



Associazione Italiana Calcestruzzo Armato e Precompresso
www.associazioneaicap.it

EVENTO ORGANIZZATO DA AICAP E CTE



Collegio dei Tecnici della Industrializzazione Edilizia
www.cte-it.org

COSTRUIRE IN CALCESTRUZZO

REALIZZAZIONI – RICERCA ATTUALITÀ E PROSPETTIVE

Controllo e manutenzione delle infrastrutture in CA:
Infrastrutture sotterranee

Ing. Enrico Maria Pizzarotti



MEDIAPARTNER
DELL'EVENTO

SOMMARIO

Le infrastrutture sotterranee in Italia

Inquadramento generale

Gallerie autostradali, stradali e ferroviarie

Gallerie metropolitane

Gallerie idrauliche

La situazione attuale

Dimensioni

Costi parametrici

principali opere in costruzione e in progetto

Il processo costruttivo industrializzato

Il calcestruzzo nelle opere sotterranee

Betoncino proiettato

Rivestimento gettato in opera

Rivestimento in conci prefabbricati

Elementi di corredo

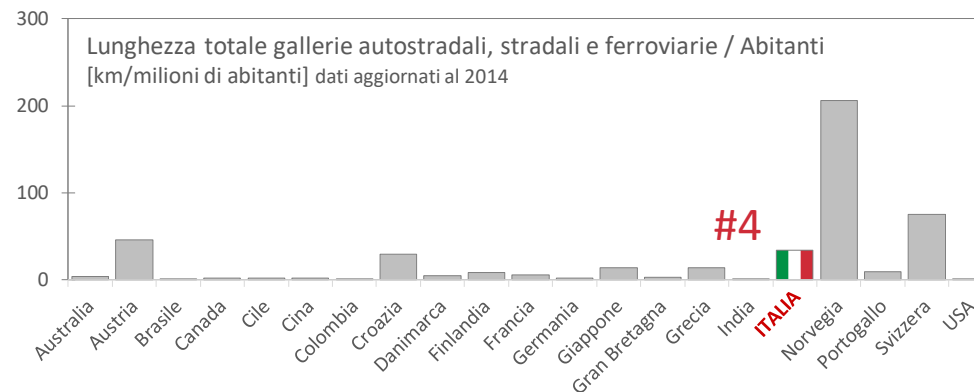
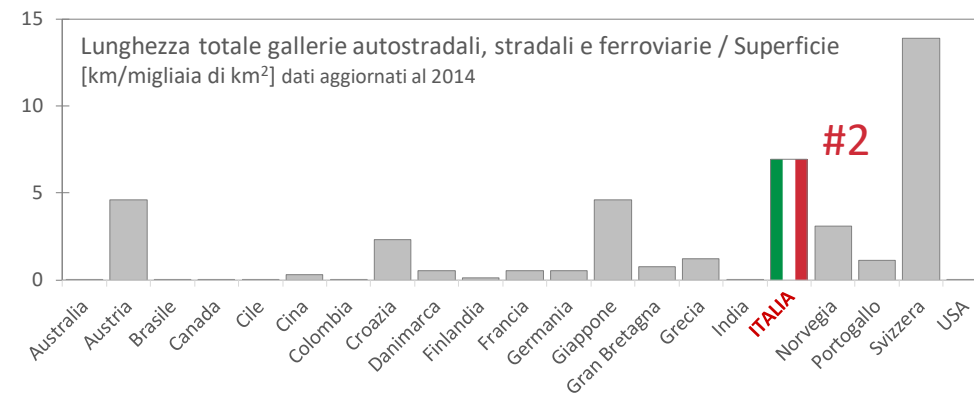
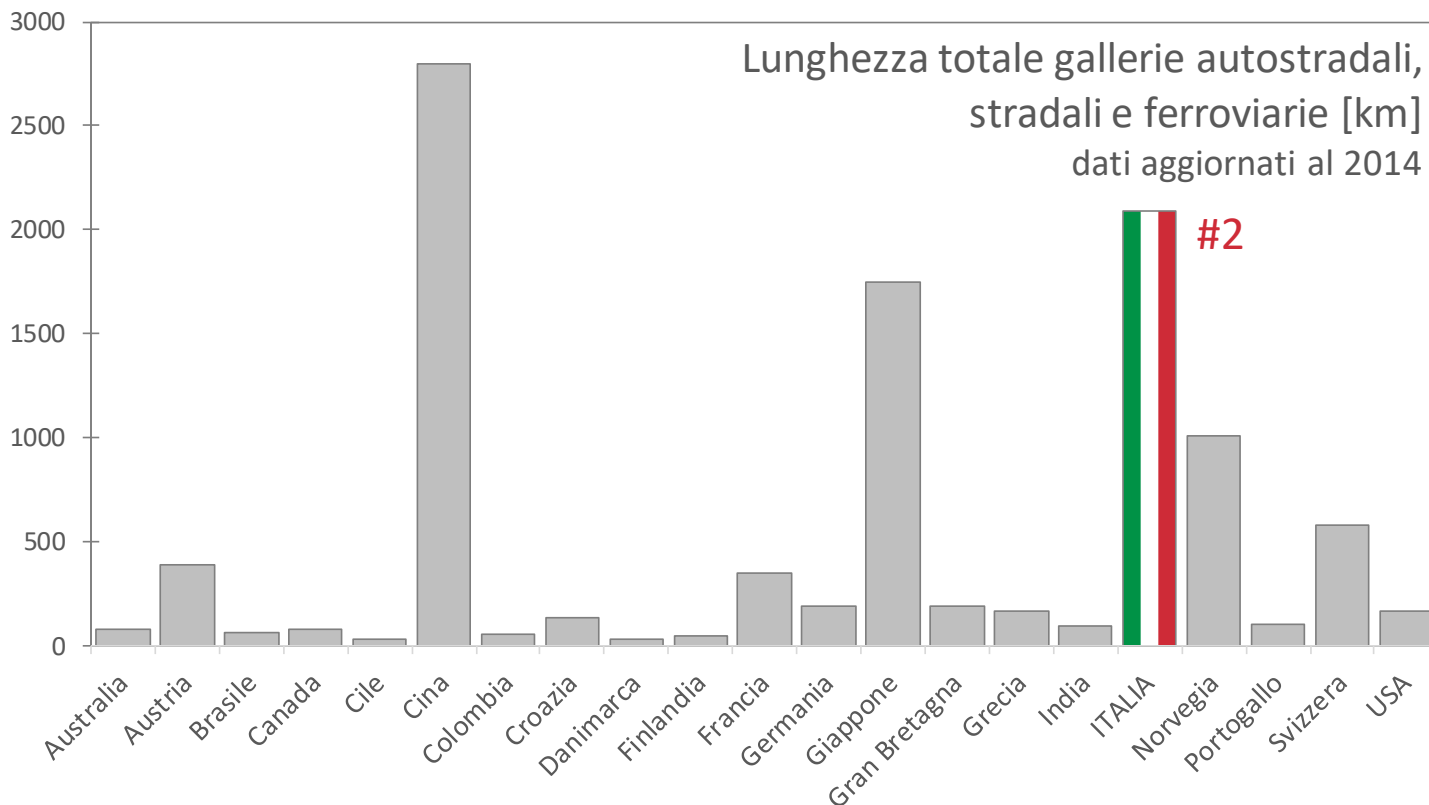
Controllo, manutenzione e ammodernamento delle infrastrutture sotterranee

Convegno SIG al SAIE 2020

Principali controlli sulle infrastrutture sotterranee

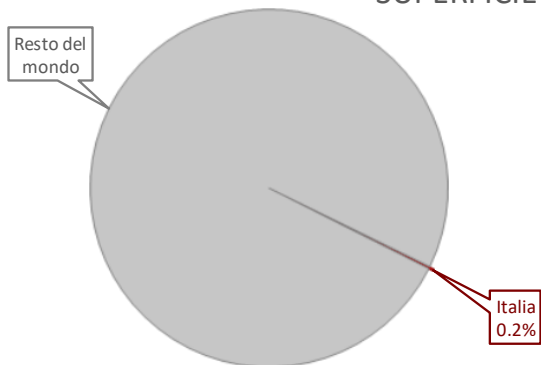
Esempi di interventi di ammodernamento delle infrastrutture sotterranee

LE INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE IN ITALIA – Inquadramento generale

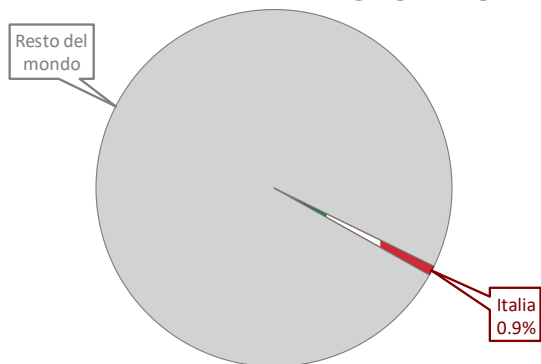


LE INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE IN ITALIA – Inquadramento generale

SUPERFICIE



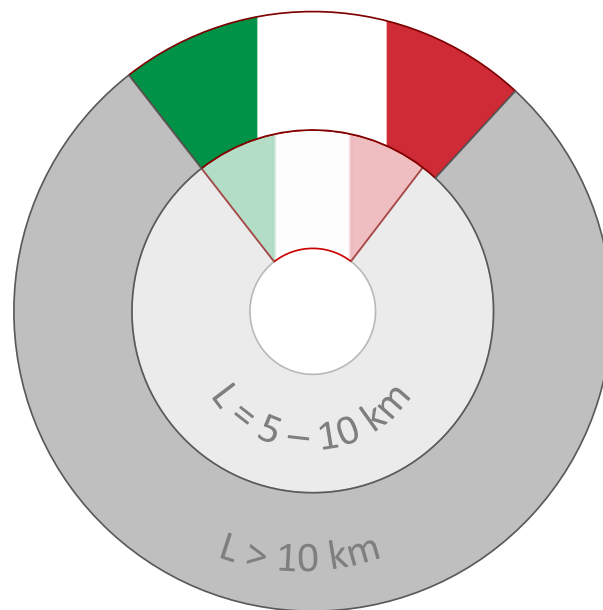
POPOLAZIONE



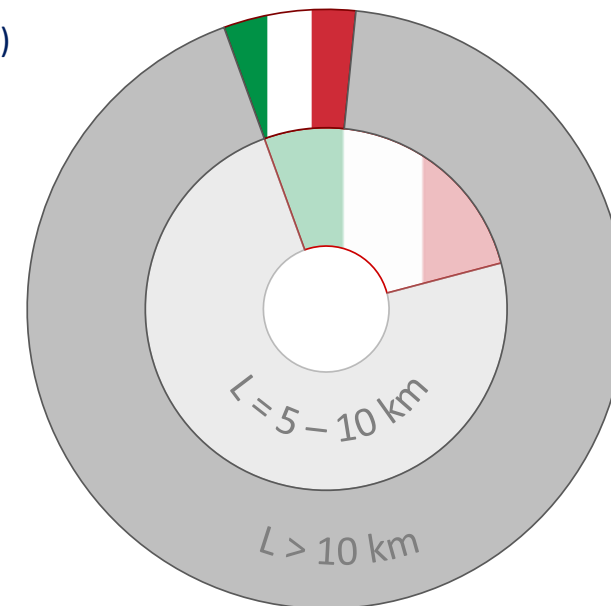
Gallerie ferroviarie al netto delle metropolitane (*)

n. 13 gallerie $L > 10$ km (22 % del totale)

n. 43 gallerie $L = 5 - 10$ km (21 % del totale)



(*) per i trafori transnazionali si è considerata la lunghezza della tratta italiana.

