



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

'smallBIOGAS'

Guida all'uso del software e interpretazione dei risultati

BIOGAS³

Produzione sostenibile di biogas su piccola scala dagli scarti agro-
alimentari per l'autosufficienza energetica

Data:

Agosto 2014

Autori:

Consorzio BIOGAS³

DATI DI PROGETTO:

Programma	Intelligent Energy Europe (IEE) - ALTENER
Azione chiave	Promotion and dissemination projects
N. del contratto	IEE/13/477/S12.675801
Durata	1/03/2014 – 28/02/2016

PERSONA DI CONTATTO:

Coordinatore	Begoña Ruiz (AINIA)
Tel.	+34 961366090
E-mail	bruiz@ainia.es
Website	www.biogas3.eu

Indice

1. Uso dell'interfaccia	3
1.1. Schermate dell'interfaccia	3
1.1.1. Schermata 1: Dove?	3
1.1.2. Schermata 2: Tipo di substrato	4
1.1.3. Schermata 3: Utilizzo del biogas	5
1.1.4. Schermata 4: Utilizzo del digestato	7
1.1.5. Schermata 5: Finanze. Creazione del report	9
1.2. Avvisi dell'interfaccia	11
2. Contenuti del report	12
2.1. Sezioni del report	12
2.2. Riassunto dei substrati	22

Unico responsabile dei contenuti di questo documento è il suo autore, e non rispecchia necessariamente l'opinione dell'Unione Europea. Né EACI né la Commissione Europea sono responsabili dell'eventuale utilizzo delle informazioni che qui sono contenute.



1. Uso dell'interfaccia

Lo strumento smallBIOGAS chiede all'utente di selezionare o di inserire una serie di dati. Qui di seguito vengono riportati nel dettaglio i dati che sono richiesti nelle cinque schermate dell'applicativo. Per ognuno dei paesi in cui si vuole situare l'impianto a biogas, questo strumento fornisce dei dati indicativi, conformi alla situazione del paese e modificabili dall'utente secondo le singole esigenze.

Questa guida è completata da informazioni che spiegano i diversi concetti dell'interfaccia del software. I vari significati si possono visualizzare posizionando il cursore sopra una parola.

Per separare i decimali delle cifre nei dati o nei risultati il software smallbiogas usa la "virgola".

1.1. Schermate dell'interfaccia

1.1.1. Schermata 1: Dove?

Dati generali

L'utente può facilmente richiamare gli studi che ha preparato (assegnando un "Nome dello studio") e archivarli organizzandoli come meglio crede. Dopo aver concluso uno studio, questo va ad aggiungersi nella lista "I miei studi", in cui si possono ritrovare tutti gli studi fatti.

Per far questo l'utente dovrà cliccare due volte sullo studio da consultare, quindi dovrà cliccare il bottone "Vedi il report" per visualizzare in pdf gli studi creati.

Esiste anche la possibilità di consultare i dati inseriti e di modificare gli studi chiusi in precedenza con il bottone "Modifica il report". Ciò permette di visualizzare nuovamente i dati inseriti nei rapporti archiviati nell'applicazione.

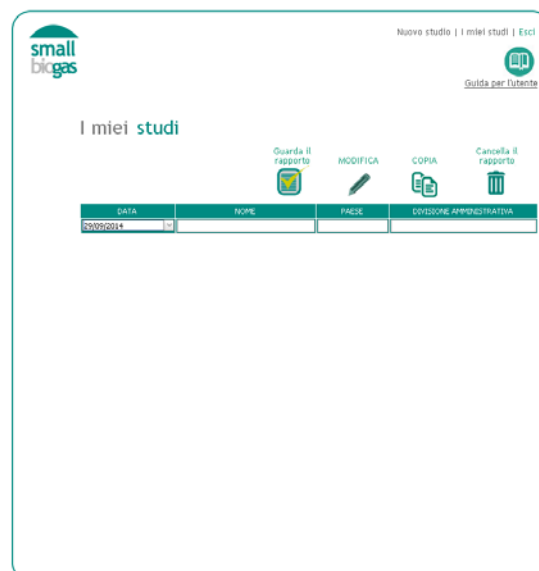


Figura 1.1 miei studi

Dati generali. Divisione amministrativa

Fatto quanto detto sopra, l'utente dovrà selezionare nell'interfaccia il paese e la regione in cui intende situare l'impianto a biogas.

Il software fornirà la temperatura media annuale della località principale di riferimento per la regione scelta, valore che l'utente può modificare. Questa temperatura si utilizza per calcolare il fabbisogno di energia termica nel processo di produzione del biogas, ovvero per il riscaldamento dei digestori.



Figura 2. Schermata 1

1.1.2. Schermata 2: Tipo di substrato

Dati del substrato

C'è la possibilità di selezionare il tipo e il sottotipo di substrato, insieme alle sue principali caratteristiche fisico-chimiche. Per ogni sottotipo che si decide di utilizzare nell'impianto a biogas, l'utente deve inserire diversi valori: la "Quantità di substrato", il costo di "Acquisizione" del substrato nel caso ci sia, e la "Distanza" tra il substrato e l'impianto a biogas.

Le caratteristiche dei substrati possono essere modificate, per cui se l'utente conosce quelle del substrato che userà, può modificarle per qualunque sottotipo presente nel software smallbiogas. Lo strumento terrà conto delle caratteristiche del substrato così come sono state modificate dall'utente.

Lista dei substrati

L'utente dovrà cliccare "Aggiungi substrato", per aggiungere alla miscela i materiali che verranno utilizzati nella produzione del biogas. Gli stessi si possono vedere nella "Lista dei substrati".

Per apportare delle modifiche a qualunque substrato aggiunto alla lista, l'utente dovrà cliccare sull'icona a "matita", e modificare quanto desidera (proprietà, quantità ecc.), quindi cliccare il bottone "Modifica substrato".

