



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma



Impianti Biogas **d I F F E R E N Z I A L I di Redditività 2012→2015**

**Roma,
13, febbraio 2014**



Goal.1 → Valutazione dei DIFFERENZIALI di Redditività nel passaggio 2012→2013

Goal.2 → Ricerca del prezzo chiavi in mano €/kW tale che $IRR\% = 10\%$ nel passaggio 2012→ 2018

Strumenti Goal.1&2 → Sensitivity analysis 1.050 simulazioni

Sensitivity Analysis e Capital-Budgeting eseguite con software
Biosim_Pro2.0_betaversion

www.maggioli.it
www.biogasimpianti.it



Cliente produttore

- Centrale Biogas **P=250 kW**
- Azienda agro-zootecnica proprietaria 100% effluenti zootecnici e terreni per produzione silosorgo posizionati entro 1 Km di distanza max dalla centrale biogas. Allevamento bovini sul posto. Profilo fiscale agricolo

Biomasse a disposizione:

- Letame bovino maturo: 6.564 t/anno;
- Liquame bovino da carne 4.353 t/anno
- Silosorgo 2.200 t/anno

	Biomassa1	Biomassa2	Biomassa3	%Biom. 1	%Biom.2	%Biom.3
SELEZIONATO	deiezioni bovine	liquame	insilati			
Quantità [t]	6.564,00	4.353,00	2.200,00	50,04	33,19	16,77

Dieta digestore e potenza elettrica estraibile

Substrato	Quantità (Tonnellate/anno)
Letame bovino (fresco) v	6564
Liquame bovino v	4353
Insilato di sorgo v	2200
seleziona il substrato v	0
seleziona il substrato v	0
seleziona il substrato v	0
seleziona il substrato v	0
seleziona il substrato v	0
seleziona il substrato v	0
seleziona il substrato v	0

calcola

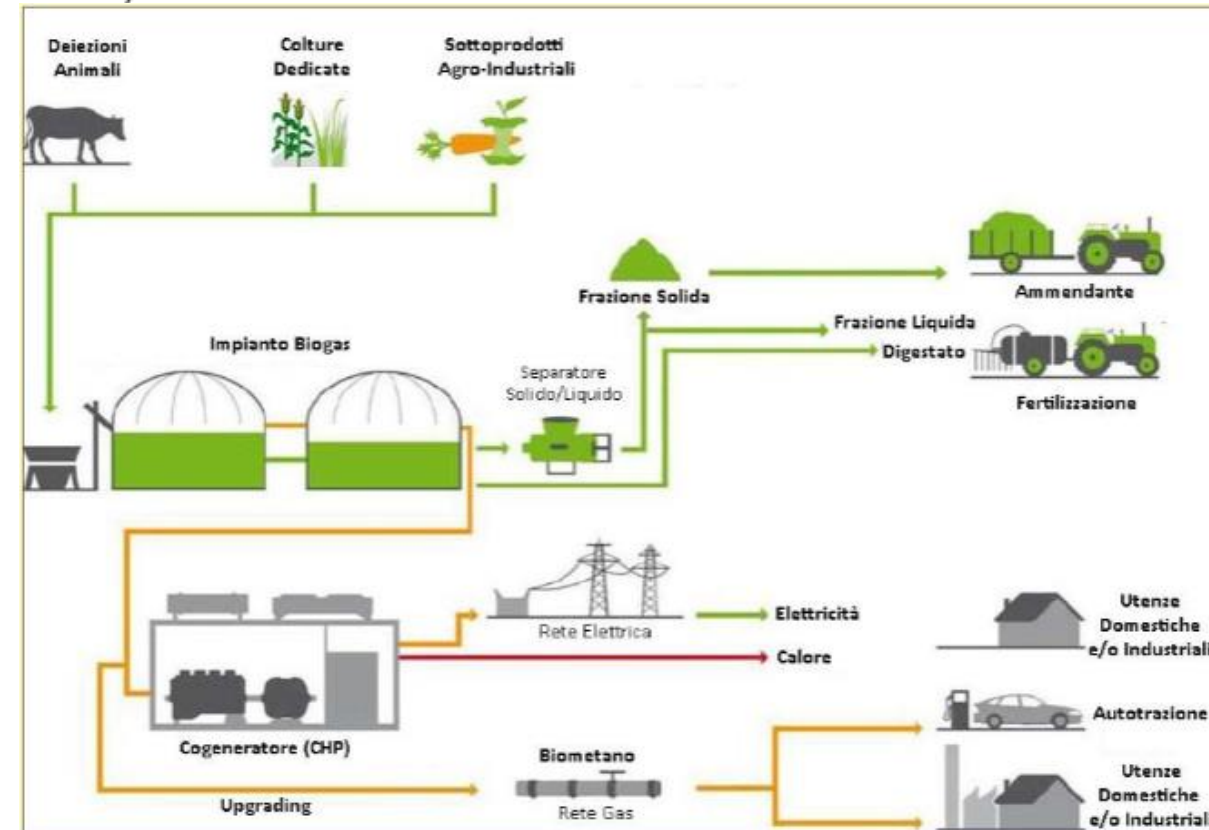
Substrato	Quantità (T/anno)	Produzione Biogas (m³/anno)	Produzione Energia Elettrica (kWh/anno)	Produzione Energia Termica (kWh/anno)	Potenza da Alimentazione (kW)
Letame bovino (fresco)	6564	525120	1129008	1240596	141.13
Liquame bovino	4353	108825	235062	256827	29.38
Insilato di sorgo	2200	330000	710600	781000	88.83
TOTALI →	13117 T/anno	963945 m³/anno	2074670 kWh/anno	2278423 kWh/anno	259.34 kW

