



CENTRO CONTROLLO MATERIALI edili S.r.l.

RAPPORTO DI PROVA N° VI/ 7014AA DEL 21.07.2014

STUDIO DI OTTIMIZZAZIONE DEL CONTENUTO DI LEGANTE DA
UTILIZZARE NELLA STABILIZZAZIONE DI UNA MISCELA DI INERTI,
COMPOSTA DA "SAULO" - GHIAIE E SABBIE CALCAREE - SABBIE LIMOSE
IN PRESENZA DI "STABILSANA"

AZICHEM SRL
Via G. GENTILE 16/A
GOITO (MN)

Roveredo in Piano, 21.07.2014



Certificato n°SSG 0652 AQ 1097





PREMESSA

Su incarico della ditta AZICHEM SRL con sede in Via G. Gentile 16/A Goito (MN) è stato effettuato uno studio di ottimizzazione di una miscela composta da n°3 tipi di inerti denominati "Saulò", "ghiaie e sabbie calcaree", "sabbie limose", da cemento e da "Stabilsana" (composto aggiuntivo stabilizzante – *vedi scheda allegata*) da utilizzare nella realizzazione di piste ciclo-pedonali, strade e parcheggi a bassa intensità di traffico.

I materiali utilizzati per la preparazione degli impasti di prova (inerti, cemento, Stabilsana), sono stati forniti dal Committente.

Al fine di individuare le percentuali di inerti e di leganti necessari per la preparazione degli impasti sono state effettuate le seguenti analisi di laboratorio:

- la classificazione secondo norma H.R.B. AASHTO M 145-2003 (analisi granulometrica e Limiti di Atterberg) dei tre inerti di provenienza spagnola trasmessi al laboratorio;
- le caratteristiche del legante, tramite esecuzione di prova per la determinazione della resistenza a compressione e flessione (UNI EN 197-1) a 7 giorni ed a 28 giorni su provini confezionati con cemento di analoga provenienza;

Obiettivi dello studio sperimentale sono i seguenti:

- individuare i valori massimi di resistenza a compressione e a trazione indiretta dopo 7 e 28gg di maturazione in camera climatizzata, di provini cilindrici confezionati con miscele di inerti (Saulò, inerti calcarei, sabbie limose), Stabilsana (composto aggiuntivo stabilizzante) e cemento;
- individuare a quali tenori in acqua si ottengono le resistenze a compressione più elevate.



PROVE PRELIMINARI SUI MATERIALI CONSEGNATI AL LABORATORIO

- n. 4 classificazioni H.R.B. AASHTO M 145-2003 (analisi granulometrica e Limiti di Atterberg) una per ogni campione consegnato al laboratorio ed una sulla miscela degli stessi;
- n.1 determinazione della densità AASHTO Modificato sulla miscela di inerti;
- n.1 prova per la determinazione della resistenza alla compressione ed alla flessione del campione di cemento (UNI EN 197-1)

PROVE SU INERTI MISCELATI CON CEMENTO E STABILSANA

Gli inerti inviati al Laboratorio sono stati così miscelati: Saulò 60%, ghiaie e sabbie calcaree 30%, sabbie limose 10%; con la miscela di inerti così ottenuta sono stati confezionati i seguenti impasti:

- miscuglio di inerti +150 Kg/m³ di cemento + 1 Kg/m³ di Stabilsana ;
- miscuglio di inerti +175 Kg/m³ di cemento + 1 Kg/m³ di Stabilsana ;
- miscuglio di inerti +200 Kg/m³ di cemento + 1 Kg/m³ di Stabilsana.

Con il materiale miscelato sono state effettuate le seguenti prove:

- n.3 determinazione della densità A.A.S.H.T.O. modificata per ogni quantitativo di cemento utilizzata;
- n. 18 determinazioni della resistenza a compressione su provini cilindrici a 7 giorni e a 28 giorni, previa maturazione in ambiente climatizzato alla temperatura di 20°C e con U.R. >95%, costipati con modalità AASHTO M. al contenuto di acqua ottimale W_{opt} , per ciascuna serie di provini ricavati con i contenuti di cemento e Stabilsana previsti, ossia 150 Kg/m³ di cemento + 1 Kg/m³ di Stabilsana, 175 Kg/m³ di cemento + 1 Kg/m³ di Stabilsana, 200 Kg/m³ di cemento + 1 Kg/m³ di Stabilsana;
- n. 18 determinazioni della resistenza a trazione indiretta "Brasiliana" su provini cilindrici a 7 giorni e a 28 giorni, previa maturazione in ambiente climatizzato alla temperatura di 20°C e con U.R. >95%, costipati con modalità AASHTO M. al contenuto di acqua ottimale W_{opt} , per ciascuna serie di provini ricavati con i contenuti di cemento e Stabilsana previsti, ossia 150 Kg/m³ di cemento + 1 Kg/m³ di Stabilsana, 175 Kg/m³ di cemento + 1 Kg/m³ di Stabilsana, 200 Kg/m³ di cemento + 1 Kg/m³ di Stabilsana.

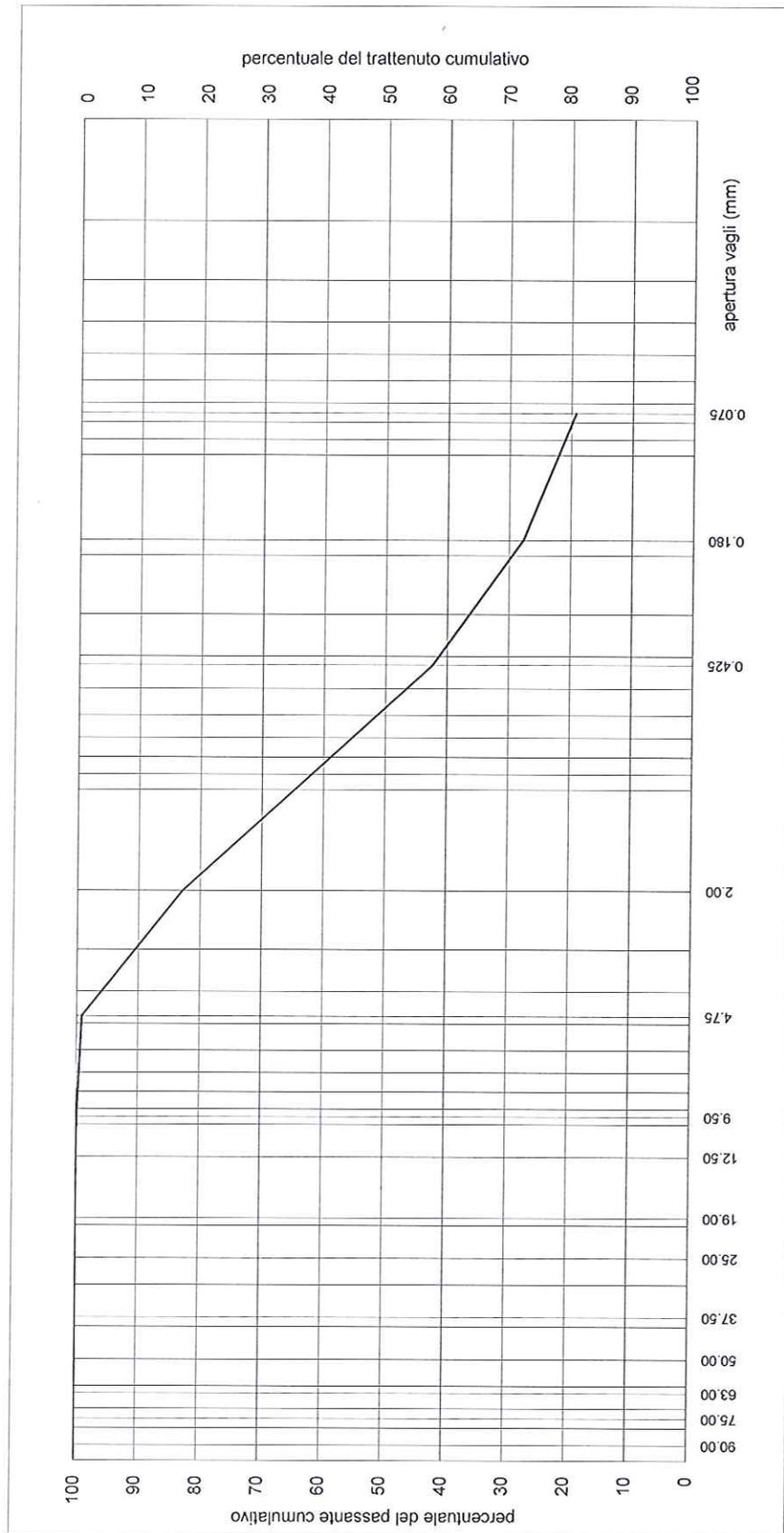
CENTRO CONTROLLO MATERIALI edili Srl

ANALISI GRANULOMETRICA
(C.N.R. BU 23/71 - RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994)

note: CAMPIONE DENOMINATO " SAULO "

SETACCIO A.S.T.M.	4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	80	200
APERTURA SETACCIO (mm)	100.00	90.00	75.00	63.00	50.00	37.50	25.00	19.00	12.50	9.50	4.75	2.00	0.425	0.180	0.075
RIFIUTO (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	17,2	57,6	72,3	80,7
PASSANTE %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,2	82,8	42,4	27,7	19,3

