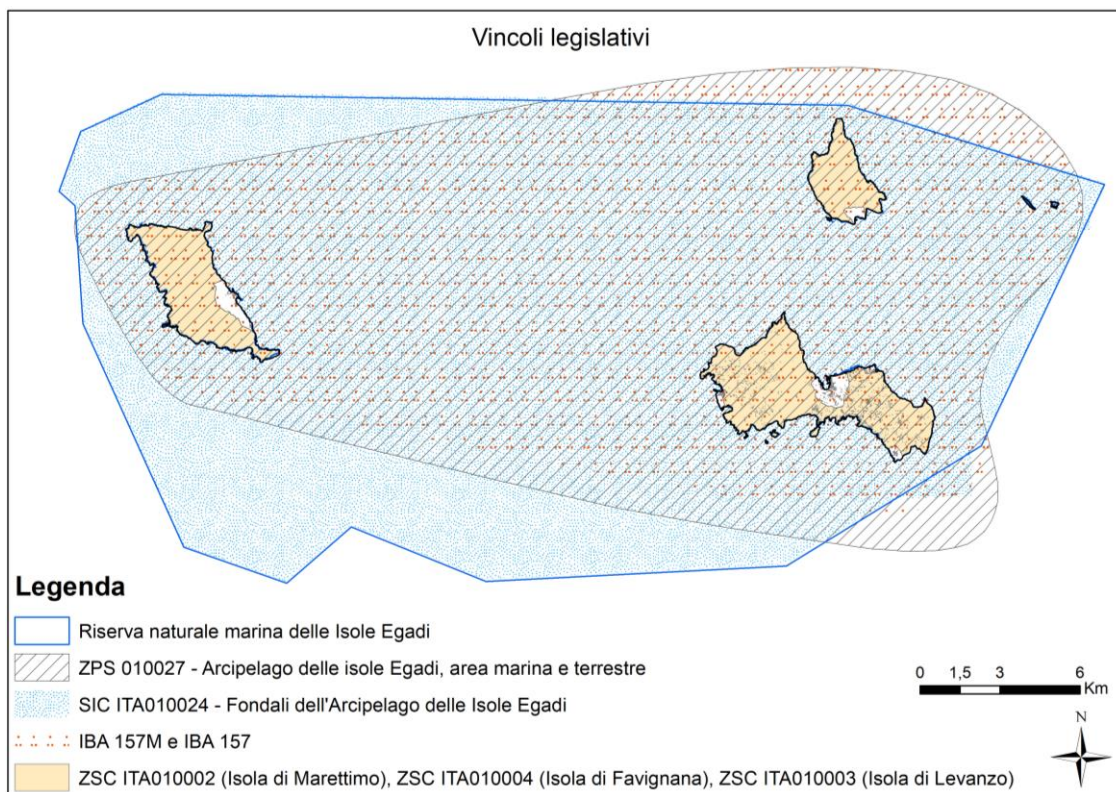
I fondali che circondano le isole sono tutelati attraverso l'**Area Marina Protetta** istituita con il Decreto Interministeriale del 21/12/1991 la cui gestione è affidata al Comune di Favignana a partire dal 2001 e al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con 53.992 ettari è la più estesa riserva marina d'Europa e il suo regolamento, *“stabilisce la disciplina di organizzazione dell'area marina protetta “Isole Egadi”, nonché la normativa di dettaglio e le condizioni di esercizio delle attività consentite all'interno dell'area marina protetta medesima, come delimitata ai sensi dell'articolo 2 del Decreto istitutivo 27 dicembre 1991, e nel rispetto della zonazione e della disciplina generale delle attività consentite di cui al decreto istitutivo e al decreto di modifica 6 agosto 1993”* (art. 1 delle Disposizioni Generali dell'allegato *“Regolamento di esecuzione ed organizzazione dell'Area Marina Protetta”*), definendo le attività consentite e non consentite per quanto riguarda la pesca, la balneazione e le immersioni, la navigazione e la sosta di imbarcazioni.

L'intero territorio dell'arcipelago è sottoposto a due vincoli “Important Birds Areas” nominati come **IBA 157M** e **IBA 157**.

Sono presenti anche aree facenti parte della **Rete Natura 2000** quali:

- SIC ITA010024 – Fondali dell'Arcipelago delle Isole Egadi
- ZPS 010027 – Arcipelago delle isole Egadi, area marina e terrestre
- ZSC ITA010002 – Isola di Marettimo
- ZSC ITA010004 – Isola di Favignana
- ZSC ITA010003 – Isola di Levanzo



Carta 9: Vincoli naturalistici dell'arcipelago delle isole Egadi. (Fonte: Elaborazione personale dati sif.regione.sicilia.it).

- **L. 1497/1939 e Decreto 26 luglio 1976 “dichiarazioni di notevole interesse pubblico dell'isola di Pantelleria”**

La prima legge a livello nazionale relativa alla protezione delle bellezze naturali è la L.1497 del 1939 – “Norme sulla protezione delle Bellezze Naturali”.

La **legge 1497/39** si basa sulla bellezza estetica del paesaggio inteso come oggetto ovvero relativo ai singoli beni o alle bellezze nel loro insieme. Le Bellezze Naturali identificate vengono suddivise in due categorie:

- **bellezze individue:** cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o geologica / ville parchi, che si distinguono per la non comune bellezza;
- **bellezze d'insieme:** complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale / le bellezze panoramiche

All'art. 1 n. 4 della n. 1497/1939, vengono indicate come soggette alla presente legge a causa del loro notevole interesse pubblico “*le bellezze panoramiche considerate come quadri naturali e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze*”.

Ai sensi di tale legge, con decreto dell'assessore regionale per i beni culturali ed ambientali e per la pubblica istruzione del **26 luglio 1976**, l'intero territorio dell'isola di Pantelleria, ad esclusione del centro urbano, è stato dichiarato di notevole interesse pubblico.

La legge 26 luglio 1976, all'art. 1 recita :*“per le motivazioni espresse in premessa, l'isola di Pantelleria, con esclusione del centro urbano e della immediata zona periferica, segnati in azzurro nell'alligata planimetria, è dichiarata di notevole interesse pubblico, ai sensi e per gli effetti della legge 29 giugno 1939, n. 1497”*.

- **D.Lgs. 42/2004, art.142**

Nel Maggio 2004 è entrato in vigore il **D.Lgs. n.42** recante il titolo " Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio".

Integra al suo interno la **legge 8 agosto 1985, n. 431 (Legge Galasso)**, la quale fu la prima legge della repubblica italiana che introdusse a livello normativo una serie di tutele sui beni paesaggistici ed ambientali.

Tra i principi generali una importante novità rappresentata dal Codice è costituita dalla introduzione della nozione di *patrimonio culturale*, quale più ampio genere nel quale devono essere ricondotti i beni culturali ed i beni paesaggistici (art. 2 c.1).

Al comma 1 dell'Art. 142 vengono sottoposti alle disposizioni di questo Titolo per il loro interesse paesaggistico:

- a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
- b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
- g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorche' percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227;
- l) i vulcani;
- m) le zone di interesse archeologico individuate alla data di entrata in vigore del presente codice.

L'intero arcipelago delle isole Egadi è soggetto al vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 136 del D.Lgs n.42 del 2004.

- **Norme Tecniche di attuazione del Piano Territoriale Paesistico di Pantelleria**

L'isola di Pantelleria è oggetto di uno specifico Piano Paesaggistico recante delle specifiche norme tecniche.

Uno degli obiettivi del Piano Paesaggistico è quello di consentire un equilibrato sviluppo della comunità locale attraverso un utilizzo ecologicamente compatibile con le risorse ambientali dell'area.

All'art. 1 viene definito il campo di azione del Piano: *“Il Piano territoriale paesistico si applica al territorio del comune di Pantelleria sottoposto a vincolo paesistico ai sensi e per gli effetti della legge 29 giugno 1939, n. 1497, territorio che è stato dichiarato di notevole interesse pubblico con decreto dell'Assessore regionale per i beni culturali ed ambientali e per la pubblica istruzione del 26 luglio 1976. Tale territorio è soggetto alle disposizioni delle presenti norme”*.

La disciplina del P.T.P. è suddivisa, all'art. 6, con riferimento alle categorie omogenee programmatiche di tutela paesistica che disciplinano la conservazione, il mantenimento, il ripristino, la modificazione, la trasformazione e il recupero negli ambiti territoriali in relazione agli elementi costitutivi del paesaggio.

Le aree distinte e i relativi obiettivi sono le seguenti:

a) Tutela integrale (TI): *“Tale categoria si applica, con riferimento all'isola di Pantelleria, agli elementi costitutivi del paesaggio, inerenti a sistemi naturali o seminaturali, che hanno elevata sensibilità e che si trovano in condizioni di elevata criticità naturalistica-ambientale-paesistica e sono caratterizzati dalla presenza di emergenze geomorfologiche ed ecobiologiche. Obiettivo è garantire la tutela dei valori emergenti, siano essi espressione di uno stato di sostanziale equilibrio dell'ecosistema ovvero di processi evolutivi naturali in atto. Comprende gli interventi volti alla conservazione delle emergenze e dei processi naturali e biocenotici”*

b) Tutela orientata (TO): *“Tutela orientata alla conservazione e ad una migliore fruizione ed utilizzazione nei sistemi subnaturali o seminaturali. Tale categoria si applica negli ambiti o agli elementi del paesaggio, inerenti a sistemi subnaturali o seminaturali, che hanno elevata sensibilità e criticità ed elevato valore geologico, biologico, storico-culturale. Obiettivo è conservare la situazione in atto e assicurare una migliore fruizione e utilizzazione del paesaggio. Comprende gli interventi volti prioritariamente alla conservazione delle risorse paesistiche, del patrimonio storico-culturale, con le eventuali attività di manutenzione e di controllo dei tipi e dei livelli di fruizione strettamente connessi alla conservazione”*.

c) Mantenimento (MA): *“Mantenimento dei valori paesistici attuali in sistemi umani di valore etnoantropologico. Tale categoria si applica negli ambiti o agli elementi del paesaggio, inerenti sistemi umani ad utilizzazione tradizionale, che hanno elevata sensibilità paesistica e media o bassa criticità in*

cui la situazione esistente non può subire compromissioni per la modifica di singoli elementi o per interventi limitati. Obiettivo è conservare la situazione in atto, assicurando una migliore fruizione e una più razionale utilizzazione delle risorse in modo da non alterare i rapporti quantitativi e qualitativi tra l'insediamento esistente e l'ambiente naturale e agricolo. Comprende gli interventi volti prioritariamente alla manutenzione del paesaggio, delle risorse naturalistiche e agricole e del patrimonio storico culturale con eventuali interventi di recupero leggero e diffuso, di riuso, di rifunzionalizzazione e di modificazione fisica strettamente finalizzata al mantenimento dei valori esistenti; ulteriormente distinguibili in: MA1 interventi che non alterano l'integrità dell'attuale assetto territoriale e non compromettono le qualità complessive del paesaggio. MA2 interventi volti a mantenere i caratteri del paesaggio esistente ma anche ad accrescerne il ruolo e il significato”.

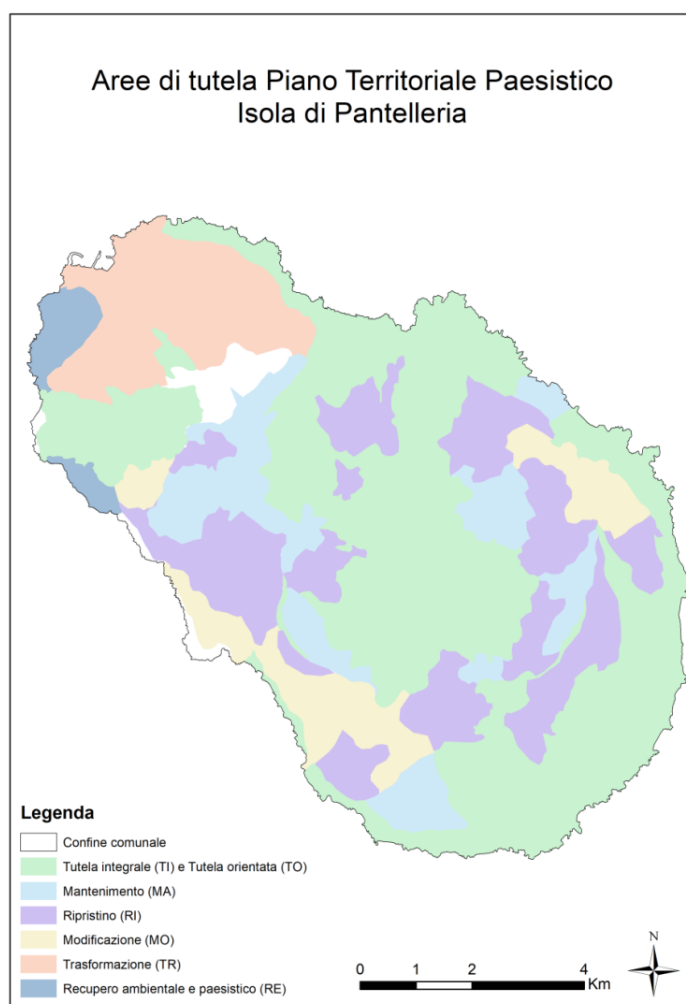
d) Ripristino (RI): “Ripristino dei paesaggi umanizzati, dei valori ambientali tradizionali degradati. Tale categoria si applica negli ambiti o agli elementi del paesaggio, inerenti “sistemi umani ad utilizzazione tradizionale”, che hanno media sensibilità paesistica e alta criticità, dove sono presenti processi di degrado delle colture agricole e di rinaturalizzazione e di vincoli fisico-morfologici e dove l'insediamento è caratterizzato da discontinuità del tessuto e da eterogeneità di forme. Obiettivo è ridurre le condizioni di criticità. Comprende interventi volti al consolidamento delle condizioni agricole o naturali, a mantenere i caratteri agricoli dell'insediamento, a mantenere l'equilibrio dei versanti, al controllo e alla prevenzione del rischio e dei processi di abbandono”.

e) Modificazione (MO): “Tale categoria si applica negli ambiti o agli elementi del paesaggio, inerenti “sistemi umani ad utilizzazione tradizionale”, che hanno media sensibilità e criticità; ambiti in cui l'ambiente presenta una modesta vulnerabilità sotto il profilo geomorfologico, in cui non si manifesta l'esigenza di specifiche azioni di tutela. Obiettivo è la realizzazione di un assetto più soddisfacente sotto il profilo urbanistico ambientale, di un graduale recupero di ecosistemi troppo semplificati e fragili nelle loro componenti”.

f) Trasformazione (TR): “Tale categoria si applica negli ambiti o agli elementi del paesaggio, inerenti sistemi umani ad utilizzazione tradizionale o intensiva, che hanno media sensibilità e bassa criticità o bassa sensibilità e medio/bassa criticità, in cui i fattori paesistico-ambientali non sono tanto caratterizzanti da imporre rigide limitazioni di ordine quantitativo o strutturale agli interventi; nelle situazioni compromesse sotto il profilo paesistico ed ambientale o dove l'insediamento presenta aspetti di forte eterogeneità e disorganizzazione tali che nello stesso non sono riconoscibili né caratteri prevalenti né uno schema organizzativo cui attenersi. Obiettivo è conseguire livelli di migliore qualità ambientale e paesistica anche attraverso l'attuazione delle previsioni di sviluppo insediativo definite in sede di pianificazione urbanistica, indirizzandone la realizzazione verso forme idonee a garantire il corretto inserimento nel contesto paesistico e il soddisfacimento dell'esigenze funzionali

dell'insediamento. Comprende gli interventi volti ad introdurre sostanziali innovazioni d'uso e di struttura nello stato dei luoghi per fini economici o sociali anche con modificazioni delle risorse e dei valori esistenti.”

g) Recupero ambientale e paesistico (RE): “Recupero del paesaggio in situazione specifiche di degrado paesistico-ambientale. Tale categoria si applica negli ambiti o agli elementi del paesaggio che hanno bassa sensibilità e alta criticità; ambiti o elementi i cui valori paesistici sono stati alterati o compromessi dalla presenza di detrattori o da usi impropri. Obiettivo è rimuovere i detrattori o limitarne gli effetti negativi e realizzare un graduale recupero degli ecosistemi, dei valori paesistici, dei beni e dei siti di valore storico culturale. Comprende gli interventi volti prioritariamente al miglioramento delle condizioni esistenti o alla valorizzazione di risorse male utilizzate o sottoutilizzate, con modificazioni fisiche o funzionali anche radicalmente innovative ma tali da non aumentare sostanzialmente i carichi urbanistici e ambientali e da ridurre o eliminare i conflitti o le improprietà d'uso in atto”.

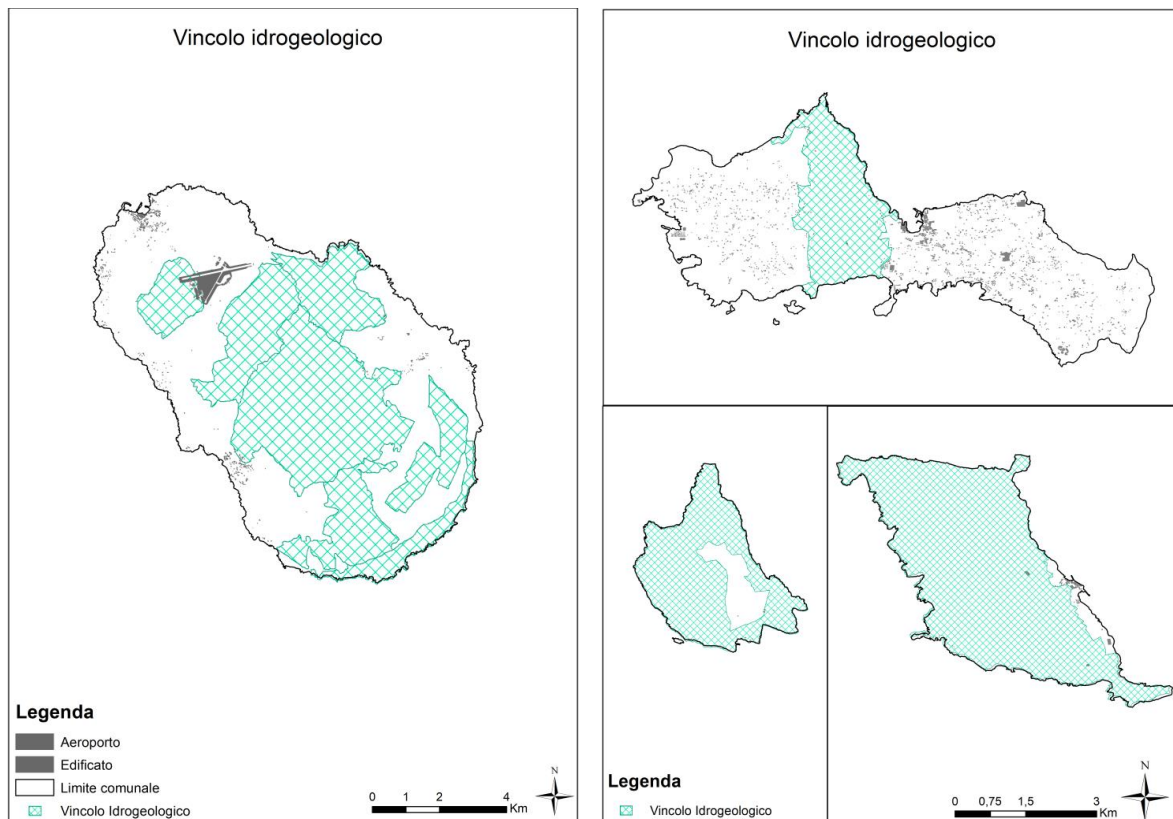


Carta 10: Ambiti di tutela del Piano Territoriale Paesistico dell'isola di Pantelleria.

(Fonte: Elaborazione personale).

- **Vincoli Idrogeologici**

Le carte sottostanti rappresentano le aree sottoposte a vincolo idrogeologico definito con il Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e con il Regio Decreto n. 1126 del 16 maggio 1926. Il decreto del 1923 prevede il rilascio di nulla osta e/o autorizzazioni per la realizzazione di opere edilizie, o comunque di movimenti di terra, che possono essere legati anche a utilizzazioni boschive e miglioramenti fondiari, richieste da privati o da enti pubblici [60].



Carta 11-12: Estensione del vincolo idrogeologico. (Fonte: Elaborazione personale dati sitr.regione.sicilia.it).

- **Area di interesse militare e vincoli aeroportuali**

Le limitazioni aeroportuali derivano dalle prescrizioni di sicurezza descritte nel Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli Aeroporti.

Il Regolamento definisce le superfici di delimitazione atte a garantire la sicurezza del traffico aereo, ponendo dei vincoli alle altezze delle costruzioni nella zona dell'aeroporto.

Tali vincoli, nel caso di Pantelleria sono definiti pari a 15 metri di altezza per tutta l'aerea aeroportuale.

- **Decreto Presidenziale 10 ottobre 2017 “Definizione dei criteri ed individuazione delle aree non idonee alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica”**

Sulla Gazzetta ufficiale n. 44 del 20 ottobre 2017 della Regione siciliana è stato pubblicato il Decreto Presidenziale 10 ottobre 2017 recante “Definizione dei criteri ed individuazione delle aree non idonee alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica ai sensi dell’art. 1 della legge regionale 20 novembre 2015, n. 29.

All’articolo 2 del provvedimento è indicato che gli impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica di tipo EO2 (impianto con potenza non inferiore a 20kW e non superiore a 60 kW) ed EO3 (impianti con potenza superiore a 60 kW), possono essere considerati impianti tecnologici di primaria importanza rientranti nella classe “E3” e, pertanto, nelle aree individuate nel PAI a pericolosità “molto elevata” (P4) ed “elevata” (P3). Non possono essere realizzati.

All’articolo 4 vengono individuate le aree di particolare pregio ambientale precisando che non sono idonee alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica EO1, EO2, EO3 le aree di particolare pregio ambientale di seguito individuate:

- a) Siti di importanza comunitaria (SIC);
- b) Zone di protezione speciale (ZPS);
- c) Zone speciali di conservazione (ZSC);
- d) Important Bird Areas (IBA) ivi comprese le aree di nidificazione e transito d'avifauna migratoria o protetta;
- e) Rete ecologica siciliana (RES);
- f) Siti Ramsar (zone umide) di cui ai decreti ministeriali e riserve naturali di cui alle leggi regionali 6 maggio 1981, n. 98 e 9 agosto 1988, n. 14 e s.m.i.;
- g) Oasi di protezione e rifugio della fauna di cui alla legge regionale 1 settembre 1997, n. 33 e s.m.i.;
- h) Geositi;
- i) Parchi regionali e nazionali ad eccezione di quanto previsto dai relativi regolamenti vigenti alla data di emanazione del decreto stesso.

Non sono inoltre idonee alla realizzazione di impianti eolici EO2 ed EO3 i corridoi ecologici dei siti Natura 2000 (SIC, ZSC e ZPS).

Nel Titolo II, articoli 5, 6, 7, 8 e 9 sono definite le aree di particolare attenzione quali:

- le aree che presentano vulnerabilità ambientali con vincolo idrogeologico;
- le aree di particolare attenzione ambientale;
- le aree di particolare attenzione caratterizzate da pericolosità idrogeologica e geomorfologica;
- le aree di particolare attenzione paesaggistica;
- le aree di pregio agricolo e beneficiarie di contribuzioni ed aree di pregio paesaggistico in quanto testimonianza della tradizione agricola della Regione [61].

4.5 – Modelli di consumo

Di seguito viene presentato un modello di consumo attraverso il quale vengono analizzati/identificati indicatori e *variabili* legate al consumo per poter ipotizzare degli *scenari futuri* attraverso la modifica di tali variabili e quindi identificare delle politiche energetiche efficaci da operare sul territorio.

Risulta di fondamentale importanza sottolineare che tale modello è calibrato esclusivamente sul caso dell'isola di Pantelleria, unica isola di cui è possibile conoscere i consumi reali suddivisi per settore e nei vari mesi dell'anno²¹.

Alla luce del modello di Pantelleria, operando sul caso studio di Favignana di cui si è a conoscenza dei consumi per settore a base annuale, si è cercato di definire una modellazione mensile dei consumi calibrando le variabili individuate attraverso il modello di Pantelleria.

Nella metodologia di lavoro seguita è possibile individuare 5 punti chiave attraverso i quali, a partire dai dati di input, si sono definite le variabili che determinano i reali consumi del caso di studio per definire una simulazione che rispecchiasse concretamente le caratteristiche del “Real Asset” e che validasse il modello per poterlo applicare ad altri contesti secondo il “virtual asset” appena calibrato. I cinque step sono:

- Dati reali: Sono i valori di consumo realmente registrati nel caso studio e con cui viene effettuata la comparazione tra real asset (i dati reali in esame) e virtual asset (la simulazione a partire dalle variabili considerate). Tali dati in questo caso sono reperibili attraverso il PAES dell'isola che oltre a definire un consumo annuale di energia elettrica, ne definisce anche la distribuzione durante l'anno nei diversi settori.
- Dati di input: Sono relativi alle variabili che definiscono i consumi del “real asset” del caso studio; tali variabili possono essere definite come una serie di fattori che, prendendo ad

²¹ Ad oggi Pantelleria è la sola isola minore italiana ad aver adottato una PAES (Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile) che indica i consumi elettrici di settore nei diversi mesi dell'anno; le isole minori ad avere un PAES infatti indicano solamente il consumo annuale e non mensile. Sono in atto diversi studi e si sta cercando, attraverso questionari ANCIM, di reperire tali informazioni che risultano di fondamentale importanza per le analisi di transizione energetica che si stanno svolgendo sia in questa sede che attraverso altri studi.

esempio due contesti territoriali molto differenti tra di loro per dimensione, localizzazione geografica ecc., cambiano nel valore ma non nell'essenza.

- Modellazione: O simulazione, consiste nell'applicare le variabili precedentemente indicate ai dati di consumo a livello annuale individuati dal PAES per i diversi settori così da definire una distribuzione a livello mensile degli stessi in base alle singole variabili.
- Comparazione: I valori del virtual asset definito nel punto precedente e quelli del real asset diffusi dal PAES, vengono posti a confronto per valutare come effettivamente le variabili individuate determinino la distribuzione dei consumi.
- Modello validato o Calibrazione delle Variabili: Se la comparazione tra real e virtual asset scaturisce in un confronto positivo ovvero se la distribuzione virtuale rispecchia nei valori o nell'andamento il consumo mensile reale, il modello è validato per quella data variabile, in caso contrario occorrerà calibrare la medesima variabile al fine di validare il modello.

Nei paragrafi seguenti verrà definito il modello suddividendo le analisi per ciascun settore considerato ovvero residenziale, edilizia pubblica e illuminazione comunale, terziario alberghi e ristoranti e dissalazione dell'acqua.

Nella pagina seguente viene riportato uno schema riassuntivo della qui presente modellazione in cui, a titolo esemplificativo, si visualizza l'elaborazione del modello dei consumi del settore residenziale.

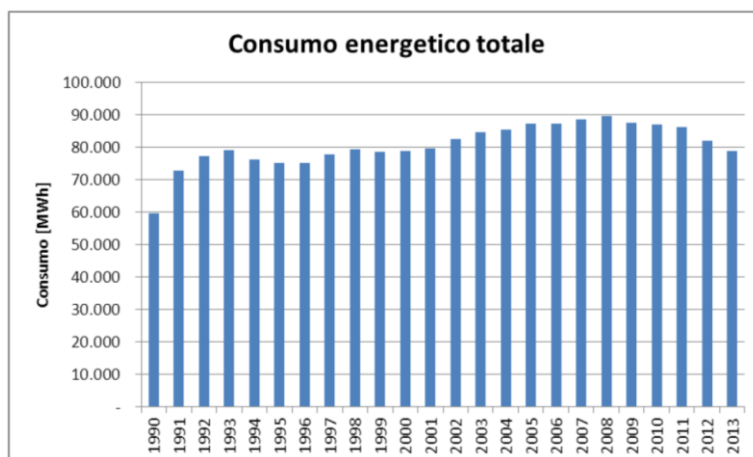
4.5.1 – Modelli di consumo dell'Isola di Pantelleria

I consumi energetici sono stati ricavati dal Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES), facilmente reperibile sul sito www.smartisland.eu, che fa riferimento al "Patto dei Sindaci", una politica energetica volta a coinvolgere i comuni e le amministrazioni minori al raggiungimento dell'obiettivo di sostenibilità energetica ed ambientale.

Nel caso di Pantelleria, il PAES fornisce i dati di consumo termico ed elettrico a livello mensile e la loro suddivisione nei diversi settori energivori.

Il PAES riporta il quadro complessivo dei consumi energetici a Pantelleria nel 2013 definendo un utilizzo di energia complessivo pari a 78.959 MWh, intesi come energia finale utilizzata dall'insieme delle utenze domestiche, terziarie, produttive e i consumi legati al trasporto.

Nell'immagine sottostante viene riportata la serie storica dei consumi dal 1990 al 2013: in ventitré anni, si registra un incremento dei consumi pari al 32,4%, complice anche dell'installazione del sistema di dissalazione dell'acqua che, assente negli anni '90, incide molto sui consumi elettrici.



Imm. 48 : Andamento dei consumi dell'Isola di Pantelleria dal 1990 al 2013. (Fonte: PAES Pantelleria, 2015).

La seguente tabella riassume, per l'anno 2013, i consumi in MWh dei diversi vettori suddividendoli in base al settore di appartenenza [53].

La maggior parte dei fabbisogni energetici dell'isola sono soddisfatti dal vettore elettrico (37.587 MWh), seguono benzina e gasolio con 18.411 MWh e 18.537 MWh ed infine GPL con 4424 MWh consumati.

Passando alla suddivisione degli stessi in settori, si nota come il settore maggiormente energivoro sia quello dei trasporti (36.948 MWh) suddiviso tra i vettori benzina e gasolio, seguito dal settore residenziale (15.338 MWh), produttivo (14.113 MWh) e terziario (12.560 MWh) in cui il consumo maggiore avviene per il vettore elettricità.

Complessivamente, il settore residenziale e quello terziario corrispondono a poco più del 62% dei consumi di energia elettrica, mentre il settore produttivo corrisponde a circa il 37%.

	MWh	Vettori				TOTALE
		Energia elettrica	Benzina	Gasolio	GPL	
Settori	Residenziale	11.770	0	0	3.568	15.338
	Terziario	11.704	0	0	856	12.560
	Attività produttive	14.113	0	0	0	14.113
	Trasporti	0	18.411	18.537	0	36.948
	TOTALE	37.587	18.411	18.537	4.424	78.959

Tabella 32: Ripartizione dei consumi dell'Isola di Pantelleria in base a vettori e settori energetici.
(Fonte: Elaborazione personale dati PAES 2015).

L'analisi energetica risulta di particolare importanza se eseguita a livello mensile, specialmente all'interno di contesti come quelli in esame soggetti ad una forte stagionalità e dove la popolazione dell'isola tende anche a triplicare nei mesi estivi.

Di seguito viene riportata un'elaborazione dei dati contenuti all'interno del PAES dell'isola di Pantelleria e relativa alla suddivisione dei consumi elettrici (riferiti all'anno 2011 e non più 2013) nei diversi mesi e nei diversi settori per un totale dei consumi pari a 25.061 MWh di consumi elettrici.

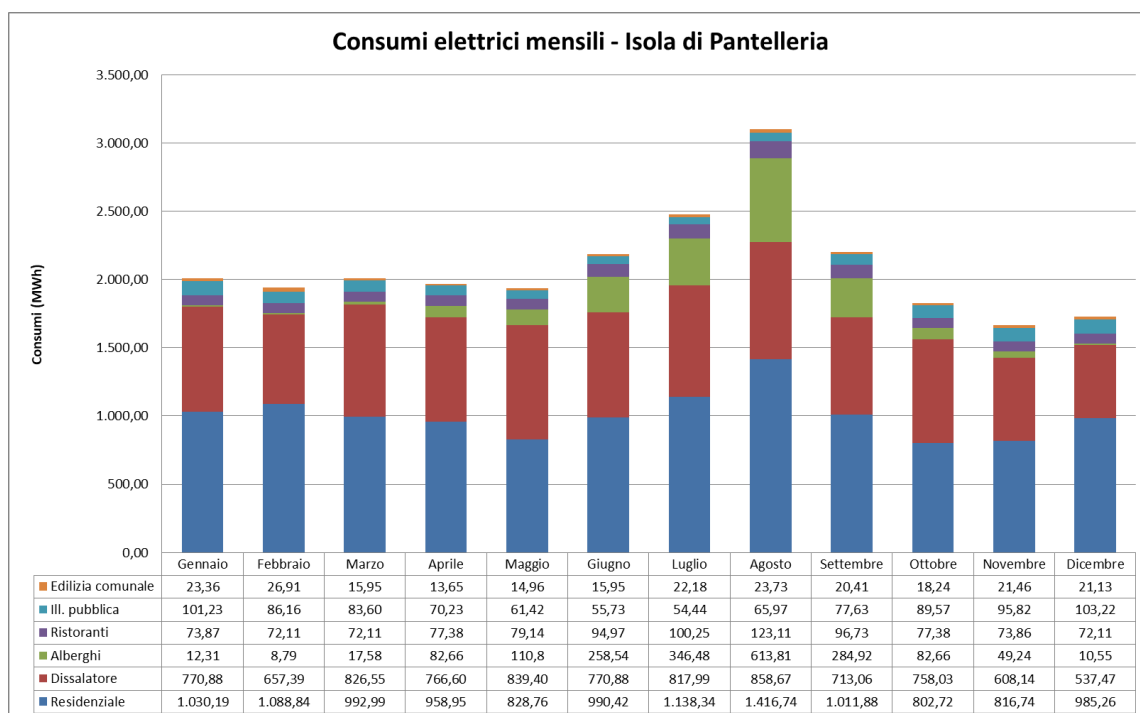


Grafico 45 : Andamento dei consumi del settore elettrico sull'isola di Pantelleria. (Fonte: Elaborazione personale dati PAES Pantelleria, 2015).

Osservando il grafico, i consumi maggiori si hanno per quanto riguarda il comparto residenziale, per la dissalazione dell'acqua e, nel periodo estivo, per gli alberghi e i ristoranti.

Dopo aver definito i consumi reali complessivi dell'isola, si osserva ora l'applicazione della metodologia di modellazione eseguita ed in precedenza indicata.

Settore residenziale

- Real Asset

Per il comparto residenziale, all'interno del PAES viene fatta una suddivisione in residenziale stabile e residenziale vacanza, sottolineando così il peso del residenziale vacanza che incide notevolmente sui consumi estivi. Basti pensare che, come è possibile osservare nel grafico sottostante, per il mese di agosto i consumi del "residenziale vacanza" sono il 44,7% e quindi quasi la metà dei consumi complessivi del mese.

Secondo i dati del PAES di Pantelleria, il consumo residenziale stabile per l'anno 2011 (anno più recente di conoscenza dei consumi dell'isola), è stato di 10.133,34 MWh, con dei picchi di consumo nei mesi invernali di gennaio, febbraio e dicembre mentre, il residenziale vacanza (costituito dalle abitazioni private e dattusì affittate a turisti), è quasi del tutto assente nei mesi invernali e raggiunge dei consumi elevati nei mesi estivi grazie alla forte vocazione turistica dell'isola. Il consumo totale del settore residenziale vacanza è pari a 1.908,63 MWh, circa un quinto dei consumi annuali del settore residenziale stabile.

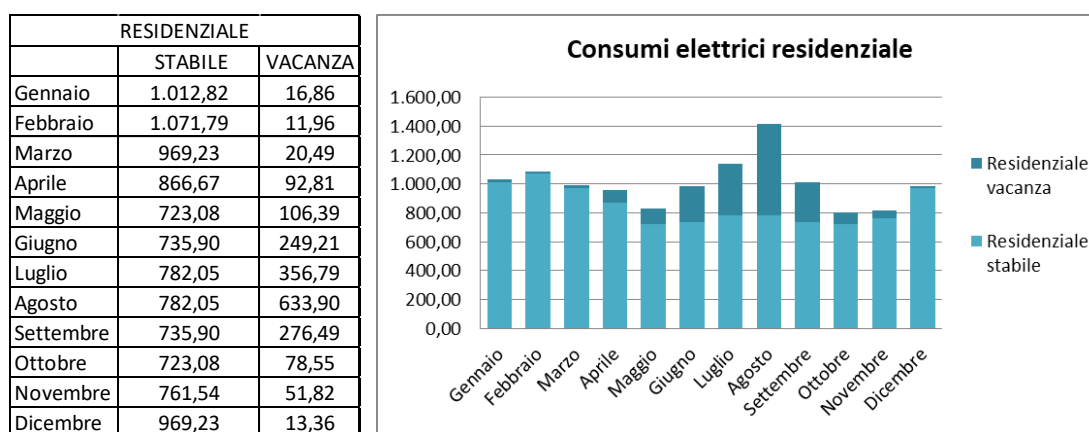


Tabella 33 e Grafico 46 : Ripartizione dei consumi elettrici residenziali in MWh, sull'isola di Pantelleria nel 2011.
(Fonte: Elaborazione personale dati PAES 2015).

Di quest'ultimo comparto (residenziale stabile) il PAES riporta anche una ulteriore precisazione legata ai consumi elettrici per il riscaldamento degli ambienti.

Nel grafico precedente tali valori sono aggregati all'interno dei valori mensili di consumo e, per poterne osservare l'andamento, si riporta di seguito il grafico e la tabella contenenti il solo consumo elettrico per riscaldamento.

Grazie alle condizioni climatiche favorevoli dell'isola, i consumi per il riscaldamento non costituiscono una voce particolarmente importante del bilancio energetico complessivo ma occorre comunque tenerne conto.

Per le abitazioni occupate stabilmente, circa 3.300 nel 2011 (dati PAES), il consumo complessivo è stato di 1.320 MWh, pari al 13% dei consumi complessivi del settore residenziale. Di questo numero di abitazioni, il 5% dispone di un impianto di riscaldamento vero e proprio a servizio dell'intera abitazione, mentre circa il 20% delle abitazioni occupate dispone di apparecchi singoli fissi che riscaldano l'intera abitazione o solo alcune parti di essa.

RISCALDAMENTO AMBIENTI	
Gennaio	292,03
Febbraio	350,64
Marzo	247,81
Aprile	142,93
Maggio	0,00
Giugno	0,00
Luglio	0,00
Agosto	0,00
Settembre	0,00
Ottobre	0,00
Novembre	40,10
Dicembre	247,81

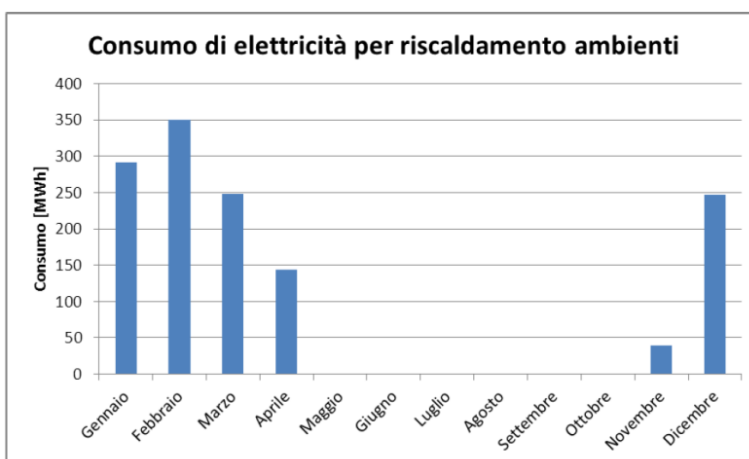


Tabella 34 e Grafico 47 : Ripartizione dei consumi elettrici di riscaldamento, in MWh, sull'isola di Pantelleria nel 2011.
(Fonte: Elaborazione personale dati PAES 2015).

- Virtual Asset

Stando all'andamento reale dei consumi residenziali dell'isola e alla conoscenza della forte vocazione turistica del territorio che porta ad un aumento considerevole durante il periodo estivo, è possibile definire che le variabili che definiscono i consumi residenziali stabili e vacanza ed il relativo riscaldamento sono:

- *Popolazione residente sull'isola nei diversi mesi dell'anno:* Il dato è ricavabile dal sito <http://demo.istat.it/> in cui è riportato l'andamento demografico mensile dei comuni di tutta Italia. Nel caso studio di Pantelleria, il dato mensile di popolazione dell'anno 2011 soffre di una imprecisione: ad ottobre 2011 la popolazione censita tramite il censimento e rilevata il giorno 9 ottobre 2011, è risultata composta da 7.493 individui, mentre alle Anagrafi comunali, fino al giorno 8 ottobre 2011, ne risultavano registrati 7.832. Si è, dunque, verificata una differenza negativa fra popolazione censita e popolazione anagrafica pari a 339 persone.

Nella serie storica di dati si utilizza appunto tale serie di valori che è da ritenere inesatta per la qui presente applicazione a causa dell'ingente differenza di popolazione in così poco tempo. Si è deciso quindi di utilizzare la serie storica dell'andamento di popolazione di Pantelleria per l'anno 2012 che si discosta dal numero di abitanti del 2011 (post censimento) di circa 100 abitanti.

- *Arrivi e presenze turistiche che determinano un forte incremento dei consumi durante il periodo estivo:* I dati di arrivi turistici sono reperibili dalla sezione “movimenti turistici nella Regione” sul sito della Regione Sicilia. Attraverso le “*Elaborazioni su dati dell'Osservatorio Turistico*” è possibile conoscere il numero di arrivi e presenze turistiche per ogni mese dell'anno. Nel caso specifico sono stati individuati i numeri relativi all'anno 2011 per motivi di coerenza tra i dati di consumo e la presenza turistica sull'isola.

Per definire la modellazione dei consumi legati al riscaldamento degli ambienti è opportuno conoscere una serie di parametri intrinseci legati alla geometria dell'edificio ed estrinseci legati alle caratteristiche climatiche e geografiche.

Fanno parte della prima categoria di parametri geometrici:

- *Superficie dell'edificio:* maggiore è la superficie da riscaldare e maggiore sarà il dispendio energetico
- *Superficie disperdente:* la superficie a contatto con l'ambiente esterno o locali non riscaldati, che nel caso semplice di edificio isolato corrisponde alla somma dell'area di base, di copertura e delle superficie verticali
- *Rapporto di forma:* indice della compattezza dell'edificio, è un parametro di sintesi tra la superficie disperdente e il volume lordo riscaldato.

Rientra all'interno della seconda categoria il seguente parametro:

- *Differenza di temperatura (raffrescamento e riscaldamento degli ambienti):* Il consumo degli edifici dipende dalla temperatura esterna dell'aria e l'energia è utilizzata per riscaldare o raffrescare l'ambiente allo scopo di ottenere un comfort termico interno. Si possono utilizzare le diverse differenze di temperatura nei vari mesi oppure i valori di Gradi Giorno dei singoli mesi. I gradi giorno descrivono la quantità di energia necessaria a riscaldare o raffrescare un ambiente rispetto a una temperatura di riferimento.

Il grado-giorno di una località è definito dal D.P.R. 412/1993 come “la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive

giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20 °C, e la temperatura media esterna giornaliera”.

Il medesimo D.P.R. fornisce un valore di gradi giorno convenzionale per ogni comune italiano, e raggruppa i comuni italiani in sei zone climatiche.

Zona Climatica	Gradi Giorno
A	≤ 600
B	600-900
C	900-1400
D	1400-2100
E	2100-3000
F	>3000

Tabella 35: Zone climatiche e rispettive fasce di Gradi Giorno. (Fonte: elaborazione personale dati DPR 412/1993)

Essendo gli edifici di Pantelleria molto particolari (si ricorda che molti di essi sono i tipici “dammusi”, costruzioni in pietra con una particolare copertura a cupola e con superfici inferiori ai 50 mq), si può utilizzare come variabile di input del modello il valore di differenza di temperatura, più facilmente associabile ai consumi in diversi territori.

I dati utili per definire la variabile sono reperibili sul sito www.Comuni-italiani.it e sul sito <https://www.ilmeteo.it/portale/archivio-meteo/Sicilia>.

- Modellazione

Nell'immagine seguente vengono riportati i valori delle variabili individuate come possibili responsabili dei consumi dell'isola utili a definire il modello di consumo residenziale.

Le variabili riportate al punto “1” nella seguente immagine sono: popolazione, arrivi turistici, presenze turistiche, popolazione ed arrivi turistici, popolazione e presenze turistiche, differenza di temperatura 24 °C e 26 °C (per definire i mesi in cui è attivo il raffrescamento degli ambienti), differenza di temperatura 20 °C (per definire i mesi in cui è attivo il riscaldamento degli ambienti), giorni presenti in ciascun mese, differenza di temperatura a 26 e 20 °C per ogni giorno del mese.

Per le variabili appena descritte si è valutata la relativa percentuale di correlazione tra la serie di dati di ciascun mese e i consumi mensili del settore residenziale, considerando sia i consumi complessivi di residenziale stabile e residenziale vacanza sia le singole componenti del consumo del settore residenziale ovvero riscaldamento, residenziale stabile e residenziale vacanza (“punto 2”).

Una maggiore correlazione è sinonimo di una maggiore incidenza tra variabile di input e consumi reali; in base a questo si sono scelte le variabili su cui procedere con la modellazione identificando delle costanti non dimensionate (in verde nell'immagine, "punto 3") che moltiplicano il relativo valore di variabile per ciascun mese.

Così facendo si sono identificati i valori del virtual asset, nel "punto 4" dell'immagine seguente. Sempre al "punto 4" si ritrova il calcolo dell'errore relativo assoluto utile a definire di quanto il modello si discosta dalla realtà ovvero si ipotizza di rendere minima la somma degli errori di ciascun mese dovuti alla differenza tra il valore reale di consumo e i valori calcolati.

574,2947649	0,01763		0,02240149				4,94114	33,14587	1,89584	3
	popolazione	Arrivi	Presenze	pop+ar	pop+pres	DTe_24	DTe_26	Di_20	gg	
Gennaio	7495	336	958	7831	8.453	0	0	7,4	31	
Febbraio	7506	404	1.007	7910	8.513	0	0	8,4	28	
Marzo	7518	457	1.666	7975	9.184	0	0	6,7	31	
Aprile	7510	660	2.026	8170	9.536	0	0	4	30	
Maggio	7512	791	2.855	8303	10.367	0	0	0	31	
Giugno	7536	1892	9.250	9428	16.786	0	0	0	30	
Luglio	7534	3332	18.442	10866	25.976	2,8	0,8	0	31	1
Agosto	7551	4.531	28.652	12082	36.203	3,6	1,6	0	31	
Settembre	7561	1650	10.131	9211	17.692	0	0	0	30	
Ottobre	7561	497	2.955	8058	10.516	0	0	0	31	
Novembre	7574	347	1.766	7921	9.340	0	0	1,1	30	
Dicembre	7580	221	759	7801	8.339	0	0	6,0	31	
correlazione_res	-44%	-42%	-42%	-43%	-42%	-23%	-21%	98%	-32%	
correlazione_res+vac	-9%	79%	80%	79%	80%	81%	84%	4%	0%	2
correlazione_risc	-44%	-55%	-55%	-56%	-55%	-37%	-35%	100%	-34%	
correlazione_vac	22%	98%	99%	98%	99%	86%	89%	-63%	22%	

Consumi reali	Residenziale stabile (MWh)	Residenziale vacanza (MWh)	Residenziale tot (MWh)	Riscaldamento (MWh)	Consumi calcolati (MWh)	Errore relativo	
Gennaio	1.012,82	16,86	1.029,68	292,03	1031,95	0,00	
Febbraio	1.071,79	11,96	1.083,75	350,64	1060,70	0,02	
Marzo	969,23	20,49	989,72	247,81	1025,01	0,04	
Aprile	866,67	92,81	959,48	142,93	941,55	0,02	
Maggio	723,08	106,39	829,47	0,00	829,47	0,00	4
Giugno	735,90	249,21	985,11	0,00	971,25	0,01	
Luglio	782,05	356,79	1.138,84	0,00	1182,98	0,04	
Agosto	782,05	633,90	1.415,95	0,00	1415,95	0,00	
Settembre	735,90	276,49	1.012,39	0,00	991,43	0,02	
Ottobre	723,08	78,55	801,63	0,00	832,57	0,04	
Novembre	761,54	51,82	813,36	40,10	840,73	0,03	
Dicembre	969,23	13,36	982,59	247,81	982,59	0,00	
						0,22	

Imm. 49: Variabili e modellazione dei consumi residenziali per l'isola di Pantelleria. (Fonte: elaborazione personale).

• Comparazione

Essendovi un errore relativo assoluto pari a 0,22, la modellazione è da ritenere soddisfacente; le variabili che incidono sui consumi residenziali delle isole minori italiane, previa verifica ulteriore della modellazione, sono:

- Popolazione residente nei diversi mesi
- Presenze turistiche
- Temperature relative a raffrescamento e riscaldamento ambienti
- Numero di giorni mensili

Per un'ulteriore valutazione della bontà delle presenti variabili si riporta il seguente grafico; la retta verde definisce l'andamento dei valori di consumo del "real asset" mentre la disposizione dei punti rappresenta i valori calcolati nella modellazione.

La disposizione di questi ultimi segue in modo soddisfacente la retta, scostandosi da essa di poco.

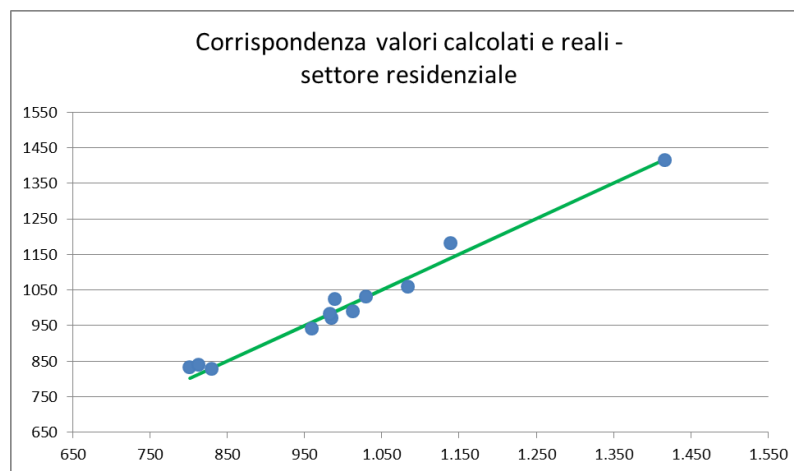


Grafico 48: Disposizione del "virtual asset" in relazione ai valori di "real asset" per il settore residenziale.

(Fonte: elaborazione personale).

Di seguito viene riportata la comparazione tra i consumi reali e quelli calcolati: per i mesi di gennaio, maggio, agosto e dicembre i valori di consumo del virtual asset corrispondono con quelli del real asset definendo la stessa quantità di consumi mentre per il resto dei mesi vi è una lieve differenza tra consumi reali e calcolati. Nonostante questa lieve differenza, l'andamento dei consumi calcolati segue perfettamente quello reale. Il modello risulta essere quindi validabile ed applicabile ad altre realtà di isole minori per valutare i consumi del settore residenziale.