Costi input al digestore:

- Costo colturale silosorgo compreso trasporto al digestore max distanza 1 Km da centrale biogas: 30 €/t
- Costo logistica effluenti zootecnici al digestore: 1 €/t (allevamento bovini sul posto)

Costi output dal digestore:

- Costo spandimento digestato fase solida (85% dell'input al digestore) su terreni limitrofi entro 1 Km di distanza da centrale biogas: 1€/t
- Costo spandimento digestato fase liquida (95% dell'input al digestore) al netto della quota re-immessa nel processo fermentativo (circa 55% del liquame iniziale) su terreni entro 1 Km di distanza da centrale biogas: 1€/t



Fonte imag:

<http://www.qualenergia.it/speciali/20121212-il-biogas-che-fa-bene-al-paese>

Plastico layout



O&M tecnico/amministrativo:

- 3,85 c€/kWh inflazionati Istat comprensivo di gestione tecnica amministrativa impianto, manutenzione ordinaria termo-elettrica e cogeneratore, manutenzione biologica + 2 manutenzioni tecniche straordinarie al 10° anno e 20° anno pari al 12% del costo di investimento anch'esso inflazionato (sostituzione/rigenerazione gruppo cogeneratore dopo circa 80 e 160 mila ore)
- Oneri istruttoria GSE scenario post 2012: 645 € una-tantum
- Oneri gestione Tariffa onnicomprensiva scenario post 2012: 3.790,15 €/anno
- Oneri gestione RID alla fine dell'esercizio tariffario onnicomprensivo: pari allo 0,5% del valore dell'energia iniettata in rete ossia 1.038,94€

-Tassi e parametri finanziari

- Tasso inflazione ISTAT 1% per ipotesi costante nel tempo di esercizio impiantistico ipotizzato a 25 anni
- Fin 15 anni, equity 25%, tasso fin 7,5%

Strutture incentivanti:

- Scenario $\leq 2012 \rightarrow$ Tariffa Onnicomprensiva 0,28 €/kWh x 15 anni
- Scenario 2013-2018 $\rightarrow$ Tariffa Onnicomprensiva 0,236 €/kWh x 20 anni al 2013 (-2% per anni successivi)
- Per i due scenari alla chiusura del periodo incentivante si è considerato l'esercizio impiantistico in Ritiro Dedicato per 10 anni (Scenario 2012) e 5 anni (Scenario 2013-2018)
- Ore equivalenti nette 7.580,30 (al netto della copertura consumi ausiliari centrale e perdite trafo etc.). Ipotesi fortemente conservativa
- Valorizzazione energia termica solo per autoconsumo

