



Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani  
Sezione di Torino

In collaborazione con



Venerdì, 17 settembre 2021 - ore 14:00

WEBINAR Info: [cifitorino@cifi.it](mailto:cifitorino@cifi.it)



# I 150 ANNI DEL TRAFORO DEL FRÉJUS SETTEMBRE 1871- 2021





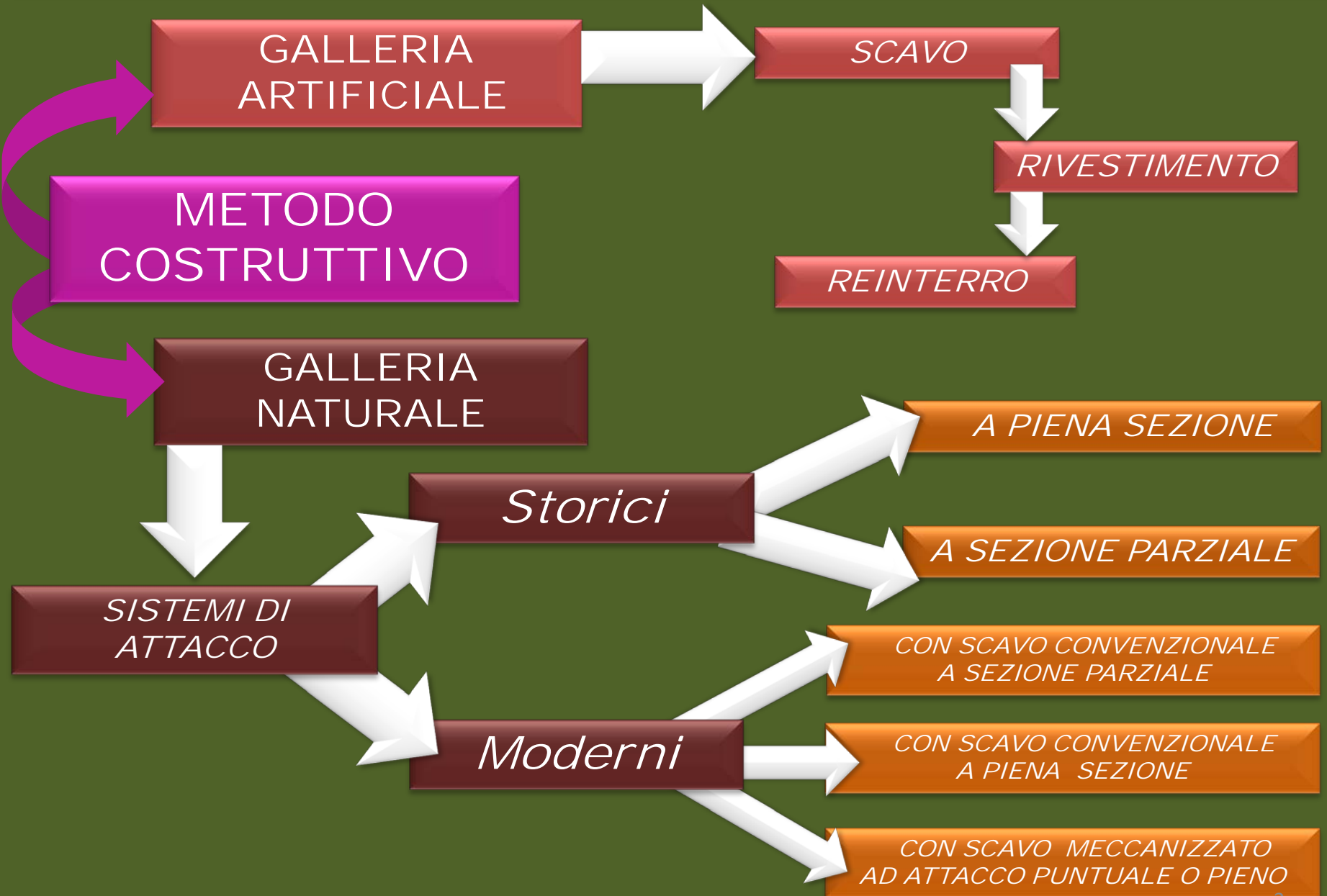


# METODI COSTRUTTIVI, MATERIALI , DURABILITA' E MANUTENZIONE DELLE GALLERIE FERROVIARIE



PROF. ING. GUIDO CAPOSIO

# METODI COSTRUTTIVI DELLE TIPOLOGIE DI GALLERIE





GALLERIA FERROVIARIA NATURALE  
*a foro cieco (costruzione con scavo tubolare)*

FASI COSTRUTTIVE

1. INTERVENTI DI PRECONSOLIDAMENTO

2. SCAVO SECONDO SISTEMA ATTACCO PROGETTUALE

3. CONSOLIDAMENTI RADIALI AL CONTORNO CAVITA'

4. RIVESTIMENTO PROVVISORIO O DI PRIMA FASE

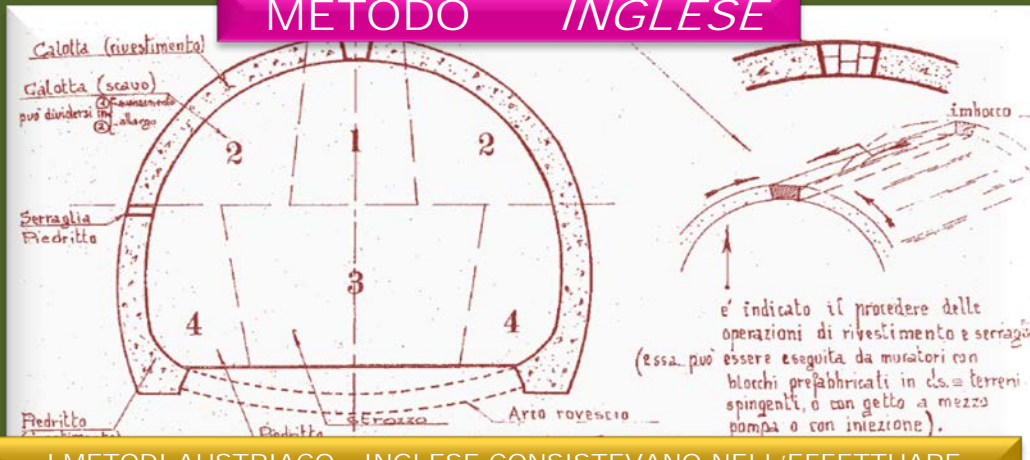
5. IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA GALLERIA

6. RIVESTIMENTO DEFINITIVO O DI SECONDA FASE

# SISTEMI DI ATTACCO STORICI

## *a piena sezione*

### METODO INGLESE



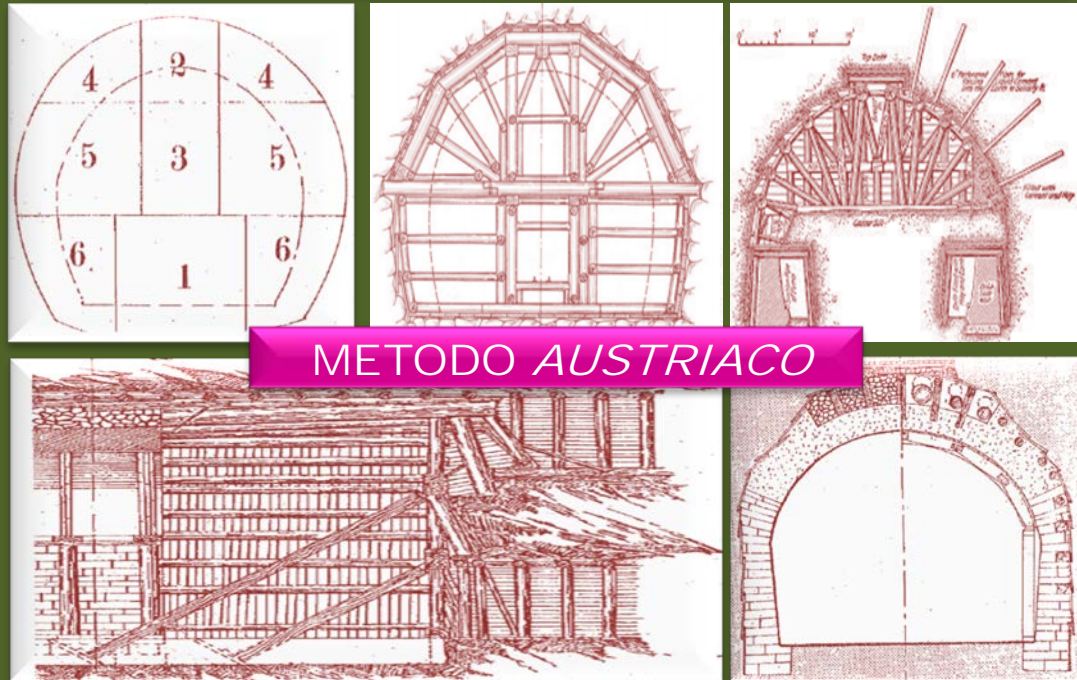
I METODI AUSTRIACO - INGLESE CONSISTEVANO NELL'EFFETTUARE LO SCAVO COMPLETO DELLA SEZIONE DELLA GALLERIA PRIMA DI ESEGUIRE IL RIVESTIMENTO

