

Università degli Studi di Napoli Federico II

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale



Corso di Laurea Triennale in:

INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA:

**“RESISTENZA DI CALCESTRUZZO CELLULARE
CON POLISTIROLO ”**

RELATORE

Ch.mo Prof. Ing.

Gianfranco Urciuoli

CORRELATORE

Dott. Ing. Raffaele Papa

CANDIDATO

Gianmarco Tammaro

Matr. N49/09

Anno accademico 2013/2014

OBIETTIVI DEL LAVORO DI TESI

Valutazione delle caratteristiche meccaniche del
calcestruzzo cellulare con polistirolo

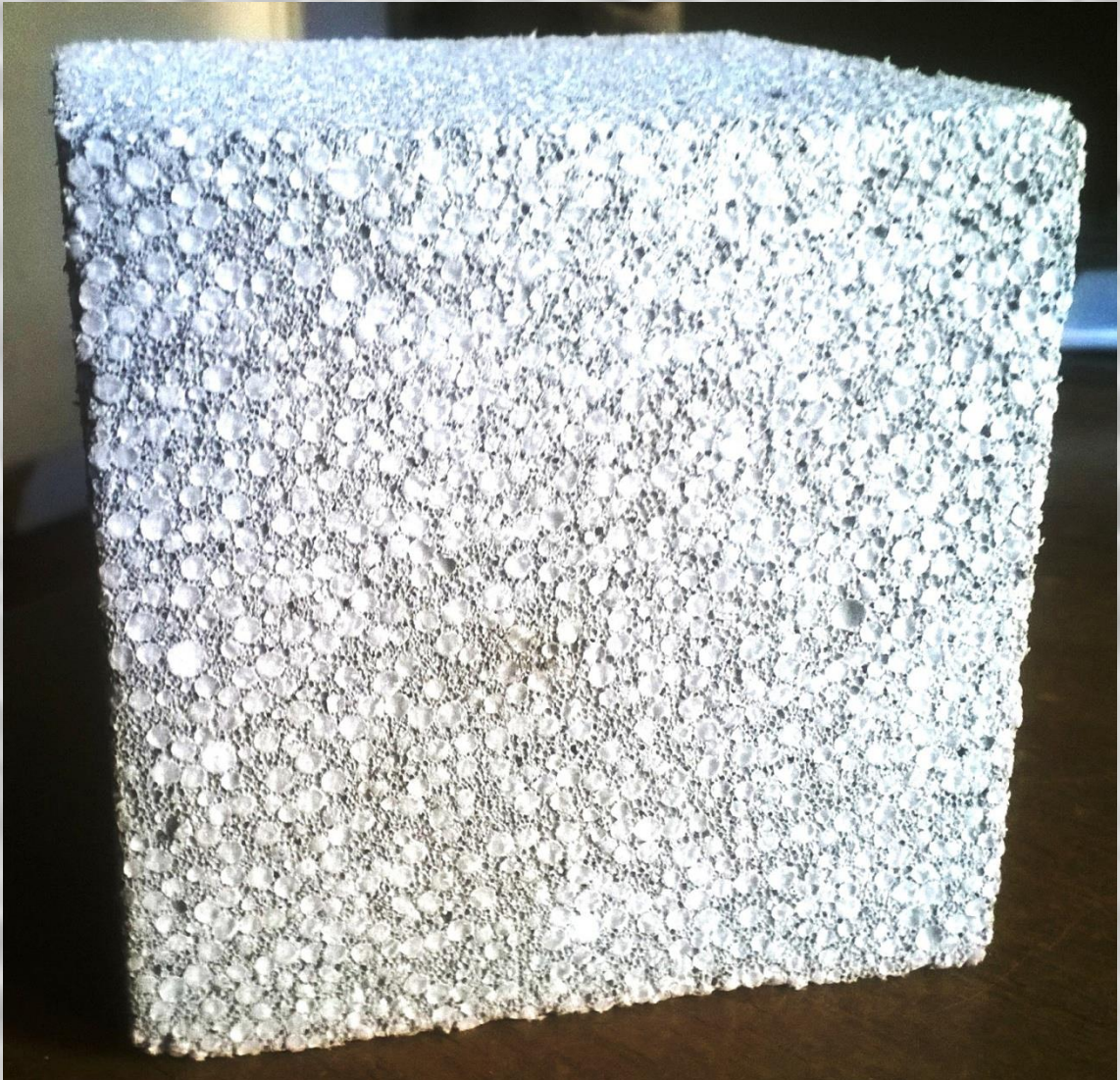


La fase sperimentale del presente lavoro di tesi consiste
in:

