

Maggio
2025

SPECIALE CALENDARIO 2025

Economia e fattibilità

La diagnosi energetica industriale in contesto CACER: valutazioni energetiche ed economiche

The industrial energy audit in the CACER context: energy and economic assessments

LUCA BERRA¹ – SIMONA PADUOS² – ALICE GORRINO¹ – PAOLA SOMA¹

¹ *Edilclima S.r.l., Software, Engineering, Academy – Borgomanero, NO*

² *Libera professionista – Torino*

RIASSUNTO.

Nel 2020 il Consiglio europeo ha ribadito la necessità di perseguire una politica per rendere l'industria dell'UE più sostenibile, resiliente, verde e competitiva. Le direttive e le norme nazionali confermano il principio dell'efficienza energetica al primo posto.

In questo contesto, l'intervento propone l'utilizzo della diagnosi energetica in ambito industriale, per analizzare scenari compatibili con i nuovi obiettivi.

La prima parte della relazione riguarda il contesto direttivo regolamentare e normativo. La seconda parte presenta una diagnosi energetica industriale. In particolare, sarà evidenziato come questo strumento consenta di valutare la transizione verso fonti energetiche più sostenibili, l'impiego di POD virtuali e la condivisione dell'energia elettrica prodotta in loco in un contesto di configurazione di autoconsumo diffuso migliorando così l'efficienza energetica del sistema ed i tempi di ritorno dell'investimento.

SUMMARY.

In 2020, the European Council reaffirmed the need to pursue a policy to make the EU industry more sustainable, resilient, green, and competitive. National directives and standards confirm the principle of prioritizing energy efficiency.

In this context, the initiative proposes the use of energy audits in the industrial sector to analyse scenarios compatible with the new objectives. The first part of the report concerns the regulatory and normative context. The second part presents an industrial energy audit. In particular, it will be highlighted how this tool allows for the evaluation of the transition to more sustainable energy sources, the use of virtual PODs, and the sharing of locally produced electricity within a context of widespread self-consumption configuration, thereby improving the energy efficiency of the system and the return-on-investment times.

Parole chiave: diagnosi energetica, industria sostenibile, autoconsumo diffuso.

Key words: energy audit, sustainable industry, widespread self-consumption

1. INTRODUZIONE

Il mondo dell'industria all'interno del territorio dell'Unione Europea rappresenta un settore cruciale quando si parla di decarbonizzazione, in quanto responsabile di elevate percentuali di inquinanti atmosferici, idrici, nonché di gas ad effetto serra. La decarbonizzazione è una strategia perseguita all'interno del Green Deal europeo ed è un processo il cui obiettivo consiste nella riconversione ad un sistema economico che riduca in modo sostenibile l'anidride carbonica emessa in ambiente, fino alla completa "*carbon neutrality*", ovvero al suo azzeramento entro il 2050, come previsto dagli accordi di Parigi.

Il passaggio al "*carbon neutrality*" deve in ogni caso rispettare il principio cardine che viene citato dal Regolamento (UE) 2018/1999 del parlamento europeo e del consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima: «efficienza energetica al primo posto». Questo principio prevede di tenere nella massima considerazione le misure alternative di efficienza energetica per mezzo di: risparmi negli usi finali, gestione della domanda, conversione, trasmissione e distribuzione di energia.

Questo principio è confermato da direttive più recenti: la Direttiva (UE) 2023/1791 (Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE, 2023a) sull'efficienza energetica e che modifica il regolamento (UE) 2023/955; la Direttiva (UE) 2024/1275 (Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE, 2024) sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione) – la cosiddetta EPBD; la Direttiva (UE) 2023/2413 (Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE, 2023b) che modifica la direttiva (UE) 2018/2001, il regolamento (UE) 2018/1999 e la Direttiva n. 98/70/CE per quanto riguarda la promozione dell'energia da fonti rinnovabili e che abroga la direttiva (UE) 2015/652 del Consiglio.

Anche la direttiva sull'utilizzo delle fonti rinnovabili, la 2023/2413 (la stessa che definisce il concetto di Comunità Energetiche Rinnovabili) pone il principio dell'efficienza energetica al primo posto, anche al fine di effettuare una valutazione del potenziale di energia da fonte rinnovabile.

In linea con quanto indicato a livello europeo, il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) (Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2019), documento in cui vengono stabilite le modalità con cui l'Italia dovrà raggiungere gli obiettivi europei al 2030, promuove l'efficienza energetica in tutti i settori, come strumento di tutela dell'ambiente, il miglioramento della sicurezza energetica e la riduzione della spesa energetica per famiglie e imprese e, parallelamente, un assetto per il proprio sistema energetico nazionale, in cui si passa dal modello centralizzato ad uno distribuito basato prevalentemente sulle fonti rinnovabili.

All'interno di questo processo, tutti i settori sono coinvolti. Il presente articolo intende presentare un approccio metodologico di supporto al contesto industriale al fine di elaborare misure consapevoli di miglioramento. La diagnosi energetica viene proposta come strumento per supportare i decisori aziendali. Viene infine presentato un esempio pratico, dove vengono proposti alcuni scenari, tra cui una configurazione di autoconsumo a distanza.

2. IL CONTESTO EUROPEO E LOCALE IN TEMA DI EFFICIENZA ENERGETICA: STRUMENTI DI SUPPORTO, POSSIBILI INTERVENTI, E UTILIZZO DI ENERGIA RINNOVABILE NELL'AMBITO INDUSTRIALE

2.1 Interventi di efficienza energetica e strumenti di supporto

Come abbiamo visto, le recenti direttive ed i regolamenti nazionali e locali confermano il caposaldo dell'efficienza energetica.

