



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA



Ricerca di Sistema elettrico

Esito dell'analisi dei trend di sviluppo della maturità nella gestione energetica e degli indici di prestazione energetica

Introna V., Cesarotti V., Santolamazza A.



ESITO DELL'ANALISI DEI TRENDS DI SVILUPPO DELLA MATURITÀ NELLA GESTIONE ENERGETICA E DEGLI INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Introna V., Cesarotti V., Santolamazza A.
(UNIROMA2)

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico (oggi Ministero della Transizione Ecologica) - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - III annualità

Obiettivo : N.1 - Tecnologie

Progetto: 1.6 – Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali

Work package: – Definizione di best practices e di indicatori di performance per interventi di efficienza energetica

Linea di attività:LA4.6 - Estensione dell'applicazione del modello di analisi dei trends di sviluppo della maturità nella gestione energetica e degli indicatori

Responsabile del Progetto: Miriam Benedetti, ENEA

Responsabile del Work package: Fabrizio Martini, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione *“Analisi dei trend di sviluppo della maturità nella gestione energetica e degli indicatori di efficienza energetica nelle aziende soggette all'obbligo di analisi”*

Responsabile scientifico ENEA: Claudia Toro

Responsabile scientifico: Vito Introna

Indice

SOMMARIO.....	5
1 INTRODUZIONE.....	7
2 VALIDAZIONE FINALE DELLO STRUMENTO E ANALISI DI UN CAMPIONE SIGNIFICATIVO DI AZIENDE IN RELAZIONE AL TREND DI SVILUPPO DELLA MATURITÀ NELLA GESTIONE ENERGETICA.....	9
2.1 INTRODUZIONE.....	9
2.2 METODOLOGIA D'ANALISI E STRUMENTI.....	12
2.2.1 <i>Statistica descrittiva e analisi grafica</i>	12
2.2.2 <i>Statistica inferenziale e test T</i>	13
2.3 ANALISI DI UN CAMPIONE SIGNIFICATIVO DI AZIENDE SOTTOPOSTE ALL'OBBLIGO LEGISLATIVO.....	14
2.3.1 <i>Descrizione del campione di aziende</i>	14
2.3.2 <i>Analisi dell'indice di maturità globale</i>	18
2.3.3 <i>Analisi dei livelli di maturità</i>	19
2.3.3.1 Livello 2.....	21
2.3.3.2 Livello 3.....	21
2.3.3.3 Livello 4.....	22
2.3.3.4 Livello 5.....	23
2.3.3.5 Discussione dei risultati.....	24
2.3.4 <i>Analisi delle dimensioni</i>	25
2.3.4.1 Approccio Metodologico.....	27
2.3.4.2 Approccio Strategico.....	28
2.3.4.3 Best Practices.....	28
2.3.4.4 Consapevolezza, Competenza, Conoscenza.....	29
2.3.4.5 Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi.....	30
2.3.4.6 Struttura Organizzativa.....	31
2.3.4.7 Discussione dei risultati.....	32
2.3.5 <i>Analisi dei singoli requisiti (analisi per singola domanda)</i>	33
2.4 ANALISI DI DETTAGLIO DI ALCUNI SETTORI SIGNIFICATIVI.....	46
2.4.1 <i>Settori analizzati</i>	46
2.4.2 <i>Risultati delle analisi</i>	47
2.4.2.1 ATECO 10 – INDUSTRIE ALIMENTARI.....	47
2.4.2.2 ATECO 20 – FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI.....	48
2.4.2.3 ATECO 21 – FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI DI BASE E DI PREPARATI FARMACEUTICI.....	50
2.4.2.4 ATECO 22 – FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE.....	52
2.4.2.5 ATECO 24 – METALLURGIA.....	54
2.4.2.6 ATECO 38 – ATTIVITÀ DI RACCOLTA, TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DEI RIFIUTI; RECUPERO DEI MATERIALI.....	56
2.4.2.7 Confronto tra settori specifici e campione generale.....	58
2.5 ANALISI DI CORRELAZIONE TRA LA VARIAZIONE DELL'INDICE DI MATURITÀ ED IL VALORE INIZIALE DEL LIVELLO DI MATURITÀ.....	59
2.6 ATTIVITÀ DI SUPPORTO ALLA VALIDAZIONE DELLO STRUMENTO PROPOSTO.....	63
2.7 CONCLUSIONI DEL CAPITOLO.....	65
3 ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DI UN CAMPIONE SIGNIFICATIVO DI AZIENDE.....	67
3.1 INTRODUZIONE.....	67
3.2 ANALISI DI UN CAMPIONE SIGNIFICATIVO DI AZIENDE SOTTOPOSTE ALL'OBBLIGO LEGISLATIVO.....	69
3.2.1 <i>Descrizione del campione</i>	69
3.2.2 <i>Analisi indici di livello A</i>	70
3.2.3 <i>Analisi indici di livello B – Energia elettrica</i>	72
3.2.4 <i>Analisi indici di livello B – Gas Naturale</i>	75
3.3 CONCLUSIONI DEL CAPITOLO.....	78
4 VALUTAZIONE DELLA CORRELAZIONE TRA BUONE PRATICHE SVILUPPATE E MIGLIORAMENTO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE CONSEGUITE SU UN CAMPIONE DI AZIENDE.....	79
4.1 INTRODUZIONE.....	79

4.2	ANALISI DI UN CAMPIONE DI AZIENDE SOTTOPOSTE ALL'OBBLIGO LEGISLATIVO	79
4.3	CONCLUSIONI DEL CAPITOLO.....	87
5	CONCLUSIONI.....	88
6	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	90
7	ATTIVITÀ DI DISSEMINAZIONE	91
8	BREVE CURRICULUM SCIENTIFICO DEL GRUPPO DI LAVORO	92

Sommario

Durante questa annualità del progetto, il modello di assessment della maturità nella gestione del consumo energetico delle aziende sviluppato nella precedente annualità è stato validato in maniera definitiva attraverso la sua erogazione ad un gruppo significativo di aziende, raccolte grazie alla pubblicazione online del questionario di assessment realizzata durante il secondo anno collaborando con ENEA.

È stata condotta un'analisi della variazione del livello di maturità a seguito dell'entrata in vigore dell'obbligo legislativo di diagnosi energetica secondo il D.lgs. 102, su un campione di 343 imprese.

Dall'analisi è emerso che mediamente le aziende interessate all'obbligo hanno aumentato la loro maturità nella gestione dell'energia. L'analisi è stata, poi, approfondita andando a valutare il grado di copertura dei singoli livelli e delle singole dimensioni di maturità. Le variazioni osservate sono state anche verificate statisticamente attraverso l'utilizzo del test statistico t per dati appaiati e, per tutte le variazioni osservate, (indicatore globale, gradi di copertura dei livelli e copertura delle dimensioni) ne è stata dimostrata la significatività.

Sono stati anche analizzati i risultati di alcuni settori economici specifici, replicando quindi le analisi condotte sul campione globale su singoli campioni appartenenti a: ATECO 10, ATECO 20, ATECO 21, ATECO 22, ATECO 24, ATECO 38.

È stata analizzata la possibile esistenza di una correlazione tra lo scostamento (sia in termini assoluti che percentuali) dell'indice di maturità ed il valore iniziale del livello di maturità, allo scopo di comprendere se il livello iniziale di maturità possa influire sul suo sviluppo e si è osservata una relazione statisticamente significativa.

È stata poi analizzata la variazione dello sviluppo nel tempo della prestazione energetica in un campione significativo di aziende soggette all'obbligo di diagnosi, di cui erano disponibili i dati di prestazione energetica per gli anni 2015 e 2019. L'analisi è stata condotta attraverso l'utilizzo di strumenti statistici, sia grafici che analitici.

In particolare, sono stati analizzati i seguenti scostamenti:

- Scostamento degli indicatori di livello A
- Scostamento degli indicatori di livello B – Energia elettrica
- Scostamento degli indicatori di livello B – Gas naturale

Attraverso l'utilizzo del test t per dati appaiati non è emerso un significativo cambiamento tra le prestazioni presentate nel 2015 e quelle presentate nel 2019 dalle aziende appartenenti al campione analizzato.

Questo risultato risulta spiegabile anche dalla caratteristica stessa degli indicatori di prestazione energetica che per loro definizione possono risentire di fattori esterni che saranno oggetto di indagini supplementari così come previsto per il prossimo anno del progetto.

Infine, è stata svolta un'analisi della correlazione tra la variazione dello sviluppo nel tempo della prestazione energetica delle aziende soggette all'obbligo di diagnosi e la variazione (sia in termini assoluti che percentuali) del loro livello di maturità analizzato attraverso l'erogazione del questionario.

Attraverso l'utilizzo dell'analisi di regressione statistica non è emerso una significativa correlazione tra le due variabili, ma è invece emersa una correlazione significativa tra la variazione dell'indice di livello A e la variazione percentuale della quantità della destinazione d'uso. Questo risultato conferma il limite, ben noto in letteratura, che presentano gli indicatori di prestazione energetica definiti come semplici rapporti tra consumo del vettore energetico e quantità della destinazione d'uso utilizzata. In questi casi, infatti, tale tipologia di indicatori risentono molto dell'influenza della variazione della quantità della destinazione d'uso. L'indicatore del livello di maturità energetica fornisce quindi un contributo utile a completare quanto

desumibile attraverso l'indicatore di prestazione energetica, aiutando a comprendere le variazioni di tale indicatore.

In ultimo, allo scopo di approfondire l'analisi sono stati analizzati alcuni siti ritenuti rappresentativi di diverse condizioni. Si è osservato come le variazioni dell'indice di livello A di grande entità possano spesso essere ricondotte più a variazioni della quantità della destinazione d'uso che a grandi variazioni dal punto di vista dell'indice di maturità e come lo sviluppo di interventi di efficientamento, spesso legati anche a grandi variazioni anche dell'indice di maturità, segno di uno sforzo più strutturato, non sempre riesca portare anche a variazioni dell'indice di livello A in termini migliorativi.

1 Introduzione

Il seguente rapporto rappresenta il rapporto annuale relativo al terzo ed ultimo anno di un progetto di ricerca di durata triennale, di cui sono già stati resi pubblici i report.

Nel panorama europeo la promozione dell'efficienza energetica, dell'utilizzo di fonti rinnovabili e della riduzione delle emissioni inquinanti è un elemento cardine della strategia che guida lo sforzo comunitario.

A tal proposito, in seguito alla pubblicazione del d.lgs. 102/2014 che, in attuazione della direttiva europea 2012/27/UE sull'efficienza energetica, ha previsto l'obbligo per grandi imprese e imprese a forte consumo di energia di sottoporsi a diagnosi energetica ogni quattro anni, migliaia di imprese in Italia hanno eseguito, a volte per la prima volta, una diagnosi energetica del loro sito (o di una selezione dei loro siti o "cluster" in caso di imprese multi-sito).

A dicembre 2015 migliaia di aziende in Italia hanno eseguito, a volte per la prima volta, un audit energetico del proprio sito, operazione poi replicata a dicembre 2019, a quattro anni dalla scadenza del primo obbligo.

Ciò ha presentato la possibilità di confrontare le due situazioni analizzate nel 2015 e nel 2019 al fine di valutare come gli audit energetici obbligatori abbiano influenzato lo sviluppo dell'efficienza energetica nel Paese. Scopo ultimo del progetto di ricerca di durata triennale, quindi, di cui questo report contiene la descrizione delle attività e dei risultati della terza annualità, è ricavare una maggiore introspezione riguardo la situazione attuale e all'evoluzione subita in questi quattro anni dalle aziende sottoposte all'obbligo legislativo e analizzare da un nuovo punto di vista lo strumento rappresentato dalla diagnosi energetica in relazione alla diffusione di buone pratiche per quanto concerne la gestione dell'energia nelle aziende italiane.

Allo scopo di indagare questo particolare tema il gruppo di lavoro ha quindi concentrato la sua attenzione nella valutazione e il confronto delle performance energetiche e più in generale della diffusione dell'attenzione all'efficienza energetica a valle dell'entrata in vigore dell'obbligo legislativo.

Dal momento però che una mera valutazione statistica delle variazioni degli indicatori di prestazione energetica potrebbe risultare limitata a causa delle caratteristiche specifiche della raccolta dei dati e della formulazione stessa degli indicatori, che risentono dell'impatto della variazione della quantità della destinazione d'uso (il denominatore degli indici) o delle modalità di produzione, indipendentemente dall'effettivo efficientamento del sito, è stata ritenuta necessaria anche una valutazione degli aspetti di carattere più gestionale, fino ad ora non analizzati.

In particolare, il gruppo di lavoro ha quindi concentrato la sua attenzione anche sulla valutazione della diffusione delle buone pratiche relative alla gestione dei consumi energetici e alla sua variazione negli anni.

In Figura 1 è riportata la rappresentazione dei due aspetti della maturità nella gestione energetica (gestionale e tecnico) e gli strumenti utilizzati per la loro analisi.



Figura 1. Rappresentazione dei due aspetti della maturità nella gestione energetica (gestionale e tecnico) e gli strumenti utilizzati per la loro analisi.

Durante il primo anno del progetto, le attività condotte si sono concentrate sullo sviluppo di un modello di maturità per la valutazione del grado di sviluppo della gestione energetica di un'azienda e la definizione di una modalità di assessment per il confronto degli indicatori di prestazione energetica sviluppati nelle diagnosi energetiche ricevute da ENEA. Durante il secondo anno, quindi, le attività sono state indirizzate alla validazione e alla prima applicazione degli strumenti messi a punto per valutare la diffusione di buone pratiche nella gestione dell'energia e l'evoluzione degli indici di prestazione energetica di livello A e B per un primo campione di aziende.

Le attività previste nel terzo e ultimo anno del progetto sono state, infine, indirizzate alla validazione finale e all'applicazione degli strumenti messi a punto per valutare la diffusione di buone pratiche nella gestione dell'energia e l'evoluzione degli indici di prestazione energetica di livello A e B per un campione significativo di aziende.

In particolare, sono state previste le seguenti attività specifiche:

- Individuazione di un nuovo campione di aziende da utilizzare per terminare la validazione della metodologia sviluppata. In particolare, questa attività ha previsto l'erogazione del questionario ad un campione significativo di aziende attraverso lo strumento web sviluppato nel precedente anno
- Validazione finale dello strumento Modello di maturità tramite l'analisi delle risultanze e la condivisione e raccolta feedback con aziende.
- Valutazione dell'evoluzione del livello di maturità per un campione significativo di aziende attraverso gli strumenti di analisi definiti nel primo anno e già testati durante l'annualità precedente.
- Valutazione dell'evoluzione degli indici di prestazione di livello A e B per un campione significativo di aziende attraverso gli strumenti di analisi definiti nel primo anno e già testati durante l'annualità precedente.
- Valutazione, per un campione significativo, della correlazione tra la variazione degli indici di prestazione di livello A e B e lo sviluppo di buone pratiche per l'azienda allo scopo di confermare l'effetto positivo delle misure adottate.
- Validazione finale degli strumenti statistici definiti nel primo anno per l'analisi delle variazioni e correlazioni riguardanti gli indicatori di prestazione energetica.
- Discussione e condivisione dei risultati ottenuti saranno discussi con le aziende coinvolte nel campione e con associazione di categoria allo scopo di validare le conclusioni ottenute dalla fase di analisi.
- Stesura del documento di relazione conclusiva della linea d'attività del progetto.

2 Validazione finale dello strumento e analisi di un campione significativo di aziende in relazione al trend di sviluppo della maturità nella gestione energetica

2.1 Introduzione

Durante il terzo anno del progetto il modello di assessment della maturità nella gestione del consumo energetico delle aziende sviluppato nella precedente annualità è stato validato in maniera definitiva attraverso la sua erogazione ad un gruppo significativo di aziende, raccolte grazie alla pubblicazione online del questionario di assessment realizzata durante il secondo anno collaborando con ENEA.

Il modello definito è sviluppato attraverso un questionario di 48 domande e presenta 5 livelli e 6 dimensioni di maturità.

I livelli sono i seguenti rappresentati in Figura 2:

LIVELLO 1 ELEMENTARE	L'organizzazione è disinteressata alla questione dei consumi energetici.
LIVELLO 2 OCCASIONALE	L'organizzazione manifesta un primo interesse alla questione dei consumi energetici, ma il coinvolgimento nell'azienda è estremamente limitato.
LIVELLO 3 PROGETTUALE	L'organizzazione comincia a sviluppare la propria strategia individuando specifici obiettivi in relazione alla riduzione dei costi energetici. Strumento tipico di questa fase è la diagnosi energetica.
LIVELLO 4 GESTIONALE	La crescita della maturità dell'azienda la porta alla realizzazione che per poter avanzare ulteriormente nella riduzione dei consumi è necessario cambiare l'approccio utilizzato. L'azienda si orienta dunque, in maniera più o meno consapevole, verso lo sviluppo di un vero e proprio Sistema di Gestione dell'Energia.
LIVELLO 5 OTTIMIZZATO	Il Sistema di Gestione dell'Energia dell'organizzazione è consolidato e continuamente ottimizzato secondo l'approccio al miglioramento continuo.

Figura 2. Livelli di maturità del modello

Le dimensioni sono le seguenti rappresentate in Figura 3.



Figura 3. Dimensioni di maturità del modello

Le 48 domande presentano un numero differente di risposte possibili:

- I livelli 2-4 presentano 4 possibili risposte
- Il livello 5 presenta 2 possibili risposte

Per valutare come si è evoluta la gestione dell'energia nei quattro anni, per ogni domanda vengono fornite due risposte:

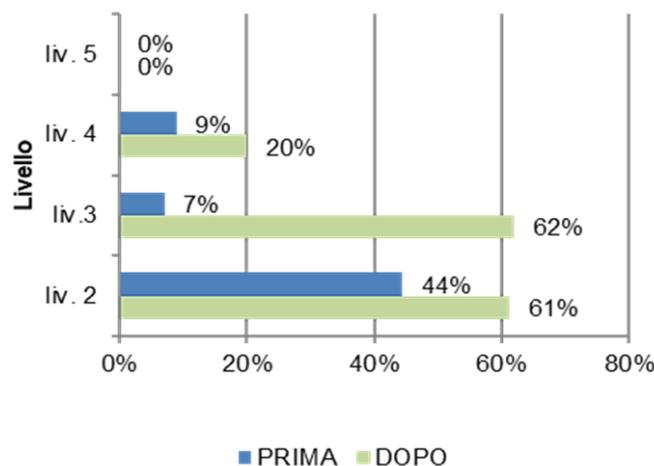
- La prima, rappresentativa della situazione antecedente alla conduzione dell'audit energetico del 2015;
- La seconda, rappresentativa della situazione attuale (dopo la conduzione dell'audit energetico del 2019).

La presentazione dei risultati dell'assessment avviene attraverso i seguenti strumenti rappresentati in Figura 4:

Indicatore sintetico di maturità

	Precedente (2015)	Attuale (2020)
Indice di maturità	1,6	2,4

Grado di copertura dei diversi livelli



Sviluppo delle dimensioni della maturità



Figura 4. Esempio dei risultati dell'assessment

2.2 Metodologia d'analisi e strumenti

2.2.1 Statistica descrittiva e analisi grafica

Allo scopo di analizzare i risultati derivanti dall'erogazione del questionario di maturità ad un campione di aziende italiane sono stati selezionati i principali strumenti di statistica descrittiva allo scopo di identificare le seguenti informazioni relative ad un particolare campione di dati [1]:

- descrizione e la forma della distribuzione;
- tendenza centrale;
- la variabilità.

L'istogramma è uno strumento di rappresentazione grafica utilizzato per studiare dati raccolti di un fenomeno in funzione di una variabile continua. Permette di osservare la loro dispersione, la tendenza centrale, nonché di comparare diversi insiemi di dati. I dati sono mostrati come una serie di rettangoli di uguale larghezza e altezza variabile. L'ampiezza rappresenta un intervallo all'interno dell'estensione dei dati, mentre l'altezza rappresenta la frequenza di valori all'interno dell'intervallo.

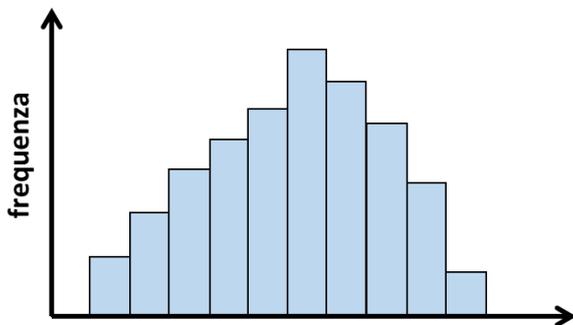


Figura 5. Esempio di un istogramma

Il box plot è un altro strumento di rappresentazione grafica molto utilizzato che consente di visualizzare la distribuzione dei dati e rappresentare importanti informazioni in maniera sintetica. La linea centrale nella scatola ("box") rappresenta la mediana dei dati e coincide con secondo quartile Q_2 , in quanto divide la popolazione in due metà di uguale numerosità. Se i dati sono simmetrici, la mediana è al centro della scatola. La parte inferiore e superiore della scatola mostrano il 25° e il 75° percentile e quindi, rispettivamente, il primo e il terzo quartile Q_1 e Q_3 . La lunghezza della scatola è quindi la differenza tra i due percentili e si chiama range interquartile (IQR). Le linee che si estendono a partire dalla scatola sono chiamate baffi o "whiskers".

I baffi indicano la dispersione dei valori inferiori a Q_1 e Q_3 non classificati come outliers: il valore massimo tra quelli presenti nella variabile che non identifica un valore anomalo definisce la fine del baffo superiore e allo stesso modo, il valore minimo, escludendo valore anomali, definisce la fine del baffo inferiore. I valori anomali o outliers, infine, sono rappresentati nel box plot come dei punti isolati al di sopra o al di sotto dei baffi.

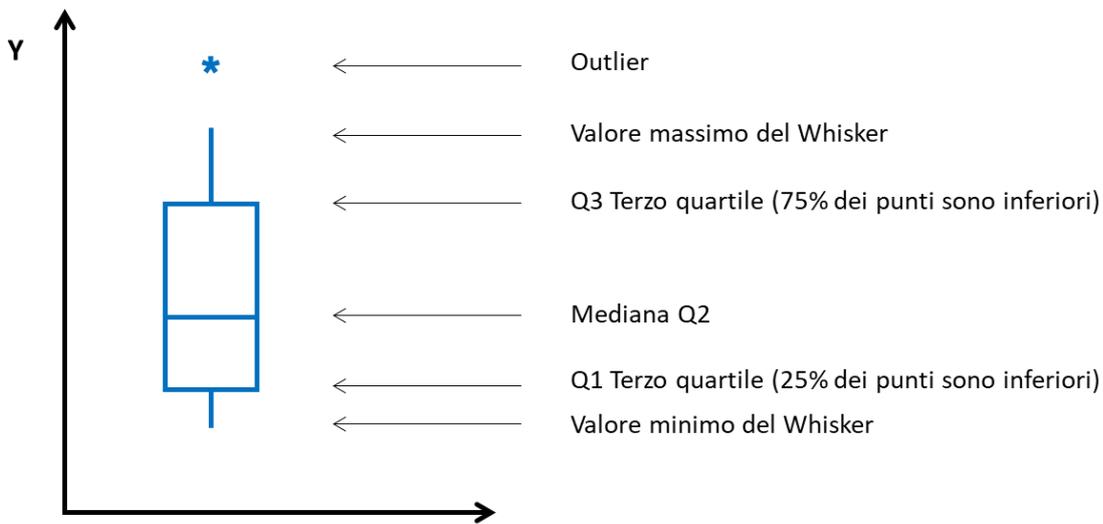


Figura 6. Schematizzazione di un box plot

2.2.2 Statistica inferenziale e test T

Dopo l'analisi dei risultati del campione specifico attraverso statistica descrittiva, il gruppo di ricerca ha deciso di utilizzare strumenti di statistica inferenziale per approfondire lo studio.

Infatti, la statistica inferenziale utilizza le informazioni contenute in uno specifico insieme o campione di dati allo scopo di fare delle affermazioni più generali riguardanti i parametri (solitamente μ media e σ deviazione standard) della popolazione, da cui il campione è stato estratto. Lo scopo del suo utilizzo in questo caso è, infatti, indagare la possibilità di generalizzare i risultati ottenuti sul campione raccolto alla popolazione di riferimento, cioè generalizzare i risultati ottenuti dall'analisi dei questionari condotti su un campione di aziende italiane sottoposte all'obbligo legislativo di diagnosi energetica alla popolazione globale delle aziende italiane sottoposte a quell'obbligo legislativo.

In particolare, lo strumento selezionato è stato il test t.

Il test t per il confronto della media di due campioni, infatti, è un metodo che può essere utilizzato per la verifica della presenza di uno scostamento significativo per una particolare variabile (e.g. indice globale di maturità, singoli gradi di copertura dei livelli di maturità, singoli livelli di copertura delle dimensioni).

Per ogni impresa, avendo ottenuto per tutti i diversi parametri di maturità definiti nella costruzione del questionario di maturità due valori non indipendenti (uno relativo alla situazione antecedente alla prima diagnosi energetica del 2015 e uno relativo alla situazione attuale), si procede effettuando un test statistico per dati appaiati come descritto nel seguito.

Si vuole valutare se nel periodo intercorso tra la prima diagnosi condotta per obbligo legislativo nel 2015 e la situazione attuale la prestazione in termini di gestione dell'energia sia migliorata nelle aziende italiane. Si vuole, quindi, valutare se sia possibile affermare in maniera statisticamente significativa che, per i parametri quantificati dal questionario di maturità, la media della popolazione rappresentata dalle aziende italiane che si sono sottoposte a diagnosi energetica in ottemperanza all'obbligo legislativo, sia aumentata.

Prima di tutto andrà calcolata la differenza per ognuna delle coppie di osservazioni appaiate.

L'ipotesi da testare statisticamente è la seguente:

$$H_0: \mu_2 - \mu_1 = \delta \leq 0 \text{ (indici di maturità non migliorati)}$$

$$H_1: \mu_2 - \mu_1 = \delta > 0 \text{ (indici di maturità migliorati)}$$

Con μ_2 e μ_1 rispettivamente i valori medi dell'indice di maturità esaminato relativo alla situazione attuale e relativo alla situazione antecedente alla prima diagnosi energetica del 2015.

Il p-value è la significatività reale, osservata sul campione. È la probabilità effettiva di sbagliare selezionando l'ipotesi H_1 . α è la significatività massima accettata, cioè la massima probabilità accettabile di commettere un errore nel rifiutare l'ipotesi nulla H_0 . Convenzionalmente il valore della significatività α viene fissato a 5%. Si calcola la statistica di test t_{calc} come di seguito:

$$t_{calc} = \frac{\bar{D} - \delta}{s_{\bar{D}}} = \frac{\bar{D}}{s_D / \sqrt{n}}$$

dove:

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} : \text{deviazione standard delle differenze}$$

n: numero di differenze (ossia il numero di coppie di osservazioni/imprese)

Si rifiuta H_0 se:

$$t_{calc} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$$

Con $t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$ valore critico di t per un test ad una coda con un α di 0,05.

Nel caso in cui il test dia come esito il rifiuto dell'ipotesi nulla ($H_0: \delta \leq 0$) sarà possibile concludere che dal 2015 alla situazione attuale il singolo indicatore di maturità esaminato per le aziende sottoposte a obbligo legislativo sia migliorato con un livello di significatività del 5%.

Tale test è stato quindi svolto andando ad analizzare differenze tra la situazione antecedente alla conduzione dell'audit energetico del 2015 e la situazione attuale, in relazione a diversi aspetti:

- Indice di maturità;
- Grado di copertura dei singoli livelli di maturità;
- Livello di copertura delle singole dimensioni.

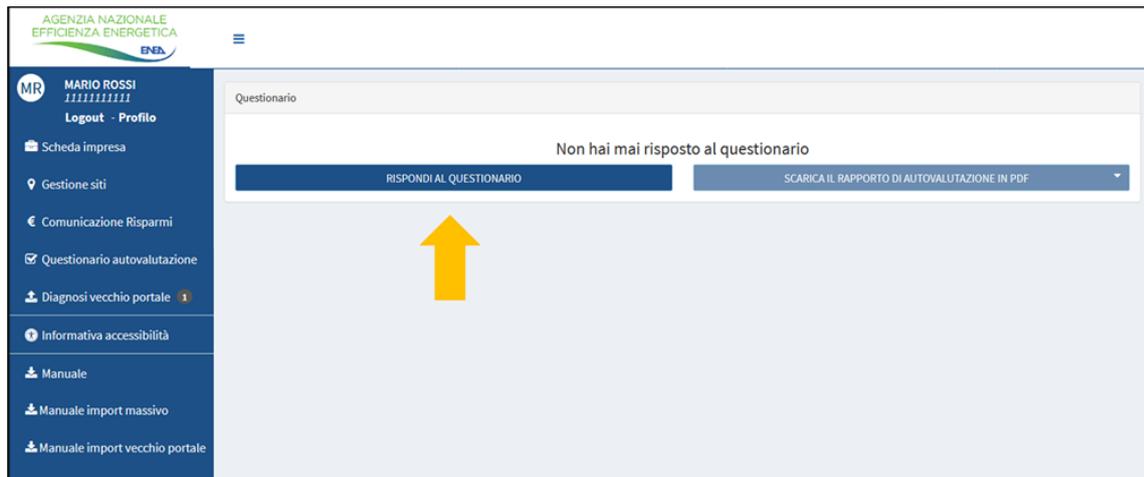
Per condurre le analisi si è utilizzato il foglio di calcolo impostato nella prima annualità e l'analisi è stata poi ripetuta attraverso l'utilizzo del software statistico Minitab al fine di validare nuovamente lo strumento di analisi definito.

2.3 *Analisi di un campione significativo di aziende sottoposte all'obbligo legislativo*

2.3.1 *Descrizione del campione di aziende*

Grazie allo sviluppo del questionario in forma online e alla sua conseguente pubblicazione sul portale Audit 102, avvenuta nei primi mesi del 2021 con la collaborazione di ENEA, l'attività di erogazione e raccolta del questionario di assessment della maturità ha riscontrato successo, permettendo di costituire un interessante e decisamente significativo campione di indagine.

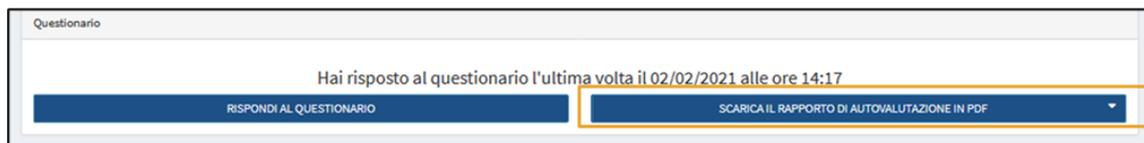
In Figura 7 sono visibili alcune schermate catturate durante l'utilizzo del portale per il web assessment della maturità.



a)



b)



c)

Figura 7. Schermate del portale per il web assessment della maturità: a) schermata iniziale; b) esempio delle schermate relative al questionario; c) schermata per scaricare il report dell'analisi in formato pdf.

A valle della compilazione del questionario le aziende possono scaricare un report in pdf che descrive i risultati dell'analisi, andando a identificare anche le aree della gestione dell'energia su cui si dovrebbe focalizzare preferibilmente il successivo percorso di miglioramento (in Figura 8 è rappresentato un Fac-simile del report scaricabile).

AGENZIA NAZIONALE EFFICIENZA ENERGETICA
ENEA

RdS
RICERCA DI SISTEMA

ENEA - PORTALE AUDIT 102
QUESTIONARIO DI AUTOVALUTAZIONE

Questionario di autovalutazione di AFFILIATAI

Partita IVA: 2222222222
Codice Fiscale: 2222222222
Indirizzo sede legale: via Milano 1 - 00123, Fidenza(PR)
Anno precedente: 2015 Anno attuale: 2021
Data compilazione: 01/03/2021

Il tool per la valutazione della Maturità nella Gestione dell'Energia

Il tool per la valutazione della Maturità nella Gestione dell'Energia è uno strumento sviluppato dall'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" in collaborazione con ENEA, nell'ambito di Ricerca di Sistema (Accordo di Programma MISE-ENEA 2019-2021, Tema di ricerca 1.6 - WP4 "Definizione di best practices e di indicatori di performance per interventi di efficienza energetica").

La compilazione del questionario di maturità permette l'assessment delle pratiche di gestione dell'energia, e la definizione di una roadmap per il miglioramento dell'efficienza energetica nel proprio sito.

L'analisi si basa su 48 domande che riguardano diversi aspetti dell'organizzazione quali:

- Approccio strategico - Fondamentale per assicurare il successo dello sviluppo di sistemi di gestione dell'energia è il sostegno da parte dell'alta direzione e questa prima dimensione rappresenta questo aspetto.
- Consapevolezza, conoscenza e competenza - L'aspetto umano ha una valenza basilare nella gestione aziendale. Le conoscenze e competenze possedute dalle risorse dell'azienda sono fondamentali per permettere all'azienda stessa di crescere e raggiungere gli obiettivi di miglioramento che si pone di volta in volta.
- Approccio metodologico - Questa dimensione riguarda la definizione dell'approccio utilizzato per affrontare la questione della gestione dell'energia e della riduzione dei consumi energetici.
- Struttura Organizzativa - Questa dimensione riguarda le relazioni interne all'organizzazione necessarie a sviluppare la gestione dell'energia e come sono definiti e coordinati i compiti assegnati nell'impresa.
- Gestione delle prestazioni energetiche e Sistema Informativo - Un elemento

Agente Nazionale per l'Efficienza Energetica
ENEA Casaccia
Via Anguillarese, 301 - 00123 ROMA - Italia

1/6

Figura 8. Fac-simile del report scaricabile al termine del questionario

Il numero di imprese presenti nel database così sviluppato, al termine dell'anno 2021, è risultato pari a 411.

Di questo iniziale campione sono state scartate 68 imprese a causa di due motivazioni principali:

- aziende che non hanno risposto a tutte le domande del questionario;
- aziende che hanno condotto il questionario andando a rappresentare come "situazione precedente" una situazione non rappresentativa del loro stato alla prima diagnosi (alcune aziende hanno, infatti, riportato risultati riguardanti situazioni temporali più ravvicinate, come desumibile dagli anni identificati nella compilazione).

Il campione oggetto di analisi comprende quindi 343 imprese.

In Figura 9 è possibile osservare la distribuzione delle aziende facenti parte del campione analizzato in relazione al loro settore economico. Si osserva che per 104 delle 343 imprese facenti parte del campione non è stato possibile avere informazioni sul loro settore economico di appartenenza, per questo nella figura sono rappresentate solo 239.

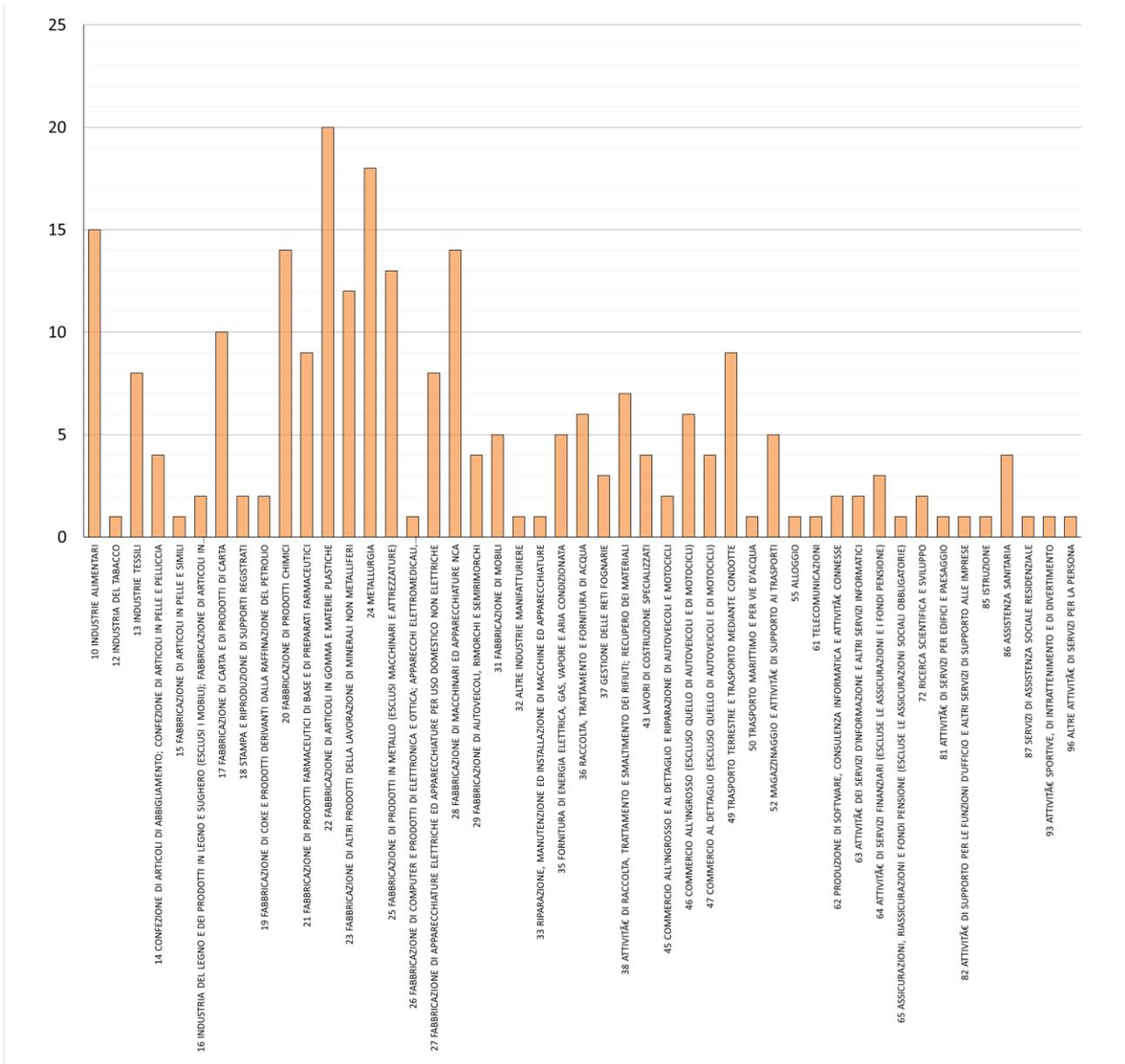


Figura 9. Rappresentazione dei settori economici delle imprese facenti parte del campione analizzato. Si osserva che per 104 delle 343 imprese facenti parte del campione non è stato possibile avere informazioni sul loro settore economico di appartenenza.

Il gruppo di ricerca ha potuto quindi analizzare le risultanze dell'applicazione del modello di maturità per valutare l'evoluzione della gestione dei consumi energetici nelle aziende sottoposte all'obbligo legislativo di diagnosi energetica su un campione di 343 imprese.

Prima di procedere con l'analisi dei risultati ottenuti, è bene precisare che allo scopo di poter esercitare inferenza statistica per poter trarre conclusioni valide statisticamente sull'intera popolazione di aziende che hanno ottemperato all'obbligo di diagnosi a partire dal campione qui descritto, è necessario che le seguenti ipotesi siano valide (in relazione all'analisi di dati appaiati) [2], [3]:

- Il campione di aziende è assunto statisticamente rappresentativo almeno dell'intera popolazione formata dalle aziende soggette all'obbligo legislativo. I limiti di tale assunzione risiedono principalmente nel fatto che l'adesione alla compilazione del questionario sia assolutamente volontaria e quindi non casuale. Ovviamente altro limite dello studio è insito nella scelta dello strumento di autovalutazione, che lascia libere le aziende di valutare autonomamente le risposte da inserire nel questionario.

- I soggetti (in questo caso le aziende) devono essere indipendenti. Le misurazioni di un soggetto non devono influire sulle misurazioni degli altri.
- Le misurazioni appaiate devono essere ottenute dallo stesso soggetto.
- Le differenze misurate devono avere una distribuzione normale o deve comunque essere valido il teorema del limite centrale (grandezza del campione > 30-40 elementi).