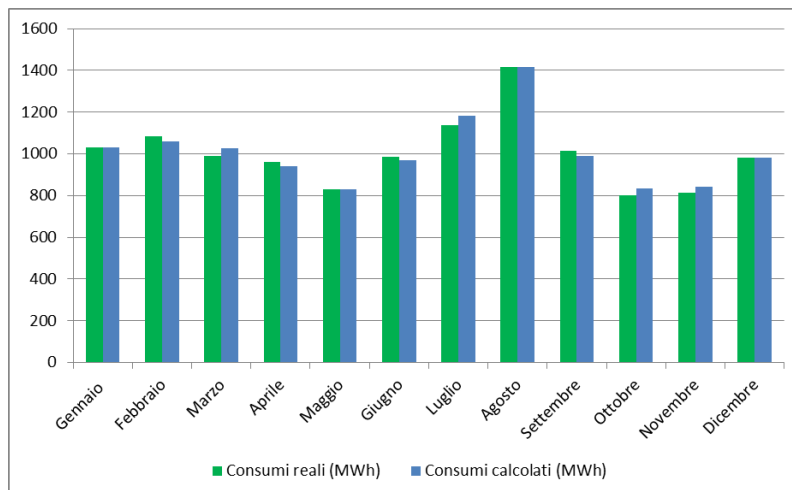


Grafico 49: Andamento dei consumi reali e calcolati per il settore residenziale. (Fonte:elaborazione personale).

Consumi edilizia comunale e illuminazione pubblica

- Real Asset

Il patrimonio di proprietà comunale (edifici e illuminazione) nel 2011 assorbiva 1.187 MWh, pari all'11,2% dei consumi complessivi del settore terziario. L'80% di tale consumo è ascrivibile al sistema di illuminazione pubblica, mentre il restante 20% si ripartisce in parti sostanzialmente uguali tra scuole ed edifici comunali.

Gli edifici pubblici sono circa 25 per un consumo pari a 238 MWh annui.

Sette di queste strutture sono edifici scolastici tra materne, elementari e medie con un consumo complessivo di 105 MWh (il 44% dei consumi complessivi) mentre il solo municipio ha consumato 91 MWh pari al 38% dei consumi complessivi.

Nel corso dell'anno 2011 i consumi elettrici degli edifici comunali seguono un andamento piuttosto oscillante, come evidenziato nel grafico a seguire.

Il massimo si registra nei mesi di gennaio e febbraio, con picchi anche tra luglio e settembre e tra novembre e dicembre. Mentre la maggiore incidenza dei consumi del Municipio e delle altre strutture si registra nei mesi tra giugno e settembre, le punte di maggior consumo degli edifici scolastici, sono concentrate nel periodo invernale, in particolare tra gennaio e febbraio e ascrivibili ai maggiori fabbisogni per illuminazione e per riscaldamento [53].

EDILIZIA COMUNALE	
Gennaio	23,36
Febbraio	26,91
Marzo	15,95
Aprile	13,65
Maggio	14,96
Giugno	15,95
Luglio	22,18
Agosto	23,73
Settembre	20,41
Ottobre	18,24
Novembre	21,46
Dicembre	21,13

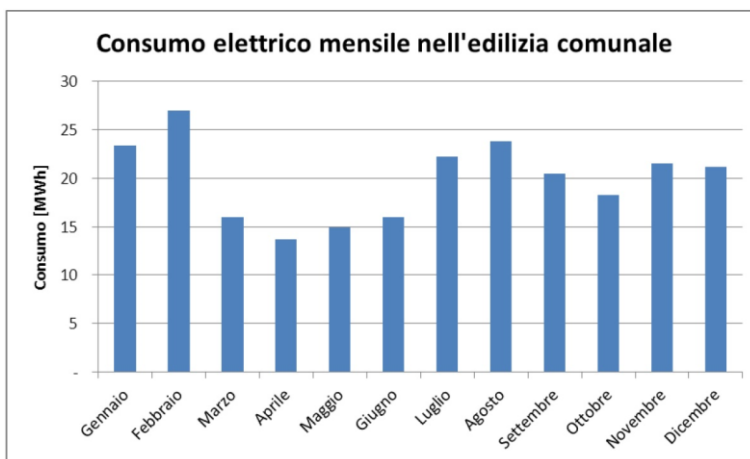


Tabella 36 e Grafico 50 : Ripartizione dei consumi elettrici del comparto pubblico, in MWh, sull'isola di Pantelleria nel 2011. (Fonte: Elaborazione personale dati PAES 2015).

I consumi elettrici dell' illuminazione pubblica nel 2011 sono stati di 949 MWh circa, pari al 9% dei consumi complessivi del settore terziario.

Il minimo di consumo si registra nel mese di luglio (54 MWh circa) ed il massimo nel mese di dicembre (103 MWh circa).

ILLUMINAZIONE PUBBLICA	
Gennaio	101,23
Febbraio	86,16
Marzo	83,60
Aprile	70,23
Maggio	61,42
Giugno	55,73
Luglio	54,44
Agosto	65,97
Settembre	77,63
Ottobre	89,57
Novembre	95,82
Dicembre	103,22

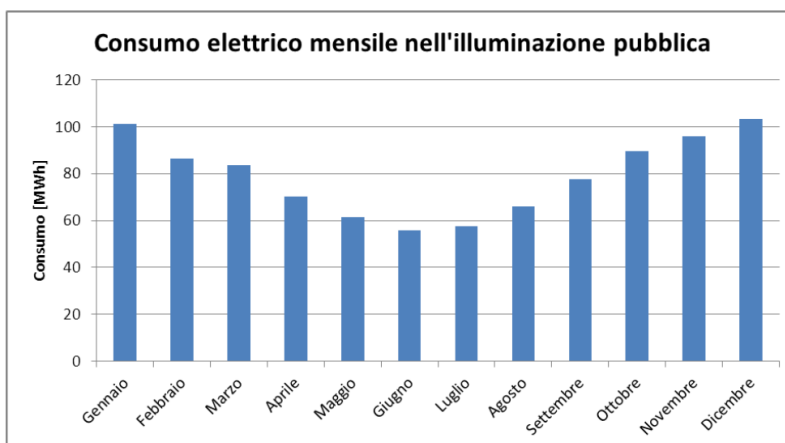


Tabella 37 e Grafico 51: Ripartizione dei consumi elettrici dell'illuminazione pubblica, in MWh, sull'isola di Pantelleria nel 2011. (Fonte: Elaborazione personale dati PAES, 2015).

- Virtual Asset

Le variabili che definiscono i consumi dell'edilizia comunale risultano di difficile individuazione a causa dell'andamento oscillatorio nei vari mesi. Considerando la natura di tali strutture, ovvero scuole ed uffici appartenenti alla Pubblica Amministrazione, è possibile definire che le variabili maggiormente impattanti su questi consumi siano:

- *Raffrescamento degli ambienti*: il consumo è da imputare esclusivamente agli uffici comunali e non alle scuole in quanto in estate queste risultano chiuse e pare improbabile che il consumo

provenza da queste strutture. Per definire tale variabile si procede con il calcolo della differenza tra i 26 °C definiti per legge indicata in precedenza e le temperature esterne registrate nei vari mesi.

- *Riscaldamento degli ambienti*: tale consumo è da imputare tanto agli edifici scolastici quanto agli uffici e altre strutture della PA. Per definire tale variabile si procede con il calcolo della differenza tra 20°C definita dalla normativa precedentemente indicata e le temperature medie esterne.
- *Giorni lavorativi / scolastici*: Tendenzialmente è possibile dire che più la struttura viene utilizzata più vi sono consumi elevati; per questo si sono ricavate dal calendario scolastico regionale i giorni di scuola dell'anno 2011 e sono stati valutati i giorni lavorativi ricercando le varie festività sempre relative all'anno 2011.
- *Ore di buio e di luce*: la variabile delle ore di luce è facilmente reperibile sul sito <http://www.comuni-italiani.it/soleluna/comune/081014/> mentre le ore di buio sono definite complementari a quelle di luce e quindi facilmente calcolabili. L'andamento e il valore nei diversi mesi determina un minore o maggiore consumo di questo compartimento.
- *Popolazione residente, presenze e arrivi*: Descritti in precedenza.

Per quanto riguarda l'illuminazione pubblica il parametro che incide quasi esclusivamente sui consumi è il seguente:

- *Ore di buio*: Per quanto riguarda l'illuminazione pubblica, è la principale variabile che ne determina i consumi.
- *Giorni mensili*: in quanto il consumo si ha ogni giorno dell'anno.

- Modellazione

La modellazione dei consumi dell'edilizia comunale è stata definita con la medesima procedura indicata nella modellazione del settore residenziale.

Di seguito vengono riportate le immagini recanti i valori di costanti, errori relativi assoluti e correlazioni di ciascuno dei due comparti dei consumi della PA.

Partendo dall'analisi dell'edilizia comunale si sottolinea come non vi siano forti correlazioni tra le variabili individuate ed i consumi reali in quanto risulta particolarmente difficile definire delle variabili che uniscono un così diverso modo di consumare energia per tutte le strutture considerate. Infatti, le strutture che partecipano a definire i consumi definiti come "consumi edilizia comunale" variano dalle

scuole, agli uffici comunali, alla biblioteca comunale ecc... strutture e realtà molto differenti tra loro dal punto di vista energetico.

Di seguito vengono riportate le diverse variabili utili alla definizione del modello di consumo dell'edilizia comunale; tra tutte le variabili quelle maggiormente incisive sono i *giorni lavorativi*, le *ore di buio* e di *luce*, i *gradi giorno di raffrescamento e riscaldamento* (Gge_26 e Ggi_20) per i giorni considerati, i valori di *popolazione residente* e di *presenze turistiche*.

L'errore relativo assoluto risulta pari a 0,78 ed i mesi in cui si ha maggiore errore relativo tra valori di consumo reali e calcolati sono gennaio, febbraio, marzo e luglio.

0,923883579					0,443461343		-0,649675427	-0,025304355	0,001486137	0,000304692	0,89697674
	DTe_26	Dti_20	popolazione	gg_scuole	gg_lavorativi	gg	ore luce	Gge_26	Ggi_20	pop+pres	Ore di buio
Gennaio	0	7,4	7495	21	22	31	9,58	0	162,8	8453	14,42
Febbraio	0	8,4	7506	24	24	28	10,51	0	201,6	8513	13,49
Marzo	0	6,7	7518	23	23	31	11,58	0	154,1	9184	12,42
Aprile	0	4	7510	19	19	30	13,09	0	76	9536	10,91
Maggio	0	0	7512	25	25	31	14,09	0	0	10367	9,91
Giugno	0	0	7536	9	24	30	14,39	0	0	16786	9,61
Luglio	0,8	0	7534	0	26	31	14,25	20,8	0	25976	9,75
Agosto	1,6	0	7551	0	27	31	13,34	43,2	0	36203	10,66
Settembre	0	0	7561	14	26	30	12,26	0	0	17692	11,74
Ottobre	0	0	7561	26	26	31	11,16	0	0	10516	12,84
Novembre	0	1,1	7574	24	25	30	10,14	0	27,5	9340	13,86
Dicembre	0	6	7580	18	24	31	9,42	0	144	8339	14,58
Corr_ed.pubblica	36%	29%	11%	-21%	40%	-33%	-46%	36%	33%	26%	46%

Consumi reali	Edilizia pubblica (MWh)	Consumi calcolati (MWh)	Errore relativo
Gennaio	23,36	20,21	0,13
Febbraio	26,91	19,73	0,27
Marzo	15,95	17,77	0,11
Aprile	13,65	13,65	0,00
Maggio	14,96	14,90	0,00
Giugno	15,95	15,95	0,00
Luglio	22,18	19,33	0,13
Agosto	23,73	23,73	0,00
Settembre	20,41	20,41	0,00
Ottobre	18,24	19,92	0,09
Novembre	21,46	20,74	0,03
Dicembre	21,13	21,28	0,01

Imm. 50: Variabili e modellazione consumi dell'edilizia pubblica per l'isola di Pantelleria. (Fonte: elaborazione personale).

Per quanto riguarda il consumo dell'illuminazione pubblica la correlazione con i giorni di luce risulta essere ottimale (99%) mentre quella relativa ai giorni mensili non risulta compatibile con il genere di consumo (-4% di correlazione). Si è comunque inserita tale variabile in quanto, osservandone l'errore relativo, esso risulta minore rispetto all'inserimento della sola variabile "ore di buio" e quindi il modello corrisponde maggiormente alla realtà. L'errore relativo risulta pari a 0,26.

-47,9696	9,45156	0,429005					
	Ore di buio	gg	Consumi reali	Illuminazi one pubblica (MWh)	Consumi calcolati (MWh)	Errore relativo	
Gennaio	14,42	31	Gennaio	101,23	101,62	0,00	
Febbraio	13,49	28	Febbraio	86,16	91,54	0,06	
Marzo	12,42	31	Marzo	83,60	82,72	0,01	
Aprile	10,91	30	Aprile	70,23	68,02	0,03	
Maggio	9,91	31	Maggio	61,42	58,99	0,04	
Giugno	9,61	30	Giugno	55,73	55,73	0,00	
Luglio	9,75	31	Luglio	54,44	57,48	0,06	
Agosto	10,66	31	Agosto	65,97	66,08	0,00	
Settembre	11,74	30	Settembre	77,63	75,86	0,02	
Ottobre	12,84	31	Ottobre	89,57	86,69	0,03	
Novembre	13,86	30	Novembre	95,82	95,90	0,00	
Dicembre	14,58	31	Dicembre	103,22	103,13	0,00	
							0,26
Corr_oreb	99%	-4%					

Imm. 51: Variabili e modellazione consumi illuminazione pubblica per l'isola di Pantelleria. (Fonte: elaborazione personale).

- Comparazione

Per quel che riguarda l'edilizia comunale, l'errore relativo risulta essere discreto; nonostante un errore relativo pari a 0,78 la modellazione è da ritenere soddisfacente considerando la scarsa conoscenza dei valori di consumo. Al fine di migliorare tale dato occorrerebbe conoscere nel dettaglio i valori di consumo mensile delle diverse strutture comunale quindi scuole, uffici comunali, biblioteche ecc. e non un valore assoluto come quello definito dal PAES.

Osservando la disposizione dei valori di consumo del “virtual asset” con quelli del “real asset” (linea verde) si osserva come per la metà dei mesi dell’anno 2011 le variabili considerate soddisfano la modellazione, cinque mesi si discostano di poco mentre il mese di febbraio risulta essere l’unico anomalo.

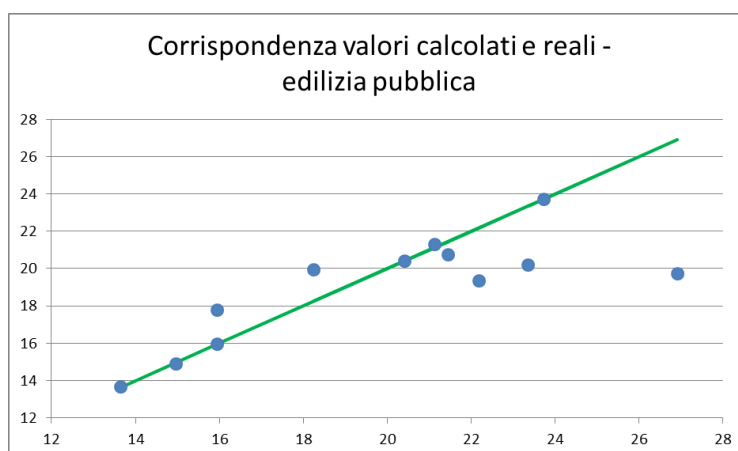


Grafico 52: Disposizione del “virtual asset” in relazione ai valori di “real asset”, edilizia pubblica.
(Fonte: elaborazione personale).

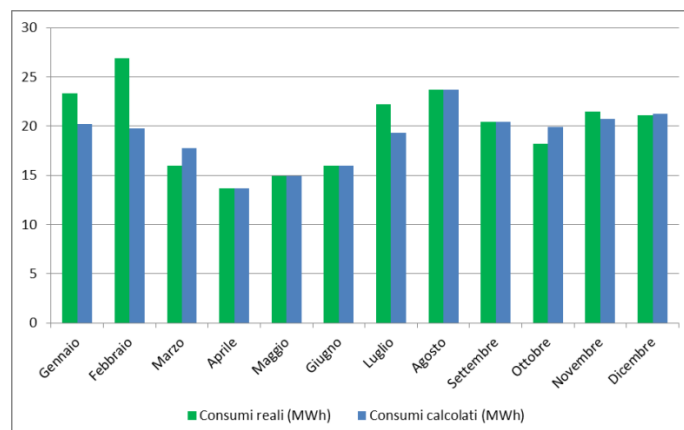


Grafico 53: Andamento dei consumi reali e calcolati, edilizia pubblica. (Fonte: elaborazione personale).

Ottimale risulta la disposizione dei valori calcolati nel modello di consumo dell'illuminazione pubblica; l'errore relativo assoluto è minimo (0,26) e l'unico valore che si discosta dalla realtà è quello del mese di febbraio. La modellazione di tale consumo risulta essere ottimale.

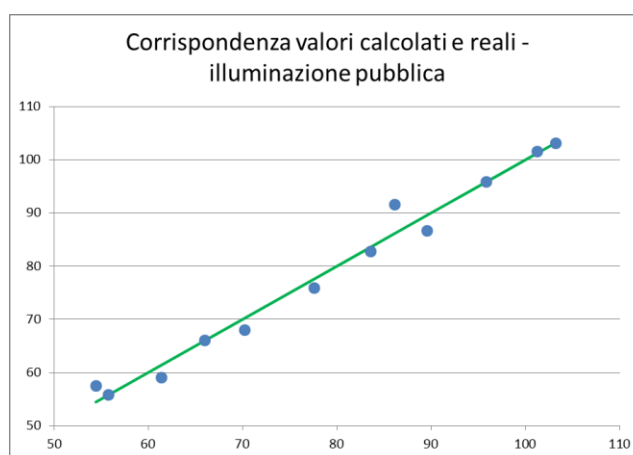


Grafico 54: Disposizione del "virtual asset" in relazione ai valori di "real asset", illuminazione pubblica. (Fonte: elaborazione personale).

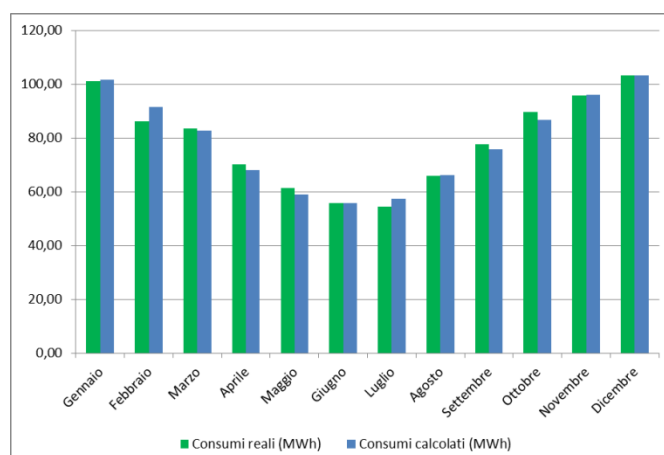


Grafico 55: Andamento dei consumi reali e calcolati, illuminazione pubblica. (Fonte: elaborazione personale).

Comparto alberghiero e ristorazione

- Real Asset

Il comparto alberghiero e quello della ristorazione risultano tra i più energivori arrivando ad assorbire, come già anticipato precedentemente, circa il 27% dei consumi complessivi.

Relativamente al comparto ricettivo, sull'isola si contano una trentina di strutture, di cui circa la metà alberghi, per un totale di 1.800 posti letto.

Nel 2011 gli alberghi dell'isola hanno consumato complessivamente poco più di 1.888 MWh.

L'80% circa di tali consumi si concentra tra giugno e settembre con un picco elevato nel mese di Agosto (613 MWh); questo evidenzia la forte vocazione turistica dell'isola.

Per quanto riguarda la ristorazione il consumo nel 2011 è stato di 1.022 MWh e risulta più distribuito nel corso dell'anno dal momento che è legato a servizi di cui usufruisce anche la popolazione stabile dell'isola. Picchi di consumo si registrano comunque durante i mesi estivi, con valori pari a 100 MWh nel mese di luglio e 123 MWh nel mese di agosto.

	ALBERGHI	RISTORANTI
Gennaio	12,31	73,87
Febbraio	8,79	72,11
Marzo	17,58	72,11
Aprile	82,66	77,38
Maggio	110,8	79,14
Giugno	258,54	94,97
Luglio	346,48	100,25
Agosto	613,81	123,11
Settembre	284,92	96,73
Ottobre	82,66	77,38
Novembre	49,24	73,86
Dicembre	10,55	72,11

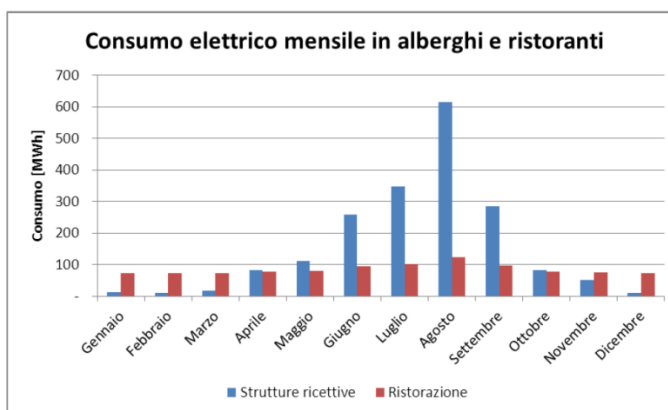


Tabella 38 e Grafico 56: Ripartizione dei consumi elettrici di alberghi e ristoranti, in MWh, sull'isola di Pantelleria nel 2011.

(Fonte: Elaborazione personale dati PAES, 2015).

- Virtual Asset

Alla luce di quanto appena detto, il consumo del comparto ristorazione risente in maniera più leggera dell'arrivo dei turisti, non raggiungendo picchi di consumo elevatissimi in quanto già tutto l'anno viene utilizzato dalla popolazione locale. Per poter definire il modello virtuale dei consumi del comparto turistico, ci si basa su variabili già citate in precedenza:

- *Arrivi turistici e presenze turistiche*: I dati di arrivi turistici sono reperibili dalla sezione “movimenti turistici nella Regione” sul sito della Regione Sicilia. Attraverso le “Elaborazioni su

dati dell'Osservatorio Turistico” è possibile conoscere il numero di arrivi e presenze turistiche per ogni mese dell'anno.

Gli arrivi turistici fanno riferimento al numero di clienti ospitati negli esercizi ricettivi (alberghieri o complementari) mentre le presenze turistiche si rifanno al numero delle notti trascorse dai clienti negli esercizi ricettivi.

- *Popolazione residente sull'isola nei diversi mesi dell'anno*
- *Riscaldamento / raffrescamento degli ambienti*

- Modellazione

Per definire la modellazione dei consumi del comparto alberghiero ci si è avvalsi della variabile “presenze turistiche” proprio perché permette di definire una maggiore dipendenza tra i consumi ed il turismo nei diversi mesi e la differenza di temperatura necessaria che incide su raffrescamento e riscaldamento nonché i giorni di ciascun mese.

In base a questo si è definita la seguente modellazione, la più ottimale che si è riuscita ad ottenere.

-5,578284573		0,44195	-74,3742	-2,79239				0,025273	
	pop+pres	gg	DTe_26	Dti_20	GGe_26	GGi_20	popolazione	Presenze	
Gennaio	8453	31	0	7,4	0	229,4	7495	958	
Febbraio	8513	28	0	8,4	0	235,2	7506	1007	
Marzo	9184	31	0	6,7	0	207,7	7518	1666	
Aprile	9536	30	0	4	0	120	7510	2026	
Maggio	10367	31	0	0	0	0	7512	2855	
Giugno	16786	30	0	0	0	0	7536	9250	
Luglio	25976	31	0,8	0	24,8	0	7534	18442	
Agosto	36203	31	1,6	0	49,6	0	7551	28652	
Settembre	17692	30	0	0	0	0	7561	10131	
Ottobre	10516	31	0	0	0	0	7561	2955	
Novembre	9340	30	0	1,1	0	33	7574	1766	
Dicembre	8339	31	0	6	0	186	7580	759	
Corr_	98%	21%	87%	-65%	87%	-65%	23%	98%	
Consumi reali	Alberghi (MWh)		Consumi calcolati (MWh)	Errore relativo					
Gennaio	12,31		11,67	0,05					
Febbraio	8,79		8,79	0,00					
Marzo	17,58		31,52	0,79					
Aprile	82,66		47,71	0,42					
Maggio	110,8		80,28	0,28					
Giugno	258,54		241,45	0,07					
Luglio	346,48		414,70	0,20					
Agosto	613,81		613,24	0,00					
Settembre	284,92		263,72	0,07					
Ottobre	82,66		82,80	0,00					
Novembre	49,24		49,24	0,00					
Dicembre	10,55		10,55	0,00					
				1,88					

Imm. 52: Variabili e modellazione consumi comparto alberghiero per l'isola di Pantelleria. (Fonte: elaborazione personale).

L'errore relativo assoluto risulta essere elevato; questo comporta degli errori importanti rispetto ai consumi reali misurati.

Per quanto riguarda il comparto della ristorazione, le variabili definite sono le medesime del comparto alberghiero a cui si aggiunge però la variabile della popolazione residente la quale incide durante tutto l'anno sui consumi di questo settore.

1,170141062	0,010383674		0,002594557			-13,49213497	-0,084096	-0,307885153	
	popolazione	Arrivi	Presenze	pop+ar	pop+pres	DTe_26	Dti_20	gg	
Gennaio	7495	336	958	7831	8453	0	7,4		31
Febbraio	7506	404	1007	7910	8513	0	8,4		28
Marzo	7518	457	1666	7975	9184	0	6,7		31
Aprile	7510	660	2026	8170	9536	0	4		30
Maggio	7512	791	2855	8303	10367	0	0		31
Giugno	7536	1892	9250	9428	16786	0	0		30
Luglio	7534	3332	18442	10866	25976	0,8	0		31
Agosto	7551	4531	28652	12082	36203	1,6	0		31
Settembre	7561	1650	10131	9211	17692	0	0		30
Ottobre	7561	497	2955	8058	10516	0	0		31
Novembre	7574	347	1766	7921	9340	0	1,1		30
Dicembre	7580	221	759	7801	8339	0	6		31
Corr_alberghi	21%	97%	98%	97%	98%	85%	-63%		20%
Consumi reali	Ristoranti (MWh)	Consumi calcolati (MWh)		Errore relativo					
Gennaio	73,87	71,31		0,03					
Febbraio	72,11	72,40		0,00					
Marzo	72,11	73,45		0,02					
Aprile	77,38	74,84		0,03					
Maggio	79,14	77,04		0,03					
Giugno	94,97	94,18		0,01					
Luglio	100,25	106,91		0,07					
Agosto	123,11	122,78		0,00					
Settembre	96,73	96,73		0,00					
Ottobre	77,38	77,80		0,01					
Novembre	73,86	75,07		0,02					
Dicembre	72,11	71,80		0,00					
				0,22					

Imm. 53: Variabili e modellazione consumi ristorazione per l'isola di Pantelleria. (Fonte: elaborazione personale).

- Comparazione

Osservando la disposizione dei valori di consumo calcolati rispetto alla linea di tendenza dei valori misurati nel settore alberghiero, si osserva come la disposizione sia buona per la maggior parte dei mesi nonostante l'errore relativo elevato. Quest'ultimo è dovuto in modo particolare a due mensilità che risulteranno avere, con l'applicazione del modello ad altre realtà, un errore. Questi mesi sono marzo ed aprile.

Nonostante questo, anche se alcuni valori si discostano, nel grafico sottostante è possibile osservare come i valori di consumo calcolati seguano in maniera ottimale l'andamento di consumo nei vari mesi.

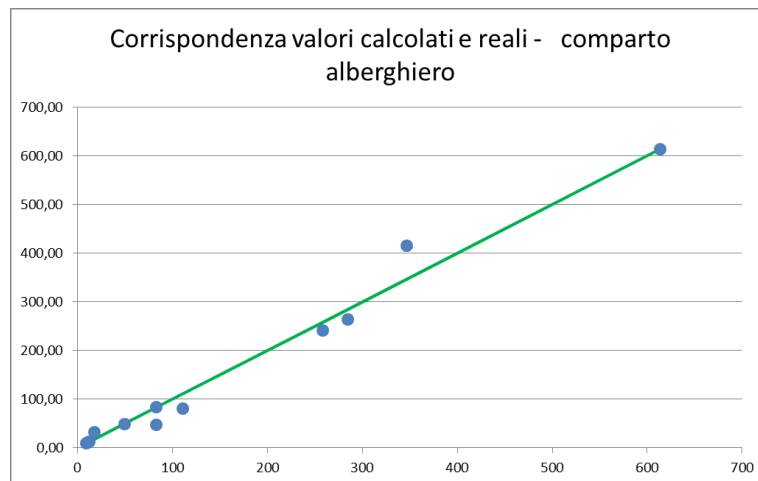


Grafico 57: Disposizione del “virtual asset” in relazione ai valori di “real asset”, comparto alberghiero.
(Fonte: elaborazione personale).

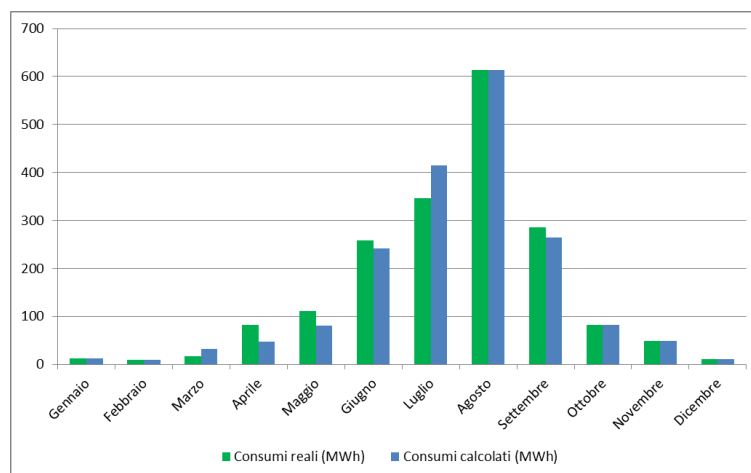


Grafico 58: Andamento dei consumi reali e calcolati, comparto alberghiero. (Fonte: elaborazione personale).

Nel caso dei consumi legati alla ristorazione invece, si osserva come essi siano ottimamente disposti e come, nel confronto tra valori reali e virtuali nel grafico sottostante, i valori di consumo corrispondano e non vi sia un grande scostamento dai consumi reali.

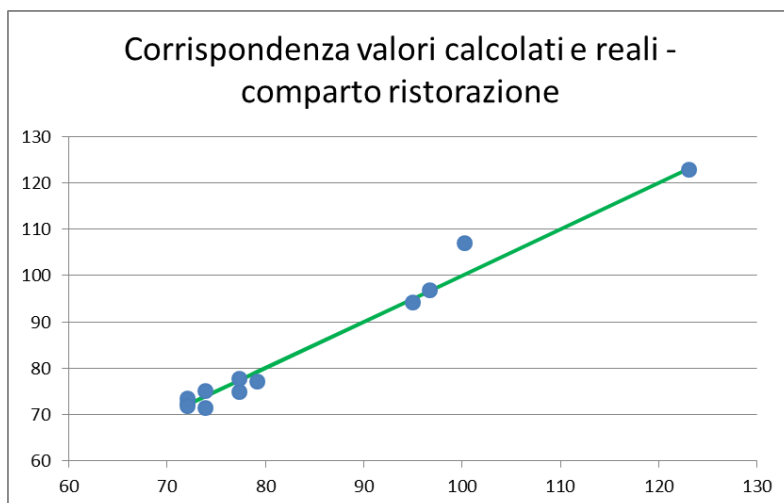


Grafico 59: Disposizione del “virtual asset” in relazione ai valori di “real asset”, ristorazione.
(Fonte: elaborazione personale).

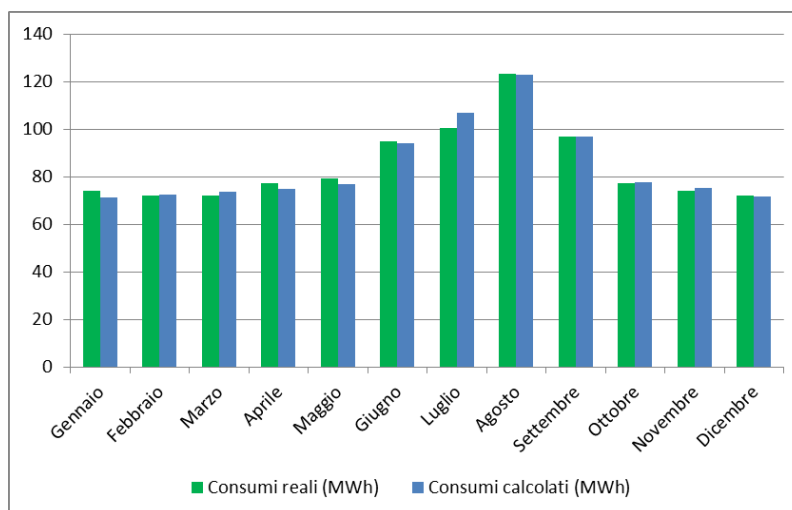


Grafico 60: Andamento dei consumi reali e calcolati, ristorazione. (Fonte: elaborazione personale).

Dissalatori

- Real Asset

L'attività di dissalazione dell'acqua rientra all'interno del comparto industriale.

Nel 2011, dei 13.697 MWh di energia elettrica consumati dal settore industriale nel suo complesso, il 65% è imputabile ai due impianti di dissalazione (Maggioluvedì e Sataria), il 14% riguarda i consumi interni della centrale termoelettrica SMEDE, l'11% è assorbito dal settore agroalimentare, il 7% dalle attività collegate alle costruzioni e il 3% ad altre attività.

Nel 2011 i due impianti di dissalazione hanno consumato complessivamente circa 8.800 MWh e prodotto circa 682.600 metri cubi di acqua dissalata. Circa il 90% dei consumi elettrici per dissalazione sono determinati dall'impianto di Sataria.

DISSALAZIONE	
Gennaio	770,88
Febbraio	657,39
Marzo	826,55
Aprile	766,60
Maggio	839,40
Giugno	770,88
Luglio	817,99
Agosto	858,67
Settembre	713,06
Ottobre	758,03
Novembre	608,14
Dicembre	537,47

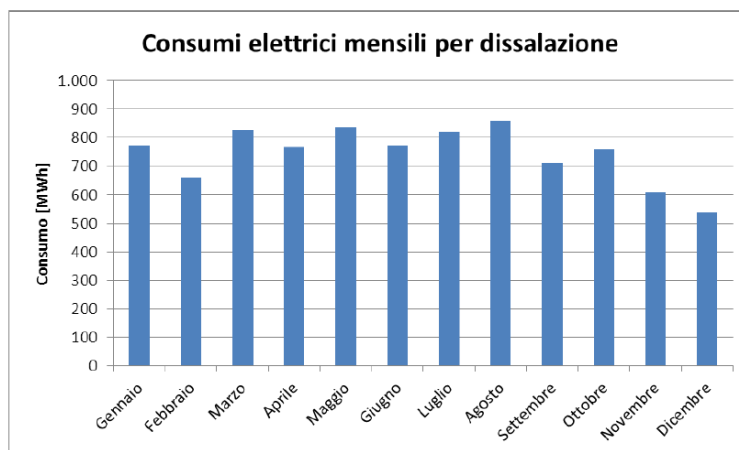


Tabella 39 e Grafico 61: Ripartizione dei consumi elettrici degli impianti di dissalazione, in MWh, sull'isola di Pantelleria nel 2011. (Fonte: Elaborazione personale dati PAES, 2015).

- Virtual Asset

Le variabili che vengono prese in considerazione per il modello di consumo del dissalatore sono:

- *Arrivi turistici, presenze turistiche e popolazione residente:* Queste variabili incidono sulla richiesta di acqua che è minore o maggiore a seconda della quantità di persone presenti. Una maggiore quantità di acqua distillata implica un maggior dispendio di energia per distillarla.
- *Riscaldamento / raffrescamento degli ambienti*
- *Giorni mensili*
- *Differenza di temperatura e Gradi Giorno esterni*

- Modellazione

Le variabili con maggiore corrispondenza con i consumi sono presenze turistiche e popolazione residente (49%), giorni mensili (39%), e Gradi Giorni di raffrescamento (45%). Nonostante la bassa correlazione con i Gradi Giorno di riscaldamento (-37%) si è scelto di inserire anche questa variabile in quanto l'errore relativo assoluto (attualmente pari a 0,98) risulta minore rispetto all'esclusione della medesima variabile.

Le costanti non dimensionate individuate sono quelle riportate all'interno dell'immagine seguente; nonostante l'errore relativo è elevato, esso è il minore che si è riusciti ad ottenere.

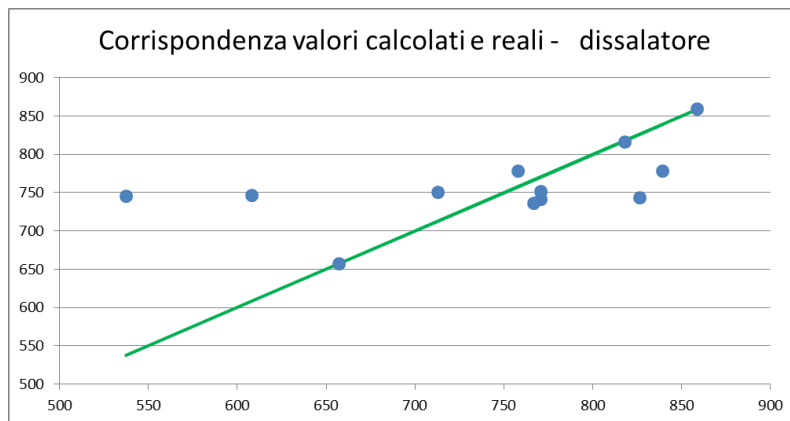


Grafico 62: Disposizione del “virtual asset” in relazione ai valori di “real asset”, dissalazione.

(Fonte: elaborazione personale).

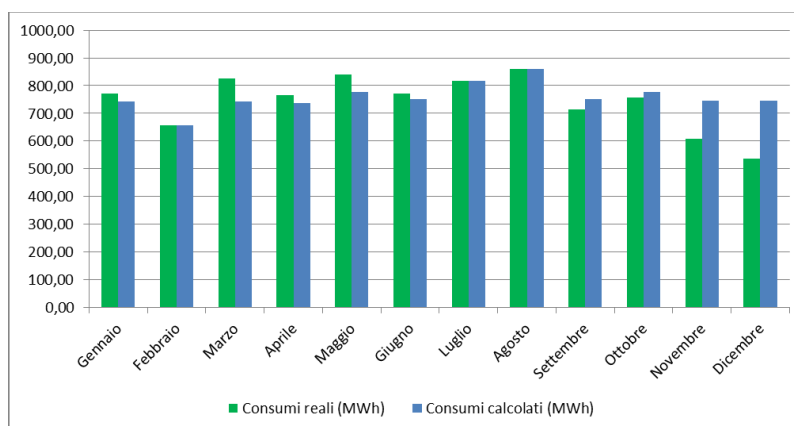


Grafico 63: Andamento dei consumi reali e calcolati, dissalazione. (Fonte: elaborazione personale).

4.5.2 – Modelli di consumo delle isole Egadi

Il modello appena definito per l'isola di Pantelleria permette di identificare quali siano le variabili che maggiormente incidono sui consumi in contesti territoriali simili ad esso.

Non essendovi, come già specificato, informazioni di consumo mensile di altre isole minori italiane ma solamente consumi annuali suddivisi in alcuni settori, e non potendo quindi valutare l'applicazione e quindi la bontà di tale modellazione, possiamo in questa sede definire che il modello è validato e che sono state definite le variabili che incidono sui diversi consumi settoriali.

Ponendo l'attenzione sui consumi dell'arcipelago delle Isole Egadi, essi sono definiti per settore a livello annuale e attraverso l'applicazione del modello sopra definito, modificando le costanti non dimensionate in relazione all'errore relativo assoluto che si definiva tra valore misurato e valore calcolato a livello annuale, è stato possibile definire l'andamento dei consumi mensili.

I dati delle variabili inserite sono state ricavate dalle banche dati precedentemente indicate.

Il consumo elettrico annuale dell'arcipelago suddiviso nei settori più rilevanti (e riportati di seguito) è pari a 15.042 MWh circa [54] a cui occorre ancora sommare il consumo veicolare che non viene in questa sede considerato.

Di seguito vengono riportate le variabili e la definizione dei consumi di ciascun settore considerato.

Settore residenziale

I consumi residenziali ammontano a circa 6.318 MWh annuali. Il riscaldamento delle abitazioni rappresenta un'ingente quota di tale consumo in quanto, secondo quanto riferito dal PAES, laddove presente, è elettrico, così come il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria.

Le variabili tenute in considerazione nel modello di Pantelleria ed applicate nel modello di Favignana sono le seguenti:

- Popolazione residente
- Presenze (molto maggiori rispetto a quelle registrate sull'isola di Pantelleria)
- Temperatura di raffrescamento ambienti
- Temperatura di riscaldamento ambienti
- Giorni di ogni mese

Processando le equazioni precedentemente definite attraverso lo strumento Excel fino ad ora utilizzato si ottengono i risultati presenti nella seguente immagine.

-4,22581					0,443461343		-0,649675427	-0,025304355	0,001486137	0,000304692	0,89697674
	DTe_24	Dti_20	popolazione	gg_scuole	gg_lavorativi	gg	ore luce	Gge_24	Ggi_20	pop+pres	Ore di buio
Gennaio	0	8,6	4163	21	22	31	9,53	0	189,2	4436	14,47
Febbraio	0	9,5	4158	24	24	28	10,48	0	228	4316	13,52
Marzo	0	7,9	4138	23	23	31	11,58	0	181,7	4699	12,42
Aprile	0	5,1	4136	19	19	30	13,12	0	96,9	6861	10,88
Maggio	0	1,9	4128	25	25	31	14,14	0	47,5	14679	9,86
Giugno	0	0	4131	9	24	30	14,46	0	0	43776	9,54
Luglio	1,4	0	4128	0	26	31	14,31	36,4	0	59300	9,69
Agosto	1,2	0	4126	0	27	31	13,37	32,4	0	68510	10,63
Settembre	0	0	4139	14	26	30	12,27	0	0	43275	11,73
Ottobre	0	1,3	4152	26	26	31	11,14	0	33,8	7692	12,86
Novembre	0	4,4	4145	24	25	30	10,1	0	110	4166	13,9
Dicembre	0	7	4143	18	24	31	9,36	0	168	4157	14,64

EDILIZIA COMUNALE	
TOT. Consumi anno 2011 Isole Egadi (MWh)	195

Consumi calcolati (MWh)	
Gennaio	13,95
Febbraio	13,39
Marzo	11,29
Aprile	7,67
Maggio	11,06
Giugno	18,92
Luglio	23,85
Agosto	28,65
Settembre	23,04
Ottobre	14,00
Novembre	14,20
Dicembre	14,98

Imm. 56: Variabili e modellazione consumi dell'edilizia comunale per le isole Egadi. (Fonte: elaborazione personale).

Le variabili legate al consumo dell'illuminazione pubblica sono le seguenti:

- Ore di buio
- Giorni mensili

-78,1612		9,45156	0,429005								
		Ore di buio	gg		ILLUMINAZIONE PUBBLICA		Consumi calcolati (MWh)				
					TOT. Consumi anno 2011 Isole Egadi (MWh)		581				
	Gennaio	14,47	31					Gennaio	71,90		
	Febbraio	13,52	28					Febbraio	61,64		
	Marzo	12,42	31					Marzo	52,53		
	Aprile	10,88	30					Aprile	37,54		
	Maggio	9,86	31					Maggio	28,33		
	Giugno	9,54	30					Giugno	24,88		
	Luglio	9,69	31					Luglio	26,72		
	Agosto	10,63	31					Agosto	35,61		
	Settembre	11,73	30					Settembre	45,58		
	Ottobre	12,86	31					Ottobre	56,68		
	Novembre	13,9	30					Novembre	66,09		
	Dicembre	14,64	31					Dicembre	73,51		

Imm. 57: Variabili e modellazione consumi dell'illuminazione pubblica per le isole Egadi. (Fonte: elaborazione personale).

Comparto alberghiero e ristorazione

Il consumo annuale corrisponde a circa 2851 MWh di consumi per il comparto alberghiero e 1180 MWh per la ristorazione. Anche le isole Egadi risentono di una forte stagionalità come l'isola di Pantelleria e anche maggiore rispetto agli abitanti residenti stabilmente; questo si traduce nella variabile che maggiormente incide sui consumi estivi del territorio in analisi infatti si passa dall'avere circa 4100-4440 unità nei mesi di invernali (considerando residenti e presenze) fino a circa 59300-68500 unità nei mesi estivi di luglio ed agosto.

Nell'immagine seguente sono riportate le variabili utilizzate nel comparto alberghiero e i valori ottenibili da esse per ciascun mese.

0,999945		0,99833054	0,999988108	0,999790975				0,011223597
	pop+pres	gg	DTe_24	Dti_20	GGe_26	GGi_20	popolazione	Presenze
Gennaio	4436	31	0	8,6	0	266,6	4163	273
Febbraio	4316	28	0	9,5	0	266	4158	158
Marzo	4699	31	0	7,9	0	244,9	4138	561
Aprile	6861	30	0	5,1	0	153	4136	2725
Maggio	14679	31	0	1,9	0	58,9	4128	10551
Giugno	43776	30	0	0	0	0	4131	39645
Luglio	59300	31	1,4	0	43,4	0	4128	55172
Agosto	68510	31	1,2	0	37,2	0	4126	64384
Settembre	43275	30	0	0	0	0	4139	39136
Ottobre	7692	31	0	1,3	0	40,3	4152	3540
Novembre	4166	30	0	4,4	0	132	4145	21
Dicembre	4157	31	0	7	0	217	4143	14

ALBERGHIERO	
TOT. Consumi anno 2011	2851
Isole Egadi (MWh)	

Consumi calcolati (MWh)	
Gennaio	43,61
Febbraio	40,22
Marzo	46,14
Aprile	66,63
Maggio	152,27
Giugno	475,91
Luglio	652,58
Agosto	755,77
Settembre	470,20
Ottobre	72,98
Novembre	35,58
Dicembre	39,10

Imm. 58: Variabili e modellazione consumi alberghieri per le isole Egadi. (Fonte: elaborazione personale).

Per quel che riguarda i consumi legati alla ristorazione, essi risentono di meno della stagionalità turistica proprio come nel caso di Pantelleria (come indicato dal PAES) e di seguito sono riportate le variabili e la definizione dei consumi mensili identificati.

	1,001577715				0,007847071	0,998637906			0,99969922	0,994855015
	popolazioni	Arrivi	Presenze	pop+ar	pop+pres	gg	DTe_24	Dt_20	GGe_24	GGi_20
Gennaio	4163	42	273	4205	4436	31	0	8,6	0	266,6
Febbraio	4158	21	158	4179	4316	28	0	9,5	0	266
Marzo	4138	182	561	4320	4699	31	0	7,9	0	244,9
Aprile	4136	928	2725	5064	6861	30	0	5,1	0	153
Maggio	4128	3187	10551	7315	14679	31	0	1,9	0	58,9
Giugno	4131	7630	39645	11761	43776	30	0	0	0	0
Luglio	4128	9479	55172	13607	59300	31	1,4	0	43,4	0
Agosto	4126	9976	64384	14102	68510	31	1,2	0	37,2	0
Settembre	4139	7408	39136	11547	43275	30	0	0	0	0
Ottobre	4152	986	3540	5138	7692	31	0	1,3	0	40,3
Novembre	4145	9	21	4154	4166	30	0	4,4	0	132
Dicembre	4143	10	14	4153	4157	31	0	7	0	217

DISSALATORE, CENTRALE ELETTRICA, ALTRO	
TOT. Consumi anno 2011 Isole Egadi	3915

Consumi calcolati (MWh)	
Gennaio	332,00
Febbraio	327,46
Marzo	312,47
Aprile	237,01
Maggio	205,74
Giugno	374,47
Luglio	540,68
Agosto	606,75
Settembre	370,54
Ottobre	132,41
Novembre	194,97
Dicembre	280,46

Imm. 60: Variabili e modellazione consumi per dissalazione nelle isole Egadi. (Fonte: elaborazione personale).

Riassumendo, è possibile definire che i consumi comunali mensili di Favignana (e quindi dell'arcipelago delle isole Egadi), abbiano il seguente andamento e i seguenti valori.

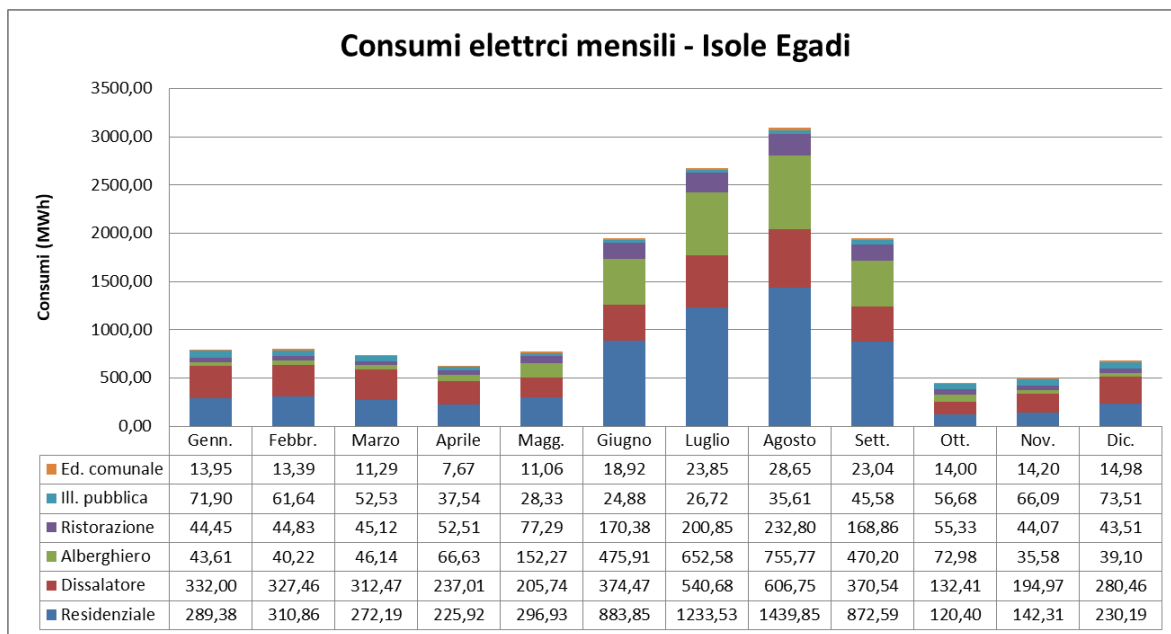


Grafico 64: Andamento e composizione dei consumi del Comune di Favignana. (Fonte: elaborazione personale).

4.6 – Modello di produzione

La transizione energetica del territorio ha già avuto inizio nel corso degli ultimi 10 anni attraverso l'installazione di alcune fonti energetiche rinnovabili anche se tale generazione è ancora molto limitata nonostante il territorio presenti una grande potenzialità di sviluppo e sfruttamento.

Prima di definire quale sia tale potenzialità occorre individuare prima qual è la produzione attuale da FER.

Come i modelli di consumo, anche i modelli di produzione di energia possono essere elaborati attraverso il monitoraggio dei dati utili a definirli. Tale campagna di monitoraggio viene periodicamente eseguita dal Gestore dei Servizi Energetici (GSE) a livello nazionale; il Gestore monitora l'installazione dei nuovi impianti e i dati sono disponibili sul portale geografico on-line Atlaimpianti (Atla-gse) al sito <https://www.gse.it/dati-e-scenari/atlaimpianti> così come già riportato nel “paragrafo 4.3”.

Dal sito è possibile visualizzare (grazie alla mappa interattiva) e scaricare (in formato Excel) i principali dati sugli impianti di produzione di energia elettrica e termica in base a numero e potenza dell'impianto.

