



REGIONE CAMPANIA
Struttura di missione Ecoballe UOD 01

Accordo Quadro triennale per l'affidamento di servizi di ingegneria e architettura - Lotto 2: Prov. (CE)
CIG: 73541547DC CUP: B93G17007480006

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROGETTISTI:



Capogruppo mandataria



Mandante



Mandante

Progettazione definitiva per la realizzazione dell'impianto per il trattamento della frazione organica in Casal di Principe (CE)

CAPO PROGETTO

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

RESPONSABILE UNICO DEL
PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Rocco Martello

Dott. Ing. Simone Venturini

Ing. Liliana Monaco



TITOLO DELL'ELABORATO
IMPIANTI
ELABORATI DESCRITTIVI GENERALI
RELAZIONE TECNICA DI IMPIANTO E DI PROCESSO

ELABORATO. N°

IM-R-001-02

SCALA:

NOME FILE:
II091P-CP-PD IM-R-001-02.docx

REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	0	Settembre 2019	Prima emissione	L. ARDIZZONE	R. MARTELLO	S. VENTURINI
	1	Dicembre 2019	Seconda emissione	L. ARDIZZONE	R. MARTELLO	S. VENTURINI
	2	Aprile 2020	Terza emissione	L. ARDIZZONE	R. MARTELLO	S. VENTURINI

INDICE

1	Premessa	3
2	Descrizione dell'intervento	3
2.1	Il processo di compostaggio	3
2.1.1	Generalità	3
2.1.2	Descrizione del processo	4
2.2	Dati di progetto	7
2.3	Descrizione dell'impianto	9
2.3.1	Accettazione e pesatura dei rifiuti in ingresso	9
2.3.2	Capannone per il conferimento FORSU	10
2.3.3	Capannone per il conferimento dei rifiuti verdi	10
2.3.4	Capannone trattamenti meccanici dei rifiuti	10
2.3.5	Zona di trattamento in biocella e maturazione primaria	12
2.3.6	Capannone per la maturazione finale	13
2.3.7	Stoccaggio compost prodotto	14
2.3.8	Zona per il trattamento dell'aria esausta	14
2.3.9	Edificio uffici e sala controllo	14
2.4	Ciclo di produzione del compost di qualità	15
2.4.1	Operazioni preliminari	15
2.4.2	Pre-trattamenti dei rifiuti in ingresso	16
2.4.3	Biossidazione accelerata in biocelle (Fase ACT)	18
2.4.4	Maturazione primaria in cumuli aerati	19
2.4.5	Vagliatura intermedia	20
2.4.6	Maturazione finale in cumuli rivoltati	21
2.4.7	Raffinazione finale del compost	23
2.4.8	Fattoria didattica per lo sviluppo di studi sperimentali sul compost prodotto	24
3	Impermeabilizzazioni	24
4	Distribuzione idrica	26
5	Bilancio di massa	29
6	Sistema di controllo e gestione del processo	31

1 PREMESSA

L'ipotesi progettuale si pone l'obiettivo principale di recuperare la frazione organica dei rifiuti solidi urbani proveniente dalla raccolta differenziata, mediante un processo di degradazione aerobica, al fine di produrre compost di qualità.

In particolare, il progetto definitivo in oggetto riguarda la realizzazione dell'impianto di trattamento della frazione organica da raccolta di rifiuto solido urbano situato nel comune di Casal di Principe (CE) e prevede dunque un bacino di utenza di circa 50.000 abitanti; i rifiuti che saranno conferiti in impianto sono:

- rifiuti provenienti dalla manutenzione del verde pubblico – CER 20 02 01;
- rifiuti biodegradabili di cucine e mense – CER 20 01 08.

L'impianto avrà una capacità complessiva annua di 30.000 tonnellate di rifiuti in ingresso, suddivise in 24.000 t/a di FORSU e 6.000 t/a di strutturante.

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

2.1 Il processo di compostaggio

2.1.1 Generalità

Il compostaggio è un processo aerobico di decomposizione biologica della sostanza organica, che avviene in condizioni controllate e che permette di ottenere un prodotto biologicamente stabile in cui la componente organica presenta un elevato grado di evoluzione.

Il processo di compostaggio viene suddiviso in una fase attiva (nota come ACT, acronimo di *Active Composting Time*), caratterizzata da intensi processi di degradazione delle componenti organiche più facilmente degradabili e da una fase di maturazione (nota come *Curing phase*) caratterizzata da processi di trasformazione della sostanza organica la cui massima espressione è la formazione di sostanze umiche.

Gli attori principali del compostaggio sono i microrganismi, generalmente presenti in misura sufficiente negli scarti e nell'ambiente circostante, che vanno messi tuttavia nelle condizioni ideali per potere trasformare le componenti organiche e contestualmente riprodursi, accelerando così i processi.

I fattori principali che influenzano le capacità microbiche di trasformazione sono essenzialmente i seguenti:

- l'ossigeno ed una adeguata porosità del materiale sufficiente a garantire un rifornimento dello stesso, a fronte di quello via via consumato; in assenza di ossigeno, infatti, le trasformazioni ossidative, che garantiscono la

stabilizzazione del materiale, si arresterebbero ed insorgerebbero invece processi putrefattivi e maleodoranti;

- l'umidità, che deve essere sufficiente all'attività microbica, ma non eccessiva, in quanto occupando gli spazi vuoti ostacolerebbe il rifornimento di ossigeno;
- il rapporto tra carbonio ed azoto (C/N). L'azoto, infatti, deve essere contenuto nei residui organici in quantità sufficiente a garantire la riproduzione e lo sviluppo dei microrganismi; il che consente a sua volta l'accelerazione del processo e l'innalzamento della temperatura come effetto immediato; l'azoto non deve essere presente in quantità eccessiva rispetto ai materiali carboniosi da trasformare, in quanto eccedendo le necessità microbiche verrebbe liberato essenzialmente come ammoniaca, con perdita di valore fertilizzante ed odori sgradevoli.

L'evoluzione della sostanza organica nei processi di compostaggio procede sia in termini quantitativi (diminuzione del peso) che qualitativi (modificazione della struttura molecolare delle sostanze in compostaggio). È a seguito di tali processi che la sostanza organica contenuta diviene stabile, matura ed umificata.

La Stabilità Biologica è quello stato in cui i processi di degradazione aerobiche diventano alquanto rallentati ed è funzione dell'attività biologica.

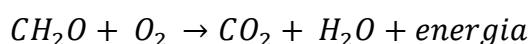
Una misura corretta della stabilità biologica è la stima del consumo di ossigeno che può avvenire sia con metodi statici che con metodi dinamici. Nei metodi statici la misura del consumo di ossigeno viene effettuata in assenza di aerazione continua della biomassa, in quelli dinamici invece con un'aerazione continuata. Dal punto di vista operativo il raggiungimento della Stabilità Biologica è importante in quanto significa scarsa "fermentescibilità" e perciò assenza di produzione di cattivi odori e di agenti patogeni. In queste condizioni la biomassa può essere avviata a maturazione in aia all'aperto.

Una stabilità accettabile si ha sicuramente quando l'indice di respirazione dinamico è inferiore a 500 mg O₂/kgs.v./h, questo generalmente può essere ottenuto in condizioni ottimali di processo (umidità > 50% e O₂ > 12%) in circa 30 giorni. Un substrato può essere considerato maturo quando non presenta più fenomeni di fitotossicità.

L'umificazione della sostanza organica avviene quando nella fase terminale del processo di compostaggio c'è la formazione di una serie di sostanze che sono di fondamentale importanza per le proprietà chimico – fisiche del suolo tanto che molte volte la qualità di un compost si misura in funzione del contenuto di tali sostanze.

2.1.2 Descrizione del processo

Le reazioni biologiche che avvengono a carico di un substrato organico in condizioni aerobiche possono così sintetizzarsi:



Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



In realtà, la reazione di cui sopra riassume una serie di reazioni più complesse che comportano la produzione di prodotti organici intermedi che fungono da substrato per successive reazioni cataboliche ed anaboliche.

Come anticipato, il processo di compostaggio si compone in due fasi:

- bio-ossidazione accelerata (*Active Composting Time Phase*): fase attiva caratterizzata da intensi processi di degradazione degli elementi organici più facilmente degradabili; in questo stadio si ha, perciò, un elevato consumo di ossigeno ed un veloce aumento della temperatura all'interno del cumulo che raggiunge facilmente i 55÷60°C (fase termofila). In questa fase avviene anche l'igienizzazione della massa.
- maturazione finale (*Curing Phase*): fase durante la quale il prodotto si stabilizza arricchendosi di composti umici. Questa è una fase di lenta ma progressiva diminuzione della temperatura, in cui la biomassa microbica si avvia verso una condizione di climax.

I prodotti che si ottengono presentano caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche tali da poter reintegrare i suoli impoveriti di humus con la sostanza organica colloidale necessaria per migliorare le caratteristiche agronomiche del terreno.

Il processo, come detto, consiste di una fase termofila iniziale, una mesofila e di una fase di stabilizzazione finale. La prima fase, durante la quale sono metabolizzate le frazioni organiche più prontamente utilizzabili della biomassa-substrato, è caratterizzata da un repentino aumento della temperatura, la quale raggiunge valori medi di 65÷70 °C, con conseguente parziale sterilizzazione del substrato e rallentamento delle reazioni degradative. Queste temperature elevate (55 °C), mantenute per almeno tre giorni, consentono l'eliminazione dei microrganismi patogeni. Segue una fase di stabilizzazione con la formazione di sostanze umiche e una diminuzione della temperatura fino a valori che si collocano intorno ai 35÷40 °C, per poi portarsi lentamente attorno a valori di temperatura ambiente fino alla fine del processo.