Per eliminare invece uno dei substrati presenti nella lista, l'utente deve cliccare dalla "Lista dei substrati" il substrato che gli interessa e quindi cliccare sull'icona "cestino".

Nel caso in cui l'utente ottenga una miscela con un rapporto C/N fuori misura rispetto a 20-30, lo strumento segna in rosso il risultato del rapporto C/N della miscela, composta dai substrati che l'utente ha deciso di inserire.

L'utente può modificare a mano il rapporto C/N di una miscela, equilibrando la proporzione dei diversi substrati (aumentando la proporzione dei substrati con elevato C/N se è troppo basso, o aumentando la proporzione dei substrati con basso C/N se il C/N della miscela è troppo alto).

L'utente può anche cliccare "Trova suggerimenti C/N", per passare in rassegna le quantità delle miscele che lo strumento offre come alternativa. Si consiglia di inserire un numero di substrati che sia maggiore di 3 per riuscire a visualizzare le miscele alternative che abbiano un rapporto C/N compreso nell'intervallo 20-30 fissato.

Se l'utente non riesce a ottenere una miscela compresa nell'intervallo 20-30, è pregato di contattare direttamente uno dei centri specializzati che partecipano al progetto BIOGAS3.



Figura 3. Schermata 2

1.1.3. Schermata 3: Utilizzo del biogas

Tecnologia della digestione

Per la digestione l'utente può scegliere tra due opzioni: a umido o a secco. A seconda che si selezioni un metodo o l'altro, lo strumento ottiene un bilanciamento della biomassa nel digestore in modo diverso. Di solito si sviluppa il processo di digestione anaerobica a umido con una concentrazione nel digestore di solidi totali che è più bassa di quella a secco. È per questo che,

sia nel primo che nel secondo caso, lo strumento mette a disposizione valori interni che fissano i solidi totali nella miscela all'entrata del digestore. In particolare, nella digestione a umido lo strumento è tarato per segnalare nel report il "Bisogno di acqua per diluire" nel caso in cui all'entrata del digestore i solidi totali della miscela superino il 14%. Lo stesso avviene nel caso della digestione a secco: quando i solidi totali della miscela all'entrata del digestore sono inferiori al 20% nel report comparirà "Bisogno di materia secca per concentrare". Come abbiamo già visto, le quantità del digestato in termini di massa (tonnellate di materia fresca) si possono modificare caso per caso.

Nuovo scenario

A questo punto l'utente può cominciare a costruire lo scenario per analizzare l'uso del biogas che faccia maggiormente al caso suo. È possibile selezionare il tipo di uso del biogas: in caldaia, in un motore di cogenerazione o l'immissione di gas naturale nella rete o come combustibile per veicoli. Nei primi due casi è possibile anche scegliere se l'energia prodotta sarà destinata alla "Vendita" o all' "Autoconsumo".

Nel caso di autoconsumo è necessario quantificare le singole esigenze. E nonostante questo, è importante segnalare che se l'utente vuole mettere a confronto diversi scenari di utilizzo con distinte esigenze energetiche per l'autoconsumo e/o un diverso numero d'ore di energia, non si possono considerare allo stesso modo le ore di energia termica ed elettrica e sarà necessario creare un nuovo studio. L'utente può partire da studi precedenti, dare un nuovo "Nome" (schermata 1) e modificare il fabbisogno di energia per l'autoconsumo.

Fabbisogno

Per stabilire il fabbisogno di energia, si dà all'utente la possibilità di scegliere tra diversi intervalli, da qui lo strumento prende la media per fare i suoi calcoli. L'utente può modificare questo valore (fabbisogno annuale) se conosce i dati precisi del proprio studio. Per quanto riguarda tale fabbisogno, o la domanda totale di energia annuale, esiste la possibilità di specificare il numero di mesi all'anno e il numero di ore al giorno in cui l'energia si produce.

Si può anche modificare il numero di mesi in cui il biogas viene prodotto. Normalmente si considera un periodo di 12 mesi e un funzionamento continuo dell'impianto durante tutto l'anno.

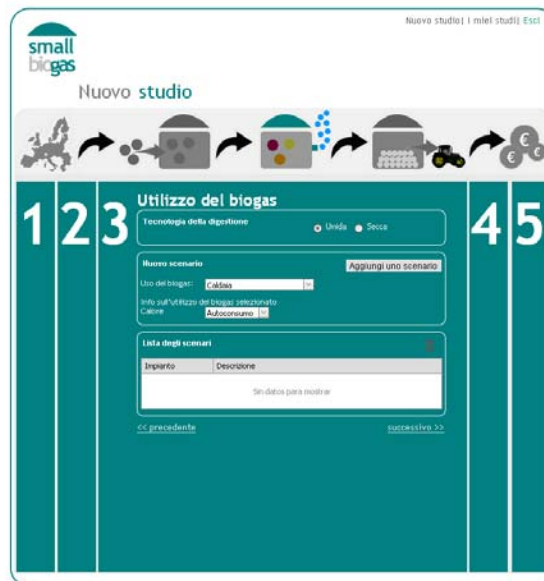


Figura 4. Schermata 3

1.1.4. Schermata 4: Utilizzo del digestato

Quantità del digestato

A partire dai substrati che sono inseriti, lo strumento calcola la quantità del digestato che viene prodotta (tonnellate di materia fresca prodotte annualmente) e calcola il contenuto di azoto presente nel digestato.

Sfruttamento del digestato

L'utente può scegliere tra due scenari di utilizzo del digestato:

- Vendita
- Autoconsumo

Selezionando "Vendita", lo strumento considera le entrate per la vendita del digestato, a seconda del prezzo che viene inserito nella schermata 5 ("Prezzo di vendita del digestato"). In questo scenario non si tiene conto dei costi del trasporto del digestato al campo. Nel calcolare il numero di ettari che richiede l'applicazione del digestato, l'utente non può scegliere una zona vulnerabile. Lo strumento presuppone di default l'uso in zona vulnerabile, infatti il limite è di 170 kg N/ha all'anno (quantità annuale massima di azoto nei campi agricoli che si trovano in zone classificate come vulnerabili alla contaminazione dei nitrati provenienti da fonti agricole).

