



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

ROMA

Biogasimpianti

Ingegneria di sistema Impianti di piccola taglia



Ing. Attilio Piattelli

20 gennaio 2015

- ✓ DIFFUSIONE IMPIANTI
- ✓ PROCESSO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI
- ✓ TIPOLOGIE COSTRUTTIVE
- ✓ CONTROLLO PROCESSO E PURIFICAZIONE BIOGAS
- ✓ CASI STUDIO 300 kWe – 100 kWe – 50 kWe
- ✓ CENNI SU CARATTERISTICHE DIGESTATO E RIMOZIONE AZOTO

✓ **DIFFUSIONE IMPIANTI**

- ✓ PROCESSO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI
- ✓ TIPOLOGIE COSTRUTTIVE
- ✓ CONTROLLO PROCESSO E PURIFICAZIONE BIOGAS
- ✓ CASI STUDIO 300 kWe – 100 kWe – 50 kWe
- ✓ CENNI SU CARATTERISTICHE DIGESTATO E RIMOZIONE AZOTO

Anno 2011



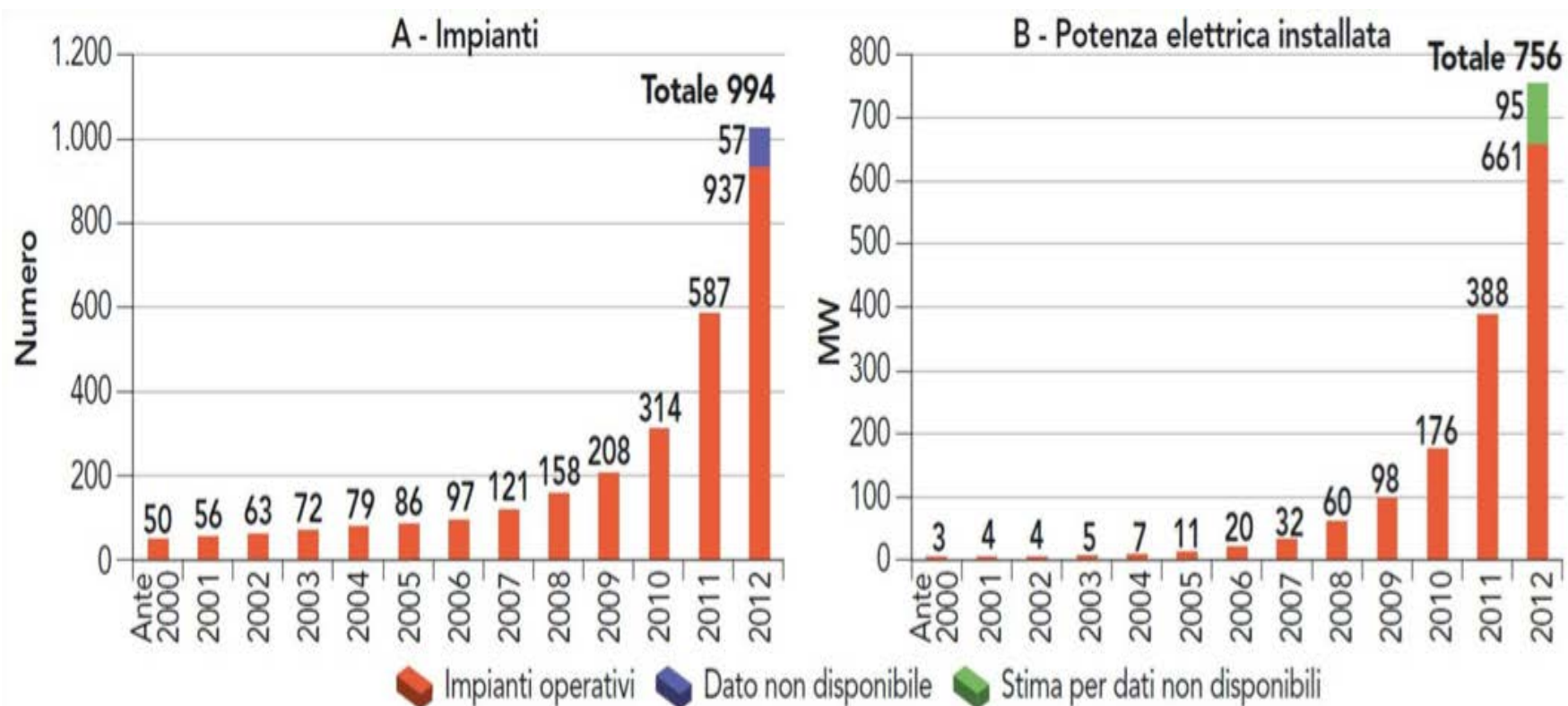
EE Italia (2012): 340.000 GWh

EE da Biogas (2011): 3.400 GWh (1 %)

- da discarica RU
- da fanghi dep.
- da altro

(Dati EurObserv'ER)

Andamento storico - Anni dal 2000 al 2012



(Dati CRPA)

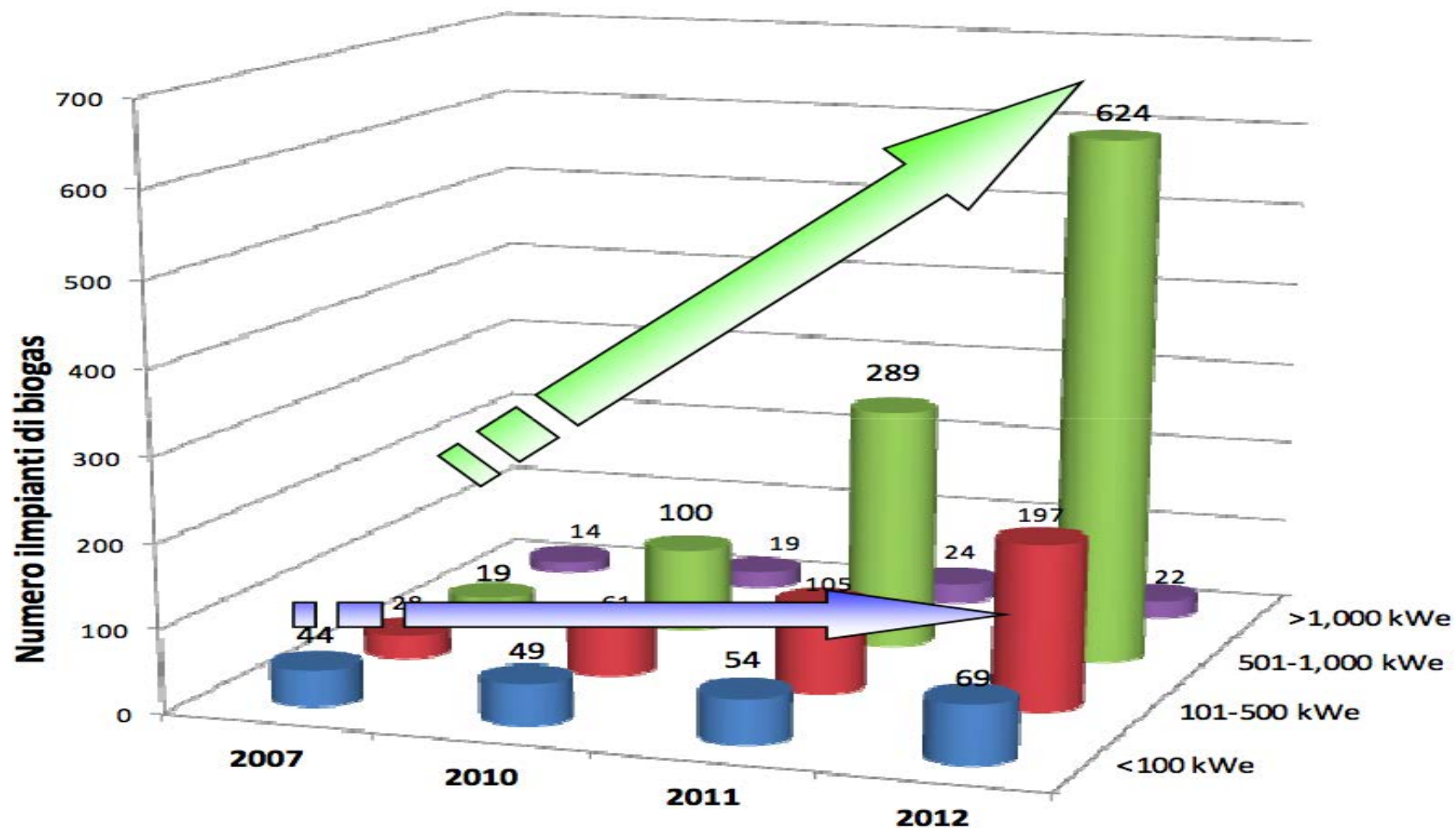
Anno 2012

	Impianti		Potenza elettrica		kWe/ impianto
	n.	% sul totale	MWe	% sul totale	
Abruzzo	13	1,3	10,7	1,5	822
Basilicata	6	0,6	1,9	0,3	318
Calabria	6	0,6	3,2	0,5	537
Campania	7	0,7	5,4	0,8	767
Emilia-Romagna	143	14,4	110,2	15,9	771
Friuli	69	6,9	47,9	6,9	694
Lazio	9	0,9	6,6	1,0	736
Lombardia	374	37,6	271,0	39,0	724
Marche	14	1,4	10,3	1,5	739
Piemonte	106	10,7	75,4	10,9	711
Puglia	6	0,6	2,6	0,4	437
Sardegna	12	1,2	5,4	0,8	454
Toscana	23	2,3	18,9	2,7	823
Umbria	14	1,4	8,8	1,3	632
Val d'Aosta	1	0,1	0,1	0,0	50
Veneto	151	15,2	107,8	15,5	714
Trentino-Alto Adige	38	3,8	5,7	0,8	151
Molise	2	0,2	2,0	0,3	999
Non disponibile (stima)	–	–	62,4	–	–
Totale complessivo	994	100,0	756,4	100,0	761



(Dati CRPA)

Confronto per classi di potenza



Fonte:Elaborazione AIEL su dati CRPA

Situazione normativa fino al 2012

- ✓ Il vecchio conto energia garantiva 280 €/MWh per impianti fino ad 1 MWe (in vigore fino a 31/12/2012)
- ✓ Non faceva distinzione fra prodotti e sottoprodotti biologici
- ✓ Grande sviluppo di impianti da 1 MWe alimentati prevalentemente con colture dedicate

Principali difetti della normativa

- ✓ Largo utilizzo di colture alimentari
- ✓ Forte incremento prezzi del mais
- ✓ Impianto biogas attività prevalente e speculativa

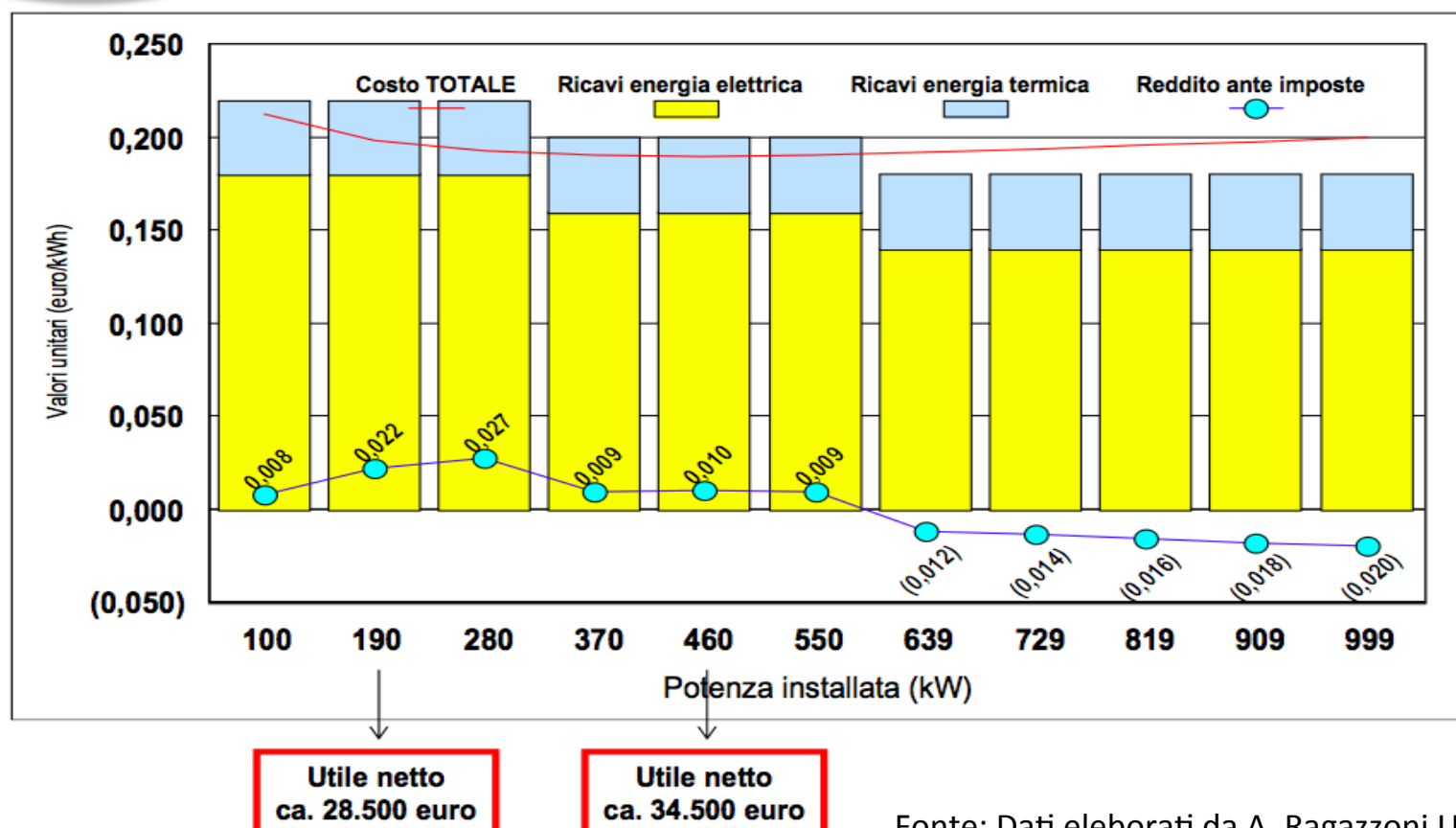
Principali pregi della normativa

- ✓ Grande sviluppo del settore

Situazione attuale (DM 6 luglio 2012 – Decreto FER)

