

Deliverable D4.4:

Report on the application of the tool

<i>Work Package:</i>	<i>WP4 – Overcoming fragmentation</i>
<i>Task:</i>	<i>WP4.2</i>
<i>Responsible Partner:</i>	<i>AzzeroCO₂</i>

Document history

Version	Date	Authors	Reviewers
V1	26/01/2017	<i>E.G. Facci (AzzeroCO₂)</i>	<i>S. Drigo (AzzeroCO₂)</i>



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 691875

Table of contents

Introduction	4
1. Potential of the analysed areas	4
1.1 Potential resources in Ragusa province (Sicily Region)	4
1.1.1 Data Collection	4
1.1.2 Maximum potential of the current production system	6
1.2 Input and output flows	6
1.2.1 Environmental analysis	8
1.2.2 Achievable objectives	8
1.2.2.1 Input and output flows	9
1.3 Potential resources in Ancona province (Marche Region)	11
1.3.1 Data collection	11
1.3.2 Maximum potential of the current production system	13
1.4 Input and output flows	13
1.4.1.1 Environmental analysis	15
1.4.2 Achievable objectives	15
1.4.2.1 Input and output flows	16
1.5 Potential resources in Salerno province (Campania Region)	18
1.5.1 Data collection	18
1.5.2 Maximum potential of the current production system	21
1.5.2.1 Input and output flows	21
1.5.2.2 Environmental analysis	23
1.5.3 Achievable objectives	24
1.5.3.1 Input and output flows	25
2. Technical and economic considerations on biogas plants	27
2.1 Biogas production	27
2.1.1 Biogas plants technical characteristics	27

2.1.2	Economic evaluations	28
2.2	Biomethane production	31
2.2.1	Technical characteristics of the plants	31
2.2.2	Economic evaluation	32

Introduction

This report summarizes the data collected on the availability of biomass from waste that can be used for the anaerobic digestion process, in areas where the awareness events will be organised. In each of the areas already identified, the calculation tool has been applied in order to determine both the amount of biogas theoretically producible and the number of biogas plants required, taking into consideration the available biomass. The report will be expanded with data from other areas as soon as selected.

The aim of the analysis is to highlight the potential of the territory and not to verify the feasibility of a single plant; for this reason a modified version of the tool was used, instead of the one available in the website.

The analysis described in the following chapters deal with the construction of biogas plants taking advantage of the Italian incentive scheme valid up to December 2017.

1. Potential of the analysed areas

1.1 Potential resources in Ragusa province (Sicily Region)

According to the RSE/50 report published by ENEA in 2010, the entire Sicily region is characterized by a large fragmentation of local business, inadequate or outdated agricultural equipment and infrastructure; those are the aspects that drastically reduce the overall profitability. The construction of anaerobic digestion plants that could aggregate several farms would therefore represent a great opportunity to diversify the income sources and improve resource management.

1.1.1 Data Collection

In the year of already mentioned report by ENEA, the crops cultivated on more than 1% of the Provincial UAA (Useful Agricultural Area) were cereals, vines, citrus and almond trees.

	Cereali			Vite (*)		Olivo	Agrumi				Frutta a guscio
	<i>Frumento duro</i>	<i>Orzo</i>	<i>Avena</i>	<i>Uva da tavola</i>	<i>Uva da vino</i>	<i>Olive da olio</i>	<i>Arancio</i>	<i>Mandarino</i>	<i>Clementina</i>	<i>Limone</i>	<i>Mandarolo</i>
Superficie investita (**) (ha)	14 954	932	708	3 000	1 313	8 197	2 773	497	582	496	1 722
Produzioni totali medie 2006 / 07 (tonn)	37 150	4 330	4 000	74 400	17 150	14 900	69 600	9 000	15 980	15 000	5 775

Figure 1 Main crops in Ragusa province

The by-products of the almond cultivation (pruning, shells) are not taken into consideration for the anaerobic digestion because their energy can be more conveniently exploited through direct combustion in biomass boilers. As well, the leftovers of the wine grapes (stalks and skins) are not included as they are generally used for distillation to produce alcohol.

Considering that:

- for each kg of wheat grain, barley and oats collected, respectively 0,9 0,8 and 2,5 kg of straw are produced;
- on average for each kg of oranges, 0.1kg of residue (called “pastazzo”) is produced;
- for each kg of olives 0.6 kg of pomace is produced

The agricultural biomass annually available in the province of Ragusa is summarized in [Table 1](#).

By-product	Quantity	
Cereal Straws	46.899	ton
Pastazzo (orange residue)	6.960	ton
Olive Pomace	8.940	ton

Table 1 Agricultural biomass annually available in the province of Ragusa (adaptation from ENEA report)

The above products should be added to manure. At the end of 2016, the National Data Bank (BDN) of livestock registry (monthly updated) for the province reported the presence of about 5.800 pigs and 77.900 bovines ([Table 2 Breeding farms in Ragusa province \(source: Cattle Registry\)](#)).

Kind of animal		Nun
Bovines	Calves	23.530
	Yearlings (12-24 months)	13.027
	Adults (>24 months)	41.350
Pigs	Piglets and growers (<50kg)	1.912
	Adults	3.934

Table 2 Breeding farms in Ragusa province (source: Cattle Registry)

The Italian Atlas of biomass (ENEA) reports also the production of about 2.333 tons per year of butchery waste.

Finally, the province has about 295.000 residents (since 2001) and a proper separated recycling system can lead to approximately 23.600 tons of MSW per year.

1.1.2 Maximum potential of the current production system

Allocating all the collected waste described in the previous paragraph to anaerobic digestion, sufficient biomass would be available to build 12 plants of 1 MWeI. The only organic fraction of urban waste would be enough to generate around 740 kWel.

1.1.2.1 Input and output flows

Altogether the 12 implants collect the biomass produced in the province; the waste can be divided as depicted in the following table, based on its origin:

Type	Quantity	
Livestock waste	1.398.207	ton/year
Agricultural by-products*	46.899	ton/year
Agro-industry by-products*	18.339	ton/year
OFMSW	23.600	ton/year

Table 3 Input biomass to plants

*Warning: some discarded material from agricultural and food industries can be classified as waste; assessing whether the biomass is a waste should be made case by case. If the biomass is classified as waste, the administrative authorization procedure is required for its use in the plant.

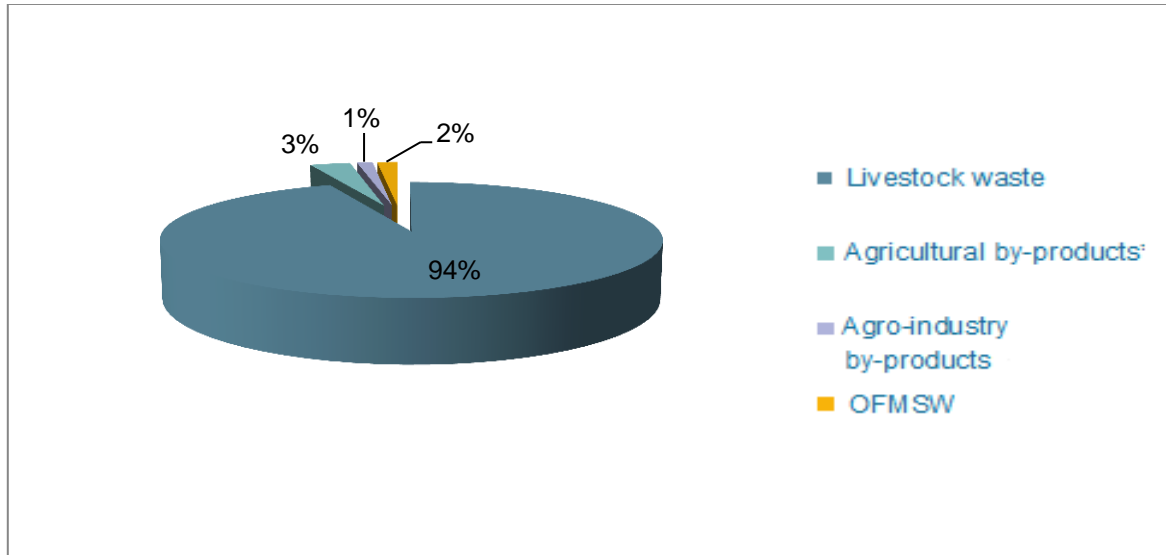


Figure 2 Subdivision of incoming biomass to plants

Taking into considering the different biogas potential production for each substance, the contribution of the different biomass shall be distributed as in Figure 3.

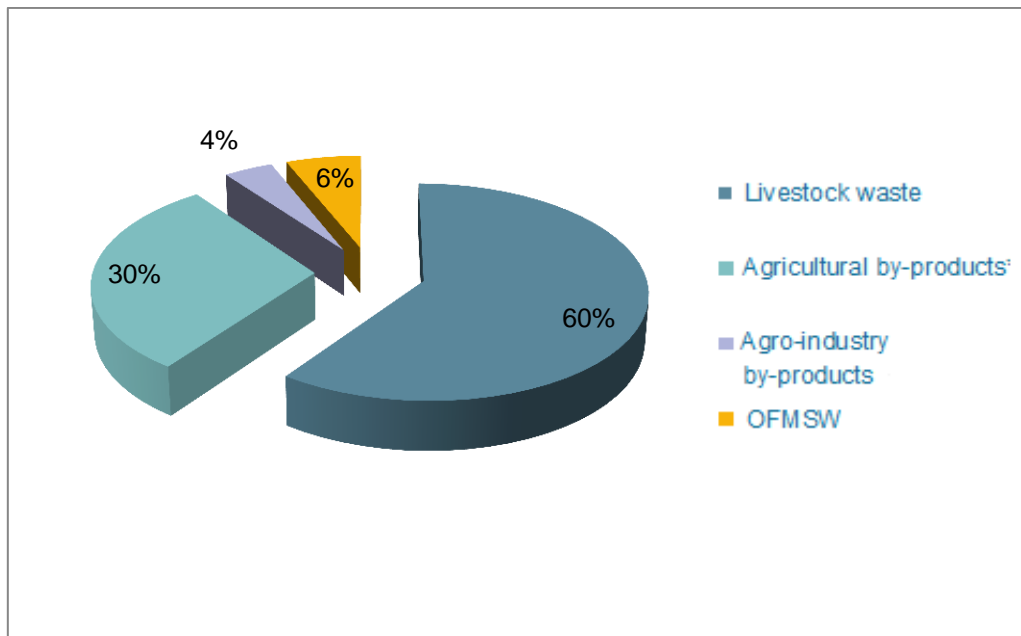


Figure 3 Contribution to the biogas production using different biomass as input

Taking into considering the number of biogas plants, we can assume that the biomass is produced at an average distance of 10 km from the plant; approximately 37 trips every day, using a 10 tons truck fully

charged, are required to transport the biomass to the plant (for each plant). The number of trips can be significantly reduced by locating biogas plants at livestock production site, since the manure represents the larger amount of biomass. In addition to biogas, anaerobic digesters would also produce 291.950 tons per year of digestate, which contains many nutrients and can be used as fertilizer to be spread it in the fields. As with any fertilizer or soil improver, also in the case of digestate the concentration of nitrogen should be carefully evaluated in order to comply with the nitrates regulations (91/676/EEC; legislative decree 152/2006 and regional resolutions).

1.1.2.2 Environmental analysis

The type of biomass used in for the process and the distances travelled from source to plant influences, even if only partially, the analysis of emitted and avoided greenhouse gas (GHG). In the specific case of biomass mix as for the Ragusa province, the realization of each plant would allow to produce 8000 MWh/year (electrical power) and 7150 MWh/year (heat), and to avoid the use of conventional fossil fuels which would have emitted around 3,440 tons of CO₂ per year. The use of trucks for the system operativeness is required both to transport the biomass from source to plant (average distance 10 km) and the digestate to the fields where it is poured (assumed distance of 20 km). Including the trucks emissions into the overall CO₂ emission calculation, it can be concluded that the system leads to a reduction of 3.330 tons per year of CO₂ released into the atmosphere. Further environmental benefits to be taken into account derive from the reduction of energy consumption and raw materials to produce industrial fertilizers and soil improvers.

1.1.3 Achievable objectives

The identification of the actual amount of recoverable biomass and analysis of the changes required in agricultural practices to increase the biomass availability are very complex because in-depth analysis of the territory should be performed along with the consultation of impacted people. However, reasonable assumptions on resource management can be made to identify the targets.

The anaerobic digestion of the organic fraction of urban waste is considered a best practice and therefore we can assume to collect and recover all the OFMSW of the municipality.

Considering that cereal straws are also used for other purposes, such as animal bedding; we assume that about 50% of the straw can be used for energy purposes.

Animal manure is usually dispersed in the fields as a soil conditioner/fertilizer, the digestate can replace it having similar function. It can therefore be assumed that only the 25% of the amount of manure is not used in the anaerobic digestion due to logistical reasons.

The by-products of agri-food industry such as husks, citrus pulp and animal slaughter are fully recovered.

Finally we can assume that, as a result of the realization of the plants, in the 25% of cereal fields a second crop will be introduced (winter cover crops, e.g. sorghum or triticale) for the biogas production.

1.1.3.1 Input and output flows

Considering the introduction of second crop collected in some fields and the impossibility to recover all of the by-products described above, in the province of Ragusa 9 plants of 1 MW could be installed. The quantities of biomass used are shown in [Table 4](#) and in [Figure 4](#).

Type	Quantity	
Livestock waste	1.048.655	ton/year
Agricultural by-products*	23.450	ton/year
Agro-industry by-products*	18.339	ton/year
Winter cover crops (second crop)	20.518	ton/year
OFMSW	23.600	ton/year

Table 4 Biomass Input

*Warning: some discarded material from agricultural and food industries can be classified as waste; assessing whether the biomass is a waste should be made case by case. If the biomass is classified as waste, the administrative authorization procedure is required for its use in the plant.

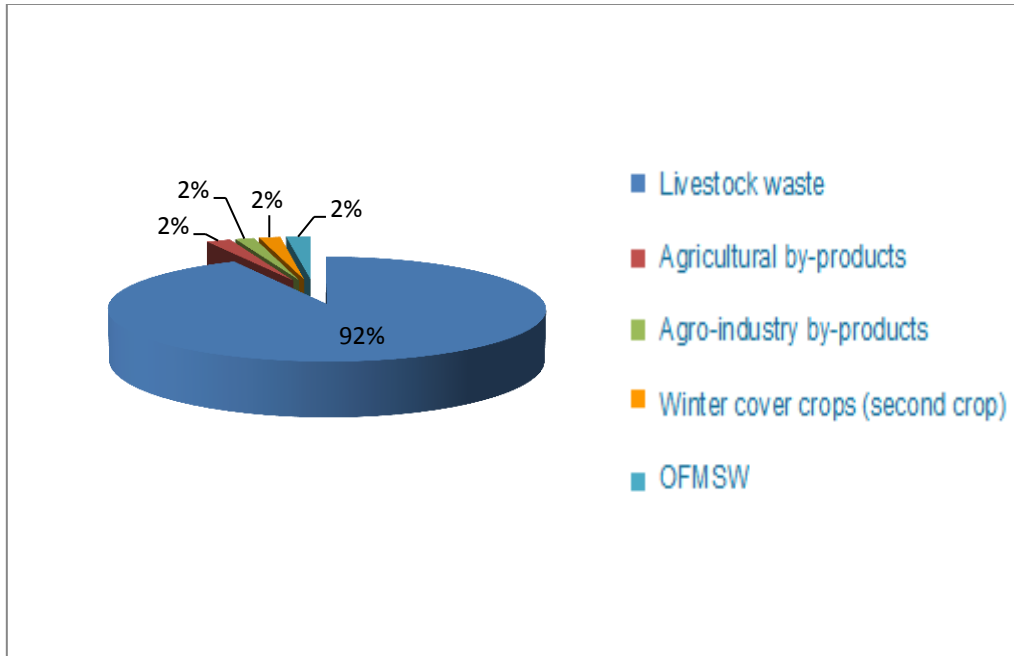


Figure 4 Biomass input

Taking into consideration the different biogas potential production for each substance, the contribution of the different biomass shall be distributed as in Figure 5

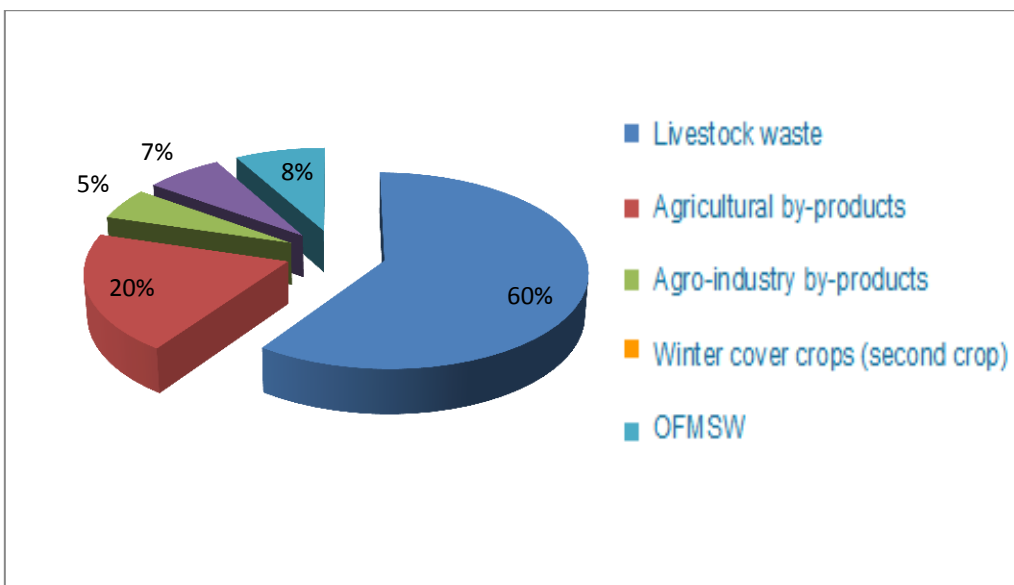


Figure 5 Contribution to the biogas production using different biomass as input

The observations made in section 1.1.2.1 on the number of required trips to feed the digesters are applicable also in this case. A lower amount of digestate is produced, being around 238.000 t/year.

1.2 Potential resources in Ancona province (Marche Region)

According to the latest report (<https://oamarche.wordpress.com/atlante/>) published by “Osservatorio Agroalimentare delle Marche” (Marche Agribusiness Observatory) the average dimension of enterprises, expressed in UAA, is higher than the average Italian dimension, but lower than the European (Figure 6). As for the Europe and Italy, the tendency is the increase of the average dimension of agricultural SMEs that between 2000-2007 has increased to 1,7 hectares (1,5 hectares in Italy, 3,5 hectares in UE-27). The 6th GENERAL CENSUS OF AGRICULTURA made by ISTAT describes a slight decrease of the number of agricultural SMEs and their average surface, which remains sufficiently high (about 10.6 hectares) during the 2010. It is feasible to realise biogas plants even if a limited number of firms are involved.

