



ITA/AITES
International Tunnelling Association
Association Internationale des Travaux en Souterrain



SIG
Società Italiana Gallerie

Congresso Internazionale su
Grandi Opere Sotterranee

International Congress on
Large Underground Openings

Congrès International sur
Grands Ouvrages en Souterrain

Firenze, Italy - 8-11 giugno 1986

Volume III



ATTI - PROCEEDINGS - COMPTES RENDUS



Grandes Opere Sotterraneas

Large Underground Openings

Grandes Oubrages en Souterrain

Firenze, Italy - 8-11 giugno 1988

Volume III



Pubblicato a cura della
Segreteria Scientifica:
Prof. Ing. Pietro Lunardi (Presidente)
Università di Firenze
Dipartimento di Ingegneria Civile
Via S. Marta, 3 - 50139 Firenze - ITALIA

Copyright by the Authors concerned

Stampato da Tipografia «Il Sedicesimo» Via Mannelli 29 r - 50136 Firenze - Italia

Sotto il Patrocinio di
Under the High Patronage of
Sous le Haut Patronage de

**Ministero dei Lavori Pubblici,
Ministero dei Trasporti,
Ministero per il Coordinamento della Protezione Civile,
Consiglio Nazionale delle Ricerche
Università di Firenze**

Questo volume è stato stampato con il contributo di
This volume has been printed with the contribution of
Cet volume a été imprimé avec la contribution de

**Comitato Nazionale per le Scienze Geologiche e Minerarie
del Consiglio Nazionale delle Ricerche
Comitato Nazionale per le Scienze di Ingegneria
del Consiglio Nazionale delle Ricerche**

PRESENTAZIONE

La Società Italiana Gallerie (SIG), in concomitanza con l'invito ad organizzare la XII Assemblea Generale dell'Associazione Internazionale delle Gallerie (ITA/AITES), ha promosso questo congresso studiato ad hoc per l'Italia, paese dai programmi ambiziosi di sviluppo e di ammodernamento, sia nel settore stradale e ferroviario che nell'ambito del trasporto metropolitano, dell'approvvigionamento energetico e dello stoccaggio.

L'iniziativa risulta di grande rilevanza perché destinata a ben presentare il tunnelling in Italia e nel mondo intero ed è un'occasione straordinaria offerta ai partecipanti di tutto il mondo per scambiare le rispettive esperienze.

I due volumi degli Atti riportano il pensiero del Relatore Generale sullo stato dell'arte afferente il tema della Sessione e riproducono le 200 memorie provenienti da 27 paesi ed afferenti le sei sessioni tecniche stabilite secondo i vari domini di applicazione.

Il terzo volume include la relazione generale di recensione e di criticismo delle memorie pervenute, le discussioni e gli interventi di fine sessione, come pure le relazioni e i discorsi di apertura e chiusura del Congresso. Il volume sarà inviato ai congressisti entro il Dicembre 1986.

PRESENTATION

The Italian Tunnelling Association (SIG) having been appointed to organize the XII Annual Meeting of the International Tunnelling Association (ITA), has arranged this congress specifically intended for Italy, a country with far-reaching development and improvement plans both in the road and rail transportation areas and in the areas of metropolitan means of conveyance, energy supply and storage systems. The effort is meaningful because destined to well present the most advanced design, technology and construction used in Italy and over the world to share their knowledge and exchange ideas and experiences. The two volumes of the Proceedings comprise the mind of the General Reporter about the current state of art on the topic of his session and the 200 papers from the contribution of 27 nations. Volume III includes the general report on review and criticism of the papers, the discussions and interventions, as well as the inaugural and closing speeches. Volume III will be sent to the delegates in December 1986.

PRESENTATION

La Société Italienne des Tunnels (SIG), à l'occasion de la XII Assemblée Générale de l'Association Internationale des Travaux en Souterrain (AITES) a promu ce congrès, proprement étudié pour l'Italie, pays ayant d'ambitieux programmes de développement et d'amélioration dans le secteur routier et ferroviaire, dans le cadre du transport métropolitain, de l'approvisionnement énergétique et de stockage. Cette initiative est de grande importance car elle destinée à présenter le tunnelling en Italie et dans le monde entier et représente aussi une occasion exceptionnelle offerte aux participants du monde entier d'échanger leurs respectives expériences.

Dans les deux volumes de Comptes-Rendus du Congrès, la pensée du Rapporteur Général sur l'état de l'art concernant le thème de la session et les 200 mémoires provenant de 27 pays concernant les six sessions techniques établis selon les différents domaines d'application.