Infine, si precisa che ai fini dell'analisi si suppone che la situazione dei siti sottoposti a diagnosi per le singole aziende, nel caso di campionamento, sia rappresentativa della situazione di tutti i siti dell'azienda stessa.

2.3.2 Analisi dell'indice di maturità globale

In Figura 10 è riportata la rappresentazione del confronto delle distribuzioni dell'indice globale di maturità all'epoca della prima diagnosi (2015) e ora (2021), a valle della seconda scadenza dell'obbligo legislativo. Come si può osservare, la distribuzione dell'indice di maturità è variata, spostandosi verso destra, significando un aumento del livello globale della maturità delle imprese nella gestione dell'energia.

In Figura 11 è rappresentata anche la distribuzione della variazione dell'indice di maturità globale. Nello specifico nel primo anno il valore medio dell'indice di maturità delle aziende del campione è risultato pari a 2,27, mentre in seguito il valore medio è risultato di 3,19.

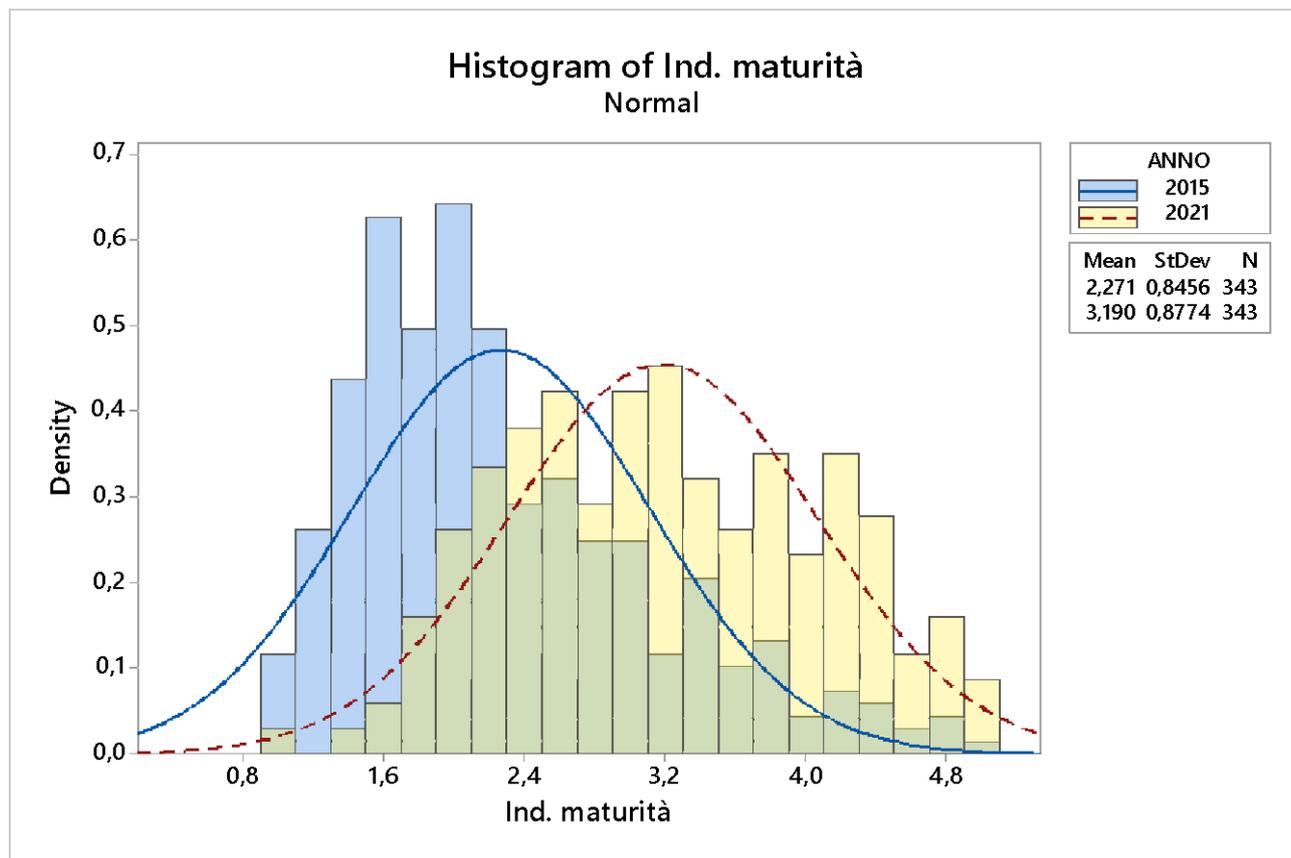


Figura 10. Confronto tra la distribuzione dell'indice di maturità globale nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

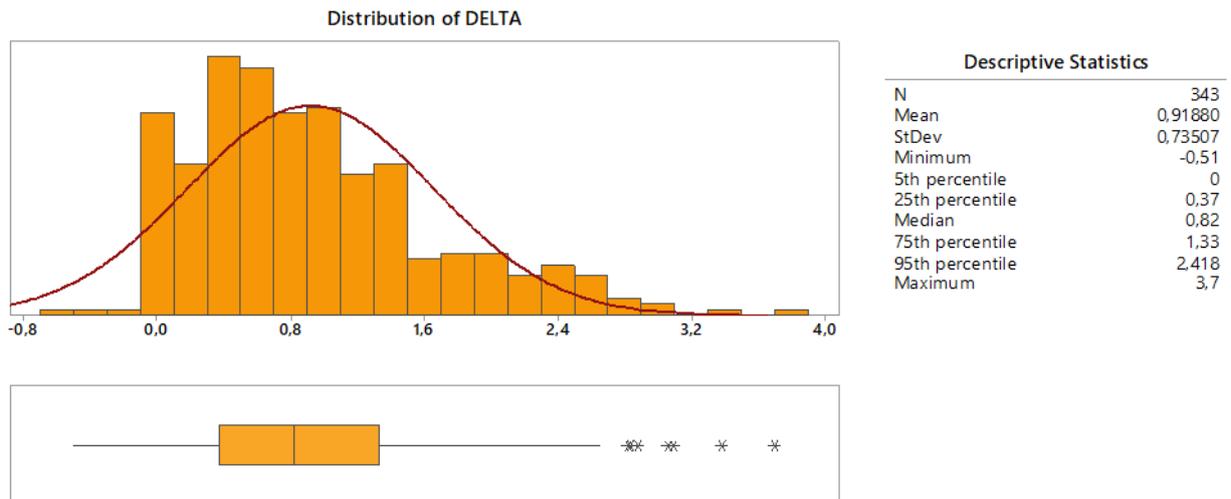


Figura 11. Distribuzione della variazione dell'indice di maturità globale

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione all'indice di maturità riscontrato nelle due situazioni osservate. Per effettuare il test le differenze misurate devono avere una distribuzione normale o deve comunque essere valido il teorema del limite centrale (grandezza del campione > 30-40 elementi), come accade in questo caso.

Si è proceduto ad eseguire il test t per dati appaiati per valutare se fosse possibile concludere che la popolazione di aziende nel 2021 presentasse una media maggiore dell'indice di maturità globale rispetto a quella avuta in precedenza nel 2015.

Il p-value risultante dall'analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che l'indice di maturità delle aziende sottoposte a obbligo legislativo sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 12).

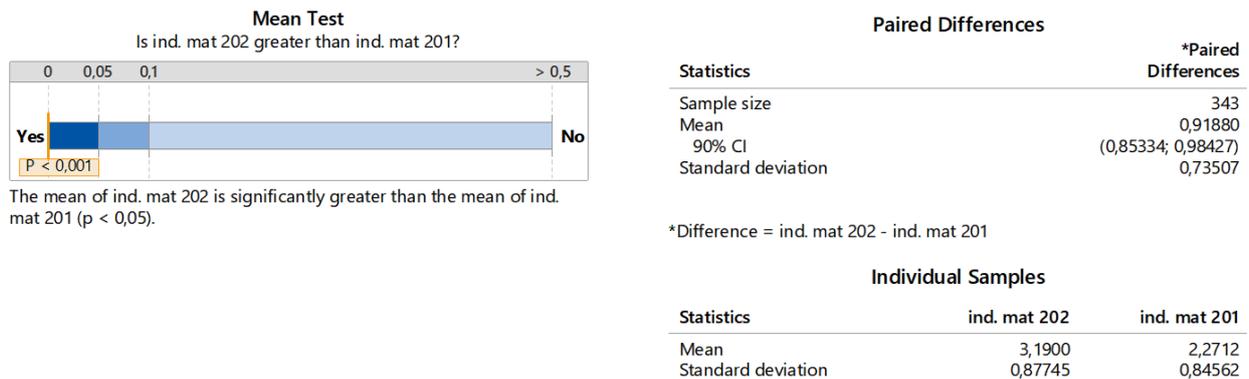


Figura 12. Risultati test t per l'indice di maturità globale (significatività 0,05)

2.3.3 Analisi dei livelli di maturità

L'analisi può essere approfondita andando ad osservare come siano evoluti i diversi livelli della maturità (Figura 13). Ogni livello risulta aumentato mediamente del 20-25% di copertura.

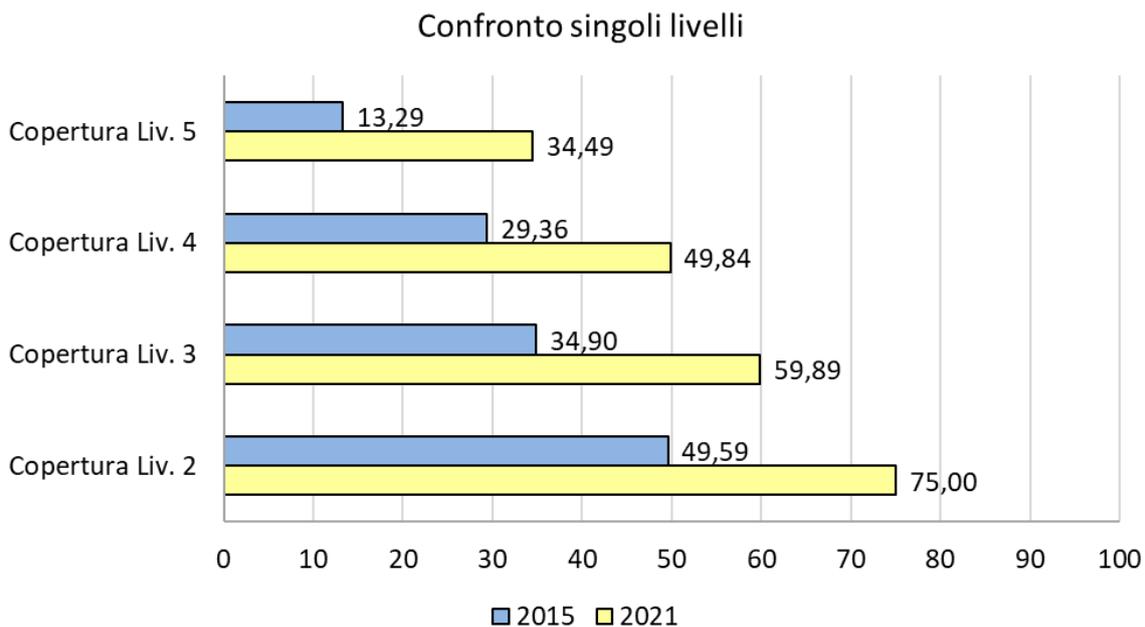


Figura 13. Confronto tra il livello di copertura dei singoli livelli nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Figura 14 mette a confronto dei box-plot relativi al grado di copertura dei singoli livelli nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021).

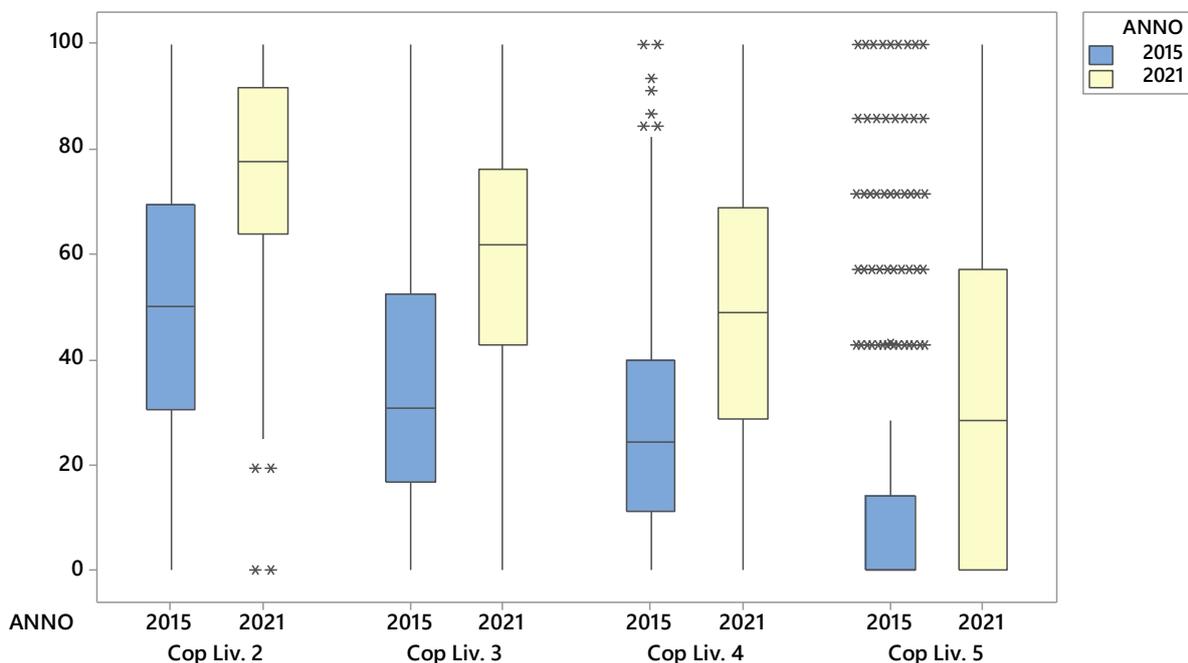


Figura 14. Confronto dei box-plot relativi al grado di copertura dei singoli livelli nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Dall’osservazione delle variazioni della copertura dei singoli livelli (Figura 14) è possibile notare come il livello 2 sia quello che presenta un grado di copertura attuale superiore e che, come atteso, i successivi livelli abbiano un grado di copertura decrescente.

Di seguito vengono analizzati i singoli livelli con maggiore dettaglio.

2.3.3.1 Livello 2

In Figura 15 è riportata la rappresentazione del confronto delle distribuzioni del grado di copertura del secondo livello di maturità all'epoca della prima diagnosi (2015) e ora (2021), a valle della seconda scadenza dell'obbligo legislativo.

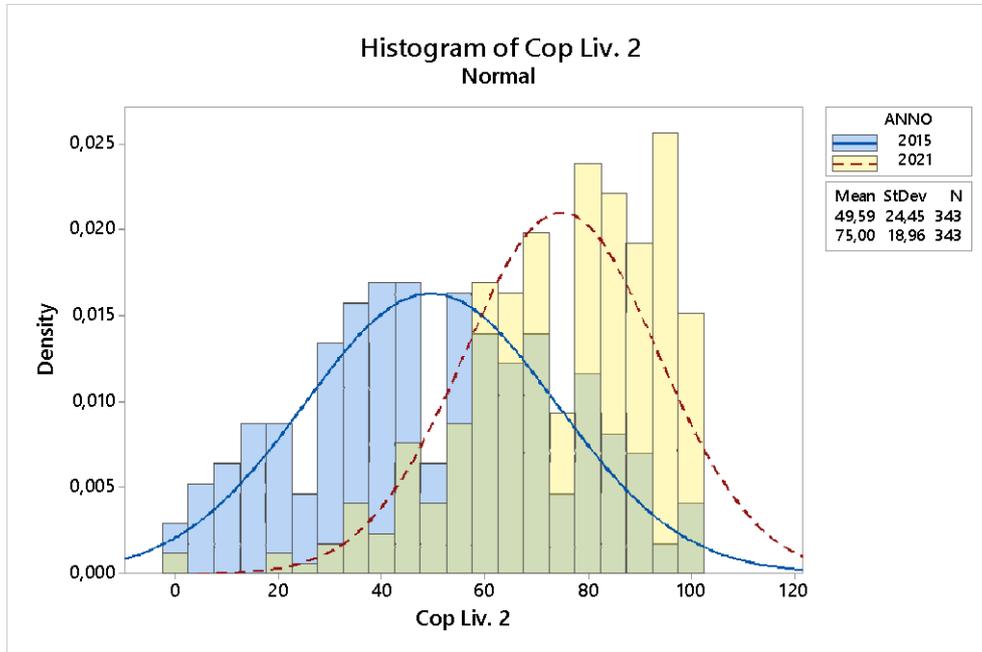
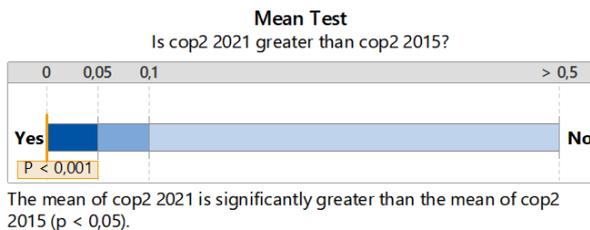


Figura 15. Confronto tra il livello di copertura del Livello 2 nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione al livello di copertura del Livello 2 riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall'analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che il livello di copertura del Livello 2 sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 16).



Paired Differences		*Paired Differences
Statistics		
Sample size		343
Mean		25,411
90% CI		(23,742; 27,080)
Standard deviation		18,742

*Difference = cop2 2021 - cop2 2015

Individual Samples		
Statistics	cop2 2021	cop2 2015
Mean	74,998	49,588
Standard deviation	18,963	24,450

Figura 16. Risultati test t per la copertura del Livello 2 (significatività 0,05)

2.3.3.2 Livello 3

In Figura 17 è riportata la rappresentazione del confronto delle distribuzioni del grado di copertura del terzo livello di maturità all'epoca della prima diagnosi (2015) e ora (2021), a valle della seconda scadenza dell'obbligo legislativo.

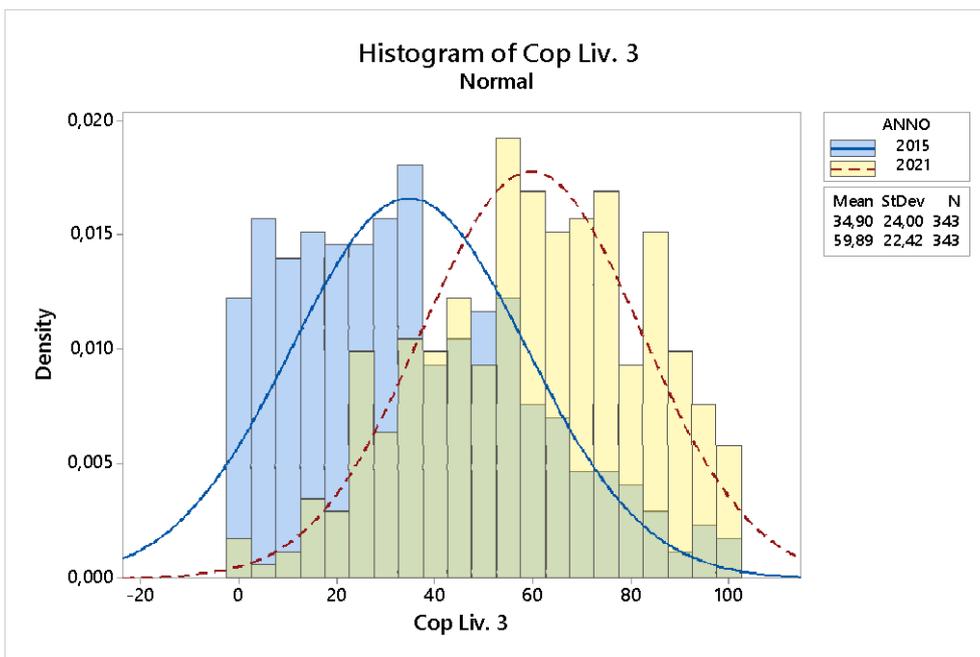


Figura 17. Confronto tra il livello di copertura del Livello 3 nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Allo scopo di verificare l’effettiva significatività statistica dell’apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione al livello di copertura del Livello 3 riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall’analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che il livello di copertura del Livello 3 sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 18).

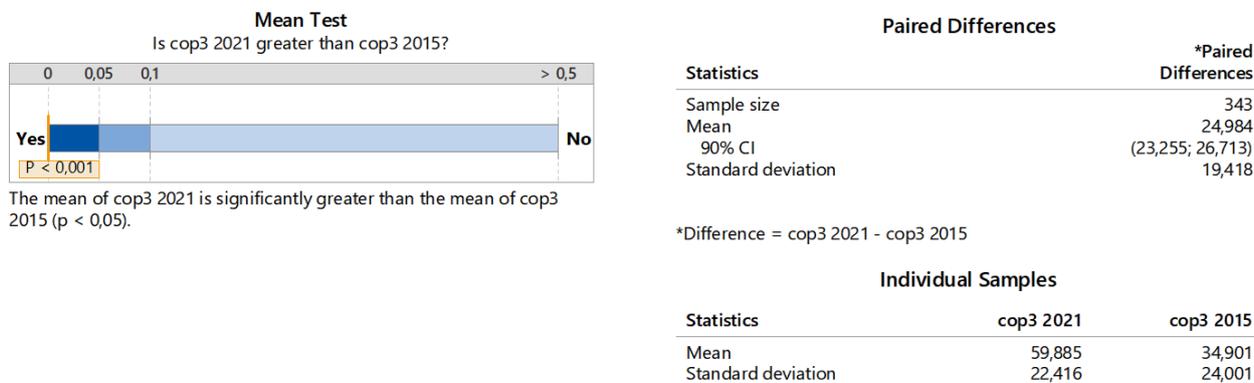


Figura 18. Risultati test t per la copertura del Livello 3 (significatività 0,05)

2.3.3.3 Livello 4

In Figura 19 è riportata la rappresentazione del confronto delle distribuzioni del grado di copertura del quarto livello di maturità all’epoca della prima diagnosi (2015) e ora (2021), a valle della seconda scadenza dell’obbligo legislativo.

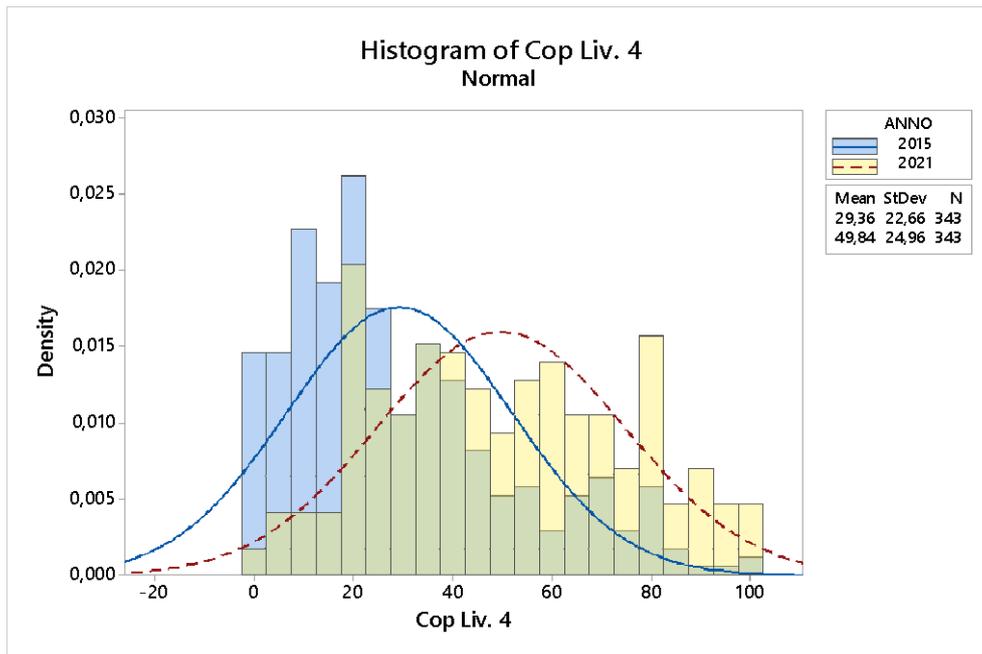


Figura 19. Confronto tra il livello di copertura del Livello 4 nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione al livello di copertura del Livello 4 riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall'analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che il livello di copertura del Livello 4 sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 20).

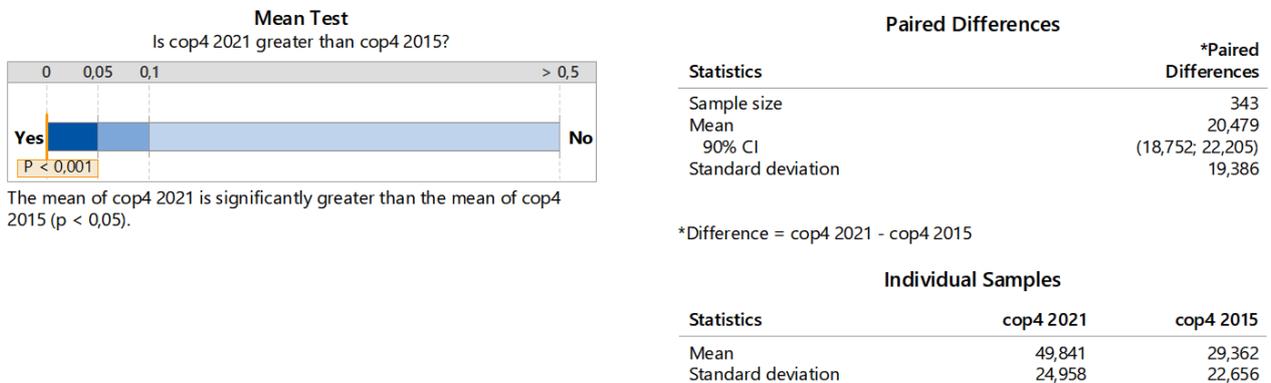


Figura 20. Risultati test t per la copertura del Livello 4 (significatività 0,05)

2.3.3.4 Livello 5

In Figura 21 è riportata la rappresentazione del confronto delle distribuzioni del grado di copertura del quinto livello di maturità all'epoca della prima diagnosi (2015) e ora (2021), a valle della seconda scadenza dell'obbligo legislativo.

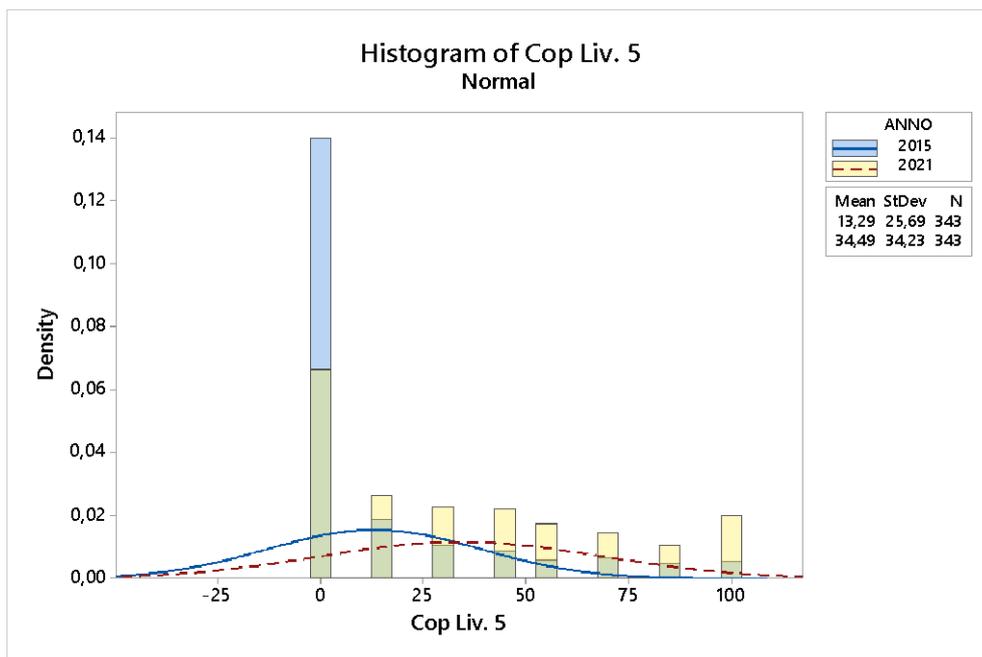


Figura 21. Confronto tra il livello di copertura del Livello 5 nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Allo scopo di verificare l’effettiva significatività statistica dell’apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione al livello di copertura del Livello 5 riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall’analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che il livello di copertura del Livello 5 sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 22).

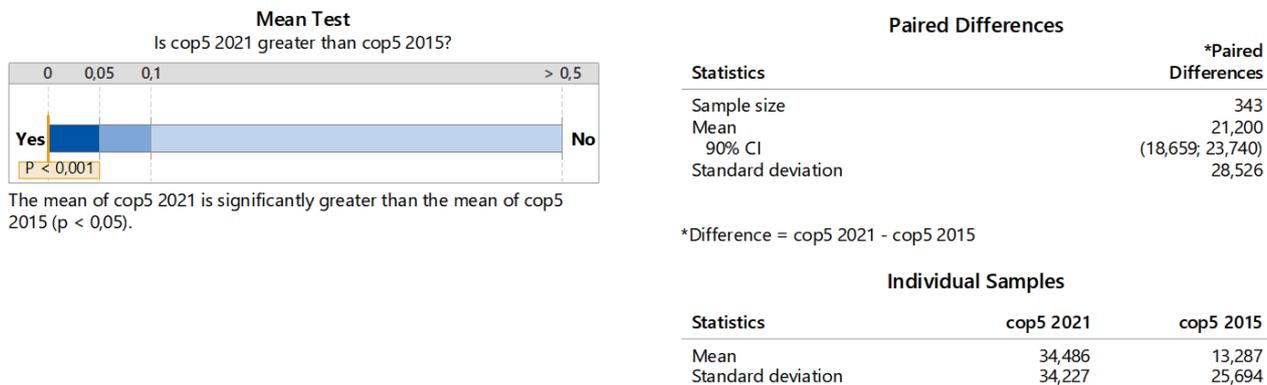


Figura 22. Risultati test t per la copertura del Livello 5 (significatività 0,05)

2.3.3.5 Discussione dei risultati

In Figura 23 è mostrato un riepilogo dei confronti tra i livelli di copertura del Livelli di maturità nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021).

Osservando le variazioni avvenute e facendo riferimento al significato dei singoli livelli di maturità è possibile concludere che a livello medio le aziende italiane hanno mostrato un consolidamento dei livelli “Occasionale” e “Progettuale”, mostrando quindi che in generale le organizzazioni soggette all’obbligo italiane hanno sviluppato una forte sensibilità alla questione dei consumi energetici, l’approccio alla riduzione dei consumi “occasional” ha lasciato spazio ad un approccio sistemico, cominciando a sviluppare una propria strategia di riduzione dei consumi e dei costi energetici individuando specifici obiettivi e utilizzando lo strumento della diagnosi energetica per definirli.

A partire, invece, dal Livello 4, “Gestionale”, si nota grande variabilità nel grado di copertura presentato dalle aziende al momento. Questo significa che mentre la percentuale di aziende orientate, in maniera più o meno consapevole, verso lo sviluppo di un vero e proprio Sistema di Gestione dell’Energia nel 2015 era prevalentemente più bassa, la situazione attuale mostra che in generale si sta instaurando un interesse abbastanza comune, sviluppato però a livelli ovviamente diversi.

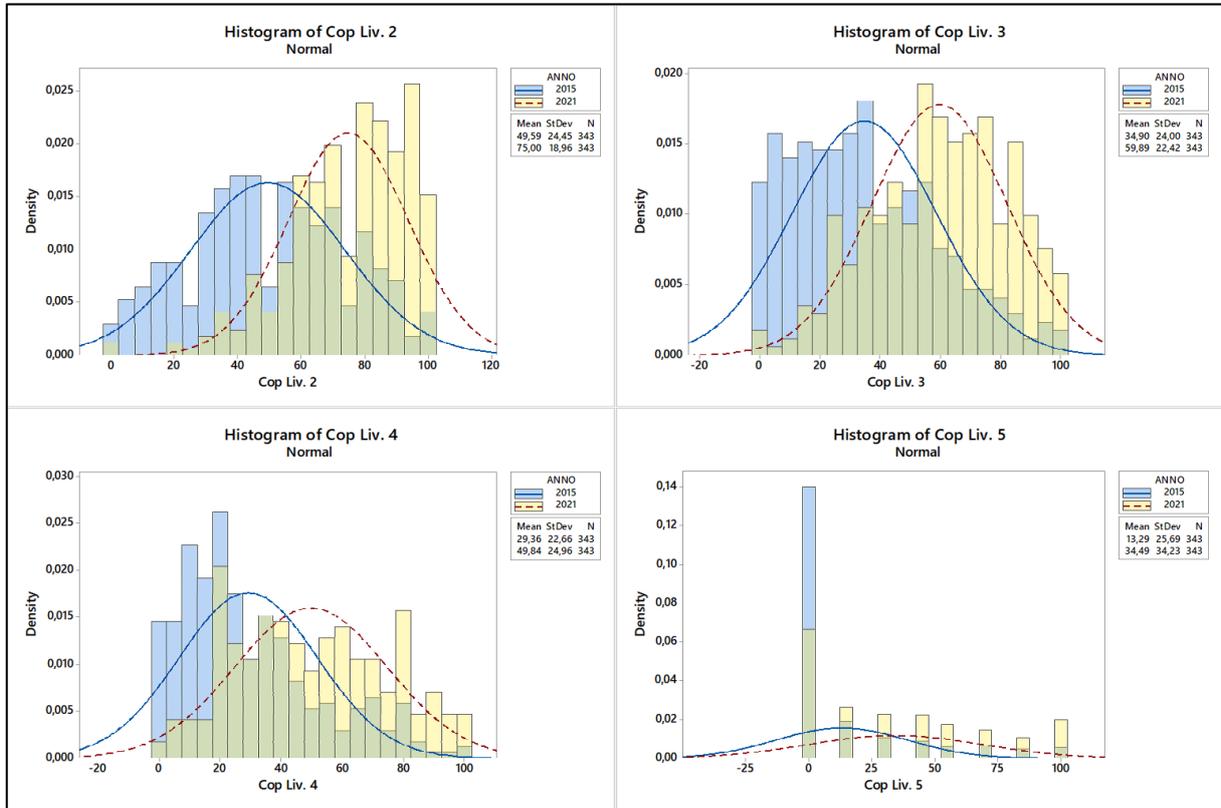


Figura 23. Riepilogo dei confronti tra i livelli di copertura del Livelli di maturità nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

2.3.4 Analisi delle dimensioni

L’analisi continua ad essere approfondita attraverso l’analisi delle variazioni riscontrate nelle diverse dimensioni della maturità. Si osserva che mediamente tutte le dimensioni sono aumentate del 20% circa nella loro copertura (Figura 24).

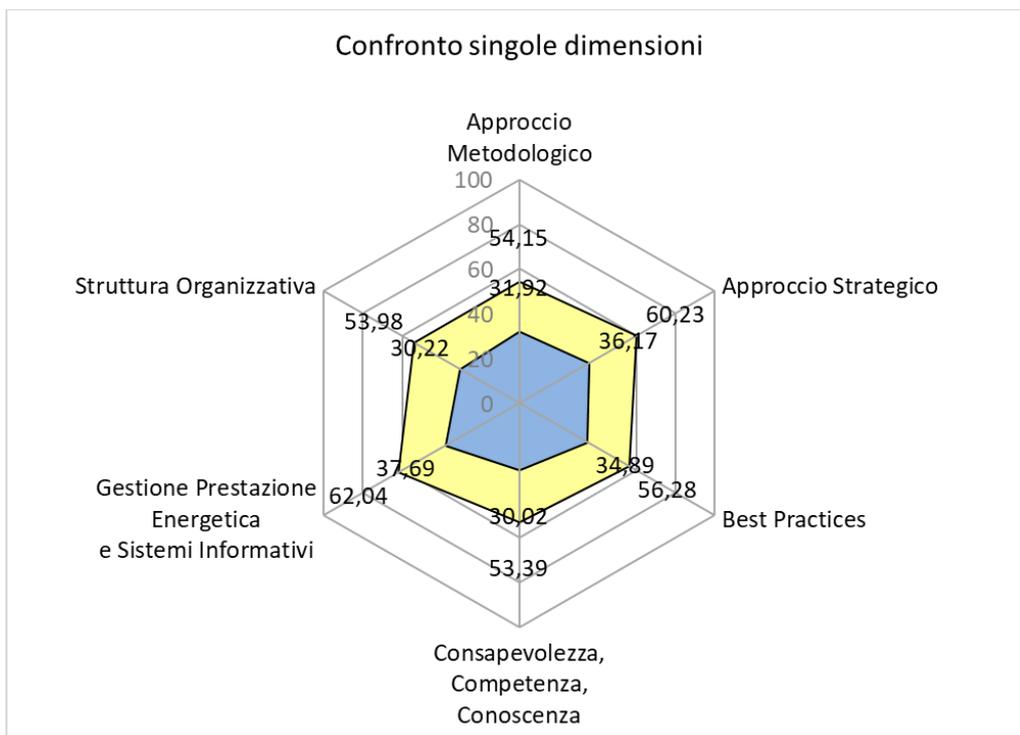


Figura 24. Confronto tra il livello di copertura delle singole dimensioni nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Figura 25 mette a confronto dei box-plot relativi al grado di copertura delle diverse dimensioni nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021).

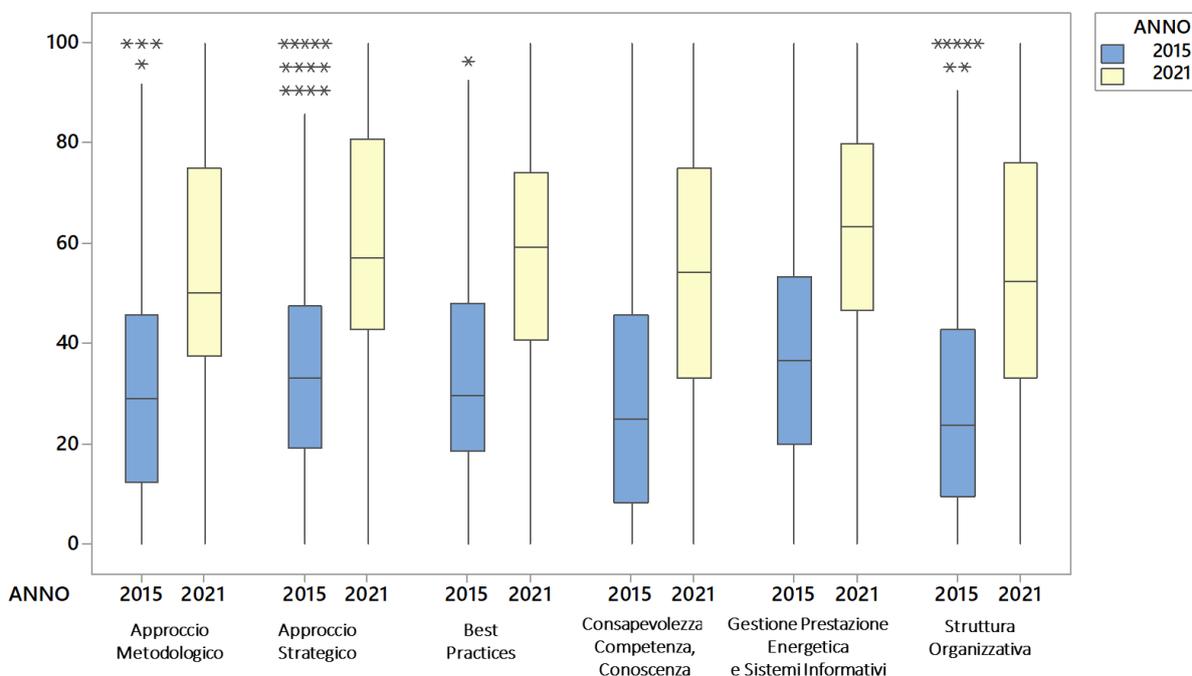


Figura 25. Confronto dei box-plot relativi al livello di copertura delle singole dimensioni nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Dall’osservazione delle variazioni delle dimensioni nel campione (Figura 25) è possibile notare come le dimensioni relative alla “Gestione prestazione energetica e Sistemi informativi” e all’”Approccio Strategico” siano le dimensioni che hanno riscontrato una maggiore evoluzione nel campione.

