

# Indice di Rischio Climatico per le PMI ad Alta Incidenza dei Costi Energetici

## D.1.2.1

**Progetto: Climasafe**

**ID del progetto: ITA-SI0800340**

**WP: 1.2**

**Data: 25/02/2026**

**Autore: E-stream**

**Co Autori: URES,COMET,OZS,PTP,GOLEA**

**Versione N.: 1.1**

## Sommario

D.1.2.1 Climate Risk Index for Energy-Intensive SMEs .....	3
1. Metodologia per il calcolo, la normalizzazione e l'interpretazione dell'Indice di Rischio Climatico–Energetico (CERI) .....	4
1.1 Struttura concettuale dell'indice CERI .....	4
1.2 Formulazione matematica del CERI .....	4
1.3 Definizione e normalizzazione della componente R – Climate hazard .....	5
1.4 Definizione e normalizzazione della componente E – Energy exposure .....	8
1.5 Calcolo della componente E – riferimenti normativi .....	10
1.6 Il modello energetico alla base dei calcoli .....	11
1.7 Indicatori ottenibili .....	12
1.8 Definizione e normalizzazione della componente A – Adaptive capacity .....	13
1.9 Interpretazione dei valori del CERI e soglie decisionali .....	15
1.10 Casi applicativi e utilizzo del CERI nell'ambito del progetto CLIMASAFE .....	18
Applicazioni operative, azioni pilota e valore strategico del deliverable .....	19

## Introduzione al progetto CLIMASAFE

### Contesto e rationale del progetto

Il progetto CLIMASAFE – Gestione dei Fenomeni Climatici Estremi e Resilienza: Strategie e Strumenti per le PMI ad Alta Incidenza Energetica nasce l'obiettivo di affrontare una sfida sempre più strutturale per il sistema produttivo transfrontaliero: l'interazione tra cambiamento climatico, sistemi energetici e vulnerabilità delle PMI energivore.

Negli ultimi anni, l'intensificazione e la crescente frequenza di eventi climatici estremi – ondate di calore, precipitazioni intense, alluvioni, picchi di domanda elettrica – hanno evidenziato la necessità di integrare il rischio climatico nella gestione ordinaria d'impresa. In particolare, le PMI ad alta incidenza energetica risultano esposte a rischi operativi e finanziari significativi, derivanti dalla dipendenza dalla continuità elettrica, dalla sensibilità dei processi produttivi alle variazioni climatiche e dalla limitata capacità di assorbimento degli shock.

CLIMASAFE interviene in questo scenario sviluppando un approccio metodologico integrato e strumenti operativi finalizzati a:

- analizzare il rischio climatico-energetico a livello territoriale e aziendale;
- supportare le PMI nella comprensione del proprio profilo di esposizione;
- rafforzare la resilienza energetica e la capacità di adattamento;
- promuovere un modello replicabile e trasferibile nell'area di cooperazione e oltre.

Il progetto si articola lungo tre direttrici principali:

1. Costruzione di una base conoscitiva integrata (database territoriale, climatico ed energetico);
2. Sviluppo dell'Indice di Rischio Climatico-Energetico (CERI);
3. Sperimentazione operativa e sviluppo di strumenti digitali di supporto decisionale.

L'evento di lancio oggetto del presente report si colloca nella fase conclusiva del WP1 e rappresenta il momento di presentazione pubblica dell'Indice CERI, nonché il passaggio verso la fase applicativa prevista nel WP2.

Il progetto CLIMASAFE è co-finanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.

A questo deliverable hanno collaborato i partner di progetto congiuntamente con i partner associati

# 1. Metodologia per il calcolo, la normalizzazione e l'interpretazione dell'Indice di Rischio Climatico–Energetico (CERI)

La presente sezione fornisce una descrizione sistematica e dettagliata della metodologia adottata per la costruzione, il calcolo e l'interpretazione dell'Indice di Rischio Climatico–Energetico (CERI), sviluppato nell'ambito del progetto CLIMASAFE quale strumento di sintesi per la valutazione del rischio operativo affrontato dalle PMI ad alta intensità energetica in relazione agli impatti del cambiamento climatico.

Il CERI è concepito come un indice composito in grado di integrare dimensioni di rischio eterogenee in un'unica misura normalizzata, garantendo al contempo trasparenza metodologica e tracciabilità delle componenti che contribuiscono al valore finale.

