

SOCIETÀ ITALIANA GALLERIE



**IL CONSOLIDAMENTO DEL SUOLO E DELLE ROCCE
NELLE REALIZZAZIONI IN SOTTERRANEO**

***SOIL AND ROCK
IMPROVEMENT IN UNDERGROUND WORKS***

Milano, 18-20 Marzo 1991

ATTI
PROCEEDINGS

VOL. I

Publicato a cura della
Segreteria Scientifica:
Dott. Ing. Adolfo Colombo (Presidente)

Copyright by the Authors concerned

Stampato da Grafiche Falletti - Via Iglesias, 37 - 20128 Milano - Italia

**SOTTO IL PATROCINIO DI
UNDER THE AUSPICES OF**

MINISTERO TRASPORTI
MINISTERO LAVORI PUBBLICI
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE
COMITATO NAZIONALE PER LA DIFESA DEL SUOLO
REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI MILANO
COMUNE DI MILANO
POLITECNICO DI MILANO
ORDINE NAZIONALE DEGLI INGEGNERI
ORDINE NAZIONALE DEI GEOLOGI
INTERNATIONAL TUNNELLING ASSOCIATION (ITA)
SOCIETÀ ITALIANA DI GEOINGEGNERIA (S.I.GI.)

**COMITATO DI PRESIDENZA
EXECUTIVE COMMITTEE**

PIETRO LUNARDI
Presidente del Convegno
President of the Conference

BRUNO PIGORINI
Presidente Società Italiana Gallerie
President of Società Italiana Gallerie

ADOLFO COLOMBO
Presidente Comitato Scientifico
President of the Scientific Committee

PROMOTORE
PROMOTER

SOCIETÀ ITALIANA GALLERIE (SIG)

Consiglio Direttivo/Executive Council

AMEDEO BALBONI
ERBERTO BOTTI
GIANFRANCO CAMPO
RAFFAELE COTZA
REMO COLLINI
ADOLFO COLOMBO
MORANDO DOLCETTA CAPUZZO
CARLO FOCACCI
PIETRO LUNARDI
ALBERTO MOTTA
RENATO PEDUZZI
SEBASTIANO PELIZZA
FELICE PICCO
BRUNO PIGORINI
PIETRO PISCITELLI

COMITATO SCIENTIFICO
SCIENTIFIC COMMITTEE

ADOLFO COLOMBO - *Presidente/President*

SIEGMUND BABENDERERDE
ACHILLE BALOSSÌ RESTELLI
IGNAZIO BECCHI
LUCIANO BROILI
VINCENZO COTECCHIA
MASANTONIO CRAVERO
SILVESTRO GIULIANI
NICOLA INNAURATO
GIOVANNI LOMBARDI
CLAUDIO MASCARDI
ANTONIO MIGLIACCI
ALBERTO MOTTA
ROBERTO NOVA
PIETRO PISCITELLI
RENATO RIBACCHI
GIUSEPPE RICCERI
PIERPAOLO ROSSI
LELIO STRAGIOTTI
† SILVIO TERRACCIANO

RENZO BINDI - *Segretario/Secretary*

BARBARA TOVAGLIARO - *Segreteria Scientifica/Scientific Secretariat*

SESSIONI SESSIONS

SESSIONE A SESSION A

Armatura dei terreni / Ground Reinforcing

Presidente/Chairman:
SILVIO RIZZOTTI - Direttore dell'Esercizio, F.S., Roma

Co-presidente/Co-Chairman:
REMO COLLINI - Consigliere SIG

Relatori Generali/Main Speakers:
SEBASTIANO PELIZZA - POLITECNICO DI TORINO
MARC PANET - SIMCSOL, Paris

Correlatori/Co-Speakers:
ANTONIO CHIARI - SPEA INGEGNERIA EUROPEA S.p.A., Milano
CARLO VANDONI - ELSE S.p.A., Milano

SESSIONE B SESSION B

Iniezioni / Grouting

Presidente/Chairman:
PATRIZIO SGUAZZI - Presidente, FERROVIE NORD MILANO

Co-presidente/Co-Chairman:
RENATO PEDUZZI - Consigliere SIG

Relatori Generali/Main Speakers:
ERBERTO BOTTI - Past-President SIG
KARL REINOLD ULRICHS - ERDBAULABORATORIUM, Essen

Correlatori/Co-Speakers:
BRUNO CAVAGNA - MM STRUTTURE ED INFRASTRUTTURE
DEL TERRITORIO - S.p.A., Milano
ROBERTO FOGAZZI - TORNO S.p.A., Milano
ERMAN MONGILARDI - RODIO S.p.A., Milano

