



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria Civile e Ambientale

“Valorizzazione degli scarti di lavorazione del marmo
all'interno di conglomerati a matrice organica e inorganica per
il design”

“Valorization of marble processing wastes in organic and
inorganic mixes for design”

Relatore:

Prof. Francesca Tittarelli

Correlatore:

Ing. Alessandra Mobili

Ing. Chiara Giosuè

Tesi di Laurea di:

Greta Eugenia Mincarini

Matr. 1078119

Anno Accademico 2019/2020

Indice

1. Introduzione	3
1.1 Quadro normativo	5
2. Analisi del filler di scarto fornito da SENA MARMI	7
2.1 Determinazione curva granulometrica del filler: prova di laboratorio	7
2.2 Analisi al SEM	13
2.3 Diffrazione ai raggi X – XRD	14
2.4 Analisi Termica – TG	16
3. Distribuzione granulometrica ideale (aggregati + filler)	17
3.1 Materiali utilizzati	17
3.1.1 Analisi Granulometrica	21
3.2 Elaborazione curva ideale	22
3.3 Il metodo di calcolo	24
4. Conglomerati a matrice organica	27
4.1 Obiettivi	27
4.2 Materiali utilizzati	27
4.3 Preparazione campioni 75%, 85%, 95%	29
4.4 Programmazione campioni 75% e 85%	50
4.5 Confronto campioni	69
5. Conglomerati a matrice inorganica	74
5.1 Obiettivi	74
5.2 Materiali	74
5.3 Mix design	75
5.4 Svolgimento della prova, getto 1:	76
5.5 Svolgimento della prova, getto 2:	79
5.6 Risultati ottenuti	82
6. Caratterizzazione meccanica	86
6.1 Prova di flessione a 7 giorni	86
6.2 Prova di compressione a 7 giorni	89
6.3 Prove di flessione a 28 giorni	92
6.4 Prova di compressione a 28 giorni	95
7. Getti inorganici con resina e cellulosa	98
7.1 Generalità	98
7.2 Getto 2 R	98

7.3	Getto 2 C	100
7.4	Getto 2 R+C	104
7.5	Risultati ottenuti	108
8.	Caratterizzazione meccanica	111
8.1	Prova di flessione a 7 giorni.....	111
8.2	Prova di compressione a 7 giorni	113
8.3	Valutazione effetti additivi	116
8.4	Prova di flessione a 28 giorni	119
8.5	Prova di compressione a 28 giorni	121
9.	Conclusioni	125
10.	Bibliografia e sitografia	128
11.	Appendice	131

1. Introduzione

Il presente progetto di tesi, nato nell'ambito della collaborazione tra Senamarmi s.r.l e l'Università Politecnica delle Marche, è focalizzato sulla realizzazione di lastre per la produzione di “top” o piani da cucina di altezza minima 30 mm di design realizzate con matrici organiche ed inorganiche, aggregati calcarei e scarti della lavorazione del marmo.

La scelta del top in cucina è da non sottovalutare, dal momento che la maggior parte delle lavorazioni svolte in cucina saranno fatte su questo piano e quindi la componente maggiormente esposta al logoramento della superficie stessa. Per questo motivo, la domanda di materiali avanzati, con proprietà migliori per soddisfare nuovi requisiti o per sostituire i materiali esistenti è in continuo aumento. Tra questi, le resine epossidiche sono una delle classi più importanti di polimeri termoindurenti. A causa delle loro crescenti applicazioni ingegneristiche, la resina epossidica e i compositi a base epossidica sono stati ampiamente studiati negli ultimi anni. L'aggiunta di particelle di riempitivo di dimensioni micro o nanometriche sta diventando una pratica comune, perché non solo migliora le proprietà meccaniche del materiale, ma riduce anche significativamente i costi di lavorazione. Questo miglioramento dipende dalla forma e dalle dimensioni delle particelle [2].

Recentemente molti ricercatori hanno studiato i compositi epossidici con silice, argilla, carbonio o vetro per migliorare le proprietà meccaniche della resina. Possono essere riciclati frammenti di vetro e pietra di scarto come materie prime per la produzione di lastre di pietra artificiale utilizzando poliestere insaturo come legante e la polvere di marmo per realizzare un materiale composito con resina poliestere ed epossidica [11].

Come si è visto dalla letteratura, sono state condotte ricerche sulle proprietà meccaniche del composito Marmo – Resina. I compositi Marmo-Resina epossidica sono stati studiati solo in misura limitata e alcune proprietà, come stabilità termica, durezza superficiale, resistenza alla trazione e allungamento percentuale non sono state studiate [18].

In generale, il marmo viene utilizzato per la progettazione di interni o esterni di una casa o di un edificio, il Marmo – Resina è un agglomerato ottenuto dalla miscela di graniglie di marmo di prima scelta, attentamente selezionate per pezzatura e colore e particolari resine poliesteri o epossidiche. Viene prodotto in blocchi di formato standard con impianti di ultima tecnologia sottovuoto con successiva stagionatura. Le lastre vengono usate per

la realizzazione di pavimenti, scale, davanzali e rivestimenti per superfici interne [22] [23] [24] [25] [26].

Dalla letteratura [7], anche le pietre artificiali sono materiali relativamente recenti nel mercato globale dell'edilizia civile e di interni. In sostituzione delle lastre di marmo naturale, la pietra artificiale ha un valore commerciale simile e una notevole richiesta nella costruzione di edifici grazie alle sue caratteristiche uniformi e alle buone proprietà.

Inoltre, la polvere di marmo è una delle sostanze più versatili sulla Terra utilizzata in molte applicazioni e in un'ampia varietà di forme. La polvere di scarto di marmo prodotta, viene utilizzata principalmente come riempitivo o additivo per applicazioni industriali, inclusa la produzione di vernice, vetro, carta, cemento e calcestruzzo [6]. L'utilizzo di scarti di marmo in sostituzione del cemento o della sabbia nelle cosiddette pietre ingegnerizzate o pietre composte, può ridurre i costi di produzione del calcestruzzo, inoltre, i problemi ambientali come l'impatto visivo o la distruzione del suolo possono essere notevolmente ridotti poiché le quantità di materiale scaricato sono inferiori [5]. Per questo motivo, il riciclaggio è una delle soluzioni a cui viene prestata attenzione in tutto il mondo per la protezione dell'ambiente e per un uso economico e sostenibile delle risorse [4].

È stata studiata inoltre, la possibilità di riutilizzare la polvere di sottoprodotti industriali di plastica rinforzata con vetro (GRP) in compositi a base di cemento. I risultati di questi studi, mostrano che la polvere di sottoprodotti industriali potrebbe essere utilizzata come aggregato parziale o sostituto del riempitivo nei compositi a base di cemento. In particolare, per la produzione di calcestruzzi auto – compattanti, è necessario anche un elevato volume di materiale molto fine per rendere il calcestruzzo più fluido e coeso. L'auto – compattazione del calcestruzzo si ottiene generalmente aggiungendo all'impasto una certa quantità di particelle molto fini come riempitivo [1].

È stata studiata la possibilità di riciclare il vetro di scarto di colore misto così come la produzione di malte architettoniche decorative. Nelle malte, lo 0 – 33 – 66 – 100% del volume di ghiaia calcarea è stato sostituito con rottami di vetro riciclato, senza altre aggiunte inorganiche. I risultati ottenuti dimostrano che la sostituzione della ghiaia calcarea con rottami di vetro di analoga distribuzione granulometrica consente di ridurre il dosaggio dell'additivo super – fluidificante per ottenere la stessa lavorabilità della malta fresca; non influenza in modo significativo le prestazioni meccaniche.

Nel settore delle costruzioni, il vetro riciclato viene utilizzato in vetro – asfalto, riempimento, substrato, piastrelle, blocchi in muratura, pavimenti e altri scopi decorativi, ma le applicazioni pratiche del vetro riciclato nel calcestruzzo strutturale sono piuttosto limitate. Pertanto, l'applicazione di sottoprodotti per sostituire inerti naturali come rifiuti di vetro, sembra essere un approccio molto interessante per creare compositi. È possibile quindi, sostituire integralmente la tradizionale ghiaia calcarea con scarti di vetro di colore misto come aggregato di riciclo per la produzione di malte architettoniche, senza particolari addizioni o additivi [16]. Nell'ambito di una ampia gamma di materiali con specifiche prestazioni, lo scopo principale del presente lavoro di Tesi sperimentale è stato quello di caratterizzare dei materiali inerti destinati alla preparazione di campioni, per determinarne poi le resistenze meccaniche relative a ciascuna combinazione di materiali componenti.

A tal proposito, all'interno dell'elaborato, sarà prima presentata una sezione relativa alla caratterizzazione chimica e fisica del filler di scarto derivato dalla lavorazione del marmo, tramite prove di laboratorio conseguite presso i laboratori del Dipartimento SIMAU dell'Università Politecnica delle Marche. Le prove eseguite [9] sono state la distribuzione granulometrica, l'analisi al microscopio elettronico a scansione (SEM), la diffrattometria ai raggi X (XRD) e l'analisi termica (TG). Al fine di garantire le prestazioni migliori del materiale da realizzare, composto da tre diverse tipologie di inerti e un filler, è stata determinata la distribuzione granulometrica ideale prendendo in considerazione anche le curve granulometriche delle tre frazioni di inerte.

Il seguente progetto inoltre, è suddiviso in due parti principali: la sperimentazione di conglomerati a matrice organica e la sperimentazione di conglomerati a matrice inorganica, entrambe supportate da una galleria fotografica dei prodotti ottenuti. Una ulteriore sezione sarà dedicata alla discussione dei risultati conseguiti dal lavoro di caratterizzazione meccanica sui conglomerati a matrice inorganica e verranno discussi gli effetti degli additivi utilizzati, sulle prestazioni meccaniche.

Da ultimo, saranno esposte le conclusioni relative a questo lavoro di tesi.

1.1 Quadro normativo

Per quanto riguarda l'aspetto prettamente normativo, occorre riferirsi a:

- UNI EN 1015 – 3 – 2007. Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 3: Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse);
- UNI EN 1015 – 6 – 2007. Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 6: Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca;
- UNI EN 1015 – 11 – 2019. Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 11. Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita;
- D.lgs. 152/2006 “Norme in materia ambientale”. Parte 4, Allegato D.

2. Analisi del filler di scarto fornito da SENA MARM

2.1 Determinazione curva granulometrica del filler: prova di laboratorio

La curva granulometrica è un diagramma sperimentale ottenuto dalla setacciatura, per frazioni granulometriche grossolane, o dalla sedimentazione, per materiale fine. Nel caso specifico è stata realizzata la curva con la setacciatura del materiale.

L'analisi granulometrica è stata eseguita tramite una serie di setacci, sovrapposti con apertura decrescente dall'alto verso il basso, fatti vibrare manualmente (moti rotatorio e oscillatorio) in modo che i granuli venissero separati in frazioni e trattenuti nei setacci con il diametro corrispondente. I setacci utilizzati per le misure granulometriche sono varie e certificate da diverse normative; i setacci utilizzati in questa prova presentano le seguenti aperture, in ordine decrescente:

1,68 mm, 1,2 mm, 0,85 mm, 0,6 mm, 0,42 mm, 0,3 mm, 0,21 mm, 0,15 mm e 0,075 mm.

Per eseguire la setacciatura, sono stati necessari il coperchio, così da evitare dispersione di materiale e il fondo, dove è stato raccolto il materiale passante alla maglia più piccola.



Fig. 1 Serie di setacci utilizzata

Il procedimento eseguito per la realizzazione della curva granulometrica consiste, prima di tutto, nella pulizia preliminare dei setacci, del fondo e del coperchio sia con pennello sia con aria compressa. Poi si procede con la pesatura dei singoli setacci e del fondo vuoti così da ottenere il valore della tara e in seguito, si inserisce nel setaccio a maglie più grandi, il materiale precedentemente essiccato in stufa a 40 °C per 2 giorni. Si esegue poi, la setacciatura con movimenti oscillatori e rotatori, vibrando manualmente la colonna per 3 minuti attendendo il deposito delle particelle di materiale più fini che possono trovarsi in sospensione, prima di procedere di nuovo alla pesatura dei singoli setacci, questa volta contenenti il materiale trattenuto dalle singole maglie, così da ottenere il peso lordo.

Dopo aver terminato questo procedimento, si eseguono i calcoli per ottenere il valore del passante cumulativo percentuale corrispondente a ciascuna maglia. I risultati della prova, ripetuta per due frazioni dello stesso campione, sono stati riportati in grafici in scala logaritmica. In questo tipo di grafici sono riportati, in ascissa l'apertura del singolo setaccio e in ordinata, la percentuale di passante cumulativo.

Primo campione

Pesi	(g)
Tara	13,67
Lordo	63,67
Campione	50

$$t_i = \left(\frac{m_i}{m} \right) * 100 \quad T_i = \sum_{j=1}^i t_j \quad P_i = 100 - T_i$$

Dimensione setaccio (µm)	Tara (g)	Lordo (g)	Trattenuto (g)	Trattenuto cum (g)	Trattenuto parziale (%)	Trattenuto cumulativo (%)	Passante cum (%)
1680	116,77	119,06	2,29	2,29	4,58	4,58	95,42
1200	115,47	116,61	1,14	3,43	2,28	6,86	93,14
850	100,86	105,45	4,59	8,02	9,18	16,04	83,96
600	95,17	100,13	4,96	12,98	9,92	25,96	74,04
420	95,26	98,94	3,68	16,66	7,36	33,32	66,68
300	97,30	104,46	7,16	23,82	14,32	47,64	52,36
210	88,78	92,16	3,38	27,20	6,76	54,40	45,60
150	91,64	97,15	5,51	32,71	11,02	65,42	34,58
75	88,94	100,41	11,47	44,18	22,94	88,36	11,64
fondo	97,28	103,10	5,82	50,00	11,64	100,00	0,00
Totale			50,00				

Tab. 1 Passante cumulativo primo campione

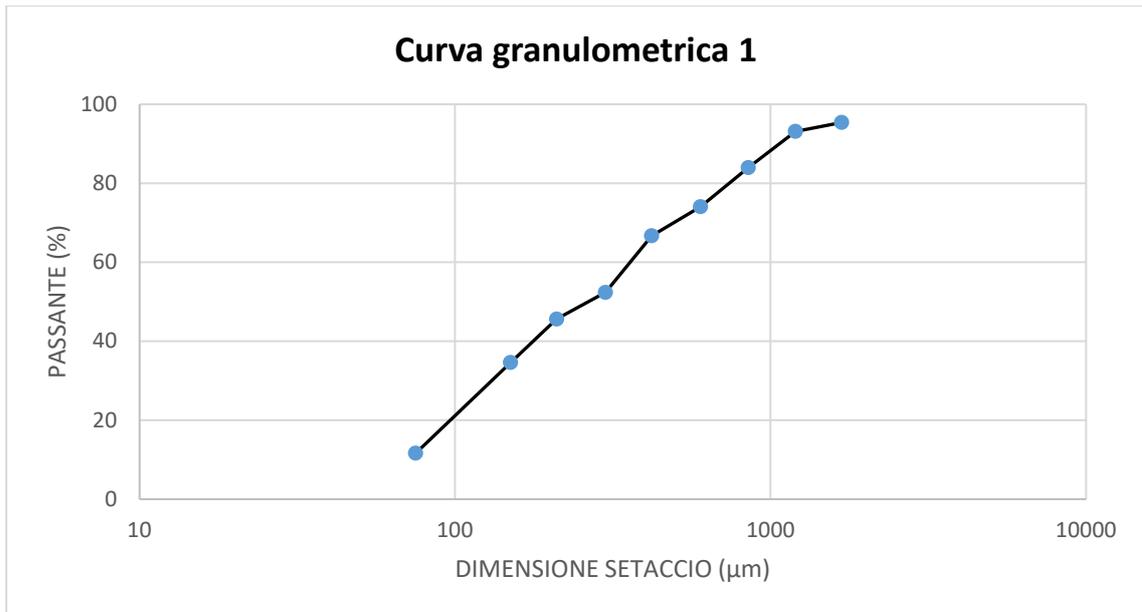


Fig. 2 Grafico dimensione setaccio-passante cumulativo, primo campione

Secondo campione

Pesi	(g)
Tara	13,67
Lordo	63,67
Campione	50

$$t_i = \left(\frac{m_i}{m} \right) * 100 \quad T_i = \sum_{j=1}^i t_j \quad P_i = 100 - T_i$$

Dimensione setaccio (μm)	Tara (g)	Lordo (g)	Trattenuto (g)	Trattenuto cum (g)	Trattenuto parziale (%)	Trattenuto cumulativo (%)	Passante cum (%)
1680	116,77	118,69	1,92	1,92	3,84	3,84	96,16
1200	115,47	116,55	1,08	3,00	2,16	6,00	94,00
850	100,86	105,10	4,24	7,24	8,48	14,48	85,52
600	95,15	100,17	5,02	12,26	10,04	24,52	75,48
420	95,27	99,00	3,73	15,99	7,46	31,98	68,02
300	97,29	104,53	7,24	23,23	14,48	46,46	53,54
210	88,78	92,15	3,37	26,60	6,74	53,20	46,80
150	91,64	97,10	5,46	32,06	10,92	64,12	35,88
75	88,94	100,73	11,79	43,85	23,58	87,70	12,30
fondo	97,28	103,43	6,15	50,00	12,30	100,00	0,00
Totale			50,00		100,00		

Tab. 2 Passante cumulativo secondo campione

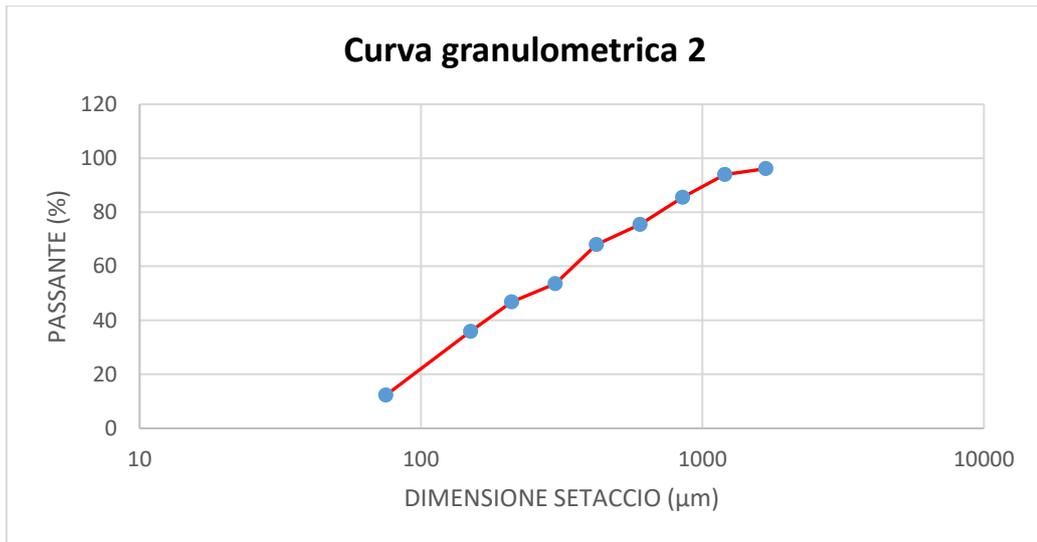


Fig. 3 Grafico dimensione setaccio-passante cumulativo, secondo campione

Nel caso specifico, sono stati inseriti prima, un campione di 50,00 g ed è stata eseguita la vibrazione manuale per 3 minuti e poi un secondo campione dello stesso materiale di 50,00 g che è stato sottoposto alla stessa vibrazione del campione precedente, per lo stesso tempo.



Fig. 4 Filler utilizzato nella prova



Fig. 5 Setacciatura Campione 1

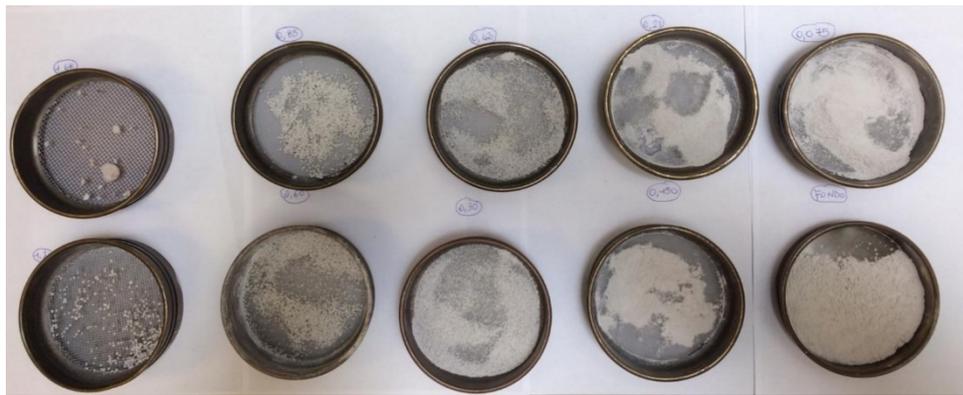


Fig. 6 Setacciatura Campione 2

L'obiettivo è la realizzazione della curva di distribuzione granulometrica, in scala logaritmica, dove sono messi in relazione l'apertura del singolo setaccio e la percentuale di passante cumulativo. Il passante cumulativo viene fatto a partire dal peso del materiale trattenuto dai vari setacci: in questo modo si ottengono le tabelle e le curve precedentemente riportate. Effettuando la media dei due campione è stata infine determinata la curva granulometrica del filler Senamarmi.

Dimensione setaccio (μm)	media (%)
1680	95,79
1200	93,57
850	84,74
600	74,76
420	67,35
300	52,95
210	46,20
150	35,23
75	11,97
fondo	0,00
Totale	

Tab. 3 Media campione 1 e 2

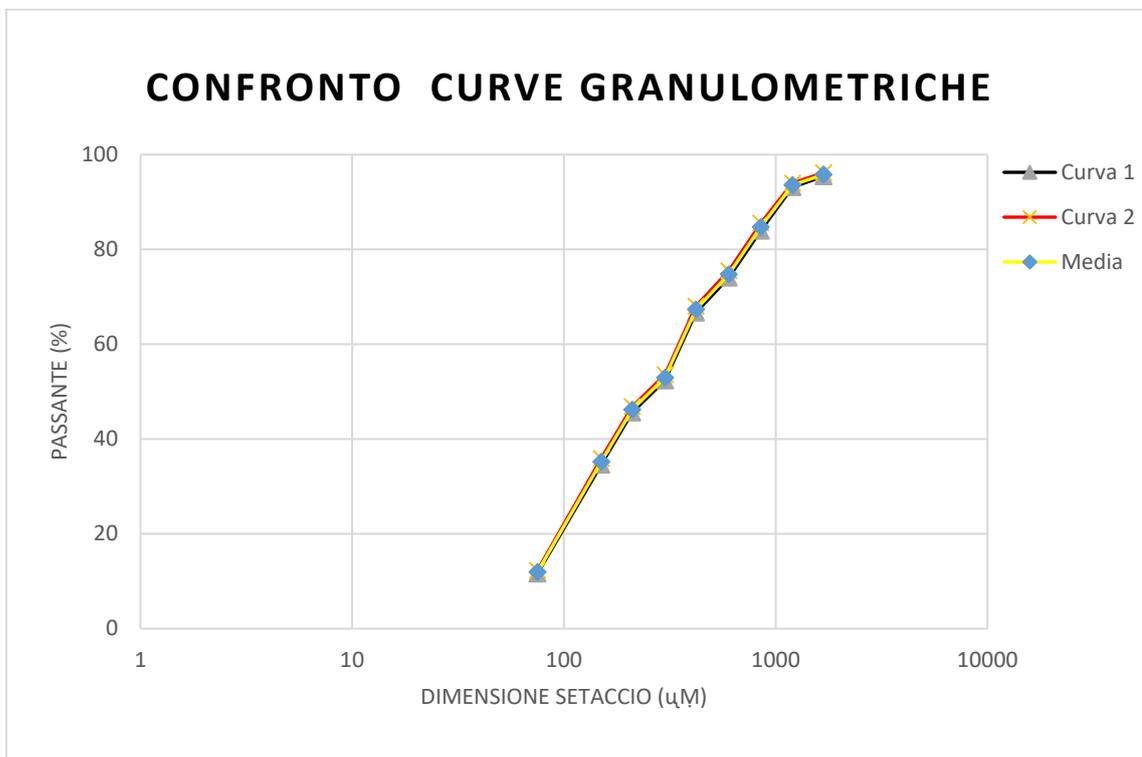


Fig. 7 Curva granulometrica finale del filler

2.2 Analisi al SEM

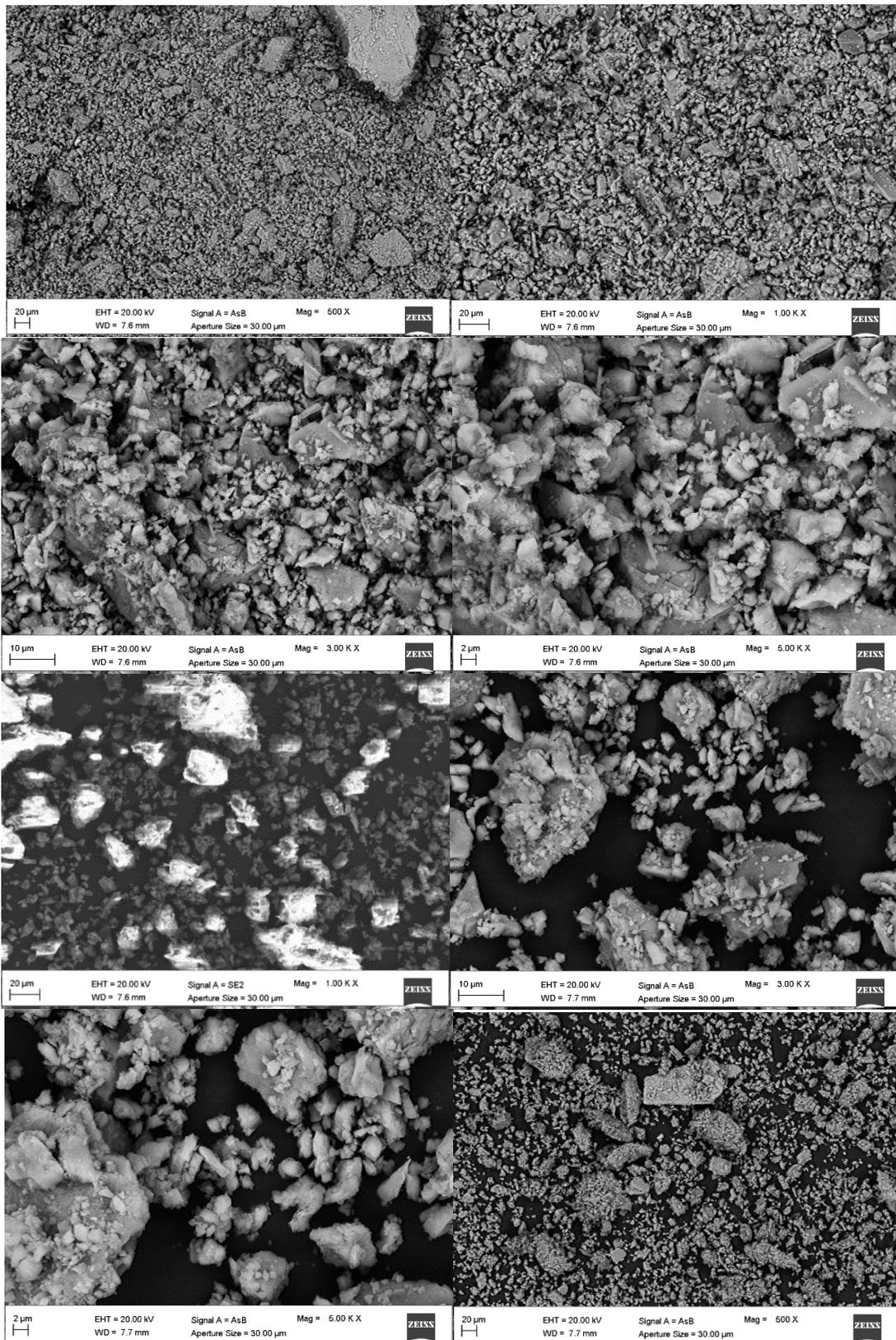


Fig.8 Risultati analisi al microscopio elettronico a scansione (SEM)

La morfologia del filler e la sua composizione elementare è stata studiata tramite microscopio elettronico a scansione (SEM). Il microscopio a scansione è dotato dell'eccezionale caratteristica di avere un'elevata risoluzione che lo rende lo strumento ideale per lo studio delle superfici di frattura, permettendo di distinguere con precisione anche superfici di frattura duttili da superfici di frattura fragile, di individuare con precisione inneschi ed avanzamenti di cricche per fatica, evidenziare la presenza di difetti ed inclusioni, mostrare la morfologia di differenti forme di corrosione, ecc. Dall'analisi del filler si evince l'assenza di materiali fibrosi.

2.3 Diffrazione ai raggi X – XRD

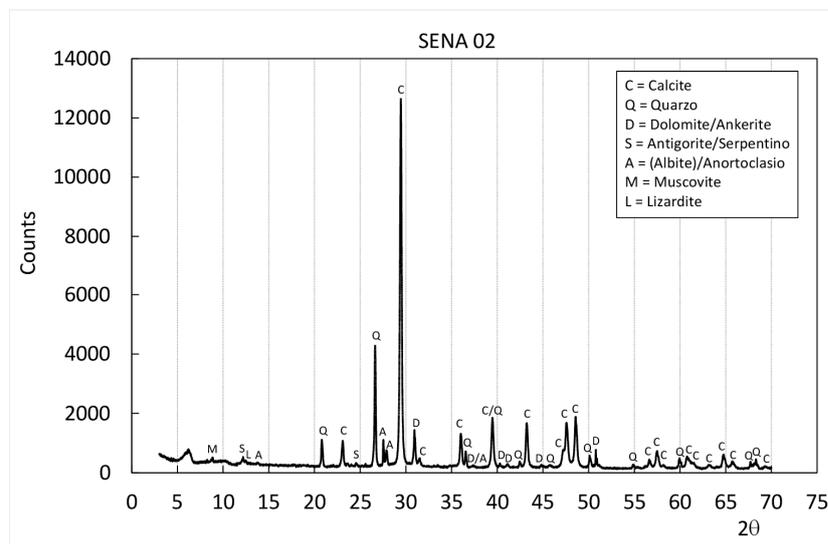


Fig. 9 Diffratogramma filler

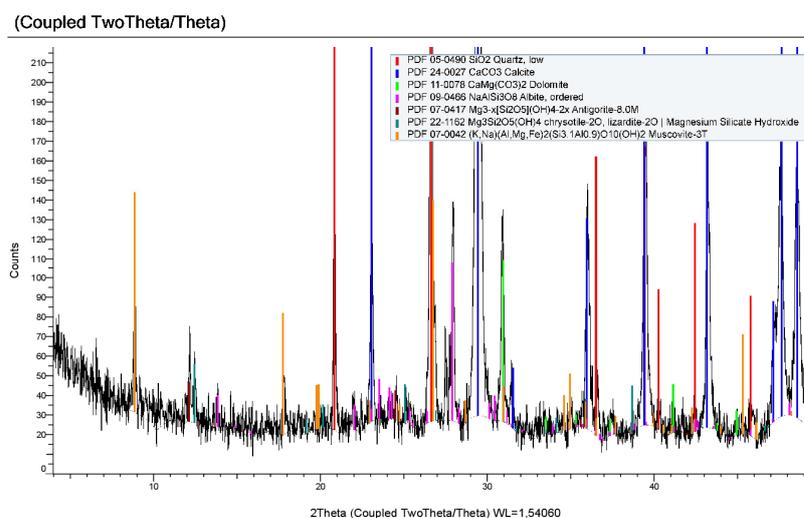


Fig. 10 Diffratogramma filler

La diffrazione ai raggi X – XRD, permette di identificare un prodotto solido cristallino sconosciuto tramite le distanze tra gli atomi nel reticolo cristallino dal momento che le distanze e le lunghezze d'onda dei raggi X sono dello stesso ordine di grandezza. Dai valori degli angoli corrispondenti ai picchi si risale ai relativi valori delle distanze reticolari; tramite il confronto con valori tabulati è poi possibile riconoscere il composto. Dal diffrattogramma del filler in questione, in cui ogni picco corrisponde ad un prodotto solido, è possibile risalire alla presenza di Carbonato di Calcio, Silice, Dolomite/Ankerite, Antigorite, Quarzo, e quantità impercettibili di Crisotilo.