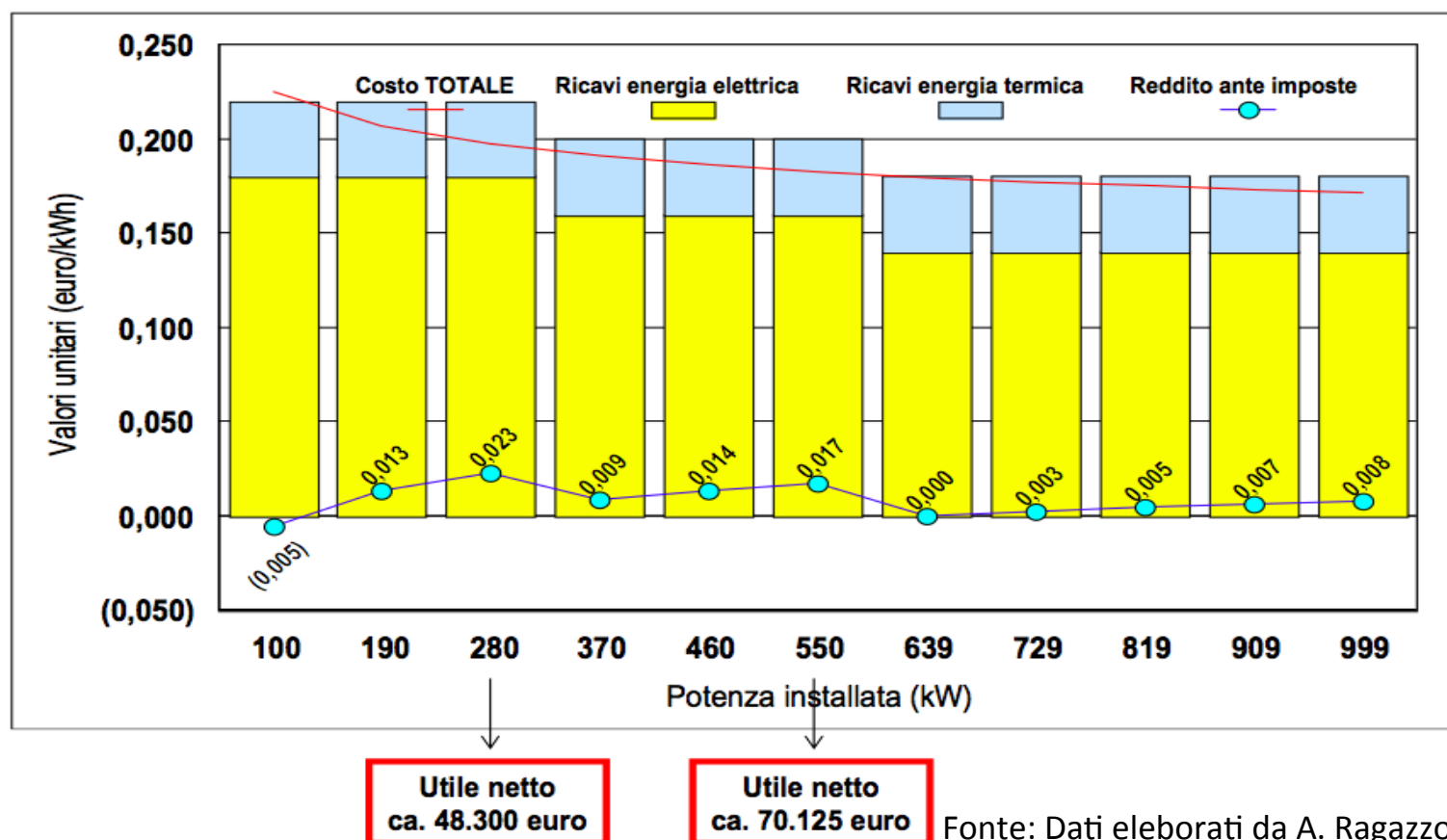
- ✓ Periodo di validità dal 01/01/2013 a tutto il 2015
- ✓ Tetti di incentivazione annuale (160 MWe per il 2014)
- ✓ Tariffa decrescente all'aumentare della taglia degli impianti (300 kWe – 600 kWe – 1.000 kWe – sopra i 1.000 kWe)
- ✓ Tariffe più alte per uso prevalente di sottoprodotti di origine animale e vegetale (max 30% in massa di prodotti biologici da colture dedicate)
- ✓ Bonus in caso di cogenerazione ad alto rendimento e per rimozione/recupero dell'azoto
- ✓ Registro per impianti sopra i 100 kW
- ✓ Tariffa incentivante per 20 anni
- ✓ Effetto nuovo quadro normativo: Tendenza alla diffusione di impianti di piccola taglia

SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4
Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: insilato di mais prodotto in azienda ed extra-aziendale	Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: insilato di mais prodotto in azienda	Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: refluo zootecnico	Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: refluo zootecnico e insilato di mais prodotto in azienda



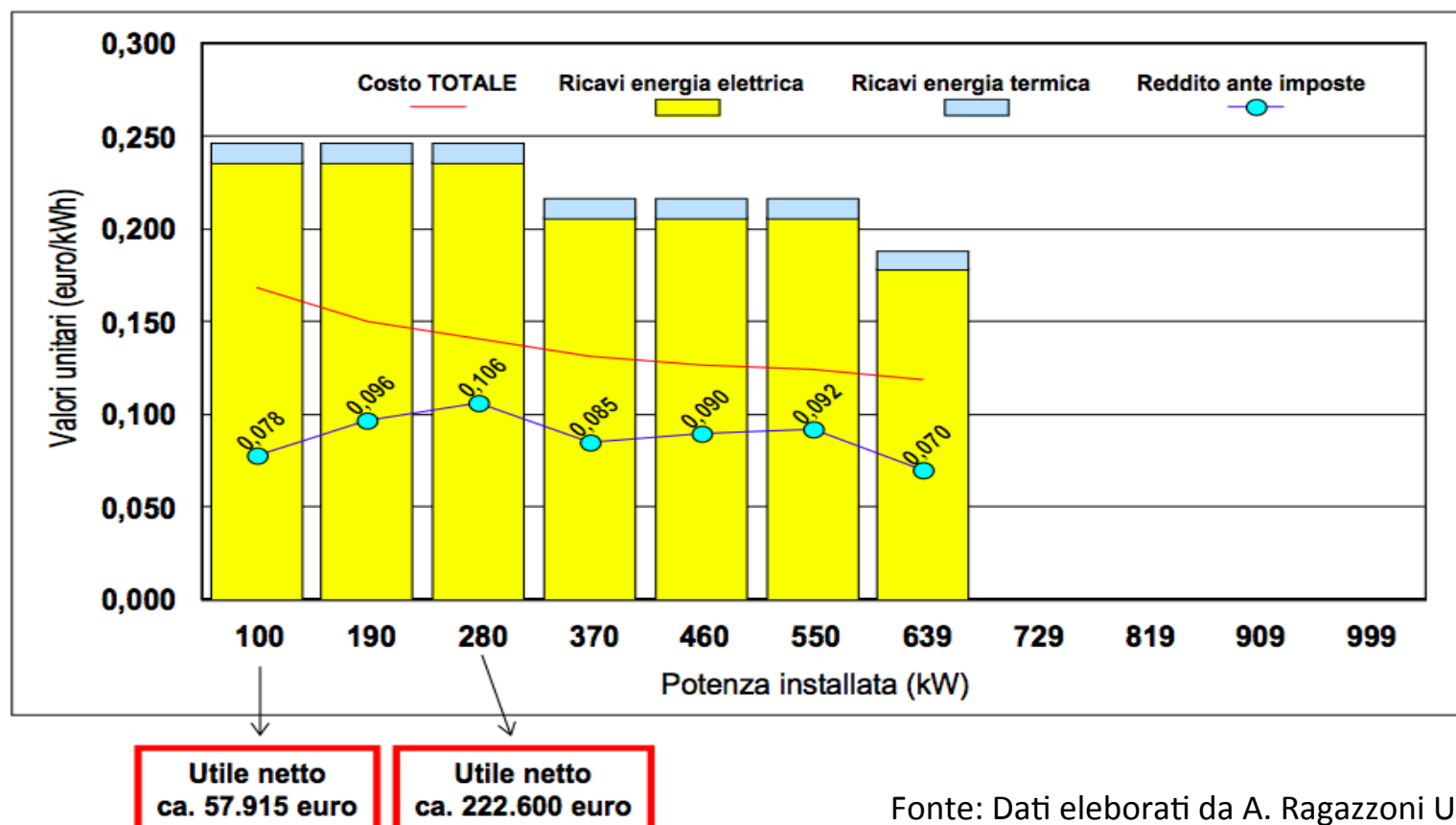
Fonte: Dati elaborati da A. Ragazzoni Univ. Bologna

SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4
Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: insilato di mais prodotto in azienda ed extra-aziendale	Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: insilato di mais prodotto in azienda	Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: refluo zootecnico	Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: refluo zootecnico e insilato di mais prodotto in azienda



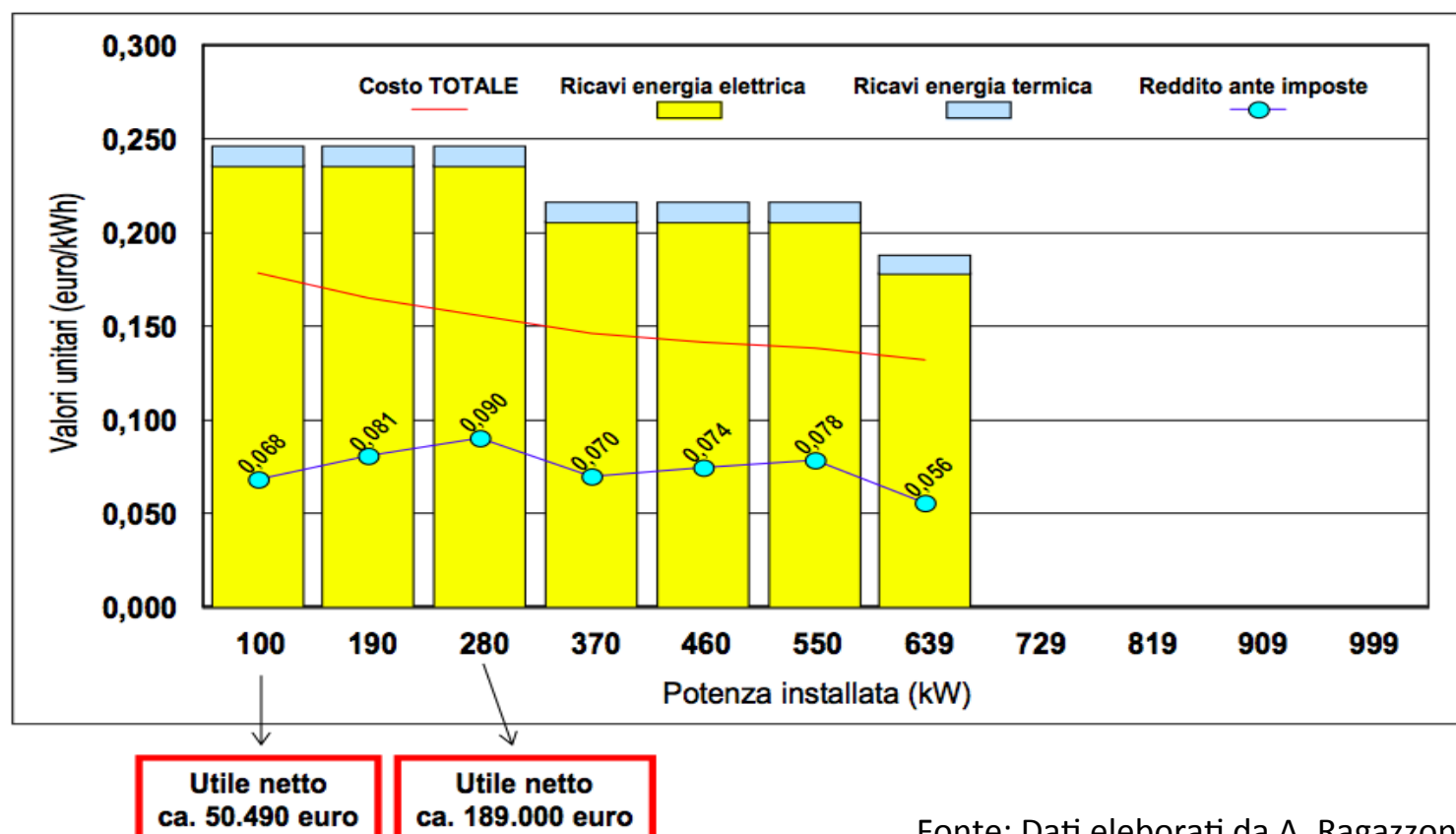
Fonte: Dati elaborati da A. Ragazzoni Univ. Bologna

SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4
Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: insilato di mais prodotto in azienda ed extra-aziendale	Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: insilato di mais prodotto in azienda	Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: refluo zootecnico	Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: refluo zootecnico e insilato di mais prodotto in azienda



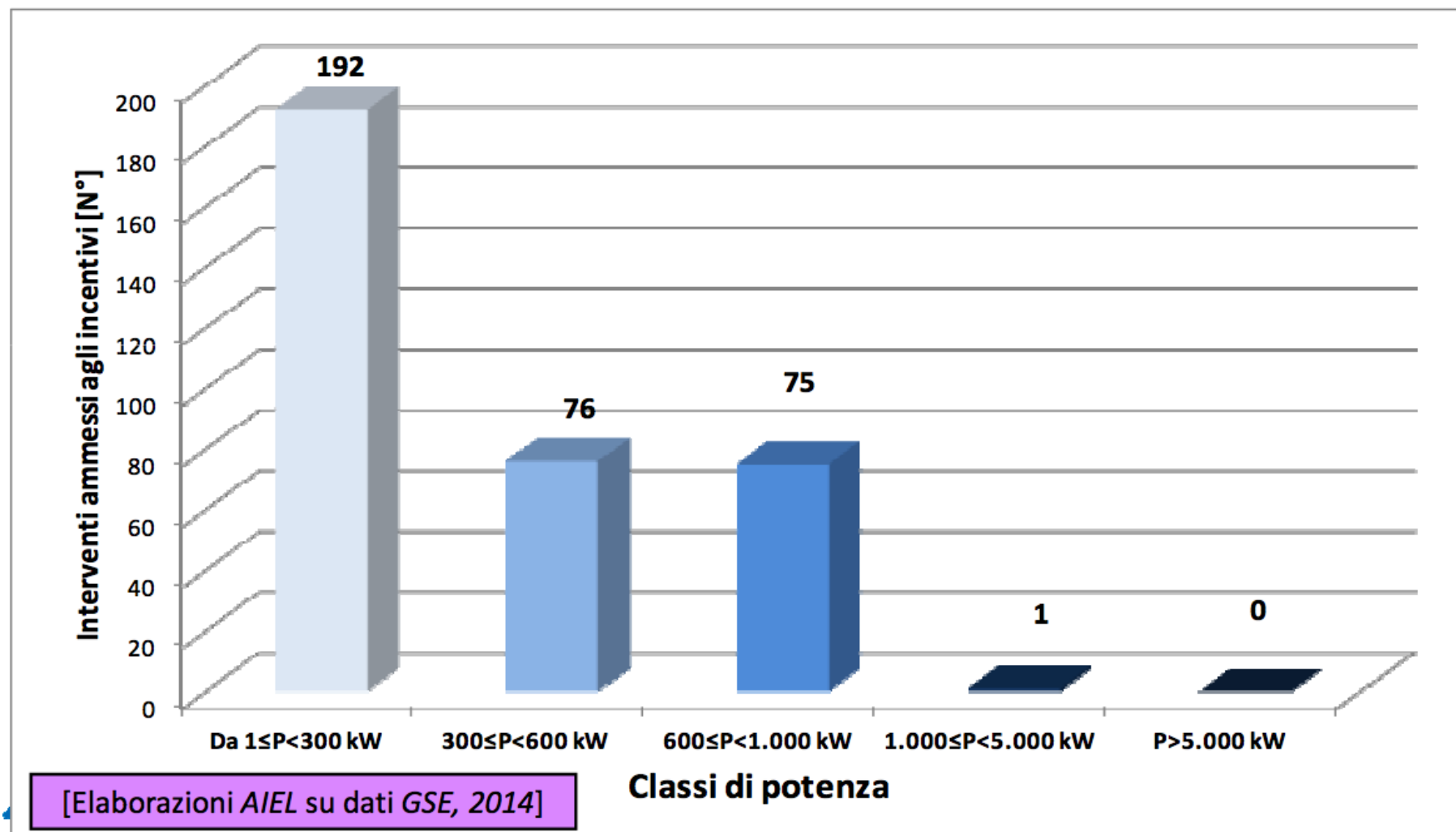
Fonte: Dati elaborati da A. Ragazzoni Univ. Bologna

SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4
Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: insilato di mais prodotto in azienda ed extra-aziendale	Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: insilato di mais prodotto in azienda	Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: refluo zootecnico	Potenza crescente (100 > 999 kW) Dieta: refluo zootecnico e insilato di mais prodotto in azienda

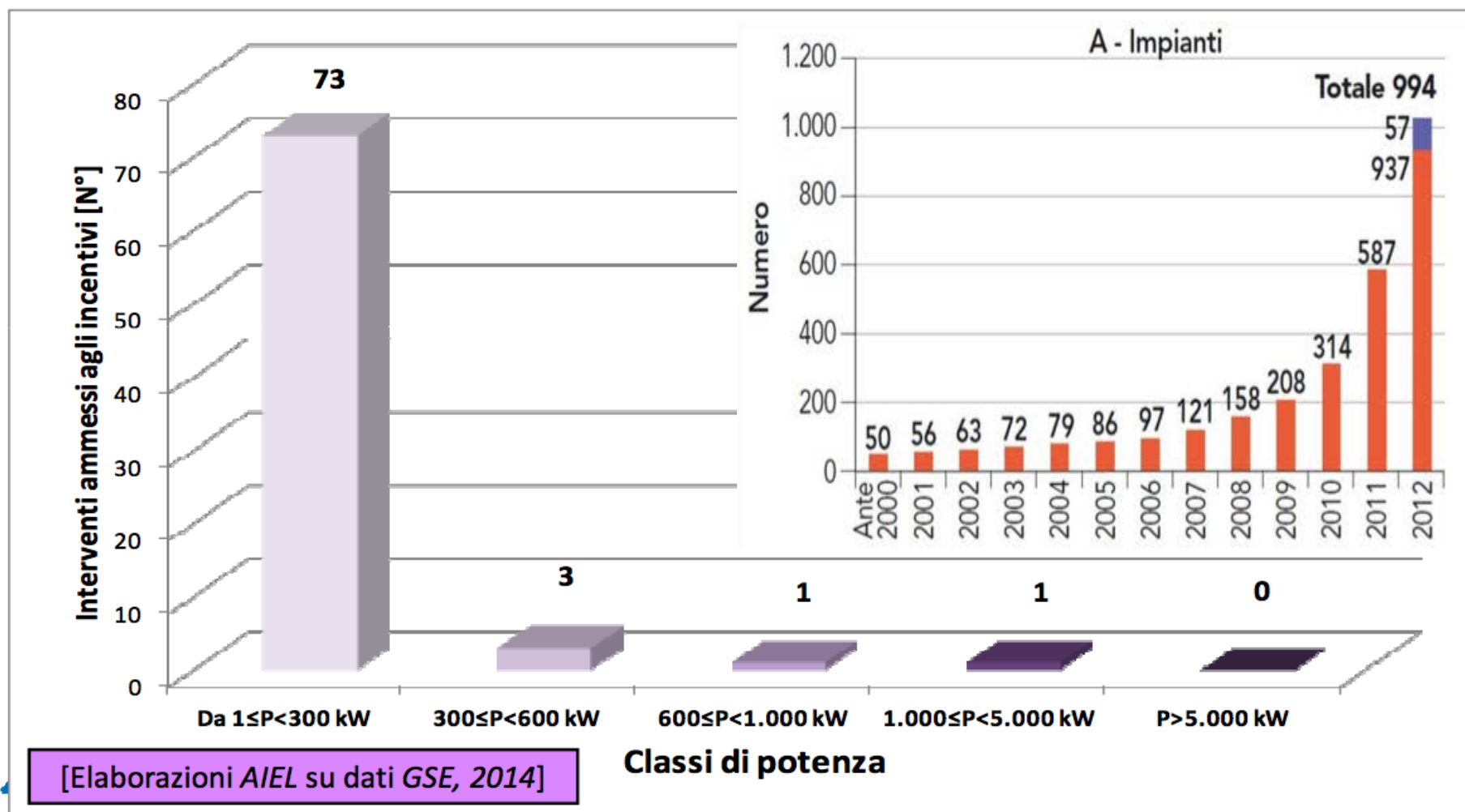


Fonte: Dati elaborati da A. Ragazzoni Univ. Bologna

Totale Impianti Biogas iscritti a registro al 31 agosto 2014



Confronto Impianti Biogas in esercizio al 31 agosto 2014 relativi al solo DM 6 luglio 2012 e impianti realizzati con vecchio conto energia



Gli squilibri prodotti dai precedenti sistemi incentivanti, causati da tariffe eccessivamente generose, hanno influenzato il DM 06/07/2012 nell'adozione di misure limitanti e restrittive, comprensibili ma non sempre dagli effetti positivi.

A distanza di 2,5 anni dall'entrata in vigore del DM 6 luglio 2012, di seguito vengono riassunti i principali effetti sulla filiera del Biogas da impianti agrozootecnici:

- ✓ Drastica riduzione del numero di impianti realizzati
- ✓ Drastica riduzione della taglia degli impianti
- ✓ Incertezza normativa post 2015

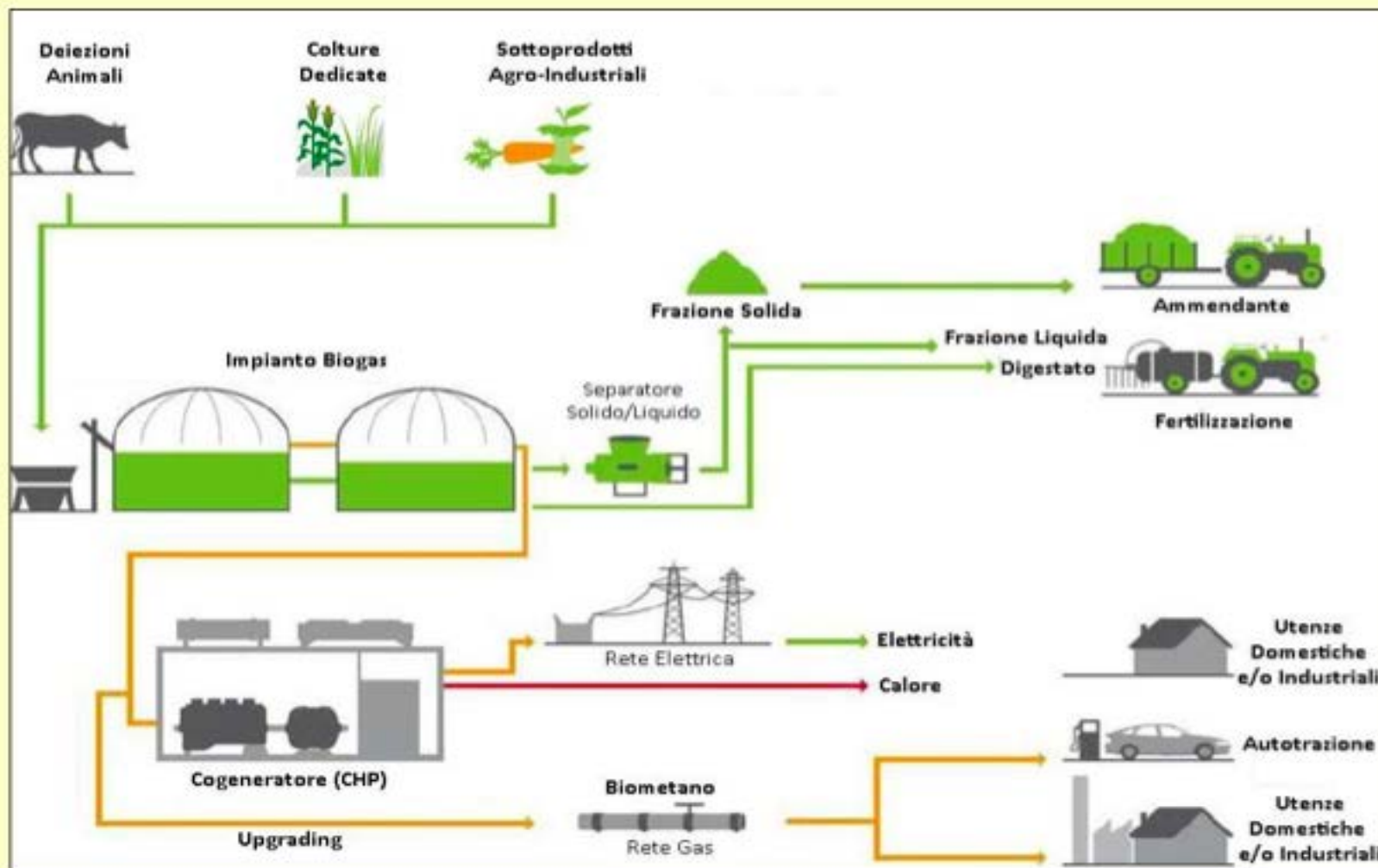
Aspettative per il decreto Biometano ancora tutte da verificare