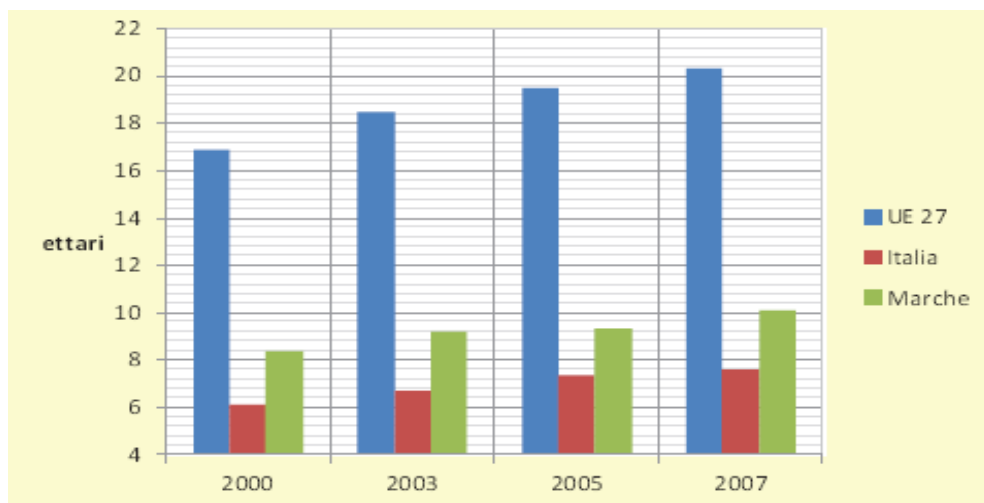


Figure 6 Average dimension of companies referring to UAA (source: “Rapporto 2012 Osservatorio Agroalimentare delle Marche”)

1.2.1 Data collection

According to the 6° general census of agricultural business of Ancona province, 114.000 hectares are used for agriculture (less than 25% of the total of the Marche region). The lands devoted to grain cereal in this province are 31.5% of the regional total.

The relationship between the straw and the grain produced is 0.7 for common tender wheat, for durum wheat and for oats, 0.8 for barley, 1.2 for sorghum and 1.3 for corn. Overall around 170,500 tons/year of cereal straws are produced in the Ancona province (source: ENEA RSE 167).

The by-products of the vines, olives, fruits cultivation (pruning) are not taken into consideration for the anaerobic digestion because their energy can be more conveniently exploited through direct combustion in biomass boilers. As well, the leftovers of the wine grapes (stalks and skins) are not included as they are generally used for distillation to produce alcohol.

The production of olive oil instead is quite significant and, considering that 0.6 kg of pomace is produced each kg of olive collected, the agricultural biomass annually available in the province of Ancona are summarized in [Table 5](#)

By-product	Quantity	
Cereal Straws	170.500	ton
Olive Pomace	1.918	ton

Table 5 Agricultural biomass annually produced in Ancona province (adaptation from ENEA report)

The above products should be added to manure. At the end of 2016, the National Data Bank (BDN) of livestock registry (monthly updated) for the province reported the presence of about 27.475 pigs and 8.100 bovines (Table 6)

Kind of animal		Num
Bovines	Calves	2.288
	Yearlings (12-24 months)	1.951
	Adults (>24 months)	3.889
Pigs	Piglets and growers (<50kg)	14.771
	Adults	12.704

Table 6 Number animals of in Ancona province (source: Cattle Registry)

The Italian Atlas of biomass (ENEA) reports also the production of about 1.444 tons per year of butchery waste.

Finally, the province has about 483.000 residents (2012) and a proper separated recycling system of organic fraction can lead to approximately 38.600 tons of MSW per year.

1.2.2 Maximum potential of the current production system

Allocating all the collected waste described in the previous paragraph to anaerobic digestion, sufficient biomass would be available to build up 17 plants of 1 MWeI. The only organic fraction of urban waste would be enough to generate around 1,2 MWeI.

1.2.2.1 Input and output flows

Altogether 17 implants collect the biomass produced in the province; the waste can be divided as depicted in the following table, based on its origin:

Type	Quantity	
Livestock waste	200.343	ton/year
Agricultural by-products*	170.445	ton/year
Agro-industry by-products*	3.362	ton/year
OFMSW	38.640	ton/year

Table 7 input biomass to plants

*Warning: some discarded material from agricultural and food industries can be classified as waste; assessing whether the biomass is a waste should be made case by case. If the biomass is classified as waste, the administrative authorization procedure is required for its use in the plant.

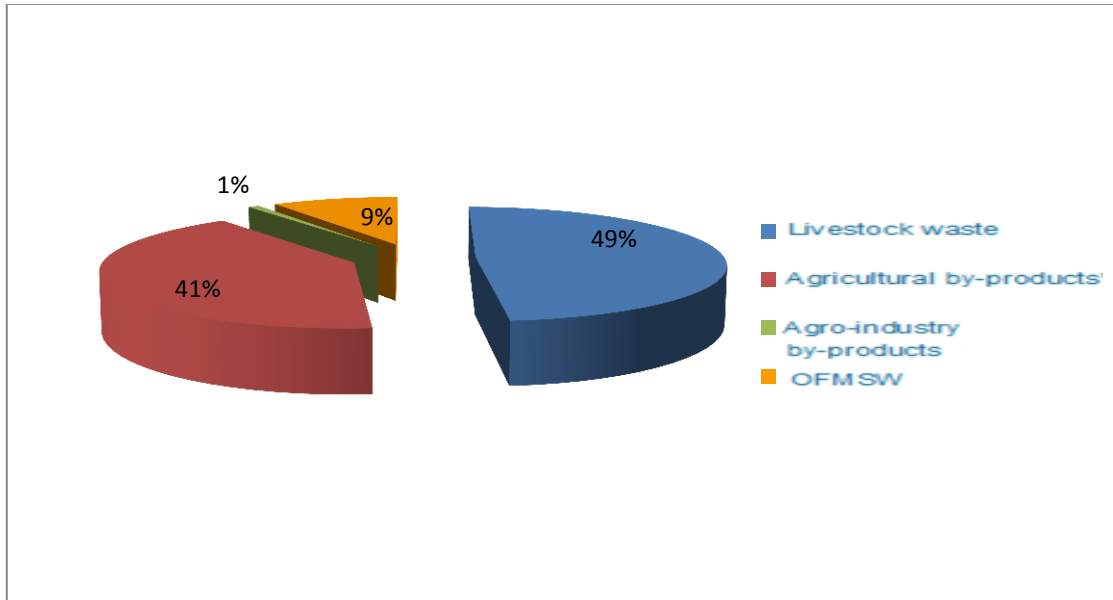


Figure 7 Subdivision of incoming biomass to plants

Taking into considering the different biogas potential production for each substance, the contribution of the different biomass shall be distributed as in Figure 8.

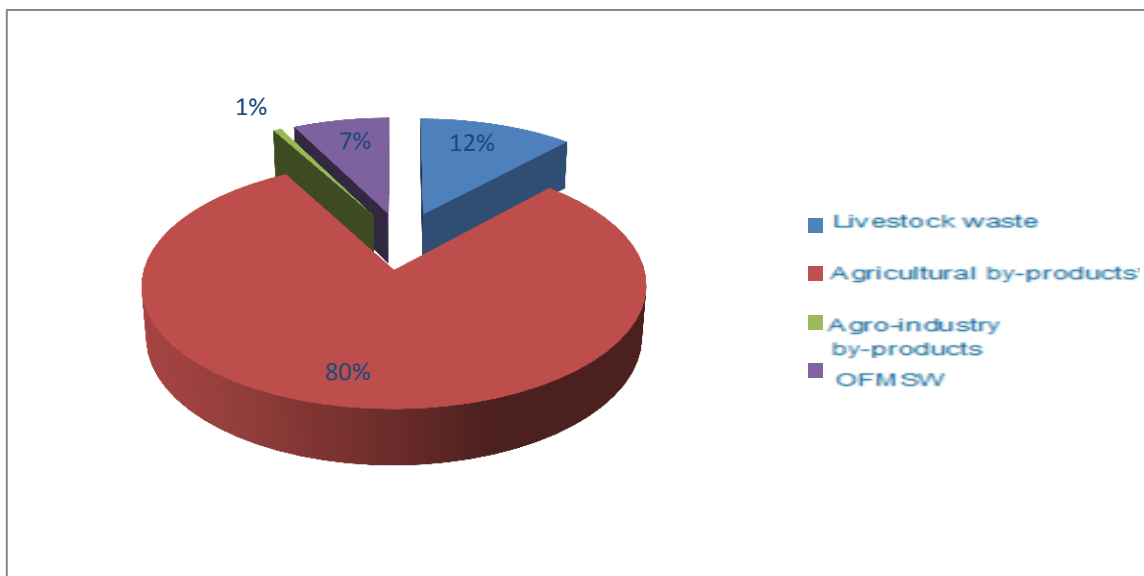


Figure 8 Contribution to the biogas production using different biomass as input

Taking into considering the number of biogas plants, we can assume that the biomass is produced at an average distance of 10 km from the plant; approximately 7 trips every day, using a 10 tons truck fully charged, are required to transport the biomass to the plant (for each plant). The number of trips can be

significantly reduced by locating biogas plants at livestock production site, since the manure represents the larger amount of biomass. In addition to biogas, anaerobic digesters would also produce 225.000 tons per year of digestate, which contains many nutrients and can be used as fertilizer to be spread it in the fields. As with any fertilizer or soil improver, also in the case of digestate the concentration of nitrogen should be carefully evaluated in order to comply with the nitrates regulations (91/676/EEC; legislative decree 152/2006 and regional resolutions).

1.2.2.2 Environmental analysis

The type of biomass used in for the process and the distances travelled from source to plant influences, even if only partially, the analysis of emitted and avoided greenhouse gas (GHG). In the specific case of biomass mix as for the Ancona province, the realization of each plant would allow to produce 8000 MWh/year (electrical power) and 7150 MWh/year (heat), and to avoid the use of conventional fossil fuels which would have emitted around 3,440 tons of CO₂ per year. The use of trucks for the system operativeness is required both to transport the biomass from source to plant (average distance 10 km) and the digestate to the fields where it is poured (assumed distance of 20 km). Including the trucks emissions into the overall CO₂ emission calculation, it can be concluded that the system leads to a reduction of 3.330 tons per year of CO₂ released into the atmosphere (55.500 tons/year for the 17 plants). Further environmental benefits to be taken into account derive from the reduction of energy consumption and raw materials to produce industrial fertilizers and soil improvers.

1.2.3 Achievable objectives

The identification of the actual amount of recoverable biomass and analysis of the changes required in agricultural practices to increase the biomass availability are very complex because in-depth analysis of the territory should be performed along with the consultation of impacted people. However, reasonable assumptions on resource management can be made to identify the targets.

The anaerobic digestion of the organic fraction of urban waste is considered a best practice and therefore we can assume to collect and recover all the OFMSW of the municipality.

Considering that cereal straws are also used for other purposes, such as animal bedding; we assume that about 50% of the straw can be used for energy purposes.

Animal manure is usually dispersed in the fields as a soil conditioner/fertilizer, the digestate can replace it having similar function. It can therefore be assumed that only the 25% of the amount of manure is not used in the anaerobic digestion due to logistical reasons.

The by-products of agri-food industry such as olive pomace, and animal slaughter are fully recovered.

Finally we can assume that, as a result of the realization of the plants, in the 25% of cereal fields a second crop will be introduced (winter cover crops, e.g. sorghum or triticale) for the biogas production.

The above mentioned “6th census on agricultural” reports that around 39% of UAA in the Marche region is cultivated with cereals.

1.2.3.1 Input and output flows

Considering the introduction of second crop collection in some fields and the impossibility to recover all of the by-products described above, in the province of Ancona 8 plants of 1 MW and 1 plant of 600kW could be installed. The quantities of biomass used are shown in Table 8 and in Figure 9.

Type	Quantity	
Livestock waste	50.086	ton/year
Agricultural by-products*	85.222	ton/year
Agro-industry by-products*	3.362	ton/year
Winter cover crops (second crop)	74.570	ton/year
OFMSW	38.640	ton/year

Table 8 Biomass Input

*Warning: some discarded material from agricultural and food industries can be classified as waste; assessing whether the biomass is a waste should be made case by case. If the biomass is classified as waste, the administrative authorization procedure is required for its use in the plant.

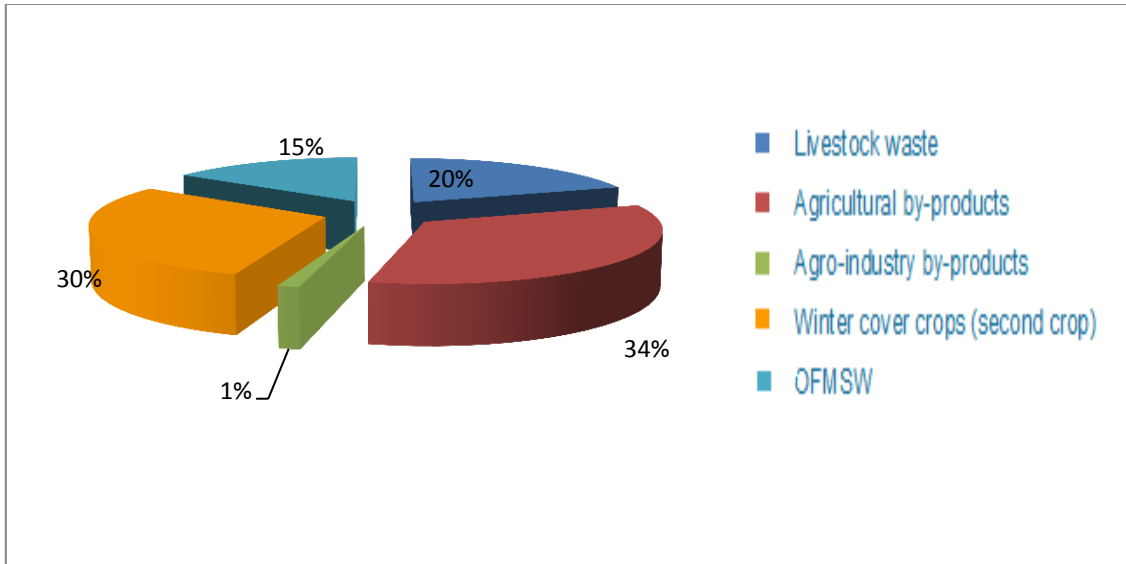


Figure 9 Biomass input

Taking into consideration the different biogas potential production for each substance, the contribution of the different biomass shall be distributed as in Figure 10.

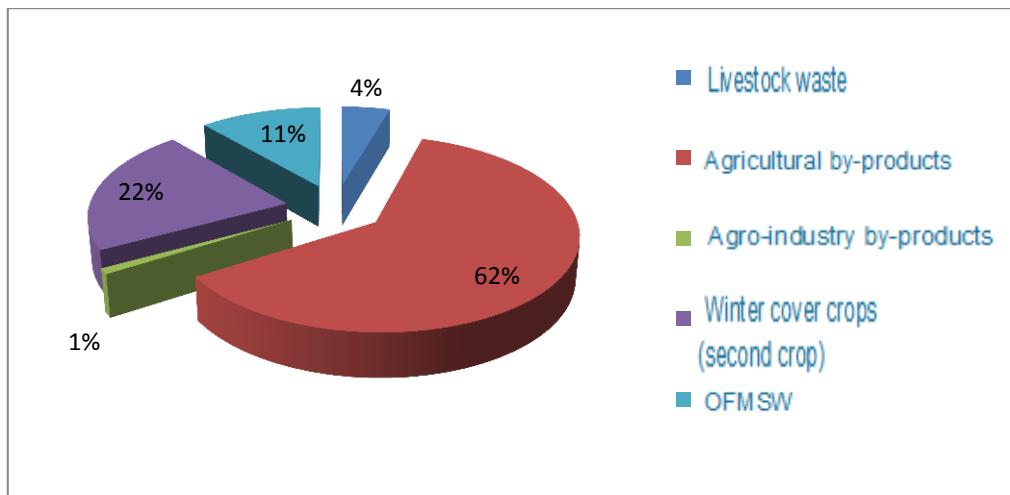


Figure 10 Contribution to the biogas production using different biomass as input

The observations made in section 1.2.2.1 on the number of required trips to feed the digesters are applicable also in this case. A lower amount of digestate is produced, being around 216.000 t/year.

1.3 Potential resources in Salerno province (Campania Region)

According to the latest report “Il territorio rurale della Campania” (the rural area of Campania), published by Campania Region, on the analysis of some of the 6th general agricultural census data, the provinces are characterized by a high variability both in geographical and environmental and agronomic terms. A careful analysis of agricultural production and the available by-products would require a study on a local basis; in fact the Campania region has 28 different districts with peculiar ecosystems and characteristics.

The average size of farms is rather limited with about 5 hectares of UAA each.

The construction of anaerobic digestion plants to aggregate several different farms could therefore represent a great opportunity to diversify income sources and improve resource management.

1.3.1 Data collection

According to the portal <http://geostatistica.regione.campania.it/> where data of agricultural and agro-industrial field can be found, in Salerno province about 13.900 hectares are allocated to cereals (including corn) over a total of 47.150ha devoted to arable crops and 185.800ha UAA. The document Agricultural statistics made by ISTAT registers the average production for the major crops for each region.

	cultivated area (ha)*	Production (t/ha)**	Straws (ton/year)	Stalks (ton/year)
Common wheat	1.942	3,32	5157	
Durum wheat	3.438	3,15	8663	
Rye	63		166	
Barley	2.167	3,29	5703	
Oats	3.081		8133	
Sorghum	58		153	
Other cereals	3.586		9467	
Corn	2.715	6,76		20188

Table 9 Production of cereals in Salerno provincial (adaptation of ISTAT data)

* source: <http://geostatistica.regione.campania.it/>

**Agricultural statistics 2001-2002, ISTAT

The fields cultivated with mais for the production of silage (4.931ha) were deliberately excluded from the calculation.

The approximate value of 3.3 ton/ha was given to the cereals whose provincial producibility was not identified. The overall quantity of straw and stalks were conservatively considered 1.1 tons of waste for each tons of corn and 0.8 tons for each tons of the other cereals (source: ENEA, RSE50). The data obtained are summarized in Table 9.

Other important crops are potatoes, tomatoes for industrial processing and horticultural (including tomato for salad). The data on productions and wastes listed in Table 10 are obtained combining the information of the Geostatistics portal with the producibility indicated by ISTAT report.

	cultivated area (ha)*	Production (t/ha)**	Straws (ton/year)	Stalks (ton/year)
Potatoes	210	31,36	12%	812
Tomato Industry	797	57,27	2%	942
Other vegetable	9.745	34,48	2%	7.922

Table 10 Production of potato and vegetable in Salerno provincial (adaptation of ISTAT data)

* Source: <http://geostatistica.regione.campania.it/>

**Agricultural statistics 2001-2002, ISTAT

For manufacturability of other horticultural species the average value among carrots, artichokes, cabbage, broccoli, fennel, tomatoes table, strawberries, melons and zucchini was considered.

The cultivation of fruit trees is also relevant for the province. Excluding nuts (walnuts, hazelnuts, almonds, chestnuts) orchards cover about 4.050 hectares between apple, pear, peach, apricot, plum, fig, nectarine, cherry and kiwi. In Table 11 the production data are reported along with the scraps using the average weighted among the various tree species.

	cultivated area (ha)*	Production (t/ha)**	Straws (ton/year)	Stalks (ton/year)
fruit trees	4.054	19,21	5,2%	4.061

Table 11 Production of fruits in Salerno province (adaptation of ISTAT data)

* Source: <http://geostatistica.regione.campania.it/>

**Agricultural statistics 2001-2002, ISTAT

The by-products of the pruning of vines, olives and fruit plants are not taken into consideration for the anaerobic digestion because their energetic exploitation is more convenient using direct combustion in biomass boilers. As well, the leftovers of the wine grapes (stalks and skins) are not included as they are generally used for distillation to produce alcohol.

Around 42.250 hectares are cultivated with olive for oil (geostatistics portal) producing 71.400 tons of pomace (with 70% moisture) (source: ENEA RSE 167).

