

DESTEC



UNIVERSITÀ DI PISA

**ANALISI DI SOSTENIBILITÀ DI OPPORTUNI CASI STUDIO TRAMITE IL
SOFTWARE EUREKA**

Pisa, Gennaio 2015

Ing. Giulia Ludovici, Ph.D.

Indice

1. Introduzione	3
2. Parco eolico.....	4
2.1 Descrizione	4
2.2 Analisi dei Costi.....	4
2.3 Analisi di sostenibilità.....	5
3. Impianto a Biogas	7
3.1 Descrizione	7
3.2 Analisi dei costi	7
3.3 Analisi di sostenibilità.....	8
4. Impianto a biomassa.....	10
4.1 Descrizione	10
4.2 Analisi dei costi	10
4.3 Analisi di sostenibilità.....	11
5. Campo fotovoltaico	13
5.1 Analisi dei costi	13
5.2 Analisi di sostenibilità.....	14
6. Impianto idroelettrico	16
6.1 Descrizione	16
6.2 Analisi dei costi	16
6.3 Analisi di sostenibilità.....	17
7. Conclusioni	19
8. Lista delle tabelle	20

1. Introduzione

Il presente documento descrive l'analisi della sostenibilità effettuata su specifici impianti di produzione di energia elettrica, tramite il software freeware Eureka¹, in cui il concetto di sostenibilità è studiato sotto tre aspetti differenti, così come sono definiti sullo stesso portale² :

- *sostenibilità socio-istituzionale*, con la quale si intende l'attenzione specifica all'equa distribuzione per classi e genere, del benessere umano (sicurezza, salute, cultura) e al garantire condizioni di stabilità, democrazia, partecipazione;
- *sostenibilità ambientale* intesa come sforzo costante della società nello svilupparsi mantenendo qualità e riproducibilità delle risorse naturali;
- *sostenibilità economica* intesa come capacità di generare reddito e lavoro attraverso lo sviluppo del Sistema Paese, per il sostentamento della persone che lo compongono.

Il documento ha lo scopo di verificare la bontà del software su casi studio noti. In particolare per quanto riguarda l'analisi di sostenibilità economica, è valutato il valore del costo di produzione dell'energia, sulla base dei costi d'investimento, di gestione e dell'eventuale combustibile, in relazione a valori già noti degli stessi impianti. Sulla sostenibilità socio-istituzionale e ambientale, viene espresso un giudizio sulla coerenza del risultato della simulazione, basato sulla conoscenza delle caratteristiche tecniche dell'impianto, del territorio in cui esso è ubicato così come dell'eventuale sviluppo di infrastrutture d'ausilio all'impianto stesso.

¹ <http://www.progettoeureka.it/>

² <http://www.progettoeureka.it/sostenibilita/>

2. Parco eolico

2.1 Descrizione

Nel seguente paragrafo è analizzato un parco eolico da 30 GWh/a ubicato sulla collina dell'entroterra italiano, ad una quota di circa 500 ó 600 m, dove la popolazione si attesta tra 1000 e 5000 abitanti in un raggio di 4 km. L'impianto è composto da 11 aerogeneratori per una potenza nominale installata di 16.5 MW.

2.2 Analisi dei Costi

I dati introdotti all'interno del software Eureka, sono stati ipotizzati sulla base di impianti di simile taglia e contesto geografico.

Tabella 1: Dati in ingresso per la valutazione dei costi, impianto ó impianto eolico.

Dati valutazione Costi	
Energia prodotta (kWh/a)	29700000
Potenza di un aerogeneratore (kW)	1500
Ore di equivalenti di funzionamento alla potenza nominale (h)	1800
Numero di aerogeneratori	11
Potenza installata (kW)	16500
Costi di investimento (p/kW)	1350
Costi di O&M (p/kW)	28
Costi di dismissione di fine vita (p/kW)	5.5
Tempo di costruzione (mesi)	18
Tasso di attualizzazione (%)	5
Vita dell'impianto (anni)	20

I risultati prodotti dalla simulazione sono riportati come segue:

Tabella 2: Costi di generazione dell'energia elettrica ó impianto eolico.

Costi dell'energia	
Energia prodotta annualmente (kWh/a)	29700000
Costo di investimento(p/kWh)	0.040
Costo del combustibile (p/kWh)	0.000
Costo di gestione (compresa la dismissione a fine vita) (p/kWh)	0.016
Costo totale di generazione (p/kWh)	0.056

Il costo iniziale dell'impianto è di 22275000 p; considerato un incentivo medio di circa 110 p/MWh, i flussi finanziari annuali sono pari a circa 2079000 p/a. Dati i flussi netti di recupero (1603800 p/a) per costi medi di gestione (475200 p/a) il *Payback time* risulta essere pari a circa 14 anni, tempo congruo per questo tipo di impianto.

