

Progetto di sperimentazione

# Analisi delle performance di sacchi in carta riciclata, Mater- Bi e polietilene per il conferimento dell'umido domestico

Report



*Scuola Agraria del Parco di Monza*

*Gruppo di Studio sul Compostaggio e  
Gestione Integrata dei Rifiuti*

indirizzo: viale Cavriga 3, 20052 Monza (MI)

Tel. +39 - 039 - 2302660

Fax. +39 - 039 - 2327676

E-mail: [compost@monzaflora.it](mailto:compost@monzaflora.it)

Sito web: [www.monzaflora.it](http://www.monzaflora.it)

INDICE

1	INTRODUZIONE .....	2
2	MATERIALI E MODALITA' OPERATIVE.....	3
2.1	Sacchetti .....	3
2.1.1	Carta .....	3
2.1.2	Mater-Bi .....	4
2.1.3	Polietilene alta densità .....	5
2.2	Supporti.....	6
2.2.1	Trespolo: COMBI .....	7
2.2.2	Bidoncino areato: BIOBOX.....	7
2.2.3	Bidoncini chiusi .....	8
2.4	Scarto organico .....	11
2.5	Schema sperimentale.....	12
2.6	Parametri indagati .....	13
3	RISULTATI .....	15
3.1	Caratteristiche dei dati.....	15
3.2	Condizioni ambientali (T e U.R.) .....	15
3.3	Perdita di peso .....	16
3.4	Rotture .....	20
3.5	Percolato .....	22
3.6	Muffe .....	26
3.7	Valutazioni aggiuntive .....	29
	Allegato I - codici .....	32
	Allegato III – 2° ripetizione .....	35
	Allegato IV – 3° ripetizione .....	37
	Allegato V – 4° ripetizione .....	39
	Allegato VI – 5° ripetizione .....	41



## 1 INTRODUZIONE

La sperimentazione è stata promossa da Novamont S.p.a. (produttrice della materia prima Mater-Bi) e Aspic S.r.l. (produttrice e commercializzatrice di sacchi in carta riciclata), aziende attivamente impegnate nella promozione di sistemi per la RD della frazione organica con sacchetti biodegradabili e compostabili.

La Scuola Agraria del Parco di Monza (di seguito SAPM) ha definito preliminarmente, insieme ai due soggetti promotori gli obiettivi specifici e le modalità di conduzione della sperimentazione.

Scopo della sperimentazione è la verifica e comparazione delle performance di 3 diverse tipologie di sacchetti (incluso anche la tipologia in Polietilene) utilizzati per la raccolta differenziata ed il conferimento dello scarto organico da cucina in ambiente domestico impiegando 3 generi di supporti (cosiddetti contenitori "sottolavello").

In particolare sono stati indagati i parametri che possono dare indicazioni circa l'apprezzabilità e/o le criticità dei prodotti dal punto di vista dell'utente domestico del gestore che effettua la raccolta dei rifiuti e del Comune

Riferimenti per le Aziende

**Novamont s.p.a.**

[www.materbi.com](http://www.materbi.com)

Via Fauser, 8 - 28100 Novara

Referente: Andrea Colombo

Tel. 0321 699683/654

e-mail [colombo.a@materbi.com](mailto:colombo.a@materbi.com)

**Aspic s.r.l.**

[www.aspicsrl.com](http://www.aspicsrl.com)

Via Pancaldo, 7 - 20129 Milano

Referente: Paolo Fato

Tel. 02 29409261

e-mail [info@aspicsrl.com](mailto:info@aspicsrl.com)

## 2 MATERIALI E MODALITA' OPERATIVE

### 2.1 Sacchetti

I sacchetti testati nella sperimentazioni sono stati messi a disposizione dalle rispettive aziende produttrici

#### 2.1.1 Carta

Il sacchetto SUMUS per la raccolta domestica dello scarto di cucina è un sacchetto con fondo autoformante e fondello ribaltabile di rinforzo, assorbente e alette ripiegabili per il fissaggio al secchiello.

Il sacchetto SUMUS è brevettato e certificato per la compostabilità in conformità con la norma CEN EN 13432.

Figura 1: sacchetto SUMUS in carta riciclata



I materiali di cui è composto sono:

- Carta Kraft Avana riciclata,
- Cartoncino rinforzato assorbente in carta riciclata gr. 150 per il fondello
- Colla a base acqua
- Inchiostro a base acqua. Colore nero con pigmento in fibra di carbone

CARATTERISTICHE TECNICHE della CARTA	
Grammatura (gr/m <sup>2</sup> )	80 DIN EN ISO 536 – 08.9
Resistenza Allungamento md (N)	>78 DIN EN ISO 1924 T2 – 04.95
Resistenza Allungamento	cd (N) >78 md (m) >6600 cd (m) >2500 av (m) >4550
Rapporto cd/md (%)	>30
Wet-strenght (%)	20 +/- 5 DIN ISO 3781 – 10.94
Scoppio ass. (kPa)	> 190 DIN ISO 2758 – 12.86
Scoppio rel. (kg/cm <sup>2</sup> )	> 2,3
Sizing Cobb 60 (g/m <sup>2</sup> )	25 +/- 10 DIN EN 20535 – 09.94

CARATTERISTICHE TECNICHE del CARTONCINO		
Grammatura (gr/m <sup>2</sup> )	150	UNI 6440-88
Scoppio ass. (kPa)	255	UNI 6443-88
Scoppio rel. (kpAM <sup>2</sup> /G)	1,7	UNI 6443-88
Cobb 60 (TOP) (g/m <sup>2</sup> )	max. 30	ISO 535

Per le prove sono stati selezionati due sacchetti di carta riciclata con formato differente (5 lt e 8 lt) a seconda del supporto utilizzato.

Capacità nominale	Dimensioni	Peso (gr)	Supporto utilizzato
8 litri	20 x 15 x 28 (35) + 4,5 alette risvoltabili	30	Trespolo COMBI Bidoncino chiuso URBA 10
5 litri	14 x 13,4 x 24,5 (31) + 4,5 alette risvoltabili	21	Bidoncino areato BIOBOX

### 2.1.2 Mater-Bi

Il Mater-Bi™ deriva da materie prime rinnovabili di origine agricola e provenienti da amido non geneticamente modificato. Con il marchio Mater-Bi™, Novamont produce e commercializza diverse linee di biopolimeri per differenti tecnologie di lavorazione.

Il materiale con marchio Mater-Bi è certificato per la compostabilità in conformità con le metodiche:

- DIN EN 13432 Din Certco (D)
- AIB Vinçotte OK COMPOST (B)
- AIB Vinçotte OK COMPOST HOME (B)
- AIB Vinçotte OK BIODEGRADABLE SOIL (B)
- UNI 10785 (I)

CARATTERISTICHE TECNICHE di Mater-Bi	
Grammatura (gr/m <sup>2</sup> )	> 22
completa biodegradabilità in diversi ambienti: in compostaggio, in suolo, in acqua dolce e salata	
lavorabilità con le stesse tecnologie delle plastiche tradizionali e con produttività simile	
stampabilità con normali inchiostri e tecnologie di stampa, senza bisogno di trattamento corona	
colorabilità in massa con Master-batch biodegradabili	
intrinseca antistaticità	
sterilizzabilità con raggi gamma	

Nella sperimentazione sono utilizzati sacchi in “Mater-Bi standard” per i test in bidoncino chiuso e “Pneo” (polimero di formulazione modificata che conferisce maggiore traspirabilità) per i sistemi areati (trespolo e bidoncino areato).

Figura 2: sacchetto in Mater-Bi standard e Pneo



Capacità nominale	Dimensioni	Peso (gr)	Supporto utilizzato
Pneo 8 lt	22 x 39,5	Ca. 7	Trespolo COMBI Bidoncino areato BIOBOX
Mater-Bi standard 8 lt	22 x 39,5	Ca. 7	Bidoncino chiuso URBA 10

### 2.1.3 Polietilene alta densità

I sacchetti biodegradabili descritti nei paragrafi precedenti, sono stati messi a confronto con sacchetti non biodegradabili in polietilene ad alta densità (HDPE).

Le caratteristiche del polietilene si possono comunque così riassumere:

- basso costo
- facilità di lavorazione
- tenacità e flessibilità anche a basse temperature
- mancanza di odore e tossicità
- trasparenza

Gli impieghi sono estremamente vari: vanno dai casalinghi ai giocattoli, al rivestimento di cavi, alle bottiglie, ai film per imballaggio, alle serre per uso agricolo, alle tubazioni.

Questo materiale ha una struttura molto semplice, la più semplice di tutti i polimeri commerciali. Questo è detto polietilene ramificato o polietilene a bassa densità LDPE (low density polyethylene). Se non ci sono ramificazioni, è detto polietilene lineare, o HDPE (high density polyethylene) ed è molto più resistente del ramificato.

I sacchetti utilizzati nelle prove sono stati reperiti nel reparto ortofrutticolo di supermercati della grande distribuzione.

Figura 3: sacchetto in polietilene



Capacità nominale	Dimensioni	Peso (gr)	Supporto utilizzato
8 lt	22 x 41 cm	Ca. 3,5	Trespolo COMBI Bidoncino areato BIOBOX Bidoncino chiuso BIOBIN Bidoncino chiuso MINIMAX

## 2.2 Supporti

Sono stati utilizzati tre diverse tipologie di supporto per i sacchetti:

- trespolo areato completo,
- bidoncino areato,
- bidoncino chiuso.

Il modello specifico di supporto, per ciascuna tipologia, è stato concordato con le due aziende promotrici della sperimentazione. I supporti effettivamente utilizzati sono:

- trespolo: modello COMBI
- bidoncino areato: sistema BIOBOX.
- bidoncino chiuso: sono stati scelti 3 modelli differenti che fossero meglio adattabili alle forme e dimensioni dei sacchetti da testare; in particolare sono stati individuati i modelli a base quadrata MINIMAX e BIOBIN per i sacchetti in Mater-Bi e polietilene ed il modello URBA 10 a base rettangolare per i sacchetti in carta.

Nei paragrafi successivi vengono forniti i dettagli dei supporti sulla base delle schede tecniche disposte dai produttori.

### 2.2.1 Trespolo: COMBI

BioMat Combi è un supporto regolabile e adattabile a sacchetti con capacità da 5 a 15 litri utilizzati per il conferimento dello scarto organico domestico. Il design del trespolo COMBI garantisce un'esposizione del sacchetto all'aria su tutti i lati e consente la massima capacità di traspirazione nel caso di sacchi traspiranti.

Il coperchio presenta numerosi piccoli fori che consentono all'acqua contenuta nello scarto organico di evaporare anche quando il coperchio è abbassato prevenendo l'accesso a moschini e altri insetti.

Esistono differenti modi di montare il trespolo. Questo può essere assemblato in modo da presentare diverse altezze, può essere appoggiato a terra o appeso grazie a squadrette fornite nel kit. Ciò rende il trespolo facilmente accessibili e di facile utilizzo. Il COMBI ha un anello di chiusura intorno all'apertura che permette di fissare saldamente il sacchetto quando utilizzato.

CARATTERISTICHE TECNICHE	
Capacità nominale	Variabile a seconda del sacchetto
Materiale	Polipropilene
Colori	Bianco
Dimensioni	Larghezza 20 cm Profondità 39 cm Altezza min 26, 5 cm Altezza con prolunga 37,5
Peso dichiarato	740 gr
Dotazione standard Coperchio incernierato e fermasacco	

Figura 4: trespolo COMBI



### 2.2.2 Bidoncino areato: BIOBOX

Il bidoncino areato del sistema Bio•Box è costituito da un cestello traforato pensato appositamente per sacchetti traspiranti, che facilita il passaggio di aria, consentendo così l'evaporazione dell'acqua contenuta nello scarto umido;

Bio•Box ha un design che si presta per essere utilizzato e spostato sul piano di lavoro; una pratica copertura che lo rende un contenitore chiuso ma che consente contemporaneamente la traspirazione; e' dotato di un anello per fissare il sacco sulla bordo superiore.

