

PARTE PRIMA: DOCUMENTO CONCLUSIVO DELL'INDAGINE CONOSCITIVA

INDAGINE CONOSCITIVA SU

TITOLO: "Utilizzo delle biomasse per la produzione di Bio-energia: indagine conoscitiva e impatto ambientale sul territorio del Cassinate"

PREMESSA

La 4[^]D dell'IIS CARDUCCI di CASSINO, indirizzo liceo classico, lavorando con l'approccio di una Commissione parlamentare ha condotto un'indagine conoscitiva sul tema dell'uso delle biomasse per la produzione di Bioenergia, con esame dell'impatto ambientale sul territorio del Cassinate.

Conoscere l'alternativa più promettente, dal punto di vista economico, gestionale e ambientale, dell'uso degli scarti alimentari, agricoli e zootecnici per la produzione di energia, tramite processi di bioraffinazione, in un territorio, quale quello del cassinate in cui insistono diverse aziende pubbliche e private che potrebbero beneficiarne, avrà sicuramente un impatto positivo per l'ambiente e per l'intero territorio.

L'uso alternativo degli scarti alimentari andrà ad "alleggerire" gli attuali trattamenti (i.e. discariche, Termovalorizzatore di San Vittore del Lazio), con ulteriore beneficio ambientale per l'intero territorio.

L'indagine conoscitiva si è svolta dal 12/12/2022 al 10/03/2023 con l'acquisizione di notizie, documenti, informazioni, audizioni e sopralluoghi, il tutto in linea con l'articolo 48 del Regolamento del Senato.

Nota metodologica

La Commissione parlamentare, acquisito il consenso del Presidente del Senato, ha condotto l'indagine conoscitiva operando sia in seduta plenaria che attraverso sottocommissioni (verbale 1 sottocommissioni) ed attraverso le seguenti fasi:

- Inquadramento della tematica
- Esame normativo
- Audizioni di 2 docenti della Facoltà di Ing. Ambientale di Cassino, di un responsabile di un impianto di biogas da reflui delle bufale, di un amministratore locale, del DS della scuola. Con le audizioni è stata approfondita la tematica oggetto di indagine conoscitiva, è stato analizzato il processo di trasformazione della biomassa in bioenergia, ci si è confrontati sui pro e contro della produzione, sullo stato dell'arte della raccolta differenziata nei comuni, sull'interesse dei comuni per la biomassa, sul ruolo che la scuola può avere per diffondere buone pratiche e l'uso di fonti rinnovabili (verbali2-6)
- Sopralluogo al laboratorio di ingegneria ambientale di UNICAS dove abbiamo visto e ci sono stati spiegati alcuni processi di trasformazione di biomassa in bioenergia in quel momento in corso (verbale 7)
- Sopralluogo all'impianto Power Rinasce, che opera nella produzione di energia dai reflui delle bufale per poi utilizzata per abbattere l'azoto nei reflui residui riducendone così la tossicità (verbale)
- Raccolta, campionamento ed elaborazione dati:
impianti di biomassa in Italia, sul territorio locale, rifiuti organici raccolti nel 2019 e nel 2021 a Cassino; fabbisogno energetico dell'IIS Carducci, elaborazione dati raccolti e commento
- Proposta progettuale

INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA

La scarsità delle fonti energetiche tradizionali, il loro potere "inquinante", la dipendenza dall'estero, il contrasto ai cambiamenti climatici, gli obiettivi fissati dall'Agenda 2030 hanno portato ad un crescente interesse verso le fonti energetiche rinnovabili fra cui quelle da biomassa. I principi fondamentali della

Costituzione impongono all'uomo il dovere di "tutelare l'ambiente..anche nell'interesse delle future generazioni".

La Direttiva Europea 2009/28/CE definisce la biomassa "la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura ...silvicoltura...pesca..rifiuti industriali e urbani". La biomassa (materia organica) opportunamente trattata può produrre energia (BIOENERGIA)

La bioenergia generata dalla biomassa è considerata "energia pulita", "rinnovabile" ma non inesauribile in quanto la sua produzione è legata al rispetto dei cicli naturali che permettono ai materiali da biomassa di ricostituirsi.

L'attuale assetto normativo nazionale ed europeo, il Piano di Azione sull'energia rinnovabile (PAN) dell'Italia, prevedono come fonte energetica rinnovabile anche la bioenergia da biomassa.

La prima norma europea in tal senso è stata la direttiva 2009/28/CE(RED I) che ha delineato un quadro comune Europeo per la promozione delle rinnovabili, puntando anche a sviluppare la produzione di energia termica da biomasse. Abrogata nel 2018 dalla RED II quest'ultima è stata integrata con la Legge europea sul clima, nel quadro del Green new deal europeo, con la quale è prevista la riduzione dei gas serra di almeno il 55% entro il 2030 e la neutralità climatica entro il 2050

In Italia il D.Lgs 199/21, oltre a disposizioni per l'attuazione degli investimenti in materia di rinnovabili, prevede strumenti di sostegno e promozione delle FER (fonti energetiche rinnovabili) e con l'art 11 disciplina gli "incentivi in materia di biogas e produzione di biometano"

Gli incentivi riguardano i costi di investimento e di esercizio e tengono conto del valore economico dell'energia prodotta. Sono indicati una serie di parametri per il biogas e le biomasse che tengono conto della gerarchia dei rifiuti al fine di evitare indebiti effetti di distorsione sui mercati delle materie prime. Nessun sostegno può essere concesso se non sono stati rispettati gli obblighi in materia di raccolta differenziata stabiliti nella direttiva.

CENTRALI BIOMASSA IN ITALIA E SUL TERRITORIO LOCALE

La Commissione, dalle analisi condotte, ha rilevato che gli impianti a biomassa sul territorio nazionale sono concentrate soprattutto in Lombardia, Veneto, Emilia Romagna e Piemonte con una potenza efficiente lorda generata di 4.105.931 KW.

