



Club Alpino Italiano
Commissione Centrale Speleologia e Torrentismo - Scuola Nazionale di Speleologia
Gruppo di Studio MATERIALI E TECNICHE
Premio "Marco Ghiglia" 1992



Attività dal 1982 al 2018

Il Gruppo di Studio Materiali e Tecniche (GSMT) nasce nel 1982 nell'ambito del Centro Nazionale di Speleologia CAI "Monte Cucco". Il CNS acquisisce negli anni 1984 - 1988 le strumentazioni per le misurazioni sui materiali speleo-alpinistici, sia a trazione lenta che a caduta. In tal modo si costituisce il primo nucleo del Laboratorio Prove Materiali di Costacciaro CRASC (Centro Ricerche Speleo Alpinistiche Canyon). Vengono sottoposti a test tutti gli elementi della catena di sicurezza della progressione speleologica e i risultati, corredati anche da analisi teoriche, sono pubblicati nel 1989 nel volume "Resistenza dei Materiali speleo-alpinistici" (Libro Giallo).

Negli anni '90 le ricerche del GSMT proseguono, facendo base sempre su Laboratorio Prove Materiali del CRASC e investigando su le attrezzature che via via vengono immesse nel mercato, soprattutto gli ancoraggi chimici (resine epossidiche). Complesse indagini vengono portate avanti anche sull'usura delle corde e sulla corrosione dei materiali in lega d'alluminio.

Negli anni 2000 il GSMT svolge sempre un'intensa attività, con ricerche sulle nuove attrezzature introdotte dai vari produttori commerciali, fra cui nuovi sistemi di ancoraggio. Fra l'altro viene proposto alla speleologia, all'alpinismo e al torrentismo l'innovativo e affidabile sistema d'ancoraggio con tasselli autofilettanti (Multimonti).

A partire dal 2009 la misurazione delle forze e degli allungamenti viene dotata di strumenti molto precisi e con campionamenti estremamente ravvicinati (1 ms). Viene messa in opera una torre a caduta che apre un vasto orizzonte d'indagini con sollecitazioni choc (a caduta di un peso). Vengono concluse indagini sul decadimento di corde e cordini e sull'influenza della velocità di deformazione sulla tenuta a rottura di attrezzature metalliche. Di grande interesse la ricerca pluriennale (2000 - 2007) sull'idrolisi del Nylon e, quindi, del conseguente deterioramento delle corde.

Vengono riprese le indagini sugli ancoraggi artificiali, sia chimici che con viti autofilettanti, per completare il quadro sulle loro caratteristiche e resistenza alla rottura. Proprio queste ricerche sono l'oggetto di quanto qui di seguito viene presentato e sulle quali si chiede la collaborazione di tutto il corpo docente (Istruttori e Qualificati) della Scuola Nazionale di Speleologia del Club Alpino Italiano.

I risultati delle indagini del GSMT sono stati ampiamente diffusi e divulgati, in particolare con specifiche pubblicazioni, con presentazioni in manifestazioni e congressi (1985, 1987, 1997, 2005, 2010, 2013, 2017, 2018) e con dispense distribuite ai quasi 1000 partecipanti di 40 corsi.

Il GSMT si è sostenuto finanziariamente - tanto per l'acquisto e la messa a punto delle strumentazioni quanto per l'acquisto delle attrezzature in prova come per la logistica degli operatori - con contributi di enti, associazioni, speleologi e alpinisti. La Scuola Nazionale di Speleologia CAI, dal 1982 ad oggi, ha dato contributi al GSMT per un totale di circa 2500 €.

Il Laboratorio Materiali CRASC al quale fa riferimento il GSMT ha una dotazione di strumentazioni sperimentali che non ha riscontro in altri analoghi luoghi. Le conoscenze scientifiche e tecniche degli operatori del CRASC sono il frutto di decenni di ricerche teorico-sperimentali.

Le ricerche sono state sviluppate, tanto nell'impostazione teorica e sperimentale quanto nell'analisi dei test, con l'Università di Urbino.