CARATTERISTICHE TECNICHE	
Capacità nominale	7 Lt
Materiale	Polipropilene (PPL)
Colori	range Giallo - Blu
Dimensioni	Lato sup. mm 240 x 190 Lato inf. mm198 x 138 Altezza: mm 225
Peso dichiarato	392 gr.
Dotazione standard Coperchio incernierato e fermasacco	
Manico in metallo zincato con impugnatura anatomica in LDPE	

Figura 5: bidoncino areato da sistema BIOBOX



### 2.2.3 Bidoncini chiusi

#### 2.2.3.1 Scheda tecnica MINIMAX raccolta organico

Si tratta di un secchiello sottolavello stampato in polipropilene, a base quadrata, coperchio incernierato ribassato, manico in ABS con sistema di chiusura antirandagismo ad apertura automatica.

Il manico consente di "bloccare" il coperchio per evitare che animali randagi possano rovesciare e aprire il contenitore; lo sbloccaggio avviene automaticamente in fase di svuotamento.

CARATTERISTICHE TECNICHE	
Capacità nominale	10 Lt
Materiale	polipropilene 100% riciclabile, trattato contro i raggi U.V.
Processo	stampaggio ad iniezione
Fusto	tronco piramidale a base quadrata con spigoli arrotondati, superficie interna ed esterna completamente liscia; cerniera ribassata per consentire di risvoltare i sacchetti su tutto il bordo
Coperchio	ancorato al fusto mediante una cerniera posteriore; apertura totale a 270°, fornito già assemblato al fusto
Manico	in ABS con anima a sezione variabile, blocco "antirandagismo" del coperchio ed apertura automatica in fase di svuotamento
Colori standard	blu, giallo, grigio, marrone, verde; altri su richiesta
Dimensioni	Larghezza 231 mm Profondità 240 mm Altezza 300 mm Altezza con manico vert 450 mm
Peso dichiarato	0,51 kg

Figura 6: bidoncino chiuso MINMAX



### 2.2.3.2 Scheda tecnica BIO BIN raccolta organico

Contenitore per la raccolta differenziata stampato in polipropilene; base quadrata, coperchio con 2 cerniere "ribassate" per permettere un agevole risvolto del sacchetto su tutto il perimetro superiore del contenitore, manico in acciaio zincato.

Le dimensioni contenute e la sua forma quadrata rendono il contenitore comodo e razionale, grazie anche agli incavi sul coperchio e sulle cerniere che evitano un inutile aumento d'ingombro quando il coperchio è aperto.

CARATTERISTICHE TECNICHE	
Capacità nominale	10 Lt
Materiale	polipropilene 100% riciclabile, trattato contro i raggi U.V.
Processo	stampaggio ad iniezione
Fusto	tronco piramidale a base quadrata con spigoli arrotondati, superficie interna ed esterna completamente liscia; cerniera ribassata per consentire di risvoltare i sacchetti su tutto il bordo
Coperchio	ancorato al fusto mediante una cerniera posteriore; apertura totale a 270°, fornito già assemblato al fusto
Manico	in acciaio zincato, per una maggiore garanzia e sicurezza
Colori standard	marrone, verde; altri su richiesta
Dimensioni	Larghezza 230 mm Profondità 245 mm Profondità con coperchio aperto 240 mm Altezza 305 mm Lato bordo superiore 215 mm
Peso dichiarato	0,71 kg

Figura 7: bidoncino chiuso BIOBIN



### 2.2.3.3 Urba 10

Urba 10 è un contenitore a forma tronco piramidale a base rettangolare riduce lo spazio occupato e facilita la collocazione nel sotto lavello della cucina.

CARATTERISTICHE TECNICHE	
Capacità nominale	10 Lt
Materiale	polipropilene 100% riciclabile, trattato contro i raggi U.V. Resistente agli agenti chimici e biologici
Fusto	Impilabile e sovrapponibile
Coperchio	incernierato con manico antirandagismo
Manico	in acciaio zincato, per una maggiore garanzia e sicurezza
Colori standard	verde, marrone, giallo e grigio e altri colori su richiesta
Dimensioni	Larghezza con ingombro manico 238 mm Profondità 275 mm Altezza 300 mm

Figura 8: bidoncino chiuso URBA 10



#### 2.4 Scarto organico

Lo scarto organico scelto per le prove è stato reperito dalla gestione ordinaria della mensa della Scuola Agraria del Parco di Monza che è attiva 5 giorni alla settimana. La mensa lavora preparando un numero di pasti giornaliero variabile tra 20 e 40 persone, del tutto assimilabile quindi alla tipologia di scarto umido prodotto da un'utenza domestica. Lo scarto organico è composto prevalentemente da scarti della preparazione del pasto quali verdura, bucce e frutta, fondi di caffè, croste di formaggio, cotenne e solo in parte da scarti di cibi cotti.

Lo scarto organico viene raccolto in due bidoni carrellati da 120 Lt usualmente svuotati 1 volta per settimana.

Per il riempimento dei sacchetti, pianificato 1 volta a settimana per 5 settimane, si è provveduto al prelievo dell'umido nella parte prossimale del bidone, corrispondente quindi allo scarto più "fresco"; successiva tale scarto viene miscelato con una componente omogenea costituita da coste tagliate.

Tale procedura, ha consentito di predisporre una miscela omogenea per le tesi testate in parallelo (n. 9 tesi per ciascuna prova settimanale) con particolare riferimento allo stress meccanico che il rifiuto esercita sui sacchetti. Per ottenere l'effetto di omogeneizzazione di pezzatura desiderato si è individuata la quota di coste pari ad 1/3 in peso dei quantitativi di umido (ca. 5 Kg su ca. 15 Kg) .

Figura 9 Preparazione della miscela (umido+ coste) per il riempimento dei sacchetti



## 2.5 Schema sperimentale

Per lo schema sperimentale si è proceduto all'allestimento di prove statiche - con un unico caricamento iniziale dei sacchetti - e si è provveduto a predisporre:

- n. 9 tesi (n. 3 tipi di sacchetti x n. 3 supporti) da testare in parallelo
- per n. 5 ripetizioni, ciascuna della durata di 1 settimana.

Per ciascuna tesi il sacchetto è stato riempito con ca. 1,5 Kg di scarto organico (vedi paragrafo precedente) all'inizio di ciascuna ripetizione.

La scansione temporale delle misure relative all'evoluzione delle diverse tesi (sacchetto + supporto) è:

- $T_0$  (ore 0) all'inizio della prova all'allestimento delle tesi
- $T_2$  (ore 66) dopo il secondo giorno per simulare il tempo di vita medio di un sacchetto in sistemi di raccolta dell'umido con frequenza pari a 3 volte a settimana
- $T_3$  (ore 90) dopo il terzo giorno per simulare il tempo di vita medio di un sacchetto in sistemi di raccolta dell'umido con frequenza pari a 2 volte a settimana
- $T_7$  (ore 162) dopo il settimo giorno per simulare le situazioni tipiche del nord Europa dove la raccolta dell'umido viene generalmente eseguito almeno con frequenza settimanale.

Le prove sono state condotte presso la SAPM, in locale riscaldato che potesse simulare la cucina di un ambiente domestico.

Materiali	Carta riciclata = sacchetti forniti da Aspic s.r.l.
(3)	Mater-Bi = sacchetti forniti da Novamont s.p.a. Polietilene = sacchetti da reparto frutta e verdura di supermercato
Supporti	Bidoncino in plastica chiuso, Bidoncino in plastica areato, Trespolo reggisacco
(3)	
Tesi	3 sacchetti in differenti materiali x 3 Supporti = 9 Tesi
(9)	le 9 tesi saranno testate in parallelo
Ripetizioni	(5)
(5)	ciascuna prova di n. 9 tesi sarà ripetuta per n. 5 volte in serie per un totale di 5 settimane (non necessariamente consecutive)
Dati	9 tesi x 5 repliche = 45 dati
(45)	dai dati raccolti si potranno elaborare statisticamente valori medi e variabilità

## 2.6 Parametri indagati

I parametri indagati sono stati scelti al fine di dare indicazioni circa l'apprezzabilità e/o le criticità dei prodotti dal punto di vista dell'utente domestico, del gestore che effettua la raccolta dei rifiuti e del Comune.

Durante lo svolgimento delle prove sono state monitorate le condizioni ambientali climatiche al contorno:

- $T$  = temperatura ambiente con una precisione di  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  e
- $UR$  = umidità relativa con l'1% di precisione.

Il monitoraggio è avvenuto come misura discreta per 4 punti giornalieri (h. 9.00, 12.30, 15.00 e 17.30), oltre alla registrazione dei dati di T e U.R. minimi relativi al periodo notturno.

I parametri per la valutazione delle performance dei sacchetti in combinazione con i diversi supporti sono stati registrati per i 4 momenti di campionamento stabiliti ( $T_0$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  e  $T_7$ ).

- Peso: registrato con una bilancia con precisione pari a 5 gr., viene determinato al netto del contributo dovuto alla tara dei supporti ed espresso in grammi;
- Perdita di peso: registrata in termini cumulativi come percentuale della differenza di peso tra campione al tempo  $T_n$  e  $T_0$
- Percolato: valutazione visiva della presenza/assenza e misura, dove possibile, in ml tramite pesata con precisione al grammo
- Rottura: valutazione visiva della presenza/assenza descrizione e conteggio
- Muffe: valutazione visiva della presenza/assenza

Lo stato dei materiali e sacchetti è stato documentato fotograficamente.

### 3 RISULTATI

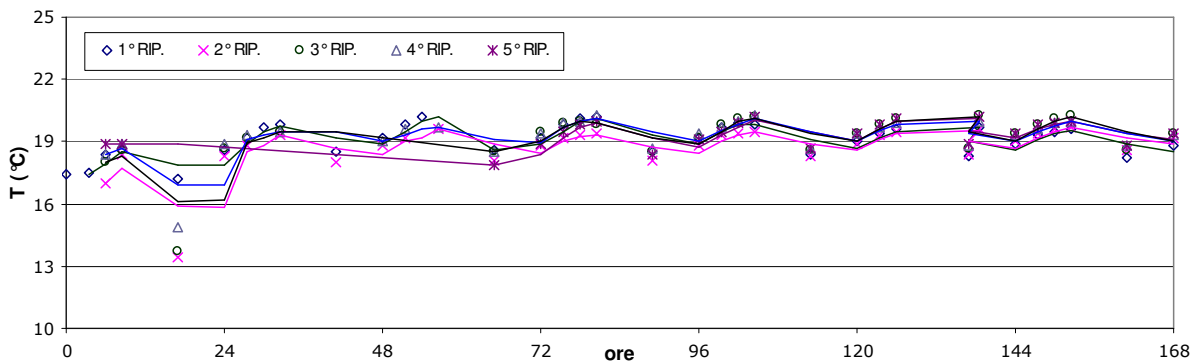
#### 3.1 Caratteristiche dei dati

I dati registrati durante le prove e riportati in dettaglio negli Allegati da II a VI hanno mostrato un comportamento, in termini di risposta al test nonché in termini di variabilità, coerente e paragonabile tra le diverse ripetizioni. Si riporta nei paragrafi seguenti un'elaborazione molto soddisfacente dei risultati.

#### 3.2 Condizioni ambientali (T e U.R.)

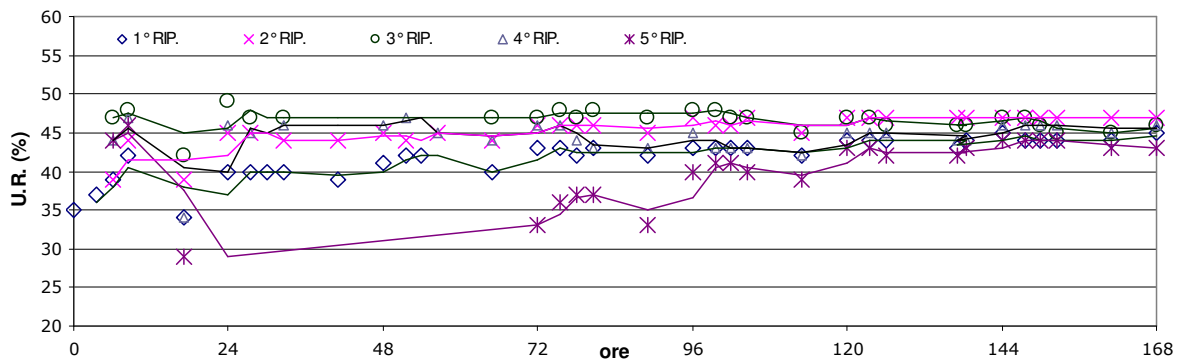
Il monitoraggio dei parametri climatici (T e U.R.) riportati in Figura 10 e Figura 11 mostrano la sostanziale invarianza durante il periodo di durata della sperimentazione (5 settimane).