- ***PROVE DI COMPRESSIONE MONOASSIALE***
- ***PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE***

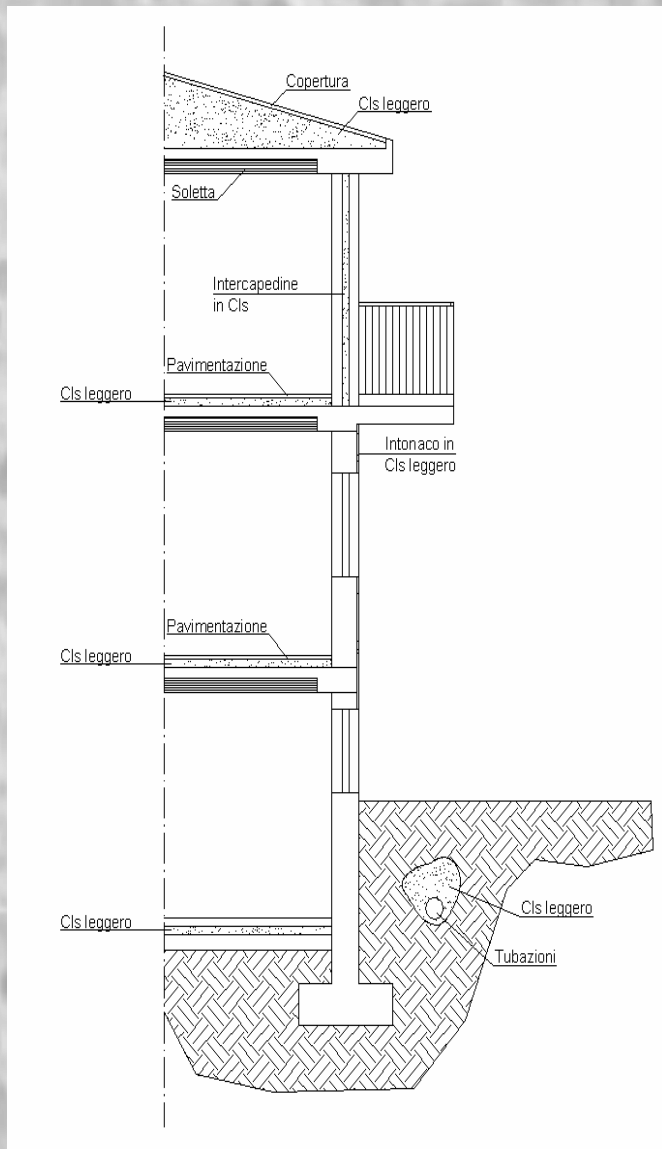
CALCESTRUZZO CELLULARE CON POLISTIROLO

Il calcestruzzo cellulare polistirolico si ottiene
miscelando *acqua, cemento, polistirolo e*
schiuma preformata



CAMPI D'IMPIEGO

Essendo il calcestruzzo cellulare con polistirolo un ottimo isolante termico, ed un materiale estremamente leggero e fluido, è frequentemente utilizzato come massetto nell'edilizia residenziale e come materiale da riempimento di intercapedini e cavità antropiche e naturali.