MASSA CAMPIONE
Kg 2,450





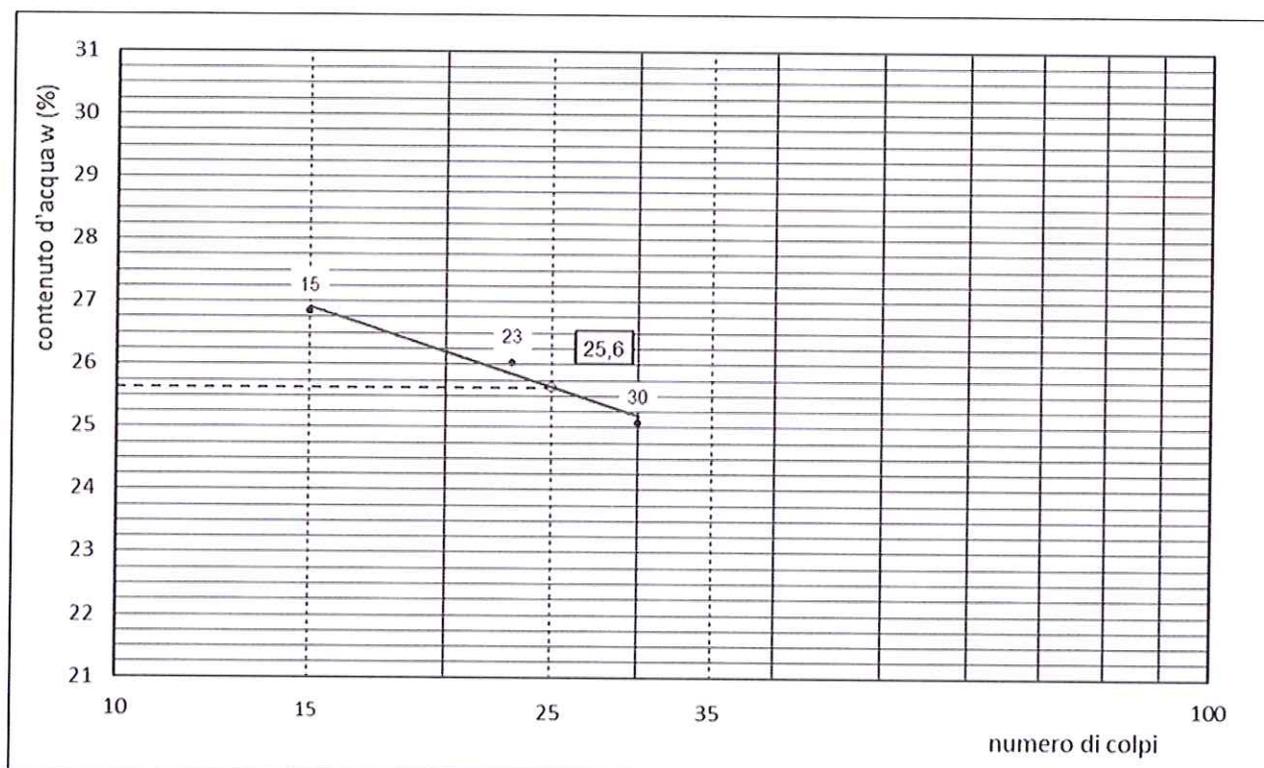
DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA O DI ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO E PLASTICO

(U.N.I. 10014)

CAMPIONE DENOMINATO « SAULO' »

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
25,6	23,3	2,4





CLASSIFICAZIONE
(H.R.B. AASHTO M 145-2003)

Sulla Base dei risultati dell'analisi granulometrica e della prova per la determinazione dei limiti di Atterberg, secondo la Classificazione H.R.B. (HIGHWAY RESEARCH BOARD) AASHTO M 145-2003 il campione denominato “ SAULO’ “ sottoposto a prova appartiene alla classe: **A1-b.**

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%						Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri A8
	A1		A3	A2			A4	A5	A6	A7		
Gruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A7-6
Analisi granulometrica												
Frazione passante allo staccio												
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332												
Limite liquido	-	-	-	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	≤ 6	-	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	> 10
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20 (IP ≤ LL-30) (IP > LL-30)	

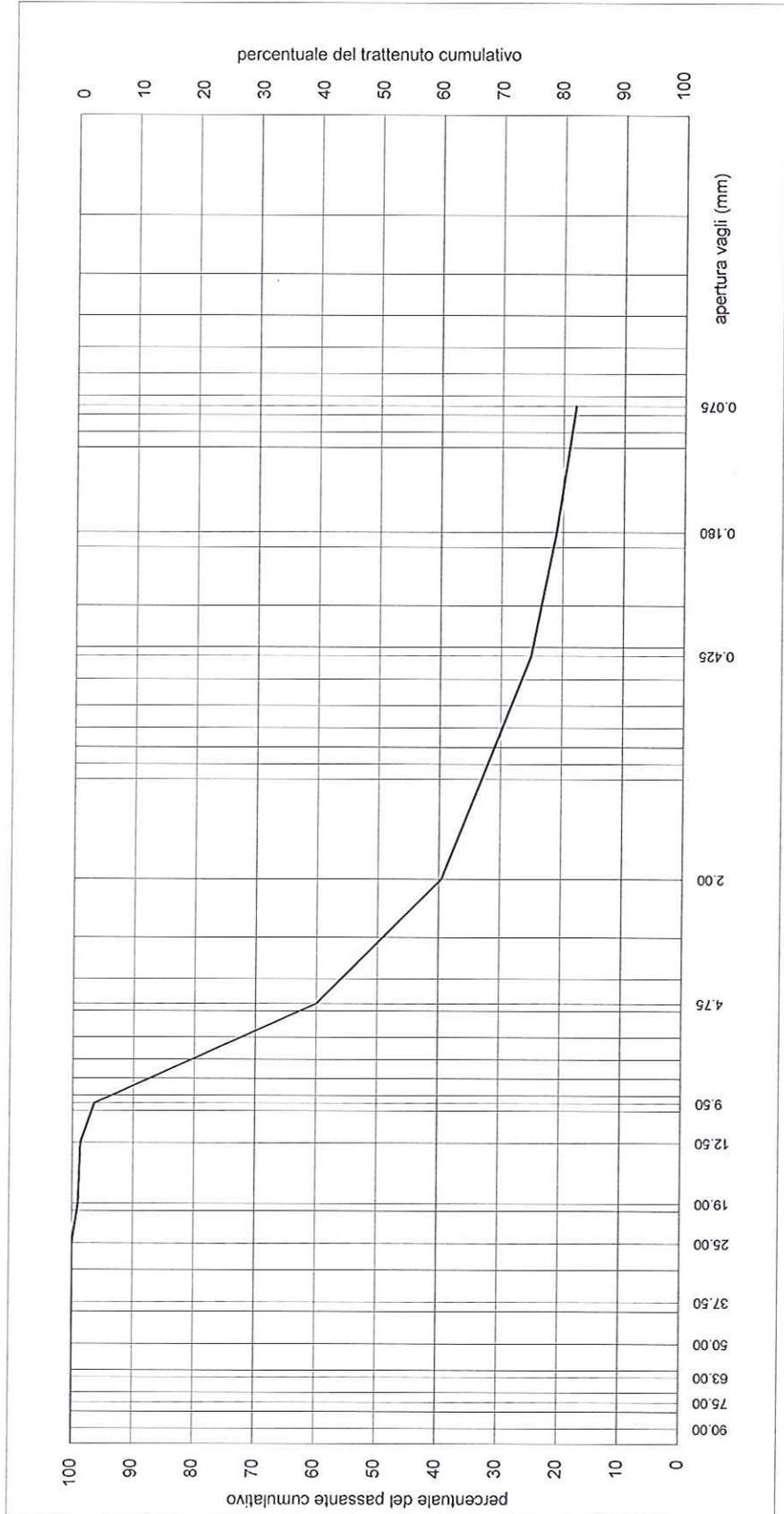
CENTRO CONTROLLO MATERIALI edili Srl

ANALISI GRANULOMETRICA
(C.N.R. BU 23/71 - RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994)

note: CAMPIONE DENOMINATO " GHIAIE E SABBIE CALCAREE "

SETACCIO A.S.T.M.	4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	80	200
APERTURA SETACCIO (mm)	100,00	90,00	75,00	63,00	50,00	37,50	25,00	19,00	12,50	9,50	4,75	2,00	0,425	0,180	0,075
RIFIUTO (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,3	3,6	40,0	60,4	74,9	78,9	82,0
PASSANTE %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	98,7	96,4	60,0	39,6	25,1	21,1	18,0

MASSA CAMPIONE
Kg 3,246





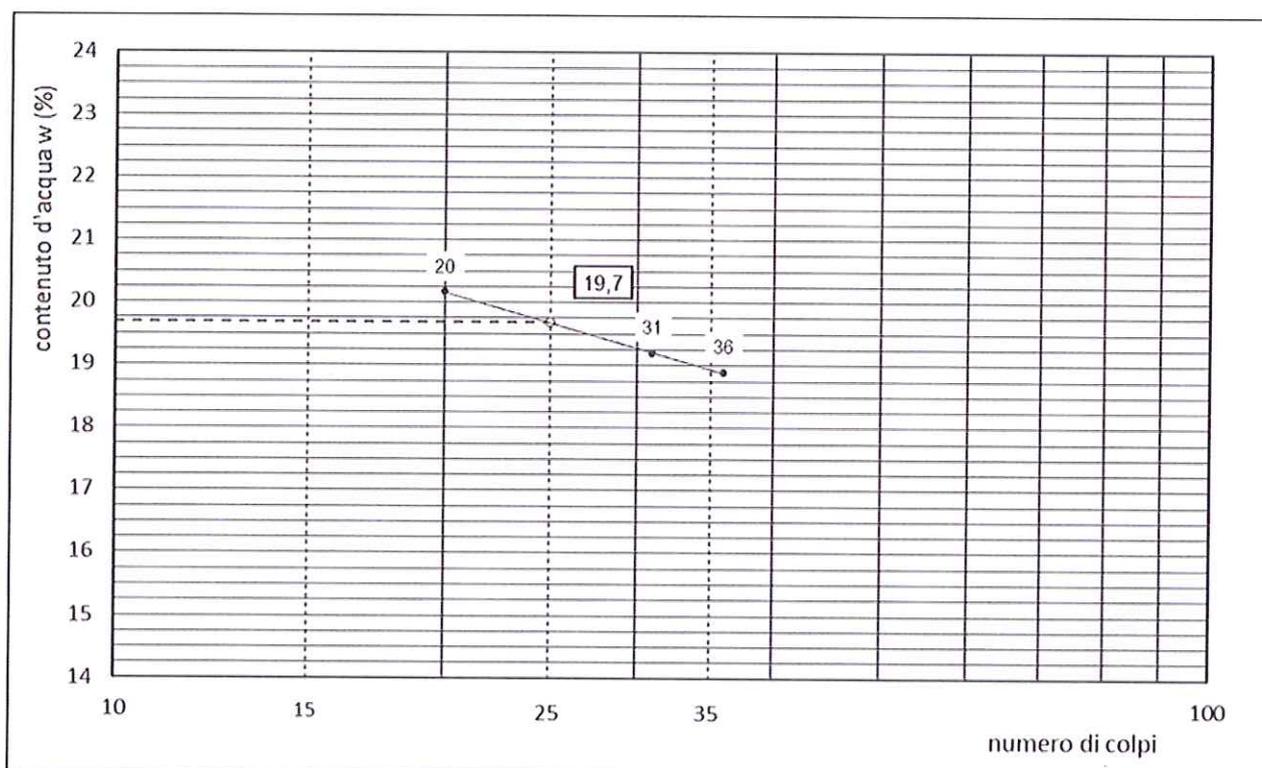
DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA O DI ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO E PLASTICO

(U.N.I. 10014)

CAMPIONE DENOMINATO « GHIAIE E SABBIE CALCAREE »

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
19,7	14,1	5,6



CLASSIFICAZIONE
(H.R.B. AASHTO M 145-2003)

Sulla Base dei risultati dell'analisi granulometrica e della prova per la determinazione dei limiti di Atterberg, secondo la Classificazione H.R.B. (HIGHWAY RESEARCH BOARD) AASHTO M 145-2003 il campione denominato “ **GHIAIE E SABBIE CALCAREE** “ sottoposto a prova appartiene alla classe: **A1-b**.