A fronte del caposaldo e considerando altresì sullo sfondo gli elementi legati alla tassonomia ed al mondo ESG (Environmental, Social and Governance), il mondo reale propone soluzioni diverse per raggiungere il risultato che il decisore aziendale vorrebbe conseguire. Le soluzioni che possono essere utilizzate in modo esclusivo o sinergico sono molteplici (Figura 1):

- interventi non tecnologici (ottimizzazioni di vario tipo) e tecnologici (sostituzione di macchine e componenti vari);
- sostituzione dei vettori energetici e decarbonizzazione (ad esempio sostituzione di generatori con pompe di calore, forni a gas ed elettrici ecc.);
- autoproduzione e autoconsumo distribuito;
- utilizzo dei BACS (Building and Automation Control Systems);
- monitoraggio energetico ambientale;
- intelligenza artificiale ecc.



Figura 1. Principio cardine e alcuni interventi utilizzabili nell'ambito dell'efficienza energetica

Anche per quanto riguarda obiettivi e strategie aziendali vi possono essere grandi differenze. Tra gli obiettivi, che possono essere correlati tra di loro, vi sono infatti: 1) obiettivi di efficienza energetica; 2) obiettivi ambientali (quando gli indicatori che ne quantificano l'impatto non sono solo riferiti a grandezze energetiche, ma anche relative alle emissioni di gas ad effetto serra); 3) obiettivi sociali; 4) obiettivi gestionali.

Gli obiettivi ambientali e sociali, solitamente in secondo piano rispetto ai restanti obiettivi aziendali, stanno diventando di primaria importanza. Da un lato, infatti, nel contesto del Green Deal europeo si stanno promuovendo nuovi obiettivi di decarbonizzazione, e, all'interno dello stesso contesto, si sta promuovendo nei modelli di business aziendali la sostenibilità, attraverso l'integrazione dei fattori ESG.

Tali obiettivi non sono solitamente perseguiti singolarmente, ma sono solitamente tra loro connessi, per cui capita che l'azienda non intenda perseguire unicamente l'obiettivo energetico, ma intenda perseguire più obiettivi in maniera sinergica tra loro.

Per supportare tali obiettivi, con ricadute anche sugli obiettivi che sono legati all'ambito sociale e gestionale, i documenti di attuazione nazionale identificano una serie variegata di strumenti alternativi o utilizzabili in forma integrata.

In Figura 2 sono richiamati gli obiettivi aziendali e i collegamenti con alcune tipologie ed esempi di strumenti di supporto.

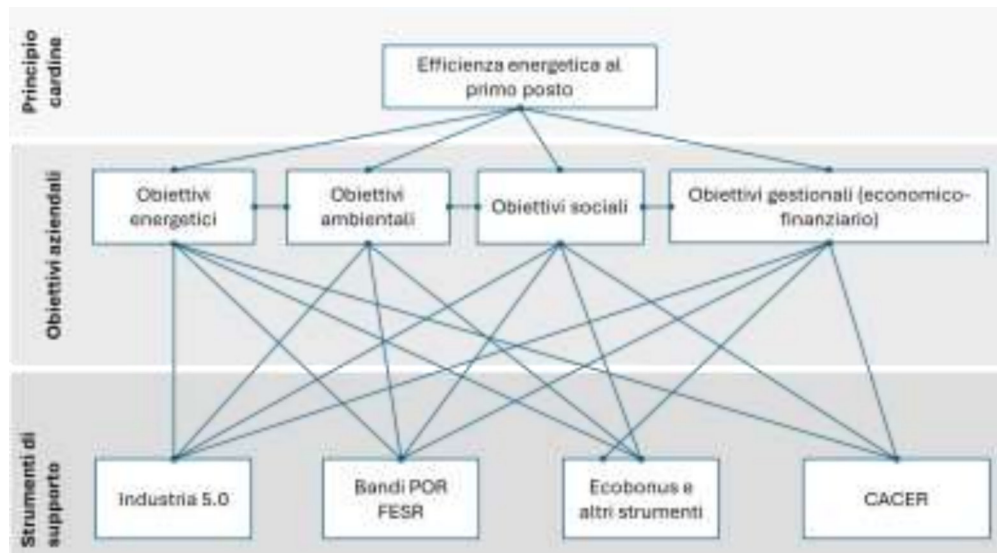


Figura 2. Caposaldo, obiettivi e alcuni strumenti di supporto per interventi di efficienza energetica

Dalle figure precedenti risulta evidente quanto l'ambito aziendale risulti complesso e quanto complessa ne risulti l'analisi. Le Configurazioni di Autoconsumo per la Condivisione dell'Energia Rinnovabile (CACER), in tale contesto possono essere valutate sia come strumento di aiuto, in quanto si accompagnano a forme di incentivo, sia come interventi di efficienza energetica, e valutati pertanto in maniera sinergica con gli altri interventi ipotizzati.

2.2 L'autoconsumo di energia elettrica nella configurazione di autoconsumo diffuso

La generazione diffusa e l'autoconsumo è attualmente un tema che desta molto interesse. In questa sezione si descrive nel dettaglio lo scenario di autoconsumo relativo alla configurazione di autoconsumo diffuso che sarà trattato nel caso studio fornito all'interno della sezione 4.

L'autoconsumo è il consumo di energia elettrica contestuale alla sua produzione e può avvenire in forma fisica o virtuale:

- l'autoconsumo è fisico quando gli impianti di produzione di energia sono collegati alle utenze di consumo;
- l'autoconsumo è virtuale quando si utilizza la rete di distribuzione per bilanciare i consumi e la produzione di energia sottesi a una stessa porzione della rete elettrica ma senza coincidenza tra il punto di immissione in rete dell'impianto rinnovabile e il punto di prelievo.

L'autoconsumo virtuale è alla base delle configurazioni dell'autoconsumo diffuso. Condividere l'energia elettrica prodotta con i soggetti appartenenti a una configurazione permette di concorrere a un modello virtuoso di produzione e consumo a livello territoriale.