I fattori che principalmente influenzano i processi di compostaggio sono di seguito riepilogati:

- la **Temperatura**, come già visto, gioca un ruolo fondamentale e per tale motivo rappresenta il parametro più importante da controllare in quanto, in condizioni di corretta evoluzione del processo, ha un andamento prevedibile. Ciò permette di individuare, nelle diverse fasi del processo, scostamenti anomali che possono compromettere la qualità del prodotto finale. La fase attiva di compostaggio, a causa delle reazioni ossidative esotermiche che generano calore, si svolge a temperature comprese tra i 45 e i 70 °C; la temperatura può oltrepassare tale valore se non vi è una giusta aerazione del sistema, provocando la morte della quasi totalità dei microrganismi; in tale evenienza il processo si arresta. Per evitare questo, è

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



necessario un puntuale monitoraggio della temperatura e l'adozione di sistemi di aerazione come i rivoltamenti o la ventilazione forzata che accelerano la rimozione del calore.

- la **Concentrazione di ossigeno e l'aerazione del cumulo**. La presenza di aria, e dunque di ossigeno, all'interno della biomassa è indispensabile affinché avvengano le reazioni di trasformazione aerobica; infatti al diminuire della quantità di ossigeno il processo di compostaggio rallenta. Durante i primi giorni si ha una rapida degradazione del substrato da parte della biomassa con un consumo di notevoli quantità di ossigeno. Quindi il fabbisogno di ossigeno è decisamente maggiore nei primi stadi della biostabilizzazione, per poi decrescere con l'evolversi del processo. Per consentire una gestione ottimale devono essere garantite nell'atmosfera circolante all'interno della matrice organica concentrazioni di ossigeno non inferiori al 10%. Senza una sufficiente aerazione si innescano infatti fenomeni di anaerobiosi, portando alla formazione di composti caratterizzati da cattivo odore ed elevata fitotossicità. L'apporto minimo di ossigeno affinché all'interno del cumulo vi sia la massima garanzia dell'aerobicità del processo è pari a $3\div5 \text{ m}^3/\text{h}$ per mc di materiale così da garantire un eccesso rispetto alla richiesta stechiometrica di ossigeno da parte della flora batterica, permettendo di conseguenza il mantenimento di alte temperature ed una parziale riduzione del contenuto di umidità.
- Il **pH**, pur non essendo di fondamentale importanza come la temperatura e l'ossigeno, è indice dell'evoluzione della trasformazione biologica. Generalmente il pH iniziale è leggermente acido e la produzione di acidi organici durante i primi stadi di decomposizione causa una successiva acidificazione del substrato, che può arrivare fino a valori di pH inferiori a cinque. Non appena la temperatura inizia a crescere, il pH tende ad aumentare sino a raggiungere valori compresi tra 7,5 e 8,5. Con l'inizio del calo della temperatura, anche il pH tende gradualmente a decrescere fino a stabilizzarsi su valori prossimi alla neutralità.
- la **Porosità** è il rapporto (espresso in percentuale) tra il volume occupato dagli spazi vuoti all'interno della biomassa e quello occupato dalla biomassa stessa. I vuoti sono occupati in parte da aria ed in parte da acqua. La porosità è dunque una misura degli spazi vuoti nella biomassa in compostaggio e determina la resistenza alla circolazione dell'aria. Tale parametro dipende dalla dimensione delle particelle, dalla distribuzione granulometrica dei materiali e dalla continuità degli interstizi tra le particelle. Ovviamente particelle più grandi ed uniformi incrementano la porosità.

La porosità è di grande importanza, in quanto influenza la possibilità o meno di mantenere nella massa la quantità di ossigeno necessaria al processo. In condizioni ottimali lo spazio lacunare si attesta su valori

compresi tra il 35 e il 50% e il diametro medio delle particelle della matrice sottoposta a compostaggio oscilla tra 0,5 e 5 cm.

- **l'Umidità** è necessaria affinché i processi metabolici dei microrganismi possano attuarsi, in quanto la fase acquosa è il mezzo dove avvengono le reazioni biologiche. I valori di umidità ottimali del materiale da avviare a compostaggio sono compresi tra il 40 ed il 65%. Con valori inferiori al 40% si ha un notevole rallentamento dell'attività biologica, che si ferma una volta raggiunto il limite del 25÷30%. Con una umidità superiore al 65%, di contro, la diffusione dell'ossigeno nella matrice risulta difficoltosa, portando all'instaurarsi di condizioni anossiche.
- **il Rapporto C/N e la disponibilità dei nutrienti:** carbonio, azoto, fosforo e potassio sono naturalmente contenuti nella maggior parte delle matrici compostabili. La loro presenza è fondamentale per il processo, in quanto non sono solo unità strutturali, ma anche fonti di energia per i microrganismi. In particolare è molto importante avere un equilibrato rapporto tra carbonio e azoto: la carenza di uno dei due elementi (ma anche di altri nutrienti) è un fattore limitante per l'attività microbica, nonché per il suo sviluppo. Infatti, i microrganismi eterotrofi utilizzano il carbonio come fonte di energia e hanno bisogno dell'azoto per sintetizzare le proteine. Il rapporto C/N diminuisce nel tempo in quanto si verifica una perdita di carbonio per emissione di CO₂ mentre l'azoto tende a rimanere nella massa. Il rapporto C/N ottimale è di 20:1÷30:1 all'inizio del processo e < 20 alla fine. Macro-elementi come fosforo, calcio e oligoelementi fungono da stimolanti per l'attività microbica e da catalizzatori delle diverse reazioni biochimiche. Particolarmente importante è inoltre una adeguata presenza di fosforo nel materiale organico da compostare: il rapporto ottimale con il carbonio è $100 < C/P < 200$.

2.2 Dati di progetto

L'impianto è stato dimensionato per poter garantire una capacità di trattamento pari a 30.000 t/anno di rifiuti organici, suddivisi in 24.000 t/anno di frazione organica derivante dalla raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani (FORSU), classificabile con CER 20 01 08 e 6.000 t/anno di rifiuti organici derivanti dalla manutenzione del verde ornamentale pubblico e privato come potature, foglie, sfalci erbosi, ecc. (classificabili con CER 20 02 01), che verranno miscelati alla FORSU al fine di conferire adeguata porosità alla biomassa in compostaggio.

Si riepilogano nella seguente tabella 2-1 i principali dati dimensionali dell'impianto e dei processi di trattamento operati al suo interno.

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



Tabella 2-1 – Principali dati dimensionali e di processo

DATI GENERALI DI IMPIANTO	
Codici delle operazioni	R13 – R3
Potenzialità di trattamento	24.000 t/anno (F.O.R.S.U.) 6.000 t/anno (Strutturante)
Giorni di lavoro/anno	312 gg/anno – 6,25 h/g
Stoccaggi rifiuti e prodotti	F.O.R.S.U. e strutturante triturato: max 3 gg su platea Verde fresco $\approx$ 15 gg in stoccaggio entro capannone Compost finale $\approx$ 30 gg in stoccaggio su platea
Pre-trattamenti meccanici	Triturazione verde strutturante Miscelazione F.O.R.S.U. – Strutturante
Trattamento biologico	Tempo totale: 90 gg
Stabilizzazione Aerobica (ACT)	n. 5 biocelle aerate, dimensioni 8 x 25,7 m ($\approx$ 540 m ³) Tempo medio di trattamento: 18 gg
Maturazione primaria	n. 5 cumuli aerati in corsie in c.a., dimensioni 8 x 37,5 m (870 m ³ ciascuno) Tempo medio di trattamento: 45 gg
Maturazione finale	n. 6 cumuli rivoltati, dimensioni 3,9 x 51 m (circa 250 m ³ ciascuno) Tempo medio di trattamento: 27 gg
Trattamenti meccanici intermedi	<i>Deferrizzazione e vagliatura</i> (con vaglio vibrante con maglie da 100 mm, per la rimozione degli scarti plastici)
Raffinazione finale	<i>Vagliatura fine</i> (con vaglio vibrante con maglie da 10 mm, per la raffinazione del compost ed il recupero di strutturante da ricircolare) e <i>deplastificazione</i> del sovrallito (per la separazione delle plastiche dallo strutturante)
Trattamento aria	Scrubbers + Biofiltro: 180.000 m ³ /h

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



2.3 Descrizione dell'impianto

Le sezioni e le aree che compongono l'impianto di compostaggio, nelle quali avranno luogo la movimentazione dei rifiuti e dei materiali, nonché i processi di trasformazione e trattamento necessari per la produzione del compost di qualità, vengono di seguito elencate:

- a) Una zona di controllo, accettazione e pesatura degli automezzi in ingresso e uscita dall'impianto;
- b) Un'area confinata destinata ai mezzi di conferimento in ingresso, per le operazioni di scarico dei rifiuti
- c) Una sezione di ricezione dei rifiuti in ingresso e di preparazione degli stessi per l'avvio alle successive fasi di trattamento;
- d) Una sezione per la stabilizzazione aerobica accelerata (Fase ACT) all'interno di biocelle chiuse;
- e) Un'area per la prima maturazione del compost stabilizzato in cumuli statici delimitati da muri in c.a. ed aerati tramite platee insufflate;
- f) Una zona dedicata alla maturazione finale del compost in cumuli periodicamente rivoltati;
- g) Un'area predisposta per i trattamenti di vagliatura intermedia e di raffinazione finale;
- h) Un deposito coperto esterno alle strutture principali, riservato allo stoccaggio del "verde fresco" in ingresso all'impianto;
- i) Una platea, in adiacenza al deposito del "verde fresco", per lo stoccaggio del compost finale;
- j) Un'area destinata alla sezione impiantistica per il trattamento delle arie esauste (scrubber e biofiltro);
- k) Un edificio adibito ad uffici per la gestione tecnica ed amministrativa dell'impianto.