The Italian Atlas of biomass (ENEA) indicates the production of about 3.390 tons per year of slaughter waste.

The waste and by-products of agricultural and food industry in Salerno province are summarized in Table 12.

By-product	Quantity (tons /year)
Cereal Straws	37.446
Stalks of corn	20.189
Scraps of potatoes	812
Tomato peels and seeds	942
Vegetable waste	7.922
Discarded fruit	4.061
Olive Pomace	71.400
Waste slaughter	3.392

Table 12 Agricultural and agro-food biomass annually available in the province of Salerno (adaptation from ENEA and ISTAT reports)

The above products should be added to manure. At the end of 2016, the National Data Bank (BDN) of livestock registry (updated monthly) for the province reported the presence of about 22.958 pigs and 145.197 bovines (Table 13).

Kind of animal		Num
Bovines	Calves	101.601
	Yearlings (12-24 months)	20.761
	Adults (>24 months)	22.835
Pigs	Piglets and growers (<50kg)	7.308
	Adults	4.153

Table 13 Number animals of in Salerno province (source: Cattle Registry)

Finally, the province has about 1.105.000 residents (2012) and a proper separated recycling system of organic fraction can lead to approximately 88.400 tons of MSW per year.

1.3.2 Maximum potential of the current production system

Allocating all the collected waste described in the previous paragraph to anaerobic digestion, sufficient biomass would be available to build 26 plants of 1 MWeI and one plant of 600kW. The only organic fraction of urban waste would be enough to generate around 2,8 MWeI.

1.3.2.1 Input and output flows

Altogether the 27 implants collect the biomass produced in the province; the waste can be divided as depicted in the following table, based on its origin:

Type	Quantity	
Livestock waste	3.095.337	ton/year
Agricultural by-products*	68.557	ton/year
Agro-industry by-products*	75.734	ton/year
OFMSW	88.400	ton/year

Table 14 Input biomass to plants

*Warning: some discarded material from agricultural and food industries can be classified as waste; assessing whether the biomass is a waste should be made case by case. If the biomass is classified as waste, the administrative authorization procedure is required for its use in the plant.

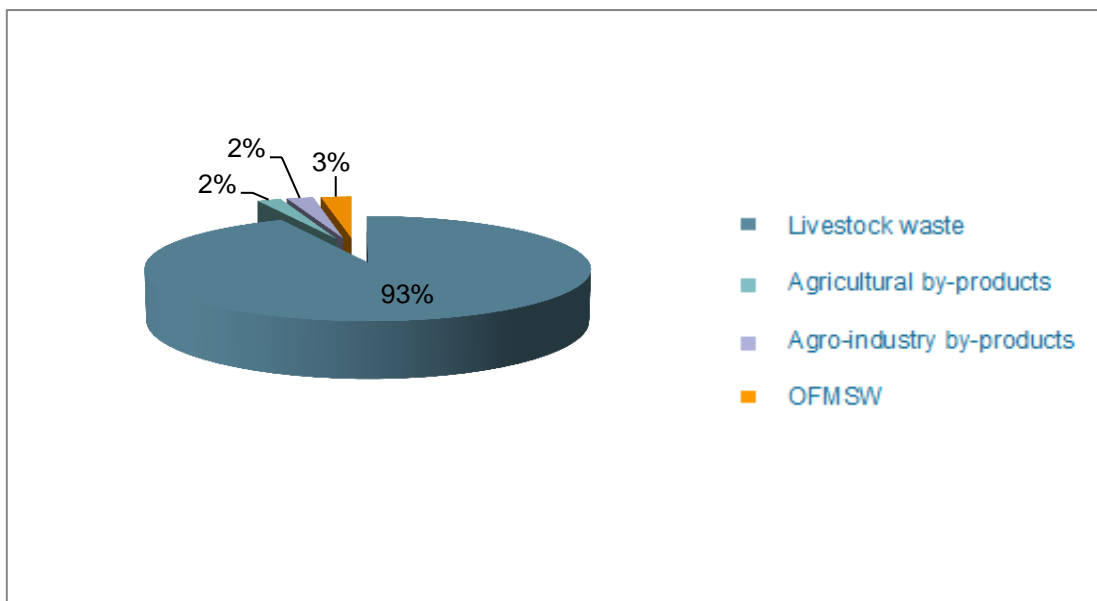


Figure 11 Subdivision of incoming biomass to plants

Taking into considering the different biogas potential production for each substance, the contribution of the different biomass shall be distributed as in Figure 12.

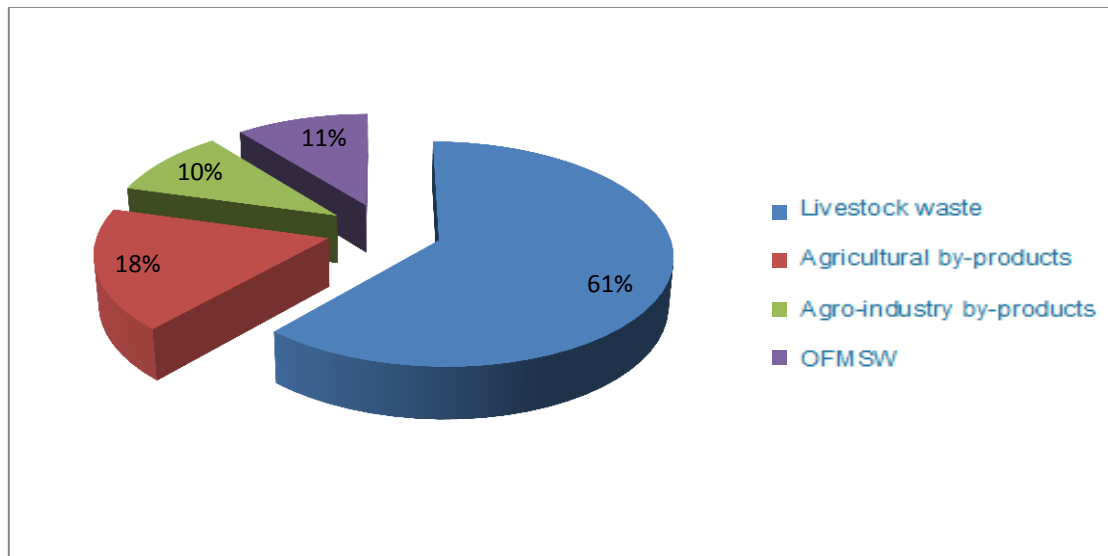


Figure 12 Contribution to the biogas production using different biomass

Taking into considering the number of biogas plants, we can assume that the biomass is produced at an average distance of 10 km from the plant; approximately 37 trips every day, using a 10 tons truck fully charged, are required to transport the biomass to the plant (for each plant). The number of trips can be significantly reduced by locating biogas plants at livestock production site, since the manure represents the larger amount of biomass. In addition to biogas, anaerobic digesters would also produce 619.000 tons per year of digestate, which contains many nutrients and can be used as fertilizer to be spread it in the fields. As with any fertilizer or soil improver, also in the case of digestate the concentration of nitrogen should be carefully evaluated in order to comply with the nitrates regulations (91/676/EEC; legislative decree 152/2006 and regional resolutions).

1.3.2.2 Environmental analysis

The type of biomass used in for the process and the distances travelled from source to plant influences, even if only partially, the analysis of emitted and avoided greenhouse gas (GHG). In the specific case of biomass mix as for the Salerno province, the realization of each plant would allow to produce 8000 MWh/year (electrical power) and 7150 MWh/year (heat), and to avoid the use of conventional fossil fuels which would have emitted around 3,440 tons of CO₂ per year. The use of trucks for the system operativeness is required both to transport the biomass from source to plant (average distance 10 km) and the digestate to the fields where it is poured (assumed distance of 20 km). Including the trucks emissions into the overall CO₂ emission calculation, it can be concluded that the system leads to a reduction of 3.200

tons per year of CO₂ released into the atmosphere (85.500 tons/year for the 27 plants in total). Further environmental benefits to be taken into account derive from the reduction of energy consumption and raw materials to produce industrial fertilizers and soil improvers.

1.3.3 Achievable objectives

The identification of the actual amount of recoverable biomass and analysis of the changes required in agricultural practices to increase the biomass availability are very complex because in-depth analysis of the territory should be performed along with the consultation of impacted people. However, reasonable assumptions on resource management can be made to identify the targets.

The anaerobic digestion of the organic fraction of urban waste is considered a best practice and therefore we can assume to collect and recover all the OFMSW of the municipality.

Considering that cereal straws are also used for other purposes, such as animal bedding; we assume that about 50% of the straw can be used for energy purposes. Instead the majority (80%) of corn stalks are included in the counts of biomass for digestion.

Animal manure is usually dispersed in the fields as a soil conditioner/fertilizer, the digestate can replace it having similar function. The province has a large number of cattle and it can be assumed to take advantage of the 70% of manure produced leaving, for logistical reasons, the surplus handled by the farms in the traditional way.

The production of potato and vegetable can be fragmented into small plots making the recovery of waste and by-products complicated. For this reason only the 25% of these materials were counted. Instead all of the wastes from fruit production are included in the biomass for anaerobic digestion.

The by-products of food industry such as olive residues and animal waste and from production of tomato sauce are fully recoverable.

Finally we assume that, as a result of the realization of the plants, in 25% of cereal fields a second crop (Winter cover crops, e.g. Sorghum or triticale) will be started for biogas production.

1.3.3.1 Input and output flows

Considering the introduction of second crop collected in some fields and the impossibility to recover all of the by-products described above, in the province of Salerno 24 plants of 1 MW could be installed. The quantities of biomass used are shown in [Table 15](#) and in [Figure 13](#)

Type	Quantity	
Livestock waste	2.166.736	ton/year
Agricultural by-products*	39.628	ton/year
Agro-industry by-products*	75.734	ton/year
Winter cover crops (second crop)	125.431	ton/year
OFMSW	88.400	ton/year

Table 15 Input biomasses to plants

*Warning: some discarded material from agricultural and food industries can be classified as waste; assessing whether the biomass is a waste should be made case by case. If the biomass is classified as waste, the administrative authorization procedure is required for its use in the plant.

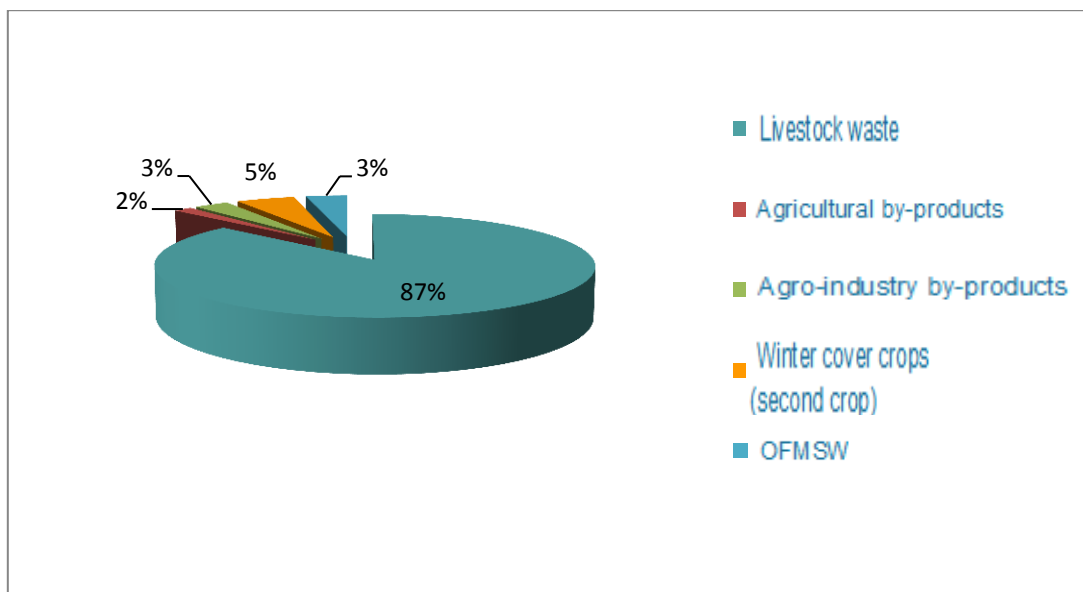


Figure 13 Biomass input

Taking into consideration the different biogas potential production for each substance, the contribution of the different biomass shall be distributed as in Figure 14.

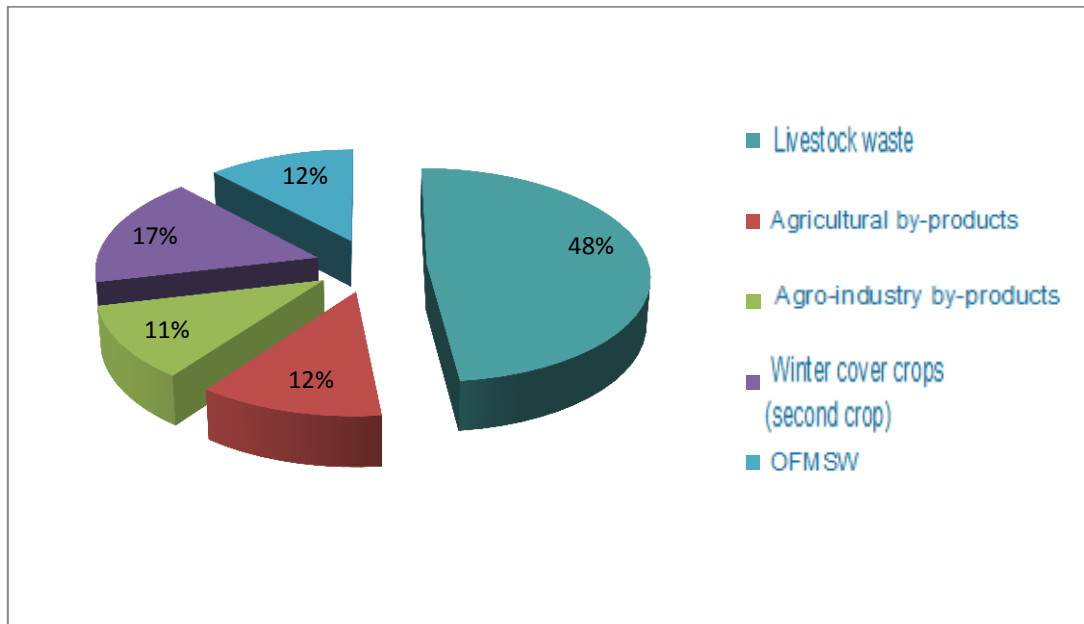


Figure 14 Contribution to the biogas production using different biomass

The observations made in section 1.1.3.1 on the number of required trips to feed each digester are partially applicable, in fact the trips are reduced to 31 every day for each digester. A lower amount of digestate is produced, being around 621,000 t/year from all the plants.

2. Technical and economic considerations on biogas plants

The quantities of OFMSW produced in the territories analysed suggest the collection to a single system (or two maximum) for each province; the considerations described in paragraphs 2.1 and 2.2 are related to plants not using this type of organic matrix. The use of OFMSW biowaste, compared to what reported the following paragraphs, involves the introduction of systems for the biomass pre-treatment and for the odours containment that make the process more complex. The installation cost will be certainly much higher (roughly 50% more), but the benefits arising from improved management of waste should be taken into account and in particular the avoided costs for landfilling, that, depending on cases, varies from 100 to 140 €/ ton.

2.1 Biogas production

2.1.1 Biogas plants technical characteristics

Each of the 1 MW biogas plant will have the following technical specifications:

Plant size	1.000	kW
Plant cost	4.000.000	€
Operative & Maintenance cost	280.000	€/year
Surface occupied	2,0	hectares
Annual Hours operational	8.000	hours
Biogas produced	46.234.000	Sm ³ /year
Electric energy produced	99.173	MWh/year
Heat produced	88.620	MWh/year

Table 16 Main characteristics of a biogas plants

The plant consists of:

- the tanks where the fermentation of biomass takes place (anaerobic digestion) to produce biogas;

- the containers where the input biomass and output digestate (the by-product of the anaerobic digestion process) are placed separately;
- the systems for the control and management of the plant;
- a cogeneration engine of 1MW that uses biogas to produce electricity and heat.

2.1.2 Economic evaluations

To make an economic evaluation it was assumed that the entrepreneur owns the land where facility will be built and he will cover the 40% of the initial investment with its own capital, asking the remaining 60% to financial institutions.

The initial investment is then described by the data of [Table 17](#):

Plant cost	4.000.000	€
Cost of land	0	€
Own capital	1.600.000	€
Bank financing	2.400.000	€
Rate of financing	3%	€
Duration of funding	10	year

Table 17 Investment for the plant construction

The plant produces electricity and heat. The electricity produced is fed into the national grid and remunerated according to the binding incentives for December 2016, with a tariff of 160 €/MWh; in case no thermal utility is able to use the heat produced, the calculations are listed below:

- **Revenues:** 1.280.000 €/year
- **Operating expenses and routine maintenance:** -280.000 €/year

With the inclusion of the bank financing, extraordinary maintenance and taxation the trend of cumulative cash flows shown in [Figure 15](#):

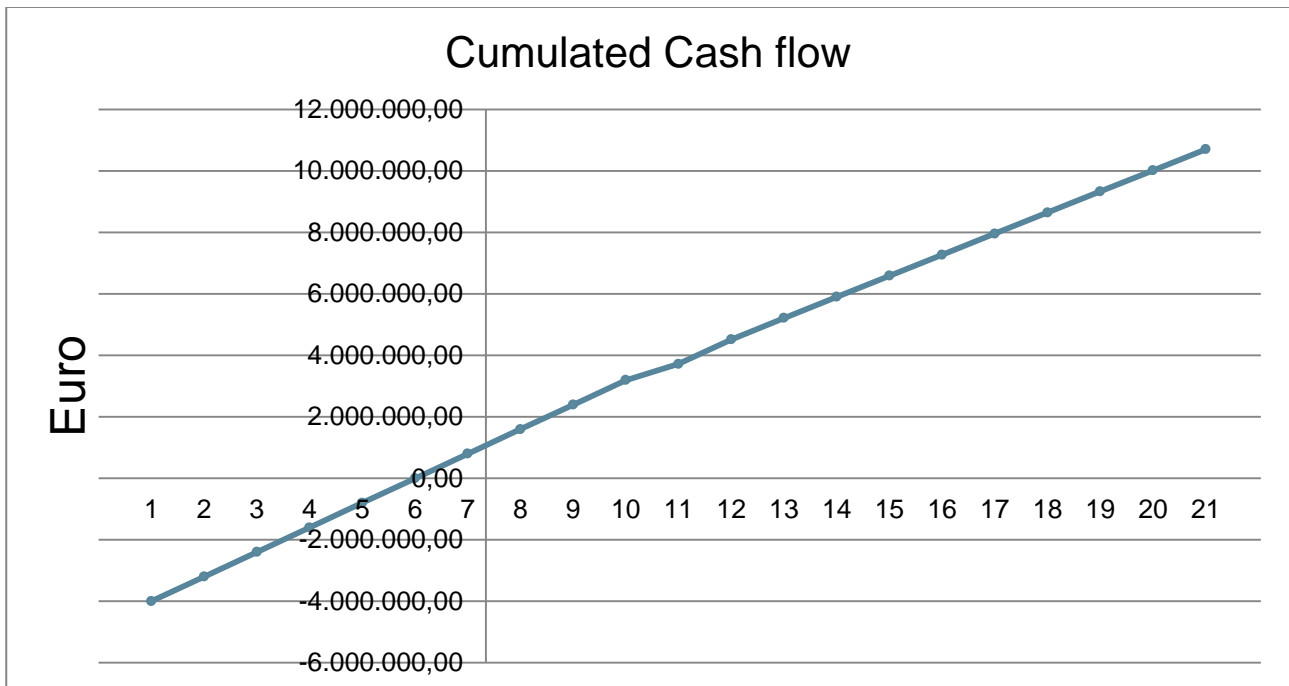


Figure 15 Cash flow for a biogas plant without heat use

The investment is therefore characterized by the following economic parameters **::

ADSCR	2,742
NPV	€ 5.554.034
PBT	6
MIRR	13,16%

Table 18 Parameters for the investment evaluation

where:

- the **ADSCR** (Debt Service Cover Ratio) is the ratio of cash available for debt servicing to interest, principal and lease payments. This parameter measures the ability to produce enough annual cash flow to cover debt service (including lease) payments. The higher this ratio is (significantly greater than 1), the easier it is to obtain a loan.
- The **NPV** (Net Present Value) is the difference between the present value of cash inflows and the present value of cash outflows. NPV is used in capital budgeting to analyse the profitability of a projected investment or project. It is obtained as the algebraic sum of the values of the cash flows generated (incoming and outgoing) by the project itself.
- The **PBT** (Pay Back Time or recovery time) budgeting refers to the period of time required to recoup the funds expended in an investment.