2.3 Analisi di sostenibilità

Per l'analisi di sostenibilità sono richiesti i dati riportati nella seguente tabella:

Tabella 3: Dati in ingresso: analisi di sostenibilità impianto eolico.

Dati d'ingresso per la studio della sostenibilità	impatto
SOSTENIBILITA' SOCIO ISTITUZIONALE	
Quanto dista l'impianto dalla rete elettrica? (< 5000 m)	medio basso
La rete di trasmissione elettrica del sito necessita di essere sviluppata per poter supportare il nuovo impianto? (Area dispone di rete di trasmissione debole e produzione che eccede la domanda)	alto
Servizio di regolazione della frequenza	medio alto
Esigenza di bilanciamento della rete	medio alto
Necessità di impianti convenzionali di backup	medio alto
SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	
Fauna	
L'impianto viene realizzato all'interno di aree protette? (No)	basso
Il parco eolico sorge in corrispondenza di rotte migratorie? (No)	basso
È segnalata la presenza di avifauna locale e/o popolazioni di pipistrelli? (No)	basso
Sono segnalati siti importanti per la nidificazione dell'avifauna? (No)	basso
Paesaggio	
Vi sono particolari qualità sceniche e panoramiche? (Si)	alto
Quanto dista l'impianto dai centri abitati? (>2000m)	basso
Quanto dista l'impianto dai beni storico-culturali? (>5000m)	basso
L'impianto è visibile da punti importanti o da strade ad alta affluenza? (No)	medio
Rumore	
Quanto dista l'impianto da abitazioni e/o centri abitati? (> 800m)	basso
Quali sono le caratteristiche del sito prescelto per l'installazione?	trascurabile
Qual è il rapporto tra le emissioni sonore dell'impianto e quelle complessive dell'area? (20% ó 50%)	medio basso
Suolo	
L'impianto verrà realizzato in aree di recupero o in aree a destinazione industriale? (No)	medio
Consumo di acqua	
trascurabile	
Vegetazione	
L'impianto viene realizzato all'interno di aree protette? (No)	basso
Acque superficiali	
Ci sono corsi d'acqua in prossimità dell'impianto? (Si)	basso
Le pendenze dei terreni sono importanti? (Si)	basso
Acque sotterranee	
Le risorse idriche vengono sfruttate per approvvigionamento umano? (No)	trascurabile
Cambiamenti climatici	
trascurabile	
Atmosfera	
trascurabile	
Odore	
trascurabile	

I risultati della simulazione sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 4: Analisi di sostenibilità ó impianto eolico.

Tipo di sostenibilità	Percentuale	Sostenibilità
Sostenibilità socio-istituzionale	45.70%	bassa
Sostenibilità ambientale	75.10%	alta
Sostenibilità economica	88.00%	alta

La sostenibilità socio-istituzionale è bassa a causa della distanza dall'impianto dalla rete elettrica e la necessità di essere sviluppata per supportare l'impianto stesso. Al contrario la sostenibilità ambientale è alta, poiché, nonostante l'impianto sia situato in una zona paesaggistica di pregio, esso tuttavia non intacca il territorio in termini di fauna, vegetazione ed utilizzo dell'acqua superficiale e sotterranea.

Inoltre l'impatto economico è basso grazie al basso costo di produzione dell'energia.

Infine il software è in grado di valutare l'impatto sulla salute umana, che è pari a 3 su una scala da 0 a 100, assumendo, quindi un valore molto basso. Si può, quindi, affermare che la sostenibilità dell'impianto è alta e che non ha conseguenze sulla salute umana.

3. Impianto a Biogas

3.1 Descrizione

Nel seguente paragrafo è valutata la sostenibilità di un impianto a biogas sito nel Nord Italia, in una zona ad uso agricolo nelle vicinanze di centri abitati nel raggio di 4 km dall'impianto in oggetto, in cui la popolazione è compresa tra 1000 e 5000 in un raggio di 4 km.

Le matrici organiche sottoposte a digestione anaerobica sono costituite per metà da biomasse vegetali dedicate e per metà da letame e liquame di provenienza animale prodotti in loco.

3.2 Analisi dei costi

I dati introdotti all'interno del software Eureka, sono stati ipotizzati sulla base di impianti di simile taglia e contesto geografico.

Tabella 5: Dati in ingresso per la valutazione dei costi di impianto a biogas.

