



**Politecnico  
di Torino**

# **Politecnico di Torino**

**Corso di Laurea Magistrale  
Ingegneria Energetica e Nucleare  
A.a. 2020/2021  
Sessione di Laurea dicembre 2021**

## **ANALISI DEI PROCESSI ENERGETICI ED ENERGY AUDIT NELL'INDUSTRIA AUTOMOTIVE**

*Relatori:*

*Repetto Maurizio*

*Ivan Mariuzzo*

*Candidati:*

*Filippo Grossi*

# INDICE

Capitolo 1 / PREFERAZIONE .....	5
Capitolo 2 / INTRODUZIONE .....	7
1) situazione energetica mondiale .....	8
2) il covid 19 sul settore energetico.....	12
3) situazione energetica europea.....	16
4) panoramica italiana.....	20
Capitolo 3 / AMBITO LEGISLATIVO.....	23
1) direttiva 2006/04/ue .....	25
2) direttiva 2012/27/ue .....	26
3) decreto legislativo 4/06/2014.....	28
Capitolo 4 / L'EFFICIENZA ENERGETICA.....	29
1) la norma uni cei en 16247.....	35
2) direttive enea .....	37
3) e2driver.....	39
Capitolo 5 / CASO STUDIO DI INDUSTRIA AUTOMOTIVE.....	41
1) generalita' .....	42
2) il processo produttivo .....	44
Capitolo 6 / ANALISI ENERGETICA.....	47
1) storico dei consumi.....	48
2) indicatori energetici .....	56
3) verifica andamento pun .....	60
Capitolo 7 / PROGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	63
1) dati generali .....	64
2) producibilità impianto.....	65
3) valutazione economica.....	70
4) valutazione proposta.....	75
Capitolo 8 / CONCLUSIONE.....	77

# SOMMARIO DELLE FIGURE

<b>Figura 2.1</b> Consumo de energia primaria a livello globale Fonte dati [Global Energy Statistical Yearbook] elaborazione personale.....	8
<b>Figura 2.2</b> Struttura energetica a livello globale nell'anno 2019. Fonte dati [Our World In Data] elaborazione personale.....	9
<b>Figura 2.3</b> Struttura energetica a livello globale nell'anno 1990. Fonte dati [Our World In Data] Elaborazione personale.....	9
<b>Figura 2.4</b> Consumo di energia primaria (USA, Europa, Asia). Fonte dati [Global Energy Statistical Yearbook] elaborazione personale...	10
<b>Figura 2.5</b> Consumo dei principali settori dal 1971 al 2019. Tratta da [world Energy Outlook].....	11
<b>Figura 2.6</b> Struttura energetica in base ai principali settori di consumo. Tratta da [world Energy Outlook].....	11
<b>Figura 2.7</b> Riduzione percentuale nel 2020 rispetto al 2019. Tratta da [world Energy Outlook].....	12
<b>Figura 2.8</b> Crescita domanda di energia primaria nei paesi dell'OECD. Tratta da [world Energy Outlook].....	13
<b>Figura 2.9</b> Domanda di carbone a livello mondiale periodo 2019-2040. Tratta da [world Energy Outlook].....	14
<b>Figura 2.10</b> Domanda di petrolio a livello mondiale periodo 2019-2040. Tratta da [world Energy Outlook].....	14
<b>Figura 2.11</b> Emissioni di CO2 da infrastrutture energetiche ed operative. Tratta da [world Energy Outlook].....	15
<b>Figura 2.12</b> Produzione di energia in Europa nel 1990. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.....	16
<b>Figura 2.13</b> Produzione di energia in Europa nel 2019. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.....	16
<b>Figura 2.14</b> Produzione interna di energia primaria in Europa. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.....	17
<b>Figura 2.15</b> Consumi di energia primaria per settori in Europa. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.....	18
<b>Figura 2.16</b> Consumo energia primaria in Italia. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.....	20
<b>Figura 2.17</b> Produzione interna di energia primaria in Italia. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.....	20
<b>Figura 2.18</b> Produzione di energia in Italia nel 1990. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.....	21
<b>Figura 2.19</b> Produzione di energia in Europa nel 2019. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.....	21
<b>Figura 2.20</b> Consumi di energia primaria per settori in Italia. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.....	22
<b>Figura 4.1</b> Obiettivi di emissioni gas serra periodo 1990-2050 in Europa. Tratto da [EEA report n° 13/2020].....	31
<b>Figura 4.2</b> Ciclo CO2, il ruolo del bosco come serbatoio. Fonte [UFAM_ Serbatoi di carbonio nell'economia forestale].....	32
<b>Figura 4.3</b> Progressi ed andamenti storici degli obbiettivi del piano 20-20-20. Tratto da [EEA report n° 13/2020].....	33
<b>Figura 6.1</b> diagramma Sankey sul consumo del gas naturale anno 2019, percentuale.....	49
<b>Figura 6.2</b> diagramma Sankey sul consumo dell'Energia Elettrica, anno 2019, dati in percentuale.....	50
<b>Figura 6.3</b> diagramma Sankey sul consumo di acqua nell'anno 2019.....	51
<b>Figura 6.4</b> Andamento mensile del consumo di gas naturale nel periodo 2018-2019, variazione percentuale rispetto al 2017.....	52
<b>Figura 6.5</b> Andamento mensile delle spese di gas naturale nel periodo 2018-2019, , variazione percentuale rispetto al 2017.....	52
<b>Figura 6.6</b> Andamento mensile del consumo di energia elettrica nel periodo 2017-2019, variazione percentuale rispetto al 2017.....	52
<b>Figura 6.7</b> Andamento mensile delle spese per l'energia elettrica nel periodo 2017-2019, variazione percentuale rispetto al 2017.....	53
<b>Figura 6.8</b> consumo e spesa annuale dei principali vettori energetici.....	53
<b>Figura 6.9</b> consumo mensile del vettore energetico acqua, variazione percentuale rispetto al 2017.....	54
<b>Figura 6.10</b> consumo annuale del vettore energetico acqua nel periodo 2017-2019.....	54
<b>Figura 6.11</b> Indicatore di prestazione kWh/n° pezzi prodotti nel 2017.....	57

<b>Figura 6.12</b> Indicatore di prestazione kWh/n° pezzi prodotti nel 2018.....	57
<b>Figura 6.13</b> Indicatore di prestazione kWh/n° pezzi prodotti nel 2019.....	57
<b>Figura 6.14</b> Indicatore di prestazione kWh/ore produzione nel 2017.....	59
<b>Figura 6.15</b> Indicatore di prestazione kWh/ore produzione nel 2018.....	59
<b>Figura 6.16</b> Indicatore di prestazione kWh/ore produzione nel 2019.....	59
<b>Figura 6.17</b> Confronto prezzo di acquisto dell'energia elettrica con andamento PUN.....	60
<b>Figura 6.18</b> Confronto prezzo di acquisto del gas naturale con andamento PUN.....	61
<b>Figura 7.1</b> Consumi mensili di energia elettrica nel 2019 dell'azienda Automotive 1.....	64
<b>Figura 7.2</b> Scheda tecnica pannello fotovoltaico Honey TSM-PD05.....	66
<b>Figura 7.3</b> Producibilità mensile impianto fotovoltaico caso 1.....	68
<b>Figura 7.4</b> Producibilità mensile impianto fotovoltaico caso 2.....	69
<b>Figura 7.5</b> Analisi dei ricavi derivanti dall'impianto fotovoltaico.....	70
<b>Figura 7.6</b> Flusso di cassa cumulato dell'impianto fotovoltaico.....	71
<b>Figura 7.7</b> Valore attuale netto.....	71
<b>Figura 7.8</b> indicatore energetico kWh/n° pezzi prodotti, post intervento.....	75
<b>Figura 7.9</b> Confronto prezzo energia elettrica dell'azienda con andamento PUN del 2019.....	76

*capitolo 1* |  
**PREFAZIONE**

La tesi è stata svolta come conclusione del percorso di Laurea Magistrale in ingegneria energetica presso il Politecnico di Torino.

Nei miei anni di studio al Politecnico di Torino ho affrontato il tema energetico da molti punti di vista, come la produzione di energia da fonti tradizionali come il carbone e il petrolio oppure dalle fonti rinnovabili, ponendo particolare attenzione alla produzione di energia elettrica dai pannelli fotovoltaici. Ho affrontato anche il tema dell'analisi energetica relativa agli edifici; dal dimensionamento degli impianti di ventilazione e riscaldamento allo studio di analisi delle dispersioni con lo scopo di ottenere le informazioni necessarie per dimensionare gli impianti e proporre metodi per diminuire tali dispersioni in modo da garantirgli una migliore efficienza energetica.

L'argomento che più mi ha catturato tra quelli trattati è l'efficienza energetica poichè ritengo che nell'immediato futuro potrebbe essere la via migliore per diminuire il consumo di energia e rispettare gli obiettivi che gli stati si sono promessi di mantenere per cercare di salvaguardare il nostro pianeta.

Questo vale soprattutto per i paesi già sviluppati come l'Unione Europea e l'Italia, che sono i principali consumatori di energia ed hanno sulle loro spalle anni di sviluppo che deve essere rinnovato e modernizzato, in modo da restare competitivi sia dal punto di vista economico sia da quello ambientale; ho scelto dunque di effettuare come conclusione del mio percorso di studio l'analisi energetica di un'azienda facente parte del settore automotive, con il fine di ridurre il loro consumo di energia proponendo delle soluzioni di efficientamento energetico e di auto produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

L'elaborato inizierà analizzando il WEO (World Energy Outlook), che fornisce un'analisi critica ed approfondita sulle tendenze della domanda e dell'offerta di energia, in modo da ottenere le informazioni necessarie per realizzare una panoramica a livello Mondiale, Europeo ed Italiano dei consumi di energia primaria e della suddivisione di tali consumi a livello settoriale.

Visto il periodo particolare che stiamo recentemente vivendo il WEO si è concentrato sulle conseguenze che ha prodotto la pandemia di Covid 19 sul settore energetico ipotizzando diversi futuri che variano sulla base della durata dell'epidemia e delle possibili politiche energetiche che verranno adottate.

Si prosegue con l'inquadramento della tematica principale introducendo l'audit energetico da un punto di vista normativo ed applicativo, riportando le direttive ENEA (Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente) riguardanti gli elementi di un processo di analisi energetica.

Infine, si tratterà un caso studio reale in cui verrà effettuata l'analisi energetica di un'azienda legata al settore automotive che chiameremo Automotive 1 poichè, per motivi di riservatezza l'azienda in esame ha preferito che non venissero divulgati la sede ed il nome.

Nel caso studio si approfondiscono più nel dettaglio le fasi del processo produttivo di AutoMotive 1, cercando di ricostruire i consumi dei vettori energetici impiegati con il fine di individuare quale processo e quale macchinario siano i più energivori.

Mostrando i dati sui consumi, gli indicatori energetici e la verifica dell'andamento PUN si arriva alle proposte di efficientamento energetico, che verranno analizzate sotto il profilo tecnico ed economico in modo da avere la possibilità di valutarne l'efficacia.

L'elaborato è legato al progetto europeo E2DRIVER in cui Automotive 1 è stata scelta come esempio per individuare differenti iniziative volte all'efficientamento energetico nel settore automobilistico.

Il lavoro è stato coordinato dal prof. Maurizio Repetto, che ha svolto il ruolo di referente per lo sviluppo della tesi e dall'ing. Ivan Mariuzzo.

*capitolo 2*  
**INTRODUZIONE** |

## 2.1 SITUAZIONE ENERGETICA MONDIALE

A causa della crescente domanda di energia a livello globale, dell'inquinamento ambientale e dell'effetto serra, oggigiorno il tema energetico e dei suoi impatti sul pianeta ha assunto un'importanza sempre più centrale nella nostra società.

Per questo motivo si è deciso di fare un inquadramento, prima a livello mondiale e successivamente per quanto riguarda l'Europa e l'Italia, dei consumi energetici e della loro suddivisione nei settori principali della nostra società che sono l'industria, i trasporti, il residenziale ed il settore commerciale.

La crescita della domanda di energia è dovuta a vari fattori tra cui i più rilevanti sono:

il continuo aumento della popolazione mondiale e la ricerca di un miglioramento continuo della qualità della vita sia nei paesi già sviluppati sia in quelli in via di sviluppo.

Questa ricerca di una migliore qualità di vita è legata all'aumento dell'energia necessaria per soddisfare i bisogni della singola persona, che unita al continuo aumento della popolazione mondiale porta all'inarrestabile crescita della domanda globale di energia primaria.

Tra il 1990 e il 2019 la domanda globale di energia primaria è aumentata di quasi due volte passando da valori di 8756 Mtep a 14378 Mtep.

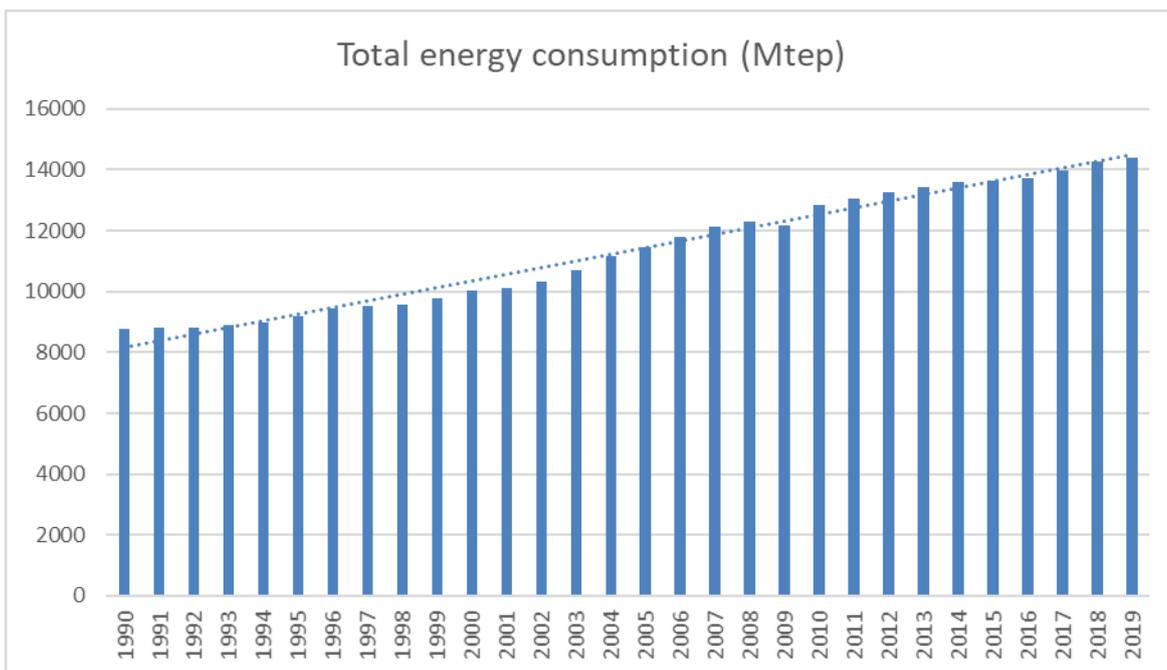


Figura 2.1 Consumo di energia primaria a livello globale Fonte dati [Global Energy Statistical Yearbook] elaborazione personale

Nello stesso periodo è anche cambiata la struttura energetica mondiale grazie al quale viene bilanciata la richiesta di energia primaria. [grafico]

A livello mondiale l'aumento della domanda di energia continua ad essere bilanciato grazie allo sfruttamento delle fonti energetiche tradizionali, come i combustibili fossili, anche se la loro importanza e sfruttamento sul totale è leggermente cambiato.

Infatti, come si nota dai grafici successivi, Il gas naturale è passato dal 18.4% al 22.7%, a scapito del petrolio il cui apporto al mix energetico è diminuito, passando dal 35.5% al 30.9% del totale, mentre l'importanza del carbone è rimasta invariata.

Negli ultimi decenni si è compreso che tali combustibili avranno nel futuro prossimo una disponibilità sempre più limitata, infatti si è stimato che la loro disponibilità sarà esaurita nell'arco di alcune decadi fatto che ha portato a cercare alternative per la produzione di energia.

L'utilizzo delle fonti rinnovabili è sicuramente un passo importante da muovere nel perseguire questo obiettivo, però non è sufficiente: a esso infatti bisogna accostare nuove politiche energetiche, il cui scopo sia ridurre i consumi e limitare gli sprechi, migliorare la sicurezza degli approvvigionamenti e garantire il benessere delle generazioni presenti, senza compromettere alle generazioni future la possibilità di soddisfare al meglio i propri bisogni.

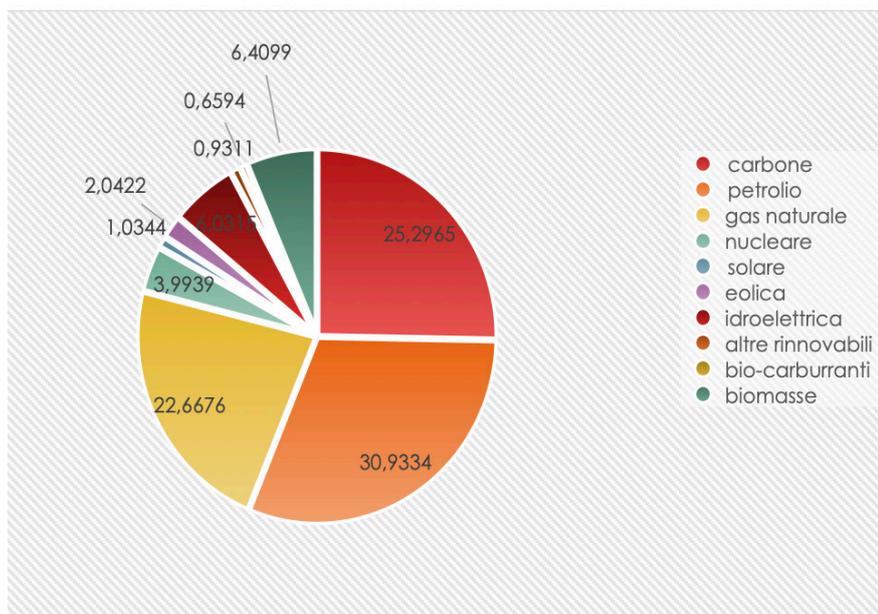


Figura 2.2 Struttura energetica a livello globale nell'anno 2019. Fonte dati [Our World In Data] elaborazione personale.

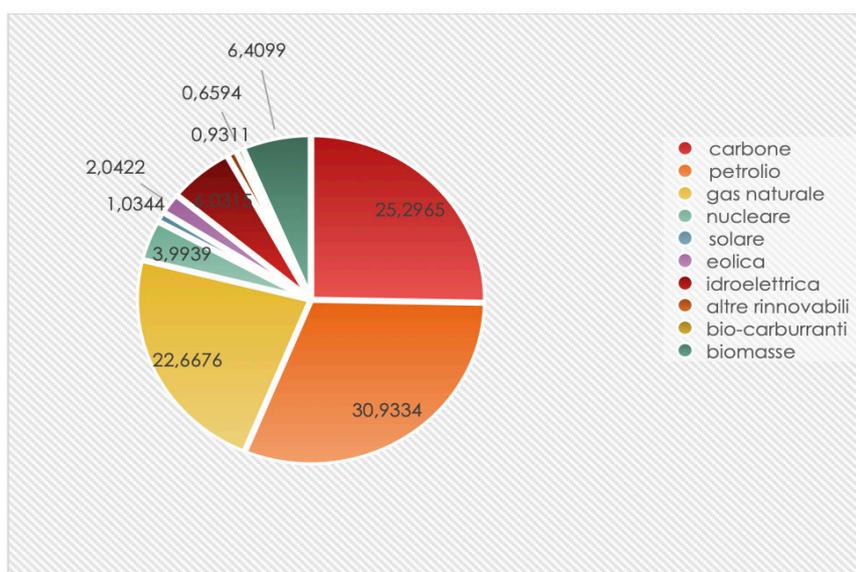


Figura 2.3 Struttura energetica a livello globale nell'anno 1990. Fonte dati [Our World In Data] Elaborazione personale

Sebbene a livello quantitativo l'utilizzo delle fonti energetiche tradizionali sia aumentato, un aspetto fondamentale da notare nel diagramma del 2019 è la presenza delle fonti rinnovabili all'interno del mix energetico mondiale che è pari al 3.7%, diversamente dalla situazione del 1990 in cui era nulla. È stata definita fondamentale la presenza delle fonti rinnovabili poiché la continua crescita di domanda energetica è dovuta, oltre all'aumento della popolazione mondiale, anche al continuo progresso economico, sociale e tecnologico; questi aspetti positivi devono però essere conciliati con la sostenibilità ambientale e la salvaguardia dell'ambiente, in modo tale da limitare i danni che l'uomo ha provocato e continua a provocare al nostro ecosistema.

Approfondendo la suddivisione a livello macroregionale di tali consumi, la mia attenzione è stata richiamata dal fatto che, i paesi che hanno già raggiunto uno sviluppo economico a partire dal dopo guerra, presentano un andamento del consumo totale di energia pressoché stabile, mentre i paesi che si stanno sviluppando negli ultimi anni hanno un andamento crescente[grafico].

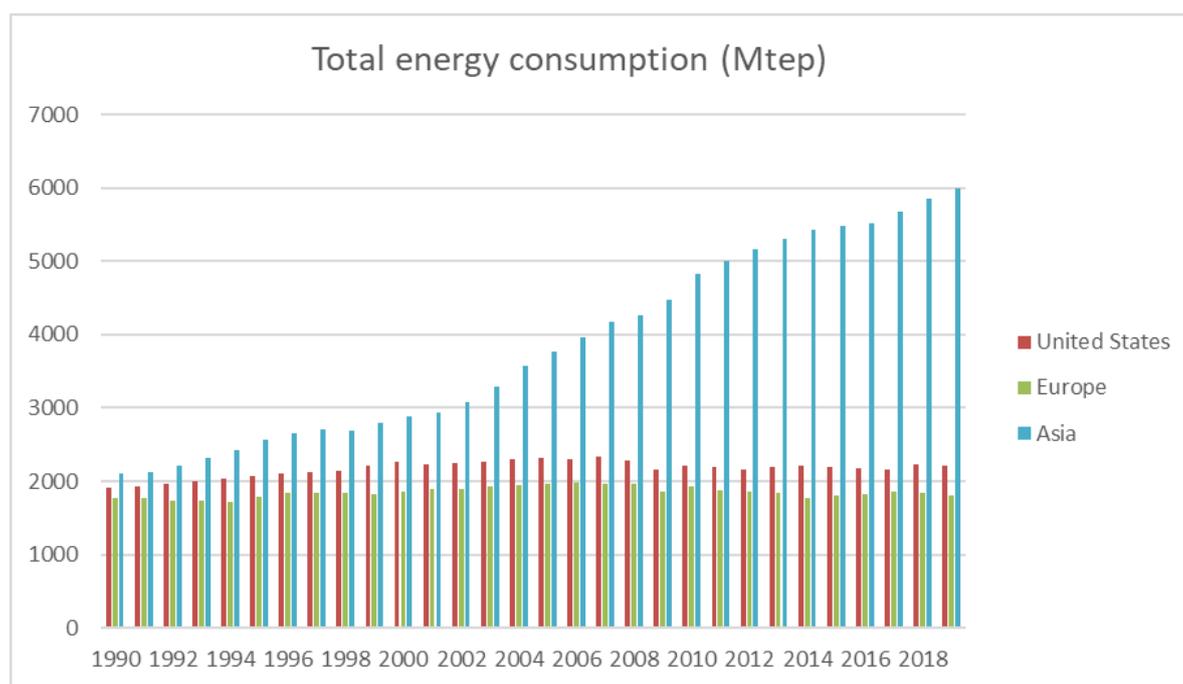


Figura 2.4 Consumo di energia primaria (USA, Europa, Asia). Fonte dati [Global Energy Statistical Yearbook] elaborazione personale

L'OCSE è un'organizzazione internazionale che ha come scopo la realizzazione di studi economici sui suoi stati membri, attualmente 36, che presentano lo stesso tipo di sistema di governo e la stessa economia di mercato. L'organizzazione offre la possibilità di confrontarsi sulle esperienze politiche di coordinarsi a livello nazionale ed internazionale in modo da trovare una soluzione per problemi comuni.

Il consumo finale totale dell'OCSE nel 2018 ha raggiunto 3 784 Mtep a seguito di un aumento di 67 Mtep (+ 1,8%), la crescita maggiore dal rimbalzo post-recessione del 2010. Tuttavia, questo aumento è stato guidato esclusivamente dalle Americhe (+ 4%) con le altre regioni - Europa (-0,5%) e Asia-Oceania (-1,6%) - in lieve flessione.

Il consumo di tutti i combustibili è aumentato ad eccezione del carbone; in particolare il gas naturale da solo ha rappresentato il 60% della crescita totale.