Dans le troisième volume sont inclus le rapport général de compte rendu et de criticisme des mémoires, les discussions et les interventions de fin de session ainsi que les rapports et les discours d'ouverture et de clôture du Congrès. Le volume sera envoyé aux Congressistes avant Décembre 1986.

PIETRO LUNARDI
(Presidente del Comitato Scientifico)

BRUNO PIGORINI
(Presidente del Congresso)

AVVERTENZE

Faded text block, likely containing preface or introductory remarks.

AVVERTENZE

Faded text block, likely containing preface or introductory remarks.

AVVERTENZE

Faded text block, likely containing preface or introductory remarks.

Si ringrazia il Comitato Patrocinatore il cui contributo ha reso possibile la realizzazione del presente volume.
Our grateful thanks to the Sponsoring Committee whose contribution has made possible the realization of this volume.
Nous remercions le Comité de Patronage qui par son aide a permi la réalisation du présent volume.

**COMITATO PATROCINATORE
SPONSORING COMMITTEE
COMITE DE PATRONAGE**

AISCAT

Associazione Italiana Società Concessionarie
Autostrade e Trafori - ROMA

ANAS

Azienda Nazionale Autonoma delle Strade - ROMA

AUTOSTRADE

Concessioni e Costruzioni Autostrade S.p.A. - ROMA

CTT

Consorzio Trasporti Torinesi - TORINO

ENEL

Ente Nazionale per l'Energia Elettrica - ROMA

**FONDAZIONE CALLISTO PONTELLO
FIRENZE**

FS

Azienda Autonoma Ferrovie dello Stato - ROMA

**INTERMETRO S.p.A.
ROMA**

MM

Metropolitana Milanese S.p.A. - MILANO

MN

Metropolitana di Napoli S.p.A. - NAPOLI

SITAF

Società Italiana per il Traforo del Fréjus - TORINO

**SOCIETÀ ITALIANA PER IL TRAFORO DEL MONTE BIANCO
ROMA**

**SNAM e SNAMPROGETTI S.p.A.
San Donato Milanese**

SPEA S.p.A.

Società Progettazioni Edili Autostradali
Gruppo IRI-ITALSTAT - MILANO

**COMITATO D'ONORE
HONORARY COMMITTEE
COMITE D'HONNEUR**

- On. Franco NICOLAZZI - Ministro dei Lavori Pubblici
On. Claudio SIGNORILE - Ministro dei Trasporti
On. Giuseppe ZAMBERLETTI - Ministro per il Coordinamento della Protezione Civile
Luigi ROSSI BERNARDI - Presidente Consiglio Nazionale delle Ricerche
Gianfranco BARTOLINI - Presidente della Regione Toscana
Franco SCARAMUZZI - Rettore dell'Università di Firenze
Massimo BOGIANCKINO - Sindaco di Firenze
Arrigo VALLATTA - Rettore Politecnico di Milano
Lelio STRAGIOTTI - Rettore Politecnico di Torino
Ernesto MARIOTTO - Presidente AISCAT
Antonio SORECA - Direttore Generale ANAS
Filippo CARPI DE RESMINI - Presidente AUTOSTRADE S.p.A.
Giorgio PERINETTI - Presidente Aziende Tranvie Municipali di Torino
Francesco CORBELLINI - Presidente ENEL
Franco REVIGLIO - Presidente ENI
Lodovico LIGATO - Presidente Ente Ferrovie dello Stato
Alfio CHISARI - Amministratore Delegato Intermetro S.p.A.
Romano PRODI - Presidente IRI
Felice SANTONASTASO - Amministratore Delegato ITALSTAT
Franco MELANDRI - Presidente ITALTEKNA
Carlo ROLANDI - Cons. d'Amm. Metropolitana di Napoli S.p.A.
Antonio NATALI - Presidente Metropolitana Milanese S.p.A.
Franco FROIO - Amministratore Delegato SITAF
Pio PIGORINI - Presidente SNAM S.p.A.
Dulio GREPPI - Presidente SNAMPROGETTI S.p.A.
Umberto LA ROCCA - Presidente Soc. Italiana Traforo M. Bianco
Lucillo ORNATI - Presidente SPEA S.p.A.
Silvio TERRACCIANO - Presidente Consiglio Nazionale Ingegneri
Luciano BROILI - Presidente Ordine Nazionale Geologi
Flavio Callisto PONTELLO - Presidente Fondazione Callisto Pontello
Jack K. LEMLEY - Presidente ITA/AITES
Erberto BOTTI - Presidente Società Italiana Gallerie