SESSIONE C SESSION C

Jet-grouting

Presidente/Chairman:
SERGIO D'ALÒ - Amministratore Delegato,
AUTOSTRADAE S.p.A., Roma

Co-presidente/Co-Chairman:
CARLO FOCACCI - Consigliere SIG

Relatori Generali/Main Speakers:
RENATO CASALE - F.S., Ferrara
MITSUSHIRO SHIBAZAKI - CHEMICAL GROUTING Co., Tokyo

Correlatori/Co-Speakers:
GIUSEPPE CALCERANO - SOCIETÀ AUTOSTRADA
TIRRENICA S.p.A., Roma
GIORGIO GOLINELLI - ITALSTRADE S.p.A., Milano
ANTONIO SANELLA - FONDAZIONI SPECIALI S.r.l., Parma

SESSIONE D SESSION D

Drenaggi / Drainage

Presidente/Chairman:
SAVIO PENATI - Vice-Direttore Centrale Direzione delle
Costruzioni, E.N.E.L., Roma

Co-presidente/Co-Chairman:
GIANFRANCO CAMPO - Consigliere SIG

Relatori Generali/Main Speakers:
ITALO VIELMO - CONSONDA S.p.A., Milano
MARTYN STROUD - OVE ARUP & PARTNERS, London

Correlatori/Co-Speakers:
PIERANGELO DALMASSO - R.A.V. (RACCORDO AUTOSTRADALE
VALLE D'AOSTA) S.p.A., Roma
RICCARDO BONASSO - FERROCEMENTO (COSTRUZIONI
E LAVORI PUBBLICI) S.p.A., Roma
ALBERTO PAVIANI - TREVI S.p.A., Cesena

SESSIONE E SESSION E

Congelamento / Freezing

Presidente/Chairman:
ANTONIO CRESPO - Direttore Centrale Ispettiva Tecnica
Autostrade Trafori e Rapporti
Internazionali, A.N.A.S., Roma

Co-presidente/Co-Chairman:
AMEDEO BALBONI - Consigliere SIG

Relatori Generali/Main Speakers:
FRANCESCO GALLAVRESI - RODIO S.p.A., Milano
HANS L. JESSBERGER - INTERNATIONAL COMMISSION ON
GROUND FREEZING, Bochum

Correlatori/Co-Speakers:
PETER HUEBNER - SBB CFF FFS SHWEIZERISCHE
BUNDESBAHNEN, Zürich
FEDERICO GERVASO - LODIGIANI S.p.A., Milano
HEINZ WIND - PHILIPP HOLZMANN, Neu-Isenburg

SESSIONE F SESSION F

Interventi conservativi / Actions for Preservation

Presidente/Chairman:
PIERO OGNA - Direttore Generale, MM STRUTTURE ED
INFRASTRUTTURE DEL TERRITORIO S.p.A., Milano

Co-presidente/Co-Chairman:
FELICE PICCO - Consigliere SIG

Relatori Generali/Main Speakers:
RAFFAELE COTZA - UNIVERSITÀ DI CAGLIARI
PIERRE HABIB - ECOLE POLYTECHNIQUE, Paris

Correlatori/Co-Speakers:
FRANCESCO PAOLO ARSENA - F.S., Roma
ENZO LUONGO - CONSORZIO GIEMME, Milano
ALESSANDRO FOCARACCI - ROCKSOIL S.p.A., Milano

CONTENUTO DEI VOLUMI
CONTENTS OF VOLUMES

Volume I

Sessione A: Armatura dei terreni
Session A: Ground Reinforcing

Sessione B: Iniezioni
Session B: Grouting

Volume II

Sessione C: Jet-grouting
Session C: Jet-grouting

Sessione D: Drenaggi
Session D: Drainage

Sessione E: Congelamento
Session E: Freezing

Sessione F: Interventi conservativi
Session F: Actions for Preservation

Volume III

Relazioni di apertura e chiusura, interventi e discussioni
Opening and closing reports, discussions and interventions

INDICE DELLE COMUNICAZIONI

INDEX OF COMMUNICATIONS

Sessione A

ARMATURA DEI TERRENI GROUND REINFORCING

Relazioni Generali/General Reports

- S. Pelizza - Armatura dei terreni/*Ground reinforcing* pag. 3
M. Panet - Ground reinforcement by bolts in tunnelling/*L'armatura dei terreni mediante bullonaggio nelle opere sotterranee* " 31

