Laboratorio Mobilità e Trasporti

Centro di Competenza della Protezione Civile

Gruppo di Ricerca per la gestione e la sicurezza dei trasporti

PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

POLITECNICO DI MILANO

Progettazione e allestimento prove d'incendio in scala reale: un'opportunità per la ricerca scientifica

Fabio Borghetti

Paolo Gandini

Milano, 8 ottobre 2013

Indice della presentazione

- Il Progetto *Improved CFD model for tunnel fire risk analisys*
- La prova nel tunnel del Gran San Bernardo
- La prova nella galleria Morgex Nord – A5

Progetto CFD

*Improved CFD model for **tunnel fire** risk analisys*

FINANZIATO interamente dal **POLITECNICO DI MILANO**
con fondi 5x1000 dedicati alla ricerca

e **PROMOSSO** da

Politecnico di Milano
Dipartimento di Design
Laboratorio Mobilità e Trasporti

Politecnico di Milano
Dipartimento Chimica Materiali
Ingegneria Chimica

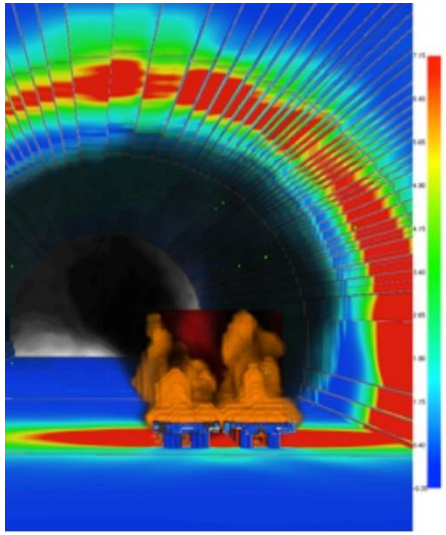
INIZIO: 1 gennaio 2011
FINE: 31 dicembre 2012

BUDGET: 80.000 €

Progetto CFD

*Improved CFD model for **tunnel fire** risk analisys*

Ingegneria dei TRASPORTI



Ingegneria CHIMICA

MULTIDISCIPLINARIETÀ

GLI OBIETTIVI

1. Implementazione di applicazione del software FDS per **VALUTARE EFFETTO FUMI** e **PARTICOLATO** durante **INCENDIO** in galleria

2. Sviluppo di un codice di calcolo per **RIPRODURRE EFFETTI TERMICI** da **PRESENZA PARTICOLATO** (soot)

Calibrazione e validazione modello mediante dati di letteratura e **PROVE SPERIMENTALI** in **GALLERIA** in **SCALA REALE**

Progetto CFD

Necessità di:

INFRASTRUTTURE per realizzazione test

SUPPORTO alla gestione della sicurezza in esecuzione

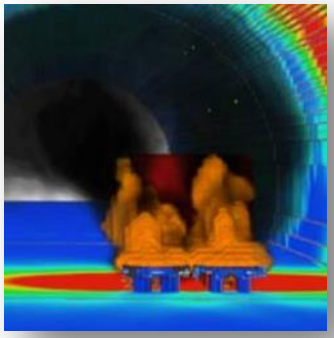
coinvolgimento di <u>altri Soggetti…</u>

Corpo Valdostano dei Vigili del Fuoco

SITRASB S.p.A.

Raccordo Autostradale Valle d'Aosta S.p.A.