Allegato 1 – Vita utile convenzionale, tariffe incentivanti

Fonte rinnovabile	Tipologia	Potenza	VITA UTILE degli IMPIANTI	tariffa incentivante base
		kW	anni	€/MWh
Biogas	a) prodotti di origine biologica	$1 < P \leq 300$	20	180
		$300 < P \leq 600$	20	160
		$600 < P \leq 1000$	20	140
		$1000 < P \leq 5000$	20	104
		$P > 5000$	20	91
	b) sottoprodotti di origine biologica di cui alla Tabella 1 –A; d) rifiuti non provenienti da raccolta differenziata diversi da quelli di cui alla lettera c)	$1 < P \leq 300$	20	236
		$300 < P \leq 600$	20	206
		$600 < P \leq 1000$	20	178
		$1000 < P \leq 5000$	20	125
		$P > 5000$	20	101
	c) rifiuti per i quali la frazione biodegradabile è determinata forfettariamente con le modalità di cui all'Allegato 2	$1 < P \leq 1000$	20	216
		$1000 < P \leq 5000$	20	109
		$P > 5000$	20	85

Analisi Ricavi → Scenario 2012

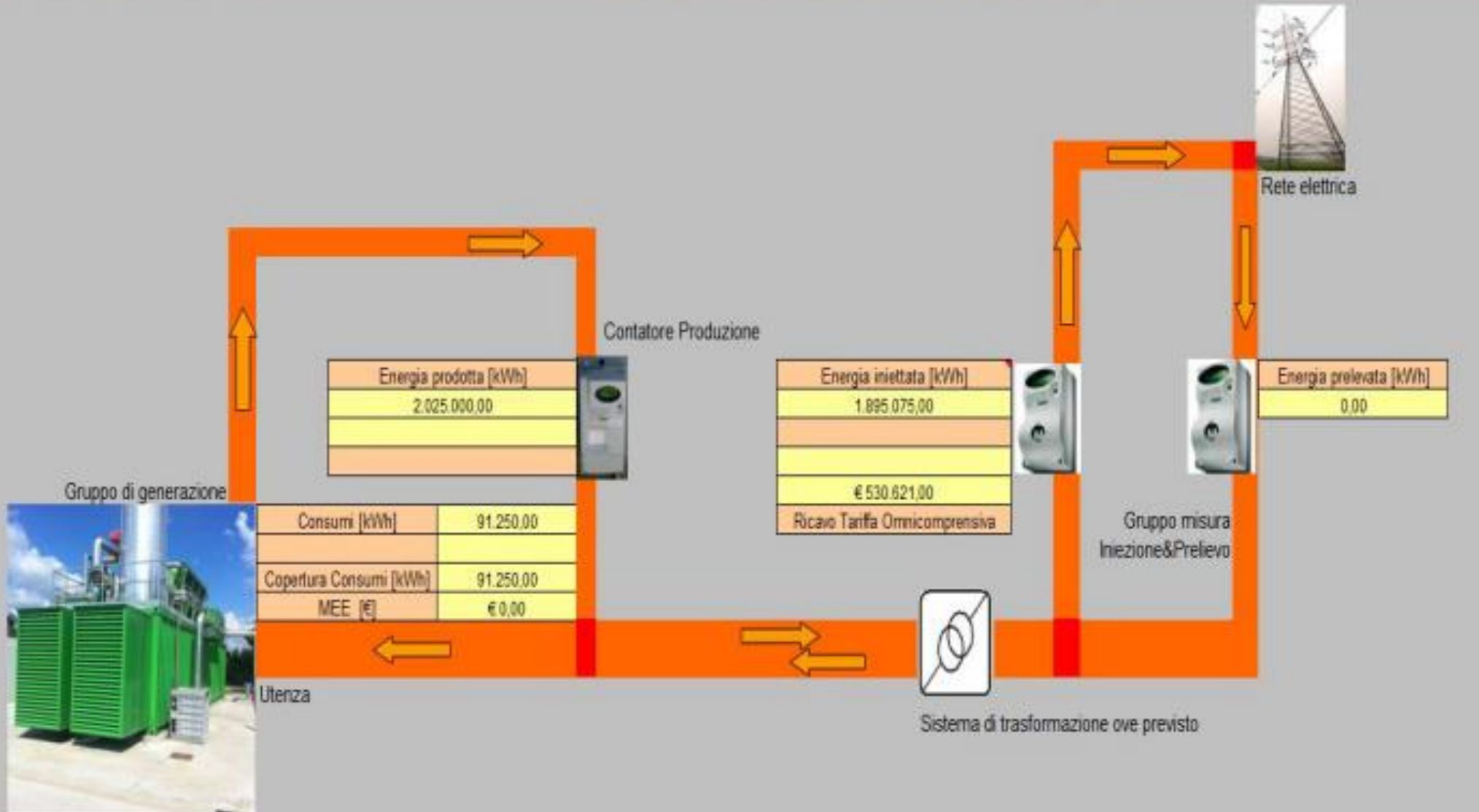
(Tariffa Onnicomprensiva 0,28 €/kWh)