Figura 10: Andamento della Temperatura - ripetizioni a confronto



Più in specifico le oscillazioni della Temperatura sono contenute nell'intervallo di  $\pm 1^\circ\text{C}$  per effetto della termoregolazione costante dei locali dove si è svolta la sperimentazione. L'oscillazione che si osserva nelle prime ore di ciascuna ripetizione è dovuta al ricambio di aria dei locali.

Figura 11: Andamento dell'Umidità Relativa - ripetizioni a confronto



Il trend di U.R. presenta delle differenze maggiori  $\pm 6\%$  tra le ripetizioni. In particolare si osserva un'umidità maggiore (media settimanale 46,7%) nella ripetizione 3 quando sono incorsi eventi piovosi, invece valori inferiori sono stati registrati per la ripetizione

5 (media settimanale 39,7%) imputabile ad un periodo di forte vento secco di ca 72 h.

### 3.3 Perdita di peso

Le perdite di peso cumulative sono qui di seguito presentate come percentuali riferite ai pesi assoluti normalizzati. In tal modo è possibile evincere un confronto diretto tra le performance di ciascuna combinazione sacchetto-supporto. I dati rappresentano i valori medi normalizzati calcolati sui valori prodotti nelle 5 ripetizioni. Nella Figura 12 sono comparate le rese per ciascun sacchetto sui diversi supporti, mentre in Figura 13 sono messe a confronto i 3 materiali per ciascun tipo di contenitore.

Per i dati di dettaglio relativi a ciascuna ripetizione si vedano gli Allegati da II a VI.

Figura 12: Confronto tra perdite di peso dei sacchetti con i 3 differenti supporti

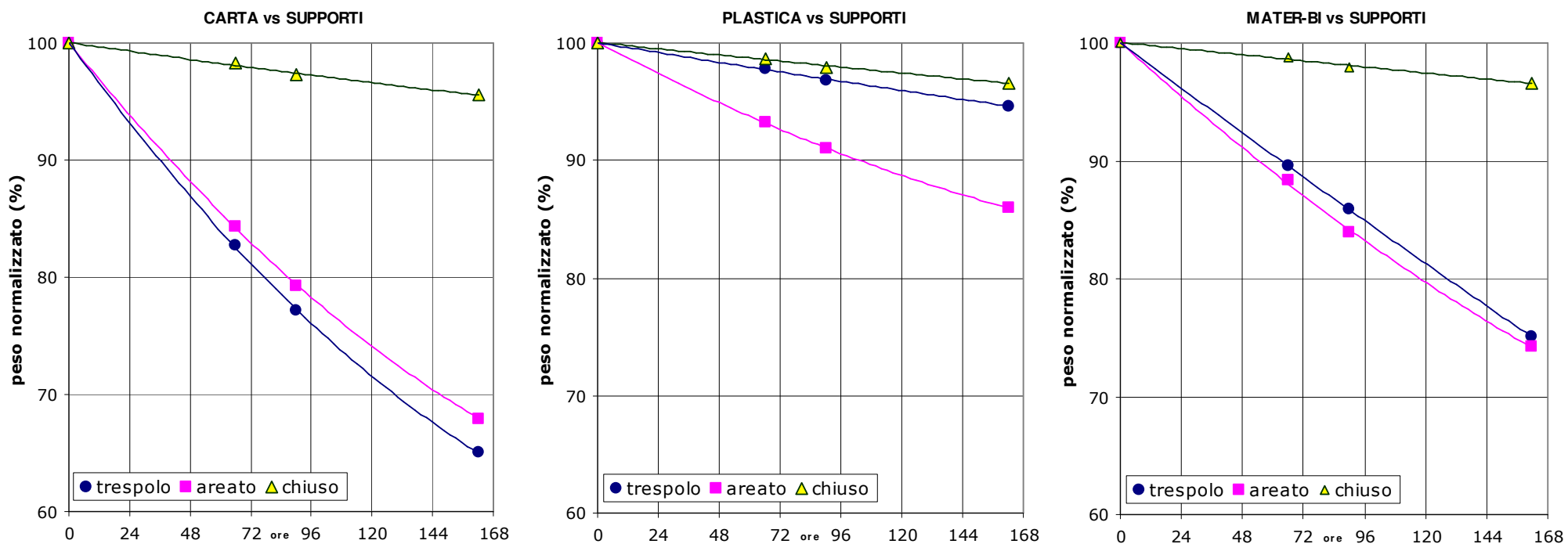
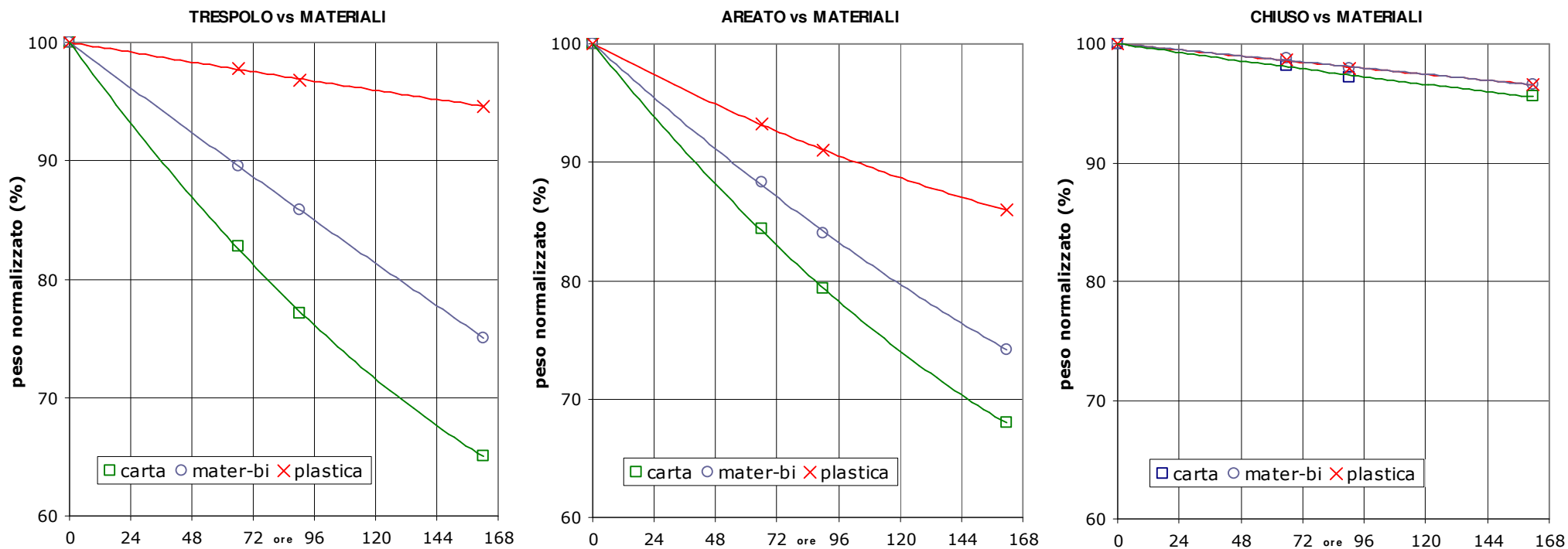


Figura 13: Confronto tra perdite di peso con i supporti per i 3 differenti sacchetti



Osservazioni comuni a tutti e tre i tipi di sacchetti:

- Le maggiori perdite di peso si verificano per i sistemi areati (bidoncino areato e trespolo)
- la perdita di peso inferiore è registrata per il supporto chiuso che impedisce la l'evaporazione di acqua all'esterno del sistema, creando un microclima ad alta umidità relativa
- per tutti i supporti le perdite di peso maggiori vengono registrate per i sacchetti in carta riciclata

Osservazioni specifiche

#### Carta

- il sistema che registra la maggiore perdita di peso è dato dall'utilizzo del sacchetto in carta con il supporto " trespolo"

Tabella 1: Valor della perdita di peso del sacchetto in carta su trespolo nelle 5 ripetizioni, con dato medio, deviazione standard e coefficiente di variazione (%)

	<b>T0</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T7</b>
1° rip.	-	17,15	22,08	31,30
2° rip.	-	15,66	20,96	32,70
3° rip.	-	15,80	21,31	34,85
4° rip.		17,19	23,67	36,96
5° rip.	-	20,53	26,30	39,13
<b>media</b>	-	17,26	22,87	34,99
<b>dev. Std</b>	-	1,96	2,18	3,16
<b>CV %</b>	-	5,07	5,47	7,31

- usando come supporto il bidoncino areato, il sacchetto di carta, data la forma, è stato ripiegato su se stesso limitando così parzialmente l'evapotraspirazione attraverso il coperchio fessurato del BIOBOX e riducendo la perdita di acqua dal sistema

#### Mater-Bi

- il sistema che registra la maggiore perdita di peso è rappresentato dall'utilizzo del sacchetto in Mater-Bi con il supporto "bidoncino areato"

Tabella 2: Valor della perdita di peso del sacchetto Pneo in bidoncino areato nelle 5 ripetizioni, con dato medio, deviazione standard e coefficiente di variazione (%)

	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
1° rip.	-	12,27	15,86	24,84
2° rip.	-	10,49	15,44	23,60
3° rip.	-	9,79	13,91	23,96
4° rip.	-	12,57	17,24	27,76
5° rip.	-	13,38	17,85	28,85
<b>media</b>	-	11,70	16,06	25,80
<b>dev. Std</b>	-	1,50	1,55	2,36
<b>CV %</b>	-	12,84	9,66	9,16

### Polietilene

- il sistema che registra la maggiore perdita di peso è rappresentato dall'utilizzo del sacchetto in Polietilene con il supporto "bidoncino areato". Per questo tipo di sacchetto non traspirante, un ruolo fondamentale è dato dalla tipologia di coperchio; infatti il coperchio lamellato del bidoncino BIOBOX ha permesso una evapo-traspirazione più efficace rispetto al coperchio del trespolo, anch'esso bucherellato, ma con fori di diametro molto ridotto.

Tabella 3: Valor della perdita di peso del sacchetto in polietilene in bidoncino areato nelle 5 ripetizioni, con dato medio, deviazione standard e coefficiente di variazione (%)

	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
1° rip.	-	6,79	8,73	12,29
2° rip.	-	7,23	9,20	13,81
3° rip.	-	4,75	6,86	11,87
4° rip.	-	5,99	8,71	14,98
5° rip.	-	8,95	11,55	17,33
<b>media</b>	-	6,74	9,01	14,05
<b>dev. Std</b>	-	1,56	1,68	2,21
<b>CV %</b>	-	23,07	18,66	15,73

### 3.4 Rotture

La rottura di per sé non crea particolari disagi se non quando comporta la fuoriuscita di percolato o liquido dal sacchetto. L'insorgenza di rotture è stata monitorata qualitativamente come parametro utile a valutare la resistenza dei sacchetti e la conseguente praticità dal punto di vista dell'utenza domestica (pulizia di supporti) e/o del trasportatore che effettua la raccolta (pulizia mezzi).

### Carta

Si è verificato un unico episodio (nella ripetizione n° 2) di rottura, relativamente ad uno strappo in corrispondenza dell'anello di chiusura, del sacchetto su trespolo probabilmente dovuto al peso del rifiuto, ca 2,1 Kg.

Figura 14 Strappo su sacchetto di carta



### Mater-Bi

Si distinguono gli episodi rottura in funzione del supporto:

- Su trespole: in due ripetizioni su 5 c'è insorgenza di rotture registrata all'ultimo giorno di campionamento ( $T_7$ ).
- In bidoncino areato: in tutte le prove si riscontrano rotture in particolare sul fondo al  $T_7$ ; in 2 ripetizioni le rotture avvengono a  $T_3$  e solo in 1 caso a  $T_2$ .
- In bidoncino chiuso: in 4 ripetizioni rotture a  $T_7$ .