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		
Gruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A7-6	
Analisi granulometrica													
Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	-	-	-	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	≤ 6	-	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	> 10	> 10
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	(IP ≤ LL-30)	(IP > LL-30)	≤ 20

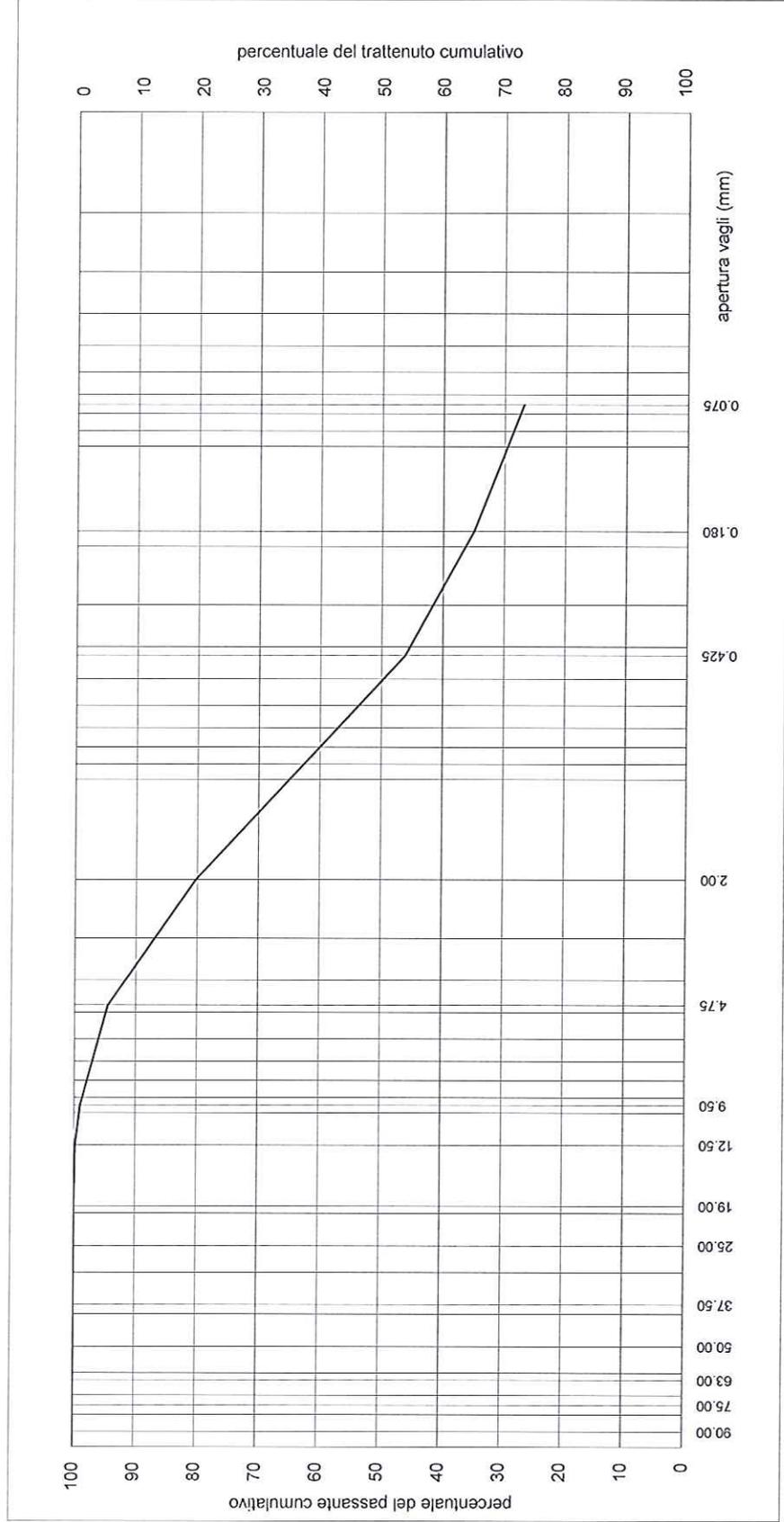
CENTRO CONTROLLO MATERIALI edili Srl

ANALISI GRANULOMETRICA
(C.N.R. BU 23/71 - RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994)

note: CAMPIONE DENOMINATO "SABBIE LIMOSE"

SETACCIO A.S.T.M.	4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	80	200
APERTURA SETACCIO (mm)	100.00	90.00	75.00	63.00	50.00	37.50	25.00	19.00	12.50	9.50	4.75	2.00	0.425	0.180	0.075
RIFIUTO (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	5.5	19.8	53.8	65.0	73.1
PASSANTE %	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.0	94.5	80.2	46.2	35.0	26.9

MASSA CAMPIONE
Kg 2,136





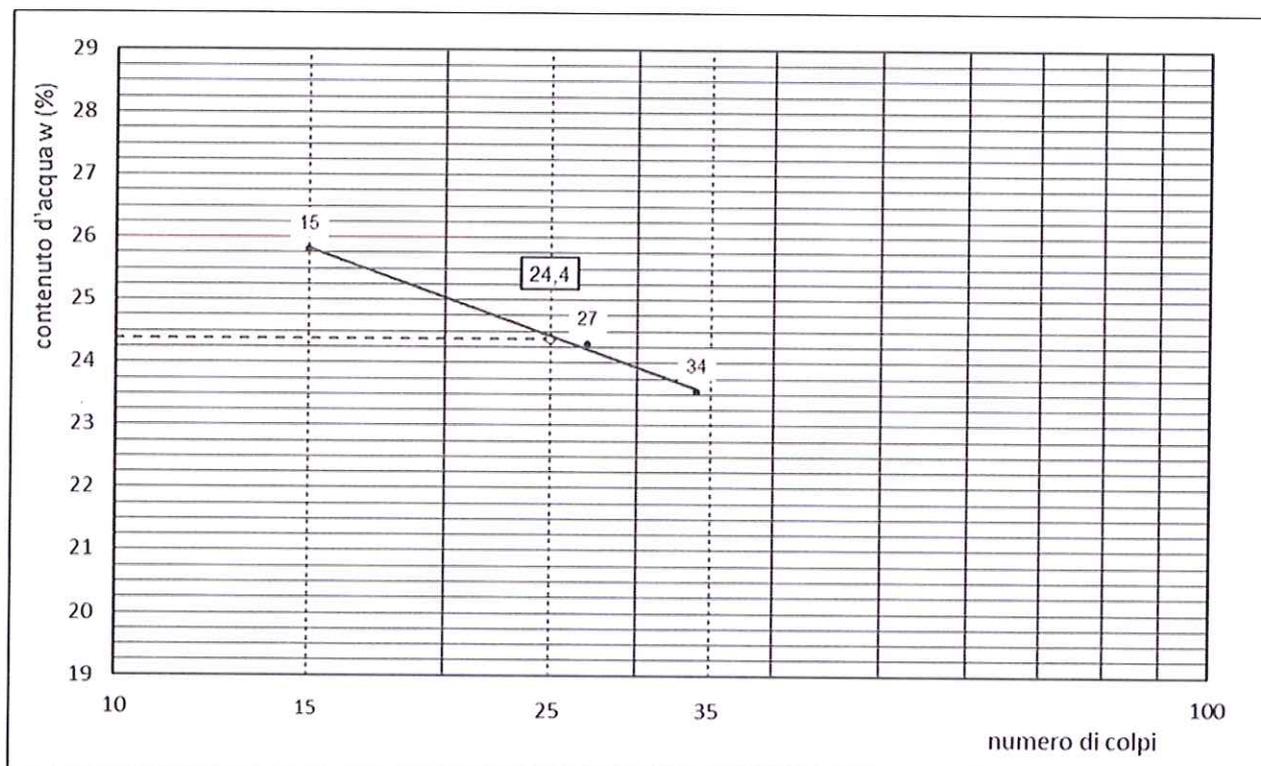
DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA O DI ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO E PLASTICO

(U.N.I. 10014)

CAMPIONE DENOMINATO « SABBIE LIMOSE »

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
24,4	18,6	5,7





CLASSIFICAZIONE

(H.R.B. AASHTO M 145-2003)

Sulla Base dei risultati dell'analisi granulometrica e della prova per la determinazione dei limiti di Atterberg, secondo la Classificazione H.R.B. (HIGHWAY RESEARCH BOARD) AASHTO M 145-2003 il campione denominato “ **SABBIE LIMOSE** “ sottoposto a prova appartiene alla classe: **A2-4**.

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%						Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri	
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Gruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Analisi granulometrica													
Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	-	-	-	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	≤ 6	-	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	> 10	> 10
Indice di gruppo	0	0	0	0	0	≤ 4	≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	(IP ≤ LL-30)	(IP > LL-30)	≤ 20