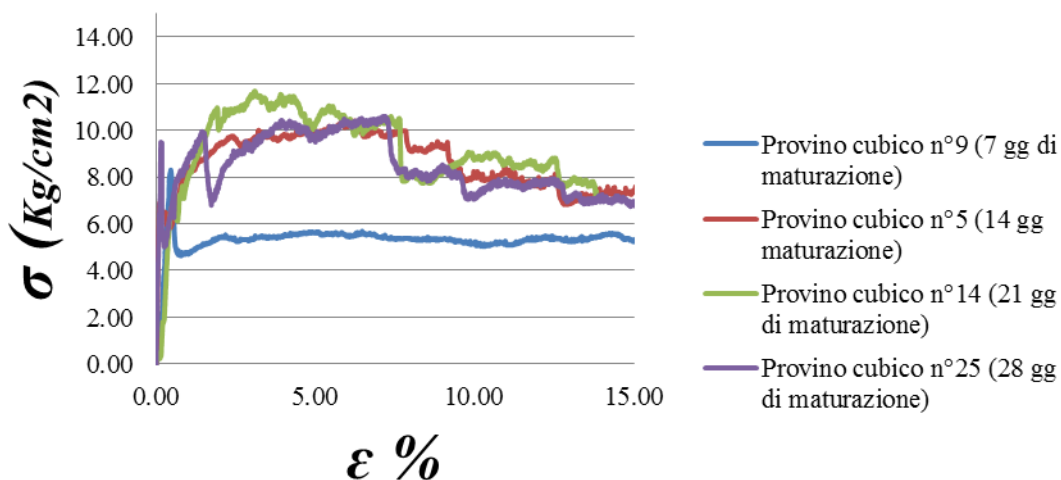
PROVA DI COMPRESSIONE

MONOASSIALE

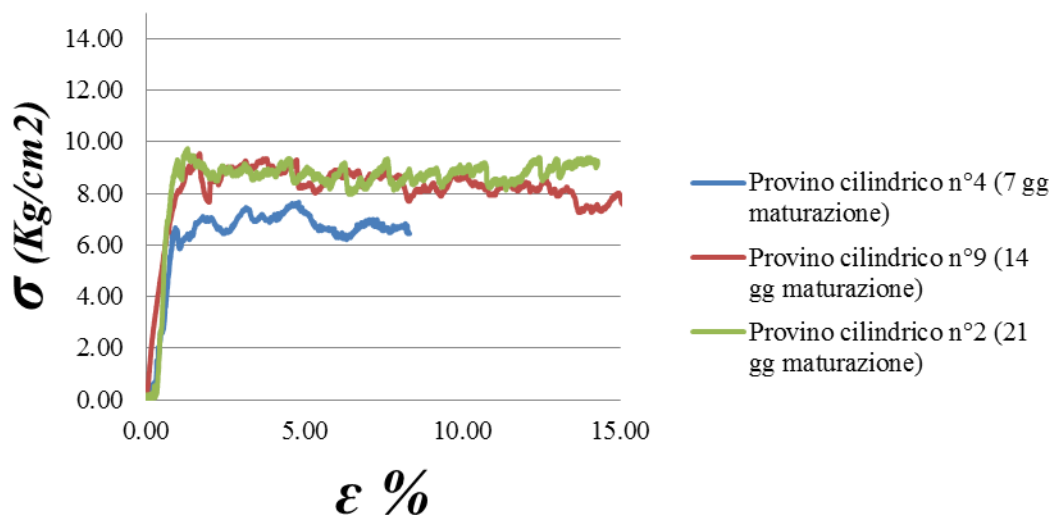
L'obiettivo delle prove di compressione monoassiale è ricavare il carico di rottura di provini di calcestruzzo cellulare con polistirolo, in funzione del grado di maturazione di quest'ultimi. I risultati ottenuti sono stati diagrammati nel piano ($\sigma - \epsilon$)



Confronto tra i diagramma ($\sigma - \epsilon$) di provini cubici di cls cellulare con polistirolo