	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]
Anno	Iniezione in rete	Tariffa Onnicomprensiva	Autoconsumo	MEE	Iniezione in rete maggiorata	Energia Venduta
1	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
2	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
3	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
4	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
5	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
6	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
7	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
8	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
9	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
10	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
11	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
12	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
13	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
14	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
15	1.895.075,00	530.621,00	91.250,00	0,00	0,00	0,00
16	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	197.703,42
17	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	199.680,45
18	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	201.677,26
19	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	203.694,03
20	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	205.730,97
21	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	207.788,28
22	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	209.866,16
23	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	211.964,83
24	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	214.084,47
25	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	216.225,32
Tot	47.376.875,00	7.959.315,00	2.281.250,00	0,00	19.841.435,25	2.068.415,20

Analisi Ricavi → Scenario 2012 (Tariffa Onnicomprensiva 0,28 €/kWh)

Situazione riferita al 1° anno

SCHEMATIZZAZIONE SISTEMA TARIFFARIO OMNICOMPENSIVO



Analisi Ricavi → Scenario post 2012

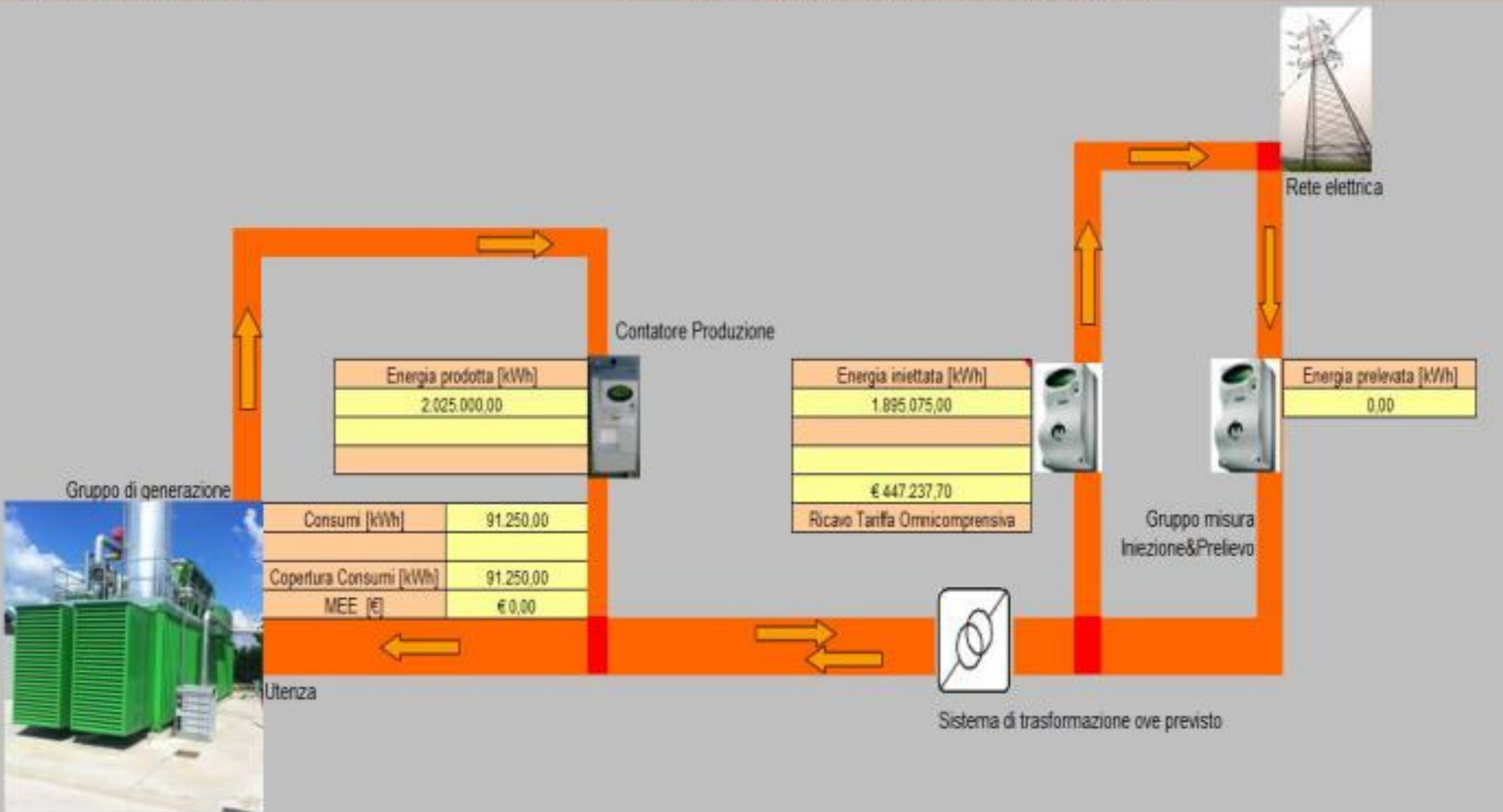
(Tariffa Onnicomprensiva anno 2013 pari a 0,236 €/kWh)