LE COMPETENZE



Ingegneria CHIMICA

Analizzare l'evoluzione di incendi in luoghi confinati

GESTORE infrastruttura

Garantire un servizio di viabilità sicuro per gli utenti

Servizi PRONTO INTERVENTO

Garantire la sicurezza in emergenza

Ingegneria dei TRASPORTI

I RUOLI

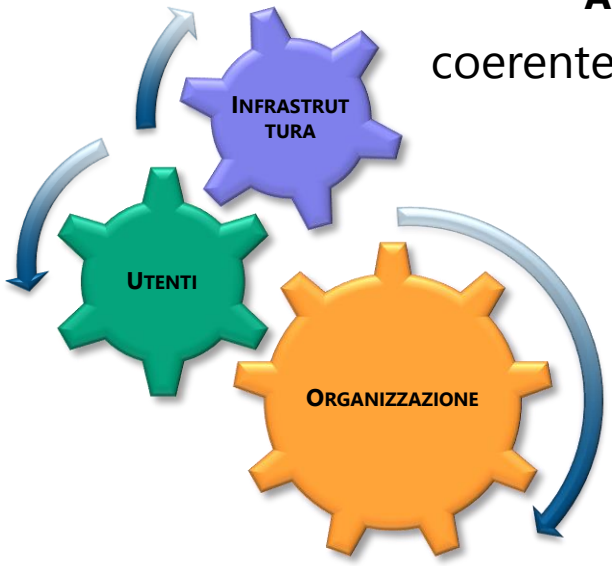
Ingegneria dei TRASPORTI

valutare la SICUREZZA del SISTEMA GALLERIA

INFRASTRUTTURA – UTENTI - ORGANIZZAZIONE

ALLESTIMENTO PROVA in scala reale

coerente con la **DINAMICA INCIDENTALE** in galleria



Indice della presentazione

- Il Progetto *Improved CFD model for tunnel fire risk analisys*
- La prova nel tunnel del Gran San Bernardo
- La prova nella galleria Morgex Nord – A5

I SOGGETTI

Corpo Valdostano dei Vigili del Fuoco

SITRASB S.p.A.

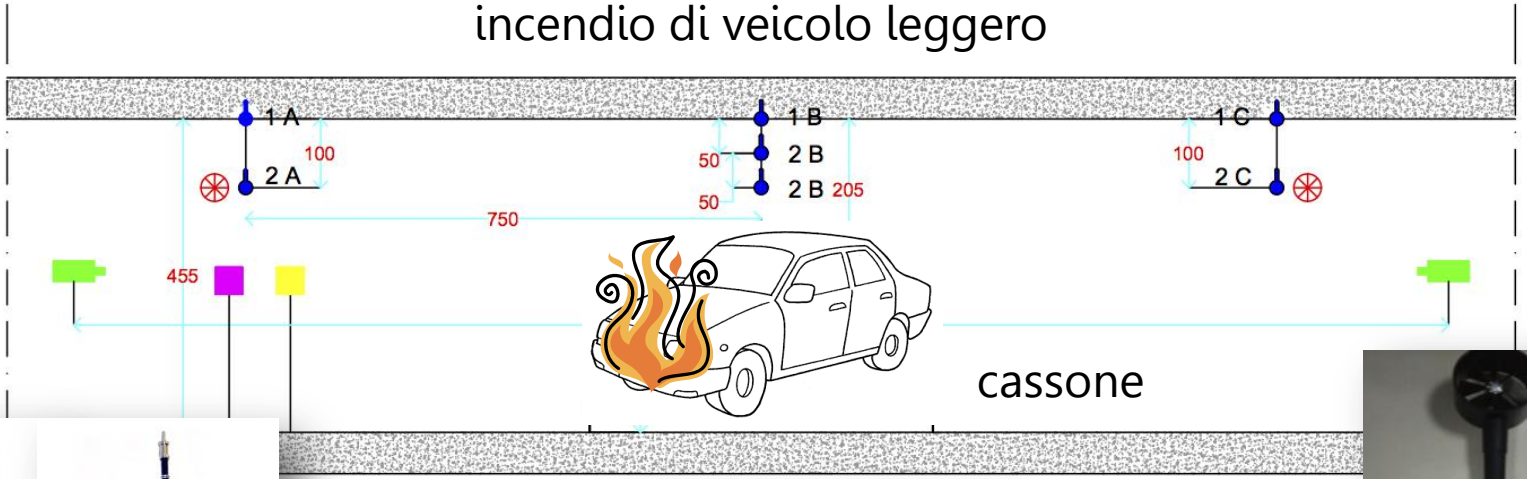
Politecnico di Milano
Dipartimento di Design
Dipartimento Chimica Materiali
Ingegneria Chimica