Selezionando l'opzione "Autoconsumo", lo strumento permette di inserire la stima della distanza che i camion dovranno percorrere per il trasporto del digestato dall'impianto a biogas ai campi agricoli ("Trasporto ai campi agricoli"). In questo scenario si tiene conto del costo del trasporto al campo e del risparmio in termini di fertilizzanti che sono rimpiazzati dal digestato. Questo

risparmio è quantificato nella schermata 5 ("Prezzo di vendita del digestato"). È importante far notare che, dopo aver trasportato il digestato al campo agricolo, di default lo strumento non tiene conto del costo di applicazione. Se nello studio di fattibilità si vuole considerare questo costo è possibile aggiungerlo alla voce "Altri costi" (schermata 5).

In aggiunta, qualora sia previsto il costo relativo al trasporto del digestato ma non il risparmio che viene dall'autoconsumo con campi di proprietà (la gestione del digestato comporta solo un costo di trasporto e non un risparmio in fertilizzanti), dopo aver selezionato l'opzione autoconsumo (schermata 4) e dopo aver inserito la distanza in "Trasporto ai campi agricoli" (schermata 4), si raccomanda di inserire alla voce "Prezzo di vendita del digestato" il valore "0 euro" (schermata 5).

Zone vulnerabili

All'interno della parte "Autoconsumo" del digestato, l'utente può scegliere tra una sua applicazione in zona vulnerabile ("Vulnerabilità": Sì) o in zona non vulnerabile ("Vulnerabilità": No). Questa classificazione deriva dalla legislazione europea relativa alla contaminazione da nitrati provenienti da fonti agricole (91/676/CEE) e introdotta nei paesi membri.

Per il calcolo di ettari richiesti per lo sfruttamento dell'azoto del digestato, se l'utente seleziona "Sì" lo strumento considera come valore massimo di applicazione dell'azoto 170 kgN/ha annuali, e considera anche l'azoto totale contenuto nel digestato.

Se l'utente seleziona "No", lo strumento considera come valore massimo di applicazione dell'azoto per il calcolo degli ettari richiesti il fabbisogno di azoto della "Coltivazione" (kgN/ha annuali) che l'utente ha selezionato, e considera l'azoto totale contenuto nel digestato. L'utente può modificare il fabbisogno annuale di azoto della coltivazione.

In entrambi i casi, si fa notare che questo calcolo di "Superficie della coltivazione scelta per l'applicazione del digestato" non sostituisce un bilanciamento completo dei nutrienti. Permette soltanto di ottenere un ordine di grandezza sulla superficie della coltivazione in questione per sfruttare l'azoto totale del digestato ricavato, e di coprire la domanda annuale di azoto della coltivazione scelta.



Figura 5. Schermata 4

1.1.5. Schermata 5: Finanze. Creazione del report

Entrate

Vengono riportati i prezzi, modificabili dall'utente, previsti per la vendita dei diversi prodotti dell'impianto a biogas.

Inoltre è possibile inserire alla voce "Altre entrate" qualunque altro ingresso derivante dalla produzione di biogas (gestione dei residui, vendita di crediti di carbonio ecc.).

Spese

L'utente può incrementare o ridurre le spese, se crede che possano adattarsi meglio alla sua situazione specifica. Tutti i valori sono modificabili dall'utente. Tra le spese che possono essere modificate nell'interfaccia abbiamo:

- "Spese operative e di mantenimento". Viene stimata la percentuale degli ingressi provenienti dai prodotti (vendita di calore, elettricità o biometano) o derivanti dal risparmio di energia (autoconsumo).
- "Costo di mano d'opera" o costo del personale necessario all'impianto a biogas. È stato inserito un costo medio per i paesi europei che partecipano al progetto.
- "Presenza di mano d'opera". Le ore del personale impiegato nel processo di trasformazione di una tonnellata di materia fresca al giorno. È stato inserito un costo medio per i piccoli impianti a biogas con digestione a umido ed un elevato livello di automazione.
- "Costo unitario di utilizzo". Permette di quantificare i costi relativi al carico e allo scarico dei substrati presso l'impianto a biogas.
- "Altre spese"

Se i substrati usati nella produzione vengono situati a una determinata distanza dall'impianto a biogas, lo strumento tiene conto dei costi di trasporto basandosi sul valore inserito nel campo "Distanza (km)" (schermata 2), questo nel caso in cui tale valore sia diverso da zero.

Struttura dei finanziamenti

L'utente ha la possibilità di inserire la "Parte dell'investimento" (espressa in percentuale) che riceve: sovvenzioni a fondo perduto, prestiti e fondi propri. Se nel campo delle sovvenzioni c'è un valore, lo strumento dà per scontato che quanto resta dell'investimento sia coperto con fondi propri e prestiti fino al 100%.

A seconda dell'investimento, nel compilare un nuovo studio si considerano due concetti: "Altri investimenti" e "Costo unitario di immagazzinamento". Quest'ultimo è il costo di immagazzinamento del biogas per unità di volume del gasometro, e suppone un investimento nel sistema per immagazzinare il biogas quando l'impresa agro-alimentare non ha bisogno di energia. Se alla schermata 2 si è scelta l'opzione "Autoconsumo" sarà necessario investire in questi strumenti. Nel concludere il report comparirà nella parte "Impianto a biogas". È possibile modificare la "Vita utile" del progetto fino a 20 anni.