Tutte le operazioni di trattamento suscettibili di produzione di odori molesti e sostanze inquinanti avverranno all'interno di capannoni confinati, la cui aria interna verrà aspirata dall'apposito sistema al fine di garantire idonei ricambi d'aria orari e mantenere le adeguate condizioni di salubrità per le attività svolte.

2.3.1 Accettazione e pesatura dei rifiuti in ingresso

La zona di accettazione e pesatura dei rifiuti in ingresso permette di sottoporre a pesatura e a verifica amministrativa gli automezzi in ingresso ed uscita, per la valutazione dei quantitativi di rifiuti conferiti. A valle della pesatura viene prevista la realizzazione di una rampa con pendenza dell'8 % per l'accesso al capannone di conferimento dei rifiuti, visto che tale zona dell'impianto viene realizzata ad una quota + 3,00 m rispetto al piano campagna. Prima dell'accesso al capannone, viene prevista una corsia di sosta temporanea degli automezzi, in caso di accesso

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



contemporaneo di più mezzi per il conferimento dei rifiuti. Di fronte al capannone di conferimento sarà garantito un ampio spazio di manovra per l'ingresso dei mezzi al medesimo capannone.

2.3.2 Capannone per il conferimento FORSU

Terminata la pesatura, gli automezzi che conferiscono la FORSU in impianto si dirigeranno verso il capannone destinato alle operazioni di scarico di quest'ultima; tale capannone, chiuso e dotato di portoni di accesso a rapida chiusura/apertura, verrà realizzato in c.a.p. di dimensioni in pianta di 29,9 x 15,7 m, con una superficie coperta di circa 460 m² ed altezza netta sotto trave di circa 9,50 m. Una parte di tale area, circa 160 m², verrà adoperata per la movimentazione dei rifiuti verdi tritati dal capannone dedicato (cfr. paragrafo successivo) all'interno della zona di stoccaggio degli stessi. Il capannone di conferimento FORSU costituisce una zona di "filtro" per la movimentazione iniziale dei rifiuti, in quanto i portoni a rapida chiusura/apertura garantiranno il contenimento delle emissioni odorigene diffuse durante la fase di scarico dei rifiuti, limitando anche lo sporcamento delle ruote dei mezzi stessi. Tale capannone, infatti, verrà sottoposto ad aspirazione forzata come successivamente descritto, in modo da trattare eventuali sostanze odorigene sviluppatesi durante le operazioni di scarico.

2.3.3 Capannone per il conferimento dei rifiuti verdi

Vista la natura poco fermentescibile dei rifiuti derivanti dagli sfalci di potatura, il conferimento di questi ultimi avverrà all'interno di un capannone distinto dal precedente, posto di fronte al capannone principale destinato ai trattamenti meccanici dei rifiuti. Tale capannone, realizzato anch'esso in c.a.p., avrà dimensioni in pianta di 16,4 x 38,8 m (con una superficie netta interna di circa 550 m²) ed altezza netta sotto trave di 7,0 m; lungo le pareti longitudinali vengono previsti blocchi in c.a. di dimensioni 0,8 x 1,6 x 0,8 m a formare muri di altezza totale di 3,2 m per agevolare gli stoccaggi. All'interno di tale capannone, oltre al deposito dei rifiuti conferiti viene predisposta la zona di triturazione del "verde fresco", il quale verrà caricato all'interno di un trituratore (ID 101 in planimetria) per la riduzione dimensionale adeguata alla successiva fase di miscelazione con la FORSU. Lo scarico del verde tritato avverrà in prossimità di uno dei portoni di uscita del capannone (n. 4 in tutto due per ciascun lato minore), in modo da agevolare le operazioni di caricamento a mezzo pala gommata e trasporto alla vicina area di stoccaggio attraverso la zona filtro di conferimento principale (rampa di accesso con pendenza di circa il 12%).

2.3.4 Capannone trattamenti meccanici dei rifiuti

A valle del conferimento viene previsto un ulteriore capannone chiuso all'interno del quale vengono previsti gli stoccaggi temporanei dei rifiuti conferiti (FORSU e verde tritato), nonché tutte le operazioni di trattamento meccanico previste in progetto.

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



Il deposito dei rifiuti organici (FORSU) avverrà dai mezzi di conferimento direttamente all'interno dell'apposita zona (realizzata con una platea in lieve inclinazione e con un volume pari a circa 300 m³), dimensionata in modo da garantire uno stoccaggio fino ad un massimo di 3 giorni. In adiacenza, viene anche predisposta l'area per lo stoccaggio del "verde" fresco tritato, proveniente dall'area di triturazione predisposta all'interno della struttura di deposito del rifiuto verde conferito all'impianto (descritto in precedenza); il deposito, su platea in c.a., è stato dimensionato per garantire un accumulo di circa 140 m³, pari a circa 3 giorni di stoccaggio.

Mediante pala gommata, dotata di benna a polipo, i rifiuti organici e lo strutturante "fresco" tritato (e/o lo strutturante ricircolato) saranno caricati nel miscelatore in modo da generare l'adeguata miscela da avviare a trattamento di biostabilizzazione aerobica accelerata nelle biocelle. Tutti i trattamenti meccanici (fase miscelazione rifiuti per l'avvio del compostaggio aerobico, nonché i post-trattamenti di vagliatura intermedia e raffinazione finale a valle) come detto avverranno all'interno di un capannone, anche questo in c.a.p., di dimensioni in pianta pari a 29,9 x 70,6 m ed altezza netta sottotrave di 11,00 m. All'interno del capannone, in adiacenza alla zona di stoccaggio dei rifiuti conferiti, sono previste anche un'area di stoccaggio del materiale miscelato di superficie 110 m² ed un'area di stoccaggio dello strutturante ricircolato di superficie 45 m², delimitati da muri di contrasto realizzati con blocchi in c.a.v., adattabili alle diverse necessità di spazi e dimensioni, nonché molto efficaci per la protezione delle strutture del capannone.

In adiacenza alla zona di stoccaggio dei rifiuti conferiti è stato inoltre posizionato il miscelatore (ID 102 in planimetria) per la preparazione dei rifiuti da avviare a stabilizzazione accelerata in biocelle. Lo scarico del macchinario avverrà direttamente all'interno dell'area di stoccaggio provvisorio prima descritta.

Lungo la parete divisoria tra il capannone dei trattamenti meccanici e le corsie di maturazione primaria (successivamente ai portoni di collegamento con la zona di trattamento aerobico) è stata posizionata la linea di vagliatura intermedia del compost che ha terminato i trattamenti in biocella ed in corsia di maturazione aerata (fase primaria). La linea sarà costituita da: una tramoggia vibrante di carico (ID 103 in planimetria), un nastro trasportatore a tappeto per la ripresa del materiale (NT01 in planimetria), un deferizzatore per la separazione di eventuali metalli (ID 104 in planimetria) ed un vaglio vibrante (ID 105 in planimetria) con fori da 100 mm per la separazione del materiale in compost, scaricato direttamente dal fondo del vaglio nell'area di stoccaggio, e sovvalli, scaricati a mezzo nel nastro a tappeto NT02 all'interno della zona di scarico in cassoni scarrabili per l'avvio a smaltimento (cfr. descrizione del processo al successivo capitolo).

Lungo la parete opposta del capannone, infine, è stata posizionata la linea di raffinazione del compost in arrivo dal capannone di maturazione finale (fase terminale del processo, come descritto nel successivo capitolo). Tale linea sarà così composta da: una tramoggia vibrante di carico (ID 106 in planimetria), un nastro trasportatore a tapparelle (NT03 in planimetria) per la ripresa del compost, un vaglio

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



vibrante (ID 107 in planimetria) con fori da 10 mm per la raffinazione del compost e la separazione dei sovralli da riciclare come strutturante, previo passaggio all'interno di un deplastificatore aeraulico (ID 108 in planimetria) per l'eliminazione di eventuali materiali plastici eventualmente ancora presenti. La linea di raffinazione è stata infine disposta in modo tale da agevolare l'uscita del compost finito verso la platea di stoccaggio e l'accumulo dello strutturante da poter riciclare in testa al processo, in adiacenza al miscelatore (ID 102).

2.3.5 Zona di trattamento in biocella e maturazione primaria

Il materiale miscelato verrà caricato, mediante pala gommata, all'interno delle n. 5 biocelle in c.a.v. ognuna di dimensione 8,00 x 25,7 m con superficie coperta pari a 1.060 m² per l'avvio del processo di compostaggio. Ciascuna biocella sarà dotata di:

- portoni a tenuta (larghezza 6 m ed altezza 5 m) per il mantenimento all'interno delle condizioni ottimali di processo;
- pavimentazione aerata, costituita da tubazioni in PVC (DN160) dotate di ugelli di diffusione aria (spigot) disposte a pettine in modo da favorire una distribuzione omogenea dell'aria di processo, nonché il drenaggio dei reflui di percolamento producibili durante tale fase;
- ventilatore per la gestione dei flussi d'aria da distribuire all'interno dei cumuli in compostaggio (per il dimensionamento si rimanda alla specifica relazione relativa al sistema di trattamento aria), disposto nel retro della biocella stessa; il ventilatore in dotazione alla singola biocella sarà in grado, attraverso l'azionamento delle opportune serrande automatiche disposte nelle tubazioni, di insufflare all'interno della biocella aria proveniente da: capannoni di lavorazione (aria aspirata per il mantenimento degli opportuni ricambi orari), aria dall'interno della stessa biocella, aria fresca esterna, secondo le varie necessità di processo;
- sonde (n. 3) per la rilevazione della temperatura all'interno dei cumuli in compostaggio e dispositivo (n. 1) per la rilevazione della pressione all'interno della biocella;
- sistema di irrorazione dei cumuli, per la gestione del processo sulla base dei parametri rilevati (come descritto all'interno della specifica relazione relativa, al fine di ridurre i consumi idrici dell'impianto per usi di processo, viene previsto il ricircolo dei reflui di percolamento prodotti all'interno delle biocelle stesse e delle corsie di maturazione primaria).