Di seguito vengono analizzate le singole dimensioni con maggiore dettaglio.

2.3.4.1 Approccio Metodologico

In Figura 26 è riportata la rappresentazione del confronto delle distribuzioni del grado di copertura della dimensione di maturità Approccio Metodologico all'epoca della prima diagnosi (2015) e ora (2021), a valle della seconda scadenza dell'obbligo legislativo.

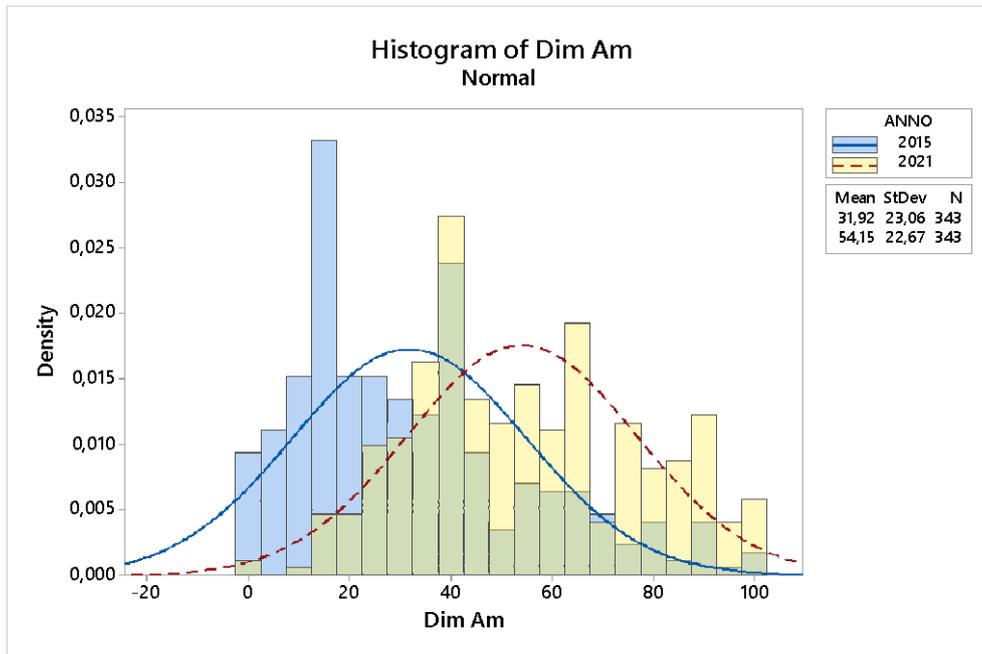
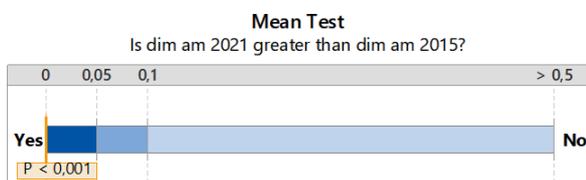


Figura 26. Confronto tra la distribuzione del livello di copertura della dimensione Approccio Metodologico nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione al livello di copertura della dimensione Approccio Metodologico riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall'analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che il livello di copertura della dimensione Approccio Metodologico sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 27).



The mean of dim am 2021 is significantly greater than the mean of dim am 2015 ($p < 0,05$).

Paired Differences

Statistics	*Paired Differences
Sample size	343
Mean	22,230
90% CI	(20,478; 23,982)
Standard deviation	19,673

*Difference = dim am 2021 - dim am 2015

Individual Samples

Statistics	dim am 2021	dim am 2015
Mean	54,154	31,924
Standard deviation	22,669	23,062

Figura 27. Risultati test t per la dimensione Approccio Metodologico (significatività 0,05)

2.3.4.2 Approccio Strategico

In Figura 28 è riportata la rappresentazione del confronto delle distribuzioni del grado di copertura della dimensione di maturità Approccio Strategico all’epoca della prima diagnosi (2015) e ora (2021), a valle della seconda scadenza dell’obbligo legislativo.

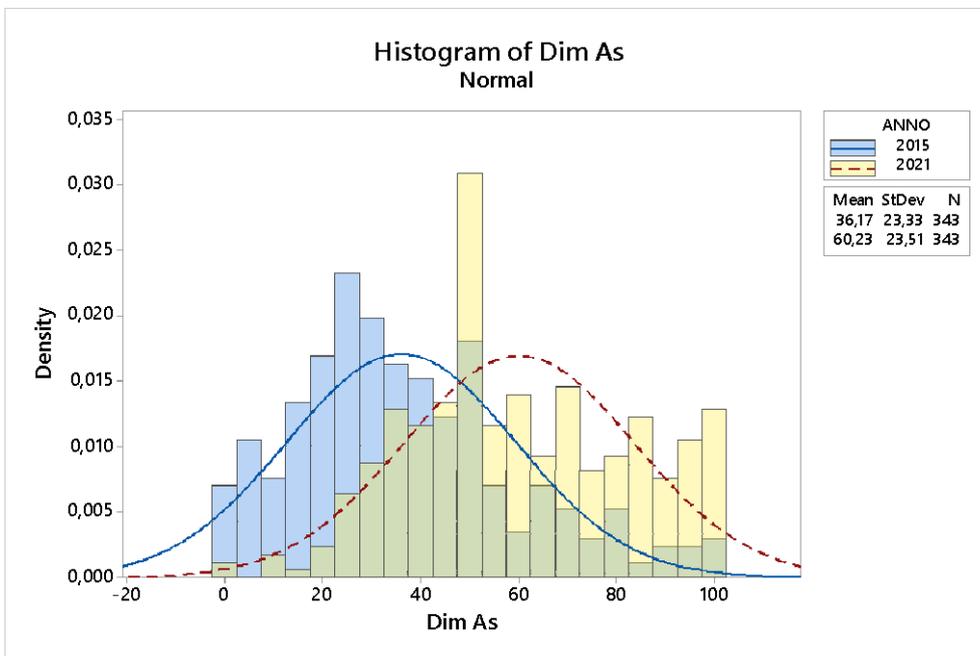


Figura 28. Confronto tra la distribuzione del livello di copertura della dimensione Approccio Strategico nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Allo scopo di verificare l’effettiva significatività statistica dell’apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione al livello di copertura della dimensione Approccio Strategico riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall’analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che il livello di copertura della dimensione Approccio Strategico sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05% (Figura 29).

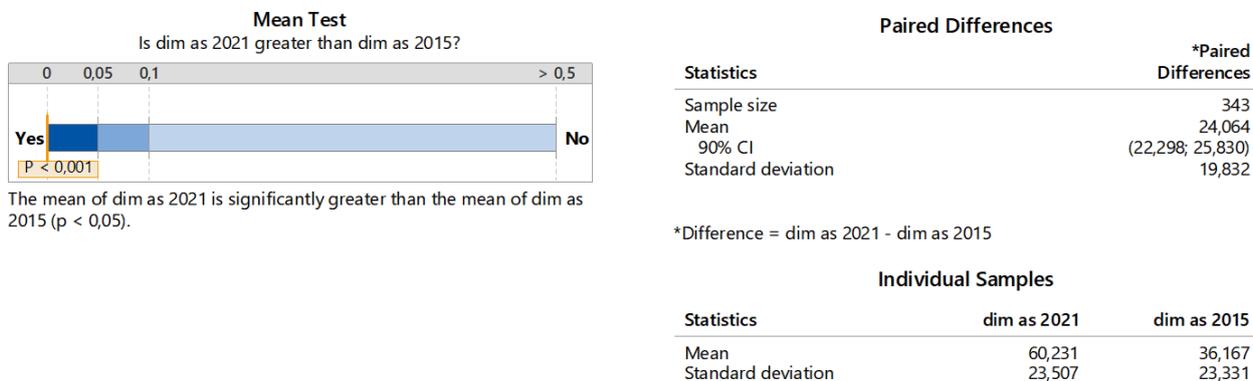


Figura 29. Risultati test t per la dimensione Approccio Strategico (significatività 0,05)

2.3.4.3 Best Practices

In Figura 30 è riportata la rappresentazione del confronto delle distribuzioni del grado di copertura della dimensione di maturità Best Practices all’epoca della prima diagnosi (2015) e ora (2021), a valle della seconda scadenza dell’obbligo legislativo.

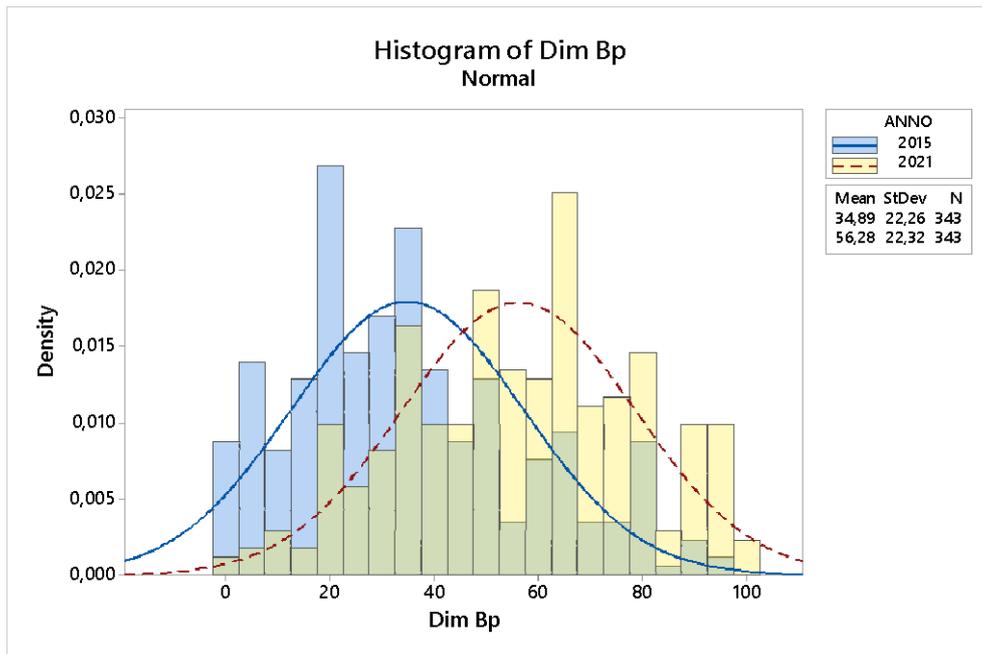
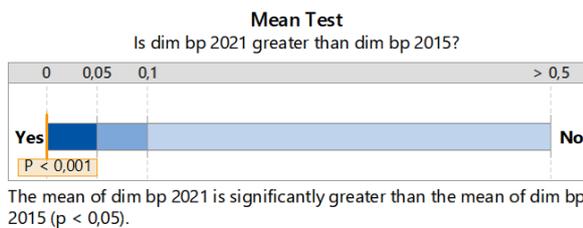


Figura 30. Confronto tra la distribuzione del livello di copertura della dimensione Best Practices nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione al livello di copertura della dimensione Best Practices riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall'analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che il livello di copertura della dimensione Best Practices sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 31).



Paired Differences		*Paired Differences
Statistics		
Sample size		343
Mean		21,390
90% CI		(19,805; 22,976)
Standard deviation		17,803

*Difference = dim bp 2021 - dim bp 2015

Individual Samples		
Statistics	dim bp 2021	dim bp 2015
Mean	56,278	34,887
Standard deviation	22,318	22,259

Figura 31. Risultati test t per la dimensione Best Practices (significatività 0,05)

2.3.4.4 Consapevolezza, Competenza, Conoscenza

In Figura 32 è riportata la rappresentazione del confronto delle distribuzioni del grado di copertura della dimensione di maturità Consapevolezza, Competenza, Conoscenza all'epoca della prima diagnosi (2015) e ora (2021), a valle della seconda scadenza dell'obbligo legislativo.

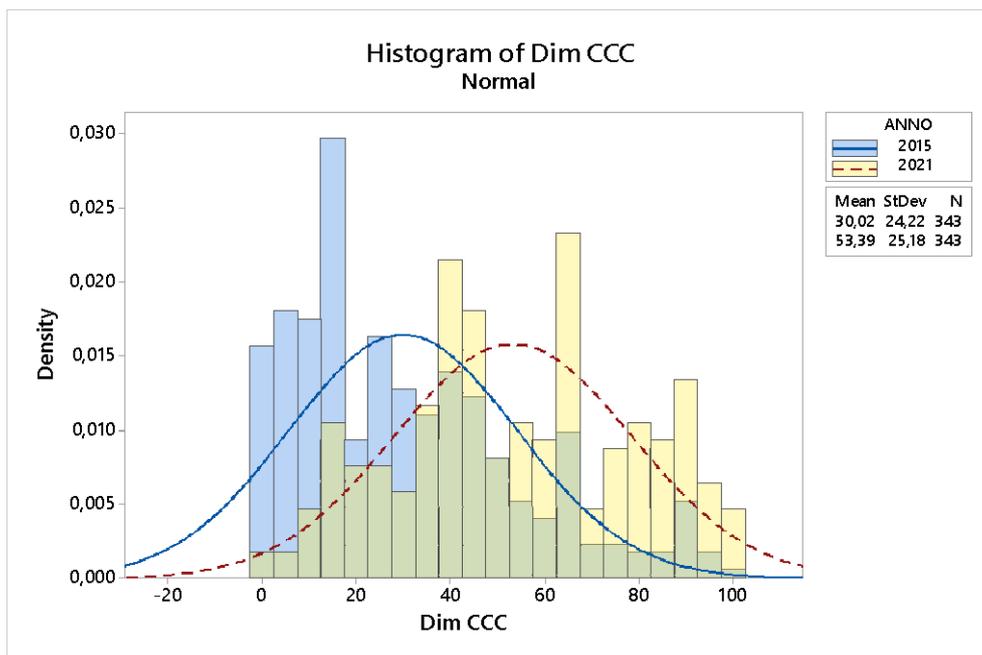


Figura 32. Confronto tra la distribuzione del livello di copertura della dimensione Consapevolezza, Competenza, Conoscenza nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Allo scopo di verificare l’effettiva significatività statistica dell’apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione al livello di copertura della dimensione Consapevolezza, Competenza, Conoscenza riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall’analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che il livello di copertura della dimensione Consapevolezza, Competenza, Conoscenza sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 33).

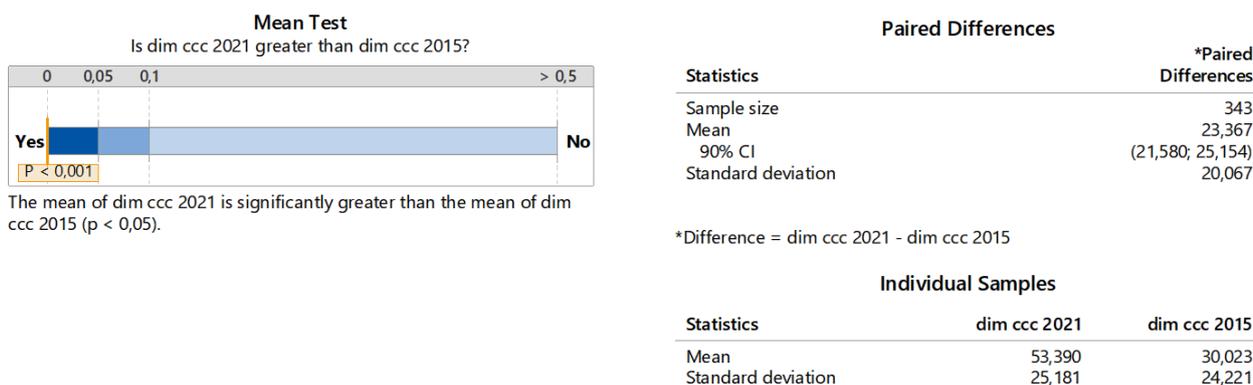


Figura 33. Risultati test t per la dimensione Consapevolezza, Competenza, Conoscenza (significatività 0,05)

2.3.4.5 Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi

In Figura 34 è riportata la rappresentazione del confronto delle distribuzioni del grado di copertura della dimensione di maturità Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi all’epoca della prima diagnosi (2015) e ora (2021), a valle della seconda scadenza dell’obbligo legislativo.

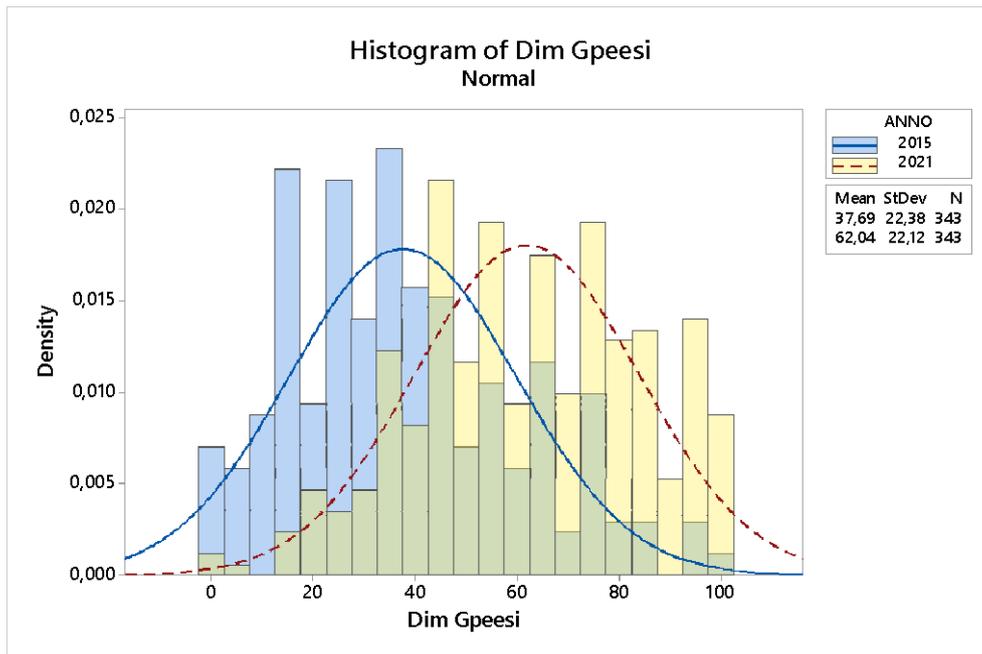
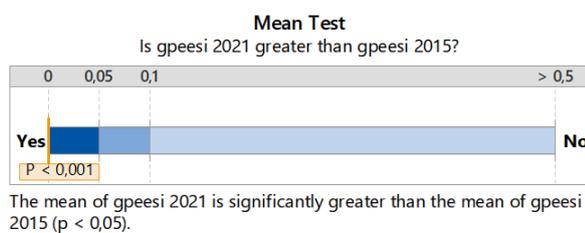


Figura 34. Confronto tra la distribuzione del livello di copertura della dimensione Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione al livello di copertura della dimensione Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall'analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che il livello di copertura della dimensione Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 35).



Paired Differences		*Paired Differences
Statistics		
Sample size		343
Mean		24,355
90% CI		(22,586; 26,124)
Standard deviation		19,867

*Difference = gpeesi 2021 - gpeesi 2015

Individual Samples		
Statistics	gpeesi 2021	gpeesi 2015
Mean	62,042	37,687
Standard deviation	22,119	22,380

Figura 35. Risultati test t per la dimensione Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi (significatività 0,05)

2.3.4.6 Struttura Organizzativa

In Figura 36 è riportata la rappresentazione del confronto delle distribuzioni del grado di copertura della dimensione di maturità Struttura Organizzativa all'epoca della prima diagnosi (2015) e ora (2021), a valle della seconda scadenza dell'obbligo legislativo.

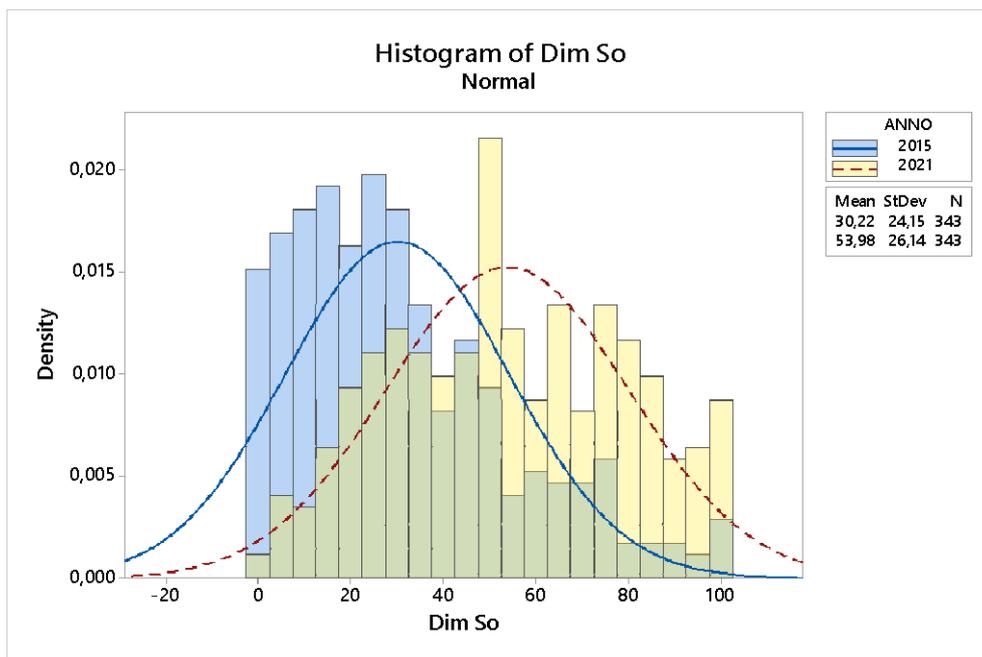


Figura 36. Confronto tra la distribuzione del livello di copertura della dimensione Struttura Organizzativa nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Allo scopo di verificare l’effettiva significatività statistica dell’apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione al livello di copertura della dimensione Struttura Organizzativa riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall’analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che il livello di copertura della dimensione Struttura Organizzativa sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 37).

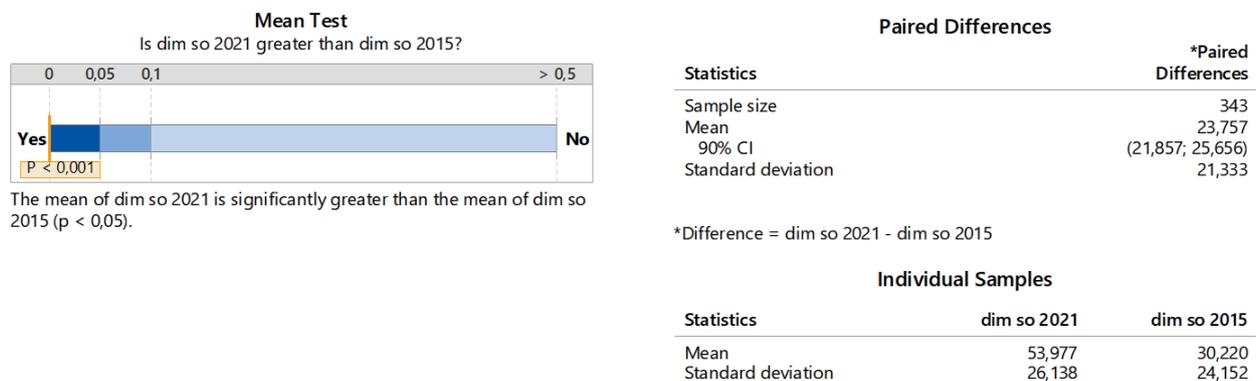


Figura 37. Risultati test t per la dimensione Struttura Organizzativa (significatività 0,05)

2.3.4.7 Discussione dei risultati

In Figura 38 è mostrato un riepilogo dei confronti tra i livelli di copertura delle Dimensioni di maturità nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021).

Osservando le variazioni avvenute si può notare come le due dimensioni maggiormente sviluppate al momento attuale risultano essere “Approccio strategico” e “Gestione delle prestazioni energetiche e Sistema Informativo”. Il miglioramento della dimensione “Approccio strategico” evidenzia la crescita a livello medio del sostegno da parte dell’alta direzione nello sviluppo di azioni riguardanti l’efficientamento energetico, il che potrebbe essere il risultato del fatto che l’obbligo di diagnosi ha portato all’attenzione della direzione la questione energetica. Il miglioramento della dimensione “Gestione delle prestazioni energetiche e Sistema Informativo” evidenzia invece il miglioramento generale del sistema per la raccolta, l’analisi ed il reporting di

tutti i dati relativi alle prestazioni energetiche dell'organizzazione. Questo risultato potrebbe essere facilmente spiegato dalla necessità di raccogliere dati affidabili per effettuare le diagnosi, ed in particolare dallo stimolo allo sviluppo del sistema fornito dalle linee guida formulate da ENEA in vista del secondo ciclo di diagnosi energetiche e dalle soglie percentuali di copertura dei piani di misurazione e/o monitoraggio in esse indicate.

In generale, anche le altre dimensioni hanno comunque mostrato miglioramenti significativi a dimostrazione un miglioramento complessivo delle pratiche con le quali gestiscono l'energia le aziende che hanno ottemperato all'obbligo di diagnosi.

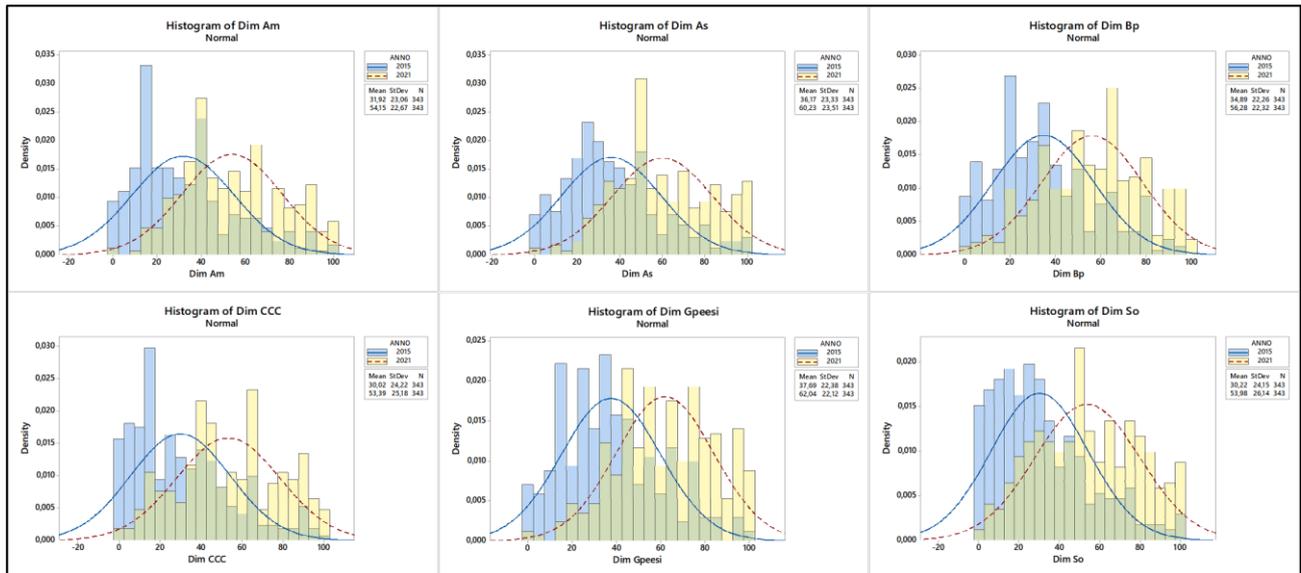


Figura 38. Riepilogo dei confronti tra i livelli di copertura delle Dimensioni di maturità nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

2.3.5 Analisi dei singoli requisiti (analisi per singola domanda)

Dopo aver riscontrato una effettiva variazione nel livello di copertura di tutte le dimensioni della gestione della maturità si è proceduto ad approfondire ulteriormente l'analisi.

Allo scopo di identificare quali aspetti specifici siano variati in misura più rilevante e quali, al contrario, siano rimasti più stabile negli anni, si è quindi proceduto ad analizzare in dettaglio la variazione delle singole domande del questionario, osservando come i singoli requisiti delle dimensioni finora studiati risultino soddisfatti.

In Figura 39 vengono mostrati i box-plot relativi alle risposte connesse alla dimensione Approccio Metodologico.

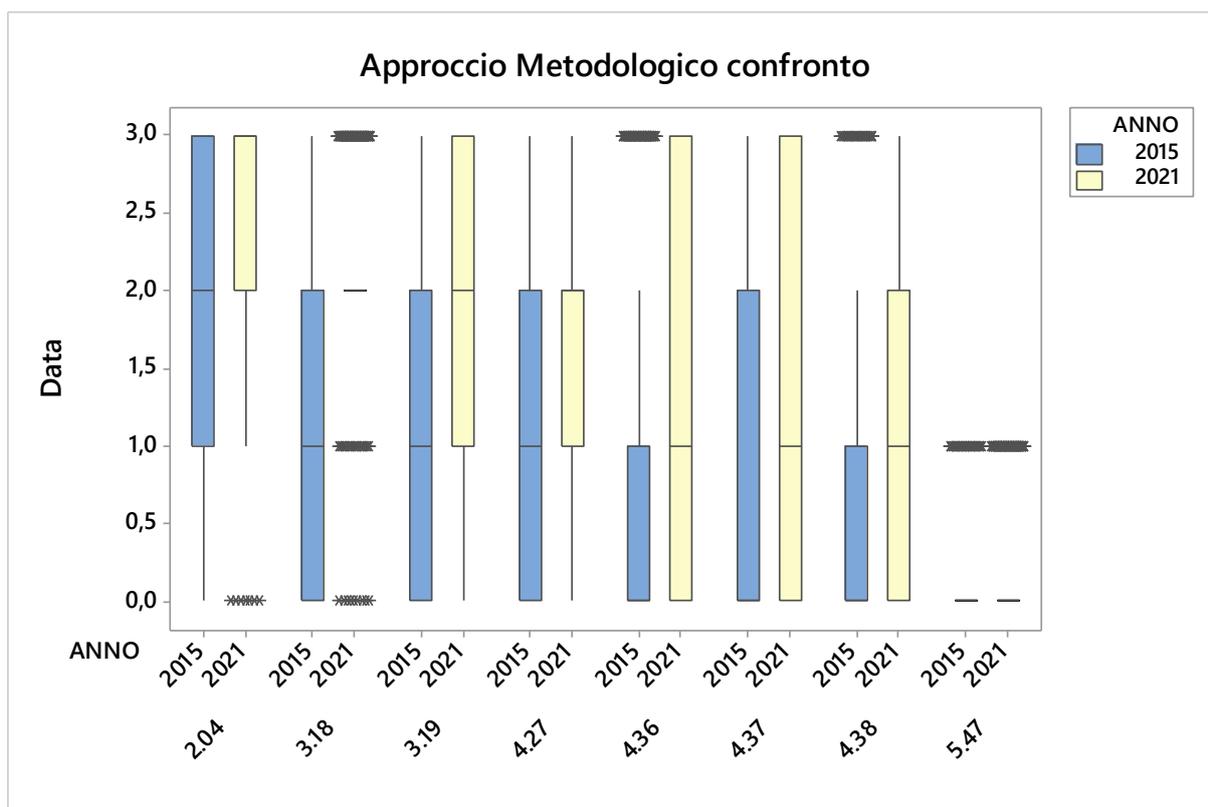


Figura 39. Analisi dei singoli requisiti – Dimensione Approccio Metodologico

È quindi possibile andare a confrontare la situazione iniziale e quella attuale della gestione dell'energia in relazione alla dimensione Approccio Metodologico nelle aziende italiane, osservando le risposte più diffuse al questionario per le specifiche domande.

2.04 Riguardo l'atteggiamento dell'organizzazione nei confronti delle opportunità di efficientamento energetico è possibile affermare che:

In precedenza, la situazione era molto varia: le opportunità non erano ricercate con frequenza, ma c'era un generale interesse se casualmente identificate.

Attualmente, le opportunità non vengono ricercate ma nel momento in cui si presenta l'occasione vengono intraprese in caso di una positiva valutazione quantitativa dei relativi costi e benefici oppure vengono ricercate ogni qualvolta ci sia l'occasione.

3.18 Diagnosi energetiche finalizzate all'individuazione di opportunità di risparmio energetico (audit energetici) condotte anche attraverso l'analisi di dati disponibili e sopralluoghi che possono prevedere anche campagne di misura...

In precedenza, la situazione era molto varia, con alcune aziende che non avevano mai condotto diagnosi, ed altre che ne avevano condotte alcune con frequenza pari a 4 anni.

Attualmente, vengono condotte periodicamente con una frequenza superiore a 4 anni, quindi generalmente con una frequenza superiore a quella richiesta dalla legge.

3.19 Opportunità di risparmio energetico periodicamente individuate (ad es. attraverso diagnosi energetica):

In precedenza, la situazione era varia: molte aziende non avevano mai individuato opportunità di risparmio, altre lo avevano fatto ma con una sommaria valutazione costi/benefici e, solo, a volte, con analisi di fattibilità tecnico-economica.

Attualmente, le opportunità vengono riportate in un elenco che ne fornisce una descrizione e riporta per ciascuna di esse una sommaria valutazione costi/benefici e a volte a partire dall'elenco descritto, si predispone un piano di attuazione per le opportunità valutate positivamente e per le quali vi sia

disponibilità finanziaria. È evidente come questo nuovo approccio sia diretta conseguenza delle pratiche introdotte con la diagnosi energetica.

4.27 Sviluppo di programma di attività per la gestione dell'energia

In precedenza, le attività non sempre venivano definite.

Attualmente, le attività vengono definite ma non sono formalizzate e condivise oppure viene definito e condiviso un elenco di attività chiaramente definite con un responsabile dei tempi di attuazione ed un eventuale budget assegnato.

4.36 Gestione di situazioni difformi a quanto stabilito dall'organizzazione (non conformità) in tema di gestione dell'energia attraverso azioni correttive e preventive:

In precedenza, o non vi era alcuna iniziativa in questa direzione o al massimo erano presenti modalità di gestione delle non conformità applicate in maniera poco diffusa o regolare.

Attualmente, si passa da situazioni per cui non vi è al momento alcuna iniziativa in questa direzione ad altre per cui la gestione delle non conformità avviene in maniera regolare e adeguata.

4.37 Per quanto concerne gli Audit (Verifiche ispettive) interni

In precedenza, la situazione era varia: alcune aziende non ne avevano mai condotti, ma per altre la gestione delle verifiche ispettive interne avveniva quasi sempre in maniera regolare e adeguata.

Attualmente, si passa da aziende che non ne hanno mai condotti ad aziende per cui la gestione delle verifiche ispettive interne avviene in maniera regolare e adeguata.

4.38 Sistema di gestione dell'Energia (ad es. secondo lo standard ISO 50001):

In precedenza, non esisteva un vero e proprio Sistema di Gestione dell'Energia o si stava lavorando per svilupparlo.

Attualmente, non esiste un vero e proprio Sistema di Gestione dell'Energia o esiste un sistema di gestione ed è attuato in maniera completa e continua nel tempo. Ciò significa che in diverse aziende la crescita della sensibilità per la gestione dell'energia ha portato alla decisione di sviluppare un vero e proprio sistema di gestione, anche se sembrano presenti ulteriori margini di miglioramento.

5.47 Relativamente alla visibilità dell'organizzazione dovuta alla sua capacità nella gestione dell'energia è possibile affermare che:

Sia in precedenza che attualmente, per poche aziende è possibile affermare che l'organizzazione sia stata percepita e presa come punto di riferimento nell'ambito dell'energy management, il suo operato in tale ambito è spesso citato come best practice e vi sono richieste di presentazione del sistema di gestione dell'energia. Tale risultato sembra indicare che anche le organizzazioni che hanno introdotto il sistema di gestione dell'energia percepiscano di avere ulteriori margini di crescita.

In Figura 40 vengono mostrati i box-plot relativi alle risposte connesse alla dimensione Approccio Strategico.

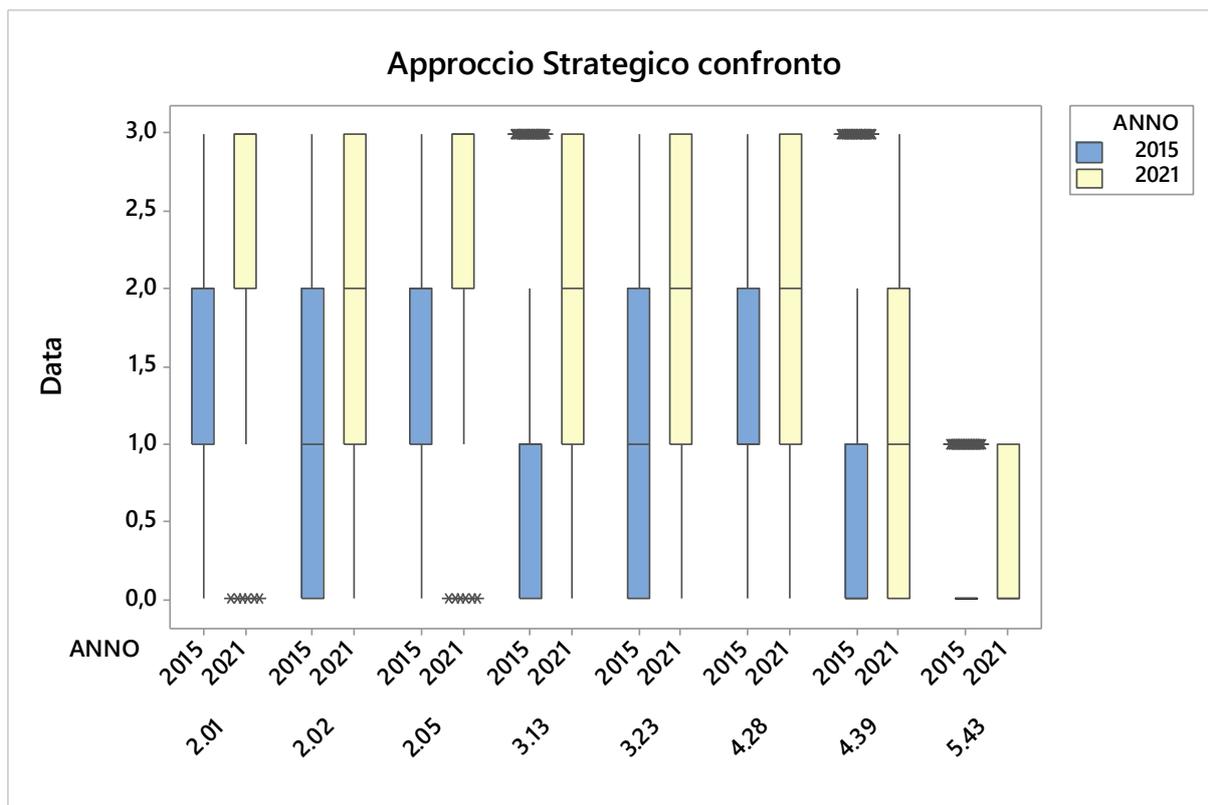


Figura 40. Analisi dei singoli requisiti – Dimensione Approccio Strategico

È quindi possibile andare a confrontare la situazione iniziale e quella attuale della gestione dell'energia in relazione alla dimensione Approccio Strategico nelle aziende italiane, osservando le risposte più diffuse al questionario per le specifiche domande.

2.01 Il problema dell'entità dei consumi energetici dell'organizzazione:

In precedenza, era ritenuto importate, ma non affrontato ancora dalla direzione o solo con misure occasionali.