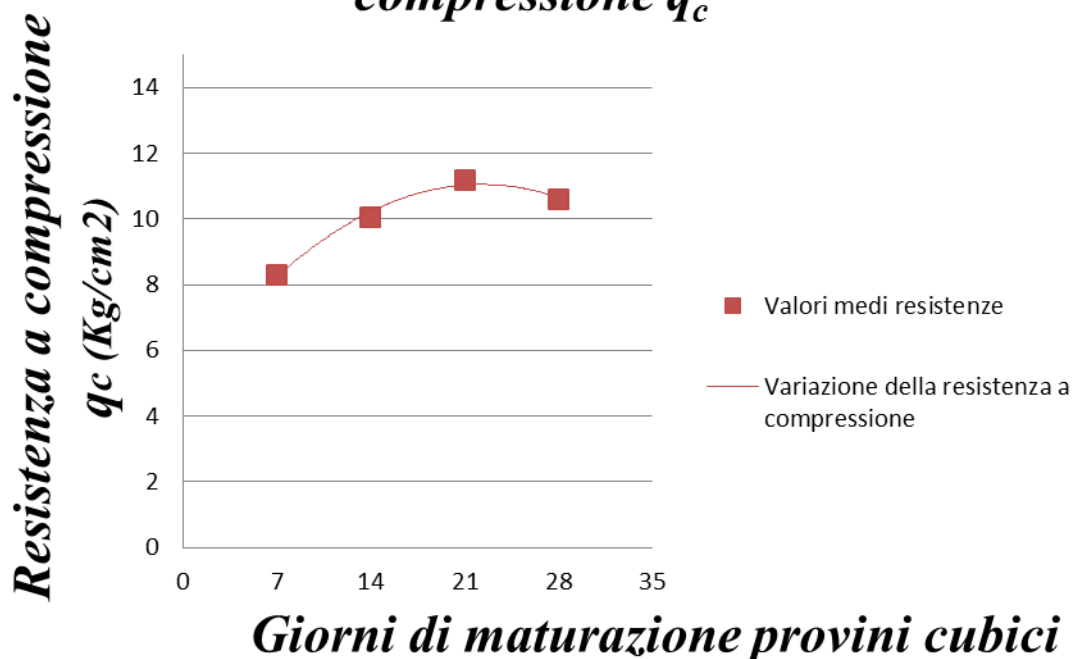


Confronto tra i diagramma ($\sigma - \epsilon$) di provini cilindrici di cls cellulare con polistirolo



I provini cilindrici, indipendentemente dal grado di maturazione, esibiscono un comportamento duttile.

Variazione della resistenza a compressione q_c



da 7 a 14 giorni di maturazione



+ 21% q_c



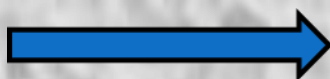
da 7 a 21 giorni di maturazione



+ 35% q_c



da 7 a 28 giorni di maturazione

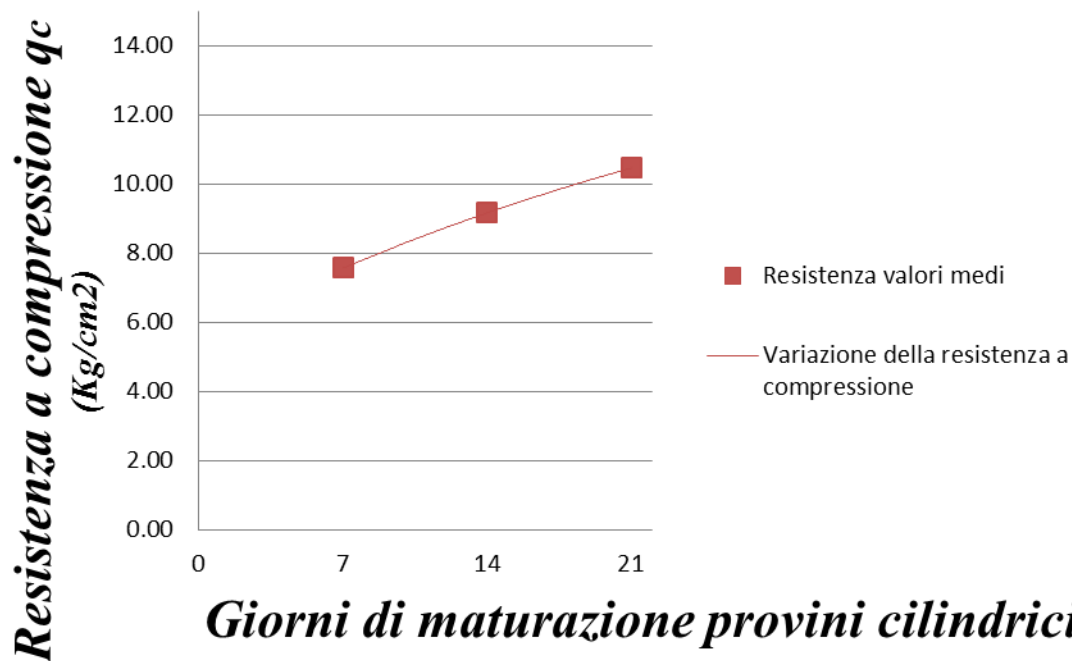


+ 28% q_c



Valori medi delle resistenze a compressione		
Maturazione	Carico di rottura	Variazione parziale q_c
giorni	Kg/cm ²	%
7	8.3	-
14	10.05	21
21	11.2	35
28	10.6	28