Note				1	2	3	4	5	6	7	8
Fonte	Tipologia	Potenza kW	Tariffa base	CAR	CAR teleriscald.	Biomasse Filiera tab 1 B	Riduzione Gas serra	Emissioni	Rimozione Azoto 60%	Recupero Azoto 30%	Rimozione azoto 40%
BIOGAS	Prodotti di origine biologica	1<P≤300	180	40					30	20	15
		300<P≤600	160	40					30	20	15
		600<P≤1000	140	40					30		
		1000<P≤5000	104	40					30		
		P<5000	91	40					30		
	Sottoprodotti di origine biologica (tab. 1 A) e rifiuti non provenienti da raccolta differenziata	1<P≤300	236	10					30	20	15
		300<P≤600	206	10					30	20	15
		600<P≤1000	178	10					30		
		1000<P≤5000	125	10					30		
		P<5000	101	10					30		
	Rifiuti per i quali la frazione biodegradabile è determinata forfaitariamente	1<P≤1000	216	10					30		
		1000<P≤5000	109	10					30		
		P<5000	85	10					30		

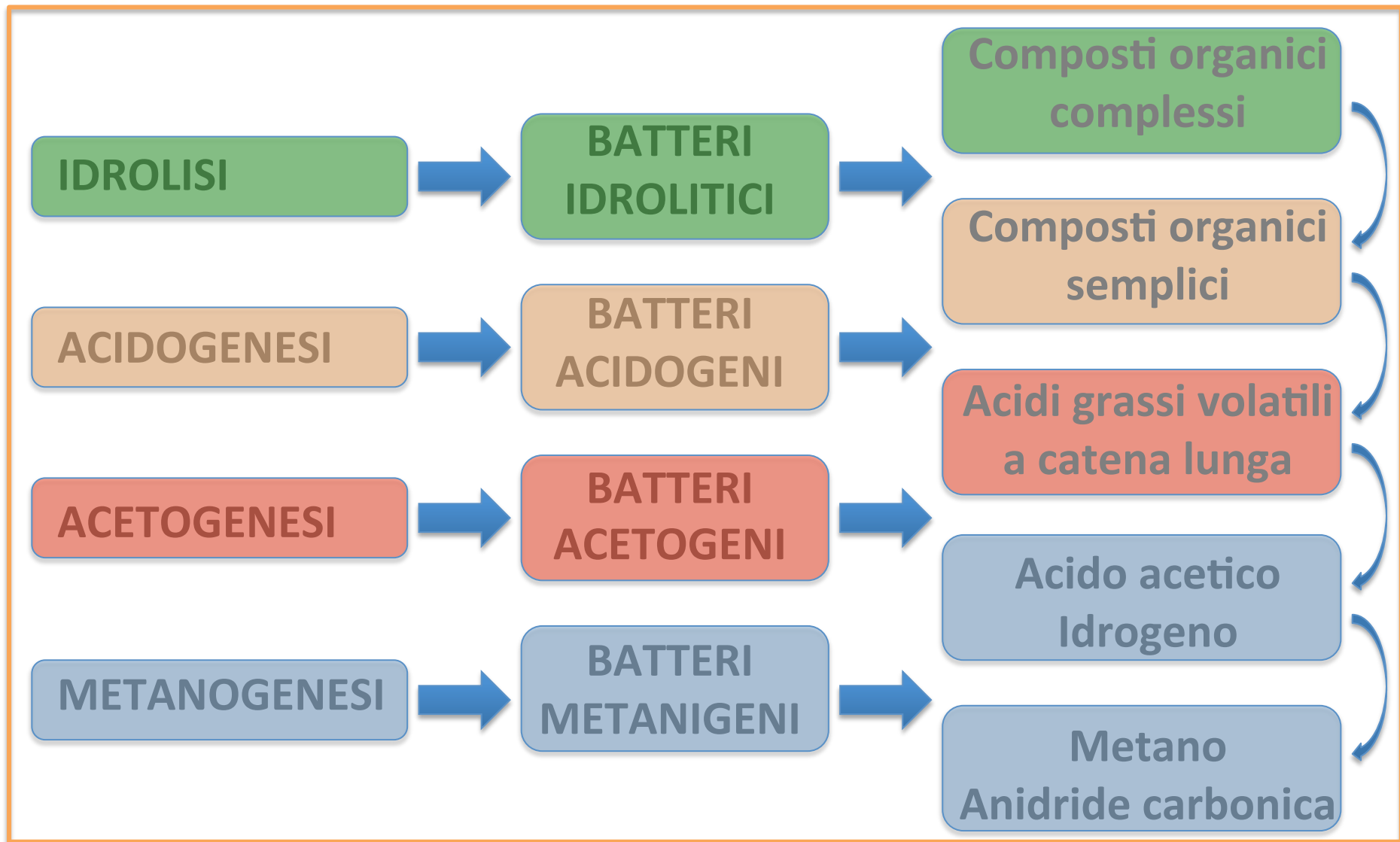
(Elaborazione AIEL)

- ✓ DIFFUSIONE IMPIANTI E NORMATIVA
- ✓ PROCESSO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI
- ✓ TIPOLOGIE COSTRUTTIVE
- ✓ CONTROLLO PROCESSO E PURIFICAZIONE BIOGAS
- ✓ CASI STUDIO 300 kWe – 100 kWe – 50 kWe
- ✓ CENNI SU CARATTERISTICHE DIGESTATO E RIMOZIONE AZOTO

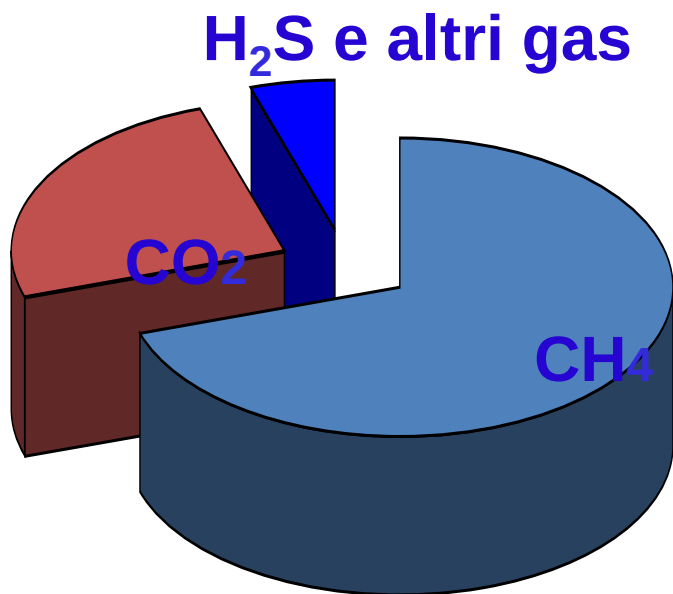
Figura 2: Rappresentazione schematica della filiera biogas. (Fonte: AA.VV. Elab. CIB, 2012)



- ✓ La digestione anaerobica è un processo biochimico che, in assenza di ossigeno, trasforma le sostanze organiche complesse in una miscela di gas contenente una elevata percentuale di metano (Biogas).
- ✓ Il processo avviene per effetto di vari ceppi batterici che, in diverse fasi successive di degradazione della matrice in ingresso, trasformano la Sostanza Organica Volatile (SOV) presente nella matrice stessa.

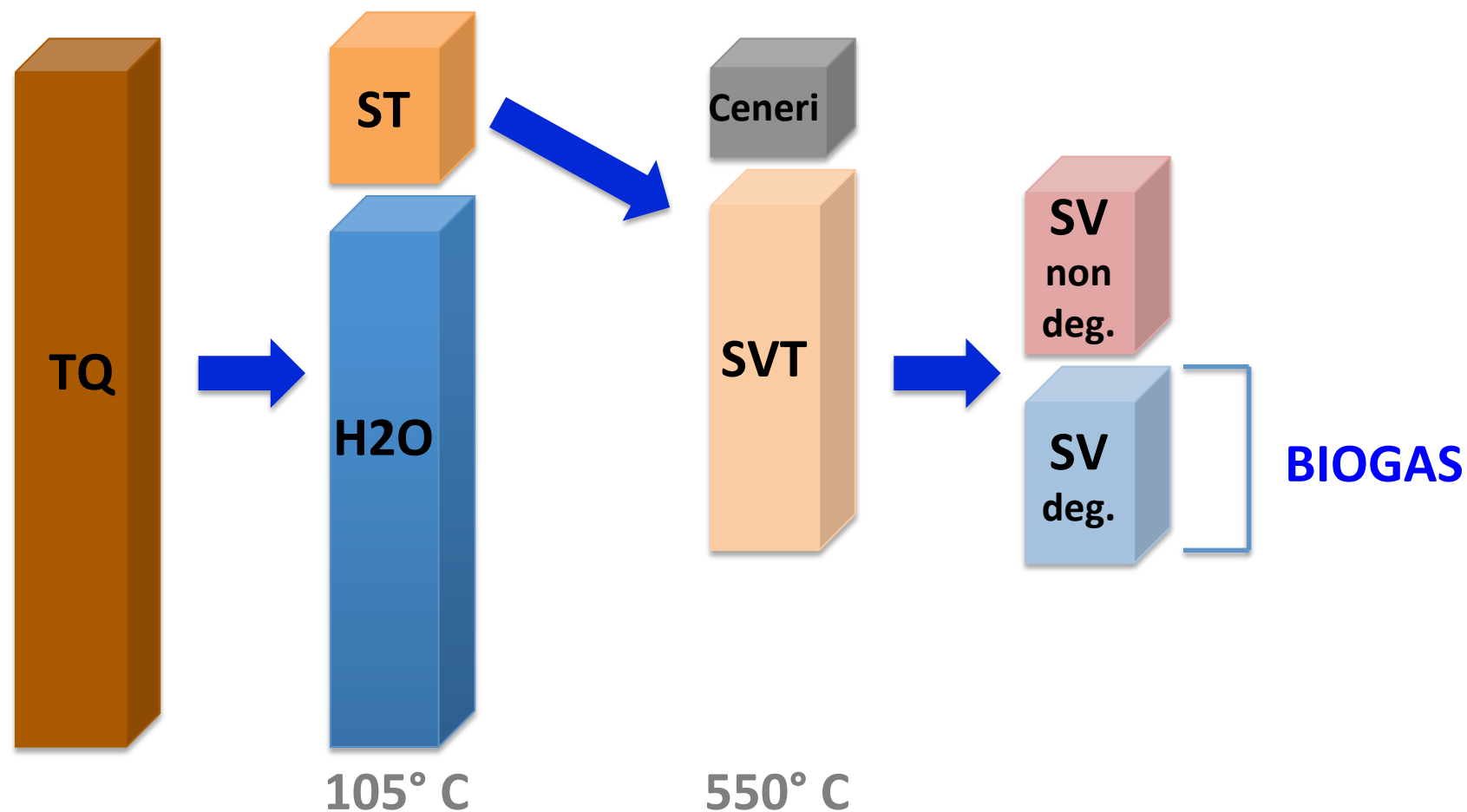


Composizione tipica del Biogas



➤ Metano	50-75%
➤ Anidride Carbonica (CO ₂)	25-45 %
➤ Idrogeno (H ₂)	1-10 %
➤ Azoto (N ₂)	0,5-3 %
➤ Monossido di Carbonio (CO)	0,1 %
➤ Idrogeno Solforato (H ₂ S)	0,02-0,2 %
➤ Acqua (H ₂ O)	saturazione
➤ PCI	18,8-21,6 MJ/Nm ³

(Fonte Ministero dell'Agricoltura)



Velocità di degradazione

La velocità di degradazione non è eguale per tutta la sostanza organica



I tempi variano anche in funzione della temperatura di processo

Tipo di processo	T	Tempi ritenzione (gg)
- psicrofilo	< 25°C	60 - 90
- mesofilo	35 - 45°C	20 - 50
- termofilo	50 - 60°C	10 - 20

- ✓ Nella maggior parte degli impianti si adotta il processo mesofilo, con tempi di ritenzione che variano al variare del substrato utilizzato:
 - liquami suinicoli 20 giorni
 - liquami e letami bovini 30 giorni
 - co-digestione con colture dedicate 40-50 giorni
- ✓ La presenza di materiali cellulosici impone l'aumento del tempo di ritenzione a 40 - 50 giorni.
- ✓ Il processo termofilo, pur consentendo di ridurre il tempo di permanenza della biomassa nel digestore - e conseguentemente il volume richiesto per il reattore - non è molto usato perché biologicamente meno stabile.