- **MIRR** (Modified Internal Rate of Return) is the percentage measurement of the profitability of an investment: MIRR assumes that positive cash flows are reinvested at the firm's cost of capital, and the initial outlays are financed at the firm's financing cost. By contrast, the traditional internal rate of return (IRR) assumes the cash flows from a project are reinvested at the IRR.

If the heat produced by the plant can be used - for example to heat up offices, houses nearby or for other processes of the agro-industrial company – the calculations will become (assuming a heat value of 40 €/MWh):

- **Revenues:** 1.565.949 €/year
- **Operating expenses and routine maintenance:** -280.000 €/year

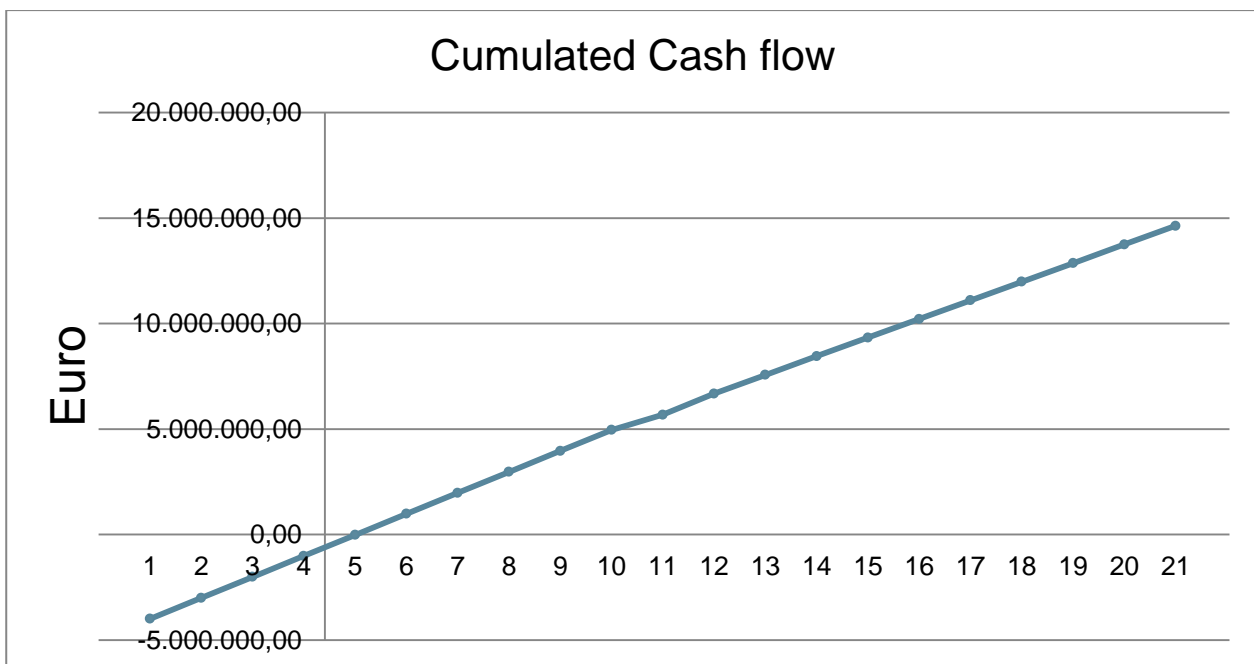


Figure 16 Cash flow for a biogas plant with heat use

ADSCR	3,440
NPV	€ 7.998.632
PBT	5
MIRR	14,84%

Figure 17 Parameters for the investment evaluation

** for the economic analysis, the following assumptions are made:

- 20 years investment horizon
- Taxation on generated earnings: 31.4% (corporate tax (IRES for Italy) 27.5% + Regional tax on productive activities (IRAP for Italy) 3.9%). Possibility of tax credit. Non-deductibility of interest expense.
- Discount rate: 5%
- Depreciation of plant 9% per annum. The depreciation can also apply to the cost of land acquisition.
- 1 extraordinary maintenance during the 10th year (cost of 10% of the plant cost).
- Financing with debt for 10 years at 3% interest rate.

2.2 Biomethane production

2.2.1 Technical characteristics of the plants

A valid alternative to cogeneration is the “purification” of the biogas to obtain methane (biomethane) with the adequate degree of purity to replace natural gas in its most common final uses.

A plant for the production of biomethane able to process the same amount of biomass described in section 2.1 has the following features:

Plant size	250	Sm ³ /hour
Plant cost	4.000.000	€
Cost of connection to the national gas grid or gas tank truck	300.000	€
Operating and maintenance costs	308.000	€/year
Occupied surface	2,0	hectares
Operational annual hours	8.000	hours
Biomethane production	2.010.256	Sm ³ /year

Table 19 Features of a biomethane plant 1 MW equivalent

The plant consists of:

- the tanks where the biomass fermentation takes place (anaerobic digestion) to produce biogas,
- storing rooms where the input biomass and digestate (the by-product material from the anaerobic digester) are stored,

- the control and management systems of the plant,
- a purification system (upgrading) to 'transform' the biogas into biomethane,
- a wagon with gas tanks to bring biomethane to the natural gas grid.

2.2.2 Economic evaluation

To make the economic evaluation it was assumed that the entrepreneur owns the land where the plant will be built the facility and he will cover with his own funds the 40% of the initial investment, asking the remaining 60% to financial institutions lending.

The initial investment is described by the data reported in [Table 20](#):

Plant cost	4.300.000	€
Cost of land	0	€
Own capital	1.720.000	€
Bank financing	2.580.000	€
Rate of financing	3%	€
Duration of funding	10	years

Table 20 Investments for the plant realisation

A small part of the biomethane produced must be used to keep warm the digester. The residue can be injected into the natural gas grid mainly in two ways (as provided by the DM December 5, 2013).

In the first case a twenty-year contract of sale with the GSE (Energy Services Management) should be signed and the calculation would be:

- **Revenues:** 1.483.501.2 €/year
- **Operating and maintenance expenses:** -308.000 €/year

Considering also the bank financing, extraordinary maintenance and taxation following trend of cash flows would be obtained:

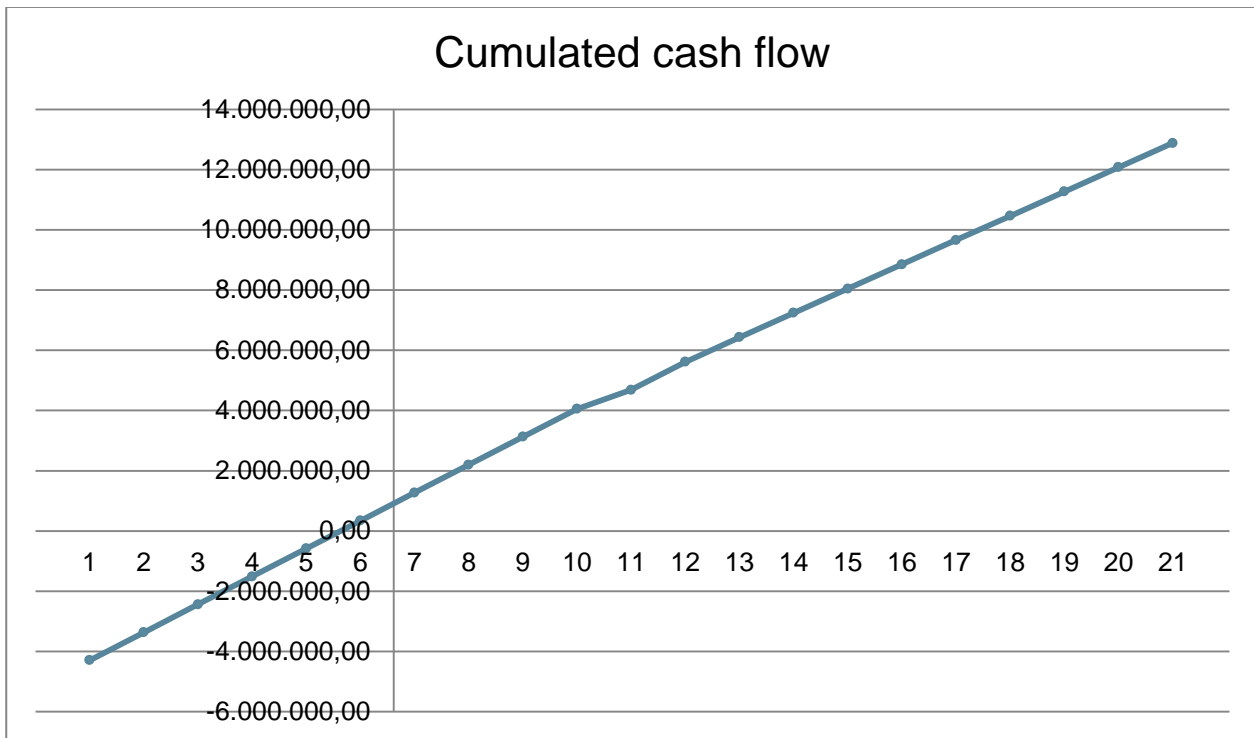


Figure 18 Cash flow for a biomethane plant with national injection

The investment is therefore characterized by the following economic parameters **:

ADSCR	2,970
NPV	€ 6.829.780
PBT	5
MIRR	13,80%

Figure 19 Parameters for the investment evaluation

where:

- the **ADSCR** (Debt Service Cover Ratio) is the ratio of cash available for debt servicing to interest, principal and lease payments. This parameter measures the ability to produce enough annual cash flow to cover debt service (including lease) payments. The higher this ratio is (significantly greater than 1), the easier it is to obtain a loan.
- The **NPV** (Net Present Value) is the difference between the present value of cash inflows and the present value of cash outflows. NPV is used in capital budgeting to analyse the profitability of a

projected investment or project. It is obtained as the algebraic sum of the values of the cash flows generated (incoming and outgoing) by the project itself.

- The **PBT** (Pay Back Time or recovery time) budgeting refers to the period of time required to recoup the funds expended in an investment.
- **MIRR** (Modified Internal Rate of Return) is the percentage measurement of the profitability of an investment: MIRR assumes that positive cash flows are reinvested at the firm's cost of capital, and the initial outlays are financed at the firm's financing cost. By contrast, the traditional internal rate of return (IRR) assumes the cash flows from a project are reinvested at the IRR.

In the second case the biomethane is sold to a fuel distributor, also using through the gas grid. In addition to the sale price an incentive, called CIC (Certificates of biofuel consumption) can be obtained, proportional to the amount of biomethane exchanged, which will lead to:

- **Revenues:** 1.809.838,7 1.483.501.2 €/year
- **Operating and maintenance expenses:** -308.000 €/year

Considering also the bank financing, extraordinary maintenance and taxation following trend of cash flows would be obtained:

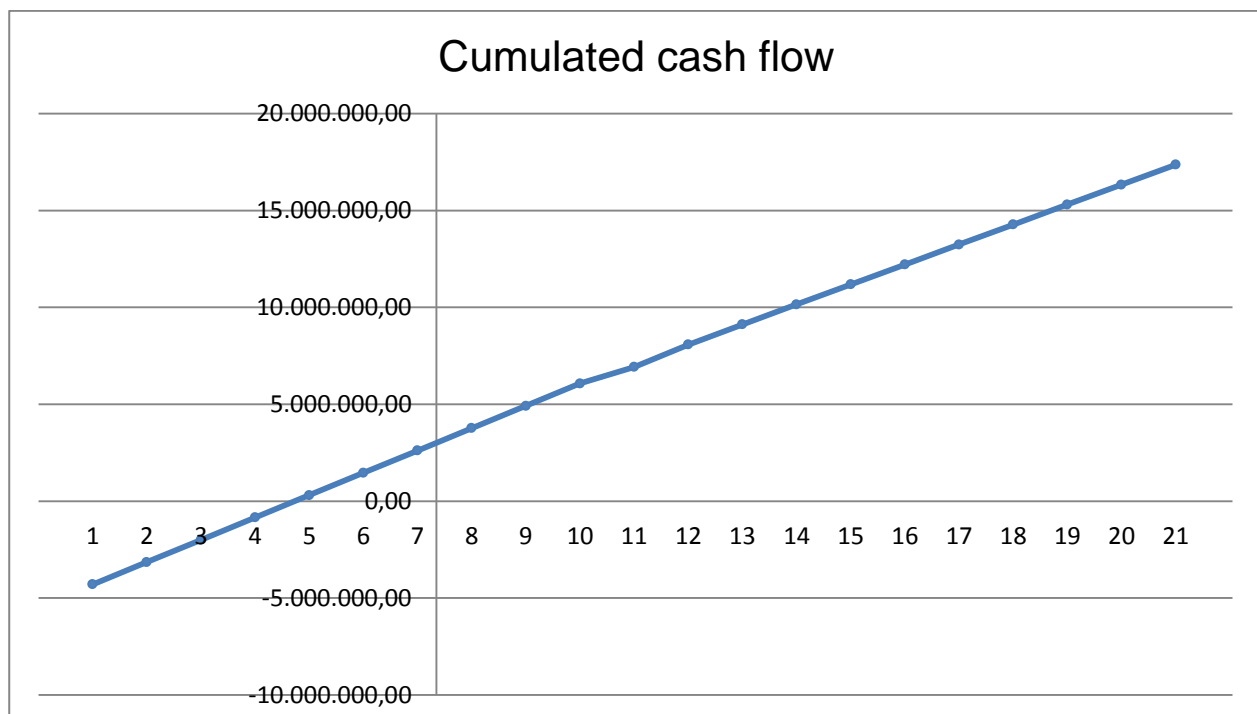


Figure 20 Cash flow for the biomethane plant with CIC incentives

The investment is therefore characterized by the following economic parameters **:

ADSCR	3,711
NPV	€ 9.619.663
PBT	4
MIRR	15,38%

Figure 21 Parameters for the investment evaluation

** for the economic analysis, the following assumptions are made:

- 20 years investment horizon
- Taxation on generated earnings: 31.4% (corporate tax (IRES for Italy) 27.5% + Regional tax on productive activities (IRAP for Italy) 3.9%). Possibility of tax credit. Non-deductibility of interest expense.
- Discount rate: 5%
- Depreciation of plant 9% per annum. The depreciation can also apply to the cost of land acquisition.
- 1 extraordinary maintenance during the 10th year (cost of 10% of the plant cost).
- Financing with debt for 10 years at 3% interest rate.

Deliverable D4.4:

Report on the application of the tool

<i>Work Package:</i>	<i>WP4 – Overcoming fragmentation</i>
<i>Task:</i>	<i>WP4.2</i>
<i>Responsible Partner:</i>	<i>AzzeroCO₂</i>

Document history

Version	Date	Authors	Reviewers
V1	26/01/2017	<i>E.G. Facci (AzzeroCO₂)</i>	<i>S. Drigo (AzzeroCO₂)</i>



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 691875

Table of contents

Premessa.....	4
1. Potenziale delle zone esaminate.....	4
1.1 Potenziale provincia di Ragusa	4
1.1.1 Raccolta dati	4
1.1.2 Potenziale massimo dell'attuale sistema produttivo	5
1.1.2.1 Flussi in ingresso ed in uscita.....	6
1.1.2.2 Analisi ambientale.....	7
1.1.3 Obiettivi raggiungibili.....	8
1.1.3.1 Flussi in ingresso ed in uscita.....	8
1.2 Potenziale provincia di Ancona	10
1.2.1 Raccolta dati	11
1.2.2 Potenziale massimo dell'attuale sistema produttivo	12
1.2.2.1 Flussi in ingresso ed in uscita.....	12
1.2.2.2 Analisi ambientale.....	14
1.2.3 Obiettivi raggiungibili.....	14
1.2.3.1 Flussi in ingresso ed in uscita.....	15
1.3 Potenziale provincia di Salerno	17
1.3.1 Raccolta dati	17
1.3.2 Potenziale massimo dell'attuale sistema produttivo	20
1.3.2.1 Flussi in ingresso ed in uscita.....	20
1.3.2.2 Analisi ambientale.....	22
1.3.3 Obiettivi raggiungibili.....	22
1.3.3.1 Flussi in ingresso ed in uscita.....	23
2. Considerazioni tecniche ed economiche sugli impianti.....	26
2.1 Produzione di Biogas.....	26
2.1.1 Caratteristiche tecniche degli impianti	26

2.1.2	Valutazione economica.....	27
2.2	Produzione di Biometano.....	30
2.2.1	Caratteristiche tecniche degli impianti	30
2.2.2	Valutazione economica.....	30

Premessa

Il report riassume i dati raccolti sulla disponibilità di biomasse di scarto utili alla digestione anaerobica nelle aree in cui verranno effettuati gli eventi di sensibilizzazione. In ognuna delle zone già individuate è stato applicato il tool di calcolo sia per individuare il quantitativo di biogas teoricamente producibile sia per stimare il numero di impianti e la produzione in funzione delle biomasse effettivamente utilizzabili. Il report verrà ampliato con i dati relativi ad altre aree man mano che queste verranno selezionate.

Lo scopo dell'analisi è evidenziare le potenzialità di un territorio e non verificare la fattibilità di un singolo impianto; per questo motivo è stato necessario utilizzare una versione modificata del tool presente nel sito.

Le analisi descritte nei capitoli seguenti riguardano la realizzazione di impianti a biogas ed il regime incentivante valido a dicembre 2017.

1. Potenziale delle zone esaminate

1.1 Potenziale provincia di Ragusa

Secondo il report RSE/50 pubblicato dall'ENEA nel 2010 l'intera Regione è caratterizzata da una grande frammentazione aziendale e da macchinari ed infrastrutture agricole insufficienti o non aggiornate, aspetti che riducono fortemente la redditività. La realizzazione di impianti di digestione anaerobica che aggregino più aziende agricole potrebbe quindi rappresentare una grande opportunità per diversificare le fonti di reddito e migliorare la gestione delle risorse.

1.1.1 Raccolta dati

Nell'anno di analisi del citato report ENEA le coltivazioni che impegnavano più dell'1% della SAU (Superficie Agricola Utile) provinciale erano solo i cereali, la vite, gli agrumi e i mandorli.