In particolare, si osservano rotture di tipo

- *meccanico* causate dallo stress fisico del rifiuto sul sacchetto
- *degradativo* in cui il sacchetto aderisce al rifiuto e comincia a biodegradarsi con questo creando dei punti deboli che generano lacerazioni e tagli

Figura 15 Rottura meccanica e degradativa



### Polietilene

Si è osservato un solo episodio di rottura, un foro molto piccolo e non identificato, perché probabilmente in corrispondenza di una saldatura del sacchetto, che ha causato, soprattutto nei primi giorni della ripetizione 1 la fuoriuscita di percolato.

### 3.5 Percolato

La presenza di liquido organico sul supporto è un elemento per valutare la praticità di un sistema combinato sacchetto/supporto per l'operazione di pulizia che ne deriva.

Nel caso di sacchetti traspiranti si è verificata la formazione di condensa soprattutto sulle superfici interne dei supporti. Nei primi giorni di prova la condensa è chiara, quindi non assimilabile al percolato organico; al T<sub>7</sub> e in generale col passare dei giorni la condensa si "sporca" e anche del residuo organico viene in piccola parte estratto dal sacchetto.

#### Carta

- Su trespolo: non si è mai verificata formazione di percolato e/o condensa. Il sacchetto rimane asciutto e sul coperchio non compare condensa dato che il sacchetto sfrutta prevalentemente la superficie laterale per esportare acqua dal sistema.
- In bidoncino areato: in tutte le prove si produce poca condensa non quantificabile (gocce) sul fondo del bidoncino. Il sacchetto appare bagnato in alcuni punti di contatto con il bidoncino.
- In bidoncino chiuso: in tutte le prove l'acqua che traspira dall'umido nel sacchetto condensa all'interno del bidoncino dando origine ad un liquido limpido che si intorbida di particolato organico col passare dei giorni. Il sacchetto rimane imbibito di acqua e risulta molto bagnato già dal T<sub>2</sub>.

La Figura 18 riporta la misurazione della quantità di percolato che si è accumulato sul fondo del supporto durante le diverse prove

Figura 16 Percolato e condensa sui supporti nelle prove con il sacchetto di carta



Figura 17 Evoluzione del percolato nel bidoncino chiuso



Figura 18 Produzione di condensa/percolato nel bidoncino chiuso con sacchetto in carta

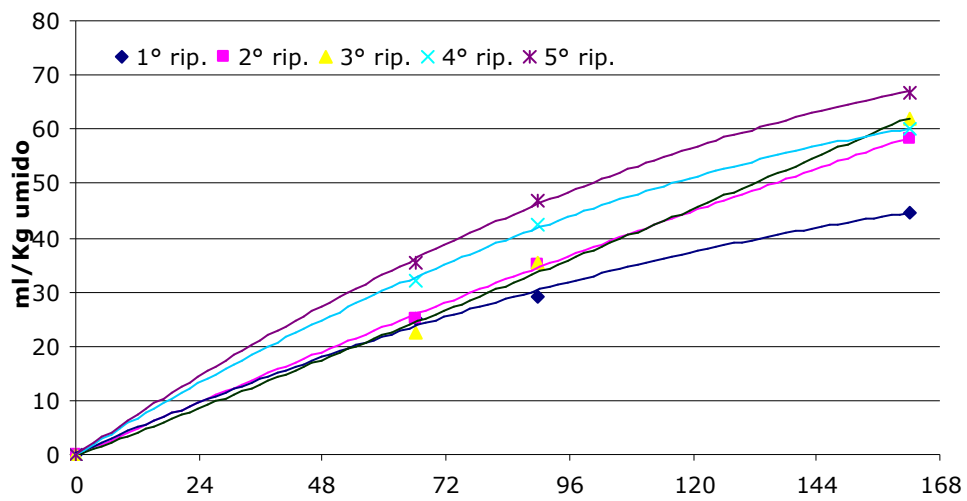


Figura 19 Aspetto dei sacchetti di carta sui diversi supporti



### Mater-Bi

- Su trespolo: non si è mai verificata formazione di percolato e/o condensa. Il sacchetto rimane asciutto e sul coperchio non compare condensa dato che il sacchetto sfrutta prevalentemente la superficie laterale per esportare acqua dal sistema.
- In bidoncino areato: in tutte le prove si produce poca condensa non quantificabile (gocce) sul fondo del bidoncino. Il sacchetto rimane prevalentemente asciutto fatta eccezione per alcuni punti dove aderisce al rifiuto.
- In bidoncino chiuso: in tutte le prove l'acqua che traspira dall'umido nel sacchetto condensa all'interno del bidoncino dando origine ad un liquido limpido che si intorbida di particolato organico col passare dei giorni. Il sacchetto risulta molto bagnato già dal T<sub>2</sub>.

La Figura 20 riporta la misurazione della quantità di percolato che si è accumulato sul fondo del supporto durante le diverse prove

Figura 20 Percolato e condensa sui supporti nelle prove con Mater-Bi e Pneo

Coperchio trespolo (Pneo)



Areato (Pneo)



Chiuso (Mater-Bi)



Figura 21 Evoluzione del percolato nel bidoncino chiuso

T<sub>2</sub>



T<sub>3</sub>



T<sub>7</sub>



Figura 22 Produzione di condensa/percolato nel bidoncino chiuso con Mater-Bi e Pneo

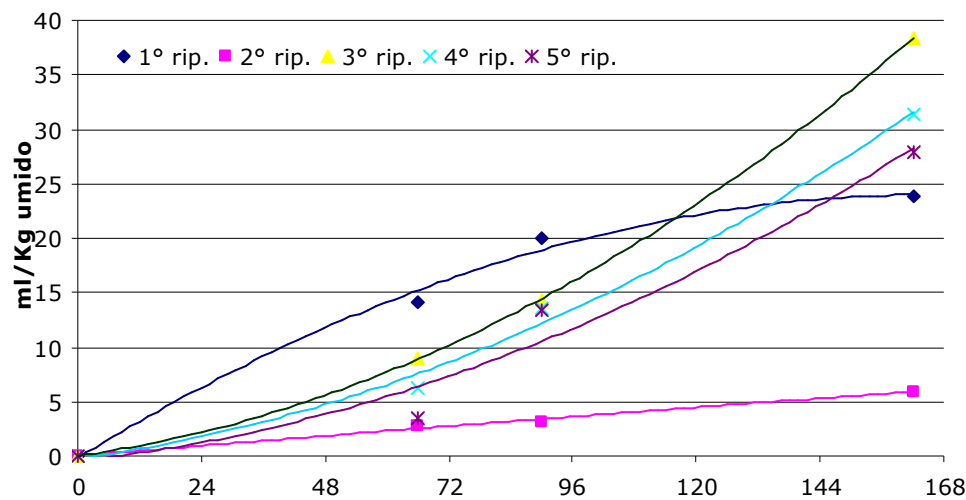


Figura 23 Aspetto dei sacchetti di Mater-Bi e Pneo sui diversi supporti



### Polietilene

- Su trespolo: si è verificata formazione di percolato nell'unico caso di rottura registrato. Sul coperchio compare, già a partire dal  $T_2$  condensa dato che il sacchetto non traspirante non può sfruttare la superficie laterale per asportare acqua dal sistema.
- In bidoncino areato: non si è mai verificata formazione di percolato e/o condensa, sul fondo del supporto.
- In bidoncino chiuso: non si è mai verificata formazione di percolato; in tutte le prove si produce poca condensa non quantificabile (gocce) sul fondo del bidoncino.

In tutte le ripetizioni e per ogni supporto il sacchetto rimane asciutto esternamente, presenta condensa in gocce sulle pareti interne e percolato liquido sul fondo.

Figura 24 Percolato e condensa sui supporti nelle prove con sacchetti in polietilene

Coperchio trespolo



Areato



Chiuso

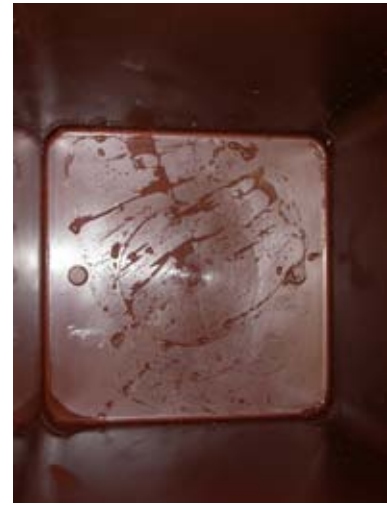


Figura 25 Evoluzione del percolato nel su trespolo dopo rottura

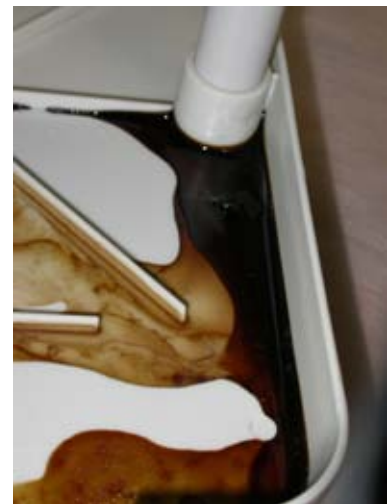
T<sub>2</sub>T<sub>3</sub>T<sub>7</sub>

Figura 26 Aspetto dei sacchetti di polietilene sui diversi supporti

trespolo



areato



chiuso



### 3.6 Muffe

Le muffe si sviluppano in ambienti umidi e in particolare su sostanza organica vegetale o animale dove svolgono un ruolo importante per la loro decomposizione e degradazione. Le condizioni ottimali di sviluppo delle muffe sono determinate

dall'umidità dell'ambiente, almeno 60%, e dalla temperatura, 18-32°C. Il microclima cioè che si viene a formare all'interno dei sacchetti per i conferimento dell'umido.

Le Figura 27 Figura 28 Figura 29 documentano la formazione di muffe nel tempo. In tutti i sacchetti e per tutti i supporti si registra lo sviluppo di muffe a partire dalla rilevazione a  $T_2$ . Nel corso della sperimentazione, in cui le diverse ripetizioni sono state condotte in modo statico, cioè con un unico riempimento all'inizio ( $T_0$ ) e senza aggiunte graduali nel tempo del materiale, è stato possibile registrare per tutte le prove un costante aumento delle muffe sulla superficie del rifiuto. Una crescita meno accentuata si è verificata in alcuni casi per il bidoncino areato, senza potere però evidenziare una correlazione con il sacchetto utilizzato.