2.4 Analisi Termica – TG

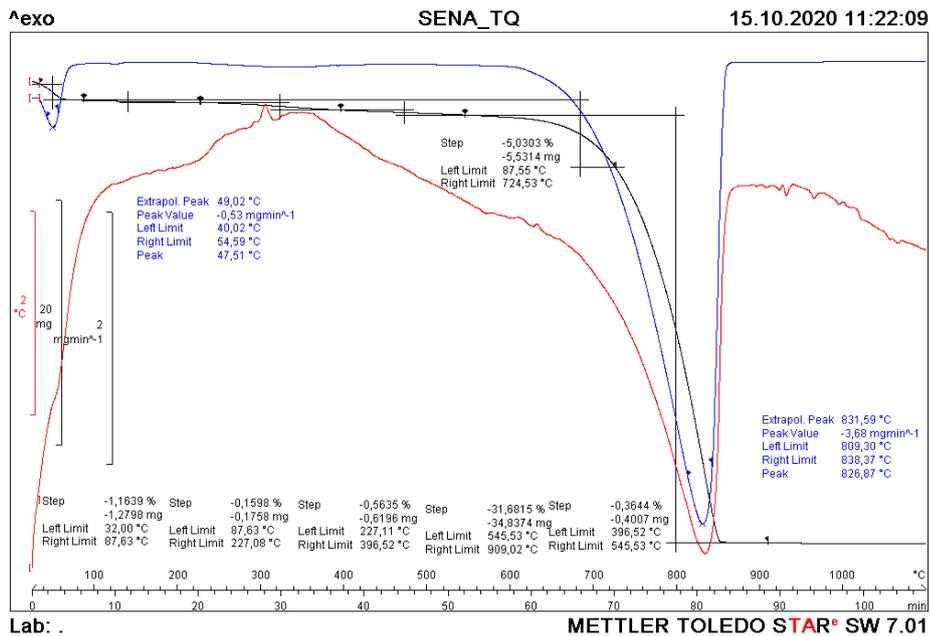
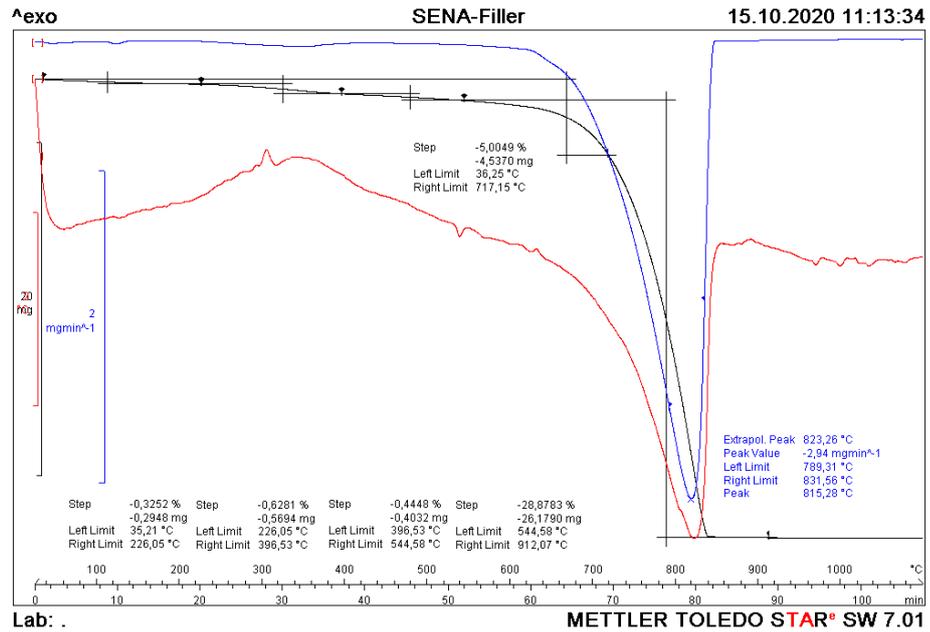


Fig. 11 Curve TG

Dall'analisi Termo gravimetrica che si basa sulla perdita di peso del campione durante il riscaldamento, si evince il 70% di Carbonato di Calcio.

3. Distribuzione granulometrica ideale (aggregati + filler)

Al fine di garantire un corretto comportamento del materiale da realizzare è stata determinata la distribuzione granulometrica ideale prendendo inizialmente in considerazione solo le curve granulometriche delle tre frazioni di dimensione superiore. L'inerte deve essere ben assortito in modo tale che i granuli più fini si possano disporre nei vuoti interstiziali presenti tra quelli dei granuli più grossi. I pochi vuoti restanti saranno poi occupati dal filler e dalla resina. L'assortimento granulometrico degli aggregati ideali deve:

- Minimizzare i vuoti tra granulo e granulo, riducendo quindi il quantitativo di resina necessaria;
- Garantire la massima lavorabilità, determinare quindi il giusto compromesso tra la minimizzazione dei vuoti e la massima lavorabilità dell'impasto;
- Minimizzare il fenomeno della segregazione.

L'assortimento granulometrico prevede *tre step*:

1. L'analisi granulometrica
2. La curva ideale
3. Il metodo di calcolo.

3.1 Materiali utilizzati

Nel seguente studio, in sostituzione (temporanea) ai pezzami di scarto del marmo, poiché non ancora disponibili, sono stati utilizzati aggregati con un contenuto di carbonato di calcio maggiore del 98%, provenienti da Gola della Rossa mineraria. Gli inerti, di tre differenti dimensioni granulometriche, sono:

Sabbia 0-6

Graniglia 6-12

Graniglia 12-20.

Le schede tecniche sono fornite in **Appendice**.



Fig. 12 Inerti utilizzati (Sabbia 0-6, Graniglia 6-12, Graniglia 12-20) – Gola della Rossa mineraria
 (Scala metrica: Foto 1, L = 20 cm. Foto 2, L = 17,5 cm. Foto 3, L = 25 cm)

Per la determinazione della distribuzione granulometrica di un aggregato generalmente si ricorre alla separazione mediante setacciatura con setacci di diversa luce di maglia ottenendo i pesi delle singole frazioni granulometriche. Questi, espressi percentualmente rispetto al peso di tutto il campione analizzato, consentono di calcolare il materiale passante ad ogni staccio. Riportando in un grafico il materiale passante in funzione dell'apertura (d) del vaglio, si costruisce la cosiddetta "curva granulometrica" del singolo aggregato.

Il procedimento sopra esposto è stato eseguito nei seguenti casi:

- **Distribuzione (1):** Presenza di sabbia 0-6, graniglia 6-12 e graniglia 12-20;
- **Distribuzione (2):** Presenza di tutti gli aggregati (filler, sabbia 0-6, graniglia 6-12, graniglia 12-20);
- **Distribuzione (3):** Presenza di filler, sabbia 0-6 e graniglia 6-12;
- **Distribuzione (4):** Presenza di graniglia 6-12 e graniglia 12-20;
- **Distribuzione (5):** Presenza di sabbia 0-6 e graniglia 6-12;

I risultati ottenuti per ogni frazione granulometrica (percentuali in peso) sono riportati a seguire:

Distribuzione granulometrica (1)

Utilizzo di sabbia 0-6, graniglia 6-12 e graniglia 12-20

Sabbia 0 - 6	59%
Graniglia 6 - 12	23%
Graniglia 12 - 20	19%

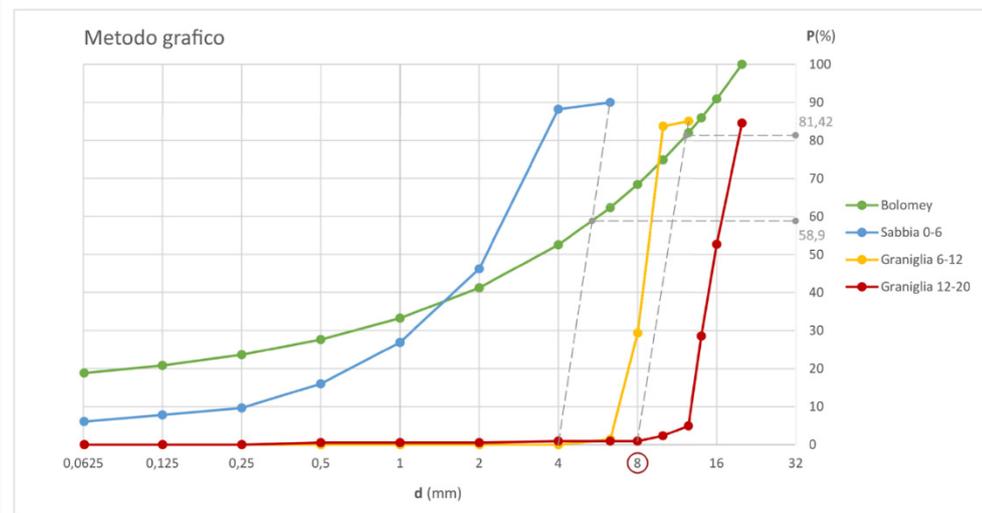


Fig. 13 distribuzione granulometrica (1): sabbia 0-6, graniglia 6-12 e graniglia 12-20

Distribuzione granulometrica (2)

Utilizzo di tutti gli aggregati (filler, sabbia 0-6, graniglia 6-12, graniglia 12-20)

Sabbia 0 - 6	39%
Graniglia 6 - 12	22%
Graniglia 12 - 20	19%
Filler	20%

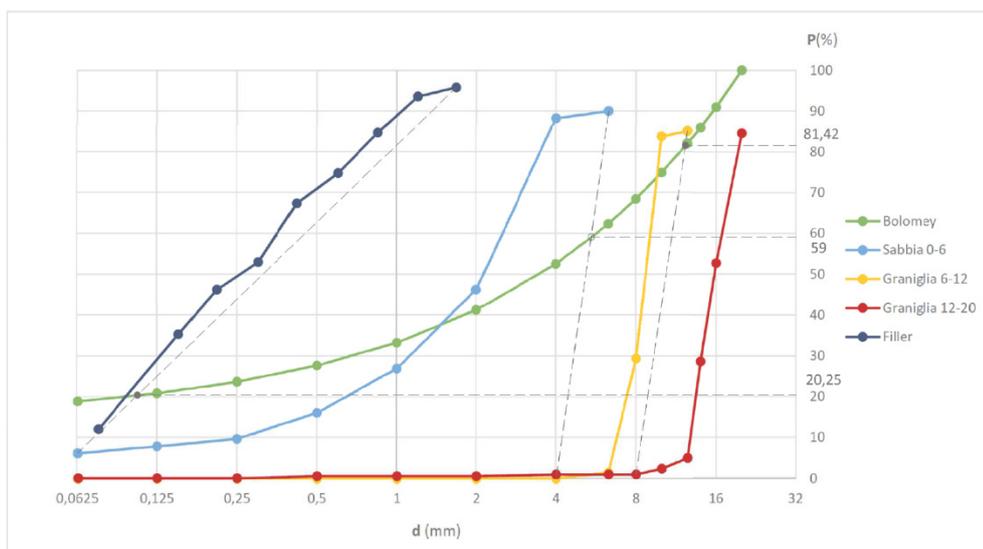


Fig. 14 distribuzione granulometrica (2): filler, sabbia 0-6, graniglia 6-12, graniglia 12-20

Distribuzione granulometrica (3)

Utilizzo di filler, sabbia 0-6, graniglia 6-12

Sabbia 0 - 6	52%
Graniglia 6 - 12	26%
Filler	23%

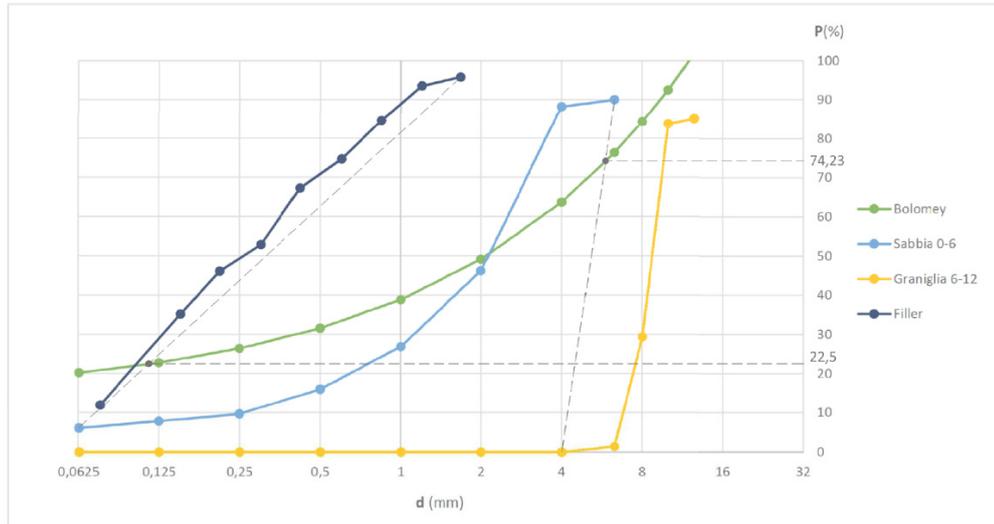


Fig. 15 distribuzione granulometrica (3): filler, sabbia 0-6, graniglia 6-12

Distribuzione granulometrica (4)

Utilizzo di graniglia 6-12 e graniglia 12-20

Graniglia 6 - 12	82%
Graniglia 12 - 20	18%

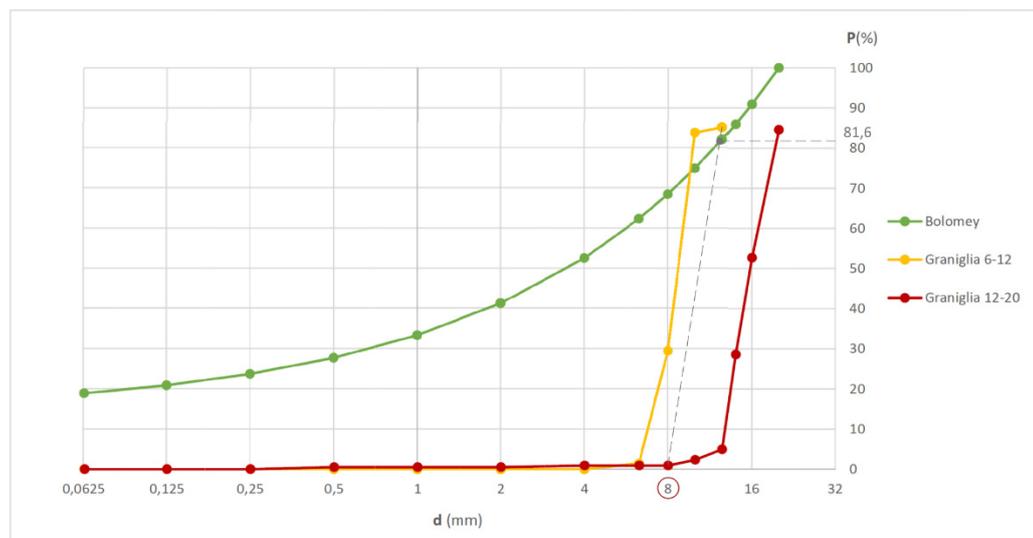


Fig. 16 distribuzione granulometrica (4): graniglia 6-12 e graniglia 12-20

Distribuzione granulometrica (5)

Utilizzo di sabbia 0-6, graniglia 6-12

Sabbia 0 - 6	74%
Graniglia 6 - 12	26%

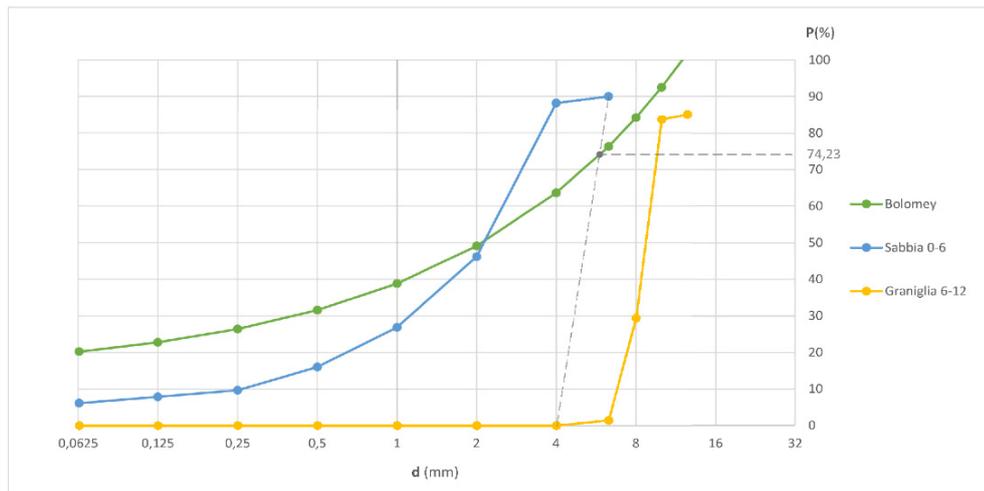


Fig. 17 distribuzione granulometrica (5): sabbia 0-6, graniglia 6-12

3.1.1 Analisi Granulometrica

Per lo studio in questione le curve granulometriche sono fornite dal produttore [Fig. 18] e [Tab. 4] (stabilimento “Gola della Rossa Mineraria”) e riguardano i seguenti materiali:

- Sabbia 0-6 mm
- Graniglia 6-12 mm
- Graniglia 12-20 mm

Vedi **appendice** – Schede Tecniche CA06, CA612, CA1220.

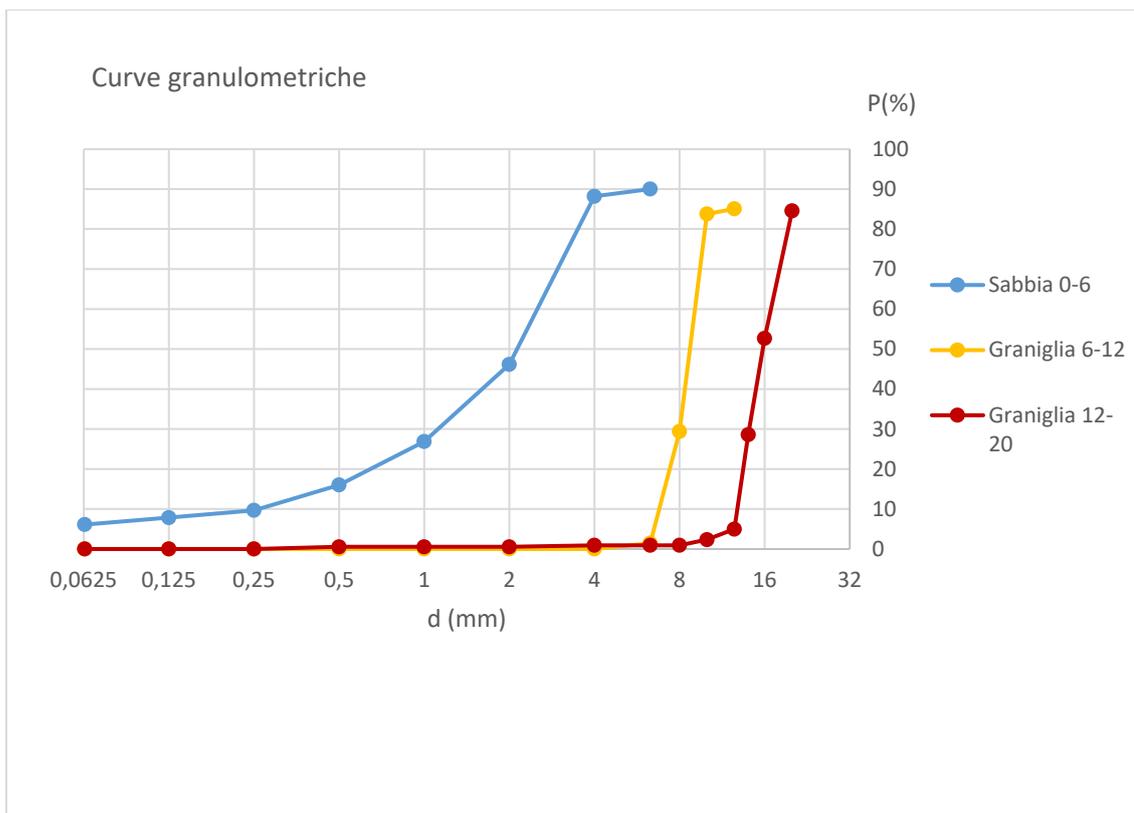


Fig. 18 Curve granulometriche fornite da Gola della Rossa Mineraria

Sabbia 0-6		Graniglia 6-12		Graniglia 12-20	
d (mm)	P (%)	d (mm)	P (%)	d (mm)	P (%)
0,063	6,1	4	0	8	0,91
0,125	7,84	6,3	1,44	10	2,34
0,25	9,66	8	29,37	12,5	4,97
0,5	16	10	83,78	14	28,57
1	26,86	12,5	85,07	16	52,67
2	46,17			20	84,56
4	88,19				
6,3	90				

Tab. 4 Curve granulometriche fornite da Gola della Rossa

3.2 Elaborazione curva ideale

Per realizzare un conglomerato con la massima densità possibile, cioè con il minor contenuto di vuoti interstiziali tra i singoli granuli, la curva granulometrica del sistema solido (filler + aggregato) deve seguire una delle equazioni per distribuzioni ideali fornite

dalla letteratura. In questo studio, a tal proposito, è stata utilizzata per la determinazione della distribuzione ideale l'equazione di Bolomey.

Distribuzione ideale - equazione di Fuller:

$$P = 100 \sqrt{\frac{d}{D_{max}}}$$

Bolomey suggerì di modificare leggermente la curva granulometrica ottimale di Fuller introducendo un parametro **A** che tiene conto anche della lavorabilità richiesta e del tipo di aggregato disponibile (alluvionale o frantumato).

Distribuzione ideale - equazione di Bolomey:

$$P = A + (100 - A) \sqrt{\frac{d}{D_{max}}}$$

Dove **P** è la percentuale di materiale passante allo staccio con apertura **d**.

D è la massima dimensione ("diametro massimo") dell'elemento lapideo più grosso, il quale, sulla base delle curve granulometriche, è stato assunto pari a 20 mm.

L'equazione di Bolomey coincide con la Fuller se si assume $A = 0$. Il parametro **A** [Tab. 5] assume valori crescenti da 8 a 14 se aumenta la lavorabilità e se si passa da aggregati alluvionali tondeggianti ad aggregati di frantumazione di forma irregolare. Utilizzando inerti di frantumazione e volendo garantire una lavorabilità elevata è stato assunto un coefficiente **A** pari a 14.

Valori del parametro *A* nell'equazione di Bolomey in funzione del tipo di aggregato e della lavorabilità richiesta.

Tipo di aggregato	Lavorabilità		
	bassa	media	alta
Naturale tondeggiate	8	10	12
Frantumato angolare	10	12	14

Tab. 5 Valori parametro *A* dell'equazione di Bolomey (fonte: Web)

È stata pertanto ottenuta una curva ideale come in [Fig. 19]:

A_b 14 *assunta*

D_{max} 20 mm

d	P(%)
0,063	18,83
0,125	20,80
0,25	23,62
0,5	27,60
1	33,23
2	41,20
4	52,46
6,3	62,27
8	68,39
10	74,81
12,5	81,99
14	85,95
16	90,92
20	100,00

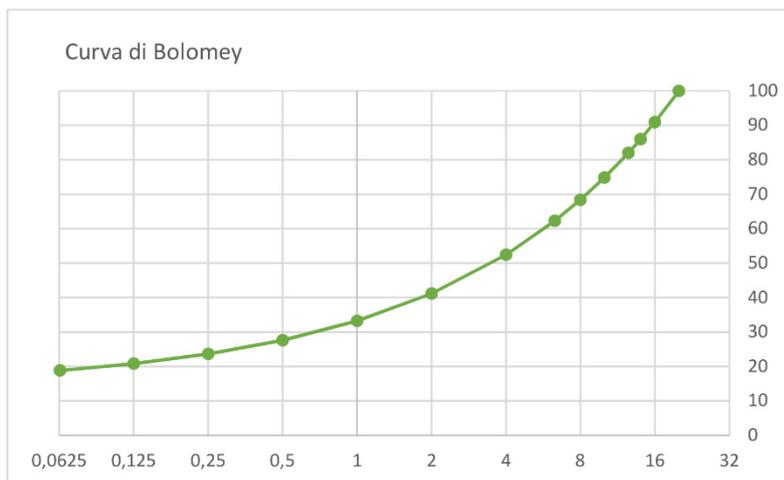


Fig. 19 Curva di Bolomey per $A = 14$

3.3 Il metodo di calcolo

La determinazione delle percentuali d'impiego dei singoli aggregati può essere realizzata mediante l'applicazione del:

- **metodo grafico**: su uno stesso diagramma vengono riportate, sia le distribuzioni granulometriche degli inerti reali che la Curva di Bolomey di massima compattazione degli aggregati. In alternativa è possibile applicare il:

- **metodo informatico**: le percentuali d'impiego dei singoli aggregati vengono calcolate attraverso un programma informatico mirato ad ottimizzare la curva granulometrica del calcestruzzo.

Per lo studio in questione è stato applicato il metodo grafico [Fig. 20] sono stati pertanto riportati su uno stesso grafico le tre curve granulometriche e la curva di Bolomey in scala logaritmica.

Nota: per quanto riguarda la curva granulometrica della Graniglia 12-20, nonostante la piccola percentuale di inerti a diametro inferiore, è stato assunto come punto iniziale della curva il punto $d = 8$ mm.

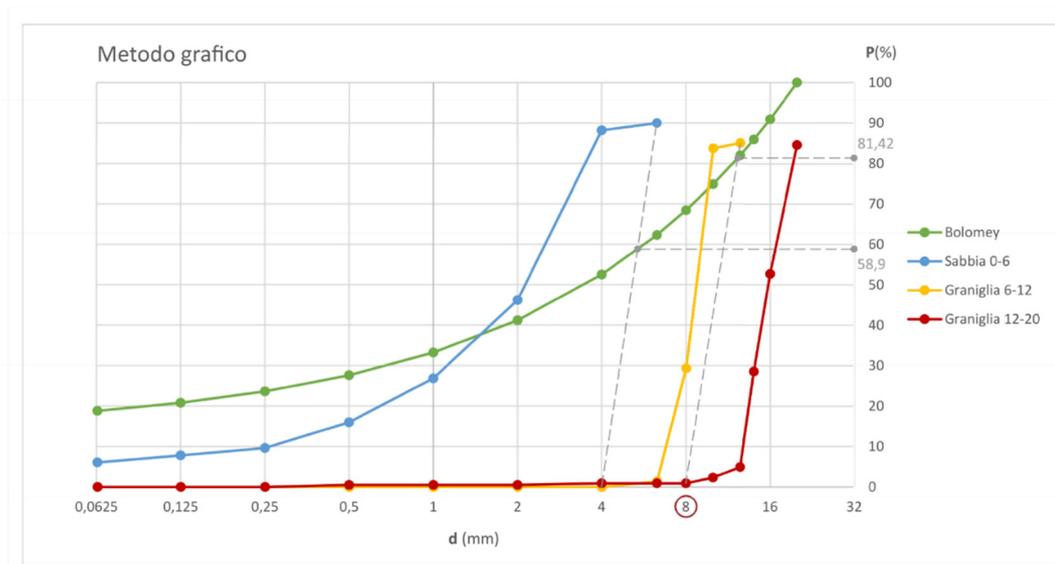


Fig. 20 Metodo grafico per la determinazione della distribuzione ideale

Congiungendo il punto finale della curva “Sabbia 0-6” con il punto iniziale della curva “Graniglia 6-12”, e determinando l’intersezione del segmento con la curva di Bolomey, è stato possibile determinare la percentuale di Sabbia 0-6 che dovrà essere presente nel conglomerato. Il valore ottenuto è pari a **59%** (approssimato poi al 59%).

Il quantitativo della Graniglia 6-12 + 12-20 sarà pertanto pari a $100\% - 58,9\% = 41\%$.

Dall’intersezione della curva di Bolomey con il segmento dato dal punto finale della “Graniglia 6-12” e il punto iniziale della “Graniglia 12-20” è stato determinato il quantitativo di “Sabbia 0-6” + “Graniglia 6-12” cioè 81%. Il quantitativo di Graniglia 6-12 è quindi $81,4\% - 58,9\% = 23\%$.

Infine è possibile determinare la percentuale di Graniglia 12-20 che sarà pari a $41,1\% - 22,5\% = 18,6\%$ nonché $100\% - 58,9\% - 22,5\% = 19\%$.

Operando le adeguate approssimazioni sono stati ottenuti i seguenti valori percentuali:

Sabbia 0 - 6	59%
Graniglia 6 - 12	23%
Graniglia 12 - 20	19%

Tab. 5 Risultati percentuali in peso

Andando a moltiplicare le percentuali ottenute per il Passante percentuale P (%) relativo ad ogni apertura del vaglio, è stata determinata la curva dell’aggregato ottimale:

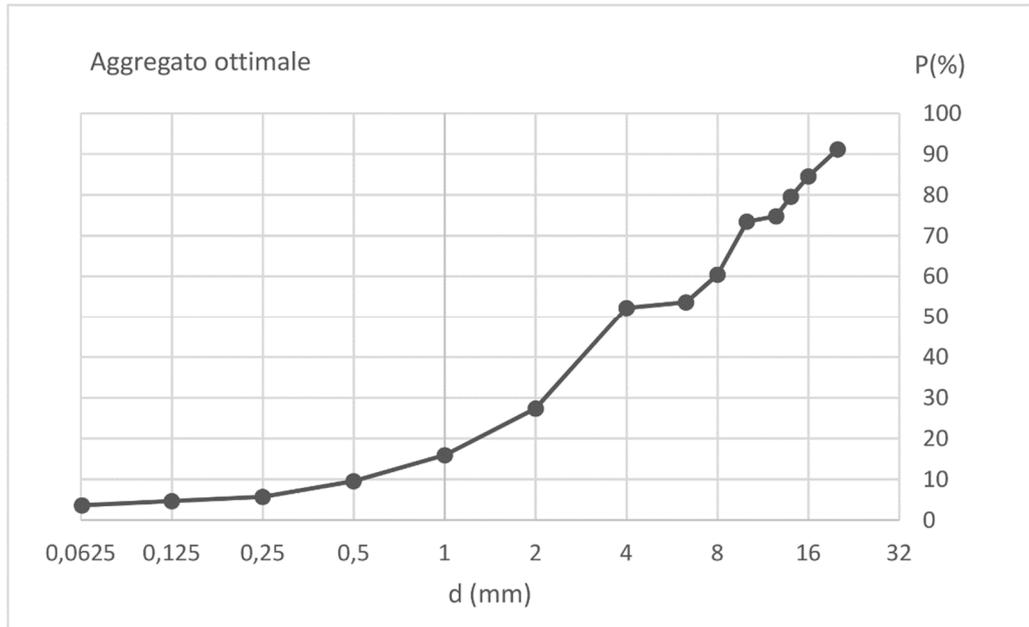


Fig. 21 Curva aggregato ottimale

Apertura del vaglio (mm)	Aggregato ideale	S (0-6)	G (6-12)	G (12-20)	Contributo 0-6	Contributo 6-12	Contributo 12-20	AGGREGATO OTTIMALE
0,063	18,83	6,10	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	3,60
0,125	20,80	7,84	0,00	0,00	4,63	0,00	0,00	4,63
0,25	23,62	9,66	0,00	0,00	5,70	0,00	0,00	5,70
0,5	27,60	16,00	0,00	0,53	9,44	0,00	0,10	9,54
1	33,23	26,86	0,00	0,53	15,85	0,00	0,10	15,95
2	41,20	46,17	0,00	0,53	27,24	0,00	0,10	27,34
4	52,46	88,19	0,00	0,91	52,03	0,00	0,17	52,20
6,3	62,27	90,00	1,44	0,91	53,10	0,32	0,17	53,59
8	68,39	90,95	29,37	0,91	53,66	6,61	0,17	60,44
10	74,81	91,85	83,78	2,34	54,19	18,85	0,43	73,47
12,5	81,99	92,70	85,07	4,97	54,69	19,14	0,92	74,75
14	85,95	93,20	85,76	28,57	54,99	19,30	5,29	79,57
16	90,92	93,70	86,57	52,67	55,28	19,48	9,74	84,50
20	100,00	94,58	87,90	84,56	55,80	19,78	15,64	91,22

Tab. 6 Costruzione curva dell'aggregato ottimale: i valori evidenziati in verde sono stati ottenuti prolungando graficamente le curve granulometriche fornite dal produttore.

4. Conglomerati a matrice organica

4.1 Obiettivi

- Scelta della tipologia di resina ottimale come legante organico: PLEXIFLUID e E30;
- Effetto del quantitativo di resina sul manufatto finale: realizzazione di impasti con il 75%-85%-95%;
- Effetto della dimensione dell'aggregato sul manufatto finale: Filler di scarto, Sabbia 0-6, Graniglia 6-12, Graniglia 12-20;
- Effetto dell'applicazione di un colorante in pasta e un gelcoat superficiale.

4. Materiali utilizzati

In seguito ad una fase di ricerca bibliografica, e su consiglio del fornitore, è stato scelto di utilizzare una resina epossidica, nello specifico sono state testate due tipologie:

- Resina *Plexifluid 2.0* – Prochima;
- Resina *E-30 effetto acqua* – Prochima.

Le due resine sono differenti per risultato estetico e per modalità di posa. La prima permette di realizzare getti unici da 20 a 60 mm, la seconda E-30 con effetto acqua può essere applicata solo per spessore di 10 mm massimo. È stato inoltre necessario l'utilizzo di una cera distaccante, ed è stata esaminata l'applicazione di un Gelcoat superficiale successivamente all'indurimento del campione.

- Gelcoat *Duraloid AL-30 2.0* – Prochima;
- Cera distaccante *Gloss* in pasta – Prochima.

L'applicazione consigliata del Gelcoat Duraloid AL-30 2.0 è con il pennello o con un rullo a pelo corto tipo "moair", senza alcuna diluizione per temperature di 25°C.

La cera distaccante Gloss in pasta invece è stata applicata manualmente.

Le schede tecniche sono fornite in **Appendice**.



Fig. 22 Resina *Plexifluid 2.0*, Gelcoat *Duraloid AL-30 2.0*, Cera distaccante *Gloss* in pasta - Prochima

Per casseri:

- Tubo in PVC diametro 14 cm;
- Base trasparente in Polivet spessore 4 mm;
- Silicone trasparente adatto a PVC;
- Contenitori rettangolari da cucina in alluminio.

Come primi casseri sono stati utilizzati contenitori con superfici perfettamente lisce e circolari. I tubi in PVC di diametro 14 cm sono stati tagliati in un primo momento in fasce da 7 cm. Sono stati successivamente sigillati alla base trasparente in Polivet tramite un silicone adatto a materiali plastici quali PVC.