A livello settoriale, nessuno dei settori dei consumi finali è diminuito nel 2018, ad eccezione dell'uso non energetico dei combustibili. Il consumo di energia negli edifici (residenziali e servizi) ha contribuito principalmente alla variazione complessiva della TFC (+67 Mtep), seguita da trasporti e industria. [grafico]

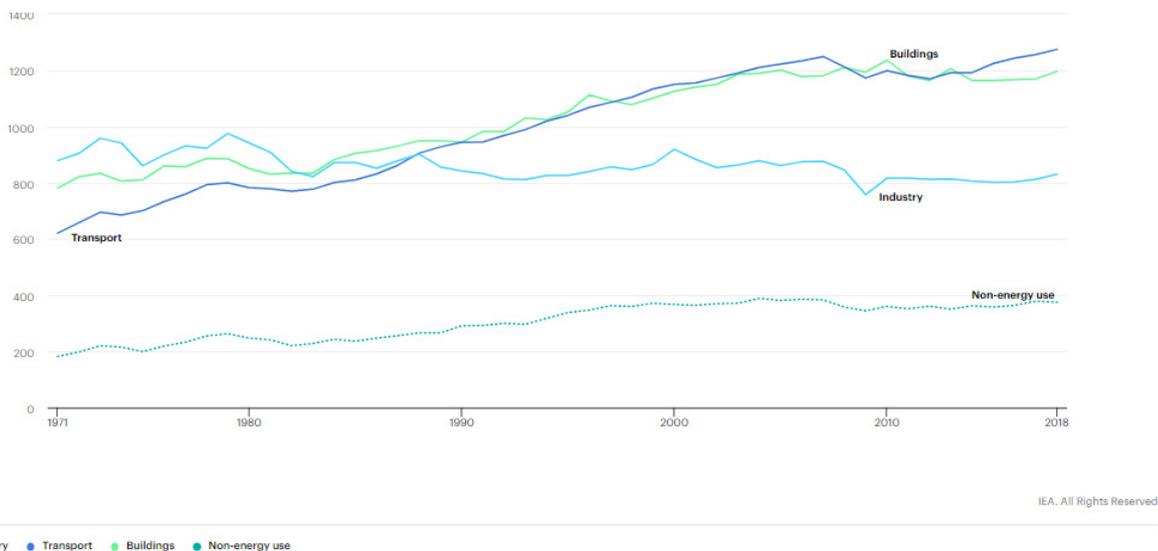


Figura 2.5 Consumo dei principali settori dal 1971 al 2019. Tratta da [world Energy Outlook]

L'utilizzo di energia primaria da parte del settore dei trasporti ha raggiunto un nuovo massimo storico (1 251 Mtep), aumentando per il quarto anno consecutivo, confermando le tendenze di più lungo termine e consolidando la sua posizione di principale settore di consumo. Il settore delle costruzioni ha visto un incremento (+ 2%) dopo quattro anni su livelli relativamente stabili. Nonostante il suo aumento, l'industria non ha superato i livelli di consumo energetico raggiunti nel 2008 prima della Grande Recessione.

Nei trasporti, il più grande settore di consumo con oltre un terzo della TFC complessiva, il consumo di petrolio è rimasto dominante (92%), nonostante la rapida crescita dei biocarburanti dopo il 2000 e dell'elettrico negli ultimi anni.

Nei settori industriale, residenziale e dei servizi, la quota di gas naturale è aumentata in misura modesta (0,6-1,7%) a scapito del petrolio. Le quote dell'elettricità sono rimaste abbastanza stabili su base annua.

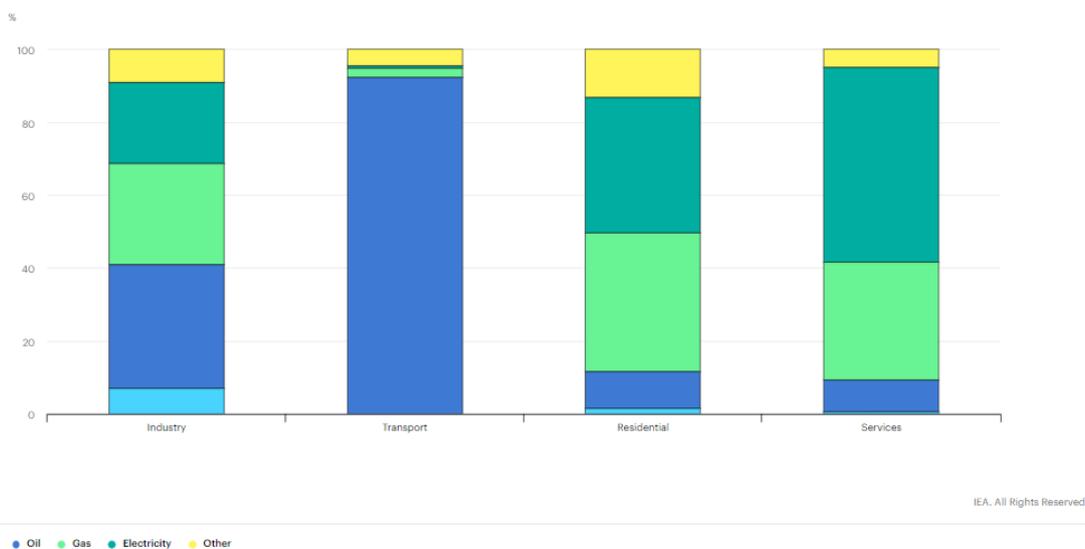


Figura 2.6 Struttura energetica in base ai principali settori di consumo. Tratta da [world Energy Outlook]

## 2.2 IL COVID 19 SUL SETTORE ENERGETICO

Visto il particolare periodo che stiamo vivendo a livello mondiale causato dalla pandemia COVID19, ho ritenuto necessario affrontare l'impatto che esso ha avuto sul settore energetico.

Per fare questa panoramica si è analizzato il World Energy Outlook (WEO) prodotto ogni anno dall'Energy Information Administration che è l'agenzia statistica e analitica del Dipartimento dell'energia degli Stati Uniti [IEA].

Il World Energy Outlook realizza varie previsioni a lungo termine verso le quali il settore energetico potrebbe tendere, però visto la pandemia che ci ha colpito hanno deciso di creare una modellazione concentrata sul prossimo decennio.

Il WEO di quest'anno più che tracciare un andamento generale dei consumi e delle emissioni che si avrebbero con le politiche che verranno utilizzate, si concentra sugli impatti che la pandemia COVID-19 ha avuto sul settore energetico e sulle azioni a breve termine che aiuterebbero a far sviluppare ed utilizzare energie rinnovabili e pulite. Le ipotesi che il WEO applica per mappare le possibili uscite energetiche dalla pandemia si basano su modelli che considerano i dati disponibili sulle politiche, sui mercati, sulle tecnologie e sui combustibili a livello mondiale.

Dalla valutazione sui consumi mondiali di energia è risultato una diminuzione generale sui consumi e sulle emissioni collegabili al settore energetico, ma di conseguenza si ha avuto anche una diminuzione sugli investimenti nel settore energetico (-18%).

Gli impatti variano a seconda del vettore energetico. Il WEO ha registrato una diminuzione dell'8% della domanda di petrolio e del 7% del consumo di carbone, invece la domanda di gas naturale ha mostrato un calo di circa il 3%.

L'energia elettrica pur essendo diminuita (-2%) ha avuto un calo decisamente minore rispetto agli altri vettori energetici.

Inoltre, questo risultato è in netto contrasto con un lieve aumento del contributo delle energie rinnovabili che aumenta del 1% (figura).

Dal punto di vista delle emissioni si sono riscontrati dati variabili in base alla molecola considerata; infatti la CO2 con una diminuzione di 2,4 Gt è tornata ai livelli del 2010 però altri gas serra altamente impattanti come il CH4 non hanno riscontrato nessun calo, nonostante la minore produzione di petrolio e gas.

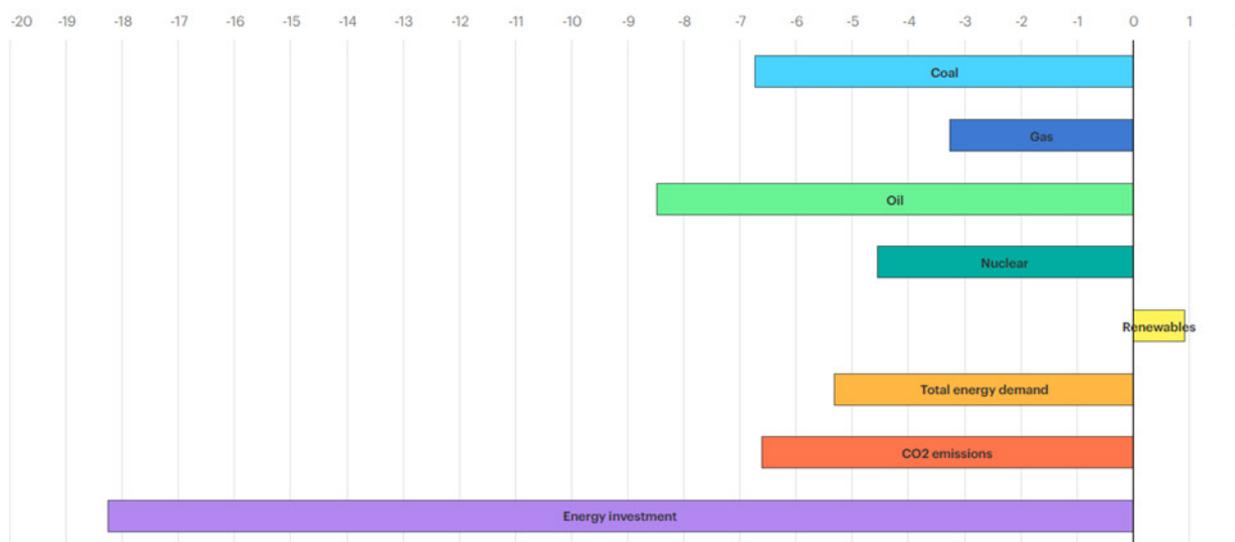


Figura 2.7 Riduzione percentuale nel 2020 rispetto al 2019. Tratta da [world Energy Outlook]

L'incertezza sulla durata della pandemia, i suoi impatti economici e sociali e le risposte politiche aprono un'ampia gamma di possibili futuri energetici. Considerando diverse ipotesi su queste principali incognite, insieme ai dati più recenti del mercato energetico l'IEA ha estrapolato ed esaminato i seguenti futuri energetici:

*Lo Stated Policies Scenario (STEPS)*, in cui Covid-19 viene arginato e controllato nel 2021 e dal punto di vista economico si ha subito una ripresa che ci riporta ai livelli pre pandemia. Questa situazione è stata ipotizzata a partire dalle politiche e dalle intenzioni che sono state dichiarate ad oggi, tenendo in considerazione gli strumenti che sono stati forniti a supporto di tali azioni.

*Il Delayed Recovery Scenario (DRS)* si basa sulle stesse considerazioni dello scenario STEPS, ma in questo caso la pandemia ha effetti più prolungati sulle economie. L'economia globale torna alle dimensioni precedenti alla crisi solo nel 2023 e la pandemia inaugura un decennio con il tasso di crescita della domanda di energia più basso dagli anni '30.

Nello scenario di sviluppo sostenibile (SDS) le conseguenze della pandemia sulla sanità e sull'economia sono gli stessi dello scenario STES, ma successivamente si ha un'impennata nelle politiche e negli investimenti per l'energia pulita che permette al sistema energetico di raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni e dell'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili

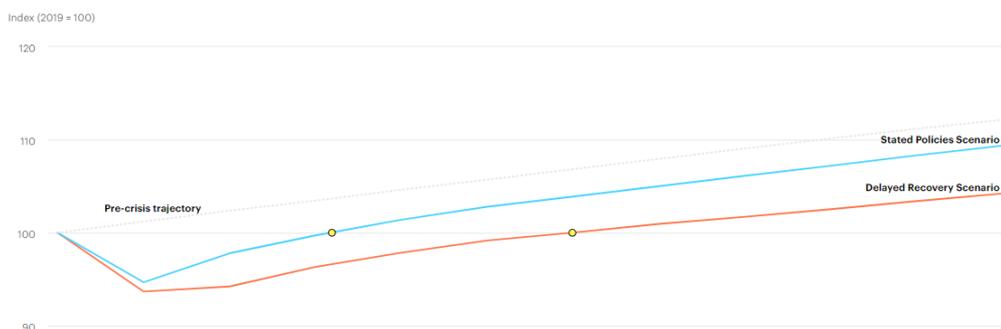
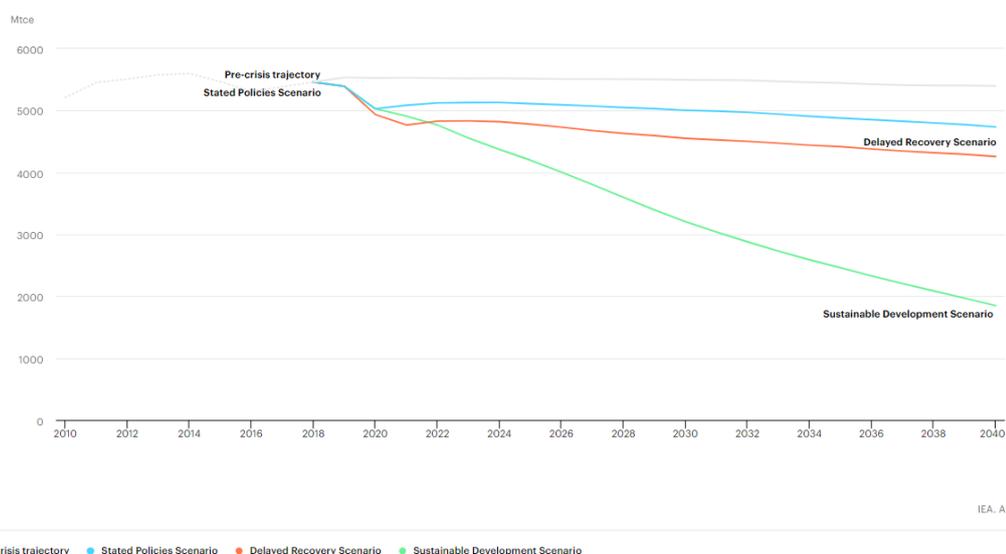
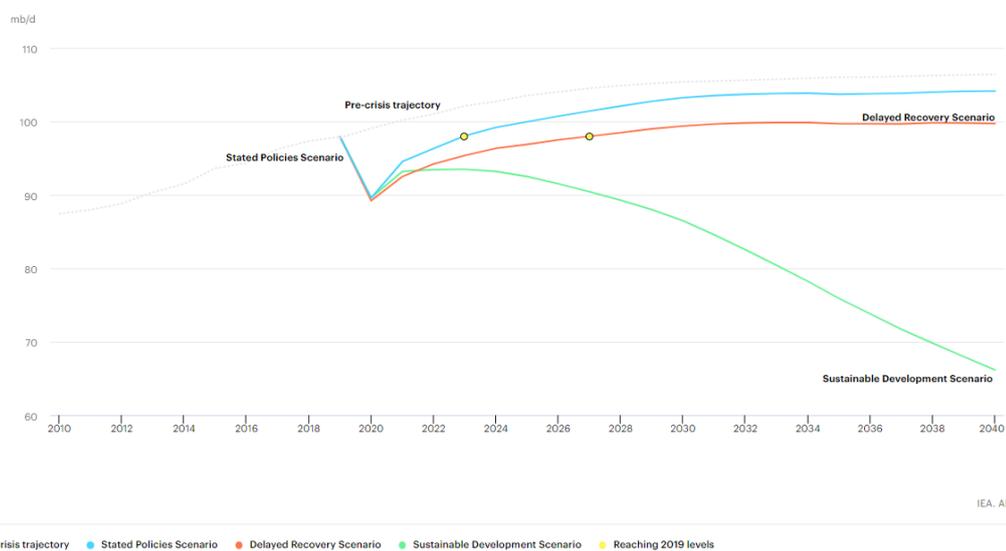


Figura 2.8 Crescita domanda di energia primaria nei paesi dell'OECD. Tratta da [world Energy Outlook]



IEA. All Rights Reserved

Figura 2.9 Domanda di carbone a livello mondiale periodo 2019-2040. Tratta da [world Energy Outlook]



IEA. All Rights Reserved

Figura 2.10 Domanda di petrolio a livello mondiale periodo 2019-2040. Tratta da [world Energy Outlook]

Se nel breve termine non sono previsti cambiamenti a livello mondiale delle politiche energetiche è ancora prematuro prevedere una diminuzione del consumo di petrolio.

Mentre nei paesi già sviluppati si può notare una diminuzione di tale consumo, l'aumento dei redditi nei mercati emergenti e nelle economie in via di sviluppo generano una nuova domanda per la mobilità.

Inoltre, i carburanti per i trasporti non sono più affidabili per la crescita; infatti, come si può vedere dal grafico, l'utilizzo di petrolio per i mezzi di locomozione raggiunge i picchi in tutti gli scenari proposti, ridotti dai continui miglioramenti nell'efficienza del carburante e dalla forte crescita delle vendite di auto elettriche.

Per quanto riguarda il consumo di petrolio per il trasporto merci e per la spedizione su larga scala varia in base allo sviluppo che potrebbe avere l'economia globale e il commercio internazionale. Pur essendoci in alcuni settori una diminuzione della richiesta di petrolio l'andamento generale potrebbe non diminuire; per esempio, nel settore petrolchimico si ha sempre una maggiore richiesta della materia prima. Nonostante un previsto aumento dei tassi di riciclaggio, c'è ancora molto spazio per aumentare la domanda di plastica, soprattutto nelle economie in via di sviluppo.

Tutte le centrali elettriche, gli impianti industriali, gli edifici e i veicoli di oggi genereranno un certo livello di emissioni future se continueranno a fare affidamento sulla combustione senza sosta dei combustibili fossili.

Il dato esposto precedentemente viene preso in considerazione dallo scenario SDS che, oltre allo sviluppo di politiche e tecnologie più pulite e rinnovabili, suppone che le centrali e le risorse attuali che prevedono un forte utilizzo di carbonio abbiano uno sviluppo differente rispetto allo scenario STEPS .

Per esempio, le centrali elettriche esistenti funzionanti a carbone vengono riconvertite o chiuse in modo da rispettare l'obiettivo per il 2030 di dimezzare le sostanze inquinante derivanti dalla combustione del carbone.

Una nuova analisi mostra che se il settore energetico continuasse a lavorare come fatto fino ad adesso da sola causerebbe un aumento della temperatura media globale di 1.65 °C anche se purtroppo questa è una visione ottimistica.

Infatti, si è anche analizzato che le centrali elettriche attualmente in costruzione se venissero utilizzate a livello di ciclo di vita e generazione come fatto fino ad adesso causerebbero 10 Gt di CO<sub>2</sub>, valore che confrontato con l'emissione annuale a livello globale di CO<sub>2</sub> (27Gt) non può essere rassicurante.

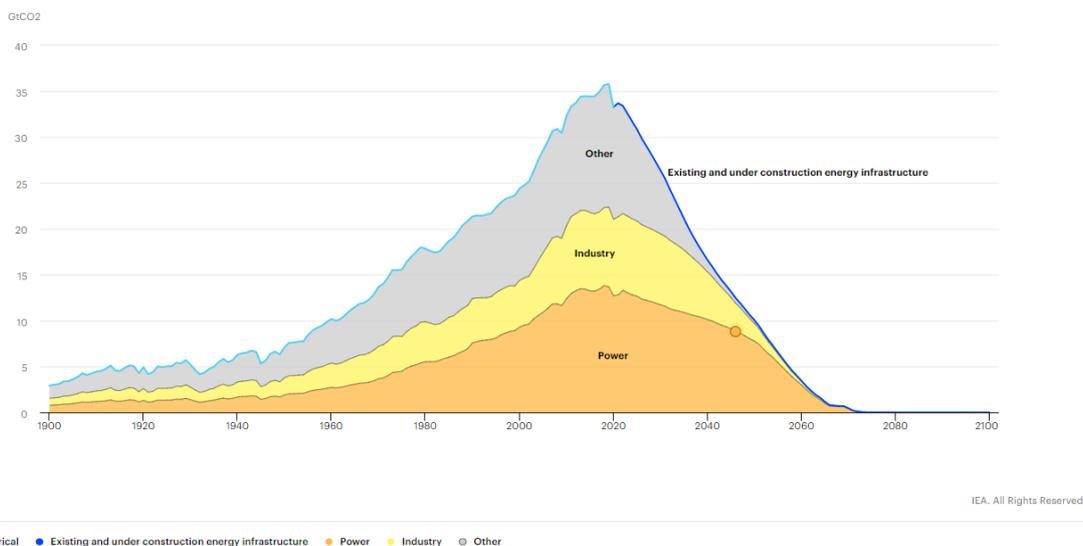


Figura 2.11 Emissioni di CO<sub>2</sub> da infrastrutture energetiche ed operative. Tratta da [world Energy Outlook

## 2.3 SITUAZIONE ENERGETICA EUROPEA

Per quanto riguarda l'Unione Europea il fabbisogno di energia primaria dal 1990 al 2019 presenta un andamento quasi costante, andamento comune per quasi tutte le regioni geografiche che hanno avuto uno sviluppo economico a partire dalla Seconda guerra mondiale.

Quindi ho ritenuto più interessante analizzare la tipologia di fonti utilizzate per soddisfare il fabbisogno energetico, anche considerando la scarsità di materie prime che il vecchio continente ha a disposizione; da notare l'importanza sempre maggiore che stanno assumendo le fonti energetiche rinnovabili.

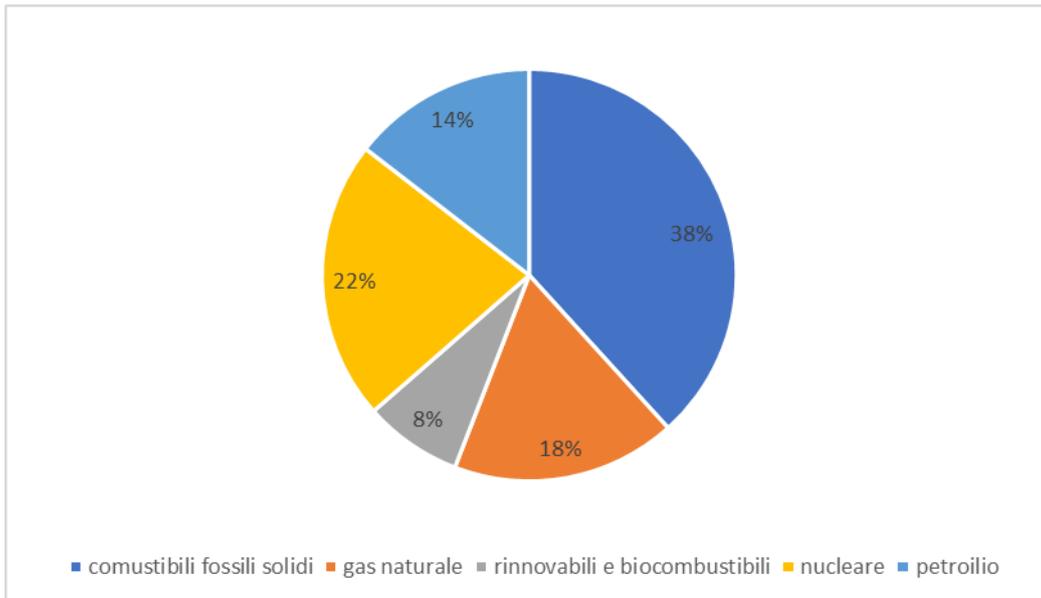


Figura 2.12 Produzione di energia in Europa nel 1990. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.

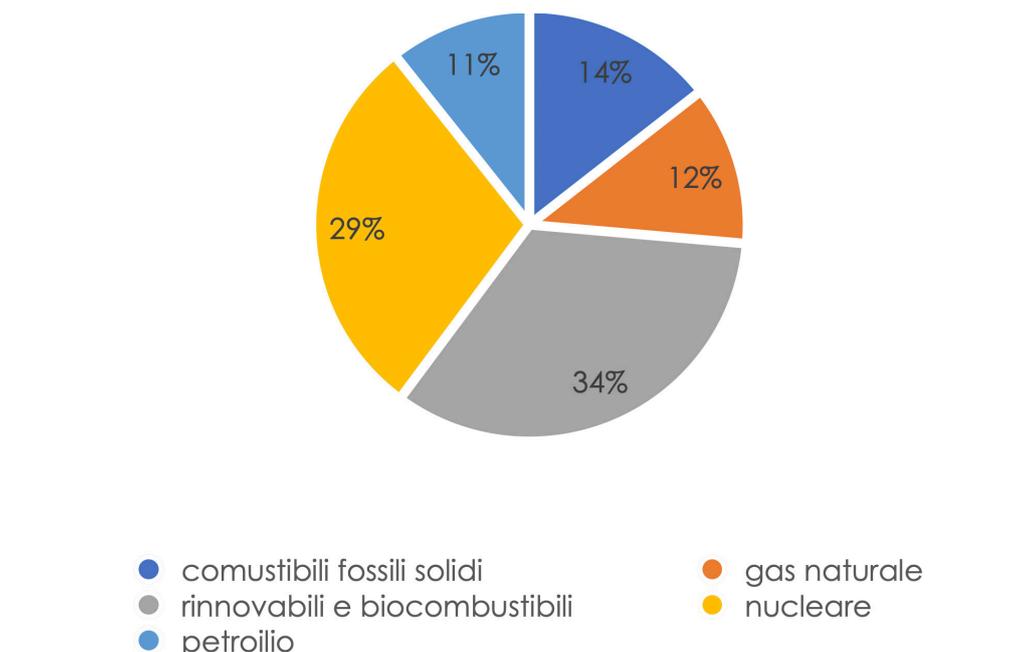


Figura 2.13 Produzione di energia in Europa nel 2019. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.

Confrontando i due grafici si può notare come l'energia primaria generata a partire da fonti rinnovabili abbia avuto un notevole incremento.

L'energia primaria prodotta è passata da valori pari all'8%, dovuti principalmente alla produzione idroelettrica, al 33% del 2019. Ciò è dovuto alle politiche adottate dall'Unione Europea per la promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili a discapito di quelle tradizionali, inquinanti e dannose per l'uomo e per l'ambiente; infatti, la produzione da combustibili tradizionali è diminuita.

I combustibili fossili solidi sono passati dal 38% del 1990 al 14% del 2019, il petrolio e i suoi derivati dal 14% al 10% infine il gas naturale è diminuito fino al 5% partendo dal 17% del 1990.

L'energia primaria ricavata dal nucleare è leggermente aumentata e si è stabilizzata intorno al 28% sul totale, però non si registrano incrementi percentuali negli ultimi 15 anni.

Un problema per l'Unione Europea è la scarsità di materie prime per la produzione di energia primaria che si traduce in termini energetici con una elevata dipendenza dall'importazione di energia primaria dagli altri Stati (figura).