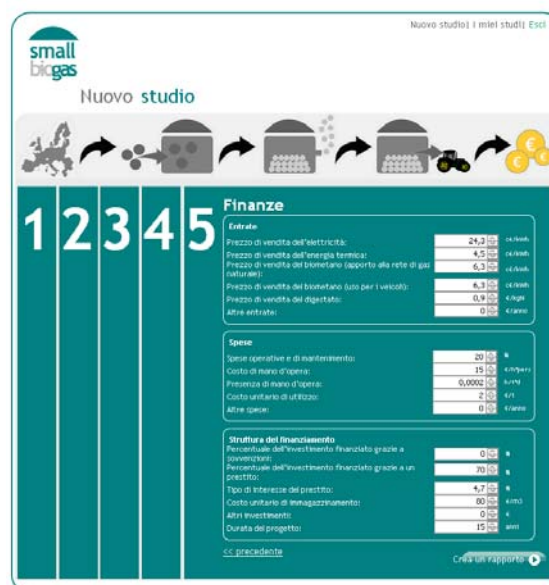


Figura 6. Schermata 5

1.2. Avvisi dell'interfaccia

Se l'utente inserisce una miscela con rapporto C/N non compreso nell'intervallo 20-30 (schermata 2), lo strumento segnala in rosso il valore del rapporto C/N (-) che risulta all'utente nella miscela inserita (substrato o substrati aggiunti) e che viene sfruttata nella produzione del biogas (vedere a questo proposito la parte riguardante la "Lista dei substrati" dove è indicato anche come modificare i valori all'interno dell'intervallo consigliato).

Se l'utente non inserisce nessuna "quantità del substrato" (schermata2) e/o non seleziona nessun "nuovo scenario" (schermata 3), lo strumento riporta il seguente avviso: "Non è possibile realizzare report senza prima creare scenari o substrati". In questo caso lo strumento non genera alcun report.

2. Contenuti del report

A seguire vengono esposti nel dettaglio le sezioni e i termini che compaiono nel report che si crea dopo aver inserito i dati. Lo strumento mostrerà in colore "rosa" i dati inseriti dall'utente, e in "verde" i risultati che si ottengono.

Il report è composto da due documenti pdf. Il primo di questi è il report vero e proprio, mentre il secondo contiene un riassunto dei substrati che l'utente ha deciso di inserire.

2.1. Sezioni del report

Il report vero e proprio (primo documento pdf) comprende le parti descritte in seguito:

Dati generali

A seconda dei dati a disposizione nel registro dell'utente, lo strumento personalizza l'intestazione del report, come ad esempio il nome dell'azienda agro-alimentare, riportando gli stessi dati inseriti nel "Form di Registrazione" dello strumento. Inoltre, nel report di ciascuno studio è riportata la sua data di creazione.

Dati di localizzazione

Dati relativi all'ubicazione dell'impianto a biogas (regione, temperatura annuale media) e percentuale dei residui o dei substrati situati a una distanza maggiore o minore di 10 km rispetto all'impianto a biogas.

Dati del processo di produzione del biogas

Dati relativi al processo di produzione: quantità dei materiali in entrata, bisogno di acqua per la diluizione (in alcuni casi, selezionando prima la tecnologia di digestione, a secco), quantità di digestato prodotto e tasso di ricircolo del digestato (nella digestione a umido).

Dati indicativi di base sul volume dei digestori, il tempo di ritenzione idraulica e l'energia termica richiesta per il riscaldamento dei digestori stessi.

Dati della produzione annuale di biogas e metano.

Inoltre, per venire incontro ai possibili problemi che possono insorgere nel processo di produzione del biogas, lo strumento può dare i seguenti avvisi:

- Avviso di possibile ricircolo eccessivo. Solo nel caso di tecnologia con digestione a umido. L'avviso di eccessivo ricircolo compare quando il tasso del ricircolo supera il 30% (nel report compare un "Si").
- Avviso di possibile rischio di inibizione per ammonio. L'avviso di rischio di inibizione per ammonio compare quando il contenuto di azoto ammoniacale ($N-NH_4^+$) del materiale in entrata al digestore supera la soglia dei 3 kgN/t (nel report compare un "Si").

- Avviso C/N fuori misura. L'avviso C/N fuori misura compare quando il rapporto C/N del materiale in entrata al digestore è fuori dall'intervallo fissato di 20-30. Questo avviso indica se il rapporto C/N è eccessivo o troppo basso. La soglia accettabile di C/N è normalmente fissata tra 20 e 30.

Utilizzo del biogas

Dati inseriti dall'utente che descrivono lo scenario scelto come ad esempio: caldaia, cogenerazione, uso del biometano per l'immissione in rete di gas naturale, uso del biometano con veicoli. Inoltre, qui si considerano i dati relativi all'utilizzo dei prodotti che sono ottenuti (vendita o autoconsumo nella stessa azienda agro-alimentare) e il fabbisogno di energia nel caso di autoconsumo.

Dati del sistema di valorizzazione del biogas (per ogni utilizzo richiesto).

Caldaia

- Energia termica utilizzabile nella caldaia: viene ottenuta a partire dal metano prodotto, tenendo conto del potere calorifico inferiore o PCI del metano ($9,95 \text{ kWh/Nm}^3$) e un rendimento della caldaia dell'85%.
- Potenza termica installata nella caldaia: viene ottenuta a partire dall'energia termica valorizzata nella caldaia, tenendo conto del tempo di funzionamento della stessa per 8000 ore all'anno e di un coefficiente di punta fissato a 1,05.
- Energia termica non valorizzata nella caldaia: energia termica non utilizzata una volta coperte le esigenze di riscaldamento dei digestori e le necessità di autoconsumo decise dall'utente.
- Investimento nel sistema della caldaia: si ottiene da una funzione che prende in considerazione la potenza della caldaia (vedere la sezione "Progetto dell'investimento").
- Entrate o risparmio per la sostituzione di combustibile non rinnovabile (gas naturale). Nel caso di "vendita" l'utente avrà inserito un "Prezzo di vendita dell'energia termica", quindi le entrate saranno calcolate a partire dal prezzo e dalla quantità di calore a disposizione per la vendita una volta soddisfatto il fabbisogno di riscaldamento dei digestori. Nel caso di "autoconsumo", il risparmio viene calcolato a seconda del fabbisogno di energia termica nell'industria agro-alimentare che l'utente ha stabilito, a seconda del "risparmio per sostituzione" (vedere la sezione "Progetto di investimento. Entrate"). Questo risparmio è calcolato dopo aver coperto le esigenze di riscaldamento dei digestori.