Il framework metodologico del CERI si fonda sul principio secondo cui il rischio climatico-energetico non può essere descritto esclusivamente in termini di pericolosità fisica, ma emerge dall'interazione tra la probabilità e l'intensità degli eventi climatici estremi, la struttura dei consumi energetici e il grado di dipendenza delle imprese dalla continuità della fornitura energetica, nonché dalla loro capacità di adattamento e risposta a tali eventi.

In questo senso, il CERI si colloca all'intersezione tra l'analisi del rischio climatico e la valutazione della vulnerabilità energetica, adottando una prospettiva operativa orientata alla gestione del rischio e alla pianificazione degli interventi.

## 1.1 Struttura concettuale dell'indice CERI

Il CERI è strutturato come un indice composito che combina tre dimensioni fondamentali del rischio: climate hazard, energy exposure e adaptive capacity. Tali dimensioni sono formalizzate in modo da poter essere quantificate attraverso indicatori misurabili e normalizzate su una scala comune, consentendo la comparabilità tra imprese, settori e territori.

Il climate hazard rappresenta la componente esterna del rischio e descrive la probabilità e l'intensità degli eventi climatici estremi rilevanti per il sistema produttivo, con riferimento alle specifiche condizioni territoriali.

L'energy exposure descrive il grado di esposizione dell'impresa agli effetti di tali eventi in funzione della struttura dei consumi energetici, delle caratteristiche del processo produttivo e della dipendenza dalla continuità della fornitura elettrica.

L'adaptive capacity rappresenta la componente interna del rischio e misura la capacità dell'impresa di prevenire, assorbire e gestire gli impatti degli eventi climatici attraverso soluzioni tecnologiche, organizzative e infrastrutturali.

## 1.2 Formulazione matematica del CERI

Sulla base della struttura concettuale sopra descritta, il CERI è formalizzato secondo la seguente relazione:

$$\text{CERI} = \frac{R \times E}{A}$$

dove:

- **R** rappresenta il livello di climate hazard;
- **E** rappresenta l'energy exposure;
- **A** rappresenta l'adaptive capacity.

Tale formulazione riflette intuitivamente il fatto che il rischio aumenta al crescere della pericolosità e dell'esposizione, mentre diminuisce all'aumentare della capacità di adattamento.

La scelta di una formulazione moltiplicativa e divisiva risponde all'intento di attribuire alla capacità di adattamento un ruolo centrale di mitigazione nella valutazione complessiva del rischio.

## 1.3 Definizione e normalizzazione della componente R – Climate hazard

La componente R è definita sulla base di un insieme di indicatori climatici selezionati in funzione della loro rilevanza per le attività produttive analizzate.

Tali indicatori includono in particolare:

- la frequenza e l'intensità delle ondate di calore e delle ondate di freddo;
- la probabilità di precipitazioni intense e di eventi alluvionali.

I dati utilizzati derivano da serie storiche e proiezioni climatiche con orizzonte temporale al 2050, sviluppate sulla base degli scenari IPCC e georeferenziate su scala territoriale.

Ciascun indicatore climatico è normalizzato su una scala discreta, generalmente compresa tra 1 e 5, dove il valore minimo corrisponde a un livello di pericolosità molto basso e il valore massimo a un livello di pericolosità estremo.

La normalizzazione è effettuata mediante soglie definite sulla base:

- della distribuzione statistica dei dati climatici;
- delle evidenze scientifiche disponibili (IPCC AR6);
- di fonti istituzionali (Copernicus, agenzie ambientali regionali).

Il valore finale di R per ciascuna impresa o cluster territoriale è ottenuto aggregando i punteggi associati alle diverse tipologie di hazard climatico, secondo una logica che tiene conto della loro specifica rilevanza per i settori analizzati.

Il modello di base include i seguenti hazard climatici:

- ondate di calore;
- ondate di freddo;
- precipitazioni intense / eventi alluvionali.

Gli indicatori climatici quantitativi (ad esempio numero di giorni >35 °C/anno, numero di eventi >50 mm/24h) sono trasformati in punteggi qualitativi su scala discreta 1–5, secondo soglie predefinite.