In seguito al getto dei primi campioni è emerso come la resina reagisca parzialmente con la base trasparente in Polivet, causando in alcuni casi la fuoriuscita della resina. Si consiglia pertanto di utilizzare una base sempre in PVC o altro materiale non reagente. Infatti, in una seconda fase, i casseri in PVC-Polivet sono stati sostituiti con contenitori in alluminio, non reagenti con il getto. Questi hanno permesso anche di valutare l'effetto del getto in superfici ondulate.



Fig. 23 Preparazione Casseri in PVC

Una volta costruiti i casseri è stata applicata la cera gloss distaccante della Prochima. Come consigliato dal fornitore, sono state applicate tre passate ad intervalli di 10 minuti. La cera asciuga in qualche minuto per l'evaporazione del solvente e si regolarizza con un panno di cotone.

4.3 Preparazione campioni 75%, 85%, 95%

La programmazione dei campioni è stata realizzata tenendo in considerazione tre differenti percentuali in peso dell'aggregato sul peso totale: 75%, 85% e 95%, così da poter valutare il quantitativo ottimale di aggregati. Per ognuna di queste percentuali sono stati inoltre realizzati 2 provini facendo variare il tipo e il quantitativo di aggregati e la percentuale di resina. Questi primi sei campioni sono stati realizzati con Resina Plexifluid (applicabile dai 20 a un max. di 60 mm). A questi sei sono stati poi aggiunti altri 2 provini per valutare eventuali effetti "artistici" ottenibili con la combinazione di resina trasparente e marmo: il primo utilizzando Resina E-30 effetto acqua (campione C3.1.) e il secondo Resina Plexifluid (campione C3.2.). La Resina E-30 con effetto acqua può essere applicata solo per getti di 10 mm max, questo può rappresentare un limite ed allungare i tempi di realizzazione del prodotto finito. La Resina Plexifluid al contrario può essere applicata per spessori dai 20 ai 60 mm e permetterebbe quindi di realizzare lastre di vari centimetri con un unico getto continuo. Per questi due campioni il quantitativo di aggregati è stato posizionato manualmente senza effettuare calcoli preventivi.

Per i primi quattro campioni (C1, C2, C3.1 e C3.2) sono stati utilizzati casseri cilindrici di diametro 14 cm, come sopra esposto, e calcolato il quantitativo necessario per ogni ingrediente per la realizzazione di 3 cm di getto. Stesso procedimento è stato effettuato per i quattro campioni successivi (C4.1, C4.2, C6.1, C6.2) ma poi gettati all'interno di casseri rettangolari in alluminio.

Tab. 7 Programma campioni

Tipo di Cassero	CAMPIONI	Codice	% aggregati (in peso)	Filler	Sabbia 0-6	Graniglia 6-12	Graniglia 12-20
Cilindro PVC	Campione 1	C1	85%	✓	✓	✓	✓
	Campione 2	C2	85%	✓	✓	✓	
	Campione 3.1	C3.1	manuale			✓	✓
	Campione 3.2	C3.2	manuale			✓	✓
Prisma ALLUMINIO	Campione 4.1	C4.1	75%		✓	✓	✓
	Campione 4.2	C4.2	75%			✓	✓
	Campione 6.1	C6.1	95%		✓	✓	✓
	Campione 6.2	C6.2	95%			✓	✓

Quantitativi e caratteristiche di dettaglio sono espote a seguire per ogni campione.

CAMPIONE 1

Utilizzo distribuzione granulometrica (2), con un quantitativo di aggregati, in peso, dell'85%.

Temperatura ambiente: **22°C**

Umidità relativa: **53%**

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in PVC, D = 14 cm con base trasparente in Polivet; Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Considerando un cassero cilindrico di diametro pari a 14 cm e volendo realizzare un'altezza di 3 cm il volume totale del getto necessario è di **462 cm³**.

▪ **Distribuzione granulometrica (2)**

Percentuale resina (in peso)	15 %
Percentuali aggregati (in peso)	85 %

Di cui:

Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Filler	20 %	170,61 g	0,17 kg
Sabbia 0-6	39 %	332,69 g	0,33 kg
Graniglia 6-12	22 %	187,67 g	0,19 kg
Graniglia 12-20	19 %	162,08 g	0,16 kg
Peso totale		853,05 g	0,85 kg

Resina utilizzata	Tempo indurimento totale
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)	<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	107,53 g	0,108 kg
	B	40	43,01 g	0,043 kg
Peso totale			150,54 g	0,15 kg

CAMPIONE 2

Utilizzo distribuzione granulometrica (3), con un quantitativo di aggregati, in peso, dell'85%.

Temperatura ambiente: **22°C**

Umidità relativa: **53%**

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in PVC, D = 14 cm con base trasparente in Polivet; Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Considerando un cassero cilindrico di diametro pari a 14 cm e volendo realizzare un'altezza di 3 cm il volume totale del getto necessario è di **462 cm³**.

▪ Distribuzione granulometrica (3)

Percentuale resina (in peso)	15 %
Percentuali aggregati (in peso)	85 %

Di cui:

Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Filler	22 %	187,67 g	0,19 kg
Sabbia 0-6	52 %	443,59 g	0,44 kg
Graniglia 6-12	26 %	221,79 g	0,22 kg
Peso totale		853,05 g	0,85 kg
Resina utilizzata		Tempo indurimento totale	
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)		<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)	

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	107,53 g	0,108 kg
	B	40	43,01 g	0,043 kg
Peso totale			150,54 g	0,15 kg



Fig. 24 Confronto aggregati utilizzati nei campioni C2 (sinistra) e C1 (destra)



Fig. 25 Confronto getti dei campioni C2 (sinistra) e C1 (destra)

RISULTATO FINALE

Report fotografico campioni C1 e C2

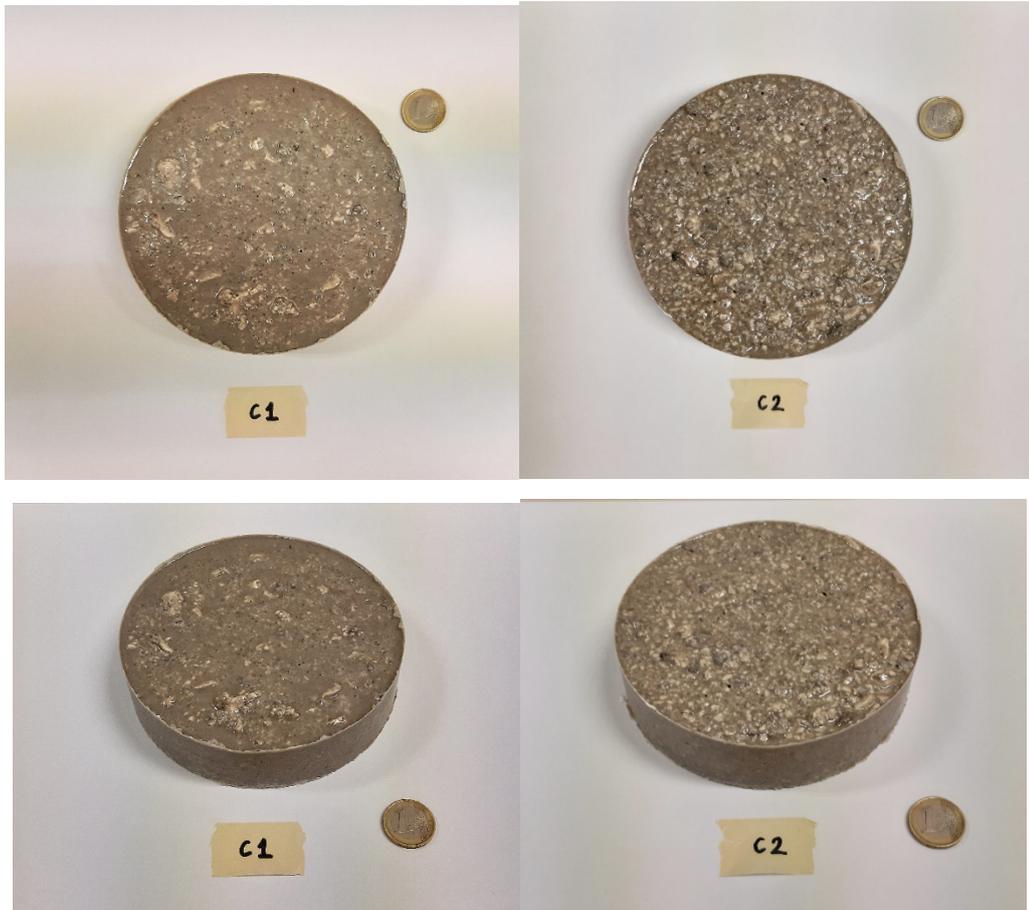


Fig. 26 Campione C1 (sinistra) e C2 (destra) – superficie a contatto con l'ambiente

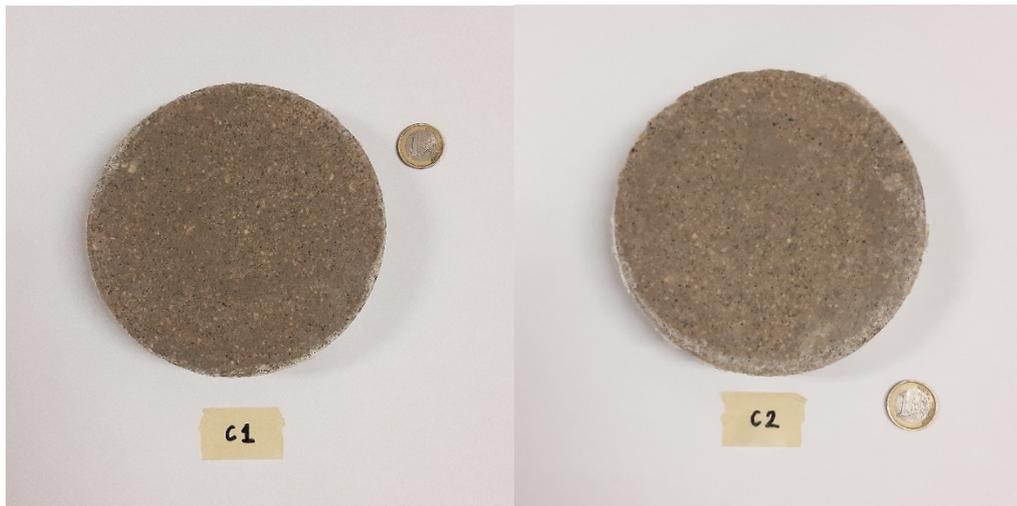


Fig. 27 Campione C1 (sinistra) e C2 (destra) – superficie a contatto con Polivet

Osservazioni sui campioni C1 e C2

I primi due campioni, realizzati con un 85% di aggregati (percentuale in peso) e contenenti il filler di scarto hanno evidenziato come quest'ultimo consenta di creare un impasto omogeneo e compatto. Il filler però, conferisce ai campioni un colore scuro grigio-marrone, che risulterebbe difficile da modificare con eventuali pigmenti.

A questo proposito i campioni successivi sono stati realizzati senza l'utilizzo del filler per conferire al prodotto finale un colore bianco.

CAMPIONE 3.1

Utilizzo solo di pezzami di grandi dimensioni posizionati singolarmente e in quantità variabili.

Temperatura ambiente: **22°C**

Umidità relativa: **53%**

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in PVC, D = 14 cm con base trasparente in Polivet; Cera gloss distaccante.	SI (Consigliato, ma non strettamente necessario)	3 getti di altezza H = 1 cm ognuno (3 cm tot. circa)

Aggregati posizionati manualmente per ogni strato di resina a discrezione dell'operatore.

In particolare, nel caso specifico, sono stati utilizzati i pezzami di dimensione maggiore, quali:

Graniglia 6-12	Nota: gli aggregati in questione sono stati preventivamente setacciati a 4 mm, lavati ed asciugati per eliminare eventuali polveri che avrebbero potuto opacizzare l'impasto.
Graniglia 12-20	

La resina E-30 effetto acqua consente di realizzare getti di piccoli spessori, con un massimo di 10 cm. Pertanto per la realizzazione del campione C3.1 sono stati effettuati 3 getti da circa 1 cm di resina. Ognuno con un tempo di indurimento di almeno 72 ore.

Resina utilizzata	Tempo indurimento totale
E-30 Effetto acqua (Applicabile per max. 10 mm)	<u>72 ore</u> per ogni strato (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
E-30 effetto acqua	A	100	195,77 g	0,20 kg
	B	60	117,46 g	0,12 kg
Peso totale			313,23 g	0,32 kg

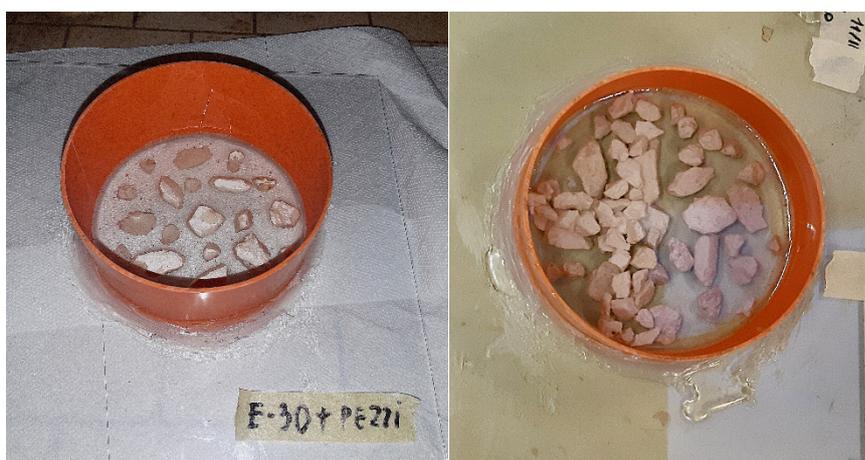


Fig. 28 Campione 3.1 - primo strato e stratificazione finale.

RISULTATO FINALE

Report fotografico campione C3.1



Fig. 29 Campione C3.1 – superficie a contatto con l'ambiente

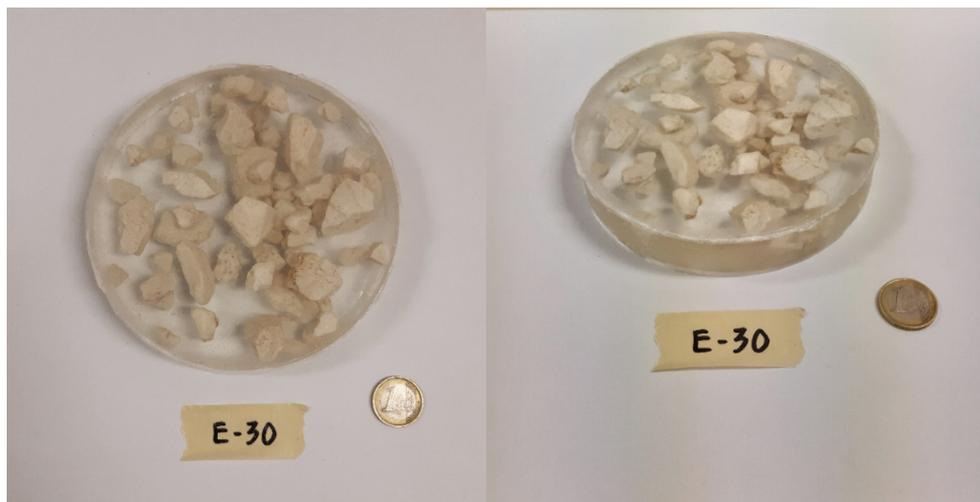


Fig. 30 Campione C3.1 – superficie a contatto con la superficie di Polivet

CAMPIONE 3.2

Utilizzo solo di pezzami di grandi dimensioni posizionati singolarmente e in quantità variabili.

Temperatura ambiente: **22°C**

Umidità relativa: **53%**

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in PVC, D = 14 cm con base trasparente in Polivet; Cera gloss distaccante.	SI (Consigliato, ma non strettamente necessario)	UNICO di altezza H = 3 cm

Aggregati posizionati manualmente sul fondo del cassero e realizzato un unico getto tramite resina Plexifluid. In particolare, nel caso specifico, sono stati utilizzati i pezzami di dimensione maggiore, quali:

Graniglia 6-12	Nota: gli aggregati in questione sono stati preventivamente setacciati a 4 mm, lavati ed asciugati per eliminare eventuali polveri che avrebbero potuto opacizzare l'impasto.
Graniglia 12-20	

Resina utilizzata	Tempo indurimento totale
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)	<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	223,75 g	0,22 kg
	B	40	89,50 g	0,09 kg
Peso totale			313,25 g	0,31 kg

RISULTATO FINALE

Report fotografico campioni C3.2

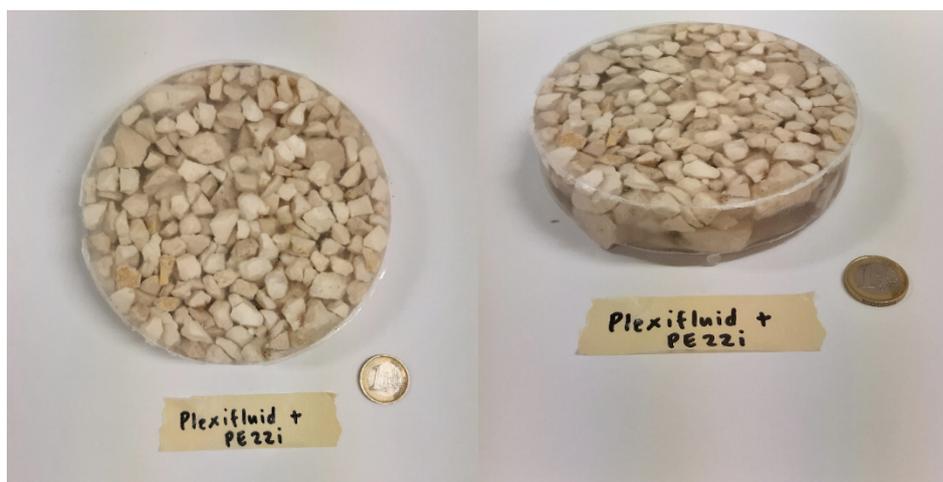


Fig. 31 Campione C3.2 – superficie a contatto con la superficie in Polivet

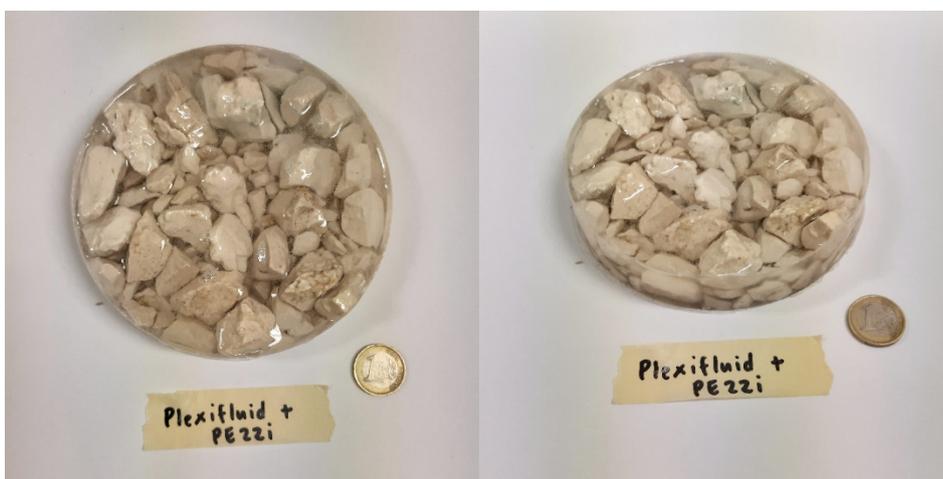


Fig. 32 Campione C3.2 – superficie a contatto con l'ambiente

Osservazioni sui campioni C3.1 e C3.2

Entrambe le tipologie di resina, consentono di realizzare un prodotto sufficientemente trasparente, la resina E-30 del campione C3.1 ha però prodotto un maggior quantitativo di bolle e necessita di tempi più lunghi per la realizzazione del campione.

CAMPIONE 4.1

Utilizzo distribuzione granulometrica (1), con un quantitativo di aggregati, in peso, dell'75%.

Temperatura ambiente: **20.1°C**

Umidità relativa: **53%**

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in alluminio. Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Il volume totale del getto necessario è stato assunto pari a **462 cm³**, cioè uguale ai campioni con cassero circolare.

▪ **Distribuzione granulometrica (1)**

Percentuale resina (in peso)	25 %
Percentuali aggregati (in peso)	75 %

Di cui:

Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Sabbia 0-6	59 %	396,62 g	0,4 kg
Graniglia 6-12	22,5 %	151,25 g	0,15 kg
Graniglia 12-20	18,5 %	124,36 g	0,12 kg
Peso totale		672,24 g	0,67 kg

Resina utilizzata		Tempo indurimento totale		
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)		<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)		
Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	160,06 g	0,16 kg
	B	40	64,02 g	0,064 kg
Peso totale			224,08 g	0,22 kg

RISULTATO FINALE

Report fotografico campioni C4.1



Fig. 33 Campione C4.1 – superficie a contatto con la superficie in alluminio

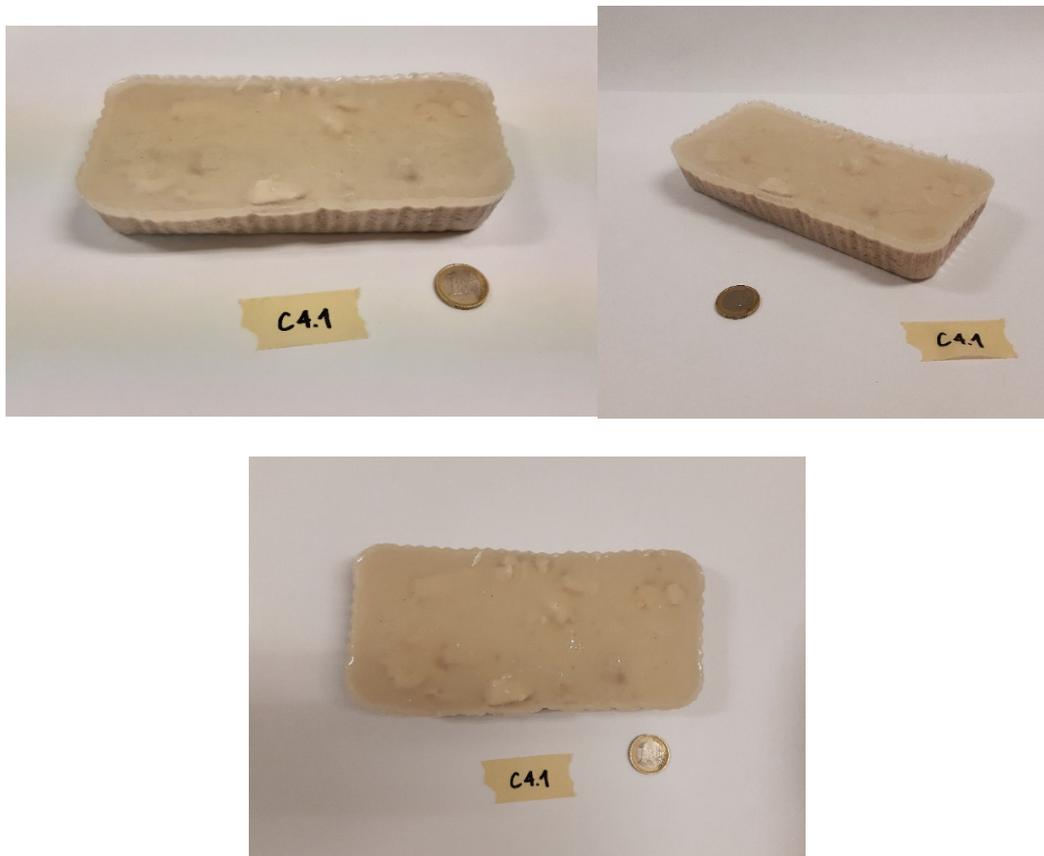


Fig. 34 Campione C4.1 – superficie a contatto con l'ambiente

Osservazioni sul campione C4.1

Durante il getto all'interno dello stampo in alluminio è avvenuto il fenomeno della segregazione. La parte fine si è depositata sul fondo, mentre la resina si è andata a posizionare in superficie creando uno strato di circa 6 mm senza inglobare gli aggregati, se non alcune parti di graniglia 12-20.

CAMPIONE 4.2

Utilizzo distribuzione granulometrica (4), con un quantitativo di aggregati, in peso, del 75%.

Temperatura ambiente: **20.1°C**

Umidità relativa: **53%**

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in alluminio. Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Il volume totale del getto necessario è stato assunto pari a **461,58 cm³**, cioè uguale ai campioni con cassero circolare.

▪ Distribuzione granulometrica (4)

Percentuale resina (in peso)	25 %
Percentuali aggregati (in peso)	75 %

Di cui:

Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Graniglia 6-12	82 %	551,24 g	0,55 kg
Graniglia 12-20	18 %	121,00 g	0,12 kg
Peso totale		672,24 g	0,67 kg

Resina utilizzata	Tempo indurimento totale
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)	<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	160,06 g	0,16 kg
	B	40	64,02 g	0,064 kg
Peso totale			224,08 g	0,22 kg

RISULTATO FINALE

Report fotografico campioni C 4.2



Fig. 35 Campione C4.2 – superficie a contatto con la superficie in alluminio

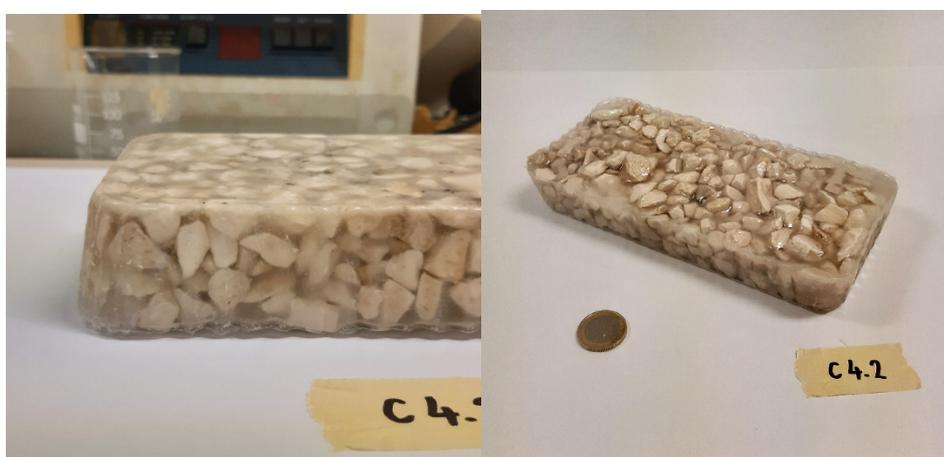


Fig. 36 Campione C4.2 – superficie a contatto con l'ambiente

Osservazioni sul campione C4.2

Gli aggregati risultano essere ben inglobati nella resina epossidica, la superficie a contatto con l'alluminio risulta però essere leggermente opaca. Questo potrebbe essere dovuto al

tipo di cassero, in quanto i campioni C1 e C2 ad esempio (realizzati con PVC e Polivet) non presentano questo problema.

CAMPIONE 6.1

Utilizzo distribuzione granulometrica (1), con un quantitativo di aggregati, in peso, dell'95%.

Temperatura ambiente: **20.1°C**

Umidità relativa: **53%**

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in alluminio. Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Il volume totale del getto necessario è stato assunto pari a **462 cm³**, cioè uguale ai campioni con cassero circolare.

▪ Distribuzione granulometrica (1)

Percentuale resina (in peso)	5 %
Percentuali aggregati (in peso)	95 %

Di cui:

Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Sabbia 0-6	59 %	638,99 g	0,64 kg
Graniglia 6-12	23 %	243,68 g	0,24 kg
Graniglia 12-20	19 %	200,36 g	0,20 kg
Peso totale		1083,04 g	1,08 kg

Resina utilizzata	Tempo indurimento totale
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)	<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	40,72 g	0,041 kg
	B	40	16,29 g	0,016 kg
Peso totale			57 g	0,57 kg

RISULTATO FINALE

Report fotografico campioni C6.1



Fig. 37 Campione C6.1 – superficie a contatto con l'ambiente



Fig. 38 Campione C6.1 – superficie a contatto con la superficie in alluminio

Osservazioni sul campione C6.1

Un quantitativo di resina al 5% sul peso totale dell'impasto non risulta essere sufficiente ad inglobare tutti gli inerti. Il blocco finale ottenuto risulta essere compatto, ma presenta le superfici esterne e i bordi polverulenti e non coesi.

CAMPIONE 6.2

Utilizzo distribuzione granulometrica (4), con un quantitativo di aggregati, in peso, dell'95%.

Temperatura ambiente: **20.1°C**

Umidità relativa: **53%**

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in alluminio. Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Il volume totale del getto necessario è stato assunto pari a **462 cm³**, cioè uguale ai campioni con cassero circolare.

- **Distribuzione granulometrica (4)**

Percentuale resina (in peso)	5 %
Percentuali aggregati (in peso)	95 %

Di cui:

Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Graniglia 6-12	82 %	888,09 g	0,89 kg
Graniglia 12-20	18 %	194,95 g	0,19 kg
Peso totale		1083,04 g	1,08 kg
Resina utilizzata		Tempo indurimento totale	
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)		<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)	

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	40,72 g	0,041 kg
	B	40	16,29 g	0,016 kg
Peso totale			57 g	0,57 kg

RISULTATO FINALE

Report fotografico campioni C6.2



Fig. 39 Campione C6.2 – superficie a contatto con l'ambiente

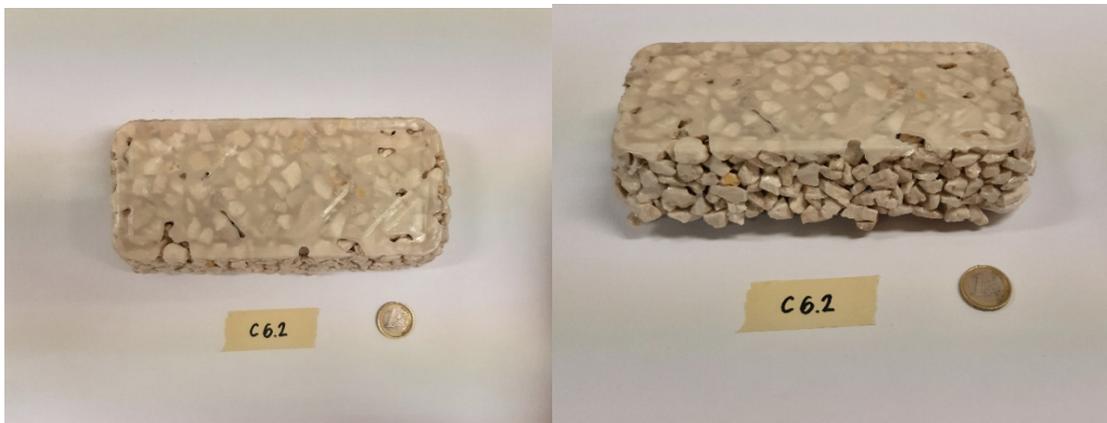


Fig. 40 Campione C6.2 – superficie a contatto con la superficie in alluminio

Osservazioni sul campione C6.2

Un quantitativo di resina al 5% sul peso totale dell'impasto non risulta essere sufficiente ad inglobare tutti gli inerti. Il blocco finale ottenuto risulta però essere compatto.

La superficie a contatto con l'ambiente potrebbe essere livellata gettandovi un ulteriore strato di resina di circa 1 cm.

Applicazione Gelcoat

Materiali utilizzati	Tempi di indurimento
Gelcoat <i>Duraloid</i> - Prochima	330 μm a 25°C in 72 ore (consigliate altre 24 ore nel caso di temperatura minore, intorno ai 20°C)

In seguito all'indurimento di tutti i campioni sono stati selezionati i campioni C2, C3.2 e C4.1 per l'applicazione del Gelcoat Duraloid.



Fig. 41 Applicazione Gelcoat sui campioni C4.1 (a sinistra), C2 (al centro) e C3.2 (a destra)



Fig. 42 Risultato sul campione C3.2 (parte sinistra con Gelcoat, destra senza)

4.4 Programmazione campioni 75% e 85%

La programmazione dei campioni è stata realizzata tenendo in considerazione due differenti percentuali in peso dell'aggregato sul peso totale: 75% e 85%, così da poter valutare il quantitativo ottimale di aggregati e resina. Per ognuna di queste percentuali sono stati inoltre realizzati 3 provini facendo variare il tipo di aggregati. I campioni sono stati realizzati con Resina Plexifluid (applicabile dai 20 a un max. di 60 mm).

Tab. 8 Programmazione

Tipo di Cassero	CAMPIONI	Codice	% aggregati (in peso)	Filler	Sabbia 0-6	Graniglia 6-12	Graniglia 12-20
Silicone rettangolare	Campione 4.1	C4.1	75%		✓	✓	✓
	Campione 4.2	C4.2	75%			✓	✓
	Campione 4.3	C4.3	75%				✓
	Campione 8.1	C8.1	85%		✓	✓	✓
	Campione 8.2	C8.2	85%			✓	✓
	Campione 8.3	C8.3	85%				✓
	Campione 9*	C8.3	85%		✓	✓	✓

*Aggiunta Pasta colorante per resine bianca.

Quantitativi e caratteristiche di dettaglio sono esposte a seguire per ogni campione.

CAMPIONE 4.1

Utilizzo distribuzione granulometrica (1), con un quantitativo di aggregati, in peso, dell'75%.