Gruppo Studio "Materiali e Tecniche" CCST CAI Università di Urbino

*Analisi e confronti fra ancoraggi con **barre filettate**
infisse su roccia con **resine epossidiche***

*Fori **asciutti** e fori **bagnati***

*Rocce di **diversa natura***

Premessa

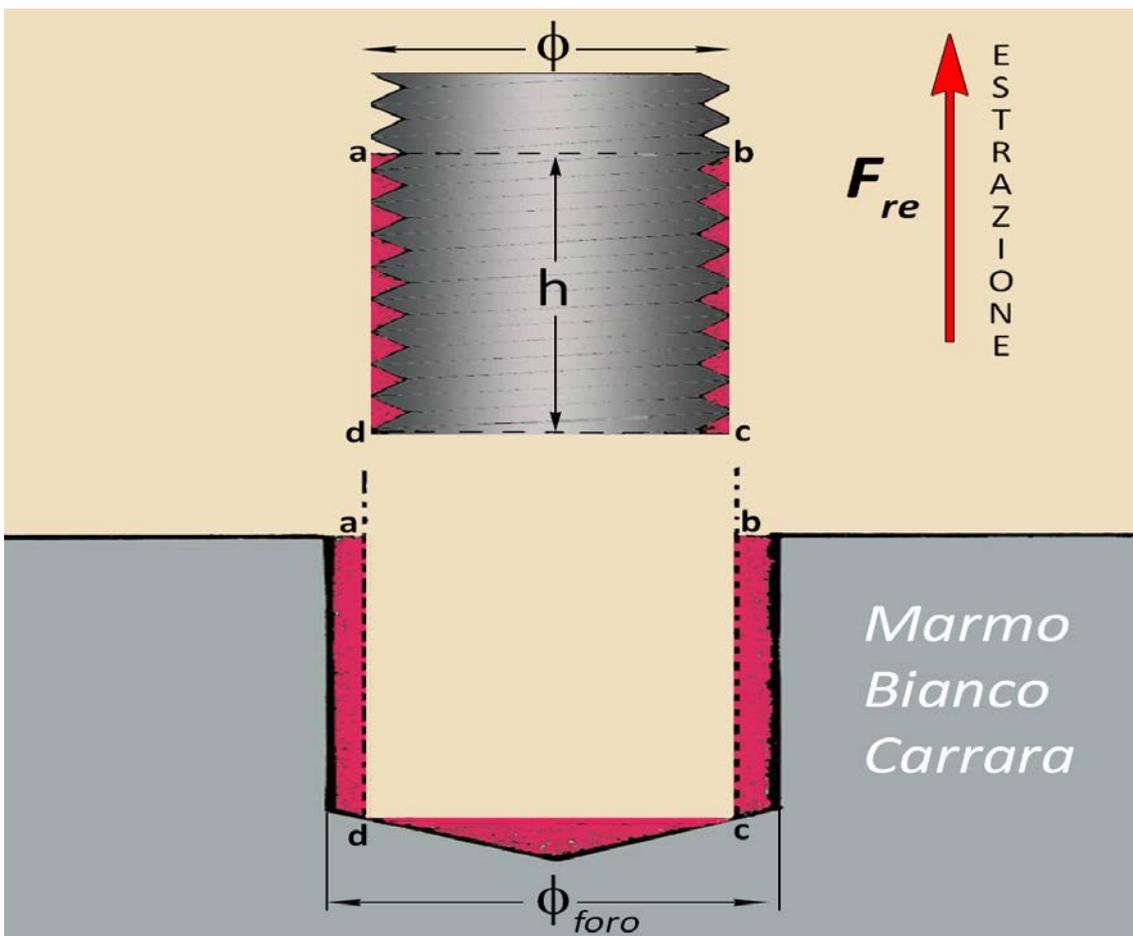
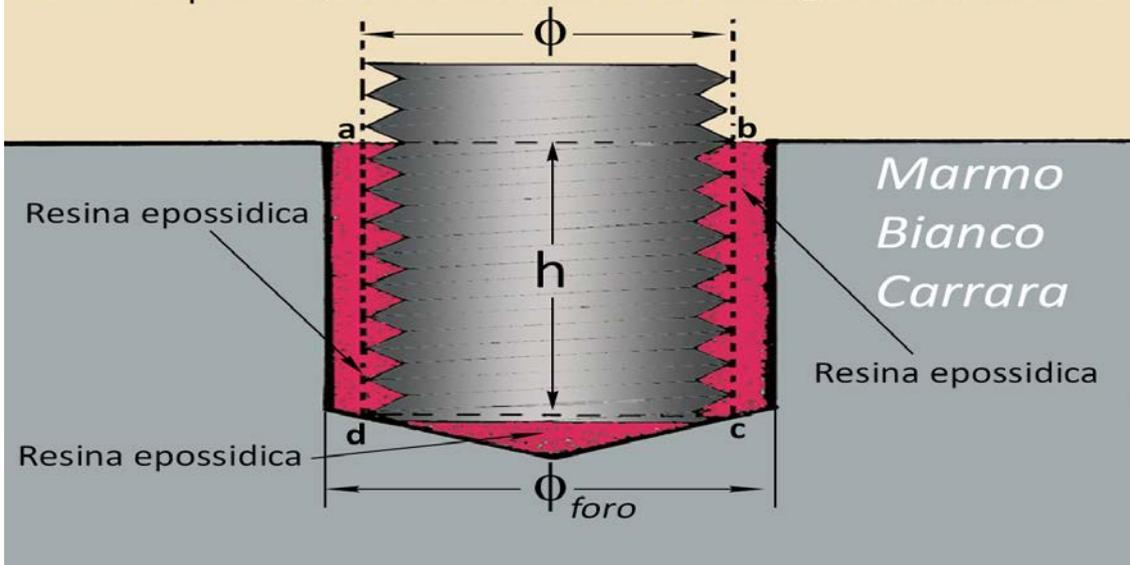
Il Gruppo di Studio "Materiali e Tecniche" della SNS - CAI ha iniziato le ricerche, teoriche e sperimentali, sui ancoraggi con collante chimico nel 1996, utilizzando le attrezzature del laboratorio di Costacciaro (CRASC) e ricavando dei risultati **conclusivi** (non grezzi !) sulla resistenza ad estrazione di barre filettate immerse in diverse resine bicomponenti (vedi sintesi grafica sottostante). Sono stati eseguiti 133 test su sei resine diverse, con barre filettate di acciaio 12.9 con diametri diversi, immerse nella resina con profondità variabili, all'interno di fori di diametro anch'esso variabile. I fori su Marmo Bianco Carrara (roccia di riferimento), eseguiti con trapano a colonna, sono stati puliti ed erano **asciutti**. Sono stati fatti test nell'arco di 96 ore (0,5 ore, 2 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore, 48 ore, 72 ore, 96 ore) per valutare i tempi d'indurimento. Le ricerche sono terminate nel 1997 e presentate nello stesso anno al 12° Congresso Internazionale di Speleologia (La Chaux-de-Fonds Svizzera).