Fattori che influiscono sul dimensionamento di un impianto

- ✓ Disponibilità delle matrici in ingresso (t/a)
- ✓ Potenziale metanigeno matrici in ingresso (Nmc/t)
- ✓ Percentuale NH_4^* contenuta nel biogas prodotto (50 – 60%)
- ✓ Ore di funzionamento annue (8.000 – 8.500 h/a)
- ✓ Rendimento elettrico motore (in media 38 - 42%)

* Potere calorifico metano: 36.000 kJ/Nmc

Per animali

- ✓ Specie zootecniche
- ✓ Fasi fisiologiche della stessa specie
- ✓ Tipologie stabulative



Per colture

- ✓ Tipologia di coltura
- ✓ Tipologia di raccolto



Potenziale metanigeno per differenti matrici

Matrici in ingresso	S.S. (%)	S.V. (%)	Biogas (Nmc/t)	% CH ₄
Liquame Bovino	8 - 10	85 - 87	25 - 30	60
Letame Bovino	22 - 25	83 - 84	70 - 80	60
Liquame suino	4 - 5	87 - 88	14 - 15	60
Pollina	30 - 32	89 - 90	70 - 90	60
Insilato di mais	32 - 33	95 - 96	210 - 240	55
Insilato di sorgo	34 - 35	94 - 95	170 - 190	53
Insilato di triticale	33 - 34	91 - 92	150 - 180	52
Scarti di verdura	10 - 14	86 - 88	40 - 80	52
Paglia	80 - 86	77 - 78	150 - 170	53
Sansa	35 - 38	94 - 96	160 - 190	53
Vinacce	38 - 40	81 - 83	110 - 150	53

Valori di riferimento per un rapido predimensionamento degli impianti

Fonte	Quantità	Stima potenza in kWe
Bovini adulti da latte in cuccette (PV 600 kg)	100 capi	25 - 35
Bovini adulti da carne in cuccette (PV 350 kg)	100 capi	15 - 20
Bovini adulti da carne grigliato (PV 350 kg)	100 capi	7 - 8
Suini da ingrasso (peso medio 80 kg)	100 capi	2- 3
Galline ovaiole	1.000 unità	1,5 - 2
Insilato di mais	1 ha	2,5 – 3,5
Insilato di sorgo	1 ha	2 – 2,5
Insilato di triticale	1 ha	1,2– 1,5

- ✓ DIFFUSIONE IMPIANTI E NORMATIVA
- ✓ PROCESSO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI
- ✓ TIPOLOGIE COSTRUTTIVE
- ✓ CONTROLLO PROCESSO E PURIFICAZIONE BIOGAS
- ✓ CASI STUDIO 300 kWe – 100 kWe – 50 kWe
- ✓ CENNI SU CARATTERISTICHE DIGESTATO E RIMOZIONE AZOTO

Per contenuto di sostanza secca

- ✓ Digestione ad umido (s.s. inferiore al 10%)
- ✓ Digestione a secco (s.s. superiore al 20%)
- ✓ Digestione a semisecco (s.s. compresa tra 10% e 20%)

Per fasi della fermentazione

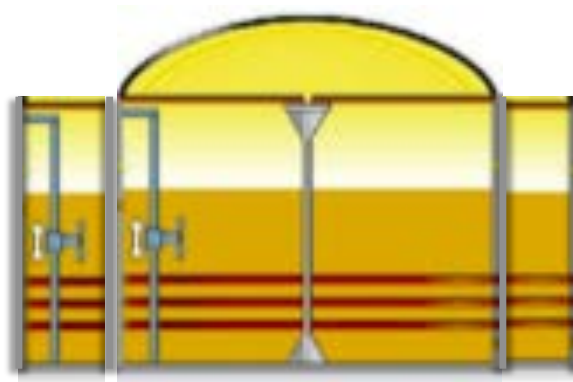
- ✓ Processo monostadio
- ✓ Processo bistadio

Per tipo di alimentazione

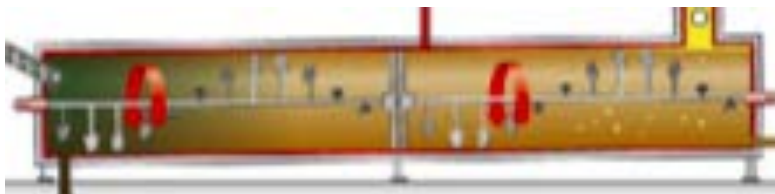
- ✓ Continua
- ✓ Discontinua



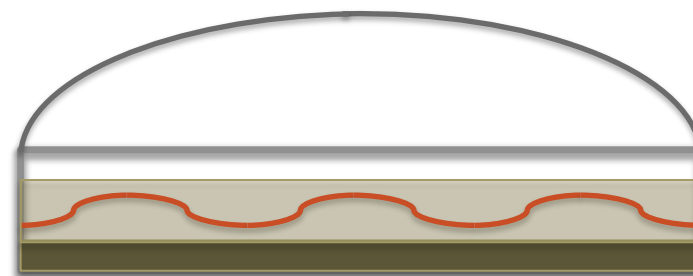
Digestore verticale monostadio



Digestore verticale bistadio



Digestore orizzontale monostadio



Digestore orizzontale Plug - Flow



Digestore verticale monostadio 300 kWe



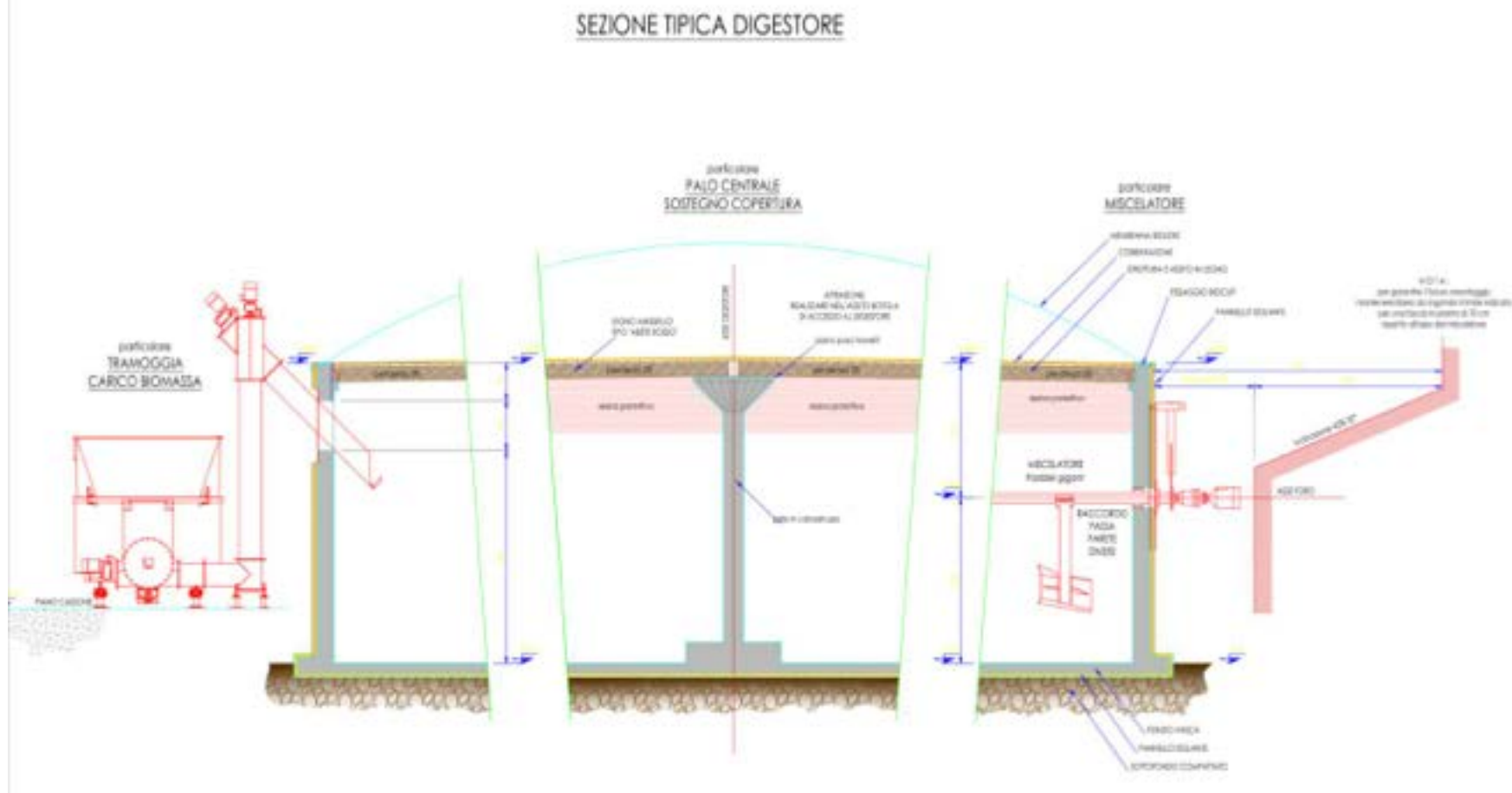
Digestore verticale bistadio 1.000 kWe



Digestore orizzontale (Eisenmann)

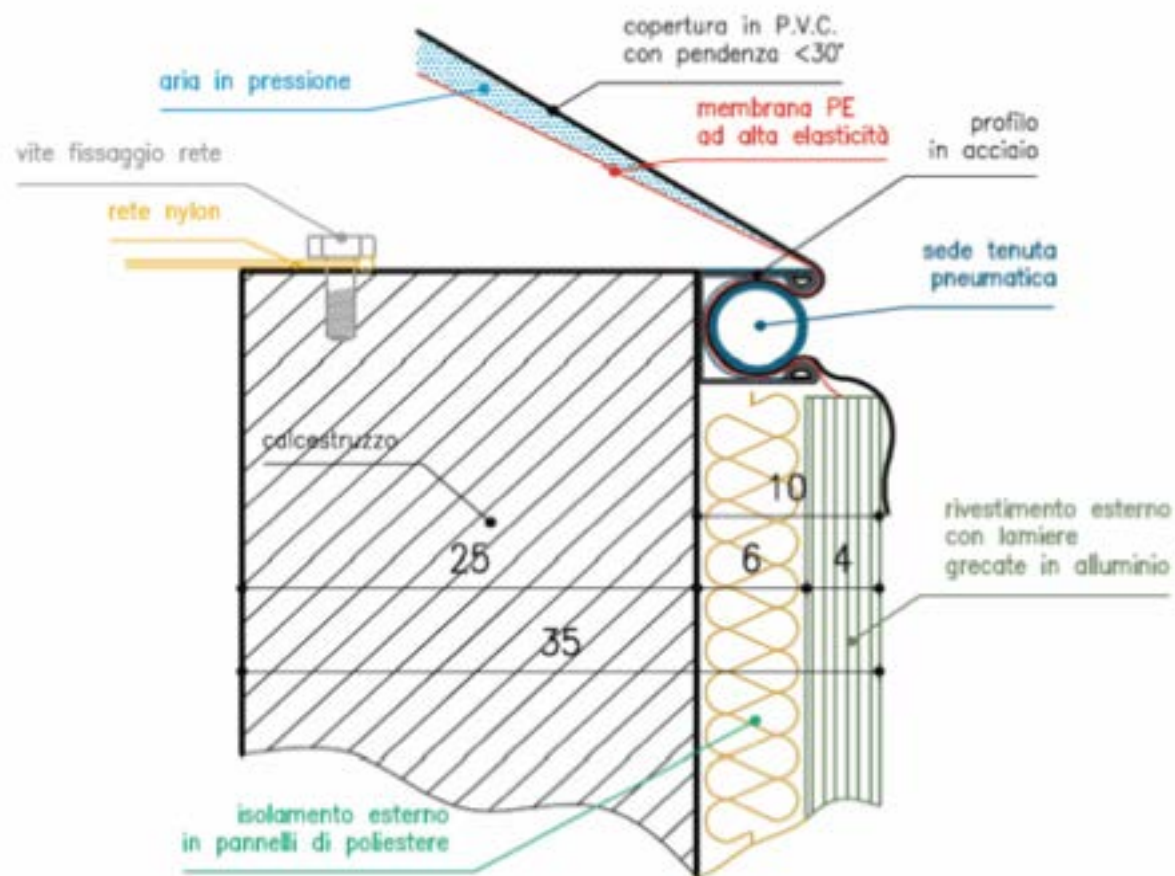


Digestore orizzontale – Plug-Flow (Rota Guido)