Attualmente, è prioritario ma per alcune aziende fino ad ora è stato affrontato solo con alcune misure isolate ed occasionali mentre per altre è prioritario e la direzione si impegna nel guidare e nel sostenere attivamente l'organizzazione nel percorso sistematico di riduzione continua dei costi e dei consumi energetici. Questo risultato testimonia un cambiamento significativo dell'importanza attribuita alla gestione dell'energia nelle aziende, indicando però, al tempo stesso, ulteriori margini di crescita nella sistematizzazione dell'approccio alla riduzione dei consumi e dei costi.

2.02 La politica dell'organizzazione per il miglioramento delle prestazioni energetiche (politica energetica) ...

In precedenza, la situazione era molto varia: in alcune aziende la politica energetica non esisteva, mentre in altre era poco diffusa e condivisa.

Attualmente, esiste ma la sua diffusione e condivisione è molto varia, anche in questo caso sono presenti dei margini di miglioramento.

2.05 Relativamente alle politiche di investimento dell'organizzazione

In precedenza, gli investimenti per il risparmio energetico venivano considerati solo se legati a esborsi molto limitati o solo se ritenuti notevolmente più convenienti rispetto ad investimenti sul core business dell'organizzazione.

Attualmente la situazione è migliorata, ma non ancora in tutte le aziende gli investimenti per il risparmio energetico vengono valutati nello stesso modo in cui vengono valutati gli investimenti sul core business dell'organizzazione.

3.13 Obiettivi energetici impostati dall'organizzazione

In precedenza, gli obiettivi energetici non esistevano o erano stabiliti solo a livello globale.

Attualmente, il livello di dettaglio degli obiettivi energetici è diverso: per alcune aziende ci si limita alla definizione di obiettivi globali coerenti con la politica aziendale, mentre per altre si sta lavorando per si è già riusciti a definire obiettivi più specifici relativi alle prestazioni energetiche per i vari livelli/aree dell'organizzazione. Anche in questo caso il miglioramento è quindi decisamente significativo, sebbene non manchino i margini di crescita rappresentati in particolare dallo sviluppo degli obiettivi all'interno dell'organizzazione.

3.23 Indicatori delle prestazioni energetiche:

In precedenza, la situazione era molto varia: alcune aziende non utilizzavano nessun indicatore di prestazione energetica, mentre altre arrivavano a definire anche indici di prestazione specifici per le principali aree funzionali.

Attualmente, quasi tutte le aziende utilizzano almeno degli indici di prestazione energetica a livello globale (intera organizzazione) (es. consumo assoluto del sito) che tengono conto anche dei fattori energetici in grado di influenzare le prestazioni (volumi produttivi, ore di lavoro, ecc.). A questi vengono affiancati da alcune aziende anche indici di prestazione specifici per le principali aree funzionali che utilizzano energia e indici di prestazione anche più specifici per i principali processi/usi energetici. Anche in questo caso il netto miglioramento può essere facilmente essere messo in relazione al requisito di valutazione di indicatori di prestazione energetica previsto dalla diagnosi obbligatoria.

4.28 Controllo della direzione sulle prestazioni energetiche dell'organizzazione

In precedenza, la direzione controllava periodicamente il costo energetico a fronte del budget previsto ed eventuali approfondimenti, seppur presenti in forma documentale, erano raramente discussi.

Attualmente, la direzione controlla periodicamente il costo energetico a fronte del budget previsto, ma solo per alcune aziende il report sulle prestazioni energetiche è periodicamente oggetto di discussione per la verifica del raggiungimento degli obiettivi energetici e la definizione delle azioni di miglioramento. L'attenzione ai costi era quindi evidentemente presente già prima del 2015, maggiore attenzione viene però posta a comprendere come l'andamento del budget sia legato alle azioni portate avanti dall'azienda e alla sua capacità di raggiungere gli obiettivi prestabiliti.

4.39 Il riesame del Sistema di Gestione dell'Energia (SGE):

In precedenza, o non si prevedeva alcun diretto coinvolgimento della direzione nella revisione periodica del Sistema di Gestione dell'Energia o tale attività era stata prevista per l'immediato futuro, ma ancora non realizzata.

Attualmente, non per tutte le aziende si prevede un diretto coinvolgimento della direzione nella revisione periodica del Sistema di Gestione dell'Energia, mentre per altre la direzione ha già effettuato una o più revisioni del Sistema di Gestione dell'Energia ma con tempistiche e modalità non definite a priori. In questo caso si osserva dunque un miglioramento ma i margini ulteriori sono decisamente significativi.

5.43 Allineamento del sistema di gestione dell'energia agli obiettivi strategici dell'organizzazione:

In precedenza, solo per poche aziende gli obiettivi strategici dell'organizzazione in tema di energia erano periodicamente definiti, chiaramente descritti e sviluppati ai vari livelli dell'organizzazione, l'intera organizzazione operava in maniera coordinata per il raggiungimento di tali obiettivi conseguendo risultati pienamente misurabili che venivano periodicamente riesaminati.

Attualmente, questo accade con più frequenza rispetto al passato ma comunque in misura limitata.

In Figura 41 vengono mostrati i box-plot relativi alle risposte connesse alla dimensione Best Practices.

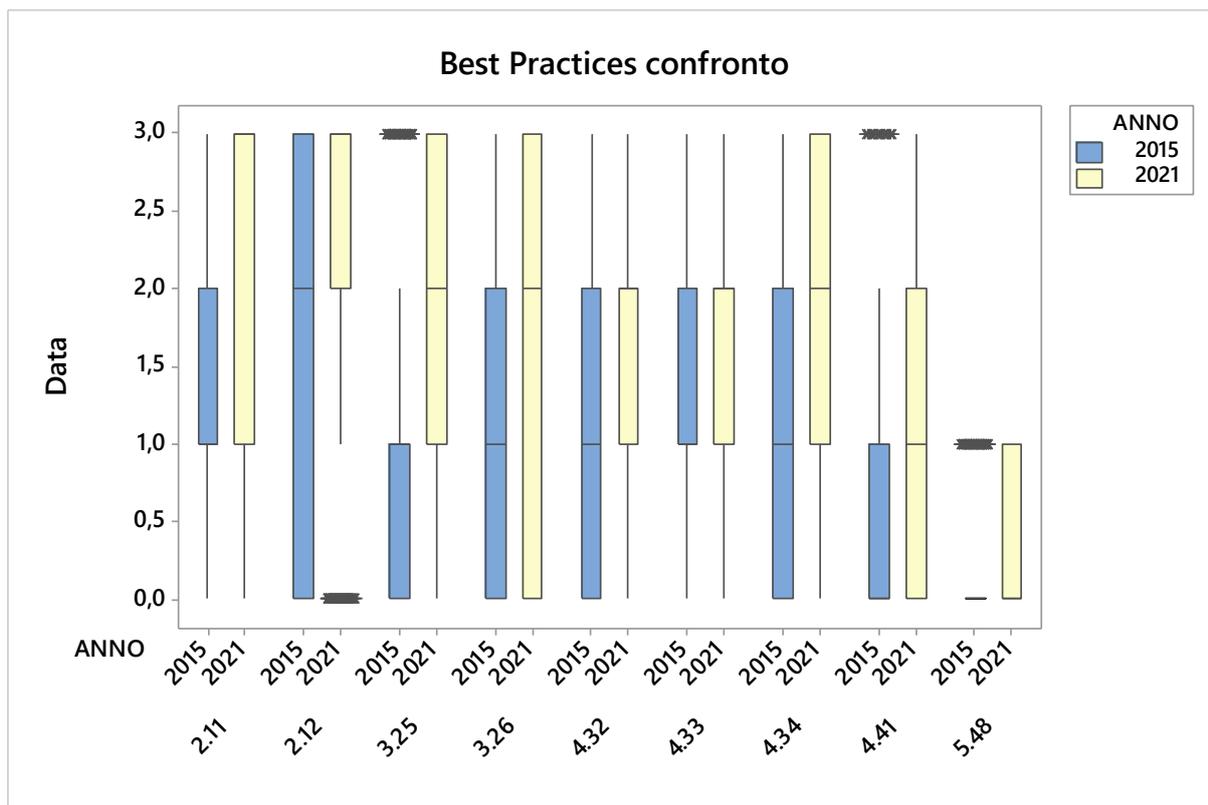


Figura 41. Analisi dei singoli requisiti – Dimensione Best Practices

È quindi possibile andare a confrontare la situazione iniziale e quella attuale della gestione dell’energia in relazione alla dimensione Best Practices nelle aziende italiane, osservando le risposte più diffuse al questionario per le specifiche domande.

- 2.11** L’utilizzo degli strumenti di incentivazione in campo energetico a disposizione dell’organizzazione per promuovere il finanziamento degli interventi di efficienza energetica (es. Certificati bianchi, Certificati verdi, ecc.):

In precedenza, le aziende erano in generale interessate alla questione, ma non avevano ancora mai valutato specificatamente nessuno degli strumenti citati o al massimo avuto esperienza con uno solo di questi.

Attualmente, la situazione è variabile: tutte le aziende sono interessate alla questione ma alcune non hanno ancora mai valutato specificatamente nessuno degli strumenti citati, mentre altre sono del tutto consapevoli degli strumenti disponibili e nella valutazione di fattibilità tecnico-economica degli interventi di efficientamento è sistematicamente prevista la valutazione dell’opportunità del loro utilizzo. Questo punto evidenzia dunque significativi margini di miglioramento che possono aiutare le aziende a trasformare le opportunità individuate attraverso la diagnosi energetica in veri e propri risparmi.

- 2.12** L’auto-produzione dell’energia (es. cogenerazione, fotovoltaico, ecc.):

In precedenza, la situazione era molto variabile: alcune aziende non avevano mai affrontato l’argomento, altre avevano condotto un’analisi preliminare, mentre altre ancora avevano svolto un’analisi tecnico-economica strutturata.

Attualmente, generalmente è stata condotta un’analisi preliminare delle diverse opportunità oppure è stata condotta un’analisi tecnico-economica strutturata e intrapreso un intervento in caso di una positiva valutazione dei relativi costi e benefici.

- 3.25** La ricerca di opportunità di efficientamento (ad es. tramite diagnosi energetica)

In precedenza, non aveva mai condotto all’individuazione di possibili buone pratiche per le modalità di uso o manutenzione delle utenze e sistemi energetici o comunque tali buone pratiche non erano ancora state implementate.

Attualmente, ha condotto all’individuazione di possibili buone pratiche per le modalità di uso o manutenzione delle utenze e sistemi energetici: alcune aziende non hanno ancora proceduto alla loro

implementazione, mentre altre hanno già implementato nuove procedure per almeno una delle due funzioni (utilizzo o manutenzione) o per entrambe. Il risultato è interessante e mostra come le aziende abbiano sviluppato maggiore confidenza con lo strumento di diagnosi, arrivando ad individuare interventi di miglioramento attuabili non solo legati alle modifiche degli impianti ma anche alle loro modalità di uso e manutenzione.

3.26 Analisi dei rischi relativi all'interruzione dell'approvvigionamento energetico

In precedenza, la situazione era leggermente peggiore: alcune aziende non avevano mai condotto analisi di questo tipo, mentre altre nella miglior condizione, dopo averlo fatto, stavano cercando di implementare alcune azioni.

Attualmente, la situazione è del tutto variabile: alcune aziende non hanno mai condotto analisi di questo tipo, mentre altre, dopo averlo fatto, hanno addirittura implementato delle azioni preventive e redatto un piano di emergenza in caso di problemi o interruzione del servizio di approvvigionamento. Questo risultato mostra un punto debole delle aziende analizzate, la scarsa attenzione all'analisi dei rischi legati all'approvvigionamento energetico, costituendo quindi un interessante spunto di riflessione.

4.32 Individuazione e pianificazione di buone pratiche per l'utilizzo degli impianti e macchinari dell'organizzazione

In precedenza, la situazione era varia: alcune aziende non avevano alcuna iniziativa in tal senso, mentre altre avevano buone pratiche solo per alcune delle attività rilevanti e/o non documentate e/o implementate regolarmente. Solo alcune aziende stavano iniziando un'identificazione sistematica e documentata delle buone.

Attualmente, esistono delle buone pratiche per alcune delle attività rilevanti e/o non sono documentate e/o non vengono implementate regolarmente, ma per alcune aziende l'identificazione sistematica e documentata delle buone pratiche per tutte le attività rilevanti e che possono avere impatto su usi energetici ritenuti significativi è in corso. Anche in questo caso sono presenti importanti margini di miglioramento, che generalmente vengono raggiunti sviluppando un Sistema di gestione dell'energia.

4.33 Individuazione e pianificazione di buone pratiche per la realizzazione delle attività di manutenzione degli impianti e macchinari dell'organizzazione:

Sia in precedenza che attualmente, esistono delle buone pratiche per alcune delle attività rilevanti e/o non sono documentate e/o non vengono implementate regolarmente, ma per alcune aziende l'identificazione sistematica e documentata delle buone pratiche per tutte le attività rilevanti e che possono avere impatto su usi energetici ritenuti significativi è in corso. Valgono esattamente le considerazioni illustrate al punto precedente.

4.34 Individuazione e pianificazione di buone pratiche per la realizzazione delle attività di progettazione e acquisto di impianti, macchinari e servizi nell'ambito di nuovi impianti e modifiche impiantistiche

In precedenza, la situazione era varia: alcune aziende non avevano alcuna iniziativa in tal senso, mentre altre avevano buone pratiche solo per alcune delle attività rilevanti e/o non documentate e/o implementate regolarmente. Solo alcune aziende stavano iniziando un'identificazione sistematica e documentata delle buone.

Attualmente, esistono delle buone pratiche per alcune delle attività rilevanti e/o non sono documentate e/o non vengono implementate regolarmente, ma per alcune aziende l'identificazione sistematica e documentata delle buone pratiche per tutte le attività rilevanti e che possono avere impatto su usi energetici ritenuti significativi è in corso o addirittura terminata tanto che rilevanti documentate e regolarmente implementate per tutte le attività rilevanti che vengono periodicamente verificate ed aggiornate. Anche in questo caso esistono ampi margini di miglioramento. È evidente come le diagnosi energetiche si concentrino sugli impianti portando difficilmente ad individuare opportunità di miglioramento delle pratiche gestionali che invece sono uno degli obiettivi tipici dell'introduzione di un sistema di gestione dell'energia.

4.41 Assessment dei rischi e opportunità per le prestazioni energetiche

In precedenza, o non era mai stata condotta nessuna analisi dei rischi in ambito energetico o si stava ancora sviluppando.

Attualmente, la situazione è variabile: alcune aziende non hanno mai condotto analisi di questo tipo, mentre altre hanno condotto un'analisi preliminare dei rischi, valutando alcuni principali rischi in ambito energetico e stabilito le relative azioni preventive e/o azioni correttive.

5.48 Relativamente alla ricerca, implementazione e aggiornamento delle buone pratiche per la realizzazione delle attività dell'organizzazione che risultano significative ai fini del raggiungimento degli obiettivi energetici (acquisizione risorse/servizi, progettazione, installazione, modifiche, utilizzo e manutenzione di macchinari e attrezzature) è possibile affermare che:

In precedenza, solo per poche aziende l'organizzazione ricercava sistematicamente, documentava e implementava delle buone pratiche stabilmente perseguite all'interno dell'organizzazione da tutti i dipendenti; solo per poche aziende queste buone pratiche venivano periodicamente riviste e aggiornate in ottica del perseguimento di un miglioramento continuo anche attraverso la raccolta di suggerimenti dal personale a tutti i livelli dell'organizzazione.

Attualmente, questo accade con più frequenza rispetto al passato ma comunque in misura limitata.

In Figura 42 vengono mostrati i box-plot relativi alle risposte connesse alla dimensione Consapevolezza, Competenza, Conoscenza.

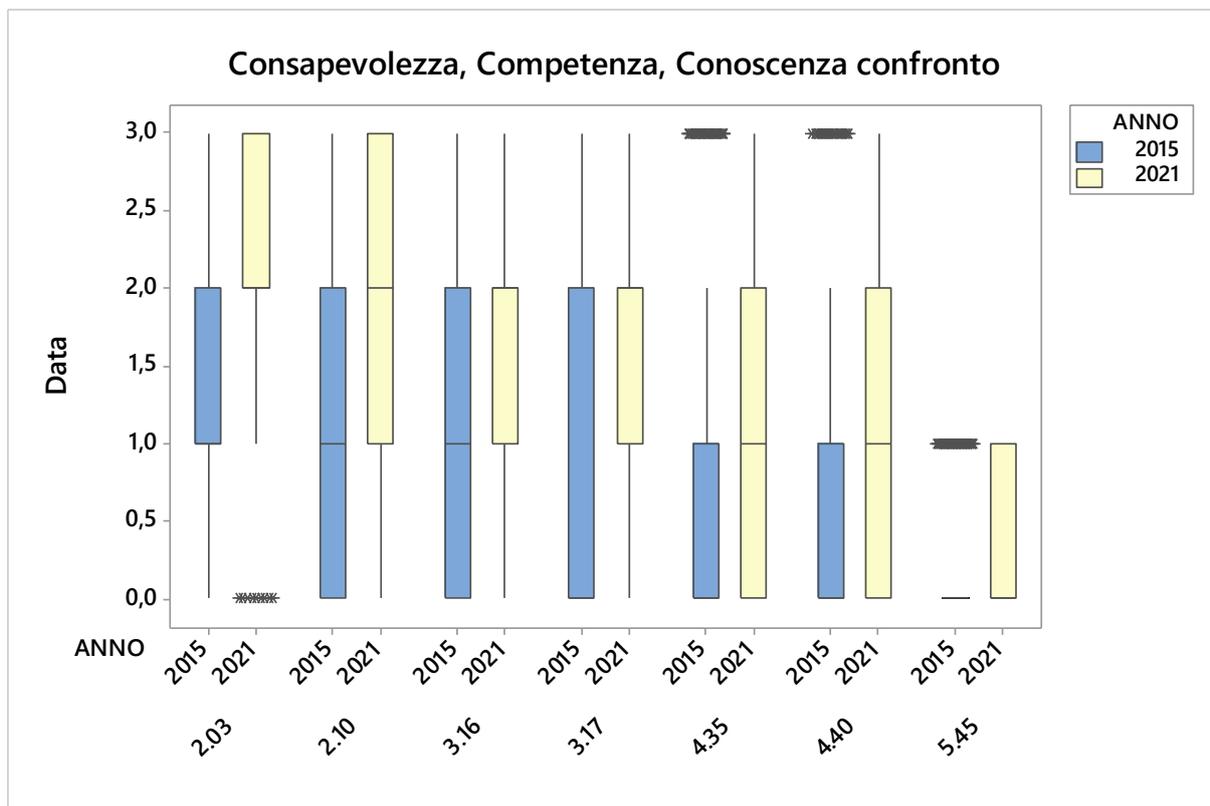


Figura 42. Analisi dei singoli requisiti – Dimensione Consapevolezza, Competenza, Conoscenza

È quindi possibile andare a confrontare la situazione iniziale e quella attuale della gestione dell'energia in relazione alla dimensione Consapevolezza, Competenza, Conoscenza nelle aziende italiane, osservando le risposte più diffuse al questionario per le specifiche domande.

2.03 Per quanto riguarda la promozione dell'efficienza energetica all'interno dell'organizzazione
In precedenza, delle attività di promozione erano state effettuate sporadicamente in passato o erano in corso di definizione iniziative ad hoc per lo sviluppo della consapevolezza del personale riguardo all'importanza dell'efficienza energetica.

Attualmente, iniziative ad hoc per lo sviluppo della consapevolezza del personale riguardo all'importanza dell'efficienza energetica sono in corso di definizione o già sistematicamente applicate internamente ed esternamente all'organizzazione e tutto il personale ne è consapevole.

- 2.10** Livello delle conoscenze tecniche relative ad aspetti energetici del personale responsabile della gestione dell'energia
In precedenza, la situazione è variabile: per alcune aziende non vi erano conoscenze specifiche né era prevista alcuna formazione a riguardo, mentre per altre il livello di conoscenze era quasi sufficiente. Attualmente, la situazione è variabile: per alcune aziende il livello delle conoscenze è limitato ed eterogeneo ma si prevede di attivare a breve un programma formativo, mentre per altre il livello di conoscenza è quello richiesto e viene mantenuto aggiornato attraverso periodiche attività formative specifiche.
- 3.16** Tipo di formazione tecnica (approvvigionamento dell'energia, produzione/trasformazione dell'energia, utilizzo dell'energia, tecnologie innovative) offerta al personale responsabile della gestione dell'energia
In precedenza, la situazione era molto varia: il personale non aveva ancora ricevuto un'adeguata formazione specifica, era in procinto di partire un programma di formazione o la formazione aveva coperto solo alcune tematiche o solo parte del personale interessato. Attualmente, è in procinto di partire un programma di formazione o la formazione ha coperto solo alcune tematiche o solo parte del personale interessato.
- 3.17** Tipo di formazione gestionale (valutazione economico-finanziaria di progetti energetici, audit energetici, metodi e strumenti per l'analisi dei consumi, sistemi informativi per la gestione dell'energia, sistemi di gestione dell'energia) offerta al personale responsabile della gestione dell'energia
In precedenza, la situazione era molto varia: il personale non aveva ancora ricevuto un'adeguata formazione specifica, era in procinto di partire un programma di formazione o la formazione aveva coperto solo alcune tematiche o solo parte del personale interessato. Attualmente, è in procinto di partire un programma di formazione o la formazione ha coperto solo alcune tematiche o solo parte del personale interessato.
- 4.35** Formazione operativa riguardo la gestione dell'energia (buone pratiche relative all'utilizzo, manutenzione, ecc.):
In precedenza, non vi era ancora alcuna iniziativa in questa direzione o era stato definito un piano formativo ma non era ancora stato avviato. Attualmente, la situazione è variabile: a volte non vi è ancora alcuna iniziativa in questa direzione, per alcune aziende, invece, è attivo un piano di formazione formale ma non ancora completo (ad es. solo alcuni ruoli/aspetti) o non è ancora stato completato.
- 4.40** Consapevolezza da parte di tutto il personale dell'impegno dell'organizzazione verso l'efficienza energetica (obiettivi, programmi ed eventuale SGE) e del proprio ruolo e delle proprie responsabilità nel raggiungimento degli obiettivi:
In precedenza, questo aspetto non era ancora stato affrontato in maniera adeguata o si stavano ancora definendo le modalità migliori per ottenere quanto richiesto. Attualmente, la situazione è variabile: a volte questo aspetto non è ancora stato affrontato in maniera adeguata, ma per altre aziende, invece, sono in corso di esecuzione una serie di attività finalizzate al pieno raggiungimento di tale aspetto.
- 5.45** Relativamente alla formazione continua sul tema dell'efficienza energetica è possibile affermare che:
In precedenza, solo per poche aziende l'organizzazione valutava i fabbisogni, pianificava, attuava e verificava periodicamente l'efficacia delle attività di formazione secondo programmi specifici per le diverse funzioni aziendali per assicurare che le stesse fossero informate e adeguatamente formate nel settore della gestione dell'energia. Periodicamente, solo per poche aziende, era prevista la revisione dei programmi di formazione ed in particolare il loro aggiornamento rispetto alle innovazioni tecnologiche. Attualmente, questo accade con più frequenza rispetto al passato ma comunque in misura limitata. Anche in questo caso gli ampi margini di miglioramento della formazione del personale evidenziati dall'analisi potrebbero essere giustificati dalla limitata attenzione che generalmente si presta a tale tema durante una diagnosi energetica. Lo sviluppo di un sistema di gestione dell'energia può invece aiutare le

organizzazioni ad attribuire maggiore attenzione e sistematicità alla gestione della formazione sui temi energetici.

In Figura 43 vengono mostrati i box-plot relativi alle risposte connesse alla dimensione Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi.

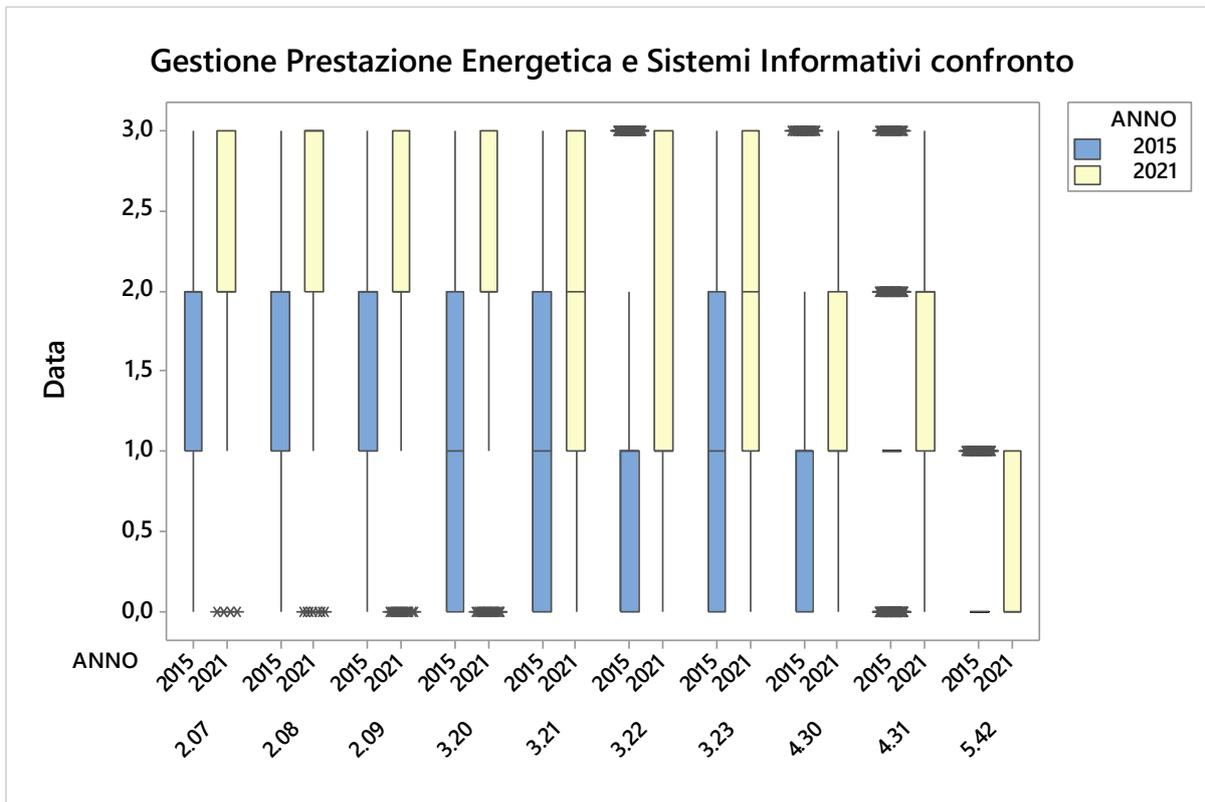


Figura 43. Analisi dei singoli requisiti – Dimensione Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi

È quindi possibile andare a confrontare la situazione iniziale e quella attuale della gestione dell’energia in relazione alla dimensione Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi nelle aziende italiane, osservando le risposte più diffuse al questionario per le specifiche domande.

2.07 Analisi dei dati di costo e di consumo

In precedenza, veniva condotta un'analisi dell'andamento nel tempo dei costi/consumi in caso di anomalie o in maniera periodica per le aziende più mature, definendo target da seguire.

Attualmente, viene periodicamente condotta un'analisi dell'andamento nel tempo dei costi/consumi e vengono raffrontati i dati attuali con quelli storici e sono stati anche definiti dei target (basati anche su eventuali dati di benchmark disponibili). Alcune aziende, in caso di anomalie, conducono anche analisi specifiche sul rapporto costo/consumo e sul consumo specifico (ad es. per unità di prodotto, per ora lavorata, ecc.). Questo rappresenta un risultato molto importante, che contraddistingue il passaggio da un approccio "occasionale" ad uno "sistemico" al controllo della prestazione energetica. L'attenzione all'andamento nel tempo dei consumi può essere correlata alla richiesta dello studio dei profili previsto dalla diagnosi energetica.

2.08 Relativamente alla raccolta dei dati relativi ai costi e ai consumi delle risorse energetiche è possibile affermare che

In precedenza, costi e consumi dei diversi vettori energetici erano raccolti annualmente o ad ogni periodo di fatturazione.

Attualmente, costi e consumi dei diversi vettori energetici sono raccolti ad ogni periodo di fatturazione e rendicontati più volte durante l'anno e, alcune aziende, almeno per i principali vettori energetici, hanno individuato e rendicontano congiuntamente ulteriori informazioni necessarie alla comprensione dei dati di consumo (ad es. unità prodotte, ore lavorate, ecc.). Questo risultato è del tutto allineato con quanto emerso al punto precedente.

- 2.09** Relativamente alle modalità di analisi delle tariffe energetiche (condizioni che determinano i costi della risorsa a partire dai consumi dell'organizzazione):

In precedenza, erano di solito state condotte in passato analisi delle tariffe comparando quelle di diversi fornitori (anche rivolgendosi a professionisti esterni, es. ESCo, EGE, ecc.) per alcuni vettori energetici è stata condotta o addirittura per i principali vettori energetici veniva annualmente condotta una verifica delle tariffe finalizzata all'individuazione della tariffa migliore (anche rivolgendosi a professionisti esterni, es. ESCo, EGE, ecc.).

Attualmente, per i principali vettori energetici viene annualmente condotta una verifica delle tariffe finalizzata all'individuazione della tariffa migliore (anche rivolgendosi a professionisti esterni, es. ESCo, EGE, ecc.). A questo fine, in alcuni casi, vengono utilizzate previsioni adeguate dei consumi della risorsa energetica e le tariffe vengono valutate e selezionate dal responsabile per l'acquisto di comune accordo con i responsabili dell'utilizzo delle risorse che laddove conveniente cercano di trovare la struttura della tariffa più adeguata alla modalità di consumo. L'attenzione alla scelta della tariffa, già presente prima del 2015, si è ulteriormente sviluppata.

- 3.20** Sviluppo di un sistema di misura dei consumi (definizione ed utilizzo di un piano di misura che individui le grandezze da misurare, la frequenza di misurazione e gli strumenti di misura):

In precedenza, la situazione era piuttosto variabile: alcune aziende non avevano mai affrontato la questione, mentre altre avevano almeno definito le modalità per la raccolta dei dati e predisposto un sistema permanente di raccolta e registrazione dei dati per le principali aree funzionali (es. attività principali, servizi ausiliari, servizi generali) dal punto di vista dei consumi energetici.

Attualmente, sono state almeno definite le modalità per la raccolta dei dati ed è stato predisposto un sistema permanente di raccolta e registrazione dei dati per le principali aree funzionali (es. attività principali, servizi ausiliari, servizi generali) dal punto di vista dei consumi energetici. In alcune aziende è già presente un sistema permanente di raccolta e registrazione dei dati dal punto di vista dei consumi energetici che copre non solo le aree funzionali, ma ha un livello di dettaglio superiore, coprendo anche i principali processi/usi significativi. Altro miglioramento fondamentale, facilmente correlabile all'attenzione posta dalla diagnosi energetica alla misura dei dati di consumo, anche a seguito delle linee guida al monitoraggio emesse da ENEA.

- 3.21** Misurazione dei fattori energetici (fattori che influenzano il consumo di energia come, ad esempio, volumi di produzione per un reparto di produzione, i gradi giorno e/o le ore di utilizzo per un edificio, le ore buio per un impianto di illuminazione notturna, ecc.):

In precedenza, la situazione era piuttosto variabile: alcune aziende non avevano mai affrontato la questione, mentre altre arrivavano a svolgere analisi sistematiche per identificare fattori energetici per i punti misurati.

Attualmente, sono stati almeno individuati alcuni fattori energetici che vengono regolarmente misurati, ma solo alcune aziende, dopo aver condotto un'analisi sistematica, hanno proceduto ora a misurarli regolarmente insieme ai dati di consumo. Anche questo risultato è molto importante, sebbene non privo di margini di miglioramento, indicando l'interesse dell'azienda a comprendere a fondo le cause che determinano la variazione dei consumi energetici nel tempo.

- 3.22** Per quanto riguarda le analisi che vengono condotte sui dati raccolti relativi agli aspetti di consumo energetico è possibile affermare che

In precedenza, si effettuava l'analisi dei dati solo a livello di intero sistema (intero sito dell'organizzazione) o si analizzava anche il contributo delle diverse aree funzionali.

Attualmente, si analizzano periodicamente almeno il contributo delle diverse aree funzionali (ad esempio attività principali, servizi generali, servizi ausiliari) l'andamento temporale dei consumi per ogni punto di misura. Le aziende più mature effettuano un'analisi periodica che tiene sistematicamente conto dei consumi registrati rispetto ai fattori energetici monitorati. Anche in questo caso il miglioramento è significativo ed è molto importante costituendo la base per la comprensione delle dinamiche di consumo del sistema energetico e l'individuazione tempestiva di anomalie e opportunità di riduzione dei consumi.

3.23 Indicatori delle prestazioni energetiche:

In precedenza, la situazione era molto varia: alcune aziende non utilizzavano nessun indicatore di prestazione energetica, mentre altre arrivavano a definirne anche indici di prestazione specifici per le principali aree funzionali.

Attualmente, quasi tutte le aziende utilizzano almeno degli indici di prestazione energetica a livello globale (intera organizzazione) (es. consumo assoluto del sito) che tengono conto anche dei fattori energetici in grado di influenzare le prestazioni (volumi produttivi, ore di lavoro, ecc.). A questi vengono affiancati da alcune aziende anche indici di prestazione specifici per le principali aree funzionali che utilizzano energia e indici di prestazione anche più specifici per i principali processi/usi energetici. Anche in questo caso il netto miglioramento può essere facilmente messo in relazione al requisito di valutazione di indicatori di prestazione energetica previsto dalla diagnosi obbligatoria.

4.30 Utilizzo di metodi per la previsione dei consumi energetici:

In precedenza, non era presente alcun meccanismo di previsione dei consumi (baseline) o il consumo globale era previsto solo sulla base dei consumi storici.

Attualmente, il consumo globale viene previsto sulla base dei consumi storici o sulla base di un modello di previsione che tiene conto dei fattori energetici. Anche in questo caso il miglioramento per quanto limitato è molto significativo. La capacità di una organizzazione di prevedere i propri consumi tenendo conto variabili significative e fattori statici attraverso modelli anche complessi (ad es. analisi di regressione multivariabile) è infatti fondamentale per mantenere il controllo della prestazione energetica.

4.31 Controllo dei consumi periodico (acquisizione dati, confronto con modello di previsione (baseline), analisi dello scostamento, reazione):

In precedenza, la situazione era molto variabile: alcune aziende non prevedevano controlli dei consumi, mentre altre arrivavano anche a sperimentare strategie di controllo per le aree funzionali/sistemi più significativi dal punto di vista dei consumi energetici.

Attualmente, si effettuano almeno dei controlli periodici basati sui consumi storici e alcune aziende per le aree funzionali/sistemi più significativi dal punto di vista dei consumi energetici stanno sperimentando un controllo basato sulla previsione dei consumi tramite modelli che tengono conto dei fattori energetici (baseline). Il risultato è perfettamente in linea con il punto precedente.

5.42 Il sistema informativo per la gestione dell'energia:

In precedenza, solo per poche aziende il sistema informativo per la gestione dell'energia era del tutto adeguato alle esigenze del settore, comprendeva tutti gli aspetti necessari e copriva tutte le aree/sistemi/servizi tenendo conto della loro rilevanza ai fini energetici e delle loro peculiarità, era integrato con il sistema informativo aziendale ed il suo utilizzo era ormai consolidato sebbene sottoposto a periodiche revisioni e adeguamenti alle necessità aziendali.

Attualmente, questo accade con più frequenza rispetto al passato ma comunque in misura limitata.

In Figura 44 vengono mostrati i box-plot relativi alle risposte connesse alla dimensione Struttura Organizzativa.

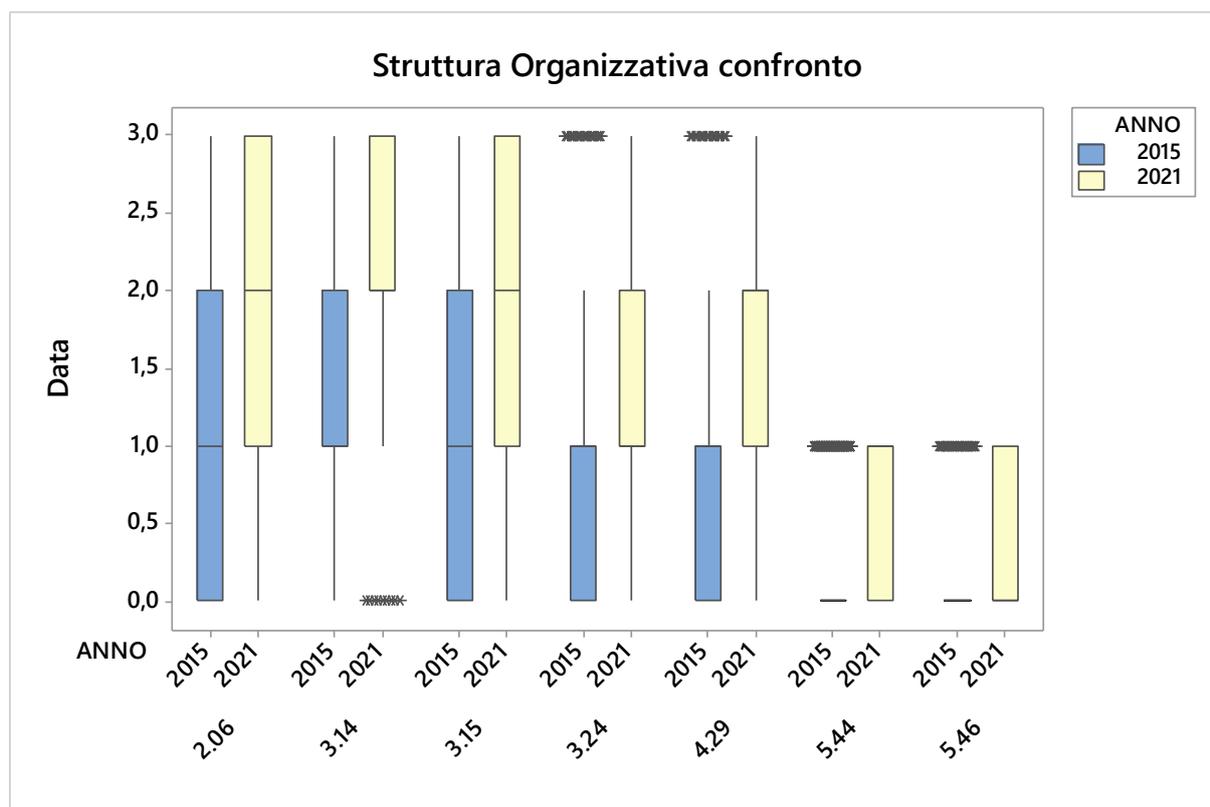


Figura 44. Analisi dei singoli requisiti – Dimensione Struttura Organizzativa

È quindi possibile andare a confrontare la situazione iniziale e quella attuale della gestione dell'energia in relazione alla dimensione Struttura Organizzativa nelle aziende italiane, osservando le risposte più diffuse al questionario per le specifiche domande.

2.06 Il responsabile per l'energia (Energy Manager)

In precedenza, la situazione era molto varia: il responsabile per l'energia (Energy Manager) poteva non esistere, esistere solo informalmente o anche in maniera formale e sostanziale ma agendo in maniera separate dal resto dell'azienda.

Attualmente, esiste ma non per tutte le aziende in maniera formale e sostanziale e quindi non sempre ha l'autorità per coinvolgere il personale di altre aree all'occorrenza. Anche in questo caso si registra quindi un passo in avanti fondamentale, sebbene ci siano importanti margini di miglioramento.

3.14 Condivisione all'interno dell'organizzazione della questione energetica

In precedenza, la maggior parte dei responsabili erano convinti dell'importanza ma alcuni lo ritenevano una responsabilità non attinente al loro ruolo mentre altri si dimostrano reattivi se coinvolti in progetti specifici.

Attualmente, la maggior parte dei responsabili sono convinti dell'importanza e si dimostrano reattivi se coinvolti in progetti specifici o addirittura incoraggiano la riduzione dei consumi con atteggiamento proattivo. Questo è un altro risultato fondamentale vista l'assoluta necessità di un pieno coinvolgimento dell'organizzazione per ottenere miglioramenti significativi e continui nel tempo.