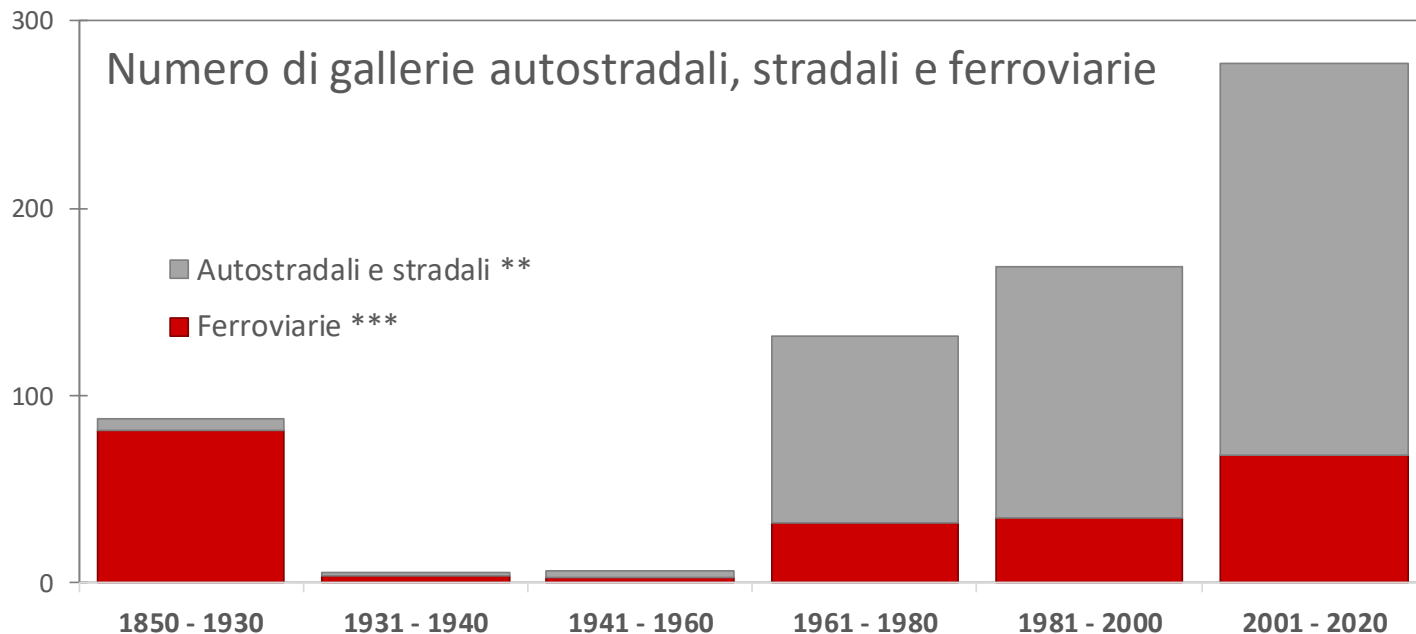


Gallerie stradali e autostradali (*)

n. 1 galleria $L > 10$ km (7 % del totale)

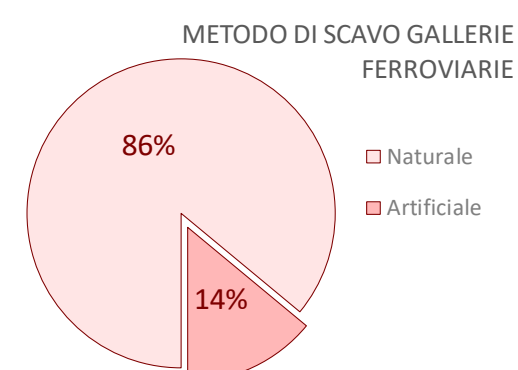
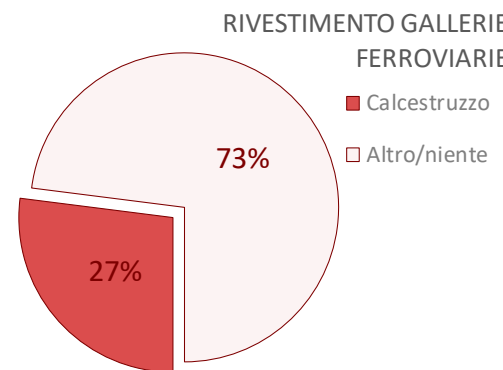
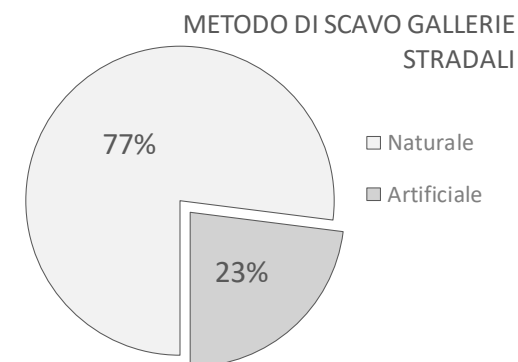
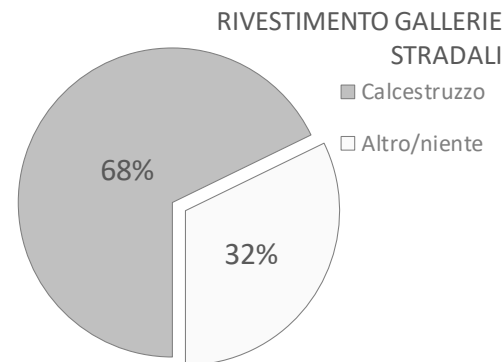
n. 9 gallerie $L = 5 - 10$ km (26 % del totale)

LE INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE IN ITALIA – Gallerie autostradali, stradali e ferroviarie

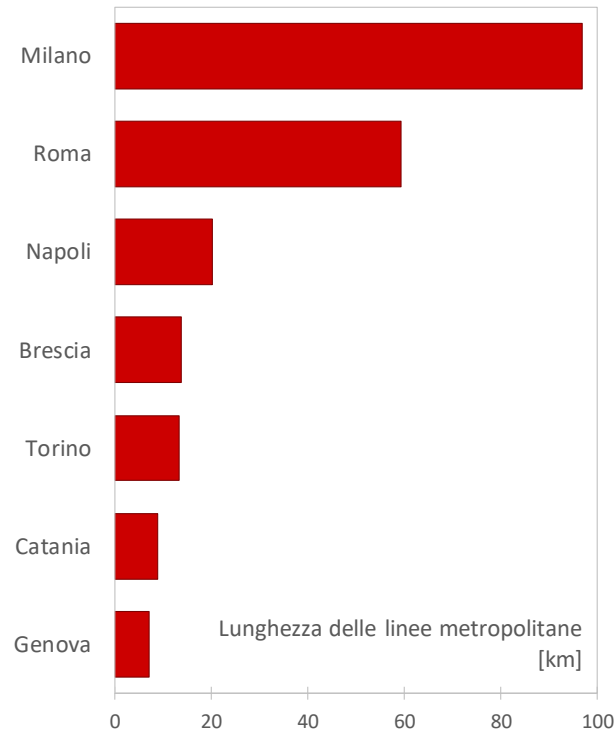


** solo gallerie di lunghezza > 750 m
 *** solo gallerie di lunghezza > 2 km

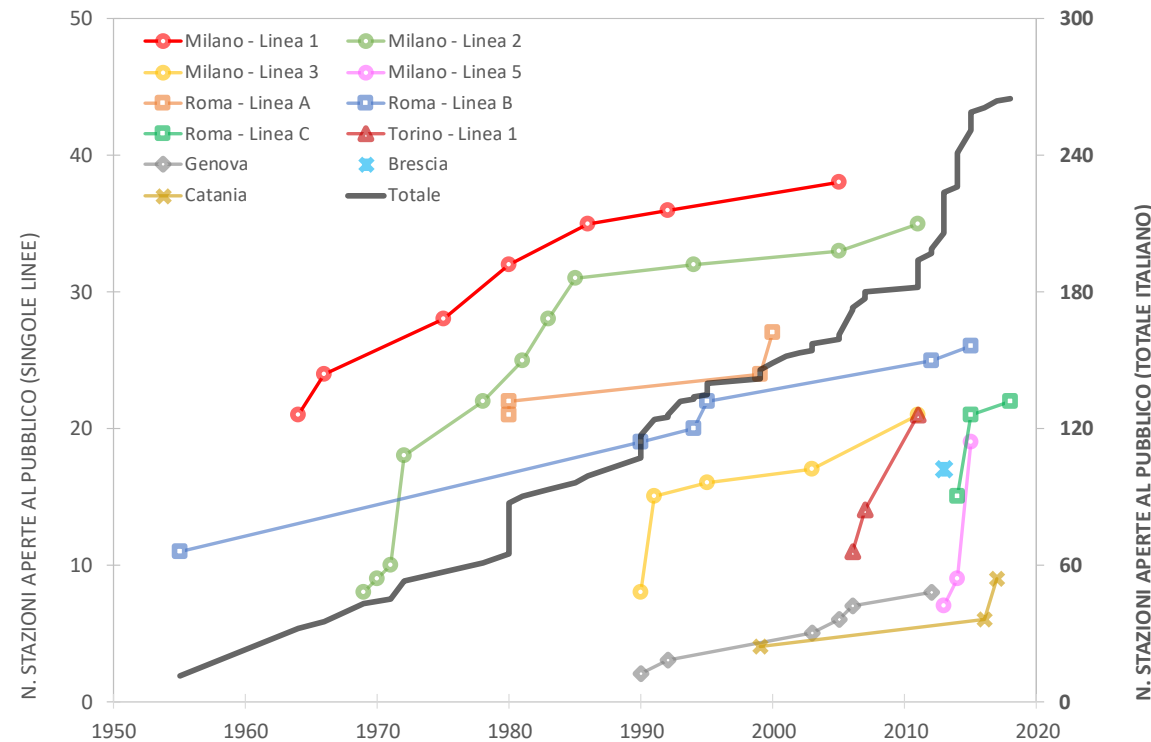
Nota: l'impermeabilizzazione delle gallerie ferroviarie, autostradali e stradali è stata adottata soltanto a partire dalla seconda metà degli anni '80.