Indice

Pag. 03	Modalità sperimentali d'estrazione "barra filettata/resina epossidica"
Pag. 04	Evidenza risultati sperimentale dell'estrazione con fori asciutti
Pag. 05	Confronto fra resine differenti con fori asciutti: ricerche del 1996
Pag. 06	Lo sforzo di taglio σ_{τ} e il carico di rottura a estrazione F_{re}
Pag. 07	Confronto fra fori asciutti/fori bagnati: ricerche del 2013
Pag. 11	Programma per il completamento delle ricerche con resine e rocce diverse (10 schede tecniche da compilare)
Pag.17	Impostazioni sperimentali e richiesta di collaborazione

ANCORAGGIO CON BARRA FILETTATA SU RESINA EPOSSIDICA

- ϕ diametro barra filettata
 h profondità immersione barra filettata nella resina
 $a-b-c-d$ sezione del cilindro che avvolge la barra filettata
 h profondità immersione barra filettata nella resina
 ϕ_{foro} diametro foro trapano
 $S = \pi \cdot \phi \cdot h$ superficie del cilindro che avvolge la barra filettata



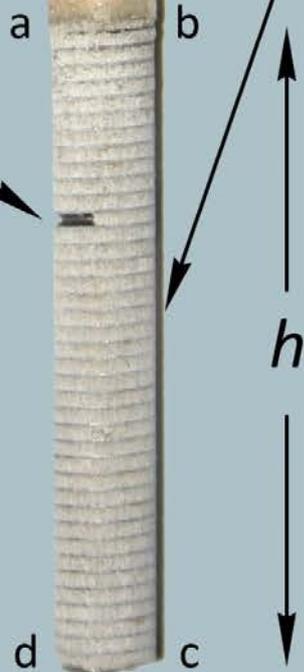
E
s
t
r
a
z
i
o
n
e

ϕ

S (a-b-c-d) = superficie cilindrica di taglio della resina sulla punta dei filetti

Particolare di filetto svuotato dalla resina (dopo l'estrazione). Non c'è adesione fra la resina e il metallo.