A confine con il casinate, in provincia di Caserta rileviamo l'impianto Power Rinasce presso cui abbiamo fatto il sopralluogo e l'audizione al responsabile (verbale 4). In provincia di Frosinone, ad Anagni è in via di realizzazione un biodigestore FORSU per la produzione di biogas e biometano, mediante digestione anaerobica di rifiuti organici (umido) provenienti dall'intera provincia. La Conferenza dei servizi nel mese di agosto 2022 ha rilasciato l'Autorizzazione Integrata Ambientale per il progetto presentato. La Commissione stima che il recupero dell'umido dell'intera provincia alleggerirà sicuramente il carico di rifiuti trattati dalla SAF e dal Termovalorizzatore di San Vittore. Di seguito il rendering del biodigestore proposto tratta da fonti giornalistiche locali (l'inchiesta quotidiano on line di agosto 2022)

Fig 1



Dall'audizione al Prof Simone Ionta, Presidente del Consiglio Comunale di Picinisco (piccolo comune della Valle di Comino in cui è diffuso l'allevamento di bestiame e la produzione casearia) è emerso l'interesse del Comune e dei Comuni della Valle di Comino di realizzare consorziandosi, un impianto di produzione di biogas da biomassa (umido, sfalci) utilizzando la struttura di un'ex azienda chimica dismessa. Il progetto per ora è in fase di stallo visti gli elevati costi necessari per la bonifica della struttura di cui i Comuni non dispongono

Dall'audizione è emerso anche che il Comune di Picinisco potenzierà la raccolta differenziata, soprattutto in vista del possibile utilizzo dell'umido, ad oggi non ancora pienamente diffusa e attuata. (verbale 5)

RIEPILOGO DELLE AUDIZIONI E DEI SOPRALLUOGHI

Dalle audizioni con i docenti universitari e dal sopralluogo al laboratorio di ingegneria ambientale la Commissione ha appreso:

fig 2

- La gerarchia di intervento nella gestione dei rifiuti

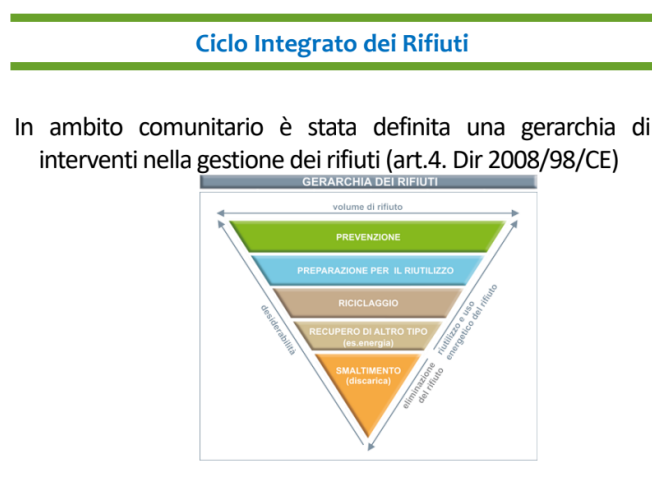


Fig 3

Uso e il recupero dei rifiuti

Applicazioni delle biotecnologie in campo ambientale

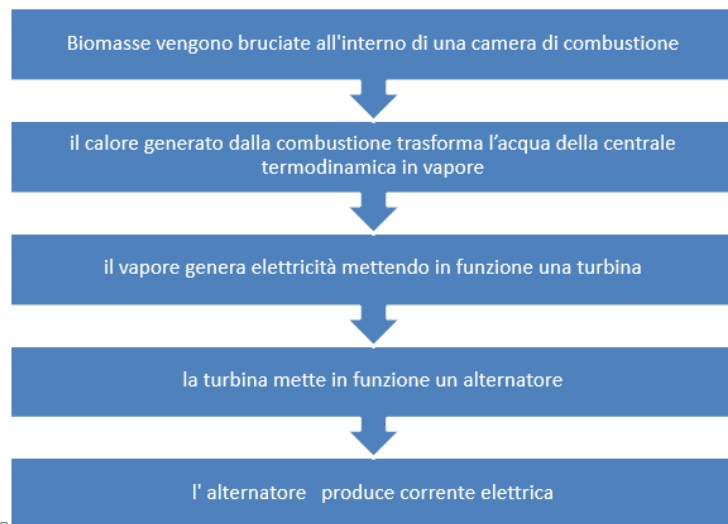


processo di trasformazione

I processi di trasformazione della biomassa in bioenergia sono diversi e variano in relazione alla biomassa ed al prodotto finale da ottenere. Fattori determinanti sono: il rapporto carbonio/azoto e il tenore di umidità alla raccolta.

La produzione di energia elettrica da biomasse avviene attraverso i seguenti passaggi:

fig 4

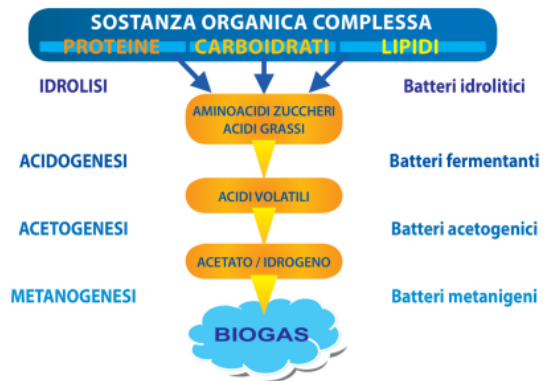


la produzione di metano rende, invece necessaria la creazione di "centrali a biomassa" che mettono in atto un processo di "digestione anaerobica" (verbali 2-3).