Durante il processo di compostaggio, dunque, le biocelle sono dei sistemi completamente chiusi, in modo da evitare la diffusione di emissioni odorigene e composti inquinanti, oltre che garantire il mantenimento delle ottimali condizioni per il processo di stabilizzazione aerobica accelerata. Un sistema di controllo (come

descritto successivamente) sarà predisposto per la gestione ed il monitoraggio dei principali parametri del processo, al fine di ottimizzare tutta la fase ACT in biocella.

Di fronte alle biocelle sono predisposte n. 5 corsie per la maturazione primaria del materiale uscente dalla fase ACT; ciascuna corsia, realizzata attraverso muri in pannelli in c.a.p. alti fino alla copertura e muri di riscontro / protezione alti 1,8 m, avrà dimensioni in pianta 8,00 x 37,50 m e superficie pari a 1.600 m² e sarà dotata in analogia alle biocelle di:

- pavimentazione aerata, costituita da tubazioni in PVC (DN160) dotate di ugelli di diffusione aria (spigot) disposte a pettine in modo da favorire una distribuzione omogenea dell'aria di processo, nonché il drenaggio dei reflui di percolamento producibili durante tale fase;
- ventilatore per la gestione dei flussi d'aria da distribuire all'interno dei cumuli in maturazione (per il dimensionamento si rimanda alla specifica relazione relativa al sistema di trattamento aria), disposto superiormente al plenum di distribuzione al pavimento aerato; il ventilatore in dotazione alla singola corsia sarà in grado, attraverso l'azionamento delle opportune serrande automatiche disposte nelle tubazioni, di insufflare all'interno del cumulo in maturazione sia aria proveniente dalla zona superiore agli stessi cumuli in maturazione sia aria fresca esterna, secondo le necessità di processo.

Il sistema di gestione e controllo del processo di compostaggio, come per le biocelle sarà in grado di monitorare anche la fase di maturazione primaria in modo da consentirne il corretto sviluppo e l'ottenimento di compost di alta qualità.

La contrapposizione delle due aree di stabilizzazione (in biocella e in corsie di maturazione) ha permesso di minimizzare gli spazi di impianto, visto che potrà realizzarsi un unico corridoio, di superficie coperta pari a 640 m², per la movimentazione del materiale da parte dei mezzi gommati.

2.3.6 Capannone per la maturazione finale

Come descritto nel successivo capitolo, il compost in uscita dalla sezione di maturazione primaria, successivamente alla vagliatura intermedia verrà sottoposto all'ultima fase di maturazione lenta, effettuata in cumuli periodicamente rivoltati; tale attività verrà svolta interamente all'interno di un capannone in c.a.p. di dimensioni in pianta di 34,9 x 72,0 m con superficie pari a 2.440 m² e altezza sottotrave di 11,00 m.

Il materiale verrà disposto in n. 6 cumuli, periodicamente sottoposti a rivoltamento attraverso macchina rivoltatrice, ciascuno avente le seguenti dimensioni: larghezza alla base 3,9 m, altezza massima compatibile con la rivoltatrice 2,1 m e lunghezza

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



massima di 51 m. Le dimensioni del capannone garantiscono adeguati spazi di manovra per la macchina rivoltatrice oltre che l'ottimizzazione dei percorsi che la pala gommata deve effettuare per la ripresa del compost una volta ultimato il periodo di maturazione (la tramoggia di carico ID106 alla sezione di raffinazione infatti è stata disposta in prossimità del portone di collegamento con il capannone in questione).

2.3.7 Stoccaggio compost prodotto

Di fronte il capannone principale destinato ai trattamenti meccanici dei rifiuti conferiti preliminari e successivi alla stabilizzazione biologica (compostaggio) della frazione organica sono state predisposte le aree destinate allo stoccaggio degli sfalci di verde conferiti in impianto (capannone descritto in precedenza) e del compost finale prodotto dal trattamento.

Lo stoccaggio del compost finito avverrà su una platea in c.a. di dimensioni 15,2 x 38,8 m per una superficie di circa 580 m².

2.3.8 Zona per il trattamento dell'aria esausta

In adiacenza alla platea di stoccaggio del prodotto finito viene prevista la realizzazione del biofiltro per il trattamento dell'aria esausta aspirata dai capannoni in cui avverranno le lavorazioni per la produzione del compost e che, altrimenti, sarebbero oggetto di diffusione di emissioni odorigene maleodoranti. Il biofiltro, di dimensioni in pianta di 31,0 x 53,0 m, sarà composto da n. 3 sezioni indipendenti ciascuna con superficie netta di 471 m² (circa 1.415 m² in totale) in modo che durante la manutenzione di una sezione le altre possano rimanere attive garantendo il trattamento di almeno 2/3 dell'intero volume normalmente trattato. Accanto al plenum di distribuzione aria all'interno del biofiltro, infine, verrà realizzata una platea in c.a. di dimensioni 7,8 x 34,0 m dove verranno installati gli scrubber umidificatori a torre (n. 3 in totale) ed i relativi elettroventilatori per l'aspirazione dell'aria dai capannoni dell'impianto, oltre a tutti i dispositivi necessari per il controllo e la gestione della sezione di trattamento aria. La platea di base degli scrubber avrà anche la funzione di piccolo bacino di contenimento del fluido interno di almeno uno dei tre, in caso di fuoriuscita accidentale.

2.3.9 Edificio uffici e sala controllo

In ultimo, in adiacenza al capannone di maturazione finale verrà realizzato un edificio bipiano in c.a. da destinare ad uffici, servizi e sala controllo; tale edificio, di dimensioni in pianta 20,20 x 10,10 m sarà costituita da:

- Piano terra: ingresso principale con accesso ad una sala riunione, due uffici ed un bagno; due ingressi secondari per l'accesso separato agli spogliatoi ed

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



ai servizi (uno per gli uomini ed uno per le donne) per il personale in forza all'impianto;

- Piano primo: ampio ingresso, sala controllo dalla quale monitorare e gestire tutte le attività dell'impianto ed i processi di trattamento, archivio e bagno.

2.4 Ciclo di produzione del compost di qualità

2.4.1 Operazioni preliminari

L'accesso degli automezzi all'impianto avverrà attraverso ingresso dalla strada che costeggia il Regio Lagno; una volta giunti in impianto, gli automezzi saranno sottoposti a controllo documentale per la verifica amministrativa dei rifiuti da conferire e successiva operazione di pesatura del carico. A seguito di tali operazioni preliminari, l'automezzo di conferimento potrà avviarsi alla sezione di ricezione, come da indicazioni del personale addetto al controllo.

Tutti i materiali in ingresso/uscita dall'impianto vengono pesati con il bilico situato subito dopo l'ingresso, in modo da conoscerne esattamente i flussi (pesi), e adempiere alle formalità di legge in merito ai formulari sui rifiuti e ai DDT sul prodotto finito o materie prime da associare al processo produttivo. I conferimenti vengono sempre preventivamente concordati con i responsabili dell'impianto, in merito alla tipologia, al quantitativo, alle caratteristiche del rifiuto, nonché alle modalità del conferimento (data e orario, automezzo, ecc.).

A valle delle suddette verifiche all'arrivo dei rifiuti in impianto si provvede a:

- effettuare un primo controllo visivo del carico al momento dell'arrivo all'impianto;
- verificare l'autorizzazione al trasporto del conferitore (iscrizione Albo Gestori Ambientali);
- accertare il codice CER identificativo del rifiuto, verificando la sua inclusione nell'elenco delle Categorie autorizzate;
- verificare la corrispondenza tra le caratteristiche fisiche del rifiuto e la sua identificazione con il CER assegnato;
- controllare la scheda di caratterizzazione del rifiuto a firma del Produttore/Detentore.

Terminate le operazioni di controllo e pesatura in ingresso, gli automezzi procedono verso la relativa area di conferimento (capannone per i rifiuti da sfalci di potature verde e area di scarico interna al capannone per la FORSU): seguendo i percorsi indicati, i mezzi di conferimento FORSU si avvieranno verso i due portoni di ingresso all'area di scarico del capannone principale, entreranno in retromarcia e si disporranno in prossimità del portone direttamente contrapposto a quello di accesso

utilizzato, il quale verrà chiuso completamente in modo da evitare che all'apertura del portone di scarico nella fossa di deposito eventuali emissioni odorigene possano essere convogliate verso l'esterno. Una volta che il portone di scarico in fossa si sarà aperto il mezzo di conferimento potrà avviare le operazioni di scarico dei rifiuti trasportati.

Tutte le operazioni di trattamento suscettibili di produzione di odori molesti e sostanze inquinanti, dunque, avverranno all'interno di capannoni confinati, la cui aria interna sarà aspirata dall'apposito sistema al fine di garantire idonei ricambi orari e mantenere le adeguate condizioni di salubrità per le attività svolte. Infatti, al termine delle operazioni di scarico dei rifiuti, il portone si chiuderà, rimanendo chiuso fino all'arrivo di un nuovo automezzo. La zona destinata allo scarico della FORSU conferita, dunque, vista l'elevata putrescibilità di tale materiale, è stata progettata come una zona filtro dedicata al solo transito degli automezzi e scarico dei rifiuti. In tal modo vengono minimizzate anche la dispersione di residui di rifiuti accidentalmente caduti al di fuori dell'apposita area di stoccaggio in fase di scarico e lo spandimento di tali residui lungo i piazzali esterni in quanto all'interno di tale zona filtro verrà previsto anche il lavaggio delle ruote degli automezzi in uscita.