LE INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE IN ITALIA – Gallerie metropolitane



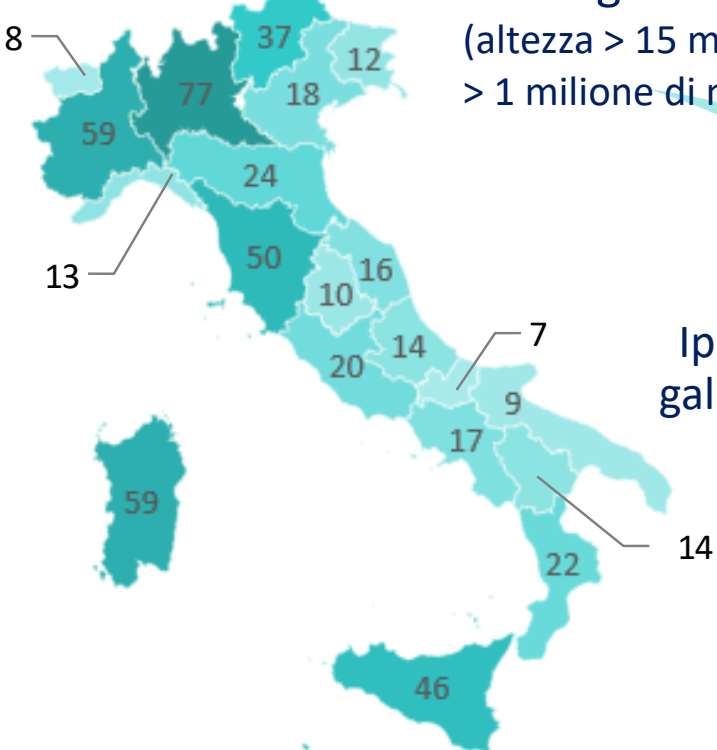
Nota: sono esclusi i passanti ferroviari



Nota: sono esclusi i passanti ferroviari

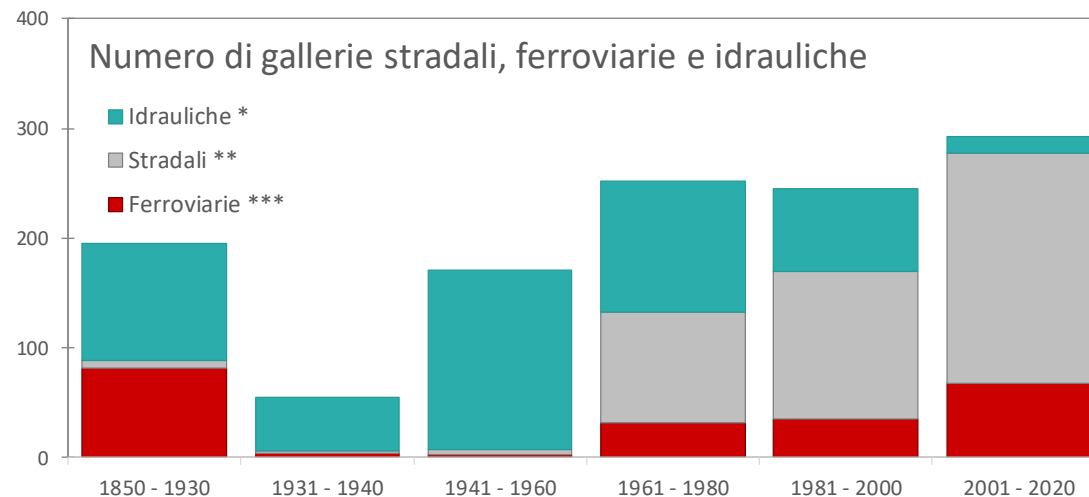
LE INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE IN ITALIA – Gallerie idrauliche

532 dighe di competenza statale
(altezza > 15 m o volume di invaso
> 1 milione di m3)

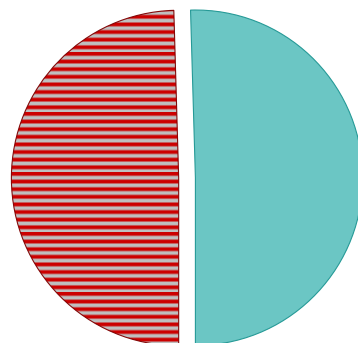


Ipotesi: 4 km di
galleria idraulica
per ogni diga

Più di **2'000 km** di
gallerie idrauliche

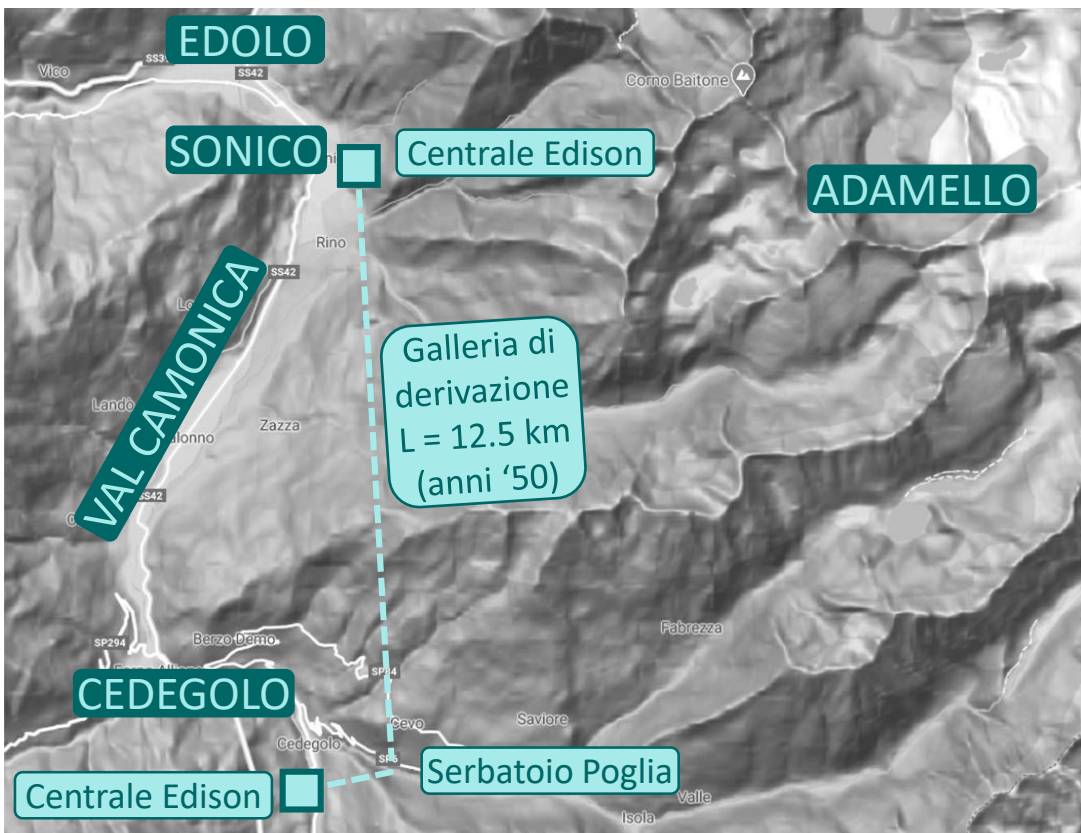


* basato sul numero di dighe di competenza statale
** solo gallerie di lunghezza > 750 m
*** solo gallerie di lunghezza > 2 km

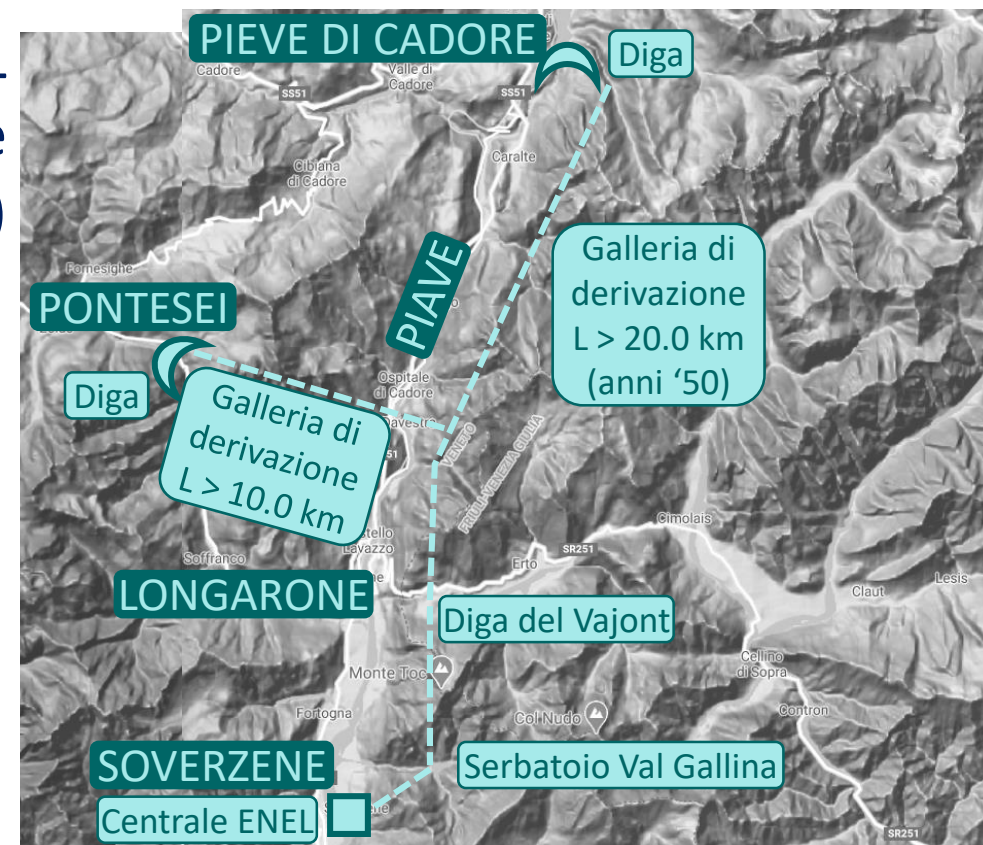


GALLERIE IN ITALIA
■ Stradali e ferroviarie
■ Irauliche (ipotesi)

LE INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE IN ITALIA – Gallerie idrauliche



Centrale ENEL
di Soverzene
(BL)



Centrale EDISON
di Cedegolo
(BS)