Dati valutazione Costi	
Energia prodotta (kWh/a)	4320000
Potenza impianto (kW)	540
Ore equivalenti di funzionamento alla potenza nominale (h)	8000
Numero di impianti	1
Costi investimento (€/kW)	5000
Costo biomassa (€/kWh)	0.097
Costi di gestione annua (€/kW)	200
Costi di dismissione dell'impianto(€/kW)	225
Tempo di costruzione (mesi)	5
Tasso di attualizzazione (%)	7
Vita dell'impianto (anni)	20

Per quanto riguarda la biomassa, si considera un costo pari a circa 0.063 €/kWh per le colture dedicate, da cui dipende la metà della produzione di energia elettrica, e 0.034 €/kWh per il letame bovino. I risultati prodotti dalla simulazione consentono di definire il costo totale di generazione della dell'energia suddiviso secondo le voci riportate nella Tabella 6

Tabella 6: Costi di generazione dell'energia elettrica di impianto a biogas.

Costi dell'energia	
Energia prodotta annualmente (kWh/a)	4320000
Costo di investimento(€/kWh)	0.059
Costo del combustibile (€/kWh)	0.097
Costo di gestione (compresa la dismissione a fine vita) (€/kWh)	0.025
Costo di generazione (€/kWh)	0.181

Il costo iniziale dell'impianto è di 2700000 €; considerato un incentivo di circa 280 €/MWh, i flussi finanziari annuali sono pari a circa 954720 €/a. Dati flussi netti di recupero (427680 €/a) ed i costi

medi di gestione e della biomassa (527040 p/a) il *Payback time* risulta essere pari a circa 6 anni, tempo congruo per questo tipo di impianto.

3.3 Analisi di sostenibilità

Per l'analisi di sostenibilità sono richiesti i seguenti i dati riportati nella seguente tabella:

Tabella 7: Dati in ingresso: analisi di sostenibilità impianto a biogas.

Dati d'ingresso per la studio della sostenibilità	impatto
SOSTENIBILITA' SOCIO ISTITUZIONALE	
Quanto dista l'impianto dalla rete elettrica? (< 5000 m)	medio basso
La rete di trasmissione elettrica del sito necessita di essere sviluppata per poter supportare il nuovo impianto? (Area con rete di trasmissione/distribuzione con buona capacità di trasporto)	medio basso
SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	
Odore	
L'impianto è dotato di appositi accorgimenti di tipo gestionale/impiantistico atti a ridurre il potenziale impatto odorigeno? (Sì)	basso
Quanto dista l'impianto dai centri abitati? (< 5000 m)	alto
Atmosfera	
La vasca di stoccaggio del digestato è coperta? (Sì)	basso
Ci sono accorgimenti per evitare dispersioni del biogas e i fumi del cogeneratore sono trattati? (Sì)	basso
L'impianto verrà alimentato da residui oppure da colture energetiche? (Colture dedicate)	medio
Suolo	
L'impianto verrà alimentato da residui (agricoli, agroindustriali, zootecnici) oppure da colture energetiche dedicate? (Colture dedicate)	medio
L'impianto verrà realizzato in aree a verde? (No)	basso
Paesaggio	
L'impianto sorgerà in aree destinate alla riqualificazione? (No)	medio
L'impianto si trova nelle vicinanze di elementi strutturali del paesaggio a valore storico, culturale, ambientale? (No)	basso
L'impianto è circondato da barriere naturali di mitigazione visiva (esempio: siepi)? (No)	medio
Vegetazione	
Le colture energetiche verranno sviluppate in aree abbandonate o in aree degradate o in aree agricole già precedentemente dedicate alla coltura utilizzata per la produzione di biogas? (Sì)	basso
L'impianto viene realizzato nelle vicinanze di aree protette? (No)	basso
Quanto distano gli ambiti naturali dalle aree direttamente interessate dall'impianto? (> 10 km)	basso
Fauna	
L'impianto verrà alimentato da residui (agricoli, agroindustriali, zootecnici) oppure da colture energetiche? (Colture dedicate)	medio basso
L'impianto viene realizzato in prossimità di aree protette? (No)	basso
Rumore	
Sono presenti barriere od ostacoli artificiali o naturali tra l'impianto e abitazioni e/o centri abitati? (No)	medio-alto
Quali sono le caratteristiche dell'area d'installazione dell'impianto? (Area prevalentemente commerciale e industriale)	basso
Qual è il rapporto tra le emissioni sonore dell'impianto e quello complessivo delle altre	basso

sorgenti di rumore presenti nell'area d'impatto? (< 20%)	
Acque superficiali	
Ci sono corsi d'acqua in prossimità dell'impianto che potrebbero essere interessati da eventuali contaminazioni? (Si)	
L'impianto verrà alimentato da residui oppure da colture energetiche?	medio-basso
Acque sotterranee	
Come viene alimentato l'impianto? (Se sottoprodotti di origine animale)	medio basso

I risultati della simulazione mostrano che l'impianto nel complesso è mediamente sostenibile, in particolare è caratterizzato da un'alta sostenibilità socio-istituzionale ed ambientale ed una media sostenibilità economica, dovuta dall'alto costo di generazione dell'energia, caratteristica comune di questo tipo di impianti. Infine i rischi per la salute umana sono bassi (12 su una scala che va da 0 a 100).