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in silicone rettangolare; Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Considerando la dimensione del cassero e volendo realizzare un'altezza di 3 cm il volume totale del getto necessario è di **461,58 cm³**.

▪ **Distribuzione granulometrica (1)**

Percentuale resina (in peso)	25 %
Percentuali aggregati (in peso)	75 %

Di cui:

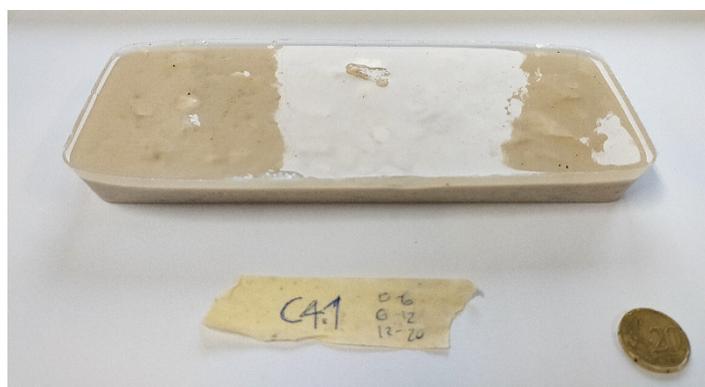
Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Sabbia 0-6	59 %	396,62 g	0,4 kg
Graniglia 6-12	23 %	151,25 g	0,15 kg
Graniglia 12-20	19 %	124,36 g	0,12 kg
Peso totale		672,24 g	0,67 kg

Resina utilizzata	Tempo indurimento totale
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)	<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	160 g	0,16 kg
	B	40	64 g	0,064 kg
Peso totale			224 g	0,224 kg

RISULTATO FINALE

Report fotografico campione 4.1



Osservazioni campione 4.1

La combinazione degli aggregati, come definiti in tabella, con un quantitativo di resina pari al 25% causa la segregazione del materiale, il quale tende a posizionarsi sul fondo dello stampo. Si va così a creare uno strato di sola resina di circa 5-6 mm sulla superficie esposta all'aria. Questo problema può essere ovviato utilizzando la composizione con 15% di resina, come risulta dal campione 8.1 (a seguire).

CAMPIONE 4.2

Utilizzo distribuzione granulometrica (4), con un quantitativo di aggregati, in peso, dell'75%.

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in silicone rettangolare; Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Considerando la dimensione del cassero e volendo realizzare un'altezza di 3 cm il volume totale del getto necessario è di **461,58 cm³**.

▪ Distribuzione granulometrica (4)

Percentuale resina (in peso)	25 %
Percentuali aggregati (in peso)	75 %

Di cui:

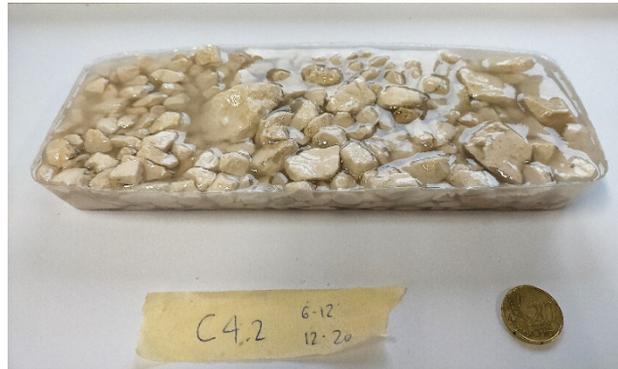
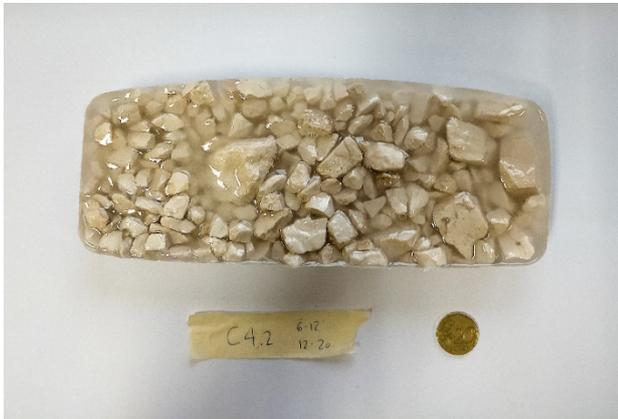
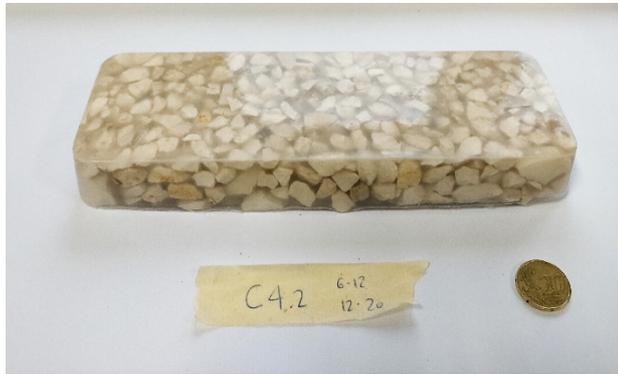
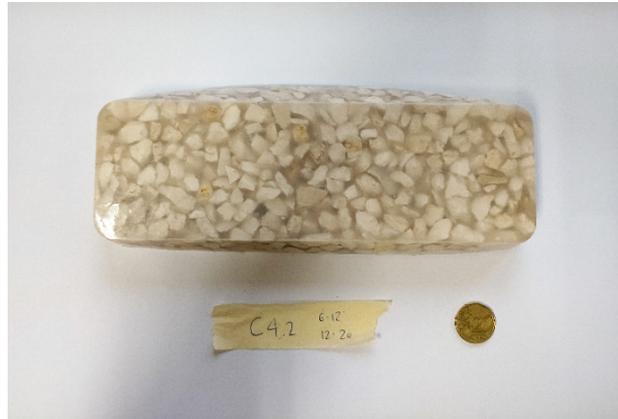
Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Graniglia 6-12	82 %	551,24 g	0,55 kg
Graniglia 12-20	18 %	121 g	0,12 kg
Peso totale		672,24 g	0,67 kg

Resina utilizzata	Tempo indurimento totale
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)	<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	160 g	0,16 kg
	B	40	64 g	0,064 kg
Peso totale			224 g	0,224 kg

RISULTATO FINALE

Report fotografico campione 4.2



Osservazioni campione 4.2

Un quantitativo di resina pari al 25% dell'impasto totale risulta essere insufficiente nel caso di getti con solo aggregati di grosso diametro come graniglia 6-12 e graniglia 12-20. Si consiglia pertanto l'utilizzo di un quantitativo maggiore, circa il 35% sul peso totale, così da ottenere una superficie superiore perfettamente planare.

CAMPIONE 4.3

Utilizzo solo di graniglia 12-20, con un quantitativo di aggregati, in peso, del 75%

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in silicone rettangolare; Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Considerando la dimensione del cassero e volendo realizzare un'altezza di 3 cm il volume totale del getto necessario è di **462 cm³**.

Percentuale resina (in peso)	25 %
Percentuali aggregati (in peso)	75 %

Di cui:

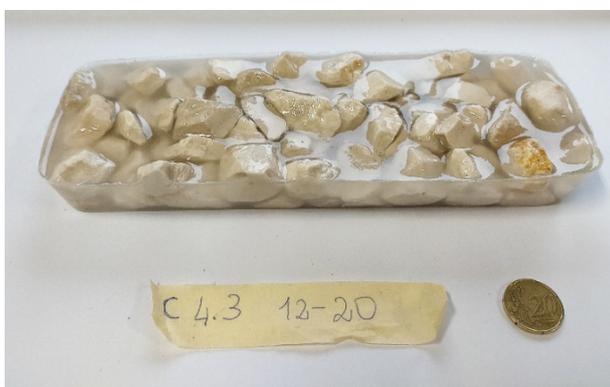
Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Graniglia 12-20	100%	672,24 g	0,67 kg
Peso totale		672,24 g	0,67 kg

Resina utilizzata	Tempo indurimento totale
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)	<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	160 g	0,16 kg
	B	40	64 g	0,064 kg
Peso totale			224 g	0,224 kg

RISULTATO FINALE

Report fotografico campione 4.3



Osservazioni campione 4.3

Un quantitativo di resina pari al 25% dell'impasto totale risulta essere insufficiente nel caso di getti con solo aggregati di grosso diametro come la graniglia 12-20. Si consiglia pertanto l'utilizzo di un quantitativo maggiore, circa il 35% sul peso totale, così da ottenere una superficie superiore perfettamente planare.

CAMPIONE 8.1

Utilizzo distribuzione granulometrica (1), con un quantitativo di aggregati, in peso, dell'85%.

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in silicone rettangolare; Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Considerando la dimensione del cassero e volendo realizzare un'altezza di 3 cm il volume totale del getto necessario è di **462 cm³**.

▪ Distribuzione granulometrica (1)

Percentuale resina (in peso)	15 %
Percentuali aggregati (in peso)	85 %

Di cui:

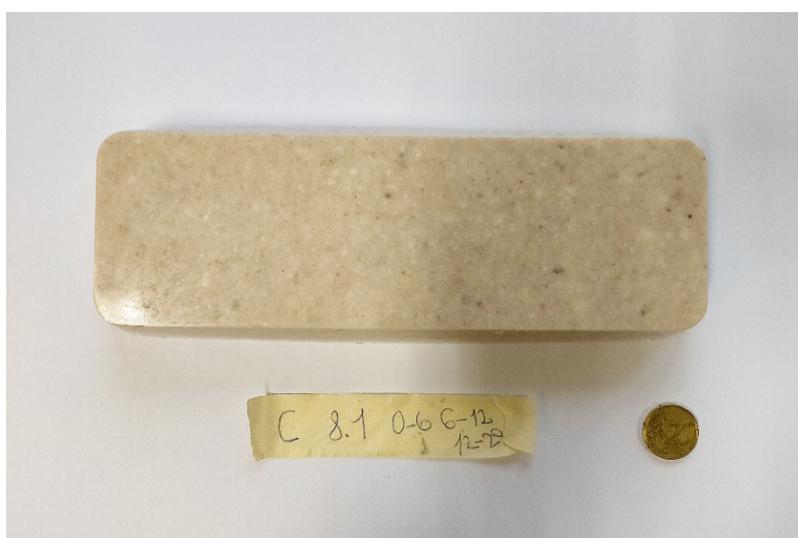
Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Sabbia 0-6	59 %	503,3 g	0,5 kg
Graniglia 6-12	23 %	191,94 g	0,19 kg
Graniglia 12-20	19 %	157,81 g	0,16 kg
Peso totale		853,05 g	0,85 kg

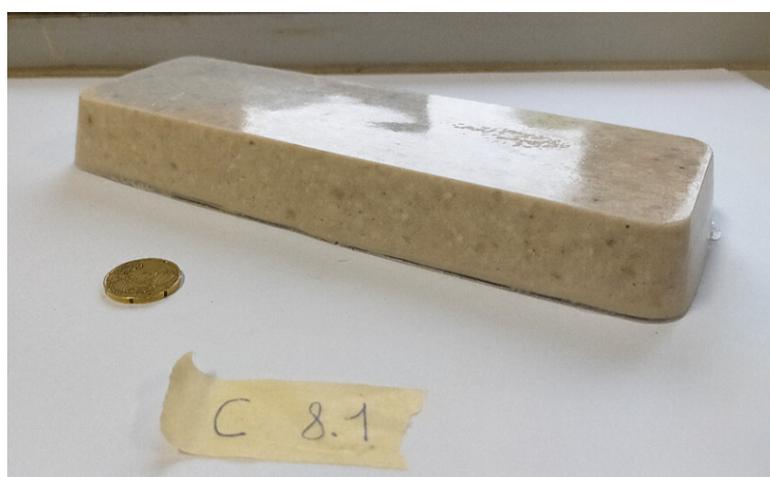
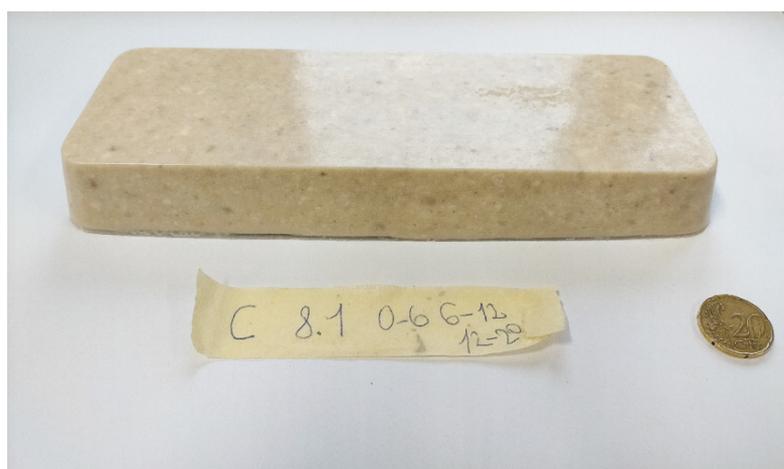
Resina utilizzata	Tempo indurimento totale
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)	<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	107,53 g	0,108 kg
	B	40	43 g	0,043 kg
Peso totale			150,54 g	0,15 kg

RISULTATO FINALE

Report fotografico campione 8.1





Osservazioni campione 8.1

L'utilizzo di un quantitativo di resina pari al 15% ha permesso di ottenere (a differenza del campione 4.1) un campione uniforme e compatto, senza fenomeni di segregazione.

CAMPIONE 8.2

Utilizzo distribuzione granulometrica (4), con un quantitativo di aggregati, in peso, dell'85%.

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in silicone rettangolare; Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Considerando la dimensione del cassero e volendo realizzare un'altezza di 3 cm il volume totale del getto necessario è di **462 cm³**.

▪ **Distribuzione granulometrica (4)**

Percentuale resina (in peso)	15 %
Percentuali aggregati (in peso)	85 %

Di cui:

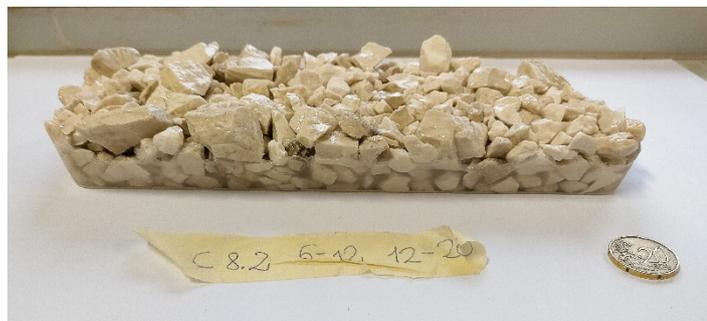
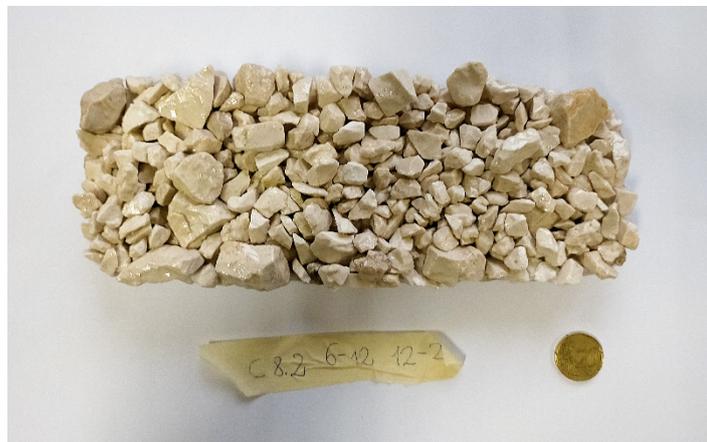
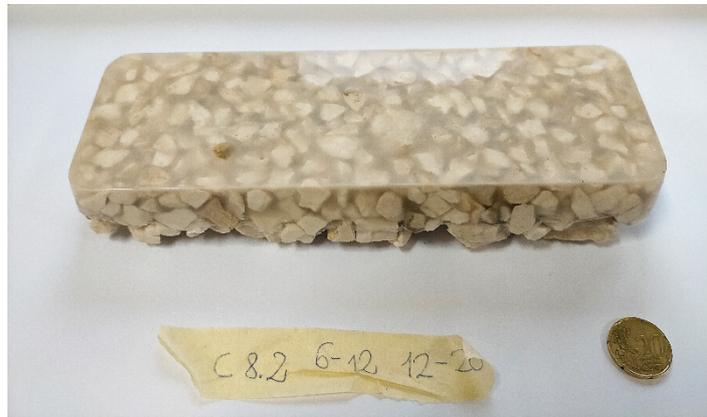
Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Graniglia 6-12	82 %	699,5 g	0,7 kg
Graniglia 12-20	18 %	153,55 g	0,15 kg
Peso totale		853,05 g	0,85 kg

Resina utilizzata	Tempo indurimento totale
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)	<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	107,53 g	0,108 kg
	B	40	43 g	0,043 kg
Peso totale			150,54 g	0,15 kg

RISULTATO FINALE

Report fotografico campioni 8.2



Osservazioni campione 8.2

Un quantitativo di resina pari al 25% dell'impasto totale risulta essere insufficiente nel caso di getti con solo aggregati di grosso diametro come graniglia 6-12 e graniglia 12-20. Si consiglia pertanto l'utilizzo di un quantitativo maggiore, circa il 35% sul peso totale, così da ottenere una superficie superiore perfettamente planare.

CAMPIONE 8.3

Utilizzo solo di graniglia 12-20, con un quantitativo di aggregati, in peso, dell'85%.

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in silicone rettangolare; Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Considerando la dimensione del cassero e volendo realizzare un'altezza di 3 cm il volume totale del getto necessario è di **462 cm³**.

Percentuale resina (in peso)	15 %
Percentuali aggregati (in peso)	85 %

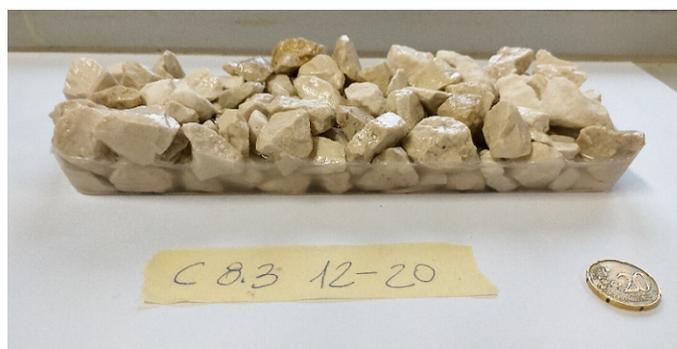
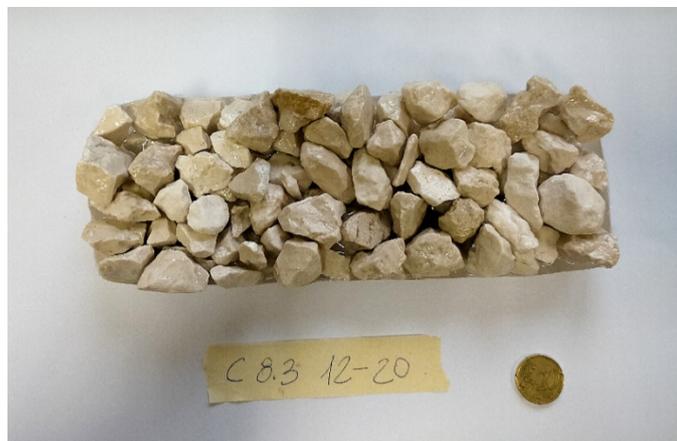
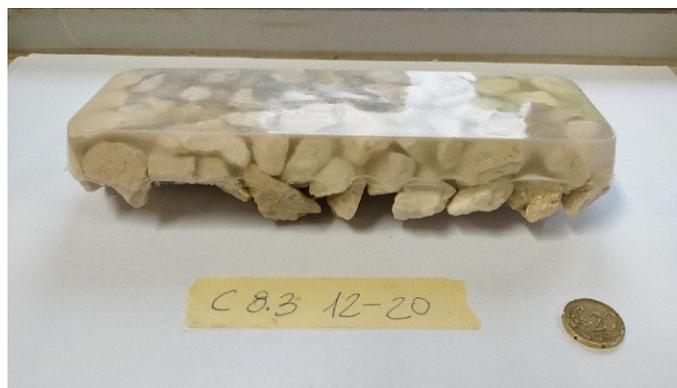
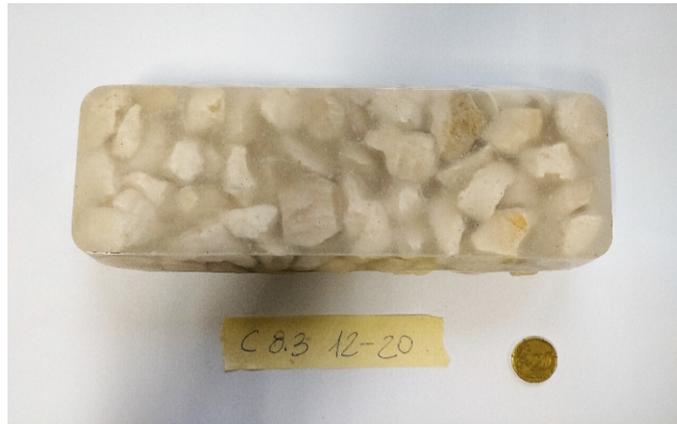
Di cui:

Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Graniglia 12-20	100%	853,05 g	0,85 kg
Peso totale		853,05 g	0,85 kg
Resina utilizzata		Tempo indurimento totale	
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)		<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)	

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	107,53 g	0,108 kg
	B	40	43 g	0,043 kg
Peso totale			150,54 g	0,15 kg

RISULTATO FINALE

Report fotografico campioni 8.3



Osservazioni campione 8.3

Un quantitativo di resina pari al 25% dell'impasto totale risulta essere insufficiente nel caso di getti con solo aggregati di grosso diametro come la graniglia 12-20. Si consiglia pertanto l'utilizzo di un quantitativo maggiore, circa il 35% sul peso totale, così da ottenere una superficie superiore perfettamente planare.

CAMPIONE 9

Utilizzo distribuzione granulometrica (3), con un quantitativo di aggregati, in peso, dell'85%.

Occorrente per cassero	Lavare aggregati	Getto
Cassero in alluminio rettangolare; Cera gloss distaccante.	NO	UNICO di altezza H = 3 cm

Considerando la dimensione del cassero e volendo realizzare un'altezza di 3 cm il volume totale del getto necessario è di **462 cm³**.

▪ Distribuzione granulometrica (3)

Percentuale resina (in peso)	15 %
Percentuali aggregati (in peso)	85 %

Di cui:

Aggregati	Percentuali (in peso)	Quantità per impasto	
Filler	22 %	187,67 g	0,19 kg
Sabbia 0-6	52 %	443,59 g	0,44 kg
Graniglia 6-12	26 %	221,79 g	0,22 kg
Peso totale		853,05 g	0,85 kg

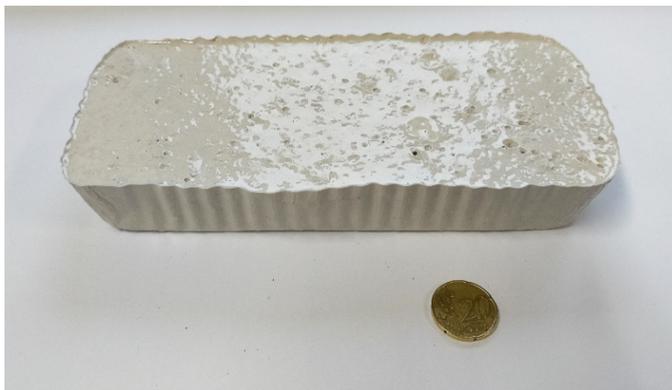
Resina utilizzata	Tempo indurimento totale
Plexifluid 2.0 (Applicabile dai 20 mm a un max. di 60 mm)	<u>72 ore</u> (Consigliate 24 ore aggiuntive nel caso di temperature inferiori ai 25°C, intorno ai 20°C)

Resina	Componenti	Rapporto	Quantità per impasto	
Plexifluid 2.0	A	100	107,53 g	0,108 kg
	B	40	43,01 g	0,043 kg
Peso totale			150,54 g	0,15 kg

All'impasto è stato inoltre aggiunta (circa metà cucchiaio) di pasta colorante bianca per resine (Prochima).

RISULTATO FINALE

Report fotografico campioni 9



Osservazioni campione 9

L'impasto risulta omogeneo e uniforme. L'utilizzo del colorante ha conferito un'estetica opaca al campione, e ha nascosto la granulometria che era invece presente nel campione C2 con stessa composizione di aggregati e resina.

4.5 Confronto campioni

Leganti ORGANICI: effetto del quantitativo di resina.

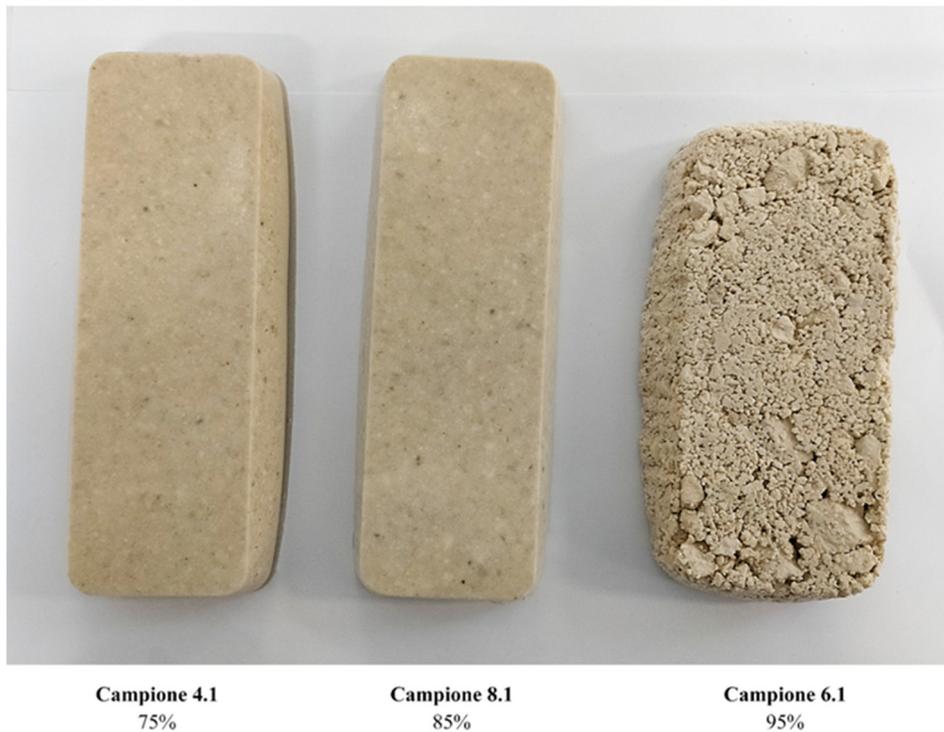


Fig. 43 Confronto campioni con sabbia 0-6, graniglia 6-12, graniglia 12-20.
Variando la percentuale di resina.



Campione 3.2
75%

Campione 4.2
75%

Campione 8.2
85%

Fig. 44 Confronto campioni con **graniglia 6-12, graniglia 12-20.**

Variando la percentuale di resina.



Campione 8.3
85%

Campione 4.3
75%

Fig. 45 Confronto campioni con **graniglia 12-20.**

Variando la percentuale di resina.

Superficie a contatto con il cassero



Campione 8.3
85%

Campione 4.3
75%

Fig. 46 Superficie a contatto con l'ambiente

Leganti ORGANICI: effetto della dimensione dell'aggregato.



Campione 4.1
(sabbia 0-6; graniglia 6-12;
graniglia 12-20)

Campione 4.2
(graniglia 6-12;
graniglia 12-20)

Campione 4.3
(graniglia 12-20)

Fig. 47 Confronto campioni con 75% agg. 25% res.



Campione 8.1
(sabbia 0-6; graniglia 6-12;
graniglia 12-20)

Campione 8.2
(graniglia 6-12;
graniglia 12-20)

Campione 8.3
(graniglia 12-20)

Fig. 48 Confronto campioni con 85% agg. 15% res.



Campione 8.1
(sabbia 0-6; graniglia 6-12;
graniglia 12-20)
85%

Campione 3.2
(graniglia 6-12; graniglia 12-20)
75%

Campione 3.1
(graniglia 6-12;
graniglia 12-20)
Effetto "artistico" con E-30

Campione 2
(filler, sabbia 0-6; graniglia 6-12;
graniglia 12-20)
85%

Fig. 49 leganti organici

OSSERVAZIONI:

Nelle fig. 43 – 46 si è voluto confrontare l'effetto del diverso quantitativo di resina, nelle fig. 47 – 49 l'effetto della dimensione dell'aggregato:

Nella realizzazione di manufatti con aggregati grossi e fini, la percentuale ottimale di resina da aggiungere all'impasto è del 15%; infatti, un dosaggio maggiore di resina porta a fenomeni di segregazione.

Nella realizzazione di manufatti con solo aggregati grossi, come graniglia 6 – 12 e/o graniglia 12 – 20, la percentuale di resina deve essere di almeno 35% per inglobare tutti i pezzami.

5. Conglomerati a matrice inorganica

5.1 Obiettivi

- Effetto del filler sulla lavorabilità e sulle prestazioni meccaniche;
- Effetto di additivi come cellulosa e resina sulle prestazioni del prodotto finale;
- Effetto del gelcoat superficiale sulle qualità estetiche dei manufatti.

5.2 Materiali

Sono stati sostituiti temporaneamente i pezzami di scarto del marmo, poiché non ancora disponibili, con aggregati che presentano un contenuto di carbonato di calcio maggiore del 98%, provenienti da Gola della Rossa mineraria. Gli inerti, di tre differenti dimensioni granulometriche, sono:

- Sabbia 0-6
- Graniglia 6-12
- Graniglia 12-20.

Per costituire i conglomerati a matrice inorganica sono stati aggiunti agli inerti:

Il cemento bianco commerciale Portland al calcare 42,5 R costituito dal 65% - 79% di clinker bianco, i cui valori caratteristici di tempo di inizio presa è > 60 minuti e di resistenza a compressione è 42,5 MPa – 62, 5MPa a 28 giorni.

Colorante universale puro verde a base di pigmenti selezionati bagnanti e disperdenti da usare in idropitture o smalti tenendo presente di non superare mai l'8% in peso di pasta.

L'additivo super – fluidificante SP1 a base acrilica per calcestruzzi che permette di raggiungere una classe di consistenza S4 o S5.

La cellulosa in polvere e la resina per valutare gli effetti sulle resistenze meccaniche.

Le schede tecniche sono fornite in **Appendice**.

Bisogna considerare:

- Classe di esposizione X0, assenza di rischio di corrosione o attacco chimico (es. interni di edifici);
- Classe di consistenza S5 (superfluida);
- $a/c = 0,5$;
- $\text{Aggregato/Cemento} = 2$ (in peso);
- Correzione dell'1% assorbimento graniglia;

- Correzione del 4% assorbimento sabbia e filler;
- Additivo dal 2 al 5,5% in peso di cemento;
- Volume totale 2,5 L;
- Resina in polvere 1% sul totale (in peso);
- Cellulosa 0,03% sul totale (in peso).

5.3 Mix design

Al fine del confezionamento di provini di calcestruzzo prismatici, parallelepipedi e corrugati, in questo studio, è stato effettuato il progetto di miscela o mix design a partire dalle prestazioni richieste e dalle caratteristiche delle materie prime disponibili sopra descritti. Considerando l'estrema variabilità dell'umidità degli inerti, nel formulare la composizione del calcestruzzo, ci si deve riferire agli inerti in condizione ssa (saturo a superficie asciutta), altrimenti si otterrebbero tanti valori delle acque di impasti quante sono le infinite condizioni di umidità dell'inerte; pertanto, sono stati corretti i dosaggi di acqua e cemento.

I risultati del progetto di miscela sono:

GETTO 1 Volume totale= 2,50 L

- Acqua= 782 g (14% in peso sull'impasto totale);
- Cemento= 1693 g (29% in peso sull'impasto totale);
- Filler= 716 g (23% in peso sul totale degli inerti, 12% in peso sull'impasto totale);
- Sabbia 0-6= 1693 g (52% in peso sul totale degli inerti, 29% in peso sull'impasto totale);
- Graniglia 6-12= 872 g (26% in peso sul totale degli inerti, 15% in peso sull'impasto totale);
- Additivo SP1= 10,9 g (0,64% sul peso di cemento);
- Colorante verde= 2,3 g.

GETTO 2 Volume totale getto= 2,50 L

- Acqua= 781 g (14% in peso sull'impasto totale);
- Cemento= 1693 g (29% in peso sull'impasto totale);
- Filler= 0 g

- Sabbia 0-6= 2409 g (74% in peso sul totale degli inerti, 42% in peso sull'impasto totale)
- Ghiaia 6-12= 872 g (26% in peso sul totale degli inerti, 15% in peso sull'impasto totale);
- Additivo SP1= 5,47 g (0,32% sul peso di cemento);
- Colorante verde=3,80 g.

Per ognuno dei 2 getti è stato riempito un cassero liscio ($V=462 \text{ cm}^3$), un cassero corrugato ($V=1013 \text{ cm}^3$) e 2 prismi ($V=256 \text{ cm}^3$).

Sono state prese in considerazione:

- La distribuzione granulometrica ideale (2) per il GETTO 1
- La distribuzione granulometrica (5) per i GETTI 2.

5.4 Svolgimento della prova, getto 1:

Una volta pesati gli ingredienti del mix design, sono state preparate le quattro tipologie di cassero, distribuendo l'olio disarmante.