3.15 Coinvolgimento operativo dell'organizzazione

In precedenza, la situazione era molto varia: il responsabile dell'energia poteva non essere presente o operare in maniera pressoché autonoma, opera invece con il supporto di esperti esterni all'organizzazione (es. ESCo, EGE esterni, consulenti, ecc.) o con il coinvolgimento occasionale di altri responsabili all'interno dell'organizzazione su progetti specifici.

Attualmente, il responsabile dell'energia opera con il supporto di esperti esterni all'organizzazione (es. ESCo, EGE esterni, consulenti, ecc.) e riesce a coinvolgere gli altri responsabili all'interno dell'organizzazione

con grado variabile di sistematicità a seconda dell'azienda osservata. Risultato assolutamente importante in linea con quello indicato al punto precedente.

3.24 Comunicazione interna

In precedenza, non c'era alcun contatto tra il responsabile per la gestione dell'energia con i reparti/aree che utilizzavano energia o, nel migliore dei casi, si tenevano riunioni all'occorrenza per le quali vengono individuati rappresentanti delle diverse aree.

Attualmente, si tengono riunioni per le quali vengono individuati rappresentanti delle diverse aree con grado variabile di sistematicità a seconda dell'azienda osservata. Il maggiore coinvolgimento dell'intera organizzazione passa quindi anche da un maggiore comunicazione.

4.29 Relativamente alla responsabilità e dei compiti per la gestione dell'energia all'interno dell'organizzazione è possibile affermare che:

In precedenza, non vi era una chiara consapevolezza dell'impatto dei diversi ruoli sui consumi energetici o erano state solamente individuate le principali figure aziendali il cui operato ha impatto sui consumi energetici dell'organizzazione, senza definire compiti e responsabilità.

Attualmente, sono state individuate le principali figure aziendali il cui operato ha impatto sui consumi energetici dell'organizzazione e, solo per alcune aziende, sulla base dell'impatto che le diverse figure dell'organizzazione hanno sui consumi energetici sono state individuate responsabilità e compiti per il perseguimento dell'efficienza energetica. Altro risultato fondamentale in linea con quanto già commentato nei punti precedenti.

5.44 Atteggimento dell'organizzazione nella gestione dell'energia:

In precedenza, solo per poche aziende, la gestione dell'energia era percepita come un elemento naturale e strategico per l'organizzazione, le misure per la riduzione dei consumi energetici venivano individuate ed attuate in maniera continua ed efficiente, sulla base di responsabilità e secondo modalità ben consolidate e con alto tasso di successo in termini economici e di impatto ambientale.

Attualmente, questo accade con più frequenza rispetto al passato ma comunque in misura limitata.

5.46 Relativamente alla comunicazione esterna sul tema di gestione dell'energia è possibile affermare che:

In precedenza, solo per poche aziende, l'organizzazione riteneva importante divulgare all'esterno informazioni relative alle proprie prestazioni energetiche e a tale scopo aveva individuato un responsabile per la comunicazione esterna e provveduto a stabilire, documentare ed attuare un piano di comunicazione esterna.

Attualmente, questo accade con più frequenza rispetto al passato ma comunque in misura limitata.

2.4 *Analisi di dettaglio di alcuni settori significativi*

2.4.1 *Settori analizzati*

In aggiunta alle analisi condotte fino ad ora sono stati anche analizzati i risultati di alcuni settori economici specifici, replicando quindi le analisi condotte sul campione globale su singoli campioni appartenenti a specifici settori.

In particolare, i settori analizzati sono stati:

- ATECO 10 – INDUSTRIE ALIMENTARI
- ATECO 20 – FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI
- ATECO 21 – FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI DI BASE E DI PREPARATI FARMACEUTICI
- ATECO 22 – FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE
- ATECO 24 – METALLURGIA

- ATECO 38 – ATTIVITÀ DI RACCOLTA, TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DEI RIFIUTI; RECUPERO DEI MATERIALI

La scelta è stata orientata su quei settori per cui è stato possibile raccogliere un numero di risultati superiore e ai settori con cui nella terza annualità del progetto è stato possibile instaurare una collaborazione grazie allo sforzo delle relative associazioni di categoria (Farmindustria, Assofond e Utilitalia).

2.4.2 Risultati delle analisi

2.4.2.1 ATECO 10 – INDUSTRIE ALIMENTARI

Il campione di aziende di questo settore presenta 15 imprese.

Come per il campione globale, anche il campione di aziende di questo settore ha presentato un miglioramento del livello di maturità.

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata, è stato, infatti, svolto un test t in relazione all'indice di maturità riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall'analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che l'indice di maturità del campione sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 45).

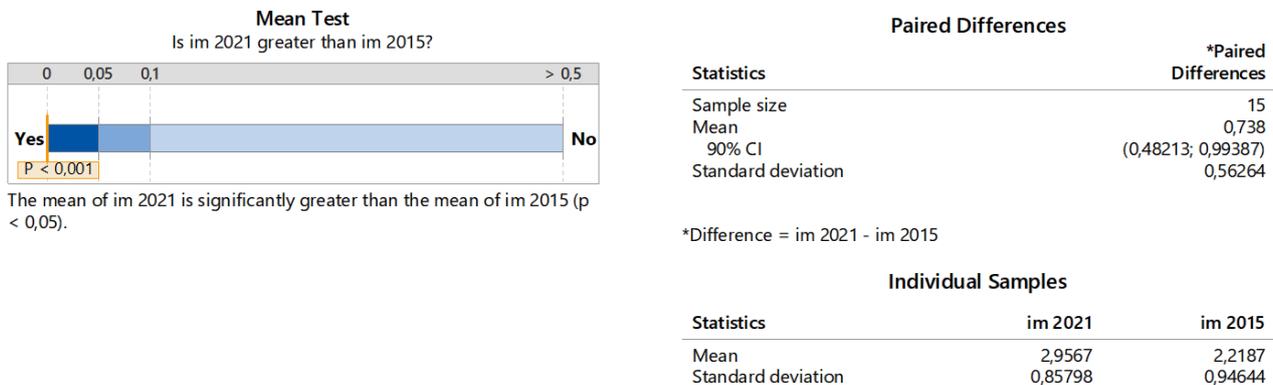


Figura 45. Risultati test t per l'indice di maturità globale dell'ATECO 10 (significatività 0,05)

Figura 46 e Figura 47 presentano il confronto tra la situazione nel 2015 e quella dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per la copertura dei livelli e delle dimensioni di maturità.

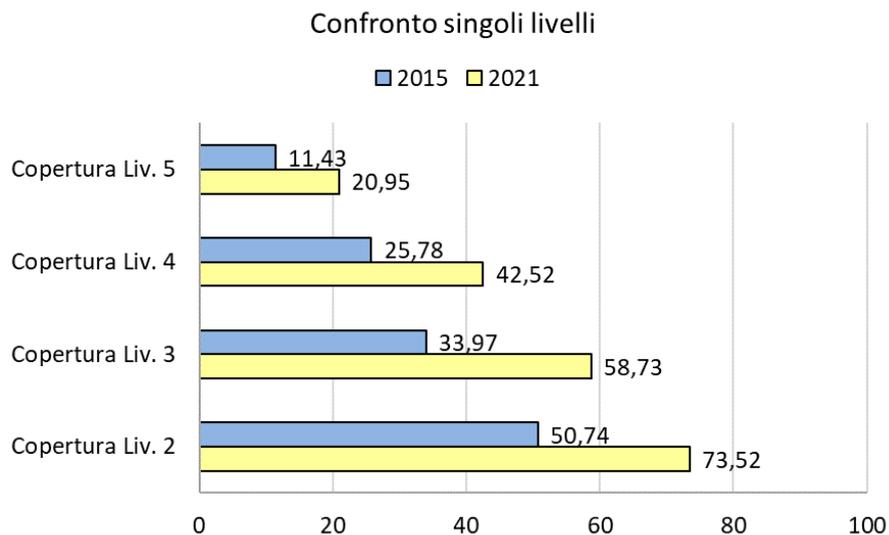


Figura 46. Confronto tra il livello di copertura dei singoli livelli nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per l'ATECO 10

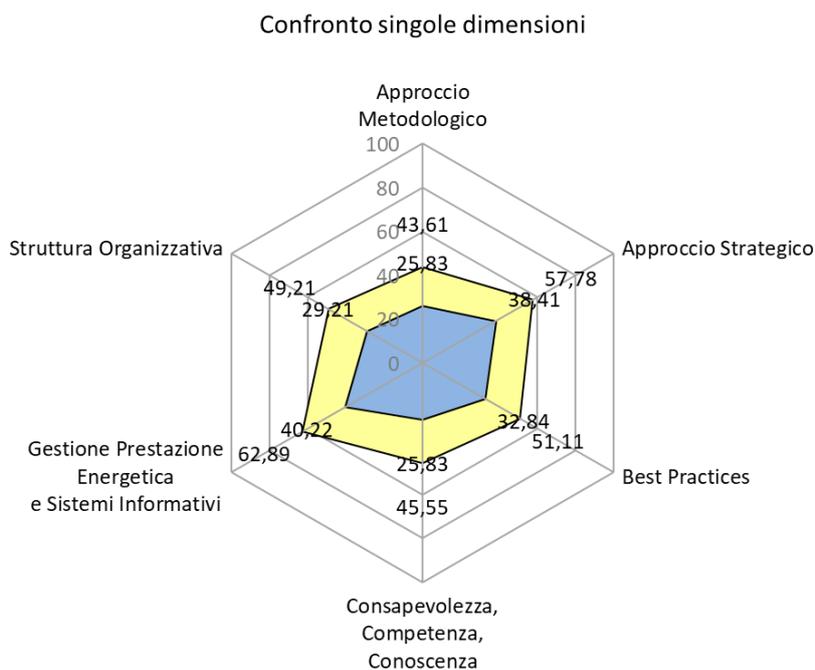


Figura 47. Confronto tra il livello di copertura delle singole dimensioni nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per l'ATECO 10

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione alle variazioni dei gradi di copertura dei livelli e delle dimensioni del campione specifico. I risultati sono riportati in Tabella 1.

Tutti i valori di p-value sono inferiori a 0,05, quindi è possibile concludere che tutte le variazioni siano significative.

Tabella 1. Valori di p-value del test t per le variazioni del grado di copertura dei singoli livelli e delle singole dimensioni per il campione dell'ATECO 10

	<i>p-value</i>
<i>Copertura Liv. 2</i>	2,36E-04
<i>Copertura Liv. 3</i>	9,00E-05
<i>Copertura Liv. 4</i>	5,84E-05
<i>Copertura Liv. 5</i>	2,27E-02
<i>Approccio Metodologico</i>	3,99E-04
<i>Approccio Strategico</i>	6,37E-05
<i>Best Practices</i>	7,42E-05
<i>Consapevolezza, Competenza, Conoscenza</i>	2,62E-04
<i>Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi</i>	5,36E-05
<i>Struttura Organizzativa</i>	7,14E-04

2.4.2.2 ATECO 20 – FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI

Il campione di aziende di questo settore presenta 14 imprese.

Come per il campione globale, anche il campione di aziende di questo settore ha presentato un miglioramento del livello di maturità.

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata, è stato, infatti, svolto un test t in relazione all'indice di maturità riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall'analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che l'indice di maturità del campione sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 48).

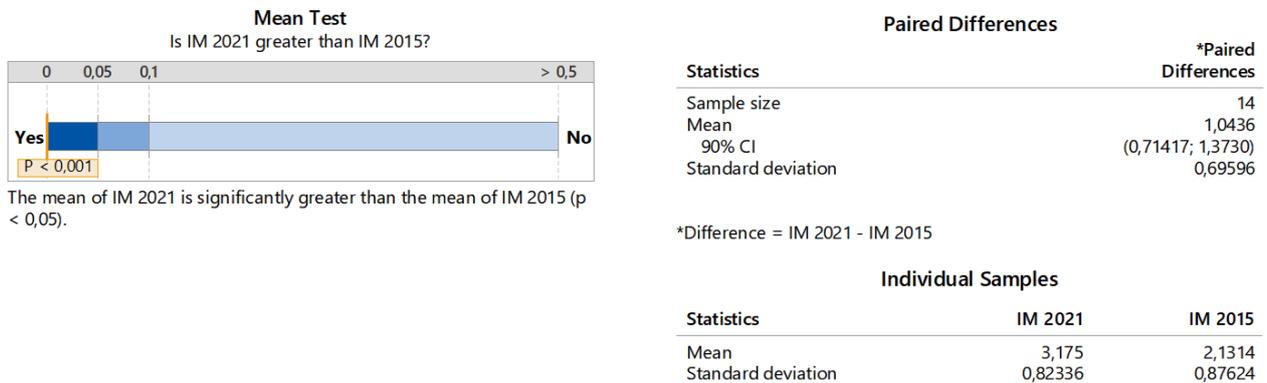


Figura 48. Risultati test t per l'indice di maturità globale dell'ATECO 20 (significatività 0,05)

Figura 49 e Figura 50 presentano il confronto tra la situazione nel 2015 e quella dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per la copertura dei livelli e delle dimensioni di maturità.

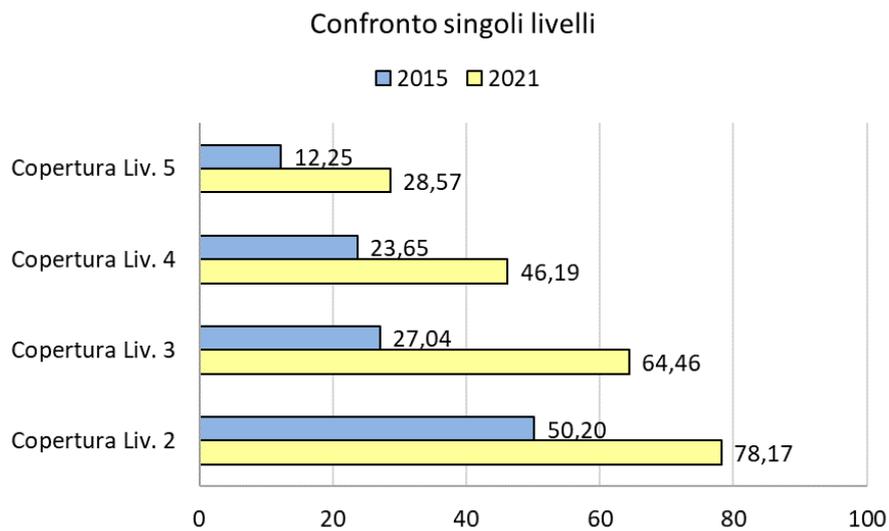


Figura 49. Confronto tra il livello di copertura dei singoli livelli nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per l'ATECO 20

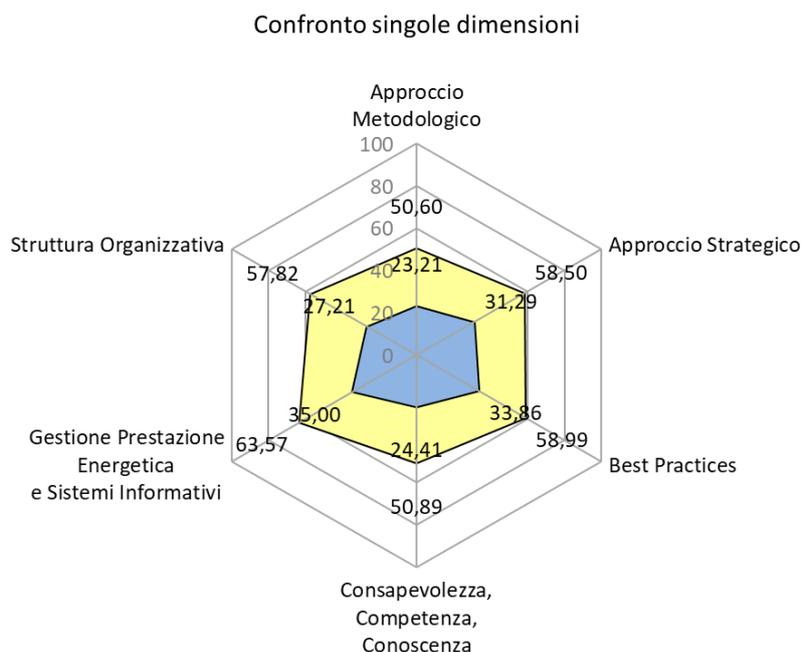


Figura 50. Confronto tra il livello di copertura delle singole dimensioni nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per l'ATECO 20

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione alle variazioni dei gradi di copertura dei livelli e delle dimensioni del campione specifico. I risultati sono riportati in Tabella 2.

Tutti i valori di p-value sono inferiori a 0,05, quindi è possibile concludere che tutte le variazioni siano significative.

Tabella 2. Valori di p-value del test t per le variazioni del grado di copertura dei singoli livelli e delle singole dimensioni per il campione dell'ATECO 20

	<i>p-value</i>
<i>Copertura Liv. 2</i>	9,57E-06
<i>Copertura Liv. 3</i>	1,85E-06
<i>Copertura Liv. 4</i>	2,14E-04
<i>Copertura Liv. 5</i>	2,00E-02
<i>Approccio Metodologico</i>	4,72E-05
<i>Approccio Strategico</i>	3,70E-03
<i>Best Practices</i>	5,41E-03
<i>Consapevolezza, Competenza, Conoscenza</i>	5,73E-05
<i>Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi</i>	1,47E-05
<i>Struttura Organizzativa</i>	1,26E-04

2.4.2.3 ATECO 21 – FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI DI BASE E DI PREPARATI FARMACEUTICI

Il campione di aziende di questo settore presenta 9 imprese.

Come per il campione globale, anche il campione di aziende di questo settore ha presentato un miglioramento del livello di maturità.

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata, è stato, infatti, svolto un test t in relazione all'indice di maturità riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall'analisi è pari a 0,002, quindi è possibile concludere che l'indice di maturità del campione sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 51).

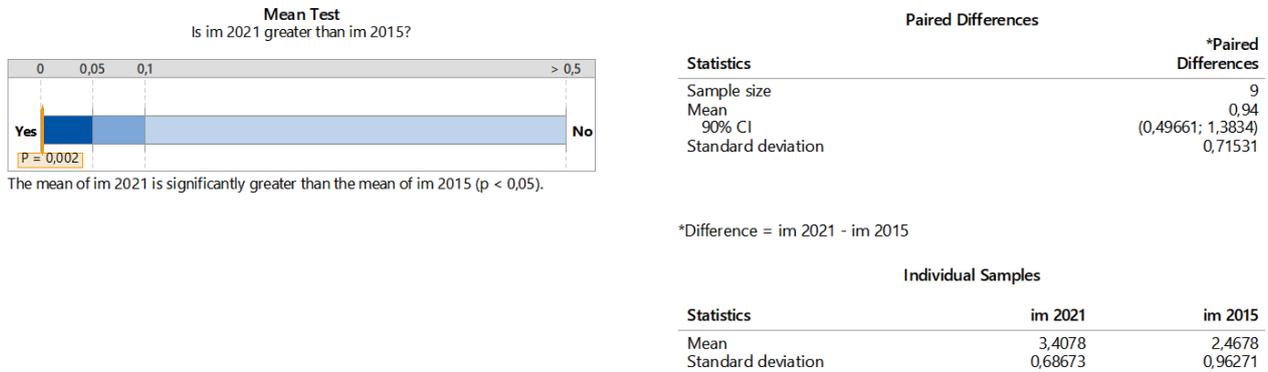


Figura 51. Risultati test t per l'indice di maturità globale dell'ATECO 21 (significatività 0,05)

Figura 52 e Figura 53 presentano il confronto tra la situazione nel 2015 e quella dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per la copertura dei livelli e delle dimensioni di maturità.

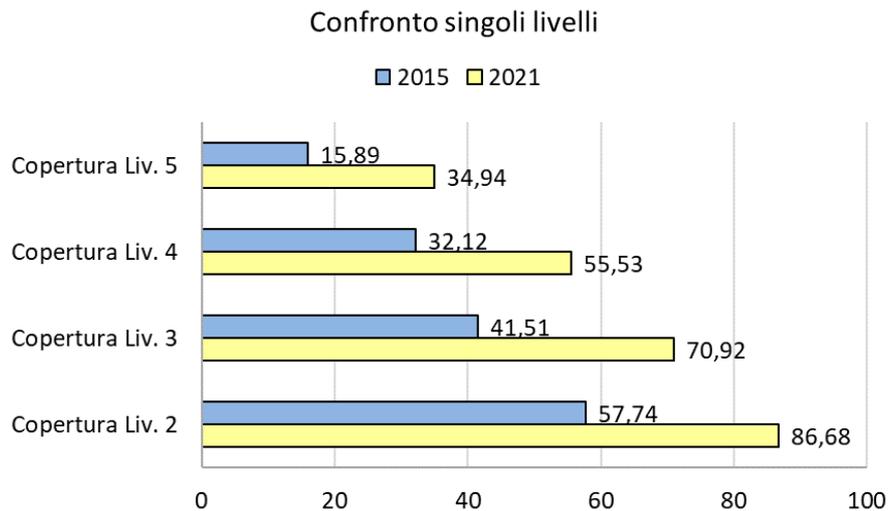


Figura 52. Confronto tra il livello di copertura dei singoli livelli nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per l'ATECO 21

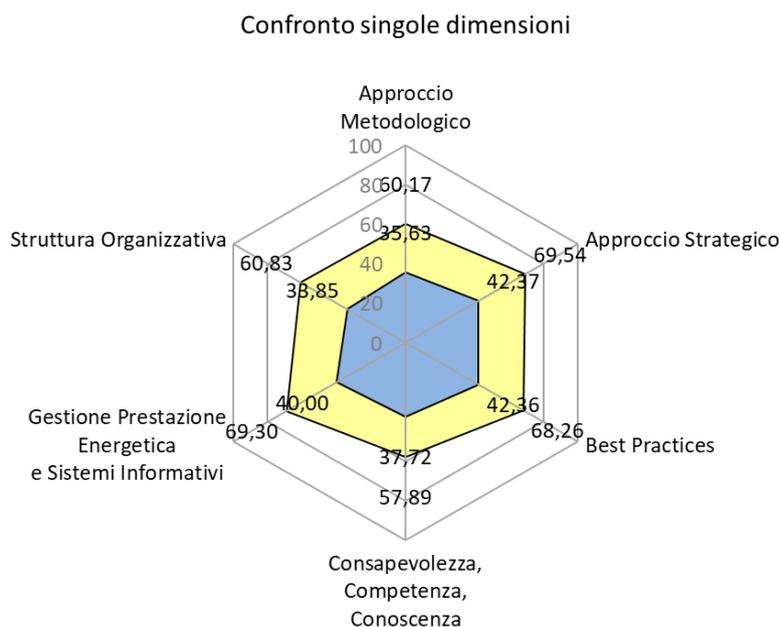


Figura 53. Confronto tra il livello di copertura delle singole dimensioni nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per l'ATECO 21

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione alle variazioni dei gradi di copertura dei livelli e delle dimensioni del campione specifico. I risultati sono riportati in Tabella 3.

Tutti i valori di p-value sono inferiori a 0,05, quindi è possibile concludere che tutte le variazioni siano significative.

Tabella 3. Valori di p-value del test t per le variazioni del grado di copertura dei singoli livelli e delle singole dimensioni per il campione dell'ATECO 21

	<i>p-value</i>
<i>Copertura Liv. 2</i>	1,13E-03
<i>Copertura Liv. 3</i>	1,01E-04
<i>Copertura Liv. 4</i>	6,86E-04
<i>Copertura Liv. 5</i>	2,12E-02
<i>Approccio Metodologico</i>	3,91E-04
<i>Approccio Strategico</i>	2,88E-03
<i>Best Practices</i>	1,35E-05
<i>Consapevolezza, Competenza, Conoscenza</i>	3,84E-03
<i>Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi</i>	5,75E-04
<i>Struttura Organizzativa</i>	2,80E-03

2.4.2.4 ATECO 22 – FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE

Il campione di aziende di questo settore presenta 20 imprese.

Come per il campione globale, anche il campione di aziende di questo settore ha presentato un miglioramento del livello di maturità.

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata, è stato, infatti, svolto un test t in relazione all'indice di maturità riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall'analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che l'indice di maturità del campione sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 54).

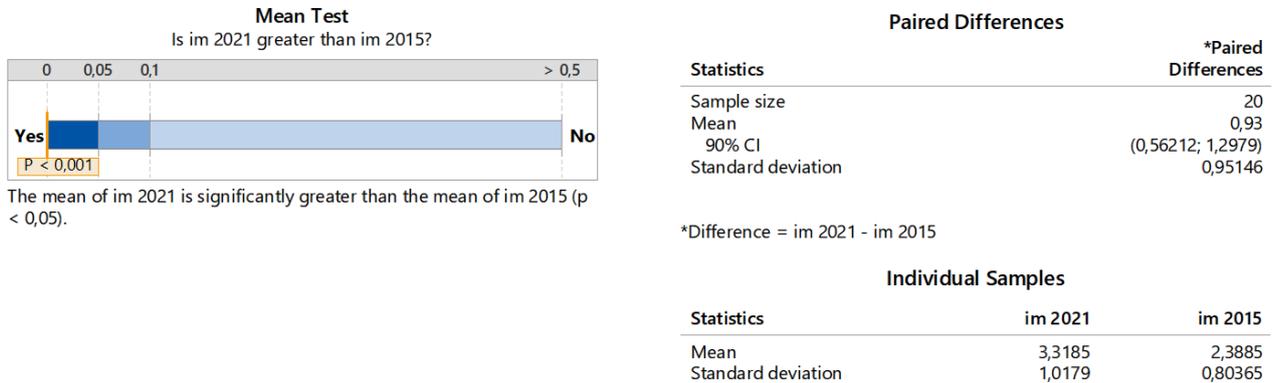


Figura 54. Risultati test t per l'indice di maturità globale dell'ATECO 22 (significatività 0,05)

Figura 55 e Figura 56 presentano il confronto tra la situazione nel 2015 e quella dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per la copertura dei livelli e delle dimensioni di maturità.

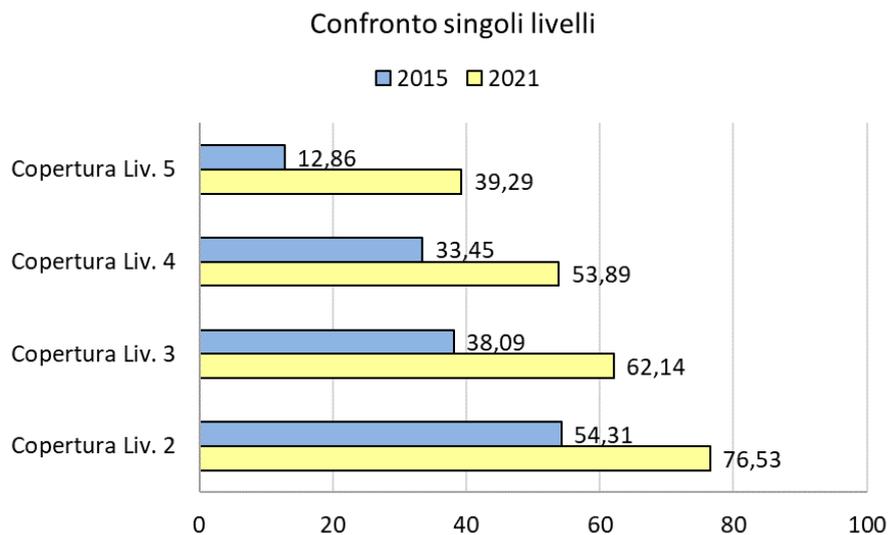


Figura 55. Confronto tra il livello di copertura dei singoli livelli nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per l'ATECO 22

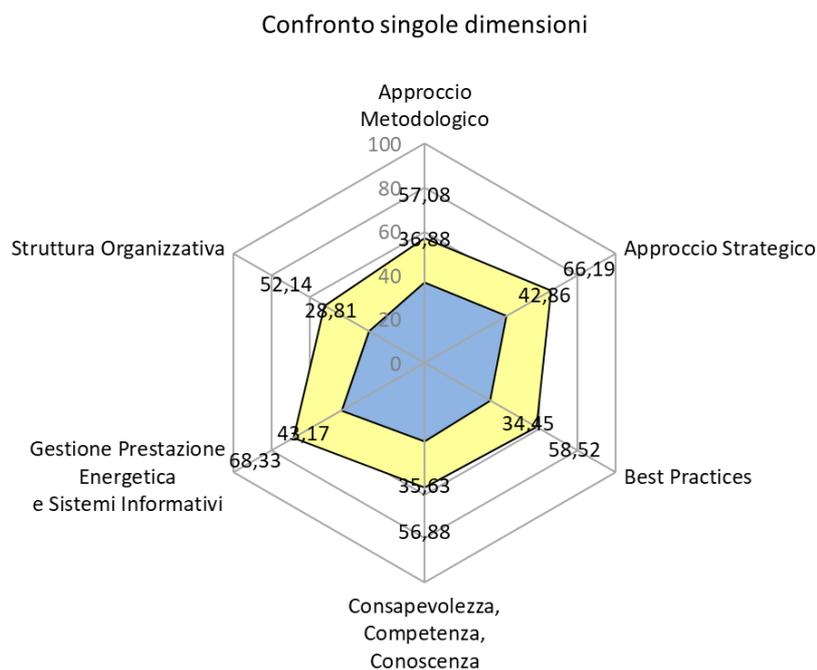


Figura 56. Confronto tra il livello di copertura delle singole dimensioni nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per l'ATECO 22

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione alle variazioni dei gradi di copertura dei livelli e delle dimensioni del campione specifico. I risultati sono riportati in Tabella 4.

Tutti i valori di p-value sono inferiori a 0,05, quindi è possibile concludere che tutte le variazioni siano significative.

Tabella 4. Valori di p-value del test t per le variazioni del grado di copertura dei singoli livelli e delle singole dimensioni per il campione dell'ATECO 22

	<i>p-value</i>
<i>Copertura Liv. 2</i>	1,44E-04
<i>Copertura Liv. 3</i>	8,25E-05
<i>Copertura Liv. 4</i>	6,60E-04
<i>Copertura Liv. 5</i>	9,62E-04
<i>Approccio Metodologico</i>	5,46E-04
<i>Approccio Strategico</i>	2,77E-04
<i>Best Practices</i>	1,20E-04
<i>Consapevolezza, Competenza, Conoscenza</i>	4,18E-04
<i>Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi</i>	5,97E-05
<i>Struttura Organizzativa</i>	2,82E-04

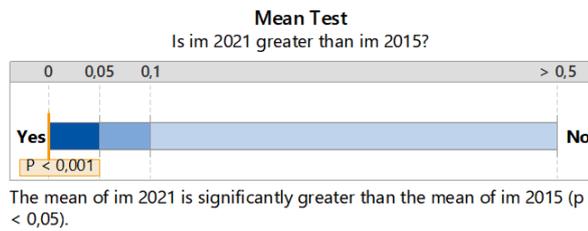
2.4.2.5 ATECO 24 – METALLURGIA

Il campione di aziende di questo settore presenta 18 imprese.

Come per il campione globale, anche il campione di aziende di questo settore ha presentato un miglioramento del livello di maturità.

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata, è stato, infatti, svolto un test t in relazione all'indice di maturità riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall'analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che l'indice di maturità del campione sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 57).



Paired Differences		*Paired Differences
Statistics		
Sample size		18
Mean		0,86667
90% CI		(0,50648; 1,2269)
Standard deviation		0,87843

*Difference = im 2021 - im 2015

Individual Samples		
Statistics	im 2021	im 2015
Mean	3,4539	2,5872
Standard deviation	0,98330	1,0532

Figura 57. Risultati test t per l'indice di maturità globale dell'ATECO 24 (significatività 0,05)

Figura 58 e Figura 59 presentano il confronto tra la situazione nel 2015 e quella dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per la copertura dei livelli e delle dimensioni di maturità.

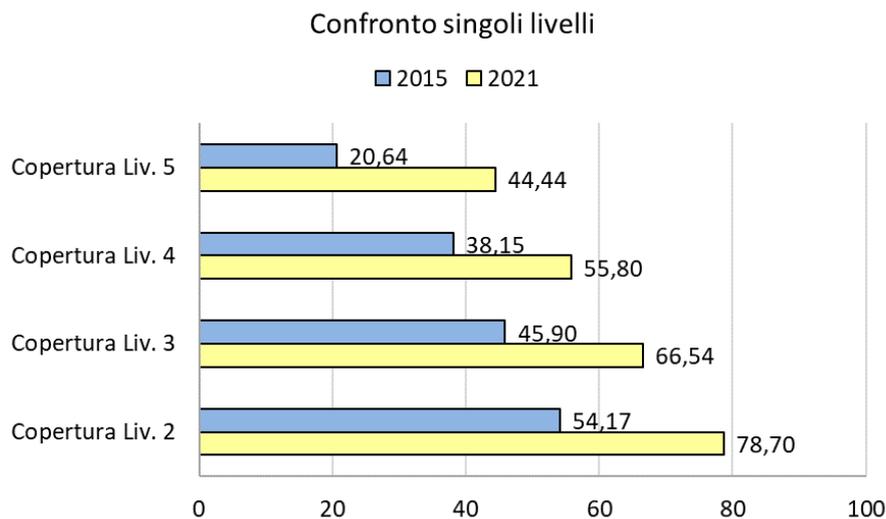


Figura 58. Confronto tra il livello di copertura dei singoli livelli nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per l'ATECO 24

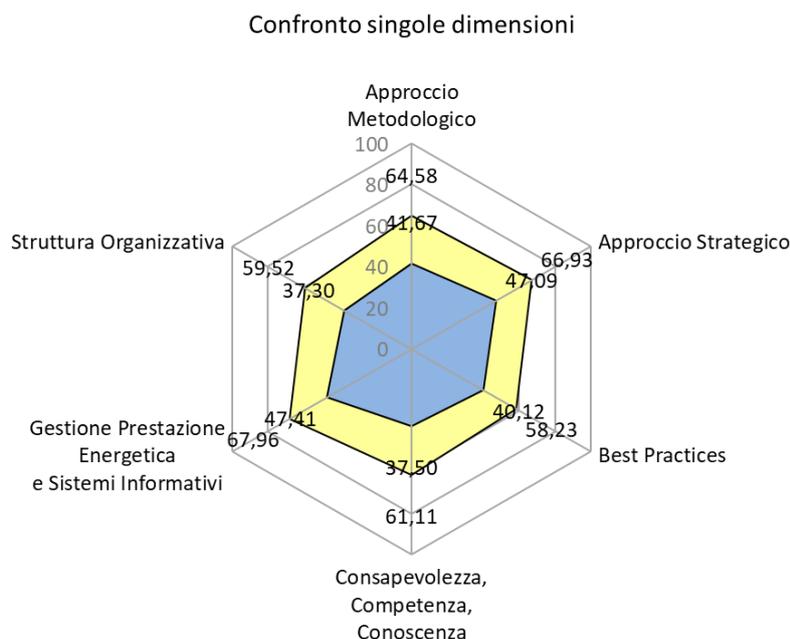


Figura 59. Confronto tra il livello di copertura delle singole dimensioni nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per l'ATECO 24

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione alle variazioni dei gradi di copertura dei livelli e delle dimensioni del campione specifico. I risultati sono riportati in Tabella 5.

Tutti i valori di p-value sono inferiori a 0,05, quindi è possibile concludere che tutte le variazioni siano significative.

Tabella 5. Valori di p-value del test t per le variazioni del grado di copertura dei singoli livelli e delle singole dimensioni per il campione dell'ATECO 24

	<i>p-value</i>
<i>Copertura Liv. 2</i>	8,10E-05
<i>Copertura Liv. 3</i>	5,68E-04
<i>Copertura Liv. 4</i>	1,25E-03
<i>Copertura Liv. 5</i>	5,12E-03
<i>Approccio Metodologico</i>	1,10E-04
<i>Approccio Strategico</i>	6,58E-04
<i>Best Practices</i>	9,83E-04
<i>Consapevolezza, Competenza, Conoscenza</i>	6,47E-04
<i>Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi</i>	8,58E-04
<i>Struttura Organizzativa</i>	4,61E-04

2.4.2.6 ATECO 38 – ATTIVITÀ DI RACCOLTA, TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DEI RIFIUTI; RECUPERO DEI MATERIALI

Il campione di aziende di questo settore presenta 7 imprese.

Come per il campione globale, anche il campione di aziende di questo settore ha presentato un miglioramento del livello di maturità.

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata, è stato, infatti, svolto un test t in relazione all'indice di maturità riscontrato nelle due situazioni osservate.

Il p-value risultante dall'analisi è pari a 0,022, quindi è possibile concludere che l'indice di maturità del campione sia aumentato in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 60).

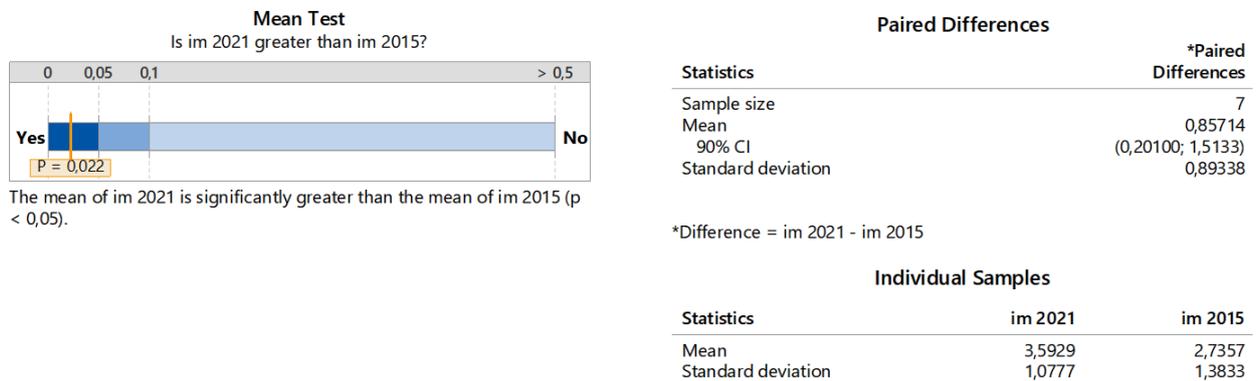


Figura 60. Risultati test t per l'indice di maturità globale dell'ATECO 38 (significatività 0,05)

Figura 61 e Figura 62 presentano il confronto tra la situazione nel 2015 e quella dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per la copertura dei livelli e delle dimensioni di maturità.