**COMITATO PROMOTORE
PROMOTING COMMITTEE
COMITE PROMOTEUR**

Bruno PIGORINI - Presidente del Congresso
Antonio ADINOLFI - Intermetro S.p.A. - Roma
Giuliano AUGUSTI - Università di Firenze
Amedeo BALBONI* - ANAS - Roma
Erberto BOTTI - Presidente SIG
Andrea CHIARUGI - Università di Firenze
Remo COLLINI* - Collini S.p.A. - Milano
Adolfo COLOMBO - Segretario Generale SIG
Sergio DE AMICIS - Soc. It. Traforo M. Bianco
Giovanni DESIDERIO - SITAF - Torino
Adriano DE SIMONE - Metropolitana di Napoli S.p.A.
Hassan DHANJI - Snamprogetti S.p.A. - S. Donato Milanese
Luciano FELICETTI - Consorzio Trasporti Torinesi
Carlo FOCACCI - Ferrovie dello Stato - Ferrara
Giulio GENTILI - SPEA S.p.A. - Milano
Pietro LUNARDI* - Università di Firenze
Alberto MOTTA* - ENEL - Torino
Pietro OGNA - Metropolitana Milanese S.p.A.
Mario PASQUINI - Fondazione Pontello - Firenze
Renato PEDUZZI* - Tettamanti S.p.A. - Milano
Sebastiano PELIZZA* - Politecnico di Torino
Vito ROCCO - AISCAT - Roma

* *Consigliere Società Italiana Gallerie SIG*

**COMITATO SCIENTIFICO
SCIENTIFIC COMMITTEE
COMITE SCIENTIFIQUE**

Pietro LUNARDI - Presidente

Franco ANGOTTI
Francesco Paolo ARSENA
Giovanni BARLA
Ignazio BECCHI
Augusto CLERICI
Adolfo COLOMBO
Rino COMOLLI
Vincenzo COTECCHIA
François DESCOEUDRES
Pierre HABIB
Nicola INNAURATO
Alberto MOTTA
Sebastiano PELIZZA
Pietro PISCITELLI
Francesco ZITO
Renzo BINDI - Segretario

Segreteria Scientifica/Scientific Secretariat/Secrétariat Scientifique

Sergio RIZZO - Università di Firenze
Andrea SANTINI
Viviana VITALI



**ASSOCIAZIONE INTERNAZIONALE DELLE GALLERIE
INTERNATIONAL TUNNELLING ASSOCIATION (ITA)
ASSOCIATION INTERNATIONALE DES TRAVAUX EN SOUTERRAIN (AITES)**

**Consiglio Direttivo
Executive Council
Comité Executif**

Sir Alan Muir Wood (UK), Honorary President
H.C. Fischer (Sweden), Past President
G. Girnau (German Federal Republic), Past President
J.K. Lemley (U.S.A.), President
E. Broch (Norway), Vice President
H.P.S. Van Lohuizen (Netherlands), Vice President
Y. Onouchi (Japan), Additional Member
B. Pigorini (Italy), Additional Member
E. Tegido Nogue (Spain), Additional Member
G. Quqing (China), Additional Member
V. Roisin (Belgium), General Secretary
C. Berenguier (France), Secretary

SESSIONI

SESSIONE A: **Le gallerie ferroviarie**

Presidente:

Luigi MISITI

Vice Presidente delle Ferrovie dello Stato, Roma

Co-Presidenti:

Remo COLLINI

Presidente della Collini S.p.A., Milano

Carlo FOCCACCI

Direttore della II Unità Speciale delle Ferrovie dello Stato, Ferrara

Relatore Generale:

Goichi FUKUCHI

Direttore della Japan Tunnelling Association, Tokyo, Giappone

SESSIONE B: **Le gallerie stradali**

Presidente:

Medardo MACORI

Direttore dell'ANAS, Roma

Co-Presidenti:

Amedeo BALBONI

Ispettore del Servizio Geologico d'Italia, Roma

Antonino D'AMATO

Direttore Centrale della SPEA S.p.A., Milano

Relatore Generale:

Franz PACHER

Professore di Meccanica delle Rocce, Università di Vienna, Austria

SESSIONE C: **Le gallerie in area urbana**

Presidente:

Alfio CHISARI

Amministratore Delegato dell'Intermetro S.p.A., Roma

Co-Presidenti:

Adolfo COLOMBO

Vice Direttore Tecnico della Metropolitana Milanese S.p.A., Milano

Silvio RIZZOTTI

Vice Direttore Generale delle Ferrovie dello Stato, Roma

Relatore Generale:

Günter GIRNAU

Presidente della STUVA, Colonia, Germania

SESSIONE D: **Le gallerie idroelettriche, idrauliche, di servizio e di miniera**

Presidente:

Morando DOLCETTA

Presidente dell'ISMES, Istituto Sperimentale Modelli e Strutture, Bergamo

Co-Presidenti:

Giuseppe CONSIGLIO

Direttore Centrale della Cassa per il Mezzogiorno, Ripartizione Progetti Idrici, Roma

Hassan DHANJI

Direttore del settore Condotte e Infrastrutture. Snamprogetti S.p.A., San Donato Milanese

Relatore Generale:

Jack K. LEMLEY

Presidente dell'Associazione Internazionale delle Gallerie, Boise, U.S.A.

SESSIONE E: **Le caverne**

Presidente:

Marando MANCINI

Direttore dell'ANAS, Roma

Co-Presidenti:

Raffaele COTZA

Professore di Meccanica delle Rocce, Università di Cagliari

Sebastiano PELIZZA

Professore di Arte Mineraria, Politecnico di Torino

Relatore Generale:

Giovanni LOMBARDI

Studio Lombardi, Locarno, Svizzera

SESSIONE F: **Aspetti specialistici connessi con le opere sotterranee**

Presidente:

Bruno OTTAZZI

Direttore Generale della Mantelli S.p.A., Genova

Co-Presidenti:

Renato PEDUZZI

Direttore Tecnico della Tettamanti S.p.A., Milano

Gabriele RUOPPOLO

Vice Direttore Generale Servizio Lavori delle Ferrovie dello Stato, Roma

Relatore Generale:

Jean PERA

Direttore del Centre d'Etudes des Tunnels, Lione, Francia

SESSIONS

SESSION A: **Railway Tunnels**

Chairman

Luigi MISITI

Vice President, Italian Railway Board, Rome

Co-Chairmen

Remo COLLINI

President, Collini SpA, Milan

Carlo FOCACCI

Director, Second Special Unit, Italian Railway Board, Ferrara

Main Speaker

Goichi FUKUCHI

Executive Director, Japan Tunnelling Association, Tokyo, Japan

SESSION B: **Road Tunnels**

Chairman

Medardo MACORI

Director, ANAS, Rome

Co-Chairmen

Amedeo BALBONI

Inspector, Italian Geological Service, Rome

Antonino D'AMATO

Director, SPEA S.p.A., Milan

Main Speaker

Franz PACHER

Professor of Rock Mechanics, Wien University, Austria

SESSION C: **Tunnels in Urban Areas**

Chairman

Alfio CHISARI

Managing Director, Intermetro S.p.A., Rome

Co-Chairmen

Adolfo COLOMBO

Chief Engineer, Metropolitana Milanese S.p.A., Milan

Silvio RIZZOTTI

Vice-General Manager, Italian Railway Board, Rome

Main Speaker

Günter GIRNAU

President, STUVA, Cologne, Germany

SESSION D: **Hydroelectric, Hydraulic, Service and Mining Tunnels**

Chairman

Morando DOLCETTA

President, ISMES, Experimental Institute of Models and Structures, Bergamo

Co-Chairmen

Giuseppe CONSIGLIO

Director, Cassa per il Mezzogiorno, Water Engineering Projects Dept., Rome

Hassan DHANJI

Chief Engineer, Piping and Infrastructures Dept., Snamprogetti S.p.A., San Donato Milanese

Main Speaker

Jack K. LEMLEY

President, International Tunnelling Association ITA, Boise, U.S.A.

