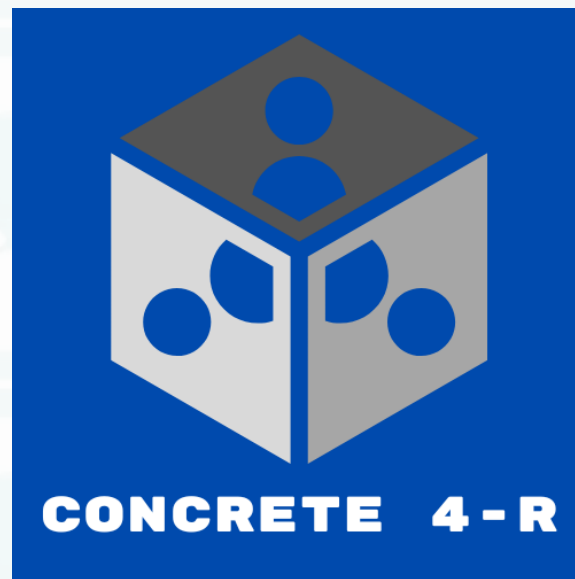


FAB LAB TUTORSHIP E QUALIFICAZIONE IMPRESE

PON FSE CAMPANIA 2014-2020
APQ REGIONE CAMPANIA
AREA INTERNA VALLO DI DIANO



OTTIMIZZAZIONE FORMALE E RIDUZIONE DELLE QUANTITA' DI MATERIALE : CONCRETE 4-R



Indirizzo Costruzioni, Ambiente e Territorio

FOUR - R perché...

R

IDUZIONE

- DELLA CENERE DI PELLET DA SMALTIRE IN DISCARICA
- DEL CEMENTO, LA CUI PRODUZIONE PROVOCA L'IMMISSIONE DI CO₂

IUTILIZZO

- DELLA CENERE DI PELLET PER CREARE UN NUOVO MATERIALE E FAVORIRE COSÌ L'ECONOMIA CIRCOLARE

ICICLO

- EVITARE LO SPRECO DI UN MATERIALE POTENZIALMENTE UTILE E DESTINATO ALLA DISCARICA COME LA CENERE DI PELLET PER FAVORIRE LA SOSTENIBILITÀ E LA SALVAGUARDIA AMBIENTALE

RECUPERO

- DI UN MATERIALE COME LA CENERE DI PELLET CONSIDERATO RIFIUTO

Alcuni valori qualitativi per pellet non industriale secondo la UNI EN 14961-2.

Grandezza	CLASSE A1	CLASSE A2	CLASSE B
Origine e fonte	<ul style="list-style-type: none"> - Tronchi - Residui legnosi non trattati chimicamente 	<ul style="list-style-type: none"> - Piante intere senza radice - Tronchi - Residui del taglio - Corteccia - Residui legnosi non trattati chimicamente 	<ul style="list-style-type: none"> - Legno da esbosco, Coltivazioni a ciclo breve e altro legno vergine - Sottoprodotti e residui della prima lavorazione del legno - Legno post consumo
Umidità, M	M10 < 10%	M10 < 10%	M10 < 10%
Ceneri, A	A0.7 < 0,7% sul secco	A1.5 < 1,5% sul secco	A3.0 < 3,0% sul secco
Durabilità meccanica, DU	DU97.5 > 97,5% come ricevuto	DU97.5 > 97,5% come ricevuto	DU96.5 > 96,5% come ricevuto
Polvere di legno, F,	F1.0 < 1,0% come ricevuto	F1.0 < 1,0% come ricevuto	F1.0 < 1,0% come ricevuto
Agenti leganti	< 2 w-% sul secco - Dichiarare tipo e quantità	< 2 w-% sul secco - Dichiarare tipo e quantità	< 2 w-% sul secco - Dichiarare tipo e quantità
Densità dello sfuso, BD	BD600 > 600 kg/m ³	BD600 > 600 kg/m ³	BD600 > 600 kg/m ³