Tabella 8: Analisi di sostenibilità ó impianto a biogas.

Tipo di sostenibilità	Percentuale	Sostenibilità
Sostenibilità socio-istituzionale	83.8%	alta
Sostenibilità ambientale	71.8%	alta
Sostenibilità economica	42.6%	media

4. Impianto a biomassa

4.1 Descrizione

Il presente caso studio, riguarda un impianto sperimentale alimentato a biomassa solida e basato sulla tecnologia a microturbina esterna EFMGT (Externally Fired Micro Gas Turbine) senza l'aggiunta di carburante esterno. L'impianto ha operato fino al 2013, ed era ubicato nella zona industriale del centro Italia dove il numero di abitanti si attesta ad oltre 10000 in un raggio di 50 km. La potenza da esso prodotta si aggira intorno ai 75 kW_e con l'aggiunta di 200-250 kW_t di calore ad uso locale. La biomassa utilizzata può essere costituito da residui vegetali e cippati raccolti in prossimità dell'impianto.

4.2 Analisi dei costi

I dati di ingresso al software, provengono da studi effettuati direttamente sull'impianto e sono riassunti nella seguente tabella.

Tabella 9: Dati in ingresso per la valutazione dei costi - impianto a biomassa solida.

Dati valutazione Costi	
Energia prodotta (kWh/a)	450000
Potenza impianto (kW)	75
Ore equivalenti di funzionamento alla potenza nominale (h)	6000
Numero di impianti	1
Costi investimento (€/kW)	5000
Costo biomassa (€/t)	70
Potere calorifico (kcal/kg)	3200
Rendimento elettrico (%)	17
Costi di gestione annua (€/kW)	90
Costi di smaltimento delle ceneri (€/anno)	2000
Costo di dismissione a fine vita (€/kW)	700
Tempo di costruzione (anni)	1
Tasso di attualizzazione (%)	5
Vita (anni)	25

Per l'impianto considerato la biomassa ha un costo di 42000 €/a, (dovute a 70€/t per una portata di circa 100 kg/h), tuttavia presso alcune installazioni, in cui vi è la necessità di smaltire la biomassa (es. i residui agricoli o forestali per alcuni comuni di montagna), questa può costituire addirittura un costo negativo.

I risultati prodotti dalla simulazione sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 10: Costi di generazione dell'energia elettrica e impianto a biomassa solida.

Costi dell'energia	
Energia prodotta annualmente (kWh/a)	450000
Costo di investimento (€/kWh)	0.059
Costo del combustibile (€/kWh)	0.111
Costo di gestione (compresa la dismissione a fine vita) (€/kWh)	0.015
Costo di generazione (€/kWh)	0.192

Nel costo totale di generazione sono compresi i costi di smaltimento dei sottoprodotti e di dismissione a fine vita.

Il costo iniziale dell'impianto è di 375000 €; considerato un incentivo di circa 280 €/MWh, i flussi finanziari annuali sono pari a circa 99450 €/a. Dati flussi netti di recupero (39600 €/a) ed i costi medi di gestione e della biomassa (56700 €/a) il *Payback time* risulta essere pari a quasi 9 anni.

Se il costo della biomassa fosse nullo, il costo di generazione sarebbe pari a 0.081 €/kWh, di conseguenza i flussi netti di recupero sarebbero pari a 89550 €/a con costi medi di gestione di 6750 €/a. In queste condizioni il *Payback time* risulterebbe essere di 4 anni.

4.3 Analisi di sostenibilità

Per quanto riguarda l'analisi di sostenibilità, i dati immessi nel software possono essere riassunti come segue:

Tabella 11: Dati in ingresso: analisi di sostenibilità impianto a biomassa solida.

Dati d'ingresso per la studio della sostenibilità	impatto
SOSTENIBILITA' SOCIO ISTITUZIONALE	
Quanto dista l'impianto dalla rete elettrica? (< 5000 m)	medio basso
La rete di trasmissione elettrica del sito necessita di essere sviluppata per poter supportare il nuovo impianto? (Area con rete di trasmissione/distribuzione con buona capacità di trasporto)	medio basso
SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	
Vegetazione	
La biomassa proviene da colture dedicate? (No)	basso
L'impianto viene realizzato in prossimità di aree protette? (No)	basso
Atmosfera	
In che misura le emissioni dell'impianto contribuiscono al raggiungimento dei valori limite della qualità dell'aria nell'area interessata?	basso
L'impianto verrà alimentato da una filiera corta (raccolta delle biomasse da convertire, entro un raggio di 70 km di distanza dall'impianto)? (Sì)	medio
Consumo di acqua	
L'impianto verrà alimentato da residui (agricoli, agroindustriali, agroforestali) oppure da colture energetiche? (Residui)	medio
Suolo	
L'impianto verrà alimentato da residui (agricoli, agroindustriali, agroforestali) oppure da colture energetiche? (Residui)	basso