La digestione anaerobica consiste nella decomposizione da parte di microrganismi, di sostanze organiche complesse contenute nei vegetali e nei sottoprodotti di origine animale. Il gas prodotto (biogas) è costituito

per il 50 ÷ 70% da metano e per la restante parte soprattutto da CO₂. Inoltre il digestato, (residuo della digestione anaerobica) è un buon fertilizzante. Di seguito una schematizzazione del processo

Fig 5



Il sopralluogo al laboratorio di ingegneria ambientale ha consentito alla Commissione di vedere in corso alcuni processi di trasformazione, i macchinari utilizzati, i risultati ottenuti

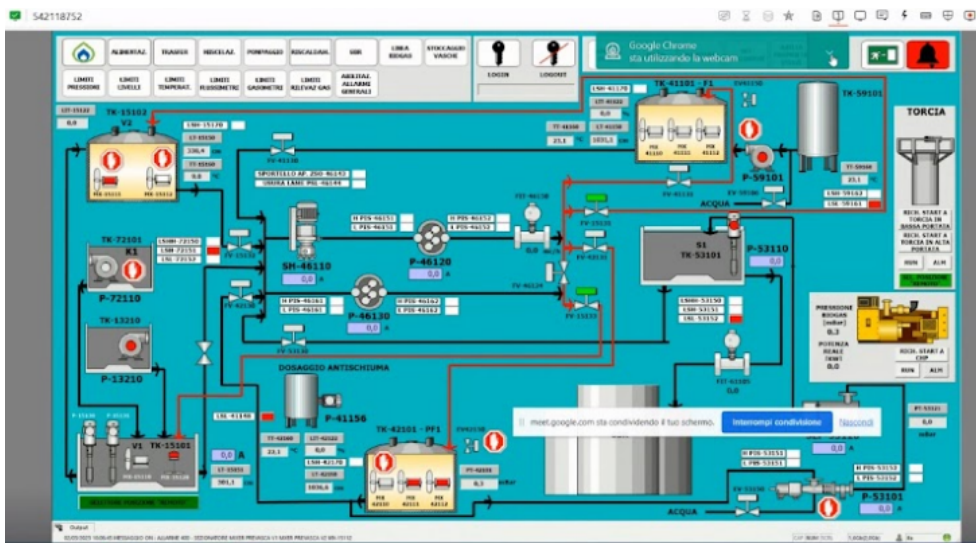
Fig da 6 a 10



La Commissione ha svolto, quindi, un sopralluogo “virtuale” presso l’impianto Power Rinasce che opera nella produzione di energia dai reflui delle bufale per poi utilizzata per abbattere l’azoto nei reflui residui riducendone così la tossicità. Durante il sopralluogo il responsabile dell’azienda ha spiegato il processo posto in essere (verbale 4) e di seguito schematizzato

Foto processo

Fig 11



Impianto fig da 12 a 16





PRO E CONTRO USO DELLA BIOMASSA PER LA PRODUZIONE DI BIONERGIA

La commissione a seguito delle audizioni di esperti e dei sopralluoghi, delle analisi condotti e degli studi fatti ha rilevato i seguenti

Vantaggi nell'uso della biomassa per la produzione di bioenergia:

- è fonte rinnovabile che sfrutta in modo efficace i "rifiuti organici" trasformandoli da "rifiuto" in "risorsa";
- consente continuità nell'erogazione ed è regolabile. Nelle centrali a biomasse è infatti possibile stoccare i materiali per la produzione di energia e quindi regolare e programmare la produzione in base alle necessità.
- con il processo di "digestione anaerobica" si produce: biogas (metano) per il 50 ÷ 70%, si ha un residuo "digestato" che è un buon fertilizzante ad effetto concimante e per la parte restante si genera CO₂
- riduce il problema del loro smaltimento dei rifiuti
- consente di ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e delle fonti "tradizionali" riducendo l'import;
- Il fumo provocato dalla combustione della biomassa ha un basso "potere inquinante" pari al 15% di quello attualmente prodotto da fonti tradizionali;
- La domanda di biomasse può essere soddisfatta ricorrendo anche al recupero di terreni incolti e alla riforestazione delle aree semidesertiche e di scarso valore produttivo.

SVANTAGGI

- Non è una fonte energetica inesauribile, in quanto la produzione di bioenergia è vincolata al rispetto dei cicli naturali che permettono ai materiali da biomassa di ricostituirsi;
- L'uso delle biomasse, soprattutto legnose, porta ad una "deforestazione" a causa della grande quantità di legno necessari per produrre energia.

I sostenitori di questa tesi sostengono che la successiva riforestazione aumenta la quantità degli alberi sul pianeta ma non compensa i danni causati dalla deforestazione, come la perdita della diversità biologica e la

possibile distruzione di interi ecosistemi, oltre al diverso tempo necessario per la riforestazione rispetto alla deforestazione;

- Altro aspetto negativo sono i “costi” del trattamento preliminare per ridurre l’umidità residua, quelli del trasporto, per il cui abbattimento è necessario che le centrali siano situate vicino ai luoghi di produzione delle biomasse. Questo comporta però la realizzazione di centrali di piccole dimensioni con minori economie di scala e di efficienza.

- la fermentazione anaerobica favorisce la produzione di batteri sporigeni anaerobi per cui il processo, se non gestito con oculatezza, può determinare danni ambientali

LA NOSTRA RACCOLTA ED ELEBORAZIONE DATI

La Commissione ha anche proceduto con la raccolta di dati per una indagine e campionamento riferito al territorio locale.

Nello specifico sono stati raccolti dati relativi alla produzione di umido del 2019 e 2021 del territorio di Cassino, al consumo di gas metano della nostra scuola , al calcolo del consumo di energia termica della scuola, al fine di rilevare quanta parte di energia tradizionale consumata può essere sostituita da biogas e bioenergia proveniente da biomassa e quali azioni/proposte/buone pratiche possono essere messe in campo per ridurre gli effetti negativi dell’uso delle fonti tradizionali e favorire il passaggio alle fonti alternative e meno inquinanti.