Nel grafico seguente viene mostrata la percentuale di energia primaria auto prodotta.

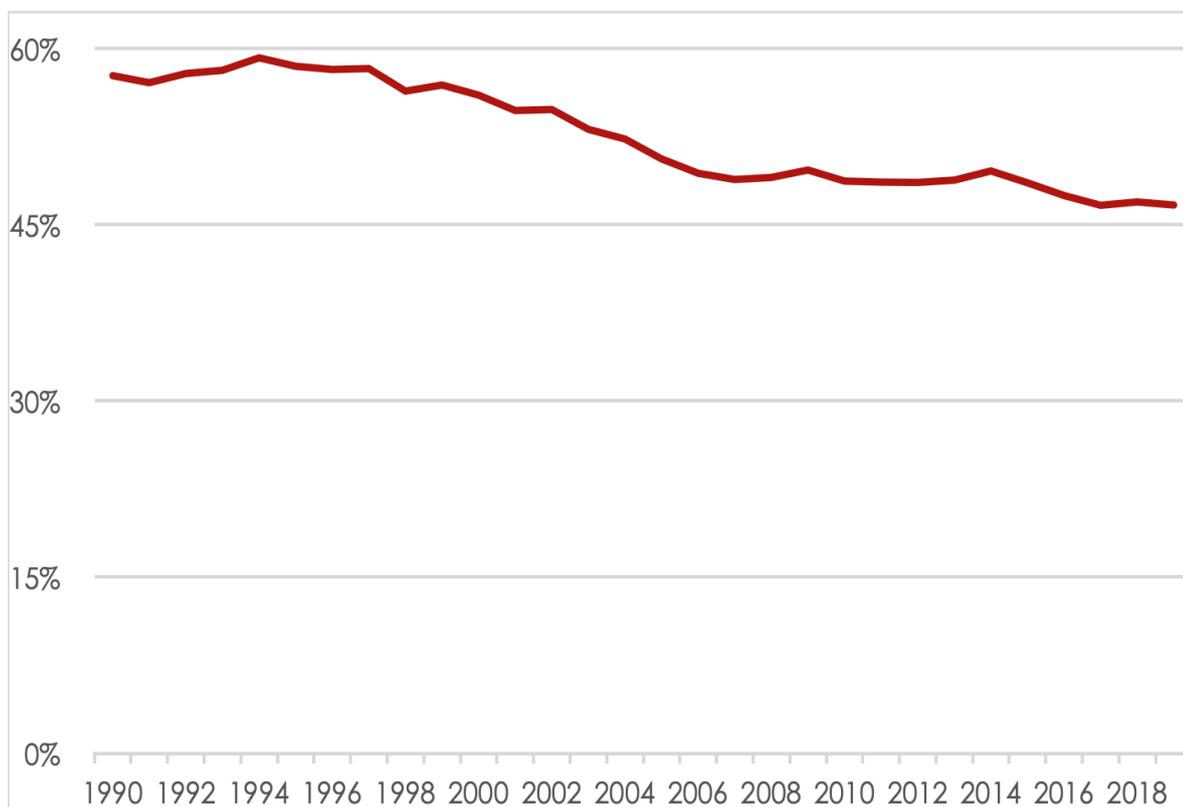


Figura 2.14 Produzione interna di energia primaria in Europa. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.

Dal grafico si può notare come la percentuale dal 1990 al 2019 è diminuita, perché pur aumentando la produzione interna da fonti energetiche disponibili come il nucleare e le fonti rinnovabili, è diminuita la produzione dai combustibili fossili sia per le politiche energetiche adottate sia per la disponibilità diretta.

Un fatto interessante da notare è l'andamento del consumo nel settore dei trasporti che, rispetto agli anni 90, ha superato l'energia impiegata dall'industria. Adesso si sta andando verso la transizione verso i motori elettrici anche se personalmente penso sia solo un modo di aggirare il problema perché la produzione di essa viene sempre generata da combustibili fossili.

Il settore industriale su cui sono stati realizzati interventi legislativi e di ricerca per mitigare la sua incidenza ha subito un continuo decremento nell'utilizzo di energia.

Dal grafico (Figura) si nota subito la diminuzione avvenuta nel 2009 causata dalla crisi economica, ma anche non considerando questo singolo evento si può apprezzare la diminuzione costante anche dopo la crisi.

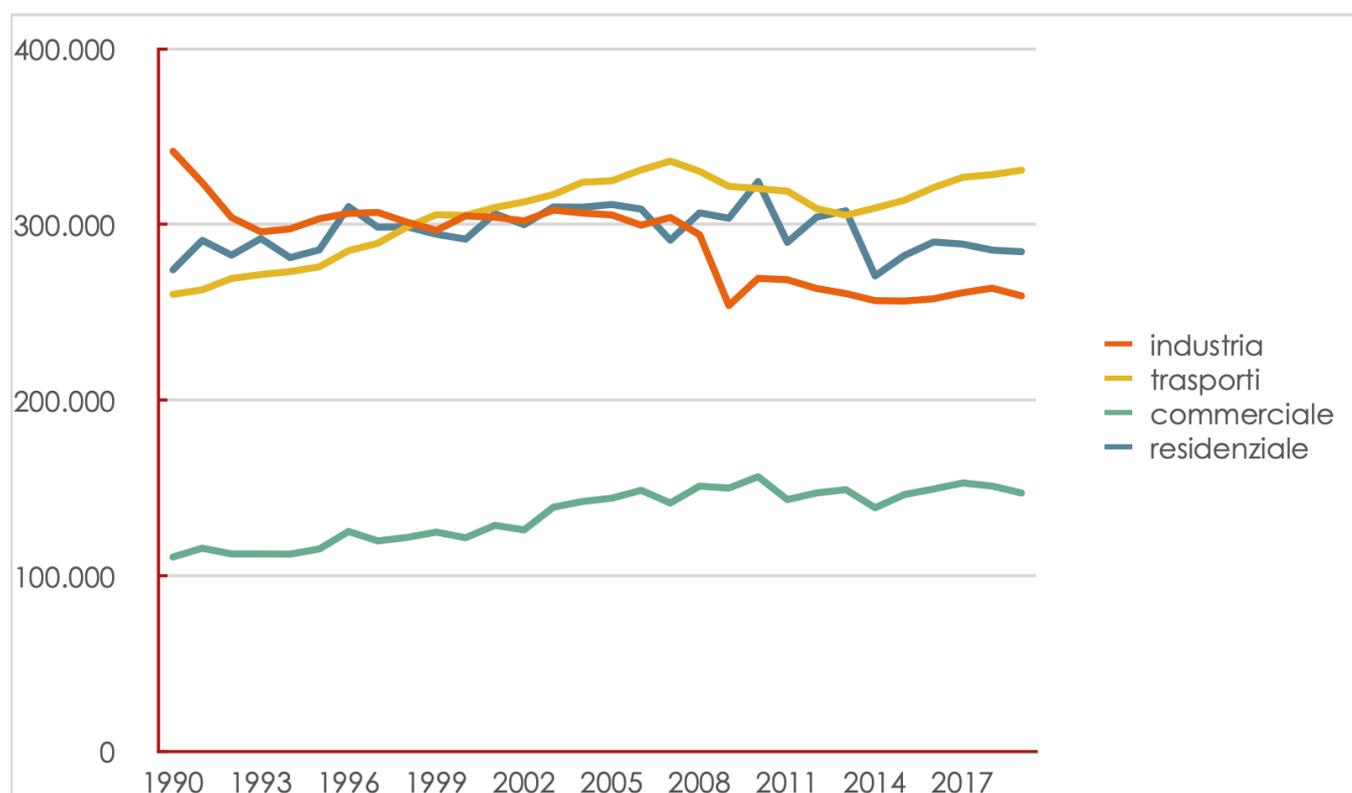


Figura 2.15 Consumi di energia primaria per settori in Europa. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.

Escludendo il settore dei trasporti si nota come il consumo finale di energia primaria abbia un andamento complessivamente costante; a livello globale, la forte crescita nella domanda di energia primaria è dunque da attribuirsi ai paesi in via di sviluppo che sempre più velocemente si stanno evolvendo e industrializzando.



## 2.4 PANORAMICA ITALIANA

Nel 2019 il consumo interno lordo è stato di 151 Mtep valore che si è mantenuto al di sotto dei livelli del primo decennio degli anni 2000 e sui livelli di consumo degli ultimi anni del '900 (Figura).

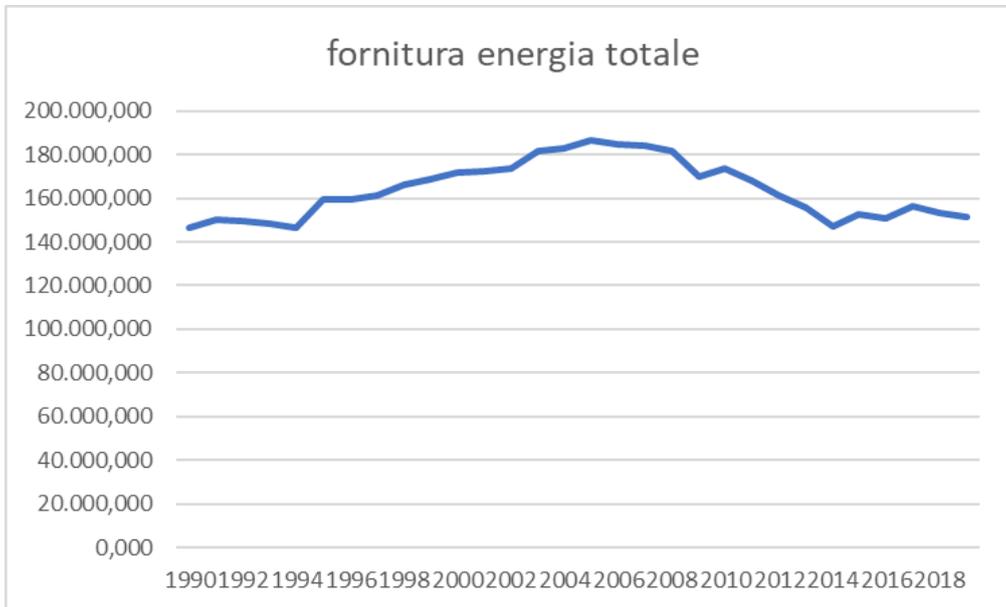


Figura 2.16 Consumo energia primaria in Italia. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.

La differenza principale che si può notare rispetto al 1990 è la differente produzione interna di energia primaria.

Il discorso presente nel capitolo precedente, relativo alla scarsità di materie prime per l'auto produzione, in questo caso diventa ancora più pertinente ed assume un'importanza maggiore.

Guardando il grafico successivo, che rappresenta la quantità di energia primaria prodotta internamente, si nota subito la dipendenza energetica dell'Italia rispetto all'importazione di energia dall'estero (grafico).

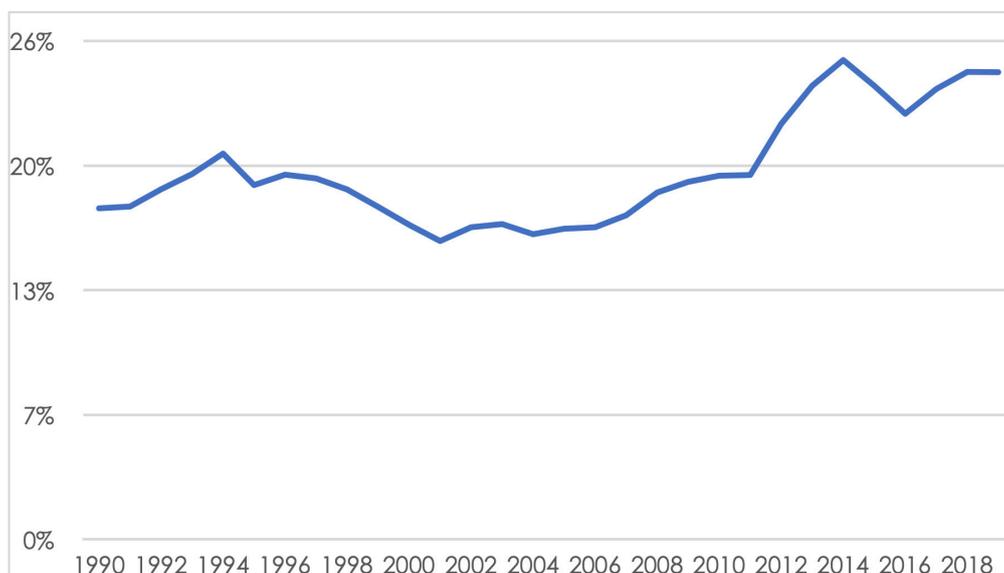


Figura 2.17 Produzione interna di energia primaria in Italia. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.

L'andamento della percentuale di produzione dall'1990 al 2019 è leggermente aumentata passando dal 17% al 24%, altro fatto nettamente positivo è la differente suddivisione di queste percentuali rispetto al vettore energetico utilizzato per produrle.

Dalle figure successive, si evidenzia come le fonti rinnovabili, in significativa crescita, rappresentano il 73% della produzione nazionale di energia rispetto al 25% del 1990.

Questa crescita è stata accompagnata dal decremento dell'utilizzo delle fonti fossili portando addirittura a cancellare la produzione di energia ricavata dai combustibili fossili solidi, come il carbone.

Anche il gas naturale ed il petrolio vengono usati in minor quantità, in Italia si ricava rispettivamente l'11% ed il 13% della propria produzione.

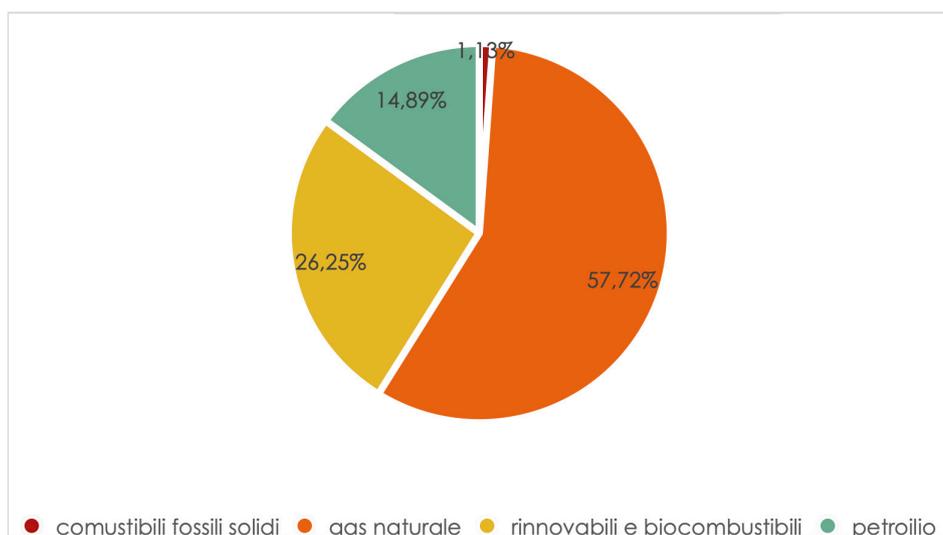


Figura 2.18 Produzione di energia in Italia nel 1990. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.

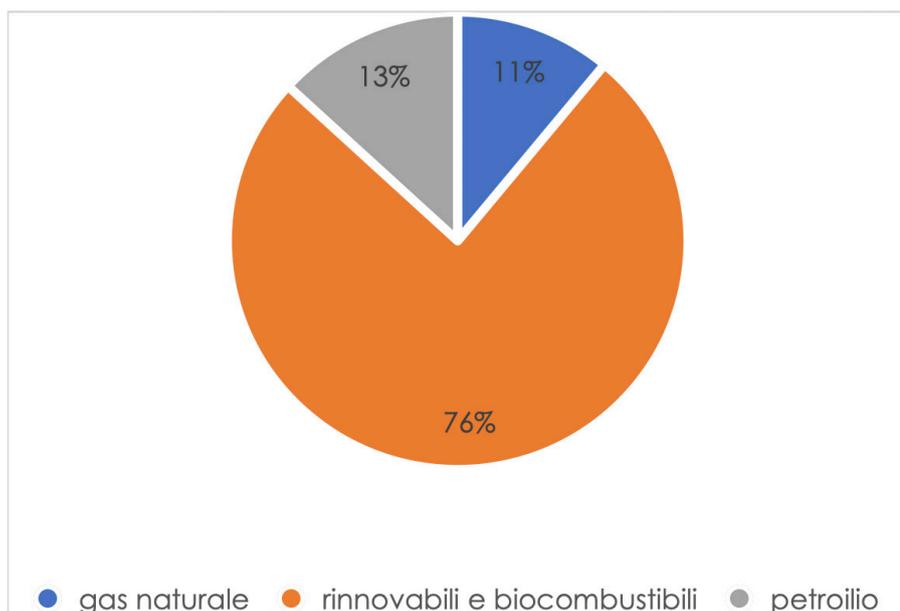


Figura 2.19 Produzione di energia in Europa nel 2019. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.

Andando ad osservare il grafico (grafico) sulla quantità di energia primaria consumata in Italia suddivisa per settori di consumatori finali, si riscontra un andamento simile a quello descritto precedentemente nel capitolo relativo all'Unione Europea.

I settori principali sono nuovamente l'industria il residenziale ed i trasporti.

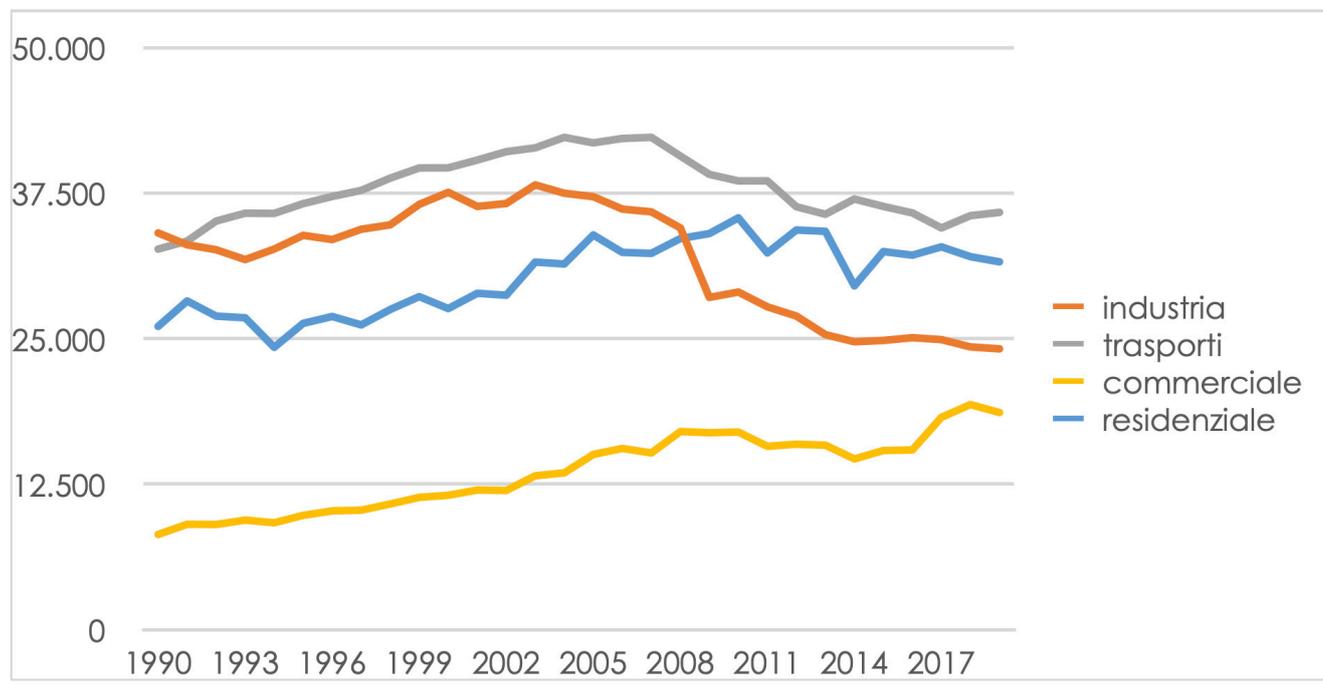


Figura 2.20 Consumi di energia primaria per settori in Italia. Fonte dati [Eurostat] elaborazione personale.

*capitolo 3*  
**AMBITO LEGISLATIVO** |

### 3. AMBITO LEGISLATIVO

L'Unione Europea a causa della scarsità di materie prime e dalla dipendenza energetica rispetto ad altri stati si trova ad affrontare una delle sfide più complicate della sua storia, considerando che sta anche attraversando una delle pandemie più gravose della storia dell'umanità e dalla necessità di mitigare i cambiamenti climatici.

Per affrontare la sfida l'UE ha identificato l'efficienza energetica come uno dei principali mezzi per migliorare la sicurezza di approvvigionamento riducendo la richiesta di energia primaria e diminuendo le importazioni. Inoltre, riducendo i consumi si riducono le emissioni in modo da diminuire l'impatto ecologico che essi possono avere.

Aumentare l'efficienza energetica del proprio sistema produttivo potrebbe avere anche ripercussioni dal punto di vista economico e sociale. Avere un profilo energetico efficiente dovrebbe trainare con sé lo sviluppo di nuove tecnologie rendendo il settore produttivo più competitivo e creando nuovi posti di lavoro nei settori collegati all'efficienza energetica.

## **DIRETTIVA 2006 /04 / UE**

### **SCOPO**

Con la seguente direttiva il parlamento europeo si pone lo scopo di crescere il miglioramento dell'efficienze energetica dei paesi membri fornendo indicazioni sugli obiettivi da perseguire per limitare le imperfezioni nel mercato che ostacolano un uno finale migliore dell'energia.

Inoltre, si propone di fornire gli strumenti economici e giuridici per garantire la crescita di un mercato energetico che sia alla base per lo sviluppo di iniziative svolte all'efficientamento energetico.

### **OBBIETTIVO GENERALE**

Come direttiva principale gli stati membri devono ottenere un risparmio energetico complessivo pari al 9% a nono anno dall'applicazione della seguente direttiva. Questo risultato deve essere ottenuto attraverso i servizi energetici e da altre azioni di efficientamento energetico.

Inoltre, ogni Stato deve creare dei target intermedi da raggiungere ogni tre anni fornendo un report che descriva la propria strategia per rispettare il risultato dichiarato; infatti, ogni Stato è libero di creare il proprio percorso con il fine di migliorare l'efficienza energetica.

Gli Stati devono creare o nominare un ente che abbia il compito di monitorare e supervisionare il risparmio energetico ottenuto dalle azioni di efficientamento adottate riferendo alla commissione europea i risultati della verifica. Dalla verifica ottenuta la commissione valuta se fornire un'ulteriore direttiva per sviluppare il comportamento del mercato sull'efficientamento energetico tramite i certificati bianchi.

Dagli obiettivi Europei 20-20-20, attraverso proiezioni, si è analizzato che rispetto all'attuale andamento di consumo di energia primaria nel 2020 bisognerebbe ottenere una riduzione di 368 Mtoe.

Nel 2010 il Consiglio europeo conferma che l'efficientamento energetico è tra le strategie principali per un Europa più sostenibile. Per ottenere questo gli Stati sono tenuti a creare degli obiettivi in comune accordo con la Commissione inserendo le iniziative e le azioni previste all'interno dei programmi nazionali di riforma.

Nel 2011 la Commissione capisce che l'UE non mantiene il passo per raggiungere gli obiettivi decisi, quindi, indica delle linee guida politiche e tecniche da applicare su tutta la catena energetica facendo particolare attenzione al settore pubblico e all'industria.

## **DIRETTIVA 2012 / 27 / UE**

Con la direttiva 2012/27/UE si stabiliscono delle misure di miglioramento dell'efficienza energetica comuni con l'obiettivo di conseguire l'obiettivo di ridurre del 20% i consumi di energia primaria entro il 2020 e per creare una struttura energetica per i target successivi. I limiti indicati in questa direttiva rappresentano i requisiti minimi che ogni Stato membro deve ottenere.

### **OBBIETTIVO**

Ciascuno Stato è libero di stabilire il percorso per raggiungere l'obiettivo analizzando il risultato sul consumo e sul risparmio di energia primaria o finale.

Per determinare le iniziative devono tener conto che:

- Nel 2020 il consumo dell'UE deve essere inferiore a 1474 Mtoe
- Dei limiti di questa direttiva
- Dalle politiche adottate nel conseguimento della direttiva 2006/32/CE
- Delle azioni di efficientamento adottate dagli altri paesi membri.

Nel 2014 la Commissione valuterà i progressi ed analizzerà se le azioni applicate saranno sufficienti per raggiungere l'obiettivo generale.

Per questa analisi si sommeranno i risultati comunicati dai singoli Stati e vengono confrontati con i risultati di modellazione delle tendenze di consumo energetico.

Visto l'argomento della tesi ho deciso di prestare particolare attenzione all'articolo 8 che contiene le direttive in ambito di gestione dell'energia.

### **ARTICOLO 8:** audit energetici e sistemi di gestione dell'energia

Gli Stati membri hanno il compito di incentivare gli utenti finali ad effettuare audit energetici che siano svolti da persone esterne al cliente che siano qualificati oppure che queste diagnosi vengano realizzate e controllate da autorità indipendenti.

Inoltre, gli Stati devono creare programmi che spingano le PMI a realizzare gli audit energetici ed aiutare la realizzazione delle raccomandazioni derivanti dall'analisi. Con la creazione di servizi di consulenza bisogna sensibilizzare le famiglie sul tema dell'efficienza energetica e sui benefici che si possono trarre.

Per quanto riguarda le grandi imprese gli Stati devono garantire, entro la fine del 2015, che svolgano un'analisi energetica svolta in maniera indipendente da esperti; l'audit energetico deve essere ripetuto ogni quattro anni dal precedente.