Co-relazioni/Co-reports

- A. Chiari - Armatura dei terreni: problematiche della Commit-
tenza/*Ground reinforcing: problems concerning the Customer* " 45
C. Vandoni - Armatura dei terreni: il punto di vista dell'Im-
presa specializzata/*Ground reinforcing: the specialized
companies' point of view* " 49

- A1 - G. Barla, A. Rinelli, G. Furlanetto - Stabilizzazione
preventiva e scavo delle gallerie tra Baveno e Stresa
(Autostrada dei trafori) nelle tratte di bassa
copertura/*Stabilization measures and tunnel excavation
between Baveno and Stresa (Trafori Highway) near the
ground surface* " 55
A2 - A. Bellini, R. De Domenico, G. Da Forno - Gli infilaggi
metallici "a contatto" per il superamento con fresa
scudata a piena sezione di una frana al fronte in graniti
completamente degradati, con forti venute d'acqua/*The "in
touch" metal reinforcement insertions to cross a
landslide of degraded granites, with important water
seepages, at a tunnel breast, by means of a double
shield, full face TBM* " 65
A3 - W. Benedetto, D. Scataglini, A. Selleri - Evoluzione dei
sostegni in galleria dalle armature classiche alla
vetroresina/*The evolution of supports in tunnels: from
the classic support to fiber glass bolting* " 73
A4 - G. Carrieri, P. Grasso, A. Mahtab, S. Pelizza - Ten years
of experience in the use of umbrella-arch for
tunneling/*Dieci anni di esperienze nell'uso dell'ombrello
di tubi in galleria* " 99

- A5 - R. Casale, A. Gamba, P. Lunardi, E.M. Pizzarotti - La galleria "Malborghetto" della Linea F.S. Udine-Tarvisio. Esempio di preconsolidamento dell'ammasso roccioso da cunicolo pilota/*The "Malborghetto" Tunnel in the F.S. Udine-Tarvisio Railroad. An example of rock mass consolidation from the pilot boring* pag. 113
- A6 - P. Grasso, A. Mahtab, S. Pelizza, A.M. Ferrero - The role of cable bolting in ground reinforcement/*Il ruolo dei cavi nel consolidamento del sotterraneo* " 127
- A7 - P. Grasso, G. Russo, A. Mahtab, S. Pelizza, C. Zanello - Una riuscita applicazione del criterio di rinforzo della roccia in galleria/*Successful application of rock reinforcement around a tunnel* " 139
- A8 - A. Guglielmini, M. Pasquini, P. Lunardi, A. Focaracci - Il ripristino di gallerie collassate sull'autostrada Messina-Palermo, lotto 33 bis, mediante armatura radiale del terreno/*The restoration of the collapsed tunnels on Messina-Palermo highway - lot 33 bis - using radial ground reinforcements* " 149
- A9 - M. Gusman - Linea Bari-Taranto, variante di Castellaneta, attraversamento A 14/*The Bari-Taranto Line, the Castellaneta section, the Crossing of A 14 Motorway* " 159
- A10 - H.K. Helfrich, F. Scolari - La durata nel tempo degli ancoraggi per roccia: una ricerca sperimentale, i suoi risultati ed un tentativo d'interpretazione/*The durability of rock bolts: field test, results and an attempt of analysis* " 169
- A11 - R. Mancini, M. Cardu, A.M. Ferrero - To reinforce in order to safely blast the rock: an interesting technique in mining/*Consolidare per abbattere: un'interessante tecnica mineraria* " 179
- A12 - L. Molinari, M. Pignatelli, B. Pigorini - L'impiego del cunicolo pilota nel consolidamento delle rocce/*Rock mass reinforcement through the pilot tunnel technique* " 195