Successivamente attraverso le “ore equivalenti di utilizzo” (in seguito spiegate) delle singole tecnologie considerate, è possibile definire la produzione annua legata alle FER attualmente installate. Tale dato viene ricavato dai vari Rapporti Statistici che ogni anno il Gestore dei Servizi Energetici pubblica.

4.6.1 – Modello di produzione dell'Isola di Pantelleria

Potenza nominale installata, dati aggiornati a luglio 2019

Come appena detto, il sito atla-gse [62] permette di rintracciare tutti gli impianti presenti nel territorio con (attualmente) ultimo aggiornamento a luglio 2019.

In termini assoluti Pantelleria è l'isola minore italiana con le maggiori installazioni: 281,89 mq di solare termico, 647,5 kW di solare fotovoltaico, 32 kW di eolico e 6 impianti a biomassa.

Le potenze attualmente installate sull'Isola secondo atla-gse sono riportate nella tabella sottostante.

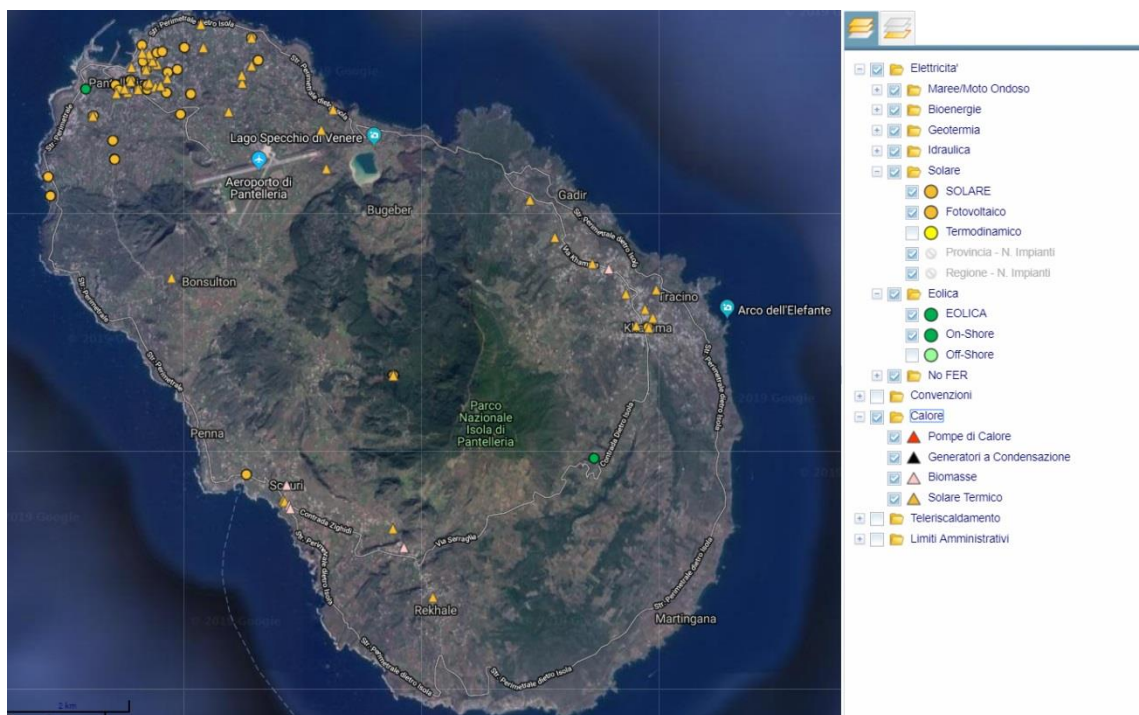
Fonte	N° impianti	Potenza nominale (kW)
EOLICA	2	32
SOLARE FV	65	450,93
SOLARE TERMICO (mq)	66	349,3
BIOMASSA	6	86

Tabella 40: Potenze impianti da Fonti Energetiche Rinnovabili già installate sull'isola di Pantelleria.

(Fonte: Elaborazione personale dati Atla-Impianti, 2019).

Nel caso degli impianti solari termici e della biomassa si tratta di impianti di piccolo taglio appartenenti a soggetti privati; gli impianti a biomassa sono esclusivamente rappresentati da stufe a pellet nelle abitazioni mentre per il solare termico si hanno collettori piani.

Di seguito vengono riportate le localizzazioni degli impianti sopra indicati.



Imm. 61: Localizzazione degli impianti da Fonti Energetiche Rinnovabili già installate sull'isola di Pantelleria.

(Fonte: Elaborazione personale dati Atla-Impianti, 2019).

Gli impianti eolici di Pantelleria sono due, sono entrambi on-shore e sono localizzati a poli opposti l'uno dall'altro e sono entrambi impianti di piccola taglia.

L'impianto nella parte settentrionale dell'isola presenta la potenza nominale maggiore pari a 30 kW; secondo la scheda tecnica dell'impianto è situato in Via Arenella, zona industriale lontana dalle abitazioni ma vicina al centro abitato e in prossimità della centrale elettrica SMEDE.

L'impianto nella parte meridionale dell'Isola ha invece una potenza nominale nettamente inferiore, pari a 2 kW.

Secondo la scheda tecnica, l'impianto è situato in Via C. Da Ghirlanda in una zona naturale che limita molto l'installazione di fonti energetiche rinnovabili impattanti con l'ambiente e il paesaggio. Oltre a tale vincolo vi è il fatto, come si vedrà nelle elaborazioni successive, che vi è una scarsa presenza di vento rispetto ad altri punti dell'Isola.

Gli impianti FV installati sono invece localizzati prevalentemente nella parte settentrionale dell'Isola, presso il centro principale di Pantelleria mentre vi sono solamente tre impianti nella parte centro-meridionale dell'Isola.

Secondo l'art. 5 delle NTA (Norme Tecniche di Attuazione) devono essere integrati nelle strutture edilizie esistenti infatti, osservando la cartografia del sito atla-gse, la quasi totalità degli impianti sembra ricadere su edifici.

Da sottolineare rimane la presenza di un prototipo di generazione di energia elettrica da moto ondoso che non è presente tra gli impianti segnalati da Atla-Impianti. Ancora in fase sperimentale, il dispositivo, denominato ISWEC (interial Sea Wave Energy Converter), è stato sviluppato dal Politecnico di Torino e dallo spin off dell'Ateneo "Wave for Energy".

Le attività di ricerca sono iniziate nel 2005 e nell'agosto del 2015 il dispositivo è stato ormeggiato ad 800 metri a nord della costa di Pantelleria. Il progetto nasce dalla consapevolezza dell'enorme potenziale energetico da moto ondoso come fonte di energia rinnovabile, grazie alla continuità e alla distribuzione del mare sul globo.

Il prototipo in scala uno ad uno è costituito da una piattaforma galleggiante lunga 15 m., larga 8 ed alta 4,5; l'interazione tra le onde del mare, lo scafo e il sistema giroscopico all'interno permette la generazione di energia elettrica da immettere in rete. Uno dei caratteri innovativi del prototipo ISWEC è che, rispetto ad altre tecnologie simili presenti in nord Europa, non vi sono vincoli fissi sul fondale ma solo un ormeggio che garantisce basso impatto ambientale, visivo e grande adattabilità alle condizioni dell'onda.

Nella presente modellazione, non si tiene conto di tale tecnologia perché è ancora in fase di sperimentazione e non vi sono dati certi sulla sua produzione annuale.

Secondo il PAES di Pantelleria, il prototipo, nella sua fase finale, avrà una potenza di 1 MW e sarà in grado produrre 2500 MWh anno [53].



Imm. 62-63: Il prototipo ISWEC (fonte: free-energia.it) e la sua localizzazione (Fonte: elaborazione personale)

Produzione attuale

Per passare dalla potenza installata all'energia prodotta, quando non ci sono dei dati certi, si possono utilizzare le ore di utilizzo²² che si trovano in letteratura.

Per poter passare quindi dalla potenza installata a Pantelleria alla potenza prodotta dagli impianti, ci si è basati sui dati di ore di utilizzo presenti sul più recente "Rapporto statistico Gse, 2016" [63] per la tecnologia eolica e solare termica e il "Rapporto Statistico Solare Fotovoltaico, 2018" [64] per la tecnologia FV mentre per la biomassa, utilizzata esclusivamente per il riscaldamento, si sono calcolate le ore di utilizzazione in funzione della zona climatica e del Grado Giorno dell'isola.

Dal sito "Comuni Italiani" si sono ricavate le informazioni di Grado Giorno e zona climatica dell'Isola di Pantelleria: 717 GG e zona climatica B.

La durata della stagione di riscaldamento in funzione della zona climatica corrisponde quindi a 121 giorni all'anno come si può notare dalla seguente tabella.

Zona climatica	Inizio	Fine
A	1° dicembre	15 marzo
B	1° dicembre	31 marzo
C	15 novembre	31 marzo
D	1° novembre	15 aprile
E	15 ottobre	15 aprile
F	5 ottobre	22 aprile

Tabella 41: Zone climatiche e relativi periodi di riscaldamento. (Fonte: Comuni Italiani.it).

Considerando una necessità di riscaldamento pari a 4 h/giorno, le ore di utilizzo risultano essere pari a 484 h.

Secondo quanto riassunto nella seguente tabella, moltiplicando i kW di potenza installata sull'Isola di Pantelleria per i valori di ore di utilizzo si ottengono i seguenti valori annuali di potenza prodotta.

Fonte	N° impianti	Potenza nominale (kW)	Ore di Utilizzo (h)	Energia elettrica prodotta all'anno (MWhel)	Energia termica prodotta all'anno (MWht)
EOLICA	2	32	1732	55,4	
SOLARE FV	65	450,9	1288	580,8	
SOLARE TERMICO (mq)	66	349,3	600		209,6
BIOMASSA	6	86	484		41,6

Tabella 42: Energia elettrica prodotta dalle tecnologie FER presenti a Pantelleria. (Fonte: Elaborazione personale).

²² Le ore di utilizzazione sono il numero di ore annue durante le quali un impianto ha generato elettricità e sono pari al rapporto tra produzione lorda generata in un anno e la potenza efficiente lorda. (Fonte: Comuni Italiani.it).

Il totale di energia rinnovabile prodotta sull'isola di Pantelleria risulta essere pari a 636,2 MWh per il comparto elettrico e 251,2 MWh per quello termico.

Per valutare quale sia la miglior combinazione di fonti rinnovabili che soddisfi i bisogni elettrici e idrici dell'isola, si vuole poter adattare, per quanto possibile, i consumi elettrici alle fonti energetiche durante i vari mesi dell'anno.

Per fare ciò si procede ora a distribuire i valori di produzione elettrica attuale appena definiti nei diversi mesi dell'anno. Per il fotovoltaico, ci si avvale della base dati ottenibile dal sito PVGIS (indicato nel "paragrafo 4.3") [66], da cui è possibile ricavare l'energia elettrica fotovoltaica producibile da 1 kW di potenza installata con inclinazione ottimale e integrando la tecnologia nella copertura degli edifici. Per l'eolico, seguendo quanto riportato sulla tesi di laurea dell' Ing. Peretto Maurizio²³ che, nel 2014, definì uno studio legato alla produzione da fonti energetiche rinnovabili nel contesto pantesco, deducendo un andamento di produzione da fonte eolica a livello mensile, ci si è avvalsi dei dati di velocità media mensile del vento ricavabili dal sito <https://www.ilmeteo.it/portale/archivio-meteo> [65] recuperando i valori medi mensili di ventosità dal 2010 al 2018.

Viene di seguito riportata la distribuzione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti dell'isola di Pantelleria e distribuita nei diversi mesi dell'anno secondo i criteri appena indicati.

	Energia elettrica da FV (MWh)	Energia elettrica da eolico (MWh)
gennaio	34,18	5,26
febbraio	37,38	5,34
marzo	49,24	5,55
aprile	54,63	4,88
maggio	59,66	4,38
giugno	58,94	3,98
luglio	62,17	3,98
agosto	60,74	3,73
settembre	50,67	4,01
ottobre	44,56	4,46
novembre	36,30	4,83
dicembre	32,34	5,00
tot	580,80	55,40

Tabella 43: Energia elettrica prodotta mensilmente dalle tecnologie FER presenti a Pantelleria. (Fonte: Elaborazione personale).

²³ "Sistemi e modelli innovativi per una gestione idro-energetica integrata e sostenibile: le isole minori e le reti isolate", Peretto Maurizio, Politecnico di Torino, 2014 [67].

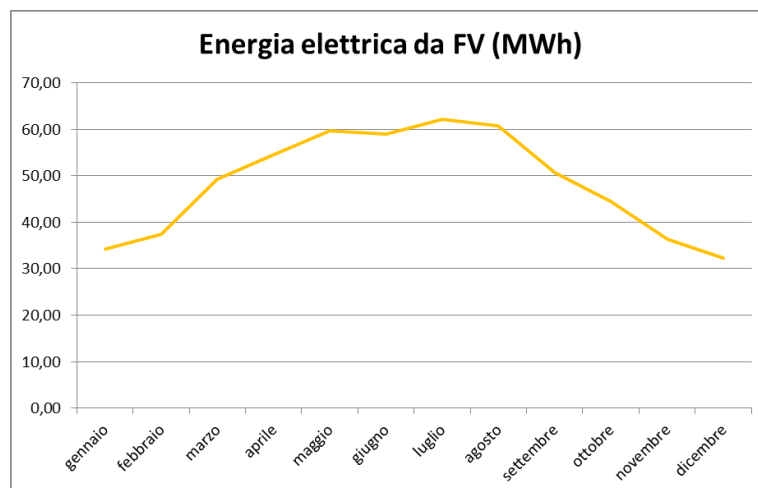


Grafico 65: Ripartizione mensile della produzione elettrica da FV. (Fonte: Elaborazione personale).

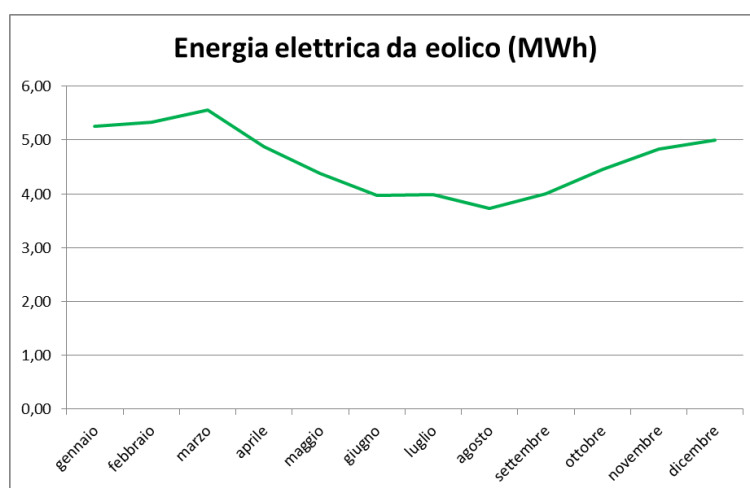


Grafico 66: Ripartizione mensile della produzione elettrica da eolico. (Fonte: Elaborazione personale).

4.6.2 – Modello di produzione delle Isole Egadi

Nell'arcipelago sono presenti i seguenti impianti da FER con le seguenti potenze nominali.

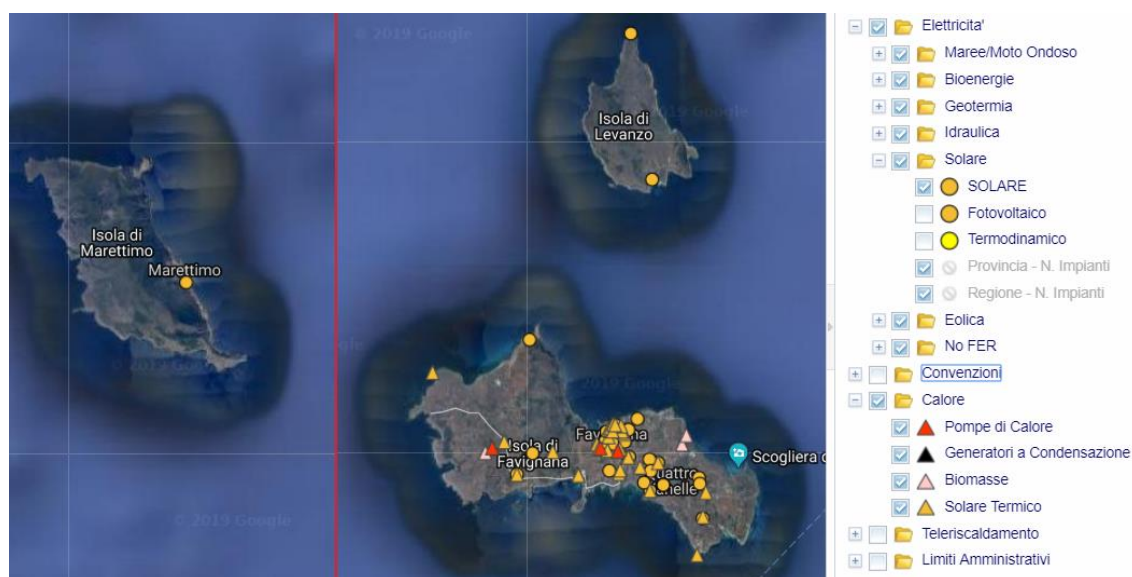
Fonte	N° impianti	Potenza nominale (kW)
POMPE DI CALORE	3	18,46
SOLARE FV	42	267,50
SOLARE TERMICO (mq)	47	299,00
BIOMASSA	4	55,00

Tabella 44: Potenze impianti da Fonti Energetiche Rinnovabili già installate nell'arcipelago delle isole Egadi.

(Fonte: Elaborazione personale dati Atla-Impianti, 2019).

Nel caso degli impianti solari termici, della biomassa e delle pompe di calore si tratta di impianti di piccolo taglio appartenenti a soggetti privati costituiti, nel caso degli impianti a biomassa da stufe a pellet nelle abitazioni mentre per il solare termico da collettori piani.

Di seguito viene riportata la localizzazione degli impianti nelle tre isole secondo il sito Atla-gse.



Imm. 64: Localizzazione degli impianti da Fonti Energetiche Rinnovabili già installate nelle tre isole Egadi.

(Fonte: Elaborazione personale dati Atla-Impianti, 2019).

La gran parte degli impianti fotovoltaici sono installati sull'isola di Favignana mentre, due impianti sull'isola di Levanzo e solamente un impianto sull'isola di Marettimo. Per quanto riguarda gli impianti per la produzione di calore, la totalità di essi si trova sull'isola maggiore; quasi tutti gli impianti solari termici sono localizzati nel centro abitato di Favignana mentre i restanti impianti a biomasse e le pompe di calore sono distribuiti sul territorio.

La produzione di tali impianti viene definita come visto nel caso Pantesco ovvero in base alle ore di utilizzo che si trovano in letteratura e, nel caso della produzione delle pompe di calore, è stato utilizzato lo stesso metodo impiegato per la produzione energetica da biomassa.

Il Comune di Favignana presenta un valore di Gradi Giorno pari a 814 GG e rientra, secondo i parametri già riportati nella "Tabella 45", rientra all'interno della zona climatica "B" con un numero di giorni di riscaldamento pari a 121 ogni anno per 8 ore al giorno di riscaldamento.

Di seguito si riportano i risultati di produzione ottenuti.

Fonte	N° impianti	Potenza nominale (kW)	Ore di Utilizzo (h)	Energia elettrica prodotta all'anno (MWhel)	Energia termica prodotta all'anno (MWht)
POMPE DI CALORE	3	18,46	968		17,9
SOLARE FV	42	267,5	1288	344,5	
SOLARE TERMICO (mq)	47	299	600		179,4
BIOMASSA	4	55	968		53,2

Tabella 45: Energia elettrica prodotta dalle tecnologie FER presenti. (Fonte: Elaborazione personale).

Il totale di energia rinnovabile prodotta nell'arcipelago delle isole Egadi è pari a 344,5 MWh per il comparto elettrico e 250,5 MWh per il comparto termico.

Viene di seguito riportata la distribuzione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti FV e distribuita nei diversi mesi dell'anno secondo i criteri indicati in precedenza nell'analisi dell'isola di Pantelleria.

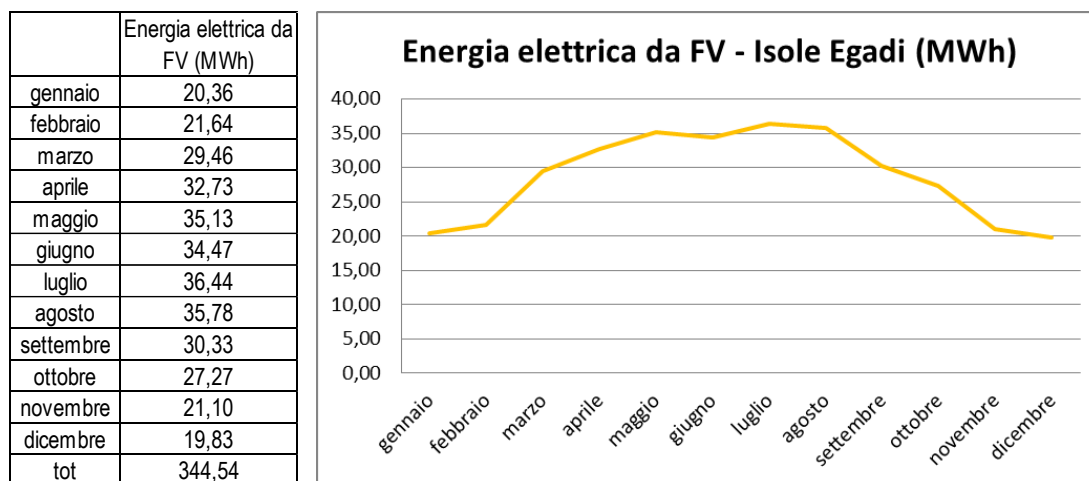


Tabella 46- Grafico 67: Ripartizione mensile della produzione elettrica da FV. (Fonte: Elaborazione personale).

4.6 – Modello di producibilità – Isola di Pantelleria

4.6.1 – Producibilità fotovoltaica

L'energia solare è una delle principali fonti di energia rinnovabile, la fonte “madre”. A differenza delle fonti di energia fossili l'energia solare è considerata inesauribile in quanto non riduce la sua disponibilità futura in termini di flusso ma, al tempo stesso, è anche una fonte intermittente (giorno/notte) ed è poco concentrata, due caratteristiche che ne ostacolano lo sfruttamento su vasta scala.

L'obiettivo del lavoro è la valutazione del potenziale di energia producibile tramite tecnologia fotovoltaica disponibile sul mercato ipotizzandone l'applicazione sull'isola di Pantelleria.

Il risultato è una valutazione di pre-fattibilità del potenziale energetico producibile dal fotovoltaico tenendo conto delle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

I passaggi compiuti sono i seguenti:

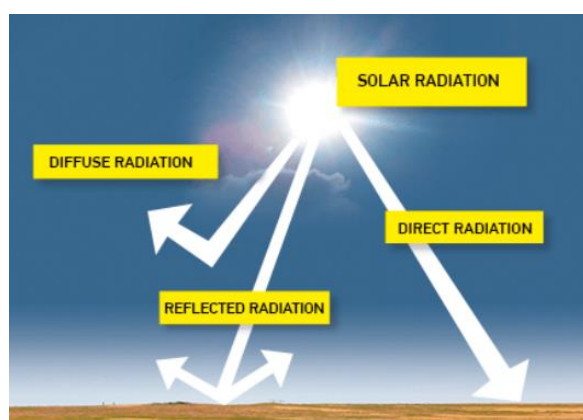
1. Calcolo dell'irraggiamento solare sul terreno
2. Calcolo dell'irraggiamento solare sugli edifici
3. Calcolo del potenziale fotovoltaico

1. Calcolo dell'irraggiamento solare sul terreno

Prima di spiegare come è stata calcolata la radiazione solare è bene fare alcuni riferimenti teorici e tecnici utili a comprendere meglio il lavoro svolto.

La radiazione solare globale su una superficie è calcolata come somma delle sue tre componenti: diretta, diffusa e riflessa (albedo).

La radiazione diretta è quella che viene trasmessa direttamente e che ha una direzione (sole-terra). La componente diffusa viene emessa dalla volta celeste principalmente dalle particelle sospese nell'aria (es. nuvole e particolato). La parte riflessa, che costituisce la quota minore, dipende invece dalle caratteristiche della superficie terrestre.



Imm. 65: Schema delle tre componenti della radiazione solare. (Fonte: Biofuturo.net).

Dopo aver compreso da un punto di vista teorico cosa si intende per radiazione solare si è passati a calcolarla tramite ArcGIS.

Si è quindi caricato sul software il file DTM (Digital Terrain Model) dell'isola, cioè un file raster dove ad ogni cella corrisponde il valore di quota sul livello del mare. Il DTM utilizzato ha un dettaglio di 20 metri x 20 metri.

Per individuare la radiazione solare viene utilizzata la Tool di ArcGIS "Area solar radiation" che calcola l'irradiazione incidente sulla superficie orizzontale e quindi non tiene conto della componente riflessa per il calcolo dell'irradiazione solare totale. Pertanto, l'irradiazione solare totale viene calcolata come somma di radiazione diretta e diffusa tenendo conto della topografia del territorio.

Lo strumento ArcGIS utilizza modelli di calcolo per calcolare l'irradiazione solare in una specifica località i quali si basano sulla costruzione di tre mappe: la mappa "Viewshed", una "SunMap" e una "SkyMap". Il Viewshed consiste in un'analisi che viene effettuata per ogni posizione del DTM che definisce l'ostruzione del cielo dovuta alla morfologia del territorio naturale. Il calcolo viene effettuato per tutte le direzioni intorno al punto di interesse, determinando per ogni direzione l'angolo "di volta celeste ostruita", detto anche angolo di orizzonte efficace.

La SunMap usa lo stesso sistema di coordinate emisferiche del Viewshed; Si tratta di una rappresentazione che definisce la posizione apparente del sole così come varia nel tempo, in un certo luogo.

La SkyMap calcola la componente di radiazione diffusa in un punto; si tratta di una mappa della volta celeste che rappresenta la visione semisferica dell'intero cielo diviso in settori definiti dagli angoli Azimut e Zenit. Il software sovrappone quindi il Viewshed alla SunMap per stimare l'irradiazione diretta e alla SkyMap per stimare quella diffusa. Il processo viene ripetuto per ogni cella, ottenendo una mappa di irradiazione solare, cioè un file raster, dove ad ogni cella è assegnato il valore di irradiazione solare sulla superficie orizzontale in Wh/m².

Tale operazione è stata compiuta suddividendo teoricamente l'anno solare in tre parti; la suddivisione è stata definita attraverso i parametri di torbidità di Linke, rapporto tra irradiazione diffusa e globale (D/G) e trasmissività (T)²⁴.

I mesi per i quali tali valori sono risultati simili sono stati "aggregati" e si sono definiti dei valori medi di trasmissività (T) e rapporto di irradiazione diffusa e globale (D/G) da inserire nel software Gis per l'elaborazione della radiazione di quei dati mesi.

I valori per i suddetti calcoli sono stati individuati attraverso il sito <https://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>. [66]

Se ne riportano di seguito i risultati elaborati ed inseriti nel software.

	D/G	Trasmissività (T)
Media invernale (genn, febbr, nov, dic)	0,4125	0,592336046
Media Estiva (magg, giu, lug, ago)	0,23	0,749638922
Media primavera-autunno (mar, apr, sett, ott)	0,3475	0,688264429

Tabella 47: Valori di trasmissività e rapporto radiazione diffusa su globale utilizzati. (Fonte: Elaborazione personale).

Di seguito vengono riportate le carte della radiazione solare in tre mesi rappresentativi dei valori sopra calcolati; le carte degli altri mesi vengono riportate tra gli allegati.

Osservando le carte si nota subito come il valore più alto di radiazione si riscontra nel mese di luglio dove il valore massimo di raggiunto arriva a 271.398 Wh/mq mentre nel mese di dicembre si registra il valore minore che è 110.782 Wh/mq.

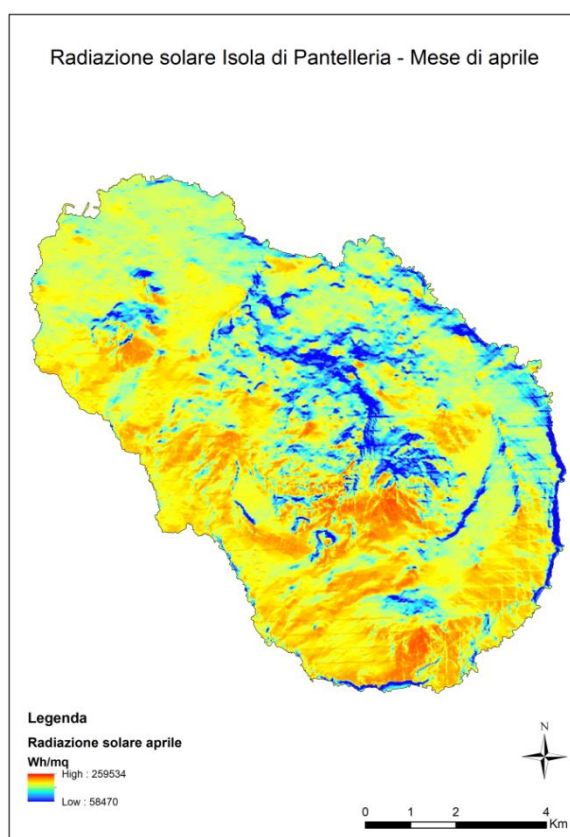
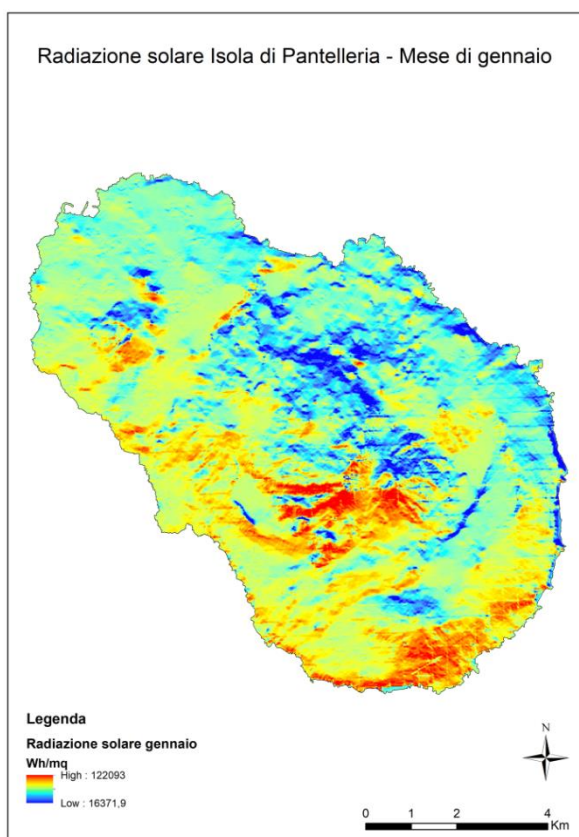
²⁴ Il fattore di torbidità Linke (TL) modella l'assorbimento e la dispersione atmosferica della radiazione solare in condizione di cielo sereno. Più alto è il valore di TL maggiore è l'attenuazione della radiazione diretta da parte dell'atmosfera: se il cielo fosse perfettamente asciutto e pulito, la torbidità di Linke sarebbe pari a 1. (Fonte: Biofuturo.net).

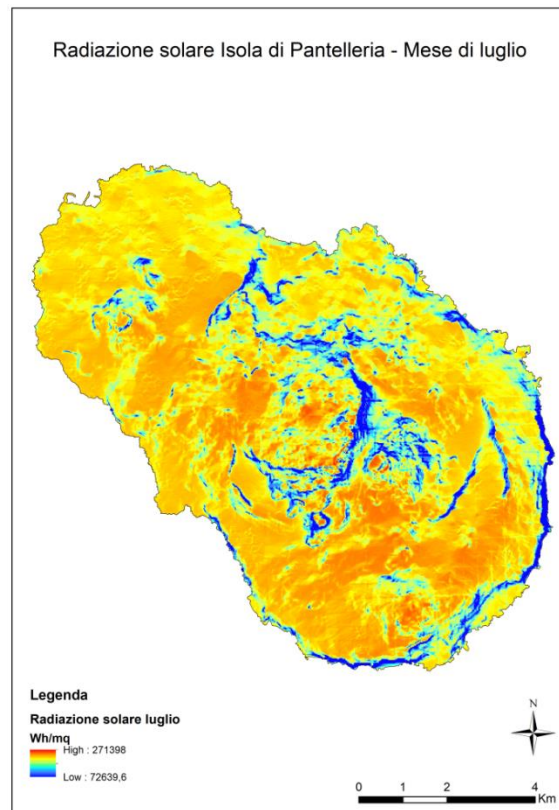
Il rapporto tra irradiazione diffusa su globale è il rapporto della radiazione che arriva a terra non direttamente dal Sole ma per effetto dell'atmosfera (gas, nubi, ecc.) e della radiazione che proviene direttamente dal Sole. (Fonte: energyexpert.it).

La trasmissività è la percentuale di radiazione extra-terrestre che raggiunge la superficie terrestre ed è pari al rapporto tra la radiazione globale misurata e la radiazione globale teorica. (Fonte: Biofuturo.net).

Per tutti i mesi i valori maggiori si registrano nelle zone a sud e sud-ovest a causa dell'orografia del terreno e il mese in cui si ha una maggiore omogeneità di radiazione su tutto il territorio è giugno in quanto anche nelle zone a nord dell'isola la radiazione risulta essere abbastanza omogenea con il resto delle aree.

Ragionando sull'orografia del terreno, ovvero considerando che vi è una zona maggiormente montuosa al centro dell'isola, è possibile quindi dire che la parte sud e sud-ovest di Pantelleria che capta una maggiore quantità di radiazione solare risulta essere una zona a solatio mentre la parte nord e nord-est che capta una minore quantità di radiazione risulta essere una zona a bacio.





Carte 13, 14, 15: Irraggiamento solare (in tre mesi esemplificativi per l'estate, l'inverno e le mezze stagioni), calcolato tramite software Gis con DTM 20x20m. I valori di irraggiamento aumentano man mano che i colori diventano più accesi e caldi, dal blu verso il rosso. (Fonte: Elaborazione personale).

2. Calcolo dell'irraggiamento solare sugli edifici

Si sono calcolati:

- irraggiamento cumulato annuo [KWh/m²]; dato dalla sommatoria dei valori di radiazione solare dei mesi in precedenza calcolati
- irraggiamento giornaliero medio mensile [KWh/m²]; dato dal valore di radiazione solare mensile diviso il numero di giorni del mese preso in considerazione
- irraggiamento giornaliero medio annuo [KWh/m²]; dato dalla media tra i dodici irraggiamenti giornalieri medi mensili precedentemente ottenuti

Nella seguente tabella vengono riportati i dati ottenuti per l'irraggiamento giornaliero medio mensile (utile nella fase di studio definito nella tesi) a cui sono poi stati affiancati quelli forniti dal portale solare di PVgis per poter effettuare un confronto.

Mesi	irraggiamento giornaliero medio mensile [KWh/m2]	irraggiamento giornaliero medio mensile [KWh/m2] Pvgis
Gennaio	2,51	3,68
Febbraio	3,65	4,65
Marzo	5,93	6,15
Aprile	7,67	6,39
Maggio	7,95	6,74
Giugno	8,38	7,11
Luglio	8,16	7,41
Agosto	7,23	7,28
Settembre	7,67	6,25
Ottobre	4,49	5,38
Novembre	2,73	4,26
Dicembre	2,18	3,5

Tabella 48: Irraggiamento giornaliero medio mensile calcolato tramite software Gis (Fonte: Elaborazione personale).

Analizzando la tabella si osserva come i dati prodotti sono mediamente più bassi rispetto a quelli del portale solare di Pvgis che si mantengono molto simili tra di loro.

Questo è dovuto al fatto che il portale solare Pvgis riporta dei dati che fanno riferimento ad un punto privo di ostacoli mentre il dato proveniente da ArcGIS tiene conto della morfologia del territorio e quindi delle possibili ombre causate da esso.

3. Calcolo del potenziale fotovoltaico

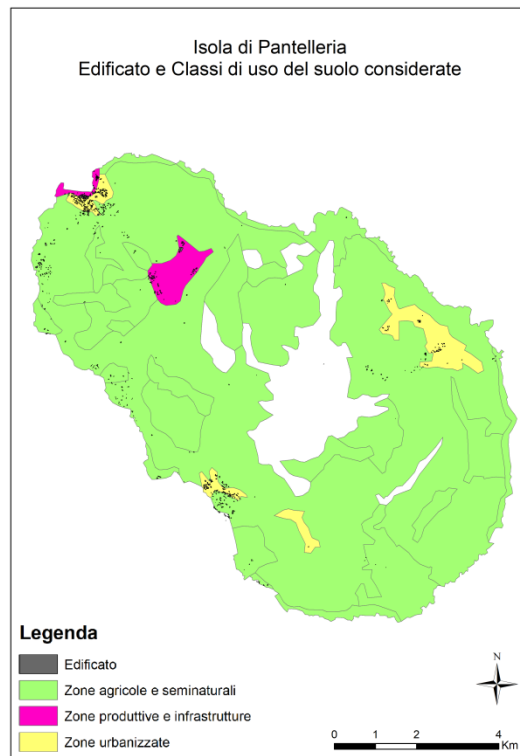
In questa fase del lavoro di analisi è stata caricata su GIS la mosaicatura dell'isola consistente in uno shapefile areale che indica gli usi dei suoli nell'anno 2012 (dato più recente che è possibile trovare).

Da essa sono stati estratti tre shapefile facenti riferimento agli usi del suolo prevalenti ovvero "urbanizzato", "produttivo e infrastrutture" e "agricolo e semi-naturali".

Successivamente, in quanto si intende calcolare il potenziale di energia producibile da fotovoltaico ipotizzando di installare la tecnologia sul tetto così da limitare l'impatto visivo ed il consumo di suolo, è stato caricato l'edificato. Quest'ultimo è di difficile reperimento: l'edificato utilizzato per lo studio svolto è stato fornito dal sito "Logis s.r.l. Sistemi Informativi per il Territorio e l'Ambiente" e presenta per alcuni territori una mancanza di edificato esistente che fa risultare un deficit nel calcolo di seguito svolto.

In sintesi, l'edificato utilizzato nell'analisi corrisponde esclusivamente alle aree in cui è presente un edificato più compatto e va quindi ad escludere le diverse costruzioni sparse su tutta l'isola nelle zone più centrali in cui comunque non risulterebbe possibile l'installazione di tecnologie fotovoltaiche sulle coperture in quanto trattasi di edifici di particolare importanza storico-paesaggistica, i dammusi, la cui copertura non permette l'installazione di impianti FV.

Di seguito viene riportata la mappa dell'edificato e degli usi del suolo considerati.



Carta 16: Suddivisione dell'isola di Pantelleria nelle classi d'uso del suolo ed edificato. (Fonte: Elaborazione personale).

A questo punto si è calcolata l'energia producibile su ogni edificio, considerando solamente il 30% della superficie dell'edificio corrispondente all'area occupata effettivamente da un pannello ed escludendo determinate categorie di edifici come ad esempio le chiese, il castello, i dammusi, e gli edifici in cui era già presente un impianto fotovoltaico, identificate in precedenza attraverso il sito Atla-impianti.²⁵

Ipotizzando di installare dei pannelli fotovoltaici della tipologia "silicio monocristallino" con un rendimento medio del 18% ed un indice di performance di tutto il sistema di 0,75, è possibile valutare l'energia producibile su ogni tetto dell'isola di Pantelleria tramite la formula di seguito riportata:

$$E = PR \cdot H_s \cdot S \cdot \eta$$

E = energia elettrica prodotta annualmente [kWh/a]

PR = indice di performance del sistema ($\approx 0,75$)

H_s = irraggiamento solare cumulato annuo [kWh/(m²a)]

S = superficie utile del pannello [m²]; pari al 30% della superficie di ogni edificio

η = efficienza di conversione ossia il rapporto tra l'energia solare incidente e l'energia prodotta

pari a 0.18 la tecnologia del silicio monocristallino, 0.12 per il silicio policristallino e 0.06 per il film

²⁵ Così facendo, l'edificato considerato nell'analisi risulta essere di 650 edifici, solamente una piccolissima parte considerando che, secondo i dati ISTAT, l'edificato a Pantelleria risulta essere di 5950 unità. C'è comunque da sottolineare il fatto che in questi 5950 edifici l'ISTAT considera anche chiese e dammusi e quindi il numero scende di alcune centinaia di unità.

sottile.

Si riporta di seguito una tabella che specifica per ogni mese il valore di energia producibile sia per il totale degli edifici (colonna a sinistra) sia per le tre classificazioni eseguite.

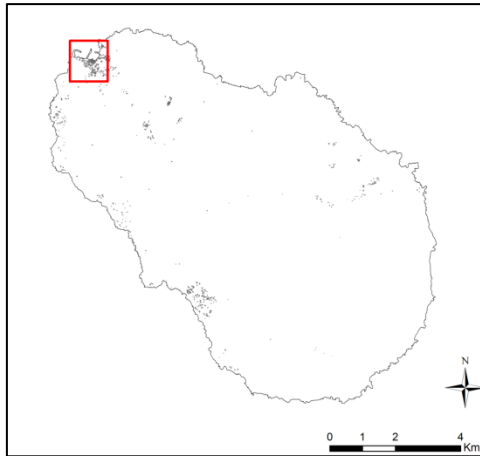
Mesi	Energia producibile totale (kWh)	Energia producibile zone urbanizzate (kWh)	Energia producibile zone produttive (kWh)	Energia producibile zone agricole (kWh)
Gennaio	497.978,99	218.325,59	77.658,02	201.995,37
Febbraio	657.563,44	290.153,35	102.675,03	264.735,06
Marzo	1.195.323,25	530.438,31	186.599,61	478.285,32
Aprile	1.503.576,85	672.598,77	235.253,50	595.724,58
Maggio	1.615.406,95	726.515,22	253.212,91	635.678,81
Giugno	1.649.022,56	743.425,63	258.648,73	646.948,20
Luglio	1.659.576,37	747.279,33	260.222,00	652.075,04
Agosto	1.464.631,93	656.063,51	229.324,14	579.244,28
Settembre	1.302.563,53	579.457,01	203.485,63	519.620,88
Ottobre	901.175,02	397.235,94	140.358,36	363.580,71
Novembre	525.732,30	230.817,51	82.004,66	212.910,13
Dicembre	432.444,21	189.200,95	67.379,01	175.864,25
ANNO	13.404.995,40	5.981.511,13	2.096.821,62	5.326.662,64

Tabella 49: Energia producibile con tecnologia FV "Silicio monocristallino" tramite software Gis (Fonte: Elaborazione personale).

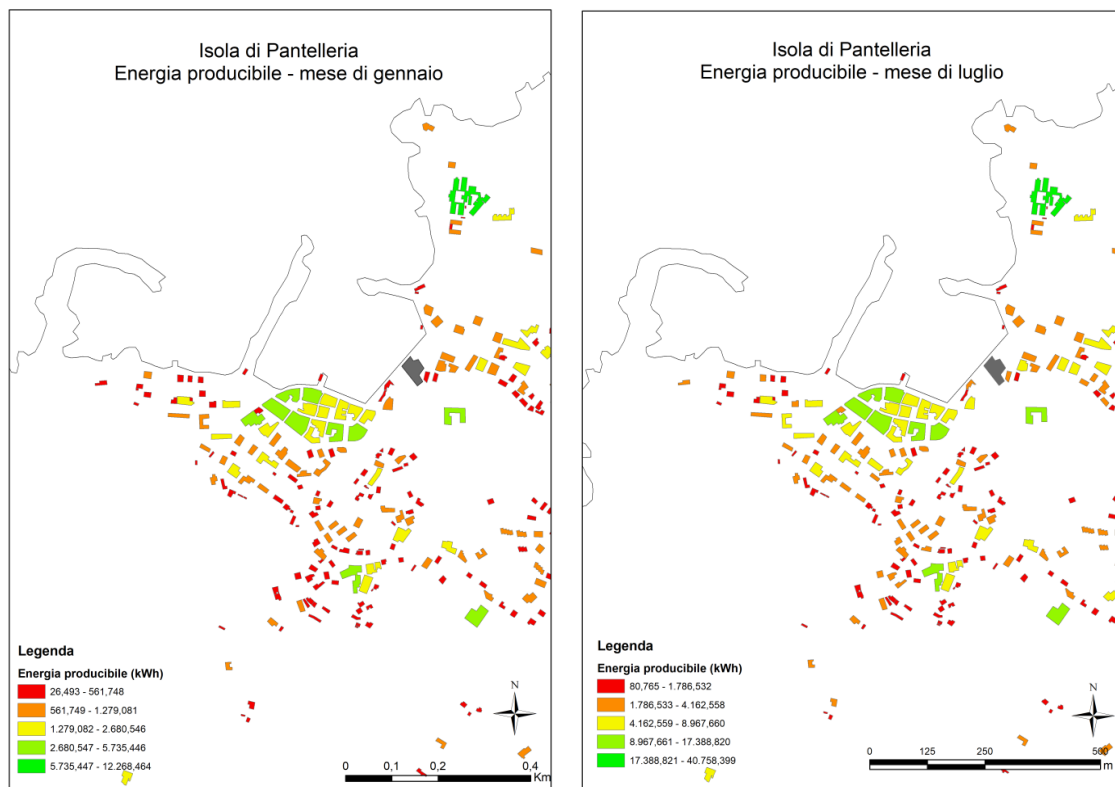
Il totale dell'energia producibile da fotovoltaico in un anno sull'isola di Pantelleria per gli edifici in zone densamente edificate e tecnologia fotovoltaica silicio monocristallino (con efficienza di conversione pari a 0,18), calcolato attraverso software GIS risulta essere di 13.404 MWh suddivisibili in 5.981 MWh nelle aree urbanizzate, 2.096 MWh nelle aree produttive-infrastrutturali e 5.326 MWh nelle aree agricole-semi naturali.

Di seguito vengono riportate le rappresentazioni dell'energia producibile elaborate sul totale degli edifici di Pantelleria in cui è possibile osservare i range di produzione mensile per ogni edificio.

Per una migliore visualizzazione del dato si è scelto di riportare solamente uno stralcio dell'isola, precisamente la porzione indicata nell'immagine sottostante.



Imm. 66: Porzione di edificato rappresentata nelle carte 11 e 12. (Fonte: Elaborazione personale).



Carte 17-18: Energia elettrica producibile da impianti solare FV integrati. (Fonte: Elaborazione personale).

Dai dati elaborati, si osserva quindi come la sola fonte solare non sia sufficiente a coprire il fabbisogno mensile elettrico dell'isola di Pantelleria analizzato in precedenza e pari a 25.061 MWh (dati misurati). Osservando però il suo andamento si osserva come la produzione fotovoltaica si adatti discretamente bene all'andamento dei consumi: i picchi di produzione maggiori sono leggermente sfasati rispetto ai consumi massimi registrati nei mesi estivi, gli stessi in cui, a causa della forte presenza turistica dell'isola, si hanno i consumi maggiori.

La fonte solare fotovoltaica risulta comunque essere un'ottima fonte rinnovabile per andare incontro ai consumi dettati dalla stagionalità anche se risulta esservi uno sfasamento per quanto riguarda il mese di agosto a cui si dovrà sopperire attraverso un'altra fonte rinnovabile.

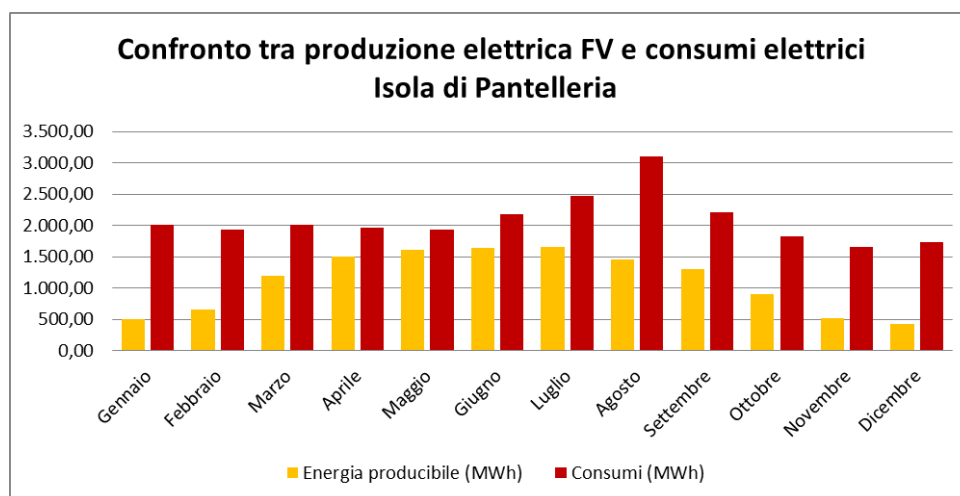


Grafico 68: Ripartizione mensile della produzione elettrica da FV a confronto con i consumi mensili.

(Fonte: Elaborazione personale).

Tuttavia, l'applicazione della tecnologia considerata nello studio, si compone solamente del 10-15% circa dell'intero parco edilizio di Pantelleria e la tecnologia FV rappresenta quindi dei margini di produzione notevolmente maggiore.

In relazione ai **vincoli** visti nel paragrafo 4.4, non risulta necessario fare particolari osservazioni sull'applicabilità dell'ipotesi di tecnologia fotovoltaica installata. Infatti, l'installazione sopra ipotizzata consiste nell'integrare nelle coperture piane degli edifici esistenti e non soggetti a limitazioni storiche-architettoniche (Castello, chiese, dammusi, ecc...) un impianto fotovoltaico di piccole dimensioni e quindi priva di qualsiasi modificazione della struttura stessa dell'abitazione.

Per richiamare l'attenzione su quale sia la legge a cui fare riferimento per quanto appena detto ci si può rivolgere al DPR 28 luglio 2016 e L. n. 222 del 29/11/2007 del Parco Nazionale Isola di Pantelleria precedentemente riportato ed in particolare agli articoli 7 – “regime autorizzativo Zona 1” e 8 – “regime autorizzativo “Zona 2”.

Per il centro abitato maggiore di Pantelleria non vi sono particolari restrizioni.

4.6.2 - Producibilità eolica

L'energia eolica è una delle energie rinnovabili maggiormente competitive sia in termini di costo, inferiore rispetto ad altre tecnologie, che di durata dell'impianto, pari a circa 20 anni durante i quali si mantiene inalterata la produttività.

Secondo lo studio della Commissione Europea progetto ExternE (External Cost of Energy)²⁶, se si considerano tutti i costi del ciclo di produzione delle diverse fonti di energia, compresi i costi esterni, l'energia eolica risulta essere la fonte a minor costo complessivo insieme all'idroelettrico.

L'energia eolica sfrutta una risorsa sempre disponibile, presente di giorno e di notte, e continuamente rinnovabile. La continuità della risorsa vento è garantita da studi preventivi sui siti potenziali che analizzano per periodi lunghi, almeno un anno e mezzo, la direzione e l'intensità del vento, verificando che sussistano le condizioni favorevoli all'installazione di aerogeneratori: in particolare è richiesta la presenza della risorsa per circa 1.750 ore /anno con una ventosità compresa tra 6 e 8 m/s, tale da garantire la producibilità per ogni MW installato di circa 1750 MWh/anno [68].