	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]	[kWh]	[€]
Anno	Iniezione in rete	Tariffa Onnicomprensiva	Autoconsumo	MEE	Iniezione in rete maggiorata	Energia Venduta
1	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
2	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
3	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
4	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
5	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
6	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
7	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
8	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
9	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
10	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
11	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
12	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
13	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
14	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
15	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
16	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
17	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
18	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
19	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
20	1.895.075,00	447.237,70	91.250,00	0,00	0,00	0,00
21	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	207.788,28
22	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	209.866,16
23	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	211.964,83
24	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	214.084,47
25	1.895.075,00	0,00	91.250,00	0,00	1.984.143,53	216.225,32
Tot	47.376.875,00	8.944.754,00	2.281.250,00	0,00	9.920.717,63	1.059.929,06

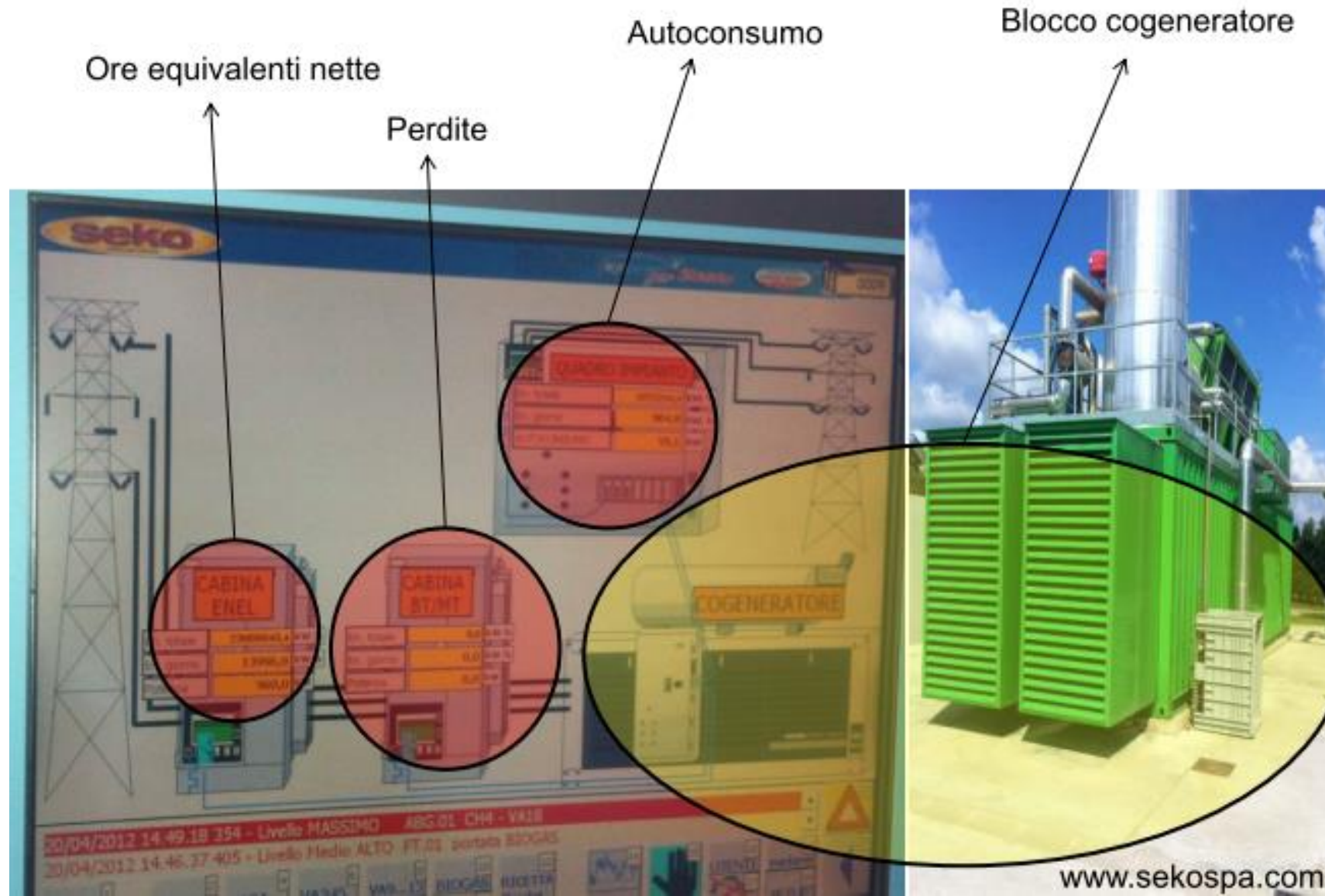
Analisi Ricavi → Scenario post 2012 (Tariffa Onnicomprensiva anno 2013 pari a 0,236 €/kWh)

