

# Multi Criteria Decision Analysis (MCDA)

per lo studio partecipato di aree idonee alle FER

## *CER Appennino Ovest*

### Sintesi non tecnica.

## 0.1 Come scegliamo dove realizzare gli impianti rinnovabili?

### Metodo di valutazione partecipata

Dobbiamo fare delle scelte. La nostra CER, con il concorso importante di tutte le Amministrazioni Comunali, partners e stakeholder che ci hanno affiancato, ha superato la prima fase del bando della Fondazione Cariparma. Ora, se vinceremo anche la seconda, saremo impegnati a costruire due impianti da fonti rinnovabili (FER): **uno in Valceno, uno in Valtaro.**

Purtroppo, non potendo farne uno per ogni comune dobbiamo decidere insieme dove intervenire, tenendo conto di molti aspetti.

Ecco perché vi proponiamo un percorso basato su un metodo chiamato MCDA: uno strumento utile per confrontare tante informazioni diverse e arrivare a una decisione condivisa e trasparente.

Cosa valutiamo insieme? Il metodo MCDA tiene conto di fattori tecnici, economici e sociali, raccolti in 4 gruppi:

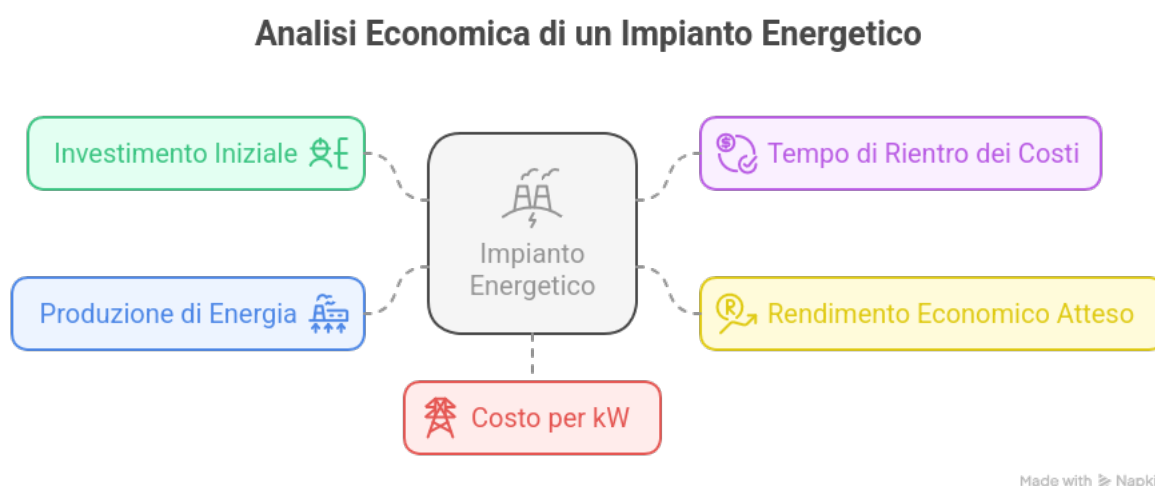
### 0.1.1 Ubicazione e fattibilità

- Dove è tecnicamente possibile costruire un impianto
- C'è spazio adatto per fotovoltaico, mini-eolico, biomasse, idroelettrico, biogas
- L'impianto può collegarsi facilmente alla rete elettrica
- Quanto si consuma già a livello locale
- L'intervento avrebbe un basso impatto ambientale

## 0.1.2 Costi

Quanto costa e quanto rende l'impianto (Questa parte sarà stimata dai tecnici CER e fornita già compilata)

1. Investimento iniziale richiesto
2. Tempo per rientrare dei costi (BEP)
3. Rendimento economico atteso (ROI)
4. Quanta energia si potrà produrre
5. Quanto costa produrre ogni kW



## 0.1.3 Aspetti del welfare

- Dove c'è più bisogno
- Zone con famiglie in difficoltà economica
- Aree con tanti anziani soli
- Aree con elevata povertà energetica

## 0.1.4 Logistica e convenienza

- Possibilità di replicare il progetto in futuro
- Effetti positivi aggiuntivi per la comunità (es. creazione di lavoro, servizi)
- effetto replicativo (un impianto genera altre opportunità e ricadute positive)

## 0.1.5 Coinvolgimento partecipativo

Come si svolgerà il percorso partecipativo

Ogni Comune riceverà una scheda, dove potrà:

- Segnalare le fonti rinnovabili su cui punta
- Indicare luoghi disponibili
- Valutare l'importanza dei diversi criteri (con punteggi da 1 a 10)

- Proporre elementi specifici del territorio

I tecnici della CER useranno questi dati per costruire una mappa di priorità.