Per l'analisi attraverso la tecnologia GIS sull'utilizzo della fonte eolica sull'isola di Pantelleria, ci si è basati sui dati scaricabili attraverso l'Atlante Eolico Italiano (<http://atlanteeolico.rse-web.it/>), realizzato dal CESI/ERSE e dall'Università di Genova, raffigurante una valutazione di massima utile per apprezzare l'ordine di grandezza di tale producibilità. L'Atlante è basato sulle mappe della velocità media annua del vento integrate con i valori di producibilità relativi a grandi impianti eolici già esistenti. All'interno dei dati scaricabili è riportata la velocità media annua del vento a 25, 50, 75 e 100 metri per ogni punto dell'isola e la relativa producibilità specifica definita come *"la producibilità media annua di un aerogeneratore (espressa in MWh) rapportata alla sua potenza nominale (espressa in MW)"* e quindi misurata in MWh/MW, cioè in ore annue di funzionamento alla piena potenza nominale.

Nel caso di territori con dimensioni ridotte, l'Atlante Eolico indica di fare riferimento al territorio più vicino e con le caratteristiche più simili; nel caso delle isole minori italiane, ad esempio Lampedusa e Linosa, viene indicato di utilizzare gli stessi valori di Pantelleria.

Il lavoro è stato quindi suddiviso in due parti:

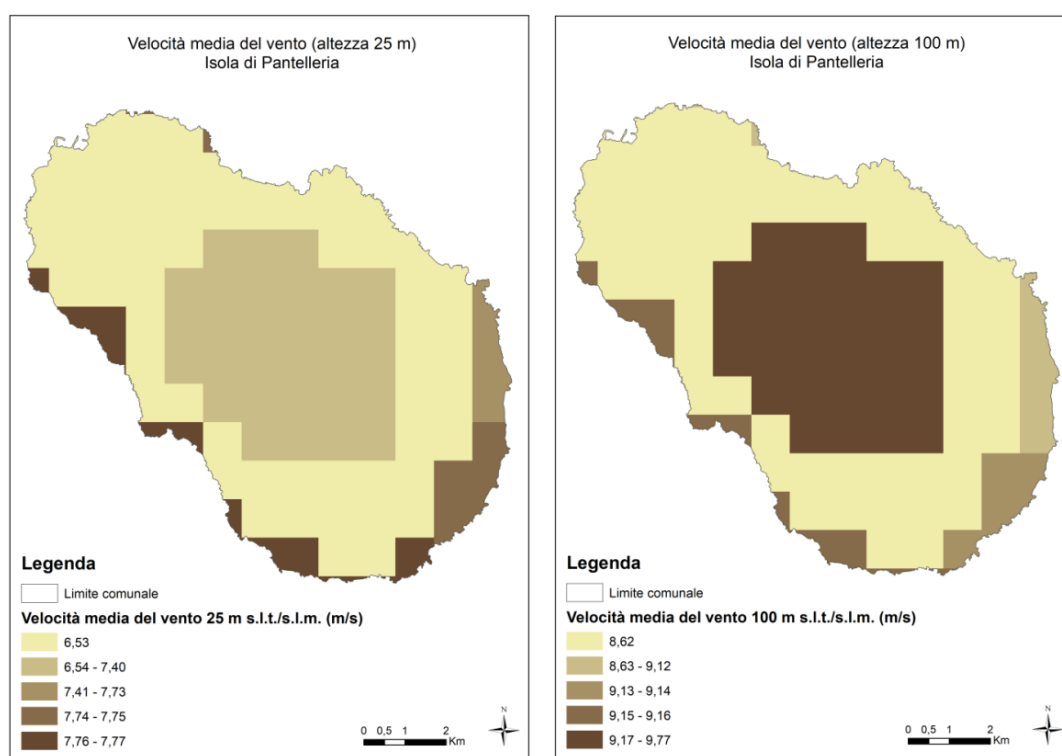
- 1- Definizione della disponibilità di vento sul territorio
- 2- Calcolo della producibilità di energia elettrica specifica

²⁶ Il progetto "ExternE" è uno studio finanziato dall'UE che per primo, durante gli anni '90-'00, ha determinato una metodologia per quantificare, in termini finanziari ed in modo standardizzato, i costi esterni legati alle diverse forme di produzione di energia elettrica, in tutta l'UE. Il fine del progetto è stato quello di esortare i produttori di energia a presentare delle soluzioni in grado di contribuire alla riduzione dei costi esterni, nel rispetto dell'ambiente. (Fonte: <https://cordis.europa.eu/news/rcn/17113/it>).

1. Definizione della disponibilità di vento sul territorio

Di seguito vengono riportate a titolo esemplificativo le carte elaborate in merito alla ventosità e producibilità elettrica dell'isola a 25 e 100 m di altezza dal suolo.

Dalle carte riportate si può osservare come vi sia una differenza sostanziale della velocità del vento nei diversi punti e alle differenti quote: si va da valori di 6,5-7,7 m/s a 25 metri passando alla velocità di 7-8 m/s a 50 metri di altezza (vedi allegati) fino ad un valore massimo di 8,6-9,7 m/s a 100 m di altezza. La velocità del vento aumenta all'aumentare dell'altezza considerata in quanto diminuisce l'attrito con il terreno.



Carte 19-20: Disponibilità della risorsa vento in diversi punti dell'isola.

(Fonte: Elaborazione personale dati Atlante eolico).

2. Calcolo della producibilità elettrica specifica

Le producibilità specifiche risultano essere quelle indicate nella carte sottostanti e negli allegati.

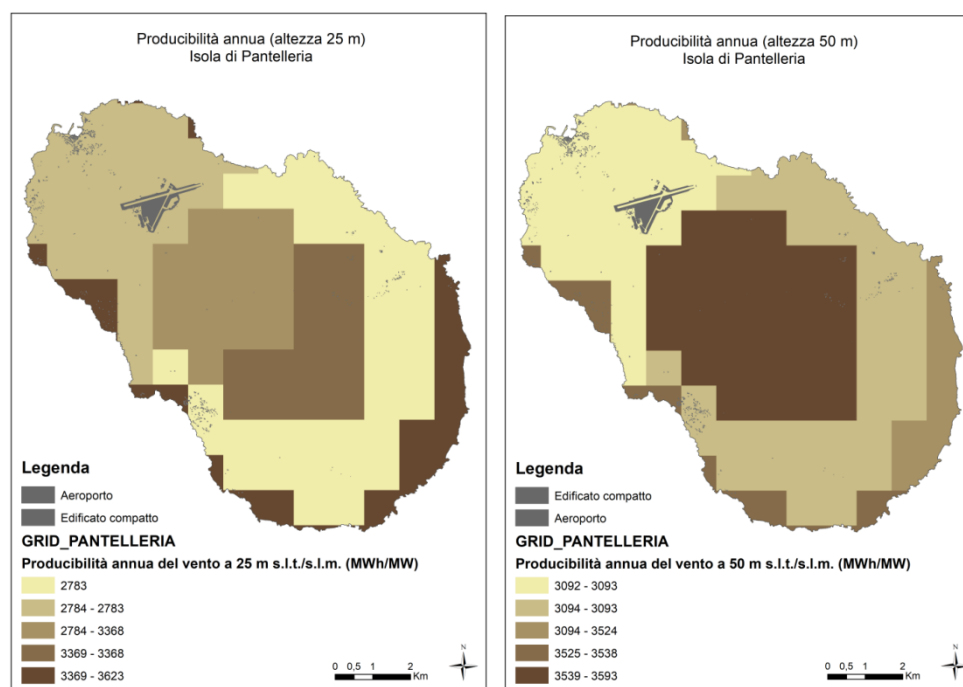
La producibilità a 25 metri risulta essere discreta e comunque superiore rispetto a quanto indicato ad inizio paragrafo. L'attrito del vento con il suolo si fa sentire di meno a partire dai 50 metri di altezza in cui si raggiungono valori di producibilità tutto sommato elevati con valori che vanno dai 3.553 ai 3.593 MWh/MWanno.

A 75 metri di altezza la producibilità maggiore si raggiunge sul monte Gibele e sulla Montagna Grande (da 3.856 a 3879 MWh/MWanno) e lungo la costa occidentale con valori che vanno da 3.880 a 3890 MWh/MWanno.

La producibilità maggiore si raggiunge ad un'altezza di 100 metri con una producibilità on-shore che va dai 3.761 ai 4240 MWh/MWanno.

Al di là della presenza di vincoli ambientali-paesaggistici che verranno presentati a breve, occorre sottolineare già in questa sede che le tipologie di impianto migliori, considerando l'impatto paesaggistico generato, risultano essere quelli a 25-50 metri che garantiscono una buona producibilità senza portare ad un impatto visivo eccessivo.

Si riporta a titolo esemplificativo la producibilità a 25 e 50 metri.



Carte 21-22: Producibilità specifica in diversi punti dell'isola. (Fonte: Elaborazione personale dati Atlante eolico).

Prima di definire la producibilità elettrica specifica dell'isola occorre precisare che le caratteristiche degli aerogeneratori ipotizzati dagli studi condotti dall'Atlante Eolico e dall'Università di Genova, sono riferiti ad aerogeneratori di media-grande taglia e che quindi non verrà conteggiata la producibilità nei centri abitati attraverso impianti di mini-eolico che, se installati, potrebbero portare ad ottenere dei grandi vantaggi dal punto di vista energetico.

Nel voler fare un'ipotesi di calcolo della produzione da energia eolica secondo quanto finora definito, possiamo ragionare sui valori di producibilità specifica a 50 metri, pensando quindi ad un compromesso tra una buona producibilità e un non eccessivo impatto paesaggistico.

Per poter definire un dimensionamento utile a questa altezza, ci si è avvalsi della scheda tecnica di un particolare tipo di aerogeneratore, l'“Enercon-70”, considerato un impianto di medio-grandi dimensioni che, secondo la sua scheda tecnica²⁷ ha un'altezza variabile dai 50 ai 113 m, con una potenza nominale di 2.000 – 2.300 KW.



Imm. 67: Aerogeneratore “Enercon-70”. (Fonte: [69])

Il valore di energia producibile si può calcolare nel seguente modo: supponendo di installare un aerogeneratore di potenza pari a 2 MW, occorre moltiplicare la producibilità indicata dalla mappa per la potenza desiderata.

In questo caso si ipotizza l'installazione di un impianto eolico nell'area industriale ad ovest del centro di Pantelleria, area già degradata e sufficientemente lontana dalle abitazioni e di un secondo aerogeneratore poco distante da quello già presente e quindi nella zona della centrale elettrica. Le zone ipotizzate distano dai 325 ai 350 m dalla linea di battigia e, per un raggio di 200 m non sono presenti abitazioni civili²⁸. Inoltre, per l'aerogeneratore in prossimità della centrale elettrica, la distanza dall'impianto indicato da Atlaimpianti Gse, è di circa 400 metri, e quindi conforme agli standard minimi descritti minuziosamente dal Prof. Ing. Alberto Traverso dell'Università di Genova²⁹.

²⁷ “Analisi dell'efficienza e delle prestazioni elettriche delle turbine eoliche”, Mozzato A., Università degli studi di Padova, 2010 [69].

²⁸ Secondo la normativa D.M. del 10.09.2010, recante le «linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili», Art. 4: ogni aerogeneratore deve essere posto ad una distanza di almeno 200 m dalle abitazioni civili, precisamente le abitazioni devono essere munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate. (Fonte: Laleggepertutti.it)

²⁹ “L'energia eolica”, Prof. Ing. Alberto Traverso, Università di Genova, 2013 [70].



*Imm. 68-69: In alto l'area industriale (1), in basso l'area in prossimità della centrale elettrica SMEDE (2).
(Fonte: Google Maps).*

Quindi:

$$3093 \text{ (MWh/MWanno)} \times 2 \text{ (MW)} = 6186 \text{ MWh anno}$$

Installando due aerogeneratori entrambi da 2 MW si ottiene un'energia producibile pari a 12.372 MWh/anno.



*Imm. 70: L'ipotesi di localizzazione dei due aerogeneratori (1) e (2) e il rispettivo buffer di 200m.
(Fonte: Elaborazione personale immagini Google Maps).*

Avvalendosi della medesima metodologia già utilizzata nel “paragrafo 4.6.1” per definire la produzione attuale mensile da fonte eolica, è possibile osservare la distribuzione a base mensile di tale valore, come di seguito riportato.

Il confronto con i consumi dell'isola indica come la producibilità da tecnologia eolica ipotizzata non permette di coprire i consumi in nessun mese ma riesce comunque a soddisfare la metà della richiesta energetica nei mesi invernali costituendo una valida fonte per un futuro mix energetico.

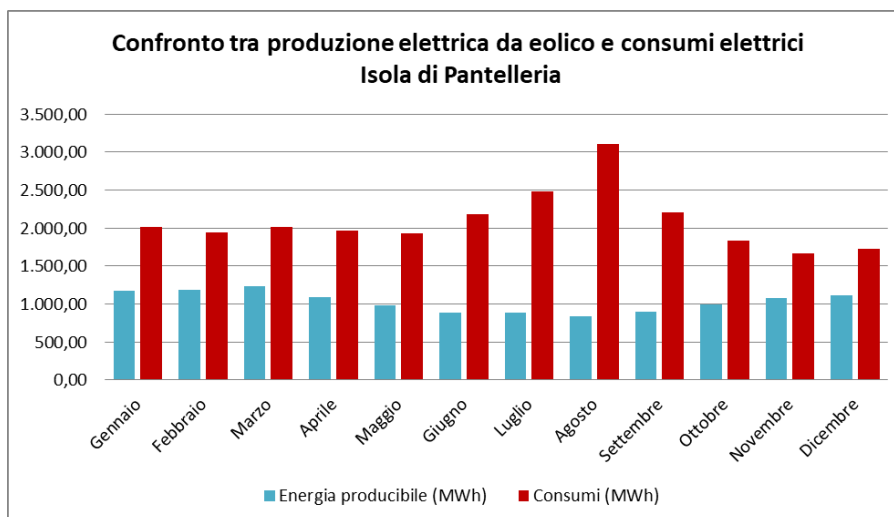


Grafico 69: Ripartizione mensile della produzione elettrica da aerogeneratori ipotizzati. (Fonte: Elaborazione personale).

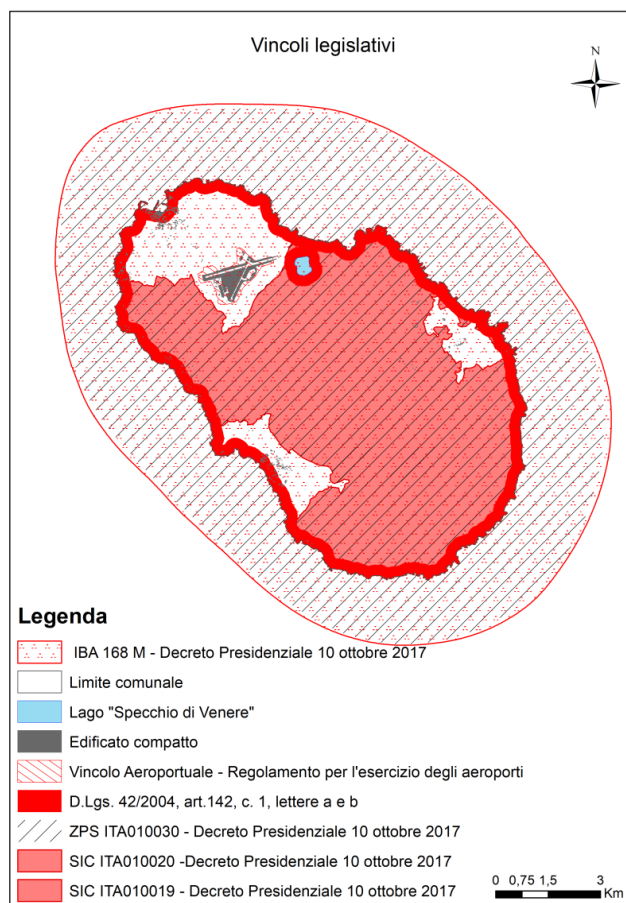
Dall'osservazione dei **vincoli** riportati nel paragrafo 4.3, le osservazioni e le ipotesi qui fatte risultano in realtà irrealizzabili.

Nello specifico, le normative a cui fare riferimento per l'installazione di impianti eolici e che verranno qui solo accennate in quanto ampiamente descritte in precedenza, sono le seguenti:

- **Decreto Presidenziale 10 ottobre 2017 “Definizione dei criteri ed individuazione delle aree non idonee alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica”**
- **D.Lgs. 42/2004, art.142, c. 1, lettere “a” e “b”**
- **Vincolo idrogeologico**

Inoltre, essendo il vincolo paesaggistico esteso a tutta l'isola, ogni progetto deve essere sottoposto all'esame degli uffici competenti di Provincia e Soprintendenza.

Di seguito si presenta una spazializzazione dei vincoli utile a capire quali siano queste aree.



Carta 23: Vincoli ambientali-naturalistici che definiscono i luoghi in cui non è possibile installare impianti eolici.

(Fonte: Elaborazione personale).

Ponendo in relazione le aree di producibilità specifica con i vincoli, si nota subito che l'intera isola risulta vincolata e la legge non consente il posizionamento di alcun impianto eolico, né on-shore né off-shore, specialmente a causa della presenza delle IBA e dei siti della Rete Natura 2000 che ricoprono l'intero territorio. La risorsa "vento", almeno per quel che riguarda gli impianti di medio-grandi dimensioni ipotizzabili in questa sede, non risulta sfruttabile.

4.6.3 – Produciibilità da biomassa forestale ed agricola

I dati utilizzati per lo svolgimento del lavoro sono stati reperiti dal Sistema Informativo Forestale Regionale della Sicilia che fornisce le classi di uso del suolo.

Nell'ottica di calcolare l'energia elettrica producibile da biomassa forestale sull'isola di Pantelleria, sono state individuate le categorie forestali e agricole presenti sul territorio e la loro estensione in ettari (ha).

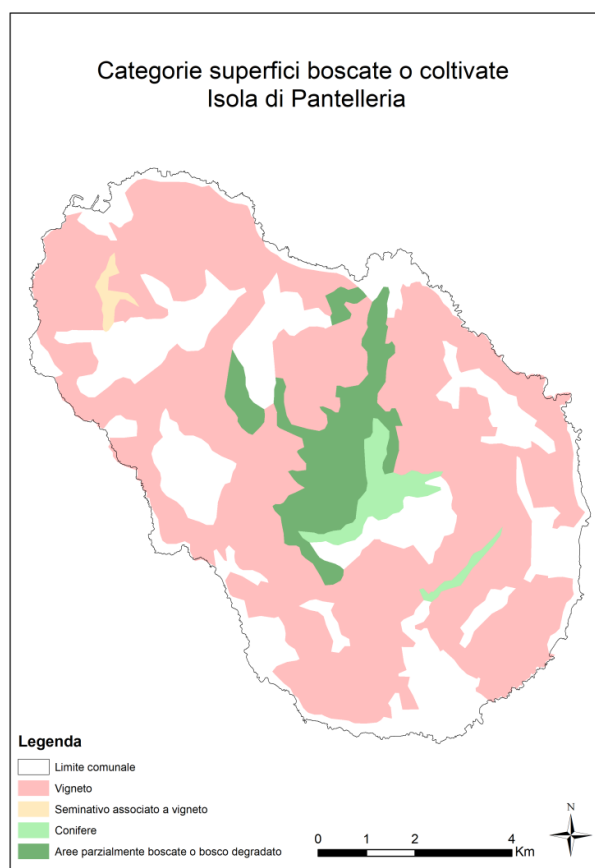
Lo studio è stato svolto in due passaggi fondamentali, utili a comprendere meglio il lavoro, compiuti per entrambi i comuni oggetto di indagine. Tali passaggi sono:

1. Calcolo dell'area delle superfici boscate e agricole accessibili
2. Calcolo dell'energia elettrica producibile da biomassa forestale e agricola

1. Calcolo dell'area delle superfici boscate e agricole accessibili

Le categorie da cui è possibile trarre energia elettrica presenti sull'isola sono, per le categorie forestali, “aree parzialmente boscate o bosco degradato” e “conifere” che ricoprono rispettivamente 679 e 218 ha mentre, per le categorie agricole sono state individuate “vigneto” e “seminativo associato a vigneto” che ricoprono rispettivamente 5204 e 44 ha.

Sotto viene riportata la carta ottenuta attraverso l'elaborazione GIS delle categorie sopracitate.



Carta 24: Categorie di uso del suolo considerate nell'analisi. (Fonte: Elaborazione personale).

Nella seguente tabella è possibile osservare la percentuale di ogni categoria forestale sul totale della superficie comunale.

CATEGORIA	ETTARI	% SU TOT. SUPERFICIE PANTELLERIA
aree parzialmente boscate o bosco degradato	679	8,03%
conifere	218	2,58%
vigneto	5204	61,56%
seminativo associato a vigneto	44	0,52%
TOTALE	6145	72,70%

Tabella 50: Percentuale di copertura del suolo comunale per ogni categoria considerata. (Fonte: Elaborazione personale).

Analizzando la Tabella 46 si osserva come la tipologia di alberi in assoluto più presente sull'isola è quella delle "aree parzialmente boscate o bosco degradato" che ricopre una percentuale pari all'8% circa della superficie dell'isola. Analizzando la Carta 20 si osserva come questa tipologia di alberi sia disposta essenzialmente lungo le pendici del versante a bacio della Montagna Grande fino a discendere lungo il lago Specchio di Venere.

La seconda categoria più numerosa è quella agricola del "vigneto", 5204 ha corrispondenti a poco più del 60% del territorio Pantesco. Tale categoria risulta essere equamente distribuita su tutto il territorio.

Le categorie meno presenti sono invece quelle delle "conifere" e del "seminativo associato a vigneto" che corrispondono rispettivamente al 2,58% e 0,52% del territorio.

Nell'ottica di individuare le sole superfici forestali accessibili dalle quali è quindi possibile ricavare biomassa, è stata caricata in GIS la viabilità che risulta percorribile da mezzi idonei al trasporto e alla fornitura di tale materiale.

Per quanto riguarda invece le superfici agricole considerate, la biomassa che si ricava è composta dagli sfalci e dai rami sottili e fragili della vite che si producono durante la potatura autunnale.

La potatura è un'operazione necessaria per tutti gli alberi da frutta e per questo motivo, anche se vigneti e frutteti si trovano su zone collinari anche molto pendenti e spesso distanti da strade facilmente accessibili, non sono state considerate delle fasce servite dalla viabilità come fatto invece per le superfici forestali, perché la potatura viene effettuata comunque su tutte le viti, quindi tutta l'area è "servita".

Dal dato della viabilità a disposizione sono poi stati esclusi tutti quei percorsi e sentieri minori impercorribili se non a piedi. Ne deriva, come è possibile osservare dalla Carta 21 che quasi tutte le aree sono facilmente accessibili essendo la viabilità distribuita in maniera capillare.

La presenza delle strade non è però una condizione sufficiente per sfruttare i boschi vicini alle stesse, ma bisogna tenere anche in considerazione la pendenza del territorio siccome più questo è pendente e meno ci si potrà allontanare dalla strada per il reperimento della risorsa forestale o agricola. Per poter individuare le varie pendenze è quindi stato caricato in GIS il DTM (Digital Terrain Model) ed è stata classificata l'intera superficie dell'isola in tre classi di pendenza attraverso la tool "Raster Calculator":

- pendenza 0 – 25 %
- pendenza 26 – 50 %
- pendenza > 50 %

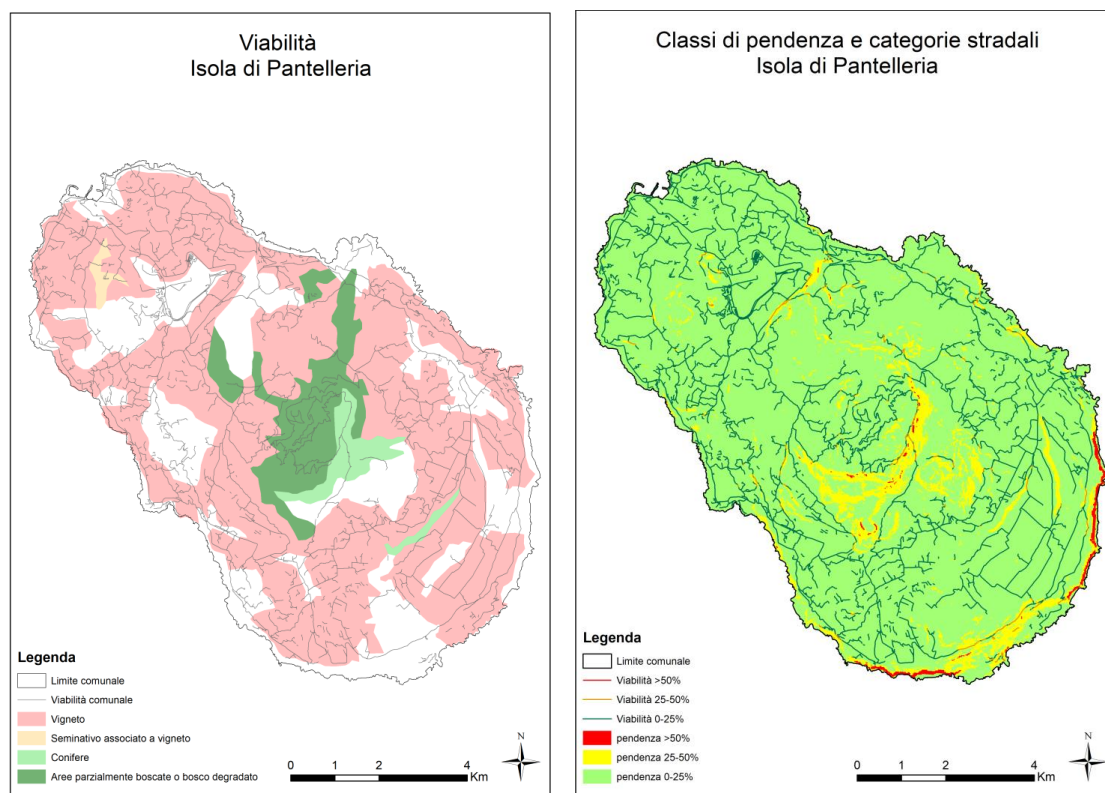
Una volta compiuta tale operazione si sono suddivise anche le strade in tre categorie a seconda di quale classe di pendenza esse attraversano; le tre categorie individuate sono quindi:

- viabilità con pendenza 0 – 25 %

- viabilità con pendenza 26 – 50 %

- viabilità con pendenza >50 %

Il risultato è riportato nella Carta 22.



Carte 25-26: Viabilità dell'isola di Pantelleria e suddivisione nelle tre classi di pendenza. (Fonte: Elaborazione personale).

Dal binomio tra la presenza delle strade e le pendenze dei diversi suoli è possibile andare ad individuare quali categorie oggetto di indagine sono realmente accessibili.

In base alla pendenza della strada si è ipotizzato quanto è possibile allontanarsi da ognuna di essa, in base alla sua pendenza, per poter andare a reperire la materia prima e utilizzarla per la produzione di energia da biomasse legnose Tabella 47.

PENDENZA (%)	AMPIEZZA DELLE FASCE SERVITE DALLA VIABILITA' (m)
0 - 25	250
25 - 50	100
> 50	50

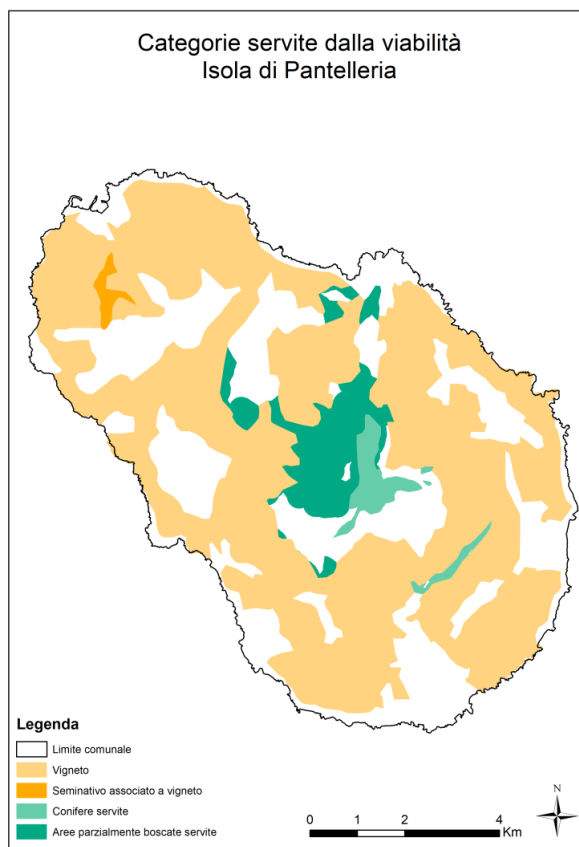
Tabella 51: Fasce accessibili in base alla pendenza della viabilità. (Fonte: Elaborazione personale).

Sulla base di queste informazioni si è andati a realizzare dei buffer in GIS, attorno alle tre categorie di strade, con una ampiezza pari a quella riportata in Tabella.

Una volta individuati i buffer si è andati, tramite il comando Dissolve, a realizzare uno shapefile areale che permettesse di individuare tutte le aree effettivamente accessibili e che quindi potrebbero essere

potenzialmente sfruttate per la produzione di energia da biomasse legnose; tali aree sono riportate nella Carta 23.

Nella tabella 48 è possibile osservare le percentuali delle categorie che è possibile raggiungere secondo i criteri sopra esposti ed elaborati: le zone maggiormente accessibili tra quelle forestali sono le conifere per il 77% circa, mentre le “aree parzialmente boscate o bosco degradato” hanno sono per il 73% circa della categoria raggiungibile da strada. Complessivamente si raggiunge un buon livello di accessibilità pari al 96,31%.



Carta 27: Aree accessibili per la produzione di energia da biomassa legnosa. (Fonte: Elaborazione personale).

CATEGORIA	ETTARI	REPERIBILITA' (%)
aree parzialmente boscate o bosco degradato	501	73,78%
conifere	169	77,52%
vigneto	5204	100,00%
seminativo associato a vigneto	44	100,00%
TOTALE	5918	96,31%

Tabella 52: Ettari e relativa percentuale di superficie accessibile per le diverse categorie forestali. (Fonte: Elaborazione personale).

2. Calcolo dell'energia elettrica producibile da biomassa forestale e agricola

Per poter svolgere questo paragrafo è necessario calcolare i seguenti parametri:

- m_c = massa di sostanza secca prodotta annualmente dalle diverse categorie forestali [kg]
- ET = energia termica producibile annualmente bruciando biomassa [kWh]
- E_{el} = energia elettrica producibile in un anno [kWh]

Per poter calcolare tali parametri è però necessario andare a reperire i valori della produttività annuale di ogni tipologia di pianta (p) e del potere calorifico inferiore della sostanza secca (H). I valori utilizzati nella presente elaborazione sono stati ricavati dalla letteratura e dalla tesi dell'Ing. Alessandro Alberico³⁰ e sono riportati nella seguente tabella 49.

CATEGORIA	BIOMASSA DISPONIBILE, (tss/anno)	PCI, (kWh/kgss)
aree parzialmente boscate o bosco degradato	0,14	4
conifere	0,43	4,4
vigneto	1,45	2,2
seminativo associato a vigneto		

Tabella 53: Produttività (t/ha) e potere calorifico inferiore (kWh/kg) per la biomassa forestale e agricola.

(Fonte: Elaborazione personale).

I vigneti e i seminativi associati a vigneto rappresentano una particolare categoria rispetto alla biomassa forestale in quanto occorre tenere in considerazione una frazione utile della risorsa rispetto agli ettari totali ed occorre considerare gli scarti dell'industria vinicola: dopo la spremitura dell'uva si recuperano i raspi e le vinacce vergini e, dopo la distillazione, le vinacce esauste occorre quindi tenere i seguenti valori in considerazione durante il calcolo:

VIGNETI	RESA (t/ha)	FRAZIONE UTILE (%)	PCI, (kWh/kgss)
Tralcio di vite	1,45	30%	2,2
Vinacce e raspi	7,05	8,20%	2,2

Tabella 54: Produttività (t/ha), percentuale di materia prima utile e potere calorifico inferiore (kWh/kg) per la biomassa agricola.

(Fonte: Elaborazione personale).

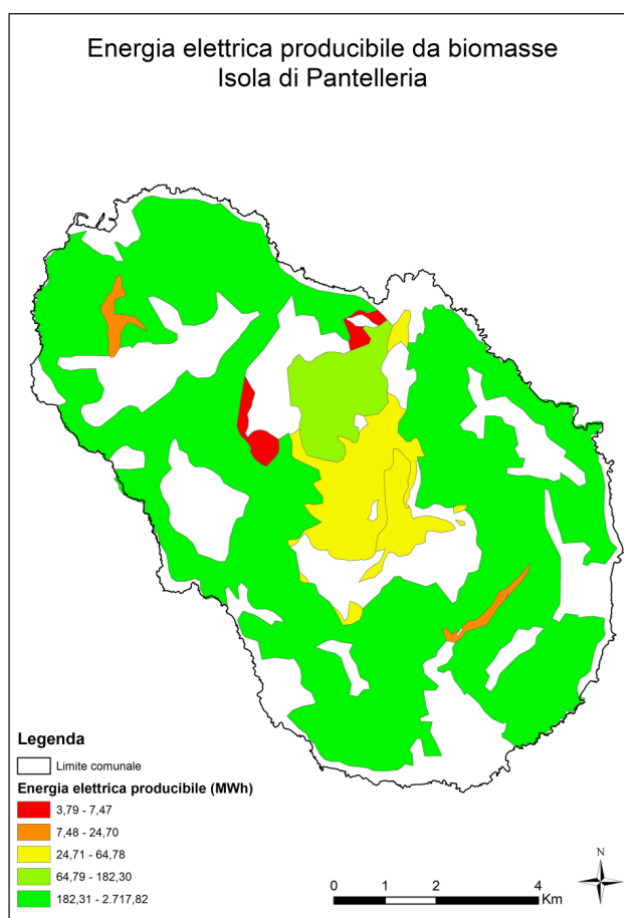
Infine per la valutazione dell'energia producibile da biomassa, o meglio l'energia elettrica producibile dalla singola coltura con la sua specifica estensione e in quello specifico luogo, è stato ipotizzato che il rendimento di un impianto per produrre energia elettrica sia pari al 25%.

³⁰ "Valutazione dell'energia elettrica producibile da biomassa agricola e forestale in Piemonte con software GIS", Alberico A., Politecnico di Torino [71].

Di seguito viene riportata l'elaborazione della producibilità elettrica ottenibile dalle colture considerate e nella tabella 51 invece, i valori espressi in MWh/anno producibili per singole categorie forestali e agricole.

CATEGORIA	PRODUCIBILITA' DA COLTURA (MWh)
aree parzialmente boscate o bosco degradato	70,15
conifere	80,15
vigneto	2.900,12
seminativo associato a vigneto	24,70

Tabella 55: Producibilità espressa in MWh per le diverse categorie forestali e agricole. (Fonte: Elaborazione personale).



Carta 28: Energia elettrica producibile in base alle diverse categorie forestali ed agricole. (Fonte: Elaborazione personale).

Si è deciso in particolare di fare cinque classi di energia elettrica producibile indicando con il colore rosso le colture che, in quello specifico luogo e con quella specifica estensione, producono di meno e in verde quelle che invece sono più redditizie.

Analizzando la carta si può notare come la categoria “vigneto” (con le considerazioni fatte in precedenza), ricade nelle classi di maggiore energia elettrica producibile dimostrando come vi sia una elevata quantità di risorsa disponibile e redditizia.

Sull'isola di Pantelleria, il potenziale producibile da biomassa forestale è pari a 150,30 MWh/anno mentre il potenziale producibile da biomassa agricola è 2.924,83 MWh/anno, per una produzione totale di **3075.13 MWh/anno**.

Ipotizzando che tale biomassa venga stoccata nei pressi della centrale a biomasse di futura realizzazione e che la produzione sia la stessa per ogni mese, in tutti i mesi sarà possibile ipotizzare una produzione di **256,26 MWh/mese** suddivisibili in 12,53 MWh/mese da biomassa forestale e 243,74 MWh/mese da biomassa agricola.

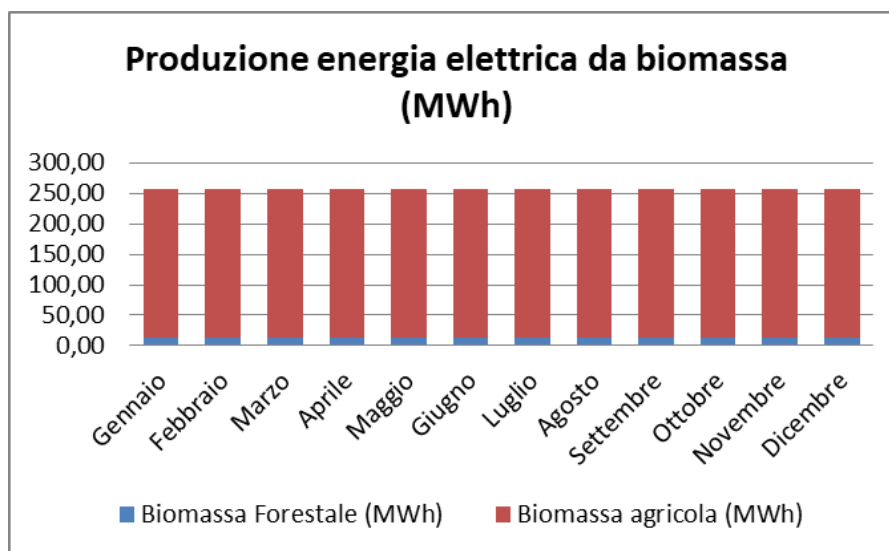


Grafico 70: Ripartizione mensile della produzione elettrica da biomasse. (Fonte: Elaborazione personale).

Tuttavia, stando ai **vincoli** definiti nel paragrafo 4.4, la quasi totalità della superficie forestale dell'isola è parte del Parco Nazionale dell'Isola di Pantelleria e quindi non è possibile ipotizzare di sfruttare le aree boscate e forestali come dal calcolo sopra eseguito e quindi andare a pensare di abbattere alcuni alberi per produrre energia elettrica dalla loro biomassa. Il vincolo a cui fare riferimento è:

- **Parco Nazionale Isola di Pantelleria**, DPR del 28 luglio 2016 e L. n. 222 29/11/2007

Ciò che si potrebbe fare, sarebbe sfruttare la producibilità ottenibile dalla pulizia del sottobosco ma l'energia che si produrrebbe sarebbe decisamente irrilevante e sconveniente dal punto di vista dell'approvvigionamento.

Per quanto riguarda invece la biomassa agricola costituita dagli sfalci e dalle potature dei vigneti, non si osservano particolari restrizioni vincolistiche in quanto tali operazioni vanno eseguite periodicamente sulle piante ed anzi, sono proprio queste che aumentano la bellezza paesaggistica (e produttiva) del territorio.

Per questo motivo, si ipotizza a questo punto di poter produrre energia elettrica esclusivamente dalla biomassa agricola e quindi 2.924,83 MWh/anno.

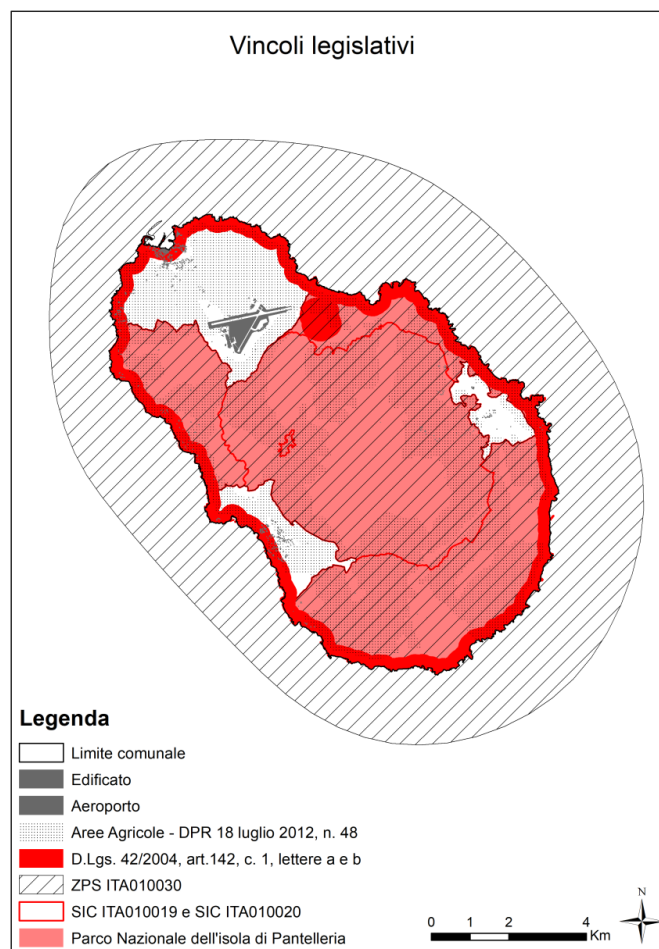
Un'altra questione rimane la localizzazione della centrale a biomasse che dovrebbe essere costruita sull'isola.

Le aree non idonee all'installazione ed esercizio di impianti per la produzione di energia elettrica alimentati da FER fanno capo al **DM del 10 Settembre 2010 n. 11, Art. 105** e successive norme di attuazione con **DECRETO PRESIDENZIALE 18 luglio 2012, n. 48**, secondo cui non sono idonee all'installazione di tali impianti:

- Le aree destinate ad uso agricolo,
- Le aree destinate all'estrazione di materiali lapidei;
- Le aree destinate al trattamento e smaltimento dei rifiuti;
- Le aree appartenenti a parchi e riserve nazionali o regionali e aree naturalistiche (SIC, ZPS, ZSC)
- Le aree appartenenti a territori di più comuni.

Ulteriore legge a cui fare riferimento è la **legge 1497/1939 e successivo D.lgs. 42/2004, art.142** ed il **vincolo idrogeologico** di cui si parla nel paragrafo 4.4.

Di seguito si riporta la mappatura delle leggi e dei vincoli appena citate.



Carta 29: Aree non idonee al posizionamento di un impianto a biomassa agricola. (Fonte: Elaborazione personale).

Nel valutare la localizzazione ci si è avvalsi della “Scheda tecnica previsionale di piccolo impianto di cogenerazione a biomasse da scarti di frutteti e vigneti”, reperibile all’indirizzo <http://www.lamoro.it/pdf/Scheda-tecnica-PRONATURA.pdf>.

Secondo quanto indicato nella scheda tecnica, per permettere la continuità di esercizio nei periodi in cui non si produce biomassa agricola, la centrale da realizzare dovrebbe essere in grado di utilizzare del cippato di legno e quindi dovrà essere un impianto “*policombustibile*” in grado di utilizzare sia la potatura dei vigneti che il cippato di legno.

Per questo è necessaria una grande superficie la cui maggior parte dello spazio sarà occupato dallo stoccaggio delle due biomasse. Per una quantità di materia prima di poco maggiore a quella del caso studio di Pantelleria, la Scheda tecnica di riferimento indica come necessaria una superficie pari a circa 10.000 m².

Secondo quanto analizzato dalla mappatura dei vincoli presenti, risulta difficile identificare un luogo adatto allo sviluppo di una centrale a biomassa, potrebbe essere idonea l’area della frazione Khamma (ad ovest dell’isola), sufficientemente vicina alle abitazioni a cui dare l’energia elettrica prodotta e non

interessata dai vincoli sopra riportati, ma dalla superficie ridotta (Imm. 71), oppure la stessa area adiacente alla centrale elettrica SMEDE posizionata a nord-ovest del centro abitato di Pantelleria e indicata nelle immagini 68 e 69. Nonostante questo risulta comunque difficile ipotizzare concretamente l'intervento in quanto vi sono, nella realtà, case sparse abitate nelle vicinanze delle aree individuate.



Imm. 71: Ipotesi di localizzazione della centrale a biomasse a nord della frazione Khamma. (Fonte: Elaborazione personale base Google Maps)

Spetterà all'amministrazione e alla Regione Sicilia prendere più in considerazione tale problematica e cercare di individuare un luogo idoneo allo sfruttamento.

4.6.4 – Producibilità da rifiuti urbani

Per rifiuto si intende qualsiasi materiale od oggetto derivante da attività umane o da cicli naturali che viene abbandonato o destinato all'abbandono. Una volta persa la loro utilità finale, i rifiuti possono essere recuperati tramite riciclaggio oppure venire utilizzati per la produzione di energia termica ed elettrica.

Una parte dei rifiuti può infatti trasformarsi in un ottimo combustibile dopo la sua trasformazione in appositi luoghi detti termovalorizzatori, che portano alla produzione di energia termica ed energia elettrica tramite un generatore elettrico a turbina. Possono essere bruciati nei termovalorizzatori solo delle particolari tipologie di rifiuti, che vedremo in seguito.

Vi sono delle teorie contrastanti legate alla collocazione dei rifiuti tra le fonti di energia rinnovabile in quanto, pur essendo una importante occasione di recupero e smaltimento dei rifiuti, la sostanza "rifiuto" è composto da materiale derivante dal petrolio.

Secondo il "Dossier Isole Sostenibili" di Legambiente 2018, per le isole avere una gestione integrata del ciclo dei rifiuti che non esca dal loro perimetro naturale è una sfida importantissima, soprattutto nella stagione estiva, quando si vedono mediamente triplicare il numero di presenze sul territorio.

In questi territori i rifiuti pesano particolarmente sull'economia dell'isola in quanto devono essere trasportati in luoghi idonei allo smaltimento situati sulla penisola.

La termovalorizzazione risolve quindi parte del problema energetico riducendo inoltre i costi economici legati al trasporto dei rifiuti.

La correttezza della raccolta differenziata avvia il rifiuto ad una seconda vita, ri-immettendolo nei cicli produttivi o valorizzandolo come risorsa energetica sostenibile oltre che abbattendo i costi di gestione e smaltimento che nelle isole avviene trasportando i rifiuti via nave verso gli impianti della terraferma a cui si aggiungono i costi di smaltimento [41].

Sull'isola di Pantelleria, dal 2015, è stato avviato il servizio di raccolta "porta a porta" ed il comune è dotato di una propria isola ecologica mentre, per quanto riguarda lo stoccaggio, i rifiuti vengono trasportati tramite delle apposite navi verso il continente e la Sicilia, generando non solo un alto consumo energetico per il trasporto ma anche un ingente costo per l'amministrazione oltre che per l'inquinamento.

Lo studio di seguito proposto è articolato nel seguente modo:

1. Calcolo della quantità di rifiuti prodotta
2. Calcolo della quantità di rifiuti riutilizzabile e dell'energia producibile

1. Calcolo della quantità di rifiuti prodotta

Per definire la quantità di rifiuti prodotta sull'isola di Pantelleria, ci si è basati sui dati forniti dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) relativi alla produzione annua di rifiuti sull'isola di Pantelleria.

La raccolta differenziata è stata avviata nel 2015 e da allora vi è stato un incremento notevole dei rifiuti differenziati, come è possibile notare nel grafico sottostante.

L'isola ha organizzato la raccolta differenziata con il sistema porta a porta, evitando sia che i rifiuti vengano lasciati per strada sia migliorando l'efficienza della raccolta. Tra le isole minori italiane, la più virtuosa è proprio Pantelleria, che ha raggiunto la quota del 65% di raccolta differenziata partendo da poco meno del 20% nel 2014.

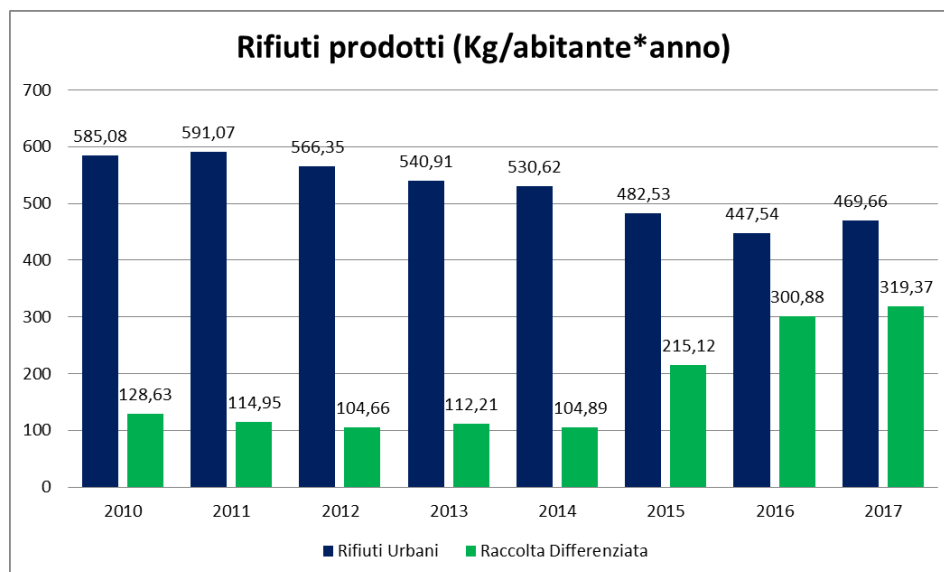


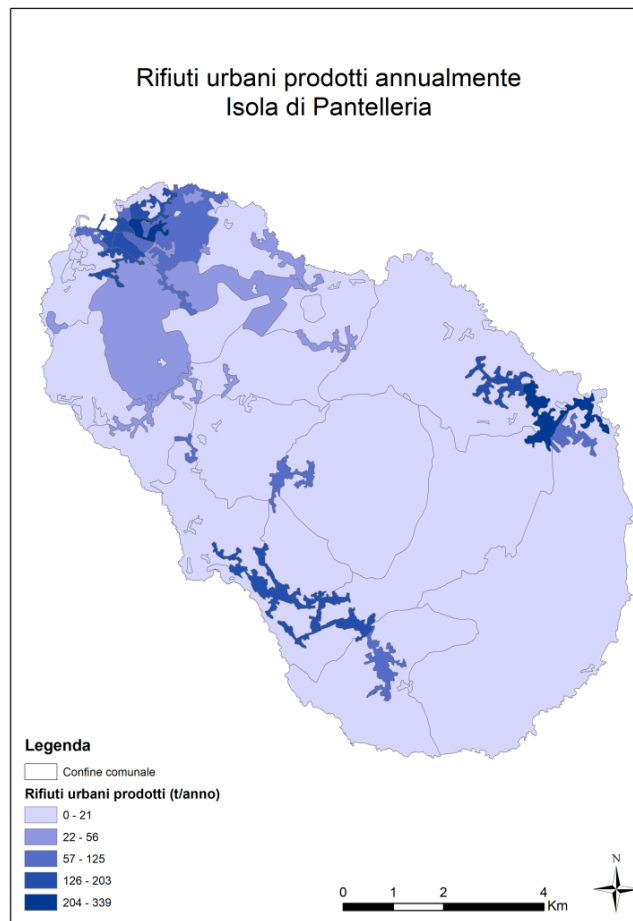
Grafico 71: La produzione di rifiuti urbani e la quota di rifiuti differenziati dal 2010 al 2017 sull'Isola di Pantelleria espressa in kg/abitante. (Fonte: Elaborazione personale dati Legambiente, "Dossier Isole Sostenibili", 2018).

I dati ISPRA, utili all'analisi, danno indicazioni sui rifiuti prodotti fino all'anno 2017; per definire una spazializzazione della produzione di rifiuti sull'isola di Pantelleria si utilizzano le sezioni di censimento fornite dell'ISTAT.

Nel 2017 i rifiuti urbani prodotti a Pantelleria sono stati 3.644,08 t (fonte: ISPRA 2017).

Si considera tale dato di produzione di tonnellate di rifiuti per l'anno 2017, comprensivo della forte presenza turistica che risulta essere pari a 15.119 arrivi e 80.467 presente [57].