«Notevole è stata la diffusione delle ceneri nel settore dei calcestruzzi per dighe: già nel 1953 si è avuta la prima importante applicazione con la costruzione della diga di **Hungry Horse** negli Stati Uniti d'America. Da allora si è accumulata una vasta esperienza, non solo negli USA, ma anche in molti altri paesi esteri (Giappone, Gran Bretagna, Francia, Sud Africa ecc) che ha consentito la costruzione di opere anche di notevoli dimensioni con risultati particolarmente favorevoli soprattutto per quanto riguarda i peculiari problemi dei calcestruzzi massivi»



CURVA GRANULOMETRICA

$$T_i(\%) = 100 \cdot \frac{P_i}{\sum_{i=1} P_i}$$

$$PC_i(\%) = 100 - TC_i(\%)$$

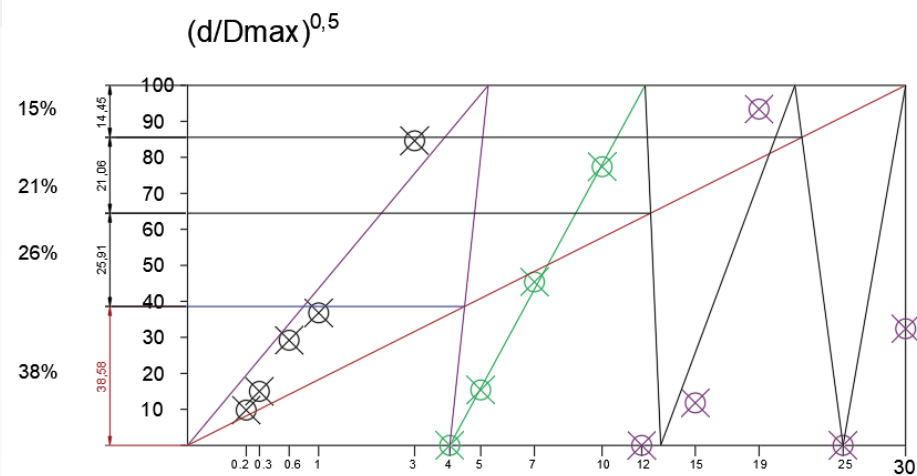
$$TC_i(\%) = 100 \cdot \frac{\sum_{j=1}^i P_j}{\sum_{i=1} P_i}$$

Dcriv	peso+tara	peso-tara	%peso	tratt. Cum	%passante
3	1749	77	15,4	15,4	84,6
1	1911	239	47,8	63,2	36,8
0,6	1710	38	7,6	70,8	29,2
0,3	1743	71	14,2	85	15
0,2	1698	26	5,2	90,2	9,8
<0,2	1721	49	9,8	100	0