LA SITUAZIONE ATTUALE – Dimensioni

Gallerie ferroviarie / metropolitane

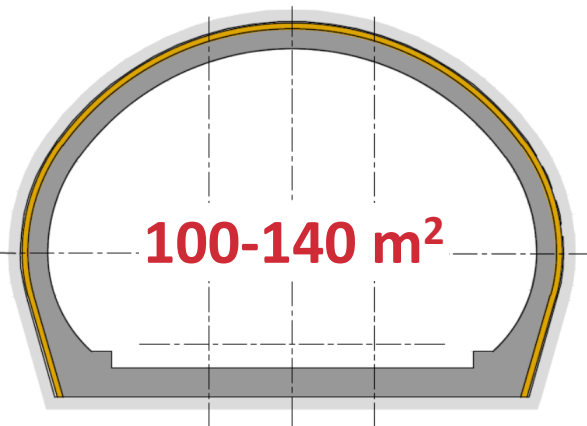
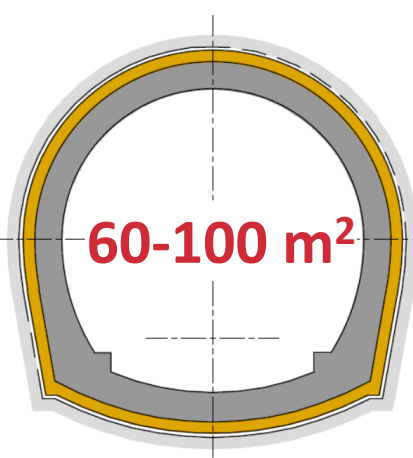
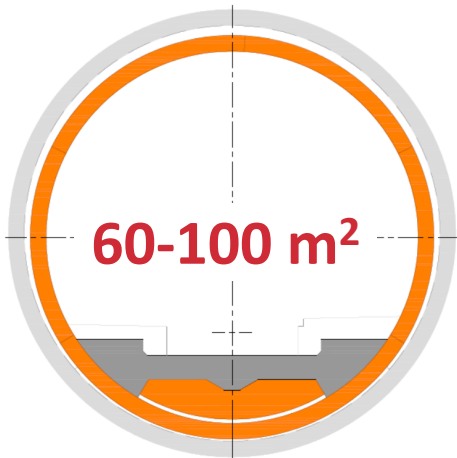
Singolo binario

Doppio binario

Scavo meccanizzato
(TBM)

Scavo tradizionale

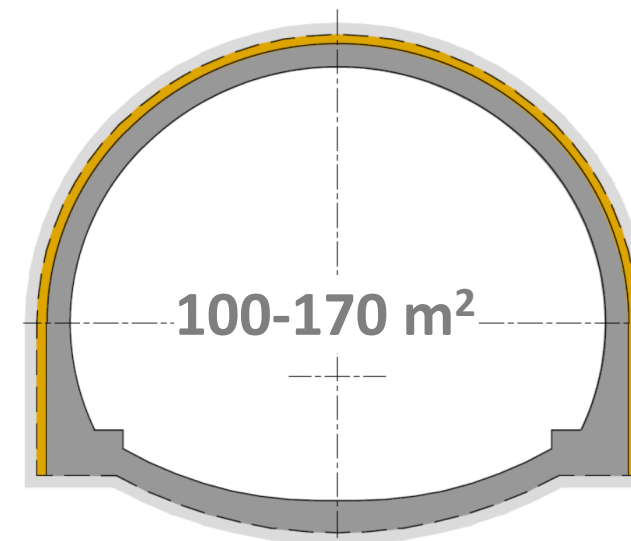
Scavo tradizionale



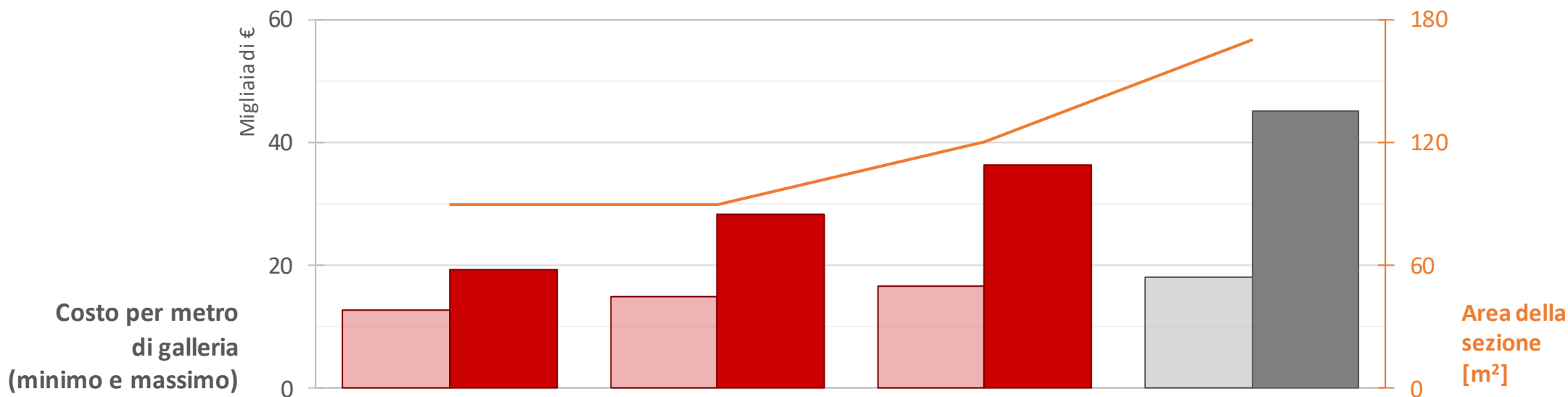
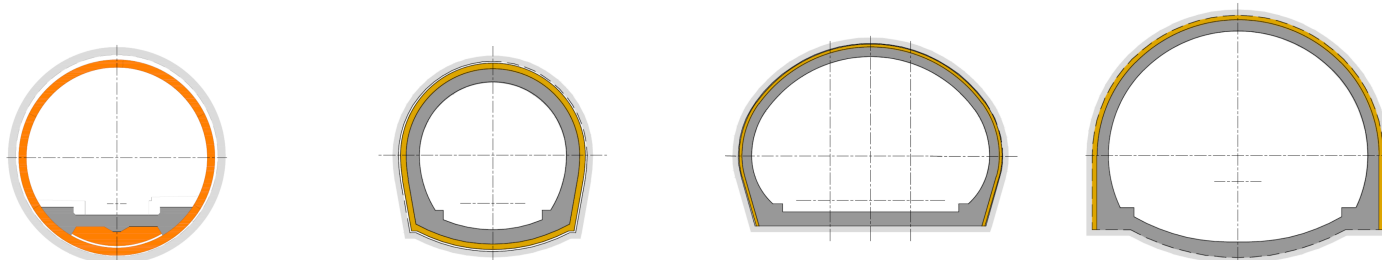
Gallerie autostradali / stradali

Due corsie

Scavo tradizionale

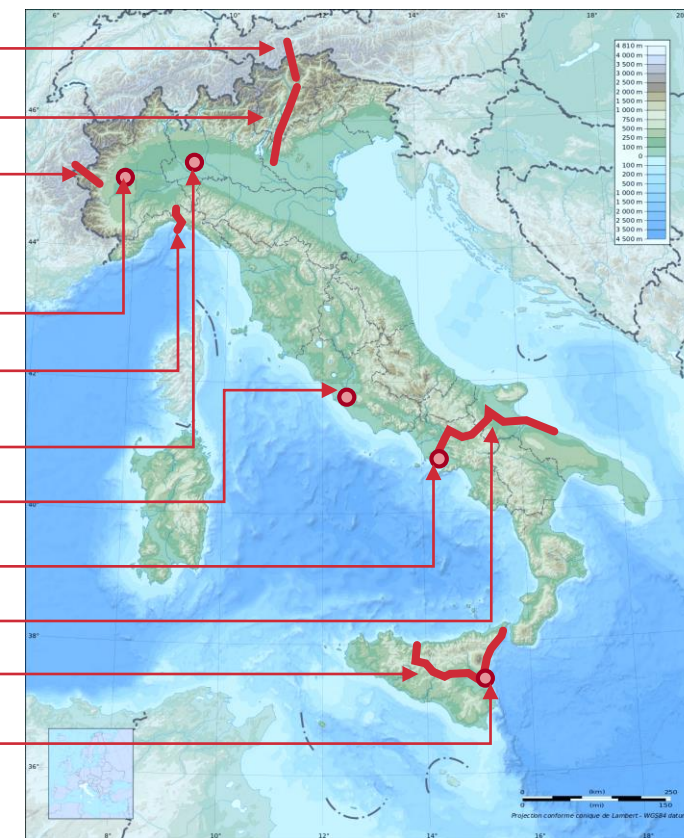


LA SITUAZIONE ATTUALE – Costi parametrici scavo e opere civili, in condizioni standard



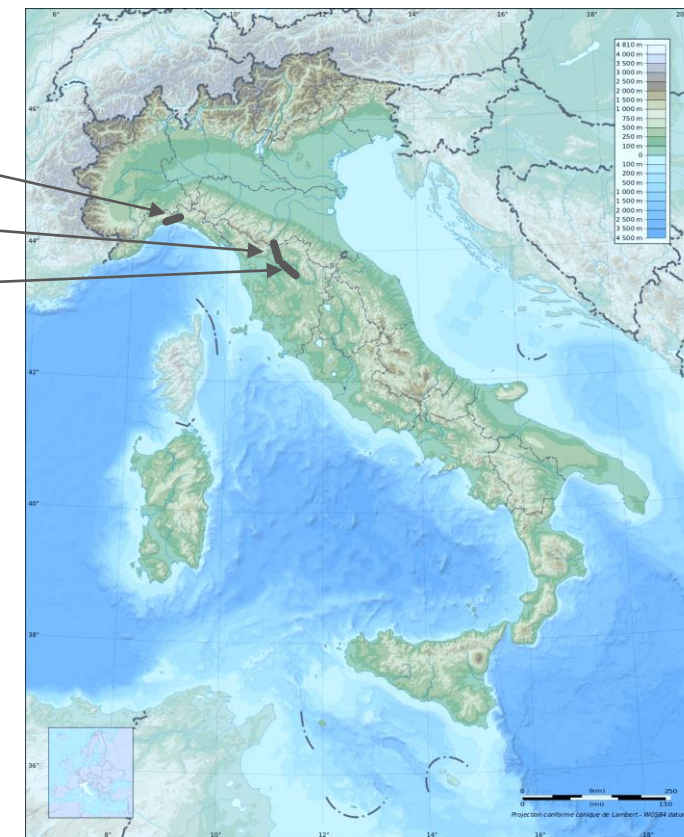
LA SITUAZIONE ATTUALE – Principali opere in costruzione e in progetto

GALLERIE FERROVIARIE E METROPOLITANE	COSTO [miliardi di €]
Galleria di Base del Brennero	8.8 (diviso tra Italia, Austria, UE)
Linea Verona – Fortezza	5.0
Torino – Lione	8.6 (diviso tra Italia, Francia, UE)
Torino – Prolungamento Linea 1 e Linea 2	0.3 e 4.0
Terzo Valico	6.2
Milano – Linea 4 e prolungamento Linea 5	1.8 e 1.3
Roma – Prolungamento Linea C	3.2
Napoli – Completamento Linee 1 e 6	2.2 e 0.8
AV Napoli – Bari	6.2
AV Palermo – Catania – Messina	8.9
Catania – Prolungamento Linea 1	1.3