A partire da questi valori è stato possibile realizzare la seguente carta che indica, in funzione della distribuzione della popolazione residente sull'isola, le tonnellate di rifiuti prodotti all'anno per sezione di censimento.



Carta 30: Produzione di rifiuti per sezione di censimento. (Fonte: Elaborazione personale).

2. Calcolo della quantità di rifiuti riutilizzabile e dell'energia producibile

In modo analogo alle biomasse agricole e forestali analizzate precedentemente, anche il recupero energetico dei rifiuti avviene grazie ad un determinato potere calorifico contenuto all'interno della massa che si sprigiona all'interno del termovalorizzatore.

I rifiuti urbani analizzati nella prima fase sono stati distinti per categorie (%) e per ogni categoria è stata definita la rinnovabilità (%) e il potere calorifico inferiore (PCI, MJ/kg).

I dati sopracitati e contenuti nella tabella 56 derivano dal "Rapporto Rifiuti Urbani" del Servizio Rifiuti dell'ISPRA per quanto riguarda i valori percentuali, mentre il PCI deriva da un rapporto tecnico redatto dalla Technical University of Denmark³¹.

³¹ H. L. Erichsen, M. Z. Hauschild: *Technical data for waste incineration - background formodelling of product-specific emissions in a life cycle assessment context*, Department of Manufacturing Engineering, Technical University of Denmark, aprile 2000.

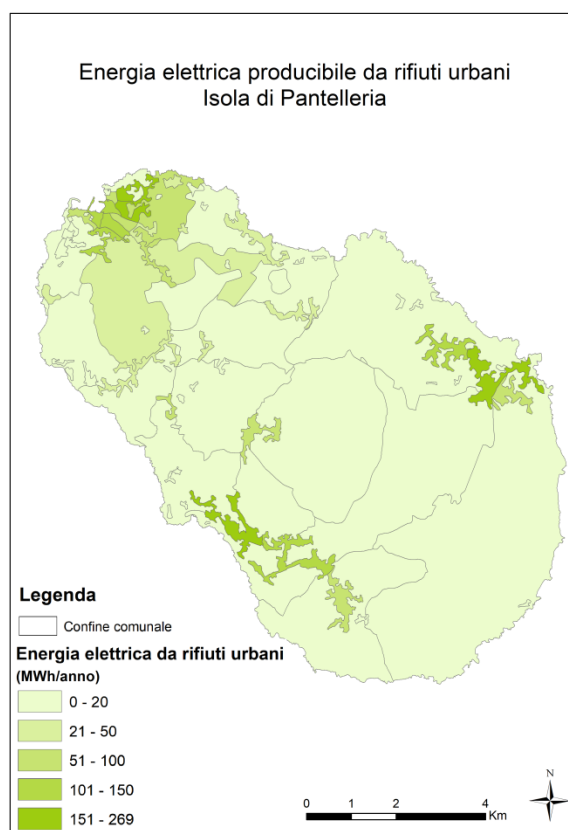
COMPONENTE	CONTENUTO (%)	RINNOVABILITA' (%)	FRAZIONE RINNOVABILE (%)	POTERE CALORIFICO INFERIORE (MJ/kg)
Frazione organica	34,4	100,0	34,4	6,6
Carta e cartone	22,8	100,0	22,8	15,2
Plastica	11,6	0,0	0,0	40,7
Metallo	4,3	0,0	0,0	-
Vetro	7,6	0,0	0,0	-
Legno	3,8	100,0	3,8	16,7
RAEE	2,4	0,0	0,0	-
Tessili	5,1	50,0	2,5	13,5
Inerti	2,4	0,0	0,0	-
Altro	5,5	10,0	0,5	6,0
TOTALE	100,0	-	64,0	-

Tabella 56: La suddivisione dei rifiuti solidi urbani per categoria, percentuale sul totale, frazione rinnovabile e potere calorifico inferiore. (Fonte: Elaborazione personale).

Dopo aver definito la frazione rinnovabile di rifiuti, espressa in chilogrammi, ad ogni categoria è stato attribuito il relativo potere calorifico inferiore che ha permesso di calcolare l'energia termica producibile dai rifiuti prodotti che risulta essere pari a circa 6770 MWh.

Esattamente come per la biomassa forestale ed agricola, si è passati dall'energia termica a quella elettrica ipotizzando un rendimento dell'impianto pari al 25%.

Si è così definito che il potenziale di energia elettrica producibile da rifiuti a Pantelleria in un anno risulta essere pari a **2.887 MWh**, distribuiti nelle diverse parti dell'isola come nella carta seguente.



Carta 31: Energia elettrica producibile da rifiuti urbani per sezione di censimento. (Fonte: Elaborazione personale).

Tale produzione può essere suddivisa nei vari mesi dell'anno facendo riferimento alle presenze turistiche registrate.

Attraverso l'elaborazione della banca dati della Regione Sicilia, è possibile osservare che i numeri di turisti e presenze aumentano nel periodo di bella stagione, iniziando ad aumentare da maggio-giugno e raggiungendo il picco nel mese di agosto.

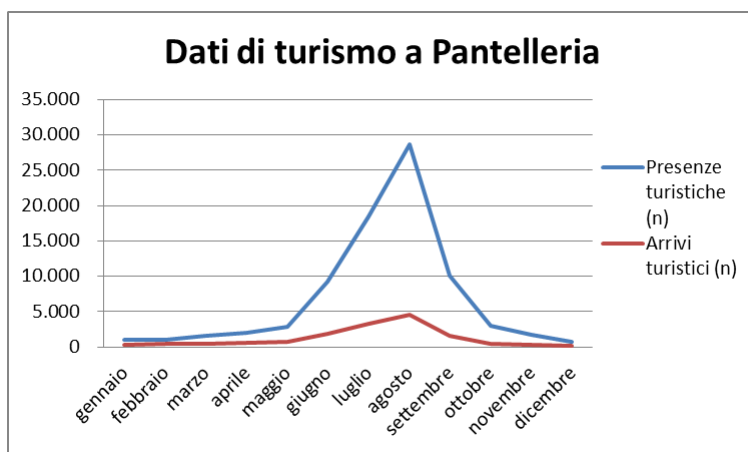


Grafico 72: Presenze e arrivi turistici sull'isola di Pantelleria per l'anno 2011. (Fonte: Elaborazione personale dati Movimento Turistico Regione Sicilia).

La ripartizione dell'energia producibile dai rifiuti urbani nell'anno segue l'andamento delle presenze sopra rappresentato con una lieve attenuazione legata alla costante presenza di popolazione residente tutto l'anno; la produzione si mantiene al di sotto dei 200 MWh in quasi tutti i mesi tranne nel periodo estivo in cui si raggiungono picchi di 439 e 612 MWh nei mesi di luglio ed agosto.

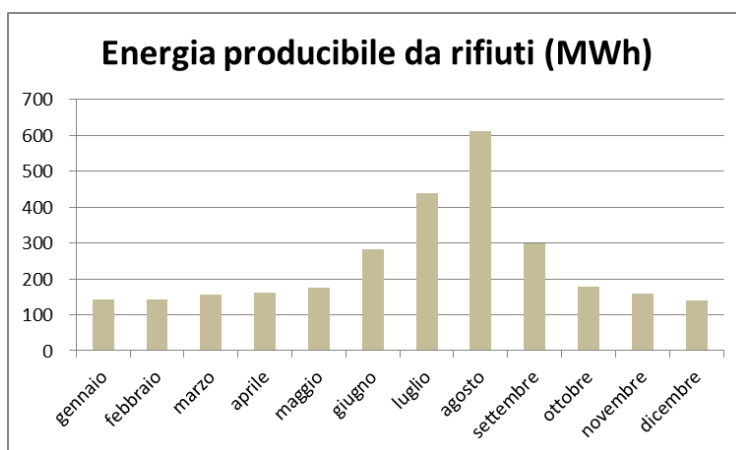


Grafico 73: Distribuzione della produzione di energia da rifiuti urbani. (Fonte: Elaborazione personale).

Stando a quanto fino a qui detto, per poter sfruttare effettivamente l'energia racchiusa nei rifiuti occorrerebbe quindi costruire sull'isola un apposito impianto di trattamento della frazione organica.

Tale impianto permetterebbe di ridurre notevolmente il numero di consegne verso il continente ottenendo risparmi sia in termini di trasporto, sia di recupero energetico attraverso il ricavo di compost e biogas/biometano.

Nel valutare la possibilità di installazione di un impianto di termovalorizzazione, occorre ripetere le stesse osservazioni definite nel caso della biomassa agricola. Anche in questo caso un impianto di trattamento dei rifiuti genererebbe lo stesso impatto paesaggistico-ambientale generato dalla centrale a biomasse.

I **vincoli** a cui ci si rifà sono i medesimi e per questo motivo l'individuazione di un'area adatta all'installazione di un termovalorizzatore risulta di difficile individuazione. Occorrerà che l'amministrazione comunale, avvalendosi di tecnici del settore preparati, definisca delle concrete opportunità di intervento.

4.7 – Modello di producibilità – Isole Egadi

Di seguito vengono riportate le elaborazioni di producibilità dalle diverse tecnologie viste così come sono state definite in precedenza e se ne osserva l'applicazione ed i risultati del modello sul territorio comunale di Favignana corrispondente all'arcipelago delle isole Egadi.

Non verrà più riportato il procedimento eseguito, ma solamente i valori di input considerati ed i risultati.

4.7.1 – Producibilità fotovoltaica

I valori di rapporto tra radiazione diffusa e globale e Trasmissività per l'arcipelago delle Eolie elaborati a partire dal sito <https://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#> ed inseriti nel software Gis sono i seguenti:

	D/G	Trasmissività (T)
Media invernale (genn, febbr, nov, dic)	0,49	0,53904743
Media Estiva (magg, giu, lug, ago)	0,3475	0,683611495
Media primavera-autunno (mar, apr, sett, ott)	0,39	0,651555794

Tabella 57: Valori di trasmissività e rapporto radiazione diffusa su globale utilizzati nell'analisi.

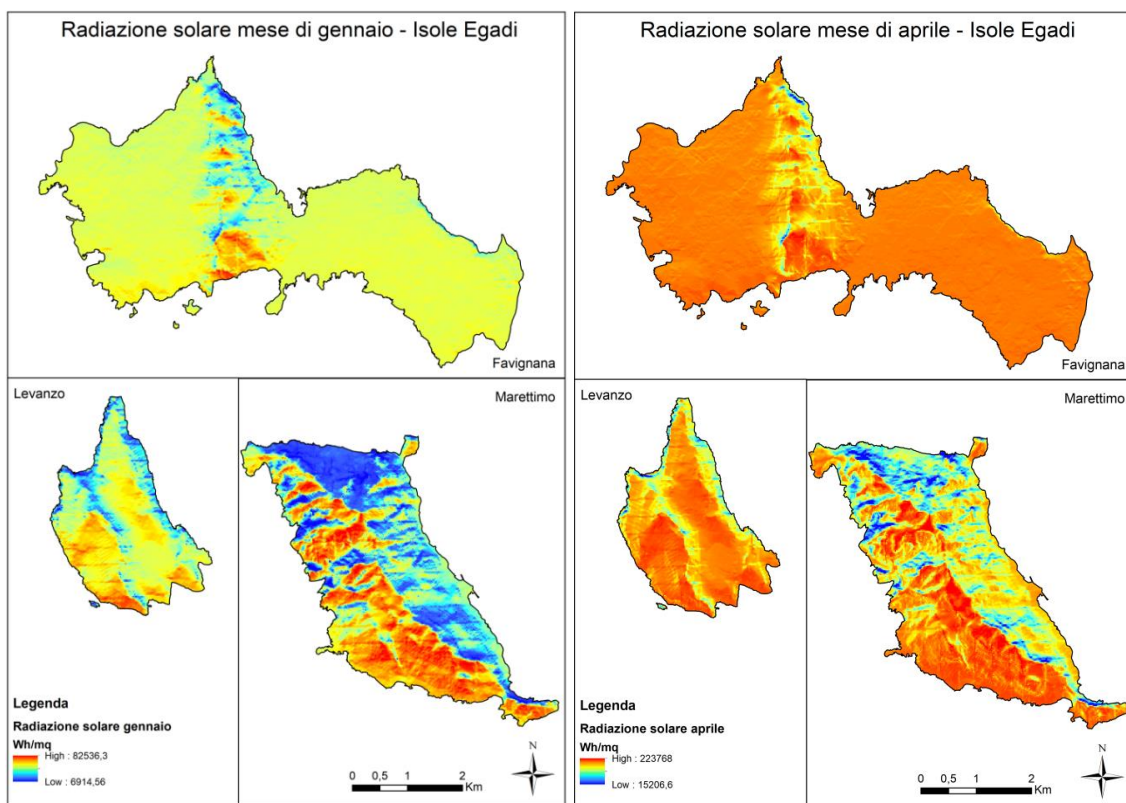
(Fonte: Elaborazione personale).

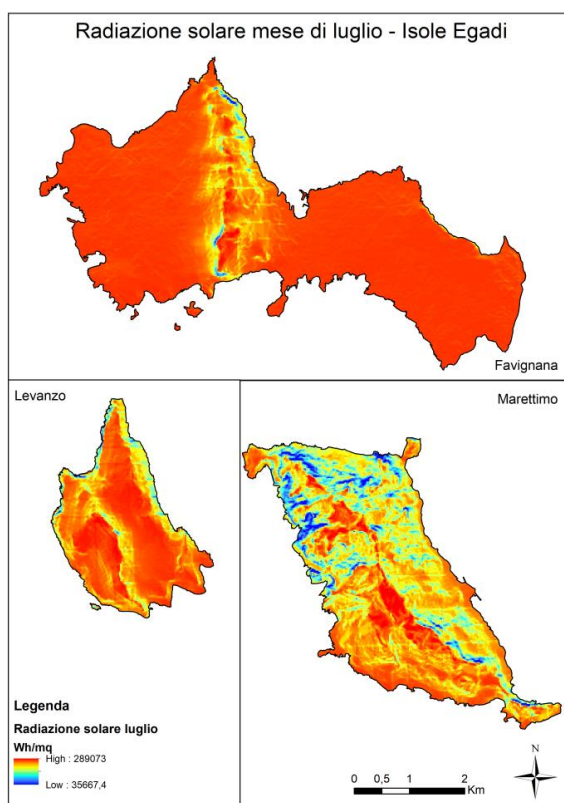
Di seguito vengono riportate le carte della radiazione solare in tre mesi rappresentativi dei valori sopra calcolati e le restanti vengono riportate tra gli allegati.

Dall'elaborazione si nota subito come il valore più alto di radiazione si riscontra nel mese di luglio dove il valore massimo di raggiunto arriva a 289.073 Wh/mq mentre nel mese di gennaio si registra il valore minore che è 6914 Wh/mq.

Per tutti i mesi i valori maggiori si registrano nelle zone pianeggianti dell'isola di Favignana dove i valori di radiazione sono gli stessi nella maggior parte dell'isola grazie all'orografia del terreno.

Ragionando proprio sull'orografia del terreno, è opportuno considerare la diversità morfologica tra i tre terreni ovvero considerare che le isole di Marettimo e Levanzo sono isole in cui è possibile definire una zona a solatio (verso est) ed una zona a bacio e che i centri abitati delle due isole, specialmente nel caso di Marettimo, si trovano proprio nella parte a solatio, captando quindi meno sole in tutti i mesi dell'anno.





Carte 32-33-34: Irraggiamento solare (in tre mesi esemplificativi per l'estate, l'inverno e le mezze stagioni), calcolato tramite software Gis con DTM 20x20m. I valori di irraggiamento aumentano man mano che i colori diventano più accesi e caldi, dal blu verso il rosso. (Fonte: Elaborazione personale).

Successivamente è stata caricata su GIS la mosaicatura delle isole Egadi relativa agli usi del suolo al fine di suddividere gli edifici nelle tre categorie prevalenti individuabili, ovvero “urbanizzato” e “agricolo e semi-naturali”.

L'edificato utilizzato per lo studio svolto è lo stesso utilizzato nell'analisi dell'isola di Pantelleria e presenta anche qui un deficit di edificato esistente che genera automaticamente un risultato inferiore rispetto al potenziale reale delle isole, specialmente per quanto riguarda l'area residenziale compatta.

L'edificato, a tetto piano, si presta in maniera ottimale per l'installazione di pannelli fotovoltaici, e sono stati esclusi nel calcolo seguente gli edifici religiosi (chiese, monasteri ecc...), gli edifici aventi valore storico-artistico (ad esempio il vecchio carcere e il vecchio castello nell'area montuosa) e gli edifici in cui è già presente un impianto fotovoltaico.

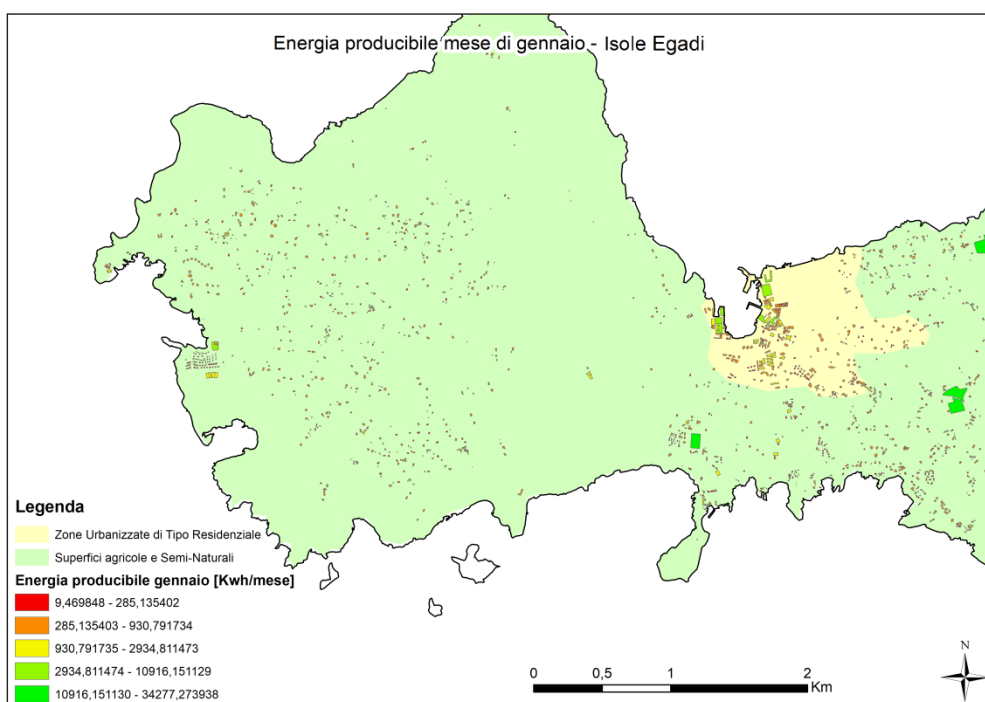
Si riporta di seguito una tabella che specifica per ogni mese il valore di energia producibile sia per il totale degli edifici (colonna a sinistra) sia per le classificazioni eseguite.

Mesi	Energia producibile totale (kWh)	Energia producibile zone urbanizzate (kWh)	Energia producibile zone agricole (kWh)
Gennaio	750.762,339	153.897,080	596.865,259
Febbraio	1.069.870,901	219.422,143	850.448,758
Marzo	2.148.675,935	441.276,076	1.707.399,859
Aprile	2.783.441,651	572.144,489	2.211.297,162
Maggio	3.751.812,510	772.614,264	2.979.198,246
Giugno	3.839.355,237	790.561,338	3.048.793,899
Luglio	3.856.385,520	794.227,660	3.062.157,860
Agosto	3.407.753,426	700.821,735	2.706.931,690
Settembre	2.366.032,855	486.135,522	1.879.897,333
Ottobre	1.559.481,923	320.033,068	1.239.448,855
Novembre	808.670,386	165.852,204	642.818,183
Dicembre	630.362,425	129.240,845	501.121,580
ANNO	26.972.605,107	5.546.226,424	21.426.378,683

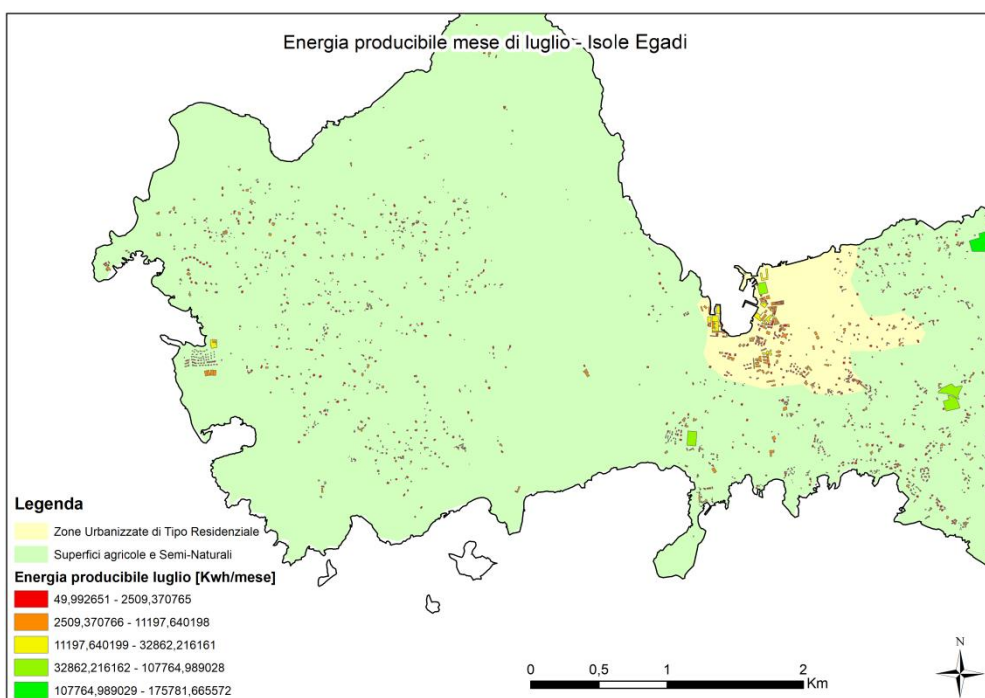
Tabella 58: Energia producibile con tecnologia FV "Silicio monocristallino" tramite software Gis (Fonte: Elaborazione personale).

Il totale dell'energia producibile da fotovoltaico in un anno nell'arcipelago delle isole Egadi per tecnologia fotovoltaica in silicio monocristallino (con efficienza di conversione pari a 0,18) calcolato attraverso software GIS risulta essere di **26.972 MWh** suddivisibili in 5.546 MWh nelle aree urbanizzate, 21.426 MWh nelle aree agricole-semi naturali.

Di seguito vengono riportate le rappresentazioni dell'energia producibile elaborate sul totale degli edifici; per una migliore visualizzazione del dato si è scelto di rappresentare solamente uno stralcio dell'isola di Favignana in cui è possibile osservare i range di produzione mensile relativi all'intero arcipelago.



Carta 35: Energia elettrica producibile da impianti solare FV integrati. (Fonte: Elaborazione personale).



Carta 36: Energia elettrica producibile da impianti solare FV integrati. (Fonte: Elaborazione personale).

Dai dati elaborati, si osserva quindi come già la sola fonte solare sia sufficiente, a livello annuale, a ricoprire il fabbisogno elettrico dell'isola in quanto la producibilità risulta pari a circa 27.000 MWh mentre il consumo annuale risulta pari a 15.042 MWh. Nonostante questo occorre sottolineare che il consumo energetico non è aggiornato e che ad oggi è molto probabile che esso sia maggiore rispetto al 2011 ed in secondo luogo occorre ricordare ancora che l'edificato utilizzato non è completo e che quindi vi sono

dei margini di produzione notevolmente maggiore, specie per quanto riguarda le due isole minori Marettimo e Levanzo.

Osservando l'andamento della produzione, si osserva come essa si adatti ottimamente all'andamento dei consumi seguendone sia il trend (maggiore produzione nei mesi estivi con maggiore consumo e minore nei mesi invernali con minore consumo) sia superandone di gran lunga la richiesta.

Solamente per quanto riguarda il mese di dicembre vi è un deficit ma, se si installassero delle batterie ad accumulo in grado non soltanto di offrire l'energia prodotta nelle ore diurne durante la notte ma anche di poter utilizzare il surplus di energia prodotta nei mesi precedenti anche in quelli successivi, tale problematica potrebbe essere facilmente sorvolata.

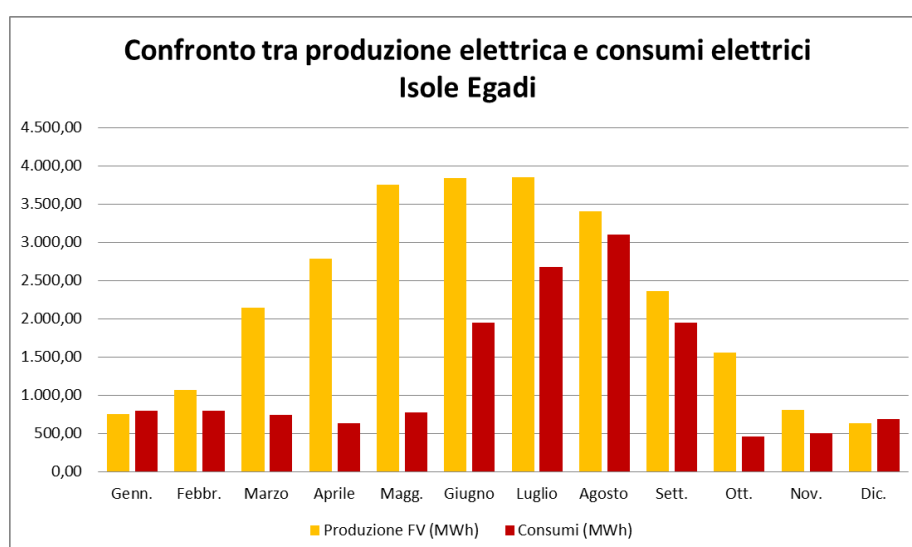


Grafico 74: Ripartizione mensile della produzione elettrica da FV a confronto con i consumi mensili definiti tramite modelli di consumo. (Fonte: Elaborazione personale).

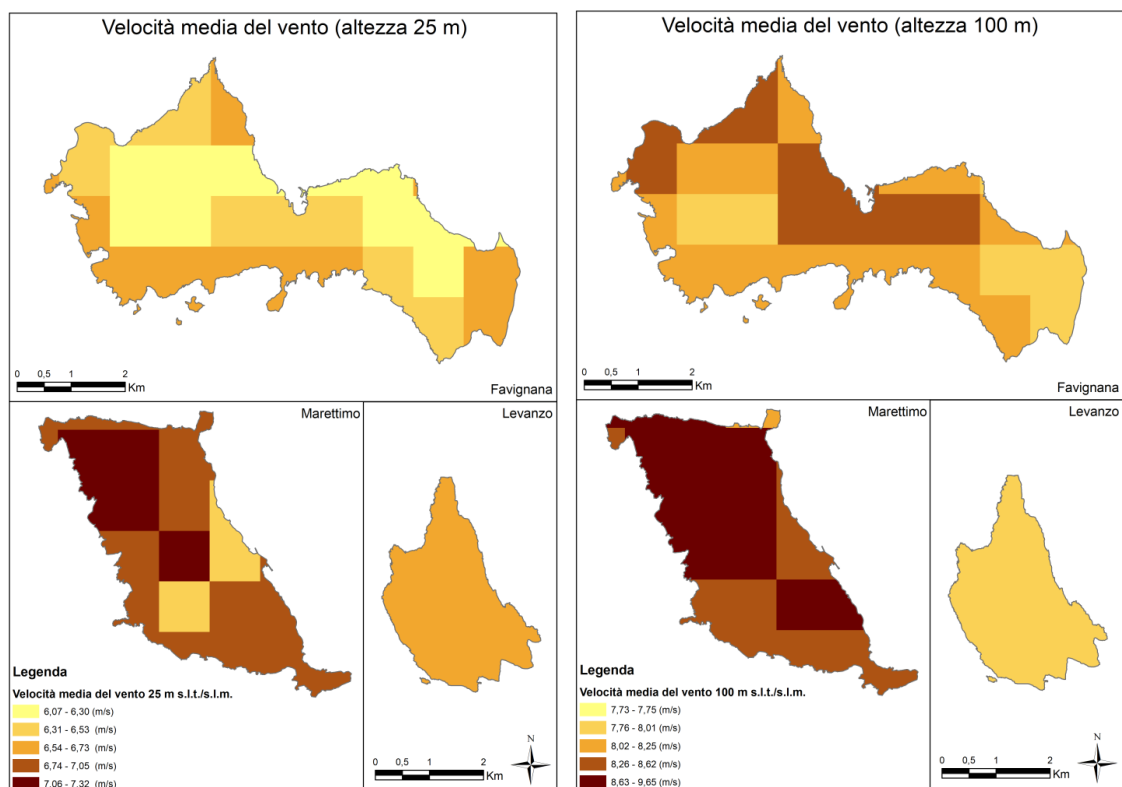
In relazione ai **vincoli** visti nel paragrafo 4.3 e all'interno di questo stesso capitolo, non risulta necessario fare particolari osservazioni sull'applicabilità dell'ipotesi di tecnologia fotovoltaica installata. Infatti, il calcolo sopra eseguito, consiste nell'integrare nelle coperture piane degli edifici esistenti e non soggetti a limitazioni storiche-architettoniche (castello, chiese, ecc...) un impianto fotovoltaico di piccole dimensioni e quindi priva di qualsiasi modificazione della struttura stessa dell'abitazione anche se occorrerà valutare l'effettivo impatto paesaggistico di ogni installazione essendo l'arcipelago soggetto a vincolo paesaggistico.

4.7.2 – Producibilità eolica

La producibilità eolica è stata definita con lo stesso procedimento utilizzato per l'isola di Pantelleria.

Di seguito vengono riportate a titolo esemplificativo le carte elaborate in merito alla ventosità e producibilità elettrica dell'isola a 25 e 100 m di altezza dal suolo.

Dalle carte riportate si può osservare come vi sia una differenza sostanziale della velocità del vento nei diversi punti e alle differenti quote: si va da valori di 6,07- 6,30 m/s nelle aree pianeggianti di Favignana a 25 metri fino al massimo di 7,06 – 7,32 m/s nella parte occidentale dell'isola di Marettimo raggiungendo, a 100 metri di altezza, ad un valore minimo di 7,73 – 7,75 m/s nelle aree pianeggianti di Favignana e fino ad un valore massimo di 8,63 – 9,65 m/s nella maggior parte dell'isola di Marettimo. La velocità del vento aumenta all'aumentare dell'altezza considerata in quanto diminuisce l'attrito con il terreno.



Carte 37, 38: Disponibilità della risorsa vento in diversi punti dell'isola. (Fonte: Elaborazione personale dati Atlante eolico).

Le producibilità specifiche risultano essere quelle indicate nelle carte sottostanti e negli allegati.

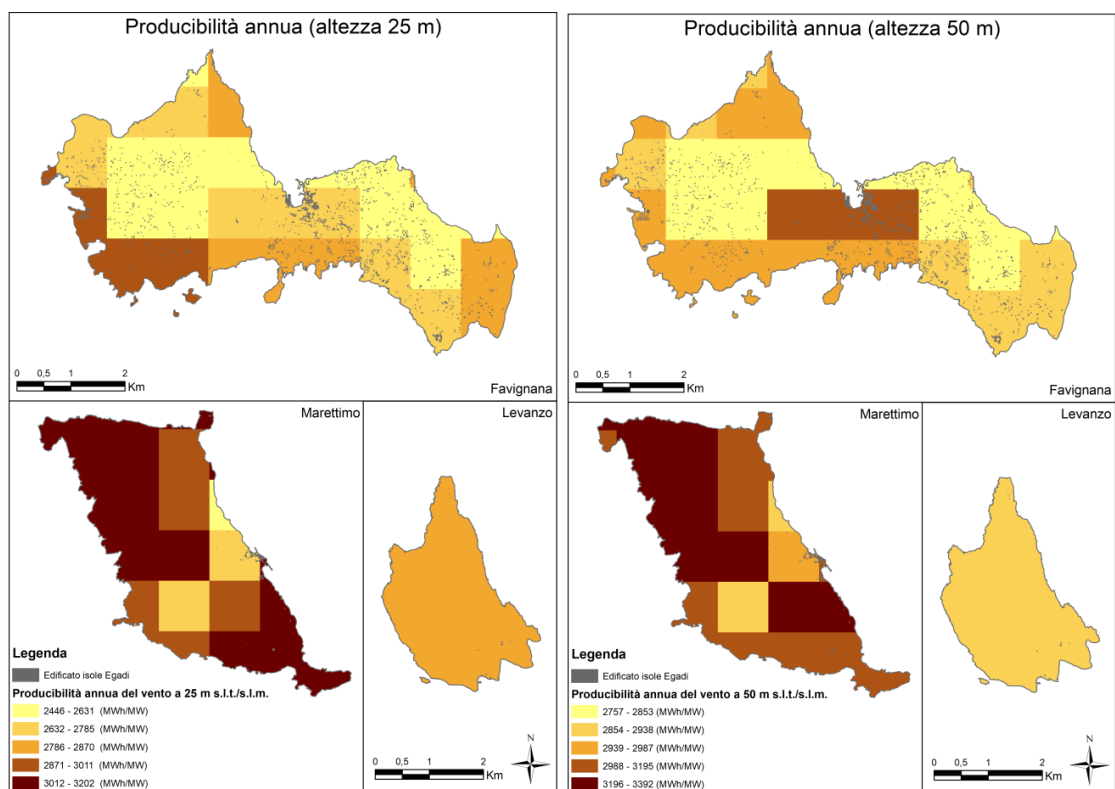
La producibilità a 25 metri risulta essere discreta raggiungendo valori compresi tra 2446 e 3202 MWh/MW anno; l'attrito del vento con il suolo si fa sentire di meno a partire dai 50 metri di altezza in cui si raggiungono valori di producibilità tutto sommato elevati con valori che vanno dai 2757 ai 3392 MWh/MW anno.

A 75 metri di altezza la producibilità maggiore si raggiunge, come per le due altezze precedenti, sull'isola di Marettimo in cui i valori di producibilità vanno dai 3354 ai 3822 MWh/MWanno.

La producibilità maggiore si raggiunge ad un'altezza di 100 metri con una producibilità massima di 3980 MWh/MWanno sia sull'isola di Marettimo che sulle alture dell'isola di Favignana.

Così come indicato nell'analisi della producibilità eolica di Pantelleria, le tipologie di impianto migliori, considerando l'impatto paesaggistico generato, risultano essere quelli a 25-50 metri che garantiscono una buona producibilità senza portare ad un impatto visivo eccessivo.

Si riporta a titolo esemplificativo la producibilità a 25 e 50 metri.



Carte 39, 40: Producibilità specifica in diversi punti dell'isola. (Fonte: Elaborazione personale dati Atlante eolico).

Nel voler fare un'ipotesi di calcolo della produzione da energia eolica secondo quanto finora definito, possiamo ragionare sui valori di producibilità specifica a 25-50 metri, pensando quindi ad un compromesso tra una buona producibilità e un non eccessivo impatto paesaggistico.

Non essendovi in prima analisi luoghi adatti ad installare impianti eolici sulle due isole di Marettimo e Levanzo (a causa della mancanza di distanza dalle abitazioni e degli spazi utili all'installazione di un impianto, indicati nel paragrafo 4.6.2), si ipotizza l'installazione di un aerogeneratore sulla sola isola di Favignana in prossimità del centro abitato in un'area incolta e adiacente alla principale viabilità che collega il rilievo "Punta Campana" al centro abitato di Favignana. L'area dista più di 200 metri dalle abitazioni più vicine e circa 360 metri dalla costa.



Imm. 72-73: Localizzazione dell'ipotesi di installazione aerogeneratore sull'isola di Favignana.

(Fonte: elaborazione personale immagini Google Maps)

Secondo le elaborazioni dell'Atlante eolico sopra riportato, la producibilità annua dell'area scelta per l'installazione è pari a 3195 MWh/MW e, ipotizzando di installare un impianto di medio-grandi dimensioni (2 MW), esattamente uguale a quello ipotizzato per Pantelleria, con altezza pari a 50 m, l'energia producibile risulta pari a:

$$3195 \text{ (MWh/MWanno)} \times 2 \text{ (MW)} = 6390 \text{ MWh anno}$$

La produzione ipotizzata risulta essere pari a **6390 MWh anno**.

La suddivisione nei diversi mesi di tale produzione è riportata di seguito in base a quanto già specificato per l'analisi dell'isola di Pantelleria.

Il confronto con i consumi indica come la producibilità da tecnologia eolica ipotizzata non permette di coprire i consumi dell'intero comune di Favignana nei diversi mesi, anche quando non vi è affluenza di turisti ma permette di ricoprire buona parte dei consumi in questi mesi.

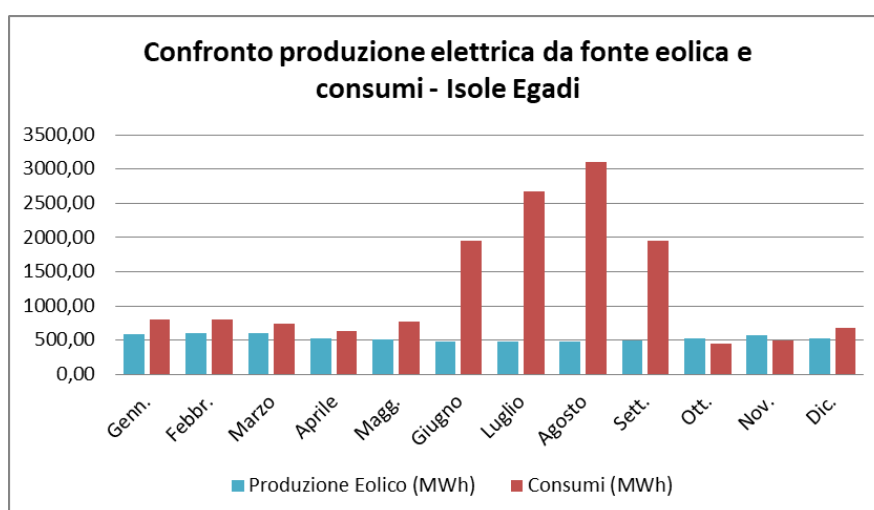


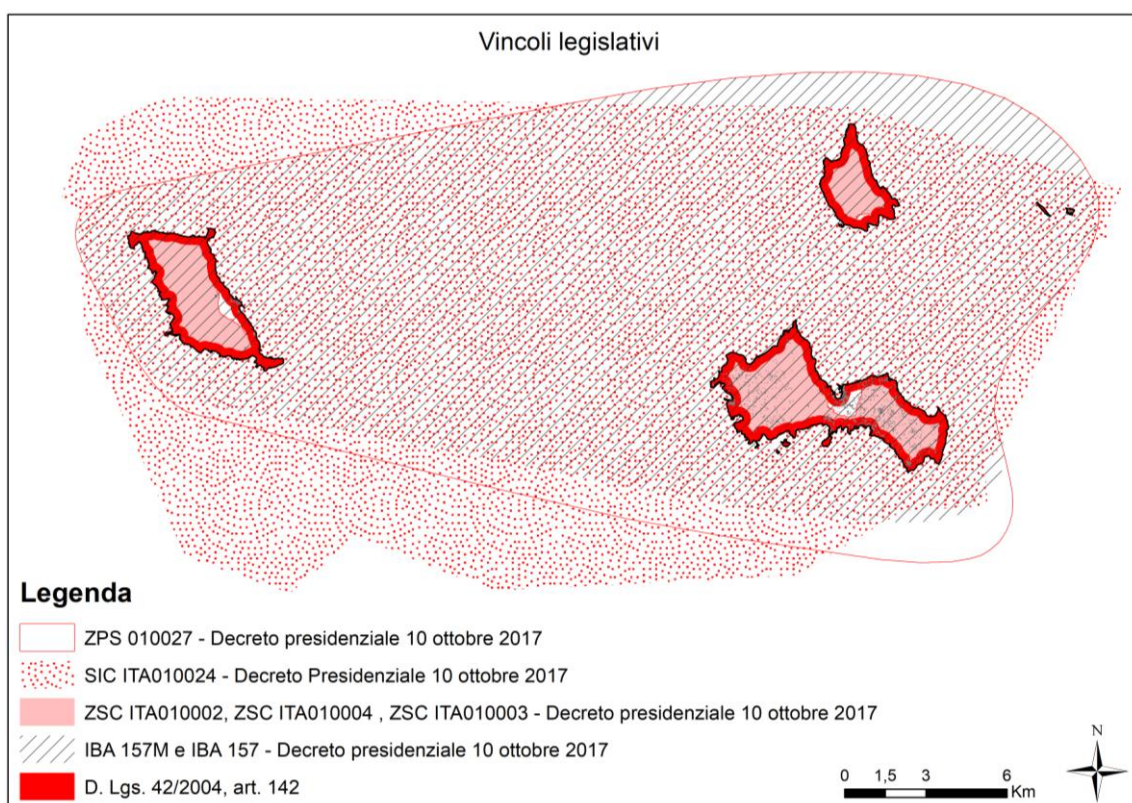
Grafico 75: Ripartizione mensile della produzione elettrica da aerogeneratore ipotizzato. (Fonte: Elaborazione personale).

Dall'osservazione dei **vincoli** riportati nel paragrafo 4.4, occorre valutare se l'installazione ipotizzata sia realmente fattibile; nello specifico, le normative a cui fare riferimento per l'installazione di impianti eolici sono le stesse già viste nel caso dell'isola di Pantelleria e verranno qui solo accennate in quanto ampiamente descritte in precedenza:

- **Decreto Presidenziale 10 ottobre 2017 “Definizione dei criteri ed individuazione delle aree non idonee alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonte eolica”**
- **D.Lgs. 42/2004, art.142, c. 1, lettere “a” e “b”**
- **Vincolo idrogeologico**

Inoltre, essendo il vincolo paesaggistico esteso a tutta l'isola (ed a tutto l'arcipelago), ogni progetto deve essere sottoposto all'esame degli uffici competenti di Provincia e Soprintendenza.

Di seguito si presenta una spazializzazione dei vincoli utile a capire quali siano queste aree.



Carta 41: Vincoli ambientali-naturalistici che definiscono i luoghi in cui non è possibile installare impianti eolici.

(Fonte: Elaborazione personale).

Ponendo in relazione le aree di producibilità specifica con i vincoli, si nota subito che l'intera isola risulta vincolata e la legge non consente il posizionamento di alcun impianto eolico, né on-shore né off-shore,

specialmente a causa della presenza di IBA e Siti della Rete Natura 2000 che ricoprono l'intero territorio.

La risorsa "vento", almeno per quel che riguarda gli impianti di medio-grandi dimensioni, non risulta sfruttabile.

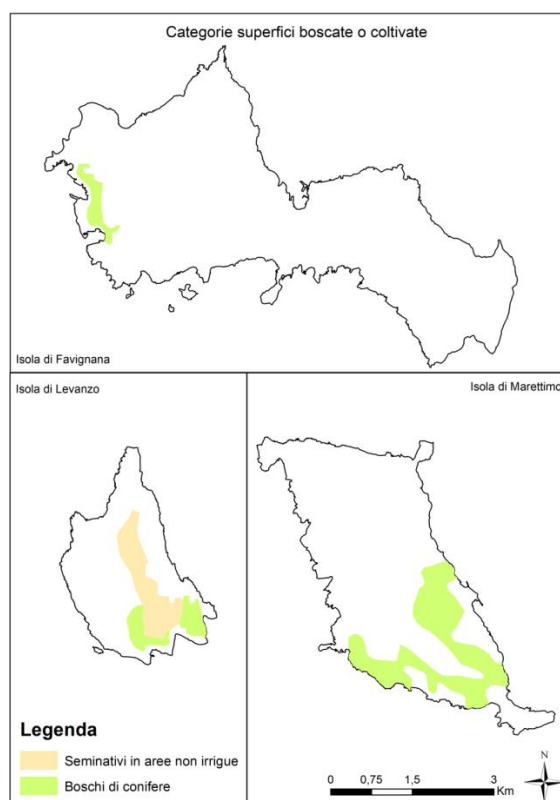
4.7.3 – Producibilità da biomassa forestale ed agricola

Le categorie da cui è possibile trarre energia elettrica presenti nell'arcipelago delle isole Egadi sono, per le categorie forestali, "Boschi di conifere" e "Seminativi in aree non irrigue " suddivisi nelle tre isole nel seguente modo:

- 53,85 ha di "boschi di conifere" e 102,80 ha di "Seminativi in aree non irrigue " sull'isola di Levanzo
- 240,97 ha di "boschi di conifere" sull'isola di Marettimo
- 33,29 ha di "boschi di conifere" sull'isola di Favignana

Il resto dell'arcipelago è ricoperto da aree a vegetazione sclerofilla, sistemi culturali e particellari complessi, residenziale ecc... che non sono stati presi in considerazione nel calcolo in quanto tipologie di vegetazione e colture non adatte allo sfruttamento per generare energia elettrica.

Sotto viene riportata la carta ottenuta attraverso l'elaborazione GIS delle categorie sopracitate.



Carta 42: Categorie di uso del suolo considerate nell'analisi. (Fonte: Elaborazione personale).

Nonostante l'isola di Marettimo e Levanzo siano, per la maggior parte della loro superficie, "inviolata" ovvero presentino un alto livello di naturalità della superficie, esse non sono sfruttabili completamente dal punto di vista energetico e più precisamente al fine di trarre energia dalla biomassa forestale ed agricola.

Sulla maggior parte dell'isola di Marettimo sono presenti piccoli arbusti incompatibili al fine qui esaminato e l'agricoltura è completamente assente a causa della mancanza di acqua e delle elevate pendenze.

Sull'isola di Levanzo sono presenti delle colture classificate come "seminativo in area non irrigua" ovvero *"seminativi semplici, compresi gli impianti per la produzione di piante medicinali, aromatiche e culinarie e le colture foraggere (prati artificiali)... vengono praticate colture in asciutto"* e quindi vi si ritrovano colture come cereali, frumento, orzo, avena ecc... Sono presenti anche due aree classificate come "boschi di conifere" nella parte più meridionale dell'isola mentre sul resto del territorio di Levanzo vi sono solamente "aree a vegetazione sclerofilla".

Sull'isola di Favignana invece, come si può notare, vi è un'unica presenza (anche decisamente irrilevante rispetto all'intera superficie comunale) costituita da "boschi di conifere" nella parte occidentale dell'isola; sul resto del territorio l'uso del suolo definiva "aree a vegetazione sclerofilla", "tessuro residenziale", "sistemi colturali e particellari complessi" e "aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti"³².

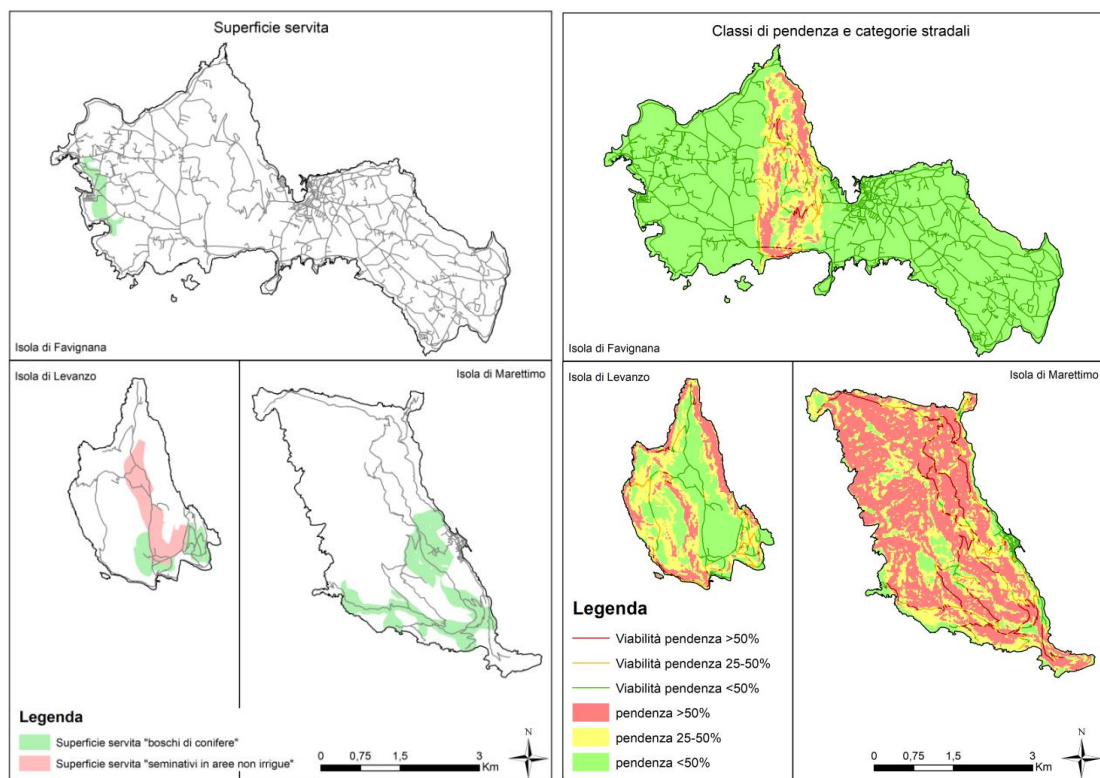
L'intero arcipelago, anche Marettimo nonostante le pendenze elevate che costituiscono la totalità del territorio, presenta un buon sistema stradale che consente il raggiungimento della risorsa considerata per ogni suo punto definito sulla mappa in maniera capillare.

Dal dato della viabilità a disposizione sono stati esclusi, esattamente come per Pantelleria, tutti quei percorsi e sentieri minori impercorribili se non a piedi.

Successivamente tali strade sono state suddivise nelle tre classi di pendenza individuate attraverso l'elaborazione del DTM (Digital Terrain Model) attraverso il metodo ampiamente spiegato nel capitolo precedente relativo alla biomassa forestale ed agricola di Pantelleria.

Le aree che risultano accessibili attraverso tali strade al fine del reperimento della risorsa sono visibili all'interno della carta 43 mentre il risultato della suddivisione nelle tre categorie di pendenza considerate è visibile all'interno della carta 44, entrambe di seguito riportate.

³² Per "sistemi colturali particellari complessi" si intendono singoli appezzamenti non cartografabili singolarmente e costituiti da colture temporanee. Per questo motivo non sono stati presi in considerazione nel calcolo, perché non vi era alcuna certezza dell'estensione e della tipologia di coltura all'interno dell'areale definito. Per lo stesso motivo non sono stati prese in considerazione le "aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti".



Carte 43 e 44: Viabilità a servizio delle isole e suddivisione nelle tre classi di pendenza.

(Fonte: Elaborazione personale).

Dal binomio tra la presenza delle strade e le pendenze dei diversi suoli è possibile andare ad individuare quali categorie oggetto di indagine sono realmente accessibili.

Dall'analisi eseguita è risultato che la totalità delle aree boscate ed agricole risultano accessibili e quindi potrebbero essere potenzialmente sfruttate per la produzione di energia da biomasse legnose.

Il calcolo dell'energia producibile da biomassa forestale ed agricola è stato eseguito con i seguenti dati di input relativi a producibilità annuale di sostanza secca (p) e potere calorifico inferiore della sostanza secca (H) riportati nella seguente tabella.

CATEGORIA	BIOMASSA DISPONIBILE (t/anno)	PCI, (kWh/kgss)	Frazione utile
Boschi di conifere	0,43	4,4	100%
Seminativo in aree non irrigue (paglia di cereali)	2,18	2,36	40%

Tabella 59: Producibilità (t/ha) e potere calorifico inferiore (kWh/kg) per la biomassa forestale e agricola.

(Fonte: Elaborazione personale).