Esercitazione di sicurezza: Prova di incendio - giugno 2011

Prova tunnel Gran San Bernardo

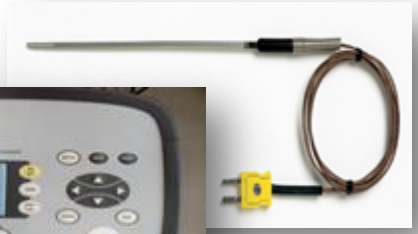
Lo Scenario incidentale

incendio di veicolo leggero



cassone

rilevatori di gas



termocoppie

anemometri

opacimetri

Prova tunnel Gran San Bernardo

Lo Scenario incidentale

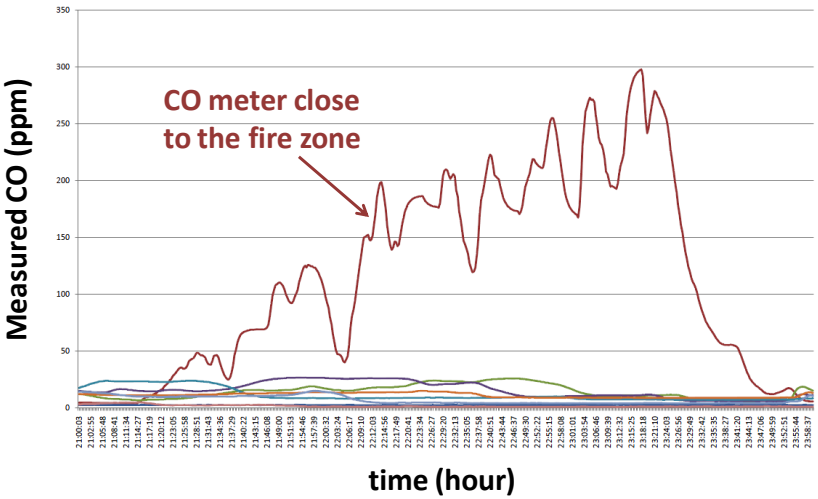
3. Incendio

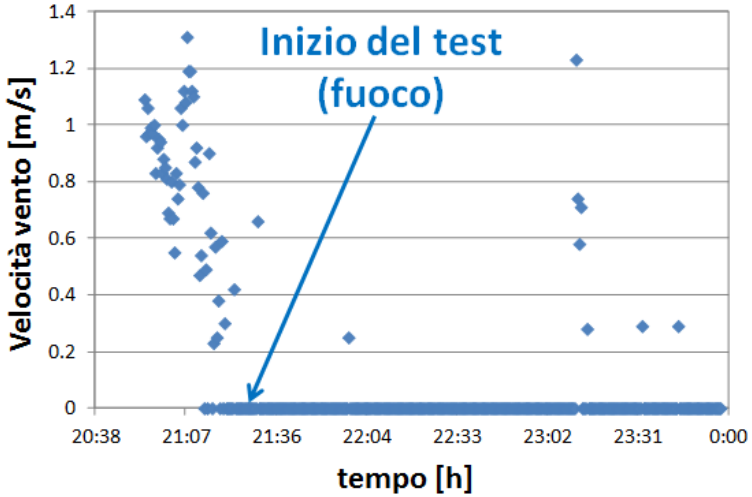
1. Allestimento

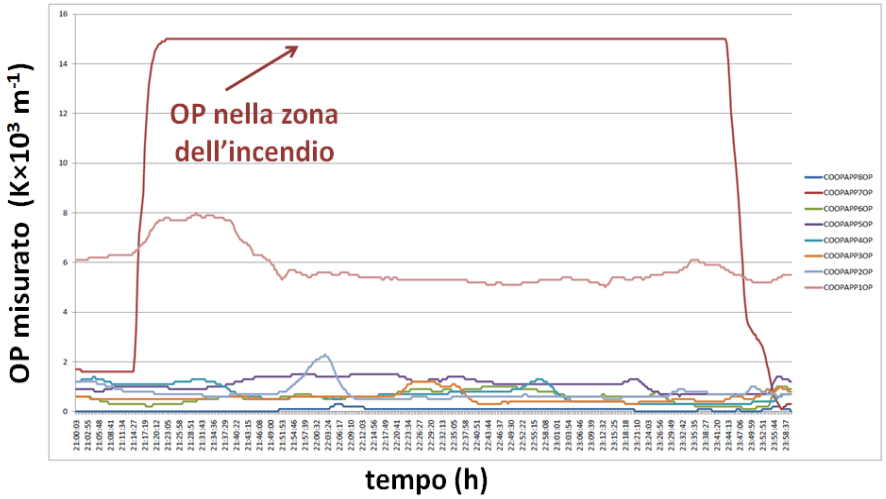
2. Predisposizione

Prova tunnel Gran San Bernardo

I RISULTATI







COSA MIGLIORARE

- **TEMPO A DISPOSIZIONE** per la preparazione della prova e l'allestimento scenario
- possibilità di **TEST PRELIMINARI** su strumenti di misura prima della prova
- disposizione di **ULTERIORI STRUMENTI** di misura
- utilizzo di **COMBUSTIBILE LIQUIDO** (eptano, GPL, gasolio o simili) a capacità predittiva nota al codice di calcolo

Indice della presentazione

- Il Progetto *Improved CFD model for tunnel fire risk analisys*
- La prova nel tunnel del Gran San Bernardo
- La prova nella galleria Morgex Nord – A5

I Soggetti

Corpo Valdostano dei Vigili del Fuoco

Raccordo Autostradale Valle d'Aosta S.p.A.

Politecnico di Milano
Dipartimento di Design
Dipartimento Chimica Materiali Ingegneria Chimica

GLI OBIETTIVI

CORPO VALDOSTANO dei VIGILI del FUOCO

testare MANOVRE e PROCEDURE con incendio reale a potenza prossima a 10 MW

acquisire ESPERIENZA e DATI per la definizione e l'implementazione di PROCEDURE di INTERVENTO

RAV S.p.A.

verificare i PARAMETRI PRESTAZIONALI della VENTILAZIONE assunti nell'analisi di rischio del progetto della sicurezza relativo alle gallerie in esercizio