Situazione riferita al 1° anno

SCHEMATIZZAZIONE SISTEMA TARIFFARIO OMNICOMPENSIVO



Tipologia pannello output dati produzione ed autoconsumo



Sensitivity analysis:

Si è effettuata una sensitivity analysis (**1.050 simulazioni**) di tipo bidimensionale al variare della coppia di parametri (A;B) dove:

A= costo del kW installato all-inclusive [€/kW] → [6.000,00 ; 8.400,00] €/kW

B= evoluzione temporale della tariffa incentivante nel range temporale [$\leq$ 31 dicembre 2012; 2018].

Il benchmark IRR% è stato posto pari al 10%, il benchmark DSCR è stato posto pari a 1,4.

Nel passaggio 2012→2013 la struttura incentivante oltre alla modifica del valore della TO subisce anche un'espansione dell'arco temporale incentivante da 15 a 20 anni.

Sensitivity Analysis

Simulazioni=175		SENSITIVITY ANALYSIS [Finanziamento 75%]						
		Internal Rate of Return - IRR% 25 anni						
		Feed-in-Tariff [€/kWh]						
TO		< 31 dicembre 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
		€ 0,280	€ 0,236	€ 0,231	€ 0,226	€ 0,221	€ 0,217	€ 0,213
Costo [€/kW]	€ 6.000,00	16,79%	13,17%	12,67%	12,15%	11,61%	11,18%	10,73%
	€ 6.100,00	16,42%	12,86%	12,36%	11,84%	11,31%	10,87%	10,43%
	€ 6.200,00	16,07%	12,56%	12,05%	11,53%	11,00%	10,57%	10,12%
	€ 6.300,00	15,72%	12,26%	11,75%	11,24%	10,71%	10,27%	9,83%
	€ 6.400,00	15,37%	11,96%	11,46%	10,94%	10,41%	9,98%	9,53%
	€ 6.500,00	15,04%	11,67%	11,17%	10,65%	10,12%	9,69%	9,25%
	€ 6.600,00	14,70%	11,39%	10,88%	10,37%	9,84%	9,40%	8,96%
	€ 6.700,00	14,37%	11,10%	10,60%	10,09%	9,56%	9,12%	8,68%
	€ 6.800,00	14,05%	10,83%	10,32%	9,81%	9,28%	8,85%	8,40%
	€ 6.900,00	13,73%	10,55%	10,05%	9,54%	9,01%	8,57%	8,13%
	€ 7.000,00	13,42%	10,29%	9,78%	9,27%	8,74%	8,30%	7,86%
	€ 7.100,00	13,11%	10,02%	9,52%	9,00%	8,47%	8,04%	7,59%
	€ 7.200,00	12,80%	9,76%	9,26%	8,74%	8,21%	7,77%	7,32%
	€ 7.300,00	12,50%	9,50%	9,00%	8,48%	7,95%	7,51%	7,06%
	€ 7.400,00	12,20%	9,24%	8,74%	8,22%	7,69%	7,25%	6,80%
	€ 7.500,00	11,91%	8,99%	8,49%	7,97%	7,44%	7,00%	6,55%
	€ 7.600,00	11,61%	8,74%	8,24%	7,72%	7,18%	6,74%	6,29%
	€ 7.700,00	11,32%	8,50%	7,99%	7,47%	6,94%	6,49%	6,04%
	€ 7.800,00	11,04%	8,25%	7,75%	7,23%	6,69%	6,24%	5,79%
	€ 7.900,00	10,76%	8,01%	7,50%	6,98%	6,44%	6,00%	5,54%
	€ 8.000,00	10,47%	7,77%	7,26%	6,74%	6,20%	5,75%	5,29%
	€ 8.100,00	10,20%	7,54%	7,03%	6,50%	5,96%	5,51%	5,04%
	€ 8.200,00	9,92%	7,30%	6,79%	6,26%	5,72%	5,27%	4,80%
	€ 8.300,00	9,65%	7,07%	6,56%	6,03%	5,48%	5,03%	4,56%
	€ 8.400,00	9,37%	6,84%	6,32%	5,79%	5,24%	4,79%	4,31%
		Ipotesi di lavoro						
		Profilo fiscale Azienda agro-zootecnica (100% silosorgo ed effluenti zootecnici proveniente da propri terreni e proprio allevamento)						
		Periodo di esercizio 25 anni						
		Potenza impianto [kW] 250,00						
		Ore equivalenti nette [kWh/kW] 7.580,30						
		WACC% 10,00%						
		Benchmark IRR%					>10%	<10%