Figura 27 Sviluppo di muffe in supporto areato

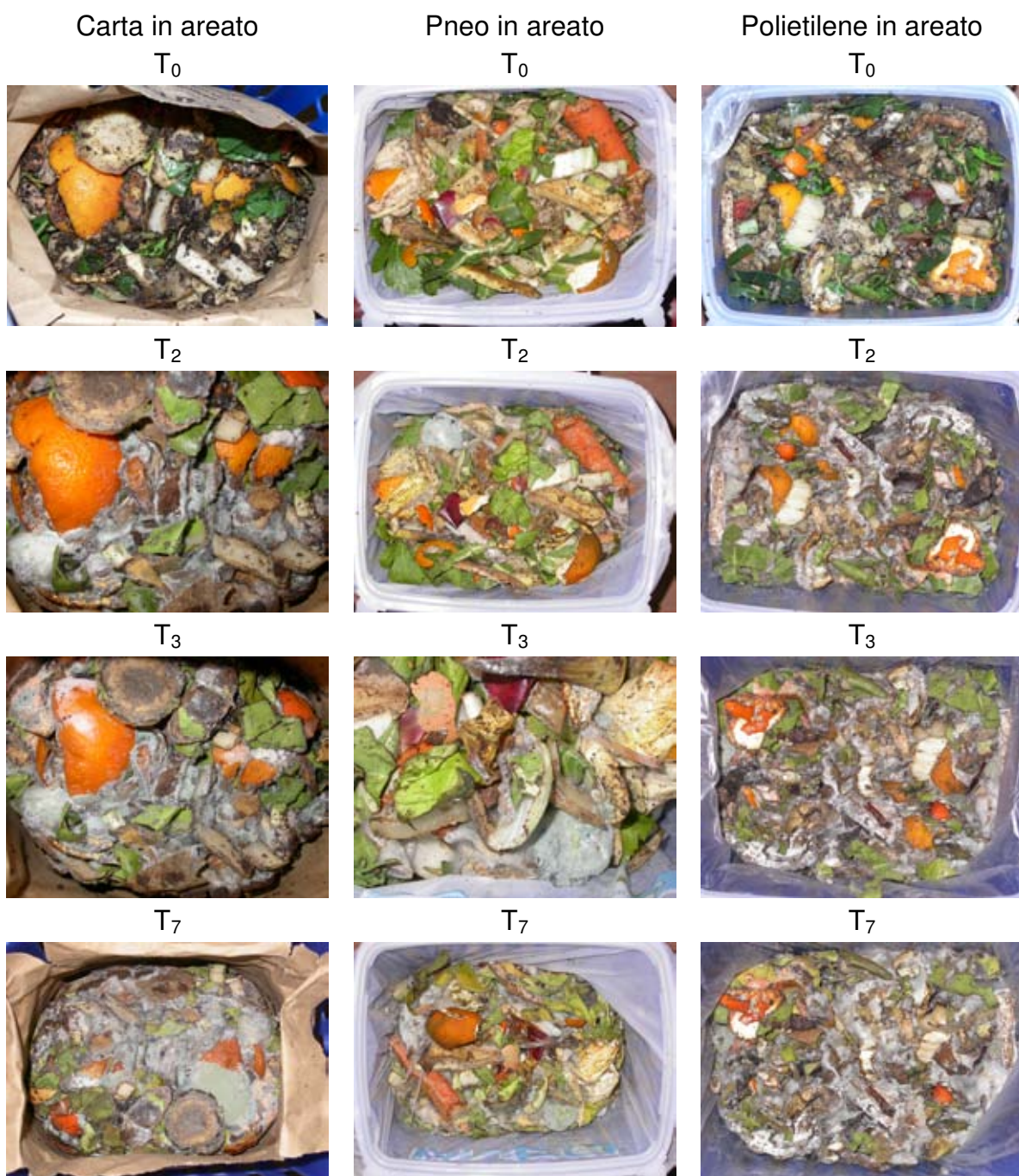


Figura 28 Sviluppo di muffe su trespolo

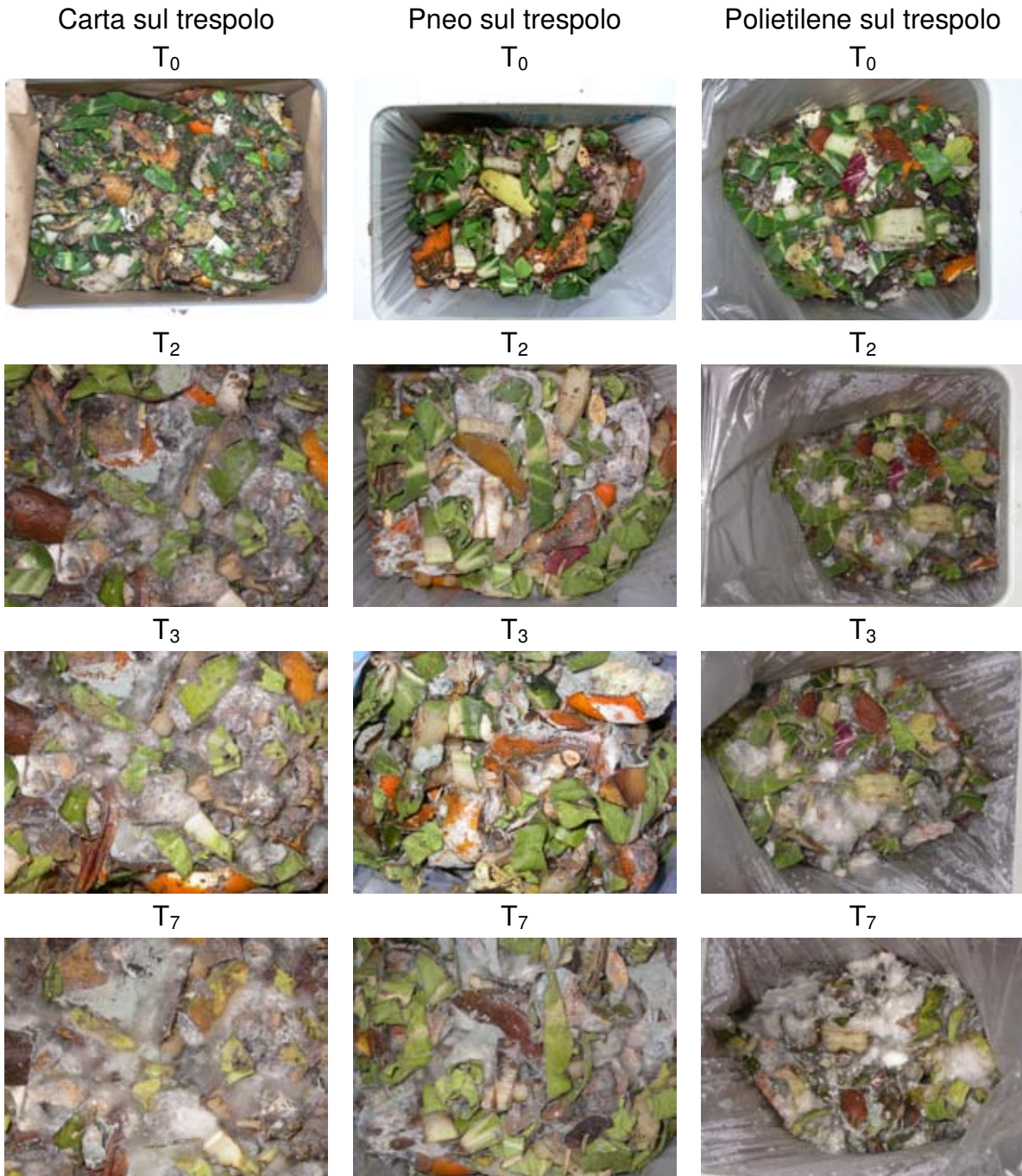


Figura 29 Sviluppo di muffe in supporto chiuso



### 3.7 Valutazioni aggiuntive

In questo paragrafo si riportano alcuni indici che possono risultare utili al fine di valutare le possibili combinazioni sacchetti-supporto. Tali indici sono stati rilevati visivamente e valutati in maniera qualitativa e vengono rappresentati attraverso commenti (smiles) soggettivi.

Tali commenti fanno ovviamente e limitatamente riferimento ai supporti e ai sacchetti effettivamente utilizzati nella sperimentazione e non ad un sistema già ottimizzato ed implementato.

## Supporti

Montaggio: facilità di primo assemblaggio/disassemblaggio, robustezza riferita all'utilizzo come contenitore sottolavello.

trespolo	😊😊😊😊
areato	😊😊😊😊
chiuso	😊😊😊😊😊

Pulizia: riferita alle operazioni di sciacquo ed eventuale eliminazione di residui solidi; tali operazioni risultano più impegnative per la presenza di interstizi e conseguente facilità di pulitura degli stessi

trespolo	😊😊😊
areato	😊😊😊
chiuso	😊😊😊😊😊

## Sacchetti

Allestimento: adattabilità e facilità di apertura e posizionamento su diverse tipi e forme di supporto

Carta	😊😊😊😊
Mater-Bi	😊😊😊😊😊
Polietilene	😊😊😊😊😊

Custodia: spazio occupato (ingombro) per la conservazione delle scorte

Carta	😊😊😊
Mater-Bi	😊😊😊😊😊
Polietilene	😊😊😊😊😊

## Odori

Lo scarto organico alimentare di origine domestica, composto da frazioni merceologiche vegetali e animali ad elevata umidità e putrescibilità, produce nel

tempo emanazioni sgradevoli ineliminabili data la natura fermentescibile del rifiuto che comporta la liberazione di molecole odorigene. In tutte le ripetizioni e per tutte le combinazioni sacchetto-supporto sono stati prodotti odori dal rifiuto che comincia a il processo di degradazione naturale già nel sacchetto. Si ritiene comunque opportuno fare una distinzione tra i sistemi areati e traspiranti (trespolo e/o bidoncino fessurato + carta e/o Mater-Bi ) e i sistemi chiusi (bidoncino chiuso e/o plastica) che creano un microhabitat a basso ricambio di ossigeno che produce odori più pungenti e fastidiosi per l'utente domestico.

## Allegato I - codici

Si riportano di seguito le abbreviazioni utilizzate nell'identificazione dei sacchetti e dei supporti utilizzati nella sperimentazione.

### SACCHETTI

	SACCO	CODICE	PESO (gr)
1	carta 8 lt	C8	27,8
2	carta 5 lt	C5	20,9
3	MaterBi standard	Mat	7,2
4	PNEO	Pne	6,9
5	plastica HD	PI	3,4

### SUPPORTI

	TIPO	CODICE	PESO (gr)
1	MINIMAX	MAT 1	498
2	BIOBIN	MAT 2	719
3	URBA 10	VER	516
4	BIOBOX	BB1	389
5	BIOBOX	BB3	389
6	BIOBOX	BB4	389
7	COMBI	COM2	733
8	COMBI	COM4	741
9	COMBI	COM5	739

### Allegato II – 1° ripetizione

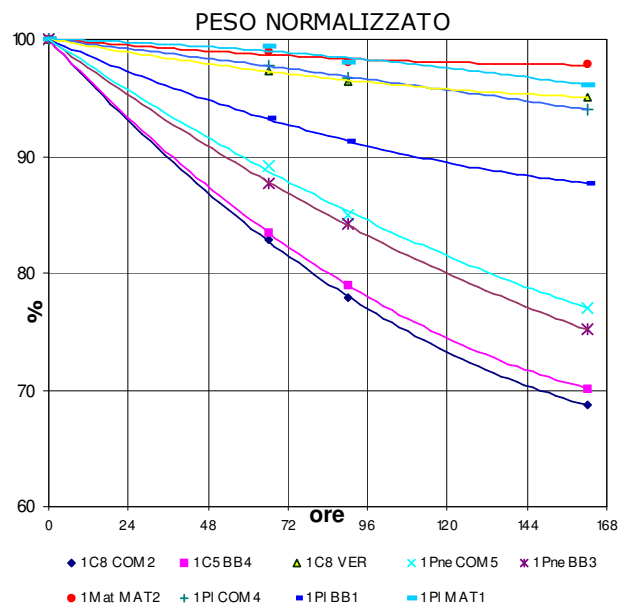
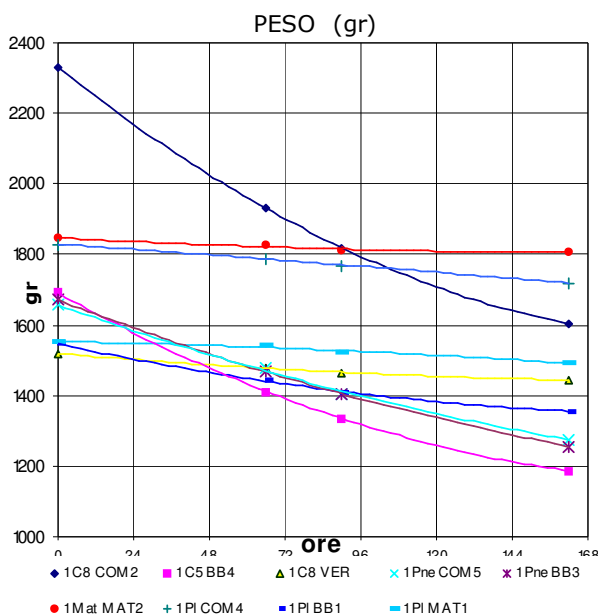
Si riporta la determinazione del peso del materiale (sacchetto + contenuto) nel corso della sperimentazione; il valore viene espresso anche normalizzando il dato rispetto al peso iniziale ( $T_0$ ) in modo da esprimerlo in base 100 e rendere in tal modo facilmente confrontabili le performance dei diversi campioni. Si riporta anche una tabella, “valori discreti”, con i dati che evidenziano le perdite di peso tra un campionamento e l’altro (tra  $T_n$  e  $T_{n-1}$ ). Il tempo è espresso in ore (h).