FORO ASCIUTTO



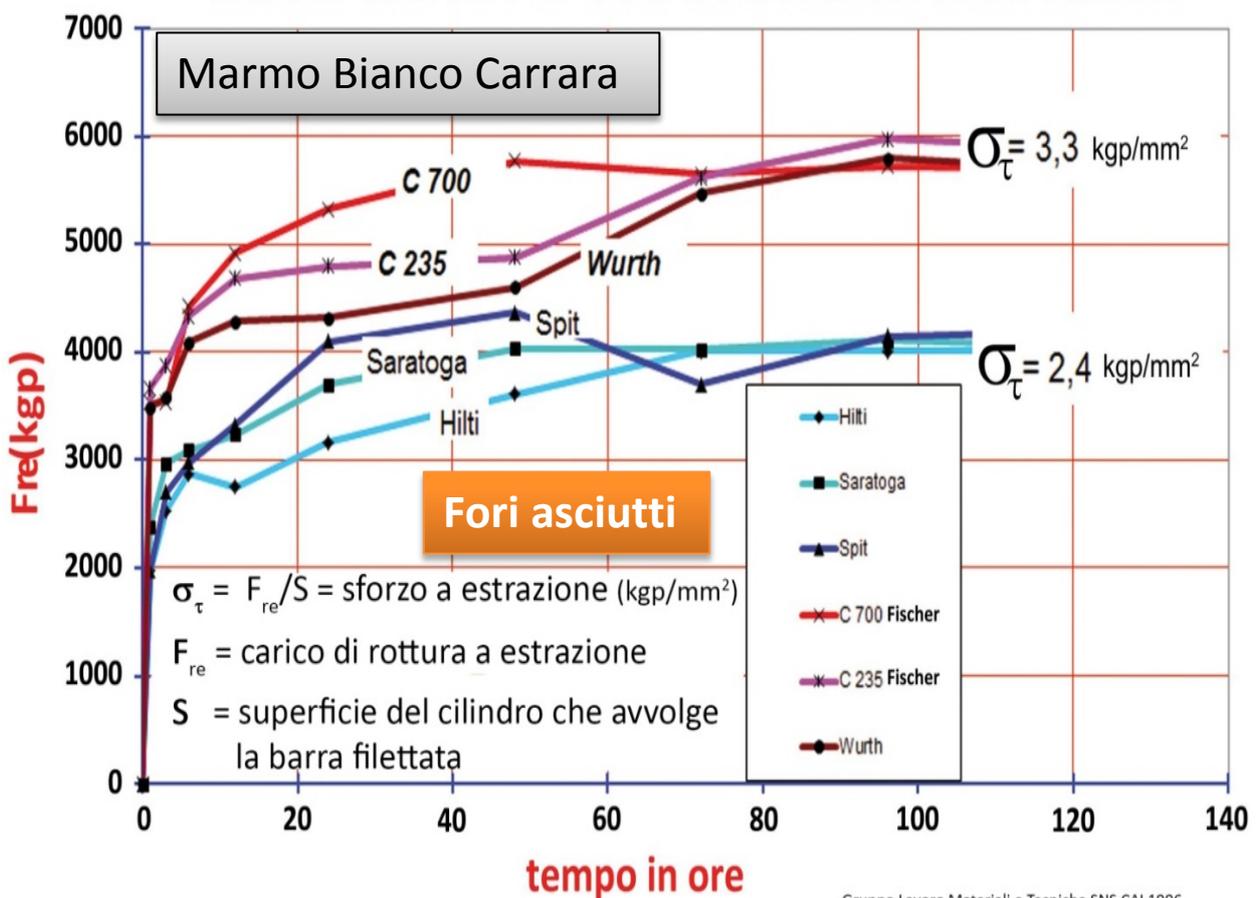
Barra filettata dopo l'estrazione

Come rappresentato nella figura soprastante, dopo l'estrazione della barra il collante occupa perfettamente l'interno dei filetti, ma non ha alcuna adesione con il metallo e può essere rimosso facilmente. Per contro la resina, che ha interagito chimicamente con la roccia, è rimasta solidamente aderente alle pareti del foro.

E' evidente che la rottura dell'ancoraggio è avvenuto per il cedimento a taglio lungo la superficie cilindrica **S** (la cui sezione trasversale è definita dai punti a-b-c-d).

Il diametro del foro ϕ_{foro} non ha alcuna influenza sulla tenuta dell'ancoraggio.