Cogenerazione

- Produzione di elettricità per cogenerazione: si ottiene a partire dal metano prodotto, tenendo conto del potere calorifico inferiore del metano ($9,95 \text{ kWh/Nm}^3$) e di un rendimento elettrico per cogenerazione su piccola scala del 35%.
- Potenza elettrica installata in un sistema di cogenerazione: viene ricavata a partire dalla produzione di elettricità per cogenerazione, tenendo conto di una durata di

funzionamento del sistema di 8000 ore all'anno e di un coefficiente di punta fissato a 1,05.

- Produzione di energia termica in cogenerazione: si ottiene a partire dal metano prodotto, tenendo in considerazione il potere calorifico inferiore del metano (9,95 kWh/Nm³) e un rendimento termico per cogenerazione su piccola scala del 50%.
- Energia termica non valorizzata nel sistema di cogenerazione: energia termica non utilizzata una volta coperto il fabbisogno di riscaldamento dei digestori e le necessità di autoconsumo che l'utente decida. Se lo scenario selezionato è quello della vendita, si suppone che sia valorizzato al massimo e che non resti energia termica non utilizzata.
- Coefficiente di valorizzazione termica del sistema di cogenerazione: si ottiene dal quoziente fra l'energia termica prodotta (escludendo il calore richiesto dal processo) e l'energia primaria che entra nell'unità di cogenerazione. Questa energia primaria che entra nell'unità di cogenerazione tiene conto del potere calorifico inferiore del metano, della produzione annuale lorda di metano e di una percentuale riguardante la disponibilità di utilizzo dell'unità di cogenerazione del 91%.
- Coefficiente di efficienza energetica del sistema di cogenerazione: è un indice della efficienza energetica globale lorda e viene calcolato realizzando il quoziente fra l'energia ottenuta nell'unità di cogenerazione (una volta soddisfatti i bisogni del processo) e l'energia contenuta nel metano ricavato dal biogas (grazie alla produzione annuale lorda di metano e al suo potere calorifico inferiore).
- Investimento nel sistema di cogenerazione: a partire da una funzione che tiene conto della potenza del sistema (vedere la sezione "Progetto dell'investimento").
- Entrate o risparmi dovuti alla sostituzione del combustibile non rinnovabile (gas naturale). In caso di "vendita", l'utente ha inserito un "Prezzo di vendita dell'energia elettrica o termica" e l'ingresso è calcolato a partire da questo dato insieme alla quantità di calore e di elettricità che sono venduti. In caso di "autoconsumo", il risparmio viene calcolato a seconda del fabbisogno di energia elettrica o termica dell'industria agro-alimentare deciso dall'utente, e a seconda del "risparmio per sostituzione" (vedere la sezione "Progetto dell'investimento. Entrate"). Tale ingresso, o il risparmio che ne deriva, viene calcolato dopo aver soddisfatto il fabbisogno di riscaldamento dei digestori.

Immagazzinamento di energia

Per scenari in cui il biogas viene utilizzato in "Caldaia" o come "Motore di cogenerazione", nel caso in cui l'utente abbia selezionato l'opzione "Autoconsumo", si mette a disposizione il volume del gasometro per immagazzinare il biogas e la percentuale di energia elettrica o termica autoconsumata rispetto all'energia elettrica o termica prodotta. Nell'energia termica autoconsumata è inclusa l'energia termica consumata per il riscaldamento dei digestori e anche l'energia termica autoconsumata dall'azienda agro-alimentare.

A seguire si espone nel dettaglio il significato delle abbreviazioni:

Ne=Fabbisogno di energia elettrica

Pe=Produzione di energia elettrica a partire dal biogas

Nt=Fabbisogno di energia termica

Pt=Produzione di energia termica a partire dal biogas

In questa sezione compaiono alcuni commenti relativi al volume necessario per immagazzinare il biogas, nel caso in cui sia stato selezionato lo scenario "autoconsumo":

- Il volume di immagazzinamento è almeno il 25% della produzione quotidiana di biogas. Il 100% dell'energia disponibile derivante dal biogas è utilizzata e la domanda oraria di energia per l'autoconsumo viene soddisfatta al 100%.
- Il volume di immagazzinamento è stimato per coprire le ore in cui il biogas non sia utilizzato. Esiste biogas che l'azienda agro-alimentare non sfrutta per l'autoconsumo ($Pe > Ne$ e/o $Pt > Nt$) e che potrebbe essere venduto a terzi.
- Se, secondo le condizioni dello studio in corso, il fabbisogno di energia elettrica e di energia termica stabilito dall'utente non può essere soddisfatto con il biogas ($Ne > Pe$ e/o $Nt > Pt$), lo strumento non è in grado di calcolare il volume del gasometro e appare il commento "--". Questo dice all'utente che non è possibile soddisfare le necessità di autoconsumo che si è prefissato, e non compare dunque alcun valore per il volume del gasometro.