PESO (netto gr.)

campione	0	66	90	162
1 C8 COM2	2332	1932	1817	1602
1 C5 BB4	1691	1411	1336	1186
1 C8 VER	1519	1479	1464	1444
1 Pne COM5	1656	1476	1406	1276
1 Pne BB3	1671	1466	1406	1256
1 Mat MAT2	1846	1826	1811	1806
1 PI COM4	1829	1789	1769	1719
1 PI BB1	1546	1441	1411	1356
1 PI MAT1	1552	1542	1522	1492

PESO NORMALIZZATO (base 100)

campione	0	66	90	162
1 C8 COM2	100	82,85	77,92	68,70
1 C5 BB4	100	83,44	79,01	70,14
1 C8 VER	100	97,37	96,38	95,06
1 Pne COM5	100	89,13	84,90	77,05
1 Pne BB3	100	87,73	84,14	75,16
1 Mat MAT2	100	98,92	98,10	97,83
1 PI COM4	100	97,81	96,72	93,99
1 PI BB1	100	93,21	91,27	87,71
1 PI MAT1	100	99,36	98,07	96,13



PERDITA di PESO rispetto a  $T_{n-1}$  (discreto)

campione	0	66	90	162
1 C8 COM2	0	17,15	5,95	11,83
1 C5 BB4	0	16,56	5,32	11,23
1 C8 VER	0	2,63	1,01	1,37
1 Pne COM5	0	10,87	4,74	9,25
1 Pne BB3	0	12,27	4,09	10,67
1 Mat MAT2	0	1,08	0,82	0,28
1 PI COM4	0	2,19	1,12	2,83
1 PI BB1	0	6,79	2,08	3,90
1 PI MAT1	0	0,64	1,30	1,97

PERDITA di PESO rispetto a  $T_0$  (cumulativo)

campione	0	66	90	162
1 C8 COM2	0	17,15	22,08	31,30
1 C5 BB4	0	16,56	20,99	29,86
1 C8 VER	0	2,63	3,62	4,94
1 Pne COM5	0	10,87	15,10	22,95
1 Pne BB3	0	12,27	15,86	24,84
1 Mat MAT2	0	1,08	1,90	2,17
1 PI COM4	0	2,19	3,28	6,01
1 PI BB1	0	6,79	8,73	12,29
1 PI MAT1	0	0,64	1,93	3,87

## MUFFE

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
1 C8 COM2	-	Sì	Sì	Sì
1 C5 BB4	-	Sì	Sì	Sì
1 C8 VER	-	Sì	Sì	Sì
1 Pne COM5	-	Sì	Sì	Sì
1 Pne BB3	-	poche	Sì	Sì
1 Mat MAT2	-	Sì	Sì	Sì
1 PI COM4	-	Sì	Sì	Sì
1 PI BB1	-	poche	poche	Sì
1 PI MAT1	-	Sì	Sì	Sì

## ROTTURA

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
1 C8 COM2	-	-	-	no
1 C5 BB4	-	-	-	no
1 C8 VER	-	-	-	no
1 Pne COM5	-	-	-	6 grandi
1 Pne BB3	-	-	3 piccole	3 piccole
1 Mat MAT2	-	-	-	no
1 PI COM4	-	Sì	Sì	1 piccola
1 PI BB1	-	-	-	no
1 PI MAT1	-	-	-	no

## PERCOLATO (descrizione)

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
1 C8 COM2	-	-	-	-
1 C5 BB4	-	-	-	condensa
1 C8 VER	-	condensa	Sì	Sì
1 Pne COM5	-	-	-	no
1 Pne BB3	-	-	-	no
1 Mat MAT2	-	condensa	Sì	Sì
1 PI COM4	-	Sì	Sì	seccato
1 PI BB1	-	-	-	no
1 PI MAT1	-	-	-	no

## PERCOLATO (ml)

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
1 C8 COM2	-	-	-	-
1 C5 BB4	-	-	-	4
1 C8 VER	-	38	44	68
1 Pne COM5	-	-	-	-
1 Pne BB3	-	-	-	-
1 Mat MAT2	-	26	37	44
1 PI COM4	-	11	9	0
1 PI BB1	-	-	-	-
1 PI MAT1	-	-	-	-

## TEMPERATURA (°C)

	10	11	12	13	14	15	16	17
9.00	17,4	18,6	19,2	19,2	19,2	19	18,9	18,8
12.30	17,5	19,2	19,8	19,8	19,7	19,4	19,3	
15.00	18,4	19,7	20,2	20,1	19,9	19,6	19,5	
17.30	18,6	19,8	-	20,2	19,8	19,7	19,6	
min	17,2	18,5	18,6	18,5	18,4	18,3	18,2	

## UMIDITA' RELATIVA (%)

	10	11	12	13	14	15	16	17
9.00	35	40	41	43	43	44	45	45
12.30	37	40	42	43	43	44	44	
15.00	39	40	42	42	43	44	44	
17.30	42	40	-	43	43	44	44	

In blu i giorni di week end

## Allegato III – 2° ripetizione

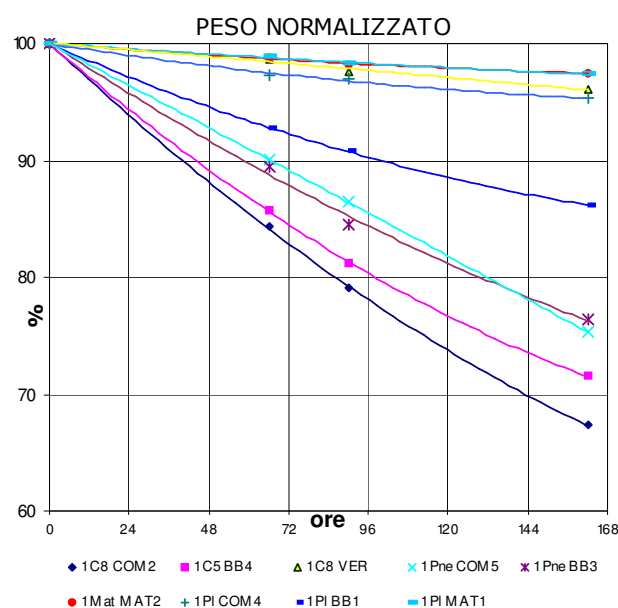
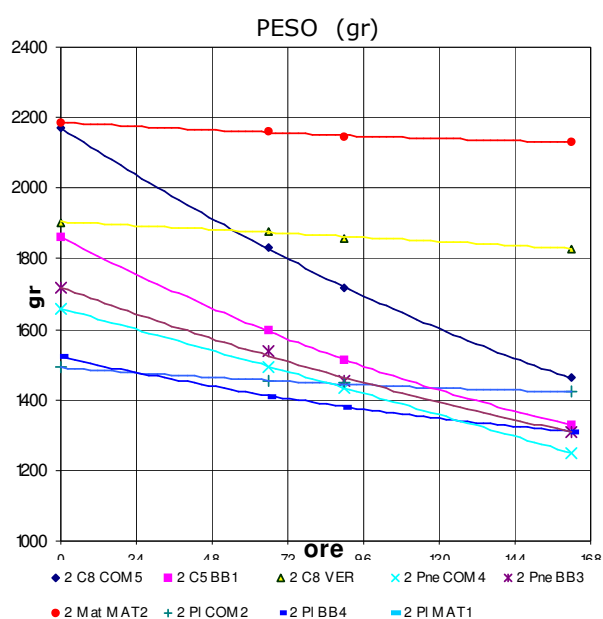
Si riporta la determinazione del peso del materiale (sacchetto + contenuto) nel corso della sperimentazione; il valore viene espresso anche normalizzando il dato rispetto al peso iniziale ( $T_0$ ) in modo da esprimerlo in base 100 e rendere in tal modo facilmente confrontabili le performance dei diversi campioni. Si riporta anche una tabella, “valori discreti”, con i dati che evidenziano le perdite di peso tra un campionamento e l'altro (tra  $T_n$  e  $T_{n-1}$ ). Il tempo è espresso in ore (h).

PESO (netto gr.)

campione	0	66	90	162
2 C8 COM5	2171	1831	1716	1461
2 C5 BB1	1861	1596	1511	1331
2 C8 VER	1904	1879	1859	1829
2 Pne COM4	1659	1494	1434	1249
2 Pne BB3	1716	1536	1451	1311
2 Mat MAT2	2186	2161	2146	2131
2 PI COM2	1492	1452	1447	1422
2 PI BB4	1521	1411	1381	1311
2 PI MAT1	2667	2637	2622	2597

PESO NORMALIZZATO (base 100)

campione	0	66	90	162
2 C8 COM5	100	84,34	79,04	67,30
2 C5 BB1	100	85,76	81,19	71,52
2 C8 VER	100	98,69	97,64	96,06
2 Pne COM4	100	90,05	86,44	75,29
2 Pne BB3	100	89,51	84,56	76,40
2 Mat MAT2	100	98,86	98,17	97,48
2 PI COM2	100	97,32	96,98	95,31
2 PI BB4	100	92,77	90,80	86,19
2 PI MAT1	100	98,88	98,31	97,38

PERDITA di PESO rispetto a  $T_{n-1}$  (discreto)

campione	0	66	90	162
2 C8 COM5	0	15,66	6,28	14,86
2 C5 BB1	0	14,24	5,33	11,91
2 C8 VER	0	1,31	1,06	1,61
2 Pne COM4	0	9,95	4,02	12,90
2 Pne BB3	0	10,49	5,53	9,65
2 Mat MAT2	0	1,14	0,69	0,70
2 PI COM2	0	2,68	0,34	1,73
2 PI BB4	0	7,23	2,13	5,07
2 PI MAT1	0	1,12	0,57	0,95

PERDITA di PESO rispetto a  $T_0$  (cumulativo)

campione	0	66	90	162
2 C8 COM5	0	15,66	20,96	32,70
2 C5 BB1	0	14,24	18,81	28,48
2 C8 VER	0	1,31	2,36	3,94
2 Pne COM4	0	9,95	13,56	24,71
2 Pne BB3	0	10,49	15,44	23,60
2 Mat MAT2	0	1,14	1,83	2,52
2 PI COM2	0	2,68	3,02	4,69
2 PI BB4	0	7,23	9,20	13,81
2 PI MAT1	0	1,12	1,69	2,62

## MUFFE

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
2 C8 COM5	-	Sì	Sì	Sì
2 C5 BB1	-	Sì	poche	Sì
2 C8 VER	-	Sì	Sì	Sì
2 Pne COM4	-	poche	poche	Sì
2 Pne BB3	-	poche	poche	poche
2 Mat MAT2	-	poche	Sì	Sì
2 PI COM2	-	poche	Sì	Sì
2 PI BB4	-	poche	poche	poche
2 PI MAT1	-	Sì	Sì	Sì

## ROTTURA

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
2 C8 COM5	-	no	strappo	no
2 C5 BB1	-	no	-	no
2 C8 VER	-	no	-	no
2 Pne COM4	-	no	-	1 grossa
2 Pne BB3	-	no	-	microtagli
2 Mat MAT2	-	no	-	1
2 PI COM2	-	no	-	no
2 PI BB4	-	no	1	no
2 PI MAT1	-	-	-	no

## PERCOLATO (descrizione)

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
2 C8 COM5	-	-	-	-
2 C5 BB1	-	condensa	condensa	condensa
2 C8 VER	-	condensa	condensa	condensa
2 Pne COM4	-	-	-	-
2 Pne BB3	-	condensa	condensa	condensa
2 Mat MAT2	-	condensa	condensa	condensa
2 PI COM2	-	-	-	-
2 PI BB4	-	-	-	-
2 PI MAT1	-	condensa	condensa	-

## PERCOLATO (ml)

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
2 C8 COM5	-	-	-	-
2 C5 BB1	-	gocce	gocce	gocce
2 C8 VER	-	48	67	111
2 Pne COM4	-	-	-	-
2 Pne BB3	-	gocce	gocce	gocce
2 Mat MAT2	-	6	7	13
2 PI COM2	-	-	-	-
2 PI BB4	-	-	-	-
2 PI MAT1	-	2	-	-