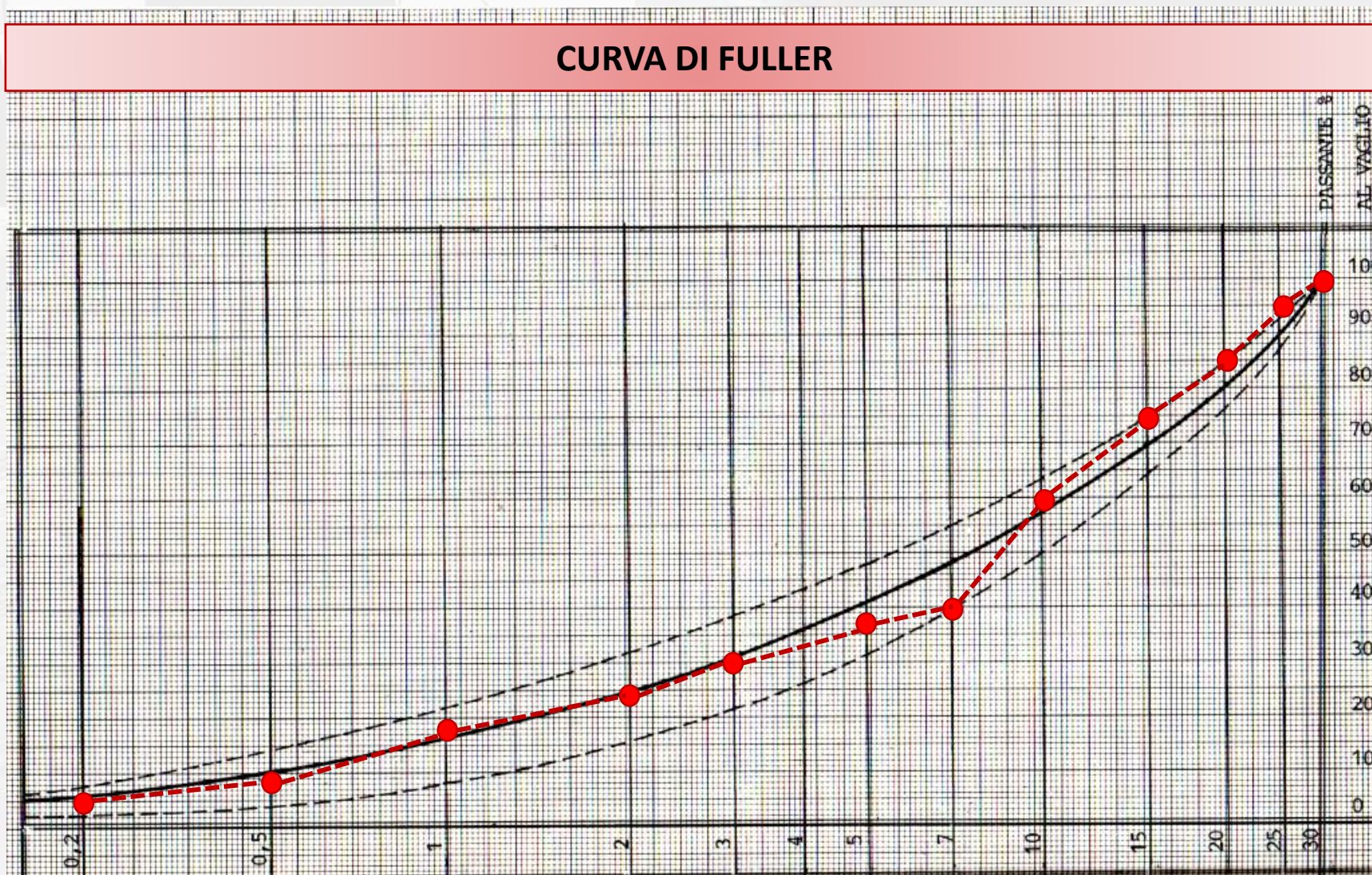
Dcriv	peso+tara	peso-tara	%peso	tratt. Cum	%passante
10	1785	113	22,6	22,6	77,4
7	1832	160	32	54,6	45,4
5	1822	150	30	84,6	15,4
4	1737	77	15,4	100	0

Dcriv	peso+tara	peso-tara	%peso	tratt. Cum	%passante
19	1705	33	6,6	6,6	93,4
15	2080	408	81,6	88,2	11,8
12	1731	59	11,8	100	0

Dcriv	peso+tara	peso-tara	%peso	tratt. Cum	%passante
30	2010	338	67,6	67,6	32,4
25	1834	162	32,4	100	0



CURVA DI FULLER



PROGETTO DEL CALCESTRUZZO – S2

Si vuol progettare la miscela di calcestruzzo per realizzare una parete **non armata**, avente una dimensione minima di 100 mm e D_{max} dell'aggregato pari a 30 mm.

1) DATI IN INGRESSO. IL PROGETTISTA STABILISCE :

- **Resistenza caratteristica** [espressa in N/mm^2] o classe di resistenza del calcestruzzo :

R_{ck} 30

- **Diametro massimo dell'aggregato** [espresso in mm] con l'ausilio della tabella A;

D_{max} 30

Dimensione minima della sezione mm.	DIAMETRO MASSIMO INERTE (mm.)			
	Pareti armate travi e pilastri	Pareti non armate	Lastre molto armate	Lastre poco armate
50-120	15-20	20	20-25	20-40
150-300	20-40	40	40	40-80
300-750	40-70	70	40-70	70

Tabella A

- **Tipo di cemento** in funzione della classe di esposizione e del valore della classe di resistenza che si vuol raggiungere:

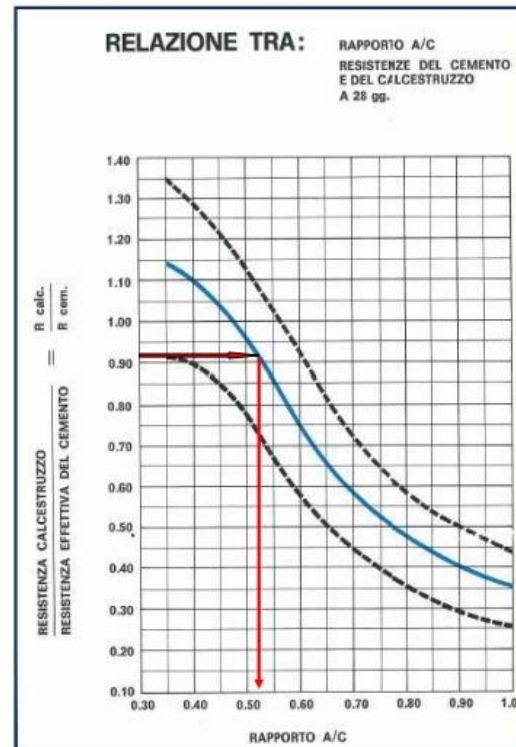
CEM 32,5 R

- **Classe di consistenza** (misura della lavorabilità) in funzione del tipo di manufatto che si intende realizzare e del tipo di costipamento. Poiché la struttura da realizzare è molto armata, la classe di consistenza richiesta è:

S 2

2) Determinazione del rapporto a/c (ACQUA/CEMENTO)

Nota il rapporto tra la resistenza del calcestruzzo e la resistenza effettiva del cemento si entra sull'asse delle ordinate e si traccia una linea orizzontale che intercetta la curva al centro del fuso ($30/32,5=0,92$). Si proietta il punto così ottenuto sull'asse delle ascisse e si legge il rapporto acqua/cemento. Volendo ottenere un cls S5 senza utilizzare superfluidificanti e con aggregati asciutti è opportuno considerare la curva più a destra:



a/c 0,6 0,54

3) Determinazione del dosaggio di acqua a

Nota il valore dello slump e il diametro massimo dell'aggregato, è possibile risalire al valore del **dosaggio di acqua di impasto a** [l] con l'ausilio della seguente tabella :

Consistenza UNI	Slump mm	Dosaggio d'acqua di impasto (l/m^3) in funzione del D_{max} dell'aggregato (mm)			
		10 mm	16 mm	25 mm	40 mm
Rigida	0	< 180	< 170	< 160	< 150
Umidia	10-40	195	180	170	160
Plastica	50-90	215	200	190	180
Semifluida	100-150	230	215	205	195
Fluida	160-200	240	225	215	205
Superfluida	> 210	250	235	225	215
Aria intrappolata (l/m^3)		3	2,5	2	1,5

a 195

DOVREMMO INSERIRE 188 litri ma TERREMO CONTO DEL FATTO CHE GLI AGGREGATI NON SONO LAVATI

E' possibile risalire anche al **volume di aria intrappolata a'** :

a' 2,2

di cui non terremo conto ai fini dell'esercitazione

4)

Determinazione del dosaggio di cemento c :

Si ottiene per mezzo della seguente relazione:

$$c = a / (a/c)$$

c 361

MIX DESIGN

5) Determinazione quantitativo di aggregati

Il peso dell'aggregato di un metro cubo sarà dato dalla differenza :

$$i = 2400 \text{ kg} - a - c$$

i

1844

Gli inerti a disposizione hanno questa granulometria:

Sabbia 0-5 mm
Pietrischetto 5-15 mm
Pietrisco 15-25 mm
Pietrisco grande 25-30 mm

Dal grafico che riporta la curva di Fuller, si parte dall'asse delle x dove sono riportati i diametri dei vari aggregati, si intercetta la curva stessa e si leggono i rispettivi valori dei passanti sull'asse delle y. In questo modo risultano le seguenti percentuali di inerti :