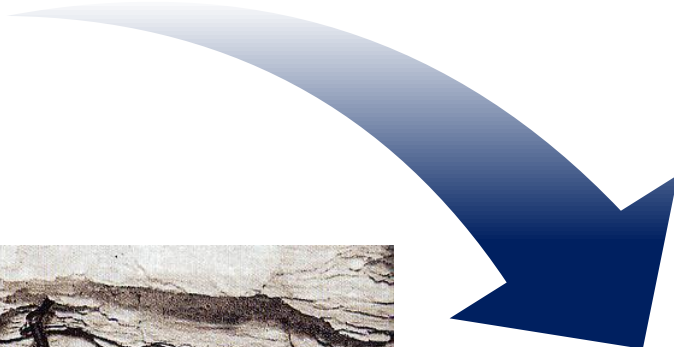
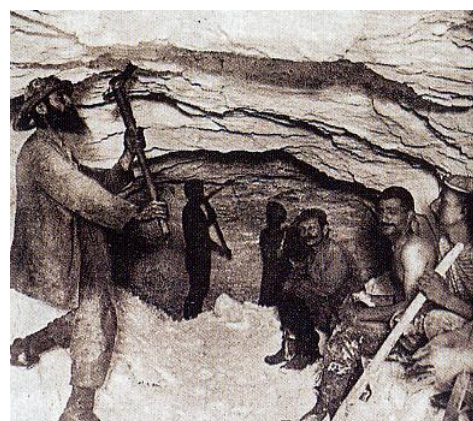
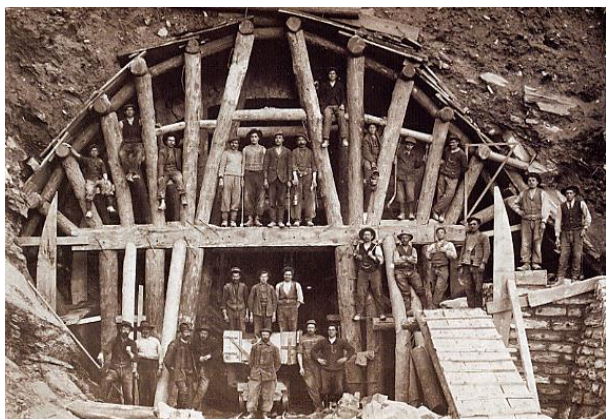


LA SITUAZIONE ATTUALE – Principali opere in costruzione e in progetto

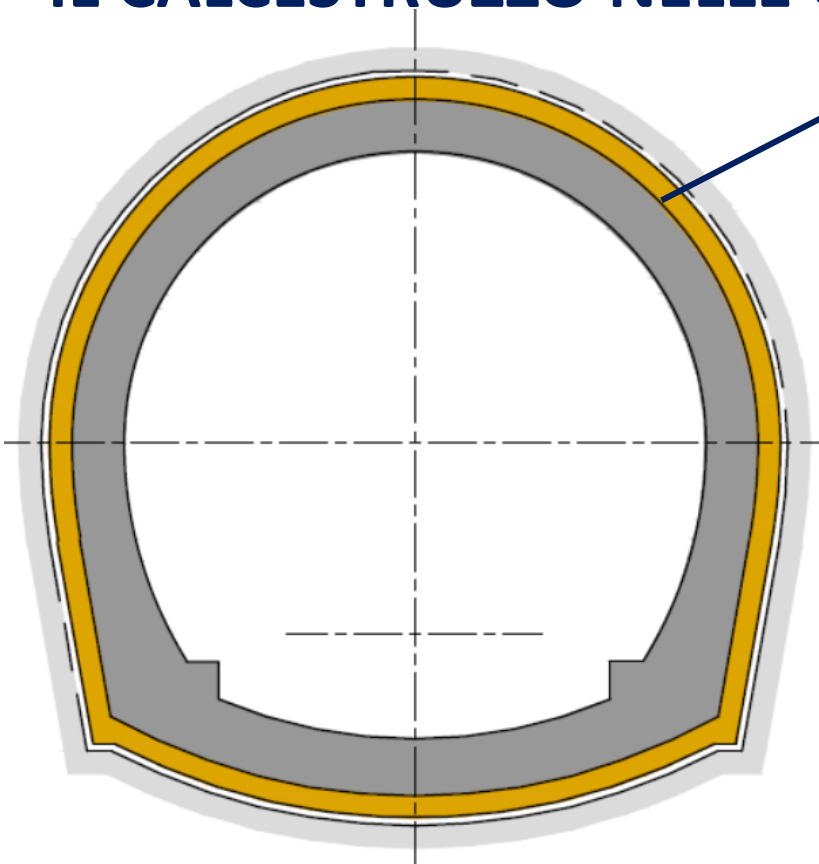
GALLERIE AUTOSTRADALI E STRADALI	COSTO [milioni di €]
A7 e A10 – Gronda di Genova	4'254
A1 Barberino – Firenze Nord – Lotti 1 e 2	700
A1 Firenze Nord – Incisa – Lotti 1 e 2	530
Gallerie Stradali ANAS (dati al 2012) circa 200 km di gallerie in costruzione circa 100 km di gallerie in progetto	10'000 (stima)



IL PROCESSO COSTRUTTIVO INDUSTRIALIZZATO



IL CALCESTRUZZO NELLE OPERE SOTTERRANEE



Betoncino proiettato

Resistenza: fino a C30/37

Rinforzo: rete in acciaio; sempre più spesso, fibre in acciaio o polimeriche

rinforzo con rete in acciaio



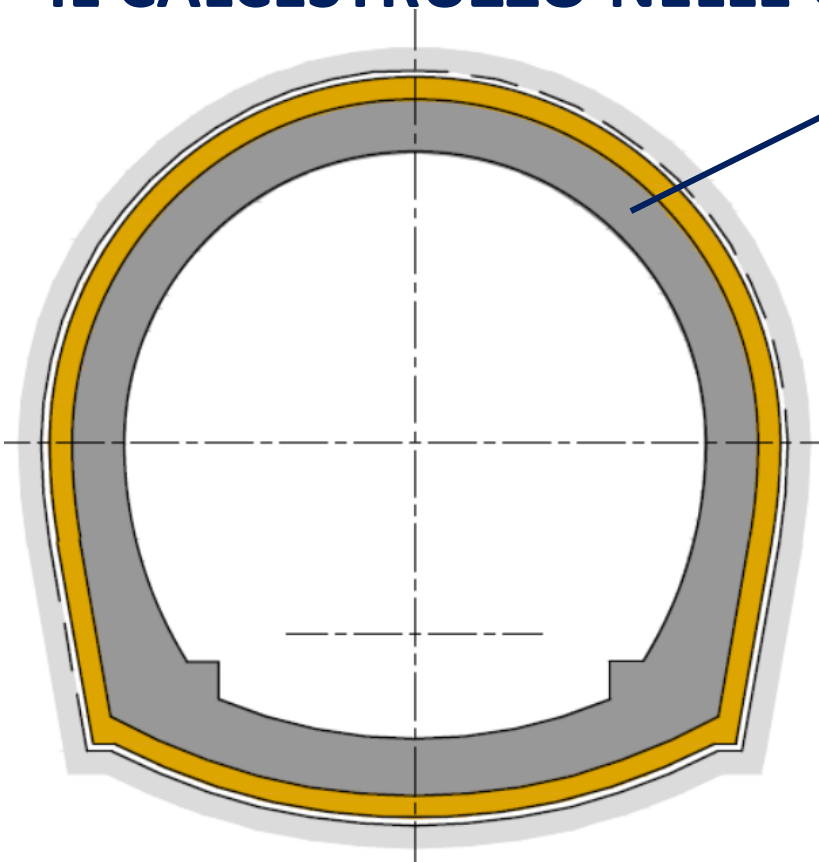
fibres in acciaio



fibres polimeriche



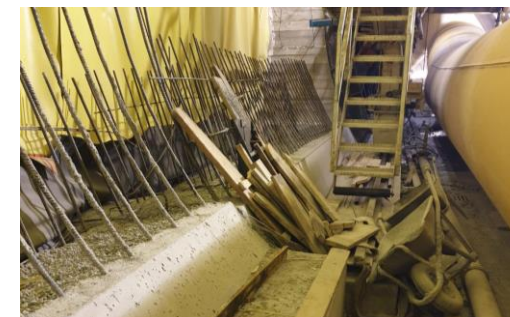
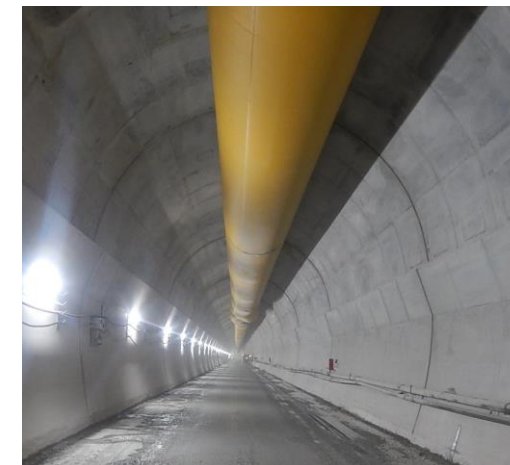
IL CALCESTRUZZO NELLE OPERE SOTTERRANEE