### Scala di punteggio della pericolosità (Hazard scoring scale)

Livello	Punteggio	Interpretazione
Molto basso	1	Rischio trascurabile
Basso	2	Rischio limitato
Moderato	3	Rischio medio
Alto	4	Rischio significativo
Estremo	5	Rischio critico

### Calcolo del punteggio R

Il punteggio R è calcolato aggregando i valori normalizzati dei singoli hazard climatici rilevanti per il territorio o il cluster produttivo considerato, secondo criteri di ponderazione coerenti con la sensibilità settoriale e l'impatto atteso sugli asset produttivi.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

dove  $R_i$  è il punteggio associato a ciascun *climate hazard* considerato.

## CASE STUDY – ITA

PMI manifatturiera ad alta intensità energetica localizzata nella Provincia di Venezia, settore metallurgico (ATECO 24).

**Indicatori climatici considerati** Scenario **RCP 8.5**, orizzonte **2036**, anomalia **2021–2050** rispetto al **1990**.

Indicatore	Valore osservato	Classe qualitativa	Punteggio
SU30	15 giorni > 30 °C	Basso	2
TAS	+1,2 °C	Basso	2
CDDs	121	Basso	2
HWDI	1 giorno	Basso	2
R95pTOT	-2 %	Basso	2

$$R = \frac{2 + 2 + 2 + 2 + 2}{5} = 2$$

**R = 2**

Azienda metallurgica presso Ajdovščina – Goriška – Settore: lavorazione dei metalli / metallurgia leggera.

Scenario **RCP 8.5**, anomalia **2021–2050** rispetto al periodo **1981–2010**.

Indicatore	Valore osservato	Classe qualitativa	Punteggio
SU30	Aumento significativo dei giorni >30 °C	Alto	4
TAS	Aumento della temperatura media: +1–2 °C	Moderato–Alto	4
CDDs	Riduzione dei giorni secchi consecutivi ma aumento dello stress idrico estivo	Moderato	3
HWDI	Aumento di frequenza e durata delle ondate di calore	Alto	4
R95pTOT	Aumento degli eventi di precipitazione intensa	Alto	4

$$R = \frac{4 + 4 + 3 + 4 + 4}{5} = 3,8$$

**R = 3.8**

Queste tendenze evidenziano un futuro climatico sloveno caratterizzato da un significativo aumento delle temperature e da una maggiore intensità degli eventi estremi.

## 1.4 Definizione e normalizzazione della componente E – Energy exposure

La componente **E** rappresenta l'esposizione energetica dell'impresa ed è calcolata sulla base di indicatori che descrivono l'intensità e la struttura dei consumi energetici, nonché il grado di dipendenza dei processi produttivi dalla continuità della fornitura elettrica.

Particolare attenzione è attribuita al consumo di energia elettrica, in quanto è la forma energetica maggiormente influenzata dagli eventi climatici estremi e dalla variabilità della domanda.

L'esposizione energetica è espressa in termini di intensità energetica normalizzata, ad esempio attraverso indicatori quali il consumo di energia elettrica per unità di superficie o per unità di output produttivo. Tali indicatori sono successivamente ponderati in funzione della loro rilevanza rispetto al rischio operativo, attribuendo pesi più elevati alle componenti di consumo critiche, quali il raffrescamento estivo e la forza motrice.

Il valore di **E** è normalizzato su una scala comparabile a quella utilizzata per la componente **R**, al fine di consentire l'integrazione delle due dimensioni nel calcolo del CERI.

### Indicatori energetici utilizzati

Gli indicatori sono derivati dagli **Energy Audit** e sono espressi in toe/m<sup>2</sup>:

- **EnPI<sub>1</sub>**: energia elettrica totale/m<sup>2</sup>
- **EnPI<sub>2</sub>**: altri vettori energetici/m<sup>2</sup>
- **EnPI<sub>3</sub>**: energia elettrica per raffrescamento estivo/m<sup>2</sup>
- **EnPI<sub>4</sub>**: energia elettrica per illuminazione/m<sup>2</sup>
- **EnPI<sub>5</sub>**: energia elettrica per forza motrice/m<sup>2</sup>

A ciascun **EnPI** è associato un coefficiente di ponderazione **w<sub>i</sub>**.

$$\sum w_i = 1$$

### Esempio di ponderazione standard

Indicatore	Peso (w <sub>i</sub> )
EnPI <sub>1</sub>	0,30
EnPI <sub>2</sub>	0,20
EnPI <sub>3</sub>	0,20
EnPI <sub>4</sub>	0,10
EnPI <sub>5</sub>	0,20

La distribuzione dei pesi riflette la maggiore rilevanza attribuita al consumo elettrico complessivo e alle componenti direttamente connesse alla continuità operativa (raffrescamento estivo e forza motrice).