### METODO SVEDESE



IL METODO SVEDESE CONSISTEVA NELL'EFFETTUARE LO SCAVO COMPLETO DELLA SEZIONE DELLA GALLERIA CON BRILLAMENTO DEL FRONTE DI ATTACCO

### METODO AUSTRIACO

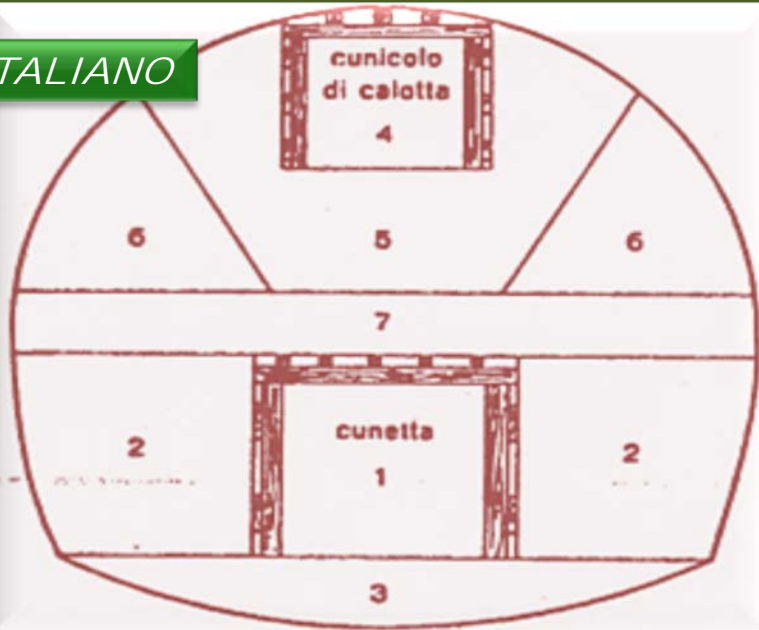




# SISTEMI DI ATTACCO STORICI

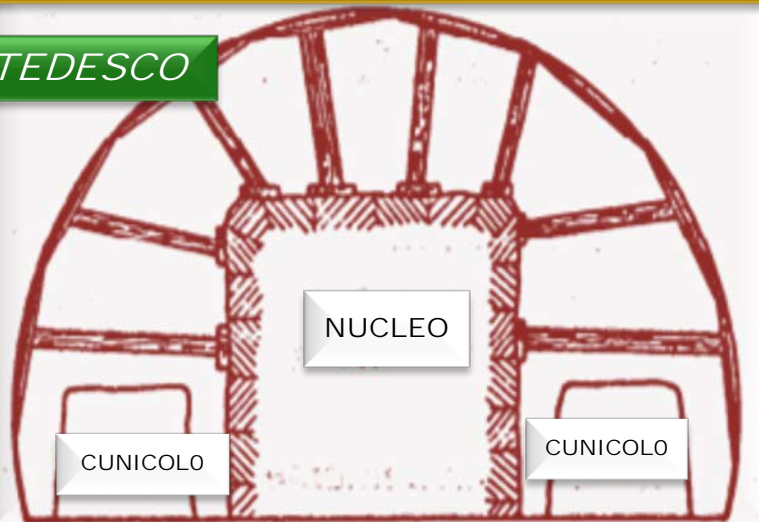
*a sezione parziale*

ITALIANO



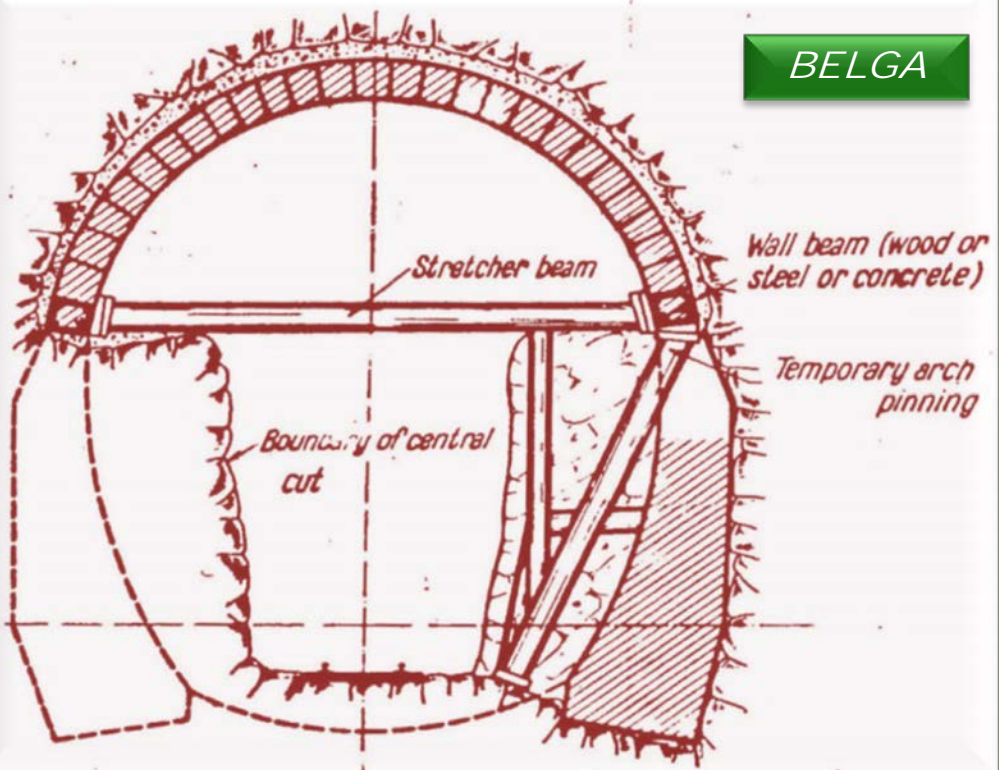
IL METODO ITALIANO, PREVEDEVA LA MESSA IN OPERA DELL'ARCO ROVERSCIO IN MURATURA, PRIMA DELLA CHIUSURA COMPLETA DELL'ANELLO

TEDESCO



IL METODO BELGA, CONSISTEVA NELLA ESECUZIONE DEL RIVESTIMENTO DELLA CALOTTA DELLA GALLERIA E SUCCESSIVAMENTE QUELLO DEI PIEDRITTI

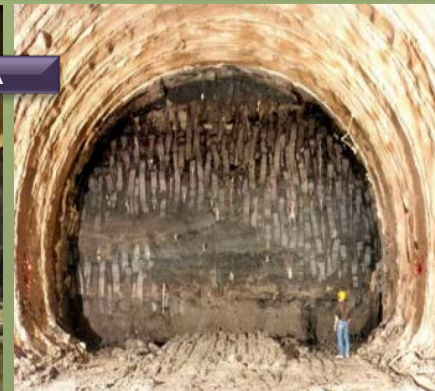
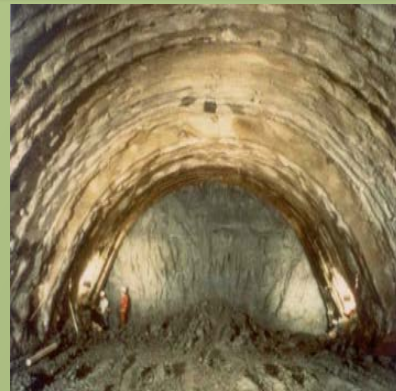
BELGA



IL METODO TEDESCO, PREVEDEVA IL MANTENIMENTO DEL NUCLEO ORIGINALE FINO ALLA COMPLETA ESECUZIONE DEL RIVESTIMENTO E DEI PIEDRITTI