POLITECNICO di MILANO

calibrare e validare il MODELLO TERMOFLUIDODINAMICO FDS

Misure **OGGETTIVE** e **INDIPENDENTI** di parametri e grandezze fisiche

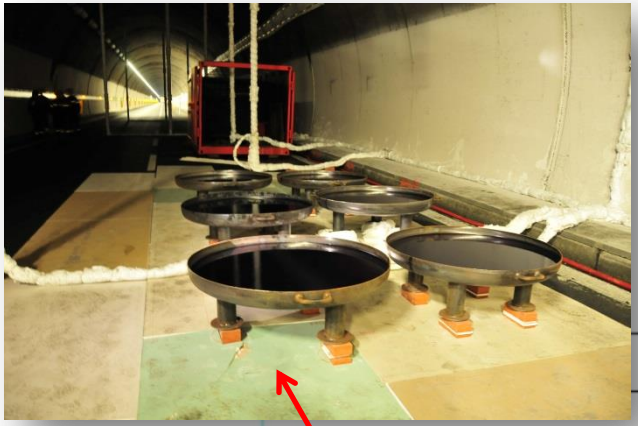
Prova tunnel Morgex

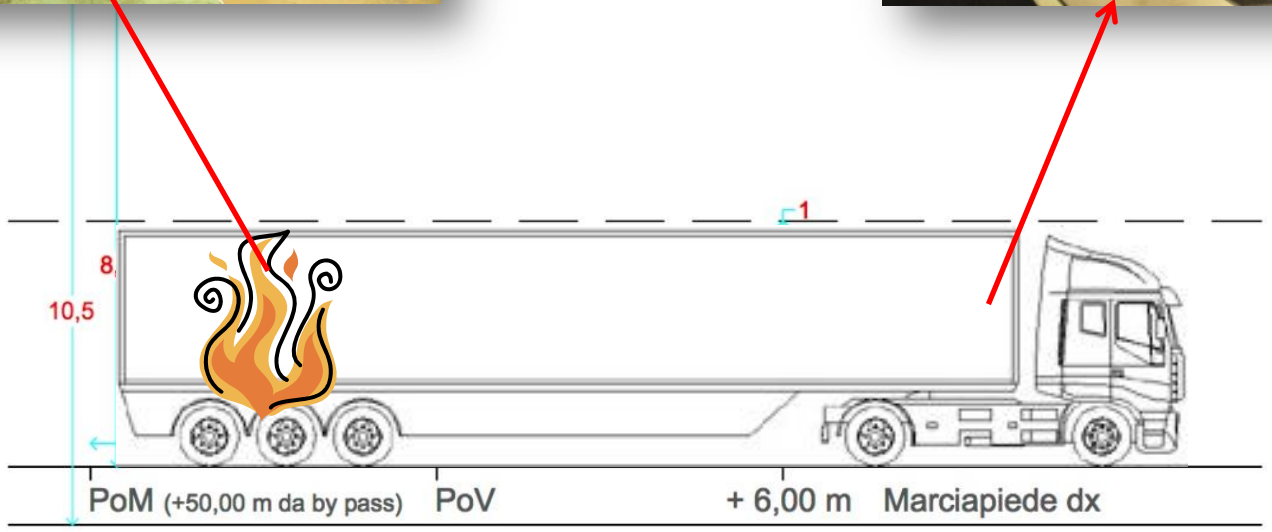
LE CRITICITÀ (…SUPERATE)

- **galleria in esercizio**
  - ✓ limitare chiusura al traffico: coesistenza attività di allestimento e traffico veicolare (parzializzato)
  - ✓ ubicazione della galleria: interferenze ai portali (abitazioni, infrastrutture, ecc.)
  - ✓ salvaguardia dell'infrastruttura e degli impianti
  - ✓ tempi limitati di allestimento, test e rimozione degli strumenti di misura e dello scenario incidentale
- **organizzazione delle risorse di progetto**
  - ✓ acquisto/noleggio di strumenti di misura, materiali dispositivi e accessori
  - ✓ noleggio automezzi
  - ✓ personale qualificato