Si organizzeranno incontri partecipati, dove i sindaci, i cittadini e le associazioni potranno:

1. Leggere insieme le mappe
2. Proporre modifiche e suggerimenti
3. Condividere dati locali che non si trovino nelle banche dati ufficiali
4. Co-progettare le soluzioni energetiche migliori

### 0.1.6 Cosa otteniamo alla fine?

Una decisione condivisa su:

- A- Dove costruire i due impianti prioritari
- B- Come rafforzare la rete CER in futuro
- C- Quali territori candidare a prossimi bandi

Tutto il percorso sarà documentato e servirà anche per dimostrare alla Fondazione Cariparma la qualità e la trasparenza del nostro lavoro.

## Processo di Pianificazione Energetica Partecipativa



Made with Napkin

### 0.1.7 Glossario

- CER: Comunità Energetica Rinnovabile
- FER: Fonti Energetiche Rinnovabili (sole, vento, acqua, biomasse...)
- ROI: quanto guadagna un impianto rispetto a quanto è costato

- BEP: dopo quanti anni si recupera l'investimento iniziale
- MCDA: un metodo per prendere decisioni considerando tanti fattori diversi

## 0.2 Appendice tecnica: metodologia di elaborazione dati

### 0.2.0.1 Introduzione alla Multi Criteria Decision Analysis (MCDA)

La Multi Criteria Decision Analysis (MCDA), o Analisi Decisionale Multicriteri, è un insieme di metodi e strumenti che supportano i processi decisionali complessi, i quali richiedono la valutazione di alternative rispetto a molteplici criteri, spesso in conflitto tra loro. Nel contesto del progetto CER Appennino Ovest, l'MCDA viene impiegata per identificare le aree più idonee all'installazione di impianti da Fonti Energetiche Rinnovabili (FER), garantendo un processo decisionale trasparente e condiviso. Questo approccio statistico consente di integrare dati quantitativi (es. costi, produzione energetica) e qualitativi (es. impatto ambientale, aspetti sociali).

### 0.2.0.2 Acquisizione e Strutturazione dei Dati

Il processo di MCDA inizia con la raccolta sistematica dei dati rilevanti. Per questo progetto, le informazioni vengono acquisite attraverso schede di valutazione compilate dai Comuni. Queste schede comprendono:

Identificazione delle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) preferite:

- Indicazioni sui tipi di FER (fotovoltaico, mini-eolico, biomasse, idroelettrico, biogas) ritenuti prioritari per il territorio comunale;
- Individuazione di Luoghi Disponibili: Dettagli sui siti potenziali, incluse descrizioni, dimensioni indicative e note aggiuntive sulle caratteristiche specifiche;

Valutazione dell'Importanza dei Criteri:

- Ogni Comune assegna un punteggio da 1 a 10 all'importanza di specifici criteri raggruppati in quattro macro-categorie:

1. ubicazione e fattibilità;
2. costi;
3. aspetti del welfare;
4. logistica e convenienza;
5. elementi specifici del territorio;
6. dati locali e informazioni non ufficiali rilevanti (es. vincoli paesaggistici, infrastrutture esistenti).

### 0.2.0.3 Normalizzazione dei Dati

Per confrontare criteri espressi in unità di misura o scale diverse, è indispensabile procedere con la normalizzazione dei dati. La normalizzazione converte i valori originali in una scala comune, tipicamente tra 0 e 1 o 0 e 100, rendendoli comparabili. Noi utilizzeremo la

Normalizzazione Min-Max trasformando i valori in un intervallo specifico (es.  $[0, 1]$  o  $[0, 100]$ ) utilizzando la formula:

$$V_{normalizzato} = \frac{V_{originale} - V_{min}}{V_{max} - V_{min}}$$

che sono, rispettivamente, il valore minimo e massimo del criterio. Standardizzazione (Z-score). Così facendo trasformiamo i dati in modo che abbiano una media di 0 e una deviazione standard di 1, utile quando la distribuzione dei dati è approssimativamente normale.