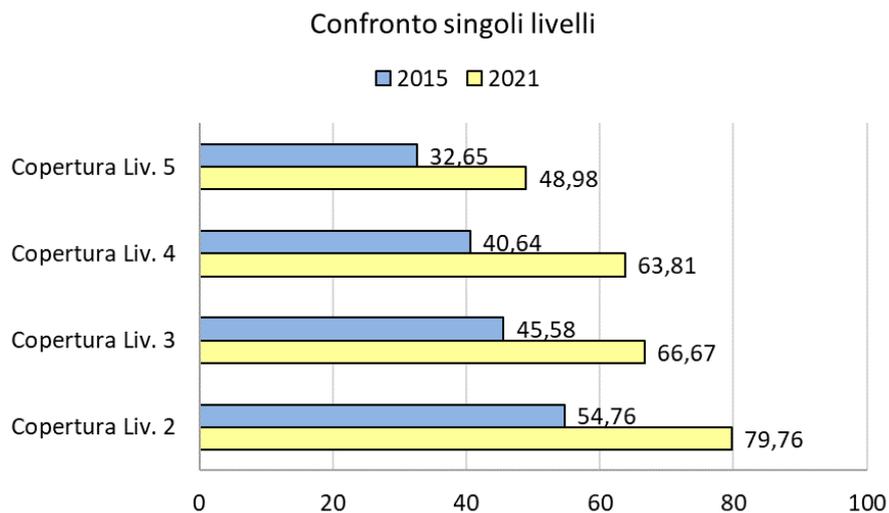


Figura 61. Confronto tra il livello di copertura dei singoli livelli nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per l'ATECO 38

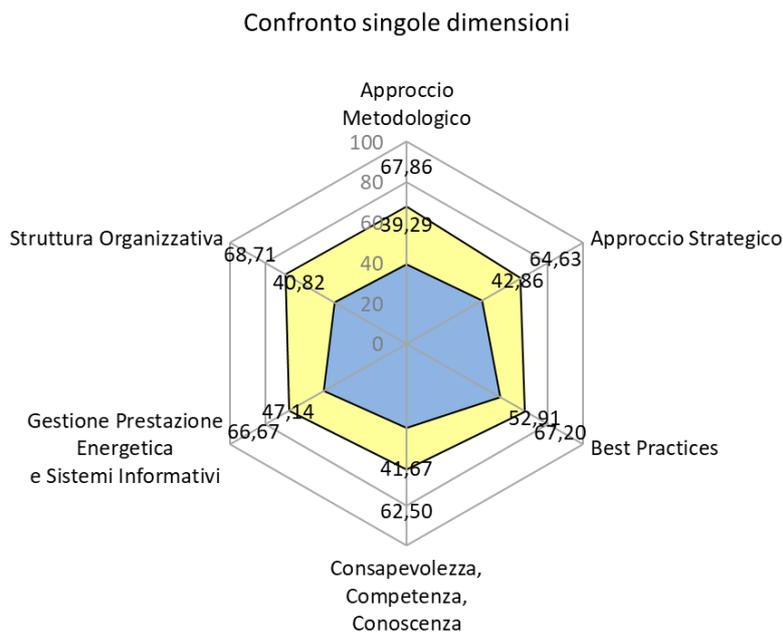


Figura 62. Confronto tra il livello di copertura delle singole dimensioni nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021) per l'ATECO 38

Allo scopo di verificare l'effettiva significatività statistica dell'apparente variazione osservata è stato quindi svolto un test t in relazione alle variazioni dei gradi di copertura dei livelli e delle dimensioni del campione specifico. I risultati sono riportati in Tabella 6.

Tutti i valori di p-value ad eccezione di quello relativo alla variazione del grado di copertura del livello 5, sono inferiori a 0,05, quindi è possibile concludere che tutte le variazioni ad eccezione di questa siano significative. Ciò significa che la variazione della maturità è stata maggiormente consistente nei livelli inferiori, mentre per il livello 5, sicuramente a causa del numero limitato di imprese nel campione, non è possibile affermare con significatività pari al 0,05 che ci sia stata variazione.

Tabella 6. Valori di p-value del test t per le variazioni del grado di copertura dei singoli livelli e delle singole dimensioni per il campione dell'ATECO 20

	<i>p-value</i>
<i>Copertura Liv. 2</i>	2,38E-02
<i>Copertura Liv. 3</i>	1,93E-02
<i>Copertura Liv. 4</i>	3,16E-02
<i>Copertura Liv. 5</i>	5,15E-02
<i>Approccio Metodologico</i>	2,87E-02
<i>Approccio Strategico</i>	2,87E-02
<i>Best Practices</i>	4,07E-02
<i>Consapevolezza, Competenza, Conoscenza</i>	3,63E-02
<i>Gestione Prestazione Energetica e Sistemi Informativi</i>	1,36E-02
<i>Struttura Organizzativa</i>	2,06E-02

2.4.2.7 Confronto tra settori specifici e campione generale

In Figura 63 sono messi a confronto i valori dell'indicatore globale di maturità per i settori specifici analizzati e per il campione generale nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021). Si può così osservare una certa differenza, soprattutto per i settori ATECO 24 (Metallurgia) e ATECO 38 (Rifiuti).

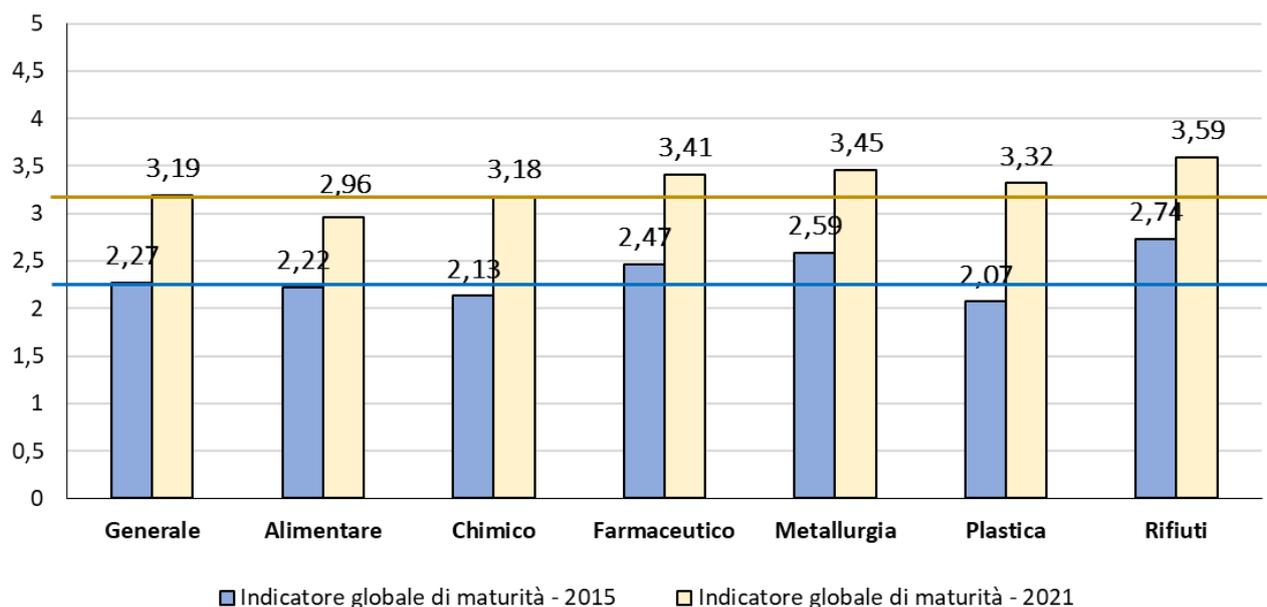


Figura 63. Indicatore globale di maturità per i settori specifici analizzati e per il campione generale nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

Per testare se effettivamente sia presente una significativa differenza tra le medie dei singoli campioni e quelle generali è stato svolto un test t (Tabella 7).

Tabella 7. Valori di p-value dei test t condotti tra i singoli campioni settoriali e campione generale per l'indice di maturità nel 2015 e dopo il secondo ciclo di diagnosi energetiche (2021)

	<i>p-value del confronto per i valori dell'indice di maturità nel 2015</i>	<i>Significativo? (<0,05)</i>	<i>p-value del confronto per i valori dell'indice di maturità nel 2021</i>	<i>Significativo? (<0,05)</i>
ATECO 10	0,836	No	0,319	No
ATECO 20	0,567	No	0,948	No
ATECO 21	0,226	No	0,279	No
ATECO 22	0,534	No	0,586	No
ATECO 25	0,560	No	0,377	No
ATECO 38	0,410	No	0,363	No

I valori di p-value risultanti dall'analisi sono tutti maggiori di 0,05, quindi nonostante le apparenti variazioni osservate non è possibile concludere che le medie registrate per i singoli campioni siano diverse da quelle registrate per il campione generale.

2.5 *Analisi di correlazione tra la variazione dell'indice di maturità ed il valore iniziale del livello di maturità*

A valle delle analisi condotte, in questo paragrafo, è riportato un'ulteriore analisi statistica per determinare se sia presente una correlazione tra lo scostamento (sia assoluto che percentuale) dell'indice di maturità ed il valore iniziale del livello di maturità, allo scopo di comprendere se il livello iniziale di maturità possa influire sul suo sviluppo.

A tale scopo è stata calcolata anche la differenza percentuale tra l'indice globale di maturità a seguito della seconda diagnosi energetica (2021) e l'indice globale di maturità prima della diagnosi del 2015:

$$D_{maturità\%} = \frac{I_{maturità2021-i} - I_{maturità2015-i}}{I_{maturità-i}}$$

L'analisi preliminare viene condotta attraverso il diagramma di correlazione che riporta sul diagramma cartesiano x-y le coppie di valori a disposizione utilizzando sia il valore assoluto (Figura 64) che il valore percentuale (Figura 65) della variazione dell'indice di maturità.

In Figura 64 è riportata anche una retta tratteggiata che rappresenta il massimo scostamento assoluto possibile in base al livello di maturità di partenza. Chiaramente questo valore diminuisce con l'aumentare del livello iniziale dimostrato dalle aziende. Le aziende coprono tutta l'area sottostante la retta, seppur si possa osservare che la quantità di aziende che abbiano ottenuto incrementi oltre 1,5-2 partendo da 1-2 sia inferiore rispetto a quelle con incrementi inferiori a 1,5 per lo stesso range di partenza. Considerazioni simili sono desumibili anche dall'osservazione della Figura 65, che invece riporta la relazione tra il livello di maturità iniziale e la variazione percentuale dell'indicatore globale di maturità.

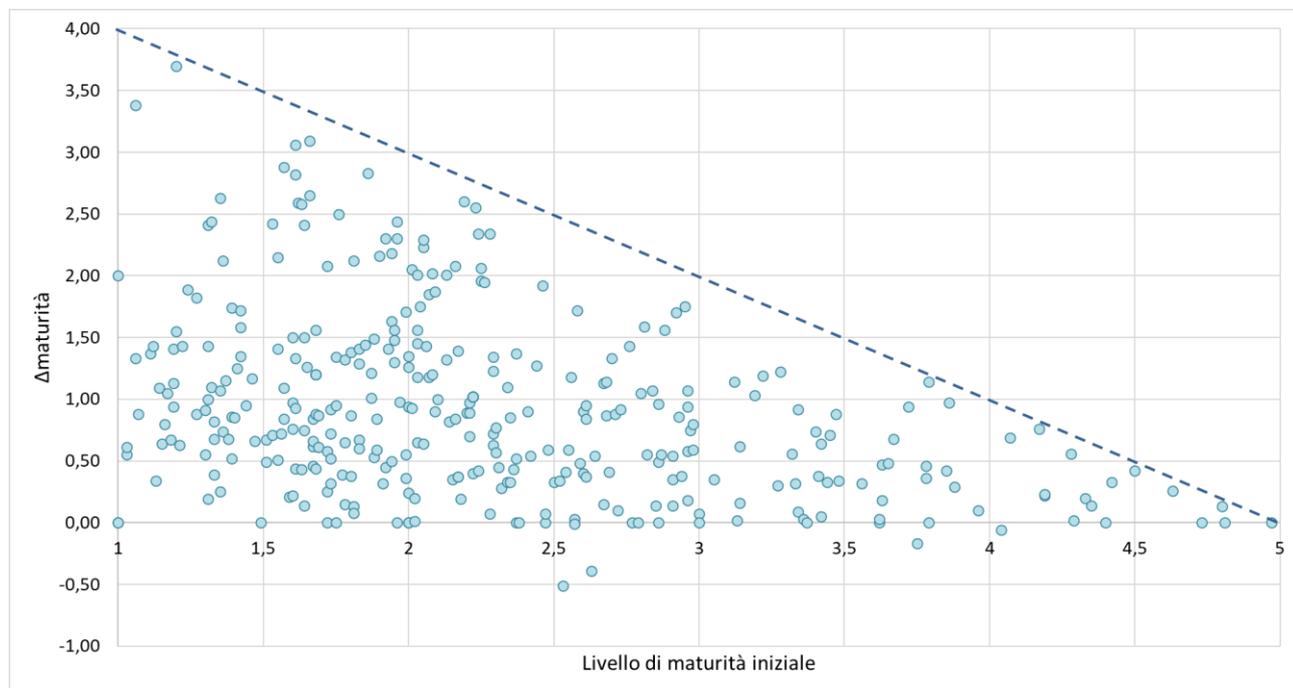


Figura 64. Grafico a dispersione per esaminare la relazione tra il livello di maturità iniziale e la variazione assoluta dell'indicatore globale di maturità

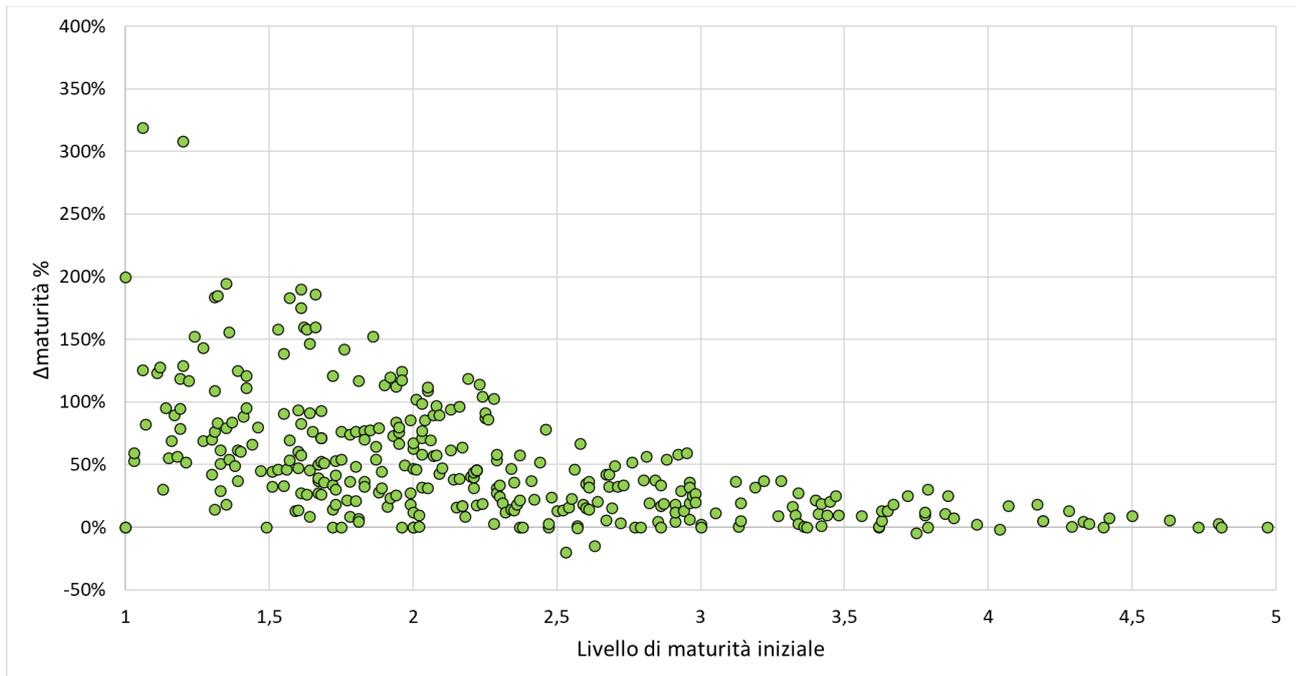


Figura 65. Grafico a dispersione per esaminare la relazione tra il livello di maturità iniziale e la variazione percentuale dell'indicatore globale di maturità

La verifica dell'esistenza della correlazione può essere condotta quantitativamente attraverso la misura dei principali parametri di prestazione (coefficiente di correlazione lineare R o indice di Pearson, R^2 e p-value osservato).

Di conseguenza è stata eseguita anche un'analisi statistica per valutare la presenza di una correlazione tra le variabili utilizzando sia la variazione assoluta (Figura 66) che quella percentuale (Figura 67).

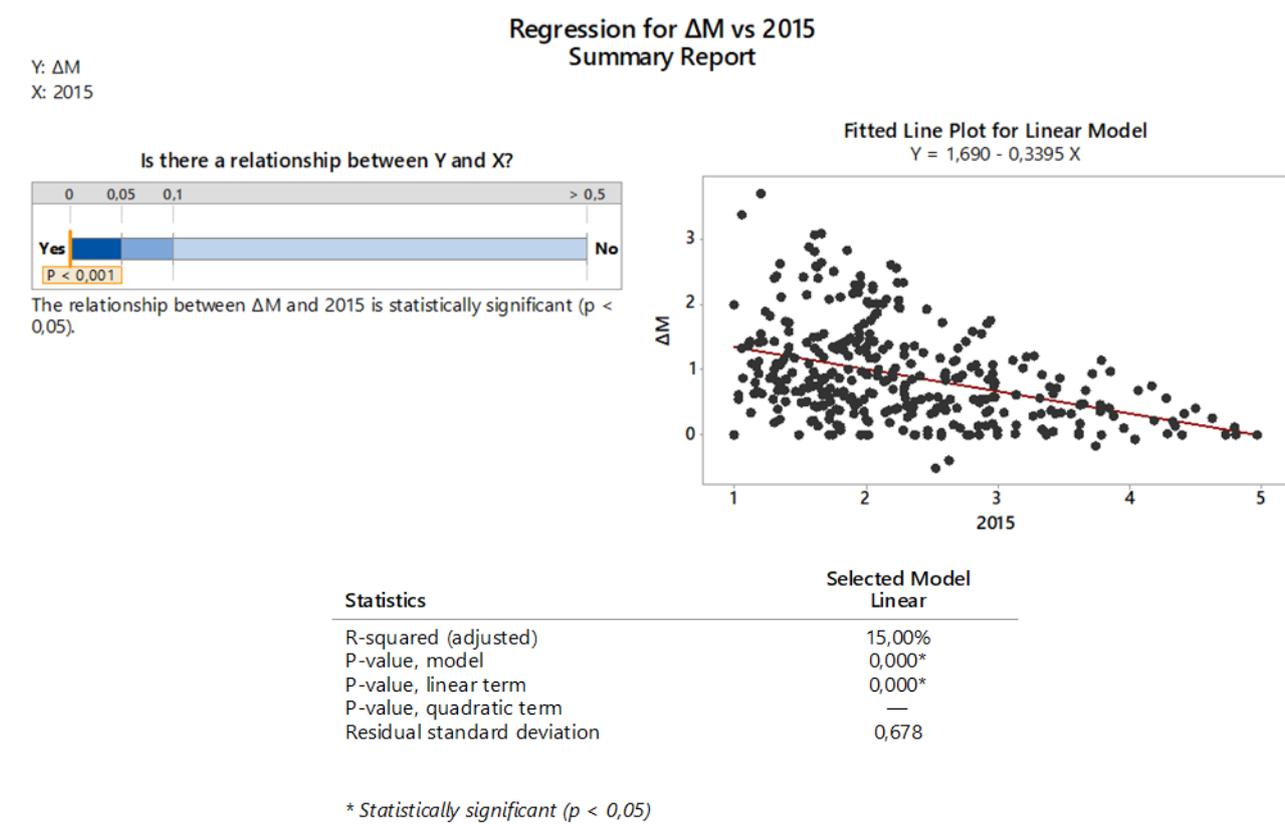
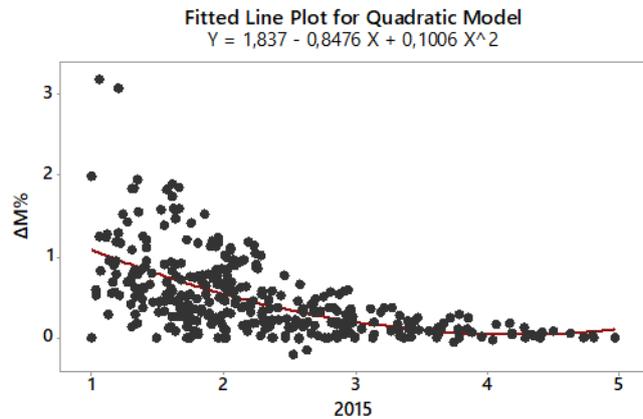
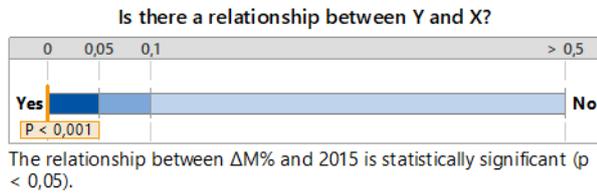


Figura 66. Risultati dell'analisi relativa alla correlazione tra la variazione assoluta dell'indicatore globale di maturità e il livello iniziale dello stesso

Il p-value risultante dall'analisi è inferiore a 0,001, quindi è possibile concludere che esista una correlazione negativa tra la variazione assoluta dell'indicatore globale di maturità e il livello iniziale dello stesso, con un livello di significatività del 0,05. Questo risultato indica che la maturità nella gestione dell'energia è risultata mediamente maggiormente incrementata nel corso degli anni per le aziende inizialmente più arretrate in tale ambito, che quindi hanno saputo cogliere l'occasione data anche dalle diagnosi energetiche per migliorare questo aspetto.

Regression for $\Delta M\%$ vs 2015 Summary Report

Y: $\Delta M\%$
X: 2015



Statistics	Selected Model Quadratic	Alternative Model Linear
R-squared (adjusted)	32,60%	29,42%
P-value, model	0,000*	0,000*
P-value, linear term	0,000*	0,000*
P-value, quadratic term	0,000*	—
Residual standard deviation	0,399	0,408

* Statistically significant ($p < 0,05$)

Figura 67. Risultati dell'analisi relativa alla correlazione tra la variazione percentuale dell'indicatore globale di maturità e il livello iniziale dello stesso

Ripetendo l'analisi utilizzando il valore percentuale della variazione invece che quello assoluto si possono definire due tipologie di modelli, uno lineare e uno quadratico. Il secondo ha prestazioni in termini di accuratezza migliori come si poteva dedurre già dall'osservazione della Figura 65.

Il p-value risultante dall'analisi sia per il modello quadratico che per il modello lineare è inferiore a 0,001. È quindi possibile concludere che esista una correlazione negativa tra la variazione percentuale dell'indicatore globale di maturità e il livello iniziale dello stesso, con un livello di significatività del 0,05. Questo risultato rafforza la precedente considerazione che la maturità nella gestione dell'energia sia risultata maggiormente incrementata nel corso degli anni per le aziende inizialmente più arretrate in tale ambito. Considerando, le pratiche corrispondenti all'utilizzo sistematico della diagnosi energetica coincidono generalmente con le pratiche corrispondenti al livello di maturità 3 del modello, è interessante notare come anche aziende partite da livelli non elementari abbiano avuto miglioramenti, consolidando quindi le buone pratiche connesse all'utilizzo di uno strumento come la diagnosi energetica (e.g. misurazione consumi, identificazione indicatori di prestazione energetica, valutazione interventi di efficientamento).

2.6 Attività di supporto alla validazione dello strumento proposto

Al fine di diffondere e di validare lo strumento proposto, il questionario è stato condiviso e presentato alle aziende in diversi incontri avuti con le associazioni di categoria Utilitalia, Assofond e Farindustria.

Di seguito sono riportati gli incontri avuti con le diverse associazioni di categoria:

- **Utilitalia** – 4 incontri via teleconferenza (13/05/2021, 12/07/2021, 20/09/2021, 5/11/2021) e 1 incontro dal vivo con sopralluogo ad un impianto (25/11/2021)
- **Assofond** – 6 incontri via teleconferenza (02/02/2021, 21/05/2021, 08/07/2021, 14/09/2021, 25/10/2021, 30/11/2021)
- **Farindustria** – 3 incontri via teleconferenza (14/05/2021, 17/09/2021, 13/12/2021)

A valle di questi incontri il riscontro ottenuto è stato positivo. Le aziende che hanno svolto il questionario, infatti, non hanno indicato difficoltà nell'interpretazione delle domande né nella generale comprensione dello strumento, hanno dimostrato interesse per le potenzialità di questo tipo di analisi e si sono riconosciute nei risultati forniti dal report automatico.

L'attendibilità del questionario è stata anche verificata tramite un'analisi condotta con alcune aziende. Lasciando prima che l'azienda rispondesse in autonomia alle domande e poi instaurando un colloquio con la stessa è stato possibile verificare l'adeguatezza del risultato ottenuto ed è stato possibile verificare la capacità dello strumento di cogliere le variazioni subite dalle aziende negli anni e di identificarne la causa, aspetto molto apprezzato perché non riscontrabile in altri modi per loro fino a quel momento.

Anche l'identificazione degli ambiti più deboli nella gestione dell'energia nell'azienda è stata valutata come un fattore di interesse.

Sono stati anche rilevati alcuni spunti di miglioramento per lo strumento:

- Nel caso di aziende che si occupano di produzione di energia, la domanda relativa alla valutazione di interventi di efficientamento come l'autoproduzione risulta poco adatta e qualora l'azienda sia obbligata all'utilizzo di un combustibile specifico (e.g. trattamento dei rifiuti) le valutazioni relative all'economicità dei vettori energetici sono obbligatoriamente limitate.
- Si potrebbe valutare la suddivisione in "step" durante l'erogazione del questionario, in modo da permettere ad aziende con interesse inferiore per l'argomento di ottenere comunque una prima risultanza dell'analisi sul proprio livello di maturità per favorire sempre più la sensibilizzazione sul tema dell'efficienza energetica.

2.7 Conclusioni del capitolo

In questo capitolo sono stati riportati i risultati della validazione finale e dell'applicazione del modello di maturità definito nel primo anno ad un campione significativo di aziende. I risultati ottenuti dal modello sono stati approfonditi al fine di comprendere e verificare le cause dei differenti gradi di miglioramento raggiunti negli anni. Inoltre, dal gruppo di ricerca non sono state ricevute richieste di chiarimenti sull'utilizzo del questionario a dimostrazione della chiarezza interpretativa di domande e risposte. Il modello può ritenersi quindi definitivamente validato.

I risultati dell'analisi condotta su un campione di aziende significativo (343 imprese) hanno confermato le capacità del modello di discriminare realtà differenti in termini di maturità e di individuare gli ambiti nel quale il miglioramento è avvenuto.

Dall'analisi dei risultati è emerso che mediamente le aziende che hanno ottemperato all'obbligo di diagnosi hanno aumentato la loro maturità nella gestione dell'energia.

L'analisi è stata approfondita andando a valutare il grado di copertura dei singoli livelli e delle singole dimensioni di maturità.

Le variazioni osservate sono state anche verificate statisticamente attraverso l'utilizzo del test statistico t per dati appaiati. Per tutte le variazioni osservate (indicatore globale, gradi di copertura dei livelli e copertura delle dimensioni) ne è stata dimostrata la significatività.

Osservando le variazioni avvenute e facendo riferimento al significato dei singoli livelli di maturità è possibile concludere che a livello medio le aziende italiane hanno mostrato un consolidamento dei livelli "Occasionale" e "Progettuale", mostrando quindi che in generale le organizzazioni soggette all'obbligo italiane hanno sviluppato una forte sensibilità alla questione dei consumi energetici, l'approccio alla riduzione dei consumi "occasionalmente" ha lasciato spazio ad un approccio sistemico, cominciando a sviluppare una propria strategia di riduzione dei consumi e dei costi energetici individuando specifici obiettivi e utilizzando lo strumento della diagnosi energetica per definirli.

A partire, invece, dal Livello 4, "Gestionale", si nota grande variabilità nel grado di copertura presentato dalle aziende al momento. Questo significa che mentre la percentuale di aziende orientate, in maniera più o meno consapevole, verso lo sviluppo di un vero e proprio Sistema di Gestione dell'Energia nel 2015 era prevalentemente più bassa, la situazione attuale mostra che in generale si sta instaurando un interesse abbastanza comune, sviluppato però a livelli ovviamente diversi.

Osservando le variazioni avvenute relativamente alle diverse dimensioni si può notare come le due dimensioni maggiormente sviluppate al momento attuale risultano essere "Approccio strategico" e "Gestione delle prestazioni energetiche e Sistema Informativo". Il miglioramento della dimensione "Approccio strategico" evidenzia la crescita a livello medio del sostegno da parte dell'alta direzione nello sviluppo di azioni riguardanti l'efficientamento energetico, il che potrebbe essere il risultato del fatto che l'obbligo di diagnosi ha portato all'attenzione della direzione la questione energetica. Il miglioramento della dimensione "Gestione delle prestazioni energetiche e Sistema Informativo" evidenzia invece il miglioramento generale del sistema per la raccolta, l'analisi ed il reporting di tutti i dati relativi alle prestazioni energetiche dell'organizzazione. Questo risultato potrebbe essere facilmente spiegato dalla necessità di raccogliere dati affidabili per effettuare le diagnosi, ed in particolare dallo stimolo allo sviluppo del sistema fornito dalle linee guida formulate da ENEA in vista del secondo ciclo di diagnosi energetiche e dalle soglie percentuali di copertura dei piani di misurazione e/o monitoraggio in esse indicate.

In generale, anche le altre dimensioni hanno comunque mostrato miglioramenti significativi a dimostrazione un miglioramento complessivo delle pratiche con le quali gestiscono l'energia le aziende che hanno ottemperato all'obbligo di diagnosi. L'analisi delle differenze nelle risposte alle singole domande ha permesso di comprendere a fondo le modifiche avvenute nelle modalità con le quali le aziende che hanno ottemperato all'obbligo gestiscono l'energia. Il miglioramento registrato è diffuso su tutte le domande del modello. Alcune pratiche, generalmente quelle più strettamente legate alle buone pratiche introdotte dalla conduzione degli audit, registrano dei miglioramenti più significativi. Alcuni miglioramenti sono assolutamente fondamentali,

come la maggiore importanza attribuita dalla direzione al tema energetico, l'aumento della diffusione della figura dell'energy manager, la condivisione delle diverse funzioni aziendali nel miglioramento della prestazione energetica ed i significativi passi in avanti nel monitoraggio e controllo della prestazione energetica. Diversi sono gli ambiti nei quali si registrano ampi margini in miglioramento, generalmente quelli meno collegati alle pratiche degli audit, come lo sviluppo della formazione su temi energetici e l'introduzione di buone pratiche dal punto di vista energetico per l'utilizzo e la manutenzione degli impianti e la loro modifica.

Inoltre, sono stati anche analizzati i risultati di alcuni settori economici specifici, replicando quindi le analisi condotte sul campione globale su singoli campioni appartenenti a specifici settori:

- ATECO 10 – INDUSTRIE ALIMENTARI
- ATECO 20 – FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI
- ATECO 21 – FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI DI BASE E DI PREPARATI FARMACEUTICI
- ATECO 22 – FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE
- ATECO 24 – METALLURGIA
- ATECO 38 – ATTIVITÀ DI RACCOLTA, TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DEI RIFIUTI; RECUPERO DEI MATERIALI

Anche in questo caso le variazioni osservate sono state anche verificate statisticamente attraverso l'utilizzo del test statistico t per dati appaiati e ne è stata dimostrata la significatività.

In ultimo, è stata analizzata la possibile esistenza di correlazione sia tra lo scostamento assoluto dell'indice di maturità ed il valore iniziale del livello di maturità che tra quest'ultimo e lo scostamento percentuale dell'indice di maturità, allo scopo di comprendere se il livello iniziale di maturità possa influire sul suo sviluppo. Si è osservata una relazione statisticamente significativa con entrambe le variabili (sia scostamento assoluto che percentuale), con i miglioramenti più grandi ottenuti da aziende che partivano da un livello di maturità all'insorgere dell'obbligo più elementare. Questa rilevazione è ragionevole se si va a considerare che queste aziende, trovandosi in situazioni più elementari in termini di maturità abbiano potuto facilmente cogliere l'opportunità fornita dalla diagnosi energetica per evolvere nella strada del risparmio energetico.

Al fine di validare lo strumento proposto, il questionario è stato condiviso e presentato alle aziende in diversi incontri avuti con le associazioni di categoria Utilitalia, Assofond e Farmindustria.

3 Analisi dell'evoluzione delle prestazioni energetiche di un campione significativo di aziende

3.1 Introduzione

La seconda parte della linea di attività ha avuto l'obiettivo di effettuare la valutazione dello sviluppo nel tempo della prestazione energetica delle aziende soggette all'obbligo di diagnosi.

L'obiettivo finale del progetto di ricerca è quello di valutare il trend delle prestazioni energetiche dei siti sottoposti a diagnosi tra le diagnosi del 2015 e quelle del 2019.

Di seguito si riporta in **Figura 68** la schematizzazione della struttura energetica aziendale fornita da ENEA.

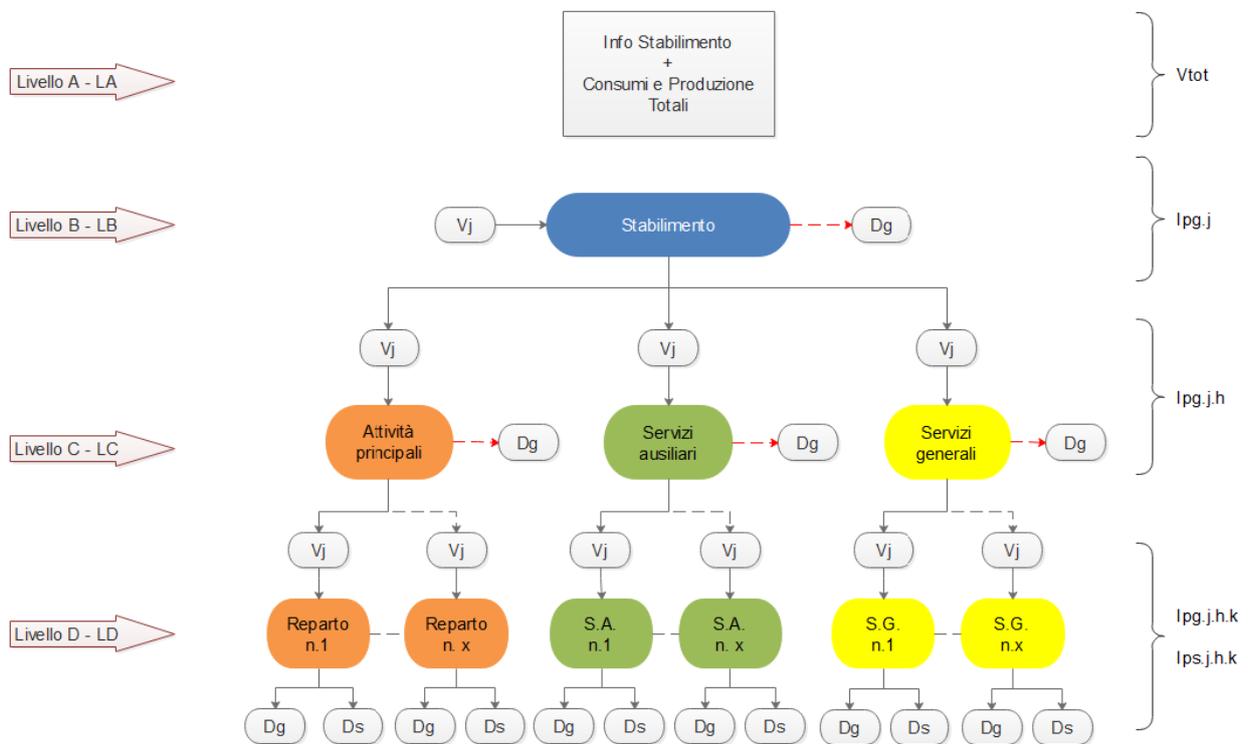


Figura 68. Schematizzazione della struttura energetica aziendale

Nel primo anno di progetto è stata definita la metodologia per effettuare il confronto.

L'analisi dello scostamento percentuale degli indici di prestazione energetica (IPE) di livello A è stata condotta per tutti i siti appartenenti al campione ridotto per i quali è stato realizzato lo studio della maturità nella gestione energetica in modo da consentire un'analisi di correlazione tra evoluzione della maturità e l'evoluzione della prestazione energetica.

Per ognuno dei siti del campione, per i quali è disponibile sia la diagnosi del 2015 sia la diagnosi del 2019, si è calcolato lo scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello A e degli indici di prestazione energetica di livello B attraverso la seguente relazione:

$$D_{i\%} = \frac{I_{pg2019-i} - I_{pg2015-i}}{I_{pg2015-i}}$$

dove i contraddistingue il generico sito.

A questo punto per i valori ottenuti a livello A e livello B sono state condotte le seguenti analisi:

- Calcolo del valore medio dello scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica del settore e di un indice di variabilità dello scostamento (ad es. deviazione standard);
- Analisi in frequenza dei valori di scostamento registrati (ad es. attraverso istogramma), al fine di individuare comportamenti anomali. In caso di anomalie potrà essere condotta un'analisi più approfondita finalizzata all'individuazione delle cause (ad es. significative modifiche strutturali intercorse nel periodo di riferimento, brusca differenza del parametro, errori di inserimento dati o misura) e alla eventuale eliminazione di dati non significativi (outlier);

La metodologia introdotta prevede anche l'utilizzo di alcuni strumenti statistici.

Il Test statistico per il confronto della media di due campioni è un metodo che può essere utilizzato per la verifica della presenza di uno scostamento significativo tra gli indici di prestazione energetica sia di livello A che di livello B.

Per ogni sito, avendo ottenuto due valori di prestazione energetica non indipendenti, si procede effettuando un test statistico per dati appaiati come descritto nel seguito.

Si vuole valutare se la media dei valori registrati nel 2019 sia uguale o meno alla media dei valori registrati nel 2015.

Prima di tutto andrà calcolata la differenza per ognuna delle coppie di osservazioni appaiate.

A questo punto si stabilisce di valutare prima di tutto l'ipotesi "l'indice di prestazione energetica dal 2015 al 2019 è rimasto invariato". L'ipotesi da testare è la seguente:

$$H_0: \mu_{2019} - \mu_{2015} = \delta = 0 \text{ (medie uguali)}$$

$$H_1: \mu_{2019} - \mu_{2015} = \delta \neq 0 \text{ (medie diverse)}$$

Con μ_{2015} e μ_{2019} rispettivamente i valori medi della variabile analizzata per il primo ed il secondo campione.

$$t_{calc} = \frac{\bar{D} - 0}{s_{\bar{D}}} = \frac{\bar{D}}{s_D / \sqrt{n}}$$

dove:

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n - 1}} : \text{deviazione standard delle differenze}$$

n: numero di differenze (ossia il numero di coppie di osservazioni/siti)

Nel caso in cui si rifiuti l'ipotesi $H_0 = 0$ e quindi si possa affermare con un livello di confidenza del 5% che la prestazione energetica sia cambiata si può provvedere a verificare l'ipotesi che la prestazione sia migliorata e quindi che l'indice sia diminuito.

Le ipotesi da testare statisticamente, siano μ_{2015} e μ_{2019} rispettivamente la media del primo e del secondo campione, possono quindi essere formulate come nel seguito:

$$H_0: \mu_{2019} - \mu_{2015} = \delta \geq 0 \text{ (indicatori non migliorati)}$$

$$H_1: \mu_{2019} - \mu_{2015} = \delta < 0 \text{ (indicatori migliorati)}$$

Nel caso in cui il test dia come esito il rifiuto dell'ipotesi nulla sarà possibile concludere che dal 2015 al 2019 le prestazioni energetiche dei siti sottoposti a diagnosi siano migliorate con un livello di significatività del 5% (o del 10% in caso di p-value corrispondente a 0,1).

Per condurre le analisi si è utilizzato il foglio di calcolo impostato nella prima annualità e l'analisi è stata poi ripetuta attraverso l'utilizzo del software statistico Minitab al fine di validare nuovamente lo strumento di analisi definito.

3.2 Analisi di un campione significativo di aziende sottoposte all'obbligo legislativo

3.2.1 Descrizione del campione

Allo scopo di condurre l'analisi statistica della variazione degli indici di prestazione energetica è stato estratto un campione di siti dal ciclo di diagnosi del 2015 ed effettuato un confronto con un campione, relativo alla diagnosi del 2019, formato dagli stessi siti, dal nuovo portale Audit 102.

In tal modo, per ogni sito si sono ottenuti due valori di prestazione energetica.

Si fa notare, quindi, che non è stato possibile reperire le informazioni relative ad alcune diagnosi energetiche sottomesse nel 2015 tramite il precedente portale.

Affinché potesse essere eseguita un'analisi tra due valori di prestazione energetica per il singolo sito sono stati analizzati i soli siti che hanno utilizzato la stessa unità di misura per entrambi gli indici di prestazione.

Il campione così definito è formato da 1080 siti.

Viene svolta una prima analisi del campione in Figura 69, andando ad osservare la variazione percentuale della destinazione d'uso (molto spesso rappresentato da valori di produzione), corrispondente al denominatore degli indici di prestazione energetica.