Nel frattempo sono stati mescolati, inizialmente tramite cazzuola e poi per mezzo di un trapano, tutti gli ingredienti del progetto di miscela, prima i materiali solidi (aggregati + cemento), poi è stata aggiunta l'acqua.



Fig. 50 Inerti utilizzati (Sabbia 0-6, Graniglia 6-12, Graniglia 12-20) - Gola della Rossa mineraria
(Scala metrica: Foto 1, L = 20 cm. Foto 2, L = 17,5 cm. Foto 3, L = 25 cm)

È stato aggiunto infine l'additivo super – fluidificante SP1 gradualmente: prima in una quantità di 8,00 g e poi in una quantità totale di 10,92 g, infine mescolato con il trapano per un tempo di miscelazione di circa 4 minuti.

È stata eseguita poi, la prova di lavorabilità tramite il mini slump flow test: si appoggia su una tavola orizzontale, al centro, uno stampo cavo. Il calcestruzzo è stato introdotto nello stampo tramite la sessola, successivamente, livellato al margine superiore del cono utilizzando il lato della cazzuola rettangolare. Prima di sformare il cono, la superficie libera della tavola deve essere pulita; lo stampo viene sollevato lentamente in direzione verticale e in modo regolare senza provocare movimenti laterali e di torsione al calcestruzzo. Si misura infine lo spandimento, sui 2 diametri (d1 e d2) ortogonali.



Fig. 51 Preparazione prova di lavorabilità

Il diametro dello spandimento è dato dalla media tra d1 e d2 misurati in mm:

SLUMP d1= 140 mm

SLUMP d2= 141 mm

MEDIA SLUMP= 140,5 mm (SP1=8,00 g)

SLUMP d1= 235 mm

SLUMP d2= 230 mm

MEDIA SLUMP= 232,5 mm (SP1=10,92 g)

I due valori dello slump sono stati misurati senza effettuare i 15 colpi sulla tavola a scosse.



Fig. 52 Misurazione spandimento

Poi è stato suddiviso il materiale negli stampi con un'altezza di circa 4,00 cm; nello stampo parallelepipedo viene inserito il calcestruzzo a cui è stato precedentemente aggiunto del colorante specifico.

Infine il calcestruzzo all'interno dei casseri viene inserito per la stagionatura in camera climatica ad una temperatura di 20 °C e umidità relativa del 50%. Il getto viene però coperto con pellicola trasparente per mantenere un'umidità relativa > 95% per i primi 7 giorni.



Fig. 53 Preparazione casseri per la stagionatura in camera climatica

5.5 Svolgimento della prova, getto 2:

Sono state pesate le quantità di acqua, cemento, sabbia e ghiaia nelle quantità calcolate e tramite trapano mescolate insieme al super fluidificante versato gradualmente, prima in una quantità di 2,00 g, poi fino alla quantità totale di 5,47 g.



Fig. 54 Utilizzo del trapano per mescolare le quantità

È stata eseguita la prova di lavorabilità con il mini slump flow test raggiungendo prima uno spandimento di 140 mm mediato sui due diametri ortogonali (SP1= 2,00 g) e poi uno

spandimento di 212,5 mm mediato sui due diametri ortogonali (SP1=5,47 g). Il tempo di miscelazione è stato di circa 4 minuti.



Fig. 55 Misurazione spandimento

Inoltre è stata effettuata la prova slump flow test per le malte tramite colpi: un tronco di cono di calcestruzzo viene posto su una tavola a scosse e dopo 15 scosse si misura lo spandimento sui 2 diametri (d1 e d2) ortogonali.

SLUMP d1= 210 mm.

SLUMP d2= 215 mm.

MEDIA SLUMP= 212,5 mm.



Fig. 56 Prova slump flow test per le malte tramite tavola a scosse



Fig. 57 Misurazione spandimento

È stato inoltre suddiviso il materiale negli stampi (sono stati precedentemente ricoperti con l'olio disarmante tramite pennello), con un'altezza di circa 4,00 cm; nello stampo corrugato viene inserito il calcestruzzo a cui è stato precedentemente aggiunto del colorante specifico in una quantità di 3,80 g (scheda tecnica in **Appendice**).

Infine il calcestruzzo all'interno dei casseri, è stato inserito per la stagionatura in camera climatica ad una temperatura di 20 °C e umidità relativa > 95% per i primi 7 giorni. Successivamente continuerà la stagionatura ad un'umidità relativa del 50%.



Fig. 58 Getto nei casseri

Dopo tre giorni si procederà alla scasseratura del calcestruzzo.

5.6 Risultati ottenuti

GETTO 1

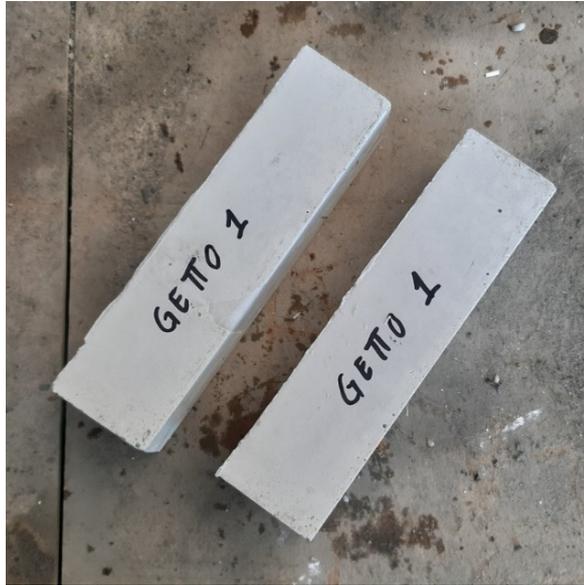


Fig. 59 Provini prismatici senza colorante

OSSERVAZIONE: il provino è integro, l'olio disarmante ha agevolato il distacco del calcestruzzo dai casseri al momento del disarmo senza lasciare aloni sulla superficie e non ci sono vuoti. Il colore del provino è paragonabile a quello del provino di riferimento senza filler di scarto.



Fig. 60 Provino corrugato senza colorante

OSSERVAZIONE: l'olio disarmante ha agevolato il distacco del calcestruzzo dai casseri al momento del disarmo; sono presenti dei vuoti all'interno del provino, perciò necessita di una maggiore vibrazione durante il getto. Il colore del provino non è danneggiato.



Fig. 61 Provino parallelepipedo con colorante: superficie a contatto con il cassero in silicone

OSSERVAZIONE: getto con aggiunta di colorante, probabilmente l'olio disarmante utilizzato o il silicone hanno creato una patina bianca e gli unici punti in cui si vede il calcestruzzo colorato, sono dove il distaccante è presente in minore quantità.

GETTO 2

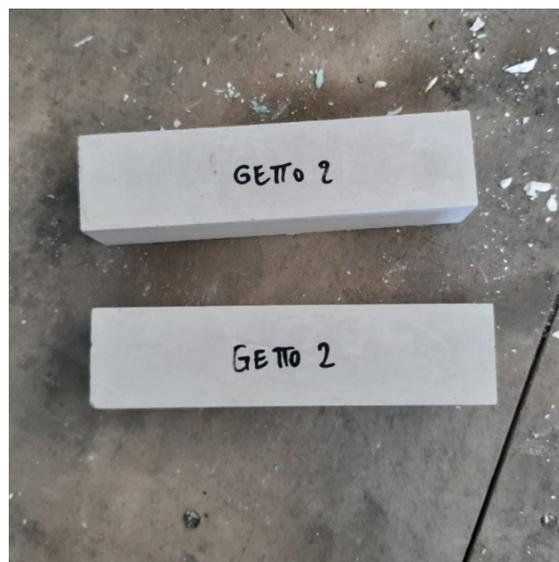


Fig. 62 Provini prismatici senza colorante

OSSERVAZIONE: il provino è integro, l'olio disarmante ha agevolato il distacco del calcestruzzo dai casseri al momento del disarmo e non ci sono vuoti. Il colore del provino non è stato danneggiato.



Fig. 63 Provino corrugato con colorante: superficie a contatto con il cassero in silicone (a sinistra) e superficie a contatto con l'ambiente (a destra)

OSSERVAZIONE: l'olio disarmante ha agevolato il distacco del calcestruzzo dai casseri al momento del disarmo ma il materiale non è distribuito omogeneamente in alcune cavità infatti sono presenti dei vuoti, necessita di una maggiore vibrazione durante il getto.



Fig. 64 Provino parallelepipedo senza colorante: superficie a contatto con il cassero in silicone (a sinistra) e superficie a contatto con l'ambiente (a destra)

OSSERVAZIONE: la superficie a contatto con l'ambiente è bianca invece, la superficie a contatto con il cassero in silicone è rimasto leggermente colorato dal silicone del cassero.

I provini verranno poi ricoperti nuovamente con pellicola trasparente per assicurare un'umidità relativa $> 95\%$ per i primi 7 giorni di getto.



Fig. 65 Esempio di provino ricoperto nuovamente con pellicola trasparente

In seguito all'indurimento di tutti i campioni sono stati selezionati i campioni GETTO 2 con colorante cassero corrugato e GETTO 2 senza colorante cassero liscio, per l'applicazione del Gelcoat Duraloid.

Il Gelcoat, come da aspettative, conferisce un aspetto lucido ai campioni.



Fig. 66 Applicazione GELCOAT: provino corrugato con colorante GETTO 2 (a sinistra), provino parallelepipedo senza colorante GETTO 2 (a destra)

6. Caratterizzazione meccanica

Generalmente, nelle prove meccaniche, un provino viene assoggettato ad una o più forze, spesso variabili nel tempo, fino al cedimento. Durante la prova viene misurata la forza applicata e lo spostamento, l'abbassamento e la deformazione di uno o più punti del provino stesso. I dati registrati nel corso della prova, vengono elaborati per ottenere grandezze fisiche da essi derivate. Nelle prove meccaniche, i carichi vengono applicati dai valori minimi ai massimi in tempi che variano da secondi a pochi minuti. In generale essi vengono fatti crescere dal valore nullo al valore che provoca il cedimento del provino.

In questo studio, quindi, sono stati selezionati i provini prismatici del getto 1 e del getto 2, sottoposti prima a prova di flessione e poi a prova di compressione e infine elaborati i risultati ottenuti.

Peso provino GETTO 1: 568,30 g

Densità provino GETTO 1: 2,22 g/cm³

Peso provino GETTO 2: 588,10 g

Densità provino GETTO 2: 2,30 g/cm³

6.1 Prova di flessione a 7 giorni

Dopo aver pesato i due provini prismatici, sono stati sottoposti a momento flettente. È stato applicato un carico attraverso un cuneo sulla parte superiore del provino che è posizionato su due appoggi. Viene registrato il carico massimo sopportato e si calcola la resistenza a flessione del calcestruzzo indurito e si annota il valore di rottura in N/mm².

I risultati ottenuti dalla prova di rottura a flessione, hanno fornito risultati numerici, rielaborati per creare grafici FORZA – ABBASSAMENTO e TENSIONE – ABBASSAMENTO applicando la seguente formula:

$$\sigma_{\max} = \frac{3 F \cdot l}{2 b \cdot h^2}$$

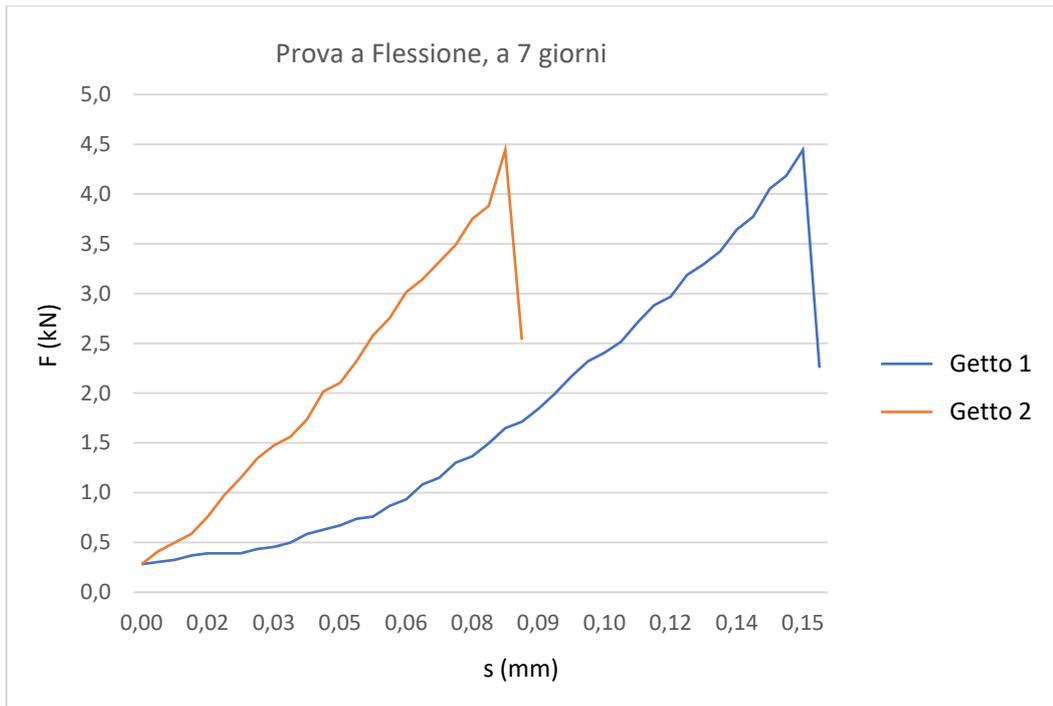


Fig. 67 Grafico FORZA – ABBASSAMENTO getto 1 e getto 2

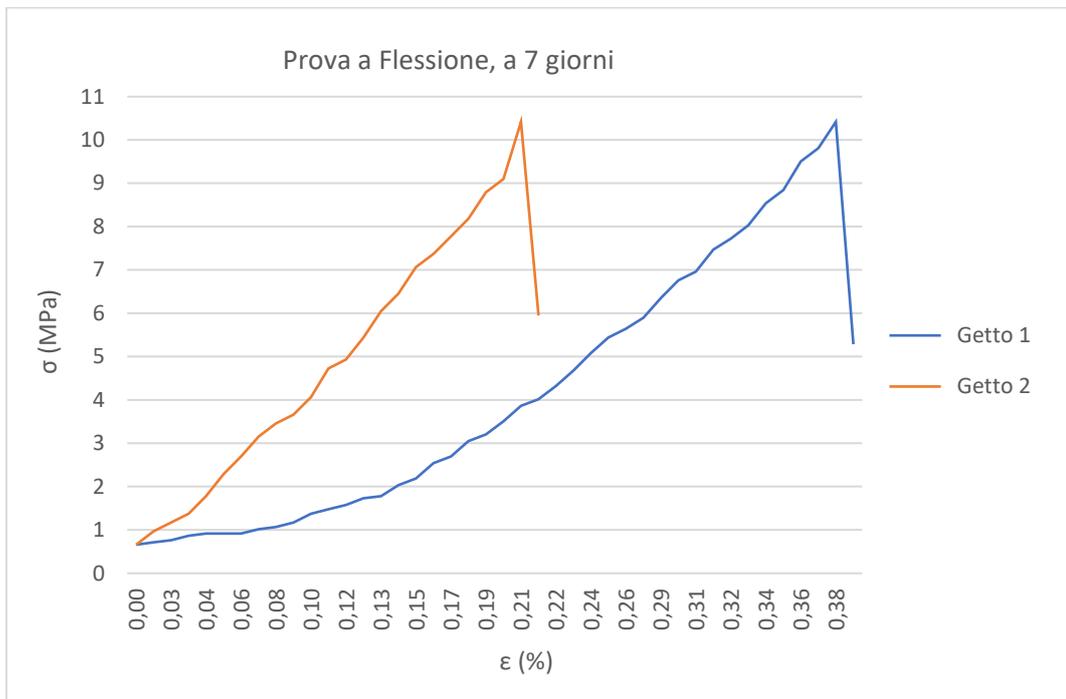
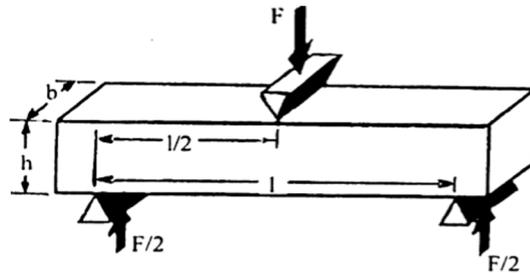


Fig. 68 Grafico TENSIONE – ABBASSAMENTO getto 1 e getto 2

Considerati:

L	10,00	cm	100,00	mm
b	4,00	cm	40,00	mm
h	4,00	cm	40,00	mm

Tab. 9 Dimensioni provino



Schema 1 Applicazioni forze durante la prova di flessione

Nella tabella successiva sono stati riportati i valori del carico di rottura e la resistenza calcolati.

	Prov. N.	Sezione (mm ²)	F _m (kN)	R _m (N/mm ²)
Flessione getto 1	1	6400,00	4,44	10,40
Flessione getto 2	2	6400,00	4,44	10,40

Tab. 10 Carico di rottura e resistenza a flessione



Fig. 69 Comparsa della superficie di rottura

I risultati visivi della prova a flessione ottenuti sono:



Fig. 70 Rottura del provino getto 1 e getto 2

6.2 Prova di compressione a 7 giorni

Dopo aver pesato i due provini, ne è stato posizionato prima uno e poi l'altro, tra i piatti della pressa facendo attenzione a centrarlo nel cerchio disegnato nel piatto inferiore. Si accende la macchina, si chiude il circuito e si porta il provino a contrasto con il piatto superiore.

Al momento della rottura, si annota il valore di rottura in N/mm^2 . Si Scarica la macchina e si ripone il residuo che successivamente verrà smaltito.

I risultati ottenuti dalla prova di rottura a compressione, hanno fornito risultati numerici, rielaborati per creare grafici FORZA – SPOSTAMENTO e TENSIONE – DEFORMAZIONE applicando la seguente formula:

$$R_{cm} = \frac{F_m}{Sezione}$$

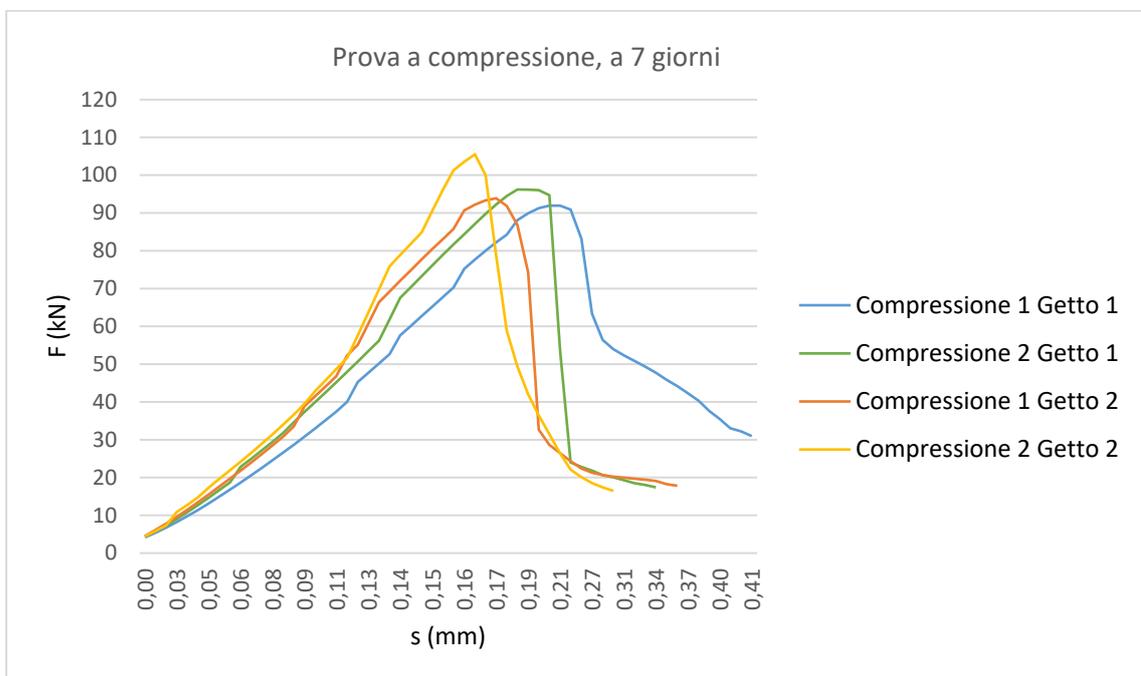


Fig. 71 Grafico FORZA – SPOSTAMENTO getto 1 e getto 2

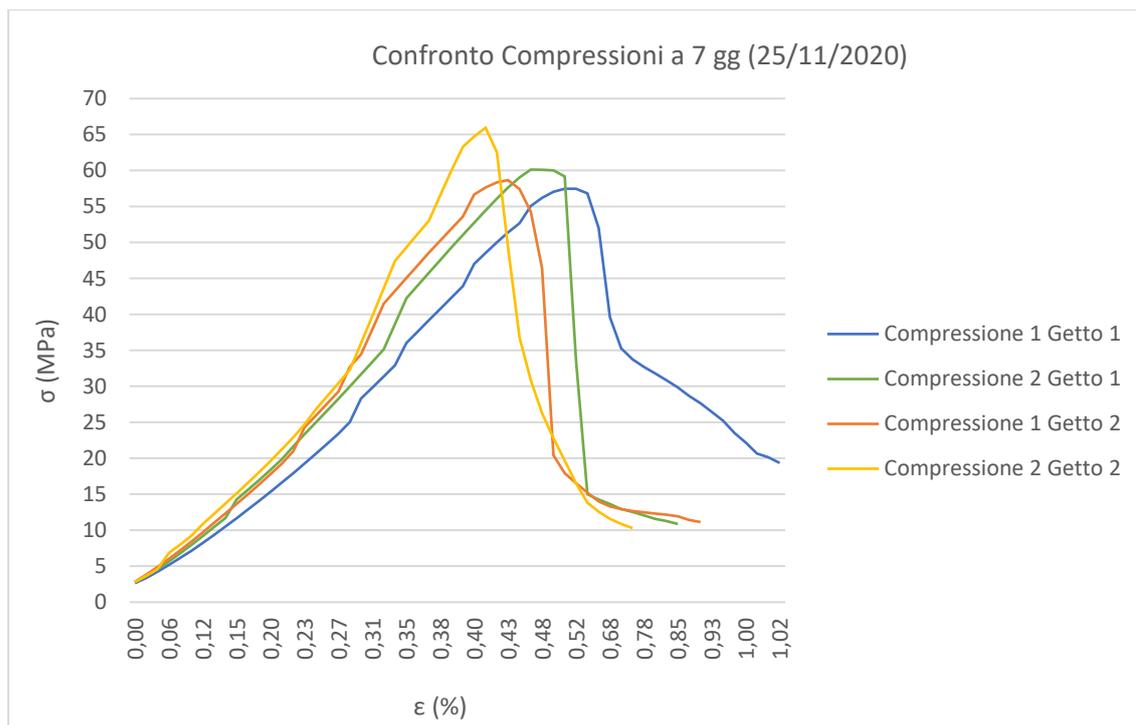


Fig. 72 Grafico TENSIONE – DEFORMAZIONE getto 1 e getto 2

Nella tabella successiva sono stati riportati i valori del carico di rottura e la resistenza a compressione mediata tra i due valori registrati.

	Prov. N.	Sezione (mm ²)	Fm (kN)	Rm (N/mm ²)	Media (N/mm ²)
Compressione 1 Getto 1	3	1600,00	91,97	57	59
Compressione 2 Getto 1	4	1600,00	96,21	60	
Compressione 1 Getto 2	5	1600,00	93,89	59	62
Compressione 2 Getto 2	6	1600,00	105,53	66	

Tab. 11 Carico di rottura e resistenza a compressione

Si può notare che i valori di resistenza a compressione a 7 giorni sono piuttosto alti ma accettabili, è dovuto principalmente alla composizione. La loro differenza è di circa il 5%.

La prima R_m media di 59 N/mm^2 è relativa al provino del getto 1 che contiene:

$a = 782 \text{ g}$

$c = 1693 \text{ g}$

Filler = 716 g (23%)

Sabbia 0-6 = 1693 g (52%)

Graniglia 6-12 = 872 g (26%).

La seconda R_m media di 62 N/mm^2 riguarda il provino del getto 2 che contiene:

$a = 781 \text{ g}$

$c = 1693 \text{ g}$

Filler = 0 g (0%)

Sabbia 0-6 = 2409 g (74%)

Ghiaia 6-12 = 872 g (26%).

Le resistenze a flessione, invece sono uguali a $10,40 \text{ N/mm}^2$ sia per il GETTO 1 che per il GETTO 2.

I risultati visivi della prova di compressione ottenuti sono:



Fig. 73 Superficie di rottura prova di compressione getto 1 (a sinistra) e getto 2 (a destra)

6.3 Prove di flessione a 28 giorni

Sono stati selezionati i provini prismatici del getto 1 e del getto 2, sottoposti prima a prova di flessione e poi a prova di compressione e infine elaborati i risultati ottenuti.

Peso provino GETTO 1: $552,18 \text{ g}$

Densità provino GETTO 1: 2,16 g/cm³

Peso provino GETTO 2: 565,18 g

Densità provino GETTO 2: 2,21 g/cm³

I risultati ottenuti dalla prova di rottura a flessione, hanno fornito risultati numerici, rielaborati per creare grafici FORZA – ABBASSAMENTO e TENSIONE – ABBASSAMENTO applicando la seguente formula:

$$\sigma_{\max} = \frac{3 F \cdot l}{2 b \cdot h^2}$$



Fig. 74 Grafico FORZA – ABBASSAMENTO getto 1 e getto 2



Fig. 75 Grafico TENSIONE - ABBASSAMENTO getto 1 e getto 2

Considerati:

L	10,00	cm	100,00	mm
b	4,00	cm	40,00	mm
h	4,00	cm	40,00	mm

Tab. 12 Dimensioni provino

Nella tabella successiva sono stati riportati i valori del carico di rottura e la resistenza calcolati.

	Prov. N.	Sezione (mm ²)	Fm (kN)	Rm (N/mm ²)
Flessione getto 1	1	6400,00	4,03	9,40
Flessione getto 2	2	6400,00	3,32	7,80

Tab. 13 Carico di rottura e resistenza a flessione

Confrontando le resistenze meccaniche a flessione, si può notare che quella a 28 giorni è diminuita di circa il 10% per il getto 1 e del 25,00% per il getto 2.

I risultati visivi della prova a flessione ottenuti sono:



Fig. 76 Superficie di rottura provino getto 1 (a sinistra) e getto 2 (a destra)

6.4 Prova di compressione a 28 giorni

I risultati ottenuti dalla prova di rottura a compressione, hanno fornito risultati numerici, rielaborati per creare grafici FORZA – SPOSTAMENTO e TENSIONE – DEFORMAZIONE applicando la seguente formula:

$$R_{cm} = \frac{F_m}{Sezione}$$

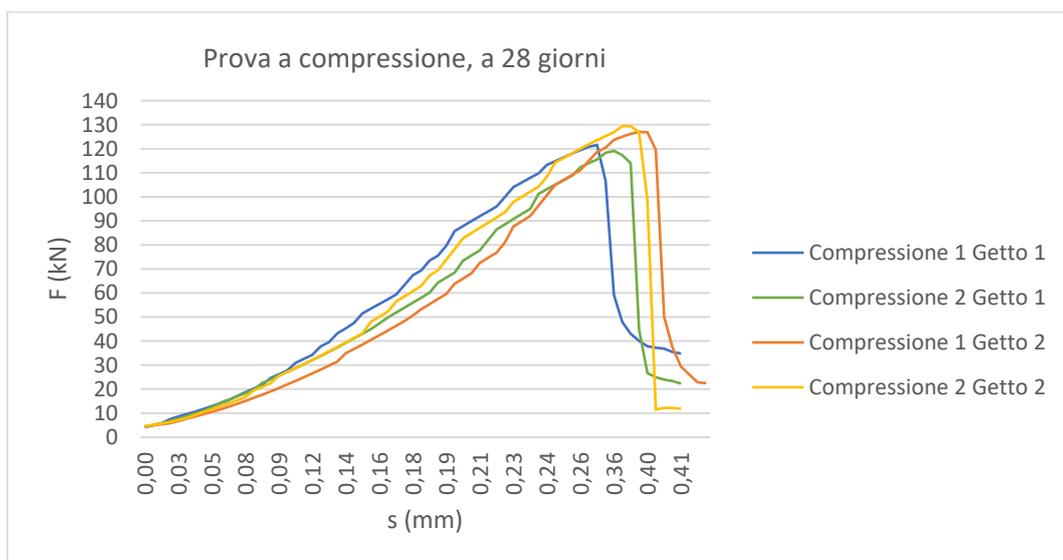


Fig. 77 Grafico FORZA – SPOSTAMENTO getto 1 e getto 2

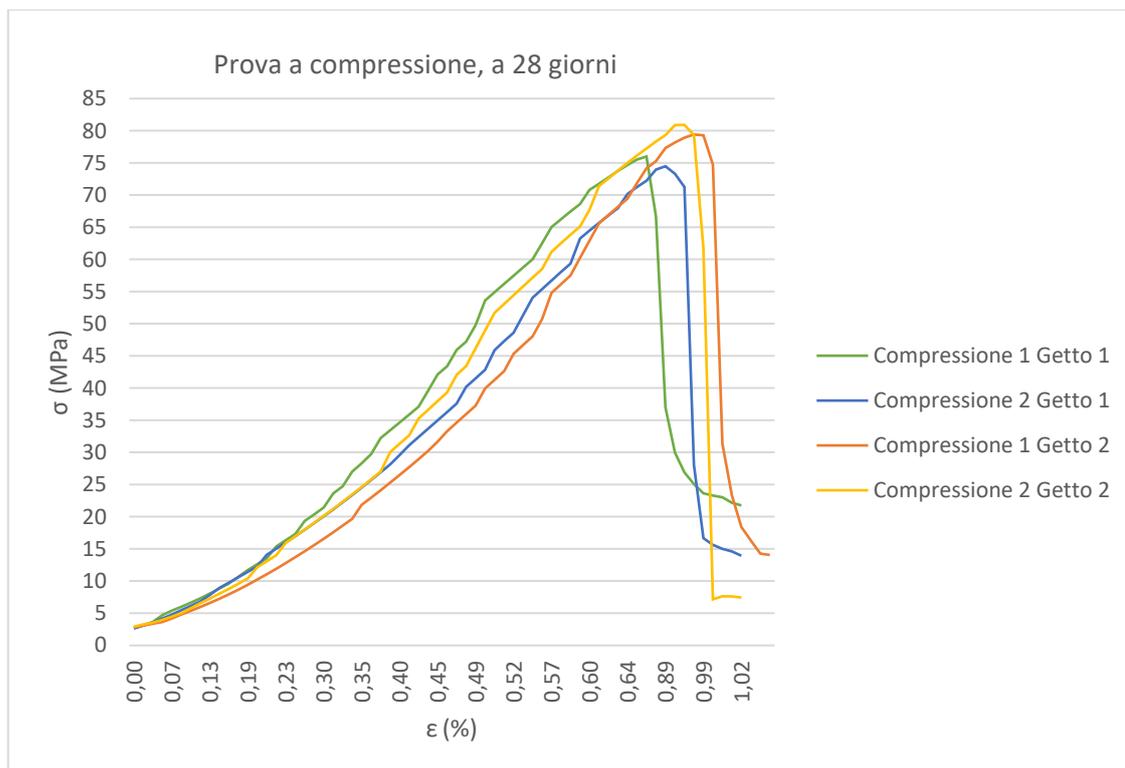


Fig. 78 Grafico TENSIONE – DEFORMAZIONE getto 1 e getto 2

Nella tabella successiva sono stati riportati i valori del carico di rottura e la resistenza a compressione mediata tra i due valori registrati.

	Prov. N.	Sezione (mm ²)	Fm (kN)	Rm (N/mm ²)	Media (N/mm ²)
Compressione 1 Getto 1	3	1600,00	121,59	76	75
Compressione 2 Getto 1	4	1600,00	119,17	74	
Compressione 1 Getto 2	5	1600,00	127,09	79	80
Compressione 2 Getto 2	6	1600,00	129,46	81	

Tab. 14 Carico di rottura e resistenza a compressione

Si può notare una differenza tra le due Rm medie di circa il 7%.

La prima Rm media di 75 N/mm² è relativa al provino del getto 1 che contiene:

a= 782 g

c= 1693 g

Filler= 716 g (23%)

Sabbia 0-6= 1693 g (52%)

Graniglia 6-12= 872 g (26%).

La seconda Rm media di 80 N/mm² riguarda il provino del getto 2 che contiene:

a= 781 g

c= 1693 g

Filler= 0 g (0%)

Sabbia 0-6= 2409 g (74%)

Ghiaia 6-12= 872 g (26%).

Inoltre, rispetto alle prove meccaniche a 7 giorni, si può notare che la resistenza a compressione a 28 giorni è aumentata di circa il 30%.

Il risultato ottenuto è:



Fig. 79 Superficie di rottura a compressione

7. Getti inorganici con resina e cellulosa

Nello studio successivo, invece, si vuole valutare il comportamento e l'effetto della RESINA DAIREN 1410 VISCOSIZZANTE in polvere e CELLULOSA NATROSOL 250 GXR in aggiunta ad una miscela contenente aggregati con un contenuto di carbonato di calcio maggiore del 98%, provenienti da Gola della Rossa mineraria.

Le schede tecniche degli aggregati sono fornite in **Appendice**.

A questi sono stati aggiunti super – fluidificante, acqua e cemento in quantità diverse.

Sono state riproposte le proporzioni tra gli ingredienti del progetto di miscela utilizzati nel getto 2 eseguito nello studio precedente.