Sezione tipo digestore monostadio

Progetto Intellienergia srl



Particolari costruttivi

Progetto IGW srl



Digestore monostadio 300 kWe – interno (Thoni)



Digestore monostadio 1.000 kWe – interno (Rota Guido)



Agitatore ad albero (Rota Guido)



Agitatore ad elica (UTS)



Tramoggia di carico



Prevasca di miscelazione e carico digestore



Trincea vuota



Trincea piena



Ancoraggio telo e idraulica



Ispezione agitatore



Sovrapressione biogas



Sovrapressione telo esterno



Pompa a lobi



Gruppo pompe agitatori



Pompa circolazione acqua calda



Soffiante desolforazione



Cogeneratore



Cogeneratore



Gruppo deumidificazione



Scrubber desolforazione (Progeco)



Torcia



Separatore solido/liquido

- ✓ DIFFUSIONE IMPIANTI E NORMATIVA
- ✓ PROCESSO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI
- ✓ TIPOLOGIE COSTRUTTIVE
- ✓ CONTROLLO PROCESSO E PURIFICAZIONE BIOGAS
- ✓ CASI STUDIO 300 kWe – 100 kWe – 50 kWe
- ✓ CENNI SU CARATTERISTICHE DIGESTATO E RIMOZIONE AZOTO

- ✓ Temperatura (variabile con il tipo di processo)
- ✓ PH (valori ottimali 7 – 8 leggera alcalinità)
- ✓ Rapporto FOS/TAC (valori ottimali 0,2 – 0,4)
- ✓ Composizione Biogas
- ✓ % di sostanza secca (in media 8–10 % per digestione ad umido)
- ✓ Efficienza di riduzione del substrato
- ✓ Pezzatura matrice in ingresso
- ✓ Presenza di eventuali inquinanti
- ✓ Condizioni anaerobiche

- ✓ Caratteristiche biogas: ogni 2 – 4 ore
- ✓ Temperatura: in continuo
- ✓ Pressione interna digestore: in continuo
- ✓ PH: giornalmente
- ✓ % di sostanza secca: settimanale
- ✓ Alcalinità: 20 – 30 gg
- ✓ Acidi grassi volatili: 20 -30 gg
- ✓ Rapporto FOS/TAC: 20 – 30 gg
- ✓ Ammoniaca: 20 – 30 gg
- ✓ Azoto totale: 20 – 30 gg
- ✓ Carbonio totale: 20 – 30 gg
- ✓ Ceneri: 20 – 30 gg
- ✓ Oligominerali: 20 – 30 gg
- ✓ Digestato: 20 – 30 gg



Analizzatore Biogas

Desolfurazione

- ✓ Ossidazione biologica nel digestore
- ✓ Precipitazione con aggiunta di sali metallici direttamente nel digestore
- ✓ Ossidazione biologica con scrubber
- ✓ Ossidazione chimica con scrubber
- ✓ Adsorbimento con ossidi di metallo
- ✓ Adsorbimento con carboni attivi

Deumidificazione

- ✓ Trappole idrauliche
- ✓ Centrifugazione
- ✓ Raffreddamento

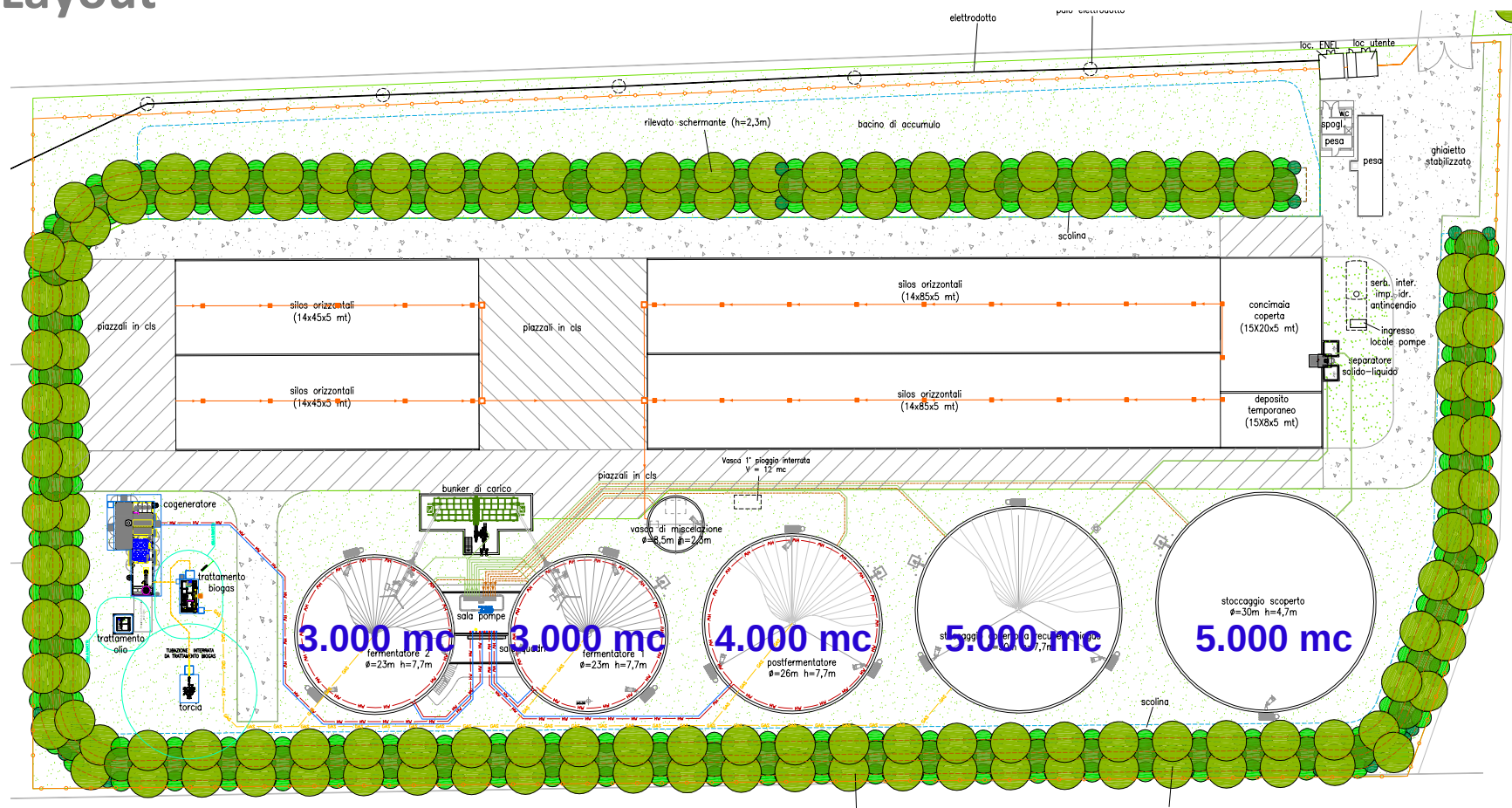
Filtrazione

- ✓ Filtri a sabbia o ghiaia



- ✓ DIFFUSIONE IMPIANTI E NORMATIVA
- ✓ PROCESSO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI
- ✓ TIPOLOGIE COSTRUTTIVE
- ✓ CONTROLLO PROCESSO E PURIFICAZIONE BIOGAS
- ✓ CASI STUDIO 300 kWe – 100 kWe – 50 kWe
- ✓ CENNI SU CARATTERISTICHE DIGESTATO E RIMOZIONE AZOTO

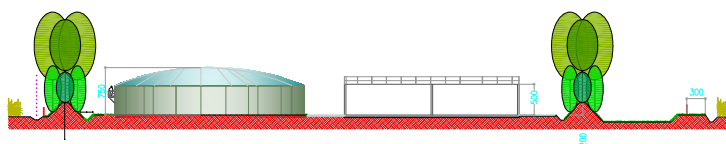
Layout



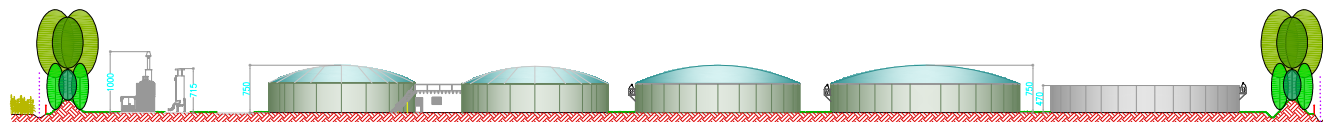
Progetto Terra srl

Prospetti e sezioni

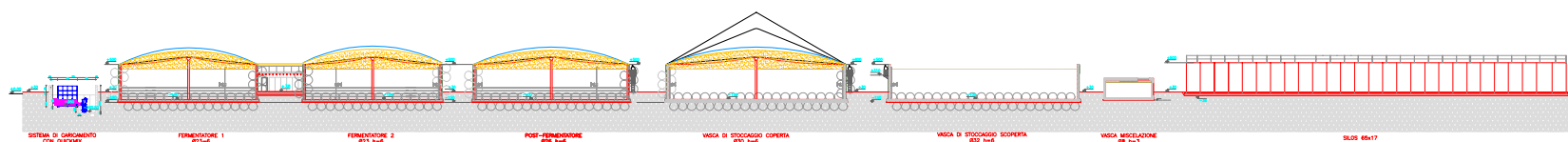
SEZIONE TRASVERSALE



SEZIONE LONGITUDINALE DIETRO FERMENTATORI



SEZIONE SCHEMATICA IMPIANTO



Progetto Terra srl



Situazione aziendale:

- 700 bovini da latte – (stabulazione in cuccette)
- 100 ettari di terreni coltivabili
- 25 ettari destinabili a colture per biogas
- Liquame disponibili: circa 8.100 t/a
- Letame disponibile: circa 5.500 t/a
- Insilato di mais: circa 1.450 t/a

Progetto IGW srl

	Unità di misura	LIQUAME BOVINO	LETAME BOVINO	INSILATO DI MAIS
QUANTITÀ PRODOTTA	ton/anno	8.104	5.574	1.440
QUANTITÀ GIORNO	kg/di	22.202,7	15.764,3	3.945,2
S.S.	%	8%	25%	33%
S.S.	kg/di	1.776,2	3.941,1	1.301,9
S.O.	% S.S.	85%	85%	96%
S.O.	kg/di	1.509,7	3.349,3	1.249,8
CENERI	kg/di	266,4	591,1	52,08

Progetto IGW srl

	Unità di misura	LIQUAME BOVINO	LETAME CON PAGLIA	INSILATO DI MAIS
QUANTITÀ GIORNO	<i>ton/di</i>	22,2	15,76	3,49
PROD. BIOGAS	<i>NI / kg S.O.</i>	450,00	400,00	900,00
PROD. BIOGAS. T.Q.	<i>Nmc/ton T.Q.</i>	30,60	85,00	218,59
PROD. BIOGAS	<i>Nmc</i>	697,4	1.339,97\	862,39
PUREZZA BIOGAS	<i>% CH₄</i>	55%	55%	52%
METANO	<i>Nmc</i>	373,67	736,98	448,44
POT. ELETTRICA	<i>kWe</i>	63,87	125,97	76,65

Potenza elettrica totale disponibile **265 kWe**

Progetto IGW srl

	Unità di misura	LIQUAME BOVINO	LETAME BOVINO	INSILATO DI MAIS	CRUSCA	TRITELLO
QUANTITÀ PRODOTTA	ton/anno	8.104	5.574	1.440	100	200
QUANTITÀ GIORNO	kg/di	22.202,7	15.764,3	3.945,2	273,9	547,9
S.S.	%	8%	25%	33%	88%	88%
S.S.	kg/di	1.776,2	3.941,1	1.301,9	241,1	482,2
S.O.	% S.S.	85%	85%	96%	93%	93%
S.O.	kg/di	1.509,7	3.349,3	1.249,8	224,2	448,4
CENERI	kg/di	266,4	591,1	52,08	16,88	33,75