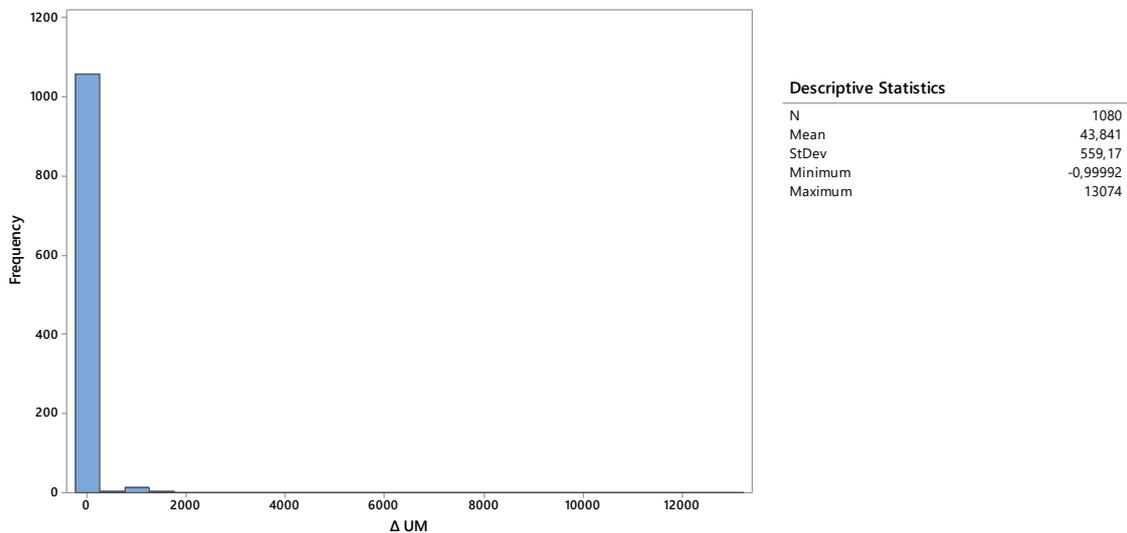


Figura 69. Distribuzione dello scostamento percentuale del denominatore degli indici di prestazione energetica nel campione preliminare (1080 siti)

Osservando la presenza di valori fisicamente irrealistici, il campione viene ridotto andando ad eliminare i siti che presentano scostamento percentuale del denominatore degli indici di prestazione energetica maggiore di 400% e minore del -400%.

Si arriva così a identificare un campione di 1036 siti.

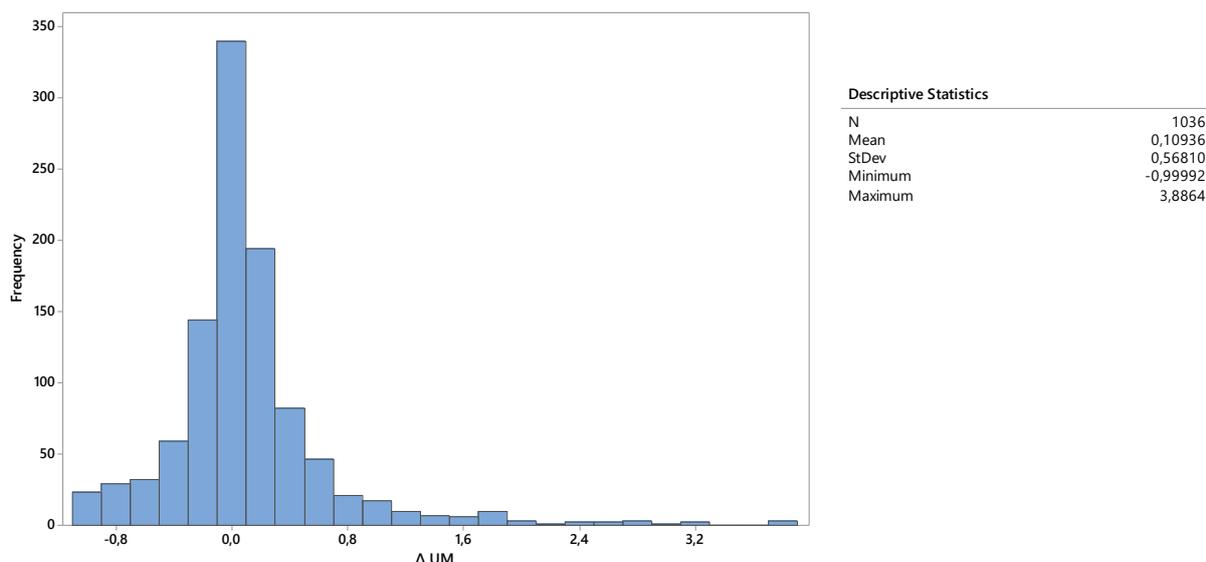


Figura 70. Distribuzione dello scostamento percentuale del denominatore degli indici di prestazione energetica nel campione ridotto (1036 siti)

Di seguito si analizzeranno i seguenti scostamenti:

- Scostamento degli indici di livello A
- Scostamento degli indici di livello B – Energia elettrica
- Scostamento degli indici di livello B – Gas Naturale

3.2.2 Analisi indici di livello A

Prima di valutare l'evoluzione dell'indice di livello A è necessario introdurre una considerazione riguardante la sua formulazione. La maggior parte dei siti analizzati hanno consumi preponderanti solo di energia elettrica e gas naturale, mentre una minoranza dei siti trattati hanno utilizzi non trascurabili anche di altri vettori energetici. Per il calcolo del consumo totale si sono quindi sommati i valori in tep dei seguenti vettori energetici:

- energia elettrica
- gas naturale
- coke
- GPL
- gasolio

Dal campione preliminare di 1080 siti è stato eliminato 1 per valore di consumo nullo per il 2015 che rendono quindi impossibile calcolare il valore dello scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello A.

In Figura 71 è rappresentata la distribuzione dello scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello A. Da questa prima analisi è stata osservata la presenza di valori anomali di molto maggiori rispetto al resto del campione.

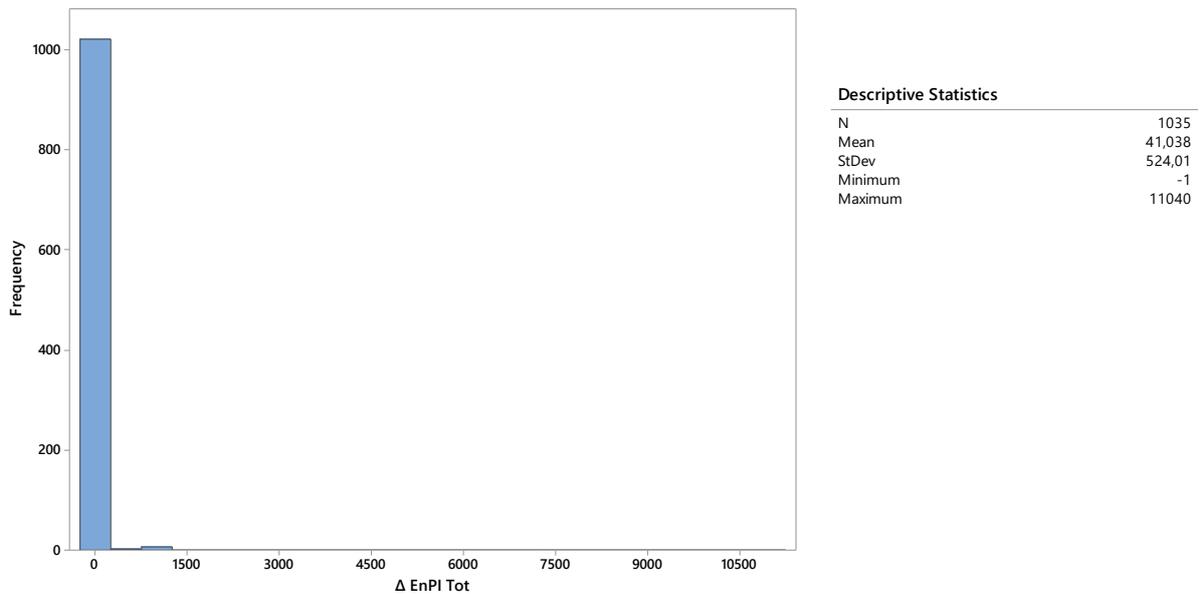


Figura 71. Distribuzione dello scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello A nel campione iniziale (1035 siti)

Sono stati quindi eliminati valori ritenuti anomali andando a eliminare i siti con scostamento percentuale maggiore di 400% e i siti con consumo totale nullo per il 2019 (Figura 72).

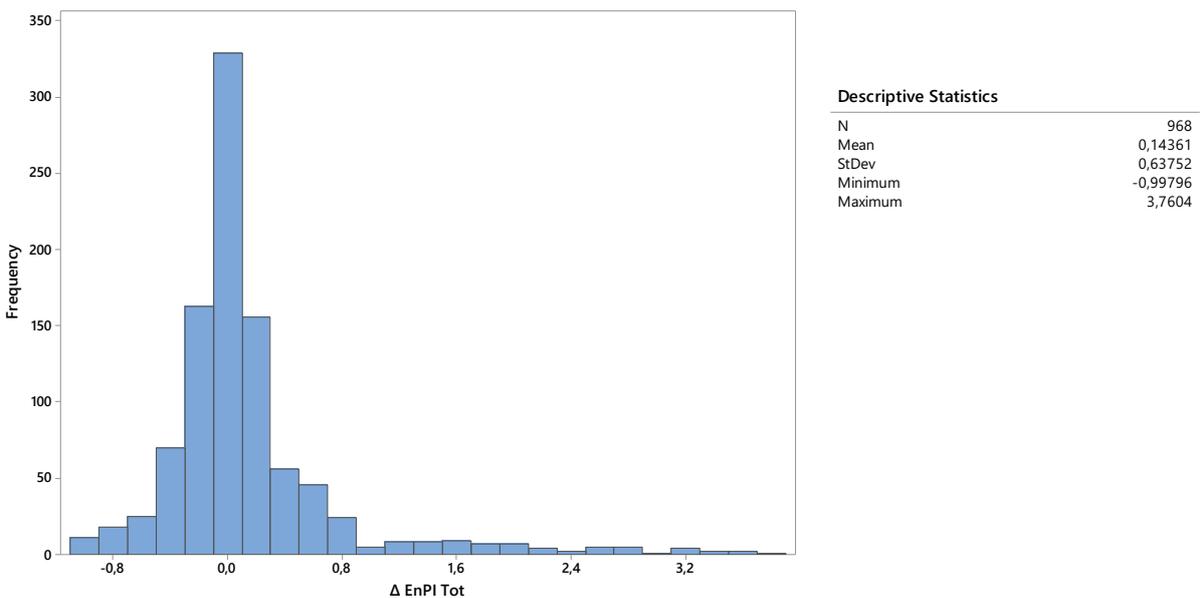
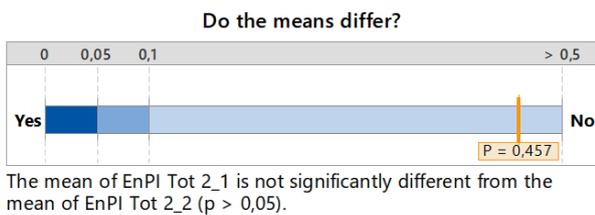


Figura 72. Distribuzione dello scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello A nel campione ripulito (968 siti)

Si procede quindi ad eseguire il test t per dati appaiati per valutare se il campione 2015 presenta una media del dell'indice di prestazione energetica di livello A differente rispetto a quella del campione 2019.

Il p-value risultante dall'analisi è pari a 0,457, quindi non è possibile concludere che la media delle differenze accoppiate sia variata in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 73).



Paired Differences		*Paired Differences
Statistics		
Sample size		968
Mean		0,16543
95% CI		(-0,27123; 0,60208)
Standard deviation		6,9228

*Difference = EnPI Tot 2_1 - EnPI Tot 2_2

Individual Samples		
Statistics	EnPI Tot 2_1	EnPI Tot 2_2
Mean	0,88763	0,72221
Standard deviation	10,507	5,9559

Figura 73. Risultati test t per indicatore di livello A (significatività 0,05)

Questo risultato può essere spiegato anche considerando la caratteristica stessa degli indici di prestazione energetica così come definiti dalle diagnosi. Gli indici di prestazione energetica, infatti, sono definiti come rapporto tra il consumo di energia totale e la destinazione d’uso del sito analizzato e quindi risentono della variazione della quantità della destinazione d’uso (ad esempio una diminuzione dei volumi produttivi rischia di far apparire la prestazione energetica del sito come peggiorata a causa della presenza di consistenti consumi fissi) e della ripartizione dei vettori utilizzati. Allo stesso modo, variazioni delle stesse caratteristiche dei volumi produttivi o delle modalità di produzione possono impattare sugli indici di prestazione indipendentemente dall’effettivo efficientamento del sito.

3.2.3 Analisi indici di livello B – Energia elettrica

Dal campione preliminare di 1080 siti ne sono stati eliminati 5 per valori di consumo nullo per il 2015 che rendono quindi impossibile calcolare il valore dello scostamento percentuale dell’indice di prestazione energetica di livello B - Energia elettrica.

In Figura 74 è rappresentata la distribuzione dello scostamento percentuale dell’indice di prestazione energetica di livello B - Energia elettrica. Da questa prima analisi è stata osservata la presenza di valori anomali di molto maggiori rispetto al resto del campione.

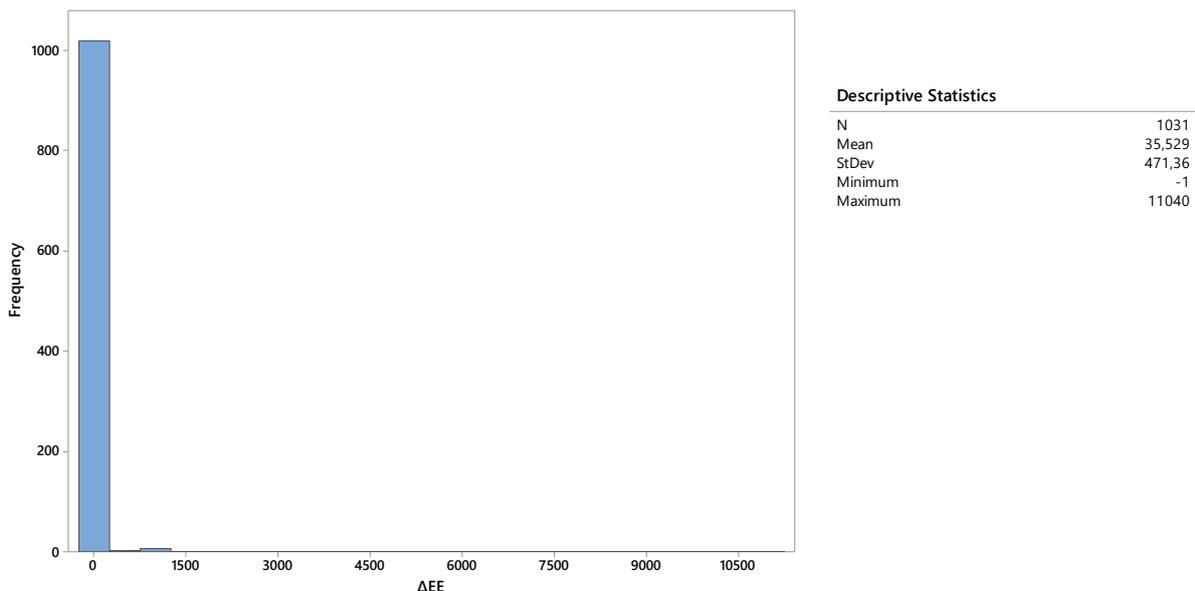


Figura 74. Distribuzione dello scostamento percentuale dell’indice di prestazione energetica di livello B - Energia elettrica nel campione iniziale (1031 siti)

Sono stati quindi eliminati valori ritenuti anomali andando a eliminare i siti con scostamento percentuale maggiore di 400% (Figura 75).

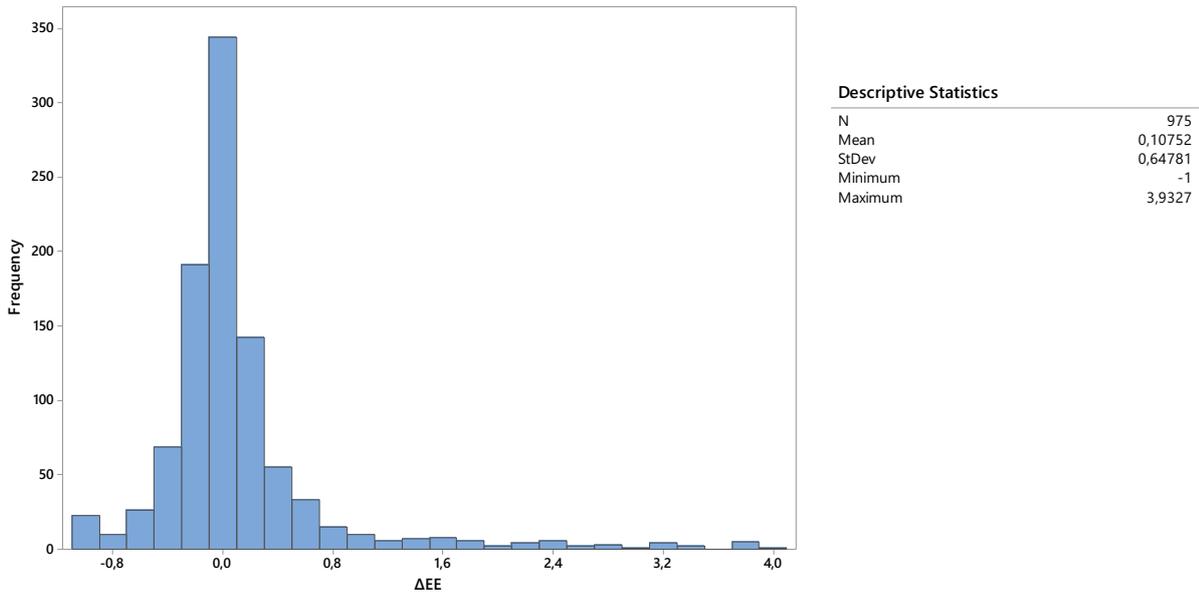
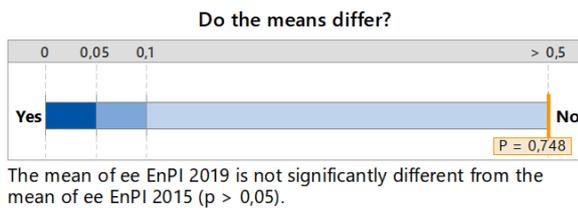


Figura 75. Distribuzione dello scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello B - Energia elettrica nel campione ripulito (975 siti)

Si procede quindi ad eseguire il test t per dati appaiati per valutare se il campione 2015 presenta una media del dell'indice di prestazione energetica di livello B - Energia elettrica differente rispetto a quella del campione 2019.

Il p-value risultante dall'analisi è pari a 0,748, quindi non è possibile concludere che la media delle differenze accoppiate sia variata in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 76).

**Paired t Test for the Mean of ee EnPI 2019 and ee EnPI 2015
Summary Report**



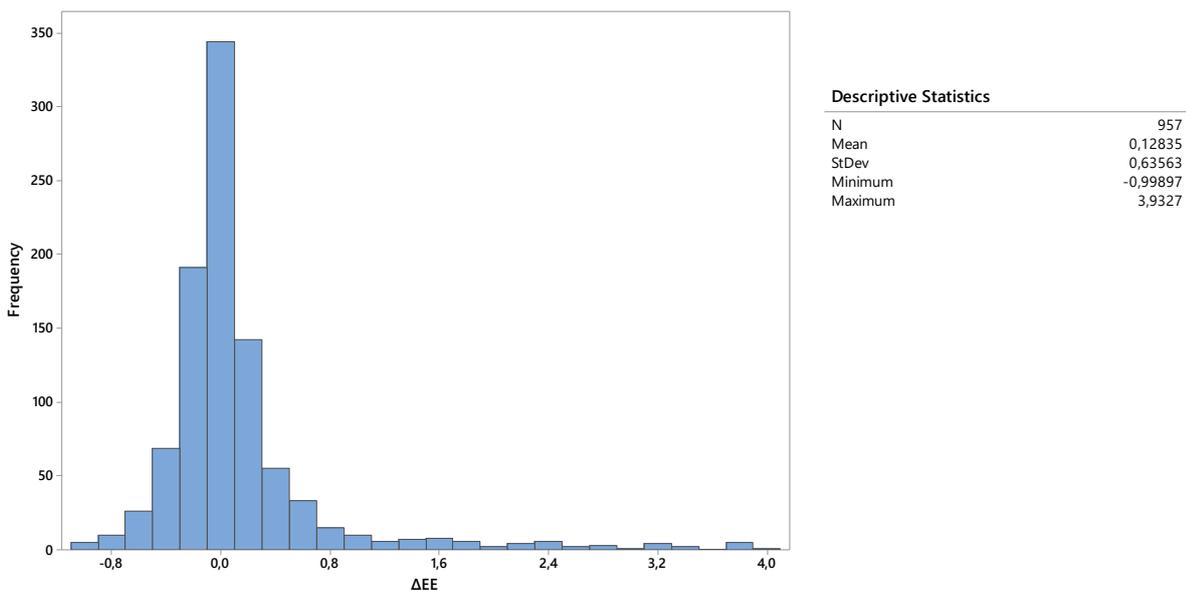


Figura 77. Distribuzione dello scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello B – energia elettrica nel campione ripulito con l'esclusione aggiuntiva dei siti a consumo 2019 nullo (957 siti)

Si procede quindi ad eseguire di nuovo il test t per dati appaiati per valutare se il campione 2015 presenta una media del dell'indice di prestazione energetica di livello B – Gas naturale differente rispetto a quella del campione 2019.

Il p-value risultante dall'analisi è pari a 0,643, quindi non è possibile concludere che la media delle differenze accoppiate sia variata in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 78).

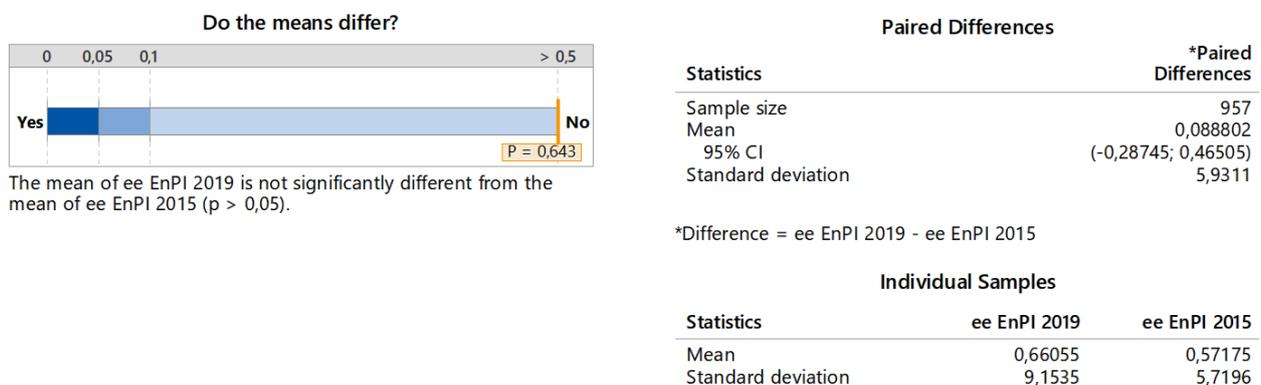


Figura 78. Risultati del nuovo test t per indice di livello B - Energia elettrica (significatività 0,05)

Questo risultato può essere spiegato anche considerando la caratteristica stessa degli indici di prestazione energetica così come definiti dalle diagnosi. Gli indici di prestazione energetica, infatti, sono definiti come rapporto tra il consumo di gas naturale e la quantità della destinazione d'uso del sito analizzato e quindi risentono della variazione della quantità della destinazione d'uso (ad esempio una diminuzione dei volumi produttivi rischia di far apparire la prestazione energetica del sito come peggiorata a causa della presenza di consistenti consumi fissi). Allo stesso modo, variazioni delle stesse caratteristiche dei volumi produttivi o delle modalità di produzione possono impattare sugli indici di prestazione indipendentemente dall'effettivo efficientamento del sito.

3.2.4 Analisi indici di livello B – Gas Naturale

Dal campione preliminare di 1080 siti ne sono eliminati 228 per valori di consumo nullo per il 2015 che rendono quindi impossibile calcolare il valore dello scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello B – Gas naturale.

In Figura 79 è rappresentata la distribuzione dello scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello B – Gas naturale. Da questa prima analisi è stata osservata la presenza di valori anomali di molto maggiori rispetto al resto del campione.

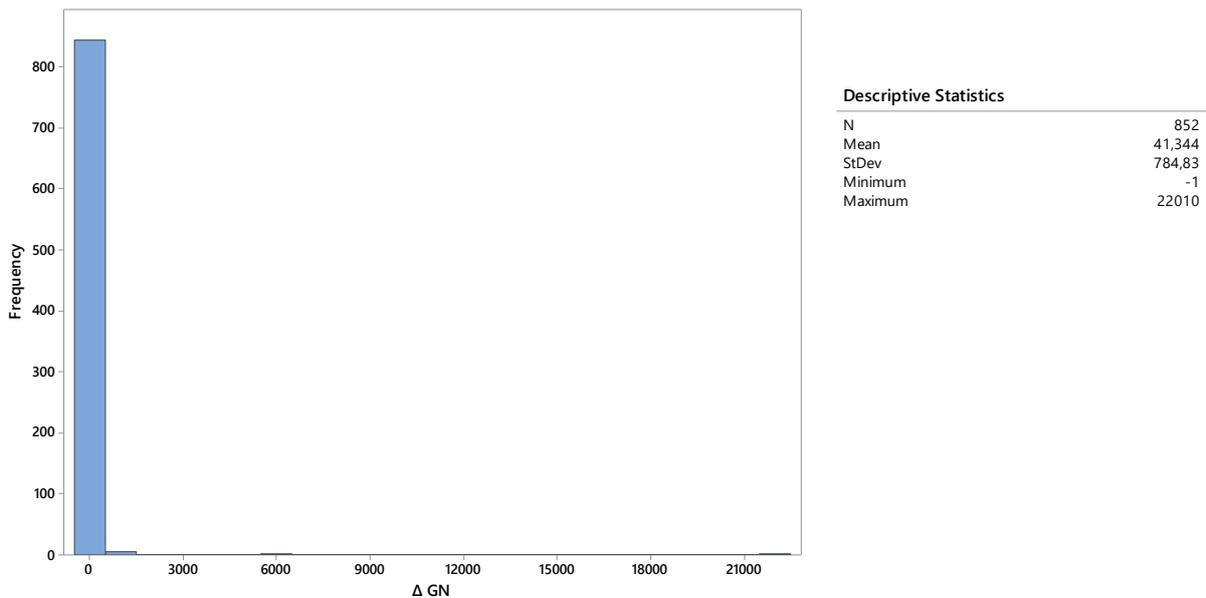


Figura 79. Distribuzione dello scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello B – Gas naturale nel campione iniziale (852 siti)

Sono stati quindi eliminati valori ritenuti anomali andando a eliminare i siti con scostamento percentuale maggiore di 400% (Figura 80).

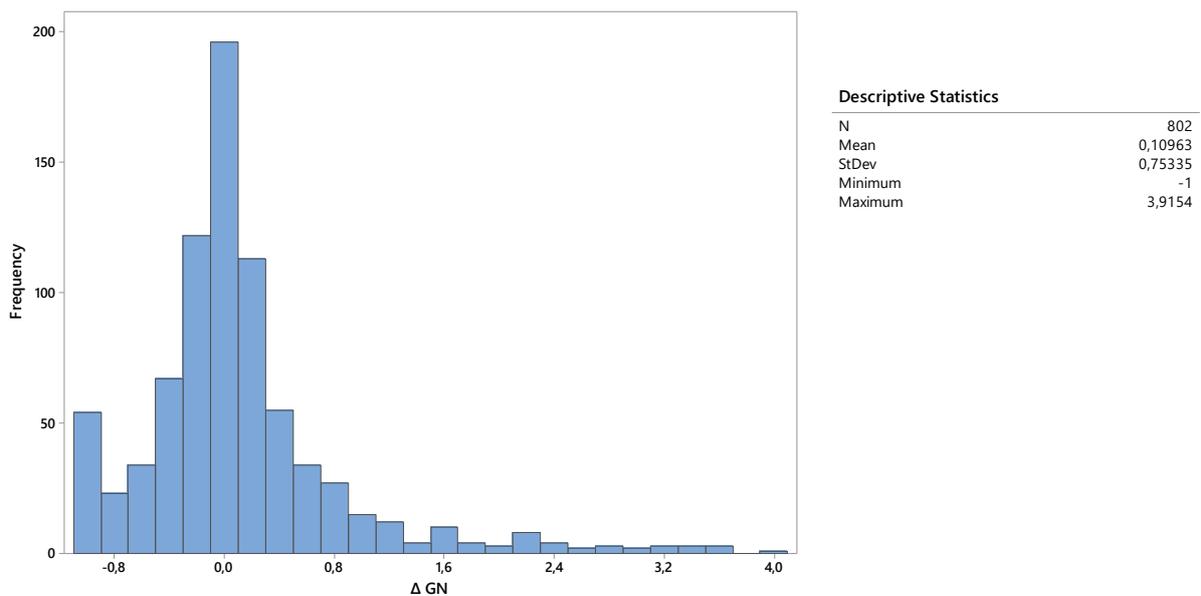
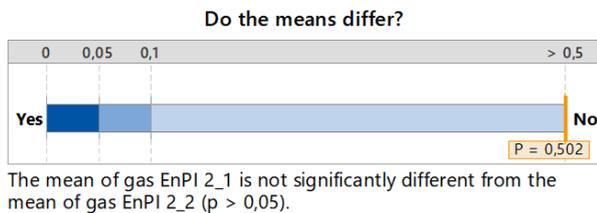


Figura 80. Distribuzione dello scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello B - Energia elettrica nel campione ripulito (802 siti)

Si procede quindi ad eseguire il test t per dati appaiati per valutare se il campione 2015 presenta una media del dell'indice di prestazione energetica di livello B – Gas naturale differente rispetto a quella del campione 2019.

Il p-value risultante dall'analisi è pari a 0,502, quindi non è possibile concludere che la media delle differenze accoppiate sia variata in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 81).



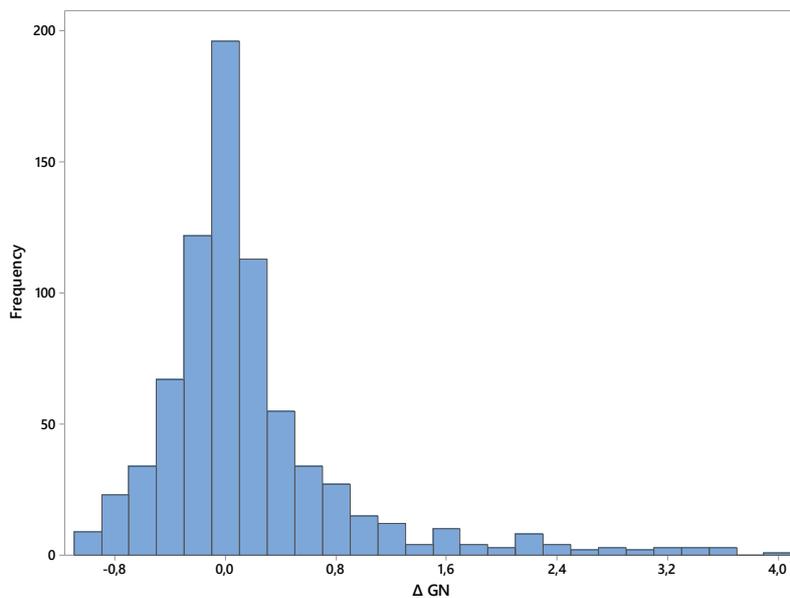
Paired Differences		*Paired Differences
Statistics		
Sample size		802
Mean		-0,019704
95% CI		(-0,077316; 0,037908)
Standard deviation		0,83118

*Difference = gas EnPI 2_1 - gas EnPI 2_2

Individual Samples		
Statistics	gas EnPI 2_1	gas EnPI 2_2
Mean	0,15726	0,17696
Standard deviation	1,1348	0,90216

Figura 81. Risultati test t per indice di livello B - Energia elettrica (significatività 0,05)

Dal campione appena analizzato sono stati eliminati poi i siti con consumo per il 2019 nullo (cioè i siti con scostamento pari a -100%). In Figura 82 è stata quindi ripetuta l'analisi della distribuzione.

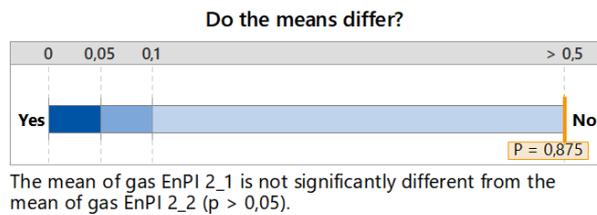


Descriptive Statistics	
N	757
Mean	0,17560
StDev	0,72365
Minimum	-0,99978
Maximum	3,9154

Figura 82. Distribuzione dello scostamento percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello B – Gas naturale nel campione ripulito con l'esclusione aggiuntiva dei siti a consumo 2019 nullo (757 siti)

Si procede quindi ad eseguire di nuovo il test t per dati appaiati per valutare se il campione 2015 presenta una media del dell'indice di prestazione energetica di livello B – Gas naturale differente rispetto a quella del campione 2019.

Il p-value risultante dall'analisi è pari a 0,875, quindi non è possibile concludere che la media delle differenze accoppiate sia variata in questi anni con un livello di significatività del 0,05 (Figura 83).



Paired Differences		*Paired Differences
Statistics		
Sample size		757
Mean		0,0044285
95% CI		(-0,050920; 0,059777)
Standard deviation		0,77573

*Difference = gas EnPI 2_1 - gas EnPI 2_2

Individual Samples		
Statistics	gas EnPI 2_1	gas EnPI 2_2
Mean	0,16660	0,16217
Standard deviation	1,1674	0,85941

Figura 83. Risultati nuovo test t per indice di livello B - Energia elettrica (significatività 0,05)

Questo risultato può essere spiegato anche considerando la caratteristica stessa degli indici di prestazione energetica così come definiti dalle diagnosi. Gli indici di prestazione energetica, infatti, sono definiti come rapporto tra l'energia elettrica e la destinazione d'uso del sito analizzato e quindi risentono della variazione della quantità della destinazione d'uso (ad esempio una diminuzione dei volumi produttivi rischia di far apparire la prestazione energetica del sito come peggiorata a causa della presenza di consistenti consumi fissi). Allo stesso modo, variazioni delle stesse caratteristiche dei volumi produttivi o delle modalità di produzione possono impattare sugli indici di prestazione indipendentemente dall'effettivo efficientamento del sito.

3.3 Conclusioni del capitolo

In questo capitolo sono stati validati ed applicati gli strumenti statistici introdotti nel primo anno di progetto per l'analisi delle variazioni degli indici di prestazione energetica.

Gli strumenti hanno permesso di analizzare statisticamente l'andamento nella variazione degli indici di prestazione e la loro applicazione è stata validata anche attraverso l'utilizzo di un software statistico esterno per testare la correttezza delle valutazioni eseguite.

Nel capitolo sono quindi riportati i risultati dell'analisi condotta su un campione significativo di aziende per valutare la variazione dello sviluppo nel tempo della prestazione energetica delle aziende soggette all'obbligo di diagnosi.

L'analisi è stata condotta attraverso l'utilizzo di strumenti statistici, sia grafici che analitici.

In particolare, sono stati analizzati i seguenti scostamenti:

- Scostamento degli indici di livello A (968 siti)
- Scostamento degli indici di livello B – Energia elettrica (957 siti)
- Scostamento degli indici di livello B – Gas Naturale (757 siti)

È stato utilizzato il test t per dati appaiati per valutare la presenza di un significativo cambiamento tra le prestazioni presentate nel 2015 e quelle presentate nel 2019 per le aziende appartenenti al campione analizzato.

I valori di p-value risultanti dalle analisi per i tre indici sono risultati maggiori di 0,05, significando, quindi, che non è possibile concludere che le medie delle differenze accoppiate siano variate in questi anni.

Questo risultato può essere spiegato anche considerando la caratteristica stessa degli indici di prestazione energetica così come definiti dalle diagnosi. Gli indici di prestazione energetica, infatti, sono definiti come rapporto tra il gas naturale e la destinazione d'uso del sito analizzato e quindi risentono della variazione della quantità della destinazione d'uso (ad esempio una diminuzione dei volumi produttivi rischia di far apparire la prestazione energetica del sito come peggiorata a causa della presenza di consistenti consumi fissi). Allo stesso modo, variazioni delle stesse caratteristiche dei volumi produttivi o delle modalità di produzione possono impattare sugli indici di prestazione indipendentemente dall'effettivo efficientamento del sito.

4 Valutazione della correlazione tra buone pratiche sviluppate e miglioramento delle prestazioni energetiche conseguite su un campione di aziende

4.1 Introduzione

A valle delle analisi condotte, in questo capitolo, è stata svolta un'ulteriore analisi statistica per determinare se sia presente una correlazione tra il miglioramento delle pratiche nella gestione dell'energia (misurata attraverso un miglioramento dell'indice di misura della maturità del sito nella gestione dell'energia) ed il miglioramento dell'indice di prestazione energetica.

A tale scopo è stata effettuata, infatti, un'analisi di correlazione utilizzando i dati provenienti da tutti i siti per i quali si sono resi disponibili i seguenti dati:

- differenza assoluta o percentuale tra indice sintetico di maturità a seguito della diagnosi energetica del 2019 e indice sintetico di maturità prima della diagnosi del 2015; dove la variazione percentuale della maturità, $D_{maturità\%}$, può essere calcolata come descritto in precedenza nel Capitolo 2;
- differenza percentuale tra il valore dell'indice di prestazione generale desunto dalla diagnosi del 2015 e l'indice di prestazione generale desunto dalla diagnosi del 2019.

Sono stati, inoltre, eliminati dal campione i siti che presentasse una variazione percentuale della quantità di destinazione d'uso superiore a 500%.

Il numero di siti presenti nel database così sviluppato, al termine dell'anno 2021, è risultato pari a 56.

Per condurre le analisi si è utilizzato il foglio di calcolo impostato nella prima annualità e l'analisi è stata poi ripetuta attraverso l'utilizzo del software statistico Minitab al fine di validare nuovamente lo strumento di analisi definito.

4.2 Analisi di un campione di aziende sottoposte all'obbligo legislativo

La Figura 84 riporta lo scatter plot della relazione tra scostamento dell'indice di livello A e variazione assoluta della maturità.