Con riferimento al Comune di Cassino l’umido raccolto è pari:

tipologia	Quantitativo	
	2021	2019
Quantitativo raccolto e inviato ad impianto di recupero	Ton. 3.721,80	Ton . 2072,86
% di impurità/frazioni estranee	Mediamente 5% del tot del rifiuto conferito	

Con riferimento all’IIS Carducci di Cassino

Fig 17



I consumi di gas sono riportati nella tabella seguente:

Consumi IIS CARDUCCI CASSINO: GAS

Consumi gas IIS Carducci

titolo	consumo
Gas 2022	Mc 62075

Fig 18

Calcolo energia termica

L'energia termica necessaria è stata stimata vista la difficoltà ad avere i dati dall'ente Provincia, ed è pari a circa 53851 Kwh

La commissione, con un sopralluogo nell'istituto ha rilevato:

- la presenza di 50 aule ognuna dotata di 4 plafoniere al led, di un pc e di una LIM
- 5 corridoi dotati mediamente di 2 plafoniere al led

Ha stimato:

- una accensione media di 5 ore al giorno per 6 giorni a settimana
- un consumo medio di ogni plafoniera di 80Wh

Fig 19 e 20

Plafoniere



lim



Considerando gli elementi sopra riportati si ha un fabbisogno energetico di circa 53.851Kwh

I dati raccolti sono stati rielaborati quantificando

- che dall'umido del 2021 di Cassino è possibile ottenere da 1.500.000 a 2.200.000 Kwh di corrente e circa 2.200.000 a 3.300.000 Kwh di energia termica annui pari a circa 120.000 Kwh mensili di energia elettrica e 186.000 di termica;
- che i consumi annui di energia elettrica e termica dell'IIS Carducci potrebbero essere coperti con l'umido di 1 mese prodotto dal territorio cassinatese;

LA NOSTRA PROPOSTA

La Commissione,

preso atto di quanto esposto; che il presupposto per l'impiego ottimale della biomassa per la produzione di bioenergia è che il "rifiuto organico" sia "correttamente differenziato" per non ridurre la resa energetica; che dall'audizione del DS (verbale 6) emerge che la DS ha riconosciuto l'alta valenza della tematica, ha condiviso con noi che la scuola è il luogo ideale per diffondere le buone pratiche, sensibilizzare verso la corretta differenziata, il risparmio energetico, l'uso di fonti alternative e si è dimostrata disponibile a supportarci in attività informative

PROPONE:

- CHE IL GOVERNO

o individui strumenti (finanziamenti/premialità) per favorire gli enti pubblici nella realizzazione di impianti a biomassa

o individui strumenti di penalizzazioni/sanzioni per i comuni che non attuano una completa "differenziazione dei rifiuti"

o avvii campagne di informazione e sensibilizzazione, soprattutto ed in collaborazione con le scuole, per promuovere comportamenti responsabili nei confronti dell'ambiente e della corretta gestione dei rifiuti;

o intervenga con iniziative legislative finalizzate

-alla concessione di premialità (minore TARSU) per le famiglie, imprese che lavorano alimenti, che differenziano correttamente i rifiuti consentendo il pieno riutilizzo dell'umido;

- all'inserimento nei programmi didattici scolastici di momenti informativi e formativi sulla corretta gestione dei rifiuti, sul risparmio energetico, sulle fonti alternative da biomassa;

-al monitoraggio costante dell'aria in prossimità dell'impianto di biomassa,

Relativamente al TERRITORIO LOCALE E ALL'IMPIANTO DI PROSSIMA REALIZZAZIONE ad Anagni si propone:

o La costituzione di un tavolo tecnico territoriale provinciale con tutti i comuni della provincia;

o un ristoro ai Comuni (in termini di energia prodotta) in proporzione all'umido conferito

- CHE SCUOLE E UNIVERSITÀ:

Pongano in essere buone pratiche di "corretta differenziazione" dei rifiuti anche e soprattutto per quanto riguarda l'umido e svolgano un ruolo di sensibilizzazione sul tema

PARTE SECONDA: VERBALI ALLEGATI

Si riportano di seguito i verbali delle audizioni e dei sopralluoghi

VERBALI AUDIZIONI E SOPRALLUOGHI

VERBALE N.1 - FORMAZIONE SOTTOCOMMISSIONI

La commissione si è riunita in data 12/12/2022 per iniziare l'analisi della tematica e definire l'approccio metodologico decidendo di operare anche attraverso sottocommissioni che sono state individuate come segue:

SOTTOCOMMISSIONE N.1

Referente: Lelio Graniero

Componenti: Davide Visciotti, Giuseppe Flavio Venturi, Leo Pinchera, Luca Moretti, Vincenzo Giuseppone, Lelio Graniero

SOTTOCOMMISSIONE N.2

Referente: Giorgia Orlandi

Componenti: Alessia Lamberti, Elisa Di Donato, Silvia Porta, Giorgia Orlandi

SOTTOCOMMISSIONE N.3

Referente: Elsa Cascarino

Componenti: Alice Valente, Chiara Maria Consales, Laura De Filippis, Serena Neri, Elsa Cascarino

SOTTOCOMMISSIONE N.4

Referente: Irene Lato

Componenti: Camilla Carnevale, Gaia Macera, Ludovica Fontana, Irene Lato

Verbale 2

AUDIZIONE PROF.SSA ALESSANDRA PERNA DOCENTE ING AMBIENTALE UNIVERSITA' DI CASSINO

Il giorno 02/02/2023 la sottocommissione 2 che si occupa del processo di trasformazione anaerobica ha proceduto con l'audizione della Prof.ssa Alessandra Perna presso il dipartimento di Ingegneria Ambientale dell'Università di Cassino e del Lazio Meridionale

Inizialmente abbiamo introdotto alla professoressa l'argomento del "Progetto - Concorso Senato Ambiente" specificando la tematica che il nostro gruppo doveva trattare ovvero il processo di digestione anaerobica.

Successivamente abbiamo posto alla prof.ssa Perna le seguenti domande:

"Secondo lei la digestione anaerobica è un modo realmente efficiente per far circolare l'energia?"

"Secondo lei sarà possibile sostituire gran parte dell'energia fossile con quella ricavata dalle biomasse?"

"Secondo lei l'uomo potrà fare un lavoro sufficiente per diminuire il più possibile l'impatto negativo sull'ambiente?"