Paesaggio	
Nel luogo dove dovrà sorgere l'impianto si riconoscono caratteri/elementi peculiari e distintivi antropici, storici, culturali o simbolici, che ne determinino una peculiarità geografica? (No)	basso
Nel luogo dove dovrà sorgere l'impianto c'è la presenza di particolari qualità sceniche e panoramiche? (No)	basso
L'impianto verrà realizzato in aree industrializzate? (Si)	basso
fauna	
L'impianto verrà alimentato da residui (agricoli, agroindustriali, agroforestali) oppure da colture energetiche? (Residui)	medio
L'impianto viene realizzato in prossimità di aree protette? (No)	basso
Odore	trascurabile
Rumore	
Sono presenti barriere od ostacoli artificiali o naturali tra l'impianto e abitazioni e/o centri abitati? (No)	alto
Quali sono le caratteristiche dell'area d'installazione dell'impianto? (Area industriale)	basso
È rilevante l'aumento del traffico pesante dovuto al trasporto delle biomasse rispetto al traffico attuale dell'area di impatto? (No)	basso
Qual è il rapporto tra le emissioni sonore dell'impianto e quello complessivo delle altre sorgenti di rumore presenti nell'area d'impatto? (< 20%)	medio basso
Acque superficiali	
L'impianto verrà alimentato da residui (agricoli, agroindustriali, agroforestali) oppure da colture energetiche? (Residui)	medio
L'impianto verrà alimentato da residui (agricoli, agroindustriali, agroforestali) oppure da colture energetiche? (utilizzo di pesticidi) (Residui)	medio
Acque sotterranee	trascurabile
Cambiamenti climatici	trascurabile

I risultati della simulazione sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 12: Analisi di sostenibilità ó impianto a biomassa solida.

Tipo di sostenibilità	Percentuale	Sostenibilità
Sostenibilità socio-istituzionale	79.1%	alta
Sostenibilità ambientale	78%	alta
Sostenibilità economica	38.9%	bassa

I risultati della simulazione mostrano che l'impianto nel complesso è mediamente sostenibile, in particolare è caratterizzato da un'alta sostenibilità socio-istituzionale ed ambientale, poiché l'impianto ben si inserisce nel contesto industriale in cui è ubicato. Al contrario la sostenibilità economica è bassa, a causa dell'alto costo di generazione dell'energia. Infine, i rischi per la salute umana dovuti da questo tipo d'impianti sono medio-bassi (27 su una scala che va da 0 a 100).

5. Campo fotovoltaico

Il seguente caso studio riguarda un campo fotovoltaico a terra costruito alla periferia di una città del centro-nord dell'Italia, in cui la popolazione è superiore a 10000 abitanti in un raggio di 4 km, su un terreno di recupero industriale . L'impianto ha una potenza installata di 3700 kW, per un'energia annua di 4440000 kWh/a.

5.1 Analisi dei costi

I dati introdotti all'interno del software Eureka, sono stati ipotizzati sulla base di impianti di simile taglia e contesto geografico.

Tabella 13: Dati in ingresso per la valutazione dei costi - campo fotovoltaico.

Dati valutazione Costi	
Energia prodotta (kWh/a)	4440000
Potenza impianto (kW)	3700
Ore equivalenti di funzionamento alla potenza nominale (h)	1200
Costi investimento (€/kW)	2500
Costi di gestione annua (€/kW)	6
Costo di dismissione a fine vita (€/anno)	0.08
Tempo di costruzione (giorni)	30
Tasso di attualizzazione (%)	5
Vita (anni)	25

I risultati prodotti dalla simulazione sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 14: Costi di generazione dell'energia elettrica- campo fotovoltaico.

Costi dell'energia	
Energia prodotta annualmente (kWh/a)	4440000
Costo di investimento(€/kWh)	0.148
Costo del combustibile (€/kWh)	0.000
Costo di gestione (compresa la dismissione a fine vita) (€/kWh)	0.005
Costo di generazione (€/kWh)	0.153

Il costo iniziale dell'impianto è di 4440000 €; considerato un ricavo di circa 300 €/MWh, i flussi finanziari annuali sono pari a circa 674880 €/a. Dati flussi netti di recupero (652680 €/a) ed i costi medi di gestione (22200 €/a); il *Payback time* risulta essere pari a circa 7 anni, tempo congruo per questo tipo di impianto.