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

dove:

$X$  è il valore osservato;

$\mu$  è la media;

$\sigma$  è la deviazione standard.

La scelta del metodo di normalizzazione dipende dalla natura dei dati e dagli obiettivi dell'analisi. I dati qualitativi, come i punteggi di importanza dei criteri forniti dai Comuni (1-10), sono già su una scala numerica e possono essere direttamente utilizzati o ulteriormente normalizzati.

#### 0.2.0.4 Ponderazione dei Criteri (Weighting)

Non tutti i criteri hanno la stessa importanza nel processo decisionale. La ponderazione attribuisce un "peso" a ciascun criterio, riflettendo la sua rilevanza relativa rispetto agli altri. Nel nostro contesto, **i Comuni indicano l'importanza dei criteri attraverso un punteggio da 1 a 10**. Questi punteggi verranno trasformati in pesi normalizzati, in modo che la somma dei pesi di tutti i criteri sia pari a 1 (o 100%).

Un metodo comune per derivare questi pesi è il Direct Rating o Points Allocation: i punteggi assegnati dai Comuni vengono utilizzati per calcolare le proporzioni di importanza, che poi vengono normalizzate.

#### 0.2.0.5 Aggregazione dei Dati e Derivazione degli Indici di Sintesi

Una volta normalizzati i valori delle alternative per ciascun criterio e definiti i pesi dei criteri, si procede all'aggregazione per ottenere un unico indice di sintesi per ciascuna alternativa (cioè, per ogni potenziale area di investimento e tipo di FER). Questo indice rappresenta la "performance complessiva" dell'alternativa.

Uno dei metodi di aggregazione più semplici e comunemente usati è il Simple Additive Weighting (SAW), noto anche come Metodo della Somma Ponderata. Questo metodo calcola un punteggio complessivo per ogni alternativa come la somma ponderata dei suoi punteggi normalizzati su ciascun criterio.

La formula generale per il SAW è la seguente:

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij}$$

dove:

$S_i$  è il punteggio di sintesi (o indice complessivo) per l'alternativa  $i$

$w_j$  è il peso normalizzato del criterio  $j$

$r_{ij}$  è il punteggio normalizzato dell'alternativa  $i$  rispetto al criterio  $j$

$n$  è il numero totale di criteri. Questo approccio implica una "compensazione totale" tra i criteri, nel senso che una performance bassa su un criterio può essere bilanciata da una performance alta su un altro. L'indice di sintesi così ottenuto consente di classificare le diverse alternative in base alla loro idoneità complessiva.

#### 0.2.0.6 Analisi dei Risultati e Supporto Decisionale

Gli indici di sintesi permetteranno di creare una "mappa di priorità" delle aree. Le alternative con un indice di sintesi più elevato saranno considerate più idonee in base ai criteri e ai pesi stabiliti.

Per assicurare la robustezza delle decisioni, può essere condotta un'analisi di sensitività. Questa analisi verifica come piccole variazioni nei pesi dei criteri o nei punteggi normalizzati influenzano la classifica finale delle alternative, contribuendo a identificare la stabilità della soluzione migliore.

Infine, gli indici di sintesi e le classifiche ottenute saranno la base per le discussioni e la progettazione con i sindaci, i cittadini e le associazioni negli incontri partecipativi. L'obiettivo è raggiungere una decisione condivisa e documentata su dove costruire gli impianti, come rafforzare la rete CER e quali territori candidare per futuri bandi.

### 0.3 proprietà intellettuale.

L'autore, Daniele Uboldi c.f.: BLDDLR51M21L084B, dichiara che Il presente lavoro è rilasciato secondo i criteri e i limiti previsti dalla [sezione Creative Commons di riferimento](#)

Maggio 2025 - versione 1 - URL: <https://creativecommons.it/chapterIT/index.php/license-your-work/>



CC BY-NC-ND Attribuzione – Non Commerciale – Non Opere Derivate