	Cereali			Vite (*)		Olivo	Agrumi				Frutta a guscio
	Frumento duro	Orzo	Avena	Uva da tavola	Uva da vino	Olive da olio	Arancio	Mandarino	Clementina	Limone	Mandorlo
Superficie investita (**) (ha)	14 954	932	708	3 000	1 313	8 197	2 773	497	582	496	1 722
Produzioni totali medie 2006 / 07 (tonn)	37 150	4 330	4 000	74 400	17 150	14 900	69 600	9 000	15 980	15 000	5 775

Figura 1 Principali coltivazioni agrarie nella provincia di Ragusa

I sottoprodotti della coltivazione del mandorlo (potature, gusci) non vengono presi in considerazione per la digestione anaerobica perché si ritiene più conveniente il loro sfruttamento energetico attraverso la loro combustione diretta in caldaie a biomassa. Anche i resti delle uve da vino (raspi e vinacce) non sono considerati di interesse in quanto generalmente utilizzati per la distillazione di alcol.

Considerando che per ogni kg di granella di frumento, orzo ed avena raccolta si producono rispettivamente 0,9 0,8 e 2,5 kg di paglia; che mediamente per ogni kg di arance si hanno 0,1kg di residuo (pastazzo) e che si producono 0.6 kg di sansa per kg di olive raccolte le biomasse agricole generate annualmente nella provincia di Ragusa sono riassunte in Tabella 1.

Sottoprodotto	Quantità	
Paglie di cereali	46.899	ton
Sansa	8.940	ton
Pastazzo di agrumi	6.960	ton

Tabella 1 Biomassa agricola residuale nella provincia di Ragusa (rielaborazione dati ENEA)

A questi sottoprodotti vanno aggiunti i reflui zootecnici. A fine 2016 la Banca Dati Nazionale (BDN) dell'Anagrafe zootecnica (aggiornata con cadenza mensile) riportava per la provincia la presenza dei circa 5.800 suini e 77.900 bovini (Tabella 2 Allevamenti in provincia di Ragusa (fonte: Anagrafe zootecnica))

		N capi
Bovini	vitelli	23.530
	rimonta (12-24 mesi)	13.027
	adulti (>24 mesi)	41.350
Suini	Lattonzoli e magroncelli	1.912
	adulti	3.934

Tabella 2 Allevamenti in provincia di Ragusa (fonte: Anagrafe zootecnica)

L'Atlante italiano delle biomasse (ENEA) risulta inoltre la produzione di circa 2.333 tonnellate all'anno di scarti di macellazione.

Infine, la provincia conta circa 295.000 residenti (dato 2001) e una corretta raccolta differenziata dell'umido può portare a circa 23.600 tonnellate di FORSU all'anno.

1.1.2 Potenziale massimo dell'attuale sistema produttivo

Destinando a digestione anaerobica tutti gli scarti, rifiuti e sottoprodotti descritti nel paragrafo precedente si avrebbe a disposizione biomassa sufficiente per realizzare 12 impianti da 1 MW_{el}. La sola frazione organica dei rifiuti urbani è sufficiente per generare una potenza di circa 740 kW_{el}.

1.1.2.1 Flussi in ingresso ed in uscita

Complessivamente i 12 impianti raccolgono la biomassa prodotta nella provincia e che può essere così suddivisa in base alla provenienza:

Tipologia	Quantità	
Reflui zootecnici	1.398.207	ton/anno
Sottoprodotti agricoli*	46.899	ton/anno
Sottoprodotti agroindustria*	18.339	ton/anno
FORSU	23.600	ton/anno

Tabella 3 Biomasse in ingresso agli impianti

*Attenzione: alcuni scarti agricoli e delle industrie agroalimentari possono essere classificati come rifiuti; la valutazione se le biomasse siano o meno rifiuti va fatta caso per caso. Se si ricade in questa condizione la procedura amministrativa di autorizzazione deve esplicitamente prevedere l'uso di rifiuti all'interno dell'impianto.

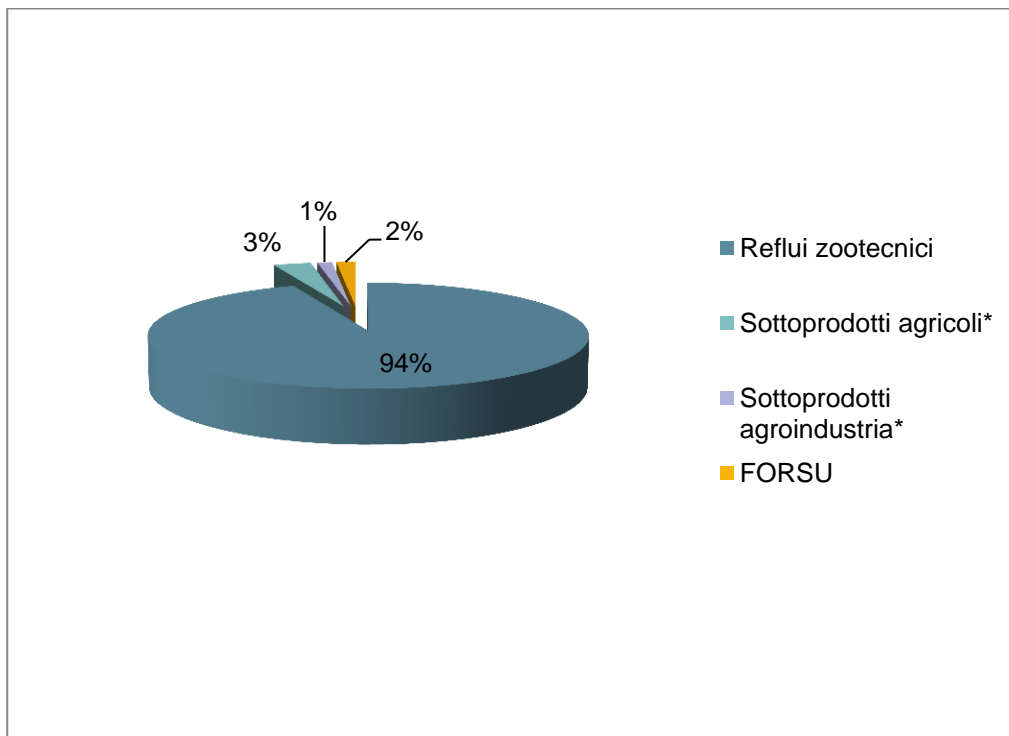


Figura 2 Suddivisione delle biomasse in ingresso agli impianti

Considerando il diverso potere metanigeno delle sostanze, il contributo delle varie biomasse sarà ripartito come in Figura 3.

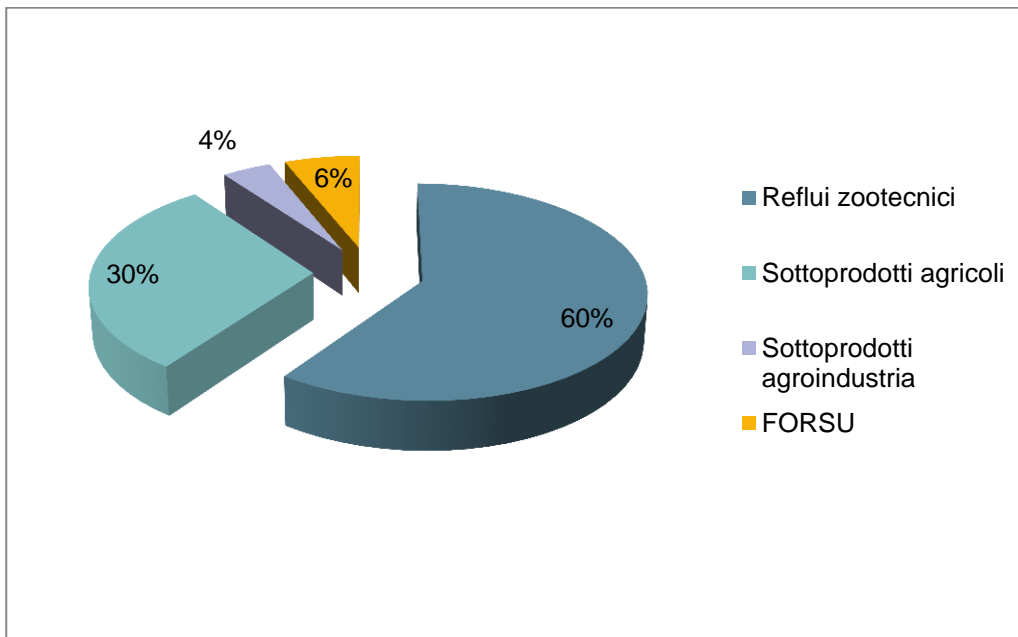


Figura 3 Contributo alla produzione di biogas delle varie tipologie di biomassa

Considerando il numero di impianti possiamo ipotizzare che la biomassa venga prodotta ad una distanza media di 10 km dall'impianto; per trasportarla sono necessari (per ogni impianto) circa 37 viaggi al giorno con un camion da 10 tonnellate di carico. Il numero di viaggi può essere sensibilmente ridotto ubicando gli impianti presso gli allevamenti di bestiame visto che i reflui zootecnici rappresentano la grande maggioranza della biomassa da trasportare. Oltre al biogas i digestori anaerobici produrranno anche 291.950 tonnellate all'anno di digestato che contiene molti nutrienti e può essere utilizzato come ammendante spargendolo nei campi. Come per ogni fertilizzante o ammendante anche nel caso del digestato bisogna porre attenzione alla concentrazione di azoto per rispettare le normative nitrati (91/676/CEE; D.leg 152/2006 e delibere regionali).

1.1.2.2 Analisi ambientale

L'analisi dei gas climalteranti emessi ed evitati dipende, anche se solo in parte, dal tipo di biomassa che si ha a disposizione e dalle distanze. Nel caso particolare del mix di biomasse presenti nella provincia di Ragusa, la realizzazione di ogni impianto permette di produrre 8000 MWh/anno elettrici e 7150 MWh/anno di calore evitando di utilizzare combustibili fossili tradizionali che avrebbero comportato l'emissione di 3.440

tonnellate all'anno di CO₂. Il funzionamento dell'impianto richiede l'utilizzo di camion per il trasporto della biomassa al digestore (distanza media 10 km) e del digestato ai campi dove viene sparso (distanza ipotizzata di 20 km). Considerando anche le emissioni dei camion si può concludere che l'impianto determina una riduzione di 3.330 tonnellate l'anno di CO₂ emesse in atmosfera. Un'ulteriore beneficio ambientale deriva dalla riduzione dei consumi di energia e materie prime necessari alla produzione di fertilizzanti ed ammendanti industriali.

1.1.3 Obiettivi raggiungibili

L'individuazione dei quantitativi di biomasse effettivamente recuperabili e l'analisi delle modifiche alle pratiche agricole per aumentare la disponibilità di biomassa sono molto complesse perché prevedono approfondite analisi del territorio e dispendiosi colloqui con le persone interessate. Possono tuttavia essere fatte delle ipotesi ragionevoli sulla gestione delle risorse per individuare degli obiettivi.

La digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti urbani è considerata una best practice e quindi si ipotizza di riuscire a recuperare tutta la FORSU.

Le paglie dei cereali vengono utilizzate anche per altri scopi come le lettiere degli animali; possiamo comunque ritenere possibile utilizzare circa il 50% della paglia a fini energetici.

Le deiezioni animali vengono normalmente sparse nei campi come ammendante/fertilizzante funzione che può essere svolta anche dal digestato. Si può ipotizzare quindi che solo il 25% non venga avviato a digestione anaerobica per motivi logistici.

I sottoprodotti dell'industria agroalimentare come le sanse, il pastazzo di agrumi e gli scarti di macellazione sono invece interamente recuperabili.

Infine ipotizziamo che, a seguito della realizzazione degli impianti, nel 25% dei campi coltivati a cereali si introduca una seconda coltivazione (colture vernine, ad es. sorgo o triticale) destinata alla produzione di biogas.

1.1.3.1 Flussi in ingresso ed in uscita

Considerando l'introduzione di secondi raccolti in alcuni terreni e l'impossibilità di recuperare parte dei sottoprodotti appena descritte, nella provincia di Ragusa potrebbero essere installati 9 impianti da 1 MW. La suddivisione dei quantitativi di biomassa utilizzata è indicata in Tabella 4 ed in Figura 4.

Tipologia	Quantità	
Reflui zootecnici	1048655	ton/anno
Sottoprodotti agricoli*	23450	ton/anno
Sottoprodotti agroindustria*	18339	ton/anno
Colture vernine (secondo raccolto)	20518	ton/anno
FORSU	23600	ton/anno

Tabella 4 Biomasse in ingresso agli impianti

*Attenzione: alcuni scarti agricoli e delle industrie agroalimentari possono essere classificati come rifiuti; la valutazione se le biomasse siano o meno rifiuti va fatta caso per caso. Se si ricade in questa condizione la procedura amministrativa di autorizzazione deve esplicitamente prevedere l'uso di rifiuti all'interno dell'impianto.

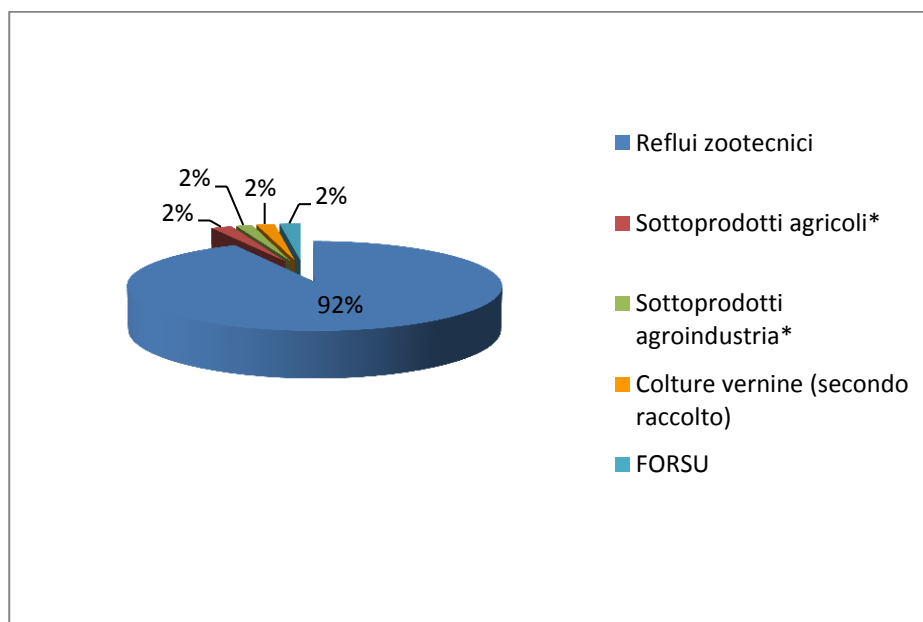


Figura 4 Suddivisione delle biomasse in ingresso agli impianti

Considerando il diverso potere metanigeno delle varie sostanze, il contributo energetico delle varie biomasse sarà ripartito come in Figura 5

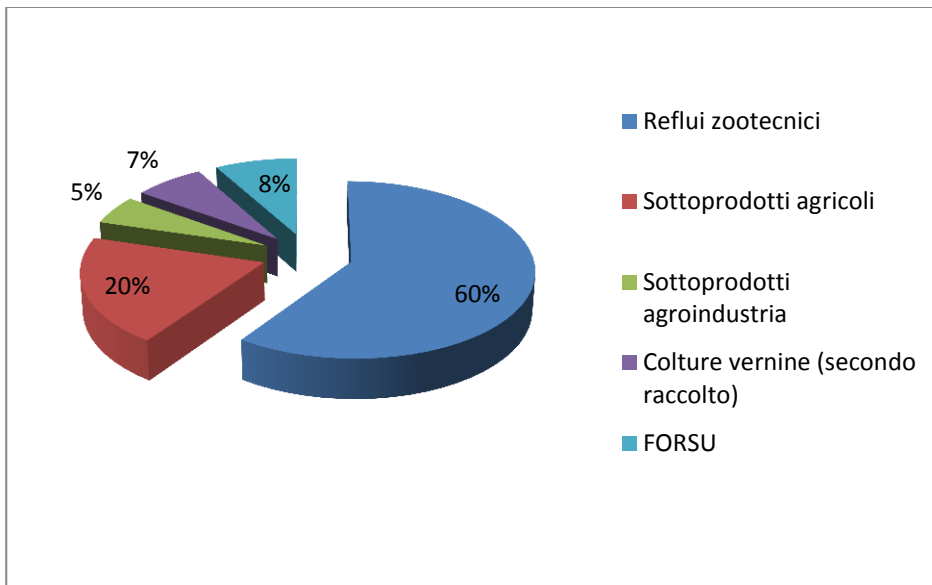


Figura 5 Contributo alla produzione di biogas delle varie tipologie di biomassa

Le considerazioni fatte nel paragrafo 1.1.2.1 sul numero di trasporti necessari per alimentare i digestori rimangono validi. Risulta invece minore la quantità di digestato prodotto che si riduce a circa 238.000 t/anno.

1.2 Potenziale provincia di Ancona

Secondo l'ultimo rapporto (<https://oamarche.wordpress.com/atlante/>) dell' Osservatorio Agroalimentare delle Marche la dimensione media aziendale in termini di SAU è superiore alla media italiana ma inferiore a quella europea (Figura 6). Al pari di quanto succede in Europa e nel resto d'Italia, esiste una tendenza all'incremento della dimensione media aziendale che nel periodo 2000-2007 è aumentata di 1,7 ettari (1,5 ettari in Italia e 3,5 ettari nell'UE-27). Il 6° CENSIMENTO GENERALE DELL'AGRICOLTURA dell'ISTAT registra per il 2010 una lieve diminuzione sia del numero di Aziende agricole sia della superficie media che comunque rimane sufficientemente elevata (circa 10,6 ha per azienda). E' quindi ipotizzabile riuscire a realizzare impianti di digestione anaerobica pur coinvolgendo un numero limitato di aziende.

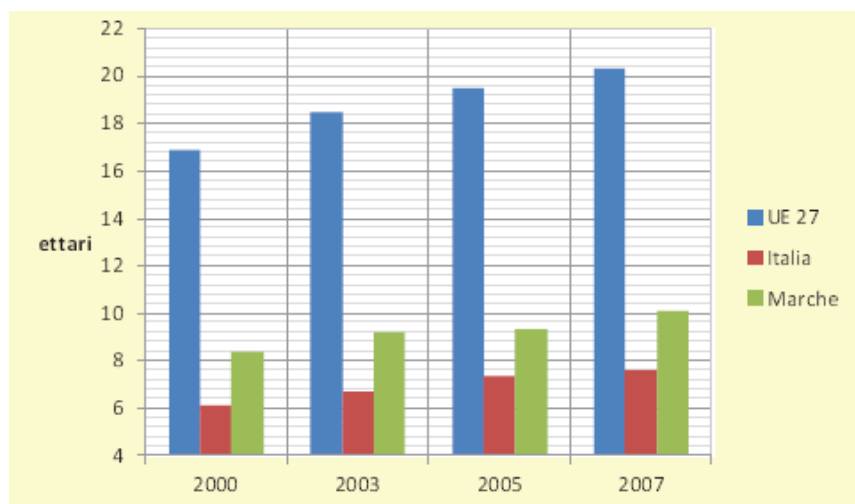


Figura 6 Dimensione media aziendale in termini di SAU (fonte: Rapporto 2012 Osservatorio Agroalimentare delle Marche)

1.2.1 Raccolta dati

Secondo il 6° Censimento Generale dell'agricoltura nella provincia di Ancona ha 114.000 ettari di SAU (poco meno del 25% del totale delle Marche). I terreni dedicati alla coltivazione di cereali da granella in questa provincia sono il 31,5% del totale regionale.

Il rapporto tra la paglia e la granella prodotta è 0,7 per frumento tenero, frumento duro e avena 0,8 per l'orzo, 1,2 per il sorgo e 1,3 per il mais. Complessivamente nella provincia di Ancona vengono prodotte circa 170.500 ton/anno di paglie di cereali (fonte: ENEA RSE 167).