CONFRONTO FRA RESINE DIVERSE



Questa ricerca - **completa, organica e conclusiva** - ha definito dunque per via sperimentale una legge (sotto ripostata) che lega il carico di rottura a estrazione F_{re} (dei tasselli così costituiti) con la profondità d'immersione nella resina h , con il diametro della barra ϕ e con lo sforzo a estrazione σ_{τ} , che è un valore tipico proprio di ogni diversa resina epossidica (al punto d'indurimento massimo):

$$F_{re} = \pi \cdot h \cdot \phi \cdot \sigma_{\tau}$$

Pertanto: il valore del carico di rottura a estrazione di una barra filettata immersa in una resina epossidica è **direttamente proporzionale** alla profondità d'immersione h , al diametro della barra filettata ϕ e allo sforzo a taglio tipico della resina σ_{τ} .

In altre parole: la tenuta a estrazione dell'ancoraggio aumenterà in proporzione diretta con il diametro della barra, con la sua profondità d'immersione nella resina e con lo sforzo a taglio proprio della resina.

Lo sforzo a estrazione σ_{τ} caratteristico di ogni resina si ricava sperimentalmente da test con barre filettate di diverso diametro, immerse a diversa profondità nel collante in prova:

$$\sigma_{\tau} = \frac{F_{re}}{\pi \cdot h \cdot \phi} = \text{costante}$$

con:

$$\pi \cdot h \cdot \phi = S$$

S = superficie del cilindro che avvolge la parte della barra filettata immersa nella resina (a-b-c-d)

Tutte i test effettuati sono avvenuti con fori nel **Marmo Bianco Carrara puliti e asciutti**.

In questa condizioni l'adesione del collante avviene solo sulla roccia ed è invece nulla rispetto alla barra (analogo risultato nel caso di metalli diversi dall'acciaio).

Il processo d'indurimento delle resine epossidiche è dipendente dalla temperatura ambiente. Con temperatura di 15°C tale processo si compie in 96 ore: con temperature maggiori si riduce, mentre aumenta con valori più bassi.

Conclusione 01

σ_{τ} (kgp/mm²): è il parametro che definisce quantitativamente per ogni mm² della superficie S il carico di rottura a estrazione (di fatto a taglio) di un ancoraggio con barra filettata immersa in un foro su roccia riempito con una resina epossidica, valore che varia in proporzione diretta con h e ϕ , ed è indipendente da ϕ_{foro} ($\phi_{\text{foro}} \geq \phi + 2 \text{ mm}$).

Confronto fra fori asciutti e fori bagnati

Negli anni successivi, a partire dal 2013, sono stati eseguiti nuovi analoghi test, sempre su Marmo Bianco Carrara, con resine varie e barre filettate 12.9. Con fori **asciutti** si sono verificati gli stessi meccanismi di rottura mostrati nella Premessa 01 e i risultati numerici hanno sempre confermato i precedenti valori di σ_{τ} .

Per contro con fori bagnati (o "riempiti d'acqua") sono stati registrati risultati molto discordanti rispetto a quanto ottenuto con analoghi fori asciutti, senza far emergere alcun elemento che possa giustificare tali nette differenze.

Qui di seguito riportiamo detti risultati numerici, gli ultimi ottenuti nel dicembre 2018.

Resina: **HILTI RE 500 Marmo Bianco Carrara**

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ_{τ} (kgp/mm ²)	Anno	ΔT (ms)
Asciutto	1	4166	47	3,53	2013	300
Asciutto	2	4242	48	3,52	2013	300
Asciutto	3	4641	51	3,62	2013	300
Asciutto	4	4555	51	3,56	2013	300
Asciutto	5	2792	31	3,59	2013	300
Asciutto	6	3432	40	3,42	2013	300
			<i>Media</i>	3,54		
Bagnato	7	277	47	0,23	2013	300
Bagnato	8	150	43	0,14	2013	300
Bagnato	9	145	50	0,12	2013	300
Bagnato	10	383	45	0,34	2013	300
Bagnato	11	590	47	0,50	2013	300
Bagnato	12	252	44	0,23	2013	300
			<i>Media</i>	0,26	-92,67	% F_{re}

Barre filettate dopo l'estrazione **FORI BAGNATI**

Secondo caso

Assenza di adesione della resina alla roccia:
 $F_{re} = 145 \text{ kgp}$ che equivale ad una riduzione del 97 % rispetto al carico di rottura a estrazione con foro asciutto