Variazione della resistenza a compressione q_c



da 7 a 14 giorni di maturazione



+ 21% q_c ↑

da 7 a 21 giorni di maturazione



+ 38% q_c ↑

Valori medi delle resistenze a compressione		
Maturazione	Carico di rottura	Variazione parziale q_c
giorni	Kg/cm ²	%
7	7.58	-
14	9.17	21
21	10.47	38

Nella seguente tabella si riportano i valori di tutte le **resistenze a compressione q_c** di provini cubici e cilindrici, aventi differenti giorni di stagionatura

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE PROVINO CUBICO 10 x 10 x 10 CM - DATA: 28/02/2014				
Provino CUBICO	Tempo di maturazione: 7 giorni			
	Peso 28/02/2014	Densità	Velocità rottura	Carico di rottura q_c
n°	g	g/cm^3	$mm/minuto$	Kg/cm^2
7	498.7	0.499	0.42	5.57
9	500.2	0.500	0.40	8.30
26	499.1	0.499	0.55	8.30

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE PROVINO CILINDRICO 9,64 x 27,8 CM - DATA: 28/02/2014				
Provino CILINDRICO	Tempo di maturazione: 7 giorni			
	Peso 28/02/2014	Densità	Velocità rottura	Carico di rottura q_c
n°	g	g/cm^3	$mm/minuto$	Kg/cm^2
4	987.60	0.496	0.40	7.58

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE PROVINO CUBICO 10 x 10 x 10 CM - DATA: 07/03/2014				
Provino CUBICO	Tempo di maturazione: 14 giorni			
	Peso 07/03/2014	Densità	Velocità rottura	Carico di rottura q_c
n°	g	g/cm^3	$mm/minuto$	Kg/cm^2
5	473.7	0.474	0.39	10.40
11	472.3	0.472	0.42	9.30
12	473.4	0.473	0.40	10.46

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE PROVINO CILINDRICO 9,64 x 27,8 CM - DATA: 07/03/2014				
Provino CILINDRICO	Tempo di maturazione: 14 giorni			
	Peso 07/03/2014	Densità	Velocità rottura	Carico di rottura q_c
n°	g	g/cm^3	$mm/minuto$	Kg/cm^2
5	927.1	0.457	0.40	9.03
7	909.8	0.448	0.28	7.23
9	911.0	0.449	0.33	9.54

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE PROVINO CUBICO 10 x 10 x 10 CM - DATA: 13/03/2014				
Provino CUBICO	Tempo di maturazione: 21 giorni			
	Peso 13/03/2014	Densità	Velocità rottura	Carico di rottura q_c
n°	g	g/cm^3	$mm/minuto$	Kg/cm^2
14	481.1	0.481	0.23	11.68
18	488.8	0.489	0.21	11.26
24	475.9	0.476	0.29	10.66

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE PROVINO CILINDRICO 9,64 x 27,8 CM - DATA: 13/03/2014				
Provino CILINDRICO	Tempo di maturazione: 21 giorni			
	Peso 13/03/2014	Densità	Velocità rottura	Carico di rottura q_c
n°	g	g/cm^3	$mm/minuto$	Kg/cm^2
2	841.2	0.456	0.24	9.74
6	940.2	0.461	0.20	10.33
8	949.8	0.467	0.20	10.33

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE PROVINO CUBICO 10 x 10 x 10 CM - DATA: 20/03/2014				
Provino CUBICO	Tempo di maturazione: 28 giorni			
	Peso 20/03/2014	Densità	Velocità rottura	Carico di rottura q_c
n°	g	g/cm^3	$mm/minuto$	Kg/cm^2
6	465.3	0.465	0.40	7.40
25	463.1	0.463	0.40	10.60
23	464.7	0.465	0.40	3.50
17	473.3	0.473	0.35	8.64
13	470.1	0.470	0.35	8.33

I provini cubici n°7,6,17,13 ed il provino cilindrico n°7 presentano una resistenza q_c inferiore rispetto a quella dei campioni con la stessa maturazione poiché le facce a diretto contatto con le piastre della pressa non erano perfettamente piane.