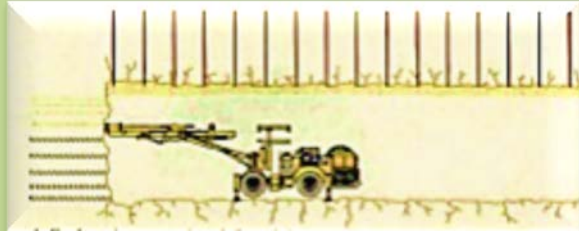


# SISTEMA DI ATTACCO MODERNO CON SCAVO CONVENZIONALE A SEZIONE PARZIALE





# SISTEMA DI ATTACCO MODERNO CON SCAVO CONVENZIONALE A PIENA SEZIONE PER SITUAZIONI GEOLOGICHE E GEOMECCANICHE BUONE



1 PERFORAZIONE E  
CARICA DELLA VOLATA



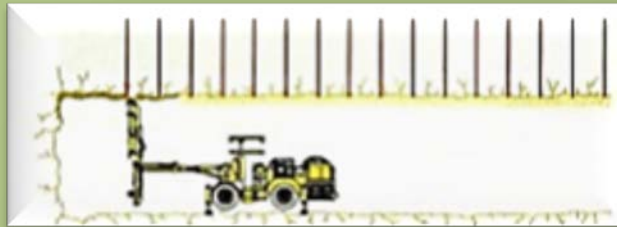
2 DISGAGGIO E  
RIMOZIONE DELLO SMARINO



3 PROTEZIONE DEL FRONTE  
CON GUNITE



4 COMPLETAMENTO  
RIMOZIONE DELLO SMARINO



5 SOSTEGNO  
MEDIANTE BULLONI



6 SOSTEGNO MEDIANTE  
CALCESTRUZZO PROIETTATO

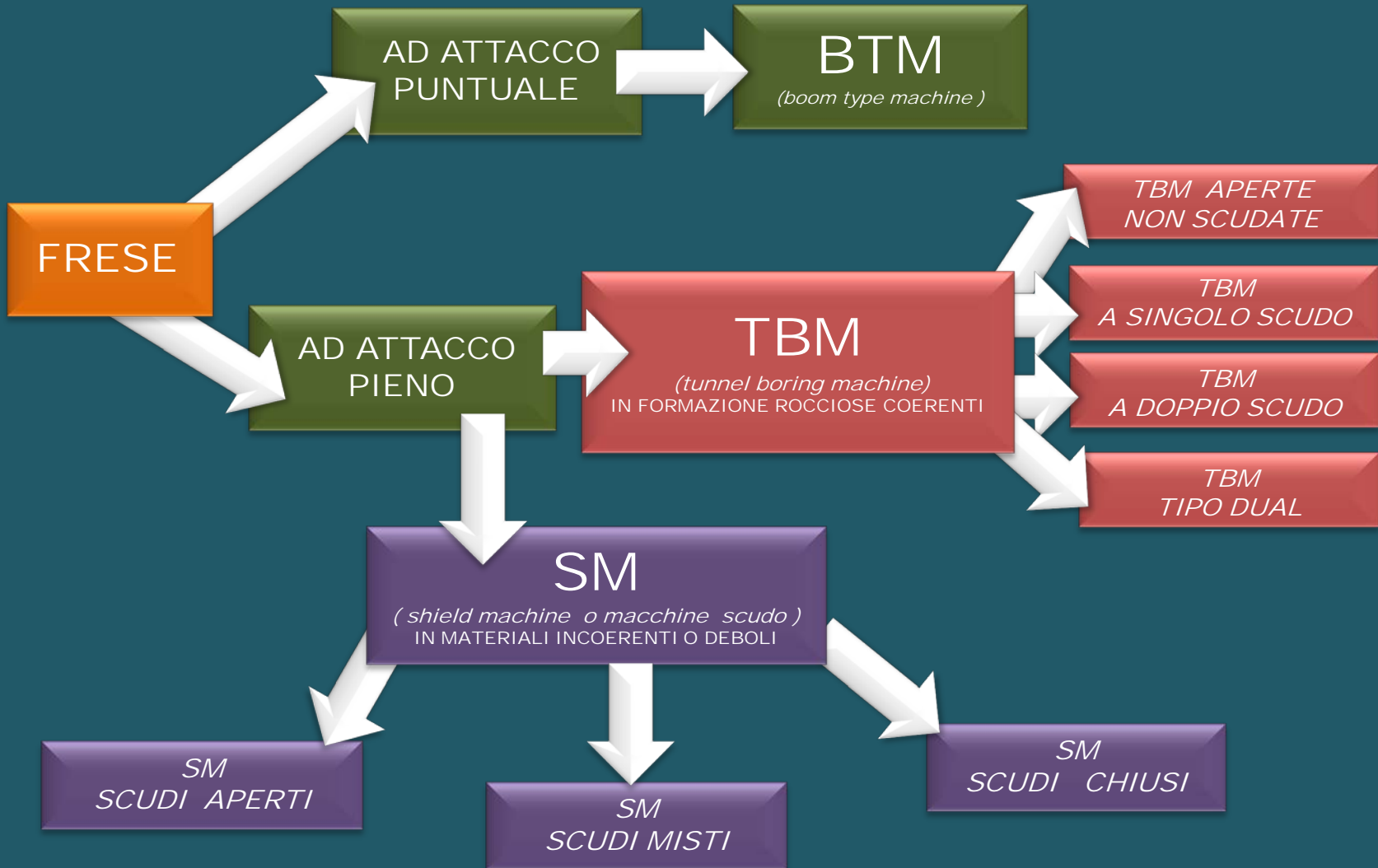




# SISTEMI DI ATTACCO MODERNI

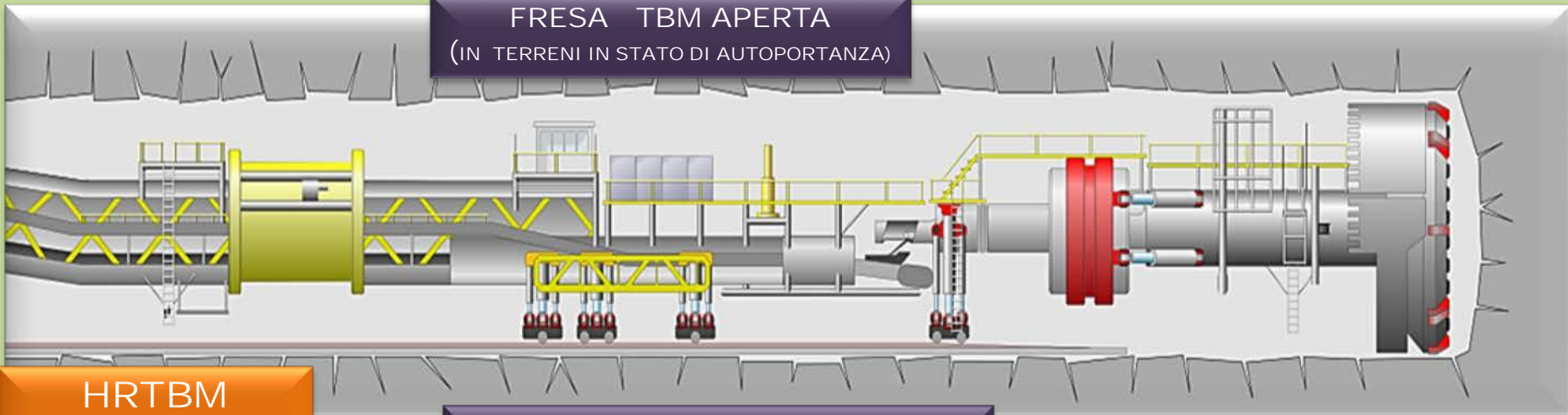
## SCAVO MECCANIZZATO AD ATTACCO PUNTUALE - PIENO

### TIPOLOGIE DI FRESE



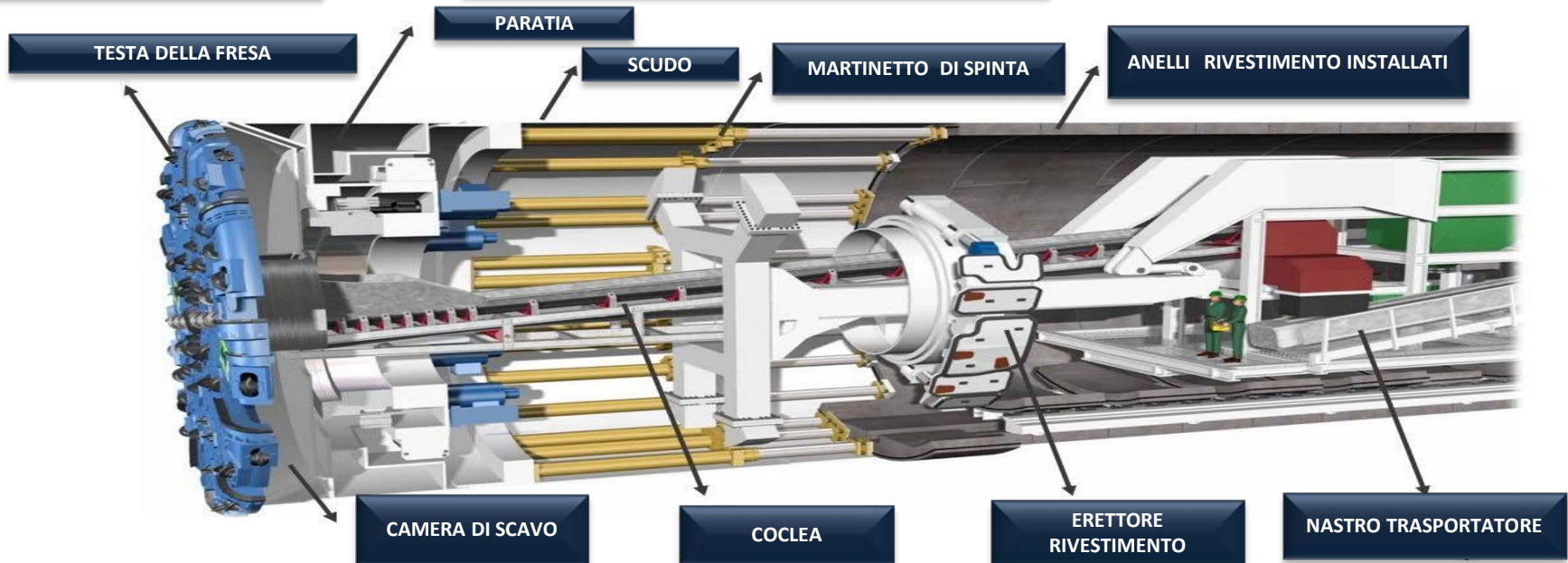
# SISTEMA DI ATTACCO MODERNO CON SCAVO MECCANIZZATO AD ATTACCO PIENO

FRESA TBM APERTA  
(IN TERRENI IN STATO DI AUTOPORTANZA)