## Calcolo della componente E

La componente **E** è calcolata come somma ponderata degli indicatori energetici normalizzati:

$$E = \sum_{i=1}^5 w_i * EnPI_i$$

Weights may be adapted according to the production sector, while maintaining the methodological structure.

### CASE STUDY – ITA

SME in the metallurgy sector – Venice

Annual electricity consumption: 104,113 MWh

Production area: 20,000 m<sup>2</sup>

Toe conversion factor: 0.000187

104,113 MWh = 19.47 toe

### Estimated energy indicators (EnPI)

Indicator	Value (toe/m <sup>2</sup> )	Weight
EnPI <sub>1</sub> – Energia elettrica totale	0.448	0.30
EnPI <sub>2</sub> – Altri vettori energetici	0.120	0.20
EnPI <sub>3</sub> – Raffrescamento estivo	0.180	0.20
EnPI <sub>4</sub> – Illuminazione	0.070	0.10
EnPI <sub>5</sub> – Forza motrice	0.310	0.20

$$E = (0,30 \times 0,448) + (0,20 \times 0,120) + (0,20 \times 0,180) + (0,10 \times 0,070) + (0,20 \times 0,310)$$

$$E = 0,263 \text{ TEP/m}^2$$

### CASE STUDY – SLO

**Consumo annuo di energia elettrica dell'azienda metallurgica presso Ajdovscina.:** 221.150 kWh/anno

**Superficie produttiva:** 10.000 m<sup>2</sup> (stima)

**Fattore di conversione in toe:** 0,000187

221.150 kWh = **41,35 toe**

## Indicatori energetici stimati (EnPI)

Indicatore	Valore (toe/m <sup>2</sup> )	Peso
EnPI <sub>1</sub> – Energia elettrica totale	0,004135	0,30
EnPI <sub>2</sub> – Altri vettori energetici	0,001108	0,20
EnPI <sub>3</sub> – Raffrescamento estivo	0,001662	0,20
EnPI <sub>4</sub> – Illuminazione	0,000647	0,10
EnPI <sub>5</sub> – Forza motrice	0,001861	0,20

## Calcolo della componente E

$$E = (0,30 \times 0,004135) + (0,20 \times 0,001108) + (0,20 \times 0,001662) + (0,10 \times 0,000647) + (0,20 \times 0,001861)$$

$$E = 0,00223 \text{ TEP}/m^2$$

**E = 0.002**

Il valore risultante rappresenta l'intensità energetica ponderata dell'impresa, espressa in toe/m<sup>2</sup>, che costituisce la base per la successiva normalizzazione della componente **E** ai fini del calcolo del CERI.

## 1.5 Calcolo della componente E – riferimenti normativi

La metodologia sviluppata nel presente deliverable si inserisce in un consolidato quadro normativo europeo in materia di efficienza energetica e monitoraggio dei consumi, con particolare riferimento alla Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (Energy Efficiency Directive – EED) e alle sue successive revisioni e rifusioni, culminate nella Direttiva (UE) 2023/1791.

Tale quadro normativo introduce e rafforza l'obbligo di audit energetici periodici per le grandi imprese e per le imprese energivore, riconoscendo l'audit quale strumento fondamentale per la conoscenza strutturata dei profili di consumo e per l'individuazione di misure di miglioramento dell'efficienza energetica.

In particolare, l'articolo 8 della Direttiva 2012/27/UE, come modificato, stabilisce che gli audit energetici debbano:

- basarsi su dati operativi misurati e tracciabili;
- fornire un'analisi dettagliata dei profili di consumo energetico degli impianti e dei processi produttivi;
- adottare un approccio proporzionato e rappresentativo del reale funzionamento dell'impresa.

Tali requisiti sono ulteriormente rafforzati dalla promozione di sistemi di gestione dell'energia conformi alla norma ISO 50001, che possono costituire un'alternativa agli audit obbligatori, condividendo tuttavia il medesimo principio di modellizzazione sistemica dei consumi energetici e dei processi aziendali.

Il modello energetico aziendale adottato per la definizione della componente **E – Exposure** del CERI è pienamente coerente con tale quadro normativo, in quanto si basa su:

- una rappresentazione analitica di macchinari e linee produttive;
- l'utilizzo di parametri tecnici verificabili;
- la ricostruzione dei profili temporali di consumo.