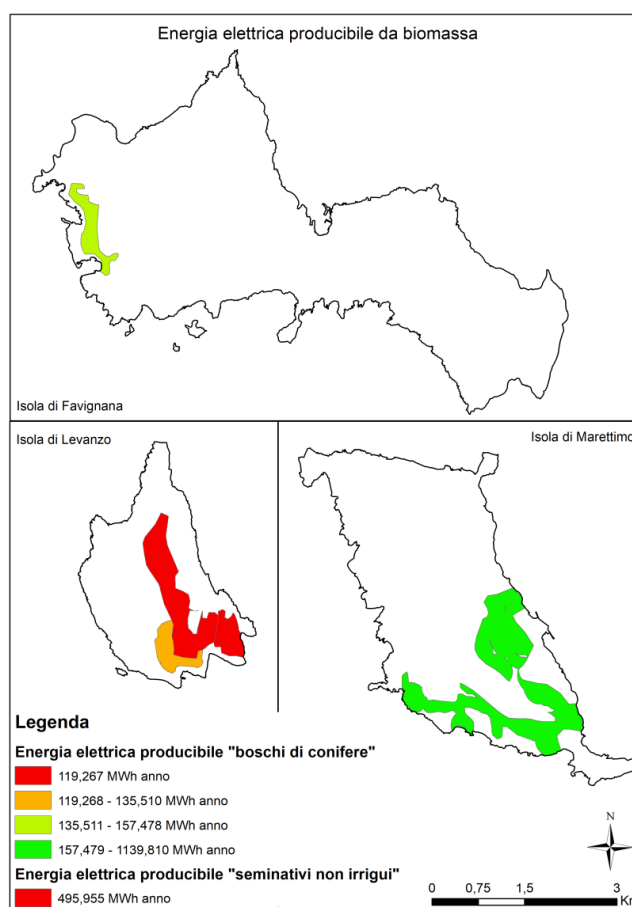
I valori riportati sono stati anch'essi definiti dalla tesi dell'Ing. Alberico A. come indicato nei capitoli precedenti e, nel caso della categoria "seminativo in aree non irrigue" la frazione considerata per il calcolo della produzione di energia elettrica è pari al 40% dell'estensione totale della categoria.

Di seguito viene riportata l'elaborazione della producibilità elettrica ottenibile dalle colture considerate e nella tabella 63 invece, i valori espressi in MWh/anno producibili per singole categorie forestali e agricole.

CATEGORIA	PRODUCIBILITA' DA COLTURA (MWh)
Boschi di conifere	1552
Seminativo in aree non irrigue (paglia di cereali)	495

Tabella 60: Producibilità espressa in MWh per le diverse categorie forestali e agricole.

(Fonte: Elaborazione personale).



Carta 45: Energia elettrica producibile in base alle diverse categorie forestali ed agricole.

(Fonte: Elaborazione personale).

Si è deciso in particolare di fare quattro classi di energia elettrica producibile indicando con il colore rosso le colture che, in quello specifico luogo e con quella specifica estensione, producono di meno e in verde quelle che invece sono più redditizie.

Analizzando la carta e la tabella sopra riportate si può notare come la categoria "boschi di conifere" sia quella da cui si può produrre più energia; dei 1552 MWh di energia elettrica producibili, il 73% circa

(1139,8 MWh) vengono prodotti sull'isola di Marettimo, il 10% circa (157,4 MWh) vengono prodotti sull'isola di Favignana e il restante 16% circa (254,8 MWh) vengono prodotti sull'isola di Levanzo.

La totalità della produzione da biomassa agricola invece viene prodotta sull'isola di Levanzo.

Ipotizzando che tale biomassa venga stoccata nei pressi della centrale a biomasse di futura realizzazione e che la produzione sia la stessa per ogni mese, in tutti i mesi sarà possibile ipotizzare una produzione di **170,58 MWh/mese** suddivisibili in 129,33 MWh/mese da biomassa forestale e 41,25 MWh/mese da biomassa agricola. Il calcolo è stato eseguito sulla totalità della biomassa disponibile nell'arcipelago ipotizzando che essa possa essere spostata e trasferita da un punto all'altro per essere trasformata in energia elettrica.

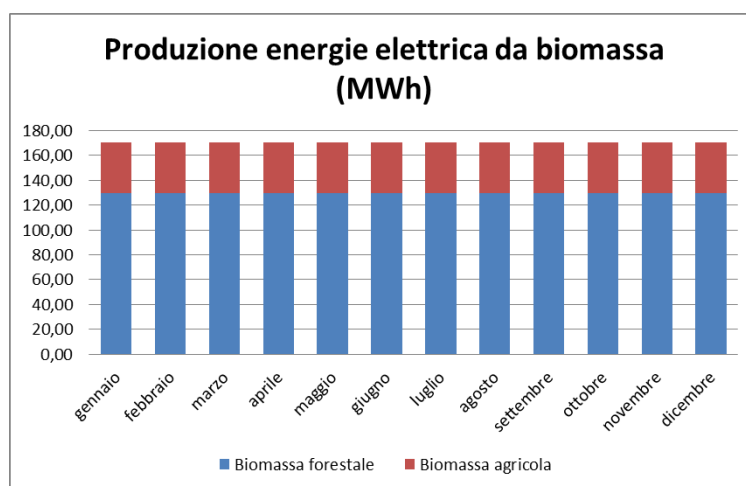


Grafico 76: Ripartizione mensile della produzione elettrica da biomasse. (Fonte: Elaborazione personale).

Per poter sfruttare tale producibilità occorre valutare l'installazione di un impianto a biomasse sul suolo delle tre isole; stando all'analisi dei **vincoli** definiti in precedenza, nonché alle considerazioni fatte sulla realizzazione di un impianto a biomasse legnose sull'isola di Pantelleria, lo sfruttamento di questa risorsa risulta difficile.

Infatti, nonostante non vi siano vincoli legati all'approvvigionamento della risorsa (presenza di parchi nazionali o riserve), è proprio la collocazione della centrale che risulta difficoltosa, esattamente come per l'isola di Pantelleria.

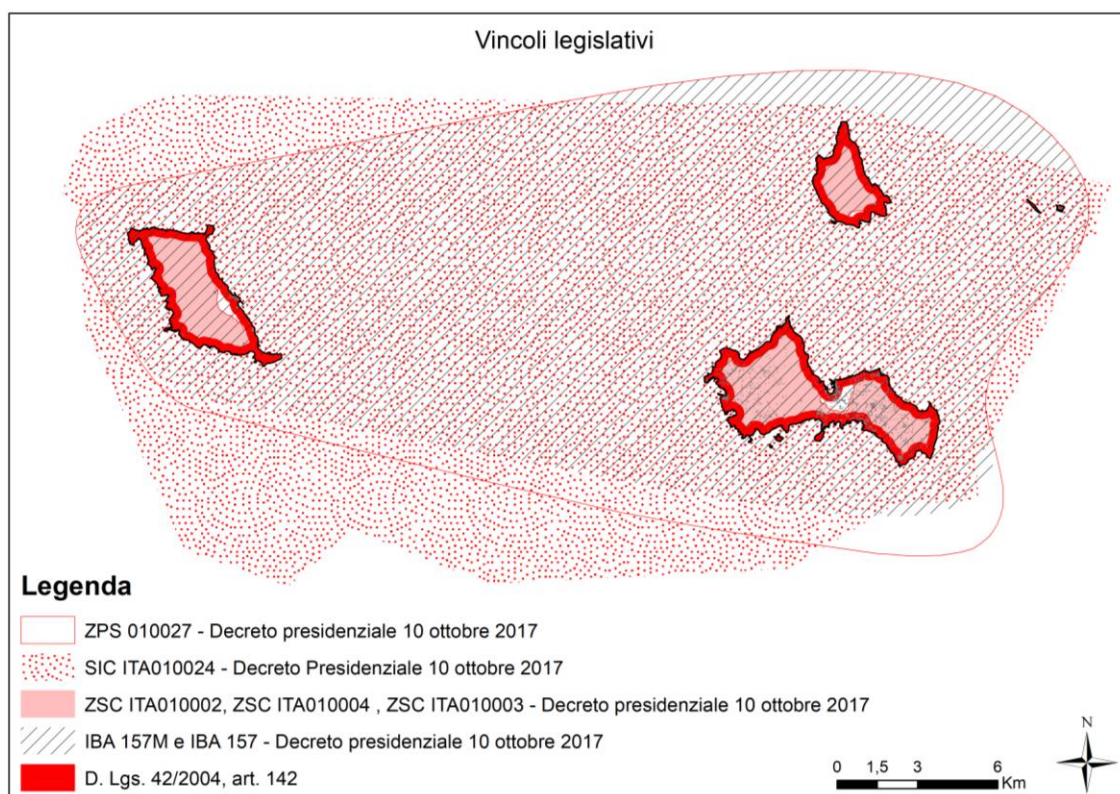
Le aree non idonee all'installazione ed esercizio di impianti per la produzione di energia elettrica alimentati da FER fanno capo al **DM del 10 Settembre 2010 n. 11, Art. 105** e successive norme di attuazione con **DECRETO PRESIDENZIALE 18 luglio 2012, n. 48**, secondo cui non sono idonee all'installazione di tali impianti:

- Le aree destinate ad uso agricolo,

- Le aree destinate all'estrazione di materiali lapidei;
- Le aree destinate al trattamento e smaltimento dei rifiuti;
- Le aree appartenenti a parchi e riserve nazionali o regionali e aree naturalistiche (SIC, ZPS, ZSC)
- Le aree appartenenti a territori di più comuni.

Ulteriore legge a cui fare riferimento è la **legge 1497/1939 e successivo D.lgs. 42/2004, art.142** ed il **vincolo idrogeologico** di cui si è parlato ampiamente in precedenza.

Di seguito si riporta la mappatura delle leggi appena citate ad esclusione del vincolo idrogeologico che è possibile osservare nella precedente carta 12.



Carta 46: Aree non idonee al posizionamento di un impianto a biomassa agricola. (Fonte: Elaborazione personale).

Secondo quanto analizzato dalla mappatura dei vincoli presenti, anche in questo caso risulta difficile identificare un luogo per la realizzazione dell'impianto: l'isola di Marettimo è completamente soggetta a vincolo idrogeologico oltre che ad essere uno ZSC e ad avere un territorio con pendenze elevate che rendono impossibile la realizzazione di una centrale a biomasse, l'isola di Levanzo non può essere presa in considerazione in quanto il territorio che non risulta soggetto a vincolo idrogeologico (la zona centrale pianeggiante), è classificata come "area agricola" e ZSC e quindi la centrale a biomasse non può essere realizzata neanche su quest'isola ed infine, l'isola di Favignana, nonostante presenti terreni

pianeggianti su cui poter realizzare l'impianto, è costituita quasi interamente da ZSC, SIC e aree agricole.

La restante zona che potrebbe essere adatta allo sviluppo di una centrale potrebbe essere quella appena al di fuori del centro abitato di Favignana, tra il centro abitato e l'area agricola. Viene di seguito riportata la localizzazione dell'area che risulta essere un luogo non ancora edificato ma con un "piazzale" in cemento che potrebbe interessare concretamente la realizzazione della futura centrale.

Nonostante questo risulta comunque difficile ipotizzare concretamente l'intervento in quanto vi sono, nella realtà, case sparse abitate nelle vicinanze dell'area individuata e nel resto del contesto non vincolato.



Imm. 74: Ipotesi di localizzazione della centrale a biomasse ad est del centro abitato di Favignana. (Fonte: Elaborazione personale base Google Maps)

Spetterà all'amministrazione e alla Regione Sicilia prendere più in considerazione tale problematica e cercare di individuare un luogo idoneo allo sfruttamento.

4.7.4 – Producibilità da rifiuti urbani

Per definire la quantità di rifiuti prodotta nell'arcipelago delle isole Egadi, ci si è basati sui dati forniti dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) relativi alla produzione annua di rifiuti.

Secondo i dati del report "Isole sostenibili, osservatorio sulle isole minori" di Legambiente Italia del 2019, l'incidenza della raccolta differenziata sul Comune di Favignana è pari al 15% dell'intera produzione di rifiuti (contro una media provinciale pari al 31%).

I dati ISPRA sono stati analizzati e ampiamente spiegati con lo stesso metodo definito all'interno del modello dell'isola di Pantelleria.

Nel 2017 i rifiuti urbani prodotti nel Comune di Favignana sono stati 3521,12 t (fonte: ISPRA 2017).

Si considera tale dato di produzione di tonnellate di rifiuti per l'anno 2017, comprensivo della forte presenza turistica che risulta essere pari a 39.858 arrivi e 216.180 presente (fonte: Regione Sicilia, Movimenti turistici).

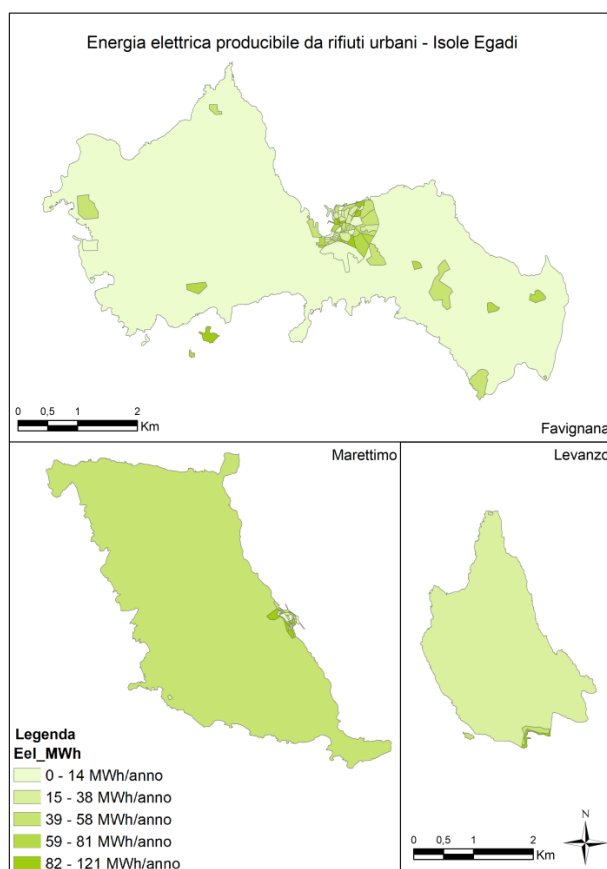
Per poter definire la produzione elettrica dalla quantità sopra riportata, i rifiuti urbani sono stati distinti per categorie (%) e per ogni categoria è stata definita la rinnovabilità (%) e il potere calorifico inferiore (PCI, MJ/kg).

I dati sopracitati sono i medesimi già riportati nella tabella 56 del capitolo 4.6.4.

Dopo aver definito la frazione rinnovabile di rifiuti, espressa in chilogrammi, ad ogni categoria è stato attribuito il relativo potere calorifico inferiore che ha permesso di calcolare l'energia termica producibile dai rifiuti prodotti che risulta essere pari a circa 40.383,89 MWh.

Esattamente come per la biomassa forestale ed agricola, si è passati dall'energia termica a quella elettrica ipotizzando un rendimento dell'impianto pari al 25%.

Si è così definito che il potenziale di energia elettrica producibile dall'arcipelago in un anno risulta essere pari a **5940 MWh**, distribuiti nelle diverse parti dell'isola secondo la seguente carta.



Carta 47: Energia elettrica producibile da rifiuti urbani per sezione di censimento. (Fonte: Elaborazione personale).

Tale produzione può essere suddivisa nei vari mesi dell'anno facendo riferimento alle presenze turistiche registrate, così come già indicato precedentemente.

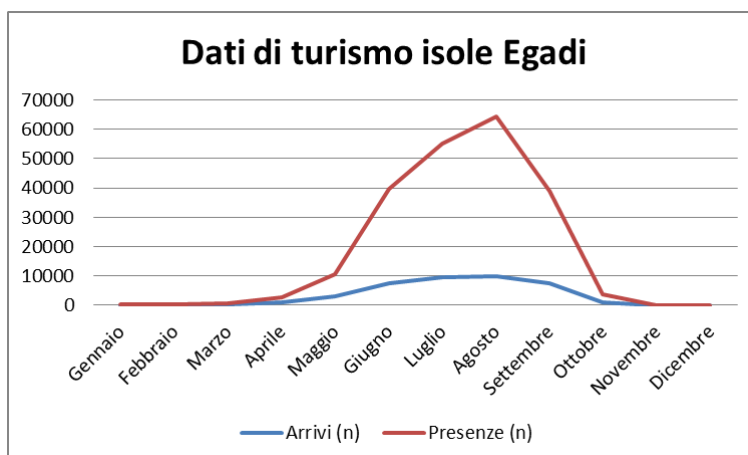


Grafico 77: Presenze e arrivi turistici nelle isole Egadi per l'anno 2011. (Fonte: Elaborazione personale dati Movimento Turistico Regione Sicilia).

La ripartizione dell'energia producibile dai rifiuti urbani nell'anno segue l'andamento delle presenze sopra rappresentato; la produzione si mantiene al di sotto dei 200 MWh nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, novembre e dicembre in cui la presenza di turisti sull'isola è minore mentre aumenta in maniera esponenziale nei mesi estivi dove la produzione di energia passa dai 260 MWh del mese di aprile fino al picco massimo del mese di agosto pari a 2601 MWh per poi ridiscendere a 392 MWh nel mese di ottobre.

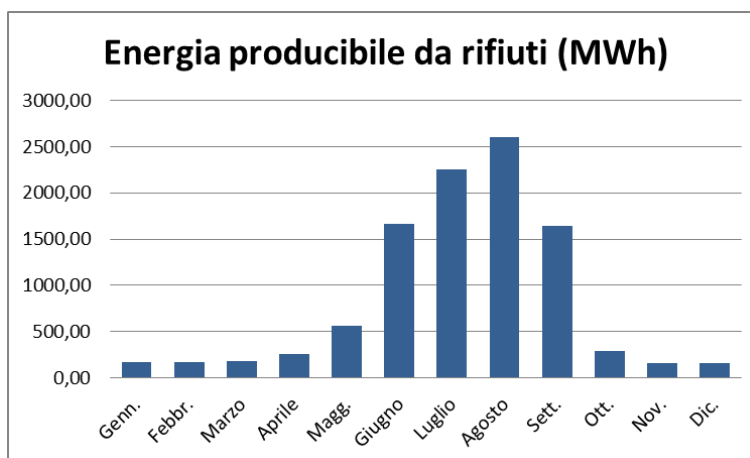


Grafico 78: Distribuzione della produzione di energia da rifiuti urbani. (Fonte: Elaborazione personale).

Stando a quanto fino a qui detto, per poter sfruttare effettivamente l'energia racchiusa nei rifiuti occorrerebbe quindi costruire sull'isola un apposito impianto di trattamento della frazione organica.

Nel valutare la possibilità di installazione di un impianto di termovalorizzazione, occorre ripetere le stesse osservazioni definite nel caso della biomassa: anche in questo caso un impianto di trattamento

dei rifiuti genererebbe lo stesso impatto paesaggistico-ambientale generato dalla centrale a biomasse e le aree non soggette ai **vincoli** già indicati precedentemente risultano essere poche e non pienamente sfruttabili.

Occorrerà che l'amministrazione comunale, avvalendosi di tecnici del settore preparati, definisca delle concrete opportunità di intervento.

***“Io sono me più il mio ambiente
e se non preservo quest'ultimo non preservò me stesso.”***

José Ortega y Gasset
(filosofo)

5. RISULTATI DEI MODELLI DI ANALISI

A conclusione dell'analisi svolta occorre osservare la risposta complessiva di tutte le tecnologie da fonte energetica rinnovabile definite nei modelli visti in precedenza ed in particolare nel modello di producibilità, facendo tre tipi di scenari:

1. Definire la sostenibilità sia attuale che ipotetica dell'isola attraverso la comparazione tra modello di produzione e modelli di consumo ed attraverso la comparazione tra modello di producibilità e modelli di consumo escludendo la presenza di vincoli sul territorio
2. Definire la sostenibilità ipotetica dell'isola tenendo in considerazione i vincoli presenti sul territorio
3. Definendo una visione della sostenibilità al variare della richiesta energetica elaborata nei modelli di consumo e quindi agendo sulle variabili dei modelli stessi

5.1 – Scenari isola di Pantelleria

- “Scenario 1”

Valutando la sola produzione attuale da fonti energetiche rinnovabili, essa corrisponde ad appena l'1,6% del fabbisogno. La situazione però cambia notevolmente se si tiene in considerazione la producibilità calcolata.

Tecnologia/FER	Energia elettrica producibile (MWh)	FER già installate (MWh)	TOT. (MWh)
FV	13.405,00	580,80	13.985,80
EOLICO	12.372,00	55,40	12.427,40
BIOMASSA	3.075,13		3.075,13
RU	2.887,00		2.887,00
TOT.	31.739,13	636,20	32.375,33

Tabella 61: Producibilità e produzione delle tecnologie in considerazione nello studio senza la limitazione dei vincoli

(Fonte: Elaborazione personale).

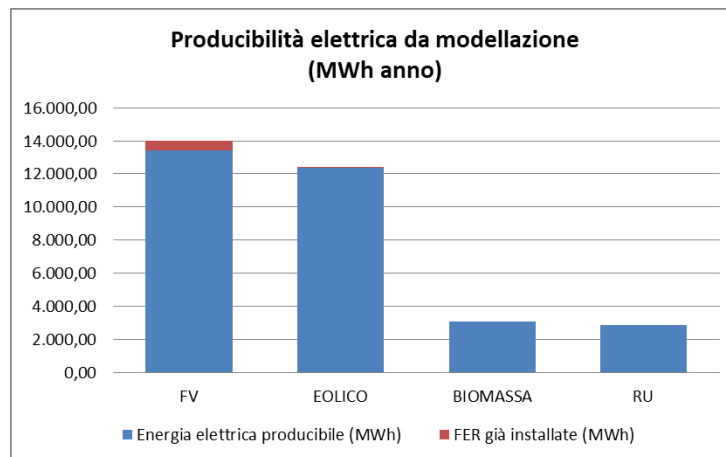


Grafico 79: La producibilità elettrica definita da modello di producibilità senza la limitazione dei vincoli.

(Fonte: Elaborazione personale).

Infatti, unitamente, i modelli di producibilità e di produzione hanno permesso di definire che l'energia potenzialmente producibile sull'Isola di Pantelleria è di 32.375 MWh/anno. Essendo il fabbisogno elettrico stimato tramite il PAES dell'isola pari a 25.061 MWh, si può affermare che l'energia elettrica da fonte rinnovabile qui definita sia sufficiente a soddisfare al 100% annualmente la richiesta; un ottimo risultato che garantirebbe all'isola di entrare in corsa per la nomina di "isola 100% rinnovabile".

Osservando il grafico e la tabella soprastanti, la **tecnologia fotovoltaica** è quella che meglio risponde grazie alle caratteristiche di irraggiamento solare della zona, producendo 13.405 MWh di energia elettrica che, sommata alla produzione già esistente, arriva ad un totale di 13.985 MWh, corrispondente al 43% dell'intera produzione e al 55% circa del fabbisogno.

Occorre ribadire, come già detto in precedenza, che il calcolo effettuato risulta essere sottostimato in quanto, nei dati utili all'elaborazione, manca buona parte dell'edificato esistente in cui si può ipotizzare un'installazione.

Per quanto riguarda invece la **tecnologia eolica**, la produzione risulta di poco inferiore al fotovoltaico. Nell'ipotesi definita in precedenza, ovvero di installare due aerogeneratori nella parte nord dell'isola e tenendo conto anche delle potenze già installate, la producibilità eolica contribuisce per circa il 38% all'intera producibilità e riesce a soddisfare per circa il 49% il fabbisogno energetico.

Come già detto nel relativo paragrafo, la producibilità eolica è stata ipotizzata esclusivamente per l'installazione di due aerogeneratori di taglia medio-grande in quanto i dati forniti da Atlaimpianti sono stati definiti in base a quella dimensione di sistemi.

Occorre comunque evidenziare che tali aerogeneratori non sono le uniche tipologie esistenti e che, sempre più spesso, si considera la possibilità di installare degli impianti eolici di piccola taglia, i

cosiddetti “minieolici” che permettono un’ottima resa e un impatto paesaggistico decisamente minore o quasi nullo.

Considerando quanto appena detto, anche il calcolo della producibilità eolica risulta sottostimato a causa dell’impossibilità di processare la medesima elaborazione anche nei centri abitati attraverso la supposizione di impianti di minieolico.

Il valore di producibilità della **biomassa** rappresenta una quota inferiore, pari a circa il 9% della produzione totale utile a soddisfare circa il 12% del fabbisogno energetico. Per quanto riguarda invece il riuso dei **rifiuti urbani**, la produzione corrisponde all’8% della producibilità elettrica di un anno e l’11,5% della copertura di consumi totali. Entrambe queste tipologie però necessitano di impianti di notevoli dimensioni che risultano di difficile individuazione a causa della vicinanza dei centri abitati e della morfologia dell’isola.

Viene di seguito riportato un grafico utile a intuire la copertura del fabbisogno a livello mensile e quale sia il mix tecnologico che nei diversi mesi soddisfa meglio la necessità di energia. I valori riportati sono quelli relativi alla produzione attuale e alla producibilità messi insieme.

In tutti i mesi viene soddisfatto il fabbisogno di energia richiesta. Le tecnologie fotovoltaico ed eolico sono quelle che rispondono meglio nei diversi mesi dell’anno e, nei mesi da marzo a luglio, settembre ed ottobre, riescono a soddisfare pienamente i consumi mensili solamente con queste due tecnologie. Nei restanti mesi il fabbisogno viene soddisfatto grazie all’aggiunta delle altre fonti energetiche rinnovabili che permettono il completo sostentamento del fabbisogno.

Proprio il mix energetico risulta di fondamentale importanza durante il periodo estivo: è grazie alla produzione da rifiuti che si riesce a soddisfare il fabbisogno dei mesi di luglio ed agosto.

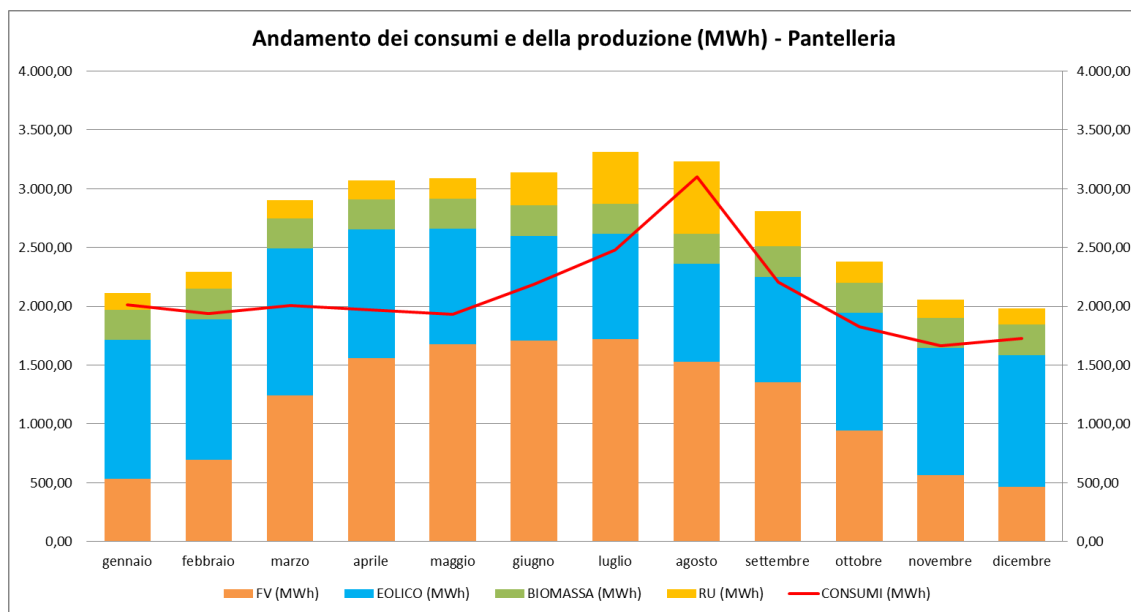


Grafico 80: Confronto tra produzione e richiesta energetica a livello mensile. (Fonte: Elaborazione personale).

Secondo quanto appena visto quindi, il modello di studio proposto permette di definire che l'isola di Pantelleria presenta tutte le carte in regola per poter diventare un'isola 100% rinnovabile.

- **“Scenario 2”**

La situazione però cambia notevolmente nel momento in cui si osservano i vincoli legislativi e naturalistici-paesaggistici presentati in precedenza e gravanti sul territorio.

Secondo i vincoli esistenti, la tecnologia fotovoltaica non risentirebbe di particolari restrizioni se collocata sui tetti degli edifici (quando la forma architettonica lo permette) e che in realtà potrebbe essere molto più grande rispetto al calcolo qui riportato.

La produzione energetica da fonte eolica, quella da biomassa forestale e quella legata alla produzione da rifiuti urbani invece, risulta molto limitata nella sua applicazione sul territorio.

Per quel che riguarda l'eolico, sul territorio sono presenti una serie di vincoli ambientali e naturalistici, come ad esempio l'IBA 168 M, che ne rendono impossibile l'applicazione.

Per quanto riguarda la produzione di energia da biomassa forestale, essa risulta impossibile in quanto l'intera area definita dalla copertura del suolo come “bosco” o “foreste” ricade all'interno del Parco Nazionale dell'Isola di Pantelleria e quindi non è possibile pensare ad un suo sfruttamento; se non in termini di utilizzo della risorsa derivante dalla pulizia del sottobosco che però porterebbe ad una produzione irrilevante.

Lo sfruttamento dei rifiuti invece permetterebbe di produrre un'enorme quantità di energia (ed enormi vantaggi economici legati al loro smaltimento in loco) ma i vincoli definiti in precedenza rendono difficile l'individuazione di un luogo adatto ad accogliere tale centrale, sia dal punto di vista normativo che paesaggistico e naturalistico.

Alla luce di queste considerazioni, la situazione energetica reale dell'Isola di Pantelleria risulta essere quella riportata nei grafici a seguire: una produzione fotovoltaica invariata che non riesce a soddisfare i bisogni del territorio ed un mix tecnologico composto dalla sola biomassa agricola e dei rifiuti, sempre ipotizzando di riuscire a trovare un luogo adatto alla collocazione di entrambe le centrali.

Il totale della produzione risulterebbe pari a 19.853 MWh/anno composti per il 70% da fotovoltaico, 0,28% da produzione eolica attualmente installata, 14,7% da biomassa agricola e circa il 14,5% da trattamento di rifiuti. La produzione da fonte eolica già esistente risulta molto irrilevante ai fini del fabbisogno energetico dell'isola e la copertura di fabbisogno da parte di questa produzione da FER risulterebbe pari al 79%.

	Energia elettrica producibile (MWh)	FER già installate (MWh)	TOT. (MWh)
FV	13.405,00	580,80	13.985,80
EOLICO		55,40	55,40
BIOMASSA	2.924,83		2.924,83
RU	2.887,00		2.887,00
TOT.	19.216,83	636,20	19.853,03

Tabella 62: Producibilità e produzione delle tecnologie in considerazione nello studio con la limitazione dei vincoli

(Fonte: Elaborazione personale).

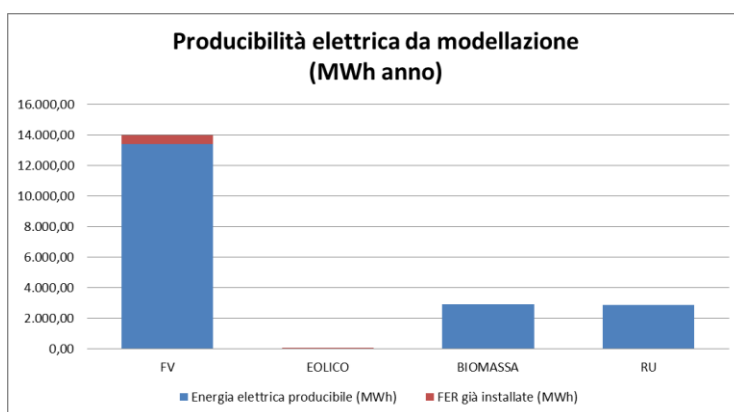


Grafico 81: La producibilità elettrica da modellazione produzione di energia da rifiuti urbani con la limitazione dei vincoli.

(Fonte: Elaborazione personale).

A causa dell'impossibilità di installare potenza eolica di media-grande taglia, la produzione da FER considerate riesce a soddisfare il fabbisogno energetico solamente per 1 mese all'anno e precisamente

per il mese di maggio. Il gap tra produzione e consumi risulta elevatissimo, dell'ordine anche degli 800-1000 MWh nei mesi di gennaio e dicembre.

Nonostante questo la situazione risulta comunque positiva rispetto alla situazione attuale dell'isola (rispetto quindi alla produzione attuale) mentre, se si ipotizzasse di non poter installare né l'impianto a biomassa legnosa né quello per il trattamento dei rifiuti, la produzione da fotovoltaico definita nella presente analisi non riuscirebbe a soddisfare il fabbisogno di nessuno dei mesi dell'anno.

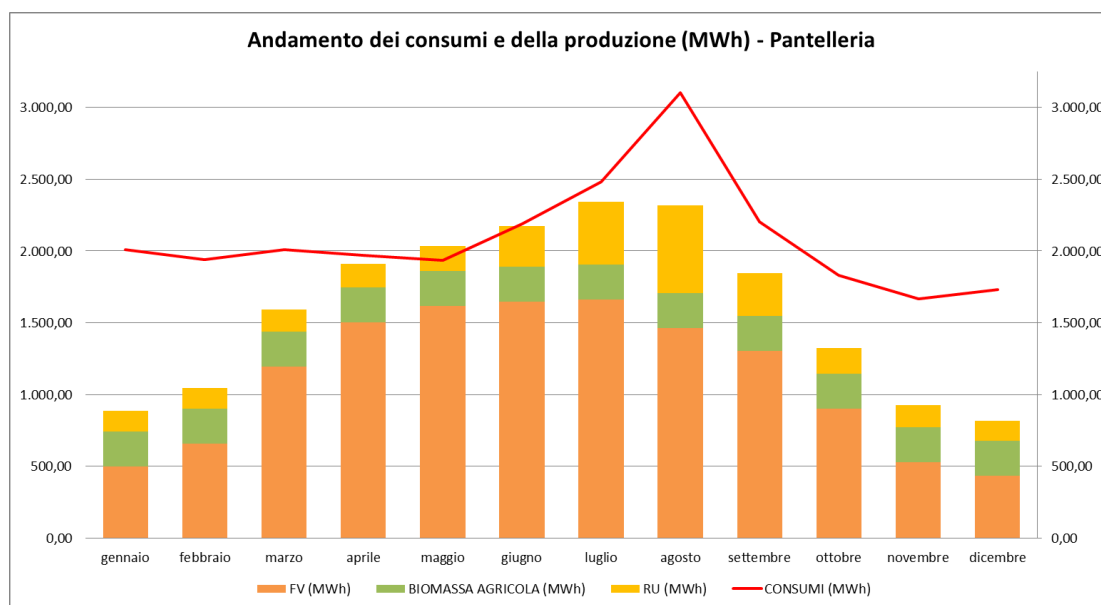


Grafico 82: Confronto tra produzione e richiesta energetica a livello mensile tenendo in considerazione i vincoli. (Fonte: Elaborazione personale).

• “Scenario 3”

Tale scenario viene riportato per validare lo studio qui condotto in particolare in relazione ai modelli di consumo individuati. Tali modelli infatti, possono rappresentare un valido strumento per definire la composizione dei consumi del territorio al mutare delle variabili che li compongono e quindi si possono creare degli scenari futuri in cui si valuta la sostenibilità energetica legata alla maggiore o minore richiesta energetica.

Nell'esempio qui svolto, si è ipotizzato di modificare le variabili di consumo legate alla popolazione residente e al turismo (arrivi e presenze turistiche) nel territorio in analisi.

I nuovi valori inseriti nel modello corrispondono alla popolazione residente all'anno 2018 definita dall'ISTAT e alla variazione di arrivi e presenze turistiche tra l'anno 2011 (anno base di studio dei consumi come da PAES) e l'anno 2018. Questi ultimi dati sono stati calcolati a partire dalla variazione

percentuale di arrivi e presenze tra i due anni di riferimento e successivamente i valori noti sono stati incrementati in base a tale valore assoluto e pari a +18% per gli arrivi e +14% per le presenze.

Di seguito vengono riportati i nuovi valori inseriti nei modelli presentati nel sotto capitolo “4.5”.

	Popolazione	Arrivi	Presenze	pop+ar	pop+pres
Gennaio	7759	395	1.096	8154	8.855
Febbraio	7739	475	1.152	8214	8.891
Marzo	7713	537	1.907	8250	9.620
Aprile	7701	776	2.319	8477	10.020
Maggio	7701	930	3.267	8631	10.968
Giugno	7695	2224	10.585	9919	18.280
Luglio	7701	3917	21.105	11618	28.806
Agosto	7686	5326	32.789	13012	40.475
Settembre	7703	1940	11.594	9643	19.297
Ottobre	7701	584	3.382	8285	11.083
Novembre	7703	408	2.021	8111	9.724
Dicembre	7715	260	869	7975	8.584

Tabella 63: Nuovi valori delle variabili inserite nei modelli si consumo. (Fonte: Elaborazione personale).

Modificando tali variabili e mantenendo le costanti non dimensionate individuate nel modello, è stato possibile definire tali nuovi valori di consumo mensile per un totale di 25.893 MWh, circa 800 MWh in più rispetto ai consumi del PAES considerati.

(MWh)	Residenziale	Ill. pubblica	Edilizia pubblica	Aberghiero	Ristorazione	Dissalatore
Gennaio	1039,70	101,23	20,33	15,17	74,41	741,33
Febbraio	1068,07	86,16	19,85	12,46	75,19	657,21
Marzo	1033,84	83,60	17,90	37,60	76,10	743,10
Aprile	951,47	70,23	13,80	55,11	77,58	735,56
Maggio	842,03	61,42	15,09	90,69	80,07	777,62
Giugno	1003,97	55,73	16,41	275,20	99,30	750,59
Luglio	1245,57	54,44	20,19	481,99	115,55	815,24
Agosto	1511,00	65,97	25,03	717,78	134,92	857,73
Settembre	1026,70	77,63	20,90	300,68	102,00	750,32
Ottobre	844,60	89,57	20,10	93,59	80,36	777,59
Novembre	848,71	95,82	20,86	55,68	77,07	746,61
Dicembre	987,42	103,22	21,35	13,32	73,48	745,66

Tabella 64: Consumi ipotizzati nello “Scenario 3” (Fonte: Elaborazione personale).

Il grafico seguente pone in relazione i nuovi consumi con la producibilità elettrica sostenibile ipotizzata nello “scenario 1” ovvero con tutte le FER disponibili.

A differenza dello scenario precedente, valutando un aumento dei consumi (che potremmo definire aggiornato attraverso dati più recenti di popolazione e turismo), si nota come la produzione ipotizzata è sufficiente a garantire la sostenibilità energetica in ogni mese dell’anno tranne ad agosto in cui vi è un deficit di circa 30 MWh.

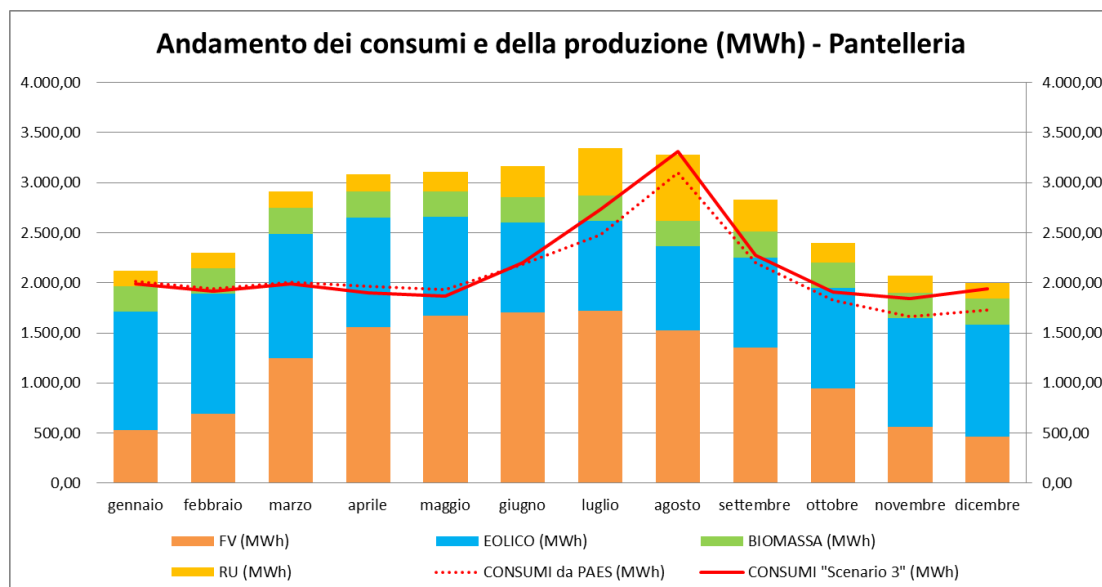


Grafico 83: Confronto tra produzione e richiesta energetica a livello mensile. (Fonte: Elaborazione personale).

5.2 – Scenari isole Egadi

• “Scenario 1”

La produzione elettrica da FV attualmente installata è in grado di ricoprire appena il 2,29% circa del fabbisogno delle isole Egadi, costituenti il Comune di Favignana.

Nonostante il territorio comunale risenta di una forte vocazione turistica (di molto maggiore rispetto all'isola di Pantelleria), i consumi elettrici registrati attraverso il PAES comunale non sono elevatissimi e pari a 15.042 MWh.

La seguente tabella mette in relazione i modelli di produzione e producibilità indicando, per singola tecnologia energetica, il totale dei MWh producibili. Come è possibile osservare, la producibilità potenzialmente installabile permetterebbe all'intero arcipelago di soddisfare il fabbisogno di abitanti e turisti durante l'anno.

Tecnologia/FER	Energia elettrica producibile (MWh)	FER già installate (MWh)	TOT. (MWh)
FV	26.972,61	344,54	27.317,15
EOLICO	6.390,00		6.390,00
BIOMASSA	2.046,96		2.046,96
RU	5.940,00		5.940,00
TOT.	41.349,57	344,54	41.694,11

Tabella 65: Producibilità e produzione delle tecnologie in considerazione nello studio senza la limitazione dei vincoli (Fonte: Elaborazione personale).

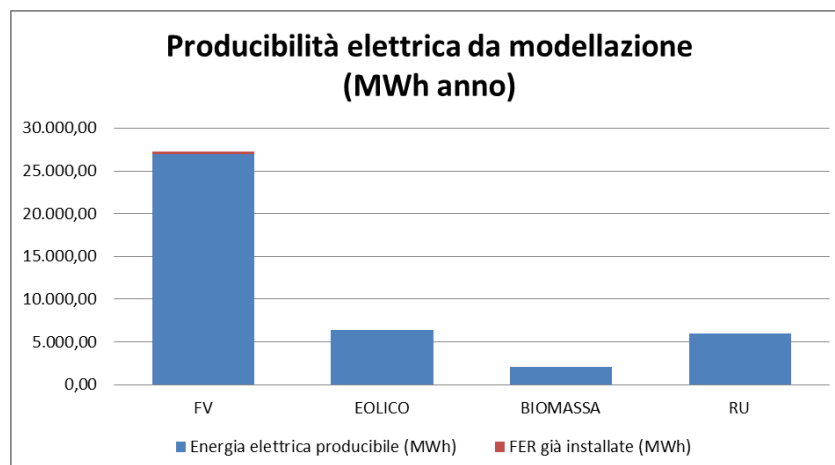


Grafico 84: La producibilità elettrica definita da modello di producibilità senza la limitazione dei vincoli.

(Fonte: Elaborazione personale).

Osservando il grafico soprastante, la **tecnologia fotovoltaica** è quella che determina la producibilità maggiore e questo grazie al forte irraggiamento solare sull'isola e alla distinta qualità, rispetto al caso studio di Pantelleria, dell' "edificato" su cui effettuare l'elaborazione e quindi di una banca dati migliore. La produzione che tale tecnologia permetterebbe di raggiungere è di circa 26.972 MWh che, sommata alla produzione già esistente, arriverebbe ad un totale di 27.317 MWh di energia elettrica prodotta pari al 65% dell'intera produzione. A livello annuale, la sola produzione fotovoltaica definita nel modello di producibilità permetterebbe di soddisfare l'intero fabbisogno ed anche di più.

Per quanto riguarda invece la **tecnologia eolica**, la produzione risulta di molto inferiore al fotovoltaico. Nell'ipotesi definita, ovvero di installare un aerogeneratore nella sola isola di Favignana, la producibilità eolica contribuisce per circa il 15% all'intera producibilità e riesce a soddisfare da sola circa il 42% il fabbisogno energetico.

Occorre evidenziare anche in questa sede che l'aerogeneratore installato non è l'unico a poter essere installato e che anche qui vi è la possibilità di posizionare delle tecnologie mini eoliche che sarebbero ottimali nelle due realtà di Marettimo e Levanzo garantendo un'ottima resa, un impatto paesaggistico quasi nullo e una grande versatilità in territori poco propensi ad accogliere impianti di grande taglia.

Come già indicato, anche il calcolo della producibilità eolica risulta sottostimato a causa dell'impossibilità di processare la medesima elaborazione anche nei centri abitati attraverso la supposizione di impianti di mini eolico.

Il valore di producibilità della **biomassa** risulta il minore tra tutti a causa della poca presenza di materia prima; rappresenta circa il 4,9% della produzione totale ed è utile a soddisfare il fabbisogno per circa il 13%.

Per quanto riguarda invece la termovalorizzazione dei **rifiuti urbani**, questa fonte energetica compone per il 14% la producibilità ipotizzata e soddisfa da sola il 33% dei fabbisogni annuali del Comune di Favignana.

Ribadendo sempre i concetti espressi per Pantelleria, entrambe queste tipologie necessitano di impianti di notevoli dimensioni che risultano di difficile individuazione a causa della vicinanza dei centri abitati e della morfologia dell'isola.

Viene di seguito riportato un grafico utile a intuire la copertura del fabbisogno a livello mensile e quale sia il mix tecnologico che nei diversi mesi soddisfa meglio la necessità di energia. I valori riportati sono quelli relativi alla produzione attuale e alla producibilità messi insieme.

In tutti i mesi viene soddisfatto il fabbisogno di energia richiesta. La tecnologia fotovoltaica è quella che risponde meglio nei diversi mesi dell'anno permettendo da sola di soddisfare il fabbisogno in tutti i mesi. Il mix energetico ed i modelli ipotizzati funzionano quindi molto bene e permettono di avere una copertura costante a livello mensile dei fabbisogni. In questo caso, le restanti tecnologie rinnovabili possono sopperire al deficit energetico nel momento in cui si verifica una richiesta e non vi è produzione da fotovoltaico, come ad esempio le ore serali e notturne.

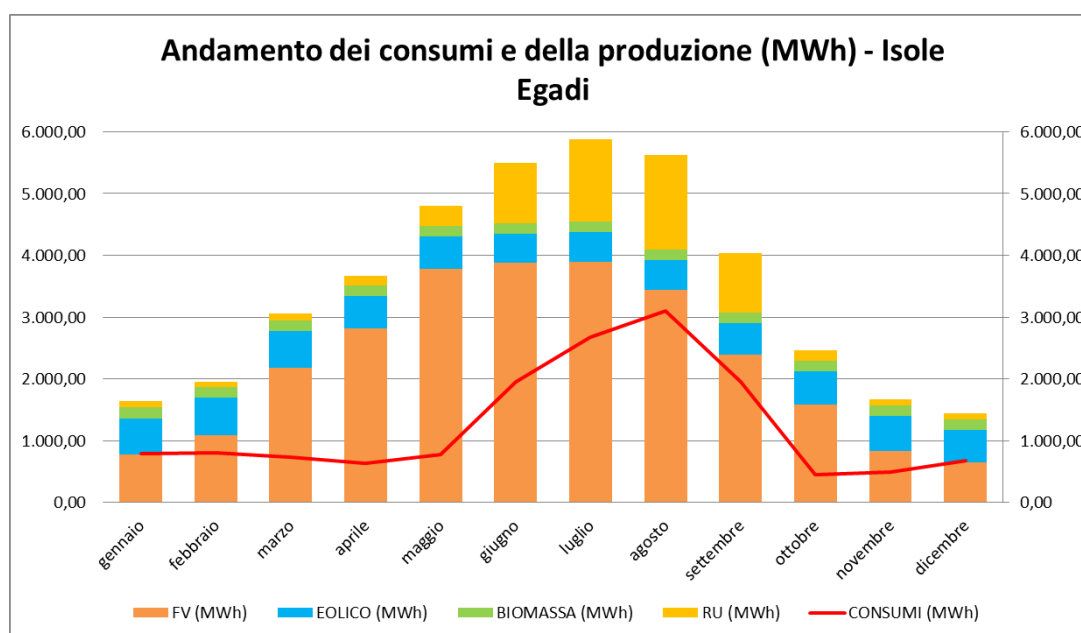


Grafico 85: Confronto tra produzione e richiesta energetica a livello mensile. (Fonte: Elaborazione personale).

- **“Scenario 2”**

Passando all'osservazione dei vincoli che limitano la produzione da fonti energetiche rinnovabili, è opportuno considerare che nonostante vi siano delle limitazioni, il fabbisogno risulta comunque completamente soddisfatto dalla modellazione eseguita.

La tecnologia fotovoltaica non risentirebbe di particolari restrizioni se collocata sui tetti degli edifici consoni e che in realtà potrebbe essere molto più grande rispetto al calcolo qui riportato.

La produzione energetica da fonte eolica, quella da biomassa forestale e quella legata alla produzione da rifiuti urbani invece, risulta molto limitata nella sua applicazione sul territorio.

Sul territorio sono presenti una serie di vincoli ambientali e naturalistici, come ad esempio l'IBA, che rendono impossibile l'applicazione di aerogeneratori.

Lo sfruttamento dei rifiuti invece, come già detto in precedenza, permetterebbe di produrre una buona quantità di energia e vantaggi economici, ma i vincoli esistenti rendono difficile l'individuazione di un luogo adatto ad accogliere tale centrale, sia dal punto di vista normativo che paesaggistico e naturalistico.

Alla luce di queste considerazioni, la situazione energetica reale delle isole Egadi risulta essere quella riportata nei grafici a seguire: una produzione fotovoltaica invariata che riesce a soddisfare appieno i bisogni del territorio ed un mix tecnologico composto dalla poco rilevante biomassa forestale ed agricola e dai rifiuti, sempre ipotizzando di riuscire a trovare un luogo adatto alla collocazione di entrambe le centrali.

Il totale della produzione risulterebbe pari a 35.304 MWh/anno composti per il 77% da fotovoltaico, 5,7% da biomassa agricola e circa il 16,8% da trattamento di rifiuti. Anche in questo caso la copertura da FER sarebbe pari al 100%.

