



## DATI CARICO DA PROVE DI LABORATORIO > LOAD DATA FROM LABORATORY'S TESTS

Nell'ambito della campagna di prove condotta presso il Laboratorio Prove Materiali "Pietro Pisa" dell'Università di Brescia sono stati testati ancoraggi iniettati con calza tipo TBOS 20-60 Hs e TBOS 20-60 Ls installati in banchi prova in **MURATURA STANDARD** (dim. 200x170x75cm) costituiti da mattoni pieni in laterizio (dim. 25x12x6cm) e malta di allettamento con scarse caratteristiche di resistenza meccanica (classe M 2,5). L'abaco riportato di seguito indica i valori delle tensioni tangenziali ultime massime all'interfaccia bulbo di malta/muratura e barra/bulbo di malta per i diversi meccanismi resistenti indagati.

In the "Pietro Pisa" Laboratories, University of Brescia, a series of experimental tests have been performed on injection anchors with sock, TBOS 20-60 Hs and TBOS 20-60 Ls, installed in **STANDARD MASONRY** test members (dim. 200x170x75cm) made with solid bricks (dim. 25x12x6cm) and poor mechanical resistance joint mortar (class M 2,5). The overview of specification and tests results shows the values of ultimate bond strength at the intersection between borehole surface and injected mortar plug and between injected mortar plug and tensile element for the different mechanism of resistance studied.

| MECCANISMO RESISTENTE<br>MECHANISM OF RESISTANCE |   | ADERENZA<br>ADHERENCE | ADERENZA E SOTTOSQUADRO<br>ADHERENCE AND UNDERCUT | INGRANAMENTO<br>MECHANICAL INTERLOCK |
|--|---|-----------------------|---|--------------------------------------|
| TBOS Hs  | $\tau_{u \text{ max foro}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]  | 1,81                  | 1,62  | 1,03                                 |
|  | $\tau_{u \text{ max barra}}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | 5,62                  | 5,02  | 3,20                                 |
| TBOS Ls  | $\tau_{u \text{ max foro}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]  | 0,89                  | 0,97  | 1,29                                 |
|  | $\tau_{u \text{ max barra}}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | 2,77                  | 3,01  | 4,01                                 |

| LEGEND | $\tau_{u \text{ max foro}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]  | Valori tensioni tangenziali ultime massime interfaccia bulbo malta-muratura<br>Ultimate bond strength values at the intersection between borehole surface and injected mortar plug |
|--------|---|--|
|        | $\tau_{u \text{ max barra}}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | Valori tensioni tangenziali ultime massime interfaccia barra-bulbo malta<br>Ultimate bond strength values at the intersection between injected mortar plug and tensile element     |
|        | $\tau_{rec}$ [N/mm <sup>2</sup> ]                 | Valori consigliati tensioni tangenziali > Recommended bond strength values   |



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA  
Facoltà di Ingegneria  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura,  
Territorio e Ambiente (DICATA)  
Laboratorio Prove Materiali "Pietro Pisa"

## DATI CARICO DA PROVE IN SITU > LOAD DATA FROM IN SITU TESTS

Ad integrazione dei risultati ottenuti dalle prove di laboratorio sono state effettuate circa 30 prove di estrazione in situ per la determinazione della capacità di carico degli ancoraggi iniettati con calza su murature esistenti. Sono stati indagati sei differenti siti, rappresentativi delle due principali tipologie di muratura, **MURATURA IN MATTONI** e **MURATURA IN PIETRA**, e sono stati utilizzati ancoraggi campione tipo GBOS 20-60 iniettati con i tre diversi tipi di malta Presstec, BCM Hs e BCM Ls. L'abaco riportato di seguito indica i valori delle tensioni tangenziali ultime massime all'interfaccia bulbo di malta/muratura e barra/bulbo di malta per le diverse murature indagate: in particolare, i valori degli sforzi unitari di aderenza sono messi in relazione con la tipologia di elementi resistenti costituente la muratura e le caratteristiche di resistenza della malta di allettamento.

The results obtained by Laboratories tests have been integrated with about thirty additional in situ pull out-tests to obtain the loadbearing characteristics of the injection anchors with sock. Six different sites representative of the two main type of substrate, **STONE MASONRY** and **BRICK MASONRY**, have been investigated together with anchor samples GBOS 20-60 injected with the three different grouts Presstec, BCM Hs e BCM Ls. The overview of specification and tests results shows the values of ultimate bond strength at the intersection between borehole surface and injected mortar plug and between injected mortar plug and tensile element for the different masonry investigated: in particular the nominal values of adherence have been related to the type of structural units and the performance of the joints mortar.

| TIPO DI MURATURA<br>TYPE OF MASONRY   | A   | B   | C  | D                                       | E  | F  | INTERVALLO VALORI<br>TENSIONI TANGENZIALI<br>ULTIME MASSIME<br>ULTIMATE BOND<br>STRENGTH VALUES<br>RANGE |
|---|---|---|--|---|--|--|--|
| CODIFICA > DESIGNATION  | A   | B   | C  | D                                       | E  | F  | [min - max]  |
| Elementi resistenti<br>Structural units   | Calcere compatto<br>Solid limestone               | Pietra di Berbenno<br>Stone from Berbenno | Mattoni pieni > Solid bricks<br>30x15x5 cm | Pietra di Credaro<br>Stone from Credaro | Mattoni pieni > Solid bricks<br>26x13x8 cm | Calcere di Zorzino<br>Limestone from Zorzino | -  |
| Resistenza a compressione<br>malta allettamento [MPa]<br>Mortar joint compressive<br>strength [MPa] | << 4  | Scarsa resistenza<br>Low resistance       | ~ 4  | << 4                                    | 6 ÷ 9                                      | Elevata resistenza<br>High resistance        | -  |
| GBOS Hs   | $\tau_{u \text{ max foro}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]  | 1,34                                      | -  | 0,76                                    | 0,53                                       | 1,39   | 0,53 ÷ 1,64  |
|   | $\tau_{u \text{ max barra}}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | 4,15                                      | -  | 2,34                                    | 1,64                                       | 4,30   | 1,64 ÷ 5,09  |
| GBOS Ls   | $\tau_{u \text{ max foro}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]  | 0,85                                      | 0,29                                       | 0,47                                    | 0,45                                       | 0,87   | 0,29 ÷ 1,11  |
|   | $\tau_{u \text{ max barra}}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | 2,64                                      | 0,90                                       | 1,47                                    | 1,38                                       | 2,71   | 0,90 ÷ 3,45  |
| GBOS P  | $\tau_{u \text{ max foro}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]  | 1,00                                      | 0,29                                       | 0,61                                    | -  | -  | 0,29 ÷ 1,73  |
|   | $\tau_{u \text{ max barra}}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | 3,09                                      | 0,89                                       | 1,88                                    | -  | -  | 0,89 ÷ 5,35  |

> I valori di aderenza di progetto potranno essere determinati, a partire dai valori ultimi, mediante applicazione di opportuno coefficiente di sicurezza:

> The design values for adherence will be calculated with the application of an appropriate safety factor to the ultimate values:

$$\tau_{rec} = \tau_{u \text{ max}} / \nu \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad \nu = 3 \div 4 \text{ coefficiente di sicurezza > safety factor}$$

> Su richiesta: per ulteriori approfondimenti

> "Rapporto di prova su ancoraggi iniettati con calza"

> On demand: for further evaluations

> "Experimental paper on injection anchors with sock"