L'autoconsumo diffuso non è stato introdotto da un singolo decreto, ma da una serie di atti normativi che si sono susseguiti nel tempo. I principali provvedimenti sono:

- D.Lgs. 199/2021 “Decreto CER” e D.Lgs. 210/2021 “Decreto Energia”: hanno introdotto il concetto di autoconsumo diffuso definendo: requisiti, modalità di funzionamento e incentivi;
- Delibera ARERA 727/2022/R/eel “TIAD” (Testo Integrato Autoconsumo Diffuso): disciplina le modalità per la valorizzazione dell’autoconsumo diffuso per le configurazioni previste dal D.Lgs. 199/21 e dal D.Lgs. 210/21;
- DM 414/2023 del 7 dicembre 2023 “Decreto CACER”: disciplina le modalità di incentivazione per l’energia condivisa in configurazioni di autoconsumo per la condivisione dell’energia rinnovabile ed i contributi PNRR per CER e autoconsumo collettivo in comuni fino a 5.000 abitanti.

Di recente emanazione vi sono le Regole Operative GSE (GSE, 2024), recanti le modalità per l’accesso al servizio per l’autoconsumo diffuso e al contributo PNRR.

Il servizio per l’autoconsumo diffuso è il servizio erogato dal GSE per le configurazioni di autoconsumo diffuso, disciplinato dal TIAD e dal Decreto CACER, e finalizzato alla determinazione e valorizzazione dell’energia elettrica condivisa.

Ai sensi del TIAD, le tipologie di configurazione ammesse al servizio sono:

- A. autoconsumatore individuale di energia rinnovabile “a distanza”;
- B. gruppo di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente o sistemi di autoconsumo collettivo da fonti rinnovabili;
- C. comunità energetica rinnovabile o comunità di energia rinnovabile;
- D. cliente attivo “a distanza” che utilizza la rete di distribuzione;
- E. gruppo di clienti attivi che agiscono collettivamente;
- F. comunità energetica dei cittadini;
- G. autoconsumatore individuale di energia rinnovabile “a distanza” con linea diretta.

Per il Decreto CACER, le tipologie di configurazione che accedono alla tariffa incentivante sono solo la A, la B e la C.

I contributi economici derivanti da una configurazione di autoconsumo durano 20 anni e sono riconosciuti dal GSE per ciascun kWh di energia elettrica condivisa:

1. corrispettivo unitario stabilito da ARERA, non soggetto ad IVA, da leggersi come restituzione di parte degli oneri non applicabili all’energia condivisa che, in quanto energia istantaneamente autoconsumata sulla stessa porzione di rete (cabina primaria), è equiparabile all’autoconsumo fisico in situ;
2. tariffa premio incentivante (TIP), non soggetta ad IVA, erogata dal GSE per il tramite del Referente delle configurazioni di autoconsumo per impianti con potenza al più di 1 MW, variabile in funzione del prezzo zonale orario e della dimensione dell’impianto in termini di kW di picco installati.

Ai contributi economici, va aggiunta la vendita dell’energia elettrica non autoconsumata fisicamente, con possibilità di accesso al servizio di Ritiro Dedicato (RID) a cura del GSE, per cui l’energia immessa in rete viene remunerata al prezzo zonale di mercato; in questo caso per referente AUC che svolge attività d’impresa si è soggetti ad IVA.

Mentre la valorizzazione dell’energia nel 2024 si attesta attorno ai 10-12 €/MWh di energia condivisa, la TIP varia a seconda della potenza dell’impianto e del prezzo zonale orario (Pz) dell’energia elettrica (Figura 3).

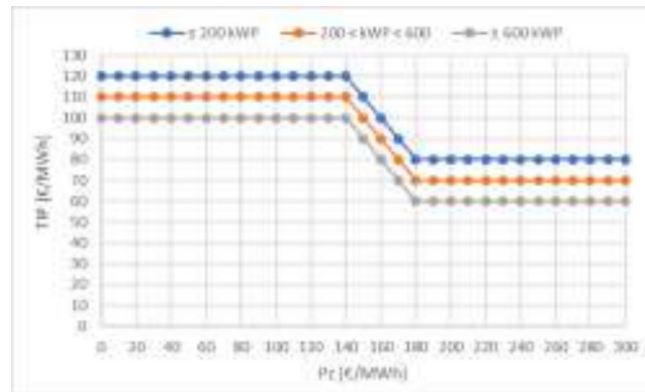


Figura 3. Andamento della Tariffa Premio Incentivante (TIP) in funzione del Prezzo zonale orario (Pz)

A tali valori, in caso di FER da impianto FV, vanno aggiunti:

- +4 €/MWh per le Regioni del Centro: Lazio, Marche, Toscana, Umbria, Abruzzo;
- +10 €/MWh per le Regioni del Nord: Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Piemonte, Trentino-Alto Adige, Valle d'Aosta, Veneto.

3. L'APPROCCIO METODOLOGICO PER VALUTARE POSSIBILI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE NEL CONTESTO INDUSTRIALE: LA DIAGNOSI ENERGETICA

Con la Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE, 2012), l'Europa ha identificato le diagnosi energetiche come strumento fondamentale per individuare opportunità di risparmio e miglioramento. La diagnosi energetica, o audit energetico, è descritta dalla direttiva stessa come *“una procedura sistematica finalizzata a ottenere una conoscenza adeguata del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di un'attività o impianto industriale o commerciale, o di servizi pubblici o privati, a individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e a riferire in merito ai risultati”*.

Le nuove direttive confermano la centralità dell'efficienza energetica e le nuove norme tecniche della serie UNI EN 17247 confermano l'adeguatezza della diagnosi per i nuovi contesti.