Sessione B

INIEZIONI
GROUTING

Relazioni Generali/*General Reports*

- E. Botti - Iniezioni: relazione generale/*Grouting: general report* pag. 211
- K.R. Ulrichs - Grouting: state of the art in Germany/*Iniezioni: stato dell'arte in Germania* " 223
- Co-relazioni/*Co-reports*
- B. Cavagna - Iniezioni: problematiche della Committenza
Grouting: problems concerning the Customer " 255
- R. Fogazzi - Iniezioni a bassa pressione per il preconsolidamento di terreni interessati allo scavo di gallerie in aree urbane/*Preconsolidation by low pressure grouting for tunnel excavation in urban areas* " 267
- E. Mongilardi, B. De Paoli - Le miscele d'iniezione di origine silicea ed il rispetto delle acque di falda/*Silica based grouting mixes and ground water protection* " 279
- B1 - U. Amagliani, A. Balossi Restelli - Movimenti di un grattacielo interessato dallo scavo di una grossa stazione metropolitana nella città di Milano/*Movements of a tall building connected with the excavation of a wide underground station* " 289
- B2 - G. Canetta, R. Conta, R. Nova - A back-analysis of an underground tunnel in grouted sand/*Back-analysis di una galleria urbana in terreni sabbiosi consolidati* " 311
- B3 - B. Cavagna, G. Ghelfi, P. Lunardi, E.M. Pizzarotti - Galleria di linea del collegamento ferroviario passante di Milano. Contributo statico a lungo termine del consolidamento del terreno/*Railway link line tunnel in Milan. Long-term static contribute of grouted soil* " 321
- B4 - W. Cornely - Nuovi concetti sull'arresto delle infiltrazioni d'acqua con resine poliuretatiche/*New conceptions in sealing of water intrusions with polyurethane resins bevedol-bevedan* " 329

- B5 - R. Cotza, A. Focaracci, N. Grassi, P. Lunardi - Problematich
 e statiche e costruttive nello scavo della discende-
 ria mineraria di Nuraxi Figus/*Static and construction
 problems in the inclined shaft of the Nuraxi Figus mine* pag. 345
- B6 - B. De Paoli, B. Bosco, R. Granata - Qualche riflessione
 sulle miscele di iniezione a base di cementi con caratte-
 ristiche di finezza tradizionali/*A few considerations on
 grout mixes based on cements having traditional
 characteristics of fineness* " 355
- B7 - B. De Paoli, B. Bosco, R. Granata - Sulle caratteristiche
 delle miscele d'iniezione a base di cementi
 microfini/*Fundamental cement grout properties. Advances
 in microfine cement based grouts* " 367
- B8 - C. Di Prisco, R. Nova, A. Colombo - Mathematical model-
 ling of the mechanical behaviour of grouted sand/*Modella-
 zione matematica del comportamento meccanico della sabbia
 iniettata* " 379
- B9 - N.T. Fateev - Injection reinforcement of water-saturated
 sands in underground construction/*Le iniezioni per il
 consolidamento di sabbie sature nelle costruzioni
 sotterranee* " 389
- B10 - L. Fingerhut - Attraversamento di una tratta crollata
 della galleria autostradale "Karavanke"/*Soil improvement
 of a collapsed section in the "Karavanke" motorway
 tunnel* " 397
- B11 - G. Lombardi - Sull'iniezione di massicci rocciosi fessu-
 rati/*On grouting of fissured rock masses* " 405
- B12 - P. Marasciulo, D. Rosani - I microcementi per iniezioni:
 caratteristiche e proprietà reologiche - prove di
 laboratorio/*Microcements for grouting: characteristics
 and rheological properties - laboratory tests* " 415
- B13 - R. Miano, G. Botto - Consolidamento delle formazioni poz-
 zolaniche di Napoli con impiego di cementi normali e
 microfini/*Neapolitan pozzolan ground improvement by
 microfine cements* " 429
- B14 - R. Miano, G. Botto - Consolidamento delle pozzolane di
 Napoli a mezzo della tecnica del "compaction grouting"
*Improvement of neapolitan pozzolane by "compaction
 grouting" technics* " 433

- B15 - A. Migliacci, D. Campagna, A. Quadrio Curzio, B. Prevedello, D. Ripamonti - Sul nuovo metodo costruttivo a foro cieco impiegato per le gallerie metropolitane di Milano: filosofia di progetto e controlli/*About the new "blind-hole" construction method, used for the Milan underground tunnels: "philosophy of design and controls"* pag. 439
- B16 - A. Naudts - Curtain grouting from 900 metres deep donut shaped tunnel to dry up leaking shaft at IMC's K2 mine/*Realizzazione di un diaframma impermeabile mediante iniezioni eseguite da un tunnel toroidale a profondità di 900 metri per ridurre le infiltrazioni d'acqua entro il pozzo K2 della miniera della Società I.M.C. - Saskatchewan, Canada* " 453
- B17 - F. Pagliacci, C. Asioli, M. Rigoni - L'uso dei cementi microfini per il consolidamento dei terreni. Esperienze eseguite in un cantiere della Metropolitana Milanese/*Microfine cements for soil improvement. Trials performed in a Milan subway job-site* " 489