7.1 Generalità

Per ogni getto sono stati riempiti un cassero in silicone liscio ($V=462\text{ cm}^3$) e tre casseri prismatici da normativa ($V=256\text{ cm}^3$), questi ultimi sono stati precedentemente cosparsi di disarmante.

Per ogni getto, è stata effettuata la prova SLUMP FLOW TEST per malte tramite tavola a scosse, in particolare 15 scosse, attraverso cui è stato possibile misurare lo spandimento sui 2 diametri (d_1 e d_2) ortogonali.

Filler e aggregati dei getti 2 seguono la distribuzione granulometrica (5) come definita nel capitolo 3 paragrafo 3.1.

Il tempo di miscelazione adottato è pari a 4 minuti, all'interno di secchi utilizzando il trapano.

7.2 Getto 2 R

Volume impasto=1.50 L

- Acqua= 468,60 g (13,6% in peso sull'impasto totale);
- Cemento= 1015,80 g (29,4% in peso sull'impasto totale);
- Sabbia 0-6= 1445,40 g (74% in peso sul totale degli aggregati, 41,8% in peso sull'impasto totale);
- Ghiaia 6-12= 523,20 g (26% in peso sul totale degli inerti, 15,15% in peso sull'impasto totale);
- SP1 preventivato= 3,30 g, SP1 utilizzato= 1,10 g (0,11% sul peso di cemento);

- RESINA DAIREN 1410 VISCOSIZZANTE= 34,50 g (1% in peso sull'impasto totale, 3,40% sul peso di cemento).

Durante la preparazione del getto 1, si è notato che la resina viscosizzante rendeva la miscela già molto fluida; è per questo motivo che si è deciso di aggiungere una quantità di SP1 inferiore a quella prestabilita.

Inoltre è stata effettuata la prova slump flow test per le malte: si appoggia su una tavola orizzontale, al centro, uno stampo cavo. Il calcestruzzo è stato introdotto nello stampo tramite la sessola, successivamente livellato al margine superiore del cono utilizzando il lato della cazzuola rettangolare. Prima di sformare il cono, la superficie libera della tavola deve essere pulita; lo stampo è stato sollevato lentamente in direzione verticale e in modo regolare senza provocare movimenti laterali e di torsione al calcestruzzo e dopo 15 scosse è stato misurato lo spandimento sui 2 diametri (d1 e d2) ortogonali.



Fig. 80 Esecuzione prova slump flow test per le malte tramite 15 colpi

Sono stati misurati i due diametri ortogonali (d1 e d2) e fatta la media per ottenere il valore dello SLUMP MEDIO.

SLUMP d1= 205 mm.

SLUMP d2= 205 mm.

MEDIA SLUMP= 205 mm.



Fig. 81 Slump d1 (a sinistra), slump d2 (a destra)



Fig. 82 Getto nei casseri

7.3 Getto 2 C

Volume=1,50 L

- Acqua= 468,60 g (13,60% in peso sull'impasto totale);
- Cemento= 1015,80 g (29,40% in peso sull'impasto totale);
- Sabbia 0-6= 1445,40 g (74% in peso sul totale degli inerti, 41,8% in peso sull'impasto totale);

- Ghiaia 6-12= 523,20 g (26% in peso sul totale degli inerti, 15,15% in peso sull'impasto totale);
- SP1= 3,30 g (0,32% sul peso di cemento);
- CELLULOSA NATROSOL 250 GXR= 1,04 g (0,03% in peso sull'impasto totale, 0,10% sul peso di cemento).

Dopo aver pesato i materiali separatamente, sono stati uniti tutti all'interno di un secchio prima i solidi e poi i liquidi, miscelando prima tramite cazzuola e poi tramite trapano per 4 minuti.

N.B. il super – fluidificante è stato versato gradualmente: prima 1,10 g.



Fig. 83 Esecuzione slump flow test tramite 15 colpi

Sono stati misurati i due diametri ortogonali (d1 e d2) e fatta la media per ottenere il valore dello SLUMP MEDIO.

SLUMP d1= 150 mm.

SLUMP d2= 150 mm.

MEDIA SLUMP= 150 mm.

Questo valore di slump non va bene, si vuole ottenere una lavorabilità malta tenera cioè spandimento maggiore di 200 mm.

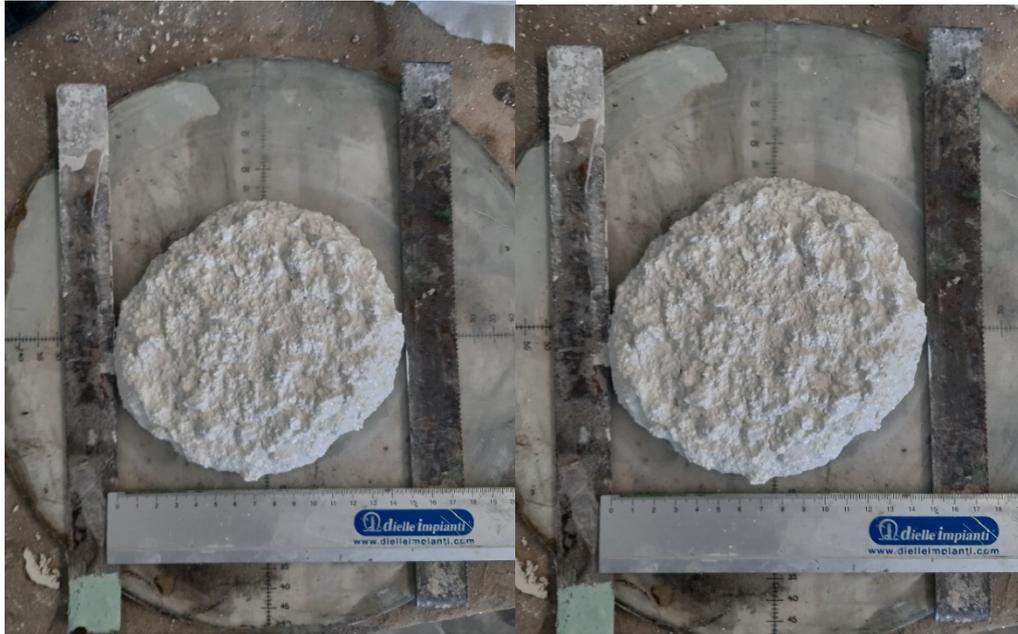


Fig. 84 Slump d1 (a sinistra), slump d2 (a destra)

Volendo ottenere la lavorabilità malta tenera, è stata aggiunta una quantità finale di super – fluidificante pari a 3,30 g e ripetuto il procedimento precedente.



Fig. 85 Preparazione tronco di cono per slump flow test (a sinistra), slump flow test tramite 15 colpi (a destra)

Sono stati misurati i due diametri ortogonali (d1 e d2) e fatta la media per ottenere il valore dello SLUMP MEDIO.

SLUMP d1= 220 mm.

SLUMP d2= 225 mm.

MEDIA SLUMP= 222,50 mm.



Fig. 86 Slump d1 (a sinistra), slump d2 (a destra)

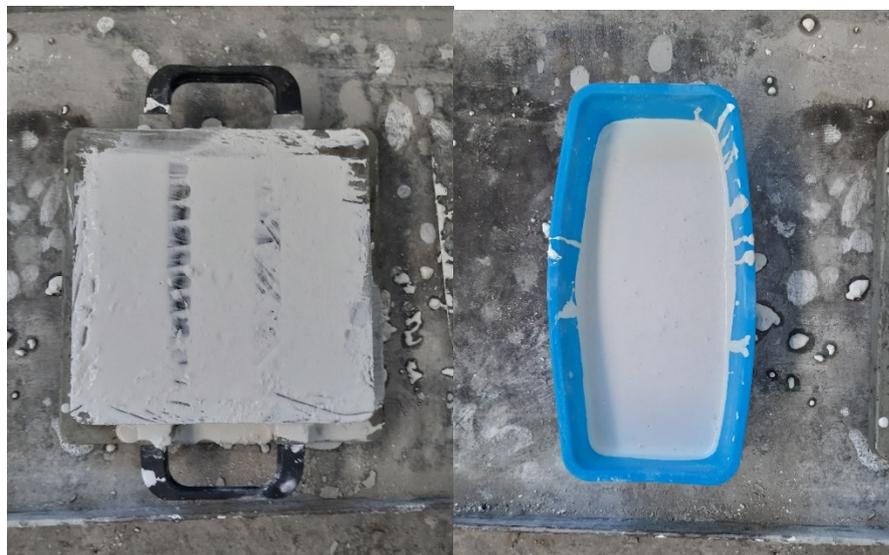


Fig. 87 Getto nei casseri

7.4 Getto 2 R+C

Volume=1,33 L

- Acqua= 415,50 g (13,60% in peso sull'impasto totale);
- Cemento= 900,70 g (29,40% in peso sull'impasto totale);
- Sabbia 0-6= 1285,00 g (74% in peso sul totale degli inerti, 41,8% in peso sull'impasto totale);
- Ghiaia 6-12= 463,90 g (26% in peso sul totale degli inerti, 15,15% in peso sull'impasto totale);
- SP1= 2,14 g (0,24% sul peso di cemento);
- RESINA DAIREN 1410 VISCOSIZZANTE= 30,59 g (1% in peso sull'impasto totale, 3,40% sul peso di cemento);
- CELLULOSA NATROSOL 250 GXR= 0,92 g (0,03% in peso sull'impasto totale, 0,1% sul peso di cemento).

Dopo aver pesato i materiali separatamente, sono stati uniti tutti all'interno di un secchio prima i solidi e poi i liquidi, miscelando prima tramite cazzuola e poi tramite trapano per 4 minuti.

N.B. il super – fluidificante è stato versato gradualmente: prima 1,56 g.

È stata eseguita la prova SLUMP FLOW TEST per malte tramite 15 colpi.



Fig. 88 Esecuzione slump flow test tramite 15 colpi

Sono stati misurati i due diametri ortogonali (d1 e d2) e fatta la media per ottenere il valore dello SLUMP MEDIO.

SLUMP d1= 185 mm.

SLUMP d2= 185 mm.

MEDIA SLUMP= 185 mm.

Questo valore di slump non va bene, si vuole ottenere una lavorabilità malta tenera cioè spandimento maggiore di 200 mm.



Fig. 89 Slump d1 (a sinistra), slump d2 (a destra)

Volendo ottenere la lavorabilità malta tenera, si aggiunge una quantità finale di super – fluidificante pari a 1,86 g e si ripete il procedimento precedente.

Sono stati misurati i due diametri ortogonali (d1 e d2) e fatta la media per ottenere il valore dello SLUMP MEDIO.

SLUMP d1= 188, 80 mm.

SLUMP d2= 190, 00 mm.

MEDIA SLUMP= 189,00 mm.

Questo valore di slump non va ancora bene.

È stata aggiunta nuovamente una quantità di super – fluidificante, arrivando ad una quantità totale di 2,14 g.

È stato ripetuto il procedimento precedente.

Inoltre, dopo aver miscelato tutti i materiali in un secchio tramite trapano per 4 minuti, è stata eseguita la prova SLUMP FLOW TEST tramite 15 colpi, ottenendo i seguenti risultati:

SLUMP d1= 210, 00 mm.

SLUMP d2= 210, 00 mm.

MEDIA SLUMP= 210,00 mm.

È stata raggiunta la lavorabilità della malta tenera.



Fig. 90 Slump d1 (a sinistra), slump d2 (a destra)

È stata versata la miscela in un cassero in silicone liscio e in tre casseri prismatici.



Fig. 91 Getto nei casseri

Infine il calcestruzzo all'interno dei casseri è stato inserito per la stagionatura in camera climatica ad una temperatura di 20°C e umidità relativa del 50%.

Il getto è stato però coperto con la pellicola trasparente per mantenere un'umidità relativa > 95% per i primi 7 giorni.

Dopo tre giorni si procederà alla scasseratura del calcestruzzo.

7.5 Risultati ottenuti



Fig. 92 Getto 2 R, 3 lati diversi del provino



Fig. 93 Getto 2 R cassero in silicone – superficie a contatto con il silicone (a sinistra) e superficie a contatto con l'ambiente (a destra)

OSSERVAZIONE: la superficie a contatto con il cassero è rimasto leggermente colorato dal silicone, la superficie a contatto con l'ambiente è rimasta bianca.

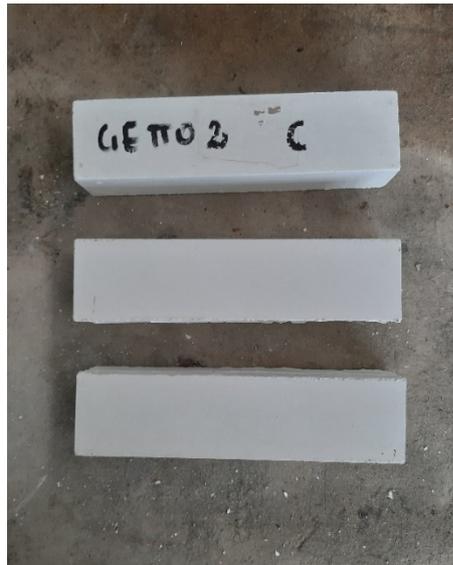


Fig. 94 Getto 2 C, 3 lati diversi del provino

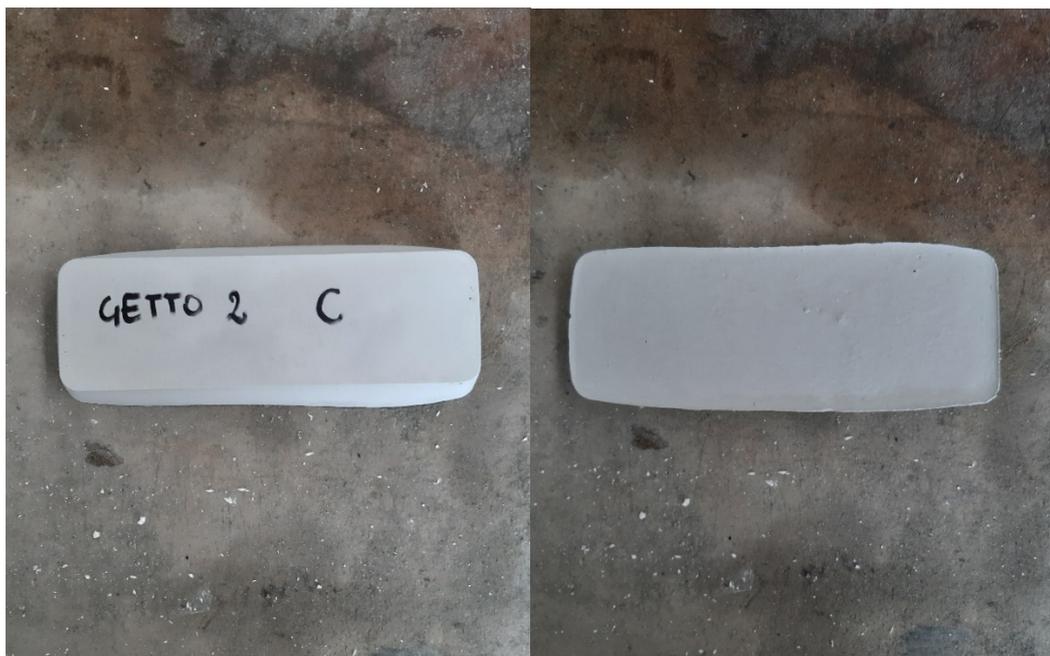


Fig. 95 Getto 2 C cassero in silicone – superficie a contatto con il silicone (a sinistra) e superficie a contatto con l'ambiente (a destra)

OSSERVAZIONE: la superficie a contatto con il cassero è rimasto in alcuni punti leggermente colorato dal silicone, la superficie a contatto con l'ambiente è rimasta bianca.



Fig. 96 Getto 2 R+C, 3 lati diversi del provino

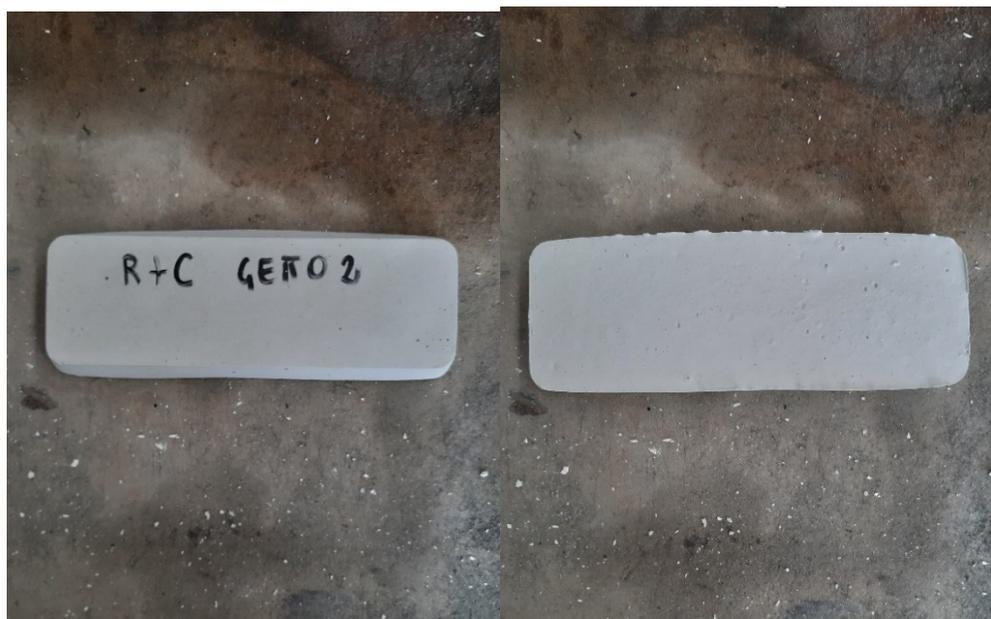


Fig. 97 Getto 2 R+C cassero in silicone – superficie a contatto con il silicone (a sinistra) e superficie a contatto con l'ambiente (a destra)

OSSERVAZIONE: la superficie a contatto con il cassero è rimasto in alcuni punti leggermente colorato dal silicone, la superficie a contatto con l'ambiente è rimasta bianca.

I provini verranno poi ricoperti nuovamente con pellicola trasparente per assicurare un'umidità relativa $> 95\%$ per i primi 7 giorni di getto.

8. Caratterizzazione meccanica

Sono stati selezionati i provini prismatici dei getto 2 R, del getto 2 C e del getto 2 C+R, sottoposti prima a prova di flessione e poi a prova di compressione e infine elaborati i risultati ottenuti.

Peso provino GETTO 2 R: 511,70 g

Densità provino GETTO 2 R: 2,00 g/cm³

Peso provino GETTO 2 C: 583,49 g

Densità provino GETTO 2 C: 2,28 g/cm³

Peso provino GETTO 2 C+R: 548,50 g

Densità provino GETTO 2 C+R: 2,14 g/cm³

8.1 Prova di flessione a 7 giorni

I risultati ottenuti dalla prova di rottura a flessione, hanno fornito risultati numerici rielaborati per creare grafici FORZA – SPOSTAMENTO applicando la seguente formula:

$$\sigma_{\max} = \frac{3 F \cdot l}{2 b \cdot h^2}$$



Fig. 98 Grafico FORZA – SPOSTAMENTO getto C, getto R, getto C+R

Considerati:

L	10,00	cm	100,00	mm
b	4,00	cm	40,00	mm
h	4,00	cm	40,00	mm

Tab. 15 dimensioni provino

Nella tabella successiva sono stati riportati i valori del carico di rottura e la resistenza calcolati.

	Prov. N.	Sezione (mm ²)	Fm (kN)	Rm (N/mm ²)
Flessione getto 2R	1	6400,00	3,75	8,80
Flessione getto 2C	2	6400,00	4,99	11,70
Flessione getto 2C+R	3	6400,00	3,88	9,10

Tab. 16 carico di rottura e resistenza a flessione

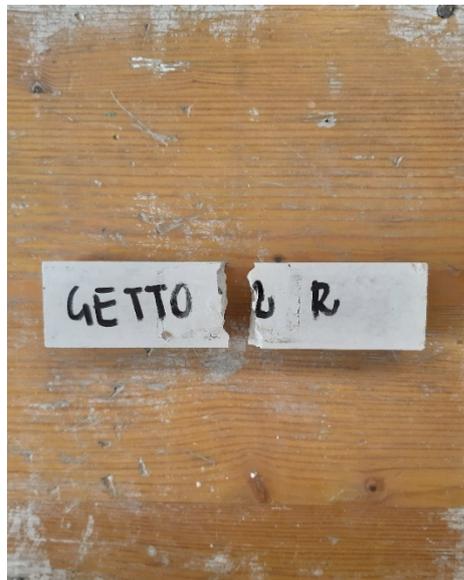


Fig. 99 Rottura a flessione



Fig. 100 Superficie di rottura a flessione, getto 2 C

8.2 Prova di compressione a 7 giorni

I risultati ottenuti dalla prova di rottura a compressione, hanno fornito risultati numerici, rielaborati per creare grafici FORZA – SPOSTAMENTO e TENSIONE – DEFORMAZIONE applicando la seguente formula:

$$R_{cm} = \frac{F_m}{Sezione}$$

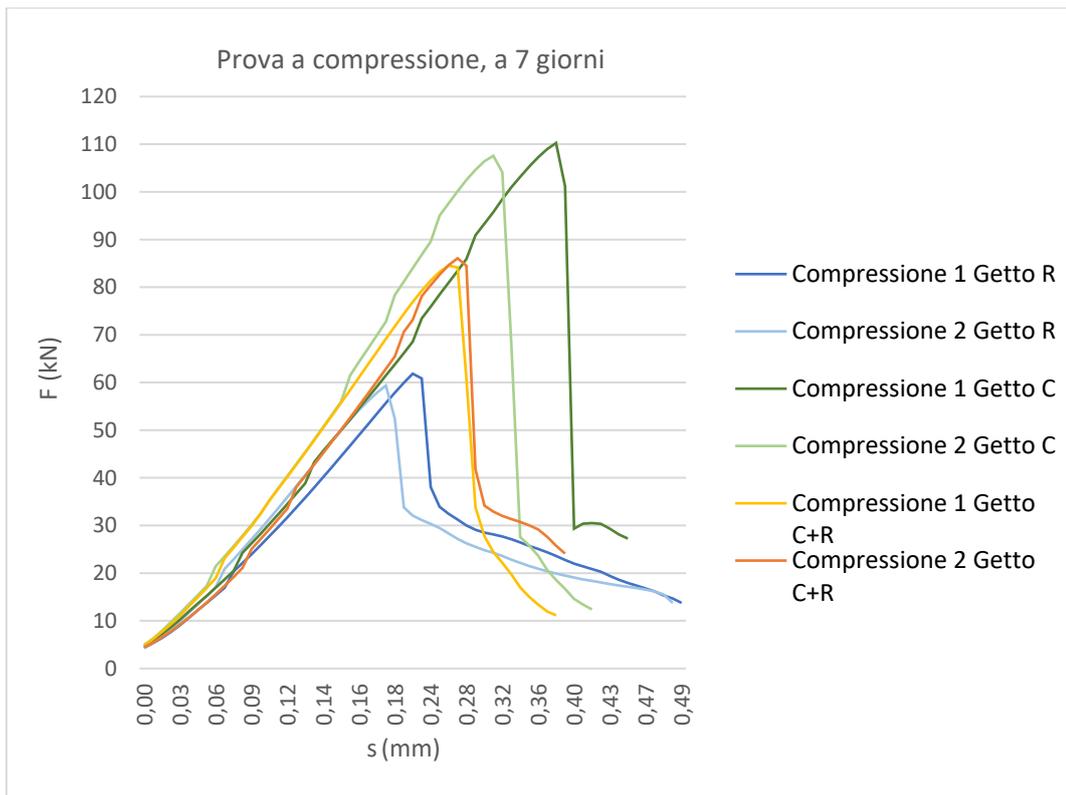


Fig. 101 Grafico FORZA – SPOSTAMENTO getto C, getto R, getto C+R

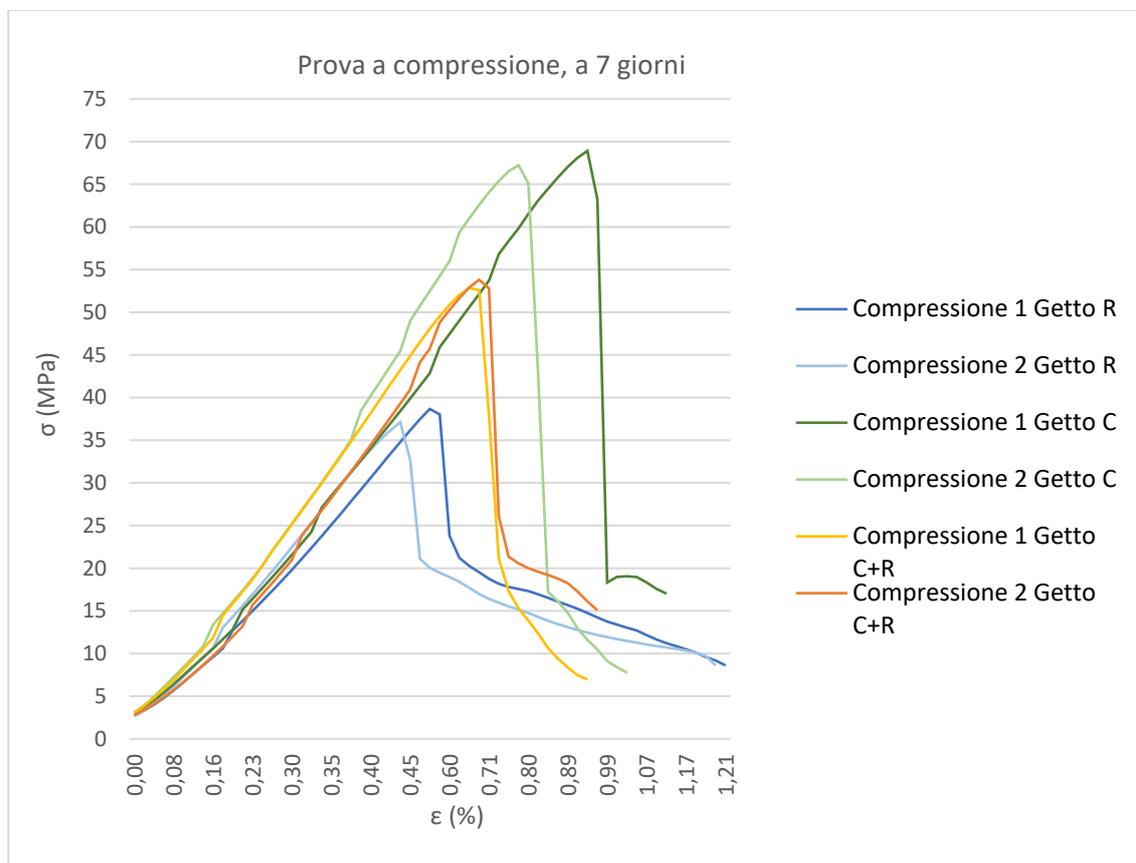


Fig. 102 Grafico TENSIONE - DEFORMAZIONE getto C, getto R, getto C+R

Nella tabella successiva sono stati riportati i valori del carico di rottura e la resistenza a compressione mediata tra i due valori registrati.

	Prov. N.	Sezione (mm ²)	Fm (kN)	Rm (N/mm ²)	Media (N/mm ²)
Compressione 1 - R	4	1600,00	691,88	39	38
Compressione 2 - R	5	1600,00	59,40	37	
Compressione 1 - C	6	1600,00	110,27	69	68
Compressione 2 - C	7	1600,00	107,58	67	
Compressione 1 - R+C	8	1600,00	84,53	53	53
Compressione 2 - R+C	9	1600,00	86,08	54	

Tab. 17 carico di rottura e resistenza a compressione

Si può notare una differenza tra le tre Rm medie: la resistenza a compressione del getto R è minore rispetto a quella del getto C di circa l'80% e rispetto a quella del getto R+C del 40%; la resistenza a compressione del getto C è maggiore del 22% rispetto alla resistenza a compressione del getto R+C.

Inoltre, le resistenze più basse del provino contenente la resina sono dovute al fatto che è stato utilizzato meno super – fluidificante rispetto agli altri getti, infatti i provini R+C hanno una resistenza paragonabile agli altri.

I risultati visivi della prova di compressione ottenuti sono:



Fig. 103 Superficie di rottura a compressione

8.3 Valutazione effetti additivi

Gli additivi utilizzati in questo studio sono stati:

- RESINA DAIREN 1410 VISCOSIZZANTE (1%)
- CELLULOSA NATROSOL 250 GXR (0.03%).

In base alle indagini effettuate sui campioni, si possono notare gli effetti degli additivi su:

- La lavorabilità, infatti la cellulosa la diminuisce mentre la resina sembra aumentarla.
- Le proprietà meccaniche, inserendo la cellulosa, non aumenta la lavorabilità dell'impasto. La conseguenza è un maggior dosaggio di SP1
Invece, l'aggiunta di resina, ha reso l'impasto, già con una certa fluidità, più fluido e quindi è stato necessario un dosaggio minore di SP1.

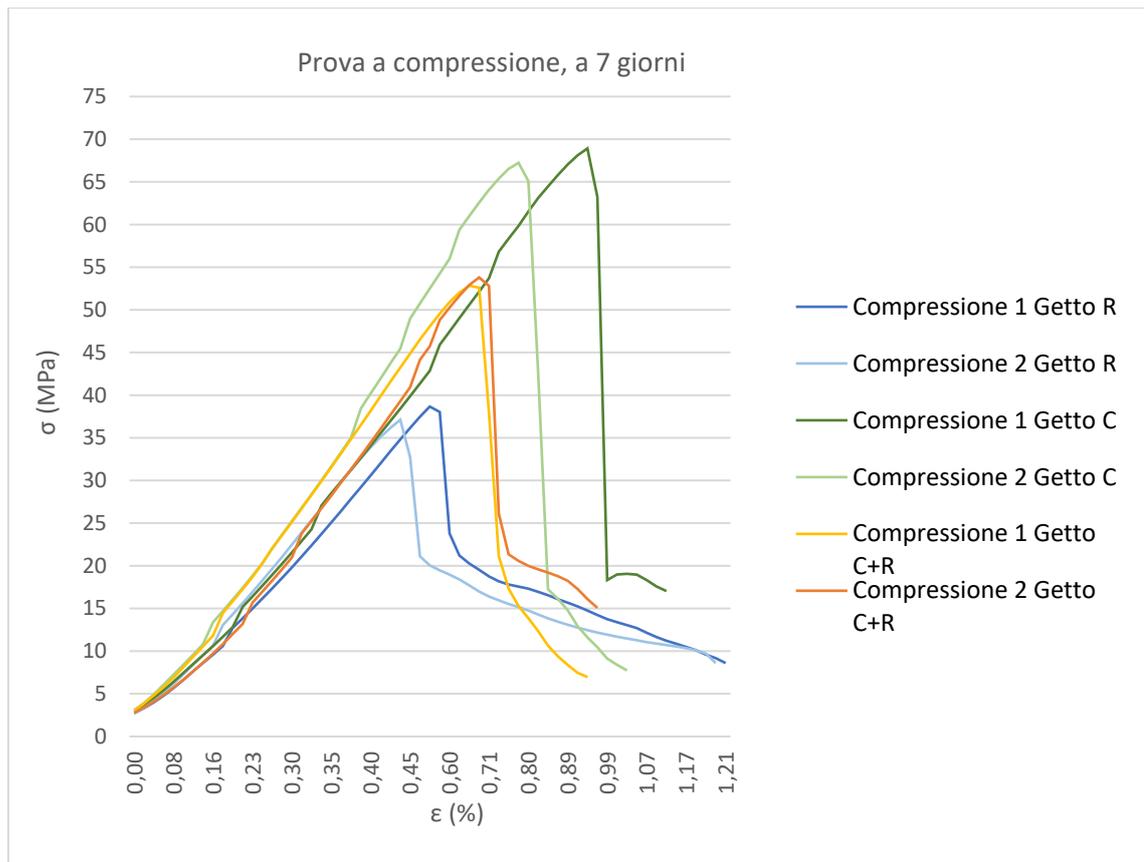


Fig. 104 Curve a confronto

Dalla figura 104, si può notare infatti che, i campioni con la RESINA hanno il picco più in basso, quelli con la cellulosa lo hanno più in alto mentre i campioni con RESINA + CELLULOSA hanno il picco nel mezzo.

La combinazione di resina e cellulosa con una quantità minore o maggiore di SP1 hanno dato uno spandimento superiore a 200 mm ottenendo la lavorabilità della malta tenera.

- L'aspetto esteriore, dalle indagini visive, è stato notato che il provino contenente la cellulosa, additivo che avrebbe dovuto evitare il fenomeno dello spolvero, lo ha fatto avvenire.



Fig. 105 Superficie di rottura a flessione, getto 2 C+R

Dalla figura 106 è possibile notare la presenza di bolle interne al provino prismatico mentre sulle superfici esterne non sono presenti.

Nei provini dei casseri lisci in silicone invece, sono presenti bolle solo sulla superficie a contatto con l'ambiente.



Fig. 106 Presenza di bolle sulla superficie a contatto con l'ambiente, provino da cassero in silicone

Infine la presenza degli additivi rende le superfici esterne di tutti i provini più o meno traslucide.