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Lo scopo della prova di compressione triassiale **CIU** è quello di misurare la resistenza a compressione di un campione cilindrico, prima consolidato isotropicamente attraverso l'inserimento di acqua pressurizzata all'interno della cella triassiale, e poi portato a rottura in condizioni di drenaggio impedito.



Esecuzione della prova

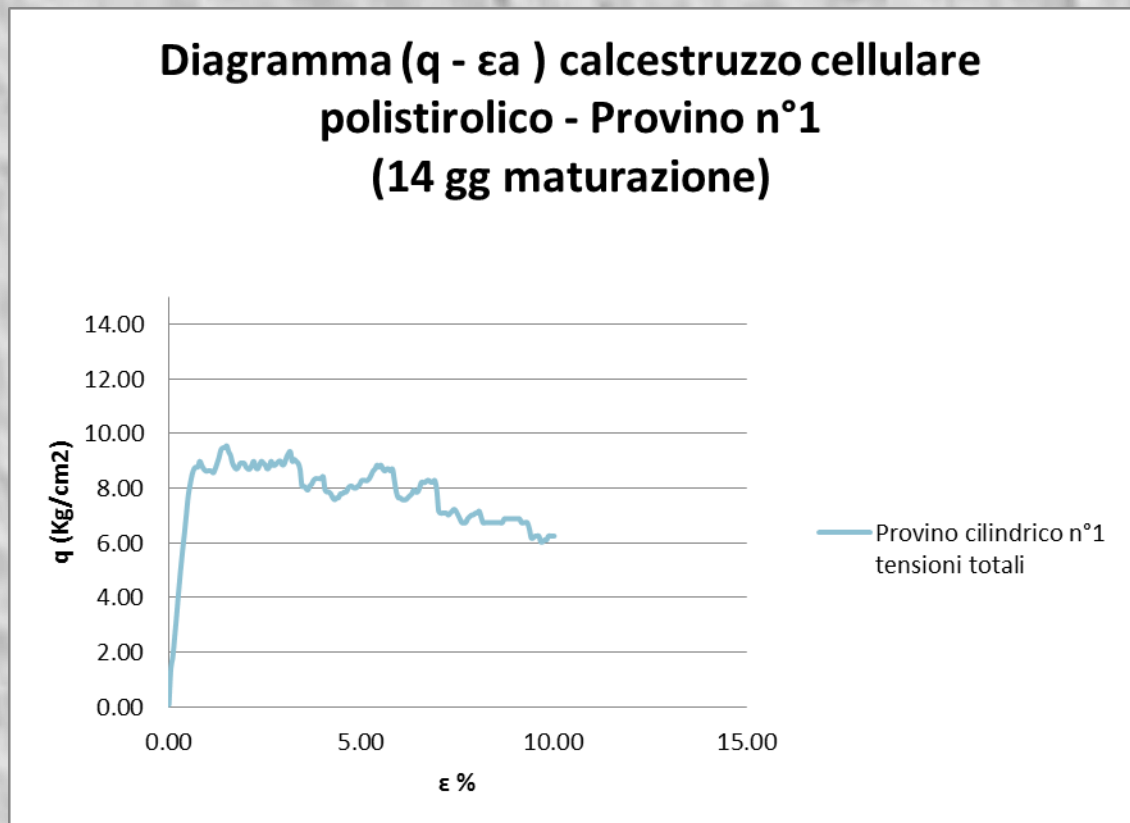
- Pulizia accurata della strumentazione
- Installazione del provino
- Installazione e riempimento con acqua pressurizzata del cilindro di perspex
- Applicazione di una contropressione b_p al provino
- Verifica di saturazione del provino con il “B test”

$$\Delta u = B \cdot [\Delta \sigma_3 + A \cdot (\Delta \sigma_1 - \Delta \sigma_3)]$$

Relazione di Skempton e Bjerrum

- Avviamento del pistone ed inizio della fase di rottura del provino in condizioni di drenaggio impedito