Biometano, immissione nella rete di gas naturale o uso per veicoli

- Energia termica nel biogas ricavato: è l'energia termica del biometano, viene calcolata partendo dal potere calorifico superiore del metano e dalla quantità annuale prodotta di metano.
- Perdite di energia nel processo di purificazione: calcolate come percentuale del consumo di biogas che viene prodotto e della disponibilità di strumenti per lo sfruttamento del biometano. Questo consumo si produce nel processo di purificazione.
- Energia termica di uscita del purificatore: l'energia termica escluse le perdite durante il processo di purificazione.
- Sorgente di biometano in uscita dal purificatore: calcolato secondo la disponibilità degli strumenti (8000 ore all'anno).
- Capacità installata del purificatore: si ricava dal calcolo della sorgente di biometano, a seconda del coefficiente di punta dell'installazione (1,05).
- Potere calorifico superiore del biometano prodotto: a partire dall'energia termica in uscita dal purificatore e considerando l'autoconsumo presente durante il processo. In particolare, si considera come autoconsumo nel processo di immissione-compattazione un valore del 2% rispetto all'energia termica che esce dal purificatore.

- Quantità netta annuale di biometano prodotto: viene calcolata a partire dal potere calorifico superiore del biometano prodotto o PCS e del potere calorifico superiore del metano per unità di volume (11,06 kWh/Nm³CH₄).
- Sorgente di biometano ricavato: si ottiene grazie al potere calorifico superiore del biometano prodotto, il potere calorifico superiore del metano per unità di volume (11,06 kWh/Nm³CH₄) e il tempo a disposizione (8000 h).
- Investimento nel sistema di biometano: si ottiene con una funzione che tiene conto della sorgente di biometano che il purificatore produce (vedere la sezione "Progetto dell'investimento").
- Entrate generate dalla vendita di biometano: questo ingresso viene calcolato a partire dal "Prezzo di vendita del biometano" che l'utente ha deciso di inserire e dal potere calorifico superiore del biometano prodotto.

Analisi di fattibilità economica

Progetto dell'investimento

Comprende i dati relativi all'investimento iniziale nel progetto dell'impianto a biogas, così come le entrate e le spese relative al progetto dell'investimento.

Investimento. L'investimento iniziale comprende l'"Impianto a biogas" (equipaggiamento che non include il sistema di valorizzazione del biogas), il "Sistema di valorizzazione del biogas" (caldera, motore di cogenerazione o biometano) e "Altri" (Altri investimenti che l'utente abbia inserito nella schermata 5).

Sia l'investimento riguardante l'"Impianto a biogas", sia quello del "Sistema di valorizzazione", sono stati calcolati a partire da alcune funzioni. La funzione utilizzata in entrambi i casi è di tipo potenziale:

$$y = a \cdot x^b$$

Questa funzione considera come "x", le tonnellate di materia fresca che sono trasformate ogni anno nel caso in cui si voglia calcolare l'investimento nell'"Impianto a biogas", e la potenza installata (termica, elettrica o sorgente a biometano che il purificatore produca) nel caso di investimento nel "Sistema di valorizzazione del biogas".

A partire da queste funzioni, lo strumento offre dei risultati indicativi sull'investimento ("Impianto di biogas", "Sistemi di valorizzazione del biogas"). Questi ultimi valori, che si possono modificare dopo aver creato il report, possono essere cambiati dall'utente come preferisce (fare clic su "Modifica investimento", schermata 5). Lo strumento considera i costi medi associati all'impianto a biogas di piccola scala, con tecnologia di digestione a umido, nei diversi paesi che nel 2014 hanno aderito al progetto BIOGAS³.

Nel caso di autoconsumo, il concetto di impianto a biogas suppone un investimento in termini di attrezzature necessarie per immagazzinare il biogas (gasometro ecc.). Questi strumenti permettono di immagazzinare biogas per coprire le discrepanze tra domanda di energia nell'industria agro-alimentare e la produzione del biogas. L'utente può modificare nella

“schermata 5” il costo unitario di stoccaggio del biogas (€/m³ del gasometro per l'immagazzinamento del biogas). Perché l'investimento fatto per immagazzinare il biogas compaia nella parte “Impianto a biogas”, dev'essere possibile calcolare il volume del gasometro per l'immagazzinamento del biogas. Se ciò non è possibile, nella sezione “Immagazzinamento di energia” comparirà alla riga dei “Commenti” la scritta “--” (vedere la sezione “Immagazzinamento di energia”).

Entrate. Oltre ai dati inseriti dall'utente si includono i seguenti risultati relativi agli ingressi annuali:

- “Vendita di energia”: si calcola in funzione dello scenario d'uso che è stato selezionato, a partire dall'“Energia termica utilizzabile nella caldaia”, la “Produzione di energia termica per cogenerazione”, “Produzione di elettricità per cogenerazione” o “Potere calorifico superiore del biometano prodotto” (produzione di biometano). Si applica in funzione dello scenario, il “Prezzo di vendita dell'energia elettrica”, il “Prezzo di vendita dell'energia termica” o il “Prezzo di vendita del biometano”.
- “Risparmio di energia”: ingressi provenienti dall'energia autoconsumata. Si prendono in considerazione per calcolare il risparmio sui prezzi di acquisto dell'elettricità o del gas naturale per la produzione di calore, per calcolare i risparmi a seconda dello scenario. Questi prezzi di acquisto variano per ognuno dei paesi che prendono parte del progetto. A seguire si trova una tabella dove sono riassunti i prezzi di cui si tiene conto. Prima di calcolare gli ingressi derivanti dal risparmio di energia è stato sottratto il fabbisogno di energia termica che richiede il processo (energia consumata nel riscaldamento dei digestori).

Tabella 1. Risparmio di energia

Paese	Prezzo di acquisto dell'elettricità (c€/kWh)	Risparmio derivante dalla sostituzione del gas naturale per il riscaldamento (€/MWh PCI)
Spagna	15	59
Francia	11,5	59
Italia	18,5	80
Germania	15	63
Polonia	11,1	60
Irlanda	14	67
Svezia	7,5	55

- “Gestione dei residui”: sono calcolati se l'utente ha inserito un valore con segno negativo per uno o più substrati nella parte che riguarda l'“Acquisizione” (schermata 2). In questo caso lo strumento tiene conto del fatto che l'utilizzo del substrato per cui si è deciso porti un'entrata derivante dalla gestione dei residui dell'impianto a biogas.
- “Vendita o risparmio del digestato”: valore calcolato a partire dal “Prezzo di vendita del digestato” inserito dall'utente e dalla quantità totale di azoto ricavata dal digestato.