8.4 Prova di flessione a 28 giorni

Sono state eseguite le prove di flessione e di compressione dopo aver pesato i provini, seguendo il procedimento utilizzato per le rotture a 7 giorni:

Peso provino GETTO 2R: 501,20 g

Densità provino GETTO 2R: 1,96 g/cm³

Peso provino GETTO 2R*: 501,30 g

Densità provino GETTO 2R*: 1,96 g/cm³

Peso provino GETTO 2C: 571,60 g

Densità provino GETTO 2C: 2,23 g/cm³

Peso provino GETTO 2C*: 568,90 g

Densità provino GETTO 2C*: 2,22 g/cm³

Peso provino GETTO 2R+C: 533,56 g

Densità provino GETTO 2R+C: 2,08 g/cm³

Peso provino GETTO 2R+C*: 541,78 g

Densità provino GETTO 2R+C*: 2,12 g/cm³

I risultati ottenuti dalla prova di rottura a flessione, hanno fornito risultati numerici, rielaborati per creare il grafico FORZA – SPOSTAMENTO applicando la seguente formula:

$$\sigma_{\max} = \frac{3 F \cdot l}{2 b \cdot h^2}$$



Fig. 107 Grafico FORZA – SPOSTAMENTO

Considerati:

L	10,00	cm	100,00	mm
b	4,00	cm	40,00	mm
h	4,00	cm	40,00	mm

Tab. 18 dimensioni provino

Nella tabella successiva sono stati riportati i valori del carico di rottura e la resistenza calcolati.

	Prov. N.	Sezione (mm ²)	F _m (kN)	R _m (N/mm ²)
Flessione C	1	6400,00	3,97	9,30
Flessione C*	2	6400,00	4,05	9,50
Flessione R	3	6400,00	4,44	10,40
Flessione R*	4	6400,00	4,29	10,10
Flessione R+C	5	6400,00	4,71	11,00
Flessione R+C*	6	6400,00	5,25	12,30

Tab. 19 carico di rottura e resistenza a flessione

I risultati visivi della prova a flessione ottenuti sono:

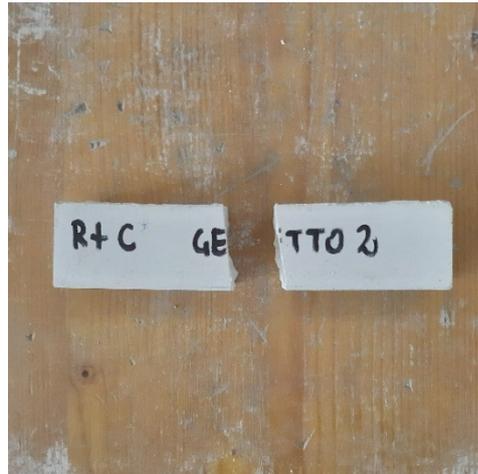


Fig. 108 Rottura a flessione getto 2 R+C

Rispetto alla resistenza a flessione a 28 giorni del getto 2 di riferimento, le resistenze a flessione dopo 28 giorni, dei casi in esame, sono aumentate dal 20% al 60%.

8.5 Prova di compressione a 28 giorni

I risultati ottenuti dalla prova di rottura a compressione, hanno fornito risultati numerici, rielaborati per creare grafici FORZA – SPOSTAMENTO e TENSIONE – DEFORMAZIONE applicando la seguente formula:

$$R_{cm} = \frac{F_m}{Sezione}$$

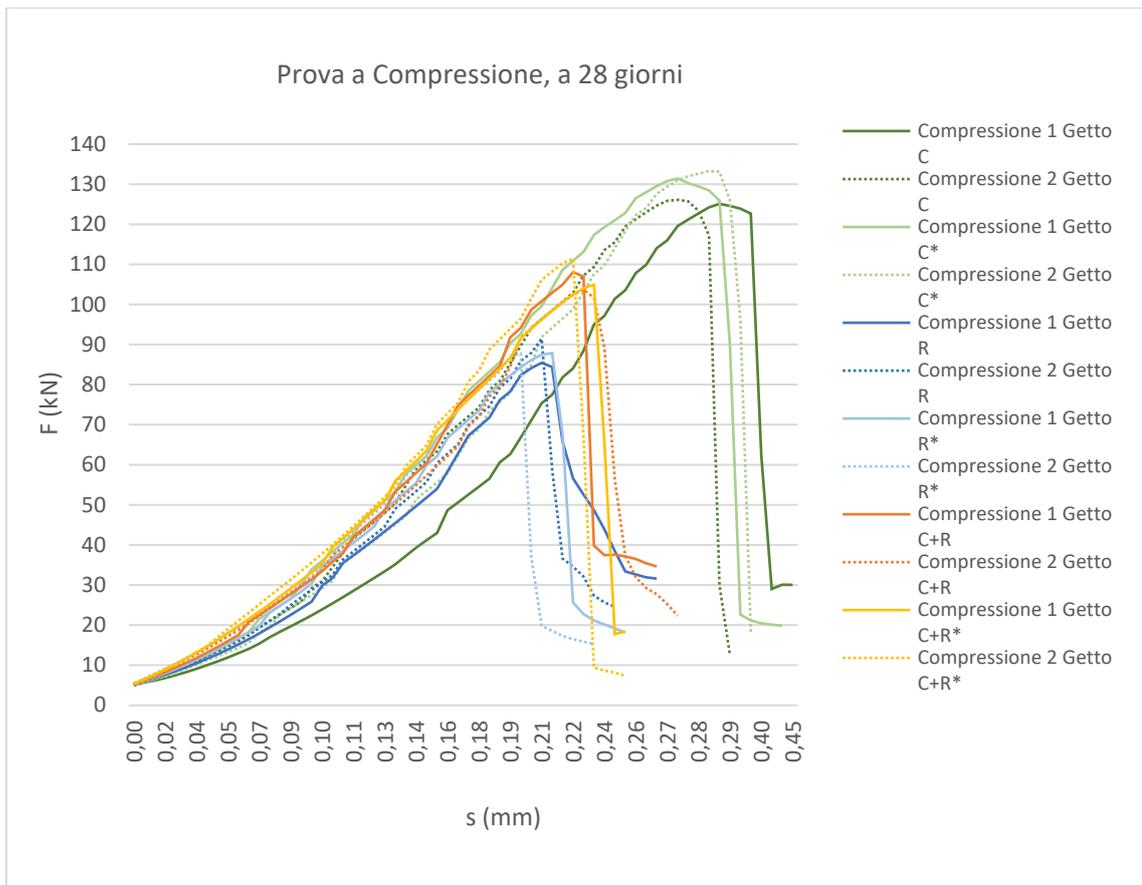


Fig. 109 Grafico FORZA – SPOSTAMENTO

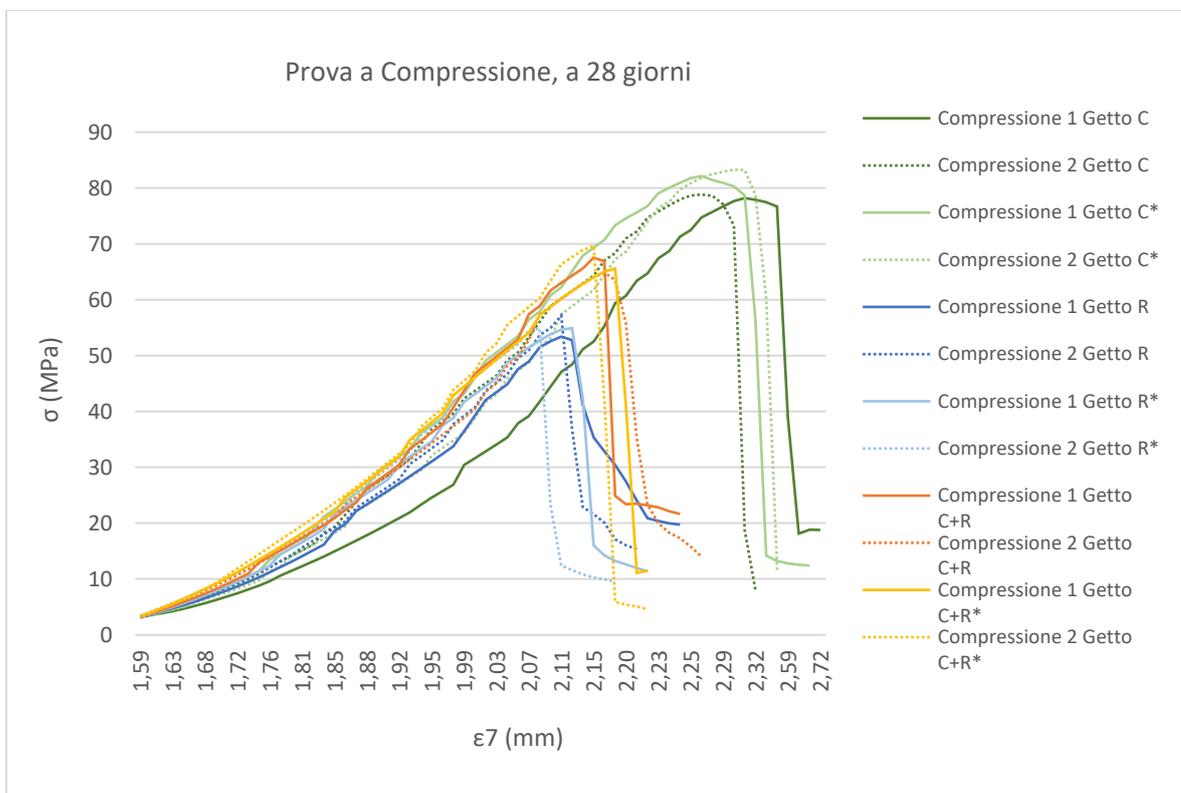


Fig. 110 Grafico TENSIONE – DEFORMAZIONE

Nella tabella successiva sono stati riportati i valori del carico di rottura e la resistenza a compressione mediata tra i due valori registrati.

	Prov. N.	Sezione (mm ²)	Fm (kN)	Rm (N/mm ²)	Media (N/mm ²)
Compressione 1-C	7	1600,00	125,11	78	79
Compressione 2-C	8	1600,00	126,12	79	
Compressione 1-C*	9	1600,00	131,43	82	83
Compressione 2-C*	10	1600,00	133,26	83	
Compressione 1-R	11	1600,00	85,44	53	55
Compressione 2-R	12	1600,00	91,46	57	
Compressione 1-R*	13	1600,00	87,88	55	55
Compressione 2-R*	14	1600,00	87,79	55	
Compressione 1-C+R	15	1600,00	108,06	68	66
Compressione 1-C+R	16	1600,00	103,74	65	
Compressione 1-C+R*	17	1600,00	104,91	66	68
Compressione 1-C+R*	18	1600,00	111,47	70	

Tab. 20 carico di rottura e resistenza a compressione

Rispetto alla resistenza a compressione a 28 giorni del getto 2 di riferimento, le resistenze a compressione dopo 28 giorni, dei casi in esame, sono tutte diminuite al massimo del 30%, ad eccezione della resistenza a compressione del getto con cellulosa (C*) che è aumentata di circa il 4%.

Inoltre, rispetto alle prove meccaniche a 7 giorni, si può notare che è aumentata la resistenza a compressione e allo stesso modo è aumentata la resistenza a flessione per i getti 2R e 2 C+R, invece è diminuita la resistenza a flessione 2 C.



Fig. 111 Superficie di rottura a compressione

9. Conclusioni

Nell'ambito del presente lavoro di tesi, si vuole proporre lo studio di nuovi materiali da utilizzare come top coat di design realizzati con filler di scarto da lavorazione del marmo. Per poter ottenere questi materiali (sia con leganti organici, sia con leganti inorganici) sono stati caratterizzati dal punto di vista chimico, fisico, meccanico e morfologico il filler di scarto e gli aggregati provenienti dalla sede di Gola della Rossa Mineraria SPA. A partire dagli stessi materiali, in sostituzione temporanea ai pezzami di scarto del marmo, sono stati confezionati dei provini a matrice organica con l'aggiunta di resina epossidica e provini a matrice inorganica con l'aggiunta di cemento bianco 42.5 R.

Per quanto riguarda i provini a matrice organica, sono stati realizzati campioni con la Resina Plexifluid – Prochima, tenendo in considerazione tre differenti percentuali in peso dell'aggregato sul peso totale: 75%, 85% e 95%. A questi sono stati aggiunti provini per valutare eventuali effetti "artistici" ottenibili con la combinazione di resina trasparente e marmo: utilizzando Resina E-30 effetto acqua – Prochima e Resina Plexifluid - Prochima. Sono stati utilizzati casseri cilindrici di diametro 14 cm e calcolato il quantitativo necessario per ogni ingrediente per la realizzazione di 3 cm di getto. Lo stesso procedimento è stato effettuato per i campioni gettati all'interno di casseri rettangolari in alluminio.

Sono stati realizzati poi, altri campioni, tenendo in considerazione due differenti percentuali in peso dell'aggregato sul peso totale: 75% e 85%, così da valutare il quantitativo ottimale di aggregati e resina. Per ognuna di queste percentuali sono stati inoltre realizzati tre provini facendo variare i tipi di aggregati. I campioni sono stati realizzati con Resina Plexifluid e gettati in casseri di silicone rettangolari.

È stato valutato l'effetto di una pasta colorante bianca, la quale ha conferito un'estetica opaca al campione nascondendo la granulometria portando alla completa perdita di trasparenza del manufatto.

I campioni a matrice inorganica invece, sono stati ottenuti con i seguenti materiali:

- Filler, scarto di lavorazione – Sena Marmi;
- Aggregati con un contenuto di $\text{CaCO}_3 = 98\%$ – Gola della Rossa Mineraria (in sostituzione dei pezzami di marmo);
- Acqua;

- Cemento bianco commerciale Portland al calcare, CEM II/A-L 42,5 R;
- Additivo Superfluidificante SP1;
- Resina DAIREN 1410 Viscosizzante;
- Cellulosa NATROSOL 250 GXR (Viscosizzante);
- Olio disarmante CHRYSO Dem Alky 30.

È stata eseguita la prova SLUMP FLOW TEST con e senza i 15 colpi sulla tavola a scosse utilizzando lo stesso cono. La malta ottenuta è classificata di consistenza «morbida» (**UNI EN 1015-6**).

I conglomerati sono stati gettati in casseri standard 40x40x160 mm, in silicone corrugato e in silicone liscio.

Sia per i campioni a matrice organica che per quelli a matrice inorganica è stato valutato l'effetto del Gelcoat Duraloid – Prochima, applicato in superficie.

Dagli studi condotti, si può concludere che per i leganti organici, la resina Plexifluid risulta migliore rispetto alla resina E-30 effetto acqua poiché permette di realizzare getti unici di altezza dai 2 ai 6 cm, senza inficiare su trasparenza ed estetica, inglobando un minor numero di bolle d'aria.

Per i leganti inorganici, anche in presenza di filler è stato possibile ottenere miscele di elevata lavorabilità, necessarie per il confezionamento di malte architettoniche e sono state raggiunte prestazioni meccaniche di circa 75 MPa a 28 giorni.

La cellulosa aggiunta per aumentare la viscosità dell'impasto riduce la lavorabilità imponendo un aumento del quantitativo di superfluidificante SP1 e riduce le prestazioni meccaniche.

Si è visto invece, che la resina viscosizzante rende la miscela fluida ed è per questo che la sua quantità va studiata in combinazione alla quantità di SP1 come è accaduto nel getto 2R.

I campioni contenenti solo resina hanno resistenze meccaniche molto più basse rispetto ai getti con sola cellulosa e getti con cellulosa e resina: la spiegazione di questo risultato è il minor dosaggio di SP1 rispetto agli altri getti, infatti i provini contenenti sia resina che cellulosa hanno resistenze paragonabili alle altre.

Si è potuto constatare quindi, che la resina aumenta la lavorabilità mentre la cellulosa la diminuisce.

Inoltre, la presenza di sola cellulosa nell'impasto, fa sì che a 28 giorni, la resistenza a flessione è diminuita rispetto alla resistenza a flessione a 7 giorni, mentre la resistenza a compressione è aumentata.

Rispetto alla resistenza a compressione a 28 giorni del getto 2 di riferimento, le resistenze a compressione dopo 28 giorni del getto con solo resina e del getto con resina e cellulosa, sono tutte diminuite ad eccezione della resistenza a compressione del getto con cellulosa che è aumentata di poco.

Infine la presenza di additivi ha reso le superfici esterne di tutti i campioni, più o meno traslucide.

Il presente studio integra la letteratura già esistente riguardante l'utilizzo di resine e compositi a base cemento nell'edilizia civile, di interni per la produzione di malte architettoniche decorative. Inoltre, propone per studi futuri, la realizzazione di manufatti con aggregati grossi e fini, l'utilizzo di una percentuale ottimale di resina da aggiungere all'impasto in quanto un dosaggio elevato di resina porta a fenomeni di segregazione; per la realizzazione di soli aggregati grossi, la percentuale di resina da utilizzare, rispetto a quella della sperimentazione, deve essere aumentata in modo da inglobare tutti i pezzami. Concludendo, gli scarti della lavorazione del marmo, sui quali si è incentrato questo lavoro di Tesi, sono risultati prodotti versatili per costituire miscele a matrice organica ed inorganica da utilizzare come prodotti di design conferendo elevate prestazioni.

10. Bibliografia e sitografia

1. Tittarelli F., Moriconi G., “Use of GRP industrial by-products in cement based composites”, Department of Materials and Environment Engineering and Physics (FIMET), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italy, 12 November 2009.
2. Ahmetli G., Dag M., Deveci H., Kurbanli R., “Recycling Studies of Marble Processing Waste: Composites Based on Commercial Epoxy Resin”, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Selcuk University, Campus 42031, Konya, Turkey, 15 December 2011.
3. Ribeiro C. E. G., Rodriguez R. J. S., Vieira C. M. F., Carvalho E. A., Candido V.S., Monteiro S.N., “Production of synthetic ornamental marble as a marble waste added polyester composite”, January 2014.
4. Oral I., “Ultrasonic Properties of Epoxy Resin/Marble Waste Powder Composites”, Ahmet Kelesoglu Faculty of Education, Department of Physics Education, Necmettin Erbakan University, 42090 Meram Yenyol, Konya, Turkey, 2014.
5. Mashaly O. A., El kaliouby B., Shalaby N., El Gohary A., Rashwan M. A., “Effects of marble sludge incorporation on the properties of cement composites and concrete paving blocks”, Geology Department, Faculty of Science, Ain Shams University, Cairo, Egypt, 4 July 2015.
6. Galetakis M., Soutana A., “A review on the utilisation of quarry and ornamental stone industry fine by products in the construction sector”, School of Mineral Resources Engineering Thechnical University of Crete, Greece, 29 October 2015.
7. Ribeiroa C. E. G., Rodrigueza R. J. S., “Influence of Compaction Pressure and Particle Content on Thermal and Mechanical Behavior of Artificial Marbles with Marble Waste and Unsaturated Polyester”, Mechanical Engineering Section, Instituto Federal do Espirito Santo – IFES, ES, Brazil, 15 December 2015.

8. Sardinha M., De Brito J., Rodrigues R., “Durability properties of structural concrete containing very fine aggregates of marble sludge”, Instituto Superior Tecnico, Universidade de Lisboa, Lisbon, Portugal, 9 May 2016.
9. Park H., Jeong Y., Jun Y., Oh J. E., “Production of price – competitive bricks using a high volume of stone powder sludge waste and blast furnace slag through cementless CaO activation”, School of Urban and Environmental Engineering, Republic of Korea, 20 June 2016.
10. Alyamac K. E., Ghafari E., Ince R., “Development of eco – efficient self – compacting concrete with waste marble powder using the response surface method”, Department of Civil Engineering, Elazig Turkey, 28 December 2016.
11. Ribeiro C. E. G., Rubén J., Rodriguez S., De Carvalho E. A., “Microstructure and mechanical properties of artificial marble”, Federal Institute of Espirito Santo, Mechanical Engineering Department, ES, Brazil, 12 May 2017.
12. Amin M. N., Khan K., Saleem M. U., Khurram N., Niazi M. U. K., “Aging and Curing Temperature Effects on Compressive Strength of Mortar Containing Lime Stone Quarry Dust and Industrial Granite Sludge”, Department of Civil and Environmental Engineering, College of Engineering, Saudi Arabia, 11 June 2017.
13. Zichella L., Bellopede R., Spriano S., Marini P., “Preliminary investigations on stone cutting sludge processing for a future recovery”, Department of Environmental Land and Infrastructure Engineering, Politecnico di Torino, Turin, Italy, 11 December 2017.
14. Mashaly O., Shalaby B. N., Rashwan M. A., “Performance of mortar and concrete incorporating granite sludge as a cement replacement”, Geological Sciences Department, Dokki, Egypt, 5 March 2018.
15. Doan T.T.L., Brodowsky H. M., Gohs U., Mader E., “Re – Use of Marble stone Powders in Producing Unsaturated Polyester Composites”, The University of Danang University of Science and Technology, Vietnam, 2018.
16. Tittarelli F., Giosuè C., Mobili A., “Recycled Glass as Aggregate for Architectural Mortars”, Department of Materials, Environmental

- Sciences and Urban Planning (SIMAU), INSTM Research Unit, Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italy, 2018.
17. Conde-Vázquez, C., De Miguel-San Martín O., García-Herbosab G., “Artificial arenite from wastes of natural sandstone industry”, Departamento de I+D. Areniscas Stone. Centro I+D. Vilviestre del Pinar. (Burgos. Spain), 16 January 2019.
 18. Husaini1, Machmud T. M. N., Yudha S., “Anhar, Mechanical Properties Characterization of Marble and Resin Composite Materials”, Mechanical Engineering Department, Engineering Faculty, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia, 2019.
 19. Choudhary J., Kumar B., Gupta A., “Feasible utilization of waste limestone sludge as filler in bituminous concrete”, Department of Civil Engineering Indian Institute of Technology, Varanasi, India, 2 December 2020.
 20. UNI EN 1015 – 3 – 2007. Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 3: Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse).
 21. UNI EN 1015 – 6 – 2007. Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 6: Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca.
 22. www.marmiscalda.com/it/4-La-collezione/9-Marmo-resina/24-PERLATO-ROYAL.html.
 23. www.poolkemie.it/prodotti/resine-poliesteri/da-colata.
 24. www.poolkemie.it/prodotti/resine-epossidiche/trasparente-da-colata.
 25. www.shopedilizia.eu/prodotti/resina-trasparente-da-colata-per-inglobamento-oggetti-elementi-arredo-tavoli/.
 26. www.bellearti.it/resine-da-colata/2581-resina-poliestere-820-prochima-specifica-per-colate-c.html.
 27. www.balfinstone.com/marmo-resina/.

11. Appendice

Schede tecniche

- INERTI: CA06 SABBIA 0-6, CA612 GRANIGLIA 6-12, CA1220 GRANIGLIA 12-20 – Gola della Rossa Mineraria SPA
- SUPERFLUIDIFICANTE BASE ACRILICA DYNAMON SP1 - MAPEI
- DISARMANTE EMULSIONABILE CHRYSO DEM ALKY 30 – Comac Srl
- PASTE COLORANTI PENTASOL – UN – Prochima
- GELCOAT DURALOID AL-30 2.0 – Prochima
- E – 30 EFFETTO ACQUA – Prochima
- PLEXIFLUID 2.0 - Prochima
- CERA GLOSS IN PASTA – Prochima
- NATROSOL 250 – Hercules

GDR·M

GOLA DELLA ROSSA MINERARIA SPA
ESTRAZIONE E LAVORAZIONE CARBONATO DI CALCIO

Gola della Rossa Mineraria SpA
via Clementina 6
60048 Serra San Quirico AN
www.gdrmineraria.com

centralino t 0731 37 62
commerciale@gdrmineraria.com
pec:
goladellarossamineraria@legalmail.it



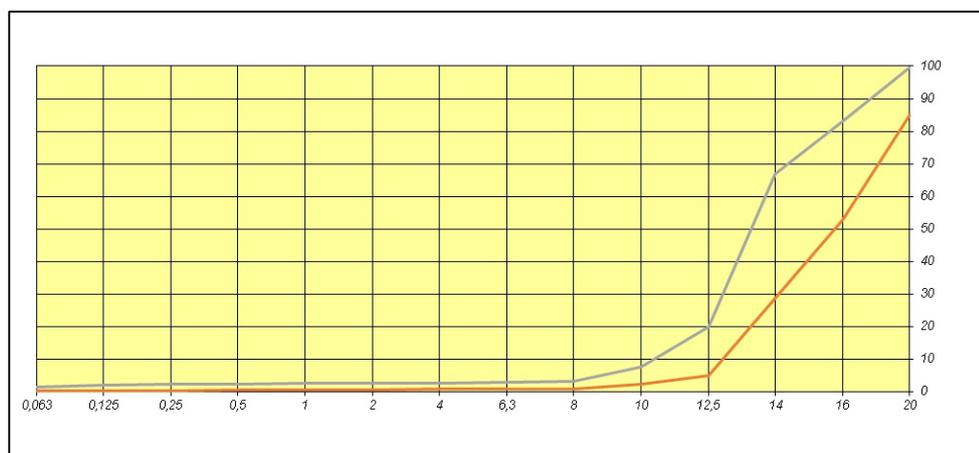
Capitale sociale € 240.000 i.v.
REA Ancona n 207112
Reg. imprese AN/C. F./P. IVA
02684560424

· **Scheda tecnica** _ Rev. 04 del 23 gennaio 2018

CA1220 GRANIGLIA 12-20

Le caratteristiche di purezza e bianchezza permettono al materiale di trovare applicazioni nella produzione di conglomerati cementizi ad elevata resistenza e qualità, nella produzione di conglomerati bituminosi e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico ed utilizzato come materiale non legato e legato con legante idraulico in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

· **Fuso granulometrico:**



Dati risultanti da analisi di serie storiche su prove di Laboratorio

· **Analisi chimiche:**

I dati sotto riportati sono i risultati da una prova di laboratorio e non esonerano l'utilizzatore dalla verifica dell'idoneità del prodotto prima dell'uso.

CaCO ₃	%	>98,0	Arsenico (come As)	mg/kg	< 0,1
Calcio (Ca)	%	39,7	Piombo (come Pb)	mg/kg	0,35
Ferro (come FeO ₃):	mg/kg	70,1	Fluoro (come F-)	mg/kg	37
Magnesio (come Mg)	%	0,254	Cadmio (come Cd)	mg/kg	0,015
Alluminio (come Al ₂ O ₃)	mg/kg	53	Cromo (come Cr)	mg/kg	1,49
Silice (come SiO ₂ solubile)	mg/kg	120	Rame (come Cu)	mg/kg	1,5

· **Confezionamento:**

Il prodotto può essere commercializzato nei seguenti modi:

· Sfuso

GDR·M

GOLA DELLA ROSSA MINERARIA SPA
ESTRAZIONE E LAVORAZIONE CARBONATO DI CALCIO

Gola della Rossa Mineraria SpA
via Clementina 6
60048 Serra San Quirico AN
www.gdrmineraria.com

centralino t 0731.37.62
commerciale@gdrmineraria.com
pec:
gotadellarossamineraria@legalmail.it



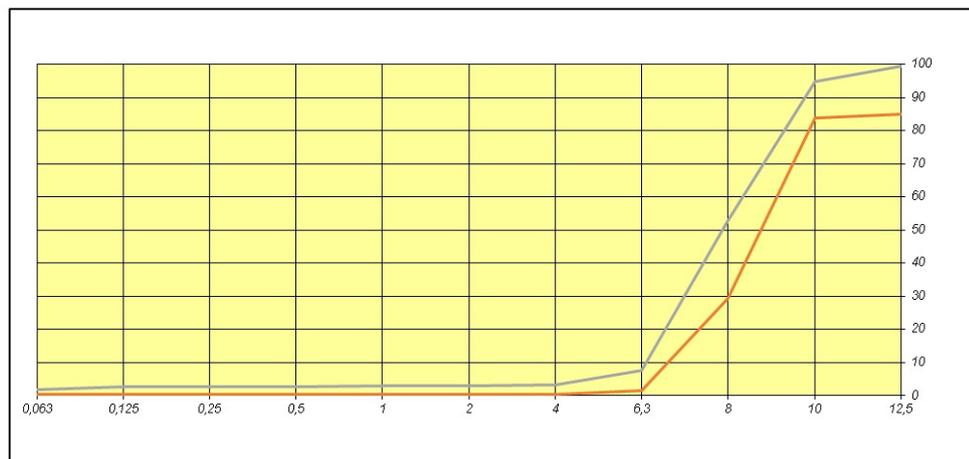
Capitale sociale € 240.000 i.v.
REA Ancona n 207112
Reg. imprese AN / C. F. / P. IVA
02684560424

· **Scheda tecnica** _ Rev. 04 del 23 gennaio 2018

CA612 GRANIGLIA 6-12

Le caratteristiche di purezza e bianchezza permettono al materiale di trovare applicazioni nella produzione di conglomerati cementizi ad elevata resistenza e qualità, nella produzione di conglomerati bituminosi e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico ed utilizzato come materiale non legato e legato con legante idraulico in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

· **Fuso granulometrico:**



Dati risultanti da analisi di serie storiche su prove di Laboratorio

· **Analisi chimiche:**

I dati sotto riportati sono i risultati da una prova di laboratorio e non esonerano l'utilizzatore dalla verifica dell'idoneità del prodotto prima dell'uso.

CaCO ₃	%	>98,0	Arsenico (come As)	mg/kg	< 0,1
Calcio (Ca)	%	39,7	Piombo (come Pb)	mg/kg	0,35
Ferro (come FeO ₃):	mg/kg	70,1	Fluoro (come F-)	mg/kg	37
Magnesio (come Mg)	%	0,254	Cadmio (come Cd)	mg/kg	0,015
Alluminio (come Al ₂ O ₃)	mg/kg	53	Cromo (come Cr)	mg/kg	1,49
Silice (come SiO ₂ solubile)	mg/kg	120	Rame (come Cu)	mg/kg	1,5

· **Confezionamento:**

Il prodotto può essere commercializzato nei seguenti modi:

· Sfuso

GDR·M

GOLA DELLA ROSSA MINERARIA SPA
ESTRAZIONE E LAVORAZIONE CARBONATO DI CALCIO

Gola della Rossa Mineraria SpA
via Clementina 6
60048 Serra San Quirico AN
www.gdrmineraria.com

centralino t 0751 37 62
commerciale@gdrmineraria.com
pec:
goladellarossamineraria@legalmail.it



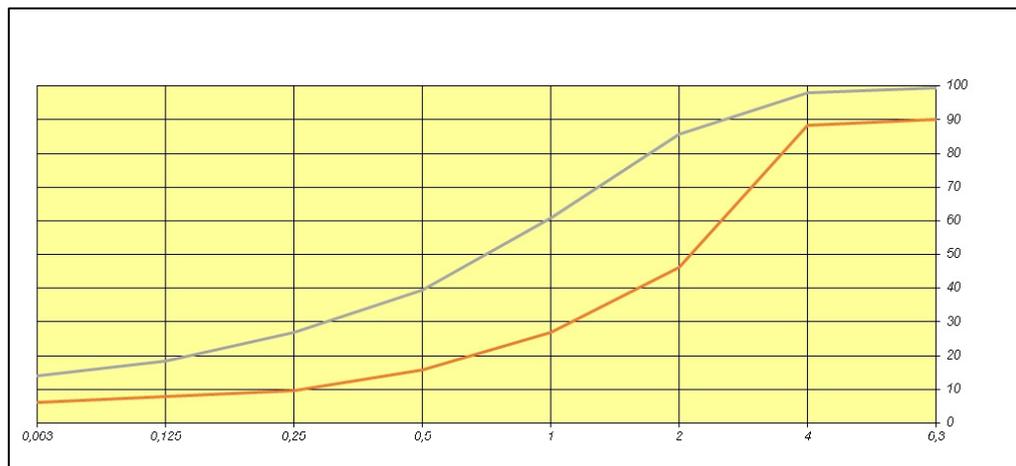
Capitale sociale € 240.000 i.v.
REA Ancona n 207112
Reg. imprese AN / C. F. / P. IVA
02684560424

· **Scheda tecnica** _ Rev. 04 del 23 gennaio 2018

CA06 SABBIA 0-6

Le caratteristiche di purezza e bianchezza permettono al materiale di trovare applicazioni nella produzione di conglomerati cementizi ad elevata resistenza e qualità, nella produzione di conglomerati bituminosi e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico, nella produzione di malte ed utilizzato come materiale non legato e legato con legante idraulico in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

· **Fuso granulometrico:**



Dati risultanti da analisi di serie storiche su prove di Laboratorio

· **Analisi chimiche:**

I dati sotto riportati sono i risultati da una prova di laboratorio e non esonerano l'utilizzatore dalla verifica dell'idoneità del prodotto prima dell'uso.

CaCO ₃	%	>98,0	Arsenico (come As)	mg/kg	< 0,1
Calcio (Ca)	%	39,7	Piombo (come Pb)	mg/kg	0,35
Ferro (come FeO ₃):	mg/kg	70,1	Fluoro (come F-)	mg/kg	37
Magnesio (come Mg)	%	0,254	Cadmio (come Cd)	mg/kg	0,015
Alluminio (come Al ₂ O ₃)	mg/kg	53	Cromo (come Cr)	mg/kg	1,49
Silice (come SiO ₂ solubile)	mg/kg	120	Rame (come Cu)	mg/kg	1,5

· **Confezionamento:**

Il prodotto può essere commercializzato nei seguenti modi:

- Sfuso



Dynamon SP1



Superfluidificante a base acrilica per calcestruzzi da prefabbricazione

DESCRIZIONE DEL PRODOTTO

Dynamon SP1 è un additivo a base acrilica specifico per il settore della prefabbricazione, appartenente al sistema MAPEI **Dynamon SP**.

CAMPI DI APPLICAZIONE

Grazie alla loro elevata lavorabilità (classe di consistenza S4 o S5 secondo norma UNI EN 206-1), i calcestruzzi confezionati con **Dynamon SP1** risultano di facile posa in opera allo stato fresco e di elevate prestazioni meccaniche allo stato indurito.