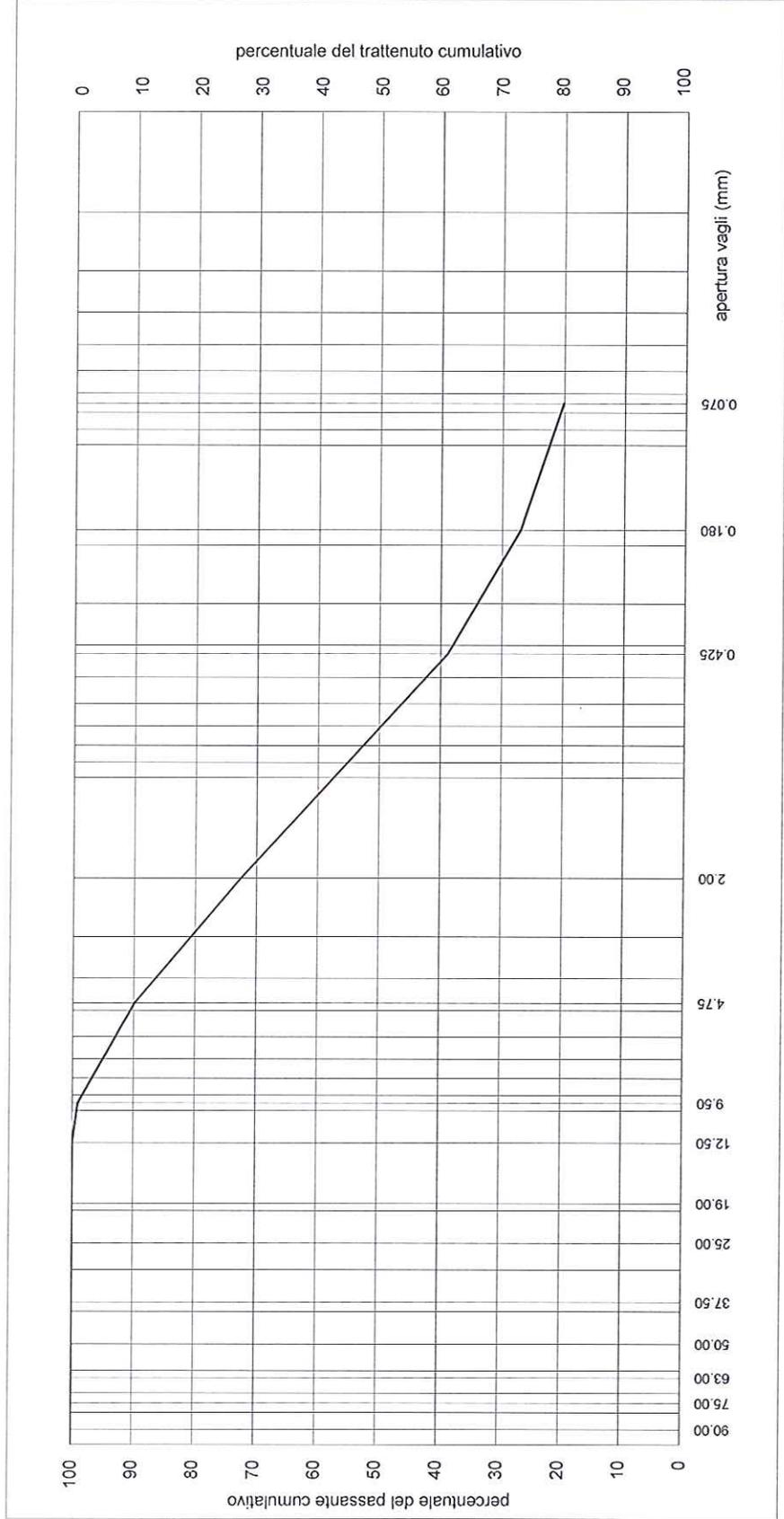
CENTRO CONTROLLO MATERIALI edili Srl

ANALISI GRANULOMETRICA
(C.N.R. BU 23/71 - RACCOMANDAZIONI A.G.I. 1994)

note: MISCELA COMPOSTA DA : 60% SAULO' + 30% GHIAIE E SABBIE CALCAREE + 10% SABBIE LIMOSE

SETACCIO A.S.T.M.	4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	80	200
APERTURA SETACCIO (mm)	100,00	90,00	75,00	63,00	50,00	37,50	25,00	19,00	12,50	9,50	4,75	2,00	0,425	0,180	0,075
RIFIUTO (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	10,1	27,4	61,1	73,0	79,9
PASSANTE %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	89,9	72,6	38,9	27,0	20,1

MASSA CAMPIONE
Kg 3,000



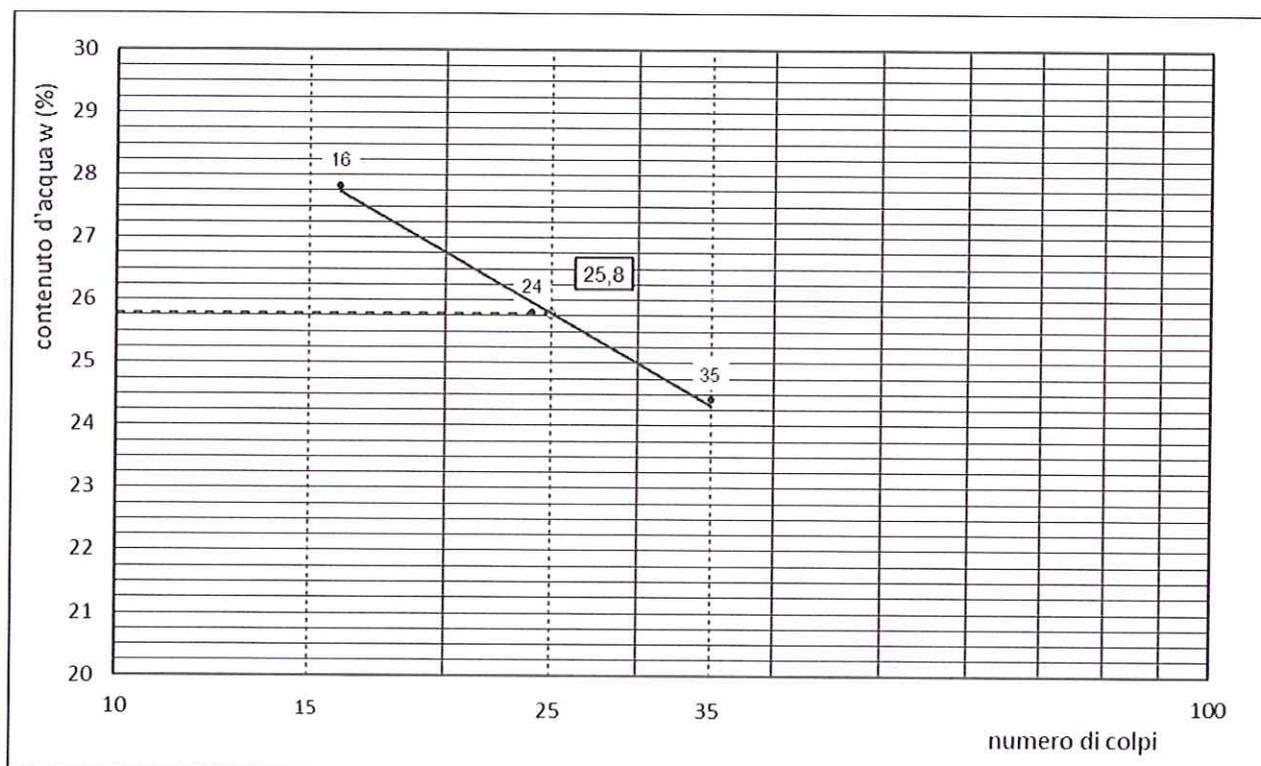
DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA O DI ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO E PLASTICO

(U.N.I. 10014)

**CAMPIONE COMPOSTO DA : 60% « SAULO' »
30% « GHIAIE E SABBIE CALCAREE »
10% « SABBIE LIMOSE »**

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
25,8	20,3	5,4



CLASSIFICAZIONE
(H.R.B. AASHTO M 145-2003)

Sulla Base dei risultati dell'analisi granulometrica e della prova per la determinazione dei limiti di Atterberg, secondo la Classificazione H.R.B. (HIGHWAY RESEARCH BOARD) AASHTO M 145-2003 il campione composto da **60% SAULO' + 30% GHIAIE E SABBIE CALCAREE + 10% SABBIE LIMOSE** sottoposto a prova appartiene alla classe: **A1-b.**

Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		
Gruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A7-6	
Sottogruppo													
Analisi granulometrica													
Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	-	-	-	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	≤ 6	-	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10 (IP ≤ LL-30)	> 10 (IP > LL-30)	> 10
Indice di gruppo	0		0	0				≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20	



PROVA DI COMPATTAZIONE
(ASTM D 1557)

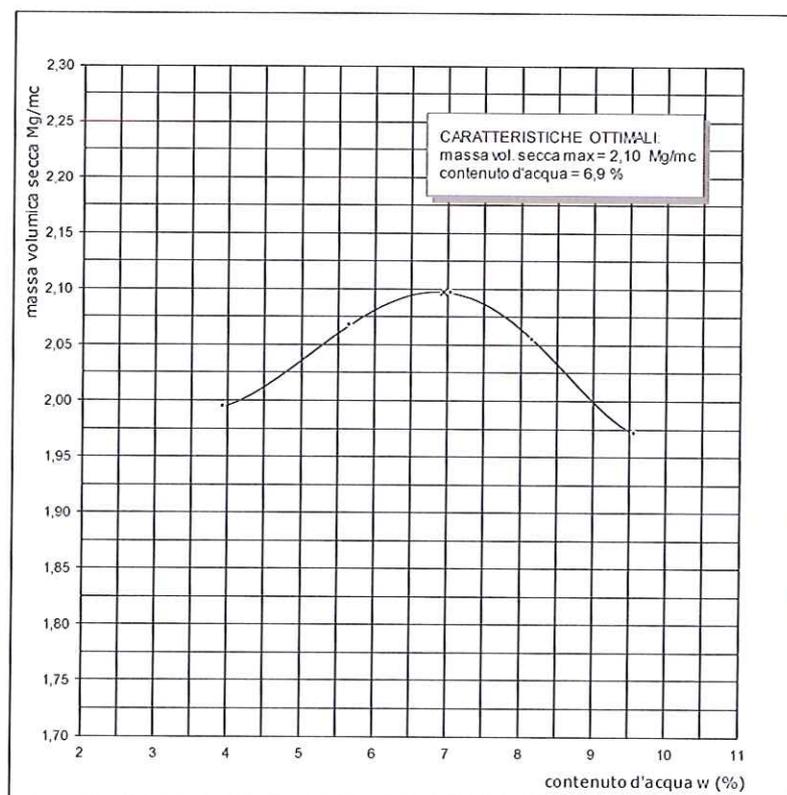
CAMPIONE COMPOSTO DA : 60% « SAULO' »
30% « GHIAIE E SABBIE CALCAREE »
10% « SABBIE LIMOSE »

MODALITA' DI COMPATTAZIONE: AASHTO MODIFICATA

Provino n°	1	2	3	4	5
Contenuto d'acqua w %	3,9	5,7	7,0	8,2	9,6
Massa volumica secca Mg/m^3	2,00	2,07	2,10	2,05	1,97

Massa volumica secca ottimale	2,10 Mg/m^3
Contenuto d'acqua ottimale w_0	6,9 %

DIAGRAMMA MASSA VOLUMICA SECCA – CONTENUTO D'ACQUA





**DETERMINAZIONE DELLE RESISTENZE MECCANICHE
SU LEGANTI IDRAULICI
(UNI EN 196-1)**

LEGANTE: Cemento fornito dal Committente

Data preparazione dei campioni: 07/05/2014

DETERMINAZIONE DELLE RESISTENZE MECCANICHE SU LEGANTI IDRAULICI (UNI EN 196-1)								
PROVINI N.	TEMPI DI MATURAZIONE GIORNI	DATA DI PROVA	MASSA g	RESISTENZA A FLESSIONE R _f		RESISTENZA A COMPRESSIONE R _c		
				N	MPa	N	MPa	MEDIA MPa
1	7	14.05.2014	576	2.653	6,2	49.382	30,9	30,2
						50.274	31,4	
2	7	14.05.2014	567	2.283	5,4	46.400	29,0	
						45.900	28,7	
3	7	14.05.2014	561	2.599	6,1	49.752	31,1	
						48.639	30,4	
4	28	04.06.2014	570	3.164	7,4	64.960	40,6	40,8
						65.760	41,1	
5	28	04.06.2014	580	3.388	7,9	67.400	42,1	
						66.300	41,4	
6	28	04.06.2014	571	3.141	7,4	64.000	40,0	
						62.880	39,3	

CLASSIFICAZIONE DEI CAMPIONE INVIATI AL LABORATORIO E SULLA MISCELA DEGLI STESSI
(SAULO' - GHIAIE E SABBIE CALCAREE - SABBIE LIMOSE)