Per avere valore un audit energetico deve essere realizzato secondo i criteri dell'allegato 6 e dagli accordi raggiunti tra le associazioni e l'ente che è stato scelto dallo Stato membro.

## ALLEGATO 6

Nell'allegato 6 sono elencati i criteri minimi che sono alla base per la realizzazione di un audit energetico:

- Devono essere basati su dati reali, misurati ed aggiornati del consumo di energia
- Devono includere il dettaglio sui carichi relativi al consumo di energia delle dell'impianto comprendendo le attività i trasporti e gli edifici.
- I risultati devono essere analizzati sul ciclo di vita del soggetto in esame in modo da considerare i risparmi a lungo termine ed i valori residui dell'investimento realizzato.
- Devono essere rappresentativi e realistici in modo da fornire la dimensione energetica globale e permettere di individuare le migliori opportunità di miglioramento.
- Si consiglia di conservare gli audit energetici in modo da essere riutilizzati per analisi future in modo da realizzare delle analisi storiche e per monitorare che vengano raggiunte le prestazioni ricavate.

In quest'ottica, con il Decreto Legislativo n° 102 del 4 luglio 2014, l'Italia ha recepito la Direttiva 2012/27/UE sull'Efficienza Energetica. In particolare, l'art.8, rubricato "Diagnosi Energetiche e Sistema di Gestione dell'Energia", individua in questi strumenti due delle principali azioni per affrontare in modo efficace il tema dell'efficienza energetica nelle imprese. Pur essendo procedure differenti, la Diagnosi Energetica ed il Sistema di Gestione dell'Energia, sono state riconosciute come mezzi per migliorare l'efficienza energetica ed hanno il compito di far conoscere all'azienda che li svolge i propri consumi e le opportunità di risparmio.

## DECRETO LEGISLATIVO 4 / 06 / 2014

Con il decreto legislativo 4/06/2014 lo Stato italiano applica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica ed obbliga le grandi imprese a realizzare entro la fine del 2015 ed ogni quattro anni di realizzare una diagnosi energetica o in alternativa di creare un sistema di gestione dell'energia che garantisca un uso più razionale dei consumi.

Nomina l'ENEA(Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) certificatore delle diagnosi che ha il compito di istituire una banca dati che contenga la diagnosi energetica di tutte le imprese soggette a diagnosi energetica.

L'ENEA è anche incaricata di realizzare i controlli a campione (3% della popolazione delle imprese) in modo da accertare la regolarità delle diagnosi effettuate generando a partire dal 2016 un rapporto di sintesi che verrà comunicato al Ministero dello sviluppo economico.

Per sostenere ed incentivare le PMI a realizzare le diagnosi energetiche, il Ministero dello sviluppo economico realizza un bando per cofinanziare l'audit energetico o l'adozione di sistemi di gestione. I finanziamenti vengono concessi una volta che viene realmente effettuata una delle misure di efficientamento energetico individuate dalla analisi.

Categoria	DIPENDENTI		FATTURATO		ATTIVO
Grande impresa	≥250	oppure	>€ 50 mln	e	>€ 43 mln
Media impresa	<250	e	≤ € 50 mln	oppure	≤ € 43 mln
Piccola impresa	<50	e	≤ € 10 mln	oppure	≤ € 10 mln
Microimpresa	<10	e	≤ € 2 mln	oppure	≤ € 2 mln

Figura 3.1 Classificazione imprese. Elaborazione personale, fonte dati (decreto-legge 22/06/2012).

*capitolo 4*  
**L'EFFICIENZA ENERGETICA**

## 4. L'EFFICIENZA ENERGETICA

Per far fronte alla continua crescita della domanda di energia di cui si è parlato nel capitolo precedente e per cercare di ridurre il più possibile le emissioni di gas serra, quindi di salvaguardare il più possibile il nostro pianeta, la parola chiave è proprio risparmio energetico; infatti, con le tecnologie attualmente disponibili, bisogna muoversi verso un modello energetico in cui le fonti di energia rinnovabili e pulite siano dominanti rispetto a quelle tradizionali. Per intraprendere questa strada ritengo che la riduzione degli sprechi tramite il risparmio energetico possa essere una buona base su cui costruire un futuro più sostenibile.

La gestione corretta e razionale dell'energia, applicata a tutti i settori di vita (industria, trasporti, civile, terziario), è lo strumento principale che può permettere all'umanità di far fronte ai problemi legati al cambiamento climatico. La necessità di ridurre i consumi ha portato alla nascita di politiche atte a sostenere un aumento di efficienza energetica; essa è vantaggiosa sotto diversi aspetti:

- stabilizza o diminuisce la dipendenza dall'estero;
- contribuisce alla riduzione dell'inquinamento;
- promuove uno sviluppo sostenibile delle risorse.

I

l'Unione Europea ha adottato una serie di misure per promuovere l'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti rinnovabili; tali misure sono raccolte nel cosiddetto Piano 20-20-20.

Il piano 20-20-20, contenuto nella Direttiva 2009/29/CE promosso dal Consiglio europeo sarà valido da gennaio 2013 fino al 2020. Esso ha stabilito, per l'Unione europea, tre obiettivi da raggiungere entro il 2020:

- ridurre i gas a effetto serra del 20% (o del 30% in caso di accordo internazionale);
- ridurre i consumi energetici del 20% attraverso interventi che migliorino l'efficienza energetica del sistema energetico;
- raggiungere il 20% del fabbisogno energetico europeo tramite la produzione di energia rinnovabile;
- promuove uno sviluppo sostenibile delle risorse.

Negli ultimi anni, le tendenze hanno indicato un percorso costante verso il raggiungimento della riduzione delle emissioni di gas serra per il 2020, il probabile raggiungimento degli obiettivi di energia rinnovabile e le difficoltà di raggiungere la riduzione del consumo di energia primaria in modo da raggiungere i livelli previsti per il 2020.

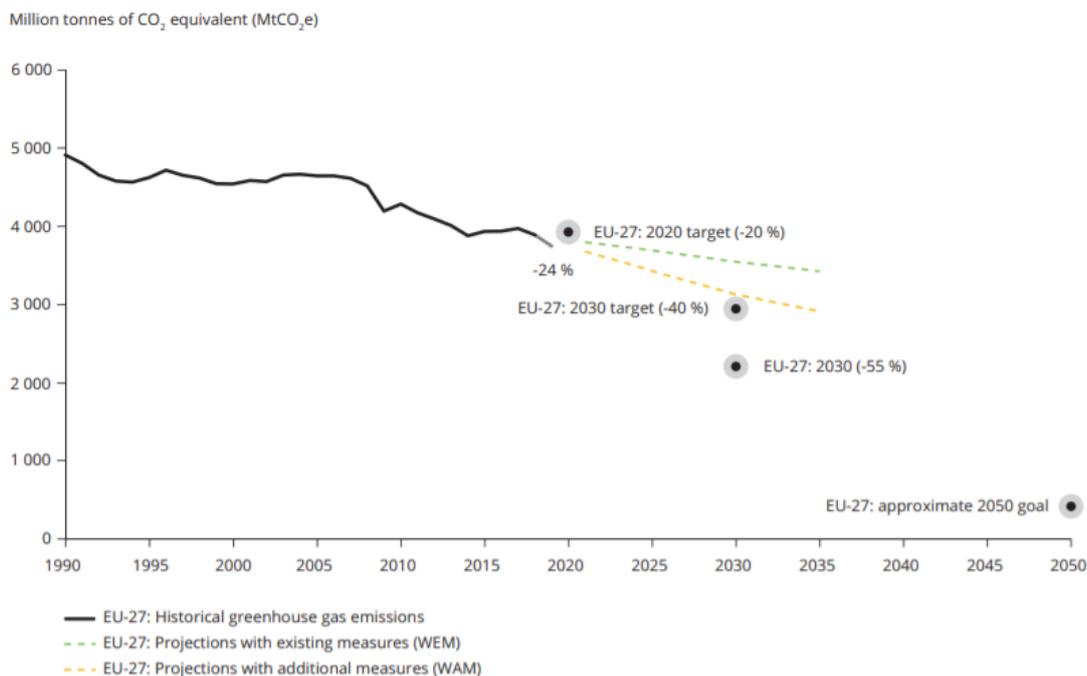


Figura 4.1 Obiettivi di emissioni gas serra periodo 1990-2050 in Europa. Tratto da [EEA report n° 13/2020]

Dal 1990, le emissioni di gas a effetto serra nell'UE [grafico] sono in costante calo. Questa tendenza è continuata negli ultimi anni, con la riduzione delle emissioni nell'UE-28 in calo del 26% al di sotto dei livelli del 1990 per il 2019 (24% nell'UE-27 solo nel 2019). Dal 2014 le emissioni di CO<sub>2</sub> nell'UE-28 sono rimasti costantemente al di sotto di quelli dell'obiettivo di riduzione del 20% per il 2020.

Si è riscontrato che sono state ridotte le emissioni, importanti e sostenute, degli impianti fissi di produzione. Questo cambiamento è stato guidato dalla rapida decarbonizzazione del settore, tramite politiche mirate da parte dell'UE.

In compenso è stato riscontrato che negli ultimi anni si è ridotto l'essenziale serbatoio per la mitigazione dell'emissione di carbonio da parte delle foreste europee e degli altri spazi verdi.

La diminuzione delle aree verdi e la crescente attività dell'uomo hanno causato la rottura del bilancio nel ciclo del carbonio; infatti, l'umanità emette nell'atmosfera più CO<sub>2</sub>, anche chiamata anidride carbonica, di quanto possa essere immagazzinato dalle piante e dal mare. In questo modo l'atmosfera si arricchisce di gas serra provocando un riscaldamento della Terra. Gli ecosistemi come le foreste e gli oceani, che assorbono più CO<sub>2</sub> di quanto ne rilascino, possono rallentare questo processo. Le piante assorbono CO<sub>2</sub> accumulando il carbonio nella sua biomassa, tramite questo processo la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera diminuisce. Tramite questo processo il bosco assume il ruolo di serbatoio di carbonio. Di tutti gli ecosistemi terrestri, i boschi sono quelli che hanno il maggiore potenziale di stoccaggio, però in determinate circostanze può diventare anche una fonte d'emissione di CO<sub>2</sub>.

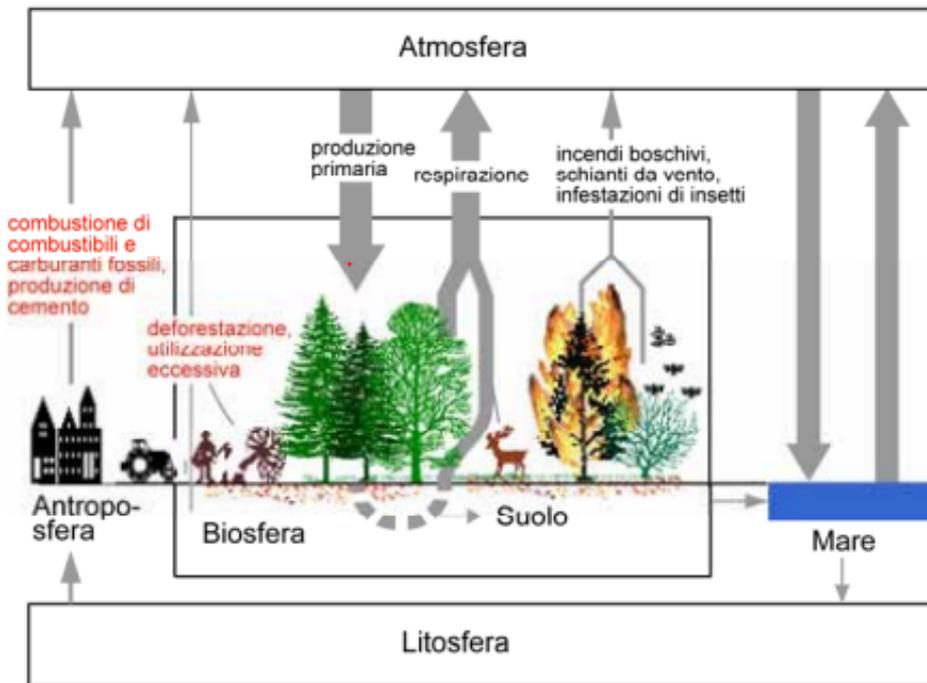


Figura 4.2 Ciclo CO<sub>2</sub>, il ruolo del bosco come serbatoio. Fonte [UFAM\_ Serbatoi di carbonio nell'economia forestale]

Cli ecosistemi assorbendo più CO<sub>2</sub> di quello che viene rimesso in ambiente immagazzinano nella loro biomassa le sostanze organiche e quindi assumono il ruolo di serbatoio per il carbonio.

Le aree boschive svizzere attualmente riescono ad immagazzinare 4 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> che rappresentano l'otto per cento delle emissioni complessive. La quantità di CO<sub>2</sub> che viene catturata da una pianta non può essere considerata, nella sua totalità, come mitigata. Infatti, i tre quarti del carbonio nel momento in cui gli alberi muoiono o vengono utilizzati sono nuovamente rilasciati in atmosfera.

Nel settore delle energie rinnovabili, dati preliminari dell'AEA suggeriscono che l'UE-28 ha raggiunto una quota totale di energia consumata ottenuta da fonti rinnovabili del 18,6% nel 2019 (e il 19,4% solo nell'UE-27).

L'UE è quindi sulla buona strada per raggiungere l'obiettivo minimo per il 2020 del 20%. Mentre le quote di elettricità, riscaldamento e di raffrescamento fornito dalle fonti rinnovabili ha contribuito a soddisfare l'obiettivo generale dell'UE di efficientamento energetico. Invece la prospettiva di raggiungere l'obiettivo del 10% per fabbisogno energetico fornito da fonti rinnovabili entro il 2020 per il settore dei trasporti rimane lieve.

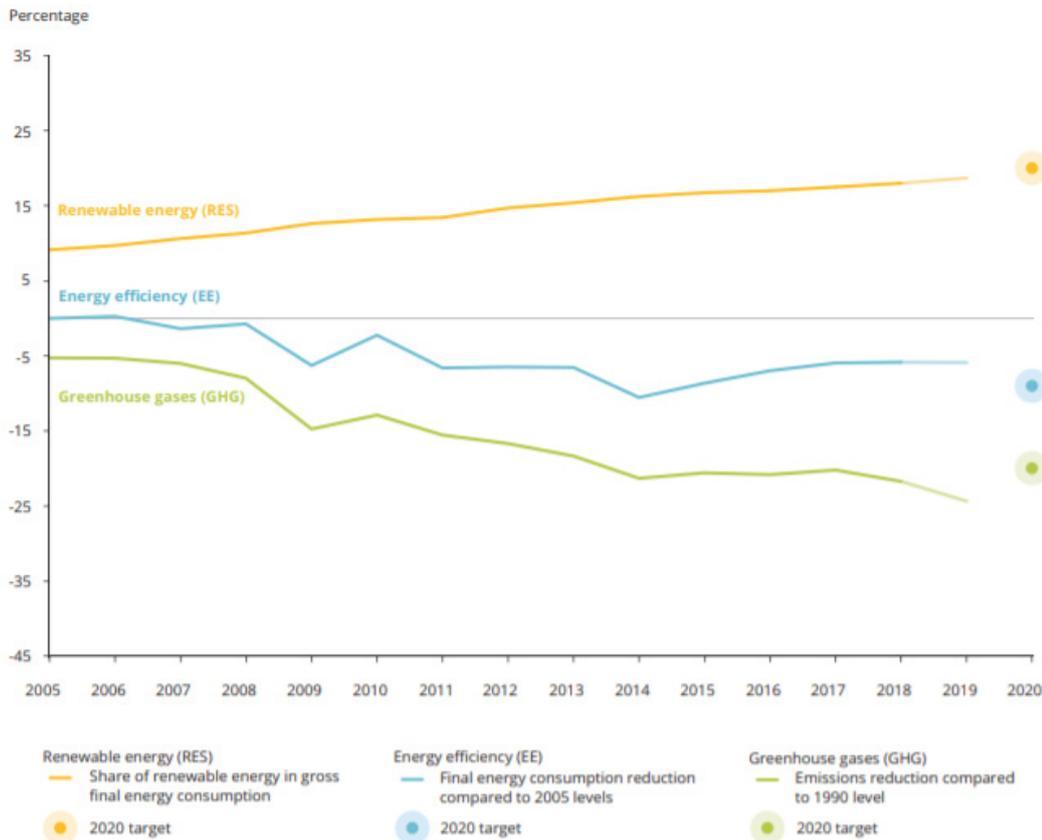


Figura 4.2 Progressi ed andamenti storici degli obiettivi del piano 20-20-20. Tratto da [EEA report n° 13/2020]

La maggior parte degli Stati membri sta compiendo buoni progressi verso i loro obiettivi nazionali in materia di FER per il 2020. L’AEA indica una stima anticipata delle energie rinnovabili per il 2019 in cui tredici Stati membri hanno già superato l’obiettivo prefissato per il 2020.

Questi paesi sono la Bulgaria, Croazia, Cipro, Cechia, Danimarca, Estonia, Finlandia, Grecia, Italia, Lettonia, Lituania, Romania e Svezia.

Per l’efficienza energetica, le prospettive di raggiungere gli obiettivi per il 2020 non sono state positive, anzi spesso sono state osservate tendenze che divergono dall’obiettivo di riduzione.

Nel 2019, valori approssimativi di consumo energetico per l’UE-28 indicano una stabilizzazione nel consumo finale di energia e un piccolo calo dell’energia primaria pari all’1,4%.

Quest’ultimo dato segue una marginale riduzione nel 2018 dello 0,6% dopo diversi anni di crescente consumo di energia primaria. Queste tendenze sono simili in tutti gli Stati dell’UE-27 e, pur considerando la stabilizzazione nel consumo di energia come un buon risultato, non sono state riscontrate le riduzioni e le misure necessarie per raggiungere l’obiettivo del 20% entro il 2020.

Dati preliminari EEA, sul consumo finale di energia nel 2019, mostra che solo nove Stati membri (Finlandia, Grecia, Italia, Lettonia, Paesi Bassi, Portogallo, Romania, Slovenia e Spagna) erano sulla buona strada per i rispettivi obiettivi di efficienza energetica per il 2020.

Per il decennio 2021-2030 l'Europa si è impegnata a perseguire gli obiettivi di salvaguardia dell'ambiente emanando un nuovo pacchetto di norme, il pacchetto Clean Energy for All Europeans.

Gli elementi principali di tale pacchetto sono:

- **efficienza energetica al primo posto:** la nuova Direttiva sull'efficienza energetica fissa al 2030 un nuovo obiettivo di efficienza energetica del 32,5%;
- **più fonti rinnovabili:** obiettivo di almeno il 32% di produzione di energia da fonti rinnovabili entro il 2030, e promozione di investimenti pubblici e privati, affinché l'Unione Europea mantenga la propria leadership globale sulle energie rinnovabili;

Seguendo la stessa linea guida della precedente direttiva, anche in questo caso gli Stati membri decidono autonomamente le azioni da intraprendere per raggiungere l'obiettivi al 2030 per l'efficienza energetica e per la produzione da fonti rinnovabili.

Con la nuova Direttiva Efficienza Energetica il consiglio europeo stabilisce di raggiungere, entro il 2030, una diminuzione del 32.5% sui consumi energetici tramite interventi di risparmio energetico. La direttiva prosegue il progetto 20-20-20 rivedendo l'obbligo e l'obiettivo di risparmio energetico nell'uso finale.

## LA NORMA UNI CEI EN 16427

La norma UNI CEI EN 16427 ha lo scopo di aiutare le aziende per rispettare gli obiettivi creati dalla direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica fornendo i requisiti e le indicazioni per realizzare un'analisi energetica.

La Norma UNI CEI EN 16247 è composta da 5 parti:

norma UNI CEI EN 16247-1

In questa prima parte della norma si definiscono una metodologia comune, i requisiti che deve possedere ed i risultati delle diagnosi energetiche. Questa metodologia fornisce le linee guida che devono essere applicate a tutte le diagnosi da applicare a tutte le forme di energia e di utilizzo.

### REQUISITI DI QUALITÀ

#### *Competenza*

Il revisore energetico deve essere adeguatamente qualificato e adatto per l'ambito, l'obiettivo e la completezza per la tipologia di lavoro svolto.

#### *Confidenzialità*

Il revisore energetico deve trattare come confidenziali tutte le informazioni fornite dall'organizzazione durante l'audit energetico

#### *Obiettività*

Il revisore energetico deve trattare l'interesse dell'organizzazione come obiettivo fondamentale ed agire in maniera obbiettiva.

#### *Trasparenza*

Se il revisore energetico ha interessi economici che possono essere in conflitto con l'audit energetico, deve divulgare qualunque conflitto di interessi in maniera trasparente.

### REQUISITI DEL PROCESSO DI AUDIT ENERGETICO

Il processo di audit energetico deve essere:

- **Appropriato:** idoneo all'ambito, agli obiettivi e alla completezza concordati;
- **Completo:** in modo da definire gli obiettivi e l'organizzazione della revisione;
- **Rappresentativa:** in modo da collezionare i dati veritieri e rilevanti;
- **Tracciabile:** in modo da tracciare l'origine e la lavorazione dei dati;
- **Utile:** in modo di includere un'analisi dei costi effettivi e delle opportunità di risparmio energetico identificate;
- **Verificabile:** in modo da permettere alle autorità di controllare il raggiungimento degli obiettivi.

La seconda parte della norma UNI CEI EN 16247-2 contiene le specifiche su come realizzare una diagnosi energetica di un edificio. Non tiene in considerazione le singole residenze private, ma fornisce le linee guida, i requisiti ed elenca i risultati da mostrare per l'audit energetico riguardante un edificio o a un gruppo di edifici.

La terza parte della norma UNI CEI EN 16247-3 si concentra sulla diagnosi energetica relativo ad un processo industriale definendo la reportistica ed i requisiti che essa deve possedere. La norma è da applicare negli ambienti in cui l'uso di energia primaria è dovuta al processo in esame. Una diagnosi energetica si deve basare su questi tre passaggi:

- a) organizzare e realizzare una diagnosi energetica;
- b) fare un'analisi sui dati ottenuti nel punto a;
- c) realizzare un report che documenti i risultati della diagnosi energetica.

La norma UNI CEI EN 16247-4 è relativa alla diagnosi energetica nel settore dei trasporti affrontando tutte le situazioni in cui avviene uno spostamento senza considerare l'operatore. In questo caso si indicano i requisiti, la metodologia e la reportistica specifici da applicare alle diverse modalità di trasporto in base ai differenti ambiti e al bene trasportato.

L'ultima sezione di questa norma, UNI CEI EN 16247-5, deve essere utilizzata per creare degli schemi a livello europeo di certificazione della figura di un auditor energetico. Può essere utilizzato dalle aziende per scegliere e nominare una figura professionale e qualificata in modo da assicurarsi di ottenere una analisi energetica completa ed esaustiva.

## **4.2 LA NORMA ENEA**

### **ELEMENTI DEL PROCESSO DI AUDIT ENERGETICO**

#### **CONTATTO PRELIMINARE**

In questa fase bisogna concordare con l'organizzazione gli scopi e i confini della diagnosi energetica, tra cui:

I processi da includere nell'audit energetico;

Se includere le utenze esterne

Controllare se è necessario un audit energetico dettagliato per un determinato processo.

#### **START-UP MEETING**

Incontro in cui si decidono gli indicatori di efficienza energetica che verranno utilizzati nell'audit energetico.

#### **RACCOLTA DATI**

Generale

La raccolta dati deve essere svolta in diversi passaggi durante l'audit energetico, durante i quali l'operatore energetico deve verificare i dati forniti dall'organizzazione, ottenere i dati mancanti e controllare l'accuratezza degli strumenti di misurazione.

Richiesta informazioni

L'operatore energetico deve richiedere all'organizzazione le seguenti informazioni:

Informazioni sul sito

Informazioni di servizio sui processi

Informazioni sui processi di produzione

Altre informazioni rilevanti

Informazioni sulle sorgenti di energia

Revisione dei dati disponibili

L'operatore energetico deve valutare se le informazioni fornite siano sufficienti per raggiungere l'obiettivo concordato, se alcuni dati non sono disponibili deve definire il metodo per ottenere le informazioni necessarie.

#### **ANALISI PRELIMINARE DEI DATI**

L'operatore energetico deve realizzare un'analisi dei dati raccolti per:

Intraprendere il bilancio energetico del sito in esame

Stabilire i fattori di aggiustamento rilevanti;

Stabilire gli indicatori di efficienza energetica

Valutare la distribuzione l'energia consumata sulla base della capacità installata e sulle ore operative

Pianificare una successiva raccolta dati

#### **LAVORO SUL CAMPO**

Se necessario l'operatore energetico può realizzare delle misurazioni addizionali in modo da:

Collezionare i dati mancanti per l'analisi energetica

Confermare gli indicatori ed il bilancio energetico ottenuto nell'analisi preliminare;

Assicurarsi che le misurazioni siano state effettuate in situazioni che rappresentano il normale funzionamento dell'impianto.

## **ANALISI**

Generale

Il revisore energetico deve:

Investigare la migliore efficienza energetica raggiungibile dal processo da usare come livello di riferimento;

Suddividere il consumo di energia per risorse

Indicatori di efficienza energetica

Il revisore insieme all'organizzazione devono concordare sugli indicatori di efficienza energetica su cui si baserà l'analisi.

Identificare e verificare le opportunità di miglioramento

## **REPORT**

Il report dovrà fornire una descrizione del sistema esistente ed una descrizione delle proposte di miglioramento dell'efficienza energetica, del consumo di energia previsione dei costi risparmiati.

## **INCONTRO FINALE**

In cui si presentano e si spiegano i risultati.

## 4.3 E2DRIVE

L'efficienza energetica è una priorità fondamentale per la strategia di crescita sostenibile dell'UE. Nonostante le misure di efficienza energetica ad ampio raggio, le PMI soffrono ancora di un vuoto di conoscenze e incontrano difficoltà nell'attrarre gli investimenti necessari.