In particolare, la UNI CEI EN 16247-1 (UNI, 2022a), che nella nuova versione costituisce la base comune alle parti specifiche e va necessariamente utilizzata insieme alle indicazioni riguardanti i vari ambiti, ricorda alcuni importanti concetti. Nella introduzione la nuova edizione conferma e precisa che *“un audit energetico è un passo importante per un'organizzazione, indipendentemente dalle sue dimensioni o tipologia, che desidera migliorare le proprie prestazioni energetiche, ridurre il consumo di energia e apportare benefici ambientali e di altro tipo”*. Nelle definizioni viene precisato il significato di diagnosi energetica: *“ispezione e analisi sistematiche dell'uso e del consumo di energia di un sito, edificio, sistema o organizzazione con l'obiettivo di identificare i flussi di energia e il potenziale di miglioramento dell'efficienza energetica e comunicarli.”*

La diagnosi energetica quindi, in questo ambito, è (insieme con i sistemi di gestione dell'energia di cui ne costituisce una parte fondamentale) uno strumento che consente di supportare il decisore aziendale permettendo di effettuare i seguenti compiti:

- confrontarsi adeguatamente con i desiderata del cliente e con le aspettative a breve, medio e lungo termine;

- analizzare la situazione esistente evidenziando i possibili margini di miglioramento dell'efficienza rispetto a KPI adeguati;
- verificare l'opportunità di utilizzare diverse tecnologie e diversi vettori energetici in funzione del contesto;
- verificare l'opportunità di utilizzare l'autoproduzione distribuita di energia compatibilmente con la quota autoconsumabile;
- elaborare modelli (oggi si inizia a parlare di sistemi complessi) capaci di descrivere le ricadute anche all'esterno del perimetro analizzato al fine di correlare autoproduzione distribuita e autoconsumo distribuito;
- completare l'analisi con i dati economici, finanziari (sensibilità e rischio correlato);
- prevedere idonei sistemi di monitoraggio per la misura e verifica dei risultati;
- informare adeguatamente ed efficacemente il decisore aziendale e tutti gli interessati su quanto elaborato con particolare riguardo a: situazione esistente, scenari possibili, vantaggi, svantaggi e rischi correlati.

La sintesi delle fasi previste nella norma UNI CEI EN 16247-1 ripropone, di fatto, una sequenza organizzata degli stessi compiti.

Una attività di diagnosi energetica in ambito industriale permette, in sintesi, di:

- analizzare la situazione esistente mettendo in luce eventuali aspetti migliorabili;
- ipotizzare diversi scenari e diverse «taglie» di interventi per verificarne l'impatto energetico ed economico/finanziario;
- verificare l'impatto energetico ed economico/finanziario della generazione con fonti rinnovabili, determinando autoconsumo e cessione in rete e/o altri contesti;
- eseguire una analisi economica/finanziaria credibile accompagnata da una analisi di sensitività coerente con la UNI EN 17463 (UNI, 2022c);
- migliorare l'analisi e la proiezione dei costi dei vettori energetici e dei costi differenziali (ad es. manodopera, ricambi, ecc.).

Il report che si utilizza per le aziende “obbligate” (ai sensi del D.Lgs 102/2014 e S.M.I.) tiene conto sostanzialmente di tutti i requisiti citati precedentemente, compresi gli aspetti economici finanziari ed i rischi correlati ai diversi scenari.

Infine, la diagnosi energetica consente di affiancarsi e supportare ulteriori valutazioni sempre più importanti per i clienti industriali tra cui:

- aspetti strategici non energetici tra cui: sicurezza per i lavoratori, sicurezza antincendio, emissioni, vettori non energetici, salute, benessere, qualità della vita, economia circolare ecc;
- strumenti e tecniche di valutazione «complessa» della sostenibilità aziendale per quanto riguarda l'ambiente, la società circostante e l'etica (ad es. ESG);
- procedure relative all'ambito della gestione dei progetti, programmi e portfolio per gestire il suo business (ad es. ISO 21502: 2021);
- resilienza degli scenari.

La diagnosi energetica unitamente ai sistemi di gestione dell'energia è uno strumento che consente di supportare chi è alla ricerca di una soluzione efficiente per perseguire i risultati auspicati.

In Figura 4 viene rappresentato lo schema metodologico di approccio ad una valutazione energetica di un contesto aziendale.

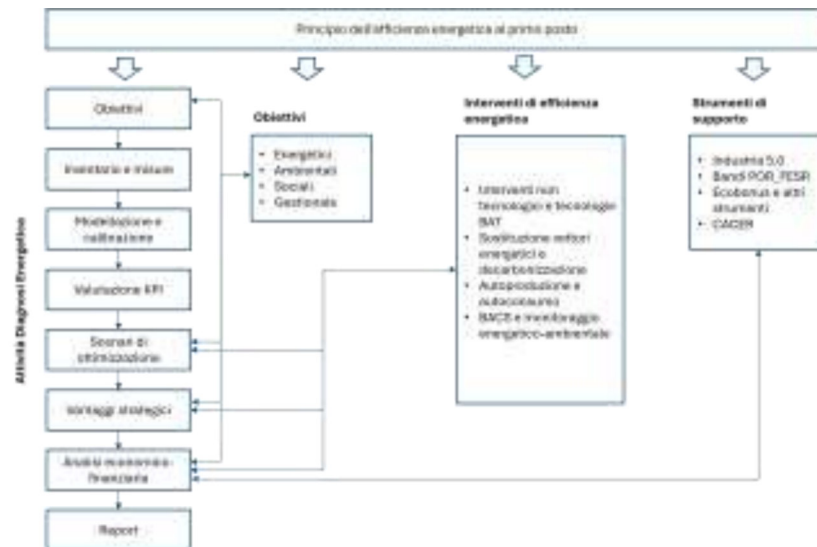


Figura 4. Schema dell'approccio metodologico.

4. APPLICAZIONE DI UNA DIAGNOSI ENERGETICA CON SIMULAZIONE DI AUTOCONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA IN UN CONTESTO INDUSTRIALE

4.1 La descrizione degli stabilimenti

L'esempio si riferisce ad una diagnosi energetica industriale. Il perimetro di analisi è stato volutamente ristretto al solo sito industriale al fine di semplificare alcuni passaggi e soprattutto di evidenziare maggiormente l'approccio. Il caso si riferisce ad una attività industriale che produce particolari per impianti idrosanitari.

Il layout prevede due stabilimenti adiacenti con unico PDR (Punto Di Riconsegna) per quanto riguarda il vettore gas metano e due POD (Point Of Delivery) per quanto riguarda il vettore energia elettrica. Il primo stabilimento (A) prevede le seguenti aree: pulitura pezzi, linee galvaniche 1 e 2, assemblaggio. Il secondo stabilimento (B) comprende le seguenti aree: magazzino materia prima, lavorazioni meccaniche, lavapezzi, magazzino prodotto finito, uffici, locali di servizio e mensa. Oltre alla lavorazione principale sono presenti i seguenti servizi: riscaldamento dei reparti di lavorazione, riscaldamento e raffrescamento degli uffici e dei locali di servizio, aria compressa, illuminazione. Lo stabilimento B è già dotato di impianto fotovoltaico a servizio del solo contatore di pertinenza.