HRTBM  
*Hard Rock Machine*

FRESA TBM A SINGOLO SCUDO







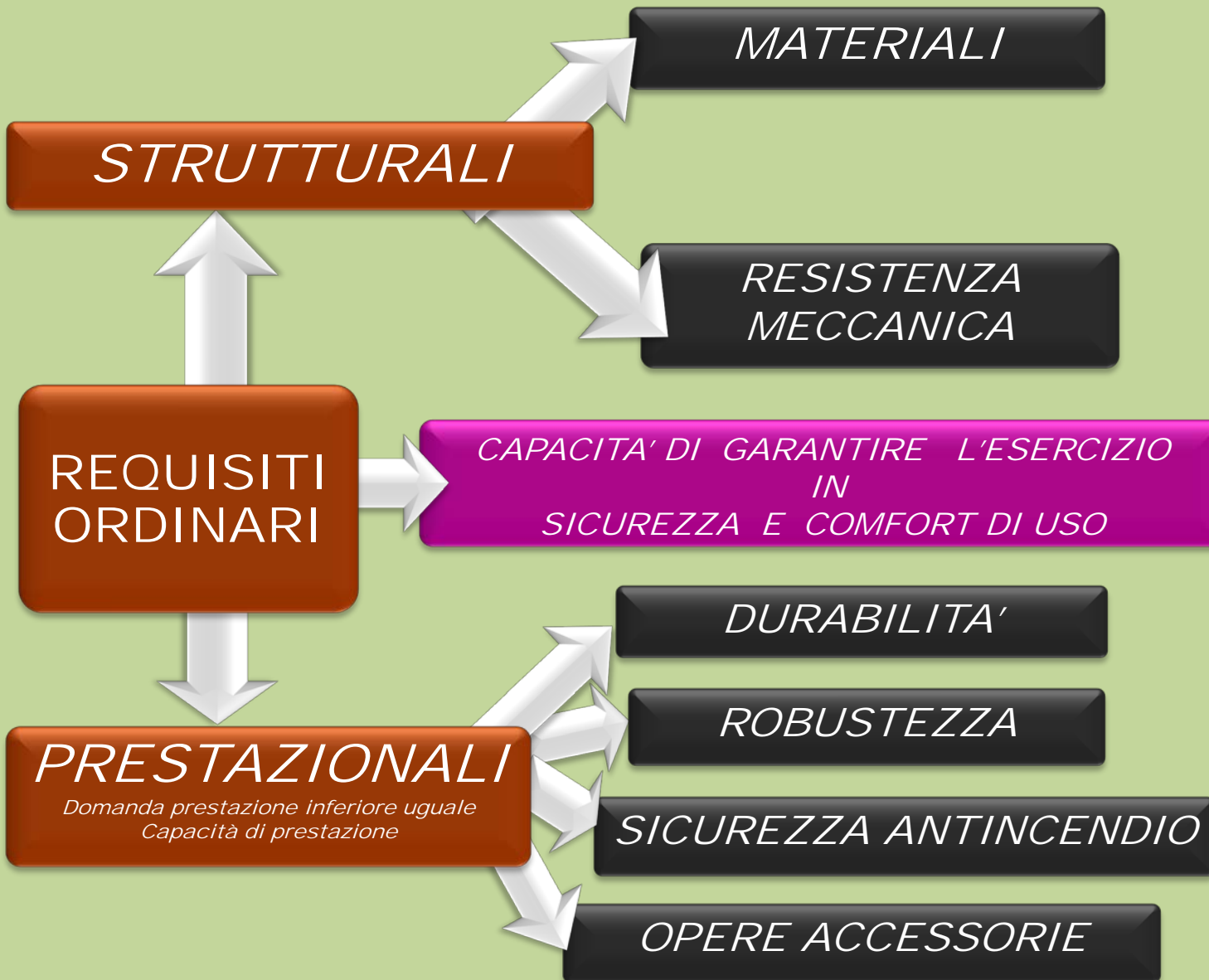
# MATERIALI DELLE GALLERIE FERROVIARIE





# REQUISITI ORDINARI DELLE GALLERIE FERROVIARIE

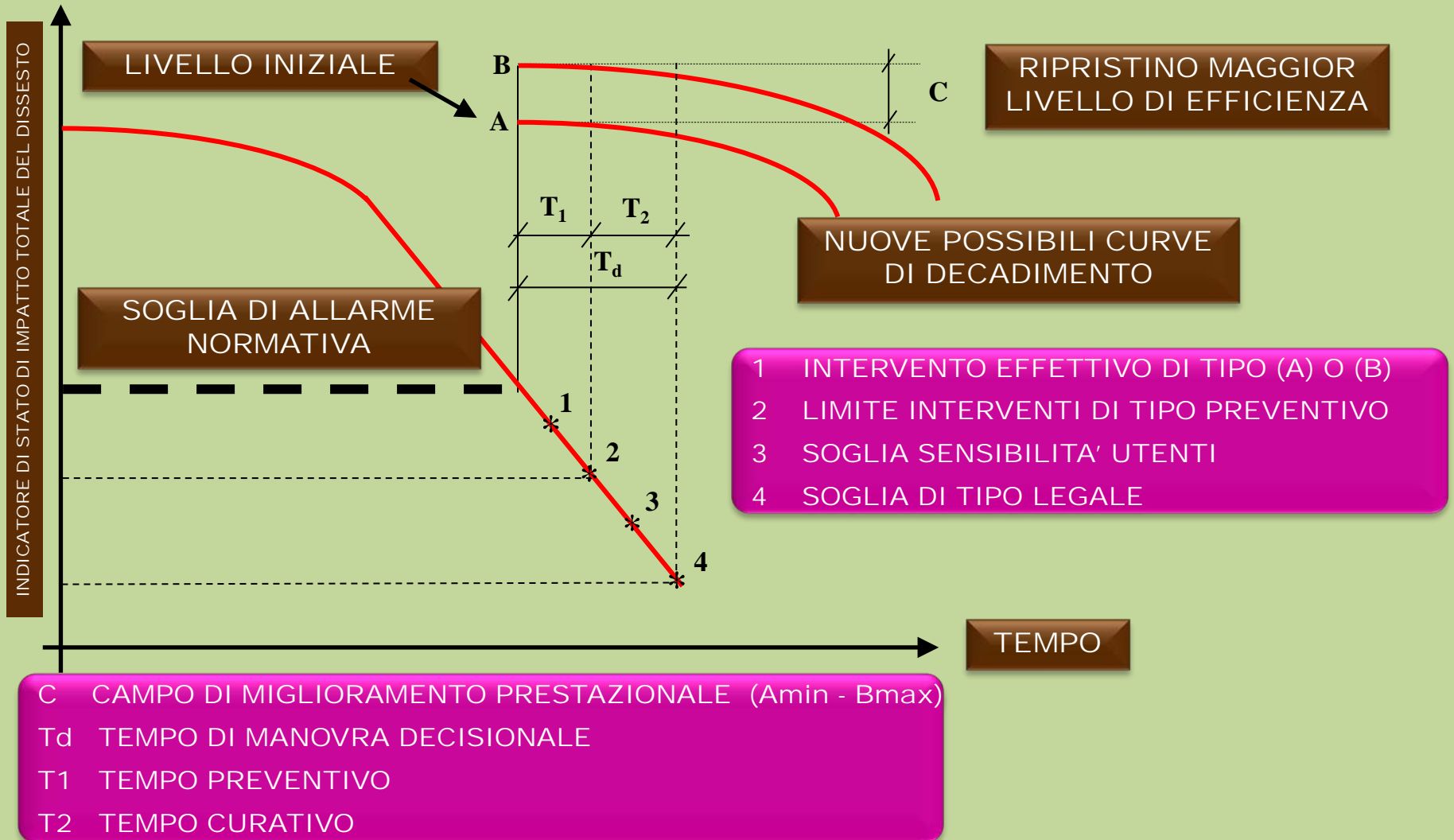
GALLERIE



INDICATORI STATO SPECIFICI  
INDICATORI STATO GLOBALI



# STUDIO DELL'ANDAMENTO DEL TREND DELL'INDICATORE DI STATO DI IMPATTO TOTALE DEL DISSESTO IN GALLERIA ED INTERVENTO MANUTENTIVO



# MATERIALI UTILIZZATI NELLA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE FERROVIARIE





# OBBLIGO SUI MATERIALI UTILIZZATI NELLA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE FERROVIARIE

*MATERIALI E I PRODOTTI DA COSTRUZIONE PER POTER ESSERE UTILIZZATI DEVONO ESSERE SOTTOPOSTI A PROCEDURE E PROVE SPERIMENTALI DI ACCETTAZIONE E COLLAUDO SECONDO QUANTO DISPOSTO DAL D. Lgs. 16-6-2017 n. 106*

Con l'entrata in vigore del D. Lgs. 16-6-2017 n. 106, dal 9 agosto 2017

- IL COSTRUTTORE
- IL PROGETTISTA