Le PMI del settore automobilistico, in particolare, sono tra i maggiori consumatori di energia in Europa.

E2DRIVER aiuta a creare consapevolezza sui miglioramenti economici dell'efficienza energetica nell'industria automobilistica, contribuendo così alla riduzione del consumo energetico e delle emissioni di gas serra.

L'obiettivo di E2DRIVER è formare le PMI del settore automobilistico nell'audit energetico e sulle misure di risparmio energetico per ottenere miglioramenti dell'efficienza energetica a costi contenuti.

Per superare la mancanza di conoscenze, competenze e consapevolezza prevalenti nel settore, l'approccio integrativo del progetto mira a potenziare i programmi di sviluppo delle capacità nell'audit energetico stabilendo una piattaforma e una metodologia di apprendimento innovative.

La piattaforma di apprendimento mette al centro le persone attraverso una metodologia di formazione creativa. Il segno distintivo di questa metodologia è la personalizzazione del programma di sviluppo delle capacità in base alle esigenze e alle motivazioni di ciascuna azienda (ambiente di apprendimento personalizzato).

Inoltre, i tirocinanti saranno al centro dell'attenzione mentre generano le proprie conoscenze sull'efficienza energetica e le condividono con i loro colleghi (insegnamento ontologico-flip).



*capitolo 5* |  
**CASO STUDIO**

## 5. CASO STUDIO DI INDUSTRIA AUTOMOTIVE

### 5.1 GENERALITÀ

L'azienda nasce negli anni '60 dall'unione di due artigiani uno specializzato nella produzione di ottone ed alluminio e l'altro nella costruzione di macchinari ed utensili.

Negli anni l'azienda si specializzò nella realizzazione di componenti per il settore automotive attirando l'attenzione delle aziende leader di quel settore.

In fine l'azienda diversificò il suo range di produzione passando dai componenti per la carrozzeria a quelli destinati al motore.

In generale fornisce prodotti pronti per essere assemblati dalla linea di produzione del cliente, dimostrando la sua capacità di seguire l'andamento del mercato e dimostrarsi sempre competitiva.

#### GENERALITÀ DEL SITO

L'azienda Automotive 1 è suddivisa in cinque reparti di cui due sono destinati alla produzione, due allo stoccaggio di attrezzi ed uno amministrativo.

- Reparto fonderia (Reparto 1)
- Reparto lavorazione meccanica (Reparto 2)
- Magazzino spedizione e manutenzione (Reparto 3)
- Uffici (Reparto 4)
- Reparto attrezzatura

I dati verranno analizzati facendo un confronto percentuale con i dati del 2017 che sarà preso come anno di riferimento da cui si otterrà la variazione percentuale per gli anni successivi.

I reparti principali su cui si andrà a fare l'analisi energetica sono i reparti produttivi dell'azienda che in questo caso corrispondono al reparto fonderia ed al reparto di lavorazione meccanica.

Nel reparto fonderia vengono prodotti circa 2000 tonnellate di alluminio all'anno, infatti, i consumi dei macchinari impiegati nel processo di fusione sono da soli responsabili del 87% dei consumi di gas dell'intera azienda.

La parte restante viene principalmente consumata per il condizionamento invernale dei reparti produttivi, amministrativi e di stoccaggio.

Analizzando i consumi di energia elettrica si scopre che l'utilizzo finale dell'energia è principalmente destinato al reparto di lavorazione meccanica per servire i banchi di produzione e lavorazione che permettono la realizzazione di circa due milioni di pezzi all'anno.

Segue la tabella in cui vengono riassunti la produzione di alluminio, il numero di pezzi, il fatturato e le ore di produzione dell'azienda X nel triennio 2017-2019, periodo del quale sono stati forniti i dati per realizzare l'audit energetico.

INFORMAZIONI AZIENDA				
ANNO	Kg Al venduti	N° pz	Fatt	Ore Prod
2017	100	100	100	100
2018	84	112	91	90
2019	94	106	82	80

Tabella 51 Produzione, guadagni ed ore di produzione azienda Automotive I.

## 5.2 IL PROCESSO PRODUTTIVO

Il ciclo produttivo dell'azienda in esame si basa su due attività principali:

Ciclo produttivo del reparto fonderia per la fusione dell'alluminio

Ciclo produttivo del reparto lavorazioni meccaniche per la creazione dei pezzi destinati al settore automotive.

Vengono riportate le principali fasi che caratterizzano i processi produttivi dei reparti produttivi dell'azienda Automotive 1, con annessa una breve descrizione.

### **F1: ricevimento materie prime**

Rappresenta la fase di ricezione e stoccaggio della materia prima necessaria nei processi successivi.

### **F2: fusione lega**

La fusione della lega è il passaggio principale del processo produttivo in descrizione, si può ottenere tramite le fasi F4 e F5.

### **F3: preparazione anime**

Le anime, formate da terre o sabbie mescolate con agglomerati, sono degli oggetti che servono per ottenere dei fori nella fusione per ottenere delle parti che non vengono riempite dal metallo fuso.

### **F4: colata di gravità**

La colata di gravità è uno dei più antichi metodi creati per la colata di leghe leggere e metalli. Attualmente si ha la possibilità di automatizzare l'intero processo che consiste nel versare il metallo fuso direttamente all'interno di uno stampo che può essere riutilizzato svariate volte.

Questa tecnica si realizza tramite lo riempimento dello stampo cercando di creare meno turbolenza il possibile.

Per ottenere questa caratteristica si utilizzano più canali in modo da ridurre la presenza di aria che garantisce di avere la porosità della lega fusa al minimo e permette di avere una finitura superficiale migliore ed un minore spessore della parete.

Queste caratteristiche di stampa del metallo rende questa tecnica ideale nella creazione di alcuni dei principali componenti del settore automotive come i pistoni, i blocchi motore, gli snodi delle sospensioni e le testate dei motori.

Il processo viene utilizzato in tantissimi settori ad esempio anche per la creazione di utensili da cucina.

### **F6: sterratura**

Il metodo di fusione F4 prevede lo sgretolamento del guscio ceramico formatosi durante il procedimento di fusione, che diventa possibile per mezzo delle vibrazioni provocate da un martello di percussione che agisce sull'albero di colata.

## **F5: pressocolata**

Nella tecnica di pressocolata, a differenza della colata di gravità, la lega fusa viene inserita nello stampo ad alta pressione e ad alta velocità.

Questo processo ha due varianti che vengono chiamate a camera fredda o a camera calda, in base all'unità di iniezione che riempie lo stampo.

Nel processo a camera fredda il materiale viene fuso in un forno, ma prima di essere iniettato nello stampo passa da un forno di attesa che ne diminuisce la temperatura.

Nella pressocolata a camera calda il metallo viene fuso nella macchina di colata e successivamente avviene lo spostamento nello stampo grazie ad un pistone a iniezione.

Tutti i macchinari impiegati in questa tipologia di colata sono sempre in contatto con il materiale fuso.

## **F7: taglio e sbavatura**

Questo processo è fondamentale nel settore automotive infatti, serve per rendere i bordi lineari ed aumentare la precisione del pezzo tramite l'eliminazione del materiale in eccesso nelle giunzioni e lungo i contorni dello stampo.

## **F8: tranciatura**

La tranciatura è un processo che permette di tagliare a freddo le lamiere metalliche o altri materiali. Da questa azione si possono ottenere determinate geometrie piane dalla lamiera utilizzando un punzone e una matrice inseriti in uno stampo.

## **F9: trattamento termico**

Questa fase raggruppa tutti i processi di riscaldamento e raffreddamento che hanno l'obiettivo di modificare le caratteristiche fisiche e meccaniche in modo da ottenere un metallo che sia più resistente alle sollecitazioni oppure che diventi più lavorabile o ancora che aumenti la sua durezza in base alle necessità ed al suo futuro utilizzo.

I trattamenti termici più comuni sono la tempra e la ricottura.

## **F10: granigliatura**

La granigliatura è un processo di tipo meccanico che viene effettuato sulla superficie del componente realizzato.

Il trattamento superficiale avviene tramite l'abrasione e lo sfregamento per impatto di un materiale abrasivo granulato metallico.

Permette di modificare lo strato superficiale dell'oggetto in modo da ravvivarlo e pulirlo ma anche per renderlo più uniforme.

## **F11: immagazzinamento grezzo in fonderia**

Questa è la fase finale del ciclo produttivo della fonderia, in cui si stoccano i pezzi grezzi destinati alla vendita oppure alla lavorazione meccanica interna ed esterna.

Anche per il ciclo produttivo del reparto lavorazioni meccaniche è stata eseguita la stessa analisi e descrizione dei sottoprocessi che partecipano al processo suddivisi per reparto, vettore energetico ed al processo.

### **LM1: ricevimento grezzo**

La fase iniziale anche in questo caso si basa sul ricevimento del pezzo grezzo che può provenire dal cliente, dal fornitore oppure dal processo F11 della fonderia.

### **LM2: lavorazione meccanica per asportazione truciolo**

Quando un componente proviene da lavorazioni precedenti spesso presenta imprecisioni geometriche e dimensionali. Tramite le lavorazioni di asportazione di truciolo si può ottenere un componente con una determinata forma in modo da ottenere una migliore finitura superficiale ed avere una migliore tolleranza dimensionale.

Per l'asportazione di truciolo dalla superficie da trattare si utilizza un utensile che abbia una durezza maggiore rispetto al materiale da lavorare.

Il materiale in eccesso viene rimosso tramite processi di tipo meccanico come la deformazione plastica oppure con la creazione di fratture controllate che vengono realizzate attraverso un moto reciproco tra il componente e l'utensile.

### **LM3: pulizia pezzo per lavaggio e/o soffiaggio**

Dopo la lavorazione meccanica il pezzo necessita della rimozione degli elementi di scarto ancora presenti oppure di eventuali residui delle lavorazioni precedenti, questo passaggio viene effettuato tramite il soffiaggio di aria compressa oppure con un getto di acqua sempre ad alta pressione.

### **LM4: montaggio**

In questa fase si è in grado di fornire il montaggio di gruppi meccanici, realizzati sia a partire da componenti finiti forniti dal cliente, sia da particolari precedentemente lavorati in proprio eseguendo le specifiche della committenza.

### **LM5: prova di tenuta**

La prova di tenuta è una verifica realizzata sul pezzo prodotto, tramite l'utilizzo di apparecchiature apposite, che permette di verificare l'ermeticità pneumatica del componente.

Ci sono due tipologie di verifiche, la prima si basa su una verifica in cui è presente un operatore, mentre la seconda avviene in maniera automatica grazie a delle strumentazioni.

Solitamente nell'ambiente produttivo vengono effettuate entrambe le tipologie di verifiche.

La prima che si realizza direttamente in modo visivo rappresenta la prima area di collaudo che viene effettuata con un controllo statistico ma permette l'individuazione di perdite molto piccole.

La seconda verifica, effettuata in maniera completamente automatica rappresenta l'effettivo filtro di fine linea per quanto riguarda la produzione che non rispetti determinate caratteristiche e che non sia conforme con la qualità attesa.

### **LM6: magazzino**

*capitolo 6*  
**ANALISI ENERGETICA**

## 6. ANALISI ENERGETICA

### 6.1 STORICO DEI CONSUMI

Per svolgere l'attività di produzione e di fusione all'interno dell'azienda sono necessari grandi quantità di gas naturale ed energia elettrica.

Il gas naturale viene utilizzato in cinque punti di consumo differenti, quattro dei quali destinati al riscaldamento dei rispettivi reparti, il quinto punto di consumo è quello destinato alla fonderia per la fusione dell'alluminio.

Guardando la tabella seguente (tabella.), si può notare che la maggior parte del consumo interno di gas naturale è destinato al quinto punto di consumo il reparto di fonderia.

VETTORE GAS							
ANNO	mc gas Processo	mc gas Risc Reparto 1	mc gas Risc Reparto2	mc gas Risc Reparto 3	mc gas Risc Reaparto 4	mc gas totali	mc gas totali riscaldamento
2017	100	100	100	100	100	100	100
2018	84	112	129	84	94	87	105
2019	84	115	100	55	70	85	85

Tabella 61 Consumo del vettore energetico gas metano periodo 2017-2019

Per analizzare in maniera più chiara la suddivisione dei consumi dell'azienda in esame, ho scelto di usare i diagrammi Sankey.

Il diagramma Sankey è un particolare tipo di diagramma di flusso in cui l'ampiezza delle frecce è proporzionale alla quantità di flusso.

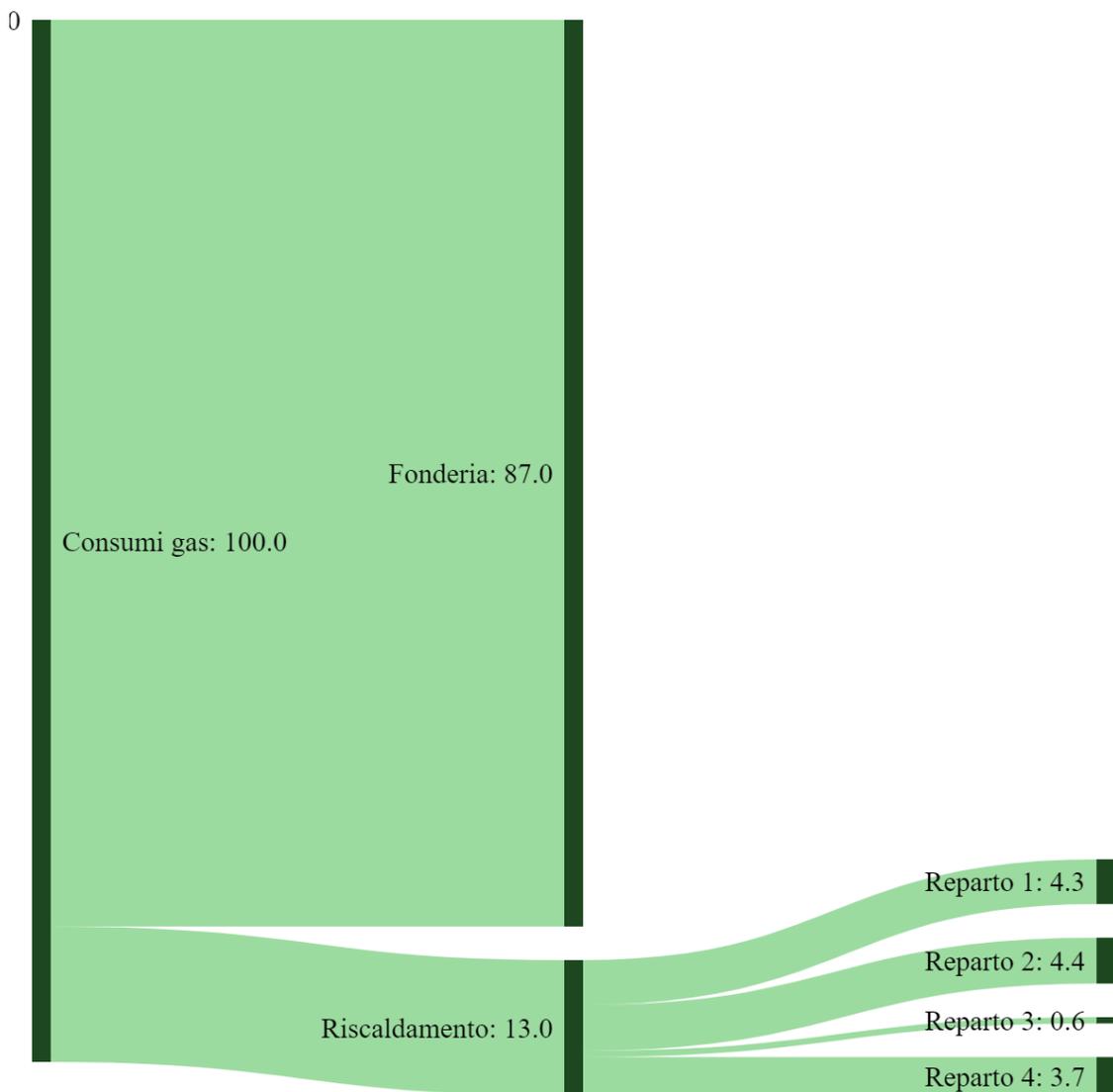


Figura 6.1 diagramma Sankey sul consumo del gas naturale anno 2019, percentuale.

Per quanto riguarda l'energia elettrica, i consumi sono da attribuire a centinaia di punti di consumo deversi. Da un'analisi sulle utenze che utilizzano l'energia elettrica durante il loro processo di funzionamento si è determinato che quelle più energivore sono legate ai processi di produzione.

Dal diagramma Sankey seguente, relativo al consumo di energia elettrica, si vede che l'utilizzo finale del vettore energetico è destinato principalmente ai reparti di lavorazione meccanica e quello della fonderia, mentre hanno un minore impatto gli altri settori dell'azienda.

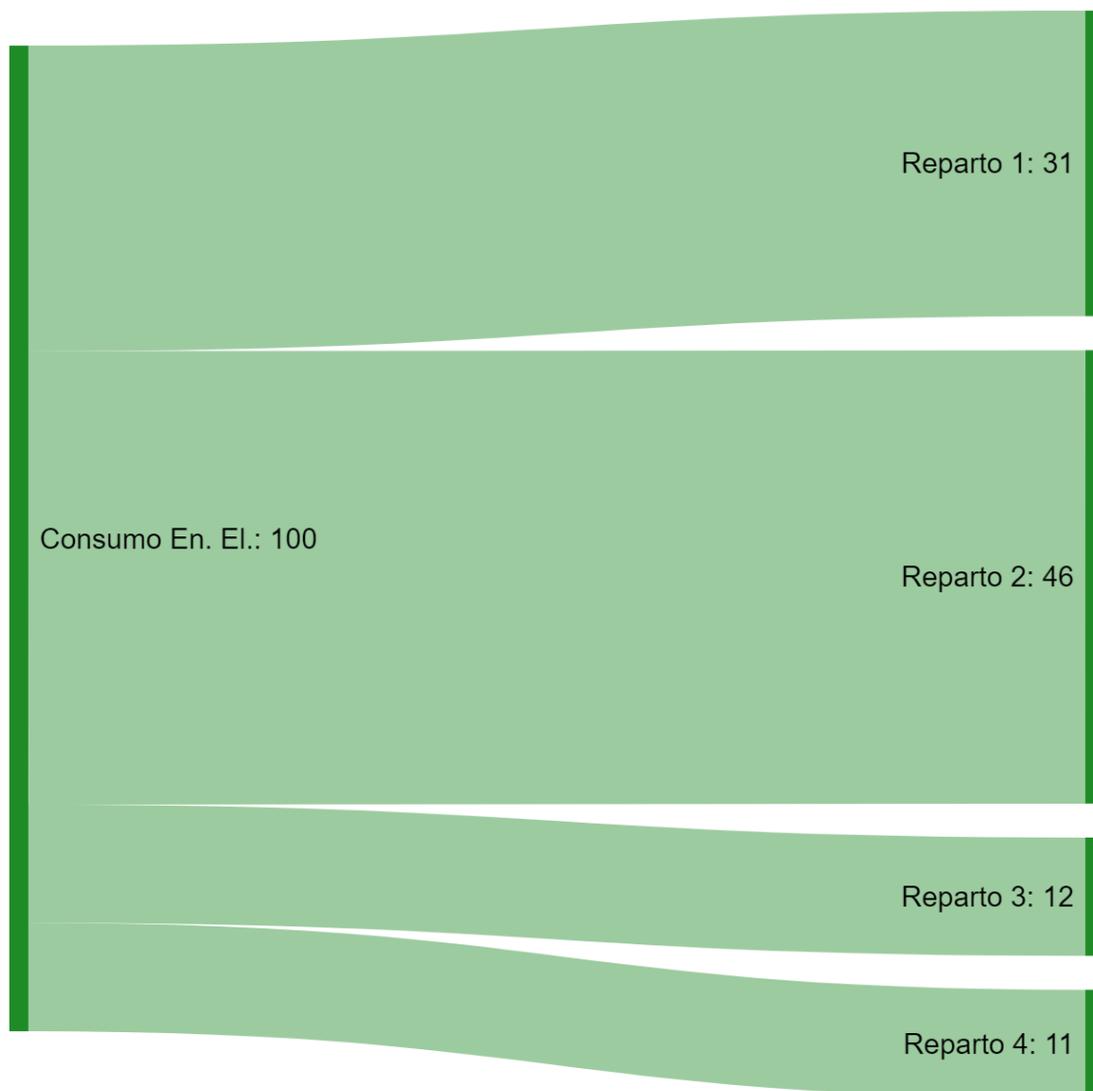


Figura 6.2 diagramma Sankey sul consumo dell'Energia Elettrica, anno 2019, dati in percentuale.

L'ultimo vettore energetico che viene utilizzato e prelevato dall'esterno dell'azienda è il consumo di acqua destinata ai processi produttivi.

Dal diagramma Sankey relativo all'acqua, si nota anche in questo caso, che l'utilizzo finale del vettore è destinato al reparto fonderia.

In molti dei processi descritti precedentemente come il trattamento delle superfici, i trattamenti termici, la modellazione del prodotto e la rimozione dei trucioli realizzati per ottenere i prodotti della qualità desiderata; l'acqua svolge un ruolo fondamentale ed è indispensabile. Inoltre, in base al tipo di processo in cui viene utilizzata, spesso l'acqua viene miscelata con altre sostanze.

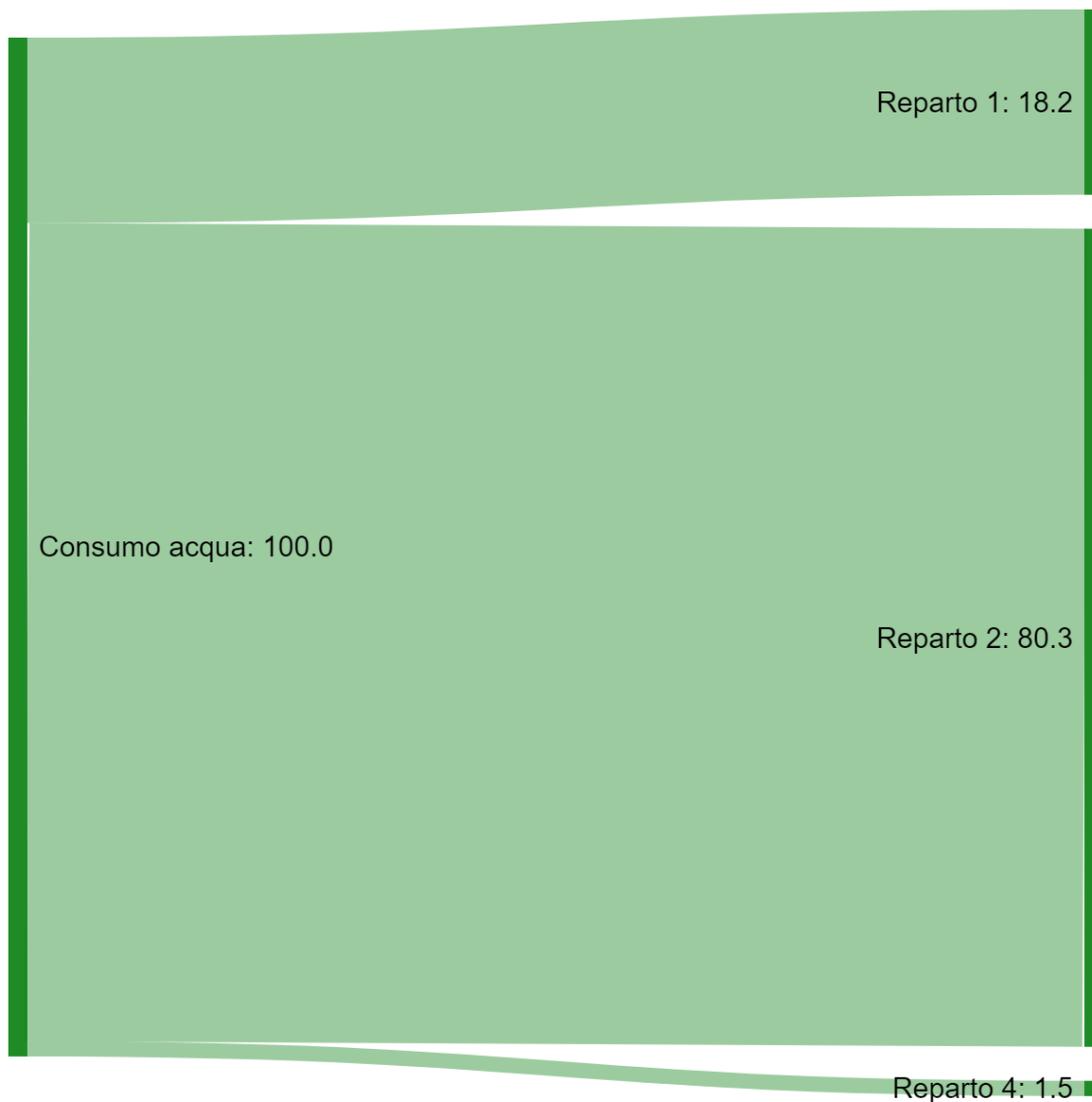


Figura 6.3 diagramma Sankey sul consumo di acqua nell'anno 2019.

L'azienda ha fornito i dati per effettuare un'analisi energetica dei consumi per il triennio che va dal 2017 fino al 2019.

Ho deciso di riportare, in formato tabellare e grafico, i consumi complessivi dei vettori energetici utilizzati dall'azienda in esame durante il periodo di revisione ed i relativi costi di gestione.

Oltre alla suddivisione mensile dei consumi, ho ritenuto utile rappresentare i consumi annuali tramite i diagrammi a barre in modo di avere un rapido e chiaro andamento dei consumi anno per anno.