Progetto IGW srl

	Unità di misura	LIQUAME BOVINO	LETAME CON PAGLIA	INSILATO DI MAIS	CRUSCA	TRITELLO
QUANTITÀ GIORNO	<i>ton/di</i>	22,2	15,76	3,49	0,27	0,54
PROD. BIOGAS	<i>NI / kg S.O.</i>	450,00	400,00	900,00	530,00	530,00
PROD. BIOGAS. T.Q.	<i>Nmc/ton T.Q.</i>	30,60	85,00	218,59	433,75	433,75
PROD. BIOGAS	<i>Nmc</i>	697,4	1.339,97\	862,39	118,84	237,67
PUREZZA BIOGAS	<i>% CH₄</i>	55%	55%	52%	54%	54%
METANO	<i>Nmc</i>	373,67	736,98	448,44	64,17	128,34
POT. ELETTRICA	<i>kWe</i>	63,87	125,97	76,65	10,97	21,94

Metano totale prodotto giornalmente: **1.750 Nmc**

Potenza elettrica totale disponibile: **300 kWe**

Progetto IGW srl

Verifica dimensionamento impianto

- ✓ Metano prodotto giornalmente: 1.750 Nmc
- ✓ Energia giornaliera prodotta: $1.750 \text{ Nmc} \times 36.000 \text{ kJ/Nmc}$
- ✓ Energia giornaliera prodotta: 63.000.000 kJ
- ✓ Potenza disponibile: $63.000.000 \text{ kJ} / 24 \text{ h} / 3.600 \text{ s}$
- ✓ Potenza disponibile: 730 kW
- ✓ Potenza elettrica disponibile: $730 \text{ kW} \times \eta_e (41\%) = 300 \text{ kWe}$

Aspetti fiscali

La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è considerata connessa all'attività agricola (si considera produttiva di reddito agricolo) quando i substrati utilizzati per la produzione di energia provenienti dall'attività agricola sono prevalenti rispetto a quelli provenienti dall'esterno (Art. 1 – Comma 369 - Legge 296/2006)

Componente	Origine	Potenza elettrica prodotta kW _e	Prevalenza %
Liquame bovino	Aziendale	63,87	21,33%
Letame bovino	Aziendale	125,97	42,07%
Insilato di Mais	Aziendale	76,65	25,60%
Crusca e tritello	ExtraAziendale	32,21	11,00%
PREVALENZA AZIENDALE			89,00

Progetto IGW srl

Incentivo

	Unità di misura	LIQUAME BOVINO	LETAME BOVINO	INSILATO DI MAIS	CRUSCA	TRITELLO
QUANTITÀ PRODOTTA	ton/anno	8.104	5.574	1.440	100	200

Tariffa per utilizzo di sottoprodotti qualora i prodotti da colture dedicate non superino il 30% in peso (DM 06/07/2012)

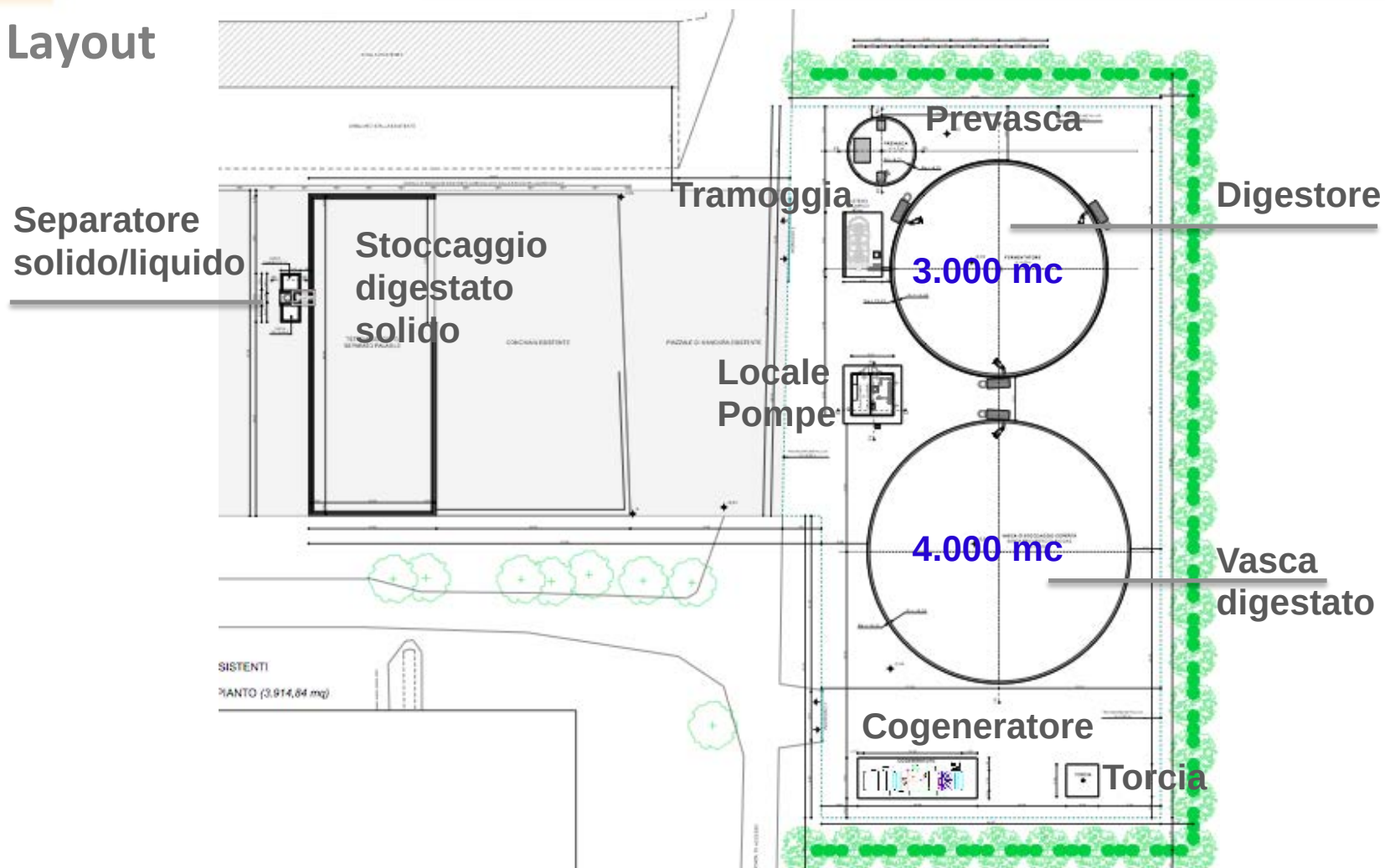
Impianto da 300 kWe



Tariffa 236 €/MWh

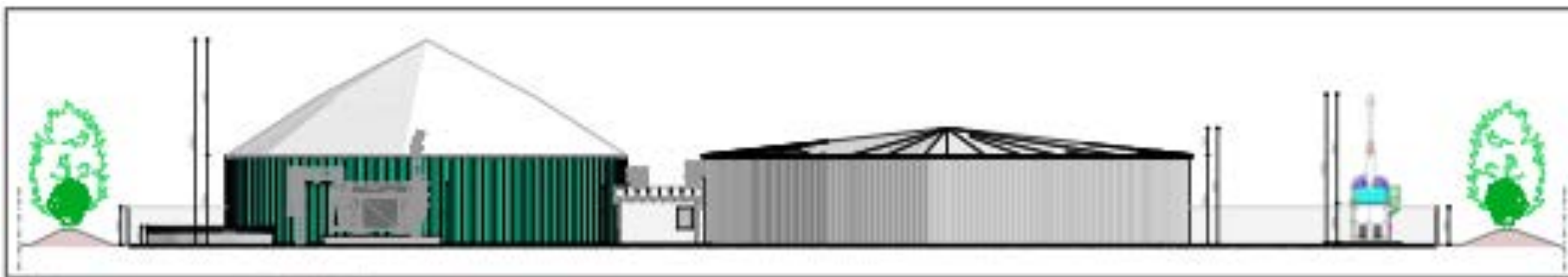
Progetto IGW srl

Layout

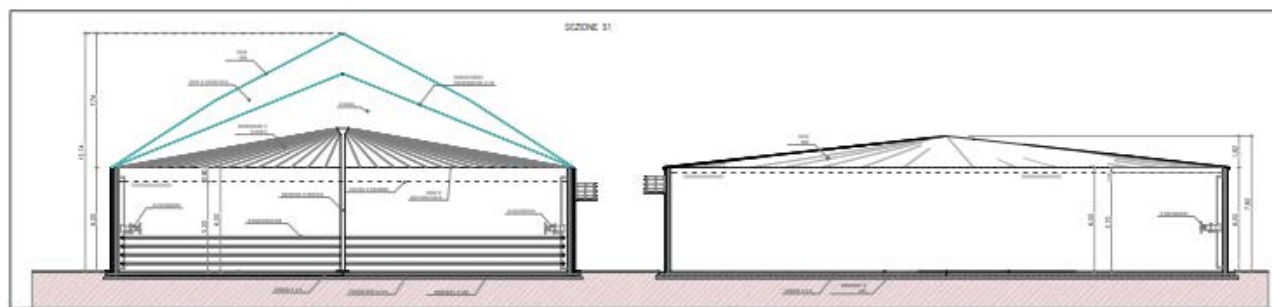


Progetto IGW srl

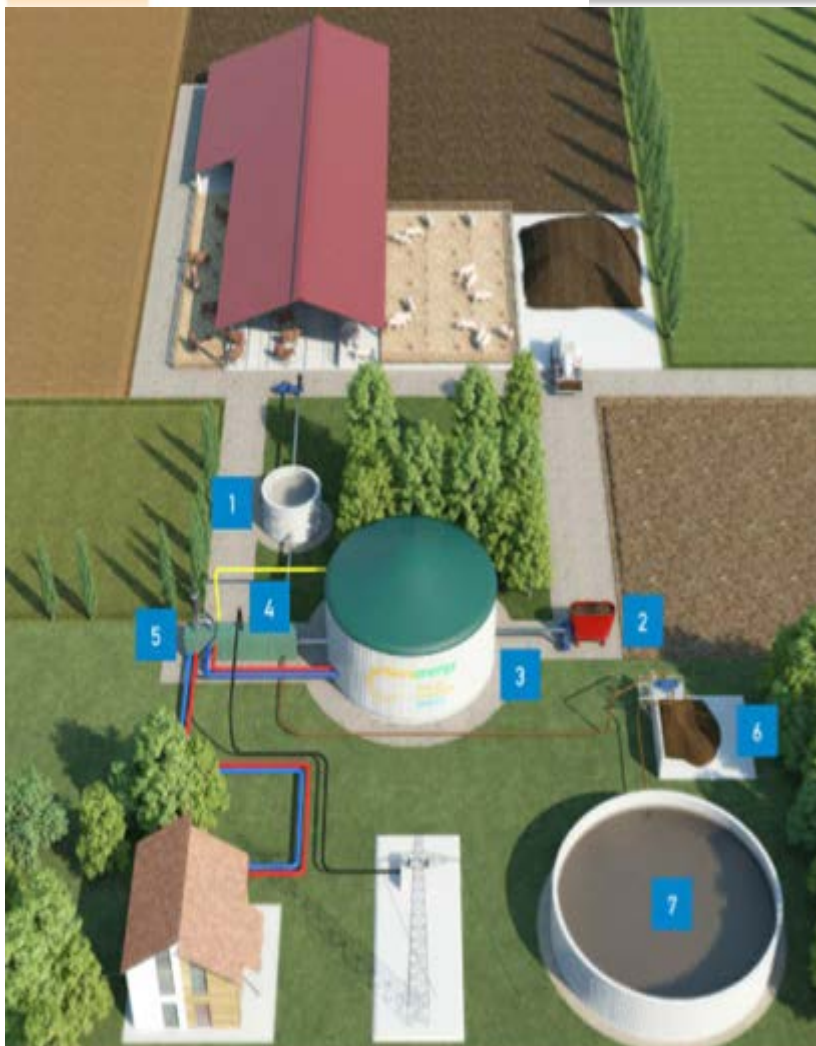
Prospetti



Sezioni



Progetto IGW srl



Caratteristiche tecniche impianto:

1. Prevasca (diam. 7,5 m – h 2,7 m – V 132 mc)
2. Tramoggia (30 mc)
3. Digestore (diam. 26 m – h 6 m – V 2.760 mc)
4. Gruppo pompe: pompa a lobi rotativi con trituttore in linea
5. Cogeneratore: Jenbacher 300 kWe
6. Platea stoccaggio separato solido (35 x 15 x 2 m)
7. Vasca stoccaggio digestato liquido (4.500 mc)

(Schema Manni Energy srl)

Progetto IGW srl

Ipotesi di riferimento: 700 bovini da latte e 25 ettari a mais

- 63% energia da letame e liquame (costo zero)
- 25% energia da insilato di mais (1.440t a 40 €/t)
- 12% energia da tritello e crusca (300 t a 160 €/t)
- Investimento stimato: 1.500.000 €
- Finanziamento 15 anni – (circa 1.050.000 €) – Tasso indicativo 6 %
- Capitale proprio investito 30% (circa 450.000 €)
- Tariffa Omnicomprensiva: 0,227 €/kWh
- Autoconsumi: 11 %
- Ore annue di funzionamento: 8.200
- Energia elettrica prodotta (al netto degli autoconsumi): 2.190.000 kWh/a
- Energia termica prodotta: circa 3.200.000 kWh/a

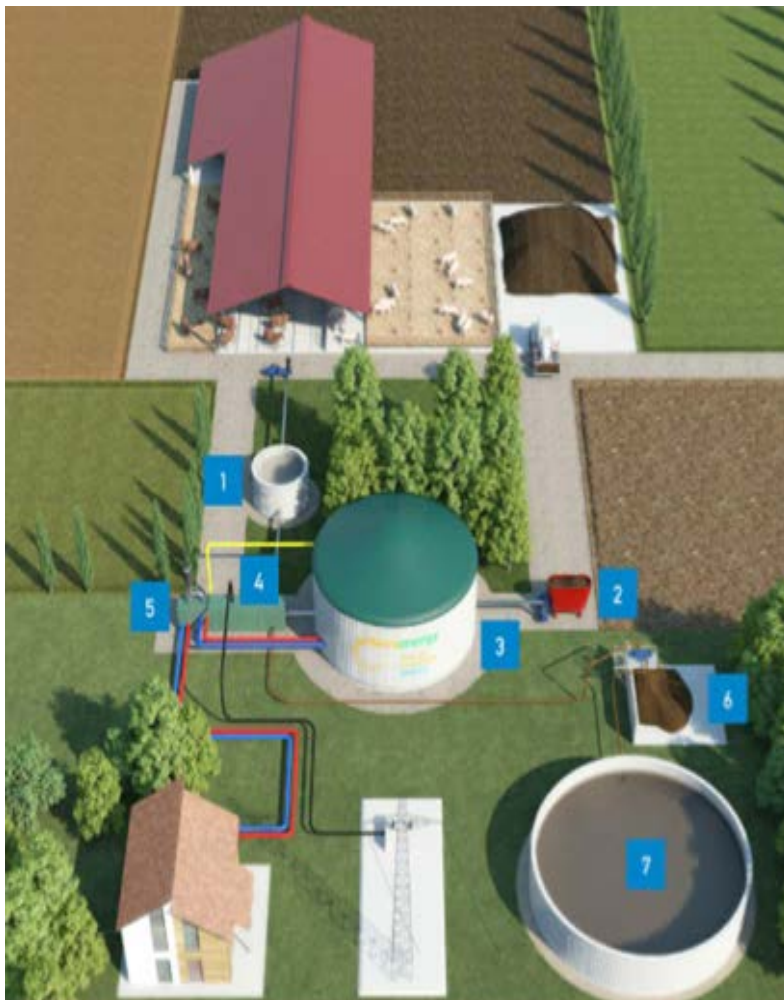
Sintesi business plan

Investimento impianto chiavi in mano	1.500.000 €
Costo materie prime	105.000 €/anno
Costi manutenzione ed esercizio	90.000 €/anno
Fatturato annuo (solo da cessione E.E.)	500.000 €/anno
Payback Time	3 anni
TIR Progetto	14,7 %
TIR Equity	33,2 %
Cash flow medio primi 15 anni	140.000 €
Cash flow medio ultimi 5 anni	185.000 €
Totale ricavi in 20 anni al netto delle spese e delle tasse	3.020.000 €

Stima incidenza annuale costi operativi

Assicurazione (circa 20.000 €/MWe)	6.000 €
Contratto manutenzione cogeneratore (4 €/h)*	32.000 €
Sostituzione olio cogeneratore	4.000 €
Manutenzione impianto	10.000 €
Assistenza biologica	10.000 €
Personale	20.000 €
Costi amministrativi	1.000 €
Spandimento digestato	1.000 €
Totale costi operativi	84.000 €

* Manutenzione straordinaria cogeneratore al settimo e quattordicesimo anno: 60.000 €/cad



(Schema Manni Energy srl)

Situazione aziendale:

- 350 bovini da latte in cuccette
- Letame disponibili: circa 3.500 t/a
- Liquame disponibile: circa 2.500 t/a

Caratteristiche tecniche impianto:

1. Prevasca raccolta liquame (V 40 mc)
2. Tramoggia (15 mc)
3. Digestore (diam. 16 m – h 6 m – V 1.100 mc)
4. Gruppo pompe: pompa a lobi rotativi con trituttore in linea
5. Cogeneratore: 100 kW_e
6. Platea stoccaggio separato solido (10 x 10 x 2 m)
7. Vasca stoccaggio digestato liquido (1.500 mc)

Progetto IGW srl

Ipotesi di riferimento: 300 bovini da latte

- 100% energia da letame e liquame (costo zero)
- Investimento previsto: 650.000 €
- Finanziamento 15 anni – (circa 490.000 €) – Tasso indicativo 6 %
- Capitale proprio investito 25% (circa 160.000 €)
- Tariffa Omnicomprensiva: 0,227 €/kWh
- Autoconsumi: 11 %
- Ore annue di funzionamento: 8.000
- Energia elettrica prodotta (al netto degli autoconsumi): 712.000 kWh/a
- Energia termica prodotta: 1.100.000 kWhth/a

Sintesi business plan

Investimento impianto chiavi in mano	650.000 €
Costo materie prime	0 €/anno
Costi manutenzione ed esercizio	50.000 €/anno
Fatturato annuo (solo da cessione E.E.)	160.000 €/anno
Payback Time	4 anni
TIR Progetto	12,4 %
TIR Equity	28,3 %
Cash flow medio primi 15 anni	43.500 €
Cash flow medio ultimi 5 anni	73.500 €
Totale ricavi in 20 anni al netto delle spese e delle tasse	1.020.000 €

Stima incidenza annuale costi operativi

Assicurazione	3000 €
Manutenzione cogeneratore	16.000 €
Sostituzione olio cogeneratore	2.000 €
Manutenzione impianto	8.000 €
Assistenza biologica	7.000 €
Personale	10.000 €
Costi amministrativi	1.000 €
Spandimento digestato	0 €
Totale costi operativi	47.000 €

* Manutenzione straordinaria cogeneratore al settimo e quattordicesimo anno: 30.000 €/cad



(Schema Manni Energy srl)

Situazione aziendale:

- 200 bovini da latte in cuccette
- Letame disponibili: circa 2.000 t/a
- Liquame disponibile: circa 1.000 t/a

Caratteristiche tecniche impianto:

1. Prevasca raccolta liquame (30 mc)
2. Digestore (diam. 12 m – h 6 m – V 600 mc)
3. Gruppo pompe: pompa a lobi rotativi
5. Cogeneratore: motore 50 kW_e
6. Vasca stoccaggio digestato liquido (1.000 mc) già presente in azienda

Progetto IGW srl

Ipotesi di riferimento: 150 bovini da latte

- 100% energia da letame e liquame (costo zero)
- Finanziamento 15 anni – (circa 360.000 €) – Tasso indicativo 6 %
- Stima investimento: 450.000 €
- Capitale proprio investito 20% (circa 90.000 €)
- Tariffa Omnicomprensiva: 0,227 €/kWh
- Autoconsumi: 11 %
- Ore annue di funzionamento: 8.000
- Energia elettrica prodotta (al netto degli autoconsumi): 355.000 kWh/a
- Energia termica prodotta: 550.000 kWh/a (utilizzabile circa 400.000 kWh/a)
- **Necessario uso energia termica per aumentare fatturato e TIR**

Sintesi business plan (ricavi da sola E.E)

Investimento impianto chiavi in mano	450.000 €
Costo materie prime	0 €/anno
Costi manutenzione ed esercizio	25.000 €/anno
Fatturato annuo (solo da cessione E.E.)	80.000 €/anno
Payback Time	9 anni
TIR Progetto	7,2 %
TIR Equity	11.1 %
Cash flow medio primi 15 anni	8.300 €
Cash flow medio ultimi 5 anni	34.500 €
Totale ricavi in 20 anni al netto delle spese e delle tasse	300.000 €

Sintesi business plan (ricavi da E.E. e E.T.)

Investimento impianto chiavi in mano	450.000 €
Costo materie prime	0 €/anno
Costi manutenzione ed esercizio	25.000 €/anno
Fatturato annuo (cessione E.E. + E.T.)	100.000 €/anno
Payback Time	3,5 anni
TIR Progetto	12,1 %
TIR Equity	22,8 %
Cash flow medio primi 15 anni	27.000 €
Cash flow medio ultimi 5 anni	53.500 €
Totale ricavi in 20 anni al netto delle spese e delle tasse	675.000 €

Stima incidenza annuale costi operativi

Assicurazione	1.500 €
Manutenzione cogeneratore	7.000 €
Sostituzione olio cogeneratore	1.000 €
Manutenzione impianto	4.000 €
Assistenza biologica	4.000 €
Personale	6.000 €
Costi amministrativi	500 €
Spandimento digestato	0 €
Totale costi operativi	24.000 €

* Manutenzione straordinaria cogeneratore al settimo e quattordicesimo anno: 10.000 €/cad

- ✓ DIFFUSIONE IMPIANTI E NORMATIVA
- ✓ PROCESSO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTI
- ✓ TIPOLOGIE COSTRUTTIVE
- ✓ CONTROLLO PROCESSO E PURIFICAZIONE BIOGAS
- ✓ CASI STUDIO 300 kWe – 100 kWe – 50 kWe
- ✓ CENNI SU CARATTERISTICHE DIGESTATO E RIMOZIONE AZOTO

Tabella 4 – Caratteristiche medie di digestati di varia natura (Fonte: Banca dati CRPA)

Matrici caricate all'impianto	Sostanza secca (SS) (%)	Sostanza organica (% SS)	Azoto totale (NTK) (kg/t)	Azoto ammoniacale (% NTK)	P₂O₅ (kg/t)	K₂O (kg/t)
Liquame suino ⁽¹⁾	2-4	40-60	2-5	70-85	0,5-4	1,5-5
Liquame bovino o liquame bovino + colture energetiche	4-8	65-80	2,5-4,5	40-65	1-2,2	2,5-6
Colture energetiche + sottoprodotti agro-industriali	5-10	65-80	3,5-7	30-65	1-2	3-8

Il digestato è una soluzione organica che contiene generalmente un mix di elementi con proprietà fertilizzanti in forme prontamente disponibili quali gli ioni ammonio e fosfato e diverse altre forme di macro e microelementi fondamentali quali K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e SO₄⁻,

- ✓ I quantitativi di azoto e fosforo presenti nei substrati in ingresso restano inalterati. Il processo mineralizza parte dell'azoto organico in azoto ammoniacale rendendolo prontamente disponibile.
- ✓ L'utilizzo agronomico del digestato determina un apporto di elementi di fertilità in sostituzione dei concimi di sintesi.
- ✓ I microorganismi di rilevanza patogena diminuiscono sensibilmente rispetto alle matrici in ingresso per effetto della temperatura di processo.
- ✓ L'impatto odorigeno è strettamente legato all'efficienza del processo ma è sempre sensibilmente inferiore all'odore derivante dallo spandimento di letame e liquame non trattati.

- ✓ Sono trattamenti da effettuarsi sul digestato per favorirne la sua gestione nel caso di eccedenze di azoto rispetto alla superficie disponibile per lo spandimento (la normativa nitrati impone differenti limitazioni per aree vulnerabili e non) o per massimizzare l'incentivo.
- ✓ Si tratta di impianti di separazione chimico-fisica (strippaggio per la rimozione del solo azoto ammoniacale) o di separazione biologica (per la rimozione anche dell'azoto organico).
- ✓ Questi impianti vanno calibrati sulla base delle specifiche esigenze di ogni azienda o gruppo di aziende, per ottimizzarne il rendimento e garantire le sostenibilità economica.



SunCity srl

Via dei Teatini, 12 - 65127 Pescara (PE)

Via Tolemaide 28 - 00192 Roma (RM)

Tel. +39 085/690888 – 06/87763199

Fax. +39 06/87763193

www.suncityitalia.com

info@suncityitalia.com