5.2 Analisi di sostenibilità

Per quanto riguarda l'analisi di sostenibilità, i dati immessi nel software possono essere riassunti come segue:

Tabella 15: Dati in ingresso: analisi di sostenibilità ó campo fotovoltaico

Dati d'ingresso per la studio della sostenibilità	impatto
SOSTENIBILITA' SOCIO ISTITUZIONALE	
Quanto dista l'impianto dalla rete elettrica? (<5km)	medio basso
La rete di trasmissione elettrica del sito necessita di essere sviluppata per poter supportare il nuovo impianto?	trascurabile
SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	
Paesaggio	
Dove verrà realizzato l'impianto? (In aree di recupero industriale o in adiacenza a preesistenti corridoi tecnologici)	medio
L'impianto è visibile da punti importanti o da strade ad alta affluenza? (Si)	medio alto
L'impianto è realizzato su un terreno pianeggiante ed è percettibile ad una distanza superiore a 200 m? (Si)	medio
Vegetazione	
Su che tipo di terreno verrà realizzato l'impianto? (In aree di recupero industriale o in adiacenza a preesistenti corridoi tecnologici)	basso
L'impianto viene realizzato in prossimità di aree protette? (No)	basso
Suolo	
dove verrà realizzato l'impianto? (In aree di recupero industriale o in adiacenza a preesistenti corridoi tecnologici)	basso
fauna	
L'impianto verrà realizzato all'interno di aree protette? (No)	basso
Consumo di acqua	
Rumore	
Sono presenti barriere od ostacoli artificiali o naturali tra le cabine di trasformazione e abitazioni e/o centri abitati? (No)	alto
Quali sono le caratteristiche dell'area d'installazione dell'impianto? (area industriale)	basso
Qual è il rapporto tra le emissioni sonore dell'impianto e quello complessivo delle altre sorgenti di rumore presenti nell'area d'impatto? (<20%)	basso
Atmosfera	
Acque superficiali	
Ci sono corsi d'acqua in prossimità dell'impianto che potrebbero essere interessati da eventuali contaminazioni causate dagli scavi nelle fasi di costruzione e dismissione dell'impianto?	trascurabile
Le pendenze dei terreni che ospiteranno l'impianto sono importanti? (No)	trascurabile
Acque sotterranee	
Odore	
Cambiamenti climatici	

I risultati della simulazione sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 16: Analisi di sostenibilità ó campo fotovoltaico.

Tipo di sostenibilità	Percentuale	Sostenibilità
Sostenibilità socio-istituzionale	50.9%	media
Sostenibilità ambientale	75.4%	alta
Sostenibilità economica	53.0%	media

I risultati della simulazione mostrano che l'impianto nel complesso ha una sostenibilità media, dovuta ad una media sostenibilità socio-istituzionale ed economica, quest'ultima, in particolare, è causata ad un costo rilevante di produzione dell'energia. Al contrario la sostenibilità economica è alta, poiché l'impianto è costruito su un terreno di recupero industriale. Infine i rischi per la salute umana dovuti da questo tipo di impianti sono trascurabili (0 su una scala che va da 0 a 100).

6. Impianto idroelettrico

6.1 Descrizione

In questo capitolo viene analizzato un impianto idroelettrico di piccola taglia (600 kW_e.) ad acqua fluente, ubicato in una zona montana del nord Italia, caratterizzata da una popolazione compresa tra 1000 e 5000 abitanti in un raggio di 4 km. Esso è stato costruito su un fiume a carattere torrenziale dalla portata di circa 25 m³/s, da cui preleva una portata di circa 4 m³/s per un salto utile di 18m.

6.2 Analisi dei costi

I dati introdotti all'interno del software Eureka, sono stati ipotizzati sulla base di impianti di simile taglia e contesto geografico.

Tabella 17: Dati in ingresso per la valutazione dei costi - impianto idroelettrico.

Dati valutazione Costi	
Energia prodotta (kWh/a)	3000000
Ore di funzionamento alla potenza media (h)	5000
Salto utile dell'impianto (m)	18
Costi investimento (€/kWh)	1.28
Costi di gestione annua (%)	4
Costo di dismissione a fine vita (%)	5
Tempo di costruzione (anni)	1.5
Tasso di attualizzazione (%)	5
Vita dell'impianto(anni)	30

I risultati prodotti dalla simulazione sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 18: Costi di generazione dell'energia elettrica- impianto idroelettrico..

Costi dell'energia	
Energia prodotta annualmente (kWh/a)	3000000
Costo di investimento(€/kWh)	0.083
Costo del combustibile (€/kWh)	0.000
Costo di gestione (compresa la dismissione a fine vita) (€/kWh)	0.051
Costo di generazione (€/kWh)	0.134

Il costo iniziale dell'impianto è di 3840000 €; considerato un ricavo di circa 200 €/MWh, i flussi finanziari annuali sono pari a circa 351000 €/a. Dati flussi netti di recupero (198000 €/a) ed i costi medi di gestione (153000 €/a); il *Payback time* risulta essere pari a circa 15 anni, tempo congruo per questo tipo di impianto.