- IL DIRETTORE DEI LAVORI
- IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE
- IL COLLAUDATORE

ognuno secondo la propria competenza, sono tenuti a rispettare l'obbligo di impiego di prodotti da costruzione secondo quanto disposto dal Regolamento UE del Parlamento Europeo e del Consiglio N. 305 del 9-3-2011

Le sanzioni a carico di soggetti vari, per violazioni ai disposti del Regolamento N. 305/2011, sono contenute negli articoli 19, 20, 21, 22 del D.Lgs. N. 106/17. Tali sanzioni si possono classificare in quattro tipi:

- SANZIONI PENALI PECUNIARIE (CON PREVISIONE DI AMMENDA MINIMA E MASSIMA)
- SANZIONI PENALI DETENTIVE (CON PREVISIONE DI ARRESTO)
- SANZIONI PENALI CONGIUNTIVE (CON PREVISIONE DI ARRESTO E AMMENDA)
- SANZIONI AMMINISTRATIVE PECUNIARIE

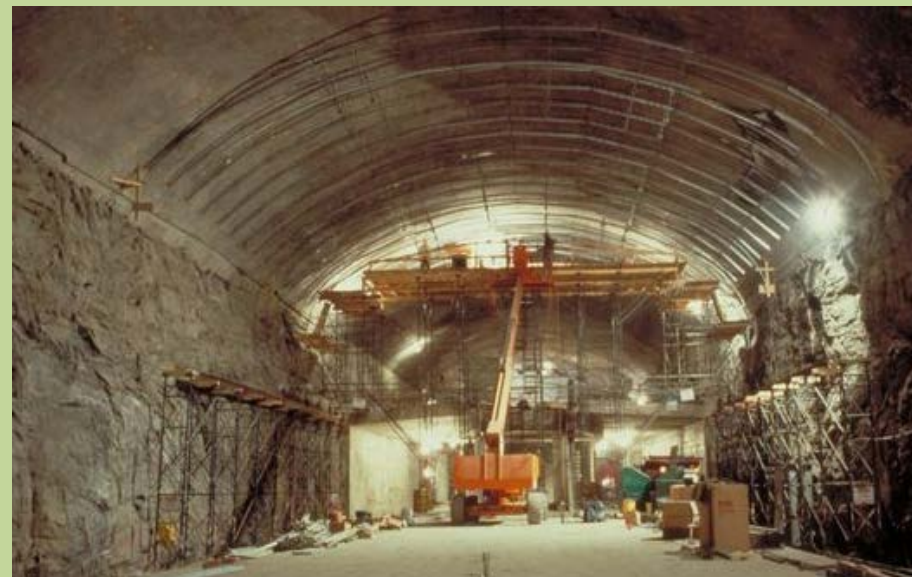
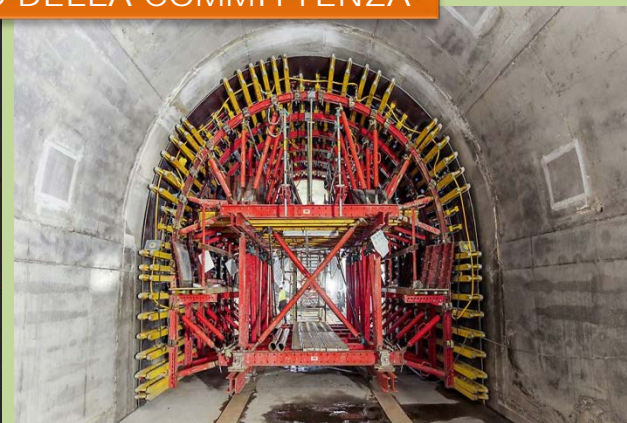
# MATERIALI UTILIZZATI NELLA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE FERROVIARIE