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE	LIMITI DI ATTERBERG			ANALISI GRANULOMETRICA				CLASSIFICAZIONE H.R.B. AASHTO M 145-2003
	WL,%	WP,%	IP,%	<4,75mm	<2,0 mm %	<0,425 mm %	<0,075 mm %	
SAULO'	25,6	23,3	2,4	99,2	82,8	42,4	19,3	A1-b
GHIAIE E SABBIE CALCAREE	19,7	14,1	5,6	60,0	39,6	25,1	18,0	A1-b
SABBIE LIMOSE	24,4	18,6	5,7	94,5	80,2	46,2	26,9	A2-4
MISCELA DI INERTI 60% SAULO' +30% GHIAIE E SABBIE CALCAREE +10% SABBIE LIMOSE	25,8	20,3	5,4	89,9	72,6	38,9	20,1	A1-b

DETERMINAZIONE DELLE RESISTENZE MECCANICHE SUI LEGANTI IDRAULICI (UNI EN 196-1)
(CEMENTO)

TEMPI DI MATURAZIONE	RESISTENZA A FLESSIONE R _f MPa	RESISTENZA A COMPRESSIONE R _c MPa
7 GIORNI (MEDIA DI 3 PROVINI)	5,9	30,2
28 GIORNI (MEDIA DI 3 PROVINI)	7,6	40,8



COSTIPAMENTO A.A.S.H.T.O. MODIFICATO (ASTM D1557)

RIEPILOGO DEI RISULTATI

Provini addensati secondo la procedura AASHTO Modificata

CAMPIONE MISCELA DI INERTI (tal quale)	
Massa volumica secca ottimale Mg/m ³	Contenuto d'acqua ottimale W _{opt} %
2,10	6,9

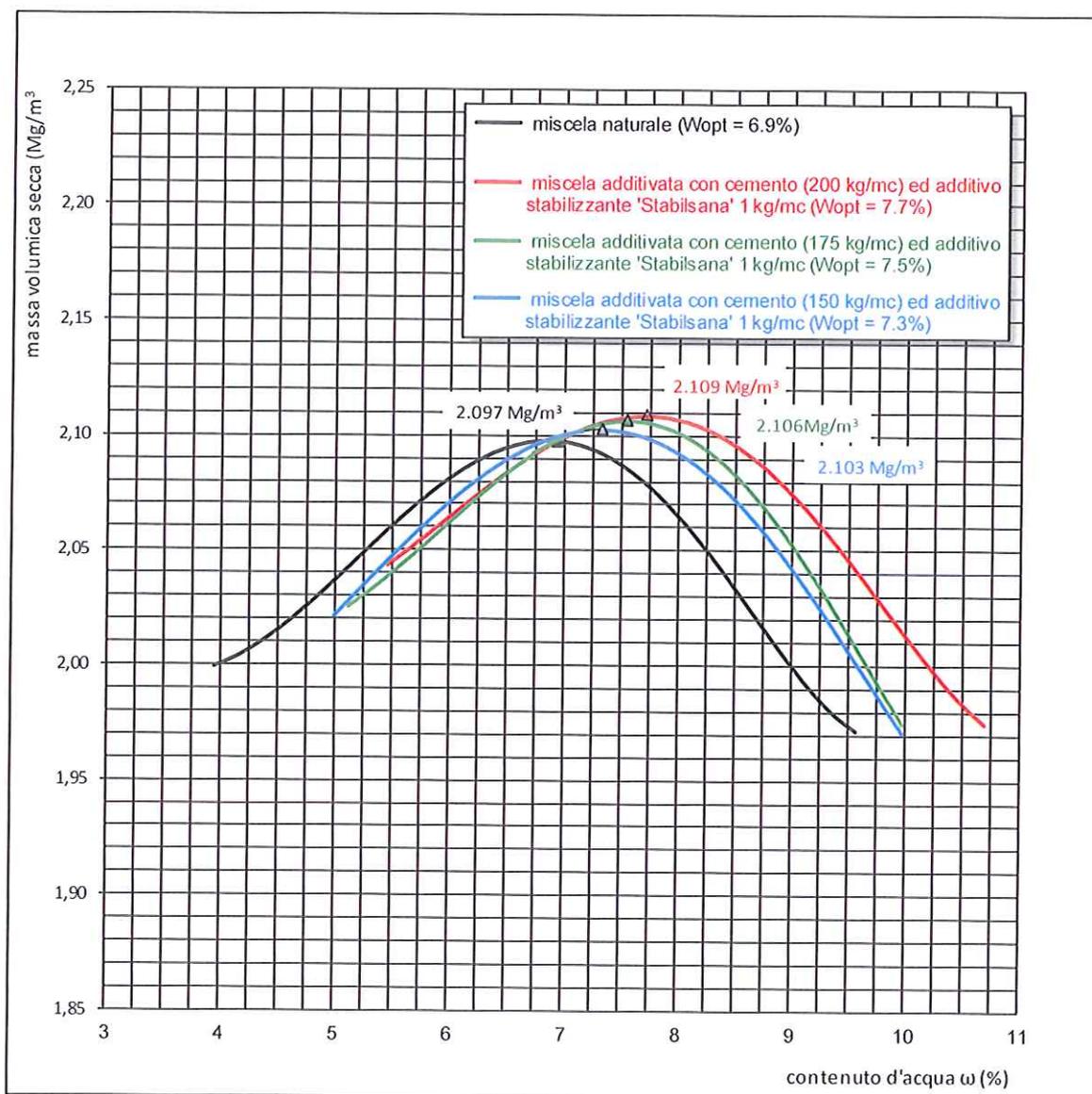
CAMPIONE MISCELA DI INERTI + 150 kg/m³ CEMENTO + 1 kg/m³ di STABILISANA	
Massa volumica secca ottimale Mg/m ³	Contenuto d'acqua ottimale W _{opt} %
2,10	7,3

CAMPIONE MISCELA DI INERTI + 175 kg/m³ CEMENTO + 1 kg/m³ di STABILISANA	
Massa volumica secca ottimale Mg/m ³	Contenuto d'acqua ottimale W _{opt} %
2,11	7,5

CAMPIONE MISCELA DI INERTI + 200 kg/m³ CEMENTO + 1 kg/m³ di STABILISANA	
Massa volumica secca ottimale Mg/m ³	Contenuto d'acqua ottimale W _{opt} %
2,11	7,7



CONFRONTO DELLE CURVE DI COMPATTAZIONE (ASTM D1557)
STUDIO DI STABILIZZAZIONE - GRAFICO MASSA VOLUMICA SECCA - CONTENUTO D'ACQUA





PROVA DI COMPATTAZIONE
(ASTM D 1557)

CAMPIONE MISCELA DI INERTI
+ 150 kg/m³ CEMENTO
+ 1 kg/m³ di STABILISANA

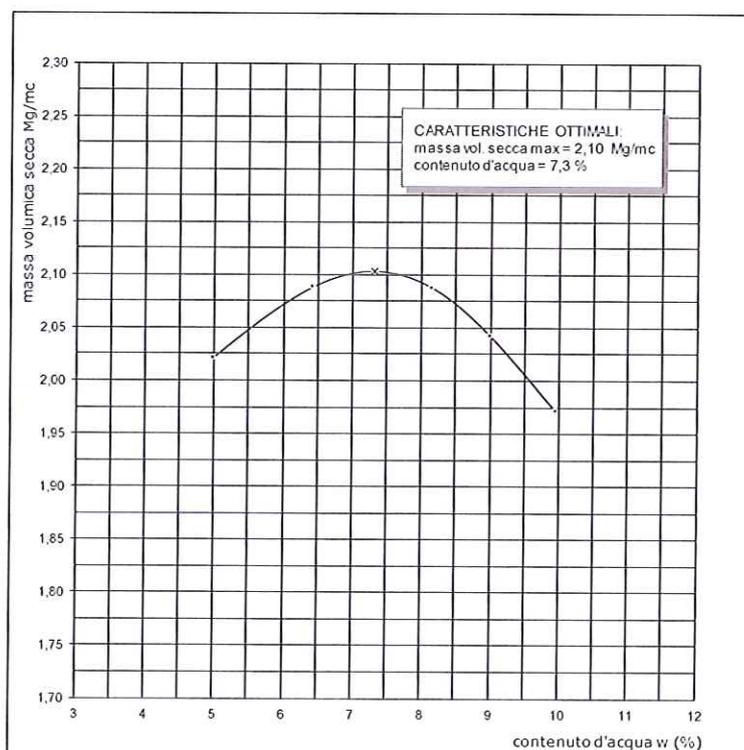
MODALITA' DI COMPATTAZIONE: AASHTO MODIFICATA

Provino n°	1	2	3	4	5
Contenuto d'acqua w %	5,0	6,4	8,2	9,0	10,0
Massa volumica secca Mg/m ³	2,02	2,09	2,09	2,04	1,97

Massa volumica secca ottimale	2,10 Mg/m ³
Contenuto d'acqua ottimale w_0	7,3 %

DIAGRAMMA MASSA VOLUMICA SECCA – CONTENUTO D'ACQUA

PROVA DI COMPATTAZIONE (ASTM D1557)
DIAGRAMMA MASSA VOLUMICA SECCA - CONTENUTO D'ACQUA





PROVA DI COMPATTAZIONE
(ASTM D 1557)

CAMPIONE MISCELA DI INERTI
+ 175 kg/m³ CEMENTO
+ 1 kg/m³ di STABILISANA

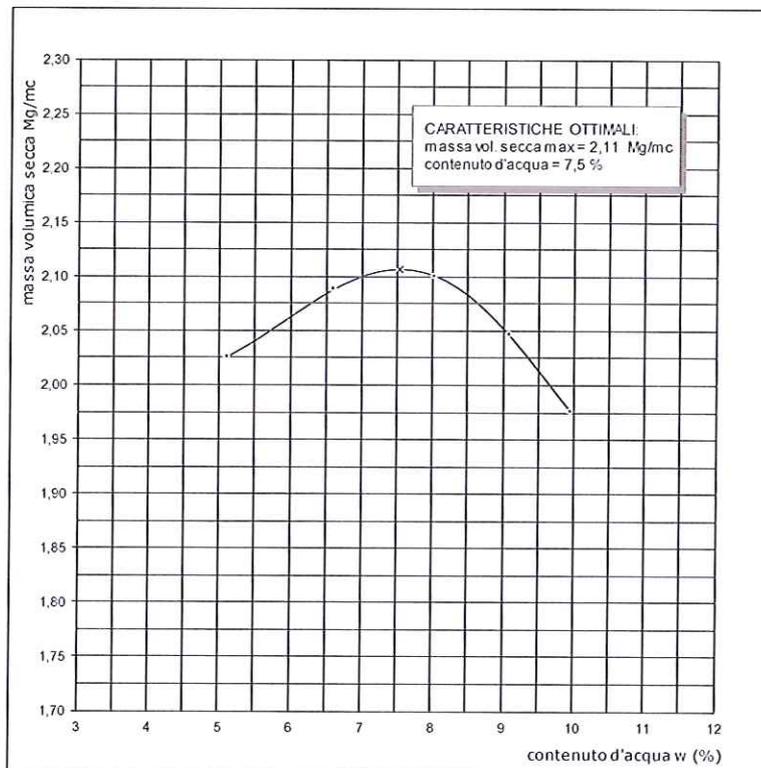
MODALITA' DI COMPATTAZIONE: AASHTO MODIFICATA

Provino n°	1	2	3	4	5
Contenuto d'acqua w %	5,1	6,6	8,0	9,1	10,0
Massa volumica secca Mg/m ³	2,03	2,09	2,10	2,05	1,98