CONSUMI E SPESE VETTORI ENERGETICI				
ANNO	mc gas	En. El.	€ gas	€ En. El.
2017	100	100	100	100
2018	86,96	79,60	118,00	76,73
2019	84,56	80,05	101,76	81,64

Tabella 62 consumi e spese dei principali vettori energetici, variazione percentuale rispetto al 2017.



Figura 6.4 Andamento mensile del consumo di gas naturale nel periodo 2018-2019, variazione percentuale rispetto al 2017.



Figura 6.5 Andamento mensile delle spese di gas naturale nel periodo 2018-2019, , variazione percentuale rispetto al 2017.

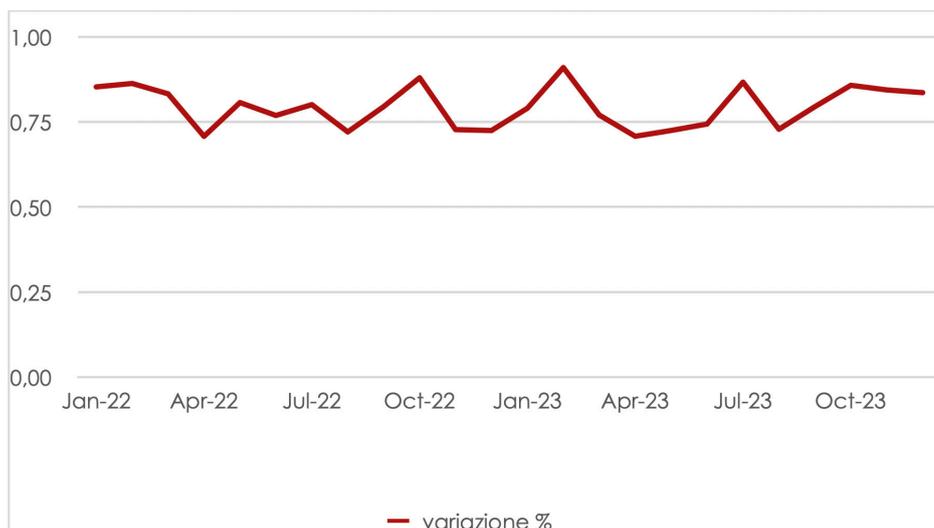


Figura 6.6 Andamento mensile del consumo di energia elettrica nel periodo 2017-2019, variazione percentuale rispetto al 2017.

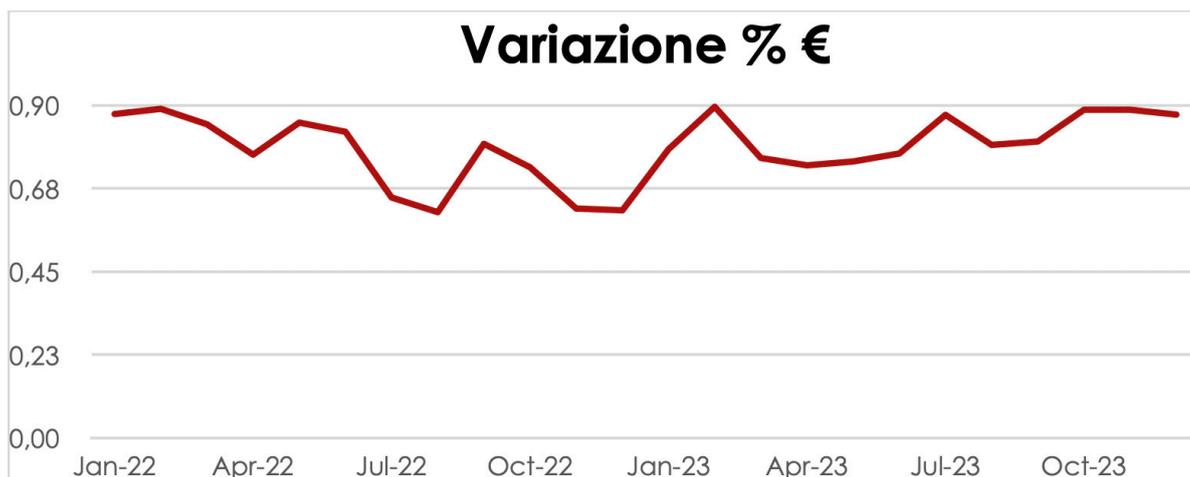


Figura 6.7 Andamento mensile delle spese per l'energia elettrica nel periodo 2017-2019, variazione percentuale rispetto al 2017.

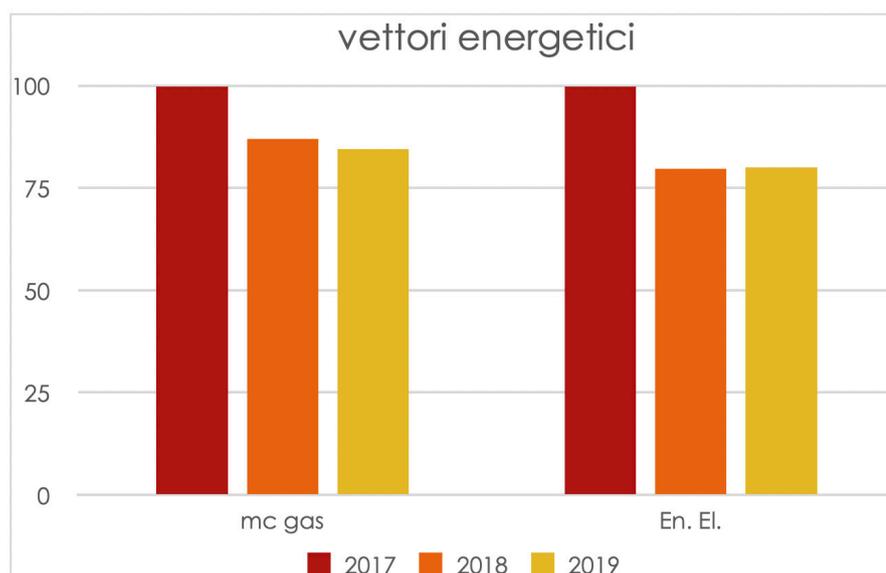


Figura 6.8 consumo e spesa annuale dei principali vettori energetici.

VETTORE ACQUA				
ANNO	Reparto 1	Reparto 2	reparto 3	acqua [m3]
2017	100	100	100	100
2018	98	64	103	70
2019	95	79	90	81

Tabella 63 consumo del vettore energetico acqua.

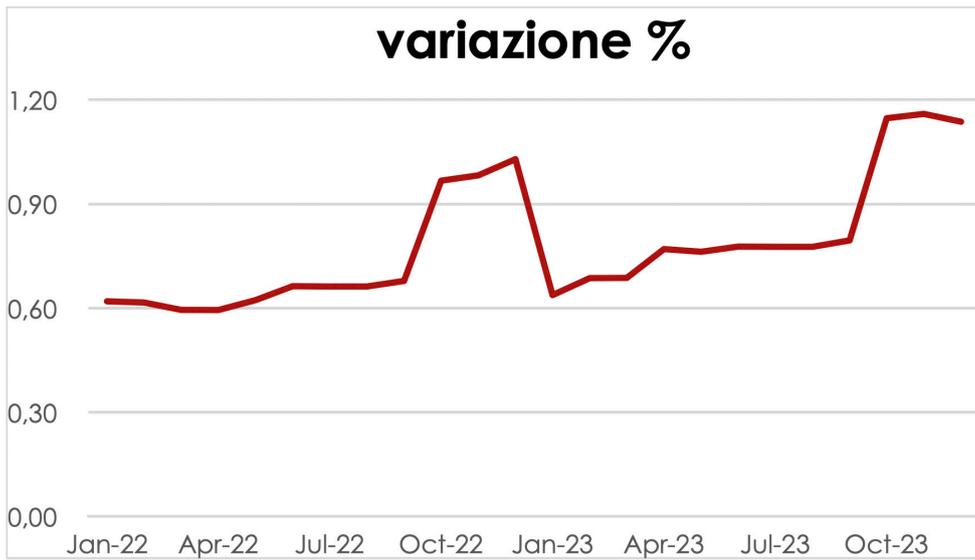


Figura 6.9 consumo mensile del vettore energetico acqua, variazione percentuale rispetto al 2017.

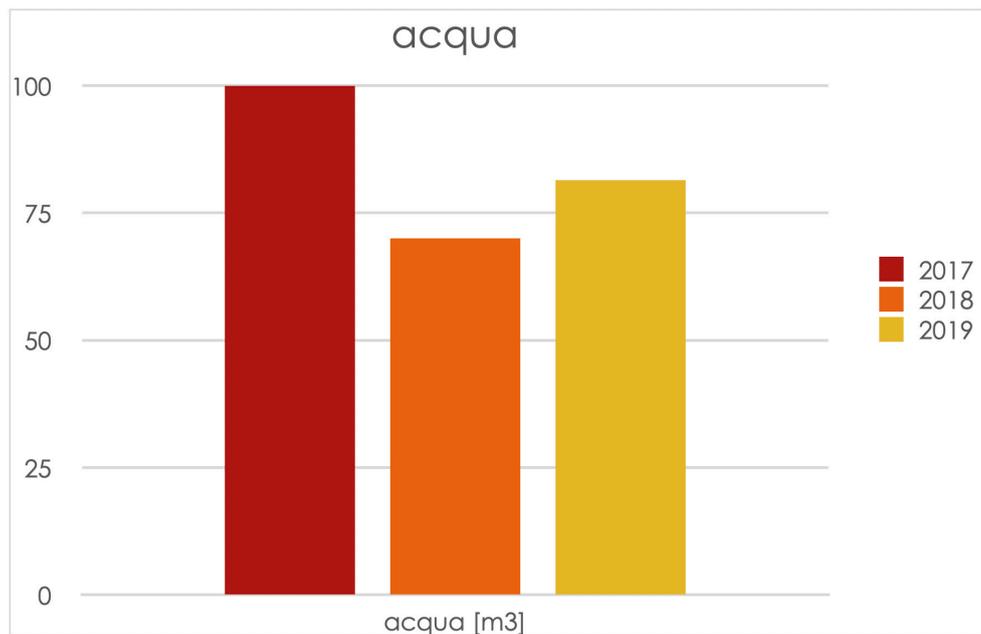


Figura 6.10 consumo annuale del vettore energetico acqua nel periodo 2017-2019.

Come indicato dalle linee guida per l'analisi energetica, si è ricavato la dimensione energetica globale dell'azienda espressa in tep, tonnellata equivalente di petrolio.

Il tep è l'unità di misura che viene utilizzata per poter confrontare diversi vettori energetici, viene quantificata come l'energia che viene generata dalla combustione di una tonnellata di petrolio grezzo. Dato che diverse varietà di petrolio posseggono un diverso potere calorifico si è deciso di fissare un valore convenzionale che vale circa 42 GJ.

<b>DIMENSIONE ENERGETICA GLOBALE</b>			
<b>ANNO</b>	<b>TEP GAS</b>	<b>TEP EN EL</b>	<b>TEP</b>
2017	885,919	665,397	1551,317
2018	770,361	529,655	1300,016
2019	749,168	532,639	1281,807

*Tabella 64 Dimensione energetica globale dell'azienda Automotive I.*

## 6.2 INDICATORI ENERGETICI

Come citato nella norma, per realizzare un'analisi energetica che abbia le finalità preposte e che sia efficace, è necessario effettuare l'analisi sugli indicatori energetici ma soprattutto tramite l'individuazione di indicatori che siano validi e rappresentativi del processo analizzato.

Un indicatore di prestazione è un'informazione qualitativa e/o quantitativa associata ad un fenomeno (oppure ad un processo o ad un risultato) sotto osservazione, che consente di valutare nel tempo le modifiche adottate sul processo in esame.

Inoltre, permette di verificare il raggiungimento di determinati obiettivi di qualità che vengono prefissati per verificare la qualità degli interventi realizzati ma hanno anche un'importanza statistica, infatti, permettono di confrontare l'efficienza di processi diversi fra loro.

L'indicatore di prestazione è, più in generale, un indice che monitora un processo aziendale.

Possono essere di vario tipo; di particolare importanza per la nostra trattazione sono gli indicatori di prestazione in ambito energetico.

Un indicatore di prestazione, che solitamente viene scelto, è il rapporto tra l'energia elettrica consumata e il numero di pezzi prodotti nel periodo di riferimento su cui viene effettuata l'analisi (kWh/pezzo) che viene riportato nel grafico sottostante.

Questo indicatore non tiene conto di molti fattori che possono incidere sui consumi di energia elettrica e di altri che possono incidere più o meno pesantemente sul processo di produzione. Pur essendo di utilità molto limitata viene utilizzata per avere un confronto diretto tra produzione e consumi di energia primaria.

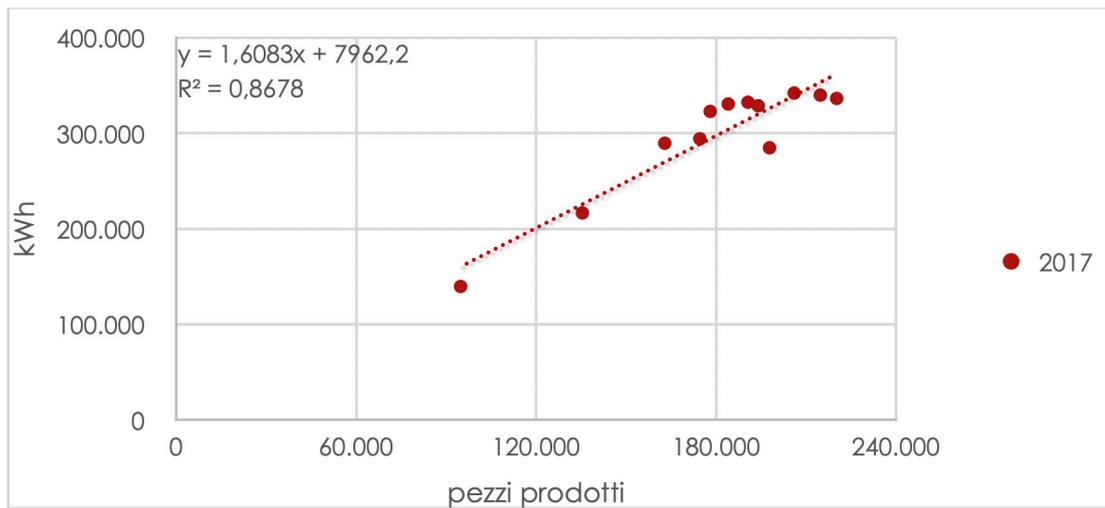


Figura 6.11 Indicatore di prestazione kWh/n° pezzi prodotti nel 2017.

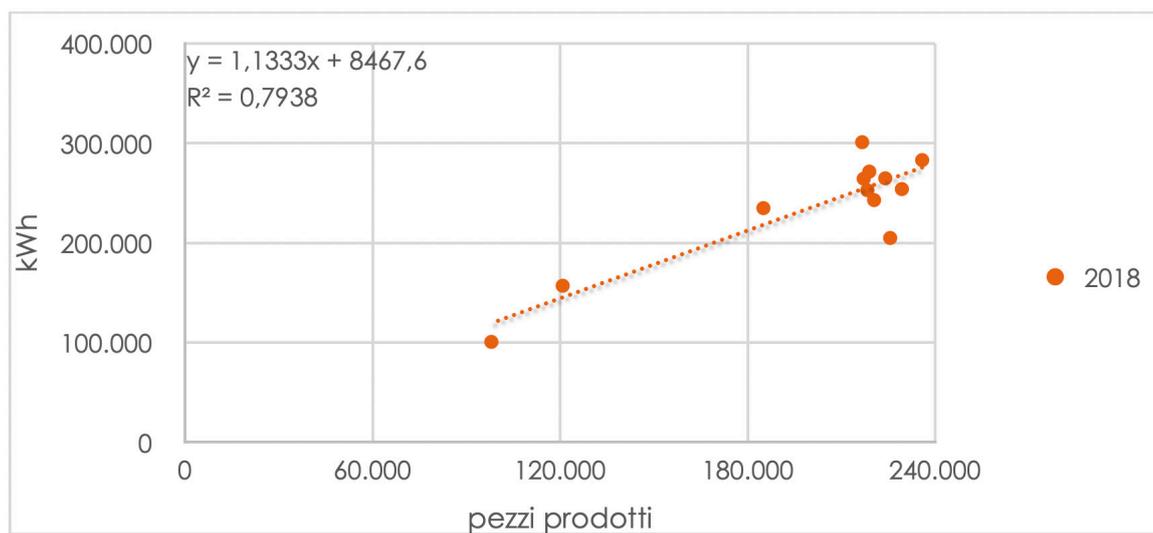


Figura 6.12 Indicatore di prestazione kWh/n° pezzi prodotti nel 2018.

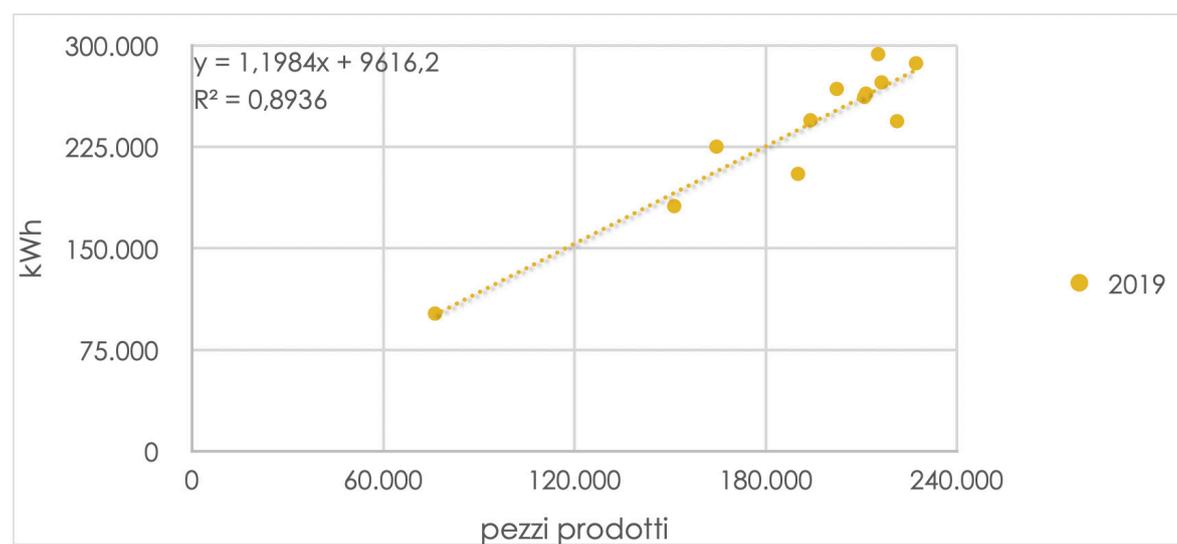


Figura 6.13 Indicatore di prestazione kWh/n° pezzi prodotti nel 2019.

Per un'analisi energetica è fondamentale individuare indicatori di prestazione validi per diversi motivi:

- Permettono di fare delle previsioni su quello che sarà l'andamento di una certa variabile produttiva al variare di un'altra.
- Mettono in evidenza il miglioramento (o eventualmente il peggioramento) delle prestazioni di un determinato processo nel tempo a seguito di un intervento di manutenzione o di efficientamento (energetico).
- Permette di capire se, nel periodo di riferimento (per esempio un mese, come nei casi illustrati in seguito) il processo analizzato ha subito variazioni rilevanti e in tal caso cercare di capirne il motivo e intervenire.

Per analizzare gli indicatori scelti e capire se essi siano validi e rappresentativi del sistema analizzato è il metodo dei "minimi quadrati".

Il metodo dei minimi quadrati è una analisi di ottimizzazione che permette di analizzare un insieme di dati trovando una funzione, detta curva di regressione, che si avvicini il più possibile ai dati in esame.

Ci sono due tipologie di funzioni utilizzabili che vengono definite come Parabola dei minimi quadrati e Retta dei minimi quadrati. In generale si va a trovare una funzione che abbia le caratteristiche di minimizzare la somma dei quadrati delle distanze tra i dati osservati e quelli della curva che rappresenta la funzione stessa.

In questo caso si farà riferimento alla retta ai minimi quadrati e verrà utilizzata la funzione linea di tendenza lineare disponibile in Microsoft Office Excel.

Una linea di tendenza è più precisa (e quindi l'indicatore in esame è valido) quando il relativo valore di R<sup>2</sup> (un numero compreso tra 0 e 1 che indica il grado di corrispondenza dei valori stimati per la linea di tendenza con i dati effettivi) si avvicina o è uguale a 1.

L'azienda in esame sta monitorando gli indicatori presenti nella tabella seguente con il fine di monitorare il raggiungimento di determinati obiettivi.

INDICATORI			
INDICATORI	[mc gasfonderia/kg Al]	[kWh En El/h produzione]	[mc acqua/h produzione]
2017	0,400	34,926	0,110
2018	0,398	30,791	0,085
2019	0,357	34,781	0,111

Tabella 65 Riepilogo principali indicatori energetici periodo 2017-2019.

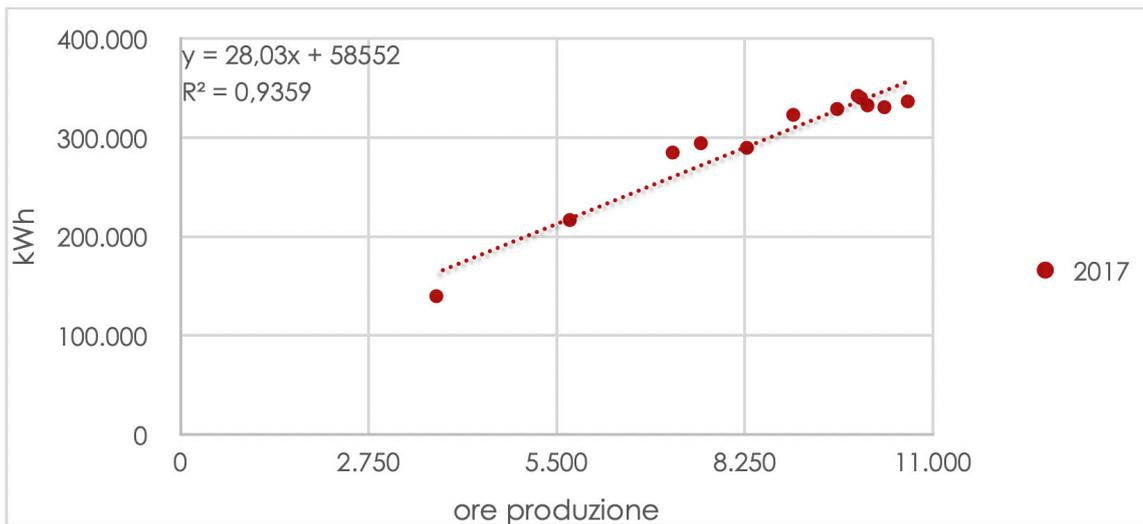


Figura 6.14 Indicatore di prestazione kWh/ore produzione nel 2017.

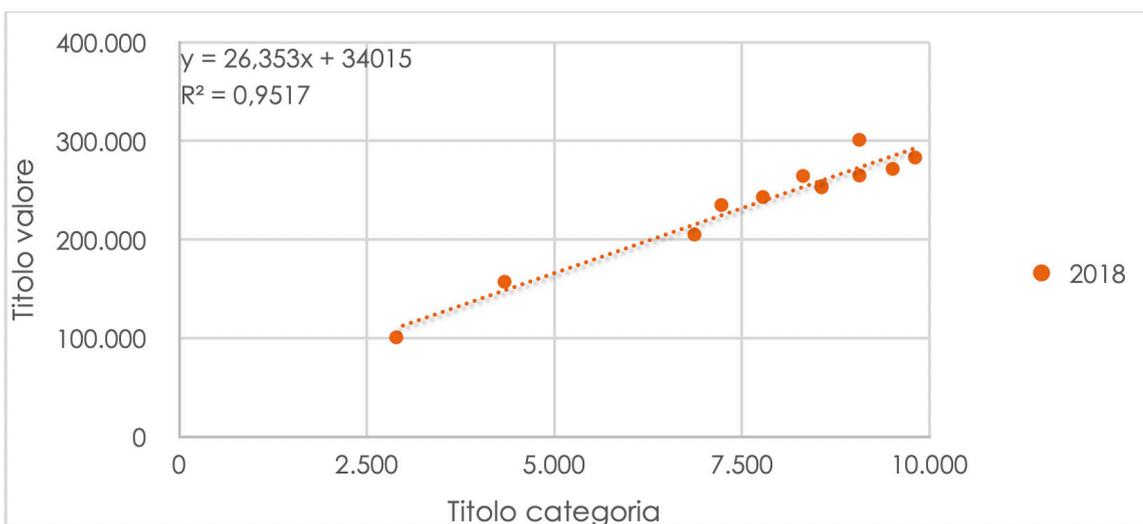


Figura 6.15 Indicatore di prestazione kWh/ore produzione nel 2018.

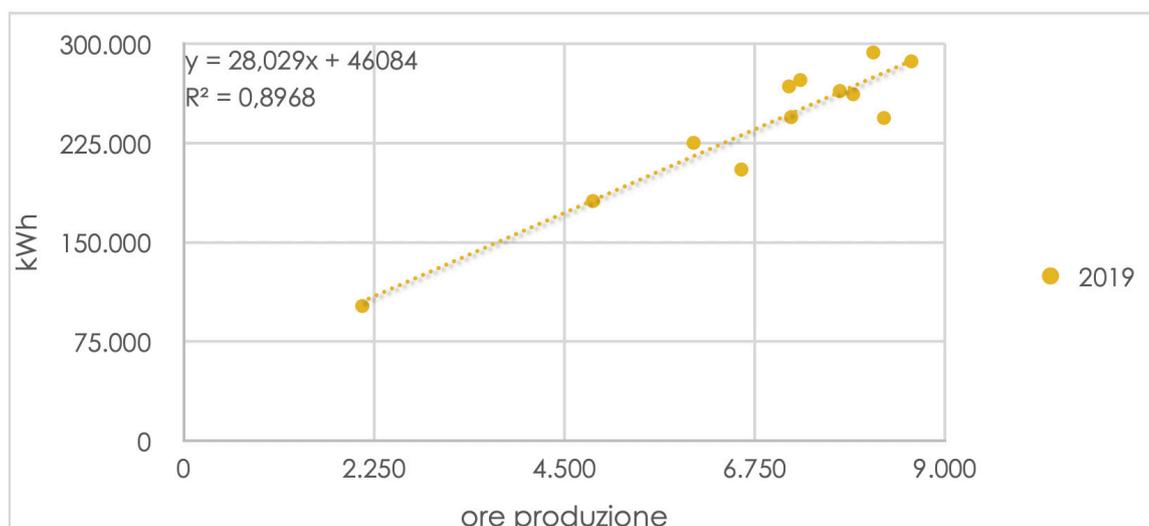


Figura 6.16 Indicatore di prestazione kWh/ore produzione nel 2019.