Il conferimento dello strutturante fresco sarà previsto al di fuori della sezione di ricezione della FORSU, per far sì che tale operazione non interferisca con lo scarico della sostanza organica stessa da trattare. Infatti, a differenza di quest'ultima, lo strutturante fresco sarà caratterizzato da fenomeni di putrescibilità con una lenta cinetica di sviluppo e pertanto non sarà necessario che il suo stoccaggio avvenga all'interno di aree confinate sulle quali dover effettuare il trattamento dell'aria esausta e dei percolati come nel caso della FORSU.

2.4.2 Pre-trattamenti dei rifiuti in ingresso

Lo strutturante fresco sarà costituito prevalentemente da sfalci di potatura e rifiuti prodotti dalla manutenzione delle aree adibite a verde pubblico e privato e verrà miscelato con la FORSU per fornire le adeguate caratteristiche dimensionali e di porosità al rifiuto da trattare. Prima della miscelazione, lo strutturante verrà sottoposto ad un trattamento di triturazione che ne consentirà la riduzione della pezzatura, rendendolo di dimensioni compatibili con quelle della FORSU. La triturazione dello strutturante avverrà in una sezione interna al capannone di conferimento dei rifiuti verdi in ingresso. Il trituratore, che verrà caricato da una pala gommata, scaricherà lo strutturante triturato in un'apposita area adiacente ad uno dei portoni di uscita del capannone attraverso il quale, sempre a mezzo di pala gommata, verrà avviato all'area di scarico e stoccaggio temporaneo adiacente a quella dedicata alla FORSU.

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



Dalle due zone di stoccaggio una pala gommata dotata di benna a polipo svolgerà le operazioni di caricamento del miscelatore, il quale scaricherà il prodotto trattato in un'apposita area protetta da blocchi in calcestruzzo, per la movimentazione alla successiva fase di bio-stabilizzazione accelerata all'interno delle biocelle situate nelle immediate vicinanze. In tal modo, non solo l'operazione di caricamento delle biocelle risulterà agevole e non interferente con il resto delle movimentazioni effettuate dagli altri macchinari, ma soprattutto le due aree relative rispettivamente al conferimento dei rifiuti ed alla lavorazione nelle biocelle, risulteranno essere separate a meno dell'apertura per il prelievo del prodotto miscelato, per mezzo di una pala gommata.

L'area di scarico e stoccaggio dei rifiuti viene in genere dimensionata ipotizzando che al termine della giornata lavorativa i rifiuti putrescibili in ingresso siano stati tutti lavorati, in modo da ridurre la possibilità che i fenomeni di fermentazione biologica possano iniziare in modo indesiderato, causando molestie olfattive. Tuttavia, al fine di considerare anche le possibili fermate dell'impianto per interventi di manutenzione e di tenere in conto di eventuali punte eccezionali di conferimento, si prevede un periodo medio di messa in riserva di 2 giorni (48 h) con possibilità di stoccaggio fino ad un massimo di 3 giorni.

Ipotizzando un peso specifico medio di $0,75 \text{ t/m}^3$ per la FORSU e di $0,4 \text{ t/m}^3$ per il verde strutturante triturato, si ottengono i seguenti risultati:

$$V_{\text{FORSU}} = \frac{\frac{24.000 \frac{\text{t}}{\text{anno}}}{312 \frac{\text{g}}{\text{anno}}} \times 3}{0,75 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} = 307,69 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{VERDE}} = \frac{\frac{6.000 \frac{\text{t}}{\text{anno}}}{312 \frac{\text{g}}{\text{anno}}} \times 3}{0,40 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} = 144,23 \text{ m}^3$$

Assegnando una altezza media dello stoccaggio di 2,0 m, le superfici necessarie saranno le seguenti:

$$S_{\text{FORSU}} = \frac{307,69 \text{ m}^3}{2,0 \text{ m}} = 153,8 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{VERDE}} = \frac{144,23 \text{ m}^3}{2,0 \text{ m}} = 72,1 \text{ m}^2$$

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



Si è scelto dunque di realizzare la zona di stoccaggio rifiuti suddivisa in:

- Stoccaggio FORSU: circa 185 m²
- Stoccaggio verde strutturante triturato: circa 90 m²

2.4.3 Biossificazione accelerata in biocelle (Fase ACT)

A seguito delle operazioni di trito-miscelazione dei rifiuti conferiti, il materiale così preparato verrà caricato a mezzo di pala gommata dalla zona di scarico del miscelatore ed avviata all'interno delle biocelle previste in progetto, le quali saranno realizzate in c.a. e dotate di portoni a tenuta per mantenere le condizioni operative ottimali del processo (fase ACT). All'interno delle biocelle, una volta chiuso il portone di accesso, verrà avviato il processo di stabilizzazione tramite l'insufflazione di aria (primariamente l'aria aspirata dal capannone di ricezione e trattamento, al fine di ridurre i quantitativi di aria da trattare nella sezione di biofiltrazione): l'aerazione della biomassa in compostaggio avviene dal basso attraverso platea aerata costituita da un sistema di tubazioni in PVC forate dotate di ugelli conici per la diffusione dell'aria all'interno del cumulo. Il processo sarà dunque di tipo termofilo con temperature che rapidamente (già dai primi giorni) raggiungono valori di 55÷60 °C; in tali condizioni (mantenimento di 55 °C per almeno tre giorni consecutivi) la biomassa in compostaggio sarà anche sottoposta ad adeguata sterilizzazione in quanto i principali agenti patogeni vengono uccisi. La fase ACT in biocella verrà realizzata per un periodo medio di processo di 18 giorni, a seguito dei quali, attraverso sonde di controllo della temperatura e dell'umidità che consentiranno la gestione dell'insufflazione di aria e dell'umidificazione dei cumuli (sistema automatico di controllo e gestione), la rapida trasformazione delle matrici organiche putrescibili porterà il materiale ad una maggiore stabilità biologica con conseguente riduzione dell'IRD.

Il dimensionamento è stato condotto, partendo dalla portata di rifiuti conferiti, ipotizzando una densità apparente del materiale compresa tra 0,65 e 0,68 t/m³ (in ogni caso < 0,7 t/m³ come richiesto dalle BAT di settore); le biocelle sono dunque state dimensionate come di seguito riportato:

DIMENSIONAMENTO BIOCELLE		
Quantità annua	30.000	t/anno
Quantità giornaliera	82,19	t/giorno
Peso specifico	0,68	t/m ³
Volume annuo	44.118	m ³ /anno
Volume giornaliero	120,87	m ³ /giorno
Volume giornaliero (312 g/anno)	141,40	m ³

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



DIMENSIONAMENTO BIOCELLE		
Durata fase ACT	18	giorni
Volume per ogni ciclo	2.175,66	m ³ /ciclo
Altezza cumulo in biocella	2,9	m
Lunghezza biocella	24,9	m
Larghezza biocella	8	m
Volume singola biocella	538,68	m ³
Giorni di caricamento	3,8	giorni
Numero biocelle teoriche	4,04	-
Numero effettivo di biocelle	5	-

Ciascuna biocella sarà dotata di:

- portoni a tenuta per il mantenimento, all'interno, delle condizioni ottimali di processo;
- pavimentazione aerata, costituita da tubazioni in PVC dotate di ugelli di diffusione aria (spigot) disposte a pettine in modo da favorire una distribuzione omogenea dell'aria di processo;
- ventilatore per la gestione di flussi d'aria da distribuire all'interno dei cumuli in compostaggio (per il dimensionamento si rimanda al paragrafo relativo al sistema di trattamento aria), disposto nel retro della biocella stessa;
- sonde per la rilevazione dei principali parametri del processo;
- sistema di irrorazione dei cumuli, per la gestione del processo sulla base dei parametri rilevati (anziché utilizzare acqua al fine di ridurre i consumi dell'impianto verrà ricircolato all'interno dei cumuli in compostaggio il percolato prodotto dalle biocelle stesse).

2.4.4 Maturazione primaria in cumuli aerati

Terminata la prima fase di bio-ossidazione accelerata, il rifiuto organico già parzialmente stabilizzato ed igienizzato viene avviato alla successiva fase di maturazione (fase di curing) che, lentamente, consentirà l'ultimazione del processo di stabilizzazione dei composti organici biodegradabili e lo sviluppo di tutte quelle sostanze umiche e di nutrienti tipici dei suoli agrari. Il materiale, quindi, terminato il tempo di processo all'interno delle biocelle sarà estratto tramite pala gommata e disposto in cumuli all'interno delle corsie di maturazione primaria, direttamente contrapposte alle biocelle stesse. Qua il materiale verrà sottoposto nuovamente ad aerazione forzata, con una portata d'aria all'incirca dimezzata rispetto alla fase ACT

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



in biocella, al fine di consentire la corretta ossigenazione del compost, oltre che favorire il lento raffreddamento del cumulo e l'allontanamento dell'umidità in eccesso. La fase di maturazione primaria è stata dimensionata per un tempo di permanenza di circa 45 giorni, durante i quali si prevede un ulteriore riduzione in peso del materiale in cumulo di circa il 20 %. Il dimensionamento è stato condotto, partendo dalla portata di materiale in uscita dalle biocelle, ipotizzando una densità apparente del materiale compresa tra 0,55 e 0,6 t/m³ (valore utilizzato 0,58 t/m³); le corsie di maturazione sono dunque state dimensionate come di seguito riportato:

DIMENSIONAMENTO CORSIE DI MATURAZIONE PRIMARIA		
Perdita di processo in fase ACT	35%	% in peso
Quantità annua	19.500	t/anno
Quantità giorno	53,42	t/giorno
Peso specifico	0,58	t/m ³
Volume annuo	33.621	m ³ /anno
Volume giornaliero	92,11	m ³ /giorno
Volume giornaliero (312 g/anno)	107,76	m ³
Perdita di processo in fase ACT	23,79	% in vol
Durata fase di Maturazione primaria	45	giorni
Volume per ogni ciclo	4.145,02	m ³ /ciclo
Altezza cumulo in corsia aerata	3	m
Larghezza	8	m
Lunghezza	37,4	m
Volume disponibile per singola corsia aerata	869,10	m ³
Giorni di caricamento	8,1	giorni
Numero corsie teoriche	4,77	-
Numero effettivo di corsie	5	-

2.4.5 Vagliatura intermedia

Ultimata la prima fase di maturazione, come descritta precedentemente, il compost ormai praticamente stabile potrà essere movimento, a mezzo di pala gommata, alle successive fasi finali di trattamento previste in impianto.