La professoressa ha risposto alle nostre domande dicendoci, in primis, che tutti i processi sono utili ed efficienti per ricavare energia, a condizione che questi siano utilizzati nel modo corretto. Successivamente ci ha dato delucidazioni riguardo la seconda domanda spiegandoci che a livello globale ci sono ancora delle discussioni in corso riguardo questo argomento in quanto al momento le fonti rinnovabili più utilizzate sono l'idroelettrica, l'eolica e quella solare di conseguenza l'energia ricavata dal biogas costituisce solo una piccola percentuale delle energie utilizzate nel mondo. Quindi investendo del tempo e denaro la nostra nazione potrebbe davvero aiutare l'ambiente con queste fonti alternative in quanto stando ai dati relativi agli impianti attivi nel nostro paese (circa 2.700) la produzione copre poco meno del 6% del fabbisogno energetico nazionale.

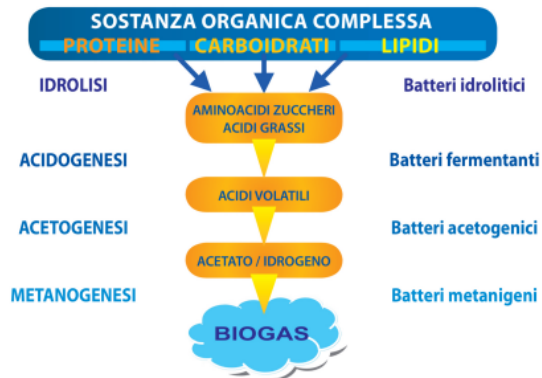
La Prof.ssa ci ha, quindi, illustrato il funzionamento del processo di fotosintesi e come da questo ci siano comunque emissioni di CO₂ a prescindere dall'azione antropica ma anche come queste siano poi utili al processo chimico e successivamente ci ha spiegato inoltre che il problema principale non sono neanche le industrie oppure i tanto demonizzati termovalorizzatori ponendoci come esempio quello nella zona limitrofa al territorio di Cassino nei pressi di San Vittore del Lazio, in quanto questi sono dotati di specifici metodi per limitare l'emanazione di CO₂. Il reale problema c'è invece a livello domestico in quanto non ci sono particolari filtri per limitarne l'emissione e ne abbiamo un bisogno piuttosto elevato, ciò è stato ulteriormente evidenziato dal rincaro dei costi causato dal conflitto tra Russia e Ucraina.

La Prof.ssa ci ha successivamente spiegato che la digestione anaerobica consiste nella demolizione da parte di microrganismi, di sostanze organiche complesse contenute nei vegetali e nei sottoprodotti di origine animale. Il gas prodotto (biogas) è costituito per il 50 ÷ 70% da metano e per la restante parte soprattutto da CO₂. Impianti a digestione anaerobica possono essere alimentati mediante residui ad alto contenuto di umidità, quali le deiezioni animali, i reflui civili, i rifiuti alimentari e la frazione organica dei rifiuti solidi urbani.

Gli impianti di digestione anaerobica possono essere "continui" (sono i più comuni) i quali possiedono dispositivi meccanici o idraulici atti a mescolare il materiale e "discontinui" o batch, impiantisticamente più semplici ma con lo svantaggio di emettere odori e di possedere cicli di svuotamento problematici.

Il tempo di permanenza della biomassa in un digestore varia in funzione della quantità di materiale da trattare, del tipo di materiale e della temperatura di esercizio.

Di seguito una schematizzazione del processo



Inoltre il digestato, che è il residuo della digestione anaerobica (di composizione e consistenza variabile in funzione della biomassa in entrata e dalla conduzione dell'impianto) è un buon fertilizzante ad effetto concimante più o meno pronto a seconda della sua origine.

Altro vantaggio della digestione anaerobica riguarda l'azoto organico che viene "liberato" e rilasciato come azoto minerale (ammonio), conferendo al digestato proprietà di fertilizzante a "pronto effetto".

Altro beneficio nell'utilizzo del digestato riguarda la riduzione delle emissioni di gas serra (riduzione delle emissioni di CO₂ e di N₂O)

La Prof.ssa Alessandra Perna è stata molto contenta del nostro interessamento alla tematica e molto disponibile nel rispondere alle nostre domande

VERBALE n. 3 AUDIZIONE AL PROF. MARCO RACE

Il giorno 20 febbraio 2023, alle ore 11.15 la sottocommissione 3 ha effettuato l'audizione al prof. Marco Race, docente della facoltà di Ingegneria ambientale dell'Università di Cassino, considerato un esperto nel settore.

Presente con noi la prof.ssa Patrizia Taccone nostro referente.

L'audizione si è svolta nel plesso scolastico IIS G. Carducci, al fine di chiedere l'opinione dell'esperto riguardo le fonti rinnovabili e l'energia da biomassa.

Come prima cosa abbiamo posto le seguenti domande al professore:

- Quali sono secondo Lei i vantaggi e gli svantaggi delle fonti convenzionali e di quelle non convenzionali?
- L'energia da biomassa, potrebbe essere una soluzione per ridurre l'inquinamento ambientale?
- Secondo lei, in futuro, arriveremo mai ad utilizzare soltanto le fonti rinnovabili?
- Gli impianti delle fonti convenzionali inquinano?

Il professore ci ha esposto le sue considerazioni a riguardo:

- Credo sia più appropriato parlare di fonti rinnovabili o non rinnovabili. Il principale vantaggio che proviene dalle fonti rinnovabili è il miglioramento della qualità dell'aria e, quindi, la mitigazione dei cambiamenti climatici. Tra gli svantaggi potremmo citarne alcune a differenza della tipologia della fonte in esame, quindi abbiamo la necessità di vaste aree di suolo (nel caso del solare) o alterazione del paesaggio (eolico) e, attualmente i costi. Infatti le fonti non rinnovabili economicamente risultano essere ancora a buon mercato. Tuttavia, in questo costo non paghiamo i danni ambientali, che non sono pochi.
- L'energia da biomassa è una delle possibili soluzioni. Non potrà essere l'unica, ma sicuramente rappresenta una fonte con elevato potenziale. Inoltre, vi è da considerare che le biomasse che possono essere trattate sono un rifiuto e potrebbero rappresentare un costo per il loro trattamento. Quindi se dovessero produrre energia è solo un vantaggio.
- Sicuramente questa deve essere la direzione, non so quali saranno le tempistiche Ovviamente non possiamo far riferimento al solo sistema Italia o Europa. Ci sono paesi che sono molto più arretrati di noi sull'implementazione delle fonti rinnovabili. Di sicuro chi vivrà in quel momento, se i danni che stiamo lasciando non saranno totalmente irreversibili, vivrà in un mondo migliore.
- Bisogna partire dal presupposto che qualsiasi azione antropica può comportare inquinamento. Tuttavia, il grande svantaggio delle fonti "convenzionali" o non rinnovabili è l'alterazione del ciclo del Carbonio apportando danni irreversibili. Dal punto di vista ambientale negli ultimi decenni si stanno introducendo una serie di sistemi che hanno l'obiettivo delle emissioni 0, speriamo che vengano realizzati presto.
- Per capire a fondo vantaggi e svantaggi occorre considerare che i processi di trasformazione della biomassa in bioenergia sono diversi e variano in relazione alla biomassa ed al prodotto finale da ottenere e possono essere sintetizzati in:
 1. Processi termochimici: combustione, gassificazione e pirolisi. Si basano sull'azione del calore che permette le reazioni chimiche necessarie a trasformare la materia in energia.
 2. Processi biochimici: fermentazione alcolica e digestione anaerobica. Consentono di ricavare energia attraverso reazioni chimiche dovute alla presenza di enzimi, funghi e altri microrganismi che si formano nella biomassa conservata in particolari condizioni.




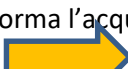


3. Processi chimico-fisici: fermentazione, spremitura o altri processi chimici per l'estrazione degli oli vegetali grezzi e la successiva trasformazione in biocarburanti, come il biodiesel.

La composizione delle biomasse influenza, quindi, la scelta del processo di conversione.

I fattori determinanti sono: il rapporto carbonio/azoto e il tenore di umidità alla raccolta.

Se il rapporto carbonio/azoto è basso e il valore dell'umidità elevato, si utilizzano processi biochimici; in caso contrario sono più adatti i processi termochimici.

La produzione di energia elettrica avviene attraverso un processo che può essere sintetizzato come segue:

Nello specifico le biomasse vengono bruciate all'interno di una camera di combustione, 
il calore generato dalla combustione  trasforma l'acqua della centrale termodinamica in
vapore  e a sua volta il vapore generato  genera elettricità mettendo in
funzione una turbina  che mette in funzione un alternatore  che produce
corrente elettrica.

Con riferimento alla produzione di metano il processo di trasformazione rende necessaria la creazione di "centrali a biomassa" che mettono in atto un processo di "digestione anaerobica".

VERBALE 4

Audizione responsabile impianto di biogas e visita virtuale all'azienda

Nel giorno 2 marzo 2023 si è svolta una audizione a distanza con il Prof Race e con il dottor Andolfi, gestore dello stabilimento Power Rinasce, un impianto del casertano (provincia limitrofa con il casertano) che opera nella produzione di energia dai reflui delle bufale per poi utilizzata per abbattere l'azoto nei reflui residui riducendone così la tossicità. All'audizione ha partecipato l'intera commissione

L'obiettivo dell'impianto è quello di abbattere l'azoto presente nel terreno poiché causa di tumori. La priorità è ridurre la presenza di rifiuti e liquame presenti nel suolo. Da questo smaltimento inizia l'economia circolare, il cui processo è diviso in sottogruppi che a loro volta diventano materia prima della fase successiva. I reflui generano energia elettrica, poi utilizzata per lo step successivo di abbattimento dell'azoto. Il processo di gestione anaerobica è così vantaggioso. L'impianto consuma il 10% della produzione per il carico di azoto. Nonostante ciò non si hanno ancora competenze professionali sul territorio.

L'impianto è importante anche perché nell'allevamento di bufale occorre rispettare 2 norme fondamentali:

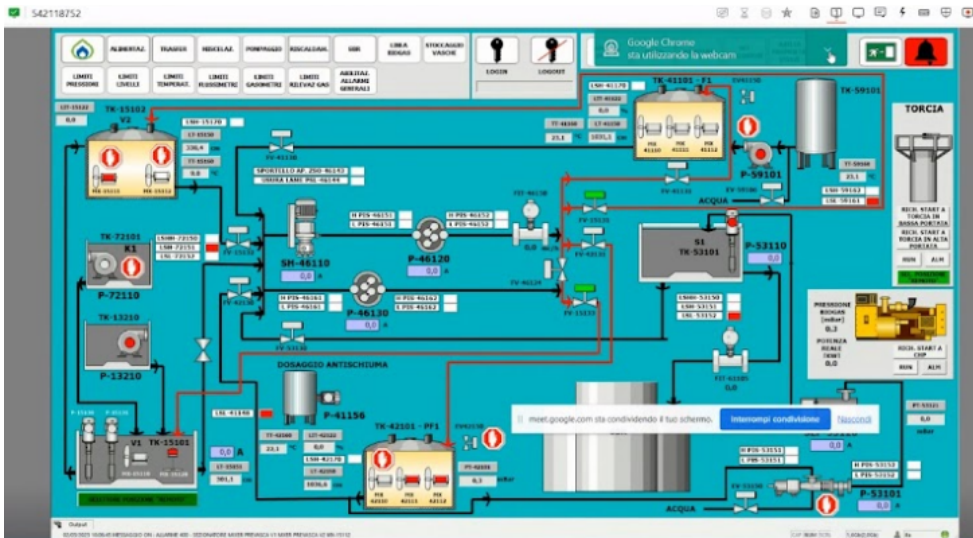
- la densità di bestiame per ettari
- la distribuzione di azoto e liquami nei terreni.

Abbiamo analizzato, inoltre, i vantaggi di questo impianto sull'economia del territorio riscontrando gli effetti sul sociale.