## 6.3 VERIFICA ANDAMENTO PUN

Dal 2007 l'energia elettrica è entrata nel mercato libero quindi di conseguenza la vendita e l'acquisto è stato quotato in borsa.

Nella Borsa dell'Energia Elettrica che viene gestita dal GME, gestore dei mercati energetici, si genera un prezzo sull'elettricità che viene chiamato con l'acronimo PUN, prezzo unitario nazionale.

Dopo l'entrata dell'energia elettrica nel mercato libero la borsa è diventata il motore del mercato energetico perché i produttori offrono la propria energia prodotta tramite di essa mentre i fornitori acquistano l'energia per i clienti finali.

Questo passaggio permette di creare il prezzo unitario dell'energia elettrica in maniera trasparente perché va ad eliminare la fase di trattativa da produttori e fornitori. Il prezzo è variabile perché si basa sulla domanda e sull'offerta ricevute ogni giorno.

A seguire c'è l'analisi ed il confronto del prezzo per kWh pagato dall'azienda con il prezzo unico nazionale (PUN) dell'energia elettrica.

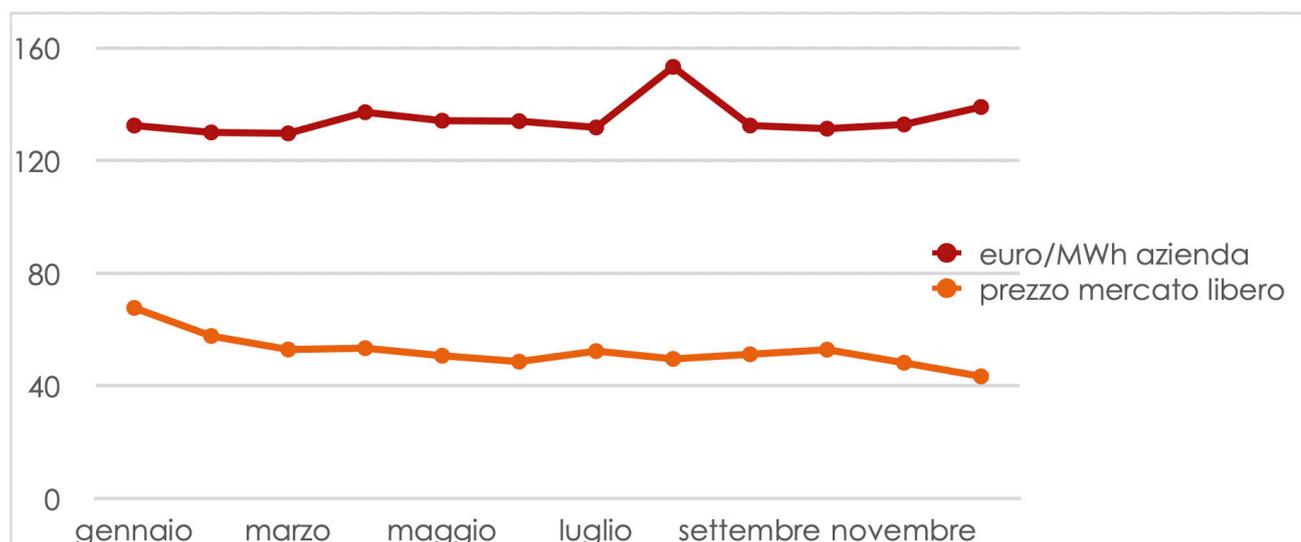


Figura 6.17 Confronto prezzo di acquisto dell'energia elettrica con andamento PUN.

Come si può notare l'andamento del prezzo per kWh sono simili a parte per il mese di agosto che ha visto un incremento non giustificato dal prezzo sul mercato libero. Questa differenza può essere motivata dal fatto che ad agosto, causa chiusura dell'azienda, si ha avuto un consumo minore rispetto agli altri mesi mentre il prezzo fisso mensile della bolletta rimane invariato.

È stata eseguita la medesima analisi sul mercato libero del gas vengono illustrati i dati ed il grafico relativi alla analisi.

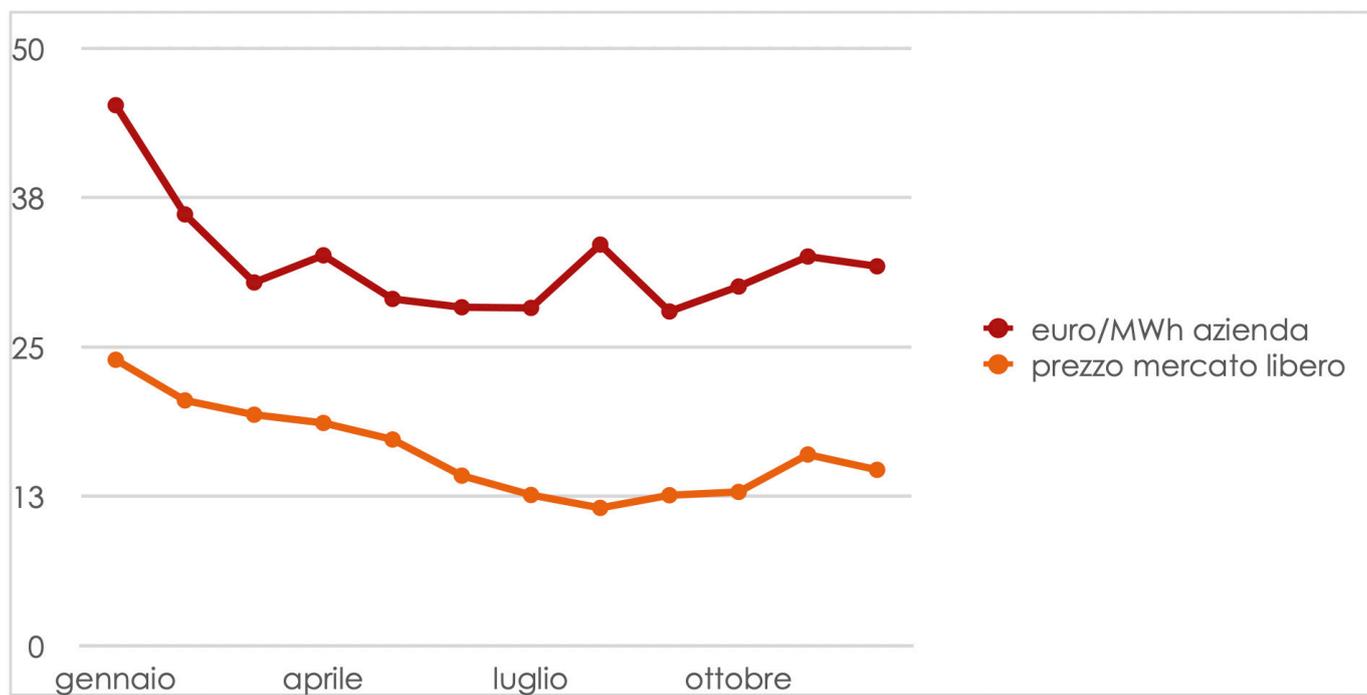


Figura 6.18 Confronto prezzo di acquisto del gas naturale con andamento PUN.



*capitolo 7*  
**PROGETTO IMPIANTO  
FOTOVOLTAICO**

## 7. PROGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

### 7.1 DATI GENERALI

#### CONSUMI

Il dato di partenza è il consumo energetico mensile che il generatore fotovoltaico deve alimentare in modo da fare un dimensionamento di base dell'impianto.

In questo caso, visto l'elevato numero degli apparecchi presenti nell'azienda, si è proceduto a ricavare l'energia consumata totale come la sommatoria dei consumi dovute dalle singole utenze finali.

Il consumo totale annuo è 2848,3 MWh, il grafico successivo rappresenta il consumo totale espresso in MWh mese per mese l'anno 2019.

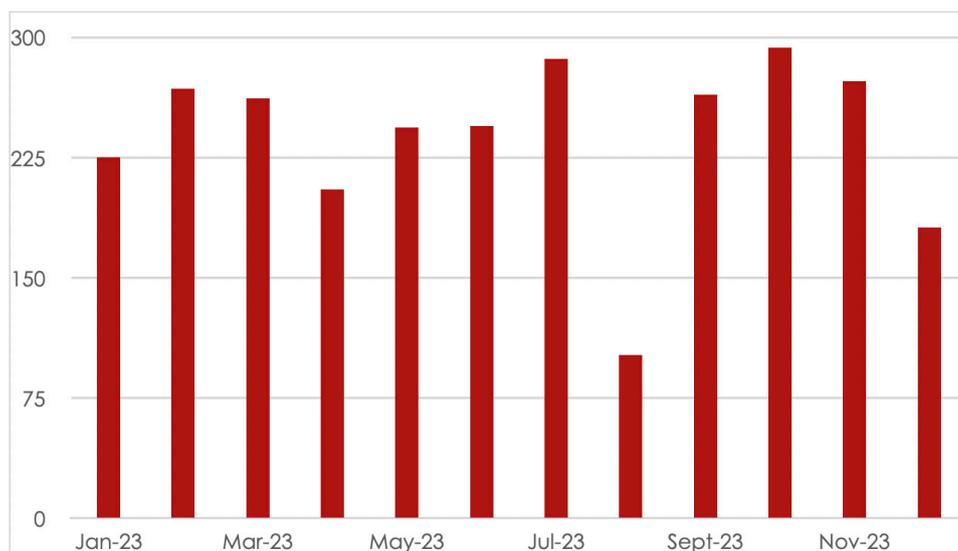


Figura 7.2 Consumi mensili di energia elettrica nel 2019 dell'azienda Automotive1

## 7.2 PRODUCIBILITÀ IMPIANTO

### Dati tecnici

Superficie totale moduli	2286,6
Numero totale moduli	1397
Numero inverter	1
Energia totale annua	460,62 [MWh]
Potenza totale	398,2 [kW]
PR	75 %

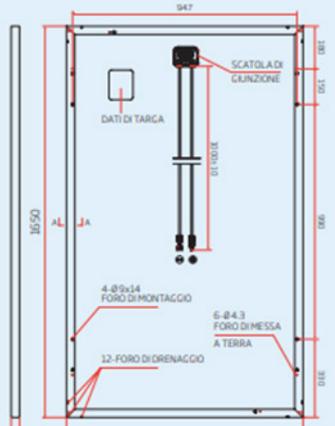
### Energia prodotta

Per valutare la produzione dell'impianto fotovoltaico si è partiti dalla scelta del pannello fotovoltaico.

In questo caso è stato scelto il pannello honey modello, TSM-285-PD05 di cui si riportano le caratteristiche indicate nella scheda tecnica fornita dal produttore.


TSM-PD05

**DIMENSIONI DEL MODULO FV  
TSM-PD05  
(unità: mm)**



DATI ELETTRICI STC	TSM-270 PD05	TSM-275 PD05	TSM-280 PD05	TSM-285 PD05
Potenza di picco max Watt- $P_{MAX}$ (Wp)*	270	275	280	285
Tolleranza di potenza- $P_{MAX}$ (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Tensione di massima potenza- $V_{MPP}$ (V)	30,9	31,1	31,4	31,6
Corrente di massima potenza- $I_{MPP}$ (A)	8,73	8,84	8,92	9,02
Tensione di circuito aperto- $V_{OC}$ (V)	37,9	38,1	38,2	38,3
Corrente di corto circuito- $I_{SC}$ (A)	9,22	9,32	9,40	9,49
Efficienza del modulo $\eta_H$ (%)	16,5	16,8	17,1	17,4

STC: Irraggiamento 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura di cella 25 °C, massa d'aria AM1.5  
\*Tolleranza di misura: ±3%

DATI ELETTRICI NOCT	TSM-270 PD05	TSM-275 PD05	TSM-280 PD05	TSM-285 PD05
Potenza massima- $P_{MAX}$ (Wp)	200	204	208	211
Tensione di massima potenza- $U_{MPP}$ (V)	28,6	28,8	29,0	29,2
Corrente di massima potenza- $I_{MPP}$ (A)	7,00	7,09	7,15	7,23
Tensione di circuito aperto- $U_{OC}$ (V)	35,1	35,3	35,4	35,5
Corrente di corto circuito- $I_{SC}$ (A)	7,44	7,52	7,59	7,66

NOCT: Irraggiamento a 800 W/m<sup>2</sup>, temperatura ambiente di 20 °C, velocità del vento 1 m/sec.

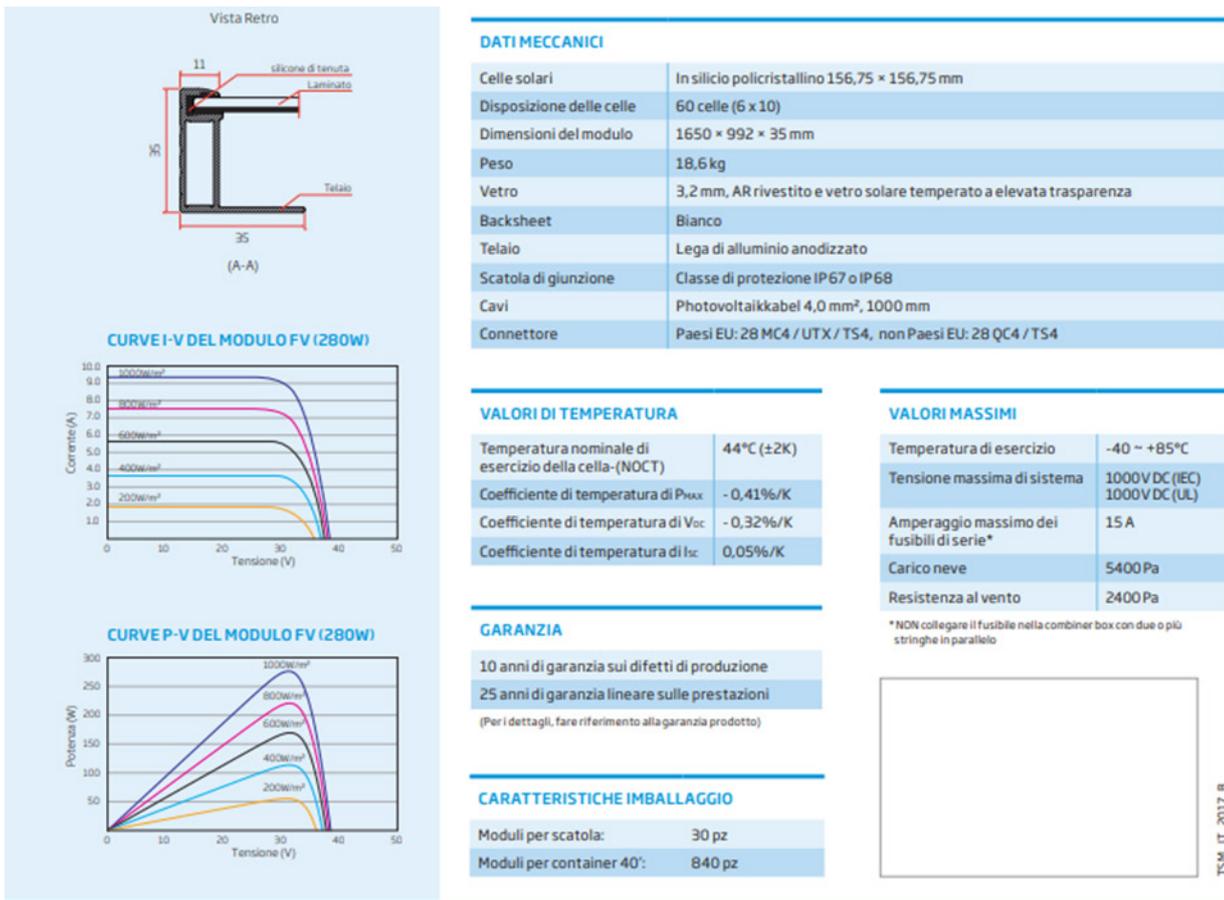


Figura 7.2 Scheda tecnica pannello fotovoltaico Honey TSM-PD05.

Per analizzare la producibilità dell'impianto fotovoltaico, inizialmente si è calcolata la produzione ideale giornaliera tramite la formula

$$P_{id} = P_n * h_{eq} \quad \left[ \frac{kWh}{day} \right]$$

P<sub>n</sub> rappresenta la potenza nominale o di picco del pannello fotovoltaico definita all'irradianza di 1kW/m<sup>2</sup>, la irradiazione giornaliera in kWh/m<sup>2</sup> divisa per l'irradianza di 1kW/m<sup>2</sup> è dimensionalmente il numero di ore, al giorno, di funzionamento alla potenza nominale del generatore FV.

La durata di funzionamento alla potenza nominale viene chiamata numero di ore equivalenti all'irradianza di riferimento.

Il valore trovato tramite l'equazione precedente rappresenta un valore teorico a cui bisogna sottrarre le perdite del sistema di trasformazione.

Le perdite del sistema di trasformazione sono riassunte in un unico coefficiente che prende il nome di “Performance Ratio” (PR) che si calcola tramite il rapporto tra l’energia effettivamente prodotta ed il valore teorico trovato dalla formula precedente e definisce una caratteristica specifica per ogni impianto FV.

					pannello honey		
mese	giorni del mese	irraggiamento solare mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]	ore equivalenti [h]	ore equivalenti mensili [h]	Potenza di picco [Wp]	rendimento [-]	PR (performance ratio) [-]
gennaio	31	48,56	1,57	48,56	285,0	0,174	0,75
febbraio	28	77,28	2,76	77,28			
marzo	31	134,91	4,35	134,91			
aprile	30	137,41	4,58	137,41			
maggio	31	158,62	5,12	158,62			
giugno	30	139,08	4,64	139,08			
luglio	31	187,8	6,06	187,80			
agosto	31	189,92	6,13	189,92			
settembre	30	159,96	5,33	159,96			
ottobre	31	127,56	4,11	127,56			
novembre	30	56,18	1,87	56,18			
dicembre	31	126,08	4,07	126,08			

Tabella 71 Dati climatici e del pannello fotovoltaico per il calcolo della producibilità dell’impianto.

Si sono valutati due possibilità di impianto FV, da decidere in base alla valutazione economica ed alla disponibilità da parte dell’azienda.

Il primo caso prevede una percentuale di occupazione della copertura del fabbricato pari al 28.5% mentre nel secondo caso questo valor diventa pari al 45.75%.

Successivamente vengono riportate le tabelle in cui è stata calcolata la producibilità mensile dell'impianto.

CASO 1					
numero pannelli	area pannelli	% area coperta	potenza di picco installata	energia elettrica prodotta	TOTALE energia elettrica
[-]	[m <sup>2</sup> ]	[%]	[kWp]	[MWh]	[MWh]
734	1201,41	28,61	209,19	13,33	239,519
				14,88	
				21,87	
				22,11	
				24,29	
				24,52	
				27,17	
				25,82	
				21,34	
				17,12	
				12,63	
				14,46	

Tabella 72 Producibilità impianto fotovoltaico caso 1.

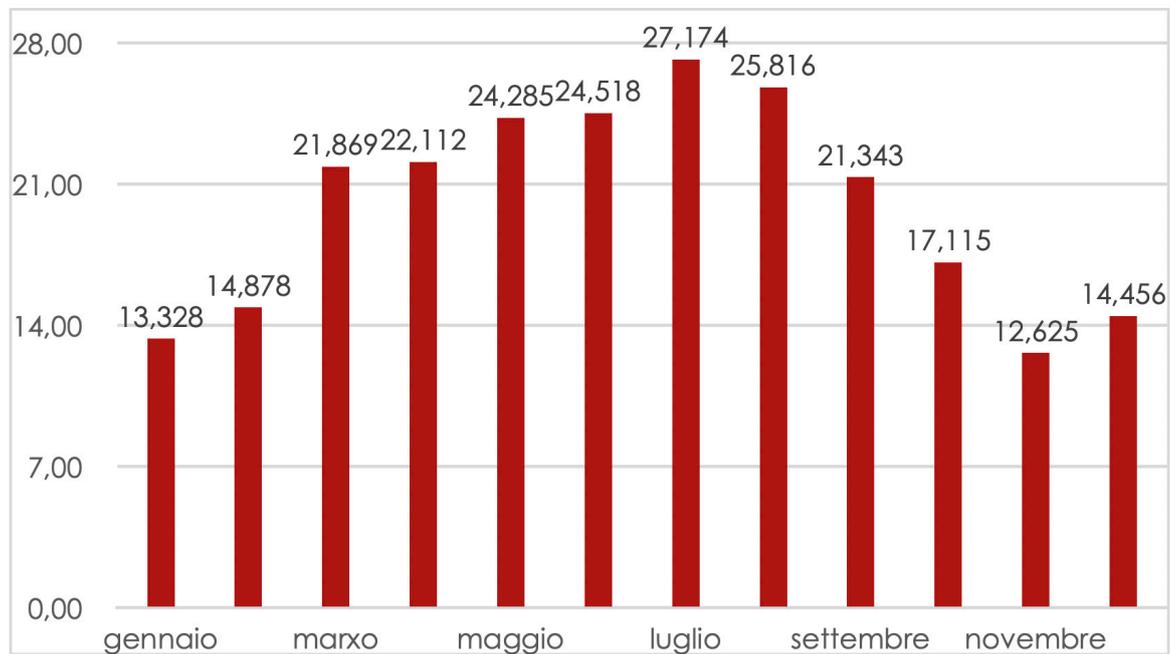


Figura 7.3 Producibilità mensile impianto fotovoltaico caso 1.

CASO 2					
numero pannelli	area pannelli	% area coperta	potenza di picco installata	energia elettrica prodotta	TOTALE energia elettrica
[-]	[m <sup>2</sup> ]	[%]	[kWp]	[MWh]	[MWh]
1174	1921,60	45,76	334,59	21,32	383,099
				23,80	
				34,98	
				35,37	
				38,84	
				39,22	
				43,46	
				41,29	
				34,14	
				27,38	
				20,19	
				23,12	

Tabella 7.3 Producibilità impianto fotovoltaico caso 2.

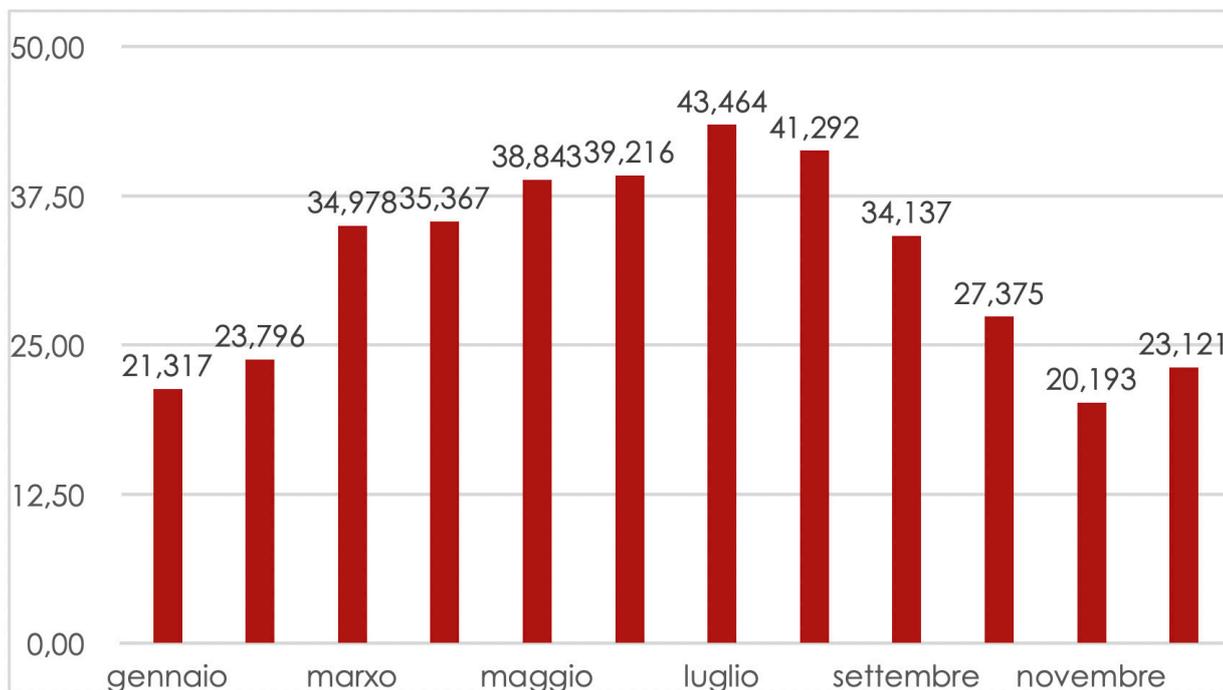


Figura 7.4 Producibilità mensile impianto fotovoltaico caso 2.

## 7.3 VALUTAZIONE ECONOMICA

### ANALISI DEI COSTI

Per effettuare l'analisi dei costi si è ipotizzato un costo di realizzazione dell'impianto pari a 800 €/ , inoltre sono stati previste delle spese di manutenzione e dei costi di esercizio.