Massa volumica secca ottimale	2,11 Mg/m ³
Contenuto d'acqua ottimale w_0	7,5 %

DIAGRAMMA MASSA VOLUMICA SECCA – CONTENUTO D'ACQUA

PROVA DI COMPATTAZIONE (ASTM D1557)
DIAGRAMMA MASSA VOLUMICA SECCA - CONTENUTO D'ACQUA





PROVA DI COMPATTAZIONE
(ASTM D 1557)

CAMPIONE MISCELA DI INERTI
+ 200 kg/m³ CEMENTO
+ 1 kg/m³ di STABILISANA

MODALITA' DI COMPATTAZIONE: AASHTO MODIFICATA

Provino n°	1	2	3	4	5
Contenuto d'acqua w %	5,5	6,9	8,3	9,5	10,7
Massa volumica secca Mg/m ³	2,04	2,10	2,10	2,05	1,98

Massa volumica secca ottimale	2,11 Mg/m ³
Contenuto d'acqua ottimale w_0	7,7 %

DIAGRAMMA MASSA VOLUMICA SECCA – CONTENUTO D'ACQUA

PROVA DI COMPATTAZIONE (ASTM D1557)
DIAGRAMMA MASSA VOLUMICA SECCA - CONTENUTO D'ACQUA

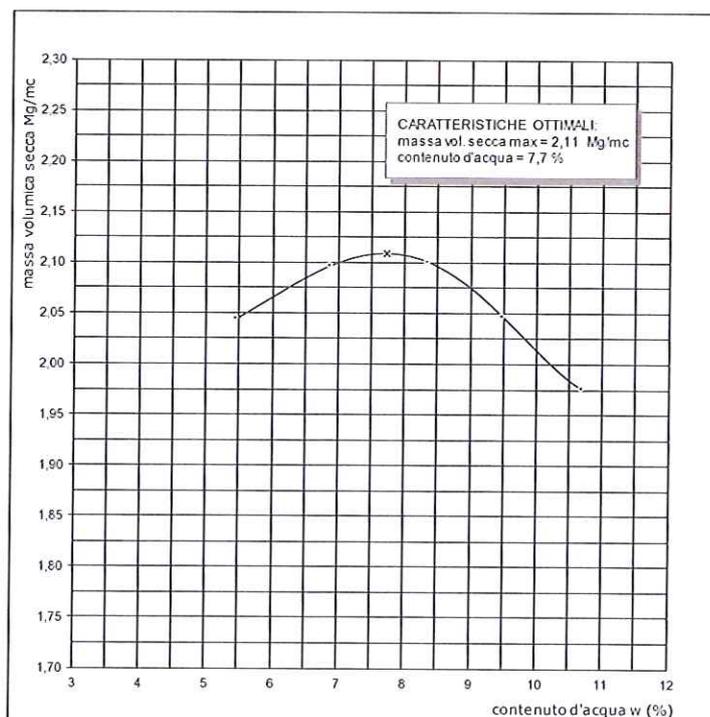
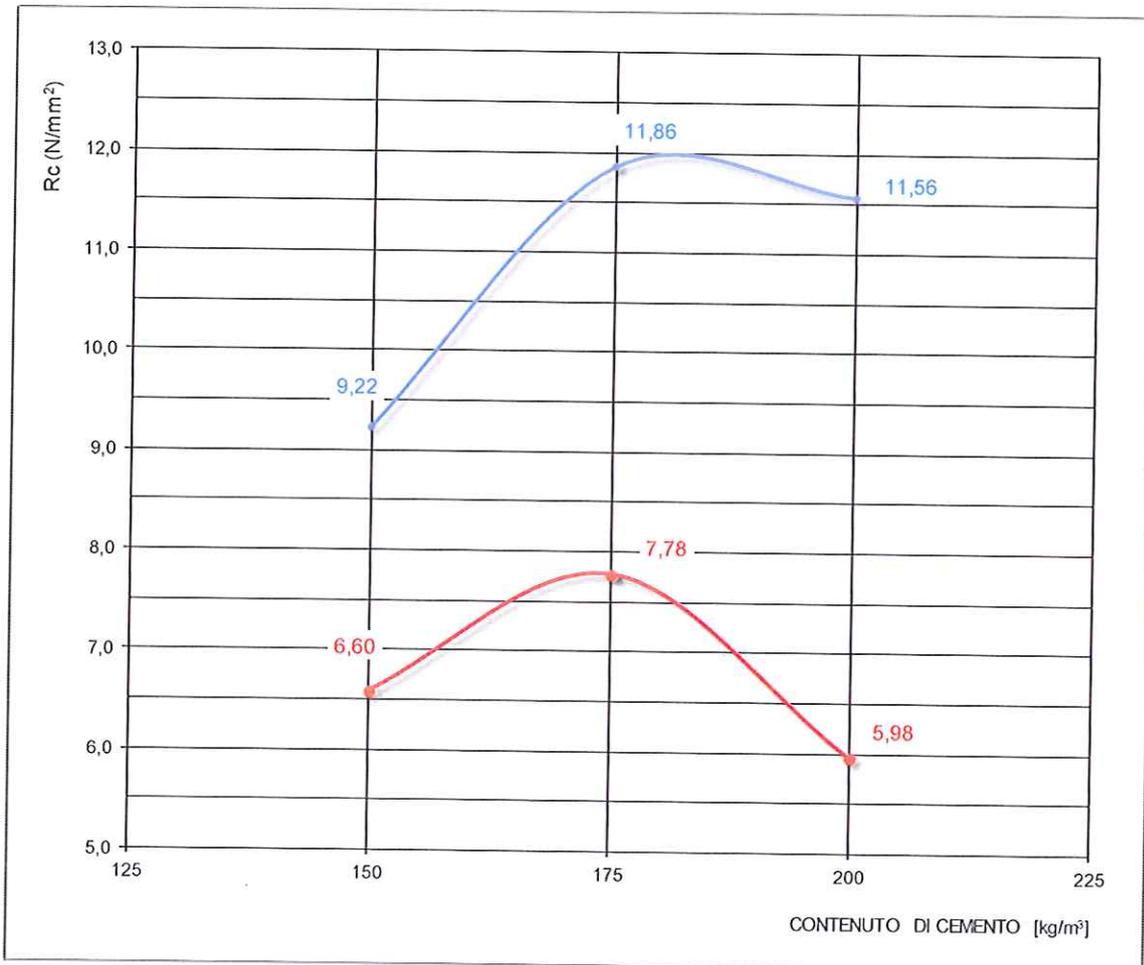




TABELLA RIASSUNTIVA - RESISTENZA A COMPRESSIONE A 7 E 28 GIORNI
STUDIO DI STABILIZZAZIONE CON DIVERSI DOSAGGI DI CEMENTO

CONTENUTO DI CEMENTO SULLA MISCELA [kg/m ³]	150	175	200
UMIDITA' DI COSTIPAMENTO SU PROVINI CILINDRICI [% W _{OPT}]	7,3	7,5	7,7
COMPRESSIONE A 7 giorni [media di 3 provini] [N/mm ²]	6,60	7,78	5,98
COMPRESSIONE A 28 giorni [media di 3 provini] [N/mm ²]	9,22	11,86	11,56

nota: prova eseguita dopo maturazione a 20°C ed U.R. > 90%





RESISTENZA A COMPRESSIONE (UNI 6132.72)

**CAMPIONE DI MISCELA DI INERTI + CEMENTO (150 Kg/m³/175 Kg/m³/ 200 Kg/m³)
+ STABILSANA (1 Kg/m³)**

PROVINI CILINDRICI COSTIPATI ENTRO STAMPI CBR (h=177,8 mm – Ø 152,4 mm) SU 5 STRATI A 85 COLPI PER STRATO SECONDO LE MODALITA' AASHTO M.
I PROVINI SONO STATI ESTRATTI DALLO STAMPO DOPO 24 ORE E PORTATI A STAGIONATURA IN CAMERA CLIMATIZZATA (UMIDITA' SUPERIORE AL 90% / TEMPERATURA 20°C)

Data di prova: ROTTURA A 7 GIORNI

NUMERO	CONTENUTO D'ACQUA	DATA DI PREPARAZIONE	MASSA	MASSA VOLUMICA APPARENTE	DIMENSIONI DEL PROVINO		SUPERFICIE	RESISTENZA A COMPRESSIONE UNI 6132.72	
					Ø	h		mm ²	kN
1	MISCELA DI INERTI + CEMENTO 150 Kg/m ³ + STABILSANA 1 Kg/m ³ W _{opt} (7,3%)	13.06.2014	7,34	2.270	152	178	18.146	129,8	7,15
2	"	"	7,30	2.260	152	178	18.146	117,1	6,45
3	"	"	7,31	2.260	152	178	18.146	112,3	6,19
4	MISCELA DI INERTI + CEMENTO 175 Kg/m ³ + STABILSANA 1 Kg/m ³ W _{opt} (7,5%)	29.05.2014	7,45	2.310	152	178	18.146	148,6	8,19
5	"	"	7,42	2.300	152	178	18.146	138,9	7,65
6	"	"	7,24	2.240	152	178	18.146	136,3	7,51
7	MISCELA DI INERTI + CEMENTO 200 Kg/m ³ + STABILSANA 1 Kg/m ³ W _{opt} (7,7%)	27.05.2014	7,33	2.270	152	178	18.146	111,2	6,13
8	"	"	7,35	2.280	152	178	18.146	113,5	6,25
9	"	"	7,31	2.260	152	178	18.146	100,7	5,55

* VALORE DI f_c



RESISTENZA A COMPRESSIONE (UNI 6132.72)

CAMPIONE DI MISCELA DI INERTI + CEMENTO (150 Kg/m³/175 Kg/m³/ 200 Kg/m³)
+ STABILSANA (1 Kg/m³)