SESSION E: **Caverns**

Chairman

Marando MANCINI

Director, ANAS, Rome

Co-Chairmen

Raffaele COTZA

Professor of Rock Mechanics, Cagliari University

Sebastiano PELIZZA

Professor of Mining, Polytechnic, Turin

Main Speaker

Giovanni LOMBARDI

Lombardi Engineering, Locarno, Switzerland

SESSION F: **Special Tunnelling Cases**

Chairman

Bruno OTTAZZI

General Manager, Mantelli S.p.A., Genoa

Co-Chairmen

Renato PEDUZZI

Chief Engineer, Tettamanti S.p.A., Milan

Gabriele RUOPPOLO

Vice-General Manager, Works Department, Italian Railway Board, Rome

Main Speaker

Jean PERA

Director, Centre d'Etudes des Tunnels, Lyone, France

SESSIONS

SESSION A: **Les tunnels de chemins de fer**

Président:

Luigi MISITI

Vice-Président, des Chemins de Fer Italiens, Rome

Co-Présidents:

Remo COLLINI

Président de Colini S.p.A., Milan

Carlo FOCACCI

Directeur de la II Unité Spéciale des Chemins de Fer Italiens, Ferrara

Rapporteur Général:

Goichi FUKUCHI

Directeur de Japan Tunnelling Association, Tokyo, Japon

SESSION B: **Les tunnels routiers**

Président:

Medardo MACORI

Directeur de l'ANAS, Rome

Co-Présidents:

Amedeo BALBONI

Inspecteur du Service Géologique Italien, Rome

Antonino D'AMATO

Directeur Central de SPEA S.p.A., Milan

Rapporteur Général:

Franz PACHER

Professeur de Mécanique des Rochers de l'Université de Vienne, Autriche

SESSION C: **Les tunnels urbains**

Président:

Alfio CHISARI

Fondé de pouvoir de Intermetro S.p.A., Rome

Co-Présidents:

Adolfo COLOMBO

Vice Directeur Technique de Metropolitana Milanese S.p.A., Milan

Silvio RIZZOTTI

Vice Directeur Général des Chemins de Fer Italiens, Rome

Rapporteur Général:

Günter GIRNAU

Président de STUVA, Cologne, Rép. Féd. d'Allemagne

SESSION D: **Les tunnels hydro-électriques, hydrauliques, de service et de mines**

Président:

Morando DOLCETTA

Président de ISMES, Institut Expérimental de Modèles et de Structures, Bergamo

Co-Présidents:

Giuseppe CONSIGLIO

Directeur Central de la Cassa per il Mezzogiorno, Division des Projets Hydrauliques, Rome

Hassan DHANJI

Directeur du Service des Conduites et des Infrastructures Snamprogetti S.p.A., San Donato Milanese

Rapporteur Général:

Jack K. LEMLEY

Président de l'Association Internationale des Travaux en Souterrain AITES, Boise, Etats-Unis

SESSION E: **Les grandes excavations souterraines**

Président:

Marando MANCINI

Directeur de l'ANAS, Rome

Co-Présidents:

Raffaele COTZA

Professeur de Mécanique des Rochers, Université de Cagliari

Sebastiano PELIZZA

Professeur de Techniques Minières, Ecole Polytechnique de Turin

Rapporteur Général:

Giovanni LOMBARDI

Bureau d'Etudes Lombardi, Locarno, Suisse

SESSION F: **Les cas spéciaux relatifs aux travaux souterrains**

Président:

Bruno OTTAZZI

Directeur Général de Mantelli S.p.A., Gênes

Co-Présidents:

Renato PEDUZZI

Directeur Technique de Tettamanti S.p.A., Milan

Gabriele RUOPPOLO

Vice Directeur Général du Service des Travaux des Chemins de Fer Italiens, Rome

Rapporteur Général:

Jean PERA

Directeur du Centre d'Etudes des Tunnels, Lyon, France

**CONTENUTO DEI VOLUMI
CONTENTS OF VOLUMES
CONTENU DES VOLUMES**

Volume I

- Sessione A: Le gallerie ferroviarie
Session A: Railway tunnels
Session A: Les tunnels de chemins de fer
- Sessione B: Le gallerie stradali
Session B: Road tunnels
Session B: Les tunnels routiers
- Sessione C: Le gallerie in area urbana
Session C: Tunnels in urban areas
Session C: Les tunnels urbains

Volume II

- Sessione D: Le gallerie idroelettriche, idrauliche, di servizio e di miniera
Session D: Hydroelectric, hydraulic, service and mining tunnels
Session D: Les galeries hydro-électriques, hydrauliques, de service et de mines
- Sessione E: Le caverne
Session E: Caverns
Session E: Les grandes excavations souterraines
- Sessione F: Aspetti specialistici connessi con le opere sotterranee
Session F: Special tunnelling cases
Session F: Les cas spéciaux relatifs aux travaux souterrains

Volume III

- Relazioni conclusive, interventi e discussioni
Final reports, discussions and interventions
Rapports finals, discussions et interventions