I sottoprodotti derivanti dalle potature di viti, ulivi e delle piante da frutto non vengono presi in considerazione per la digestione anaerobica perché si ritiene più conveniente il loro sfruttamento energetico attraverso la loro combustione diretta in caldaie a biomassa. I resti della spremitura delle uve da vino (raspi e vinacce) non sono considerati di interesse in quanto generalmente utilizzati per la distillazione di alcol.

La produzione di olio di oliva invece è abbastanza rilevante e considerando che si producono 0.6 kg di sansa per kg di olive raccolte le biomasse agricole generate annualmente nella provincia di Ancona sono riassunte in Tabella 5

Sottoprodotto	Quantità	
Paglie di cereali	170.500	ton
Sansa	1.918	ton

Tabella 5 Biomassa agricola residuale nella provincia di Ancona (rielaborazione dati ENEA)

A questi sottoprodotti vanno aggiunti i reflui zootecnici. A fine 2016 la Banca Dati Nazionale (BDN) dell'Anagrafe zootecnica (aggiornata con cadenza mensile) riportava per la provincia la presenza dei circa 27.475 suini e 8.100 bovini (Tabella 6)

		N capi
Bovini	vitelli	2.288
	rimonta (12-24 mesi)	1.951
	adulti (>24 mesi)	3.889
Suini	Lattonzoli e magroncelli	14.771
	adulti	12.704

Tabella 6 Capi di bestiame in provincia di Ancona (fonte: Anagrafe zootecnica)

L'Atlante italiano delle biomasse (ENEA) risulta inoltre la produzione di circa 1.444 tonnellate all'anno di scarti di macellazione.

Infine, la provincia conta quasi 483.000 residenti (dato 2012) e una corretta raccolta differenziata dell'umido può portare a circa 38.600 tonnellate di FORSU all'anno.

1.2.2 Potenziale massimo dell'attuale sistema produttivo

Destinando a digestione anaerobica tutti gli scarti, rifiuti e sottoprodotti descritti nel paragrafo precedente si avrebbe a disposizione biomassa sufficiente per realizzare 17 impianti da 1 MW_{el}. La sola frazione organica dei rifiuti urbani è sufficiente per generare una potenza di circa 1,2 MW_{el}.

1.2.2.1 Flussi in ingresso ed in uscita

Complessivamente i 17 impianti raccolgono la biomassa prodotta nella provincia e che può essere così suddivisa in base alla provenienza:

Tipologia	Quantità	
Reflui zootecnici	200.343	ton/anno
Sottoprodotti agricoli*	170.445	ton/anno
Sottoprodotti agroindustria*	3.362	ton/anno
FORSU	38.640	ton/anno

Tabella 7 Biomasse in ingresso agli impianti

*Attenzione: alcuni scarti agricoli e delle industrie agroalimentari possono essere classificati come rifiuti; la valutazione se le biomasse siano o meno rifiuti va fatta caso per caso. Se si ricade in questa condizione la procedura amministrativa di autorizzazione deve esplicitamente prevedere l'uso di rifiuti all'interno dell'impianto.

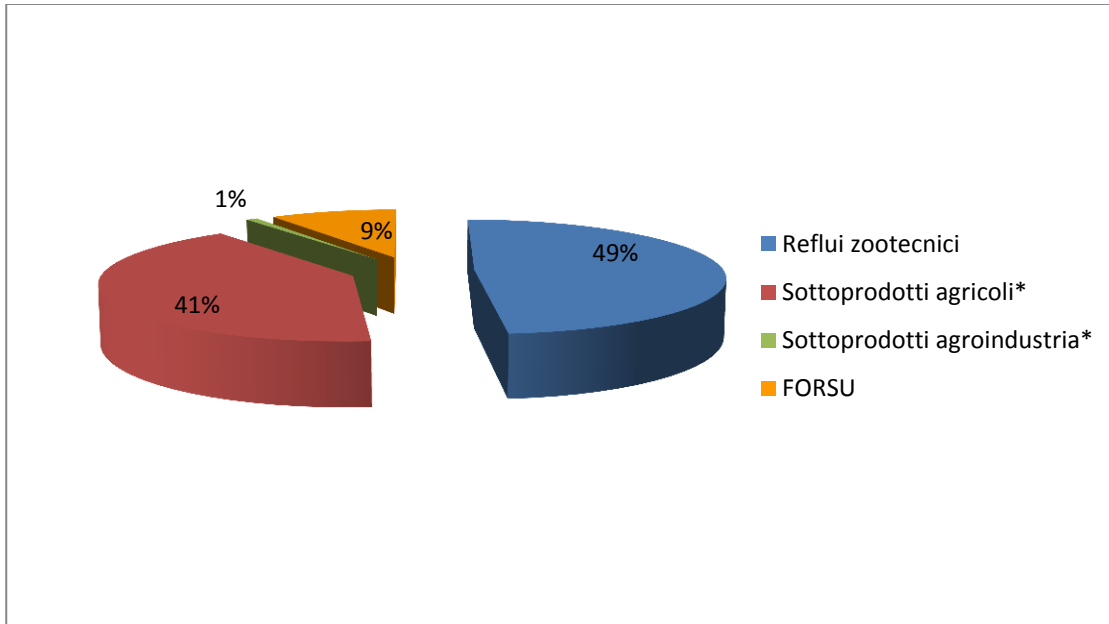


Figura 7 Suddivisione delle biomasse in ingresso agli impianti

Considerando il diverso potere metanigeno delle sostanze, il contributo delle varie biomasse sarà ripartito come in Figura 8

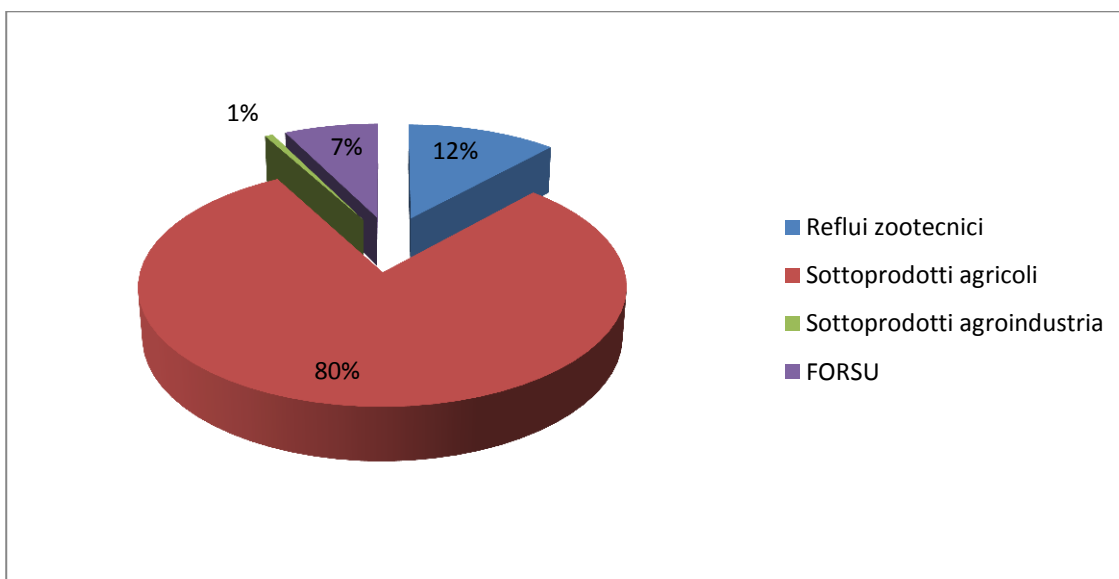


Figura 8 Contributo alla produzione di biogas delle varie tipologie di biomassa

Considerando il numero di impianti possiamo ipotizzare che la biomassa venga prodotta ad una distanza media di 10 km dall'impianto; per trasportarla sono necessari (per ogni impianto) poco più di 7 viaggi al giorno con un camion da 10 tonnellate di carico. Il numero di viaggi può essere sensibilmente ridotto ubicando gli impianti presso gli allevamenti di bestiame visto che i reflui zootecnici rappresentano la grande maggioranza della biomassa da trasportare. Oltre al biogas i digestori anaerobici produrranno anche 225.000 tonnellate all'anno di digestato che contiene molti nutrienti e può essere utilizzato come ammendante spargendolo nei campi. Come per ogni fertilizzante o ammendante anche nel caso del digestato bisogna porre attenzione alla concentrazione di azoto per rispettare le normative nitrati (91/676/CEE; D.leg 152/2006 e delibere regionali).

1.2.2.2 Analisi ambientale

L'analisi dei gas climalteranti emessi ed evitati dipende, anche se solo in parte, dal tipo di biomassa che si ha a disposizione e dalle distanze. Nel caso particolare del mix di biomasse presenti nella provincia di Ancona, la realizzazione di ogni impianto permette di produrre 8000 MWh/anno elettrici e 7150 MWh/anno di calore evitando di utilizzare combustibili fossili tradizionali che avrebbero comportato l'emissione di 3.440 tonnellate all'anno di CO₂. Il funzionamento dell'impianto richiede l'utilizzo di camion per il trasporto della biomassa al digestore (distanza media 10 km) e del digestato ai campi dove viene sparso (distanza ipotizzata di 20 km). Considerando anche le emissioni dei camion si può concludere che ogni impianto determina una riduzione di 3.300 tonnellate l'anno di CO₂ emesse in atmosfera (55.500 tonnellate l'anno per i 17 impianti). Un'ulteriore beneficio ambientale deriva dalla riduzione dei consumi di energia e materie prime necessari alla produzione di fertilizzanti ed ammendanti industriali.

1.2.3 Obiettivi raggiungibili

L'individuazione dei quantitativi di biomasse effettivamente recuperabili e l'analisi delle modifiche alle pratiche agricole per aumentare la disponibilità di biomassa sono molto complesse perché prevedono approfondite analisi del territorio e dispendiosi colloqui con le persone interessate. Possono tuttavia essere fatte delle ipotesi ragionevoli sulla gestione delle risorse per individuare degli obiettivi.

La digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti urbani è considerata una best practice e quindi si ipotizza di riuscire a recuperare tutta la FORSU.

Le paglie dei cereali vengono utilizzate anche per altri scopi come le lettiere degli animali; possiamo comunque ritenere possibile utilizzare circa il 50% della paglia a fini energetici.

Le deiezioni animali vengono normalmente sparse nei campi come ammendante/fertilizzante funzione che può essere svolta anche dal digestato. Si può ipotizzare che, per motivi logistici, solo il 25% venga avviato a digestione anaerobica.

I sottoprodotti dell'industria agroalimentare come le sanse e gli scarti di macellazione sono invece interamente recuperabili.

Infine ipotizziamo che, a seguito della realizzazione degli impianti, nel 25% dei campi coltivati a cereali si introduca una seconda coltivazione (colture vernine, ad es. sorgo o triticale) destinata alla produzione di biogas. Il già citato 6° censimento generale dell'agricoltura riferisce inoltre che nelle marche circa il 39% della SAU è dedicato alla coltivazione di cereali.

1.2.3.1 Flussi in ingresso ed in uscita

Considerando l'introduzione di secondi raccolti in alcuni terreni e l'impossibilità di recuperare parte dei sottoprodotti appena descritte, nella provincia di Ancona potrebbero essere installati 8 impianti da 1 MW ed 1 da 600kW. La suddivisione dei quantitativi di biomassa utilizzata è indicata in Tabella 8 ed in Figura 9

Tipologia	Quantità	
Reflui zootecnici	50.086	ton/anno
Sottoprodotti agricoli*	85.222	ton/anno
Sottoprodotti agroindustria*	3.362	ton/anno
Colture vernine (secondo raccolto)	74.570	ton/anno
FORSU	38.640	ton/anno

Tabella 8 Biomasse in ingresso agli impianti

*Attenzione: alcuni scarti agricoli e delle industrie agroalimentari possono essere classificati come rifiuti; la valutazione se le biomasse siano o meno rifiuti va fatta caso per caso. Se si ricade in questa condizione la procedura amministrativa di autorizzazione deve esplicitamente prevedere l'uso di rifiuti all'interno dell'impianto.

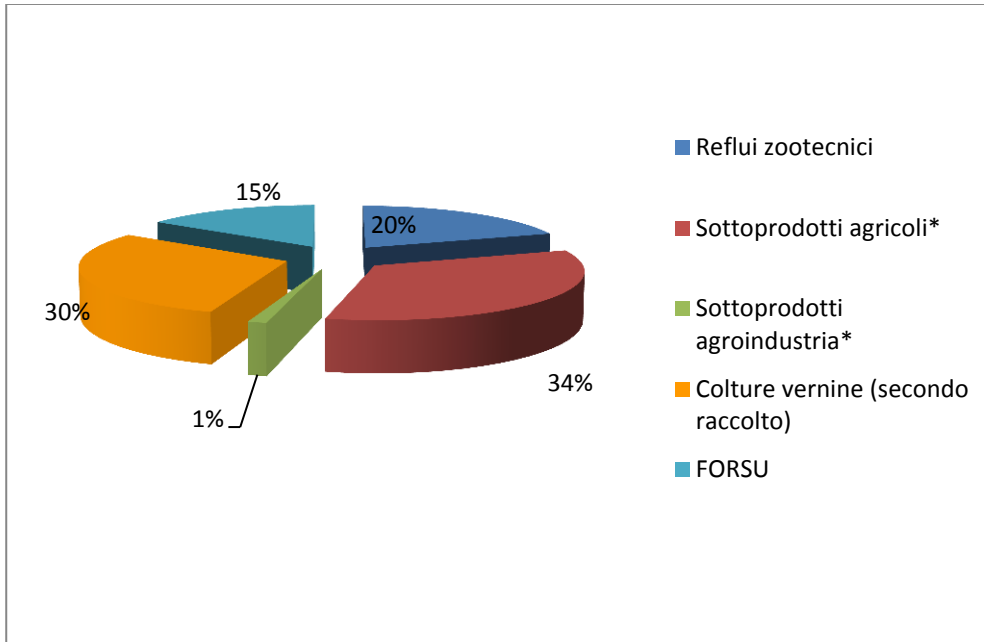


Figura 9 Suddivisione delle biomasse in ingresso agli impianti

Considerando il diverso potere metanigeno delle varie sostanze, il contributo energetico delle varie biomasse sarà ripartito come in Figura 10.

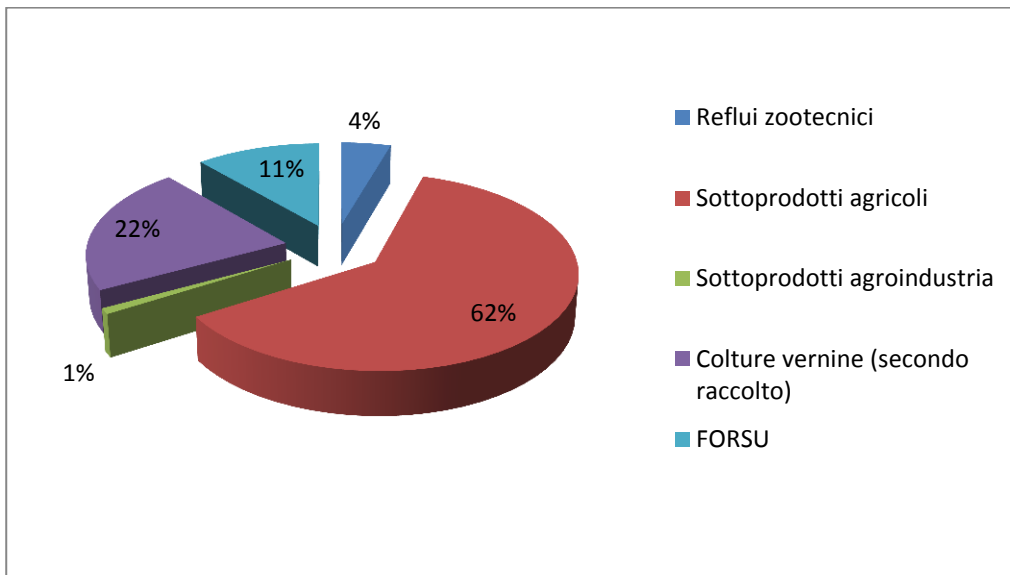


Figura 10 Contributo alla produzione di biogas delle varie tipologie di biomassa

Le considerazioni fatte nel paragrafo 1.2.2.1 sul numero di trasporti necessari per alimentare ogni digestore rimangono validi. Risulta invece minore la quantità di digestato prodotto che si riduce a circa 216.000 t/anno.

1.3 Potenziale provincia di Salerno

Secondo "Il territorio rurale della Campania" pubblicato dalla Regione Campania e che analizza alcuni dei dati del 6° censimento generale dell'agricoltura, le province campane sono caratterizzate da una estrema variabilità sia dal punto di vista geografico ed ambientale che da quello agronomico. Una analisi accurata delle produzioni agricole e dei sottoprodotti disponibili richiederebbe quindi uno studio su base locale; la regione individua infatti 28 distretti con ecosistemi e caratteristiche peculiari.

Complessivamente si può riscontrare una dimensione media delle aziende piuttosto limitata con circa 5 ettari di SAU ciascuna.

La realizzazione di impianti di digestione anaerobica che aggregino più aziende agricole potrebbe quindi rappresentare una grande opportunità per diversificare le fonti di reddito e migliorare la gestione delle risorse.

1.3.1 Raccolta dati

Secondo il portale <http://geostatistica.regione.campania.it/> che rielabora i dati del comparto agricolo ed agroindustriale della regione Campania, in provincia di Salerno ci sono circa 13.900ha ettari coltivati a cereali (compreso il mais) su 47.150ha dedicati ai seminativi e 185.800ha di SAU. Il documento 'Statistiche dell'agricoltura dell'ISTAT elenca, per ogni regione, la producibilità media delle principali coltivazioni.

	superficie coltivata (ha)*	Produzione (t/ha)**	Paglie (ton/anno)	Stocchi (ton/anno)
Frumento tenero	1.942	3,32	5158	
Frumento duro	3.438	3,15	8664	
Segale	63		166	
Orzo	2.167	3,29	5704	
Avena	3.081		8134	
Sorgo	58		153	
Altri cereali	3.586		9467	
Mais	2.715	6,76		20189

Tabella 9 Produzione di cereali in provincia di Salerno (rielaborazione dati ISTAT)

* fonte: <http://geostatistica.regione.campania.it/>

** 'Statistiche dell'agricoltura 2001-2002', ISTAT

Dal computo delle superfici coltivate sono stati volutamente esclusi i campi dedicati al mais in erba e quello a maturazione cerosa (rispettivamente 1.256ha e 3.675ha).

Per i cereali di cui non si conosce la producibilità provinciale si è scelto il valore indicativo di 3,3 ton/ha. Per ricavare i quantitativi di paglia e stocchi si possono cautelativamente considerare 1,1 tonnellate di scarti su tonnellata di granella per il mais e 0,8 per gli altri cereali (fonte: ENEA, RSE50). I dati ottenuti sono riassunti in Tabella 9

Altre coltivazioni significative sono la patata, il pomodoro da industria e le ortive (compreso il pomodoro da tavola). Incrociando i dati del portale Geostatistica con le producibilità indicate nel report ISTAT si ottengono le produzioni e gli scarti indicati in Tabella 10.

	superficie coltivata (ha)*	Produzione (t/ha)**	% scarto**	Scarti (ton/anno)
Patate	210	31,36	12%	812
Pomodoro da industria	797	57,27	2%	942
Altre ortive	9.745	34,48	2%	7.922

Tabella 10 Produzione di patate ed orticole in provincia di Salerno (rielaborazione dati ISTAT)

* fonte: <http://geostatistica.regione.campania.it/>

** 'Statistiche dell'agricoltura 2001-2002', ISTAT

Per la producibilità delle altre ortive è stata considerato un valore medio tra carote, carciofi, cavoli, broccoli, finocchi, pomodori da tavola, fragole, meloni e zucchine.