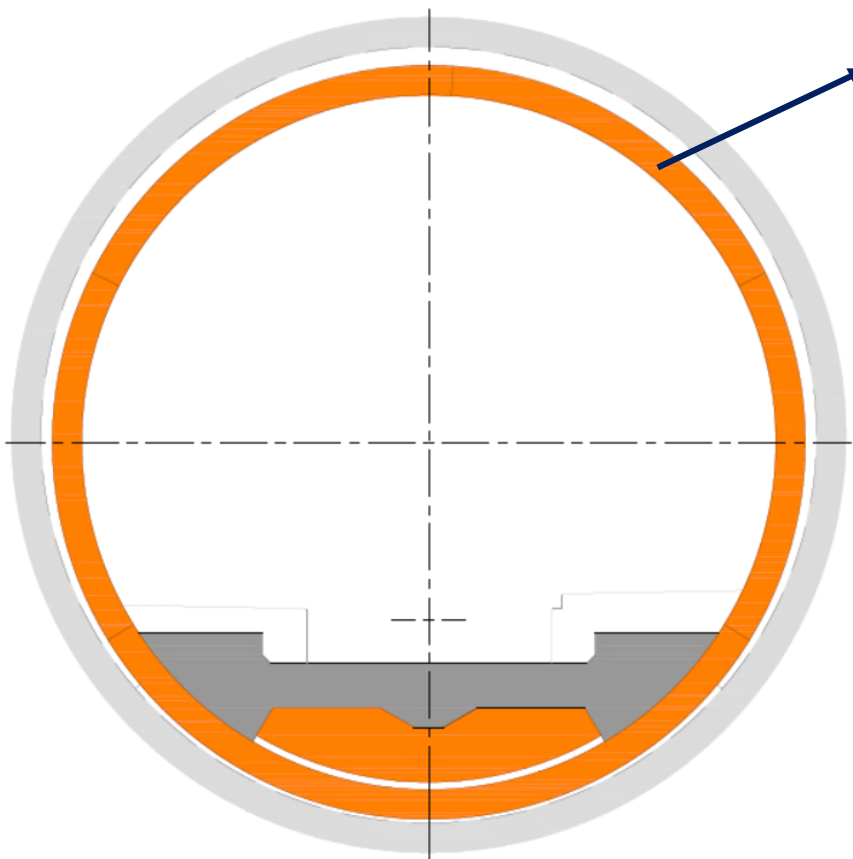
Rivestimento gettato in opera

Resistenza: normalmente fino a C30/37

Rinforzo: non armato o armatura in acciaio



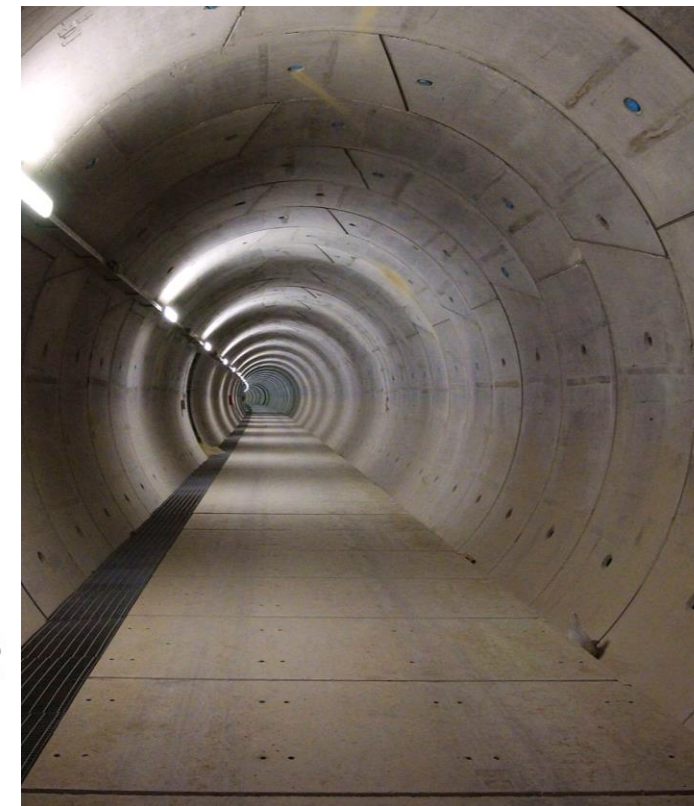
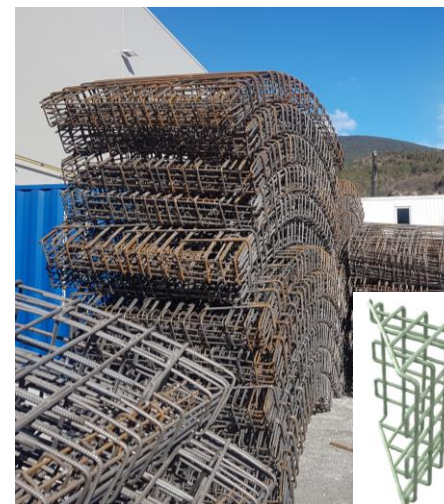
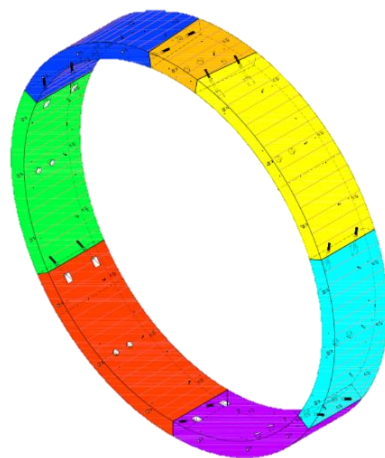
IL CALCESTRUZZO NELLE OPERE SOTTERRANEE



Rivestimento in conci prefabbricati

Resistenza: da C50/60

Rinforzo: armatura in acciaio, VTR, fibre in acciaio o polipropilene

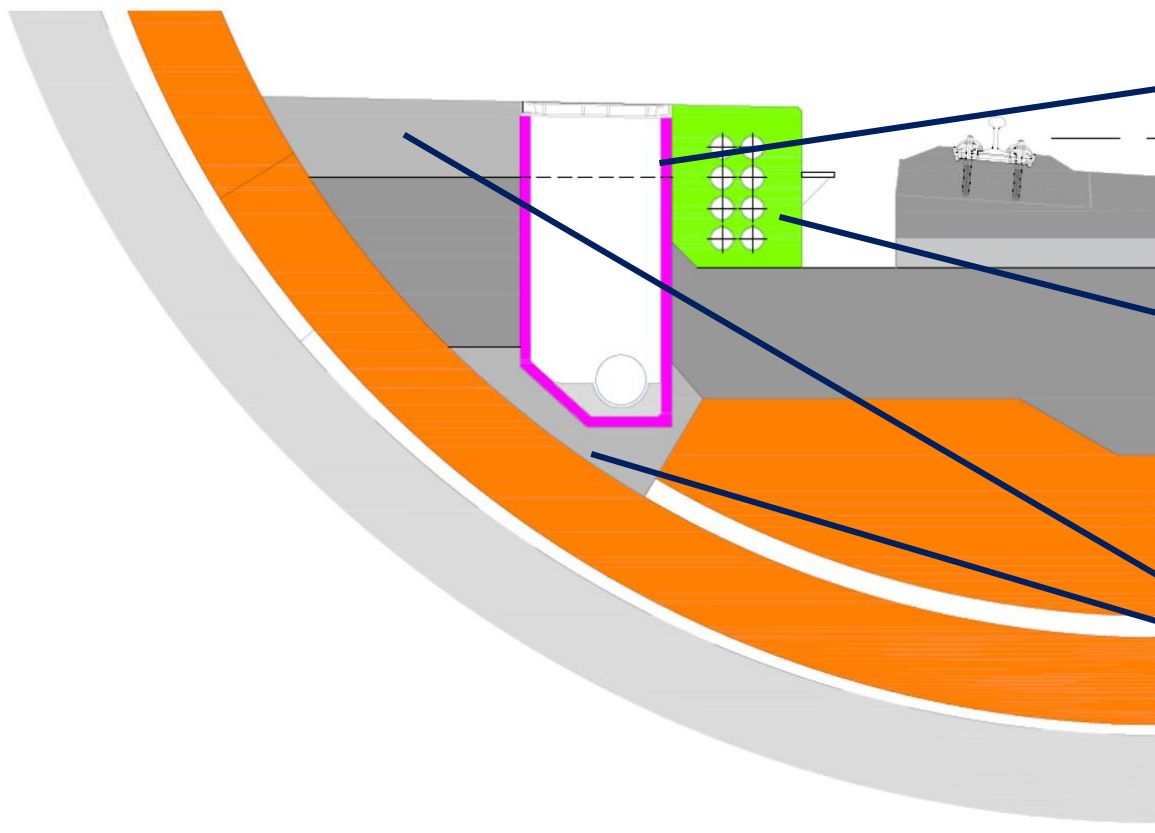


IL CALCESTRUZZO NELLE OPERE SOTTERRANEE

Rivestimento in conci prefabbricati



IL CALCESTRUZZO NELLE OPERE SOTTERRANEE



Elementi di corredo: pozzetti

Spesso in calcestruzzo polimerico per ridurre peso e spessore

Elementi di corredo: banchine prefabbricate o gettate in opera

Resistenza: da C30/37

Elementi di corredo: Calcestruzzo di riempimento

Resistenza: da C16/20

CONTROLLO, MANUTENZIONE E AMMODERNAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE



CONVEGNO

15 - 16 Ottobre 2020

*“Tunnelling 4.0: Nuove Tecnologie e Prospettive Future per la
Manutenzione e gli Interventi di ripristino e adeguamento di
gallerie esistenti”*

Centro SERVIZI Bologna Fiere – Sala Concerto
Bologna - Piazza Costituzione 6, 40127 BO

Programma – giovedì 15 ottobre –

- Ore 13,00 *Registrazione dei partecipanti*
Ore 14,00 *Apertura dei lavori, saluti delle autorità e degli Organizzatori*
Andrea Pigorini (Presidente SIG)
Diego Sebastiani (Gruppo YMs SIG)
Relatore tbc (SAIE)
Relatore tbc (AINOP – Archivio Informativo delle Opere Pubbliche)
- Sessione I **Chairman: Andrea Sciotti, Luca Perazzoni, Andrea Lattanzi**

Grandi gestori di infrastrutture e progettisti

- Ore 14,30 **prof. S. Miliziano** (Sapienza, Università di Roma)
Insegnamenti da esperienze recenti
- Ore 15,00 **A. Pranno, F. Iacobini** (RFI)
La sorveglianza delle gallerie ferroviarie:
dall'identificazione degli ammaloramenti ai progetti
di monitoraggio e ripristino
- Ore 15,20 **A. Micheli, L. Cedrone** (ANAS)
Esperienze di intervento su gallerie esistenti
- Ore 15,40 **L. Pirritano** (ACEA)
Un nuovo grande acquedotto per superare gli
effetti di un impossibile monitoraggio/manutenzione
su quello esistente
- Ore 16,00 *Coffee break*
- Ore 16,20 **A. Sciotti, M. Ricci, G. Magli** (Italferr)
Gallerie ferroviarie esistenti: approcci progettuali per
interventi di adeguamento funzionale e strutturale
- Ore 16,40 **G. Cassani, A. Damiani, P. Cucino** (RockSoil/
Lombardi/ SWS)
Metodi di rilievo, analisi ed interventi per la
manutenzione di gallerie autostradali
- Ore 17,40 *Conclusioni e chiusura dei lavori*

Programma – venerdì 16 ottobre –

- Ore 9,15 *Apertura dei lavori saluti delle autorità e degli Organizzatori*
Andrea Pigorini (Presidente SIG)
Agostino Viglione (Gruppo YMs SIG)
Guido Sirolli (PwC)
- Sessione II **Chairman: Marco Ranieri, Stefania Fabozzi**

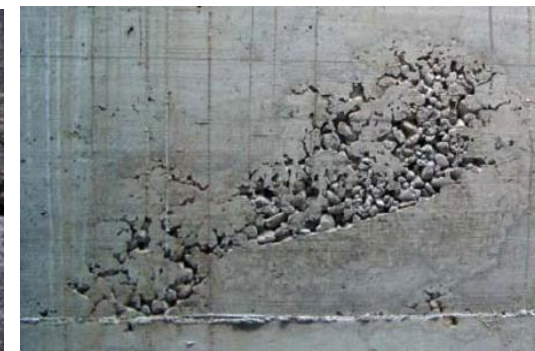
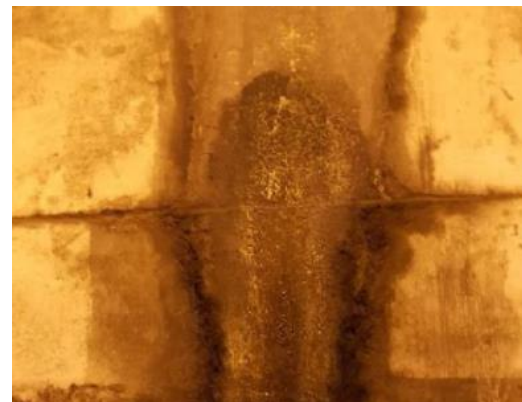
Imprese e le società specialistiche