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



Al fine di ridurre la volumetria da movimentare, il materiale estratto dalle corsie di maturazione primaria verrà avviato all'interno di una tramoggia di carico, disposta all'interno del capannone principale (all'interno del quale vengono anche effettuati i pre-trattamenti meccanici visti in precedenza); da qui, tramite un nastro trasportatore a nastro il compost verrà sottoposto ad una preliminare deferrizzazione in modo da poter separare e recuperare eventuali sostanze ferrose che dovessero essere presenti, quali impurità, all'interno della sostanza organica trattata (viste le caratteristiche medie del rifiuto di provenienza in ingresso all'impianto è prevedibile un recupero massi di sostanze metalliche di circa il 5%, per un quantitativo medio annuo di circa 780 t/anno). Lo stesso nastro trasportatore, inoltre, successivamente alla deferrizzazione avvierà il compost all'interno di un vaglio vibrante con maglie da 100 mm in modo da separare due correnti di materiali: il sovvullo (composto da materiali con dimensioni caratteristiche superiori a 100 mm) che essendo costituito in prevalenza dai materiali plastici quali sacchetti e impurità varie verrà gestito come un rifiuto da avviare a smaltimento (CER 19 12 12) ed il sottovaglio, costituito dal compost semi-raffinato da sottoporre all'ultima fase di maturazione lenta in cumuli (periodicamente rivoltati).

La linea di vagliatura intermedia e di deferrizzazione, come detto, sarà posta all'interno del capannone principale di trattamenti meccanici, in una zona baricentrica tra le corsie di maturazione primaria e la zona destinata alla maturazione secondaria, così da agevolare sia il caricamento della tramoggia di carico che trasporterà il materiale fino al vaglio vibrante che la movimentazione del sottovaglio da avviare alle fasi finali del processo. Tali operazioni di carico/scarico saranno svolte da una pala gommata, la quale potrà operare senza essere soggetta ad interferenze, grazie all'ottimale disposizione planimetrica della linea di vagliatura all'interno del layout generale di impianto. Dalle operazioni di vagliatura intermedia sarà possibile ottenere i seguenti due flussi di materiali:

- Circa 3.700 t/anno di scarti da avviare a smaltimento (raccolti entro cassoni scarrabili) con CER 19 12 12 (sovvalli);
- Circa 11.120 t/anno di compost da avviare alla ultima fase di maturazione finale.

2.4.6 Maturazione finale in cumuli rivoltati

Al fine di poter concludere il ciclo completo di trattamento volto alla produzione di compost di qualità, come anche indicato dalle linee guida della Regione Campania, il compost ormai praticamente stabilizzato ed igienizzato, successivamente alla prima fase di maturazione in corsie aerate verrà sottoposto ad una ulteriore fase di maturazione, l'ultima, che prevede la disposizione del materiale in cumuli con la previsione di operare periodici rivoltamenti con macchina rivoltatrice, in modo da permettere il lento sviluppo delle caratteristiche chimico-fisiche tipiche del compost maturo e dei suoli agrari (con la possibilità di adoperare il prodotto ricavato quale ammendante/fertilizzante per l'agricoltura).

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



A valle della stabilizzazione primaria sono dunque previsti ulteriori 27 giorni durante i quali i cumuli di compost pre-raffinato verranno periodicamente rivoltati, in modo da garantire un buon margine di aerazione del materiale stesso. Il periodo totale destinato al processo di compostaggio risulterà dunque pari a 90 giorni.

La zona prevista per la formazione dei cumuli per la maturazione secondaria sarà sufficientemente ampia così da permettere alla rivoltatrice un adeguato spazio per lo svolgimento delle manovre di rivoltamento e movimentazione. I cumuli così formati saranno rivoltati, ciò consente un efficiente miscelazione dello stesso con l'aria, garantendo il completamento dei processi aerobici di degradazione della matrice organica. Ovviamente sarà necessario che il processo di maturazione secondaria abbia una durata tale da far sì che la durata complessiva dell'intero ciclo di trattamento rispetti il limite fissato dalle linee guida della Regione Campania. Pertanto, nel caso specifico del presente progetto è prevista una durata per il processo di maturazione secondaria di 30 giorni, che sommati a quelli stabiliti per le precedenti fasi di ACT e di maturazione primaria consentono al processo di rispettare i 90 giorni complessivi prescritti dalle linee guida. I cumuli verranno allestiti all'interno del capannone a ciò dedicato (come descritto al precedente capitolo); gli spazi sono stati progettati in maniera tale da poter garantire agevoli movimentazioni dei materiali e ottimali spazi di manovra per la macchina rivoltatrice. Si riporta di seguito il dimensionamento dei cumuli in progetto.

DIMENSIONAMENTO CUMULI DI MATURAZIONE SECONDARIA		
Quantità annua	11.115	t/anno
Quantità giorno	30,45	t/giorno
Peso specifico	0,55	t/m ³
Volume annuo	20.209	m ³ /anno
Volume giornaliero	55,37	m ³ /giorno
Durata fase maturazione finale	27	giorni
Volume per ogni ciclo	1.494,92	m ³ /ciclo
Altezza massima cumulo	2,1	m
Larghezza cumulo alla base	3,9	m
Sezione trasversale cumulo	4,88	m ²
Lunghezza	51	m
Volume singolo cumulo	248,88	m ³ /cumulo
Numero teorico di cumuli	6	-
Numero di cumuli	6	-

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



All'interno del capannone di maturazione finale, inoltre, in prossimità della zona di accesso all'area di raffinazione finale verrà predisposta un'area di deposito temporaneo dove poter stoccare un cumulo di compost durante la fase di caratterizzazione del relativo lotto di produzione. A seguito di ottenimento dei risultati della caratterizzazione chimico-fisica il compost verrà spostato nella platea esterna di stoccaggio; ad esito positivo della suddetta caratterizzazione, il compost risulta a tutti gli effetti un prodotto e verrà stoccato come tale in attesa di essere immesso nel mercato. Qualora invece l'esito della caratterizzazione non sia positivo e, dunque, le proprietà chimico-fisiche del materiale non rispettano i parametri stabiliti dalla normativa, l'intero lotto di provenienza verrà stoccato, come indicato in planimetria, all'interno di un'area destinata al compost fuori specifica (classificato dunque come rifiuto con CER 19.05.03) ed avviato a smaltimento/recupero presso impianti terzi.

2.4.7 Raffinazione finale del compost

Al termine della fase di maturazione secondaria, la sostanza organica trattata come detto sarà ormai stabilizzata e potrà essere avviata alla raffinazione finale, a valle della quale il processo di produzione del compost di qualità può essere ritenuto concluso a tutti gli effetti. Il processo di raffinazione consiste in una vagliatura fine, operata con vaglio vibrante con maglie da 10 mm, da cui verranno generati i seguenti due flussi:

- un sottovaglio costituito dal compost di qualità da avviare allo stoccaggio finale in attesa di essere commercializzato o destinato ad altri usi;
- un sovrvallo, costituito prevalentemente dalle frazioni più grossolane del compost (materiali legnosi e ligneocellulosici che per loro natura vengono interessati dal processo in tempi molto più lunghi rispetto alla biomassa fresca di cui è costituito il rifiuto organico urbano e che, pertanto, possono essere riutilizzati quale materiale strutturante). Vista la possibilità che in tale frazione possa ancora essere presente una piccola percentuale di materiale plastico sfuggito alla precedente vagliatura intermedia, il sovrallo verrà sottoposto ad una operazione di deplastificazione a mezzo di separatore aeraulico successivamente alla quale verrà reintrodotta all'interno del processo come strutturante di ricircolo. I materiali plastici scartati, invece, saranno raccolti in cassoni e periodicamente avviati a smaltimento o recupero previa verifica del possibile riutilizzo.

Dalle suddette attività, dunque, potranno essere distinti i seguenti flussi di materiali:

- Compost di qualità, circa 8.500 t/anno;
- Sovvalli riutilizzabili in testa al processo come materiale strutturante, circa 1.450 t/anno;

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



- Materiale plastico di scarto, identificabile con CER 19.12.04, pari a circa 50 t/anno.

2.4.8 Fattoria didattica per lo sviluppo di studi sperimentali sul compost prodotto

Vista la disponibilità di aree incolte all'interno del perimetro di impianto, sarà possibile prevedere una zona, a nord dell'impianto, nella quale sviluppare studi agrari sperimentali e di laboratorio per la verifica delle performance di trattamento del compost finale; il Gestore infatti avrà la possibilità di avviare attività didattiche e di divulgazione sia scientifica che alla popolazione inerenti prove agrarie di utilizzo del compost prodotto, nell'ottica di evidenziare gli effettivi vantaggi derivanti dalle trasformazioni biologiche di compostaggio operate in impianto, promuovendo quindi i cicli virtuosi propri di una economica circolare (agricoltura, alimentazione, produzione di rifiuti organici, trattamento e produzione di compost, riutilizzo in agricoltura).