PROVINI CILINDRICI COSTIPATI ENTRO STAMPI CBR (h=177,8 mm – Ø 152,4 mm) SU 5 STRATI A 85 COLPI PER STRATO SECONDO LE MODALITA' AASHTO M.
I PROVINI SONO STATI ESTRATTI DALLO STAMPO DOPO 24 ORE E PORTATI A STAGIONATURA IN CAMERA CLIMATIZZATA (UMIDITA' SUPERIORE AL 90% / TEMPERATURA 20°C)

Data di prova: ROTTURA A 28 GIORNI

NUMERO	CONTENUTO D'ACQUA	DATA DI PREPARAZIONE	MASSA kg	MASSA VOLUMICA APPARENTE Kg/m ³	DIMENSIONI DEL PROVINO		SUPERFICIE mm ²	RESISTENZA A COMPRESSIONE UNI 6132.72	
					Ø mm	h mm		kN	N/mm ² *
1	MISCELA DI INERTI + CEMENTO 150 Kg/m ³ + STABILSANA 1 Kg/m ³ W _{opt} (7,3%)	16.06.2014	7,22	2.240	152	178	18.146	156,4	8,62
2	"	"	7,27	2.250	152	178	18.146	162,0	8,93
3	"	"	7,28	2.250	152	178	18.146	183,6	10,12
4	MISCELA DI INERTI + CEMENTO 175 Kg/m ³ + STABILSANA 1 Kg/m ³ W _{opt} (7,5%)	30.05.2014	7,31	2.260	152	178	18.146	221,4	12,20
5	"	"	7,32	2.270	152	178	18.146	197,8	10,90
6	"	"	7,33	2.270	152	178	18.146	226,2	12,47
7	MISCELA DI INERTI + CEMENTO 200 Kg/m ³ + STABILSANA 1 Kg/m ³ W _{opt} (7,7%)	28.05.2014	7,43	2.300	152	178	18.146	220,2	12,13
8	"	"	7,37	2.280	152	178	18.146	205,4	11,32
9	"	"	7,29	2.260	152	178	18.146	222,0	12,23

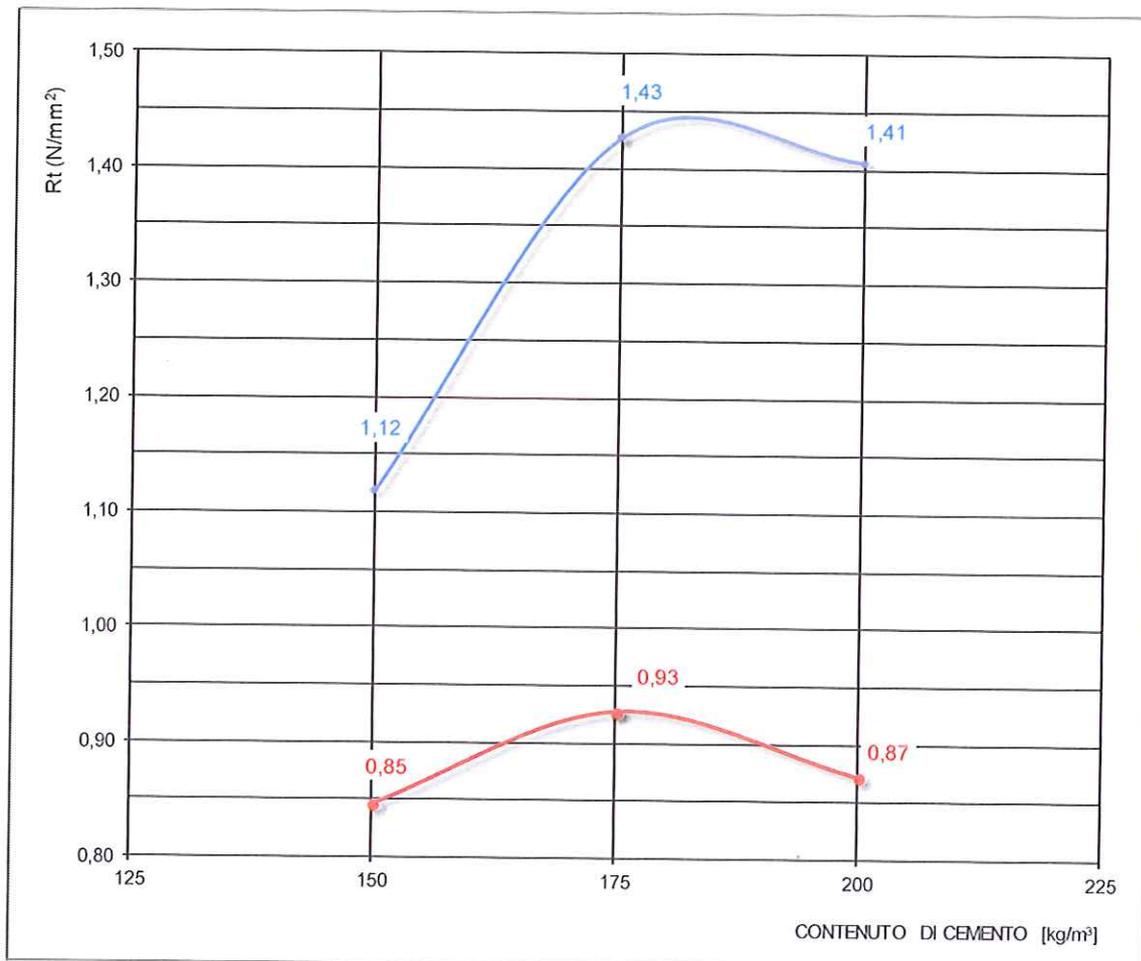
* VALORE DI f_c



TABELLA RIASSUNTIVA - RESISTENZA A TRAZIONE INDIRECTA A 7 E 28 GIORNI
STUDIO DI STABILIZZAZIONE CON DIVERSI DOSAGGI DI CEMENTO

CONTENUTO DI CEMENTO SULLA MISCELA [kg/m ³]	150	175	200
UMIDITA' DI COSTIPAMENTO SU PROVINI CILINDRICI [% W _{OPT}]	7,3	7,5	7,7
TRAZIONE INDIRECTA A 7 giorni [media di 3 provini] [N/mm ²]	0,85	0,93	0,87
TRAZIONE INDIRECTA A 28 giorni [media di 3 provini] [N/mm ²]	1,12	1,43	1,41

nota: prova eseguita dopo maturazione a 20°C ed U.R. > 90%





**PROVA DI TRAZIONE INDIRETTA (PROVA BRASILIANA)
(C.N.R. 97)**

**CAMPIONE DI MISCELA DI INERTI + CEMENTO (150 Kg/m³/175 Kg/m³/ 200 Kg/m³)
+ STABILSANA (1 Kg/m³)**

PROVINI CILINDRICI COSTIPATI ENTRO STAMPI CBR (h=177,8 mm – Ø 152,4 mm) SU 5 STRATI A 85 COLPI PER STRATO SECONDO LE MODALITA' AASHTO M.

I PROVINI SONO STATI ESTRATTI DALLO STAMPO DOPO 24 ORE E PORTATI A STAGIONATURA IN CAMERA CLIMATIZZATA (UMIDITA' SUPERIORE AL 90% / TEMPERATURA 20°C)

Data di prova: ROTTURA A 7 GIORNI

NUMERO	CONTRASSEGNO PROVENIENZA DEL PROVINO	DATA DI PREPARAZIONE DICHIARATA	MASSA kg	DIMENSIONI mm		PIANO ROTTURA CONTENENTE LINEE CARICO	CARICO TOTALE DI ROTTURA N	TENSIONE DI ROTTURA R _t N/mm ² C.N.R. 97-1984
				d	h			
1	MISCELA DI INERTI + CEMENTO 150 Kg/m ³ + STABILSANA 1 Kg/m ³ W _{opt} (7,3%)	13.06.2014	7,38	152	178	SI	35.700	0,85
2	"	"	7,30	152	178	SI	37.800	0,90
3	"	"	7,36	152	178	SI	34.500	0,80
4	MISCELA DI INERTI + CEMENTO 175 Kg/m ³ + STABILSANA 1 Kg/m ³ W _{opt} (7,5%)	29.05.2014	7,35	152	178	SI	39.400	0,95
5	"	"	7,30	152	178	SI	38.200	0,90
6	"	"	7,38	152	178	SI	40.800	0,95
7	MISCELA DI INERTI + CEMENTO 200 Kg/m ³ + STABILSANA 1 Kg/m ³ W _{opt} (7,7%)	27.05.2014	7,41	152	178	SI	37.300	0,90
8	"	"	7,39	152	178	SI	36.300	0,85
9	"	"	7,32	152	178	SI	37.700	0,90

**PROVA DI TRAZIONE INDIRETTA (PROVA BRASILIANA)
(C.N.R. 97)**

**CAMPIONE DI MISCELA DI INERTI + CEMENTO (150 Kg/m³/175 Kg/m³/ 200 Kg/m³)
+ STABILSANA (1 Kg/m³)**

PROVINI CILINDRICI COSTIPATI ENTRO STAMPI CBR (h=177,8 mm – Ø 152,4 mm) SU 5 STRATI A 85 COLPI PER STRATO SECONDO LE MODALITA' AASHTO M.
I PROVINI SONO STATI ESTRATTI DALLO STAMPO DOPO 24 ORE E PORTATI A STAGIONATURA IN CAMERA CLIMATIZZATA (UMIDITA' SUPERIORE AL 90% / TEMPERATURA 20°C)

Data di prova: **ROTTURA A 28 GIORNI**

NUMERO	CONTRASSEGNO PROVENIENZA DEL PROVINO	DATA DI PREPARAZIONE DICHIARATA	MASSA kg	DIMENSIONI mm		PIANO ROTTURA CONTENENTE LINEE CARICO	CARICO TOTALE DI ROTTURA N	TENSIONE DI ROTTURA R _t N/mm ² C.N.R. 97-1984
				d	h			
1	MISCELA DI INERTI + CEMENTO 150 Kg/m ³ + STABILSANA 1 Kg/m ³ W _{opt} (7,3%)	16.06.2014	7,19	152	178	SI	44.600	1,05
2	“	“	7,24	152	178	SI	47.800	1,10
3	“	“	7,26	152	178	SI	50.200	1,20
4	MISCELA DI INERTI + CEMENTO 175 Kg/m ³ + STABILSANA 1 Kg/m ³ W _{opt} (7,5%)	30.05.2014	7,30	152	178	SI	62.400	1,45
5	“	“	7,29	152	178	SI	62.800	1,50
6	“	“	7,28	152	178	SI	56.800	1,35
7	MISCELA DI INERTI + CEMENTO 200 Kg/m ³ + STABILSANA 1 Kg/m ³ W _{opt} (7,7%)	28.05.2014	7,32	152	178	SI	65.900	1,55
8	“	“	7,25	152	178	SI	52.800	1,25
9	“	“	7,29	152	178	SI	60.600	1,45



COMMENTO DEI RISULTATI

In base alla classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003 i campioni di inerti analizzati appartengono alle classi A1-b (Saulò e ghiaie sabbiose calcaree) ed A2-4 (sabbie limose).