Sensitivity Analysis

Simulazioni=175		SENSITIVITY ANALYSIS [Finanziamento 75%]						
		Debt Service Coverage Ratio - DSCR 25 anni						
		Feed-in-Tariff [€/kWh]						
TO		< 31 dicembre 2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
		€ 0,280	€ 0,236	€ 0,231	€ 0,226	€ 0,221	€ 0,217	€ 0,213
Costo [€/kW]	€ 6.000,00	2,31	1,75	1,69	1,63	1,57	1,52	1,47
	€ 6.100,00	2,26	1,72	1,66	1,60	1,54	1,49	1,44
	€ 6.200,00	2,22	1,68	1,62	1,56	1,50	1,46	1,41
	€ 6.300,00	2,18	1,65	1,59	1,53	1,47	1,43	1,38
	€ 6.400,00	2,13	1,61	1,56	1,50	1,44	1,40	1,35
	€ 6.500,00	2,09	1,58	1,52	1,47	1,41	1,37	1,32
	€ 6.600,00	2,06	1,55	1,49	1,44	1,38	1,34	1,30
	€ 6.700,00	2,02	1,52	1,46	1,41	1,36	1,31	1,27
	€ 6.800,00	1,98	1,49	1,44	1,38	1,33	1,29	1,24
	€ 6.900,00	1,94	1,46	1,41	1,36	1,30	1,26	1,22
	€ 7.000,00	1,91	1,43	1,38	1,33	1,28	1,24	1,19
	€ 7.100,00	1,88	1,41	1,35	1,30	1,25	1,21	1,17
	€ 7.200,00	1,84	1,38	1,33	1,28	1,23	1,19	1,15
	€ 7.300,00	1,81	1,35	1,30	1,25	1,20	1,16	1,12
	€ 7.400,00	1,78	1,33	1,28	1,23	1,18	1,14	1,10
	€ 7.500,00	1,75	1,30	1,26	1,21	1,16	1,12	1,08
	€ 7.600,00	1,72	1,28	1,23	1,19	1,14	1,10	1,06
	€ 7.700,00	1,69	1,26	1,21	1,16	1,12	1,08	1,04
	€ 7.800,00	1,66	1,24	1,19	1,14	1,10	1,06	1,02
	€ 7.900,00	1,64	1,21	1,17	1,12	1,08	1,04	1,00
	€ 8.000,00	1,61	1,19	1,15	1,10	1,06	1,02	0,98
	€ 8.100,00	1,58	1,17	1,13	1,08	1,04	1,00	0,97
	€ 8.200,00	1,56	1,15	1,11	1,06	1,02	0,98	0,95
	€ 8.300,00	1,53	1,13	1,09	1,04	1,00	0,97	0,93
	€ 8.400,00	1,51	1,11	1,07	1,03	0,98	0,95	0,91
		Ipotesi di lavoro						
		Profilo fiscale Azienda agro-zootecnica (100% silosorgo ed effluenti zootecnici proveniente da propri terreni e proprio allevamento)						
		Periodo di esercizio 25 anni						
		Potenza impianto [kW] 250,00						
		Ore equivalenti nette [kWh/kW] 7.580,30						
		WACC% 10,00%						
		Benchmark DSCR					>1,25	<1,25