## TEMPERATURA (°C)

	17	18	19	20	21	22	23	24
9.00		18,3	18,8	18,8	18,8	18,9	19,0	19,2
12.30		18,8	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	
15.00	17,0	-	-	19,3	19,4	19,5	19,6	
17.30	18,4	19,3	19,6	19,4	19,5	19,6	19,7	
min	13,4	18,0	18,1	18,1	18,3	18,4	18,6	

## UMIDITA' RELATIVA (%)

	17	18	19	20	21	22	23	24
9.00		45	45	46	47	47	47	47
12.30		45	44	46	46	47	47	
15.00	39	-	-	46	46	47	47	
17.30	44	44	45	46	47	47	47	
min	39	44	44	45	45	47	47	

In blu i giorni di week end

### Allegato IV – 3° ripetizione

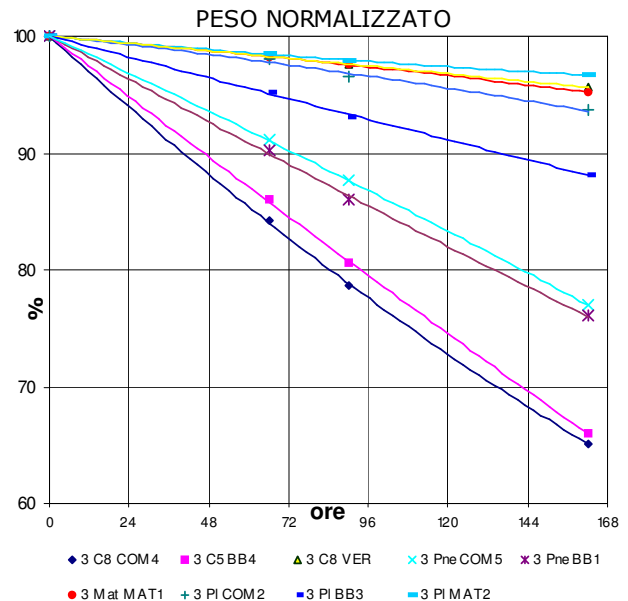
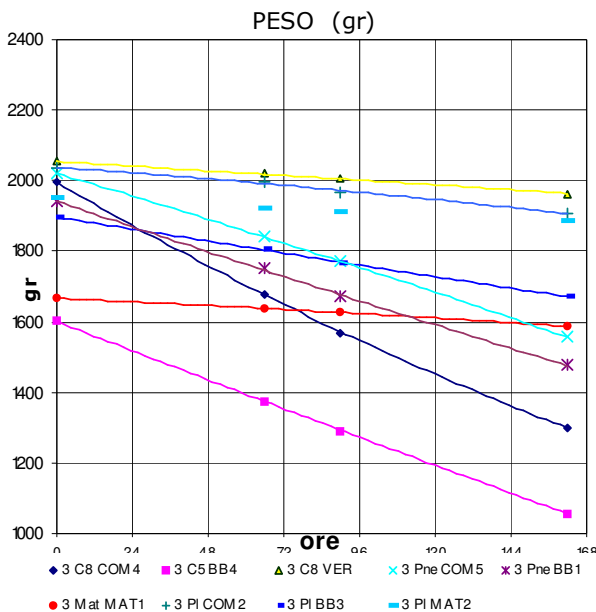
Si riporta la determinazione del peso del materiale (sacchetto + contenuto) nel corso della sperimentazione; il valore viene espresso anche normalizzando il dato rispetto al peso iniziale ( $T_0$ ) in modo da esprimerlo in base 100 e rendere in tal modo facilmente confrontabili le performance dei diversi campioni. Si riporta anche una tabella, “valori discreti”, con i dati che evidenziano le perdite di peso tra un campionamento e l’altro (tra  $T_n$  e  $T_{n-1}$ ). Il tempo è espresso in ore (h).

PESO (netto gr.)

campione	0	66	90	162
3 C8 COM4	1994	1679	1569	1299
3 C5 BB4	1601	1376	1291	1056
3 C8 VER	2054	2019	2004	1964
3 Pne COM5	2021	1841	1771	1556
3 Pne BB1	1941	1751	1671	1476
3 Mat MAT1	1667	1637	1627	1587
3 PI COM2	2037	1997	1967	1907
3 PI BB3	1896	1806	1766	1671
3 PI MAT2	1951	1921	1911	1886

PESO NORMALIZZATO (base 100)

campione	0	66	90	162
3 C8 COM4	100	84,20	78,69	65,15
3 C5 BB4	100	85,95	80,64	65,96
3 C8 VER	100	98,30	97,57	95,62
3 Pne COM5	100	91,09	87,63	76,99
3 Pne BB1	100	90,21	86,09	76,04
3 Mat MAT1	100	98,20	97,60	95,20
3 PI COM2	100	98,04	96,56	93,62
3 PI BB3	100	95,25	93,14	88,13
3 PI MAT2	100	98,46	97,95	96,67



PERDITA di PESO rispetto a  $T_{n-1}$  (discreto)

campione	0	66	90	162
3 C8 COM4	0	15,80	6,55	17,21
3 C5 BB4	0	14,05	6,18	18,20
3 C8 VER	0	1,70	0,74	2,00
3 Pne COM5	0	8,91	3,80	12,14
3 Pne BB1	0	9,79	4,57	11,67
3 Mat MAT1	0	1,80	0,61	2,46
3 PI COM2	0	1,96	1,50	3,05
3 PI BB3	0	4,75	2,21	5,38
3 PI MAT2	0	1,54	0,52	1,31

PERDITA di PESO rispetto a  $T_0$  (cumulativo)

campione	0	66	90	162
3 C8 COM4	0	15,80	21,31	34,85
3 C5 BB4	0	14,05	19,36	34,04
3 C8 VER	0	1,70	2,43	4,38
3 Pne COM5	0	8,91	12,37	23,01
3 Pne BB1	0	9,79	13,91	23,96
3 Mat MAT1	0	1,80	2,40	4,80
3 PI COM2	0	1,96	3,44	6,38
3 PI BB3	0	4,75	6,86	11,87
3 PI MAT2	0	1,54	2,05	3,33

## MUFFE

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
3 C8 COM4	-	poche	poche	Si
3 C5 BB4	-	poche	poche	Si
3 C8 VER	-	poche	Si	Si
3 Pne COM5	-	poche	Si	Si
3 Pne BB1	-	poche	poche	poche
3 Mat MAT1	-	Si	Si	Si
3 PI COM2	-	Si	Si	Si
3 PI BB3	-	poche	Si	Si
3 PI MAT2	-	Si	Si	Si

## ROTTURA

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
3 C8 COM4	-	no	no	no
3 C5 BB4	-	no	no	no
3 C8 VER	-	no	no	no
3 Pne COM5	-	no	no	no
3 Pne BB1	-	no	no	1 fondo
3 Mat MAT1	-	no	no	molte
3 PI COM2	-	no	Si	Si
3 PI BB3	-	no	no	no
3 PI MAT2	-	no	no	no

## PERCOLATO (descrizione)

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
3 C8 COM4	-	-	-	-
3 C5 BB4	-	condensa	condensa	condensa
3 C8 VER	-	condensa	condensa	Si
3 Pne COM5	-	-	-	-
3 Pne BB1	-	condensa	condensa	condensa
3 Mat MAT1	-	condensa	condensa	Si
3 PI COM2	-	-	Si	Si
3 PI BB3	-	-	-	-
3 PI MAT2	-	-	-	condensa

## PERCOLATO (ml)

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
3 C8 COM4	-	-	-	-
3 C5 BB4	-	gocce	gocce	4
3 C8 VER	-	46	73	127
3 Pne COM5	-	-	-	-
3 Pne BB1	-	gocce	gocce	gocce
3 Mat MAT1	-	15	24	64
3 PI COM2	-	-	6	secco
3 PI BB3	-	-	-	-
3 PI MAT2	-	-	-	gocce

## TEMPERATURA (°C)

## Mese: Marzo

	24	25	26	27	28	1	2	3
9.00		18,7	-	19,5	19,2	19,4	19,4	19,4
12.30		19,2	-	19,9	19,8	19,8	19,8	
15.00	18,0	-	-	20,0	20,1	20,1	20,1	
17.30	18,6	19,5	-	19,8	20,2	20,3	20,3	
min	13,7		18,5	18,5	18,6	18,7	18,6	

## UMIDITA' RELATIVA (%)

## Mese: Marzo

	24	25	26	27	28	1	2	3
9.00		49	-	47	48	47	47	46
12.30		47	-	48	48	47	47	
15.00	47	-	-	47	47	46	46	
17.30	48	47	-	48	47	46	45	
min	42		47	47	45	46	45	

In blu i giorni di week end

### Allegato V – 4° ripetizione

Si riporta la determinazione del peso del materiale (sacchetto + contenuto) nel corso della sperimentazione; il valore viene espresso anche normalizzando il dato rispetto al peso iniziale ( $T_0$ ) in modo da esprimerlo in base 100 e rendere in tal modo facilmente confrontabili le performance dei diversi campioni. Si riporta anche una tabella, “valori discreti”, con i dati che evidenziano le perdite di peso tra un campionamento e l’altro (tra  $T_n$  e  $T_{n-1}$ ). Il tempo è espresso in ore (h).

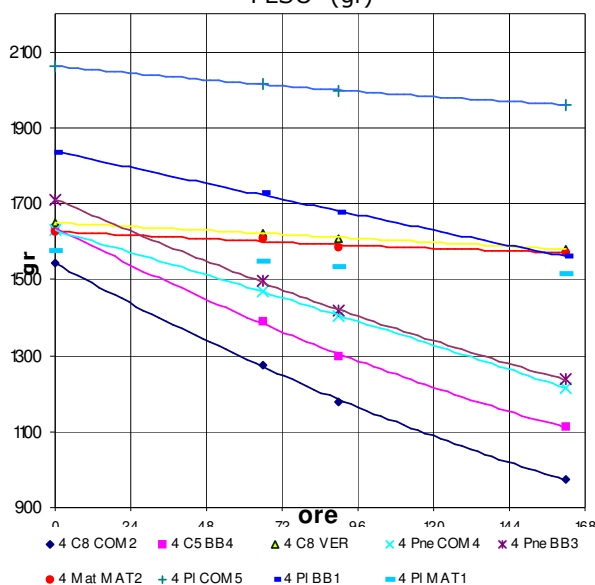
PESO (netto gr.)

campione	0	66	90	162
4 C8 COM2	1542	1277	1177	972
4 C5 BB4	1636	1391	1296	1111
4 C8 VER	1649	1624	1609	1579
4 Pne COM4	1629	1469	1404	1214
4 Pne BB3	1711	1496	1416	1236
4 Mat MAT2	1626	1606	1586	1571
4 PI COM5	2061	2016	1996	1961
4 PI BB1	1836	1726	1676	1561
4 PI MAT1	1577	1547	1532	1517

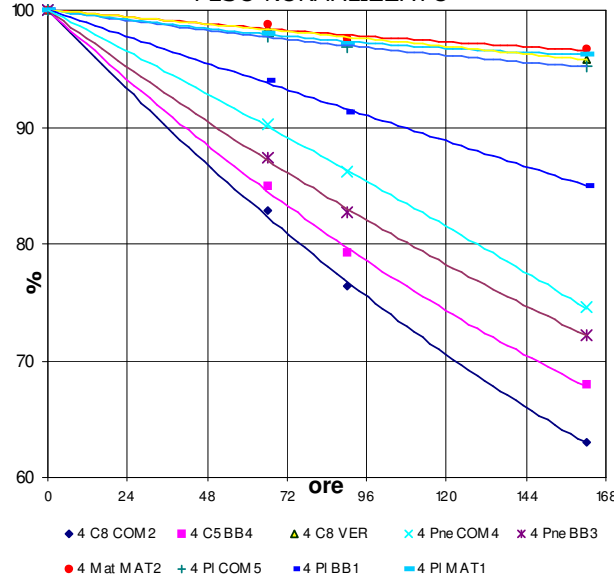
PESO NORMALIZZATO (base 100)

campione	0	66	90	162
4 C8 COM2	100	82,81	76,33	63,04
4 C5 BB4	100	85,02	79,22	67,91
4 C8 VER	100	98,48	97,57	95,76
4 Pne COM4	100	90,18	86,19	74,52
4 Pne BB3	100	87,43	82,76	72,24
4 Mat MAT2	100	98,77	97,54	96,62
4 PI COM5	100	97,82	96,85	95,15
4 PI BB1	100	94,01	91,29	85,02
4 PI MAT1	100	98,10	97,15	96,20