L'impianto biogas ha la finalità di trasformare le sostanze complesse per ottenere letame, sostanze di rifiuti e energia attraverso l'operato di digestori e fermentatori.

Un altro vantaggio di tipo sociale di questo impianto è che occupandosi dello smaltimento di azoto del territorio circostante permette alle aziende limitrofe di lavorare rispettando le normative sull'emissione di azoto.

Durante l'audizione il processo di trasformazione ci è stato spiegato con l'ausilio del seguente schema



Completata l'audizione il responsabile chi ha fatto fare un "sopralluogo a distanza" dell'impianto di cui si riportano alcune foto



VERBALE 5

AUDIZIONE PROF IONTA PRESIDENTE DEL CONSIGLIO COMUNALE DI PICINISCO (Comune limitrofo con il cassinate)

Il giorno 03/03/2023 la sottocommissione 1 ha intervistato il Prof Ionta, Presidente del Consiglio Comunale di Picinisco (piccolo comune della Valle di Comino in cui è diffuso l'allevamento di bestiame e la produzione casearia), Di seguito l'intervista ed alcune immagini

Intervistatore: È propenso all'uso di biomasse sul territorio?

Ionta: Sì penso che sia veramente necessario. Inoltre nella nostra zona si trova il sito di un'industria chimica dismessa e l'idea dell'amministrazione è quella di utilizzare questo vecchio sito per realizzare impianti di questo genere (biomasse) viste anche le risorse boschive del territorio. L'obiettivo è quindi di coinvolgere più comuni cercando di riqualificare questo sito come punto di raccolta per la realizzazione di questo tipo di impianto. Il problema principale per l'amministrazione è provvedere alla bonifica del sito, questo infatti si trova in una parte pianeggiante e meridionale del paese facilmente accessibile, tuttavia il costo della bonifica non è mai stato quantificato; qui si voleva realizzare un impianto di biomasse che sostentasse più comuni limitrofi. Sarebbe opportuno iniziare ad adottare queste soluzioni più ecologiche e rendere più concreta questa idea di sostenibilità finora solo ideata.

Intervistatore: È propenso alla diffusione di informazione sul territorio per quanto riguarda gli impianti di biomassa?

Ionta: Sì, come già detto, ritengo fondamentale per l'amministrazione del territorio promuovere la diffusione, includendo più comuni, di impianti di questo tipo. Bisogna sensibilizzare i cittadini e ricorrere all'utilizzo di risorse di questo genere, sostenibili, per un benessere collettivo, inoltre bisogna educare le generazioni future a questo tipo di soluzioni energetiche.

Intervistatore: Secondo lei è giusto adoperare una migliore raccolta differenziata nella scuola? Perché?

Ionta: Sì, nella scuola specialmente, bisogna sensibilizzare i ragazzi a fare la raccolta differenziata per ridurre l'impatto ambientale che in futuro si presenta insostenibile. Nel nostro piccolo dobbiamo impegnarci anche se è difficile fare una raccolta differenziata attenta; nonostante la sensibilizzazione che stiamo facendo non sia facile puntiamo sempre a questo obiettivo per la nostra scuola.



VERBALE 6

AUDIZIONE AL DIRIGENTE SCOLASTICO DELL'IIS CARDUCCI DI CASSINO

VERBALE AUDIZIONE AL DIRIGENTE SCOLASTICO

Il giorno 3 Marzo 2023 alle ore 10:45 la sottocommissione 4 ha svolto un'audizione con il Dirigente Scolastico dell'IIS G. Carducci di Cassino, Prof.ssa Licia Pietroluongo, considerata un "esperto" nel settore in quanto la scuola costituisce il luogo primario di formazione e informazione, per la diffusione di buone pratiche e della cultura dell'economia circolare e sostenibile.

Presente con noi la Prof.ssa Taccone referente del "Progetto - Concorso Senato Ambiente."

L'audizione si svolge nella presidenza del liceo classico.

Sono presenti tutti i componenti della sottocommissione le studentesse: Carnevale Camilla, Fontana Ludovica, Lato Irene, Macera Gaia.

Inizialmente la Prof.ssa Taccone ha spiegato brevemente alla dirigente l'oggetto del nostro progetto, che ci siamo focalizzati sulle energie da biomassa e sul processo per ottenerle, che abbiamo esaminato la produzione anaerobica con l'aiuto del prof. Marco Race della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Cassino, grazie al quale siamo riusciti anche ad effettuare un sopralluogo al laboratorio di ingegneria ambientale per comprendere meglio l'argomento trattato che insieme a lui abbiamo effettuato un incontro online con il responsabile di un impianto di biomassa da reflui delle bufale della Campania

Successivamente è iniziata l'audizione con la dirigente, alla quale sono state poste le seguenti domande:

- "Ha mai sentito parlare dei vantaggi della produzione anaerobica."
- "Lei è propensa all'uso di un impianto di biomassa sul territorio?"
- "Per quanto riguarda invece la diffusione di informazione sul territorio degli impianti di biomassa cosa ne pensa?"
- "Secondo lei è giusto adottare una giusta raccolta differenziata nella scuola? Perché?"
- "La scuola è dotata di un sistema di controllo della temperatura?"

La dirigente alle domande formulate ha risposto dicendo che per quanto riguarda la produzione anaerobica non è un'esperta in materia, ma che sicuramente il discorso oggi risulta attualissimo poiché ci troviamo nell'ambito delle fonti alternative di energia e la scuola riguardo questi argomenti si trova al centro avendo il compito di educare e diffondere conoscenza.

Relativamente alla seconda e alla terza domanda è propensa sia alla diffusione degli impianti sul territorio sia all'informazione di questi ultimi, se questo è un modo per risolvere il problema dei consumi energetici, poiché quando si parla di energia bisogna sempre tenere presente due aspetti: quello dei costi e quello dell'inquinamento.