La manutenzione è stata impostata pari al 2% annuo sulla spesa iniziale del costo di realizzazione, in aggiunta è stata prevista una spesa di sostituzione degli inverter ogni 10 anni di vita dell'impianto pari al 10%.

La tabella seguente contiene i calcoli realizzati per analizzare la spesa di realizzazione dell'impianto.

				€/kWhp	kWhp	totale
	costo realizzazione impianto	caso 1		800	209,19	167352
		caso 2		800	334,59	267672
			%			
costi di esercizio	sostituzione inverter	caso 1	10	80	209,19	16735,2
		caso 2	10	80	334,59	26767,2
	manutenzione ordinaria	caso 1	2	16	209,19	3347,04
		caso 2	2	16	334,59	5353,44

Tabella 74 Analisi dei costi di realizzazione e mantenimento impianto fotovoltaico.

### ANALISI DEI RICAVI

Per analizzare i ricavi visto i turni di lavoro e l'elevato consumo di energia dell'azienda è stato ipotizzato una quota di auto consumo pari al 90 % del totale prodotto dall'impianto.

La quota restata di energia prodotta è stata considerata come immessa nel sistema di distribuzione nazionale durante la fascia F3.

ANALISI DEI RICAVI									
consumo kWh	costo €/MWh	produzione caso 1	produzione caso 2	risparmio autoconsumo		prezzo zonale	risparmio vendita		
				caso 1	caso 2		caso 1	caso 2	
225130,00	132,44	13,33	21,32	1588,62	2540,86	57,98	77,28	123,60	
267780,00	129,99	14,88	23,80	1740,56	2783,86	48,16	71,65	114,60	
261849,00	129,65	21,87	34,98	2551,85	4081,51	48,17	105,34	168,49	
204997,00	137,15	22,11	35,37	2729,48	4365,66	43,41	95,99	153,53	
243929,00	134,15	24,29	38,84	2932,06	4689,73	43,94	106,71	170,68	
244596,00	133,99	24,52	39,22	2956,68	4729,14	39,94	97,92	156,63	
286704,00	131,76	27,17	43,46	3222,43	5154,17	41,21	111,98	179,12	
101804,00	153,27	25,82	41,29	3561,15	5695,96	38,82	100,22	160,30	
264308,00	132,44	21,34	34,14	2543,95	4068,92	42,07	89,79	143,61	
293453,00	131,32	17,12	27,38	2022,73	3235,31	39,48	67,57	108,08	
272599,00	132,81	12,63	20,19	1509,03	2413,61	39,76	50,20	80,29	
181187,00	139,01	14,46	23,12	1808,62	2892,71	34,05	49,22	78,73	
2.848.336		240	383	29.167	46.651		1.024	1.638	

Figura 7.5 Analisi dei ricavi derivanti dall'impianto fotovoltaico.

Fascia	F3											
Zona	gen.	feb.	mar.	apr.	mag.	giu.	lug.	ago.	set.	ott.	nov.	dic.
Centro Nord	57,98	48,16	48,17	43,41	43,94	39,94	41,21	38,82	42,07	39,48	39,76	34,05
Centro Sud	56,62	50,66	46,86	42,88	41,66	40,35	41,95	41,38	41,72	40,27	39,37	35,45
Nord	58,51	48,26	47,95	43,61	43,82	35,28	40,92	38,12	42,67	40,43	39,30	33,98
Sardegna	56,33	49,87	45,92	36,01	38,66	38,80	41,53	41,05	41,62	39,80	40,43	33,71
Sicilia	57,05	46,45	42,31	51,22	36,77	50,53	45,86	48,75	42,97	58,56	36,83	33,30
Sud	55,14	45,79	41,98	40,56	36,64	39,82	40,08	40,60	42,06	39,72	37,24	34,23

Tabella 75 Prezzo zonale orario relativo alla fascia F3. Fonte dati [GME].

Nella tabella seguente si realizza la valutazione economica dell'intervento proposto con l'obiettivo di ricavare il flusso di cassa cumulato ed il VAN (valore attuale netto).

Il flusso di cassa sta ad indicare le variazioni in positivo e in negativo della liquidità per effetto della gestione, con riferimento a un determinato periodo di tempo.

Nell'effettivo si tratta infatti di un'analisi economica che ricostruisce i flussi monetari andando a calcolare la differenza tra tutte le entrate e le uscite monetarie di una società.

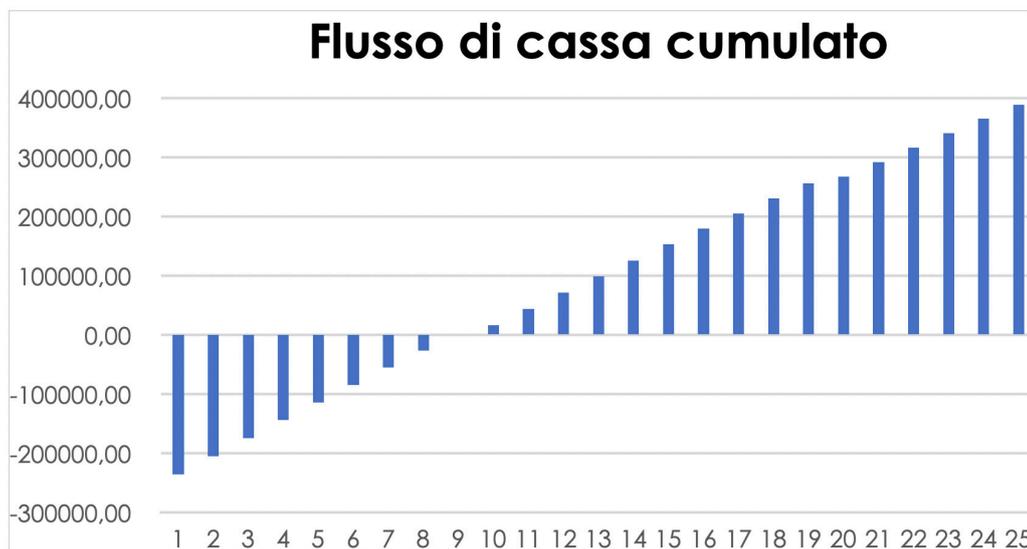


Figura 7.6 Flusso di cassa cumulato dell'impianto fotovoltaico.

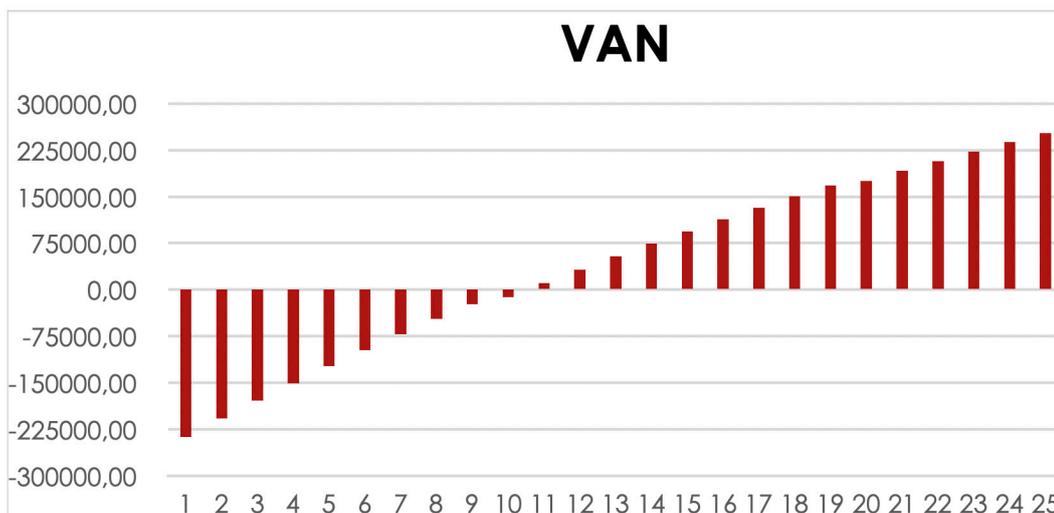


Figura 7.7 Valore attuale netto.

valutazione economica					
anno	1	2	3	4	5
<b>energia e consumi</b>					
energia prodotta	383,10	379,27	375,48	371,72	368,00
immessa	38,31	37,93	37,55	37,17	36,80
consumata	344,79	341,34	337,93	334,55	331,20
consumo totale	2848,34	2819,85	2791,65	2763,74	2736,10
auntoconsumo	344,79	341,34	337,93	334,55	331,20
eteroconsumo	2503,55	2478,51	2453,73	2429,19	2404,90
<b>Budget annuale</b>					
ricavo vendita	1637,64	1621,26	1605,05	1589,00	1573,11
risparmio bolletta	46651,45	46184,94	45723,09	45265,86	44813,20
<b>Costi di esercizio</b>					
Costi una tantum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi periodici	5353,44	5353,44	5353,44	5353,44	5353,44
Margine operativo	42935,65	42452,76	41974,70	41501,42	41032,87
Imposta IRPEF	11592,63	11462,24	11333,17	11205,38	11078,87
Imponibile IRPEF	42935,65	42452,76	41974,70	41501,42	41032,87
Aliquota IRPEF	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Utile netto	31343,02	30990,51	30641,53	30296,03	29953,99
Flusso di cassa cumulato	-236328,98	-205338,46	-174696,93	-144400,90	-114446,91
VAN	-236943,54	-207156,43	-178282,23	-150293,38	-123163,13

Tabella 76 Analisi economica impianto fotovoltaico per il calcolo del tempo di ritorno per l'intervento energetico (1).

valutazione economica				
6	7	8	9	10
<b>energia e consumi</b>				
364,32	360,68	357,07	353,50	349,97
36,43	36,07	35,71	35,35	35,00
327,89	324,61	321,37	318,15	314,97
2708,74	2681,65	2654,84	2628,29	2602,00
327,89	324,61	321,37	318,15	314,97
2380,85	2357,04	2333,47	2310,13	2287,03
<b>Budget annuale</b>				
1557,38	1541,80	1526,38	1511,12	1496,01
44365,07	43921,42	43482,20	43047,38	42616,91
<b>Costi di esercizio</b>				
0,00	0,00	0,00	0,00	20075,00
5353,44	5353,44	5353,44	5353,44	5353,44
40569,00	40109,78	39655,15	39205,06	18684,48
10953,63	10829,64	10706,89	10585,37	5044,81
40569,00	40109,78	39655,15	39205,06	18684,48
0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
29615,37	29280,14	28948,26	28619,69	13639,67
-84831,53	-55551,40	-26603,14	2016,56	15656,22
-96865,52	-71375,40	-46668,34	-22720,66	-11531,38

Tabella 77 Analisi economica impianto fotovoltaico per il calcolo del tempo di ritorno per l'intervento energetico (2).

valutazione economica				
11	12	13	14	15
346,47	343,00	339,57	336,18	332,82
34,65	34,30	33,96	33,62	33,28
311,82	308,70	305,62	302,56	299,53
2575,98	2550,22	2524,72	2499,47	2474,48
311,82	308,70	305,62	302,56	299,53
2264,16	2241,52	2219,11	2196,92	2174,95
1481,05	1466,24	1451,58	1437,06	1422,69
42190,74	41768,83	41351,14	40937,63	40528,26
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5353,44	5353,44	5353,44	5353,44	5353,44
38318,35	37881,63	37449,28	37021,25	36597,50
10345,95	10228,04	10111,31	9995,74	9881,33
38318,35	37881,63	37449,28	37021,25	36597,50
0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
27972,39	27653,59	27337,97	27025,51	26716,18
43628,62	71282,21	98620,18	125645,69	152361,87
10965,78	32770,44	53903,59	74385,55	94236,06

Tabella 78 Analisi economica impianto fotovoltaico per il calcolo del tempo di ritorno per l'intervento energetico (3)

valutazione economica				
16	17	18	19	20
329,49	326,19	322,93	319,70	316,50
32,95	32,62	32,29	31,97	31,65
296,54	293,57	290,64	287,73	284,85
2449,74	2425,24	2400,99	2376,98	2353,21
296,54	293,57	290,64	287,73	284,85
2153,20	2131,66	2110,35	2089,24	2068,35
1408,46	1394,38	1380,43	1366,63	1352,96
40122,97	39721,74	39324,53	38931,28	38541,97
0,00	0,00	0,00	0,00	20075,00
5353,44	5353,44	5353,44	5353,44	5353,44
36177,99	35762,68	35351,52	34944,47	14466,49
9768,06	9655,92	9544,91	9435,01	3905,95
36177,99	35762,68	35351,52	34944,47	14466,49
0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
26409,94	26106,76	25806,61	25509,46	10560,54
178771,81	204878,56	230685,17	256194,64	266755,18
113474,27	132118,74	150187,48	167697,96	174804,90

Tabella 79 Analisi economica impianto fotovoltaico per il calcolo del tempo di ritorno per l'intervento energetico (4).

valutazione economica				
21	22	23	24	25
313,34	310,21	307,10	304,03	300,99
31,33	31,02	30,71	30,40	30,10
282,01	279,19	276,39	273,63	270,89
2329,67	2306,38	2283,31	2260,48	2237,88
282,01	279,19	276,39	273,63	270,89
2047,67	2027,19	2006,92	1986,85	1966,98
1339,43	1326,04	1312,78	1299,65	1286,65
38156,55	37774,98	37397,23	37023,26	36653,03
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5353,44	5353,44	5353,44	5353,44	5353,44
34142,54	33747,58	33356,57	32969,47	32586,24
9218,49	9111,85	9006,27	8901,76	8798,29
34142,54	33747,58	33356,57	32969,47	32586,24
0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
24924,06	24635,73	24350,30	24067,71	23787,96
291679,23	316314,97	340665,26	364732,98	388520,93
191249,19	207184,54	222626,43	237589,84	252089,34

Tabella 710 Analisi economica impianto fotovoltaico per il calcolo del tempo di ritorno per l'intervento energetico (5).

## 7.4 VALUTAZIONE PROPOSTA

### VALUTAZIONE PROPOSTA

Per valutare l'efficacia del miglioramento proposto si è andati ad analizzare l'effetto che si avrebbe sull'indice di prestazione e sul prezzo in €/MWh pagati dall'azienda, sempre confrontandolo con il prezzo unico nazionale.

consumi 2019 kWh	quota autoconsumo MWh	cosumo con impianto kWh	Prezzo €/MWh	Produzione n°pezzi
225.130	21,32	203813	132,44	164.520
267.780	23,80	243984	129,99	202.265
261.849	34,98	226871	129,65	210.912
204.997	35,37	169630	137,15	190.100
243.929	38,84	205086	134,15	221.179
244.596	39,22	205380	133,99	194.009
286.704	43,46	243240	131,76	227.137
101.804	41,29	60512	153,27	76.187
264.308	34,14	230171	132,44	211.429
293.453	27,38	266078	131,32	215.241
272.599	20,19	252406	132,81	216.328
181.187	23,12	158066	139,01	151.257

Tabella 7.11 Valutazione indicatore energetico post intervento.

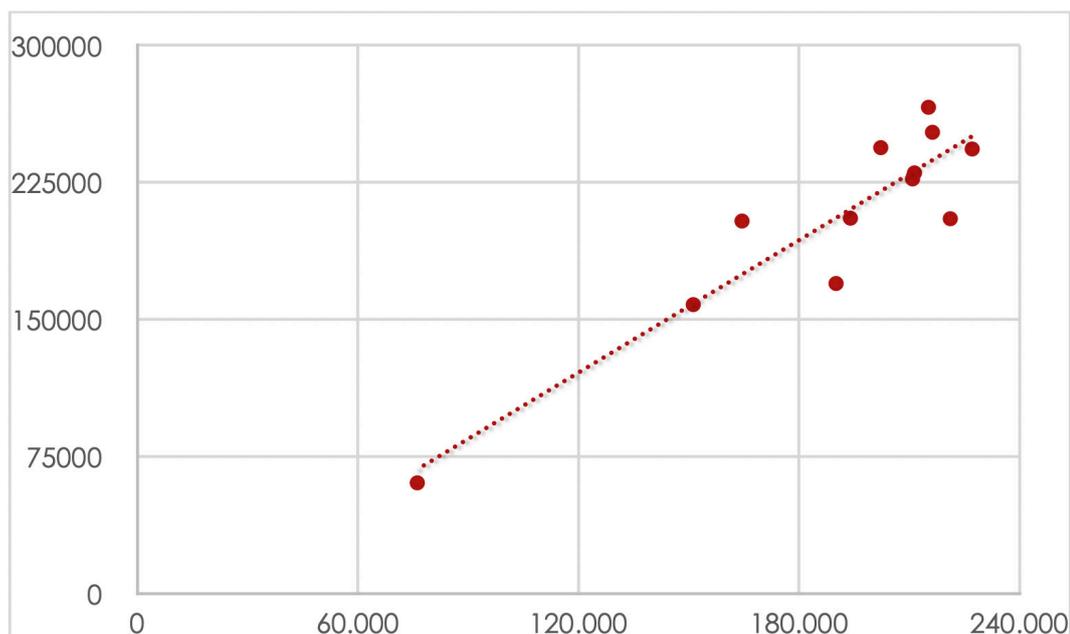


Figura 7.8 indicatore energetico kWh/n° pezzi prodotti, post intervento.

	andamento PUN							PUN 2019
	kWh	€/MWh	autoconsumo	vendita	nuovaspesa	prezzo MWh		
			€	€	€	€/MWh		
gennaio	225130,00	132,44	29815,71	2540,86	123,60	27151,26	120,60	67,65
febbraio	267780,00	129,99	34808,01	2783,86	114,60	31909,55	119,16	57,67
marzo	261849,00	129,65	33949,60	4081,51	168,49	29699,60	113,42	52,88
aprile	204997,00	137,15	28116,23	4365,66	153,53	23597,04	115,11	53,35
maggio	243929,00	134,15	32723,22	4689,73	170,68	27862,81	114,23	50,67
giugno	244596,00	133,99	32773,72	4729,14	156,63	27887,95	114,02	48,58
luglio	286704,00	131,76	37776,40	5154,17	179,12	32443,11	113,16	52,31
agosto	101804,00	153,27	15603,55	5695,96	160,30	9747,29	95,75	49,54
settembre	264308,00	132,44	35004,28	4068,92	143,61	30791,75	116,50	51,18
ottobre	293453,00	131,32	38535,24	3235,31	108,08	35191,85	119,92	52,82
novembre	272599,00	132,81	36203,35	2413,61	80,29	33709,45	123,66	48,16
dicembre	181187,00	139,01	25187,38	2892,71	78,73	22215,94	122,61	43,34

Tabella 7.12 Calcolo €/MWh per confronto con andamento PUN.

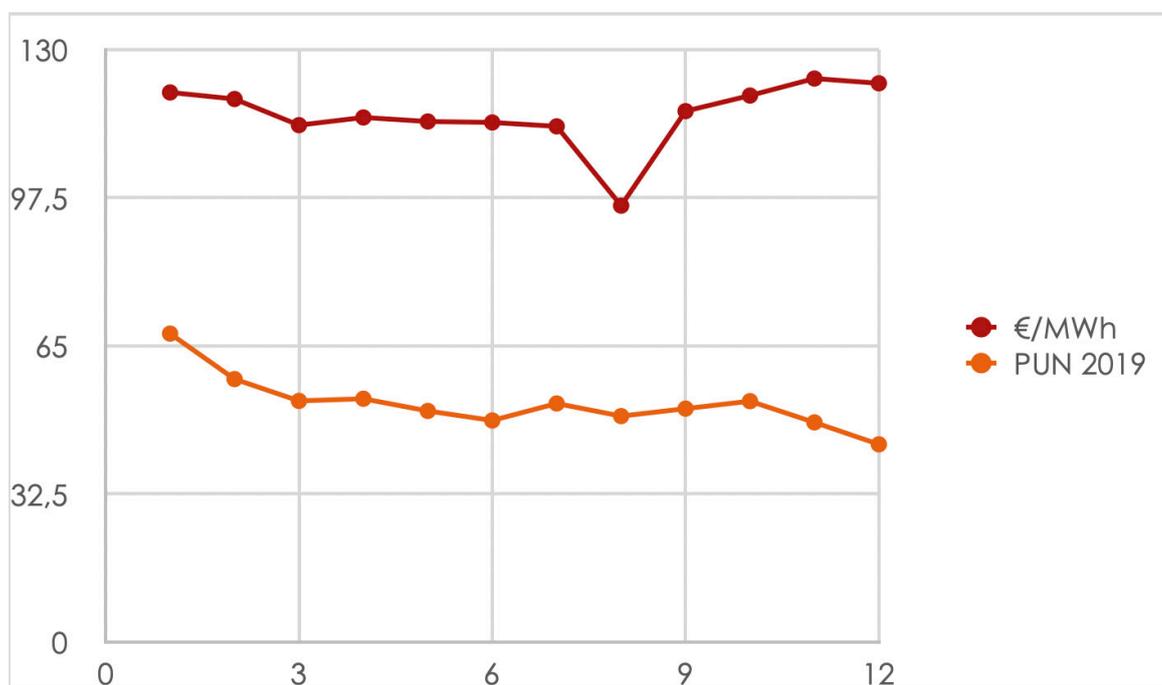


Figura 7.9 Confronto prezzo energia elettrica dell'azienda con andamento PUN del 2019.

*capitolo 8*  
**CONCLUSIONE** |

## 8. CONCLUSIONE

In questo lavoro di tesi è stata effettuata un'analisi energetica di un'azienda inserita nel settore automotive, proponendo dove possibile dei miglioramenti delle prestazioni. Nella fase iniziale dello studio sono stati analizzati i consumi di energia elettrica e di gas naturale degli ultimi anni a livello di stabilimento, evidenziandone periodicità e andamenti e permettendo di legare i consumi con i relativi energy drivers.

Non è stato possibile, in prima analisi, analizzare il consumo di singoli reparti in quanto l'azienda in questione era sprovvista di misuratori di alcun tipo. In termini energetici è emerso che il 60% del consumo totale espresso in tep è dovuto al gas naturale, mentre il restante 40% all'energia elettrica.

Il consumo di energia elettrica è circa costante tutto l'anno con dei valori più bassi in agosto dovuti all'interruzione delle attività nel reparto 1. Il consumo di gas naturale presenta un andamento costante con un leggero incremento nel periodo invernale dovuto ai consumi per la climatizzazione dei luoghi di lavoro.

In termini economici, invece, è emerso che negli ultimi anni circa il 60% della spesa totale è dovuta all'approvvigionamento di energia elettrica. Tale spesa è influenzata da un maggiore costo unitario del vettore energetico come dimostrato nella verifica dell'andamento puntuale del capitolo 5.

Nella seconda fase sono stati legati i consumi del 2018 con i relativi energy drivers, creando i modelli di caratterizzazione energetica coi dati a disposizione che meglio rappresentavano i consumi. Il consumo elettrico è risultato essere fortemente influenzato dal numero di pezzi prodotti piuttosto che dalle ore lavorate giornaliere durante tutto l'anno. Il consumo di gas naturale è strettamente influenzato dalle ore lavorate all'anno, poiché la maggior parte di gas è utilizzata dai forni destinati alla fusione dell'acciaio mentre solo una piccola parte è usata dalla centrale termica per il riscaldamento.

La terza fase è centrata sulla proposta di efficientamento energetico. Vista la forte influenza sulle spese totali dell'energia elettrica si è proposto la realizzazione di un impianto fotovoltaico.

Con la realizzazione dell'impianto sulla copertura del reparto 2 dell'azienda Automotive 1, si può ottenere un risparmio di circa il 10 % sui consumi di energia elettrica con conseguente risparmio sulle bollette.

Dall'analisi dei consumi storici dello stabilimento in esame, risulta evidente come, nelle PMI, il tema dell'efficienza energetica sia ancora poco sentito. Gli sprechi sono dovuti principalmente a una gestione degli impianti non ottimizzata; infatti, l'obiettivo principale delle industrie è spesso quello di massimizzare la produzione, anche a discapito del risparmio e dell'efficienza energetica.

Un passo sicuramente importante da muovere in tale senso è compiere un'analisi approfondita degli impianti in questione tramite l'installazione di un sistema di monitoraggio fisso dei consumi che risulta sicuramente utile se non indispensabile.

I benefici di tale intervento sono fondamentali per poter consentire agli Energy Manager di gestire al meglio l'energia, individuando le inefficienze e gli sprechi; infatti, si può ipotizzare che con una raccolta dati esaustiva si possa ottenere circa il 4% di risparmio sui vettori energetici.

Appare dunque evidente come la Diagnosi Energetica sia lo strumento necessario per poter individuare le azioni e gli interventi da svolgere col fine di creare un sistema energetico più sostenibile, in grado di ridurre in maniera consistente l'impatto ambientale causato dalle attività umane.

# BIBLIOGRAFIA

[1] Gazzetta ufficiale dell'unione europea – Direttiva n. 315/1 del 14 novembre 2012

[2] Gazzetta ufficiale dell'unione europea – Direttiva n. 114/64 del 27 aprile 2012

[3] Consiglio dell'Unione Europea e Parlamento Europeo, «Direttiva 2012/27/UE del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica,» 2012.

[4] Ministero dello sviluppo economico - Decreto legislativo n. 102 del 4 agosto 2014

[5] EEA Report No 13/2020. Tracking progress towards Europe's climate and energy targets.

[6] Filippo Spertino \_ Dispense Fotovoltaico

[7] <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview#world>

[8] <https://ourworldindata.org/electricity-mix>

[9] <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>

[10] <https://yearbook.enerdata.net/>

[11] [http://www.dt.mef.gov.it/it/attivita\\_istituzionali/rapporti\\_finanziari\\_internazionali/organismi\\_internazionali/ocse/](http://www.dt.mef.gov.it/it/attivita_istituzionali/rapporti_finanziari_internazionali/organismi_internazionali/ocse/)

[12] <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

[13] <https://www.italpressegauss.com/>

[14] <https://ourworldindata.org/>