In fase di riunione iniziale, l'obiettivo dell'azienda era la riduzione dei consumi energetici dell'edificio e delle linee di produzione, valutando la possibilità di diversi scenari tra cui:

- 1) la sostituzione della copertura dell'edificio A, che richiedeva una urgente manutenzione straordinaria (i cui costi non sono stati considerati all'interno dell'analisi tecnico economica in quanto obbligato);
- 2) l'installazione di fotovoltaico per i due stabilimenti (a servizio dei soli contatori di pertinenza);
- 3) la sostituzione di alcune macchine utensili;
- 4) la sostituzione delle caldaie dell'edificio B con pompe di calore;
- 5) il miglioramento del sistema di monitoraggio e misura e verifica dei risparmi attesi.

La proposta è stata quella di realizzare una diagnosi energetica organizzata nei termini di albero dei vettori energetici o, meglio, di rete al fine di valutare complessivamente le possibilità di ottimizzazione.

Il flusso di energia si distribuisce su una rete dove i nodi sono:

- i punti di consegna (POD e PDR), elementi tecnici intermedi e relative utenze;
- i sistemi di generazione di vettori tecnologici (compressori, caldaie, cogeneratori, ecc.) e le utenze che li utilizzano;
- i sistemi di autoproduzione (fotovoltaico, eolico, idroelettrico ecc), i nodi di interscambio e le utenze.

La diagnosi energetica è stata condotta seguendo le indicazioni contenute nella UNI CEI EN 16247 parte 1,2,3. A valle dell'incontro di avvio sono stati raccolti i dati di entrambi gli stabilimenti (A e B) al fine di sviluppare il bilancio energetico e di eseguire la calibrazione del modello. I dati di consumo di gas naturale sono stati raccolti a partire dai dati aggregati da bolletta energetica per l'anno 2022. I dati di consumo di energia elettrica sono stati anch'essi raccolti da bolletta e sono riferiti anch'essi all'anno 2022. A partire dai dati raccolti è stato eseguito il bilancio energetico attraverso la struttura ad albero organizzato nei seguenti livelli di dettaglio, come riportati in Figura 5:

- alimentazioni;
- nodi Liv. 2: macroaree: attività principale, servizi ausiliari, servizi generali;
- nodi Liv. 1: sottoinsiemi logici e funzionali ossia i processi produttivi principali;
- utenze: singole utenze o specifici servizi analizzati.

Le utenze sono inventariate a seguito di sopralluogo e analizzate con modello convergente con i consumi reali. I dati raccolti comprendono in sintesi la potenza installata, il profilo di utilizzo, il fattore di carico e il fattore di aggiustamento.

Il profilo di utilizzo, il fattore di carico e gli eventuali aggiustamenti sono stati imputati su base oraria.

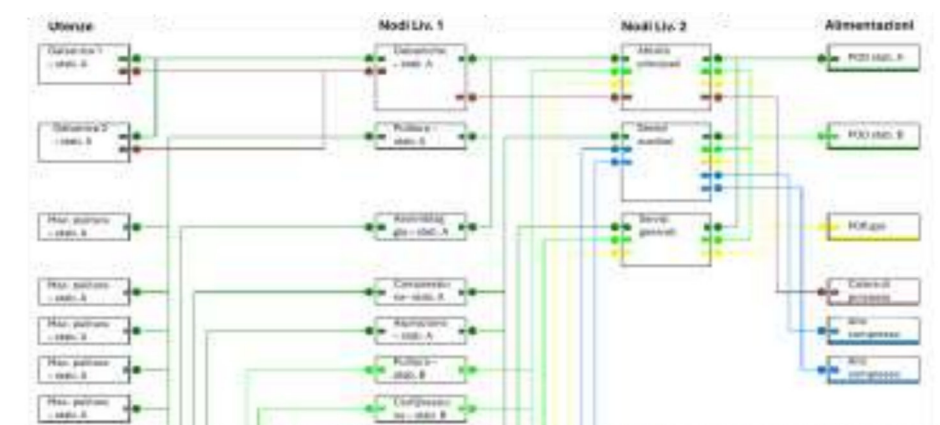


Figura 5. Schema a rete con nodi e aste organizzati su vari livelli

Ragionare nei termini di albero dei vettori ha portato numerosi vantaggi in termini di modellazione energetica, tra cui:

- modellare con facilità il cambiamento di vettore energetico di un sistema di generazione di un vettore tecnologico;
- modificare i fattori di conversione su gruppi di nodi (utenze) per tenere conto di diversi rendimenti o perdite sulle reti dei vettori tecnologici;

- modificare la simulazione dei POD per ipotizzare contesti di autoconsumo;
- confrontare sui nodi, a vari livelli, i dati simulati e quelli misurati.

Queste operazioni consentono di modificare in tutto o in parte la tipologia di alimentazione ed il numero dei nodi di partenza, la caratteristica energetica delle aste che collegano i nodi (dispersioni o fattori di altro tipo), la tipologia di alimentazione delle utenze ecc. Questo ha permesso di simulare in maniera agevole lo stesso sistema energetico ipotizzando un contesto di autoconsumo a distanza, come viene descritto all'interno della sezione 4.2.

Un ulteriore vantaggio di questo modo di ragionare consiste nel considerare, tra le utenze, i servizi generali relativi all'edificio tra cui: riscaldamento, raffrescamento, ACS ecc. al fine di fornire una visione globale del consumo energetico del sito industriale, e di ipotizzare scenari di intervento sia a livello di edificio che a livello di processi di produzione.