In questo senso, l'approccio metodologico non si limita a soddisfare i requisiti minimi normativi, ma ne estende l'applicabilità, consentendo di valorizzare i risultati degli audit energetici ai fini della valutazione dell'esposizione climatica e della resilienza del sistema produttivo.

## 1.6 Il modello energetico alla base dei calcoli

La costruzione della componente **E – Exposure** del CERI si fonda sull'utilizzo di una piattaforma software dedicata alla profilazione energetica aziendale, progettata per ricostruire in modo coerente e verificabile i profili di consumo energetico delle imprese produttive e di servizio.

La piattaforma adotta un approccio matriciale che incrocia:

- le aree fisiche dell'organizzazione (sito, edificio, reparto, area funzionale);
- i principali usi energetici.

Ciò consente una rappresentazione strutturata e trasparente dei consumi e dei relativi driver operativi, garantendo coerenza tra dati tecnici, configurazione impiantistica e dinamiche produttive.

	EE MT → EE per produzione	Aria Compressa → Aria compressa	EE MT → EE per aspirazioni	EE MT → EE per UTA	Vapore → Vapore per produzione	Acqua calda uffici → Acqua calda clima uffici	Acqua Fredda Uffici → Acqua Fredda Clima uffici	Aria Calda Stabilimento → Aria Calda climatizzazione	EE MT → EE CED	EE MT → EE per illuminazione esterna	EE MT → EE per illuminazione interna	EE MT → EE uffici
Preparazione	✓	✓	□	□	✓	□	□	✓	□	□	✓	□
Finitura	✓	✓	✓	✓	□	□	□	✓	□	□	✓	□
Ritocatura	✓	✓	□	✓	□	□	□	□	□	□	✓	□
Magazzini	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	✓	□
Uffici	□	□	□	□	□	✓	✓	□	✓	□	✓	✓
Piazzale Esterno	□	□	□	□	□	□	□	□	□	✓	□	□

Figura 1 – Modello energetico aziendale: mappatura matriciale delle aree e dei consumi energetici

Attraverso la modellizzazione di macchinari e processi, basata su parametri tecnici essenziali e su dati operativi reali o stimati, la piattaforma genera profili temporali di consumo per ciascuna combinazione area–uso e per ciascun vettore energetico.

Un modulo di riconciliazione del bilancio energetico garantisce la coerenza tra le stime bottom-up e i dati top-down disponibili (contatori principali, fatturazione), assicurando la chiusura del bilancio complessivo a livello di sito o di impresa.

L'integrazione di tale piattaforma all'interno del deliverable consente di superare approcci puramente aggregati, fornendo una base dati solida, replicabile e verificabile per la quantificazione dell'esposizione energetica. Gli output risultanti alimentano direttamente la componente **E** dell'indicatore climatico composito e ne rafforzano la robustezza metodologica, consentendo al contempo la valorizzazione dei dati derivanti dagli audit energetici e il collegamento operativo con le successive analisi di rischio climatico e di adattamento.

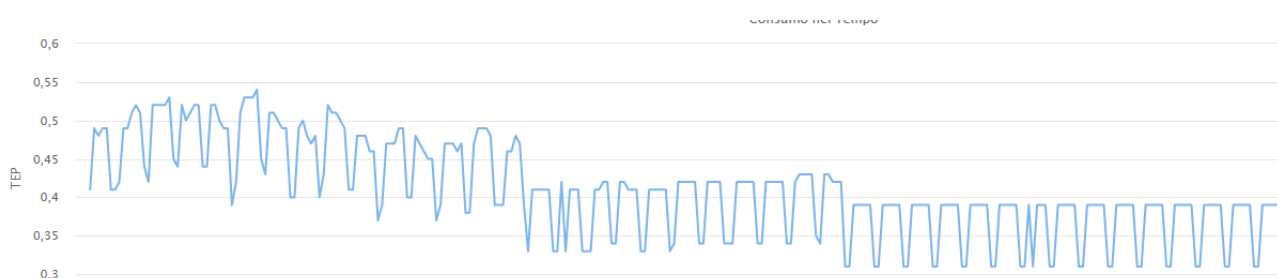


Figura 2 – Esempio di profilo di consumo ricostruito per un'impresa manifatturiera