OPERE PROVVISORIALI



ACCIAIO  
LEGNO

IL PROGETTO DELLE OPERE PROVVISORIALI E' A CARICO DELLA COMMITTENZA



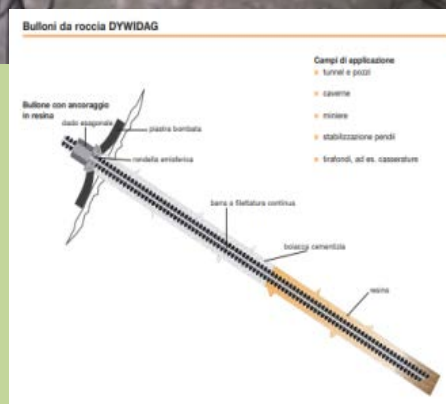
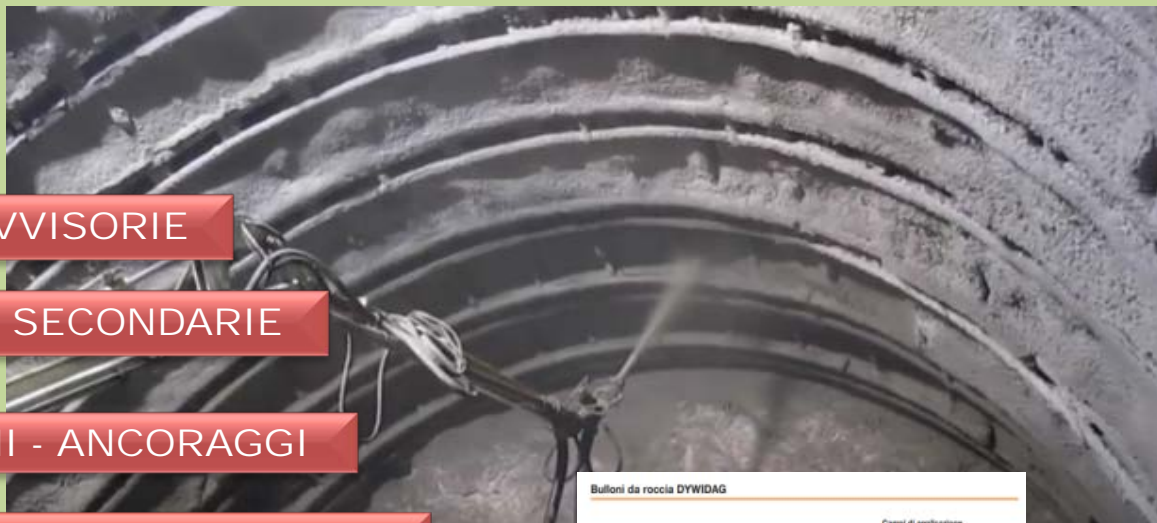
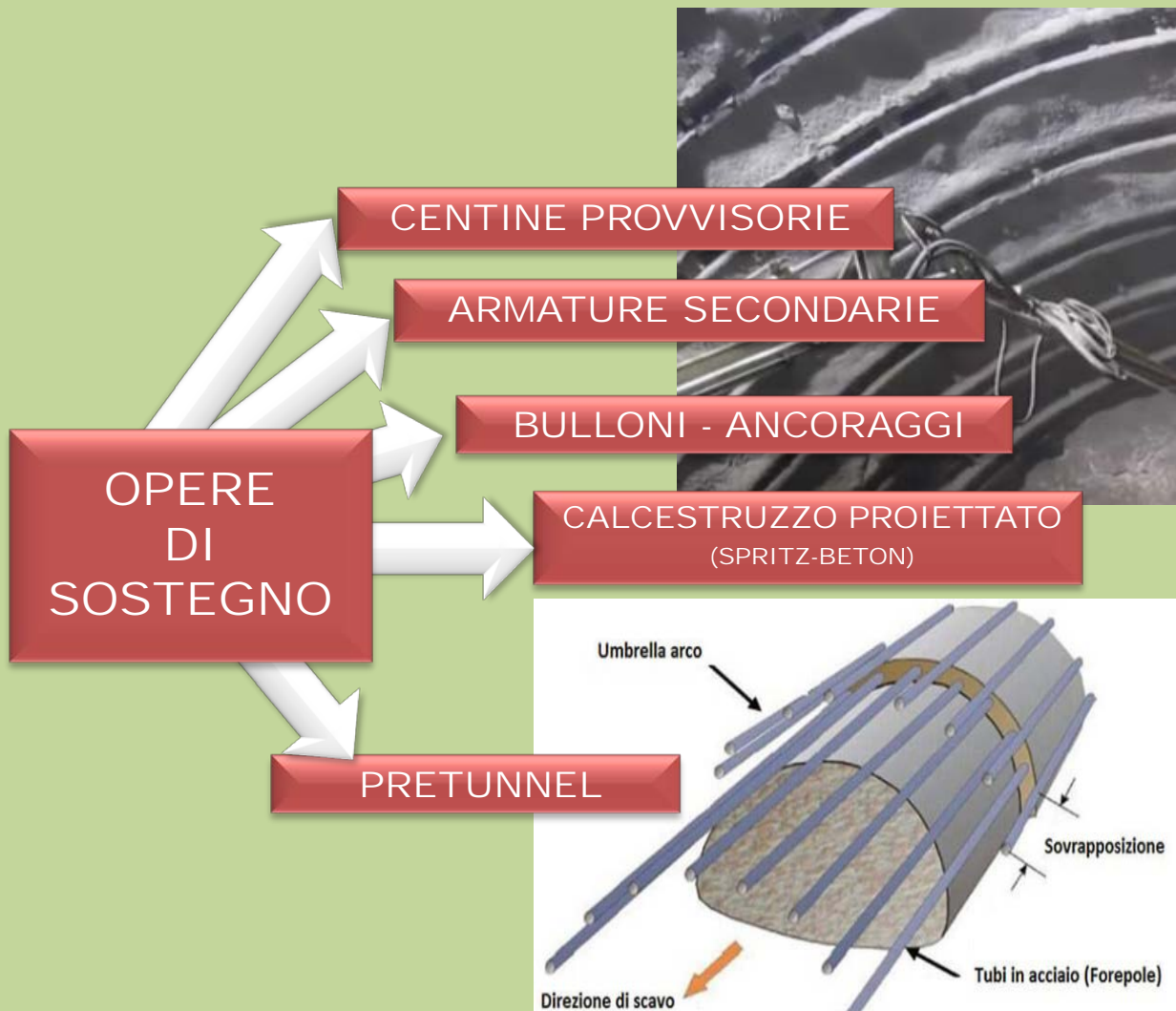
CIRCOLARE MIT N. 617/2009 N. 617/2009

C 10. 1 DAL PROGETTO ESECUTIVO RESTANO ESCLUSI I CALCOLI E I GRAFICI RELATIVI ALLE OPERE PROVVISORIALI  
CIRCOLARE N. 7 CSLPP 21/1/2019 NON RIPORTA L'ESCLUSIONE



# MATERIALI UTILIZZATI NELLA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE FERROVIARIE

LO SCAVO DI UNA GALLERIA ALTERA LO STATO TENSIONALE DELL'AMMASSO ROCCIOSO. LUNGO IL PROFILO DELLA SEZIONE AGISCONO TENSIONI CHE POSSONO PORTARE AL COLLASSO LOCALE DELLA STRUTTURA.



I TIRANTI DI ANCORAGGIO SONO CAPACI DI TRASMETTERE ALLA ROCCIA UNA FORZA DI TRAZIONE IN PROFONDITA'

SI DEVE PERTANTO INTERVENIRE CON OPERE DI SOSTEGNO IN RELAZIONE ALLE CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DELLA ROCCIA CHE SI STA ATTRAVERSANDO.