6.3 Analisi di sostenibilità

Per quanto riguarda l'analisi di sostenibilità, i dati immessi nel software possono essere riassunti come segue:

Tabella 19: Dati in ingresso: analisi di sostenibilità ó impianto idroelettrico.

Dati d'ingresso per la studio della sostenibilità	impatto
SOSTENIBILITA' SOCIO ISTITUZIONALE	
Quanto dista l'impianto dalla rete elettrica? (<5km)	medio basso
La rete di trasmissione elettrica del sito necessita di essere sviluppata per poter supportare il nuovo impianto? (Area con rete di trasmissione/distribuzione con ottima capacità di trasporto)	trascurabile
SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	
Acque superficiali: regime idrologico e idrogeologico	
In media che percentuale di acqua viene prelevata a monte dell'impianto (alla presa) rispetto alla portata complessiva del corso d'acqua? (< 40%)	basso
In media che percentuale di acqua viene reintegrata nel corso d'acqua rispetto alla sua portata complessiva? (>80%)	basso
Qual è il rapporto tra le lunghezze totali dei tratti già sotsesi del corso d'acqua e la lunghezza totale dello stesso? (<10%)	basso
Qual è il rapporto tra le lunghezze totali dei tratti già sotsesi del corso d'acqua e la lunghezza totale dello stesso? (<10%)	basso
Paesaggio	
I manufatti si posizionano al di sotto del livello naturale del terreno? (I manufatti sono parzialmente interrati)	medio
I manufatti realizzati in prossimità delle sponde risultano visibili dai principali punti panoramici? (I manufatti sono completamente fuori terra)	alto
Le strade di accesso all'impianto interrompono la continuità del paesaggio lungo le principali visuali di pregio del territorio? (L'impianto è raggiungibile mediante la viabilità esistente, o estensioni della stessa di modesta entità e quindi con poca influenza)	basso
Acque superficiali: qualità delle acque e morfologia fluviale	
Il prelievo di acqua peggiora la classe di qualità ambientale del corso d'acqua? (classifica inalterata)	basso
Il prelievo di acqua garantisce il rispetto del DMV? (Sì)	basso
Il prelievo di acqua altera la dinamica sedimentaria del corso d'acqua? (Alterazione significativa)	alto
Vegetazione	
I manufatti si posizionano al di sotto del livello naturale del terreno? (I manufatti sono parzialmente interrati)	medio
I manufatti realizzati in prossimità delle sponde risultano essere impattanti? (I manufatti sono completamente fuori terra)	alto
Le strade di accesso all'impianto devono raggiungere zone isolate e distanti dalla viabilità principale? (L'impianto è raggiungibile mediante la viabilità esistente, o estensioni della stessa di modesta entità)	basso
fauna	
I manufatti interrompono gli spostamenti della fauna all'interno del loro habitat? (I manufatti sono parzialmente interrati)	medio
I manufatti realizzati in prossimità delle sponde garantiscono il passaggio della fauna nel tratto compreso tra il punto di prelievo dell'acqua (derivazione) ed il punto di restituzione? (I manufatti garantiscono il passaggio dei pesci)	basso
Le strade di accesso all'impianto interrompono i percorsi della fauna all'interno del loro habitat? (L'impianto è raggiungibile mediante la viabilità esistente, o estensioni della stessa di modesta entità)	basso
Suolo	
Sussiste penalizzazione relativamente agli usi attuali del suolo? (Sottrazione trascurabile di aree)	basso
Rumore	

Sono presenti barriere od ostacoli artificiali o naturali tra le cabine di trasformazione e abitazioni e/o centri abitati? Si	basso
Quali sono le caratteristiche dell'area d'installazione dell'impianto?	trascurabile
Le emissioni sonore dell'impianto sono conformi ai limiti della zonizzazione acustica dell'area? (Si)	basso
Qual è il rapporto tra le emissioni sonore dell'impianto e quello complessivo delle altre sorgenti di rumore presenti nell'area d'impatto? <20%	basso
Odore	trascurabile
Atmosfera	trascurabile
Acque sotterranee	
Sussiste alterazione nell'uso di pozzi, sorgenti o prese superficiali? (Alterazione marginale o nulla)	trascurabile
Cambiamenti climatici	trascurabile

I risultati della simulazione sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 20: Analisi di sostenibilità ó impianto idroelettrico.