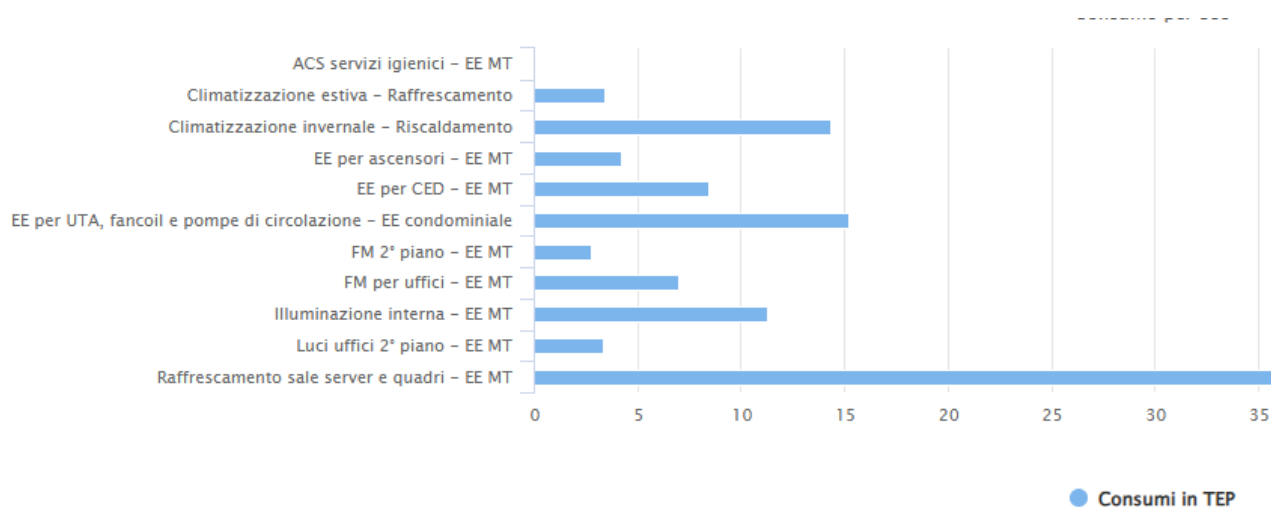


Figura 3 – Rappresentazione del consumo energetico annuo totale per un'impresa di servizi

## 1.7 Indicatori ottenibili

La piattaforma di energy profiling consente di derivare un insieme strutturato di indicatori energetici quantitativi e normalizzati, utilizzabili sia a supporto degli audit energetici sia per alimentare la componente **E – Exposure** dell'indicatore climatico composito.

Grazie alla ricostruzione coerente dei profili di consumo per area, uso energetico e vettore, gli indicatori possono essere calcolati su basi omogenee e confrontati nel tempo e tra contesti differenti.

Tra i principali indicatori rientra la **quota di autoproduzione energetica**, espressa come percentuale del fabbisogno totale coperto da fonti interne (ad esempio impianti fotovoltaici, cogenerazione), calcolata sia su base annuale sia su profili temporali. Tale indicatore è utile per valutare il grado di dipendenza da forniture esterne e l'esposizione a shock energetici.

La piattaforma consente inoltre di stimare **indicatori di intensità energetica**, quali il consumo specifico per unità di superficie (kWh/m<sup>2</sup>) o per unità di output/servizio, normalizzando i consumi rispetto alla dimensione fisica e operativa dell'organizzazione.

Un ulteriore insieme di indicatori riguarda la **scomposizione dei consumi per uso energetico**, con particolare riferimento ai sistemi HVAC (riscaldamento e raffrescamento). In questo caso è possibile quantificare:

- la quota percentuale dei consumi totali attribuibile agli usi HVAC;
- i consumi assoluti (kWh);
- i consumi normalizzati.

Ciò fornisce una misura diretta della sensibilità dell'impresa alle condizioni climatiche esterne. Indicatori analoghi possono essere calcolati per altri usi rilevanti (processi produttivi, illuminazione, servizi ausiliari), consentendo un'interpretazione granulare dell'esposizione energetica.

## 1.8 Definizione e normalizzazione della componente A – Adaptive capacity

La componente **A** misura la capacità di adattamento dell'impresa e rappresenta un elemento chiave del CERi, in quanto consente di differenziare situazioni di rischio che possono risultare simili in termini di hazard ed exposure, ma profondamente diverse sotto il profilo della resilienza.

La capacità di adattamento è valutata attraverso un insieme di indicatori che descrivono la presenza di soluzioni tecnologiche, organizzative e infrastrutturali finalizzate alla gestione del rischio climatico-energetico.