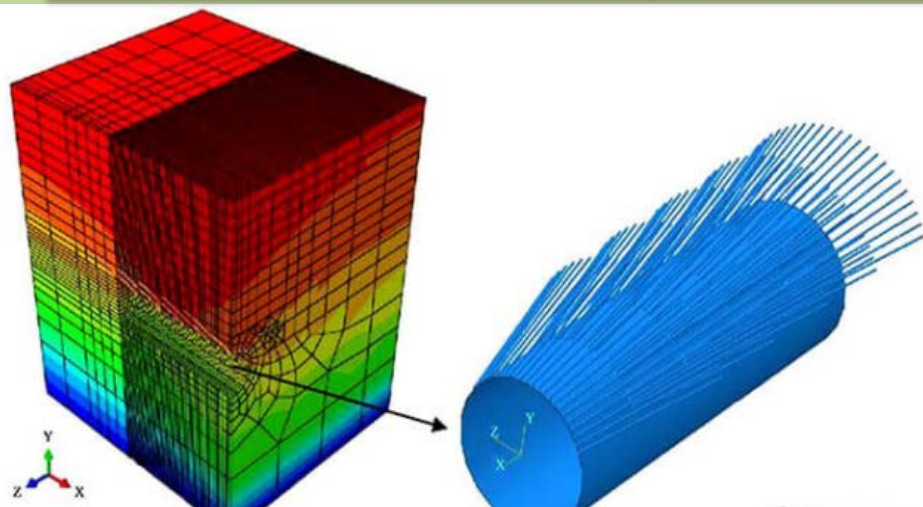


# MATERIALI UTILIZZATI NELLA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE FERROVIARIE

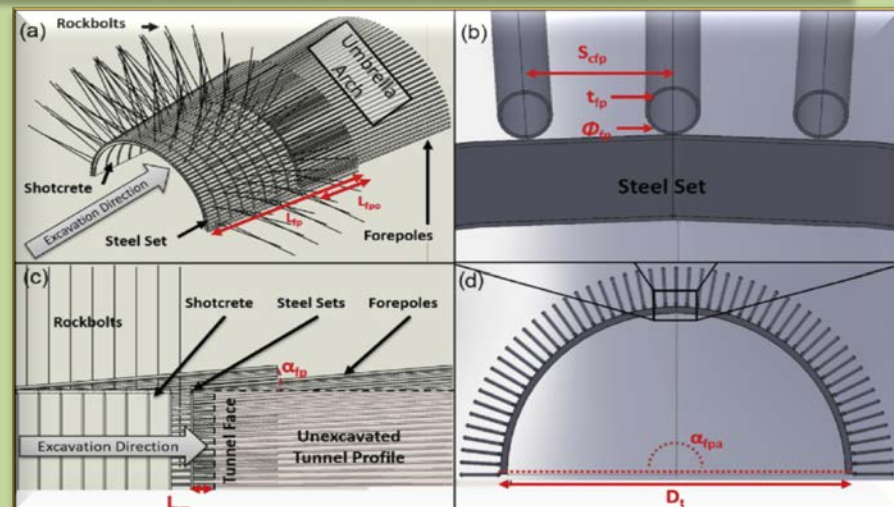
OPERE DI SOSTEGNO

PRETUNNEL

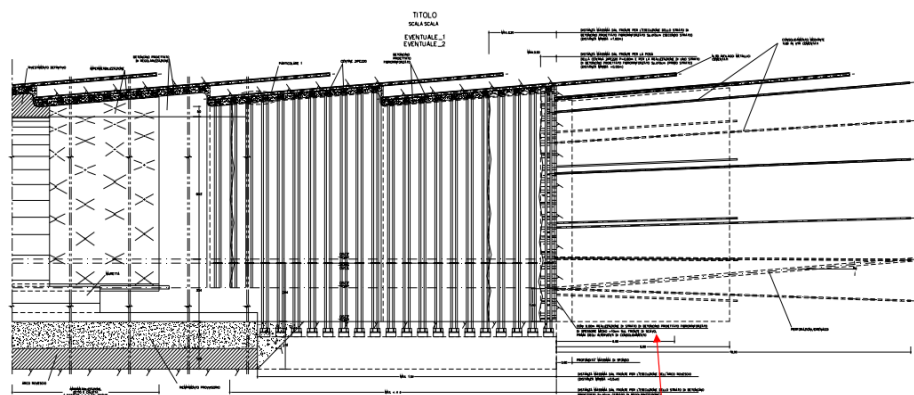
IL PRETUNNEL È UNA PRECOSTITUZIONE DI UN RIVESTIMENTO IN AVANZAMENTO RISPETTO AL FRONTE DI SCAVO, REALIZZANDO UN ARCO AVENTE GEOMETRIA TRONCO-CONICA INSERTO NEL TERRENO. GLI ELEMENTI RESISTENTI SONO IN COMBINAZIONE CON ALTRI SISTEMI: I BULLONI DI ANCORAGGIO, LE CENTINE IN ACCIAIO, LO SPRITZ BETON ARMATO CON RETE ELETTRISALDATA



MODELLO 3D DEL RINFORZO DEL TERRENO MEDIANTE INFILAGGI



SCHEMA PRETUNNEL MEDIANTE CENTINE IN ACCIAIO



PROGETTAZIONE DI INTERVENTO DI PRECONSOLIDAMENTO

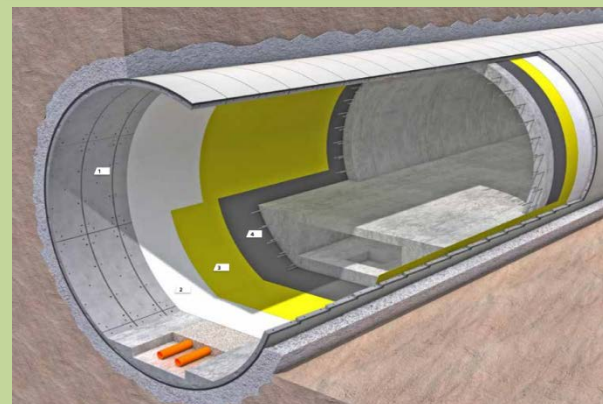
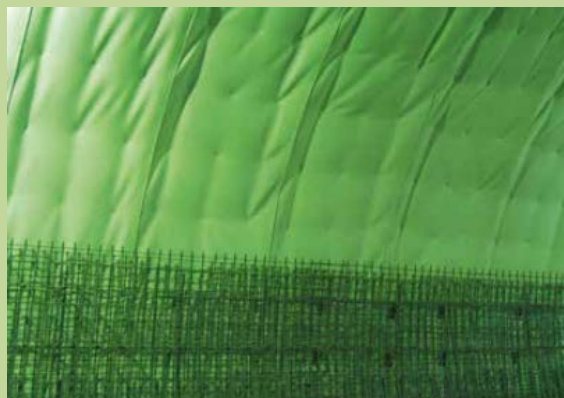


ESECUZIONE INFILAGGI DI VOLTA



## OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE

## MANTI SINTETICI



### STRATO DI SEPARAZIONE E PROTEZIONE

SEPARA E PROTEGGE IL MANTO IMPERMEABILE DAL GETTO DI RIVESTIMENTO; E' COSTITUITO DA UN MANTO DI PROTEZIONE SINTETICO O DA UN GEOTESSILE NON TESSUTO DEL PESO NON INFERIORE A 500 gr/m<sup>2</sup>

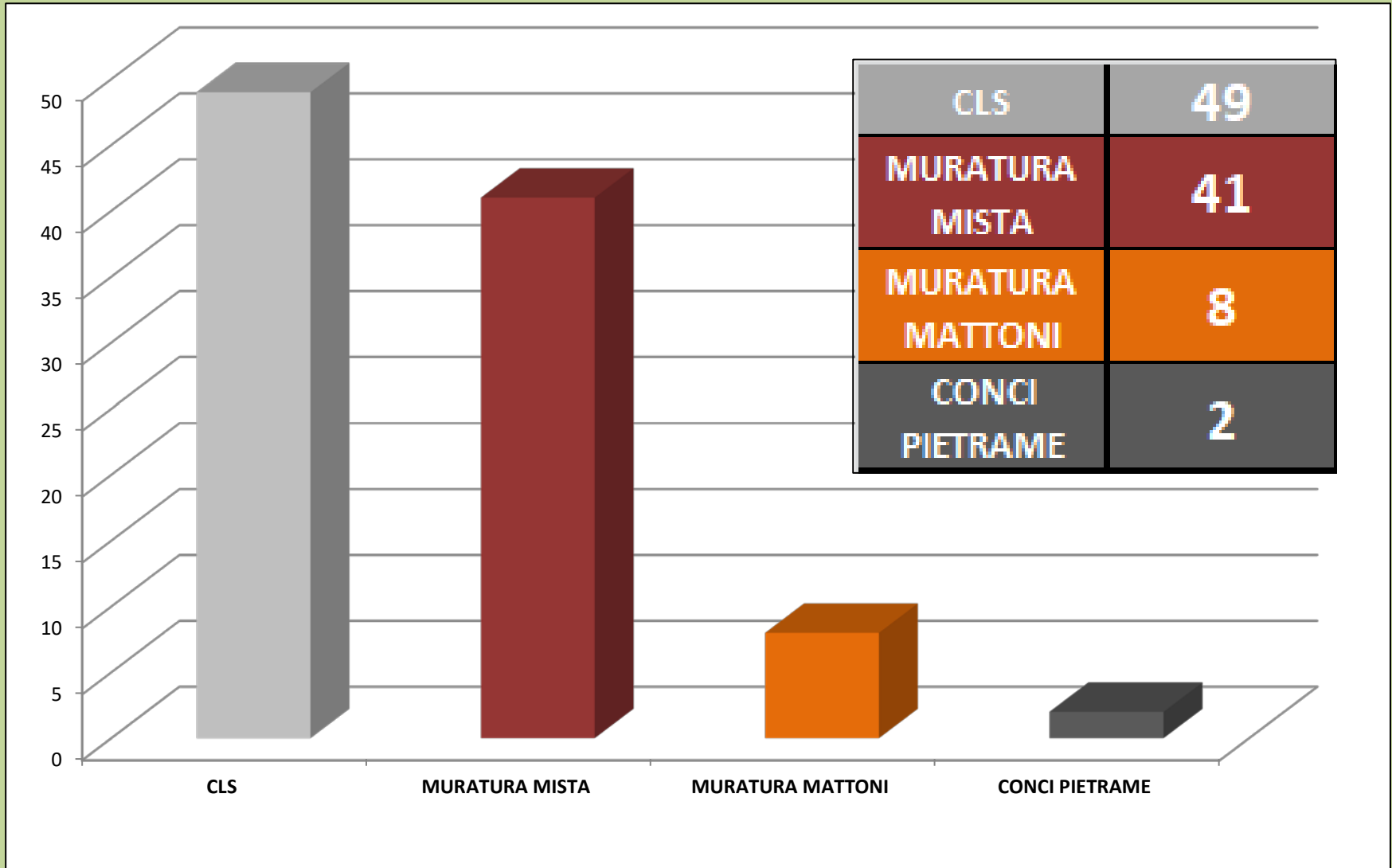


### ELEMENTO DI TENUTA O STRATO IMPERMEABILE

POSTO ALL'INTRADOSSO (GALLERIE NATURALI) O ALL'ESTRADOSSO (GALLERIE ARTIFICIALI) O SULLE SUPERFICI ORIZZONTALI E VERTICALI DI FONDAZIONI, COSTITUITO DA UN MANTO IMPERMEABILE SINTETICO DELLO SPESSORE NON INFERIORE A 2 MM, POSTO IN SINGOLO O DOPPIO STRATO