A tale scopo, quindi, la suddetta zona potrà essere attrezzata in n. 8 aree da 280 m² circa ciascuna, nelle quali, in accordo con le università e con le associazioni di cittadini, poter sviluppare diverse coltivazioni proprie della zona per testare le caratteristiche agronomiche del compost prodotto.

3 IMPERMEABILIZZAZIONI

Vista la natura dei rifiuti che verranno trattati in impianto, uno dei principali accorgimenti che è necessario prendere per la protezione del suolo da eventuali percolamenti e diffusione di sostanze inquinanti verso il sottosuolo e la falda idrica (seppure una corretta gestione dei processi di trattamento e dell'impianto nel suo complesso fa sì che tale possibilità sia remota) sarà quello di rendere impermeabili tutte le aree maggiormente suscettibili a dette problematiche. In considerazione dunque della presenza di una falda alquanto superficiale si prevede di rendere impermeabili le seguenti zone:

- La zona di stoccaggio rifiuti;
- L'area sottostante le biocelle;
- I pozzetti di rilancio dei reflui di processo;
- Le vasche di contenimento dei serbatoi fuori terra per lo stoccaggio dei reflui di processo.

L'impermeabilizzazione che si prevede di adoperare è costituita da un pacchetto di materiali sintetici formato da:

- Uno strato di tessuto-non-tessuto (TNT) che ha la funzione di protezione dell'intero pacchetto nei confronti di eventuali parti irregolari e/o acuminata

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



nel terreno di base che possano causare forature della seguente geomembrana;

- Un telo in HDPE di spessore 2,5 mm che ha la funzione di impermeabilizzare lo scavo ed il terreno di fondazione per il getto delle platee e/o delle opere da proteggere, in modo da evitare percolamenti di reflui nel sottosuolo ed in falda;
- Uno strato di geocomposito drenante per la protezione del telo in HDPE dal getto da realizzare superiormente.

All'interno degli edifici, la base di fondazione in corrispondenza dello stoccaggio rifiuti conferiti nonché tutta la struttura delle biocelle verranno impermeabilizzate attraverso il suddetto sistema, avendo cura che la geomembrana in HDPE venga risvoltata in corrispondenza dei muri di protezione delle tamponature verticali, al fine di garantire la continuità della protezione in corrispondenza del passaggio dalla pavimentazione alle pareti perimetrali.

La geomembrana risvoltata sulle pareti, infine, verrà saldata ad estrusione con delle lastre in HDPE di spessore pari a 2 cm, in modo da garantire un perfetto isolamento con il sottostante massetto, evitando pertanto che la massa di rifiuti adagiata alle pareti, percolando, riesca comunque a far infiltrare il percolato stesso verso il suolo.

Altro intervento previsto per la protezione del terreno e delle acque sotterranee sarà quello di realizzare le reti di captazione delle acque di processo con tubazioni in HDPE e diametri tali da consentire un rapido deflusso dei percolati ed al contempo sfavorire fenomeni di sedimentazione (con conseguente progressiva otturazione) della tubazione stessa. Inoltre, anche i pozzetti di connessione saranno realizzati in HDPE: così facendo sarà possibile realizzare le diramazioni e le convergenze con saldature ad estrusione che garantiscono perfettamente la tenuta e l'inattaccabilità al manufatto stesso.

Infine, gli scavi e le platee di fondazione per la realizzazione dei bacini di contenimento dei serbatoi fuori terra di stoccaggio reflui di processo saranno protetti con un pacchetto di impermeabilizzazione costituito da telo in HDPE spesso 2,5 mm protetto inferiormente da un telo tessuto-non-tessuto e superiormente da un geocomposito drenante. Un pozzetto spia, infine, posto in corrispondenza del punto più depresso del fondo scavo, permetterà di rilevare eventuali perdite, al fine di poter effettuare gli opportuni interventi correttivi.

4 DISTRIBUZIONE IDRICA

La normale gestione di un impianto di compostaggio di rifiuti organici (FORSU e sfalci delle potature di parchi e giardini) comporta l'impiego di risorse idriche per:

- Necessità di processo:
 - Umidificazione biomassa in compostaggio all'interno delle biocelle;
 - Lavaggio delle superfici di movimentazione rifiuti all'interno dei capannoni per il mantenimento di adeguate condizioni di pulizia e salubrità dei luoghi di lavoro;
 - Lavaggio delle ruote degli automezzi in uscita dall'impianto, per evitare la diffusione di sporcizia e rifiuti all'esterno del capannone di conferimento;
 - Trattamento aria: riempimento scrubber per la saturazione dell'aria ed umidificazione del biofiltro per il mantenimento del valore ottimale di umidità nella biomassa.
- Utilizzi civili:
 - Servizi e uffici;
 - Irrigazione delle aree a verde.

Al fine di contenere laddove possibile i consumi idrici dettagliati precedentemente, si prevede per l'impianto in progetto:

- L'utilizzo dei reflui di percolamento provenienti dalle biocelle e dalle corsie di maturazione primaria per l'umidificazione della biomassa durante il processo di compostaggio in biocella (fase ACT);
- Il riutilizzo del fluido degli scrubber (ricircolo) con scarico totale del volume idrico interno ogni 7÷10 giorni;
- Il controllo dell'umidità sul biofiltro, in modo da azionare il sistema di irrigazione della biomassa filtrante esclusivamente quando è necessario, in modo da mantenere tale parametro entro il range ottimale di funzionamento per il trattamento dei COV presenti nell'aria estratta dall'impianto e quindi limitare al massimo i rilasci di acque di percolamento (da smaltire come reflui);
- Il riutilizzo delle acque meteoriche provenienti dalle coperture degli edifici, stoccate in via temporanea nella relativa vasca di accumulo prevista in progetto, per l'umidificazione del biofiltro ed il rifornimento degli scrubber.

La stima dei consumi medi idrici in impianto viene di seguito riportata in tabella 4-1:

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



CONSUMI IDRICI	VALORE	U.M.
Umidificazione biomassa in compostaggio in biocella	Ricircolo reflui prodotti	/
Lavaggio capannoni (trattamenti meccanici e maturazione finale)	312	m ³ /anno
Lavaggio ruote automezzi in uscita	195	m ³ /anno
Scrubber	1.860	m ³ /anno
Umidificazione biofiltro (quantità massima ipotizzabile senza gestione dei parametri di funzionamento)	2.580	m ³ /anno
Servizi e uffici	380	m ³ /anno
Irrigazione aree a verde (aiuole perimetrali e fattoria didattica)	1.294	m ³ /anno

TABELLA 4-1 – STIMA DEI CONSUMI IDRICI MASSIMI IPOTIZZABILI PER LA GESTIONE DELL'IMPIANTO

Per quanto finora descritto, dunque, i consumi idrici stimabili per la normale gestione dell'impianto in progetto risultano pari a circa 6.621 m³/anno; tuttavia si ribadisce che attuando le suddette misure di risparmio (gestione ottimale dell'umidificazione del biofiltro, ricircolo delle acque meteoriche delle coperture, ecc.) tale volume potrà essere sicuramente ridotto.

Il sistema di approvvigionamento e distribuzione idrica all'interno dell'impianto sarà così costituito:

- Riserve idriche (direttamente rifornibili a mezzo di autobotte):
 - N. 2 serbatoi (TW1 e TW2) in acciaio inox AISI 304 con capacità di 50 m³ ciascuno, disposti nel piazzale posteriore alle biocelle (accanto alla riserva idrica antincendio)
 - N. 1 vasca prefabbricata in c.a. con capacità di 65 m³, disposta all'interno dell'area a verde in prossimità dello stoccaggio del compost prodotto, all'interno della quale potranno essere accumulate le acque meteoriche delle coperture degli edifici per riutilizzarle all'interno della vicina sezione di trattamento aria (scrubber e biofiltro);
 - N. 1 vasca prefabbricata in c.a. con capacità di 7 m³, disposta in adiacenza alla palazzina uffici/servizi per le necessità del personale in forza all'impianto;

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



- Rete di distribuzione perimetrale, costituita da tubazione in PEAD PE100 con diametro DN 90 mm, per permettere il raggiungimento delle varie zone dell'impianto, in modo da consentire l'utilizzo dell'acqua secondo le necessità di processo e di lavorazione, nonché per l'irrigazione delle aree a verde presenti in impianto. La rete perimetrale potrà inoltre essere rifornita attraverso allaccio diretto all'acquedotto comunale che attualmente è presente lungo la Via Santa Maria a Cubito (SP 16) a circa 1,5 km di distanza dall'area dell'impianto (per tale motivo, dunque, si prevede la predisposizione, in prossimità dell'ingresso dell'impianto, di un pozzetto per l'allaccio alla rete acquedottistica comunale). Dalla rete principale perimetrale verranno effettuati gli stacchi opportuni per consentire, nei punti stabiliti ed individuati in planimetria, l'attacco di un rubinetto da 3/4 di pollice per l'utilizzo dell'acqua;
- Rete di distribuzione dedicata alla fornitura idrica al sistema di lavaggio ruote, costituita da tubazione in PEAD PE100 con diametro DN 90 mm; la rete di distribuzione terminerà dunque con un anello realizzato con tubazione in acciaio zincato (DN60) disposto all'interno di una canaletta a pavimento (dimensioni 3,5 x 0,6 m e altezza 0,3 m); il suddetto anello sarà dotato di n. 26 ugelli a getto piatto ciascuno con portata media di 4 l/s e pressione di esercizio 3 bar per la pulizia della ruota dell'automezzo in uscita dall'area conferimento.
- Rete di distribuzione dedicata alla sezione di trattamento aria (scrubber e biofiltro) costituita da n. 2 tratti indipendenti in tubi in PEAD PE100 con diametro DN 90 mm; la linea di alimentazione scrubber sarà alimentata direttamente dalla vasca di raccolta delle acque meteoriche delle coperture, la quale a sua volta potrà essere alimentata anche dalla rete perimetrale di distribuzione idrica principale. La linea di alimentazione del biofiltro, invece, terminerà in un anello di distribuzione idrica, a sua volta suddiviso in n. 3 settori, uno per ciascun modulo biofiltrante, in modo da garantire una ottimale irrigazione della biomassa; l'anello sarà costituito da tubazione in acciaio zincato da 1 pollice e 1/2, munito di n. 14 ugelli a battente, rotativi e regolabili in ampiezza e cono, ciascuno con portata di 22 litri/secondo e pressione di esercizio 4 bar;
- Gruppi di pompaggio per la distribuzione idrica, così distinti:
 - N. 1 elettropompa per l'alimentazione della rete perimetrale principale, in grado di garantire una portata media di 7 litri/secondo ed una prevalenza di 40 m (potenza 15 kW). Tale pompa sarà disposta all'interno della centrale idrica in prossimità dei serbatoi di riserva TW1 e TW2
 - N. 1 elettropompa per l'alimentazione della linea dedicata al lavar ruote, in grado di garantire una portata media di 8 litri/secondo ed una prevalenza di 40 m (potenza 15 kW). Anche questa pompa sarà disposta all'interno della centrale idrica in prossimità dei serbatoi di riserva TW1 e TW2