Tipo di sostenibilità	Percentuale	Sostenibilità
Sostenibilità socio-istituzionale	78.6%	alta
Sostenibilità ambientale	75.8%	alta
Sostenibilità economica	59.6%	media

Dai risultati ottenuti si ottiene che l'impianto nel suo complesso ha una sostenibilità elevata, in particolare, esso è caratterizzato da un'alta sostenibilità socio-istituzionale dovuto alla presenza della rete elettrica adeguata e un altrettanto alta sostenibilità ambientale, dovuta al fatto che l'integrità della fauna, della vegetazione e delle acque è comunque preservata. La sostenibilità socio istituzionale risulta essere media, a causa del costo rilevante di produzione dell'energia elettrica.

I rischi per la salute umana sono trascurabili (1 su una scala da 1 a 100).

7. Conclusioni

Nella Tabella 21 sono riportati i risultati circa l'analisi di sostenibilità effettuata per i diversi impianti analizzati. È evidente che gli impianti studiati hanno, in generale, una sostenibilità medio-alta poiché tutti si riferiscono a recenti periodi di costruzione e quindi sono soggetti a vincoli d'impatto ambientale e paesaggistico. Tutti gli impianti trattati, infatti, hanno un'alta sostenibilità ambientale e basso rischio per la salute umana; altrettanto alto è il punteggio sulla sostenibilità socio-istituzionale, tranne che per l'eolico che è caratterizzato da una notevole distanza dalla rete di distribuzione elettrica; anche il fotovoltaico viene valutato con una sostenibilità socio-istituzionale media. Di più basso valore è la sostenibilità economica (per biogas, biomassa solida, fotovoltaico e idroelettrico), dovuta all'alto costo di generazione dell'energia elettrica; in questi casi il ritorno dell'investimento è garantito dalla presenza di piani di incentivazione statali. Al contrario dei precedenti, per quanto riguarda l'impianto eolico analizzato, il costo di generazione dell'energia elettrica risulta essere basso.

Tabella 21: Analisi di sostenibilità per gli impianti studiati.

Tipo d'impianto	Sostenibilità globale	Sostenibilità socio-istituzionale	Sostenibilità ambientale	Sostenibilità economica
Eolico	alta	45.70% (bassa)	75.10% (alta)	88% (alta)
Biogas	media	83.8% (alta)	71.8% (alta)	42.6% (media)
Biomassa solida	media	79.1% (alta)	78% (alta)	38.9% (bassa)
Fotovoltaico	media	50.9 (media)	75.4 (alta)	53.0 (media)
Idroelettrico	alta	78.6% (alta)	75.8% (alta)	59.6% (media)

In definitiva si può affermare che il software Eureka è in grado di produrre risultati coerenti con il tipo di impianti analizzati, sia per quanto riguarda l'analisi dei costi che della sostenibilità. In quest'ultimo caso, sebbene sia difficile dare dei pesi a concetti teorici, quali quelli della sostenibilità, è comunque in grado di fornire delle valutazioni adeguate sugli impianti studiati, in termini di sostenibilità socio-istituzionale ed ambientale.

8. Lista delle tabelle

Tabella 1: Dati in ingresso per la valutazione dei costi, impianto ó impianto eolico.....	4
Tabella 2: Costi di generazione dell'energia elettrica ó impianto eolico.....	4
Tabella 3: Dati in ingresso: analisi di sostenibilità ó impianto eolico.....	5
Tabella 4: Analisi di sostenibilità ó impianto eolico.....	6
Tabella 5: Dati in ingresso per la valutazione dei costi ó impianto a biogas.....	7
Tabella 6: Costi di generazione dell'energia elettrica ó impianto a biogas.....	7
Tabella 7: Dati in ingresso: analisi di sostenibilità ó impianto a biogas.....	8
Tabella 8: Analisi di sostenibilità ó impianto a biogas.....	9
Tabella 9: Dati in ingresso per la valutazione dei costi - impianto a biomassa solida.....	10
Tabella 10: Costi di generazione dell'energia elettrica ó impianto a biomassa solida.....	11
Tabella 11: Dati in ingresso: analisi di sostenibilità ó impianto a biomassa solida.....	11
Tabella 12: Analisi di sostenibilità ó impianto a biomassa solida.....	12
Tabella 13: Dati in ingresso per la valutazione dei costi - campo fotovoltaico.....	13
Tabella 14: Costi di generazione dell'energia elettrica- campo fotovoltaico.....	13
Tabella 15: Dati in ingresso: analisi di sostenibilità ó campo fotovoltaico.....	14
Tabella 16: Analisi di sostenibilità ó campo fotovoltaico.....	15
Tabella 17: Dati in ingresso per la valutazione dei costi - impianto idroelettrico.....	16
Tabella 18: Costi di generazione dell'energia elettrica- impianto idroelettrico.....	16
Tabella 19: Dati in ingresso: analisi di sostenibilità ó impianto idroelettrico.....	17
Tabella 20: Analisi di sostenibilità ó impianto idroelettrico.....	18
Tabella 21: Analisi di sostenibilità per gli impianti studiati.....	19