Sabbia	38% g
Pietrischetto	26% g
Pietrisco	21% g
Pietrisco grande	15% g



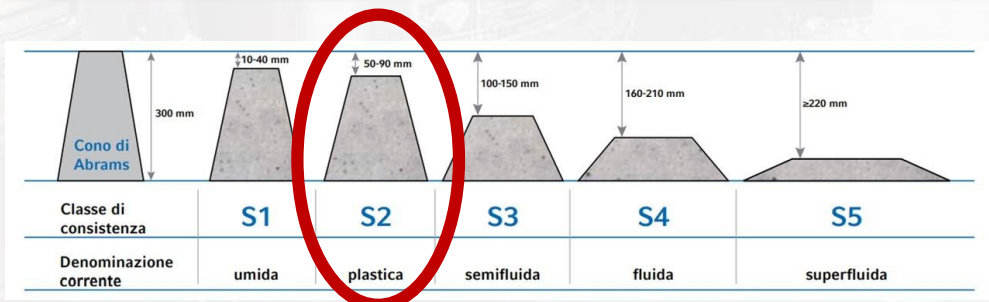
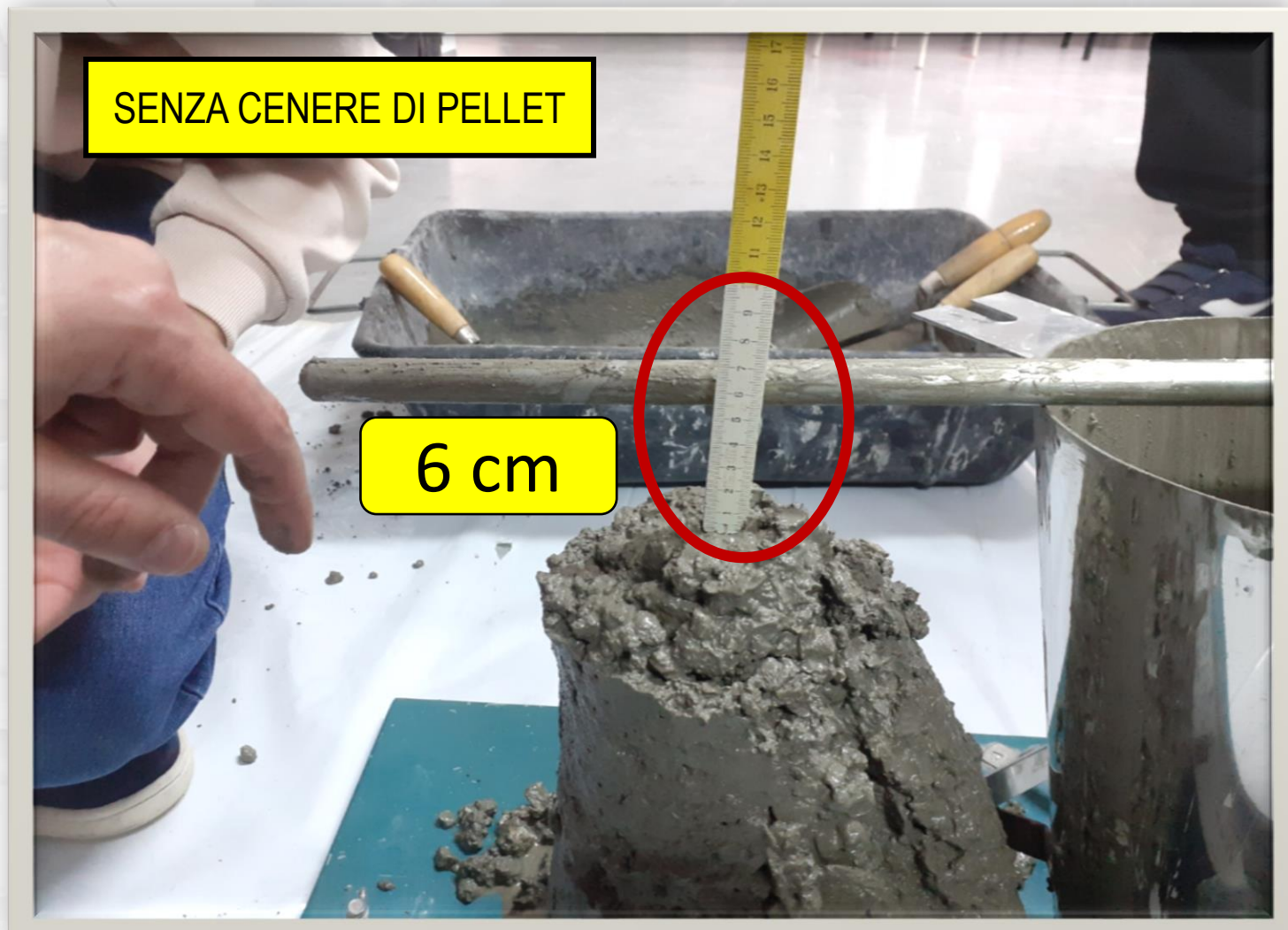
SABBIA	PIETRISCHETTO	PIETRISCO	PIETRISCO GRANDE
38%	26%	21%	15%
700,7	479,4	387,2	276,6