Attraverso poi alcune ricerche noi abbiamo visto che i termosifoni sono uno degli aspetti più inquinanti per quanto riguarda l'aspetto ecologico, ma il dirigente scolastico ci ha detto che il controllo della temperatura delle scuole è gestito dalla Provincia. Ci ha poi detto che per quest'anno scolastico c'è stata particolare attenzione proprio riguardo ciò, soprattutto per i costi energetici che sono saliti tantissimo. Inoltre lei crede che sia importante che nasca una cultura anche tra i giovani perché spesso i primi a lamentarsi delle basse temperature sono proprio gli studenti. Quest'anno inoltre nelle nostre sedi c'è stata una sostituzione di una delle caldaie nell'ottica proprio di un risparmio energetico.

Infine in risposta all'ultima domanda la dirigente scolastica ha detto che l'argomento la tocca molto e che sicuramente in passato è stato più trattato, ma man mano il livello di attenzione si è molto abbassato. Sta infatti pensando, insieme agli altri professori, ad un intervento per rialzare la raccolta differenziata, anche se ovviamente attuare una raccolta differenziata nelle scuole è difficile poiché questa viene fatta prima

dalle classi e poi dal personale ATA e la gestione risulta quindi difficile, nonostante ci si stia lavorando molto ultimamente.

La prof.ssa Licia Pietroluongo è stata contenta del lavoro e si è dimostrata propensa ad aiutarci nell'attuazione delle nostre idee.

VERBALE 7

SOPRALLUGO AL LABORATORIO DI INGEGNERI AMBIENTALE DELL'UNIVERSITA' DI CASSINO E DEL LAZIO MERIDIONALE

Giovedì 23 febbraio 2023 alcuni ci siamo recati presso l'Università di Cassino del Lazio Meridionale per visitare il laboratorio di ingegneria dell'acque, sezione di ingegneria ambientale e sanitaria, nel quale ci hanno illustrato sia esperimenti sulla depurazione delle acque reflue e potabili, che sulla produzione di metano dai reflui zootecnici, mediante trattamento anaerobico.

Il primo esperimento riguardava la depurazione delle acque reflue. Tutte le sostanze presenti negli scarichi domestici mediante un sistema di fognatura vengono convogliate negli impianti di depurazione. Tali impianti sono dotati di pretrattamenti, trattamenti primari, secondari e terziari, tuttavia il cuore dell'intero impianto è il processo biologico che si svolge in reattori, definiti vasche. In tali vasche il refluo viene trattato al fine di non scaricare in corpi idrici ricettori sostanze tossiche e "nutrienti"; il trattamento avviene grazie alla presenza di batteri che utilizzano le sostanze nutritive come "alimento" consentendo una rimozione delle stesse fino al rispetto dei limiti di normativa. Inoltre nella linea fanghi, sempre presente negli impianti di depurazione, convenzionalmente si sviluppano i processi di tipo anaerobico; tali processi consentono di avere un fango "stabile", ovvero senza reazioni biologiche spontanee. I trattamenti anaerobici, inoltre, possono essere applicati anche nell'ambito della depurazione di reflui ad alto tenore organico come quelli agro-zootecnici.

L'esperimento visionato possiamo descriverlo nella seguente maniera: all'interno dei digestori anaerobici si inseriscono dei carrier, supporti classici che favoriscono la crescita batterica adesa, e per tale ragione si forma una pellicola biologica. Il vantaggio è che una superficie specifica elevata, equivale ad un maggiore numero di microrganismi e questo permette reazioni più veloci.

Successivamente abbiamo visionato come ricavare il metano. Attraverso un metodo a spostamento del liquido, è stato possibile determinare il volume spostato; la bottiglietta va in sovrappressione va a spostare il liquido presente nella bottiglia. Il liquido che viene spostato, a livello di volume, è pari al metano prodotto. Le bollicine che vediamo, è la produzione di metano che passa in una trappola per rimuovere la CO₂, perché in realtà il processo anaerobico consente di produrre una corrente di biogas con concentrazioni di metano che oscillano tra il 40-60%, il complemento a 100 è tendenzialmente CO₂.

In laboratorio sono state anche esposte tecniche per l'"upgrading" del biogas in metano, ovvero per la rimozione della CO₂, una di queste è mediante l'utilizzo di microalghe. Infatti, le alghe, microrganismi autotrofi possono usare il carbonio inorganico presente nella corrente di biogas al fine delle loro funzioni vitali. Infine, in laboratorio ci è stato esposto come il biogas può essere convertito in sola energia elettrica o, mediante la cogenerazione, in energia elettrica ed energia termica.

Di seguito delle immagini del sopralluogo



PARTE TERZA: BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- 1) MISE LA SITUAZIONE ENERGETICA NAZIONALE NEL 2021;
- 2) ENAMA: BIOMASSE ED ENERGIA
- 3) ENAMA: BIOMASSA ED ENERGIA QUADRO NORMATIVO
- 4) AGENDA 2030
- 5) PACCHETTO CLIMA ENERGIA
- 6) RED I E II
- 7) PAN ITALIA SULLE RINNOVABILI
- 8) DATI CONSUMI SCUOLA FONTE PROVINCIA DI FROSINONE
- 9) L'INCHIESTA QUOTIDIANO
- 10) ANALISI DEL FABBISOGNO FONTE ISTAT
- 11) FONTI EUROSTAT (GENNAIO 2022)
- 12) COSTITUZIONE
- 13) D.Lgs 199/21
- 14) SORGENIA

SITOGRAFIA:

- 1) DE VIZIA CASSINO: <http://www.deviziaarera2020.com/cassino/> SEZIONE DATI RD
- 2) COMUNE DI CASSINO: [comunedicassino.i](http://comunedicassino.it)
- 3) L'INCHIESTA QUOTIDIANO ON LINE
- 4) GRUPPO ACEA A2A: <https://www.gruppoa2a.it/it/progetti/cantieri/impianto-anagni>
- 5) IMPIANTO DI TRATTAMENTO FORSU AD ANAGNI
<https://www.youtube.com/watch?v=ER1HzOb3KVE>
- 6) BIODIGESTORE DI ANAGNI: <https://www.linchiestaquotidiano.it/news/2022/08/10/biodigestore-di-anagni-a2a-la-realizzazione-dell-impianto/49311>