Spese. Oltre ai dati inseriti dall'utente, si riportano in seguito i risultati relativi alle spese annuali:

- “Spese operative e di mantenimento”: spese associate agli interventi operativi e al mantenimento dell'impianto a biogas. Vengono calcolate come percentuale delle entrate per la vendita o in base al risparmio di energia.
- “Personale”: spese che comporta l'impiego del personale addetto all'impianto a biogas.
- “Trasporto e trattamento dei residui”: associati allo carico e allo scarico dei substrati, così come al trasporto dei residui fino all'impianto a biogas, nel caso in cui l'utente abbia inserito per uno o più substrati un valore nel campo che fa riferimento alla “Distanza” (schermata 2). Il “Costo unitario del trattamento” (costo per caricare e scaricare i substrati) può venire modificato dall'utente. Rispetto al costo unitario del trasporto, lo strumento considera per ogni paese un determinato valore e un costo variabile a seconda della distanza. Segue una tabella riassuntiva dei costi di trasporto che vengono considerati.

Tabella 2. Costi di trasporto

Paese	Costo base di trasporto (€/km·t)	Distanza tra l'impianto a biogas e i campi agricoli			
		1 to 5 km (€/km·t)	6 to 10 km (€/km·t)	11 to 20 km (€/km·t)	More than 20 km (€/km·t)
Spagna	2,00	0,20	0,20	0,20	0,20
Francia	1,95	0,29	0,29	0,29	0,29
Italia	3,90	0,21	0,36	0,33	0,33
Germania	1,50	0,15	0,13	0,11	0,09
Polonia	0,60	0,60	0,15	0,15	0,15
Irlanda	1,76	0,11	0,11	0,11	0,11
Svezia	2,27	0,17	0,17	0,17	0,17

- “Costo dei residui”: costo del substrato vero e proprio, compare nel caso in cui l'utente abbia inserito per qualche substrato un valore positivo e rientra nella sezione “Acquisizione” (schermata 2).
- “Trasporto del digestato”: costi relativi al trasporto del digestato. Lo strumento considera costi unitari simili al trasporto dei substrati.
- “Altre spese”: compariranno se l'utente ha aggiunto qualcosa in questa parte (schermata 5).
- “Giorni lavorativi all'anno”: lo strumento fornisce le giornate lavorative che sono necessarie in un anno per tenere in funzione l'impianto a biogas.

Studio finanziario del progetto di investimento

Comprende i dati che si riferiscono al finanziamento del capitale investito così come di diversi indici finanziari.

Finanziamento. In funzione delle percentuali inserite dall'utente e a seconda del tipo di interesse del prestito, viene calcolato l'ammontare della sovvenzione, i fondi propri e il prestito che rendono possibile finanziare l'operazione. L'utente può così vedere nell'insieme quale percentuale corrisponde a sovvenzioni, fondi propri e prestito.

Indici economici:

- Beneficio lordo di sfruttamento o beneficio esclusi gli interessi, le tasse e la svalorizzazione (EBITDA): corrisponde alla differenza tra gli ingressi e le spese annuali, ovvero al flusso di cassa.
- Valore attuale netto (VAN): valore dei flussi di cassa che sono attesi durante vita del progetto ("n" anni) e aggiornati al suo inizio. È stato preso come tasso di aggiornamento il "Coefficiente di sconto" (t). Un valore positivo del VAN significa che il progetto genera un valore.

$$VAN = -Investimento + \sum_{t=1}^n \frac{Flussi\ di\ Cassa}{(1+t)^t}$$

- Indice di arricchimento (VAN/Investimento iniziale) o Profitability Index (PI): viene calcolato come relazione tra il VAN e l'investimento iniziale (fondi propri più prestito). Se questo valore è maggiore di zero, sarà un indice della resa dell'investimento per tutta la vita del progetto.
- Tasso interno di ritorno (TIR): è il tasso di sconto per cui il VAN è uguale a zero. Viene considerato per decidere se approvare o meno un progetto di investimento.
- Periodo di ritorno: è il tempo che deve passare per recuperare l'investimento iniziale. Viene calcolato come relazione tra l'esborso iniziale (fondi propri più prestito) e l'EBITDA. Quando l'EBITDA ha un valore negativo o quando il tempo di recupero supera la vita del progetto, non compare alcun valore che si riferisca al "periodo di ritorno", e l'utente vedrà comparire la scritta ">15 anni" o altro valore considerato per la vita utile del progetto di investimento. In quest'ultimo caso l'investimento non potrebbe essere recuperato prima della fine della vita utile del progetto.

$$PR = \frac{(FFPP + D)}{EBITDA}$$

Nel dettaglio:

FFPP = fondi propri

D = debito o prestito

EBITDA = Beneficio lordo di sfruttamento o beneficio esclusi gli interessi, le tasse, svalorizzazione e ammortizzatori.