INCIDENZA DELLE VARIE TIPOLOGIE DI MURATURA





# DURABILITA' E MANUTENZIONE DELLE GALLERIE FERROVIARIE





## DURABILITA' , VITA UTILE, E MANUTNZIONE

*PRESTAZIONALI*



*DURABILITA'*

DURABILITÀ DI UNA GALLERIA E' LA CAPACITÀ DELL' OPERA STESSA DI MANTENERE NELL'ARCO DELLA VITA NOMINALE DI PROGETTO , I LIVELLI PRESTAZIONALI PER I QUALI E' STATA PROGETTATA IN RELAZIONE ALLE CARATTERISTICHE AMBIENTALI E DEL LIVELLO PREVISTO DI MANUTENZIONE

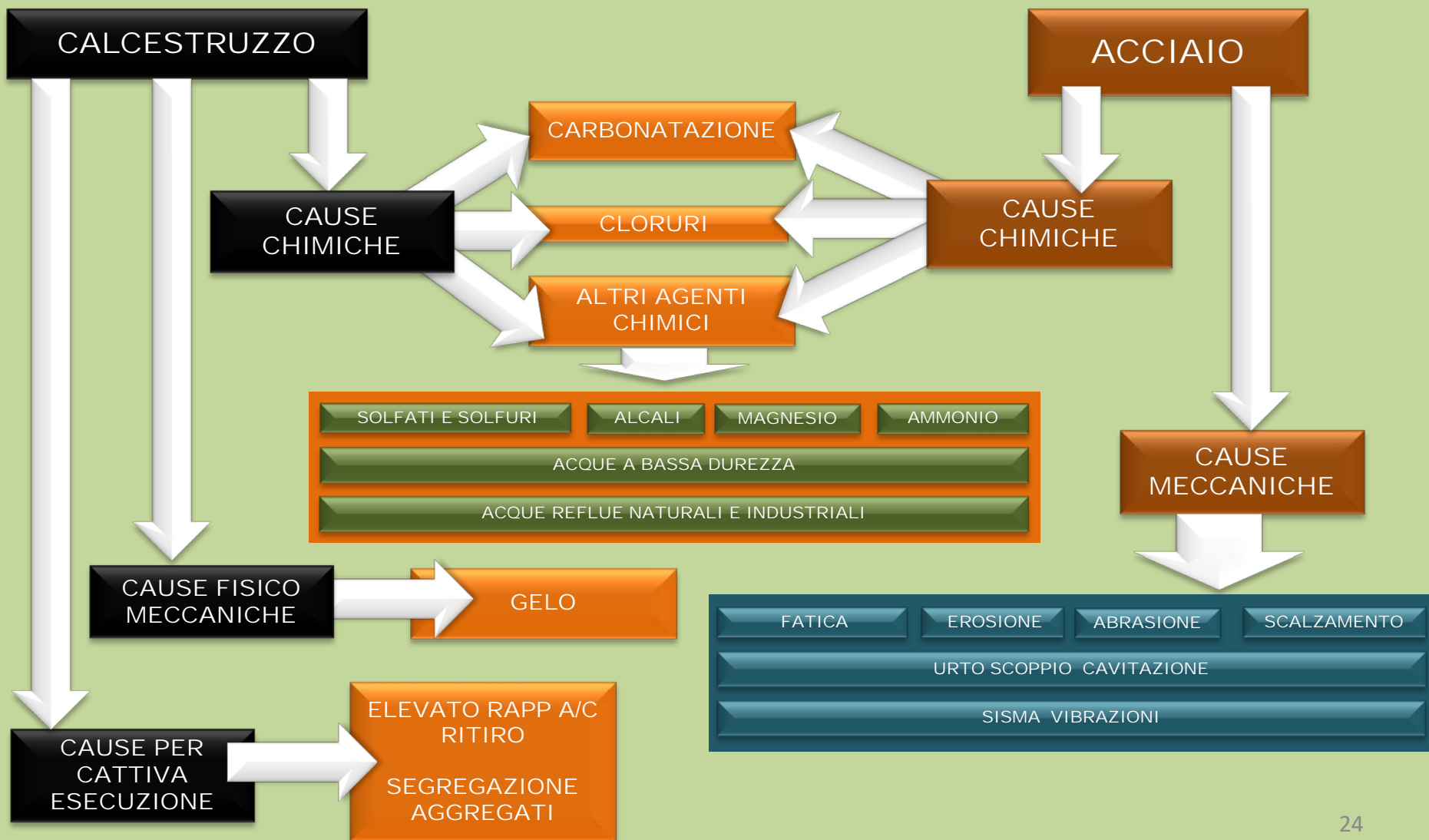
### PARAMETRI DI VALUTAZIONE DELLA DURABILITÀ

LA VITA UTILE (SERVICE LIFE)

*il periodo di tempo, dopo l'esecuzione, durante il quale l'opera o le sue parti mantengono livelli prestazionali superiori o uguali ai limiti di accettazione;*

L'AFFIDABILITÀ DELL'INSIEME DELL'OPERA O DI SINGOLI COMPONENTI  
*probabilità che il sistema galleria funzioni, senza guasti, ad un livello predisposto, per un certo tempo , in predeterminate condizioni ambientali.*

# DECADIMENTO DEI REQUISITI ORDINARI DEI MATERIALI IN C.A. IN GALLERIA





# VITA UTILE DELLE GALLERIE FERROVIARIE

*STRUTTURALI*



*VITA UTILE*

*SI INTENDE, PER VITA UTILE, IL **PERIODO CONVENZIONALE** FISSATO PER IL SERVIZIO DELLA GALLERIA FERROVIARIA*

NEL PERIODO DI VITA UTILE (CICLO DI VITA) LA GALLERIA DEVE CONSERVARE, IN FUNZIONE DELLE CONDIZIONI DI ESERCIZIO IPOTIZZATE, CON ADEGUATA MANUTENZIONE, LE CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI ATTRIBUITE IN FASE DI PROGETTO E VERIFICATE IN FASE DI COLLAUDO (RIF. NORMA UNI 10839)

- ❑ IN RELAZIONE ALLE CONDIZIONI AMBIENTALI
- ❑ IN RELAZIONE ALLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

# I SEI LIVELLI DI ANALISI IPOTIZZABILI NELLE FUTURE LINEE GUIDA SULLA MANUTENZIONE DELLE GALLERIE

**LIVELLO 0 – CENSIMENTO- GEOLOCALIZZAZIONE**

**LIVELLO 1 ISPEZIONI VISIVE DIRETTE E PRIMO RILIEVO DELLA STRUTTURA DELLA GALLERIA E DELLE CARATTERISTICHE GEO-MORFOLOGICHE, IDROLOGICHE ED IDRAULICHE DELL'AREA E SCHEDE DI DIFETTOSITA'**

**LIVELLO 2 CONSENTE DI GIUNGERE ALLA CLASSE DI ATTENZIONE (RISCHIO POTENZIALE SU PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ, VULNERABILITÀ ED ESPOSIZIONE AD INCENDIO)**

**LIVELLO 3 ESECUZIONE DI VALUTAZIONI PRELIMINARI**

**LIVELLO 4 ESECUZIONE DI VALUTAZIONI ACCURATE (SECONDO LE NTC18)**

**LIVELLO 5 TALE LIVELLO NON È TRATTATO ESPLICITAMENTE NELLE LINEE GUIDA PERCHÉ DA APPLICARSI ALLE GALLERIE CONSIDERATE DI RILEVANZA STRATEGICA AI FINI DI GARANTIRE I COLLEGAMENTI ESSENZIALI NELL'AMBITO DELLA RETE FERROVIARIA (RESILIENZA DELLA RETE)**

TESTO LICENZIATO TRATTA SOLO I PONTI STRADALI  
LA PROSSIMA TRATTAZIONE RIGUARDERÀ ESPRESSAMENTE I PONTI FERROVIARI E LE GALLERIE



# SINTESI DI PROCEDURA INTERVENTI MANUTENTIVI



# POLITICHE DI MANUTENZIONE

*MANUTENZIONE  
PREVENTIVA*

- FASE PROGETTUALE*
- ESECUTIVA*
- COLLAUDATIVA*

*MANUTENZIONE  
CORRETTIVA*

- INTERVENTI SU RICHIESTA O SEGNALAZIONE*
- INTERVENTI CORRETTIVI PIANIFICATI*
- INTERVENTI CORRETTIVI NON PIANIFICATI*

*MANUTENZIONE  
PIANIFICATA*

- PERIODICA (CICLICA ANNUALE)*
- PREDITTIVA*
- SU CONDIZIONE*

*MANUTENZIONE  
MIGLIORATIVA*

- RISTRUTTURAZIONE*