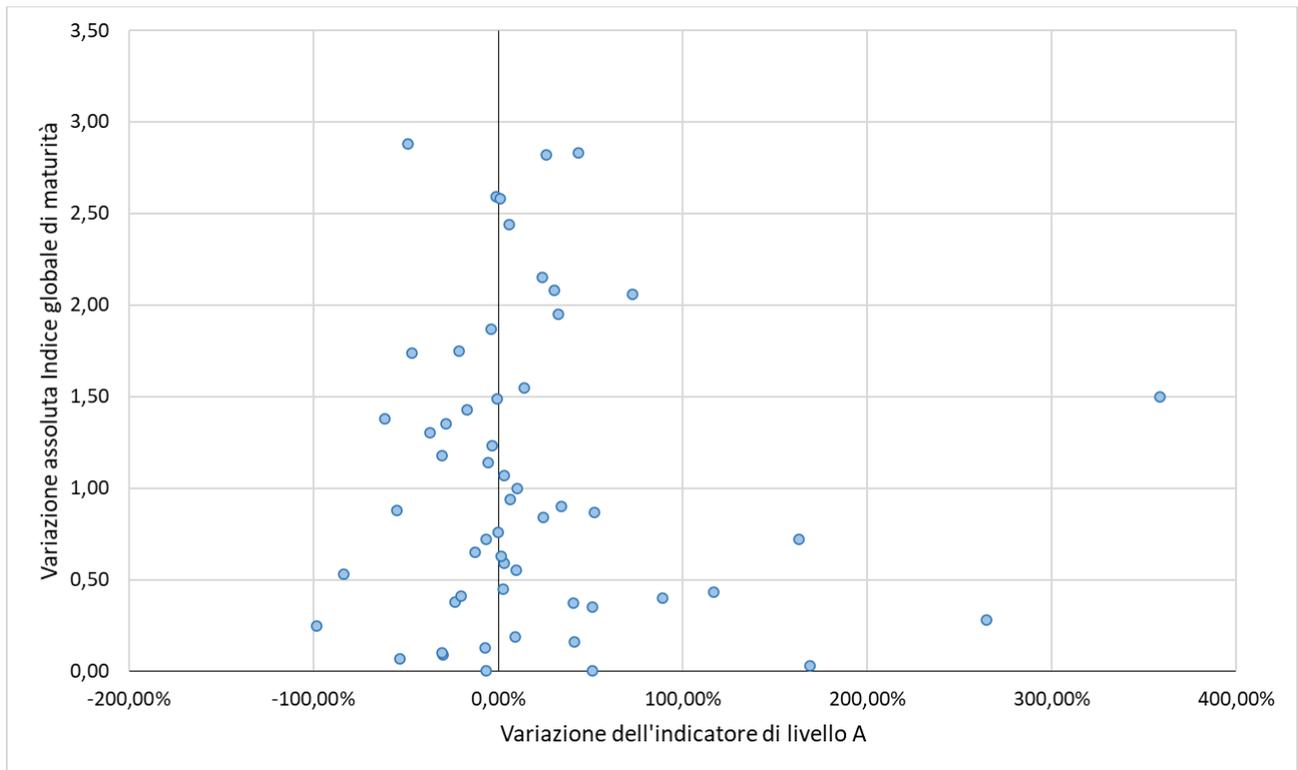


Figura 84. Grafico a dispersione della relazione tra scostamento dell'indice di livello A e variazione assoluta della maturità.

La Figura 85 riporta lo scatter plot della relazione tra scostamento dell'indice di livello A e variazione percentuale della maturità.

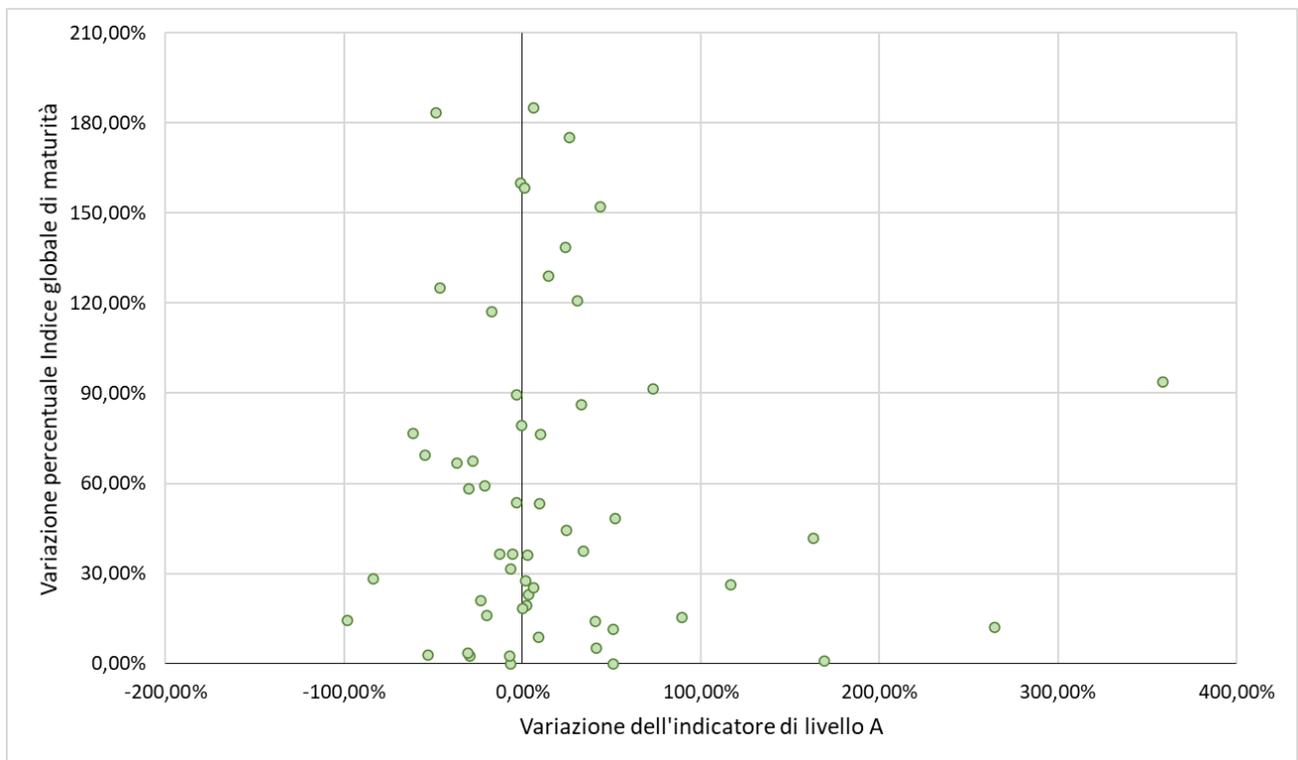


Figura 85. Grafico a dispersione della relazione tra scostamento dell'indice di livello A e variazione percentuale della maturità.

Si è proceduto quindi a svolgere una analisi statistica per valutare la significatività di una possibile correlazione tra scostamento dell'indice di livello A e variazione assoluta o percentuale della maturità.

L'analisi della correlazione tra scostamento dell'indice di livello A e variazione assoluta dell'indice di maturità ha portato al calcolo di un p-value pari a 0,684, dunque l'analisi di correlazione sul campione non mostra la presenza di una correlazione significativa. In Figura 86 sono riportati i risultati delle analisi.

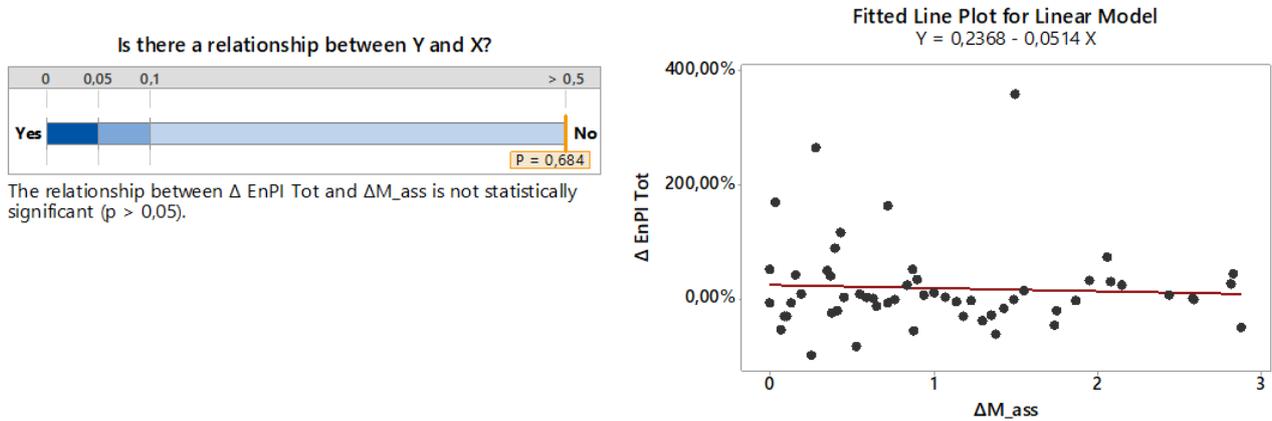


Figura 86. Risultati dell'analisi relativa alla correlazione tra la variazione assoluta dell'indice globale di maturità e la variazione percentuale dell'indice di prestazione energetica di livello A

Allo stesso modo, anche l'analisi della correlazione tra scostamento dell'indice di livello A e variazione percentuale dell'indice di maturità ha portato al calcolo di un p-value superiore allo 0,05. Il valore di p-value risultante, infatti, è 0,697, dunque l'analisi di correlazione sul campione non mostra la presenza di una correlazione significativa. In Figura 87 sono riportati i risultati delle analisi.

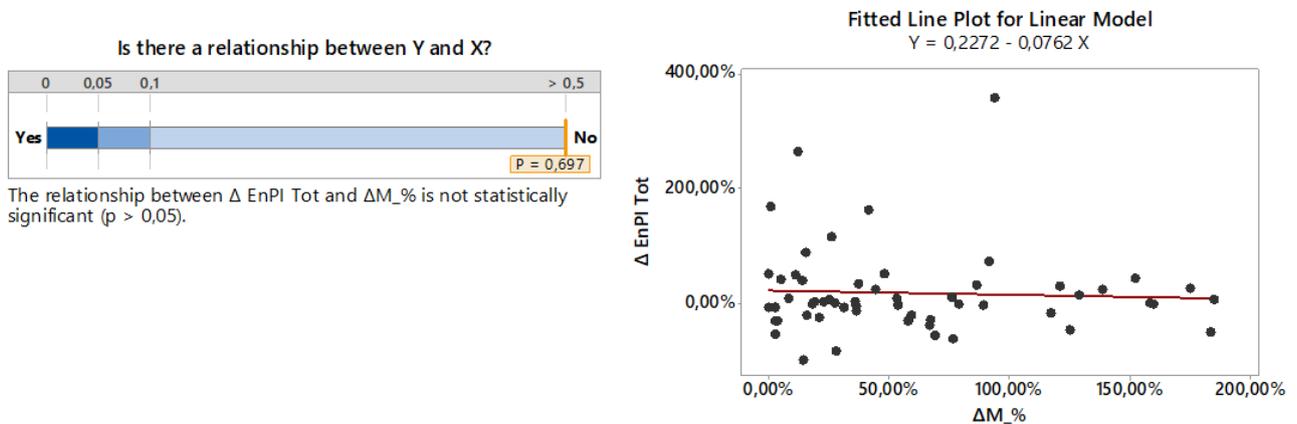


Figura 87. Risultati dell'analisi relativa alla correlazione tra la variazione percentuale dell'indice globale di maturità e la variazione dell'indice di prestazione energetica di livello A

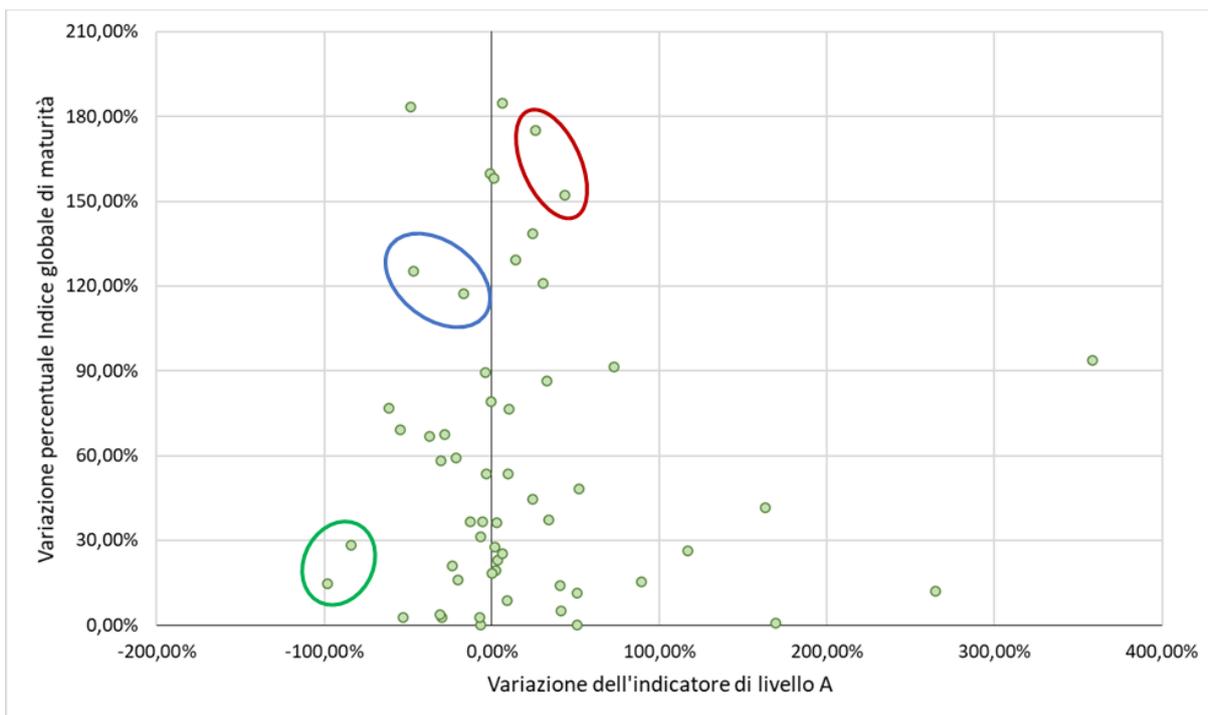


Figura 88. Identificazione di alcuni siti ritenuti rappresentativi per approfondire l’analisi: gruppo A (in verde), gruppo B (in blu), gruppo C (in rosso). (Variazione percentuale indice globale di maturità sull’asse verticale)

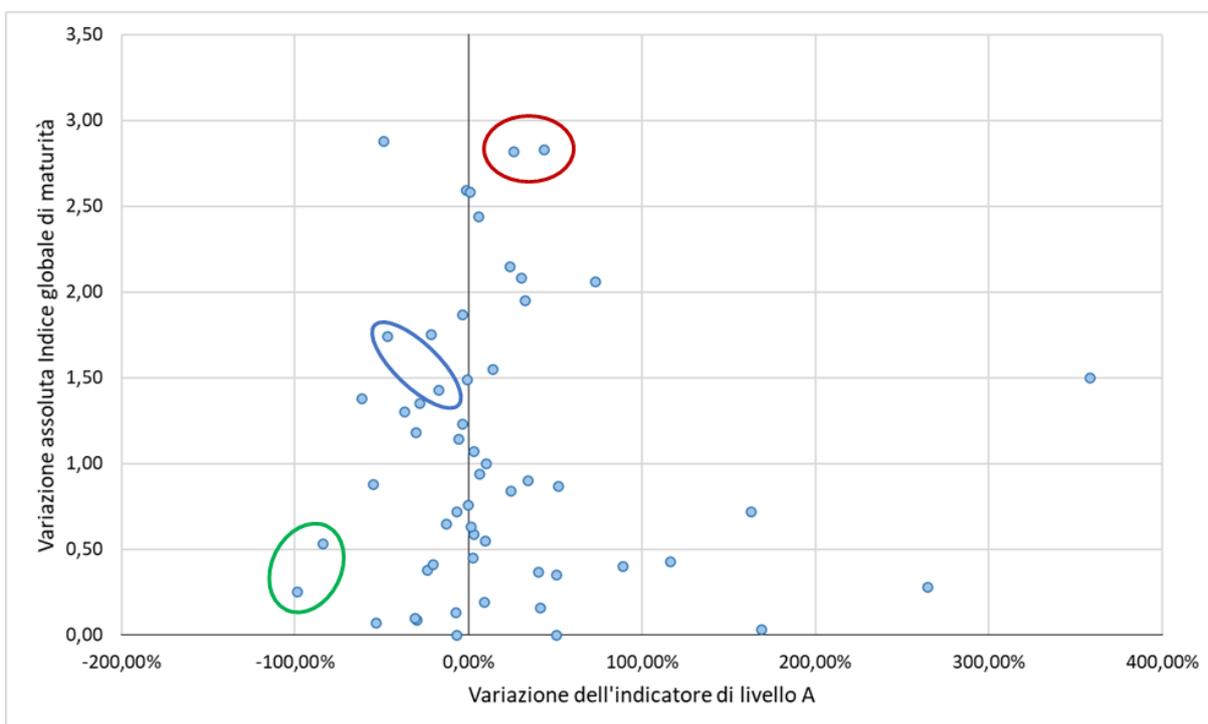


Figura 89. Identificazione di alcuni siti ritenuti rappresentativi per approfondire l’analisi: gruppo A (in verde), gruppo B (in blu), gruppo C (in rosso). (Variazione assoluta indice globale di maturità sull’asse verticale)

In ultimo, allo scopo di approfondire l’analisi sono stati analizzati alcuni siti ritenuti rappresentativi di diverse condizioni, identificati nei due grafici di Figura 88 e Figura 89:

- **gruppo A (in verde)** – siti con variazione dell’indice globale di maturità contenuta ma grande variazione in senso positivo (perché rappresentativo di una riduzione del consumo specifico) dell’indice di livello A (Tabella 8)

- **gruppo B (in blu)** – siti con grande variazione dell'indice globale di maturità e grande variazione in senso positivo (perché rappresentativo di una riduzione del consumo specifico) dell'indice di livello A (Tabella 9)
- **gruppo C (in rosso)** – siti con grande variazione dell'indice globale di maturità e variazione in senso negativo (perché rappresentativo di un aumento del consumo specifico) dell'indice di livello A (Tabella 10)

Tabella 8. Risultanze analisi Gruppo A

	Variazione dell'indice di livello A	Variazione assoluta dell'indice globale di maturità	Variazione percentuale dell'indice globale di maturità	Variazione percentuale della quantità di destinazione d'uso	Note
Sito 1	-83,76%	0,53	28,19%	97,7%	Negli ultimi quattro anni non sono stati effettuati interventi di efficienza energetica ad eccezione dell'installazione di un sistema di misura e monitoraggio dei consumi.
Sito 2	-98,33%	0,25	14,53%	51,5%	Negli ultimi quattro anni non sono stati effettuati interventi di efficienza energetica ad eccezione dello sviluppo del sistema di misura e monitoraggio dei consumi.

Tabella 9. Risultanze analisi Gruppo B

	Variazione dell'indice di livello A	Variazione assoluta dell'indice globale di maturità	Variazione percentuale dell'indice globale di maturità	Variazione percentuale della quantità di destinazione d'uso	Note
Sito 3	-17,07%	1,43	117,21%	46,3%	Negli ultimi quattro anni non sono stati effettuati interventi di efficienza energetica. Tuttavia, c'è grande attenzione al monitoraggio dei consumi.
Sito 4	-46,50%	1,74	125,18%	97,2%	Sono stati realizzati numerosi interventi di efficienza energetica all'interno dello stabilimento (sostituzione dell'illuminazione con led, installazioni nuovo compressore e torri evaporative a maggiore efficienza)

Tabella 10. Risultanze analisi Gruppo C

	Variazione dell'indice di livello A	Variazione assoluta dell'indice globale di maturità	Variazione percentuale dell'indice globale di maturità	Variazione percentuale della quantità di destinazione d'uso	Note
Sito 5	26,15%	2,82	175,16%	22,6%	L'azienda ha implementato un sistema di gestione dell'energia certificato ISO 50001
Sito 6	43,51%	2,83	152,15%	-19,2%	In questo caso sono stati effettuati diversi interventi di efficientamento, ma in precedenza della prima diagnosi energetica. Negli ultimi 4 anni non ci sono state altre variazioni.

Si osserva come le variazioni dell'indice di livello A di grande entità possano spesso essere ricondotte più a variazioni della quantità della destinazione d'uso che a grandi variazioni dal punto di vista dell'indice di maturità (es. Gruppo A). Lo sviluppo di interventi di efficientamento, spesso legati anche a grandi variazioni anche dell'indice di maturità, segno di uno sforzo più strutturato, non sempre riesce a portare anche a variazioni dell'indice di livello A in termini migliorativi. Nei siti del gruppo C, ad esempio, si assiste ad un aumento dell'indice di livello A, seppur trattandosi di siti in cui sia stata sviluppata una significativa attenzione al tema dell'efficienza energetica, come evidenziato dal miglioramento dell'indice di maturità.

Avendo osservato un potenziale impatto della variazione della quantità della destinazione d'uso (identificata con $DV_{i\%}$) è stato deciso di effettuare una ulteriore analisi per valutare l'impatto di questa potenziale variabile sulla variazione dell'indice di livello A.

Si procede quindi a valutare il valore di variazione percentuale della quantità di destinazione d'uso nelle due diagnosi, $DV_{i\%}$:

$$DV_{i\%} = \frac{V_{2019-i} - V_{2015-i}}{V_{2015-i}}$$

Dove:

- V_{2019-i} è la quantità di destinazione d'uso riportata dal sito in diagnosi energetica per il 2019;
- V_{2015-i} è la quantità di destinazione d'uso riportata dal sito in diagnosi energetica per il 2015.

La Figura 90 riporta lo scatter plot della relazione tra scostamento dell'indice di livello A e variazione percentuale della quantità di destinazione d'uso.

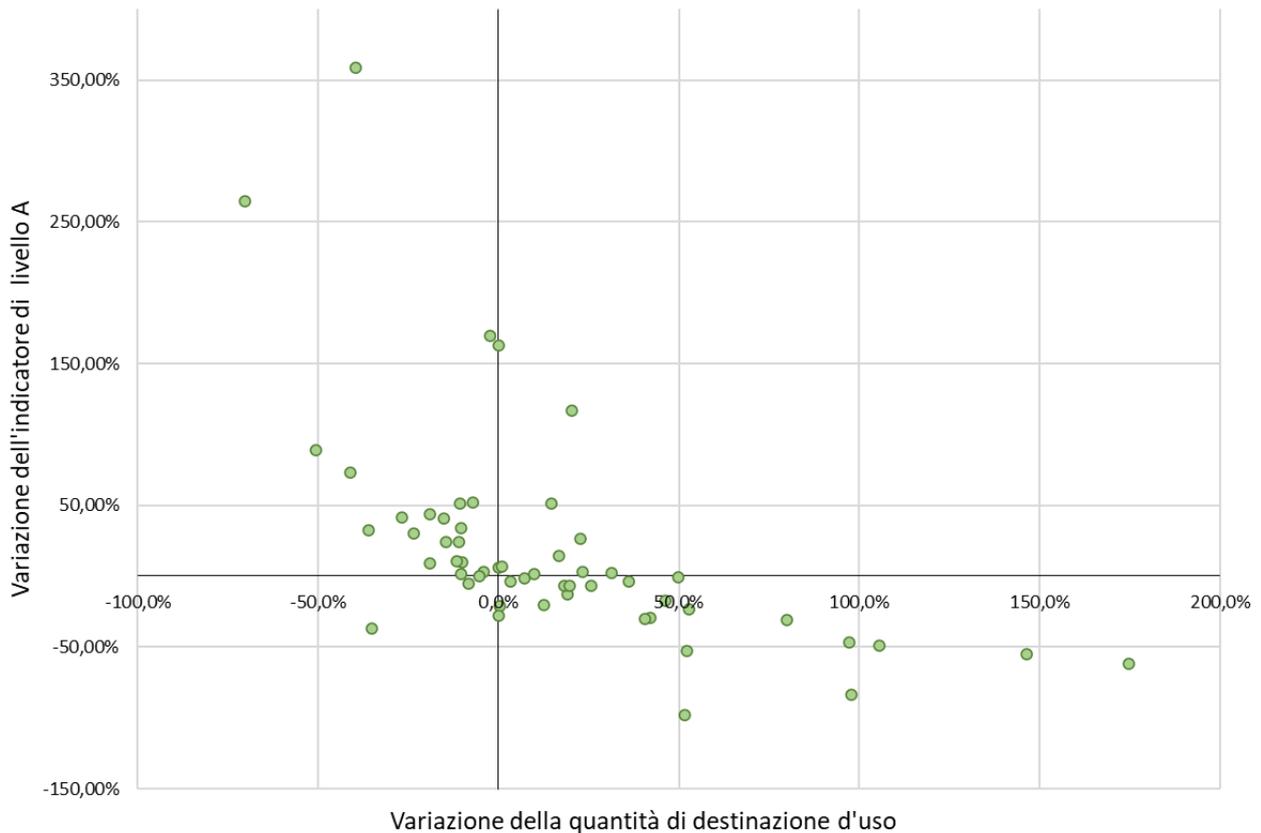


Figura 90. Grafico a dispersione della relazione tra scostamento dell'indice di livello A e variazione percentuale della quantità di destinazione d'uso

Si è proceduto quindi a svolgere una analisi statistica per valutare la significatività di una possibile regressione multivariabile tra lo scostamento dell'indice di livello A come variabile dipendente, la variazione percentuale della quantità della destinazione d'uso e la variazione assoluta o percentuale della maturità, come variabili indipendenti.

Il p-value risultante dall'analisi è superiore allo 0,05 sia per $D_{maturità\%}$ (la variazione percentuale dell'indice di maturità) che $D_{maturità\ ASS}$ (la variazione assoluta dell'indice di maturità), mentre è decisamente inferiore allo 0,05 per $DV_{i\%}$ (la variazione percentuale della quantità di destinazione d'uso).

In Figura 91 è riportato anche un grafico che esplicita l'impatto incrementale delle variabili $D_{maturità\%}$, $D_{maturità\ ASS}$ e $DV_{i\%}$ sulle prestazioni del potenziale modello regressivo per la variabile $D_{i\%}$.

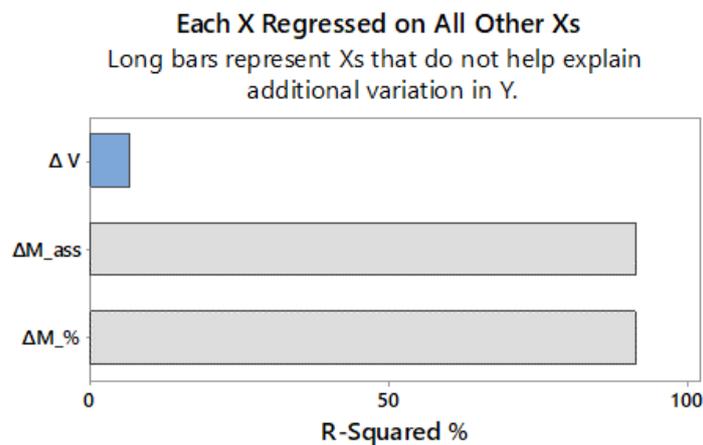


Figura 91. Impatto incrementale delle variabili $D_{maturità\%}$, $D_{maturità\ ASS}$ e $DV_{i\%}$ sulle prestazioni del potenziale modello regressivo per la variabile $D_{i\%}$

È stata dunque replicata l’analisi escludendo la variabile $D_{maturità\%}$ e mantenendo solo $DV_{i\%}$. Il modello risultante è riportato di seguito e presenta un p-value pari a $3,9E-06$.

$$D_{i\%} = 0,325 - 0,954DV_{i\%}$$

È possibile quindi affermare che la variazione percentuale dell’indice di prestazione energetico di livello A è correlata in maniera significativa alla variazione percentuale della quantità della destinazione d’uso.

Questo risultato conferma il limite, ben noto in letteratura, degli indicatori di prestazione energetica definiti come semplici rapporti tra consumo del vettore energetico e quantità della destinazione d’uso utilizzata. In questi casi, infatti, tale tipologia di indicatori risentono molto dell’influenza della variazione della quantità della destinazione d’uso come può essere anche osservato nel grafico riportato in Figura 90.

4.3 Conclusioni del capitolo

In questo capitolo sono stati validati e applicati gli strumenti statistici introdotti nel primo anno del progetto per l'analisi della correlazione tra la variazione degli indici di prestazione energetica e la variazione del livello di maturità delle imprese soggette a diagnosi.

Nel capitolo sono quindi riportati i risultati dell'analisi, effettuata su un campione significativo di 56 aziende, sulla correlazione tra la variazione dello sviluppo nel tempo della prestazione energetica delle aziende soggette all'obbligo di diagnosi e la variazione del livello di maturità analizzato attraverso l'erogazione del questionario. Quest'ultima è stata utilizzata sia in termini assoluti che in termini percentuali per completezza dell'analisi.

Il campione di siti doveva avere una duplice caratteristica:

- Disponibilità di dati di prestazione energetica per gli anni 2015 e 2019
- Disponibilità di dati relativi al livello di maturità in entrambe le situazioni

Attraverso l'utilizzo dell'analisi di regressione statistica non è emerso una significativa correlazione tra le due variabili (né utilizzando la variazione assoluta, né utilizzando la variazione percentuale dell'indicatore della maturità). Questo risultato risulta spiegabile anche dalla caratteristica stessa degli indici di prestazione energetica che per loro definizione possono risentire di fattori esterni (come la variazione dell'entità della destinazione d'uso).

Allo scopo di approfondire l'analisi sono stati analizzati alcuni siti ritenuti rappresentativi di diverse condizioni:

- siti con variazione dell'indice globale di maturità contenuta ma grande variazione in senso positivo dell'indice di livello A
- siti con grande variazione dell'indice globale di maturità e grande variazione in senso positivo dell'indice di livello A
- siti con grande variazione dell'indice globale di maturità e variazione in senso negativo dell'indice di livello A

Si osserva come le variazioni dell'indice di livello A di grande entità possano spesso essere ricondotte più a variazioni della quantità della destinazione d'uso che a grandi variazioni dal punto di vista dell'indice di maturità (es. Gruppo A). Lo sviluppo di interventi di efficientamento, spesso legati anche a grandi variazioni anche dell'indice di maturità, segno di uno sforzo più strutturato, non sempre riesce a portare anche a variazioni dell'indice di livello A in termini migliorativi. Nei siti del gruppo C, ad esempio, si assiste ad un aumento dell'indice di livello A, seppur trattandosi di siti in cui sia stata sviluppata una significativa attenzione al tema dell'efficienza energetica, come evidenziato dal miglioramento dell'indice di maturità.

In ultimo, avendo osservato un potenziale impatto della variazione della quantità della destinazione d'uso è stato deciso di effettuare una ulteriore analisi per valutare l'impatto di questa potenziale variabile sulla variazione dell'indice di livello A. L'analisi ha dimostrato che è possibile affermare che la variazione percentuale dell'indice di prestazione energetico di livello A è correlata in maniera significativa alla variazione percentuale della quantità della destinazione d'uso.

Questo risultato mostra un limite proprio degli indicatori di prestazione energetica definiti come semplici rapporti tra consumo del vettore energetico e quantità della destinazione d'uso utilizzata. In questi casi, infatti, tale tipologia di indicatori risentono molto dell'influenza della variazione della quantità della destinazione d'uso.

5 Conclusioni

Nel presente report sono stati mostrati i risultati della validazione delle metodologie e degli strumenti definiti nel primo anno del progetto e la loro applicazione a campioni di analisi significativi.

Innanzitutto, sono stati riportati i risultati della validazione finale e dell'applicazione del modello di maturità definito nel primo anno ad un campione significativo di aziende. I risultati dell'analisi condotta su un campione di aziende significativo (343 imprese) hanno confermato le capacità del modello di discriminare realtà differenti in termini di maturità e di individuare gli ambiti nel quale il miglioramento è avvenuto.

I risultati ottenuti dal modello sono stati approfonditi al fine di verificare le cause dei differenti gradi di miglioramento raggiunti negli anni. Dall'analisi dei risultati è emerso che mediamente le aziende interessate all'obbligo hanno aumentato la loro maturità nella gestione dell'energia. L'analisi è stata approfondita andando a valutare il grado di copertura dei singoli livelli e delle singole dimensioni di maturità.

Le variazioni osservate sono state anche verificate statisticamente attraverso l'utilizzo del test statistico t per dati appaiati. Per tutte le variazioni osservate (indicatore globale, gradi di copertura dei livelli e copertura delle dimensioni) ne è stata dimostrata la significatività.

Inoltre, sono stati anche analizzati i risultati di alcuni settori economici specifici, replicando quindi le analisi condotte sul campione globale su singoli campioni appartenenti a specifici settori:

- ATECO 10 – INDUSTRIE ALIMENTARI
- ATECO 20 – 20 FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI
- ATECO 21 – FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI DI BASE E DI PREPARATI FARMACEUTICI
- ATECO 22 – FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE
- ATECO 24 – METALLURGIA
- ATECO 38 – ATTIVITÀ DI RACCOLTA, TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DEI RIFIUTI; RECUPERO DEI MATERIALI

Anche in questo caso le variazioni osservate sono state anche verificate statisticamente attraverso l'utilizzo del test statistico t per dati appaiati e ne è stata dimostrata la significatività.

È stata analizzata anche la possibile esistenza di una correlazione tra lo scostamento percentuale dell'indice di maturità ed il valore iniziale del livello di maturità, allo scopo di comprendere se il livello iniziale di maturità possa influire sul suo sviluppo. Si è osservata una relazione statisticamente significativa, con i miglioramenti più grandi ottenuti da aziende che partivano da un livello di maturità all'insorgere dell'obbligo più elementare. Questa rilevazione è ragionevole se si va a considerare che queste aziende, trovandosi in situazioni più elementari in termini di maturità abbiano potuto facilmente cogliere l'opportunità fornita dalla diagnosi energetica per evolvere nella strada del risparmio energetico.

Successivamente, sono stati validati ed applicati gli strumenti statistici introdotti nel primo anno di progetto per l'analisi delle variazioni degli indici di prestazione energetica.

Gli strumenti hanno permesso di analizzare statisticamente l'andamento nella variazione degli indici di prestazione e la loro applicazione è stata validata anche attraverso l'utilizzo di un software statistico esterno per testare la correttezza delle valutazioni eseguite. Sono quindi riportati i risultati dell'analisi condotta su un campione significativo di aziende per valutare la variazione dello sviluppo nel tempo della prestazione energetica delle aziende soggette all'obbligo di diagnosi.

In particolare, sono stati analizzati i seguenti scostamenti:

- Scostamento degli indici di livello A (968 siti)
- Scostamento degli indici di livello B – Energia elettrica (957 siti)
- Scostamento degli indici di livello B – Gas Naturale (757 siti)

È stato utilizzato il test t per dati appaiati per valutare la presenza di un significativo cambiamento tra le prestazioni presentate nel 2015 e quelle presentate nel 2019 per le aziende appartenenti al campione

analizzato. I valori di p-value risultanti dalle analisi per i tre indici sono risultati maggiori di 0,05, significando, quindi, che non è possibile concludere che le medie delle differenze accoppiate siano variate in questi anni

Questo risultato può essere spiegato anche considerando la caratteristica stessa degli indici di prestazione energetica così come definiti dalle diagnosi. Gli indici di prestazione energetica, infatti, sono definiti come rapporto tra il gas naturale e la destinazione d'uso del sito analizzato e quindi risentono della variazione della quantità della destinazione d'uso (ad esempio una diminuzione dei volumi produttivi rischia di far apparire la prestazione energetica del sito come peggiorata a causa della presenza di consistenti consumi fissi). Allo stesso modo, variazioni delle stesse caratteristiche dei volumi produttivi o delle modalità di produzione possono impattare sugli indici di prestazione indipendentemente dall'effettivo efficientamento del sito.

Infine, sono stati validati e applicati gli strumenti statistici introdotti nel primo anno del progetto per l'analisi della correlazione tra la variazione degli indici di prestazione energetica e la variazione del livello di maturità delle imprese soggette a diagnosi. Sono quindi riportati i risultati dell'analisi, effettuata su un campione significativo di 56 aziende, sulla correlazione tra la variazione dello sviluppo nel tempo della prestazione energetica delle aziende soggette all'obbligo di diagnosi e la variazione del livello di maturità analizzato attraverso l'erogazione del questionario (valutata sia in termini assoluti che in termini percentuali).

Attraverso l'utilizzo dell'analisi di regressione statistica non è emerso una significativa correlazione tra le due variabili (né usando la variazione dell'indice di maturità in termini assoluti né usandola in termini percentuali). Questo risultato risulta spiegabile anche dalla caratteristica stessa degli indici di prestazione energetica che per loro definizione possono risentire di fattori esterni (come la variazione dell'entità della destinazione d'uso). Allo scopo di approfondire l'analisi sono stati analizzati anche alcuni siti ritenuti rappresentativi di diverse condizioni. Si è osservato come le variazioni dell'indice di livello A di grande entità possano spesso essere ricondotte più a variazioni della quantità della destinazione d'uso che a grandi variazioni dal punto di vista dell'indice di maturità e come lo sviluppo di interventi di efficientamento, spesso legati anche a grandi variazioni anche dell'indice di maturità, segno di uno sforzo più strutturato, non sempre riesca portare anche a variazioni dell'indice di livello A in termini migliorativi.

In ultimo, avendo osservato un potenziale impatto della variazione della quantità della destinazione d'uso è stato deciso di effettuare una ulteriore analisi per valutare l'impatto di questa potenziale variabile sulla variazione dell'indice di livello A. L'analisi ha dimostrato che è possibile affermare che la variazione percentuale dell'indice di prestazione energetico di livello A è correlata in maniera significativa alla variazione percentuale della quantità della destinazione d'uso.

Questo risultato mostra un limite proprio degli indicatori di prestazione energetica definiti come semplici rapporti tra consumo del vettore energetico e quantità della destinazione d'uso utilizzata. In questi casi, infatti, tale tipologia di indicatori risentono molto dell'influenza della variazione della quantità della destinazione d'uso.

6 Riferimenti bibliografici

1. D. C. Montgomery e G. C. Runger, *Applied Statistics and Probability for Engineers*. 2018.
2. D. C. Montgomery, *Introduction to statistical quality control*. John Wiley & Sons, 2007.
3. M. P. S. F. Gregoratti e M. Verri, «Montgomery, Runger, Hubele: Statistica per Ingegneria-Seconda edizione», 2012.

7 Attività di disseminazione

Nel corso dell'annualità 2021 il gruppo di ricerca in collaborazione con ENEA e gli altri co-beneficiari del progetto è stato impegnato in attività di disseminazione scientifica.

In seguito, vengono riportate le principali attività condotte:

1. Intervento dal titolo "Analisi dei trend di sviluppo della maturità energetica" all'evento "Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali - Risultanze dei WP3 e WP4 del Progetto 1.6 del Piano Triennale di realizzazione 2019-2021". Relatore Prof. Ing. Vito Introna del Dipartimento di Ingegneria dell'Impresa "Mario Lucertini" dell'Università di Roma "Tor Vergata"; 02 dicembre 2021 (Flyer dell'evento in Figura 92).



Analisi dei trend di sviluppo della maturità energetica

WP4 – Definizione di best practices e di indicatori di performance
per interventi di efficienza energetica

Prof. Ing. Vito Introna

Dipartimento di Ingegneria dell'Impresa «Mario Lucertini»
dell'Università degli studi di Roma «Tor Vergata»



Figura 92 Flyer di presentazione all'evento

2. Incontri con associazioni di categoria:
 - Utilitalia – 4 incontri via teleconferenza (13/05/2021, 12/07/2021, 20/09/2021, 5/11/2021) e 1 incontro dal vivo con sopralluogo ad un impianto (25/11/2021)
 - Assofond – 6 incontri via teleconferenza (02/02/2021, 21/05/2021, 08/07/2021, 14/09/2021, 25/10/2021, 30/11/2021)
 - Farminindustria – 3 incontri via teleconferenza (14/05/2021, 17/09/2021, 13/12/2021)

8 Breve curriculum scientifico del gruppo di lavoro

Il gruppo di ricerca impegnato nel progetto è composto da membri dell'Università degli studi di Roma "Tor Vergata", con competenze relative alla riduzione dei consumi energetici e dell'impatto ambientale dei processi industriali, alla gestione dell'energia e dei servizi industriali e al controllo statistico dei processi industriali.

Il gruppo di ricerca coinvolto nelle attività relative al risparmio energetico è così composto:

- **Vito Introna**, professore associato di impianti meccanici, esperto di Energy Management, Impianti Industriali e manutenzione industriale;
- **Vittorio Cesarotti**, professore associato di impianti meccanici, esperto di Operations Management, gestione della qualità e Six Sigma;
- **Annalisa Santolamazza**, assegnista di ricerca di Impianti Meccanici, dottore di ricerca in "Ingegneria per la Progettazione e Produzione industriale", specializzata in caratterizzazione dei consumi energetici e gestione della manutenzione attraverso tecniche di machine learning.