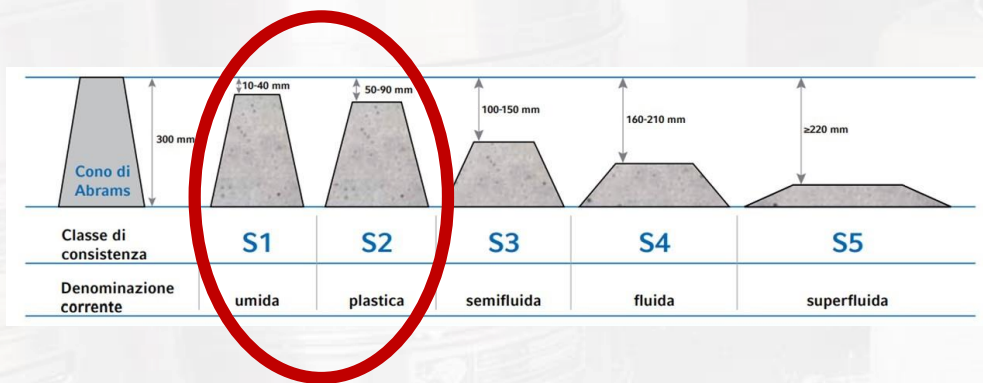
Kg

TIPO CLS	CEMENTO	CENERE DI PELLET 10%	ACQUA	SABBIA	PIETRISCHETTO 5-15	PIETRISCO 15-25	PIETRISCO 25-30
R	4,061	-	2,193	7,883	5,394	4,356	3,112
P	3,655	0,406	2,343	7,883	5,394	4,356	3,112

Impasto per 27 Kg di miscela

a/c con l'aggiunta di 150 ml nel **CLS P** passa da **0,54 a 0,64**





CON CENERE DI PELLET

4,8 cm

AGGIUNTA DI ACQUA



Prova UNI 9526 - Determinazione dell'assorbimento di acqua per capillarità

ore 12:00

del 20/09/2023

Provini 150x150x150 - con cenere di pellet

Peso [g]

n° Provino	Provino	Peso [g]									
		Secco		a 3 ore		a 6 ore		a 24 ore		a 72 ore	
		20/09/2013 ore 12:00		20/09/2013 ore 15:00		20/09/2013 ore 18:00		21/09/2013 ore 12:00		23/09/2013 ore 12:00	
1 - ediz. I	P1	7640	7663	7709	7725	7717	7736	7759	7782	7801	7827
2 - ediz. I	P2	7688		7721		7732		7785		7835	
3 - ediz. II	P3	7661		7745		7758		7801		7845	
4 - ediz. II	P4										

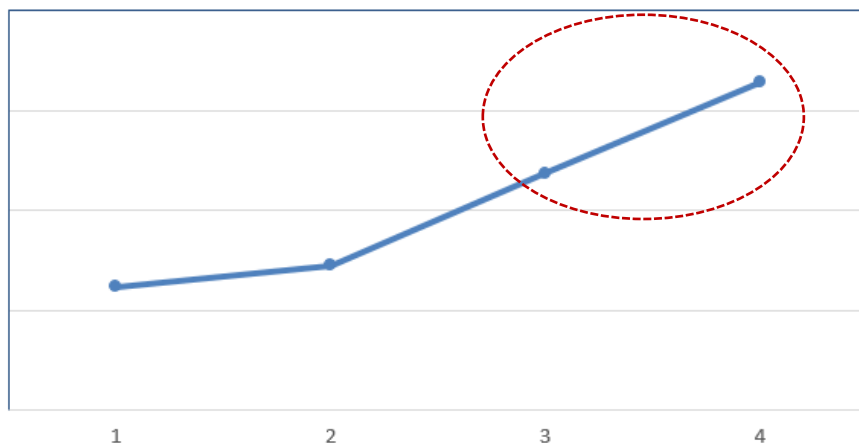
Aumento di massa $M_i - M_o$ [g]