Sono riportati in Figura 6 i profili delle utenze che utilizzano il gas naturale come vettore energetico. Si può osservare dall'immagine sottostante la disaggregazione dei consumi di gas: il consumo che risulta costante per ciascun mese (con la sola interruzione nel mese di agosto e nei fine settimana) è associato ai processi produttivi, mentre i consumi dei mesi di ottobre – aprile sono relativi al riscaldamento di entrambi gli stabilimenti. Limitatamente ai servizi riscaldamento, il grafico mostra un risultato semplificato, secondo UNI/TS 11300 (UNI, 2014 e UNI, 2019), ottenuto dall'aggregazione su base mensile coerentemente con i dati di consumo disponibili (bollette).

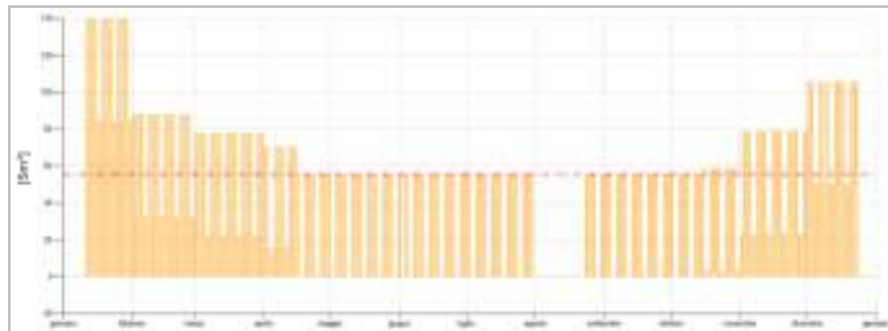


Figura 6. Consumo di gas naturale per uso riscaldamento degli stabilimenti A e B e processi.

I grafici sottostanti (Figura 7) si riferiscono al consumo elettrico di stabilimento per i due POD. Il consumo netto tiene conto della autoproduzione del fotovoltaico già attivo.

Il grafico sull'intera stagione evidenzia ovviamente l'andamento con limitata copertura dei servizi da energia rinnovabile dello stabilimento B.

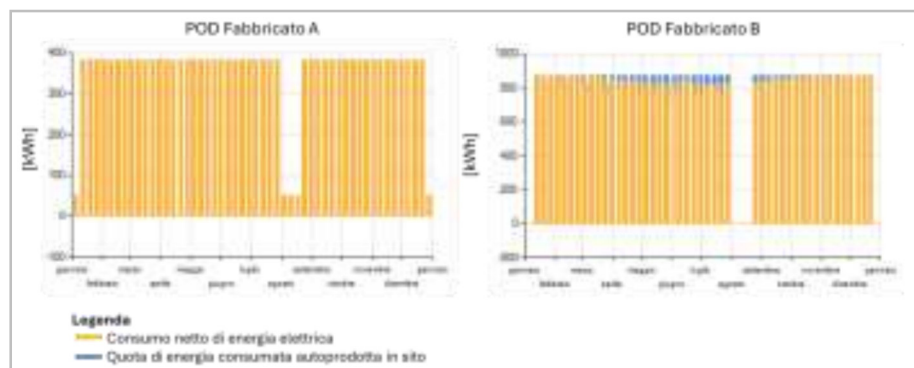


Figura 7. Consumo di energia elettrica dello stabilimento A (sinistra) e B (destra) netto e lordo

In Figura 8 sono riportati i consumi aggregati riferiti a ciascun vettore energetico, con il dettaglio del consumo di energia elettrica di ciascun stabilimento e il confronto tra il consumo di energia lorda (vale a dire il consumo di energia elettrica senza considerare la produzione di energia elettrica da fotovoltaico) e netta (detraendo quindi il fabbisogno di energia elettrica dalla produzione di energia da fotovoltaico).



Figura 8. Consumi di energia per ciascun vettore energetico.

4.2 L'identificazione di misure di efficienza energetica

L'identificazione di misure di retrofit è stata proposta tenendo conto degli obiettivi aziendali e ha altresì tenuto conto di eventuali opere di manutenzione o di ristrutturazione che si intendevano portare avanti indipendentemente dal risparmio energetico. Sono stati pertanto ipotizzati, in primis, interventi di efficientamento per ridurre il consumo energetico (dell'edificio e, in parte, delle linee di produzione) e successivamente, l'aumento di produzione di energia da fonte rinnovabile nell'ambito dell'autoconsumo. Lo scenario di intervento 1 prevede:

- sostituzione dei generatori di calore con pompe di calore per lo stabilimento B;
- sostituzione di alcune macchine utensili (poche) dello stabilimento B;
- aumento di potenza del fotovoltaico dello stabilimento B;
- nuovo impianto fotovoltaico per lo stabilimento A.

I risultati della simulazione (Figura 9 e Figura 11) mostrano che i consumi di energia sia di gas che elettrica sono diminuiti, grazie agli interventi previsti. In particolare, il consumo totale di gas metano è diminuito del 24% grazie agli interventi di efficienza energetica, mentre il consumo di energia elettrica è diminuito del 20% circa nello stabilimento B (dove era già presente il sistema fotovoltaico) e del 45% circa nello stabilimento A grazie all'installazione di nuovo fotovoltaico. Dalla Figura 10 si evidenzia l'aumento della copertura di energia elettrica da fotovoltaico per entrambi gli stabilimenti con qualche limite per quanto riguarda la quota percentuale di autoconsumo conseguente alla quasi totale assenza di consumi nei fine settimana e nelle chiusure invernali ed estive per un totale di circa 120 giorni all'anno.