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



- o N. 1 elettropompa per l'alimentazione della linea dedicata alla sezione di trattamento aria, in grado di garantire una portata media di 7 litri/secondo ed una prevalenza di 40 m (potenza 15 kW). Tale pompa sarà disposta in prossimità della vasca di accumulo delle acque meteoriche delle coperture
- o N. 1 elettropompa per l'alimentazione della linea dedicata ad uffici e servizi, in grado di garantire una portata media di 0,7 litri/secondo ed una prevalenza di 15 m (potenza 2,2 kW). Tale pompa sarà disposta in prossimità della relativa vasca di accumulo.

Maggiori dettagli grafici sulla disposizione delle linee di approvvigionamento idrico e dei punti di erogazione, nonché del sistema di stoccaggio previsto in progetto si rimanda alla relativa planimetria.

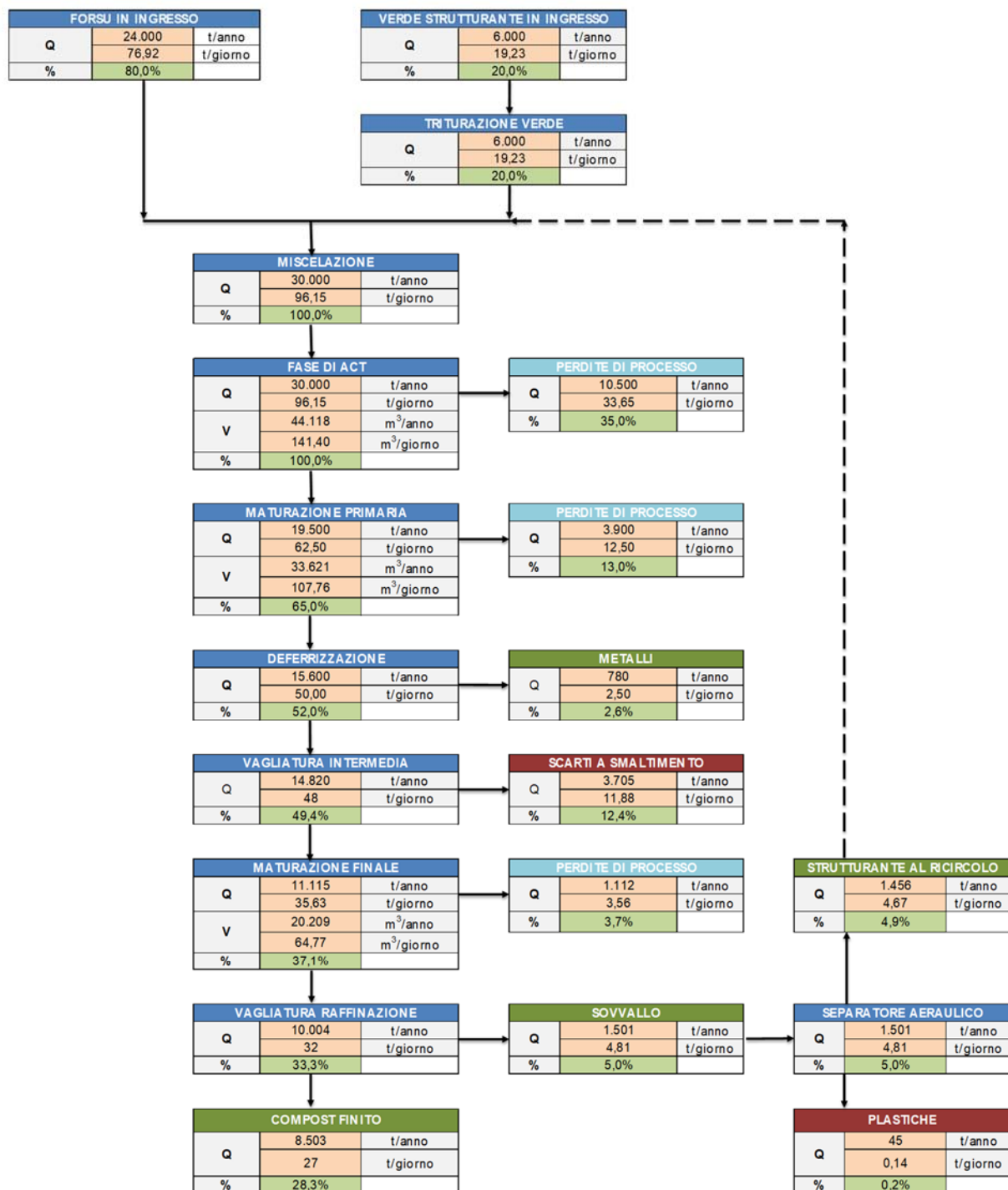
5 BILANCIO DI MASSA

Si riporta nella seguente figura 5-1 il bilancio di massa relativo alle lavorazioni ed ai processi svolti in impianto:

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



FIGURA 5-1 – BILANCIO DI MASSA RELATIVO AL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO IN PROGETTO



Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



6 SISTEMA DI CONTROLLO E GESTIONE DEL PROCESSO

Tutte le attività di trattamento dei rifiuti che verranno effettuate in impianto, nonché tutte le operazioni di controllo e gestione dei trattamenti e delle lavorazioni collaterali verranno automatizzate in modo che tutti i parametri e le grandezze di processo possano essere gestite in maniera corretta ed in remoto dagli operatori di impianto.

Tutti i sistemi di controllo e monitoraggio dei processi sono gestiti tramite PC di processo che comunicano, attraverso un sistema “bus”, con un PLC decentrato, posizionato in apposito quadro separato; un computer di visualizzazione trasmette dunque i dati al PLC affinché possano essere effettuati la regolazione ed il controllo dei processi (non è dunque necessario intervenire operativamente sul PLC, in quanto i dati sono scambiati tramite databank nel computer di visualizzazione, che è munito anche di modem e software di comunicazione per un rapido supporto in remoto in caso di problemi).

I computer di visualizzazione dati, disposti in sala controllo, saranno tutti muniti di schermate video nelle quali in una parte sono visualizzati i pulsanti per la scelta dell'area coinvolta; oltre alla videata di riepilogo, inoltre, saranno disponibili videate riguardanti i macchinari di trattamento meccanico, le biocelle e le corsie di maturazione primaria, l'alimentazione ed il funzionamento degli scrubber, l'umidificazione del biofiltro, i flussi di aria aspirata dai capannoni, le aliquote ricirkolate all'interno delle biocelle e nelle corsie di maturazione primaria, i diagrammi dei parametri controllati, il sistema di alimentazione idrica alle varie sezioni dell'impianto, ecc. Infine saranno anche visualizzati lo stato del processo ed i messaggi di eventuali anomalie.

Di seguito si riportano i principali parametri di processo che vengono misurati e controllati dal sistema:

- Compostaggio:
 - Temperatura del materiale in cumulo (biocelle e corsie di maturazione primaria);
 - Temperatura aria in ingresso (biocelle e corsie di maturazione primaria);
 - Temperatura aria in uscita (biocelle e corsie di maturazione primaria);
 - Pressione/depressione biocelle e canale di insufflazione;
 - Portata aria, tramite curve caratteristiche ventilatori (biocelle e corsie di maturazione primaria);
 - Velocità ventilatore (biocelle e corsie di maturazione primaria);
 - Serrande di aria fresca/ricircolo/esausta (biocelle e corsie di maturazione primaria);
- Sistema di trattamento aria
 - Temperatura e pressione tubazioni aria aspirata (capannone principale e capannone maturazione finale);

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti:



- Temperatura monte e valle scrubber;
- Pressione monte e valle scrubber;
- Portata ingresso scrubber;
- Livello acqua scrubber;
- pH acqua scrubber;
- Temperatura e pressione ingresso biofiltro;
- Temperatura biomassa filtrante;
- Umidità relativa biofiltro;
- Gestione dei reflui di processo
 - Livelli nei serbatoi di stoccaggio;
 - Pressione ingresso/uscita filtro per i reflui delle biocelle;
 - Portata in uscita dai serbatoi;
- Gestione delle riserve idriche
 - Livelli nei serbatoi e nelle vasche di accumulo;
 - Portata in ingresso.