Tra tali indicatori rientrano, ad esempio:

- il livello di efficienza energetica di edifici e impianti;
- la presenza di sistemi di backup energetico;
- l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile;
- l'esistenza di piani di emergenza e procedure operative per la gestione di eventi estremi;
- la programmazione di investimenti di adattamento.

Come per le altre componenti, i punteggi sono normalizzati su una scala discreta, in cui valori più elevati indicano una maggiore capacità di adattamento.

## Criteri di valutazione e scala di punteggio

La valutazione si basa su:

- presenza di sistemi di backup energetico;
- efficienza energetica di edifici e impianti;
- utilizzo di fonti rinnovabili;
- piani di emergenza e procedure operative;
- investimenti di adattamento pianificati.

## Scala di punteggio

Punteggio	Livello	Criterio sintetico
1	Assente	Nessuna misura di adattamento
2	Debole	Misure isolate e non sistemiche
3	Base	Misure minime pianificate
4	Buono	Misure integrate nei processi
5	Completo	Adattamento strutturale e gestionale

## CASE STUDY – ITA

### Valutazione qualitativa dell'impresa

Criterio	Valutazione	Punteggio
Backup energetico	Assente	1
Efficienza impiantistica	Media	3
Fonti rinnovabili	Assenti	1
Piani di emergenza	Parziali	2
Investimenti di adattamento	Non pianificati	1

$$A = \frac{1 + 3 + 1 + 2 + 1}{5} = 1,6$$

**A = 1.6**

## CASE STUDY – SLO

### Valutazione qualitativa dell'impresa metallurgica di Ajdovščina

Critero	Valutazione	Punteggio
Backup energetico	Assente	1
Efficienza impiantistica	Debole – edificio datato in locazione	2
Fonti rinnovabili	Assenti	1
Piani di emergenza	Assenti	1
Investimenti di adattamento	Base – pianificata installazione di sistema di raffrescamento estivo	3

$$A = \frac{1 + 2 + 1 + 1 + 3}{5} = 1,6$$

**A = 1.6**

## 1.9 Interpretazione dei valori del CERI e soglie decisionali

Il valore finale del **CERI** è espresso su una scala normalizzata che consente di classificare le imprese in classi di rischio crescenti. A ciascuna classe sono associate soglie decisionali che orientano l'individuazione delle priorità di intervento e la definizione delle misure di adattamento più appropriate.

In questo senso, il CERI non rappresenta un fine in sé, ma uno strumento operativo per la gestione del rischio.

Il valore finale del CERI consente la classificazione delle imprese nelle seguenti classi di rischio:

Classe	CERI (toe/m <sup>2</sup> )	Interpretazione
Molto basso	0–0,010	Rischio trascurabile
Basso	0,011–0,020	Rischio limitato
Medio	0,021–0,030	Rischio significativo
Alto	0,031–0,050	Elevata esposizione
Critico	>0,050	Rischio severo

## CASE STUDY – Risultati

### SLO – Valori ottenuti dall'analisi

- **R = 3,8**
- **E = 0,002**
- **A = 1,6**

$$CERI = \frac{R \times E}{A}$$

$$CERI = \frac{3,8 \times 0,002}{1,6} = 0,004$$

## CASE STUDY – Risultati

### ITA – Valori ottenuti dall'analisi

- **R = 2,0**
- **E = 0,263**
- **A = 1,6**

$$CERI = \frac{R \times E}{A}$$

$$CERI = \frac{2 \times 0,263}{1,6} = 0,328$$

### Classificazione del rischio

Caso studio	Classe	Intervallo CERI	Interpretazione
ITA	Critico	>0,050	Rischio severo
SLO	Molto basso	0–0,010	Rischio trascurabile



Il grafico consente un'interpretazione integrata dei risultati dell'Indice di Rischio Climatico–Energetico (CERI), collegando il valore numerico dell'indicatore alle classi di rischio crescenti e ai differenti livelli di priorità di intervento.

Nel caso studio analizzato, relativo a una PMI manifatturiera ad alta intensità energetica del settore metallurgico localizzata nella Provincia di Venezia, il valore del CERI è pari a **0,33**, collocando l'impresa nella classe di rischio “**Critico**”. Tale posizionamento non è attribuibile esclusivamente alla pericolosità climatica del territorio, che nel periodo considerato assume valori moderati (**R = 2**), ma deriva principalmente dalla combinazione tra elevata esposizione energetica dei processi produttivi (**E = 0,263 toe/m<sup>2</sup>**) e limitata capacità di adattamento (**A = 1,6**).