Primo caso

Parziale adesione della resina alla roccia:
 $F_{re} = 1522 \text{ kgp}$ che equivale ad una riduzione del 62 % rispetto al al carico di rottura a estrazione con foro asciutto



Resina: **WURTH VIT PE 500 Marmo Bianco Carrara**

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ_{τ} (kgp/mm ²)	Anno	ΔT (ms)
Asciutto	1	4049	48	3,36	2013	300
Asciutto	2	3887	45	3,44	2013	300
Asciutto	3	3740	44	3,38	2013	300
Asciutto	4	4594	51	3,59	2013	300
Asciutto	5	2420	29	3,32	2013	300
Asciutto	6	3319	40	3,30	2013	300
			<i>Media</i>	3,40		
Bagnato	7	80	48	0,07	2013	300
Bagnato	8	204	45	0,18	2013	300
Bagnato	9	169	45	0,15	2013	300
Bagnato	10	275	47	0,23	2013	300
Bagnato	11	230	47	0,19	2013	300
Bagnato	12	223	48	0,18	2013	300
			<i>Media</i>	0,17	-95,05	% F_{re}

Resina: **MUNGO MIT 600 RE Marmo Bianco Carrara**

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ_{τ} (kgp/mm ²)	Anno	ΔT (ms)
Asciutto	1	4446	47	3,77	2013	300
Asciutto	2	4327	48	3,59	2013	300
Asciutto	3	4546	48	3,77	2013	300
Asciutto	4	4844	50	3,86	2013	300
Asciutto	5	2469	30	3,28	2013	300
Asciutto	6	3209	39	3,28	2013	300
			<i>Media</i>	3,59		
Bagnato	7	285	45	0,25	2013	300
Bagnato	8	1522	44	1,38	2013	300
Bagnato	9	436	46	0,38	2013	300
Bagnato	10	2272	47	1,92	2013	300
Bagnato	11	212	49	0,17	2013	300
Bagnato	12	3160	47	2,68	2013	300
			<i>Media</i>	1,13	-68,52	% F_{re}

Resina: **WURTH VIT EA 150 Marmo Bianco Carrara**

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ_{τ} (kgp/mm ²)	Anno	ΔT (ms)
Asciutto	1	4312	50	3,43	2017	300
Asciutto	2	3773	44	3,41	2017	300
Asciutto	3	3710	43	3,43	2017	300
Asciutto	4	3192	36	3,53	2018	10
Asciutto	5	3150	36	3,48	2018	50
Asciutto	6	4720	53	3,55	2018	10
			<i>Media</i>	3,47		
Bagnato	7	2933	45	2,59	2017	300
Bagnato	8	3394	50	2,70	2017	300
Bagnato	9	2170	38	2,27	2017	300
Bagnato	10	2518	36	2,78	2018	10
Bagnato	11	1807	40	1,80	2018	50
Bagnato	12	2100	37	2,26	2018	10
			<i>Media</i>	2,40	-30,84	% F_{re}

Resina: **BERNER Multi System Epoxy Marmo Bianco Carrara**

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ_{τ} (kgp/mm ²)	Anno	ΔT (ms)
Asciutto	1	3456	39	3,53	2018	10
Asciutto	2	3956	45	3,50	2018	50
Asciutto	3	4220	48	3,50	2018	10
Asciutto	4					
Asciutto	5					
Asciutto	6					
			<i>Media</i>	3,51		
Bagnato	7	3148	49	2,56	2018	10
Bagnato	8	2110	42	2,00	2018	50
Bagnato	9	2638	50	2,10	2018	50
Bagnato	10					
Bagnato	11					
Bagnato	12					
			<i>Media</i>	2,22	-36,76	% F_{re}

Conclusione 02

La situazione di tenuta, anche quantitativa, degli ancoraggi sinora esaminati con fori asciutti e al massimo indurimento (> 96 ore a 15°C) è definita da:

$$F_{re} = \pi \cdot \Phi \cdot h \cdot \sigma_{\tau}$$

con:

$$\sigma_{\tau} \cong 3,5 \text{ kgp/mm}^2$$

ricavato sperimentalmente (valido per quasi tutte le resine epossidiche esaminate).

Ma con fori bagnati i carichi di rottura sono molto diversificati (dispersi), con diminuzioni di tenuta che vanno dal 97 al 30 %.