I passanti al setaccio 0,075mm variano tra il 18,0% (inerti calcarei) e 26,9% (sabbie limose), mentre i valori degli Indici Plastici Ip sono compresi tra 2,4 (Saulò) e 5,7 (Sabbie limose).

Il risultato della prova di compattazione AASHTO Modificato della miscela degli inerti tal quale è pari a 2,097 Mg/m³ con W_{opt} di 6,9%.

Con aggiunta di legante i valori delle prove di compattazione AASHTO M. (densità ottimale e W_{opt}) aumentano gradualmente; i valori ottenuti variano da un minimo di 2,103 Mg/m³ (densità) e 7,3% W_{opt} a 2,109 Mg/m³ (densità) e 7,7% W_{opt}.

Assieme agli inerti è stato consegnato al laboratorio un campione di cemento contenuto in un sacco privo di contrassegni.

Sul citato legante sono state eseguite le prove per la determinazione dei requisiti meccanici in conformità con la norma UNI-EN 197-1 cap. 7.1.

La resistenza alla compressione (media di sei valori) determinata dopo 7gg di maturazione in camera climatizzata è pari 30,2 MPa, mentre i risultati della prova a compressione (media dei sei valori) dopo 28gg di maturazione in camera climatizzata è uguale a 40,8 MPa.

Con riferimento al prospetto 2 "Requisiti meccanici e fisici definiti come valori caratteristici" nella Norma UNI EN 197-1, le prestazioni meccaniche del cemento sottoposto a prova sono leggermente inferiori ai requisiti richiesti per un cemento di classe di resistenza 42,5.



DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE A 7 GIORNI E 28 GIORNI

Provini cilindrici costipati entro stampi CBR secondo le modalità AASHTO Modificato

**MISCELA INERTI (SAULÒ 60%+ INERTI CALCAREI 30%+SABBIE LIMOSE 10%)
+ CEMENTO + STABILSANA**

Come previsto sono stati preparati n.3 impasti con 3 diversi dosaggi di legante ossia rispettivamente con 150 Kg/m³, 175 Kg/m³ e 200 Kg/m³ di cemento e con percentuali d'acqua pari a W_{opt} .

Per ciascun impasto sono stati confezionati n.6 provini cilindrici con metodo AASHTO Modificato.

La maturazione è stata effettuata in camera climatizzata a 20°C ed a 95% UR. Un primo gruppo di n.3 provini per ogni impasto è stato portato a rottura dopo 7gg di maturazione, mentre la prova di compressione sul secondo gruppo di n.3 provini è stata effettuata dopo 28gg di maturazione.

Le prove a compressione che hanno dato risultati migliori (7,78 N/mm² a 7gg, 11,86 N/mm² a 28gg – medie di 3 valori) sono quelle relative alla serie di provini confezionati con 175 Kg/m³ di cemento e con W_{opt} .

Hanno dato buoni risultati, anche se un po' inferiori a quelli precedenti, i provini confezionati con 200 Kg/m³ di cemento; sono invece sensibilmente inferiori i risultati delle prove a compressione dei provini confezionati con 150 Kg/m³ di cemento soprattutto quelli con rottura a 28 giorni.



DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA A 7 GIORNI E 28 GIORNI

Provini cilindrici costipati entro stampi CBR secondo le modalità AASHTO Modificato

**MISCELA INERTI (SAULÒ 60%+ INERTI CALCAREI 30%+SABBIE LIMOSE 10%)
+ CEMENTO + STABILSANA**

Con gli stessi impasti utilizzati per la confezione dei provini per le prove di compressione, ossia inerti miscelati rispettivamente con 150 Kg/m³, 175 Kg/m³ e 200 Kg/m³ di cemento e con l'aggiunta sempre di 1 Kg/m³ di Stabilsana, sono state confezionate n.3 serie di n.6 provini ciascuna.

Ciascuna serie di n.6 provini è stata suddivisa in n.2 gruppi da n.3 provini da sottoporre a rottura rispettivamente dopo 7gg e 28gg di maturazione in camera climatizzata a 20°C con UR del 95%.

Anche per quanto riguarda le prove a trazione indiretta, i risultati migliori (0,93 N/mm² a 7gg e 1,43 N/mm² a 28gg) sono stati ottenuti con un dosaggio di cemento di 175 Kg/m³.

Di poco inferiori sono risultati i valori delle prove eseguite a 7gg e a 28gg, con dosaggi di cemento immediatamente superiori (200 Kg/m³).

Anche l'esito delle prove a trazione indiretta, eseguite su provini confezionati con 150 Kg/m³, sono sensibilmente inferiori, rispetto ai risultati delle prove eseguite su provini confezionati con dosaggi maggiori, soprattutto per i provini portati a rottura dopo 28gg di maturazione.



CONCLUSIONI

I risultati migliori delle prove a compressione ed a trazione indiretta, eseguite su provini cilindrici confezionati col metodo AASHTO Modificato, sono quelli ottenuti con un dosaggio di cemento di 175 Kg/m³.

L'aumento della percentuale di legante non determina alcun miglioramento delle prestazioni della miscela; è stata infatti osservata una sia pur modesta riduzione dei valori di resistenza.

Con percentuali minori di legante (150 Kg/m³) i risultati delle prove sia a compressione, sia a trazione indiretta sono sensibilmente inferiori rispetto a quelli ottimali, soprattutto per quanto riguarda le prove eseguite dopo 28 gg di maturazione in camera climatizzata.

Centro Controllo Materiali Edili Srl

Il Direttore

Dott. Geol. Pierluigi Di Bernardo





ADX.0183

STABILSANA

Composto aggiuntivo stabilizzante per la realizzazione di strade ecologiche

Codice Doganale

3816 1000

Consumi

1 kg /m³

Imballaggi

- Secchio da 10 kg
- Sacco da 25 kg

Applicazione

- Aggiungere ad altri componenti

aziChem
PRODOTTI SPECIALI PER L'EDILIZIA E LA BIODILIZIA

www.azichem.com

Aggiornamento del: 15/05/2014
Condizioni di vendita e avvertenze
legali consultabili su
www.azichem.com/it/legale

Pagina: 1/2

Famiglia
Admix

Tipologia
Composti per la stabilizzazione di terreni

Linee prodotti

- Opus
- Sanageb

Categorie funzionali

- Realizzazione di strade naturali in terra stabilizzata

Componenti
Monocomponente

Aspetto
Polvere

Descrizione del prodotto

Composto aggiuntivo naturale da aggiungere a miscele confezionate con terreno di risulta (o stabilizzati di cava) e leganti idraulici (calce idraulica, cemento bianco, ecc.), per la costruzione di percorsi e strade, anche carrabili, e la realizzazione di opere stradali e viarie in terra stabilizzata, con effetto "terra battuta", ad impatto ambientale/paesaggistico zero.

Caratteristiche generali

L'aggiunta di STABILSANA disciolto in acqua, in ragione di 1.0 kg di prodotto per metro cubo d'impasto di conglomerato terroso, è finalizzato all'omogeneizzazione della miscela terra/legante, alla inertizzazione e labilizzazione delle pellicole organiche che circondano le particelle di terreno, alla conversione di queste ultime in sostanze colloidali che contribuiranno alla coesione del conglomerato finale, nonché al miglioramento dell'efficienza e delle prestazioni meccaniche del conglomerato naturale in opera nel suo insieme.

In funzione della destinazione d'uso, si dovrà modulare, il rapporto fra i componenti principali: legante idraulico (cemento o calce), materiale terroso, stabilizzante per terreni "Stabilsana" ed acqua.

Campi d'impiego

Piste ciclabili, percorsi pedonali, strade rurali, stradelli boschivi, percorsi in parchi e giardini, viabilità cimiteriale, impianti sportivi, aree giochi, parcheggi, campi da golf, piazzali, siti archeologici.

Colori disponibili

- Bianco

Caratteristiche fondamentali



Conservabilità: 6 mesi



Esente da solventi



Materiale 100% eco-compatibile



Miscelare con acqua: 1:80



Non infiammabile



Spessore minimo consigliato: 12 cm

Pulizia strumenti

Acqua

Preparazione dei supporti

Le opere stradali, realizzate con la tecnologia Stabilsana, dovranno essere opportunamente preparate al pari di una qualsiasi strada in asfalto bituminoso o cemento, in relazione alla preparazione del sottofondo e della massiciata, alle pendenze, la regimentazione delle acque meteoriche, ecc..

Modalità d'impiego

In linea generale, la costruzione di una pavimentazione viaria naturale con il sistema Stabilsana comporta i seguenti passaggi:

- miscelazione del conglomerato terroso con acqua, legante e Stabilsana (1.0 kg/m³)
- stesura del conglomerato finale con vibrofinitrice sul sottofondo opportunamente preparato
- rullatura e compattazione della strada
- cura di maturazione

Per maggiori informazioni consultare il sito dedicato alla tecnologia www.stabilsana.com o rivolgersi al nostro Servizio Tecnico.

Stoccaggio e Conservazione

Stoccare il prodotto nel suo imballaggio originale in ambiente fresco, asciutto e al riparo dal gelo e dalla luce diretta del sole. Un'inadeguata conservazione del prodotto può causare perdita delle performance reologiche. Teme l'umidità.

Principali Vantaggi del "sistema Stabilsana"

- possibilità di riutilizzare il terreno del luogo
- assoluta compatibilità ambientale (certificata!)
- capacità drenante dell'opera finita
- il composto non contiene resine, solventi, bitumi, polimeri, ecc.
- la strada risultante avrà lo stesso colore del terreno utilizzato

Avvertenze, Precauzioni, Ecologia

Si ricorda che l'utilizzatore è tenuto a prendere visione della più recente Scheda di Sicurezza del prodotto, contenente i dati chimico-fisici e tossicologici, le fasi di rischio ed altre informazioni per poter trasportare, utilizzare e smaltire il prodotto e i suoi imballaggi in tutta sicurezza. Si ricorda comunque di non disperdere il prodotto ed il suo imballaggio nell'ambiente.

Per una corretta definizione delle miscele da utilizzare e per verificare l'idoneità del prodotto in funzione delle specifiche esigenze, è sempre indispensabile effettuare prove preliminari.

STABILSANA è prodotto/distribuito da

aziChem[®]
PRODOTTI SPECIALI PER L'EDILIZIA E LA BIOEDILIZIA



Via Giovanni Gentile, 16/A - 46044 Goito (MN), Italy
info@azichem.com Tel. +39 0376.604185 /604365 Fax +39 0376 604398

aziChem[®]
PRODOTTI SPECIALI PER L'EDILIZIA E LA BIOEDILIZIA

www.azichem.com

Aggiornamento del: 15/05/2014
Condizioni di vendita e avvertenze
legali consultabili su
www.azichem.com/it/legale

Pagina: 2/2