Il grafico evidenzia come, in presenza di consumi energetici significativi e di una forte dipendenza dalla continuità della fornitura elettrica, anche livelli non estremi di hazard climatico possano tradursi in un elevato rischio operativo quando le misure di resilienza risultano insufficienti. Nel caso specifico, la rilevante incidenza dei consumi elettrici legati alla forza motrice e al raffrescamento estivo amplifica l'esposizione ai picchi di domanda associati alle ondate di calore, mentre l'assenza di sistemi di backup energetico, la limitata integrazione di fonti rinnovabili e la mancanza di piani strutturati di gestione delle emergenze riducono la capacità dell'impresa di assorbire e gestire eventuali interruzioni o stress del sistema energetico.

Il posizionamento nella classe “**Critico**” assume pertanto un chiaro significato decisionale: il grafico non rappresenta semplicemente un livello astratto di rischio, ma segnala la necessità di interventi prioritari e strutturali volti sia a ridurre l’esposizione energetica (attraverso misure di efficienza, ottimizzazione dei carichi e maggiore flessibilità dei processi), sia a rafforzare la capacità di adattamento (introduzione di soluzioni per la continuità elettrica, miglioramento delle prestazioni edilizie e impiantistiche, formalizzazione di procedure e piani di risposta agli eventi estremi).

In questo senso, il caso studio dimostra la funzione centrale dell’indice quale strumento di supporto alle decisioni, capace di evidenziare come il rischio climatico-energetico per le PMI dipenda non solo dalle condizioni climatiche esterne, ma soprattutto dal profilo energetico e dal livello di resilienza organizzativa e tecnologica dell’impresa.

Nel caso della azienda metallurgica di Ajdovščina considerata, il valore dell’Indice di Rischio Climatico–Energetico (CERI) è pari a **0,004**, collocando l’analisi nella classe “**Molto basso**”, corrispondente a un rischio trascurabile. Tale risultato è principalmente attribuibile a una combinazione favorevole di fattori: bassa esposizione energetica dei processi produttivi, limitata dipendenza da consumi energetici intensivi e una capacità di adattamento adeguata rispetto agli eventi climatici considerati.

In queste condizioni, anche in presenza di potenziale variabilità climatica, l’impatto operativo atteso sul sistema produttivo rimane contenuto e gestibile, senza necessità di interventi strutturali urgenti.

Il posizionamento nella classe “**Molto basso**” indica pertanto un contesto caratterizzato da una buona resilienza energetica complessiva, nel quale le azioni di miglioramento possono concentrarsi principalmente sul mantenimento dei livelli di performance esistenti e sull’adozione di misure incrementali di efficienza e monitoraggio, piuttosto che su interventi prioritari o di emergenza.

## 1.10 Casi applicativi e utilizzo del CERI nell’ambito del progetto CLIMASAFE

L’applicazione del CERI a casi studio rappresentativi consente di validare la metodologia e di dimostrarne l’utilità operativa. Nell’ambito del progetto CLIMASAFE, l’indice è applicato a un campione di PMI appartenenti a diversi settori e localizzate in differenti contesti territoriali, evidenziando come i valori del CERI varino in funzione delle specifiche condizioni climatiche, energetiche e organizzative.

I casi applicativi mostrano come imprese caratterizzate da elevata esposizione energetica possano presentare livelli di rischio differenti a seconda della loro capacità di adattamento, mettendo in luce il ruolo centrale degli investimenti in efficienza energetica e resilienza nella riduzione del rischio climatico-energetico.

## 2. Applicazioni operative, azioni pilota e valore strategico del deliverable

L'applicazione del CERI è attuata attraverso strumenti operativi sviluppati nell'ambito del progetto CLIMASAFE, tra cui una piattaforma digitale di supporto alle decisioni e un insieme di azioni pilota rivolte a un campione rappresentativo di PMI.

Tali applicazioni consentono di testare l'efficacia dell'indice quale strumento operativo e di validarne l'utilità in contesti reali.

Il presente deliverable fornisce pertanto una base conoscitiva solida e strutturata per la gestione del rischio climatico-energetico, contribuendo al rafforzamento della resilienza delle PMI e supportando la definizione di politiche territoriali integrate nell'area transfrontaliera Italia-Slovenia.