intellienergia S.r.l.
renewable energy engineering

TO		SENSITIVITY ANALYSIS [Finanziamento 75%]						
		Δ IRR% 25 anni						
		Feed-in-Tariff [€/kWh]						
		< 31 dicembre2012	Anno 2013	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018
		€ 0,280	€ 0,236	€ 0,231	€ 0,226	€ 0,221	€ 0,217	€ 0,213
Costo [€/kW]	€ 6.000,00		-3,61%	-0,51%	-0,52%	-0,53%	-0,44%	-0,44%
	€ 6.100,00		-3,56%	-0,51%	-0,52%	-0,53%	-0,43%	-0,44%
	€ 6.200,00		-3,51%	-0,51%	-0,52%	-0,53%	-0,43%	-0,44%
	€ 6.300,00		-3,46%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,43%	-0,44%
	€ 6.400,00		-3,41%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,43%	-0,44%
	€ 6.500,00		-3,36%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,43%	-0,44%
	€ 6.600,00		-3,32%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,43%	-0,44%
	€ 6.700,00		-3,27%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,43%	-0,44%
	€ 6.800,00		-3,22%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,43%	-0,44%
	€ 6.900,00		-3,18%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,43%	-0,45%
	€ 7.000,00		-3,13%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,44%	-0,45%
	€ 7.100,00		-3,09%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,44%	-0,45%
	€ 7.200,00		-3,04%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,44%	-0,45%
	€ 7.300,00		-3,00%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,44%	-0,45%
	€ 7.400,00		-2,96%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,44%	-0,45%
	€ 7.500,00		-2,91%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,44%	-0,45%
	€ 7.600,00		-2,87%	-0,50%	-0,52%	-0,53%	-0,44%	-0,45%
	€ 7.700,00		-2,83%	-0,50%	-0,52%	-0,54%	-0,44%	-0,45%
	€ 7.800,00		-2,79%	-0,51%	-0,52%	-0,54%	-0,44%	-0,46%
	€ 7.900,00		-2,74%	-0,51%	-0,52%	-0,54%	-0,45%	-0,46%
€ 8.000,00		-2,70%	-0,51%	-0,52%	-0,54%	-0,45%	-0,46%	
€ 8.100,00		-2,66%	-0,51%	-0,53%	-0,54%	-0,45%	-0,46%	
€ 8.200,00		-2,62%	-0,51%	-0,53%	-0,55%	-0,45%	-0,47%	
€ 8.300,00		-2,58%	-0,51%	-0,53%	-0,55%	-0,45%	-0,47%	
€ 8.400,00		-2,54%	-0,51%	-0,53%	-0,55%	-0,46%	-0,47%	
		Ipotesi di lavoro						
		Profilo fiscale Azienda agro-zootecnica (100% silosorgo ed effluenti zootecnici proveniente da propri terreni e proprio allevamento)						
		Periodo di esercizio 25 anni						
		Potenza impianto [kW] 250,00						
		Ore equivalenti nette [kWh/kW] 7.580,30						
		WACC% 10,00%						

Si è posta l'attenzione su di una potenza nominale pari a **250 kWe** poiché tale valore di potenza prossimo ai 300 kW, dall'analisi della nuova struttura incentivante, rappresenta il nuovo standard di riferimento per impianti biogas taglia medio-grande dal momento che al di sopra dei 300 kWe la tariffa onnicomprensiva TO subisce una riduzione significativa.

Nel passaggio 2012→2013 la struttura incentivante oltre alla modifica del valore della TO subisce anche un'espansione dell'arco temporale incentivante da 15 a 20 anni.

Nel passaggio 2012→2013, si registra una diminuzione dell'IRR% di circa 3 punti percentuali avendo ipotizzato pari a 6.600,00€/kW il valore del chiavi in mano.

Nel passaggio dei successivi periodi incentivanti si registra una diminuzione dell'IRR% pari a circa mezzo punto percentuale.

Il prezzo chiavi in mano €/kW al variare dell'orizzonte temporale tale che la redditività dell'investimento si mantenga nell'intorno **IRR=10%** appartiene al range [8.100,00; 6.200,00] €/kW.

dott. Ing Alessandro Caffarelli

www.ingalessandrocaffarelli.it



intellienergia S.r.l.
renewable energy engineering



Spin-off universitario ad elevato valore Tecnico-Scientifico
Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"
Facoltà di Ingegneria



www.intellienergia.com