Programma per il completamento delle ricerche

E' necessario pertanto proseguire le indagini mettendo a confronto i risultati di test (sempre a estrazione) con fori asciutti e fori bagnati e su varie resine, allo scopo di evidenziare:

- il meccanismo chimico che riduce il carico di rottura in presenza di fori con pareti bagnate,
- un valore attendibile della percentuale di riduzione del carico di estrazione F_{re} con foro bagnato.

Inoltre occorre valutare le differenze di tenuta a estrazione su rocce diverse dal Marmo Bianco Carrara, sia con fori asciutti che bagnati. Verrà utilizzata la Scaglia Rossa della Serie Umbro-marchigiana (roccia marnosa, a matrice omogenea, con caratteristiche di riproducibilità pari al Marmo Bianco Carrara).

A tal fine il programma di ricerche elaborato prevede i test con rottura a estrazione qui di seguito elencati.

Resina: GEBOFIX EPO PLUS RE Marmo Bianco Carrara

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ_{τ} (kgp/mm ²)	Anno	ΔT (ms)
Asciutto	1				2019	10
Asciutto	2				2019	10
Asciutto	3				2019	10
Asciutto	4				2019	10
Asciutto	5				2019	10
Asciutto	6				2019	10
			<i>Media</i>			
Bagnato	7				2019	10
Bagnato	8				2019	10
Bagnato	9				2019	10
Bagnato	10				2019	10
Bagnato	11				2019	10
Bagnato	12				2019	10
			<i>Media</i>			% F _{re}

Resina: GEBOFIX EPO PLUS RE Scaglia Rossa

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ_{τ} (kgp/mm ²)	Anno	ΔT (ms)
Asciutto	1				2019	10
Asciutto	2				2019	10
Asciutto	3				2019	10
Asciutto	4				2019	10
Asciutto	5				2019	10
Asciutto	6				2019	10
			<i>Media</i>			
Bagnato	7				2019	10
Bagnato	8				2019	10
Bagnato	9				2019	10
Bagnato	10				2019	10
Bagnato	11				2019	10
Bagnato	12				2019	10
			<i>Media</i>			% F _{re}

Resina: **MUNGO MIT 600 RE** Marmo Bianco Carrara

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ _τ (kgp/mm ²)	Anno	ΔT(ms)
Asciutto	1				2019	10
Asciutto	2				2019	10
Asciutto	3				2019	10
Asciutto	4				2019	10
Asciutto	5				2019	10
Asciutto	6				2019	10
			<i>Media</i>			
Bagnato	7				2019	10
Bagnato	8				2019	10
Bagnato	9				2019	10
Bagnato	10				2019	10
Bagnato	11				2019	10
Bagnato	12				2019	10
			<i>Media</i>			% F _{re}

Resina: **MUNGO MIT 600 RE** Scaglia Rossa

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ _τ (kgp/mm ²)	Anno	ΔT(ms)
Asciutto	1				2019	10
Asciutto	2				2019	10
Asciutto	3				2019	10
Asciutto	4				2019	10
Asciutto	5				2019	10
Asciutto	6				2019	10
			<i>Media</i>			
Bagnato	7				2019	10
Bagnato	8				2019	10
Bagnato	9				2019	10
Bagnato	10				2019	10
Bagnato	11				2019	10
Bagnato	12				2019	10
			<i>Media</i>			% F _{re}

Resina: FISCHER T-BOND PROF 1 Marmo Bianco Carrara

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ _τ (kgp/mm ²)	Anno	ΔT(ms)
Asciutto	1				2019	10
Asciutto	2				2019	10
Asciutto	3				2019	10
Asciutto	4				2019	10
Asciutto	5				2019	10
Asciutto	6				2019	10
			<i>Media</i>			
Bagnato	7				2019	10
Bagnato	8				2019	10
Bagnato	9				2019	10
Bagnato	10				2019	10
Bagnato	11				2019	10
Bagnato	12				2019	10
			<i>Media</i>			% F _{re}

Resina: FISCHER T-BOND PROF 1 Scaglia Rossa

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ _τ (kgp/mm ²)	Anno	ΔT(ms)
Asciutto	1				2019	10
Asciutto	2				2019	10
Asciutto	3				2019	10
Asciutto	4				2019	10
Asciutto	5				2019	10
Asciutto	6				2019	10
			<i>Media</i>			
Bagnato	7				2019	10
Bagnato	8				2019	10
Bagnato	9				2019	10
Bagnato	10				2019	10
Bagnato	11				2019	10
Bagnato	12				2019	10
			<i>Media</i>			% F _{re}