PESO (gr)



PESO NORMALIZZATO



PERDITA di PESO rispetto a  $T_{n-1}$  (discreto)

campione	0	66	90	162
4 C8 COM2	0	17,19	7,83	17,42
4 C5 BB4	0	14,98	6,83	14,27
4 C8 VER	0	1,52	0,92	1,86
4 Pne COM4	0	9,82	4,42	13,53
4 Pne BB3	0	12,57	5,35	12,71
4 Mat MAT2	0	1,23	1,25	0,95
4 PI COM5	0	2,18	0,99	1,75
4 PI BB1	0	5,99	2,90	6,86
4 PI MAT1	0	1,90	0,97	0,98

PERDITA di PESO rispetto a  $T_0$  (cumulativo)

campione	0	66	90	162
4 C8 COM2	0	17,19	23,67	36,96
4 C5 BB4	0	14,98	20,78	32,09
4 C8 VER	0	1,52	2,43	4,24
4 Pne COM4	0	9,82	13,81	25,48
4 Pne BB3	0	12,57	17,24	27,76
4 Mat MAT2	0	1,23	2,46	3,38
4 PI COM5	0	2,18	3,15	4,85
4 PI BB1	0	5,99	8,71	14,98
4 PI MAT1	0	1,90	2,85	3,80

## MUFFE

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
4 C8 COM2	-	poche	Sì	Sì
4 C5 BB4	-	Sì	Sì	Sì
4 C8 VER	-	Sì	Sì	Sì
4 Pne COM4	-	poche	poche	Sì
4 Pne BB3	-	poche	poche	poche
4 Mat MAT2	-	poche	Sì	Sì
4 PI COM5	-	Sì	Sì	Sì
4 PI BB1	-	poche	poche	poche
4 PI MAT1	-	Sì	Sì	Sì

## ROTTURA

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
4 C8 COM2	-	no	no	no
4 C5 BB4	-	no	no	no
4 C8 VER	-	no	no	no
4 Pne COM4	-	no	no	no
4 Pne BB3	-	no	no	1 fondo
4 Mat MAT2	-	no	no	1 grossa
4 PI COM5	-	no	no	no
4 PI BB1	-	no	no	no
4 PI MAT1	-	no	no	no

## PERCOLATO (descrizione)

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
4 C8 COM2	-	-	-	-
4 C5 BB4	-	condensa	condensa	condensa
4 C8 VER	-	condensa	Sì	Sì
4 Pne COM4	-	-	-	-
4 Pne BB3	-	condensa	condensa	condensa
4 Mat MAT2	-	condensa	Sì	Sì
4 PI COM5	-	-	-	-
4 PI BB1	-	-	-	-
4 PI MAT1	-	condensa	condensa	condensa

## PERCOLATO (ml)

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
4 C8 COM2	-	-	-	-
4 C5 BB4	-	gocce	gocce	gocce
4 C8 VER	-	53	70	99
4 Pne COM4	-	-	-	-
4 Pne BB3	-	gocce	gocce	gocce
4 Mat MAT2	-	10	22	51
4 PI COM5	-	-	-	-
4 PI BB1	-	-	-	-
4 PI MAT1	-	gocce	2	2

## TEMPERATURA (°C)

	3	4	5	6	7	8	9	10
9.00		18,9	19,0	19,4	19,4	19,4	19,3	19,3
12.30		19,3	19,6	19,9	19,7	19,7	19,6	
15.00	18,4	-	-	20,0	20,0	19,9	19,9	
17.30	18,9	19,5	19,7	20,3	20,3	20,0	20,0	
min	14,9		18,5	18,7	18,7	18,8	18,8	

## UMIDITA' RELATIVA (%)

	3	4	5	6	7	8	9	10
9.00		46	46	46	45	45	46	46
12.30		45	47	46	43	45	46	
15.00	44	-	-	44	43	45	46	
17.30	47	46	45	43	43	44	46	
min	34		44	43	42	44	45	

In blu i giorni di week end

### Allegato VI – 5° ripetizione

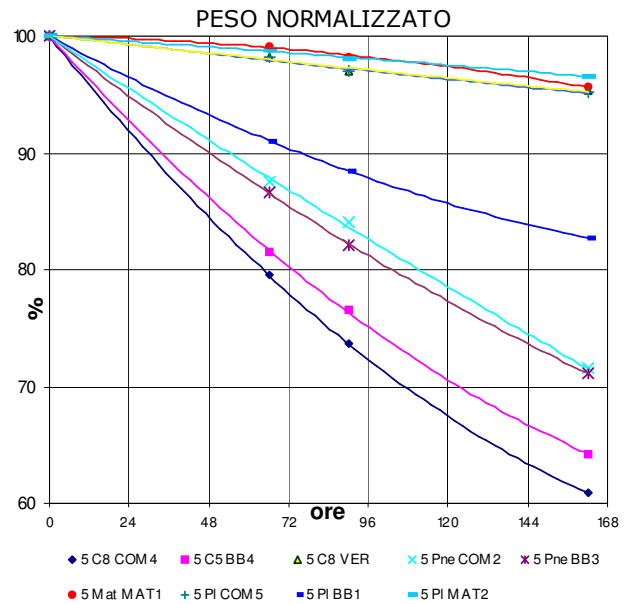
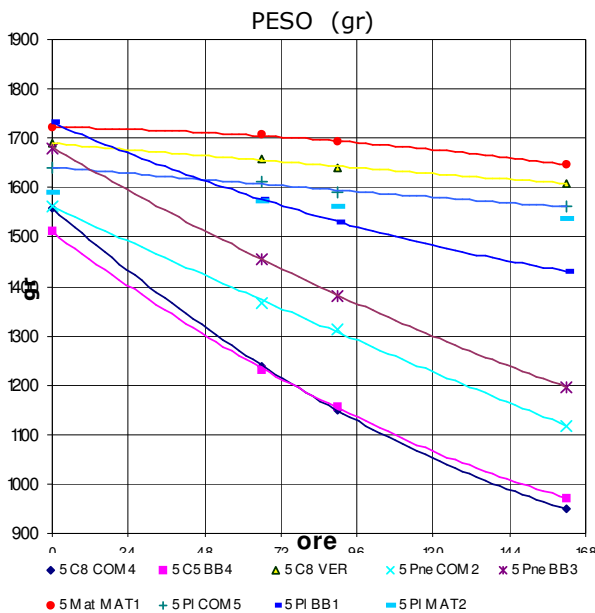
Si riporta la determinazione del peso del materiale (sacchetto + contenuto) nel corso della sperimentazione; il valore viene espresso anche normalizzando il dato rispetto al peso iniziale ( $T_0$ ) in modo da esprimerlo in base 100 e rendere in tal modo facilmente confrontabili le performance dei diversi campioni. Si riporta anche una tabella, “valori discreti”, con i dati che evidenziano le perdite di peso tra un campionamento e l’altro (tra  $T_n$  e  $T_{n-1}$ ). Il tempo è espresso in ore (h).

PESO (netto gr.)

campione	0	66	90	162
5 C8 COM4	1559	1239	1149	949
5 C5 BB4	1511	1231	1156	971
5 C8 VER	1689	1659	1639	1609
5 Pne COM2	1562	1367	1312	1117
5 Pne BB3	1681	1456	1381	1196
5 Mat MAT1	1722	1707	1692	1647
5 PI COM5	1641	1611	1591	1561
5 PI BB1	1731	1576	1531	1431
5 PI MAT2	1591	1571	1561	1536

PESO NORMALIZZATO (base 100)

campione	0	66	90	162
5 C8 COM4	100	79,47	73,70	60,87
5 C5 BB4	100	81,47	76,51	64,26
5 C8 VER	100	98,22	97,04	95,26
5 Pne COM2	100	87,52	83,99	71,51
5 Pne BB3	100	86,62	82,15	71,15
5 Mat MAT1	100	99,13	98,26	95,64
5 PI COM5	100	98,17	96,95	95,12
5 PI BB1	100	91,05	88,45	82,67
5 PI MAT2	100	98,74	98,11	96,54



PERDITA di PESO rispetto a  $T_{n-1}$  (discreto)

campione	0	66	90	162
5 C8 COM4	-	20,53	7,26	17,41
5 C5 BB4	-	18,53	6,09	16,00
5 C8 VER	-	1,78	1,21	1,83
5 Pne COM2	-	12,48	4,02	14,86
5 Pne BB3	-	13,38	5,15	13,40
5 Mat MAT1	-	0,87	0,88	2,66
5 PI COM5	-	1,83	1,24	1,89
5 PI BB1	-	8,95	2,86	6,53
5 PI MAT2	-	1,26	0,64	1,60

PERDITA di PESO rispetto a  $T_0$  (cumulativo)

campione	0	66	90	162
5 C8 COM4	-	20,53	26,30	39,13
5 C5 BB4	-	18,53	23,49	35,74
5 C8 VER	-	1,78	2,96	4,74
5 Pne COM2	-	12,48	16,01	28,49
5 Pne BB3	-	13,38	17,85	28,85
5 Mat MAT1	-	0,87	1,74	4,36
5 PI COM5	-	1,83	3,05	4,88
5 PI BB1	-	8,95	11,55	17,33
5 PI MAT2	-	1,26	1,89	3,46

## MUFFE

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
5 C8 COM4	-	Sì	Sì	Sì
5 C5 BB4	-	poche	Sì	Sì
5 C8 VER	-	Sì	Sì	Sì
5 Pne COM2	-	poche	Sì	Sì
5 Pne BB3	-	poche	poche	Sì
5 Mat MAT1	-	Sì	Sì	Sì
5 PI COM5	-	Sì	Sì	Sì
5 PI BB1	-	Sì	Sì	Sì
5 PI MAT2	-	poche	poche	Sì

## ROTTURA

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
5 C8 COM4	-	no	no	no
5 C5 BB4	-	no	no	no
5 C8 VER	-	no	no	no
5 Pne COM2	-	no	no	no
5 Pne BB3	-	1 fondo	1 fondo	1 fondo
5 Mat MAT1	-	no	no	2 piccole
5 PI COM5	-	no	no	no
5 PI BB1	-	no	no	no
5 PI MAT2	-	no	no	no

## PERCOLATO (descrizione)

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
5 C8 COM4	-	-	-	-
5 C5 BB4	-	condensa	condensa	condensa
5 C8 VER	-	condensa	Sì	Sì
5 Pne COM2	-	-	-	-
5 Pne BB3	-	condensa	condensa	condensa
5 Mat MAT1	-	condensa	Sì	Sì
5 PI COM5	-	-	-	-
5 PI BB1	-	-	-	-
5 PI MAT2	-	condensa	-	-

## PERCOLATO (ml)

campione	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
5 C8 COM4	-	-	-	-
5 C5 BB4	-	gocce	gocce	gocce
5 C8 VER	-	60	79	113
5 Pne COM2	-	-	-	-
5 Pne BB3	-	gocce	gocce	gocce
5 Mat MAT1	-	6	23	48
5 PI COM5	-	-	-	-
5 PI BB1	-	-	-	-
5 PI MAT2	-	gocce	-	-

## TEMPERATURA (°C)

	10	11	12	13	14	15	16	17
9.00				18,9	19,1	19,4	19,4	19,4
12.30				19,5	19,5	19,8	19,8	
15.00	18,9			19,8	19,9	20,1	19,9	
17.30	18,9			20,0	20,2	20,2	20,0	
min			13,9	18,4	18,7	18,9	18,8	

## UMIDITA' RELATIVA (%)

	10	11	12	13	14	15	16	17
9.00				33	40	43	44	43
12.30				36	41	43	44	
15.00	44			37	41	42	44	
17.30	46			37	40	43	44	
min			29	33	39	42	43	

In blu i giorni di week end