Dynamon SP1 è particolarmente indicato nel settore della prefabbricazione ed ovunque esista la necessità di una forte riduzione d'acqua, accompagnata da una buona accelerazione delle resistenze meccaniche alle brevi stagionature, in qualsiasi classe di consistenza e con temperature di maturazione superiori ai 15 gradi o con maturazione accelerata dei getti.

Le sue prestazioni lo rendono particolarmente idoneo anche per il confezionamento di calcestruzzi autocompattanti, in quanto **Dynamon SP1** è in grado di garantire un'elevata fluidità e nello stesso tempo non produce significativi rallentamenti dello sviluppo delle resistenze meccaniche del calcestruzzo a breve stagionatura.

I maggiori campi di applicazione di **Dynamon SP1** sono il confezionamento di calcestruzzi:

- per la produzione di travi in cemento armato precompresso, caratterizzati da alti valori di lavorabilità e da una resistenza meccanica a compressione R_{ck} al taglio dei trefoli, minima, di 35 N/mm²;
- per la produzione di tegoli di copertura in cemento armato precompresso, caratterizzati da alti valori di lavorabilità, da una resistenza meccanica a compressione R_{ck} minima, al taglio dei trefoli, di 35 N/mm² e ottimo facciavista;

- per la produzione di pannelli di tamponamento, caratterizzati da un elevato grado di lavorabilità e di finitura superficiale in combinazione ad un ottimo facciavista in opera;
- autocompattanti per la prefabbricazione. **Dynamon SP1**, in combinazione con l'additivo modificatore di viscosità **Viscofluid SCC/10** o **Viscostar 3K**, consente di ottenere calcestruzzi autocompattanti che possono essere posti in opera senza alcuna vibrazione, con un'elevata velocità di getto, grazie alle proprietà di scorrevolezza e di resistenza alla segregazione.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Dynamon SP1 è una soluzione acquosa di polimeri acrilici (privi di formaldeide), capaci di disperdere efficacemente i granuli di cemento.

MODALITÀ DI IMPIEGO

Dynamon SP1 sviluppa la massima azione disperdente se aggiunto dopo gli altri componenti dell'impasto (cemento, aggregati, aggiunte minerali o filler ed almeno l'80% dell'acqua dell'impasto) e prima di **Viscofluid SCC/10** o **Viscostar 3K**.

COMPATIBILITÀ CON ALTRI PRODOTTI

L'additivo **Dynamon SP1** è compatibile con altri prodotti per la produzione di calcestruzzi speciali ed in particolare con:

- gli additivi acceleranti di indurimento privi di cloruri della gamma **Mapefast**, per il raggiungimento di altissime resistenze meccaniche a breve stagionatura;
- gli additivi aeranti della gamma **Mapesair AE** per la produzione di calcestruzzi resistenti ai cicli gelo-disgelo.
- gli additivi modificatori di viscosità **Viscofluid SCC/10** o **Viscostar 3K**, per il confezionamento di calcestruzzi autocompattanti;



Dynamon SP1

DATI TECNICI (valori tipici)	
DATI IDENTIFICATIVI DEL PRODOTTO	
Aspetto:	liquido
Colore:	ambrato
Massa volumica secondo ISO 758 (g/cm ³):	1,08 ± 0,02 a +20°C
Azione principale:	aumento della lavorabilità e/o riduzione dell'acqua d'impasto e rapido sviluppo delle resistenze meccaniche alle brevi stagionature a temperature > 15°C
Classificazione secondo UNI EN 934-2:	riduttore d'acqua ad alta efficacia, superfluidificante, accelerante di indurimento, prospetti 3.1, 3.2 e 7
Classificazione secondo ASTM C494:	tipo F e tipo C
Classificazione secondo ASTM C1017:	tipo I
Cloruri solubili in acqua secondo EN 480-10 (%):	< 0,1 (assenti secondo UNI EN 934-2)
Contenuto di alcali (Na ₂ O equivalente) secondo EN 480-12 (%):	< 3,0
pH secondo ISO 4316:	6,5 ± 1,0

- l'additivo in polvere **Mapeplast SF** a base di microsilice per la produzione di calcestruzzi "top-quality" per resistenza meccanica, impermeabilità e durabilità;
- l'agente espansivo **Expancrete** per la produzione di calcestruzzi a ritiro compensato;
- la cenere volante per la produzione di calcestruzzi tradizionali ed autocompattanti;
- filler calcarei e di altra natura per il confezionamento di calcestruzzi autocompattanti e di qualsiasi tipo che necessitano tale aggiunta;
- disarmanti **DMA** e **Mapeform Eco**, per la sfornatura del calcestruzzo dai casseri;
- gli stagionanti della gamma **Mapecure** per la protezione dalla rapida evaporazione dell'acqua d'impasto da strutture in calcestruzzo non casserate (pavimentazioni).

CONSUMO

Dosaggio in volume:
da 0,6 a 1,2 l per ogni 100 kg di cemento.

Dosaggi diversi da quelli indicati devono essere previamente testati mediante prove in calcestruzzo e, in ogni caso, dopo aver consultato l'assistenza tecnica MAPEI.

CONFEZIONI

Dynamon SP1 viene fornito sfuso, in fusti da 200 l, cistermette da 1000 l.

IMMAGAZZINAGGIO

Dynamon SP1 si conserva per 12 mesi in recipienti chiusi e protetti dal gelo. L'esposizione ai raggi solari diretti può provocare una variazione cromatica,

senza che ciò pregiudichi in alcun modo le caratteristiche prestazionali del prodotto.

ISTRUZIONI DI SICUREZZA PER LA PREPARAZIONE E LA MESSA IN OPERA

Dynamon SP1 non è considerato pericoloso ai sensi delle attuali normative sulla classificazione delle miscele. Si raccomanda di indossare guanti e occhiali protettivi e di utilizzare le consuete precauzioni per la manipolazione dei prodotti chimici. Per ulteriori e complete informazioni riguardo l'utilizzo sicuro del prodotto si raccomanda di consultare l'ultima versione della Scheda Dati Sicurezza.

PRODOTTO PER USO PROFESSIONALE.

AVVERTENZA

Le informazioni e le prescrizioni sopra riportate, pur corrispondendo alla nostra migliore esperienza, sono da ritenersi, in ogni caso, puramente indicative e dovranno essere confermate da esaurienti applicazioni pratiche; pertanto, prima di adoperare il prodotto, chi intenda farne uso è tenuto a stabilire se esso sia o meno adatto all'impiego previsto e, comunque, si assume ogni responsabilità che possa derivare dal suo uso.

Fare sempre riferimento all'ultima versione aggiornata della scheda tecnica, disponibile sul sito www.mapei.com

Le referenze relative a questo prodotto sono disponibili su richiesta e sul sito Mapei www.mapei.it e www.mapei.com

(©) A.G. BETA

La riproduzione di testi, foto e illustrazioni di questa pubblicazione è vietata e viene perseguita ai sensi di legge

671-3-2014



IL PARTNER MONDIALE DEI COSTRUTTORI

CHRYSO®Dem Alky 30

Disarmante emulsionabile



Descrizione

CHRYSO®Dem Alky 30 è un disarmante emulsionabile ad azione chimica.

CHRYSO®Dem Alky 30, diluito in acqua, forma un'emulsione bianca, stabile nel tempo; l'emulsione si conserva per diversi giorni, avendo però l'accortezza di tenere ben chiuso il contenitore per evitare l'evaporazione dell'acqua. Prima di ogni utilizzo miscelare l'emulsione.

CHRYSO®Dem Alky 30 è stato appositamente studiato per migliorare il faccia a vista e, in generale, la qualità estetica del calcestruzzo.

Proprietà

- CHRYSO®Dem Alky 30 consente di ottenere manufatti esenti da macchie;
- sono possibili successivi trattamenti come intonaci, pitture, protettivi, ecc.
- riduce la necessità di pulizia e manutenzione dei casseri, permettendo il loro immediato riutilizzo.

CLASSIFICAZIONE ASSIAD DEGLI AGENTI DISARMANTI		
INFIAMMABILITÀ		**
UTILIZZO / AMBIENTE	IGIENE	**
	CDV	***
	BIODEGRADABILITÀ	***
* CRITERIO FAVOREVOLE		★ CRITERIO SFAVOREVOLE

Campi di applicazione

CHRYSO®Dem Alky 30 è stato studiato per soddisfare tutte le esigenze della cantieristica tradizionale. Può essere applicato per qualunque getto.

Dosaggio, resa

Casseri in legno: 1 parte di disarmante + 10/15 parti di acqua permettono di trattare 120 – 150 m² di cassero.
Casseri metallici: 1 parte di disarmante + 5 parti di acqua permettono di trattare 30 - 40 m² di cassero.

Meccanismo d'azione

CHRYSO®Dem Alky 30 è un disarmante chimico e deve la sua efficacia ad una complessa serie di azioni di seguito riassunte. I disarmanti in emulsione stabile sono costituiti da due distinti componenti intimamente mescolati:

- una miscela di idrocarburi lineari a catena lunga, responsabili del disarmo fisico;
- una miscela di esteri e polialcoli, responsabili del disarmo chimico, e additivi che permettono l'emulsionabilità del CHRYSO®Dem Alky 30 all'acqua.

A contatto del cassero l'acqua evapora, mettendo in intimo contatto i principi attivi con la pasta cementizia evitando che quest'ultima aderisca alla cassaforma.

Modalità di impiego

Non superare i dosaggi consigliati; un eccessivo sovradosaggio nuocerebbe alla buona riuscita del disarmo e all'aspetto finale della superficie del getto.

Asportare eventuali eccessi di prodotto con un panno asciutto. In caso di dispersione accidentale del prodotto raccogliere con materiale assorbente specifico e inviare in discarica autorizzata.

Non applicare con temperatura inferiore a 0 °C.

Nota bene

CHRYSO®Dem Alky 30 non va usato per calcestruzzi per i quali sia richiesto un tempo rapido di scasseratura.

Stoccaggio

In ambiente coperto, asciutto e a temperature comprese tra +5 °C e i 35 °C. Teme il gelo.

Durata del prodotto: 24 mesi.

Sicurezza

Per la manipolazione del prodotto e l'utilizzo dei Dispositivi di Protezione Individuale, consultare la relativa Scheda Dati di Sicurezza, disponibile su richiesta.



PASTE COLORANTI PENTASOL UN

PASTE COLORANTI UNIVERSALI PER RESINE TERMOINDURENTI

Le paste coloranti PENTASOL UN sono dispersioni di pigmenti in un veicolo non reattivo compatibile con un'ampia gamma di resine termoindurenti.

Particolarmente indicate per prodotti derivati da resine poliesteri insature, epossidiche e poliuretatiche non a solvente.

Formulate con pigmenti altamente selezionati e con veicoli di macinazione esenti da solventi, garantiscono la costanza qualitativa ed offrono i seguenti vantaggi:

- alta stabilità allo stoccaggio
- minima sedimentazione
- non infiammabilità
- etichettatura ai fini della sicurezza assente
- minor separazione dei pigmenti.

I pigmenti organici ed inorganici utilizzati vengono testati e selezionati per garantire ottime caratteristiche di bagnabilità e macinabilità, oltre che elevate caratteristiche di stabilità e solidità.

Elemento discriminante nella selezione dei pigmenti è la assoluta non tossicità.

Questo ha portato alla progressiva riduzione, fino alla completa eliminazione, dei pigmenti contenenti sali di piombo.

Modalità applicative

E' consigliabile aggiungere le paste coloranti PENTASOL UN alla resina sotto lenta agitazione per evitare o limitare l'inclusione di bolle d'aria.

È sempre consigliabile mescolare bene le paste prima di utilizzarle in maniera tale da ottenere un prodotto uniforme.

La percentuale di utilizzo dipende sia dall'effetto finale richiesto, sia dal colore della pasta.

Alcune tinte sono più coprenti di altre.

In genere la percentuale ottimale varia

- dallo 0,1 - 0,3 % quando si vuole ottenere un effetto colorato trasparente su resine incolori e trasparenti da colata
- dal 5 al 10 % per ottenere effetti pieni su resine da colata
- dal 8 al 12 % su resine pennellabili ad alto spessore (200-500 µm)
- dal 20 al 30 % su prodotti vernicianti classici.

Confezioni

ml 30 - gr 250 - Kg 1 - Kg 5

DURALOID AL-30 2.0

SMALTO EPOSSIDICO BICOMPONENTE, LUCIDO AD ALTA TENUTA ALL'INGIALLIMENTO

Formulato epossidico bicomponente, caratterizzato da elevata trasparenza.
Non è adatto a realizzare spessori superiori ad 1 mm, pena la comparsa di opacità prima ed effetto lattiginoso poi.

DURALOID AL-30 2.0 è idoneo al contatto permanente con **tutti gli alimenti a temperature inferiori a 40°C e temporanee fino a 70°C.**

Per un contatto temporaneo è idoneo fino a temperature di 70°C.

PROCHIMA infatti ai sensi dalle vigenti disposizioni di Legge in materia, per la formulazione usa solamente sostanze ammesse e sono stati eseguiti presso laboratori autorizzati tutti i test di cessione previsti.

Resiste bene anche al lavaggio in lavastoviglie a temperature non superiori a 80°C.

Può essere applicato su vari materiali, come legno, metallo, terracotta, gesso ed anche sul polistirolo; inoltre il prodotto non rimuove decorazioni eseguite con colori all'acqua o acrilici.

DURALOID AL-30 contiene un additivo distendente per evitare schivature e migliorare l'aspetto superficiale e un agente tixotropico che riduce la tendenza a colature nell'applicazione in verticale.

Componente A: resina epossidica liquida esente da solventi.

Componente B: indurente addotto a base di ammina ciclo alifatica ad alta tenuta all'ingiallimento.

Caratteristiche

Viscosità Base (a 25°C)	mPa·sec	2.000±100
Viscosità Indurente (a 25°C)	mPa·sec	700±100
Peso specifico Base (a 25°C)	Kg/lit	1,16
Peso specifico Indurente (a 25°C)	Kg/lit	1,03
Peso specifico Miscela (a 25°C)	Kg/lit	1,12
Resa media per spessore 330 µm	mq/Kg	3,0
Tempo di lavorazione (pot-life) ¹	minuti	35
Indurimento fuori polvere (330 µm a 25°C) ²	ore	8
Indurimento totale (330 µm a 25°C) ³	ore	72
Tempo sovraverniciatura (330 µm a 25°C)	ore	10
Rapporto Base/Indurente	peso/peso	100/33

¹ Il termine pot-life indica la vita utile della miscela per l'utilizzo in minuti, prima che inizi a riscaldare e quindi ad indurire. Il valore è riferito su una massa di 200 gr. Con masse maggiori i tempi di utilizzo si riducono.

² L'indurimento fuori polvere o "apparente" è uno stato di solido o semisolido che il prodotto raggiunge dopo che si è dissipato il calore sviluppatosi durante la reazione. Il pezzo è abbastanza duro da essere maneggiato, ma cede sotto la pressione dell'unghia e non trattiene più la polvere.



Campi d'impiego

Si utilizza principalmente nella vetrificazione di superficie destinate a venire a contatto permanente con alimenti, quali serbatoio e vasche ma anche manufatti come taglieri in legno, bicchieri, piatti, ciotole.

Dopo l'indurimento la superficie risulta lucida, con aspetto vetroso, ed ha elevata resistenza agli urti al graffio e all'ingiallimento.

Può essere efficacemente usata anche per vetrificare superficie che non necessitano dell'idoneità al contatto alimentare come manufatti nel settore artistico, dell'artigianato e della bigiotteria.

Come tutti gli epossidici ha un'alta resistenza agli agenti chimici basici e acidi.

Preparazione delle superficie

Le superficie vanno sgrassate e carteggiate e/o sabbiare, comprese quelle realizzate 3-4 o più giorni prima con lo stesso DURALOID AL-30 2.0.

Non è necessaria una ruvidità grossolana ma è sufficiente creare opacità.

Preparazione del prodotto

Pesare esattamente le quantità stechiometriche (100 parti di componente A e 33 parti di componente B) mescolare bene, raschiando anche le pareti ed il fondo del contenitore, fino a quando la miscela non è omogenea.

ATTENZIONE: non mettere più componente B del necessario, con l'infondato intento di accelerare la reazione, perché le capacità meccaniche finali del rivestimento sarebbero compromesse.

Applicazione

La particolare viscosità del prodotto è studiata per consentire l'applicazione con pennello o con rullo a pelo corto tipo "moair", senza la necessità di alcuna diluizione per temperature di 25°C, ed ottenere, a terra e a parete, in 1 mano i circa 330 µm di spessore consigliato.

A temperature inferiori è consigliata una diluizione con

- 2-5% di ECOSOLV 220 per applicazioni su polistirolo e pavimentazioni e/o rivestimenti
- 2-5% di ALCOL ETILICO PURO, per ottenere rivestimenti che andranno a contatto con alimenti.

Per applicare DURALOID AL-30 2.0 a spruzzo, dipendentemente dal sistema usato (pressione e diametro dell'ugello) la diluizione può arrivare anche al 10% circa.

A 25°C, non far passare più di 24 ore tra due applicazioni successive.



E-30 EFFETTO ACQUA

FORMULATO EPOSSIDICO DA COLATA A BASSO INGIALLIMENTO

Caratteristica principale di questo formulato è l'elevata trasparenza dei suoi componenti.

Viene impiegato nel settore artistico, nell'artigianato e nel modellismo, per realizzare colate trasparenti di spessore anche elevato, per l'inglobamento di oggetti, o ottenere l'effetto acqua. Viene inoltre utilizzato nell'industria della bigiotteria nell'imitazione degli smalti vetrosi.

Il prodotto colato in una superficie in piano si autolivella perfettamente; dopo l'indurimento la superficie risulta lucida e priva di aloni.

Prodotto a due componenti da miscelare prima dell'uso.

Componente A è una resina epossidica liquida esente da solventi, derivata da bisfenolo F.

Componente B è un indurente addotto a base di ammina cicloalifatica.

Disponibile anche la versione FAST, più veloce.

Caratteristiche dei componenti

	Componente A	Componente B
Viscosità (mPa·s a 25°C)	650-750	350-450
Densità (gr/cm ³ a 25°C)	1,15	1,03
Colore Gardner	max 1	max 1
Rapporto miscela in peso	100	60

Cicli di indurimento

E-30

Pot-life della miscela a 25°C - massa 200 gr:	40 minuti
Indurimento apparente a 25°C - massa 200 gr, 3 mm:	8 ore
Indurimento completo a 25°C - massa 200 gr, 3 mm:	72 ore
Indurimento apparente a 25°C - massa 200 gr, 5 mm:	7 ore
Indurimento completo a 25°C - massa 200 gr, 5 mm:	72 ore

E-30 FAST

Pot-life della miscela a 25°C - massa 200 gr:	20 minuti
Indurimento apparente a 25°C - massa 200 gr, 3 mm:	5 ore



Indurimento completo a 25°C – massa 200 gr, 3 mm:	60 ore
Indurimento apparente a 25°C - massa 200 gr, 5 mm:	3 ore
Indurimento completo a 25°C - massa 200 gr, 5 mm:	48 ore

Il termine pot-life indica la vita utile della miscela per l'utilizzo in minuti, prima che inizi a riscaldare e quindi ad indurire. Il valore è riferito su una massa di 200 gr. Con masse maggiori i tempi di utilizzo si riducono.

L'indurimento apparente è uno stato di solido o semisolido che il prodotto raggiunge dopo che si è dissipato il calore sviluppatosi durante la reazione. Il pezzo è abbastanza duro da essere maneggiato, ma cede sotto la pressione dell'unghia

L'indurimento totale viene raggiunto quando tutte le molecole hanno reagito fra loro, creando macromolecole a lunga catena. A questo punto il pezzo ha raggiunto la sua stabilità, risulta indeformabile e acquisisce la sua resistenza meccanica definitiva.

La temperatura ambiente ha un'influenza notevole sia sulla viscosità dei 2 componenti, che sui tempi di indurimento della miscela. Con l'abbassare della temperatura la resina si addensa sensibilmente.

Questo non comporta però variazioni apprezzabili sul risultato finale.

La temperatura influisce anche sui tempi di indurimento. A tal proposito bisogna tener conto anche del calore che sviluppa la reazione: maggiore è la massa, più calore si sviluppa durante la reazione e minore è la dissipazione del calore prodotto.

Vi è una notevole differenza nei tempi di indurimento in relazione allo spessore dello strato colato. A parità di temperatura ambiente, uno strato di 3 mm può impiegare 8-10 ore prima di entrare nella fase di indurimento (causa la maggior dissipazione del calore) Mentre se lo spessore è di 8-10 mm inizia ad indurire dopo appena 3 ore.

I tempi sopra citati si riducono se la temperatura ambiente è più elevata, e si allungano con le basse temperature.

L'umidità dell'aria o la contaminazione con acqua possono dare opacità superficiale (fenomeno della "Carbonatazione"): quindi è necessario evitare tali condizioni durante il lavoro.

Se alcuni pezzi presentano tale fenomeno, è possibile eliminare l'opacità semplicemente lucidandoli con pasta abrasiva.

Suggerimenti per ottenere risultati ottimali

1. Conservare il prodotto in un luogo riscaldato durante la stagione invernale, in modo che la resina si mantenga fluida e scorrevole, mai a temperature inferiori a 5°C. Infatti, al di sotto di questa soglia, il componente A potrebbe presentarsi liquido e opaco, in fase gel e/o solido lattiginoso.

In tal caso, per riportare la resina allo stato normale, basta riscaldare a temperature di almeno 60°C.



2. Dosare i componenti sempre in peso, possibilmente con una bilancia a lettura digitale con sensibilità 1 o 2 gr rispettando le dosi indicate. Non variare mai il rapporto.
3. Mescolare accuratamente con una spatola a lama allungata, cercando di rimuovere il prodotto attorno alle pareti e sul fondo del contenitore, in modo da ottenere una miscela omogenea in tutta la massa. Attendere qualche minuto per la deaerazione prima di colare.
4. Lavorare in ambienti con temperature non inferiori a 18°C.
5. Dopo la colata verificare se non vi sono rimaste inglobate bolle d'aria, specialmente in corrispondenza di angoli o sottosquadro. Eventualmente agevolare la fuoriuscita agendo con uno stecchino.
Fare indurire in un luogo riparato dalla polvere, possibilmente a temperatura più elevata: 30-40°C
In questo modo la resina si stende completamente e la superficie risulta perfettamente lucida e regolare.
6. Igiene sul lavoro: Indossare guanti protettivi durante la manipolazione dei componenti. Evitare il contatto con gli occhi e mucose. A fine lavoro lavare le mani prima con acqua e sapone, poi eventualmente con alcol etilico.
Non imbrattare il piano di lavoro, pulire con carta monouso. Ripulire gli attrezzi con alcool o DILUENTE EPOX PROCHIMA.

Confezionamento

320 gr - 800 gr - 1,6 Kg - 8 Kg - 24 Kg

Stoccaggio

Componente A: 5-35°C. Teme il gelo.
Componente B: 5-35°C.

Avvertenze

Non usare a temperature inferiori a 12-13°C.
Non usare oltre il tempo di lavorazione, trascorso il quale, in caso di aumento della viscosità, non bisogna assolutamente aggiungere diluente credendo di aumentare la vita utile del prodotto.

Consigli per l'uso in sicurezza

Indossare guanti e occhiali protettivi sia durante la miscela che nell'applicazione.
Lavare rulli e attrezzi con diluente epossidico o diluente nitro o alcol etilico denaturato appena terminato il lavoro.
Non gettare i residui ed il solvente di lavaggio nelle fognature.

PLEXIFLUID 2.0

FORMULATO EPOSSIDICO DA COLATA A BASSISSIMO INGIALLIMENTO

Resine epossidiche meno ingiallenti e più lente della più conosciuta E-30, le 3 versioni della PLEXIFLUID 2.0 ne conservano la l'elevata trasparenza dei suoi componenti.

Vengono impiegate nel settore artistico, nell'artigianato e nel modellismo, per realizzare colate trasparenti di spessore anche elevato in una sola colata, vista la bassa esotermia dovuta ad una cinetica di reazione molto lenta, per l'inglobamento di oggetti o per ottenere l'effetto acqua.

In tutti i casi, il prodotto colato in una superficie in piano si auto livella perfettamente; dopo l'indurimento la superficie risulta lucida e priva di aloni.

Prodotto a due componenti da miscelare prima dell'uso.

Componente A è una miscela di resina epossidica e diluenti reattivi con colore APHA molto basso.

Componente B è un indurente a base di ammina alifatica.

Caratteristiche dei componenti

	A	B (2CM)	B (4CM)	B (6CM)
Viscosità (mPa·s a 25°C)	700-800	50-100	150-200	100-150
Densità (gr/cm³ a 25°C)	1,12	0-98	0,99	0,98
Colore Gardner	Max 1	Max 1	Max 1	Max 1
Rapporto miscela in peso	100	30	50	50

Cicli di indurimento a 25°C

	2CM	4CM	6CM
Pot-life della miscela a 25°C (200 gr) - minuti	120	200	500
Indurimento apparente a 25°C (200 gr, 10 mm) - ore	8	12	30
Indurimento completo a 25°C (200 gr, 10 mm) - ore	72	144	192
Indurimento apparente a 25°C (200 gr, 20 mm) - ore	8	10	24
Indurimento completo a 25°C (200 gr, 20 mm) - ore	60	120	240

Il termine pot-life indica la vita utile della miscela per l'utilizzo in minuti, prima che inizi a riscaldare e quindi ad indurire. Il valore è riferito su una massa di 1 Kg. Con masse maggiori i tempi di utilizzo si riducono.

L'indurimento apparente è uno stato di solido o semisolido che il prodotto raggiunge dopo che si è dissipato il calore sviluppatosi durante la reazione. Il pezzo è abbastanza duro da essere maneggiato, ma cede sotto la pressione dell'unghia.

L'indurimento totale viene raggiunto quando tutte le molecole hanno reagito fra loro, creando macromolecole a lunga catena. A questo punto il pezzo ha raggiunto la sua stabilità, risulta indeformabile e acquisisce la sua resistenza meccanica definitiva.

La temperatura ambiente ha un'influenza notevole sia sulla viscosità della resina, che sui tempi di indurimento della miscela. Con l'abbassare della temperatura la resina si addensa sensibilmente.

Questo non comporta però variazioni apprezzabili sul risultato finale.

Comunque, è sempre bene tener conto anche del calore che sviluppa la reazione: maggiore è la massa, più calorie si sviluppano durante la reazione e minore è la dissipazione del calore prodotto.

L'umidità dell'aria o la contaminazione con acqua possono dare opacità superficiale (fenomeno della "Carbonatazione"): quindi è necessario evitare tali condizioni durante il lavoro.

Se alcuni pezzi presentano tale fenomeno, è possibile eliminare l'opacità semplicemente lucidandoli.

Suggerimenti per ottenere risultati ottimali

1. Conservare il prodotto in un luogo riscaldato durante la stagione invernale, in modo che la resina si mantenga fluida e scorrevole, mai a temperature inferiori a 5°C. Infatti, al di sotto di questa soglia, il componente A potrebbe presentarsi da liquida e opaca a gel e/o solido lattiginoso.

In tal caso, per riportare la resina allo stato normale, basta riscaldare.

2. Dosare i componenti sempre in peso, possibilmente con una bilancia a lettura digitale con sensibilità 1 o 2 gr rispettando le dosi indicate. Non variare mai il rapporto.

3. Mescolare accuratamente con una spatola a lama allungata, cercando di rimuovere il prodotto attorno alle pareti e sul fondo del contenitore, in modo da ottenere una



mescola omogenea in tutta la massa. Attendere qualche minuto per la deaerazione prima di colare.

4. Lavorare in ambienti con temperature non inferiori a 18°C.

5. Dopo la colata verificare se non vi sono rimaste inglobate bolle d'aria, specialmente in corrispondenza di angoli o sottosquadro. Eventualmente agevolare la fuoriuscita agendo con uno stecchino.

Fare indurire in un luogo riparato dalla polvere, possibilmente a temperatura più elevata: 30-40°C

In questo modo la resina si stende completamente e la superficie risulta perfettamente lucida e regolare.

6. Igiene sul lavoro: Indossare guanti protettivi durante la manipolazione dei componenti. Evitare il contatto con gli occhi e mucose. A fine lavoro lavare le mani prima con acqua e sapone, poi eventualmente con alcol etilico.

Non imbrattare il piano di lavoro, pulire con carta monouso. Ripulire gli attrezzi con alcool o DILUENTE EPOX PROCHIMA.

Confezionamento

2 cm → 800 gr, 1,6 Kg, 6,5 Kg, 26 Kg

4 cm → 7,5 Kg, 30 Kg

6 cm → 7,5 Kg, 30 Kg

Stoccaggio

Componente A: 5-35°C. Teme il gelo.

Componente B: 5-35°C.

Avvertenze

Non usare a temperature inferiori a 18-20°C.

Non usare oltre il tempo di lavorazione, trascorso il quale, in caso di aumento della viscosità, non bisogna assolutamente aggiungere diluente credendo di aumentare la vita utile del prodotto.

Consigli per l'uso in sicurezza

Indossare guanti e occhiali protettivi sia durante la miscela che nell'applicazione.

CERA GLOSS

CERA SINTETICA IN PASTA

Pasta di colore bianco opaco con odore blando di Idrocarburi è composto da una miscela di cere in Idrocarburi.

Appositamente studiata per formare un film morbido e continuo, è il prodotto più versatile per i trattamenti distaccanti, applicabile manualmente in leggere passate a breve distanza.

Per la prima stampata è necessario un ciclo di tre passate intervallate di 10 minuti, poi è sufficiente una passata prima di stampare.

Non usare oltre 65°C.

CERA GLOSS asciuga quasi istantaneamente: si attende qualche minuto per l'evaporazione del solvente e si regolarizza con un panno di cotone.

Se si creano stampi in resina poliestere è indispensabile completare il trattamento con l'abbinamento di POLIVINOL PROCHIMA, pennellato prima di CERA GLOSS, per evitare che lo Stirolo presente nelle resine poliesteri penetri attraverso lo strato di cera e danneggi il modello.

Specifiche

Solubilità in acqua:	no
Punto d'infiammabilità:	> 24°C
Densità a 20°C	0,75 ± 0,05 gr/cm ³

Impieghi

Usi peculiari sono:

- il trattamento distaccante di stampi in vetroresina nel settore del modellismo;
- stampaggio di carenature per moto e oggetti vari su stampi in vetroresina che abbiano buona finitura.

Confezionamento

150 gr, 750 gr, 3,75 Kg

Stoccaggio

2 anni a temperature comprese tra 5 e 35°C.

NATROSOL® 250

idrossietilcellulosa idrosolubile

Con il marchio NATROSOL® 250 si identifica una serie di polveri bianche che si sciolgono facilmente in acqua, sia calda che fredda, dando soluzioni con viscosità variabile. Chimicamente si tratta di cellulosa, con lunghezza di catena variabile, che viene eterificata a idrossietiltere per ottenere un equilibrio ottimale di proprietà.

Il NATROSOL 250 viene usato come modificatore di viscosità e reologia, colloide protettore, agente di ritenzione d'acqua, stabilizzante e agente di sospensione, particolarmente in quelle applicazioni in cui viene richiesta una sostanza non ionica.

TIPI E SPECIFICHE

I tipi di NATROSOL 250 differiscono nella loro viscosità in soluzione, comportamento di idratazione, biostabilità e granulometria come sotto riportato:

- tipi "R" e tipi "D", trattati in modo da ritardare l'idratazione delle particelle per evitare la formazione di grumi a contatto con l'acqua. Gli intervalli di viscosità di questi tipi sono sotto menzionati. Tali intervalli si applicano anche a:
- tipi-B (es. NATROSOL 250 HBR), con maggior resistenza a processi di degradazione biologica e chimica.
- tipi che riportano una "X" o "W" nella loro denominazione (es. NATROSOL 250 HXR e NATROSOL 250 HHW) hanno una granulometria fine.
- di alcuni gradi di viscosità, sono disponibili anche i tipi senza solubilità ritardata (Natosol 250 L, G, H, ecc.)

Gradi speciali del prodotto, che soddisfino specifiche richieste del cliente, possono essere resi disponibili, quando ciò sia tecnicamente e commercialmente possibile, su richiesta e dopo consultazione con la nostra forza vendita.

Specifiche di viscosità dei NATROSOL, a 25°C, mPas (Metodo N5-5)

Non-R	Tipi				Viscosità misurata alla concentrazione			Apparecchio Brookfield LVF	
	X	W e D	R	B	1%	2%	5%	Girante n.	Giri al min.
-	-	-	HHR-P	-	5.000 - 6.400	-	-	4	30
-	-	-	-	HHBR	3.400 - 5.500	-	-	4	30
-	HHX	HHW	HHR	-	3.400 - 5.000	-	-	4	30
-	HHXR	HHWD	-	-	3.400 - 5.000	-	-	4	30
-	-	-	-	H4BR	2.600 - 3.300	-	-	3	30
H	HX	-	HR	HBR	1.500 - 2.500	-	-	3	30
-	HXR	-	-	-	1.500 - 2.500	-	-	3	30
-	HBXR	-	-	-	1.500 - 2.500	-	-	3	30
-	-	-	-	MHBR	1.000 - 1.500	-	-	3	30
M	MX	-	MR	MBR	-	4.500 - 6.500	-	4	60
-	-	-	KR	-	-	1.500 - 2.500	-	3	30
G	GXR	-	GR	-	-	250 - 450	-	2	60
L	-	-	LR	-	-	-	100 - 180	1	30