Provino	Aumento di massa $M_i - M_o$ [g]							
	a 3 ore		a 6 ore		a 24 ore		a 72 ore	
	$(M_i - M_o)$	$(M_i - M_o)/3$	$(M_i - M_o)$	$(M_i - M_o)/3$	$(M_i - M_o)$	$(M_i - M_o)/3$	$(M_i - M_o)$	$(M_i - M_o)/3$
1 - ediz. I	69,00	62,00	77,00	72,67	119,00	118,67	161,00	164,00
2 - ediz. I	33,00		44,00		97,00		147,00	
3 - ediz. II	84,00		97,00		140,00		184,00	
4 - ediz. II								



Provino	Assorbimento capillare [g/mm ²]							
	a 3 ore		a 6 ore		a 24 ore		a 72 ore	
	$(M_i - M_0)/A$	valore medio tra i 3 provini	$(M_i - M_0)/A$	valore medio tra i 3 provini	$(M_i - M_0)/A$	valore medio tra i 3 provini	$(M_i - M_0)/A$	valore medio tra i 3 provini
1 - ediz. I	0,0069	0,0062	0,0077	0,0073	0,0119	0,0119	0,0161	0,0164
2 - ediz. I	0,0033		0,0044		0,0097		0,0147	
3 - ediz. II	0,0084		0,0097		0,0140		0,0184	
4 - ediz. II								

Curva di assorbimento capillare cls con pellet



DATI ALTEZZA DI RISALITA CAPILLARE DA MOSTRARE IN SEGUITO...







RESISTENZA SPECIFICA

Inserita la velocità di prova
che pari a $50 \text{ N/cm}^2 \text{ sec}$

CARICO MASSIMO



*CAUSE: IMPURITA' PRESENTI NEI MATERIALI – AGGIUNTA DI ACQUA NECESSARIA A MIGLIORARE LA LAVORABILITA' – NUMERO LIMITATO DI PROVINI SU CUI REALIZZARE LE PROVE – agito manualmente sul cadenzometro per provini inferiori a 150x150

PROVA DI ROTTURA A COMPRESSIONE A 28 GG

SIGLA PROVINO	Data Prelievo (Impasto)	Luogo Prelievo	Dimensioni (mm) B P H	Area Caricata (mmq)	Rck (N/mmq)	Rck,medio N/mmq
R1	22/05/2023	<i>Laboratorio di Costruzioni C.A.T.</i>	149 x 150 x 148	22.350	37,45	38,16
R2	22/05/2023		150 x 150 x 149	22.500	38,87	
R3	22/05/2023		149 x 150 x 148	-	-	
P1	17/04/2023	<i>Laboratorio di Costruzioni C.A.T</i>	148 x 147 x 148	21.756	25,88	25,29
P2	17/04/2023		150 x 148 x 148	22.200	27,42	
P3	28/04/2023		149 x 147 x 148	21.903	22,57	
P4	28/04/2023		149 x 149 x 148	-	-	

ASPETTI POSITIVI DEL CONCRETE 4-R



Concrete 4-R è caratterizzato da un **ridotto sviluppo del calore di idratazione** ed è particolarmente indicato per getti di strutture massive contraddistinte da un rapporto tra superficie esposta all'aria e volume molto basso



**MINORE FESSURAZIONE
MAGGIORE DURABILITA'**



MINORE PERMEABILITA' (stabilita dalla prova di capillarità)



Materiale più **ECONOMICO** in quanto sostituisce seppur in piccola parte il cemento, ingrediente più oneroso per il confezionamento del calcestruzzo.



Un calcestruzzo più leggero e di conseguenza con migliori caratteristiche **ISOLANTI** e **ANTISISMICHE**



CONCRETE 4-R

RIDUZIONE, RIUTILIZZO, RICICLO E RECUPERO

IDEE E PROGETTI PER TRASFORMARE I RIFIUTI
IN RISORSE PER LA SALVAGUADIA DELLA NATURA

INDIRIZZO COSTRUZIONI, AMBIENTE E TERRITORIO - I.I.S. CICERONE DI SALA CONSILINA