- Ore 9,30 **prof. G. Russo** (Università di Napoli Federico II)
Analisi dei dati di monitoraggio delle gallerie:
interpretazioni di comportamenti osservati.
- Ore 10,00 **P. Mazzanti** (NHAZCA)
Il monitoraggio geotecnico e strutturale nella gestione
delle grandi opere infrastrutturali: uno sguardo al
futuro
- Ore 10,20 **Relatore tbc** (Tre Altamira)
Titolo intervento tbc
- Ore 10,40 **M. Maffucci** (Ghella)
Titolo intervento tbc
- Ore 11,00 **G.K. Pini, G. Faini** (CP Technology)
Il Digital Twin nel tunneling 4.0: il cantiere
digitalizzato dallo scavo alla prefabbricazione
- Ore 11,20 *Coffee break*
- Ore 11,40 **D. Buochieri, M. Villa, A. Rosso** (Adam Solutions)
Ridurre gli incidenti sul lavoro nel settore delle
costruzioni: uno strumento digitale a supporto delle
decisioni
- Ore 12,00 **F. Foria, R. Ferraro** (ETS Ingegneria)
Manutenzione Gallerie 4.0: mobile mapping
multidimensionale (ARCHITA), digitalizzazione,
gestione e analisi integrata (MIRET)
- Ore 12,20 **E. dal Negro, D. Michelis** (Mapei)
Tecniche di rapido ripristino per gallerie stradali e
autostradali
- Ore 12,40 **R. Savi** (ASE s.r.l.)
Strumenti innovativi per il monitoraggio delle
convergenze in galleria
- Ore 13,00 **D. Grassi** (Master Builders Solutions)
Ripristino delle gallerie esistenti: un approccio
“olistico”.
- Ore 13,20 *Conclusioni e chiusura dei lavori*
Ore 13,30 *Franzo*

CONTROLLO, MANUTENZIONE E AMMODERNAMENTO DI INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE

Principali controlli sulle infrastrutture sotterranee

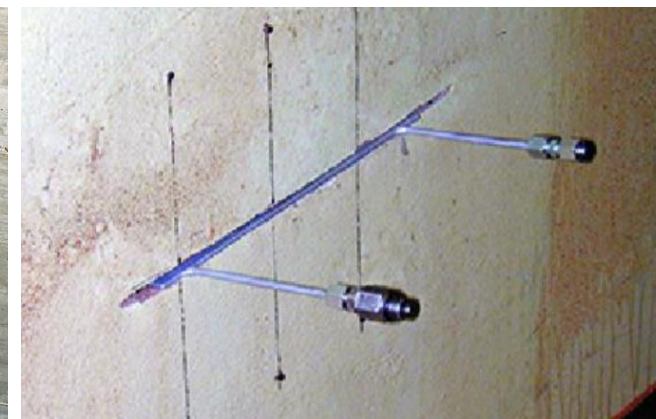
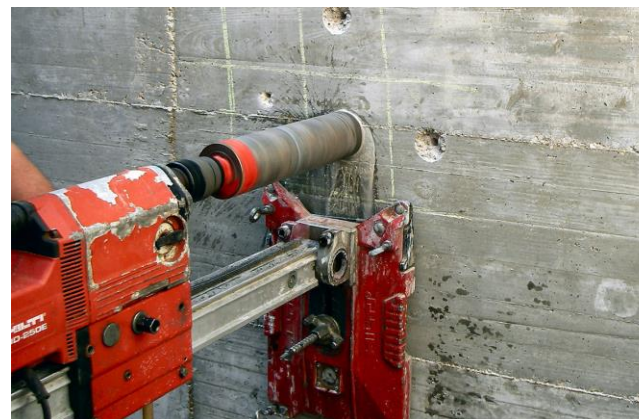
- Ispezioni visive, alla ricerca di:
 - Fessure nel rivestimento, eventualmente con acqua
 - Irregolarità nel calcestruzzo, quali deformazioni, presenza di nidi di ghiaia o bolle d'aria, espulsione del copriferro
- Rilievo con laserscan della superficie interna
- Indagini endoscopiche
- Georadar, per:
 - Determinare la geometria del rivestimento (es. presenza arco rovescio)
 - Identificare vuoti a tergo del rivestimento



CONTROLLO, MANUTENZIONE E AMMODERNAMENTO DI INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE

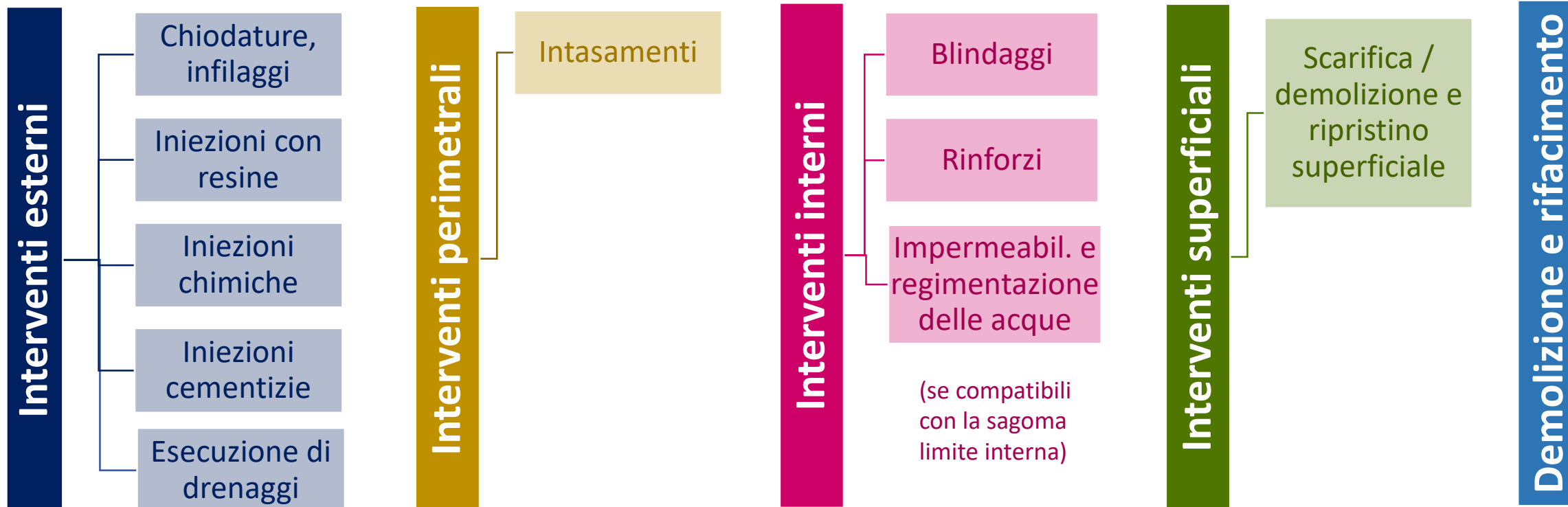
Principali controlli sulle infrastrutture sotterranee

- Prova con fenolftaleina per verificare la presenza di carbonatazione del calcestruzzo di rivestimento
- Carotaggio con successive prove di compressione e/o prove in sito con sclerometro per verificare la resistenza a compressione del calcestruzzo di rivestimento
- Prove con martinetto piatto per determinare lo stato di sollecitazione nei rivestimenti



CONTROLLO, MANUTENZIONE E AMMODERNAMENTO DI INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE

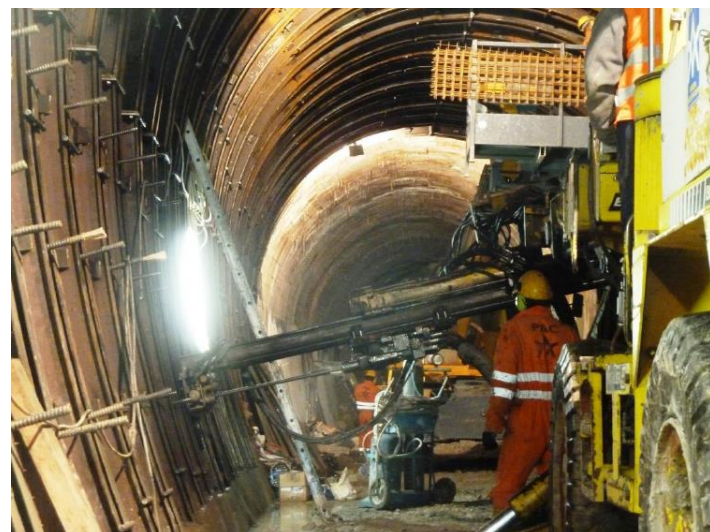
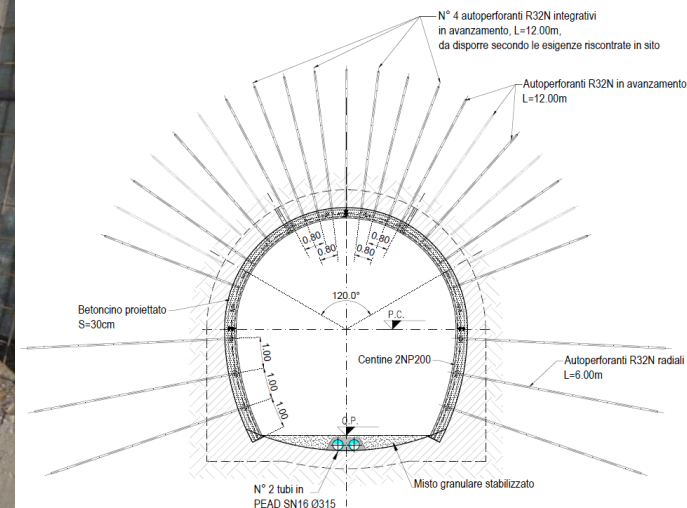
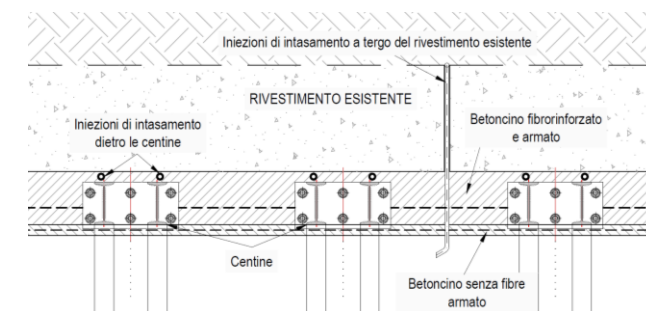
Principali interventi di ammodernamento delle infrastrutture sotterranee