Rilevante risulta essere anche la coltivazione di alberi da frutto. Escludendo la frutta a guscio (noci, nocciole, mandorle, castagne) i frutteti coprono circa 4.050 ettari distribuiti tra meli, peri, peschi, albicocchi, susini, fichi, nettarine, ciliegi e kiwi. In Tabella 11 vengono riportati i dati di produzione e gli scarti ricavati facendo una media pesata tra quelle delle varie specie arboree.

	superficie coltivata (ha)*	Produzione (t/ha)**	% scarto**	Scarti (ton/anno)
Frutteti	4.054	19,21	5,2%	4.061

Tabella 11 Produzione di frutta in provincia di Salerno (rielaborazione dati ISTAT)

* fonte: <http://geostatistica.regione.campania.it/>

** 'Statistiche dell'agricoltura 2001-2002', ISTAT

I sottoprodotti derivanti dalle potature di viti, ulivi e delle piante da frutto non vengono presi in considerazione per la digestione anaerobica perché si ritiene più conveniente il loro sfruttamento energetico attraverso la loro combustione diretta in caldaie a biomassa. I resti della spremitura delle uve da vino (raspi e vinacce) non sono considerati di interesse in quanto generalmente utilizzati per la distillazione di alcol.

Vi sono circa 42.250 ha coltivati ad olivo da olio (portale geostatistica) che producono 71.400 tonnellate di sansa (al 70% di umidità) (fonte: ENEA RSE 167).

L'Atlante italiano delle biomasse (ENEA) risulta inoltre la produzione di circa 3.390 tonnellate all'anno di scarti di macellazione.

Gli scarti e sottoprodotti delle imprese agricole e dell'industria agroalimentare Salernitana sono riassunti in Tabella 12

Sottoprodotto	Quantità (ton/anno)
Paglie di cereali	37.446
Stocchi di mais	20.189
Scarti di patate	812
Buccette e semi pomodoro	942
Scarti ortive	7.922
Scarti frutta	4.061
Sansa	71.400
Scarti di macellazione	3.392

Tabella 12 Biomasse agricole ed agroalimentari in provincia di Salerno (nostra elaborazione su dati ENEA ed ISTAT)

A questi sottoprodotti vanno aggiunti i reflui zootecnici. A fine 2016 la Banca Dati Nazionale (BDN) dell'Anagrafe zootecnica (aggiornata con cadenza mensile) riportava per la provincia la presenza dei circa 22.958 suini e 145.197 bovini Tabella 13.

		N capi
Bovini	vitelli	101.601
	rimonta (12-24 mesi)	20.761
	adulti (>24 mesi)	22.835
Suini	Lattonzoli e magroncelli	7.308
	adulti	4.153

Tabella 13 Capi di bestiame in provincia di Salerno (fonte: Anagrafe zootecnica)

Infine, la provincia conta quasi 1.105.000 residenti (dato 2012) e una corretta raccolta differenziata dell'umido può portare a circa 88.400 tonnellate di FORSU all'anno.

1.3.2 Potenziale massimo dell'attuale sistema produttivo

Destinando a digestione anaerobica tutti gli scarti, rifiuti e sottoprodotti descritti nel paragrafo precedente si avrebbe a disposizione biomassa sufficiente per realizzare 26 impianti da 1 MW_{el} ed uno da 600kW. La sola frazione organica dei rifiuti urbani è sufficiente per generare una potenza di circa 2,8 MW_{el}.

1.3.2.1 Flussi in ingresso ed in uscita

Complessivamente i 27 impianti raccolgono la biomassa prodotta nella provincia e che può essere così suddivisa in base alla provenienza:

Tipologia	Quantità	
Reflui zootecnici	3.095.337	ton/anno
Sottoprodotti agricoli*	68.557	ton/anno
Sottoprodotti agroindustria*	75.734	ton/anno
FORSU	88.400	ton/anno

Tabella 14 Biomasse in ingresso agli impianti

*Attenzione: alcuni scarti agricoli e delle industrie agroalimentari possono essere classificati come rifiuti; la valutazione se le biomasse siano o meno rifiuti va fatta caso per caso. Se si ricade in questa condizione la procedura amministrativa di autorizzazione deve esplicitamente prevedere l'uso di rifiuti all'interno dell'impianto.

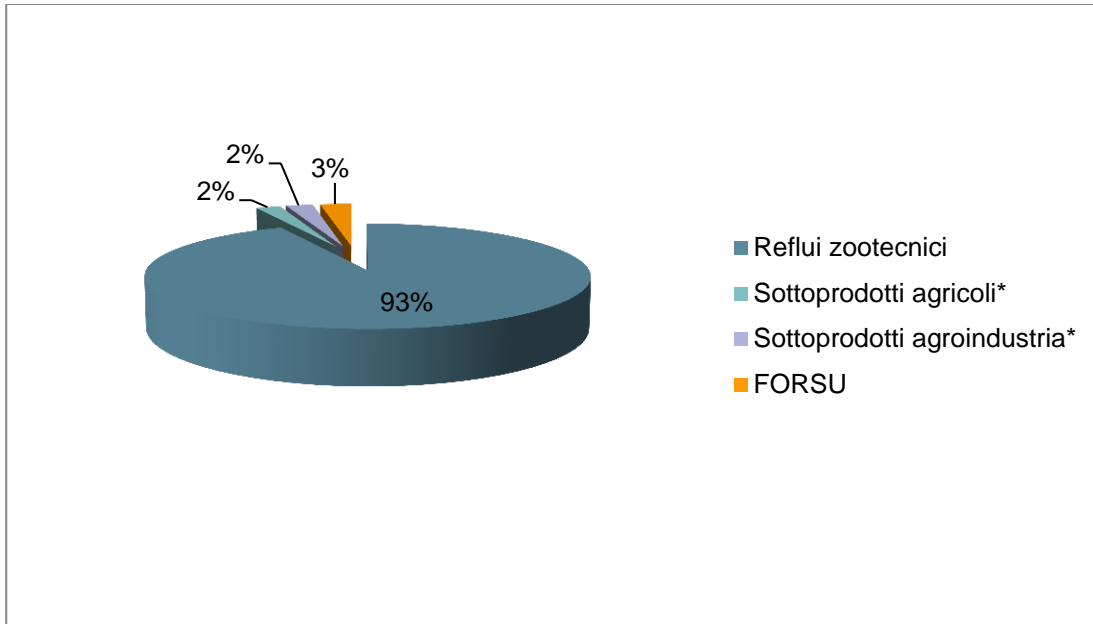


Figura 11 Suddivisione delle biomasse in ingresso agli impianti

Considerando il diverso potere metanigeno delle sostanze, il contributo delle varie biomasse sarà ripartito come in Figura 12 Figura 3.

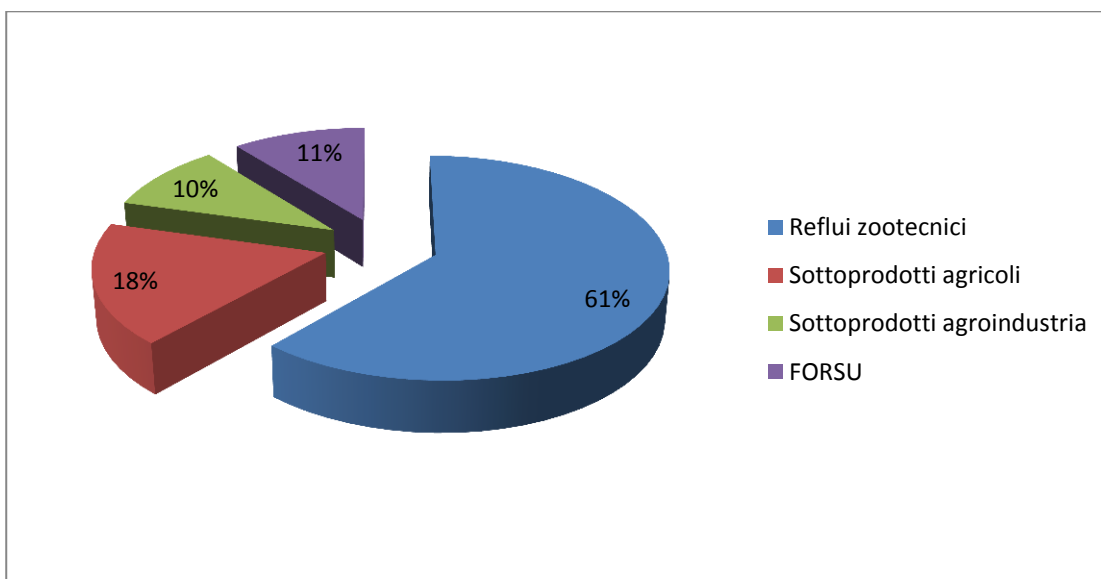


Figura 12 Contributo alla produzione di biogas delle varie tipologie di biomassa

Considerando il numero di impianti possiamo ipotizzare che la biomassa venga prodotta ad una distanza media di 10 km dall'impianto; per trasportarla sono necessari (per ogni impianto) poco più di 37 viaggi al giorno con un camion da 10 tonnellate di carico. Il numero di viaggi può essere sensibilmente ridotto ubicando gli impianti presso gli allevamenti di bestiame visto che i reflui zootecnici rappresentano la grande maggioranza della biomassa da trasportare. Oltre al biogas i 27 digestori anaerobici produrranno anche 619.000 tonnellate all'anno di digestato che contiene molti nutrienti e può essere utilizzato come ammendante spargendolo nei campi. Come per ogni fertilizzante o ammendante anche nel caso del digestato bisogna porre attenzione alla concentrazione di azoto per rispettare le normative nitrati (91/676/CEE; D.leg 152/2006 e delibere regionali).

1.3.2.2 Analisi ambientale

L'analisi dei gas climalteranti emessi ed evitati dipende, anche se solo in parte, dal tipo di biomassa che si ha a disposizione e dalle distanze. Nel caso particolare del mix di biomasse presenti nella provincia di Ancona, la realizzazione di ogni impianto permette di produrre 8000 MWh/anno elettrici e 7150 MWh/anno di calore evitando di utilizzare combustibili fossili tradizionali che avrebbero comportato l'emissione di 3.440 tonnellate all'anno di CO₂. Il funzionamento dell'impianto richiede l'utilizzo di camion per il trasporto della biomassa al digestore (distanza media 10 km) e del digestato ai campi dove viene sparso (distanza ipotizzata di 20 km). Considerando anche le emissioni dei camion si può concludere che ogni impianto determina una riduzione di 3.200 tonnellate l'anno di CO₂ emesse in atmosfera (85.500 tonnellate l'anno per i 27 impianti). Un'ulteriore beneficio ambientale deriva dalla riduzione dei consumi di energia e materie prime necessari alla produzione di fertilizzanti ed ammendanti industriali.

1.3.3 Obiettivi raggiungibili

L'individuazione dei quantitativi di biomasse effettivamente recuperabili e l'analisi delle modifiche alle pratiche agricole per aumentare la disponibilità di biomassa sono molto complesse perché prevedono approfondite analisi del territorio e dispendiosi colloqui con le persone interessate. Possono tuttavia essere fatte delle ipotesi ragionevoli sulla gestione delle risorse per individuare degli obiettivi.

La digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti urbani è considerata una best practice e quindi si ipotizza di riuscire a recuperare tutta la FORSU.

Le paglie dei cereali vengono utilizzate anche per altri scopi come le lettiere degli animali; possiamo comunque ritenere possibile utilizzare circa il 50% della paglia a fini energetici. Si ritiene invece che la maggior parte (l'80%) degli stocchi di mais possa essere utilizzata per la digestione.

Le deiezioni animali vengono normalmente sparse nei campi come ammendante/fertilizzante funzione che può essere svolta anche dal digestato. La provincia presenta un buon numero di dapi di bestiame e si può ipotizzare di poter sfruttare il 70% delle deiezioni lasciando, per motivi logistici, che il resto venga gestito dalle aziende agricole in modo tradizionale.

La produzione di patate e di ortive può essere frammentata in appezzamenti di piccole dimensioni rendendo complesso il recupero di scarti e sottoprodotti. Per queste materie si ritiene quindi utilizzabile solo il 25%. Tutti gli scarti della produzione della frutta sono invece considerati utili alla digestione.

Anche i sottoprodotti dell'industria agroalimentare come le sanse e gli scarti di macellazione e gli scarti della produzione di salsa di pomodoro sono interamente recuperabili.

Infine ipotizziamo che, a seguito della realizzazione degli impianti, nel 25% dei campi coltivati a cereali si introduca una seconda coltivazione (colture vernine, ad es. sorgo o triticale) destinata alla produzione di biogas.

1.3.3.1 Flussi in ingresso ed in uscita

Considerando l'introduzione di secondi raccolti in alcuni terreni e l'impossibilità di recuperare parte dei sottoprodotti appena descritte, nella provincia di Salerno potrebbero essere installati 24 impianti da 1 MW. La suddivisione dei quantitativi di biomassa utilizzata è indicata in Tabella 15 ed in Figura 13Figura 7

Tipologia	Quantità	
Reflui zootecnici	2.166.736	ton/anno
Sottoprodotti agricoli*	39.628	ton/anno
Sottoprodotti agroindustria*	75.734	ton/anno
Colture vernine (secondo raccolto)	125.431	ton/anno
FORSU	88.400	ton/anno

Tabella 15 Biomasse in ingresso agli impianti

*Attenzione: alcuni scarti agricoli e delle industrie agroalimentari possono essere classificati come rifiuti; la valutazione se le biomasse siano o meno rifiuti va fatta caso per caso. Se si ricade in questa condizione la procedura amministrativa di autorizzazione deve esplicitamente prevedere l'uso di rifiuti all'interno dell'impianto.

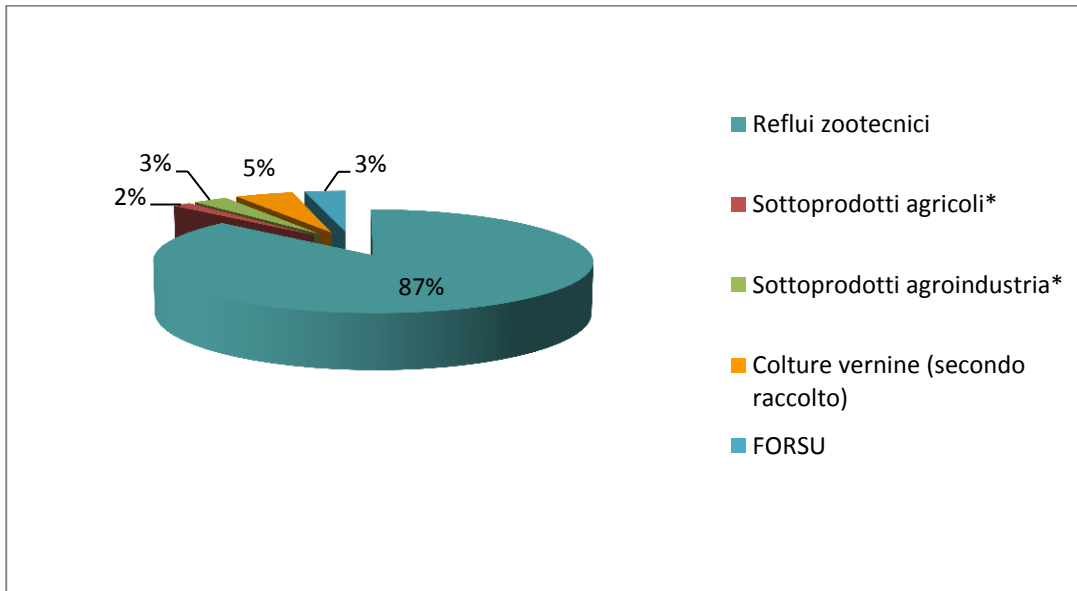


Figura 13 Suddivisione delle biomasse in ingresso agli impianti

Considerando il diverso potere metanigeno delle varie sostanze, il contributo energetico delle varie biomasse sarà ripartito come in Figura 14.

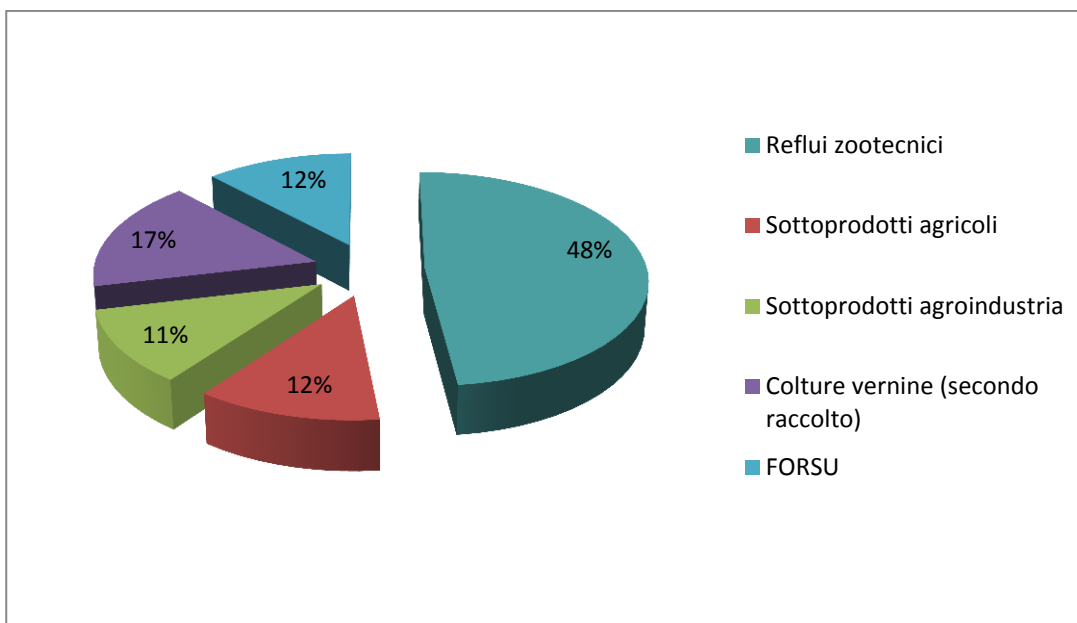


Figura 14 Contributo alla produzione di biogas delle varie tipologie di biomassa

Rispetto alle considerazioni fatte nel paragrafo 1.2.3.1 il numero di trasporti necessari per alimentare ogni digestore si riduce a 31 al giorno. Risulta minore anche la quantità di digestato prodotto che, sommando tutti gli impianti, si riduce a circa 621.000 t/anno.

2. Considerazioni tecniche ed economiche sugli impianti

I quantitativi di FORSU prodotta suggeriscono il suo conferimento in un unico impianto (o massimo due) per provincia e le considerazioni presenti nei paragrafi 2.1 e 2.2 riguardano gli impianti che non utilizzano questo tipo di matrice organica. L'utilizzo della FORSU, rispetto a quanto riportato nei paragrafi seguenti, comporta l'introduzione di alcuni sistemi per il pretrattamento della biomassa e per il contenimento degli odori che rendono il processo più complesso. Il costo dell'impianto risulterà sicuramente più elevato (orientativamente il 50% in più) ma vanno considerati i benefici derivanti dalla migliore gestione dei rifiuti ed in particolare le mancate spese per il conferimento in discarica che, a seconda dei casi, varia da 100 a 140 €/ton.