Tecnologia/FER	Energia elettrica producibile (MWh)	FER già installate (MWh)	TOT. (MWh)
FV	26.972,61	344,54	27.317,15
EOLICO			
BIOMASSA	2.046,96		2.046,96
RU	5.940,00		5.940,00
TOT.	34.959,57	344,54	35.304,11

*Tabella 66: Producibilità e produzione delle tecnologie in considerazione nello studio con la limitazione dei vincoli
(Fonte: Elaborazione personale).*

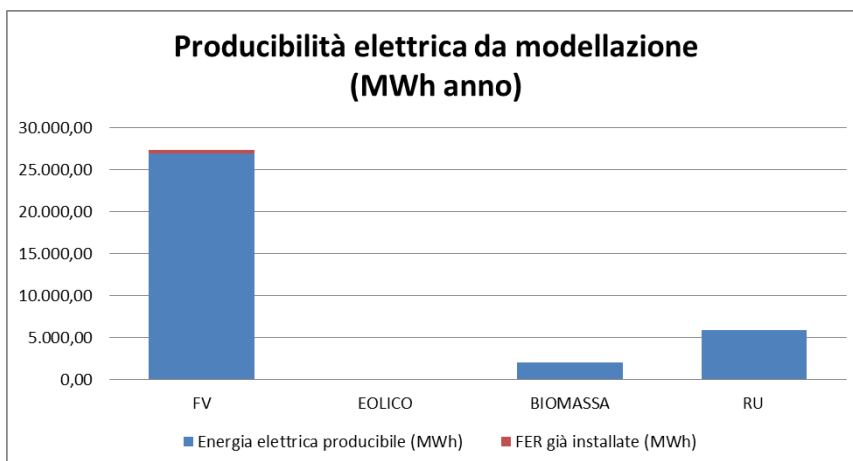


Grafico 86: La produttività elettrica definita con la limitazione dei vincoli. (Fonte: Elaborazione personale).

Nonostante l'impossibilità di installare potenza eolica di media-grande taglia, la produzione da FER considerate riesce a soddisfare il fabbisogno energetico per ogni mese dell'anno.

Se si ipotizzasse di non poter installare né l'impianto a biomassa legnosa né quello per il trattamento dei rifiuti, la produzione da fotovoltaico definita nella presente analisi riuscirebbe comunque a soddisfare il fabbisogno nei diversi mesi, con un leggero deficit nei mesi di gennaio e dicembre dell'ordine di 314 e 296 MWh.

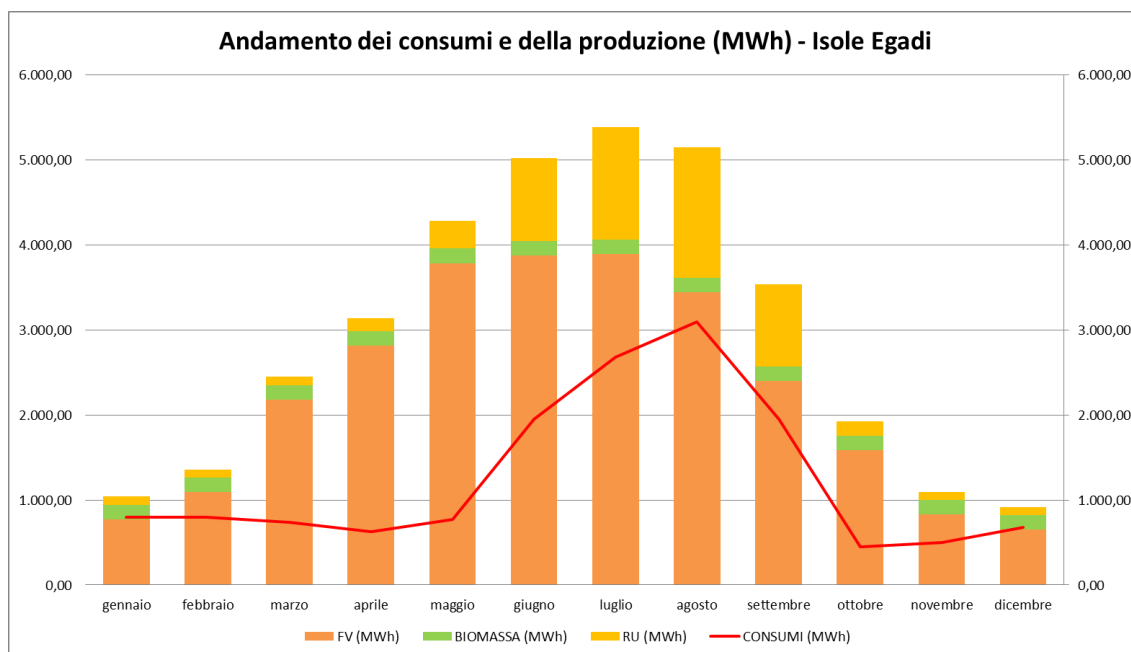


Grafico 87: Confronto tra produzione e richiesta energetica a livello mensile tenendo in considerazione i vincoli. (Fonte: Elaborazione personale).

- **“Scenario 3”**

Nello stesso modo definito nello “scenario 3” dell’isola di Pantelleria, sono state modificate le variabili di popolazione, presenza e turismo relative al Comune di Favignana e quindi relativi all’arcipelago delle isole Egadi.

Secondo i dati raccolti ed elaborati, i nuovi valori inseriti sono quelli riportati nella tabella sottostante.

	Popolazione	Arrivi	Presenze	pop+ar	pop+pres
Gennaio	4351	49	312	4400	4.663
Febbraio	4334	25	181	4359	4.515
Marzo	4335	214	642	4549	4.977
Aprile	4329	1091	3.118	5420	7.447
Maggio	4336	3746	12.074	8082	16.410
Giugno	4327	8969	45.369	13296	49.696
Luglio	4325	11143	63.137	15468	67.462
Agosto	4328	11727	73.679	16055	78.007
Settembre	4351	8708	44.786	13059	49.137
Ottobre	4361	1159	4.051	5520	8.412
Novembre	4355	11	24	4366	4.379
Dicembre	4340	12	16	4352	4.356

Tabella 67: Nuovi valori delle variabili inserite nei modelli si consumo. (Fonte: Elaborazione personale).

Attraverso il loro inserimento all’interno del modello e mantenendo le costanti non dimensionate individuate precedentemente, è stato possibile definire i nuovi valori di consumo mensile per un totale di 16.534 MWh, circa 1492 MWh in più rispetto ai consumi del PAES considerati.

(MWh)	Residenziale	Ill. pubblica	Edilizia pubblica	Aberghiero	Ristorazione	Dissalatore
Gennaio	293,58	71,90	14,02	44,05	46,94	333,78
Febbraio	314,47	61,64	13,45	40,48	47,11	329,02
Marzo	277,47	52,53	11,38	47,05	47,85	314,65
Aprile	238,14	37,54	7,85	71,05	56,18	241,61
Maggio	334,72	28,33	11,59	169,36	84,75	219,33
Giugno	1015,53	24,88	20,72	540,15	191,06	420,93
Luglio	1415,44	26,72	26,33	741,98	228,67	604,73
Agosto	1651,65	35,61	31,54	860,10	264,92	681,28
Settembre	1002,91	45,58	24,83	533,61	189,50	416,54
Ottobre	135,54	56,68	14,22	78,72	59,58	138,06
Novembre	146,08	66,09	14,26	35,62	46,72	196,64
Dicembre	233,71	73,51	15,04	39,13	45,99	282,02

Tabella 68: Consumi ipotizzati nello “Scenario 3” (Fonte: Elaborazione personale).

Il grafico seguente pone in relazione i nuovi consumi con la producibilità elettrica sostenibile ipotizzata nello “scenario 1” ovvero con tutte le FER disponibili.

A differenza dello scenario precedente, valutando un aumento dei consumi, si nota come la produzione da fotovoltaico non sia più sufficiente a soddisfare il fabbisogno di tutti i mesi ma, nei mesi estivi e

specialmente il mese di agosto, risulta importante avere un mix energetico che vada a soddisfare la mancanza di energia elettrica, che proprio ad agosto si attesta intorno agli 81 MWh.

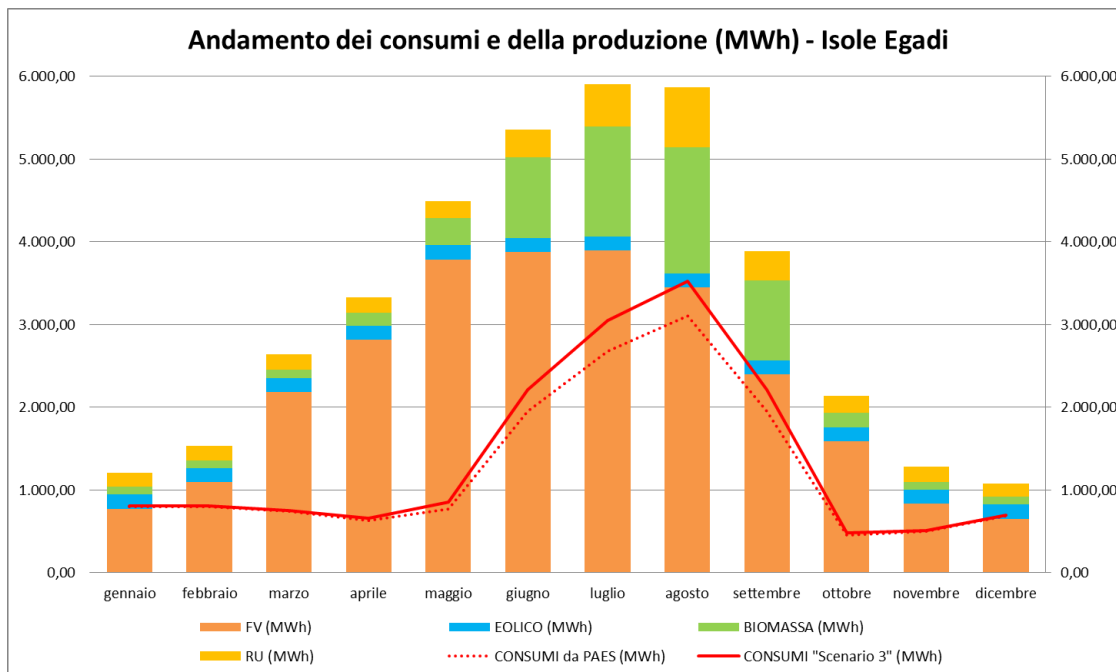


Grafico 88: Confronto tra produzione e richiesta energetica a livello mensile. (Fonte: Elaborazione personale).

“Coltivare e custodire il creato è un’indicazione di Dio data non solo all’inizio della storia, ma a ciascuno di noi; è parte del suo progetto; vuol dire far crescere il mondo con responsabilità, trasformarlo perché sia un giardino, un luogo abitabile per tutti.”

Papa Francesco

6. CONCLUSIONI

A partire dalle prime considerazione legate al tema della sostenibilità ambientale e della transizione verso nuove fonti di energia rinnovabili occorre definire che, nonostante i leader mondiali siano a conoscenza della necessità di un cambiamento e cerchino, tramite scelte politiche, normative ed economiche, di ottenerlo, siamo ancora molto lontani da tale raggiungimento.

Le analisi eseguite sulle comunità energetiche esistenti in Italia e nel mondo e sugli innovativi progetti delle Smart Islands, hanno portato a capire come sia possibile una transizione energetica dei territori verso la loro sostenibilità; si può riassumere che ogni territorio deve cercare di sfruttare il più possibile le potenzialità locali, siano esse un forte irraggiamento solare piuttosto che un'alta ventosità; il coinvolgimento della popolazione locale risulta fondamentale in numerosi casi anche solamente attraverso l'impegno a ridurre i propri consumi energetici ed infine le tecnologie di accumulo risultano essere necessarie per garantire un'offerta continua di energia anche nel momento in cui essa non può essere prodotta.

L'elaborato di Tesi si sviluppa a partire dall'analisi del potenziale di energia producibile e del fabbisogno energetico delle strutture pubbliche del Comune di Cantalupa (sede del tirocinio curricolare) al fine di integrare i dati del piano energetico della nuova "oil free zone" e dell'istituenda Comunità Energetica del Pinerolese. Tale analisi, ha permesso di definire un vero e proprio Piano Energetico del Comune nell'ottica di integrare i dati che si stanno raccogliendo in questi mesi per poter avviare la Comunità entro la fine del 2019 con le poche realtà che hanno "mappato" il loro consumi energetici.

Grazie al lavoro svolto durante il tirocinio curricolare, Cantalupa è una delle realtà che possono dire di aver concretamente maturato tale impegno verso la Comunità. Lo studio ha permesso di definire i consumi annuali relativi all'anno 2018 (e sono stati raccolti i dati degli anni 2016 e 2017) per i diversi vettori energetici (elettrico, termico/riscaldamento e trasporto locale).

Dagli studi condotti è stato possibile definire che, dal punto di vista energetico, le vallate della Comunità del Pinerolese possono essere associate alle piccole isole del Mediterraneo; entrambi i territori sono infatti sistemi ben delimitati da confini naturali non facilmente travalicabili e con una forte dipendenza dall'esterno anche se in presenza di risorse locali che, se sfruttate in modo adeguato, permetterebbero il conseguimento di una sostanziale indipendenza energetica.

I contesti isolani quindi, proprio per le caratteristiche descritte, rappresentano un modello ideale di territorio in cui avviare la transizione energetica verso le fonti rinnovabili; in questi contesti il modello energetico rinnovabile deve funzionare perfettamente e sopperire al 100% del fabbisogno della

popolazione per tutto l'anno, o si rischia di incombere in un blocco di tutte le attività dell'isola, rendendola invivibile.

L'oggetto principale della tesi è stato quindi la creazione di **modelli per la transizione energetica** dei territori che, attraverso la definizione del consumo, della produzione e della producibilità di energia, possano essere **uno strumento decisionale utile alle amministrazioni locali per effettuare scelte energetiche consapevoli al fine di raggiungere l'obiettivo della transizione energetica**.

Per quanto riguarda i modelli di consumo, occorre sottolineare la scarsità di informazioni e dati esistenti a riguardo o meglio, la difficoltà a reperirli. La base dati deve essere almeno a livello mensile così da poter definire la variazione di richiesta energetica nei diversi mesi dell'anno.

Tra tutte le isole minori italiane infatti, l'unica che presenta tale tipo di informazione è l'isola di Pantelleria che, all'interno del PAES comunale, definisce i consumi per vettore (elettrico, GPL, benzina e gasolio) suddivisi nei diversi settori (residenziale, terziario, attività produttive...) a livello mensile. A partire da questi dati reali di consumo si è definito il modello che successivamente è stato validato attraverso l'applicazione sui dati annuali suddivisi per settore e relativi al Comune di Favignana.

All'interno dei modelli di producibilità si è definita l'energia ottenibile attraverso tutte le fonti rinnovabili teoricamente o praticamente sfruttabili supponendo, specie per la producibilità eolica, delle applicazioni sui territori in oggetto definendo la produzione elettrica per ciascuna tecnologia considerata.

Nel valutare le fonti energetiche rinnovabili che meglio si adattano a tali contesti, si può dire che esse sono senza dubbio il fotovoltaico e l'eolico che permettono l'uno di essere integrato alle strutture già esistenti garantendo un consumo di suolo pari a zero ed una resa massima sia dal punto di vista energetico (grazie all'alto valore di irraggiamento solare) sia dal punto di vista economico in quanto l'elevato rendimento compensa le spese che si hanno per l'installazione; mentre l'altro, l'eolico, permette di avere un'enorme produzione di energia con un consumo di suolo basso ed un rapporto investimento-rendimento ottimale grazie alle ideali caratteristiche di ventosità dei territori oggetto di studio.

Per quanto riguarda le fonti energetiche da biomassa forestale ed agricole e dai rifiuti, esse permettono di avere una produzione elettrica inferiore rispetto alle due tecnologie precedentemente citate e, il loro impiego, necessiterebbe di luoghi adatti all'installazione di centrali a biomasse e termovalorizzatori impattando notevolmente sui paesaggi dell'isola. Occorre sottolineare che queste ultime due tecnologie sono in grado di produrre anche energia termica attraverso la combustione ma tale energia non è stata

presa in considerazione all'interno di questa tesi in quanto si è scelto di incentrarsi esclusivamente sulla produzione di energia elettrica.

Alla luce delle analisi e dei modelli eseguiti, è possibile definire che i territori non sono attualmente sostenibili; la produzione da FER risulta attualmente pari all'1,6% dei consumi per l'isola di Pantelleria e al 2,29% dei consumi per il Comune di Favignana.

La producibilità ipotizzata permetterebbe di definire una sostenibilità pari al 100% in ogni mese dell'anno in entrambi i territori ma, a causa dell'imposizione di vincoli, tale sostenibilità risulta pari a circa il 79% del fabbisogno per l'isola di Pantelleria mentre nel caso particolare delle isole Egadi, grazie ai bassi consumi e all'alta produzione derivante dal fotovoltaico, le isole continuerebbero ad essere 100% sostenibili ma il mix energetico si annullerebbe.

Si può quindi affermare che risulta impossibile rispettare simultaneamente gli obiettivi vincolistici e quelli di policy energetica in quanto, in alcuni casi, appaiono tra loro totalmente incompatibili, specialmente nel caso dell'eolico in cui la producibilità potrebbe essere elevatissima ma, in particolare il vincolo legato alle Important Bird Area, la annulla completamente.

Alla luce di quanto detto è possibile fare le seguenti considerazioni:

- In primo luogo occorre che non sia solo la Pubblica Amministrazione locale a operare in vista del raggiungimento dell'emancipazione dalle fonti fossili installando impianti di aerogenerazione o fotovoltaico sulle strutture pubbliche, ma bisogna che anche i privati cittadini, consapevoli dei vantaggi sia economici che di salute ed ambientali, abbiano la **volontà** di operare verso questo obiettivo.
- Proprio a livello del singolo cittadino, si possono fare delle considerazioni importanti legate alle possibili installazioni di tecnologie minori; i singoli cittadini potrebbero diventare protagonisti della transizione integrando, sempre con la massima attenzione all'insieme paesaggistico, impianti di microeolico e fotovoltaico su tettoie e pergole, entrambe escluse nel calcolo del modello di producibilità qui proposto.

Secondo quanto indicato dai PAES, *“la tecnologia del mini eolico può trovare interessanti applicazioni a livello rurale, a servizio di aziende agricole e agro-alimentari, in alternativa ad eventuali impianti fotovoltaici. Come per il fotovoltaico, la connessione alla rete può avvenire in modalità di scambio sul posto”* mentre molto spesso, nelle proprietà private in cui l'abitazione principale non è consona ad ospitare tali tecnologie (è questo il caso dei Dammusi), sono presenti piccole tettoie che possono ospitare piccoli impianti.

- In secondo luogo occorre migliorare la disponibilità e l'aggiornamento dei dati di input, specialmente per quanto riguarda i consumi odierni di energia elettrica definiti dal PAES, i dati relativi alla popolazione residente sull'isola e anche le informazioni relative al censimento delle abitazioni per avere valori sempre più aggiornati e dettagliati su cui operare mediante scenari.
- Sulla base delle esperienze in atto in altre isole europee e nel mondo, occorre pensare ad un sistema di accumulo che garantisca la costante presenza di energia come nel caso dell'isola di Tilos o di El Hierro, viste in precedenza.
- Dalle informazioni e dalla modellazione si è potuto capire come sia importante poter trarre energia anche dai rifiuti e dalla biomassa ma l'aspetto più applicativo di questa trasformazione da materia ad energia, e quindi la concreta realizzazione di impianti idonei allo smaltimento, risulta molto complessa a causa dei numerosi vincoli tecnici-ambientali-paesaggistici. Allo stesso modo anche per l'eolico l'applicazione risulta difficile e più volte, nel corso degli ultimi anni, diverse ipotesi sono state bocciate dalla Regione Sicilia più per aspetti preventivi che per veri e propri vincoli (SIC, ZPS, IBA).

Occorre quindi che tutti i soggetti interessati (Ministero, Regione, Provincia, Comune, Soprintendenza, Parco) e veramente volenterosi di raggiungere il risultato prefissato di sostenibilità energetica, si mettano d'accordo e trovino un compromesso ragionevole tra il raggiungimento della rinnovabilità energetica e l'aspetto vincolistico dei territori, soddisfacente per tutti.

Opere di efficientamento energetico

In questa sede conclusiva, è possibile fare delle ulteriori considerazioni relative all'altro aspetto della transizione energetica citato ad inizio elaborato ovvero il risparmio energetico.

Infatti, affinché la transizione energetica avvenga in maniera più facile e veloce, occorrerà operare anche verso un efficientamento energetico che si traduca in minori consumi da parte dei diversi settori analizzati ovvero residenziale, pubblico ecc...

Vediamo ora alcuni esempi di risparmi energetici che si potrebbero ottenere attraverso la sostituzione di vecchie tecnologie con nuove atte a ridurre i singoli consumi elettrici.

- Per prima cosa occorre ridurre i consumi delle abitazioni riducendo la dispersione di calore attraverso interventi di isolamento termico come ad esempio coibentazione di solaio e pareti, sostituzione degli infissi e sostituzione degli impianti di riscaldamento che, se ben progettati, possono portare ad un risparmio fino al 40% sulle spese di riscaldamento. Il costo

dell'investimento verrà assorbito in breve tempo grazie alla riduzione del costo della bolletta. [75]

- Secondo l'ENEA, l'80% dell'energia consumata ogni anno nelle nostre case è dovuta al funzionamento degli impianti di riscaldamento e raffrescamento e per produrre acqua calda sanitaria.

I climatizzatori sono apparecchi utilizzati per raffrescare e per riscaldare gli ambienti; di solito integrano gli impianti di riscaldamento tradizionali e, in zone con inverni miti, possono anche sostituirli. Un condizionatore in classe A rispetto ad uno in classe C permette di risparmiare circa il 30% annuo sui consumi di elettricità e quindi di ridurre del 30% anche le emissioni di CO₂.

Nella tabella sottostante vengono riportati per classi di efficienza energetica i risparmi energetici e di emissioni di un condizionatore "tipo" di circa 6 kW in grado di raffreddare 40-50 m² (la dimensione media di un Dammuso di Pantelleria) utilizzato per 8 ore al giorno nei mesi estivi.

I valori sono espressi attraverso l'Indice di Efficienza Energetica (EER) utilizzato per esprimere il rendimento di condizionatori d'aria o pompe di calore nella fase di raffrescamento; più il valore dell'EER è alto e più l'unità è efficiente. [75]

Classe di efficienza energetica	Efficienza frigorifera
A	> 3,2
B	3,2 - 3,0
C	3,0 - 2,8
D	2,8 - 2,6

Tabella 69: Efficienza energetica delle classi tecnologiche di raffrescamento (Fonte: Elaborazione personale).

Ipotizzando di sostituire i vecchi impianti di raffrescamento con nuovi impianti in classe A, si otterrebbe un risparmio di circa il 18%.

- Proseguendo con l'efficientamento degli elettrodomestici, è bene scegliere il modello a più alta efficienza in cui i consumi sono molto inferiori a quelli dei vecchi modelli.

Frigorifero: Nella tabella seguente vengono riportati i valori di consumo medio annuo suddivisi per classi energetiche di frigoriferi; supponendo di sostituire le classi energetiche più datate con impianti in classe A+++, porterebbe ad un risparmio energetico del 70%.

Classe di efficienza energetica	Consumo medio annuo (kWh)
A +++	166
A ++	da 166 a 263
A +	da 263 a 344
A	da 300 a 350
B	da 350 a 400
C	da 400 a 560
D	da 563 a 625

Tabella 70: Classi energetiche relativi ai frigoriferi e relativo consumo annuo. (Fonte: Elaborazione personale dati ENEA)

Continuando a seguire tale procedura, è possibile stimare anche il risparmio relativo alla sostituzione di altri elettrodomestici così come riportati nella tabella seguente:

Elettrodomestico	Riduzione dei consumi
Congelatore	60%
Lavatrice	45%
Lavastoviglie	50%

Tabella 71: Riduzione consumi energetici. (Fonte: Elaborazione personale)

- Per quanto riguarda l'illuminazione, occorrerebbe sostituire gli attuali impianti di illuminazione con nuove tecnologie a led.

L'Unione Europea ha sancito la graduale messa al bando delle lampadine a incandescenza (per quanto riguarda la produzione) e si stima entro il 2020 un risparmio energetico equivalente al consumo di 11 milioni di famiglie all'anno e una riduzione annua delle emissioni di CO₂ di 15 milioni di tonnellate.

TIPO DI LAMPADE	EFFICIENZA LUMINOSA (lm/W)	VITA MEDIA (ore)	INDICE DI RESA CROMATICA (Ra)	TEMPERATURA DI COLORE ("K)
AD INCANDESCENZA	12	1.000	100	2.000/3.000
AD ALOGENI	12-18	1.500-2.000	100	2.900/3.000
AD ALOGENI IRC	12-25	2.000-5.000	100	2.900/3.000
FLUORESCENTI COMPATTE:				
• Non integrate	55-75	8.000-15.000	80-90	2.700/6.000
• Integrate	50-65	6.000-15.000	80-90	2.700/6.000
FLUORESCENTI TUBOLARI:				
• T5	70-120	12.000-24.000	80-90	3.000/6.500
• T8	55-120	10.000-24.000	60-90	2.700/5.000
LED	70-90	50.000-100.000	60-93	3.000/9.000

Imm. 75: Caratteristiche di efficienza di illuminazione lampade ad uso residenziale/ufficio. (Fonte: ENEA)

Ipotizzando che le attuali lampadine utilizzate hanno efficienza luminosa tra 50 e 65 Lm/W (Fluorescenti compatte Integrate) e se ne propone la sostituzione con lampade a Led con efficienza luminosa pari a 70-90 Lm/W, è possibile dire che il risparmio energetico ottenibile da tale opera di efficientamento corrisponde a circa il 38% degli attuali consumi sia residenziali che legati ad uffici e scuole.

DIRETTIVA 2008/98/CE – Considerazioni sulla “EU Waste Framework Directive” (Direttiva Quadro sui rifiuti)

La direttiva stabilisce misure volte a proteggere l'ambiente e la salute umana prevenendo o riducendo gli impatti negativi della produzione e della gestione dei rifiuti, riducendo gli impatti complessivi dell'uso delle risorse e migliorandone l'efficacia.

Viene introdotto il principio della gerarchia dei rifiuti, quale ordine di priorità della normativa e della politica in materia di prevenzione e gestione dei rifiuti e fondantesi sui seguenti punti:

- a) Prevenzione: Riduzione della produzione di rifiuti
- b) preparazione per il riutilizzo: Aumento della percentuale di raccolta differenziata
- c) riciclaggio
- d) recupero di altro tipo: Recupero di energia termica ed elettrica mediante termovalorizzatori
- e) smaltimento: Stoccaggio in discarica

La scelta di tali opzioni dovrà consistere esclusivamente nella valutazione del miglior risultato ambientale complessivo nonché della protezione delle risorse degli impatti complessivi sociali, economici, sanitari.

Secondo la direttiva, le politiche pubbliche in materia di rifiuti dovranno essere attuate dagli Stati membri attraverso l'adozione di appositi strumenti, quali i piani di gestione dei rifiuti (che comprendono un'analisi della situazione della gestione dei rifiuti esistente nell'ambito geografico interessato nonché le misure da adottare per migliorare una preparazione per il riutilizzo, un riciclaggio, un recupero e uno smaltimento dei rifiuti corretti dal punto vista ambientale) ed i programmi di prevenzione dei rifiuti, che sono integrati nei piani di gestione dei rifiuti.

Alla luce delle analisi effettuate in questo elaborato ci si sofferma a ragionare sulle priorità di prevenzione e gestione rifiuti contenute nella Direttiva 2008/98/CE in relazione ai casi studio di Pantelleria e delle isole Egadi e più precisamente sul fatto che questo elenco di azioni possa o meno essere applicato alle isole minori italiane e quale sia la situazione presente.

Per quanto riguarda l'isola di Pantelleria, come è già stato detto nel capitolo 4, la gestione dei rifiuti vanta di un servizio di raccolta differenziata porta a porta che ha permesso di evitare che i rifiuti vengano lasciati per strada migliorando l'efficienza della raccolta.

Pantelleria è, da questo punto di vista la più virtuosa delle isole minori italiane ed ha raggiunto una quota pari al 65% di raccolta differenziata partendo da poco meno del 20% nel 2014 (Pantelleria rispetta quindi la soglia minima di recupero rifiuti pari al 50% mediante raccolta differenziata e stabilita dalla Direttiva 2008/98/EC).

E' quindi possibile dire che nel caso di Pantelleria, i punti a), b) e c) dell'elenco sopra riportato, sono ampiamente raggiunti e che occorrerà procedere con la valutazione del punto d) ovvero della possibilità di sfruttare risorse energetiche da tale fonte.

Per quanto riguarda invece le isole Egadi, l'intero comune di Favignana ha, secondo il rapporto di Legambiente "Isole sostenibili" 2019, appena il 15,4% di raccolta differenziata. Si è quindi ancora molto lontani dalla soglia del 50% di recupero rifiuti sopra citata; e occorre che si prendano maggiormente ad esempio i casi delle isole minori più virtuose in questo ambito come, ad esempio, la stessa Pantelleria oppure l'isola di Capri.

Concludendo, il futuro delle isole minori è legato alla loro transizione energetica; la rapida riduzione dei costi delle nuove tecnologie green [74] potrebbe essere la chiave legata alla trasformazione del sistema energetico delle isole garantendo una molteplicità di risultati: decarbonizzare il sistema energetico isolano contribuendo a raggiungere gli obiettivi climatici, migliorare le prestazioni ambientali locali, sperimentare soluzioni innovative ed aumentare l'occupazione.

Si auspica che il tema della transizione energetica territoriale ed in particolare quello legato alla transizione delle isole minori italiane, diventi un tema rilevante per l'attenzione statale in ambito di politiche energetiche territoriali e che i leader politici del nostro Paese riescano ad agire concretamente verso questo obiettivo per il bene di tutti.

7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- [1] “Ecoscienza numero 6”; H. Bruyninckx, A. Tartaglia, F. Zuliani, 2014
- [2] “Cambiamenti climatici e biodiversità-La sfida dell’adattamento”, Lipu Onlus, 2009
- [3] “Tecnologie per la transizione energetica”, S. Cordiner; Enciclopedia Treccani; 2015
([http://www.treccani.it/enciclopedia/tecnologie-per-la-transizione-energetica_\(altro\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/tecnologie-per-la-transizione-energetica_(altro)/))
- [4] “World Energy Trilemma Index”, World Energy Council, 2018
- [5] “Gestione delle risorse energetiche nel territorio”; G.Chiesa, G. Dall'Ò; Masson; 2012
- [6] “Clima ed energia, capire per agire”; Mercalli L. e Berro D.; 2010
- [7] “Quaderno solare termico”, Enea, 2011
- [8] www.energyexpert.it
- [9] <https://giotto.casaccia.enea.it/waves>
- [10] “Geotermico”; Manzella, Trumpy, Angelone, Moia
- [11] [difesambiente.it \(http://www.difesambiente.it/uomo_ambiente/conferenze_tutela_ambientale.aspx\)](http://www.difesambiente.it/uomo_ambiente/conferenze_tutela_ambientale.aspx)
- [12] International Science Council, (<https://council.science/what-we-do/our-work-at-the-un/climate-change/history-icsu-and-climate-change>)
- [13] [quifinanza.it, \(https://quifinanza.it/green/protocollo-di-kyoto-paesi-aderenti/190533/\)](https://quifinanza.it/green/protocollo-di-kyoto-paesi-aderenti/190533/)
- [14] <http://www.ilsoleovunque.it/energia-ambiente-e-democrazia/il-protocollo-di-kyoto-ed-i-programmi-europei.html>
- [15] <http://www.rinnovabili.it/ambiente/cop-sui-cambiamenti-climatici-la-storia-666/>
- [16] <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/dossier/conferenza-nazioni-unite-clima-copenhagen.html>
- [17] [Internazionale.it, \(https://www.internazionale.it/notizie/2015/12/13/cosa-prevede-l-accordo-sul-clima-approvato-dalla-conferenza-dell-onu-a-parigi\)](https://www.internazionale.it/notizie/2015/12/13/cosa-prevede-l-accordo-sul-clima-approvato-dalla-conferenza-dell-onu-a-parigi)
- [18] <http://focus.formez.it/content/europa-2020-strategia-crescita-intelligente-sostenibile-e-inclusiva-0>

- [19] <http://www.energiaenergetica.enea.it/pubblica-amministrazione/documentazione-1/direttive-europee>
- [20] <http://www.scienzaegoverno.org/article/l%E2%80%99unione-europea-promuove-la-nascita-delle-comunit%C3%A0-energetiche>
- [21] https://www.camera.it/temiap/documentazione/temi/pdf/1144175.pdf?_1561103606989
- [22] Camera dei Deputati, Servizio studi, XVIII Legislatura, 15 luglio 2019
- [23] Legge 28 dicembre 2015, n. 221
- [24] Legge regionale 3 agosto 2018, n. 12
- [25] DM Isole Minori del 14/02/2017
- [26] Decreto Direttoriale n. 340 del 14/07/2017
- [27] UNIEM, Unione Nazionale Imprese Elettriche Minori (www.UNIEM.it)
- [28] “Territori ad alta energia, governo del territorio e pianificazione energetica sostenibile: metodi ed esperienze”; Fagarazzi A., Fanfani D.; Firenze University Press; 2012
- [29] “La pianificazione eco- energetica del territorio”; C. Ratto; Franco Muzzio Editore; 1986
- [30] “Città ed energia : la valenza energetica dell'organizzazione insediativa”; P. De Pascali; FrancoAngeli Editore; 2008
- [31] “Energy Transition: Missed Opportunities and Emerging Challenges for Landscape Planning and Designing”; Renée M. de Waal and Sven Stremke; Landscape Architecture Group, Wageningen University; 2014
- [32] “Cultures of Community Energy, International case studies”; Dr Neil Simcock, Rebecca Willis and Peter Capener in association with Lancaster Environment Centre – Lancaster University; British academy; 2016
- [33] “Case study of the energy transition: Pueblo, Colorado”; Lucas S. Furtadoa, Morgan Baziliana, Christopher Markusonb

- [34] “Dossier isole sostenibili, osservatorio sulle isole minori, Energia | Economia Circolare | Acqua | Mobilità, Le sfide per le isole minori italiane e le buone pratiche dal mondo” Prima edizione; Legambiente Italia; 2019
- [35] “Dossier isole 100% rinnovabili, come 20 isole nel mondo sono in transizione verso uno scenario al 100% rinnovabile e la situazione nelle isole minori italiane”; Legambiente Italia, 2016
- [36] “Isola di Pantelleria verso 100% rinnovabile, scenari per nuovi paesaggi dell'energia”; D. Moderini, G. Selano; Architettura, energia, paesaggio; Legambiente; 2019
- [37] <https://www.lifegate.it/persone/stile-di-vita/tilos-isola-mediterraneo-rinnovabile>
- [38] <http://www.urbanpower.dk/holmene.html>
- [39] “Successful’ low-carbon energy transitions at the community level? An energyjustice perspective”; Luis Mundaca, Henner Busch, Sophie Schwera
- [40] “Renewable Energy Communities, A Policy Brief from the Policy Learning Platform on Low-carbon economy”; Interreg Europe, 2018
- [41] “Dossier isole sostenibili, osservatorio sulle isole minori, seconda edizione”; Legambiente Italia, 2018
- [42] www.quotidianopiemontese.it
- [43] www.Comuniitaliani.it
- [44] www.Comune.Cantalupa.to.it
- [45] www.Lucegas.it
- [46] Tesi: “Studio di fattibilità della comunità energetica di Pinerolo”, Scardino G., Politecnico di Torino, 2018
- [47] Tesi: “Analisi dei consumi energetici in amministrazioni pubbliche: metodologia e caso studio”; F. Zanon; 2019
- [48] www.arpa.piemonte.it/dati-ambientali/dati-meteoidrografici-giornalieri-richiesta-automatica
- [49] Enerpoint.it
- [50] www.e-distribuzione.it

- [51] <https://www.infobuild.it/approfondimenti/gis-cose-e-a-cosa-serve/>
- [52] <http://www.smartisland.eu>
- [53] PAES Comune di Pantelleria, 2015
- [54] PAES Comune di Favignana, 2015
- [55] www.istat.it
- [56] www.economia.finanzeonline.it
- [57] dati Movimento Turistico Regione Sicilia
(http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR_PORTALE/PIR_LaStrutturaRegionale/PIR_TurismoSportSpettacolo/PIR_Turismo/PIR_Areetematiche/PIR_Linkutili/PIR_7338501.618136477)
- [58] <https://www.ilpapaverorossoweb.it>
- [59] www.Lipu.it
- [60] www.sitr.regione.sicilia.it
- [61] www.lavoripubblici.it
- [62] <http://atlanteeolico.rse-web.it/>
- [63] Rapporto Statistico “Energia da fonti rinnovabili in Italia”, GSE, 2016
- [64] Rapporto Statistico Solare Fotovoltaico “il solare fotovoltaico in Italia, stato di sviluppo e trend del settore”, GSE, 2018
- [65] https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti_Internet.html
- [66] https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/it/tools.html
- [67] Tesi: “Sistemi e modelli innovativi per una gestione idro-energetica integrata e sostenibile: le isole minori e le reti isolate”, Peretto Maurizio, Politecnico di Torino, 2014.
- [68] <https://www.lifegate.it/imprese/news/energia-del-vento-dieci-miti-da-sfatare>
- [69] Tesi: “Analisi dell’efficienza e delle prestazioni elettriche delle turbine eoliche”, Mozzato A. Università degli studi di Padova, 2010

[70] “L’energia eolica”, Prof. Ing. Alberto Traverso, Università di Genova, 2013.

[71] Tesi: “Valutazione dell’energia elettrica producibile da biomassa agricola e forestale in Piemonte con software GIS”, Alberico A, Politecnico di Torino

[72] <http://www.lamoro.it/pdf/Scheda-tecnica-PRONATURA.pdf>

[73] H. L. Erichsen, M. Z. Hauschild: Technical data for waste incineration - background formodelling of product-specific emissions in a life cycle assessment context, Department of Manufacturing Engineering, Technical University of Denmark, aprile 2000.

[74] “100% rinnovabili: Un nuovo futuro per le piccole isole”, Greenpeace, 2015

[75] <http://www.efficienzaenergetica.enea.it>

8. ALLEGATI

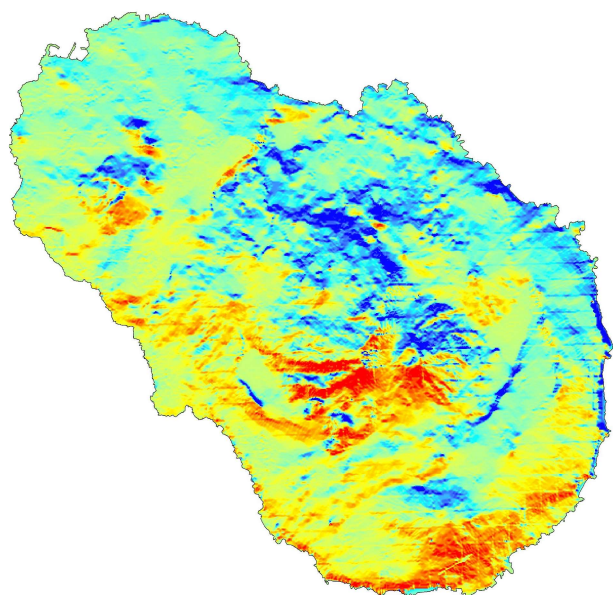
Isola di Pantelleria

- Radiazione solare mensile
- Energia producibile da fotovoltaico
- Velocità media del vento (25, 50, 75, 100 m)
- Producibilità annua da fonte eolica (25, 50, 75, 100 m)

Isole Egadi

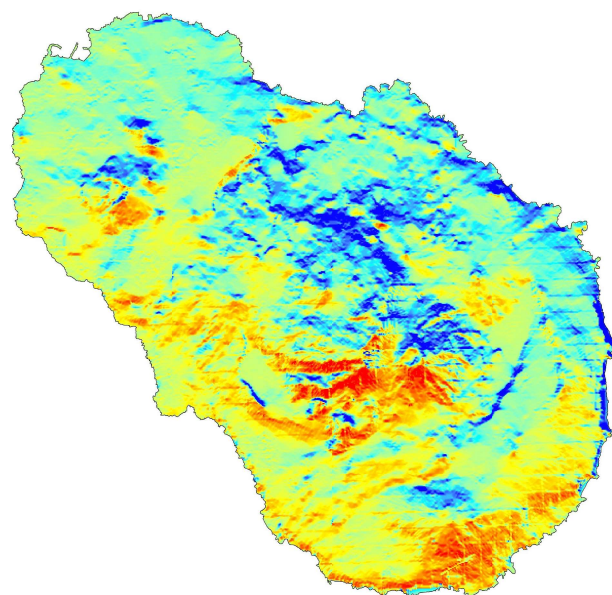
- Radiazione solare mensile
- Energia producibile da fotovoltaico
- Velocità media del vento (25, 50, 75, 100 m)
- Producibilità annua da fonte eolica (25, 50, 75, 100 m)

Radiazione solare Isola di Pantelleria - Mese di gennaio



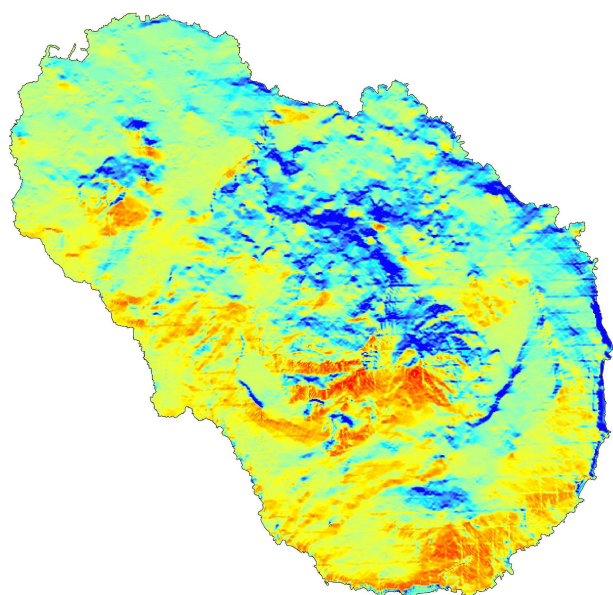
Legenda
Radiazione solare gennaio
Wh/mq
High : 122093
Low : 16371,9

Radiazione solare Isola di Pantelleria - Mese di febbraio



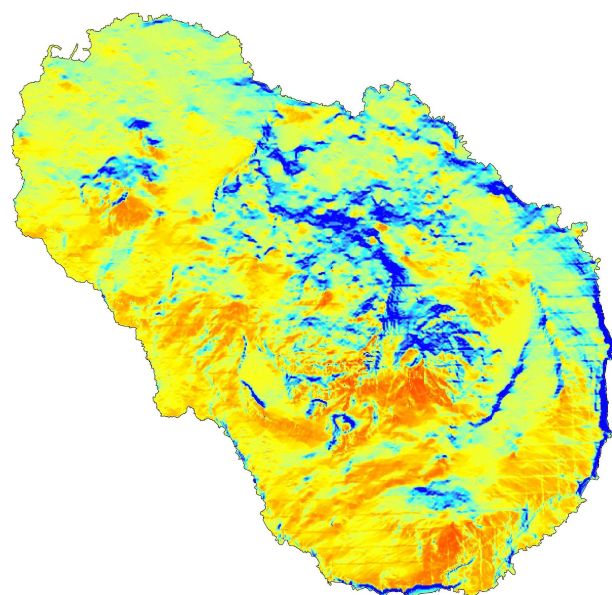
Legenda
Radiazione solare febbraio
Wh/mq
High : 143908
Low : 20728,7

Radiazione solare Isola di Pantelleria - Mese di marzo



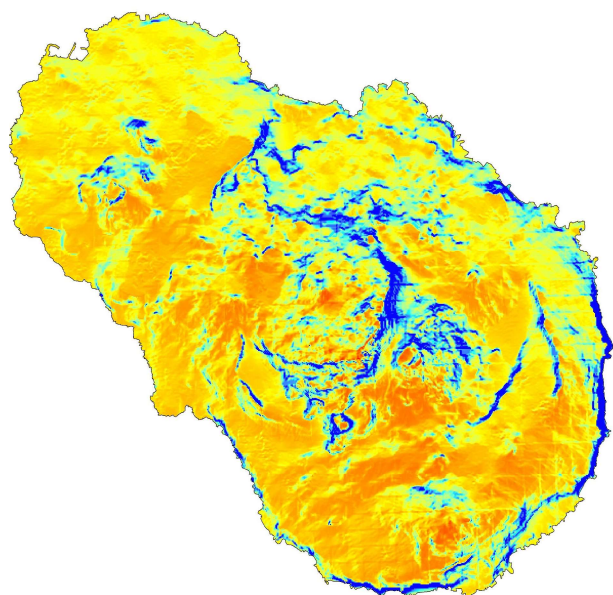
Legenda
Radiazione solare marzo
Wh/mq
High : 231611
Low : 30768,7

Radiazione solare Isola di Pantelleria - Mese di aprile



Legenda
Radiazione solare aprile
Wh/mq
High : 259534
Low : 58470

Radiazione solare Isola di Pantelleria - Mese di maggio



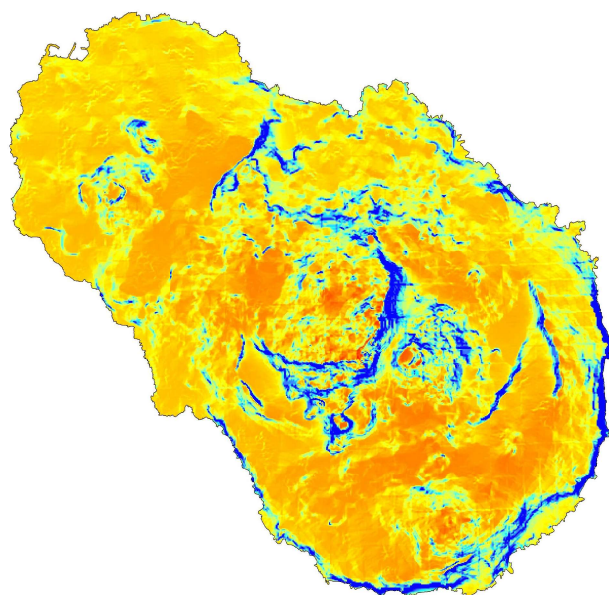
Legenda

Radiazione solare maggio

Wh/mq
High : 266105
Low : 77468,6

0 1 2 4 Km

Radiazione solare Isola di Pantelleria - Mese di giugno



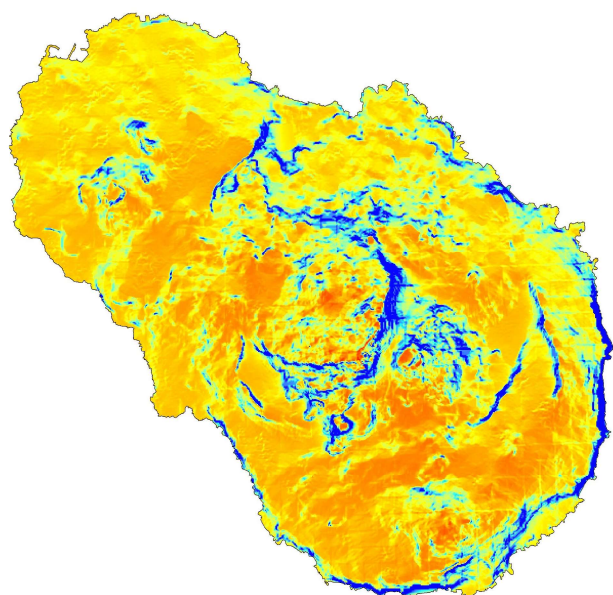
Legenda

Radiazione solare giugno

Wh/mq
High : 268725
Low : 62803,6

0 1 2 4 Km

Radiazione solare Isola di Pantelleria - Mese di luglio



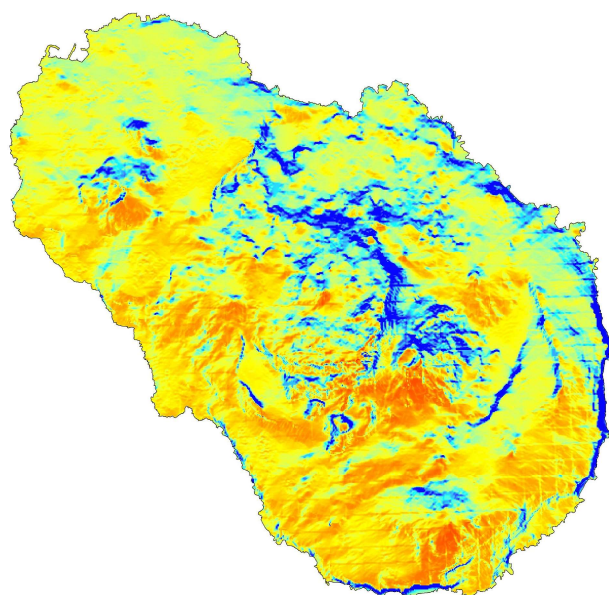
Legenda

Radiazione solare luglio

Wh/mq
High : 271398
Low : 72639,6

0 1 2 4 Km

Radiazione solare Isola di Pantelleria - Mese di agosto



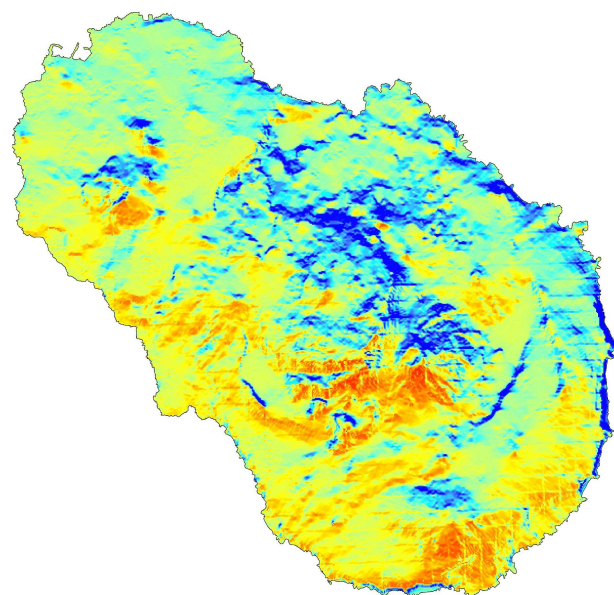
Legenda

Radiazione solare agosto

Wh/mq
High : 249404
Low : 60929,9

0 1 2 4 Km

Radiazione solare Isola di Pantelleria - Mese di settembre



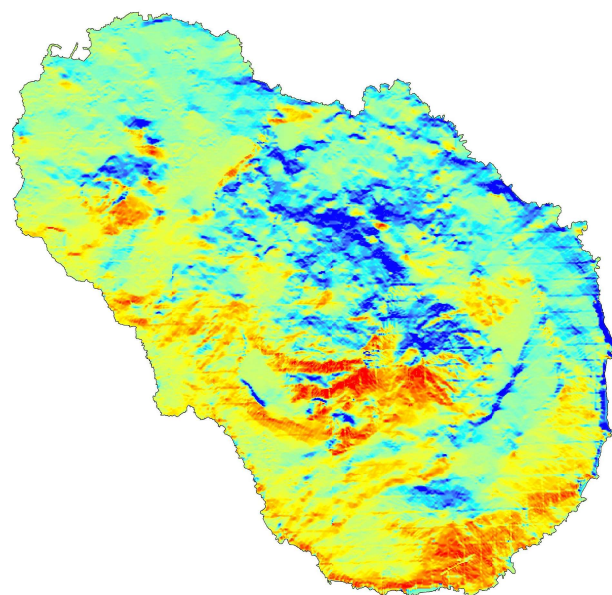
Legenda

Radiazione solare settembre

Wh/mq
High : 241568
Low : 33590,4



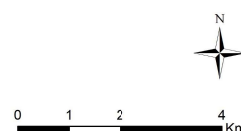
Radiazione solare Isola di Pantelleria - Mese di ottobre