CONTROLLO, MANUTENZIONE E AMMODERNAMENTO DI INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE

Esempi di interventi di ammodernamento delle infrastrutture sotterranee

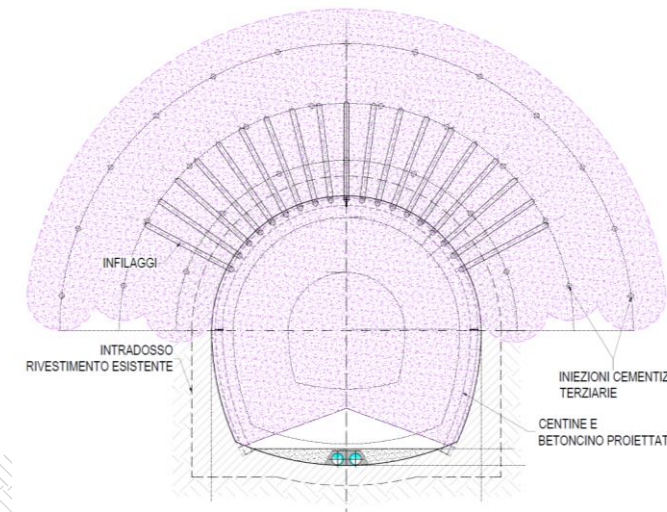
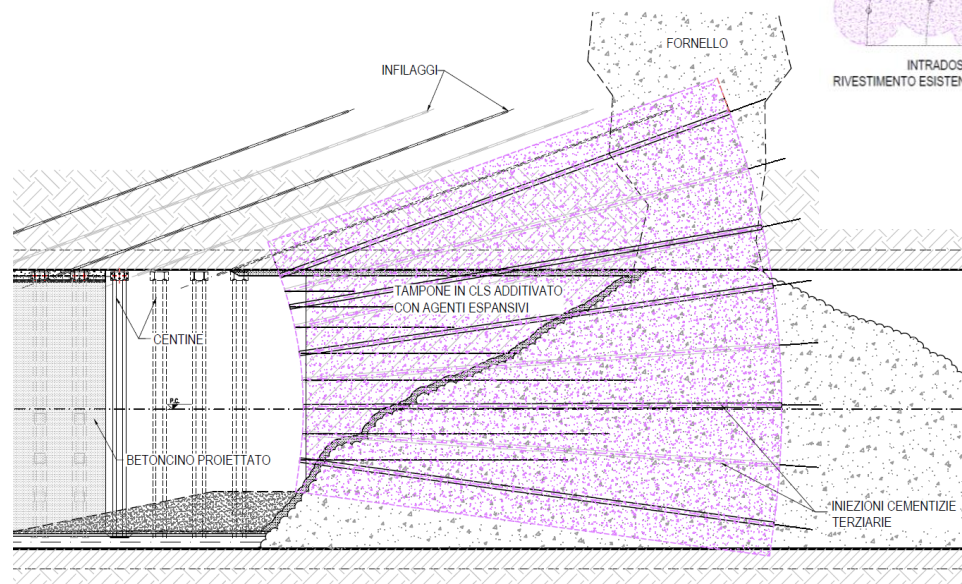
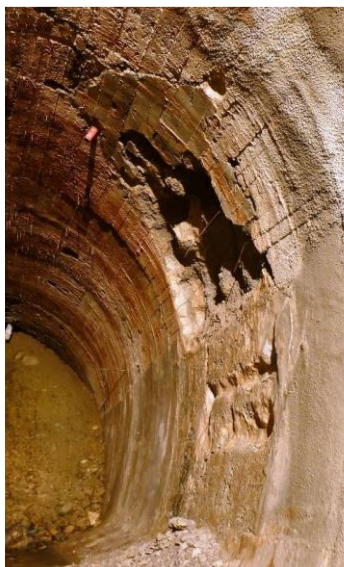
- Interventi esterni – Chiodature
- Interventi interni – Centine e betoncino proiettato
- Interventi perimetrali – Intasamento con boiacca



CONTROLLO, MANUTENZIONE E AMMODERNAMENTO DI INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE

Esempi di interventi di ammodernamento delle infrastrutture sotterranee

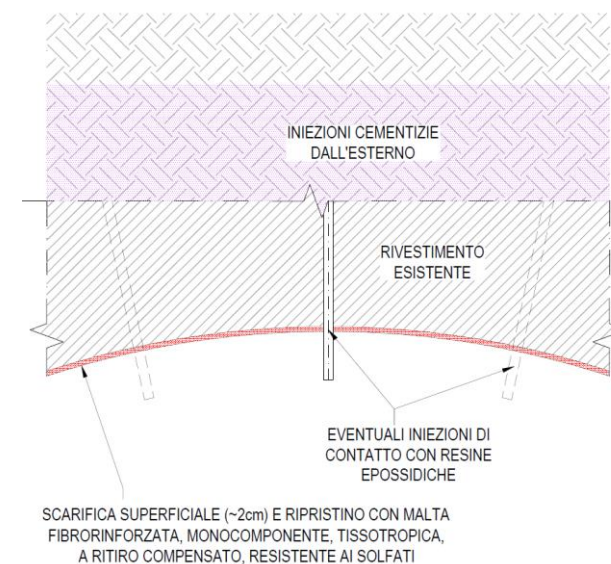
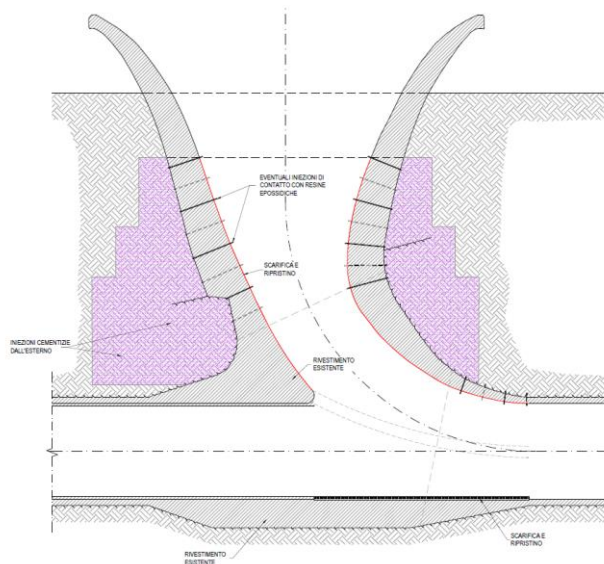
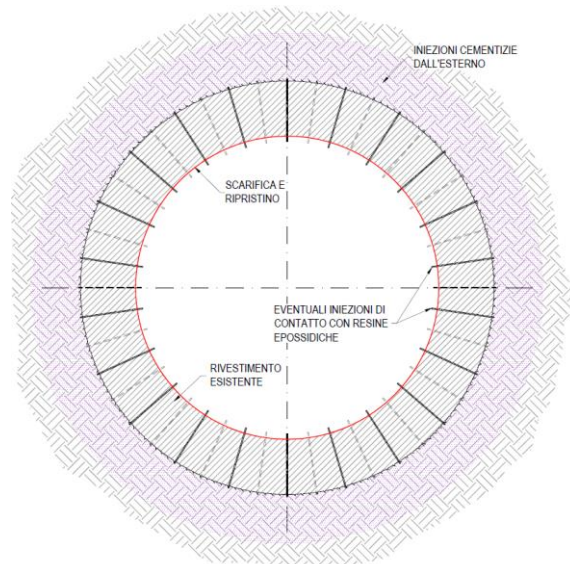
- Interventi esterni – Infilaggi, iniezioni (acqua + cemento + bentonite)
- Interventi interni – Centine e betoncino proiettato
- Interventi perimetrali – Intasamento con boiaccia di cemento



CONTROLLO, MANUTENZIONE E AMMODERNAMENTO DI INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE

Esempi di interventi di ammodernamento delle infrastrutture sotterranee

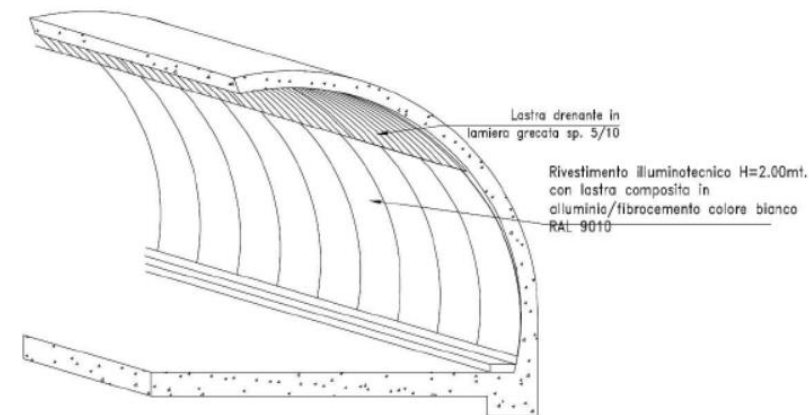
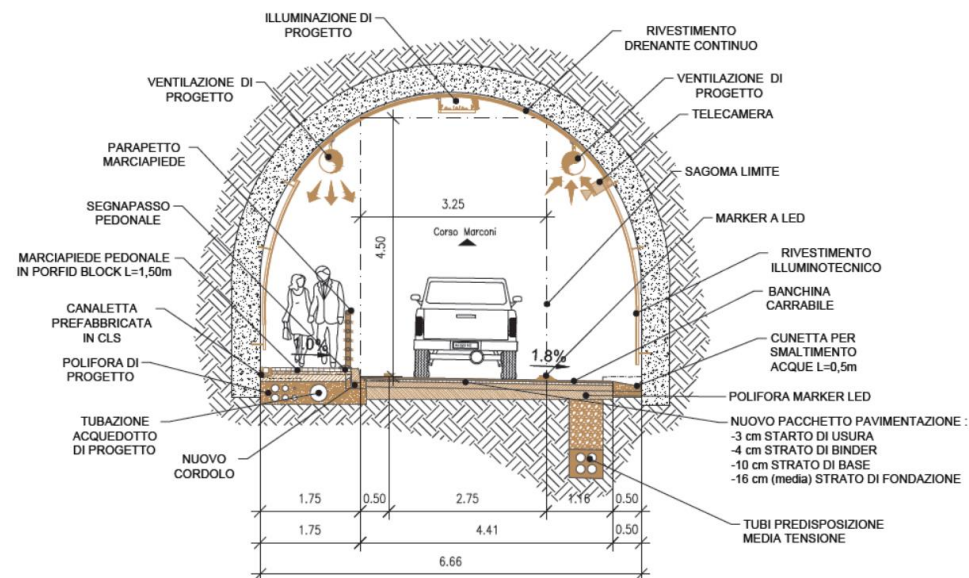
- Interventi esterni – Iniezioni (acqua + cemento + bentonite)
- Interventi perimetrali – Intasamento con resine epossidiche
- Interventi superficiali – Scarifica e ripristino con malta cementizia



CONTROLLO, MANUTENZIONE E AMMODERNAMENTO DI INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE

Esempi di interventi di ammodernamento delle infrastrutture sotterranee

- Interventi esterni – Chiodature e drenaggi
- Interventi superficiali – Scarifica e ripristino con betoncino proiettato
- Interventi interni – Pannelli illuminotecnici e lamiera grecata





Associazione Italiana Calcestruzzo Armato e Precompresso
www.associazioneaicap.it

COSTRUIRE IN CALCESTRUZZO

Controllo e manutenzione delle infrastrutture in CA
Infrastrutture sotterranee



Collegio dei Tecnici della Industrializzazione Edilizia
www.cte-it.org

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!



Ing. Enrico Maria Pizzarotti
Presidente e Direttore Tecnico Pro Iter Srl
Consigliere CTE e SIG
enrico.pizzarotti@proiter.it



MEDIAPARTNER
DELL'EVENTO