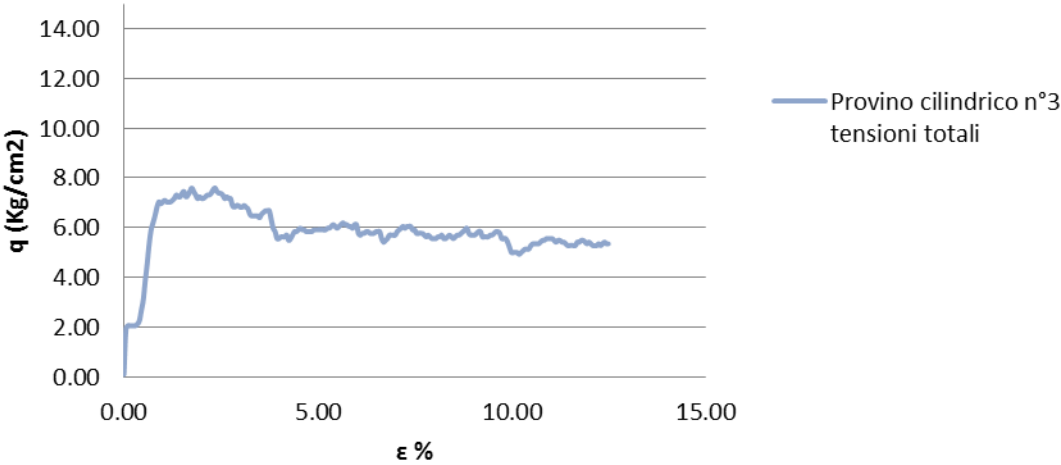
Rappresentazione dei risultati ottenuti



Dall'interpretazione della curva si evince che il provino n°1 ha raggiunto una resistenza a compressione pari a circa 955 kPa.

Nella fase iniziale si può osservare un andamento della curva pressoché lineare, indice che il materiale mostra ancora un comportamento di tipo elastico – lineare; superata questa fase lineare, il diagramma si avvia al raggiungimento della resistenza di picco, assumendo un andamento semi-parabolico, mostrando un comportamento tendente a quello di materiale stabile.

Diagramma (q - εa) calcestruzzo cellulare polistirolico - Provino n°3 (28 gg maturazione)



Il provino n°3 ha raggiunto una resistenza compressione pari a circa 758 kPa, ed ha un comportamento del tutto simile al provino n°1.

PROVA COMPRESSIONE TRIASSIALE PROVINO CILINDRICO 9,64 x 20 CM - DATA: 07/03/2014							
Provino CILINDRICO	Tempo di maturazione: 14 giorni						
	Peso 07/03/2014	Densità	Velocità rottura	q _c	s _c	bp	s' ₃
n°	g	g/cm3	mm/minuto	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2
1	664.5	0.458	0.25	9.55	4.5	4.0	0.5

PROVA COMPRESSIONE TRIASSIALE PROVINO CILINDRICO 9,64 x 20 CM - DATA: 26/03/2014							
Provino CILINDRICO	Tempo di maturazione: 28 giorni						
	Peso 26/03/2014	Densità	Velocità rottura	q _c	s _c	bp	s' ₃
n°	g	g/cm3	mm/minuto	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2
3	622	0.395	0.25	7.58	6	4.0	2.0

Nonostante una maggiore tensione di confinamento, il provino n°3 ha una resistenza inferiore a causa della sua minore densità.

CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati ottenuti e dei diagrammi mostrati, si evince che il legame tensione – deformazione rispecchia l'andamento delle curve caratteristiche di resistenza a compressione dei calcestruzzi ordinari di resistenza medio-bassa ed è caratterizzato da forte duttilità.

Pur non presentando elevate resistenze a compressione, tali calcestruzzi presentano un'ottima attitudine ad essere impiegati come materiale da riempimento. Trincee per l'interramento di servizi, posa di tubazioni, riempimento di serbatoi dismessi e stabilizzazione di cavità e di pendii, sono alcune delle possibili applicazioni in campo geotecnico.

Si ringrazia la **BUNKER TEKSPED S.R.L.** per quanto concerne la preparazione dei provini utilizzati per la sperimentazione

GRAZIE
PER
L'ATTENZIONE

Tammaro Gianmarco

Università degli Studi di Napoli "Federico II"