- Coefficiente di sconto (t) o Weighted Average Cost of Capital (WACC): è il tasso di sconto utilizzato dallo strumento per aggiornare i flussi di cassa del progetto di investimento che sono attesi durante la sua vita utile. Questo coefficiente è una media ponderata tra un costo (il costo del debito o del prestito) e la resa che si pretende di

ottenere (K_e). Questo coefficiente si utilizza per il calcolo del VAN e del TIR. A seguire viene riportata la formula per calcolare il coefficiente di sconto. In questo calcolo non è considerata la sovvenzione.

$$WACC = K_e \cdot \frac{FFPP}{FFPP + D} + K_d \cdot (1 - T) \cdot \frac{D}{FFPP + D}$$

Nel dettaglio:

K_e = tipo di ritorno sui fondi propri

K_d = tasso di interesse del debito o del prestito

T = tasso delle imposte sul guadagno. Vengono comprese le tasse che hanno già benefici fiscali. Dal momento che gli interessi del debito sono deducibili dalle tasse di una società, bisogna moltiplicare il " K_d " per uno meno il tasso impositivo, per tenere conto del risparmio fiscale che può portare.

FFPP = fondi propri

D = debito o prestito

Relativamente al calcolo del "Coefficiente di sconto", l'utente può modificare il "Tipo di interesse del prestito", la "Parte o percentuale dei fondi propri per l'investimento" e la "Parte o percentuale del prestito". Invece, l'utente non può modificare i seguenti dati che condizionano nel calcolo il "Coefficiente di sconto" e che sono già stabiliti per semplificare l'utilizzo dello strumento:

Tipo di ritorno da fondi propri (K_e): 12%

tasso impositivo (T): 30%

- Coefficiente di recupero del capitale o *Capital Recovery Factor (CRF)*: è il coefficiente di sconto aggiornato alla vita utile del progetto (dove " n " sono gli anni di vita utile dell'investimento). A seguire si riporta la formula per calcolarlo.

$$Ka = \frac{t \cdot (1 + t)^n}{(1 + t)^n - 1}$$

Analisi di fattibilità ambientale

Sono compresi i seguenti parametri:

- Energia primaria ottenuta a partire dalla valorizzazione del biogas: è l'energia rinnovabile derivante dal biogas valorizzato sotto forma di calore, elettricità o biometano, a seconda dello scenario per cui si è optato. In questa energia primaria non viene considerata l'energia utilizzata per il riscaldamento dei digestori.
- Risparmio delle emissioni di CO₂: viene calcolato a partire dall'energia primaria risultante e con un fattore di risparmio delle emissioni di 278 gCO₂/kWh.
- Risparmio di fertilizzanti di sintesi: il valore considerato indica il contenuto di azoto totale all'anno nel digestato prodotto. Si considera che questo sia il risparmio potenziale di azoto totale che potrebbe sostituire l'azoto proveniente da fonti non rinnovabili.
- Sfruttamento del digestato in zona "Vulnerabile" o "Non vulnerabile" alla contaminazione da nitrati provenienti da fonti agricole. In funzione dell'opzione scelta dall'utente, nel report comparirà l'uno o l'altro tipo di zona.
- Superficie della coltivazione dove si è deciso di applicare il digestato: ettari di campi agricoli per sfruttare l'azoto presente nel digestato, ottenuto mediante la produzione di biogas, che è destinato alla fertilizzazione delle colture (cereali, mais, ecc.).

Panoramica generale.

Qui si trovano i grafici per ogni scenario riguardante l' "Investimento" totale del progetto, il "Periodo di ritorno", il "Risparmio di emissioni di CO_{2-eq}" e l'"Energia autoconsumata (bisogno di energia/produzione derivante dal biogas)". Quest'ultima si trova nel caso in cui l'utente abbia selezionato come scenario l' "autoconsumo" di energia prodotta a partire dal biogas. I diversi scenari d'uso del biogas (caldaia, cogenerazione ecc.) sono indicati sull'asse delle ordinate "Uso".

Se il "Periodo di ritorno" supera la vita utile del progetto, il grafico sarà vuoto. Per contro, il grafico riguardante l' "Energia Autoconsumata" sarà vuoto se l'energia non viene sfruttata per l'autoconsumo in nessuno degli scenari che l'utente abbia selezionato.

Per differenziare le percentuali di energia autoconsumata, sia per l'elettricità che per il calore, nel grafico che si riferisce all' "Energia autoconsumata" appaiono le seguenti abbreviazioni:

e=energia elettrica

t=energia termica

2.2. Riassunto dei substrati

Quanto compare in fondo al documento pdf che accompagna ogni studio, è il riassunto dei substrati inseriti dall'utente nello studio da realizzare, e la composizione della miscela finale inserita nel digestore.

In particolare, le proprietà e i dati indicati per ogni substrato sono i seguenti:

- Quantità (t/anno): tonnellate di materia fresca del substrato introdotto nel digestore.
- Costo (€/anno): costo del substrato vero e proprio per ciascuna unità di massa (tonnellate di materia fresca). Un valore negativo indica che l'acquisizione del materiale comporta un'entrata per l'impianto a biogas.
- Distanza (km): distanza tra l'area del substrato e l'impianto a biogas.
- MS (%): percentuale di materia secca rispetto alla materia fresca del substrato.
- MO/MS (%): percentuale di materia organica rispetto alla materia secca del substrato.
- MOD/MO (%): percentuale di materia organica che si degrada nella produzione di biogas rispetto alla materia organica iniziale presente nel substrato.
- CH_4/MO ($\text{m}^3\text{CH}_4/\text{t}_{\text{MO}}$): potenziale di produzione di metano del substrato per unità di massa (tonnellate di materia organica) del substrato.
- CH_4 (%): percentuale di metano nel biogas ricavato dal substrato.
- N (kgN/t): contenuto di azoto totale del substrato per unità di massa (tonnellate di materia fresca).
- Rapporto C/N (-): rapporto carbonio-azoto del substrato.
- N-NH_4^+ (kgN/t): contenuto di azoto ammoniacale nel substrato per unità di massa (tonnellate di materia fresca).

Il calcolo del rapporto C/N totale della miscela si ricava dalla quantità totale di materia organica trasformata e si fa una stima del carbonio contenuto nella miscela. Quindi, con il valore del carbonio presente nella miscela e il contenuto totale dell'azoto, si ottiene il rapporto C/N.