2.1 Produzione di Biogas

2.1.1 Caratteristiche tecniche degli impianti

Ognuno degli impianti a biogas da 1 MW avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

Taglia impianto	1.000	kW
Costo impianto	4.000.000	€
Costi O&M	280.000	€/anno
Superficie occupata	2,0	ettari
Ore annue di funzionamento	8.000	ore
Biogas prodotto	46.234.000	Sm³/anno
Energia elettrica prodotta	99.173	MWh/anno
Calore utile prodotto	88.620	MWh/anno

Tabella 16 Principali caratteristiche dell'impianto

L'impianto è composto da:

- le vasche dove avviene la fermentazione della biomassa (digestione anaerobica) per produrre il biogas,
- le trincee dove stoccare la biomassa in ingresso e il digestato (il materiale in uscita dal digestore anaerobico),
- i sistemi di controllo e gestione dell'impianto,
- un motore cogenerativo da 1MW che utilizza il biogas per produrre elettricità e calore.

2.1.2 Valutazione economica

Per effettuare una valutazione economica si è supposto che l'imprenditore possieda il terreno su cui realizzare l'impianto e che copra con capitale proprio il 40% dell'investimento iniziale chiedendo in prestito il restante 60% ad istituti finanziari.

L'investimento iniziale viene quindi descritto dai dati di Tabella 17:

Costo impianto	4.000.000	€
Costo terreno	0	€
Capitale proprio	1.600.000	€
Finanziamento bancario	2.400.000	€
Tasso su finanziamento	3%	€
Durata finanziamento	10	anni

Tabella 17 Investimento per la realizzazione dell'impianto

L'impianto produce energia elettrica e calore. L'energia elettrica prodotta viene immessa in rete e remunerata, secondo gli incentivi validi a dicembre 2016, con una tariffa di 160 €/MWh; nel caso in cui si non ci siano utenze termiche in grado di utilizzare il calore si avranno:

- **Ricavi:** 1.280.000 €/anno
- **Spese di gestione e manutenzione ordinaria:** -280.000 €/anno

Considerando anche il finanziamento bancario, la manutenzione straordinaria e la tassazione si otterrà quindi l'andamento dei flussi di cassa cumulati rappresentato in Figura 15:

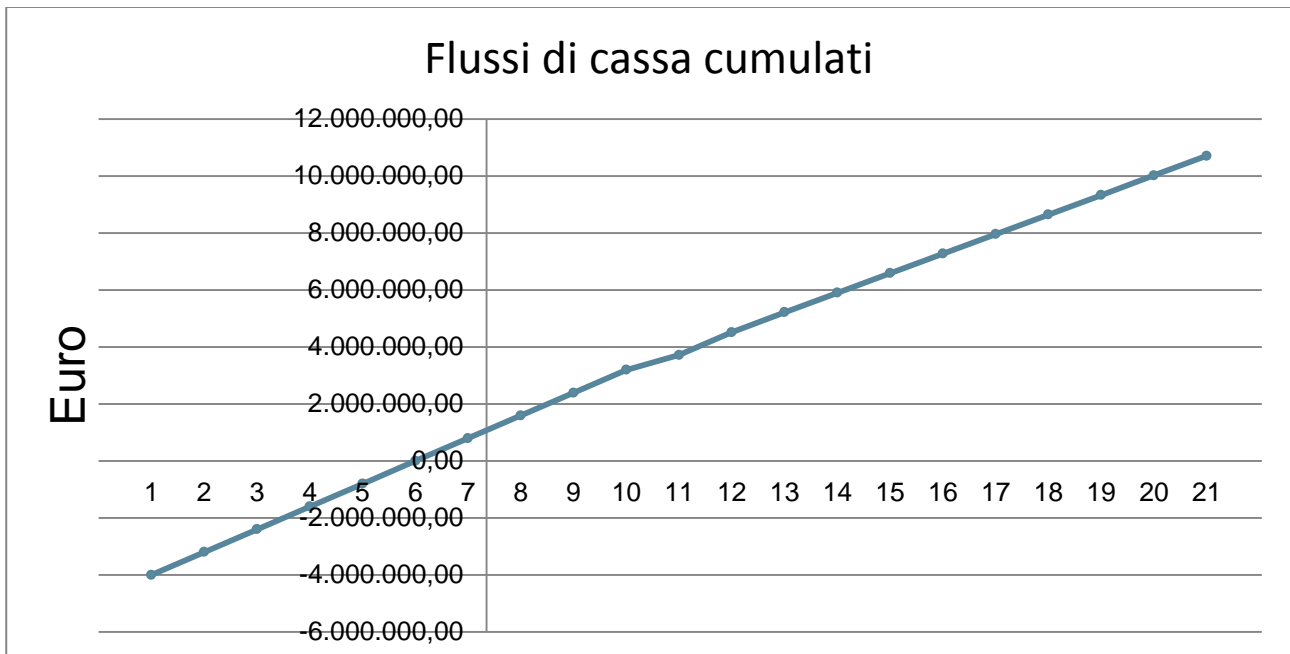


Figura 15 Flussi di cassa per impianto a biogas senza utilizzo del calore

L'investimento è quindi caratterizzato dai seguenti parametri economici**:

ADSCR	2,742
VAN	€ 5.554.034
PBT	6
MIRR	13,16%

Tabella 18 Parametri di valutazione dell'investimento

dove:

- l'ADSCR è il valore medio del Debt Service Cover Ratio. Questo parametro misura la capacità dei flussi di cassa annuali generati di coprire il servizio del debito. Quando questo parametro è significativamente maggiore di 1 le possibilità di ottenere un finanziamento bancario sono più elevate.
- Il VAN (Valore Attuale Netto) misura la redditività di un progetto. Si ottiene come somma algebrica del valore attuale dei flussi di cassa generati (in entrata e in uscita) dal progetto stesso.
- Il PBT (Pay Back Time o tempo di recupero) è il numero di anni necessari per recuperare il capitale investito inizialmente in un progetto attraverso i flussi di cassa.
- Il MIRR (Modified Internal Rate of Return) è una misura percentuale della profittabilità di un investimento.

Se si riesce ad utilizzare anche il calore prodotto dall'impianto - ad esempio per riscaldare degli ambienti o per i processi di un'azienda agroindustriale- si avrà (considerando un valore del calore di 40€/MWh):

- **Ricavi:** 1.565.949 €/anno
- **Spese di gestione e manutenzione:** -280.000 €/anno

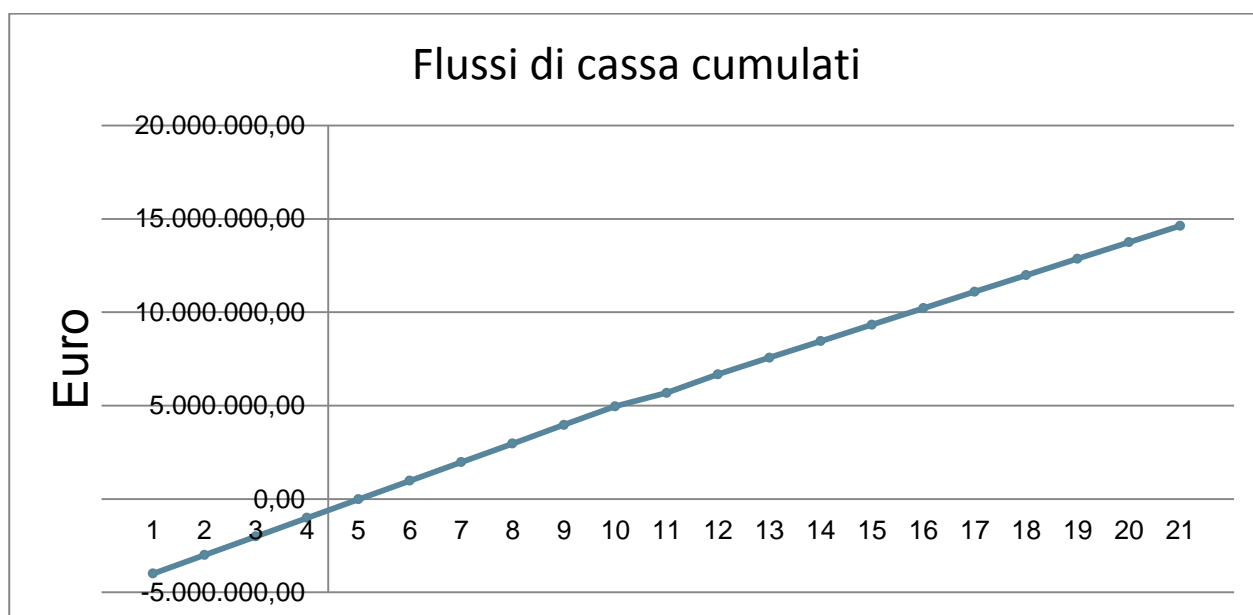


Figura 16 Flussi di cassa per impianto a biogas con utilizzo del calore

ADSCR	3,440
VAN	€ 7.998.632
PBT	5
MIRR	14,84%

Figura 17 Parametri di valutazione dell'investimento

** per l'analisi economica si sono fatte le seguenti ipotesi:

- Durata dell'investimento 20 anni
- Tassazione sui guadagni generati pari al 31,4% (aliquota ordinaria IRES (27,5%) + aliquota ordinaria IRAP (3,9%)). Possibilità di credito d'imposta. Indeducibilità degli interessi passivi
- Tasso di sconto :5%
- Ammortamento degli impianti 9% annuo. L'ammortamento riguarda anche l'eventuale costo di acquisizione del terreno.
- 1 intervento di manutenzione straordinaria al decimo anno (costo pari al 10% del costo dell'impianto).
- Finanziamento con debito per 10 anni al tasso del 3%.

2.2 Produzione di Biometano

2.2.1 Caratteristiche tecniche degli impianti

Una valida alternativa alla cogenerazione è ‘purificare’ il biogas per ottenere metano (biometano) con grado di purezza tale da poter sostituire il gas naturale in tutti i suoi più comuni usi finali.

Un impianto per la produzione di biometano in grado di elaborare le stesse quantità di biomassa di quello descritto nel capitolo 2.1 ha le seguenti caratteristiche tecniche:

Taglia impianto	250	Sm³/ora
Costo impianto	4.000.000	€
Costo connessione alla rete o carro bombolaio	300.000	€
Costi O&M	308.000	€/anno
Superficie occupata	2,0	ettari
Ore annue di funzionamento	8.000	ore
Biometano prodotto	2.010.256	Sm³/anno

Tabella 19 Caratteristiche di un impianto per biometano da 1 MW equivalente

L'impianto è composto da:

- le vasche dove avviene la fermentazione della biomassa (digestione anaerobica) per produrre il biogas,
- le trincee dove stoccare la biomassa in ingresso e il digestato (il materiale in uscita dal digestore anaerobico)
- i sistemi di controllo e gestione dell'impianto,
- un sistema di purificazione (upgrading) per 'trasformare' il biogas in biometano,
- un carro bombolaio per portare il biometano alla rete di del gas naturale.

2.2.2 Valutazione economica

Per effettuare una valutazione economica si è supposto che l'imprenditore possieda il terreno su cui realizzare l'impianto e che copra con capitale proprio il 40% dell'investimento iniziale chiedendo in prestito il restante 60% ad istituti finanziari.

L'investimento iniziale viene quindi descritto dai dati di Tabella 20:

Costo impianto	4.300.000	€
Costo terreno	0	€
Capitale proprio	1.720.000	€
Finanziamento bancario	2.580.000	€
Tasso su finanziamento	3%	€
Durata finanziamento	10	anni

Tabella 20 Investimento per la realizzazione dell'impianto

Una piccola parte del biometano prodotto deve essere utilizzata per mantenere caldo il digestore. Il restante può essere immesso nella rete del gas naturale principalmente secondo due modalità (secondo quanto previsto dal DM 5 dicembre 2013).

Nel primo caso si stipula un contratto ventennale di vendita con il GSE (Gestore dei Servizi Energetici) e si avranno:

- **Ricavi:** 1483501,2 €/anno
- **Spese di gestione e manutenzione:** -308000 €/anno

Considerando anche il finanziamento bancario, la manutenzione straordinaria e la tassazione si otterrà il seguente andamento dei flussi di cassa:

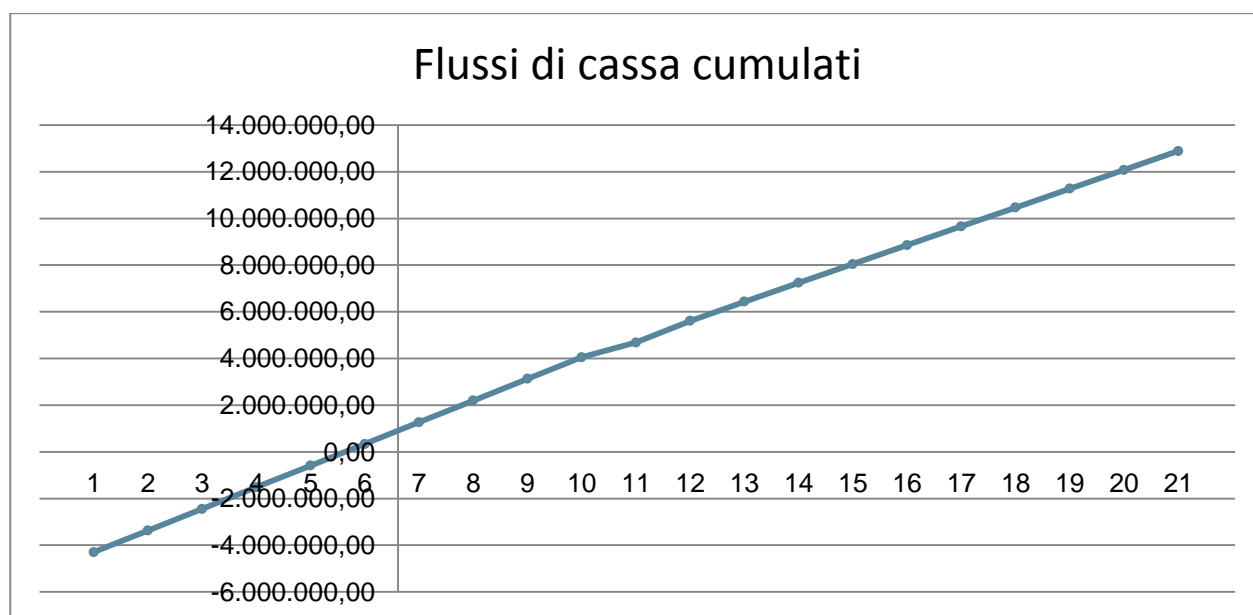


Figura 18 Flussi di cassa per impianto a biometano con immissione in rete del gas prodotto

L'investimento è quindi caratterizzato dai seguenti parametri economici**:

ADSCR	2,970
VAN	€ 6.829.780
PBT	5

In cui

- l'ADSCR è il valore medio del Debt Service Cover Ratio. Questo parametro misura la capacità dei flussi di cassa annuali generati di coprire il servizio del debito. Quando questo parametro è significativamente maggiore di 1 le possibilità di ottenere un finanziamento bancario sono più elevate.
- Il VAN (Valore Attuale Netto) misura la redditività di un progetto. Si ottiene come somma algebrica del valore attuale dei flussi di cassa generati (in entrata e in uscita) dal progetto stesso
- Il PBT (Pay Back Time o tempo di recupero) è il numero di anni necessari per recuperare il capitale investito inizialmente in un progetto attraverso i flussi di cassa.

Il MIRR (Modified Internal Rate of Return) è una misura percentuale della profittabilità di un investimento.

Nel secondo caso si vende il biometano a un distributore di carburante, anche passando attraverso la rete. Oltre al prezzo di vendita si riceverà un incentivo, chiamato CIC (Certificati di Immissione in Consumo di biocarburanti), proporzionale alla quantità di biometano scambiata, che porterà ad avere:

- **Ricavi:** 1809838,7 €/anno
- **Spese di gestione e manutenzione:** -308000 €/anno

Considerando anche il finanziamento bancario, la manutenzione straordinaria e la tassazione si otterrà il seguente andamento dei flussi di cassa:

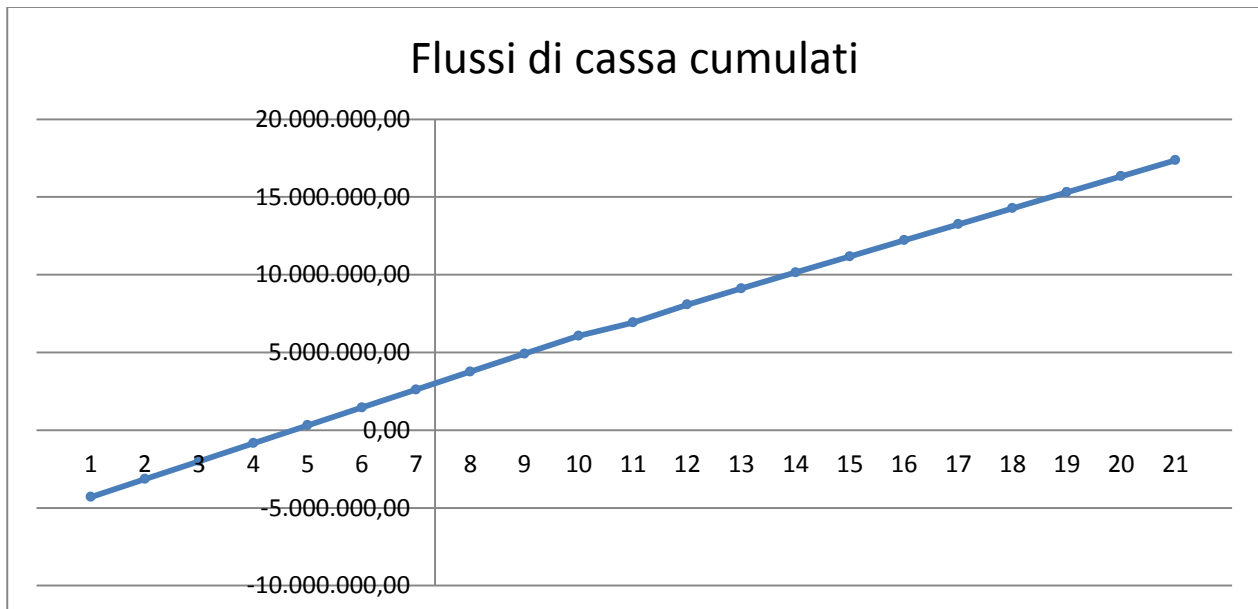


Figura 19 Flussi di cassa per impianto a biometano che richiede Certificati di Immissione in Consumo

L'investimento è quindi caratterizzato dai seguenti parametri economici**:

ADSCR	3,711
VAN	€ 9.619.663
PBT	4
MIRR	15,38%

** per l'analisi economica si sono fatte le seguenti ipotesi:

- Durata dell'investimento 20 anni
- Tassazione sui guadagni generati pari al 31,4% (aliquota ordinaria IRES (27,5%) + aliquota ordinaria IRAP (3,9%)). Possibilità di credito d'imposta. Indeducibilità degli interessi passivi
- Tasso di sconto :5%
- Ammortamento degli impianti 9% annuo. L'ammortamento riguarda anche l'eventuale costo di acquisizione del terreno.
- 1 intervento di manutenzione straordinaria al decimo anno (costo pari al 10% del costo dell'impianto).
- Finanziamento con debito per 10 anni al tasso del 3%.