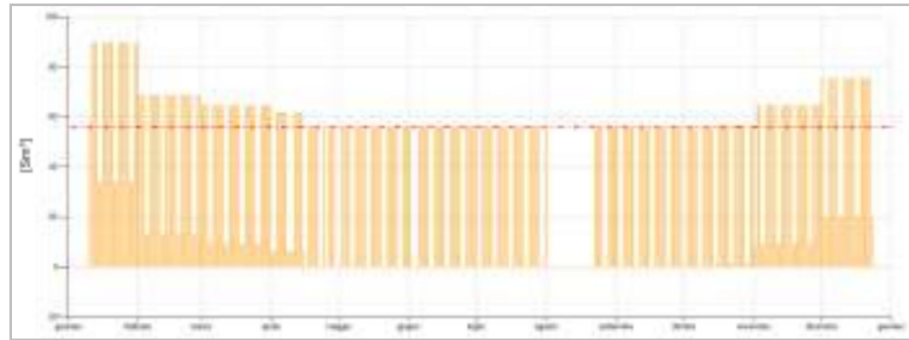


Figura 9. Consumo di gas naturale per uso riscaldamento degli stabilimenti A e B e processi a valle dello scenario di intervento 1.

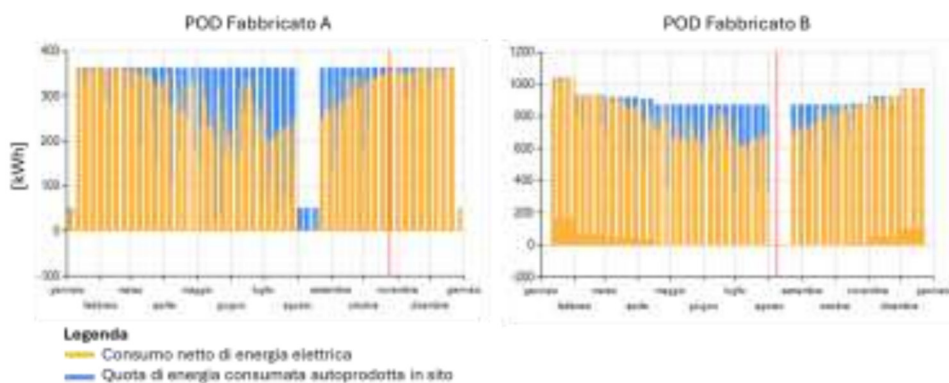


Figura 10. Consumo di energia elettrica dello stabilimento A (sinistra) e B (destra) netto e lordo a valle dello scenario di intervento 1.



Figura 11. Consumo di energia elettrica dello stabilimento A (sinistra) e B (destra) netto e lordo a valle dello scenario di intervento 1.

Lo scenario di intervento 2 ha riguardato una simulazione con un POD virtuale cui collegare tutte le utenze. Nello specifico, rispetto al modello a rete costruito per gli scenari ante e post dello scenario 1, i nodi relativi alle utenze elettriche (indicate come POD stab. A e POD stab. B in Figura 5), fanno capo all'unico POD virtuale residuo (Figura 12) al fine di simulare uno scenario di condivisione dell'energia elettrica autoprodotta in sito. Come evidenziato precedentemente, questa operazione è risultata particolarmente agile essendo il modello configurato a rete ed ha pertanto permesso sia la modellazione energetica in un contesto di autoconsumo diffuso oltre alle successive valutazioni tecniche ed economiche di seguito riportate.

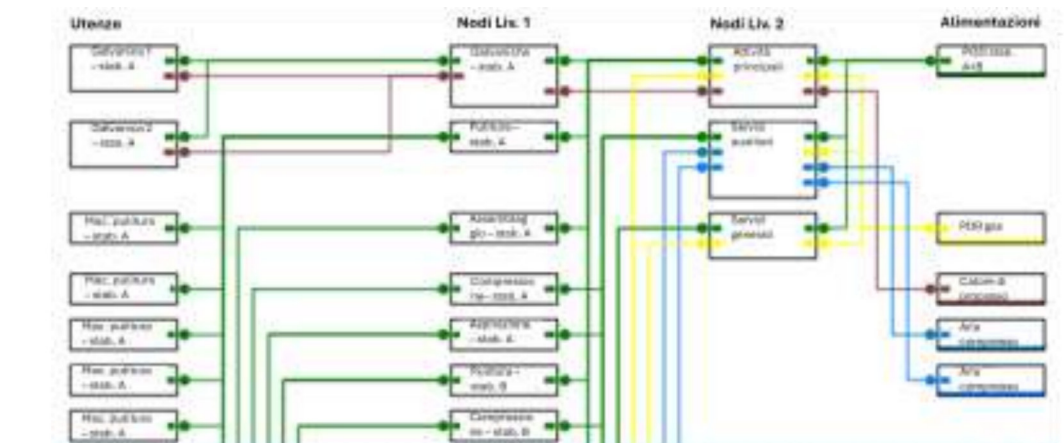


Figura 12. Schema a rete con nodi e aste organizzati su vari livelli

L'inerzia termica dei due edifici ha consentito inoltre di ipotizzare una diversa modalità di esercizio dell'impianto termico. Si considera di non spegnere durante il fine settimana la pompa di calore che realizza il servizio riscaldamento.



Figura 13 Consumo di energia elettrica dello stabilimento A (sinistra) e B (destra) netto e lordo a valle dello scenario di intervento 2.

I diversi effetti (positivo migliore COP, negativo aumento dispersioni) in questo caso si elidono. Questa variazione, oltre al fatto di poter distribuire l'energia autoprodotta sull'intero sito, migliora il fattore di autoconsumo (sabato e domenica i consumi elettrici sarebbero quasi nulli) riducendo la quota di energia elettrica ceduta in rete e migliorando i tempi di ritorno dell'investimento (come si nota in Figura 14) passando da 7 anni di ritorno dell'investimento a 6 anni per lo scenario di intervento 2.

L'analisi economica e finanziaria dell'intervento è stata eseguita con riferimento alla "Metodologia del Costo Globale" di cui alla UNI EN 15459-1 (UNI, 2018). La valutazione è stata completata con l'analisi di sensibilità ai sensi della UNI CEI EN 17463 (UNI, 2022c).