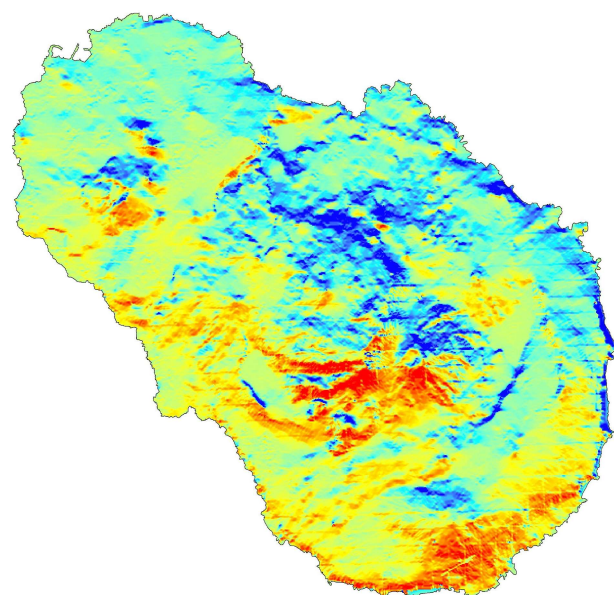
Legenda

Radiazione solare ottobre

Wh/mq
High : 195848
Low : 25474



Radiazione solare Isola di Pantelleria - Mese di novembre



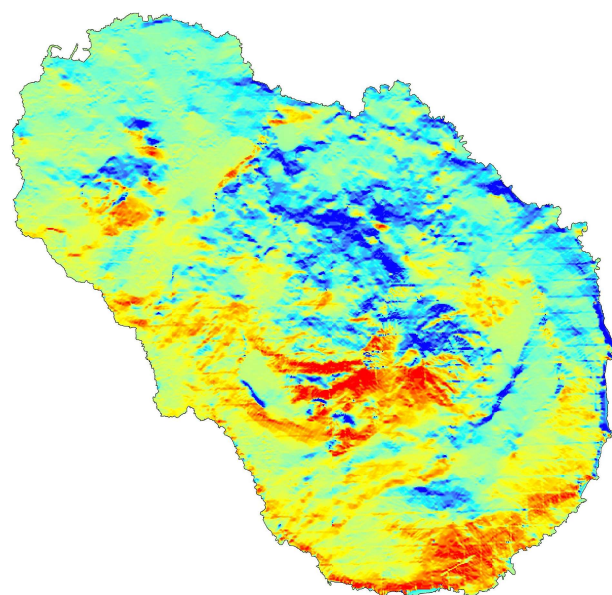
Legenda

Radiazione solare novembre

Wh/mq
High : 125449
Low : 16937,8



Radiazione solare Isola di Pantelleria - Mese di dicembre

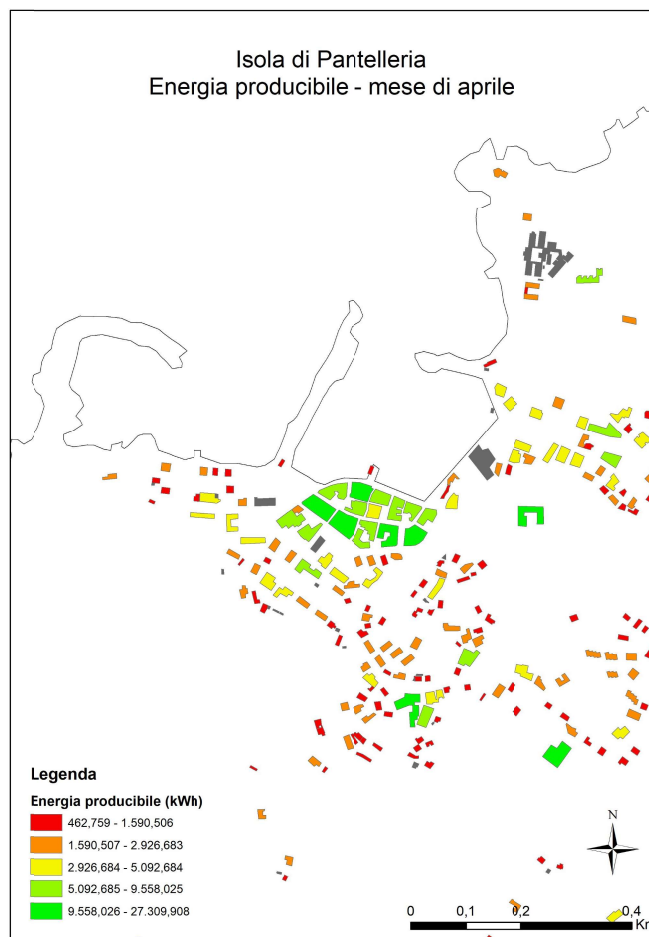
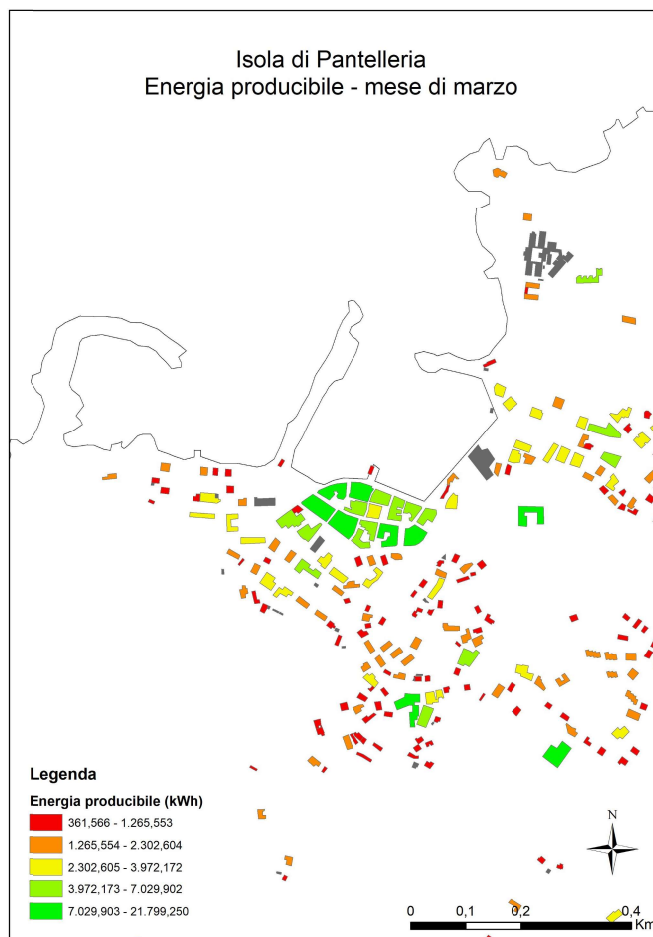
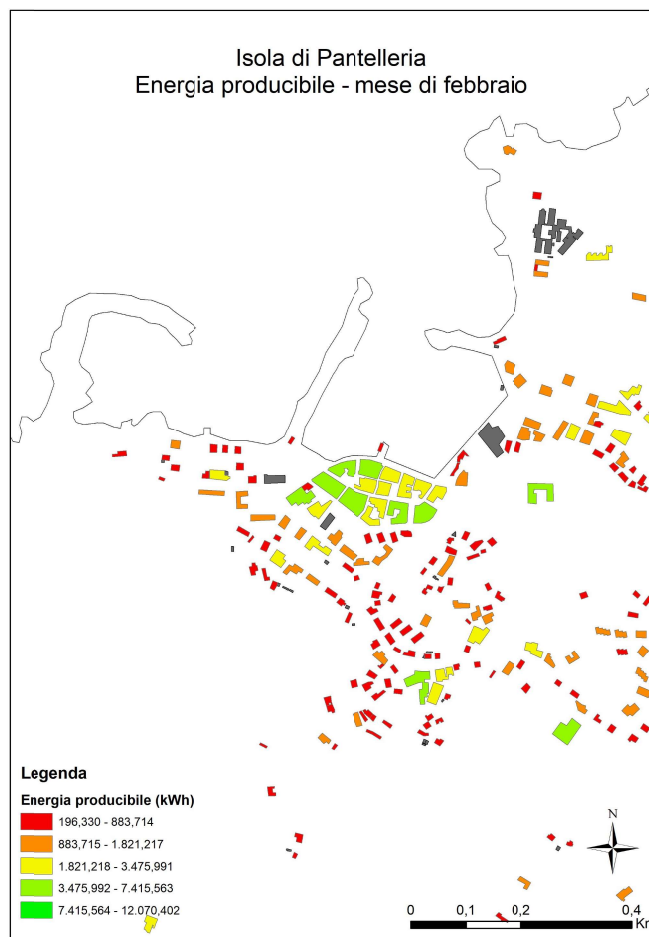
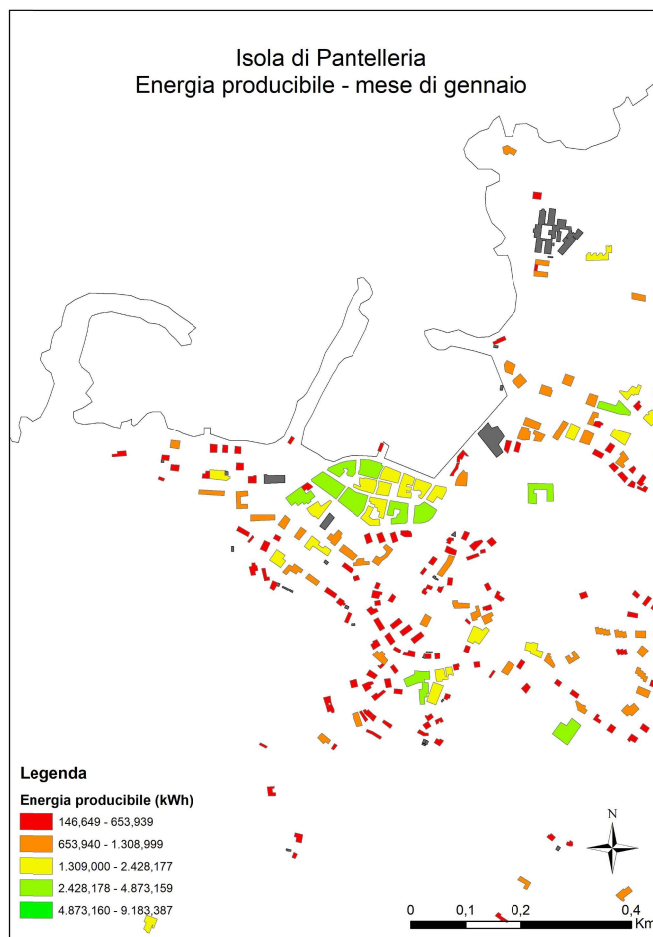


Legenda

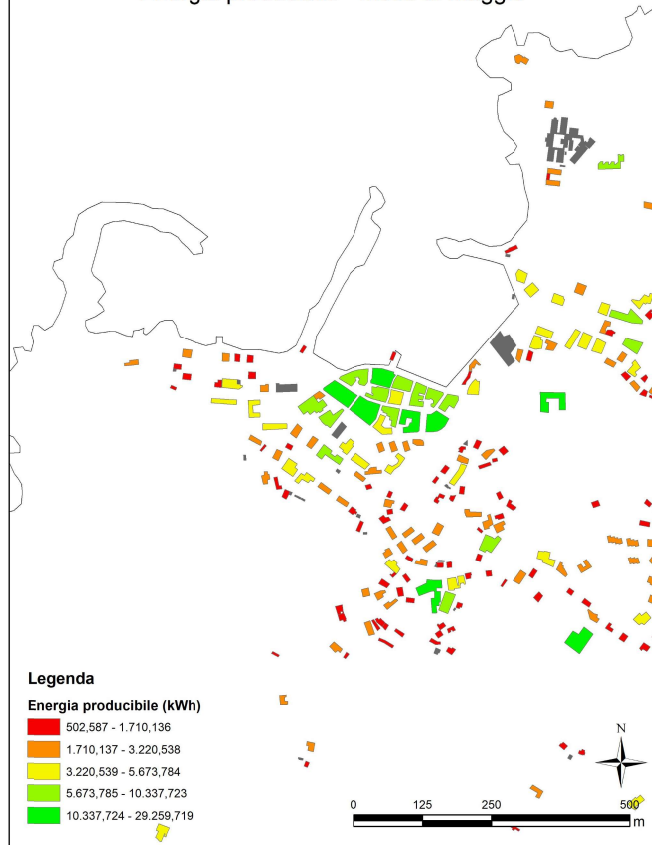
Radiazione solare dicembre

Wh/mq
High : 110782
Low : 14711

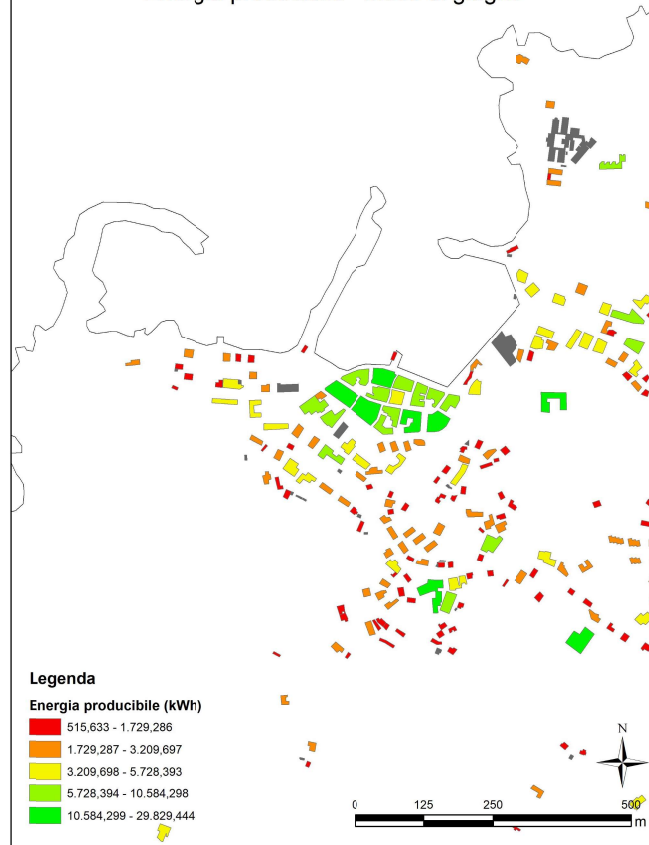




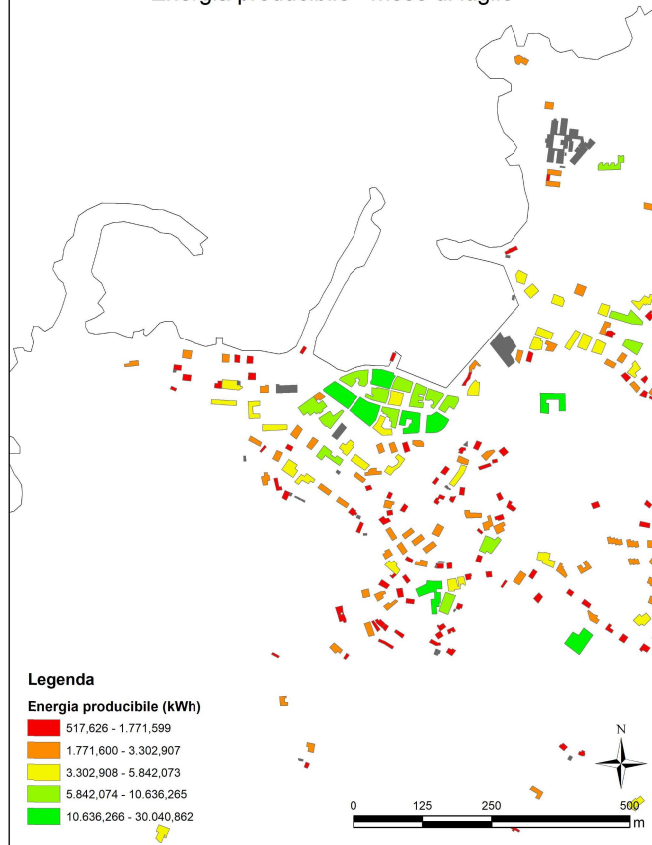
Isola di Pantelleria
Energia producibile - mese di maggio



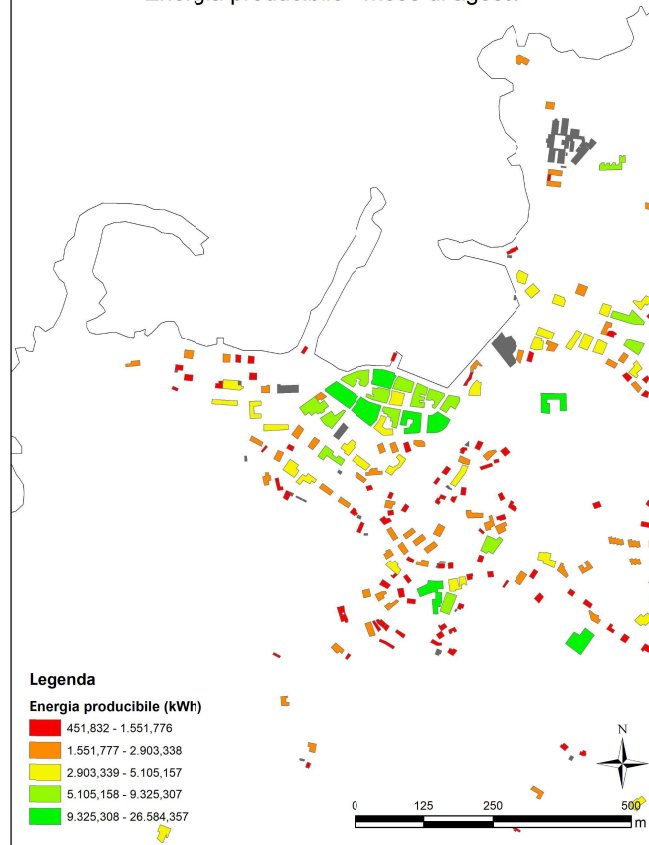
Isola di Pantelleria
Energia producibile - mese di giugno



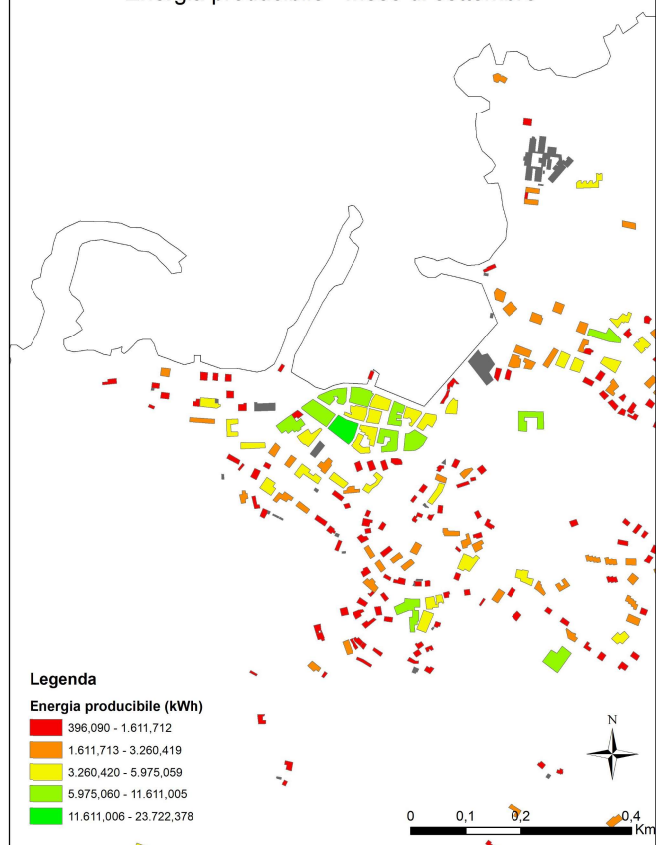
Isola di Pantelleria
Energia producibile - mese di luglio



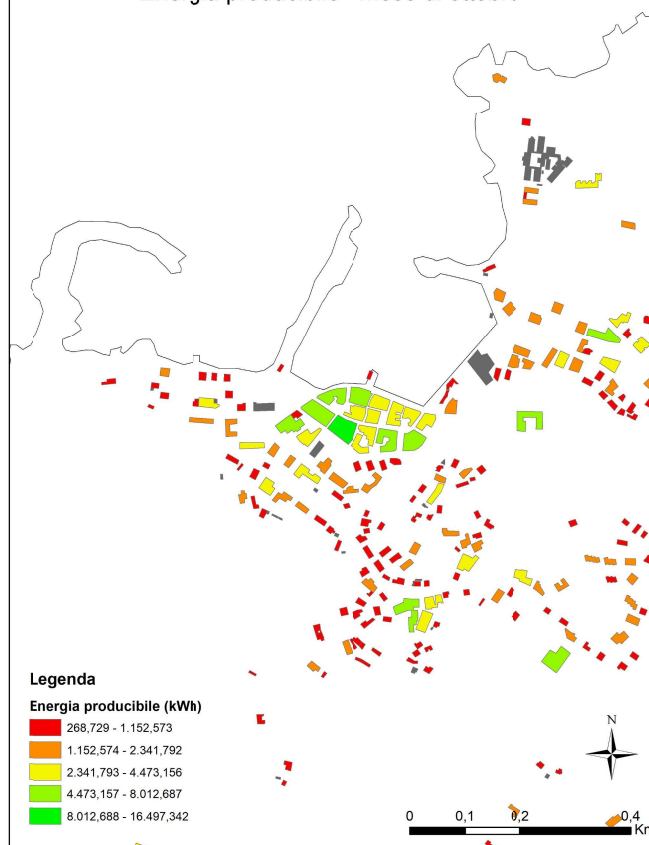
Isola di Pantelleria
Energia producibile - mese di agosto



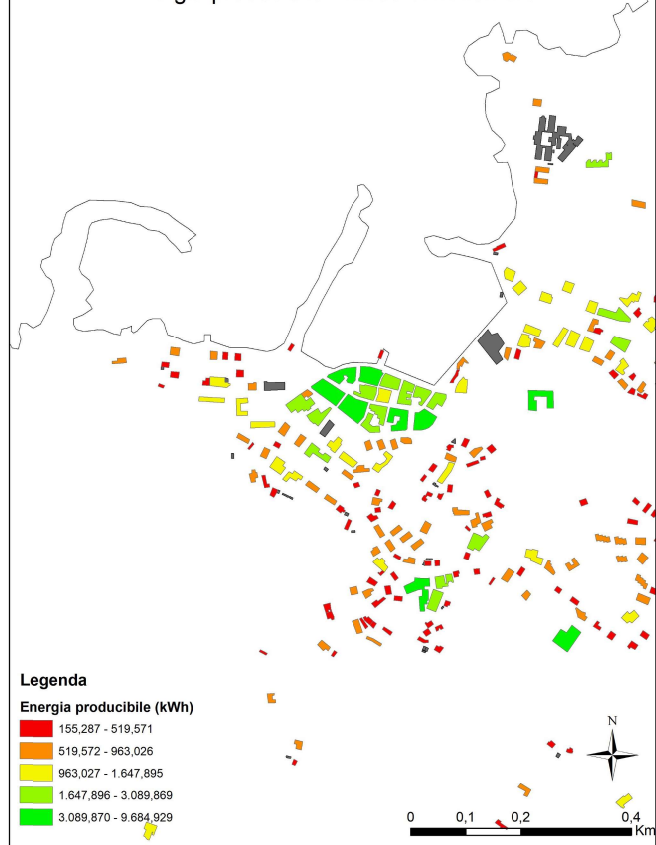
Isola di Pantelleria
Energia producibile - mese di settembre



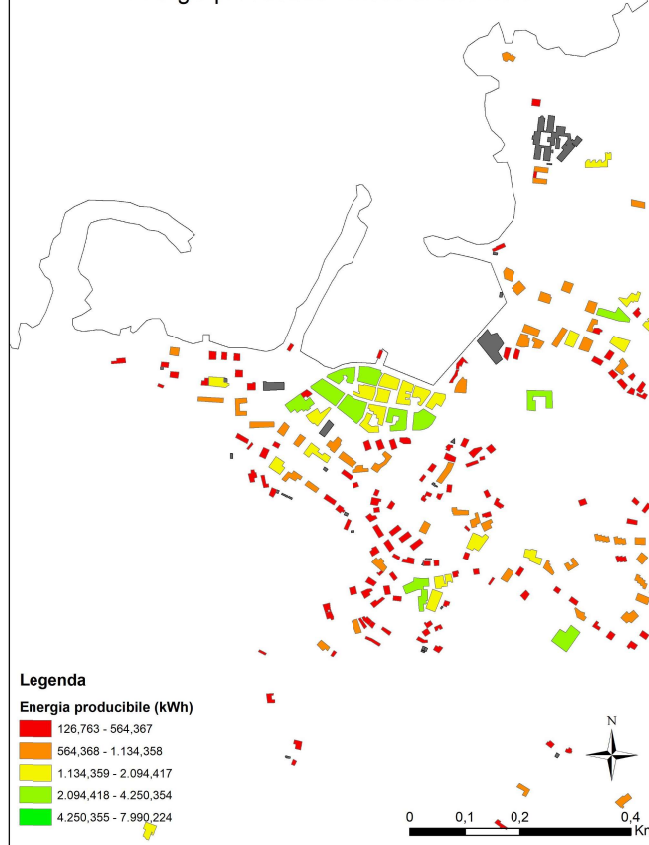
Isola di Pantelleria
Energia producibile - mese di ottobre



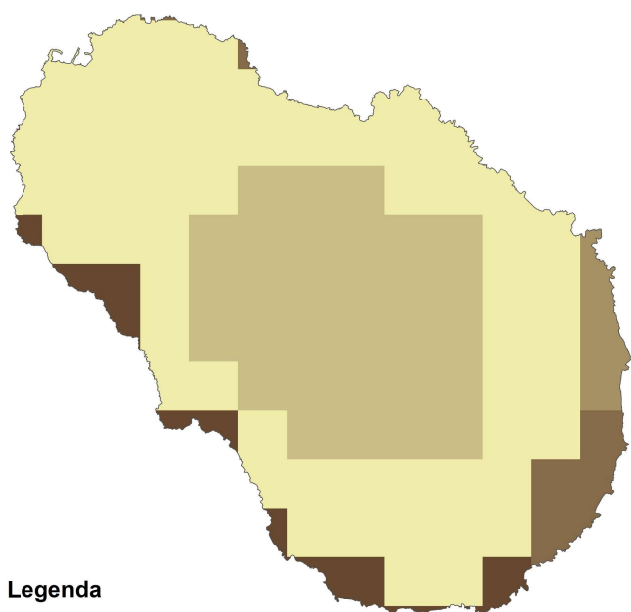
Isola di Pantelleria
Energia producibile - mese di novembre



Isola di Pantelleria
Energia producibile - mese di dicembre



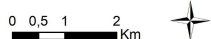
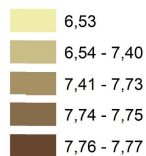
Velocità media del vento (altezza 25 m)
Isola di Pantelleria



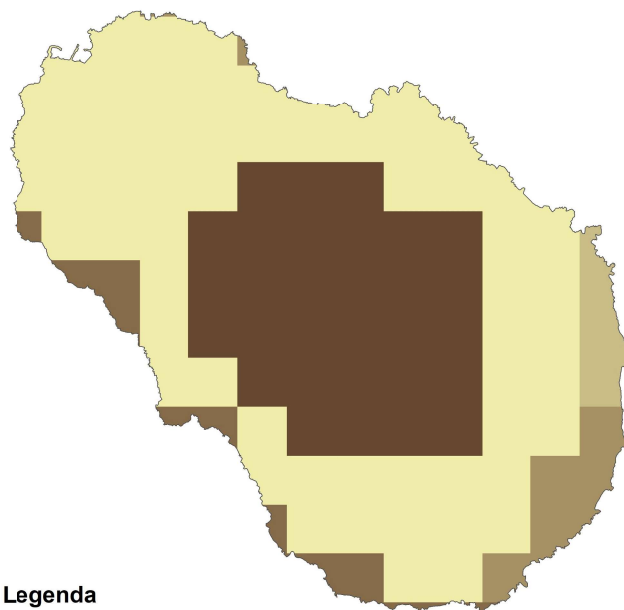
Legenda

Limite comunale

Velocità media del vento 25 m s.l.t./s.l.m. (m/s)



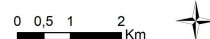
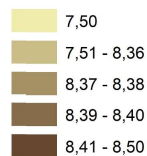
Velocità media del vento (altezza 50 m)
Isola di Pantelleria



Legenda

Limite comunale

Velocità media del vento 50m s.l.t./s.l.m. (m/s)



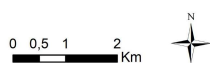
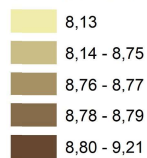
Velocità media del vento (altezza 75 m)
Isola di Pantelleria



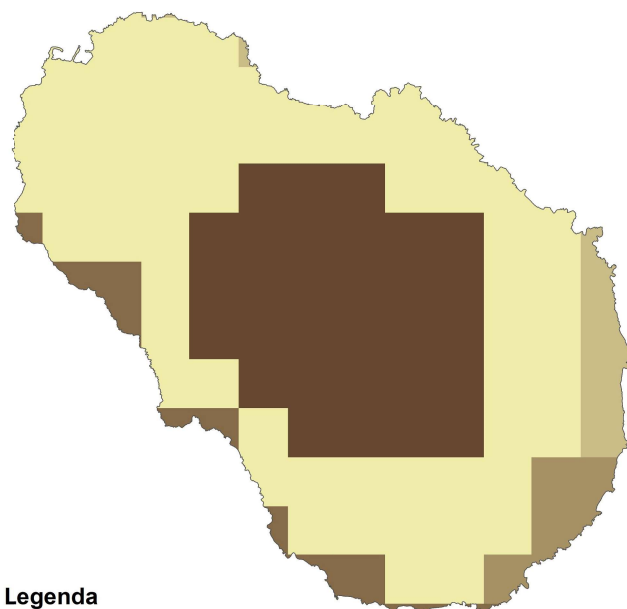
Legenda

Limite comunale

Velocità media del vento 75 m s.l.t./s.l.m. (m/s)



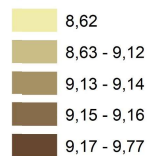
Velocità media del vento (altezza 100 m)
Isola di Pantelleria



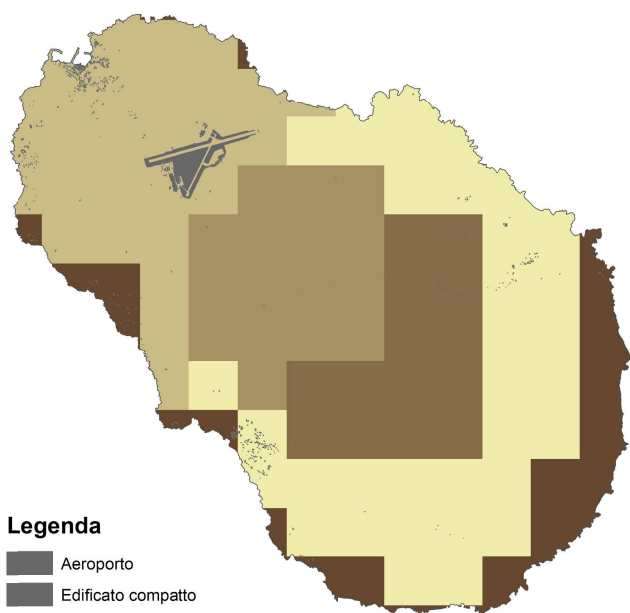
Legenda

Limite comunale

Velocità media del vento 100 m s.l.t./s.l.m. (m/s)



Produttività annua (altezza 25 m)
Isola di Pantelleria



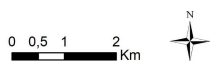
Legenda

- Aeroporto
- Edificato compatto

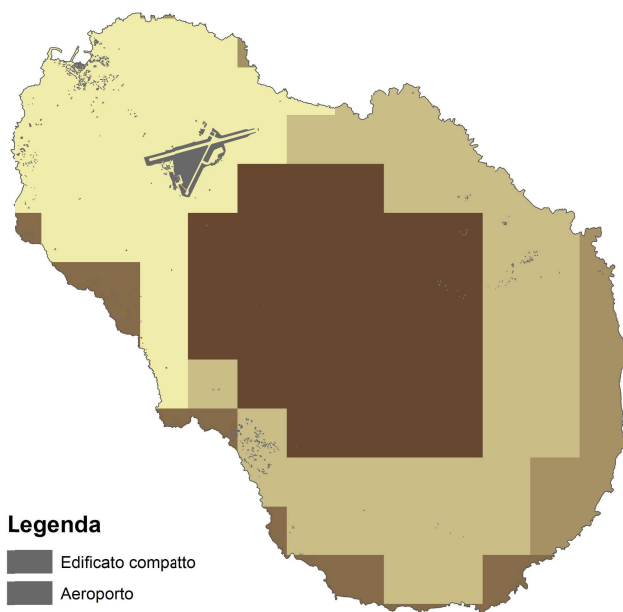
GRID_PANTELLERIA

Produttività annua del vento a 25 m s.l.t./s.l.m. (MWh/MW)

- 2783
- 2784 - 2783
- 2784 - 3368
- 3369 - 3368
- 3369 - 3623



Produttività annua (altezza 50 m)
Isola di Pantelleria



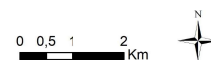
Legenda

- Edificato compatto
- Aeroporto

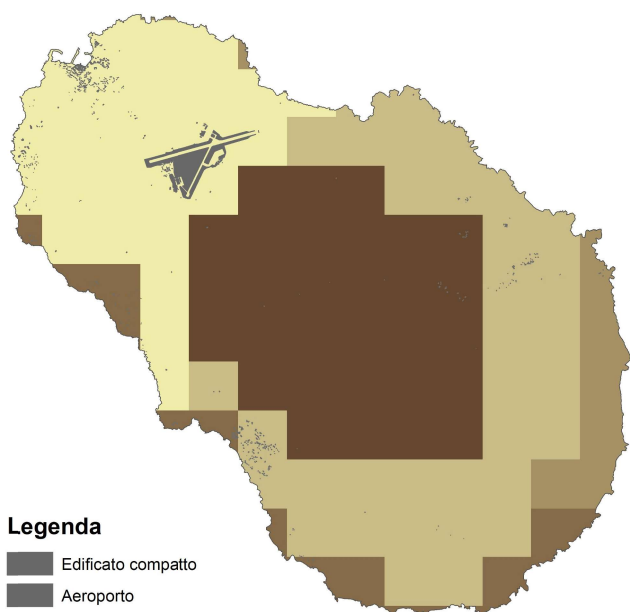
GRID_PANTELLERIA

Produttività annua del vento a 50 m s.l.t./s.l.m. (MWh/MW)

- 3092 - 3093
- 3094 - 3093
- 3094 - 3524
- 3525 - 3538
- 3539 - 3593



Produttività annua (altezza 75 m)
Isola di Pantelleria



Legenda

- Edificato compatto
- Aeroporto

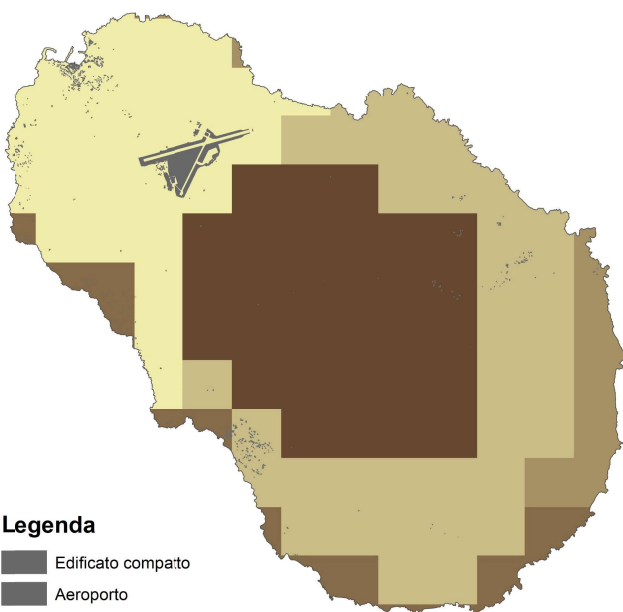
GRID_PANTELLERIA

Produttività annua del vento a 75 m s.l.t./s.l.m. (MWh/MW)

- 3482 - 3483
- 3484
- 3485 - 3847
- 3848 - 3864
- 3865 - 3980



Produttività annua (altezza 100 m)
Isola di Pantelleria



Legenda

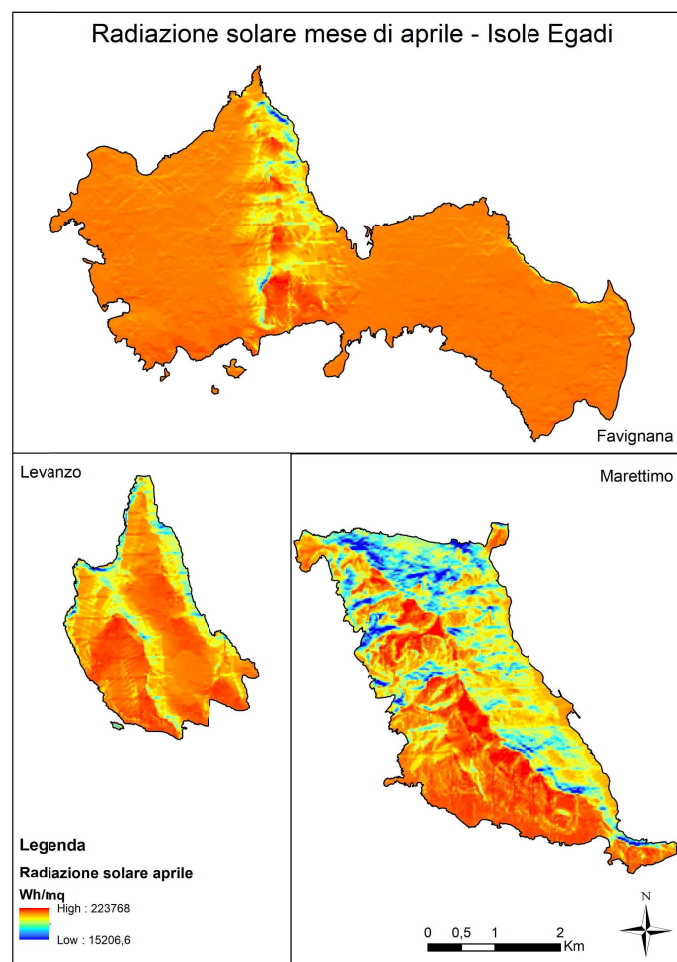
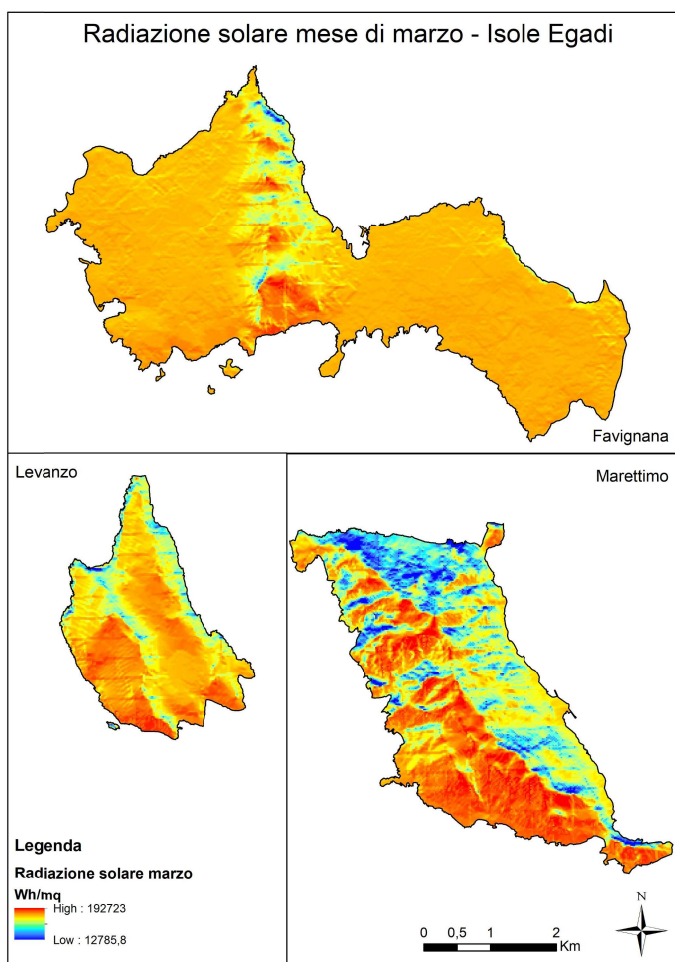
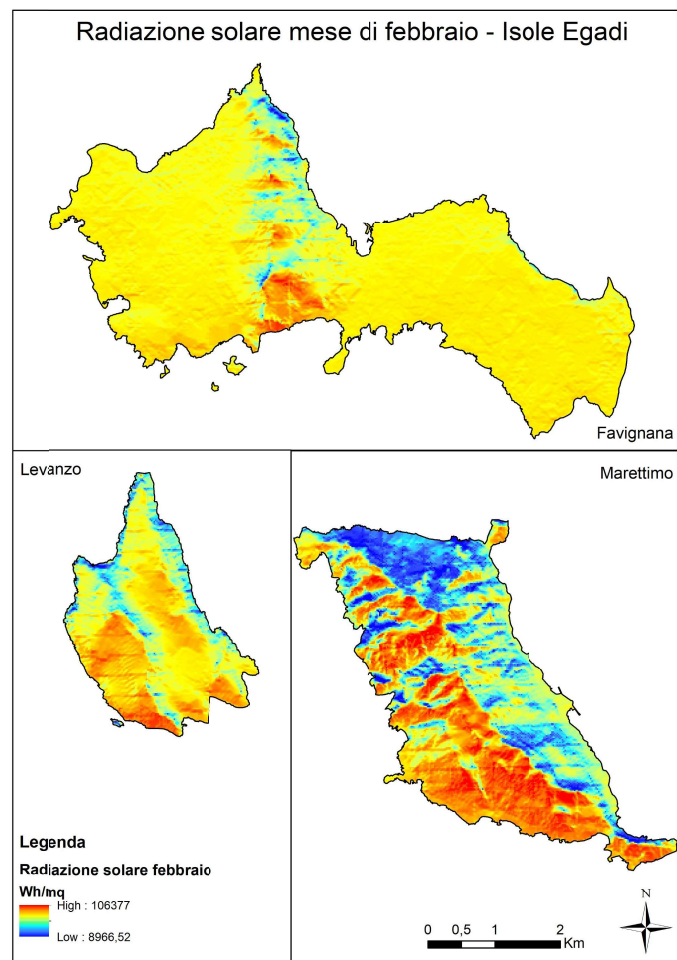
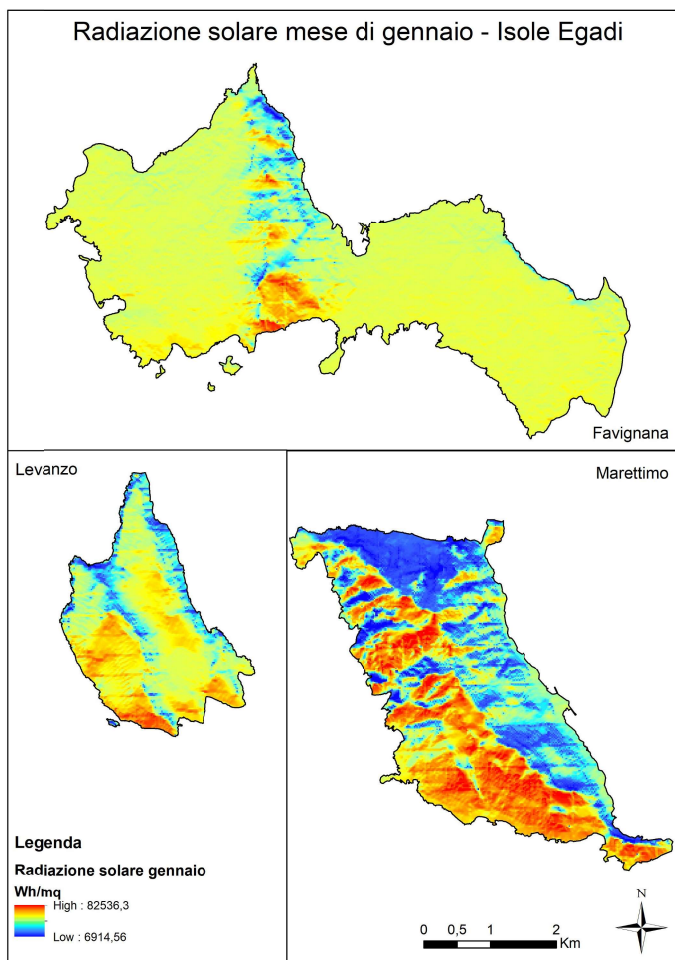
- Edificato compatto
- Aeroporto

GRID_PANTELLERIA

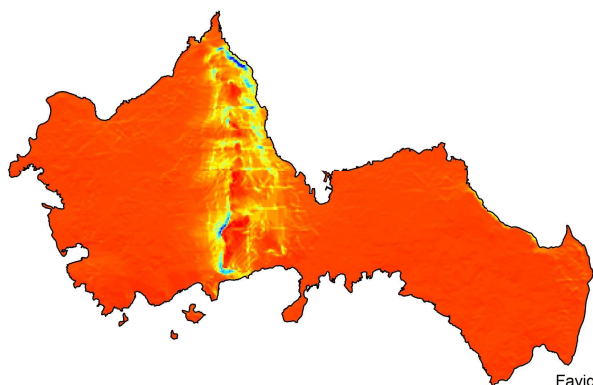
Produttività annua del vento a 100 m s.l.t./s.l.m. (MWh/MW)

- 3761 - 3763
- 3764
- 3765 - 3939
- 3940 - 3953
- 3954 - 4240



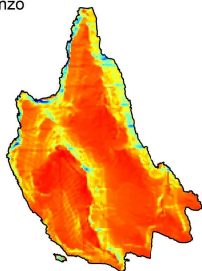


Radiazione solare mese di maggio - Isole Egadi

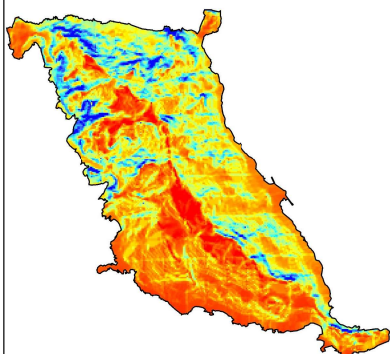


Favignana

Levanzo



Marettimo



Legenda

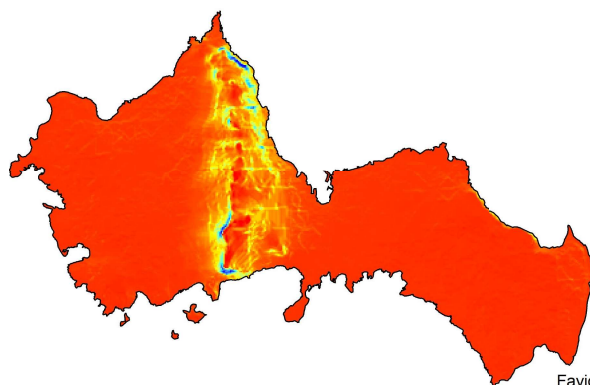
Radiazione solare maggio

Wh/mq
High : 283167
Low : 34156,4

0 0,5 1 2 Km

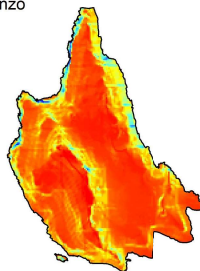


Radiazione solare mese di giugno - Isole Egadi

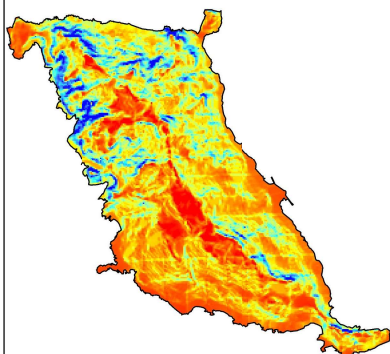


Favignana

Levanzo



Marettimo



Legenda

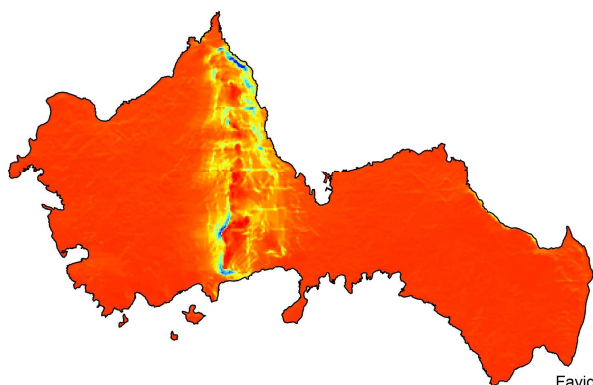
Radiazione solare giugno

Wh/mq
High : 286739
Low : 51275,1

0 0,5 1 2 Km

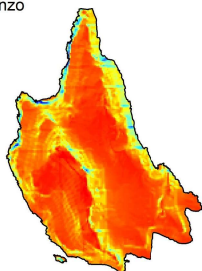


Radiazione solare mese di luglio - Isole Egadi

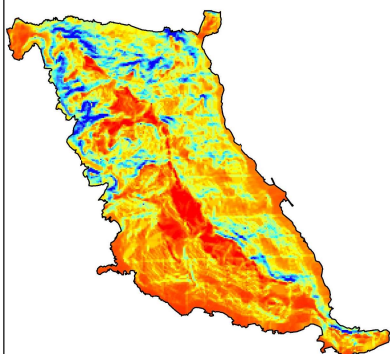


Favignana

Levanzo



Marettimo



Legenda

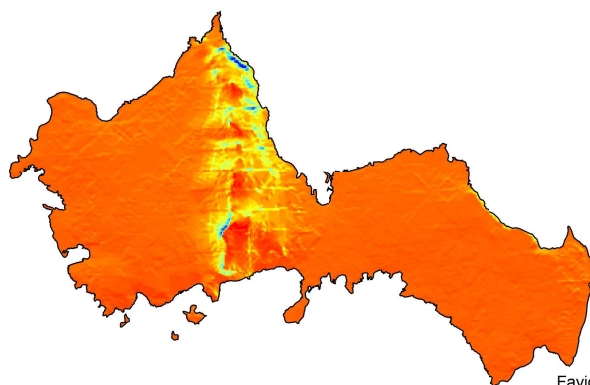
Radiazione solare luglio

Wh/mq
High : 289073
Low : 35667,4

0 0,5 1 2 Km

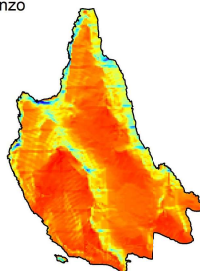


Radiazione solare mese di agosto - Isole Egadi

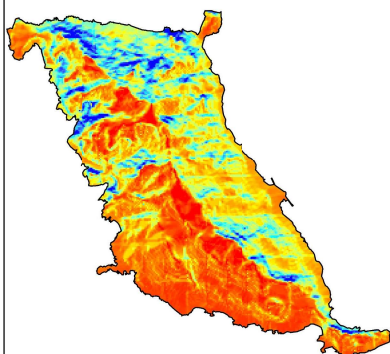


Favignana

Levanzo



Marettimo



Legenda

Radiazione solare agosto

Wh/mq
High : 265429
Low : 17751,3

0 0,5 1 2 Km