Resina: **BERNER MULTI SYSTEM EPOXY** Marmo Bianco Carrara

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ_{τ} (kgp/mm ²)	Anno	ΔT (ms)
Asciutto	1				2019	10
Asciutto	2				2019	10
Asciutto	3				2019	10
Asciutto	4				2019	10
Asciutto	5				2019	10
Asciutto	6				2019	10
			<i>Media</i>			
Bagnato	7				2019	10
Bagnato	8				2019	10
Bagnato	9				2019	10
Bagnato	10				2019	10
Bagnato	11				2019	10
Bagnato	12				2019	10
			<i>Media</i>			% F _{re}

Resina: **BERNER MULTI SYSTEM EPOXY** Scaglia Rossa

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ_{τ} (kgp/mm ²)	Anno	ΔT (ms)
Asciutto	1				2019	10
Asciutto	2				2019	10
Asciutto	3				2019	10
Asciutto	4				2019	10
Asciutto	5				2019	10
Asciutto	6				2019	10
			<i>Media</i>			
Bagnato	7				2019	10
Bagnato	8				2019	10
Bagnato	9				2019	10
Bagnato	10				2019	10
Bagnato	11				2019	10
Bagnato	12				2019	10
			<i>Media</i>			% F _{re}

Resina: WURTH VIT EA 150 Marmo Bianco Carrara

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ _τ (kgp/mm ²)	Anno	ΔT(ms)
Asciutto	1				2019	10
Asciutto	2				2019	10
Asciutto	3				2019	10
Asciutto	4				2019	10
Asciutto	5				2019	10
Asciutto	6				2019	10
			<i>Media</i>			
Bagnato	7				2019	10
Bagnato	8				2019	10
Bagnato	9				2019	10
Bagnato	10				2019	10
Bagnato	11				2019	10
Bagnato	12				2019	10
			<i>Media</i>			% F _{re}

Resina: WURTH VIT EA 150 Scaglia Rossa

Acciaio barra: **12.9**

Diametro barra: **8 mm**

Diametro foro: **12 mm**

Condizioni foro	Test n°	F _{re} (kgp)	h (mm)	σ _τ (kgp/mm ²)	Anno	ΔT(ms)
Asciutto	1				2019	10
Asciutto	2				2019	10
Asciutto	3				2019	10
Asciutto	4				2019	10
Asciutto	5				2019	10
Asciutto	6				2019	10
			<i>Media</i>			
Bagnato	7				2019	10
Bagnato	8				2019	10
Bagnato	9				2019	10
Bagnato	10				2019	10
Bagnato	11				2019	10
Bagnato	12				2019	10
			<i>Media</i>			% F _{re}

Impostazioni sperimentali e richiesta collaborazione

I test - foro asciutto/foro bagnato - verranno effettuati anche su resine già utilizzate, per poter fare confronti completi su basi omogenee.

I test verranno ripetuti più volte per poter avere una base statistica sufficiente.

La condizione "bagnato" avverrà riempiendo il foro d'acqua e quindi immettendo la resina nel foro pieno d'acqua a metà.

I test saranno eseguiti nel dinamometro a trazione lenta (0,006 mm/s) con misurazione dell'allungamento con laser e della forza con cella di carico "dinamica" e intervallo di campionamento di 10 ms (garantisce una misura rilevata al punto di rottura effettivo).

Si utilizzano barre filettate con diametro di 8 mm di acciaio 12.9 (il più resistente in commercio) per provocare il cedimento all'interno del foro dell'insieme roccia-resina-barra. Non deve avvenire la rottura della sola barra.

Non vengono eseguiti test "a taglio" in quanto si metterebbe alla prova solo l'acciaio della barra.

Agendo con temperatura ambiente compresa fra 10°C e 20°C, il tempo d'indurimento utilizzato è 100 ore.

I blocchetti di Scaglia Rossa provengono dalla cava della Gola del Furlo, già utilizzati in test analoghi degli anni '80.

Tutti gli istruttori e qualificati che hanno ricevuto questa comunicazione possono inviarci osservazioni, proposte, integrazioni e modifiche sul programma di ricerca proposto (francesco.salvatori@sns-cai.it).

Villa Scirca (Sigillo) 5 gennaio 2019

Francesco Salvatori (Gruppo di Studio "Materiali e Tecniche" SNS CAI)