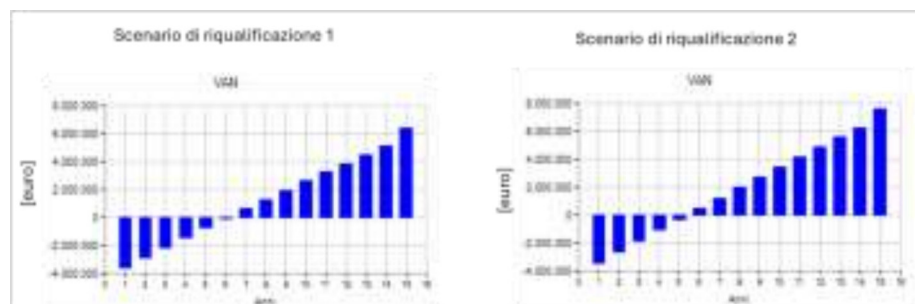


Figura 14. VAN relativi agli scenari di riqualificazione 1 e 2.

Nei grafici sottostanti (Figura 15) sono invece riportate le analisi di sensibilità per entrambi gli scenari. Come si può notare, le variabili che maggiormente influenzano la valutazione degli scenari di riqualificazione sono in entrambi i casi le voci “ricavi per risparmio energetico”, ovvero il costo dei vettori e il risparmio energetico simulato e la voce “durata di calcolo”.

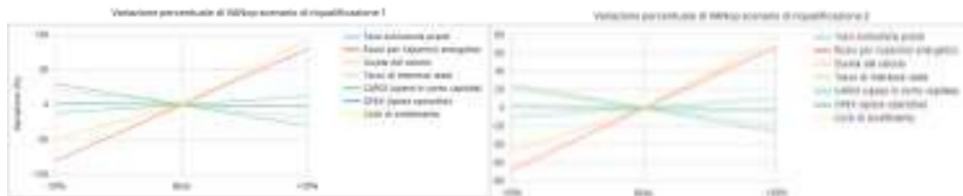


Figura 15. Analisi di sensibilità relative agli scenari di riqualificazione 1 e 2.

CONCLUSIONI

La diagnosi energetica è uno strumento sistematico che ci aiuta a dare risposte adeguate a richieste strategiche e di visione aziendale a medio-lungo termine.

Relativamente al caso in esame la diagnosi energetica ha in primis permesso di effettuare una buona valutazione del contesto energetico civile e industriale supportando il decisore aziendale nell’ambito di un sistema energetico comprensivo di autoconsumo diffuso anticipando in parte l’argomento dei “sistemi energeticamente complessi e le CER” che saranno oggetto di uno specifico gruppo di lavoro a livello normativo (CTI, 2024).

BIBLIOGRAFIA

- Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA). 2022. Deliberazione 27 dicembre 2022 Definizione, ai sensi del Decreto Legislativo 199/21 e del Decreto Legislativo 210/21, della regolazione dell’autoconsumo diffuso. Approvazione del testo integrato autoconsumo diffuso.
- Commissione Europea 2020. Comunicato stampa. Nel 2019 le emissioni di gas a effetto serra dell’UE sono scese al livello più basso degli ultimi tre decenni.
- Comitato Termotecnico Italiano (CTI). 2024. Attività CTI sotto l’ombrellone in preparazione dell’autunno. Energia e Dintorni. Luglio-Agosto 2024.
- Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n. 102, Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull’efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE. Gazzetta Ufficiale n. 165 del 18 luglio 2023.
- Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 199, Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell’11 dicembre 2018, sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili. Gazzetta Ufficiale n. 285 del 30 novembre 2024.
- Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 210, Attuazione della direttiva UE 2019/944, del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, relativa a norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica e che modifica la direttiva 2012/27/UE, nonché recante disposizioni per l’adeguamento della normativa na-

zionale alle disposizioni del regolamento UE 943/2019 sul mercato interno dell'energia elettrica e del regolamento UE 941/2019 sulla preparazione ai rischi nel settore dell'energia elettrica e che abroga la direttiva 2005/89/CE. (21G00233). Gazzetta Ufficiale n. 294 dell'11 dicembre 2024.

Gestore Servizi Energetici (GSE). 2024. DECRETO CACER e TIAD – Regole operative per l'accesso al servizio per l'autoconsumo diffuso e al contributo PNRR.

Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. 2019. Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima.

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. 2023. Decreto n. 414 del 7 dicembre 2023. Gazzetta Ufficiale n. 31 del 7 febbraio 2024.

Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE. 2012. Direttiva 2012/27/UE del parlamento europeo e del consiglio del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 14 novembre 2012.

Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE. 2023a. Direttiva (UE) 2023/1791 del parlamento europeo e del consiglio del 13 settembre 2023 sull'efficienza energetica e che modifica il regolamento (UE) 2023/955 (rifusione). Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea del 20 settembre 2023.

Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE. 2023b. Direttiva (UE) 2023/2413 del parlamento europeo e del consiglio del 18 ottobre 2023. Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea del 31 ottobre 2023.

Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE. 2024. Direttiva (UE) 2024/1275 del parlamento europeo e del consiglio del 24 aprile 2024 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione). Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea dell'8 maggio 2024.

UNI. 2014. Specifica Tecnica UNI/TS 11300-1. Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale. Milano: Ente Italiano di unificazione.

UNI. 2018. Norma UNI EN 15459-1. Prestazione energetica degli edifici – Sistemi di riscaldamento e sistemi di raffrescamento idronici negli edifici – Parte 1: Procedura di valutazione economica per i sistemi energetici. Milano: Ente Italiano di unificazione.

UNI. 2019. Specifica Tecnica UNI/TS 11300-2. Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali. Milano: Ente Italiano di unificazione.

UNI. 2021. Norma UNI ISO 21502. Gestione dei progetti, dei programmi e del portfolio – Guida alla gestione dei progetti. Milano: Ente Italiano di unificazione.

UNI. 2022a. Norma CEI EN 16247-1. Diagnosi energetiche – Parte 1: Requisiti generali. Milano: Ente Italiano di unificazione.

UNI. 2022b. Norma UNI CEI EN 16247-3. Diagnosi energetiche – Parte 3: Processi. Milano: Ente Italiano di unificazione.

UNI. 2022c. Norma UNI CEI EN 17463. Valutazione degli investimenti relativi ad interventi nel settore energetico. Milano: Ente Italiano di unificazione.