LO SCENARIO INCIDENTALE

incendio di veicolo pesante fermo in corsia di marcia





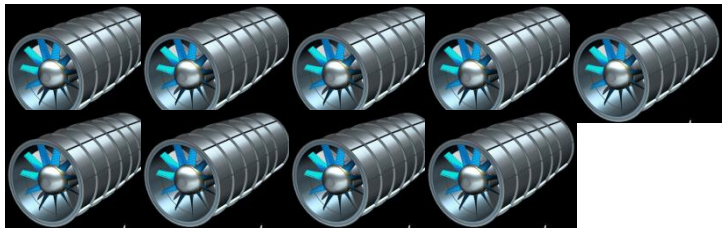
Prova tunnel Morgex

LA CONFIGURAZIONE DELLA PROVA

impianto ventilazione

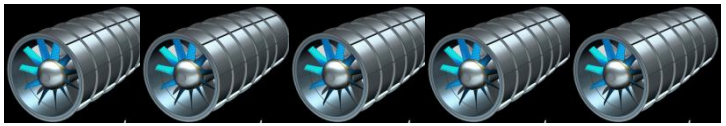
Scenario 1

azionamento di tutti i n. **9** ventilatori



Scenario 2

azionamento di n. **5** ventilatori



LA REALIZZAZIONE DELL'INCENDIO

combustibile: gasolio

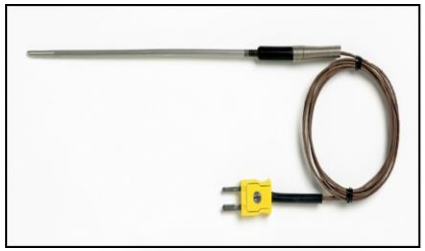
- **caratteristiche chimico-fisiche** di **combustione riproducibili con** codice di calcolo
  - elevata produzione di particolato

6 vasche in acciaio al carbonio

- diametro 1200 mm
- spessore acciaio 4 mm
- 4 piedi di appoggio

I Parametri misurati e Gli Strumenti di misura

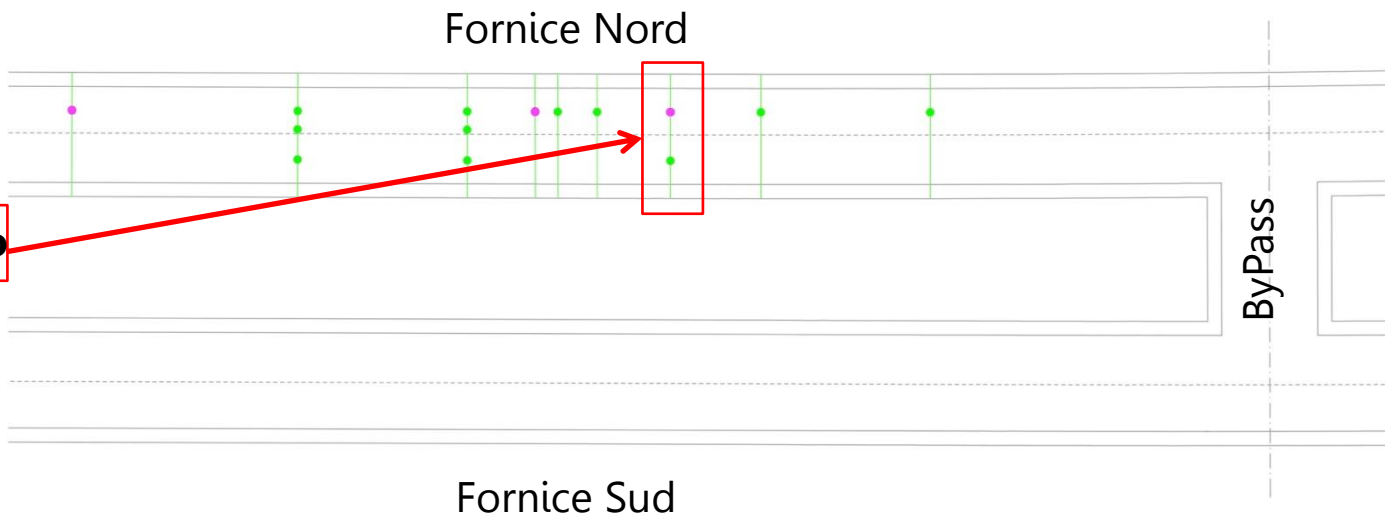
- temperatura dell'aria – 44 termocoppie
- velocità dell'aria – 6 anemometri (fissi+portatili)
- opacità dell'aria – 2 opacimetri
- componenti gassose – 6 rilevatori di gas (O2; CO; NO; NO2; S02)
- particelle disperse nei fumi – 2 rilevatori di particelle



LE SEZIONI DI MISURA

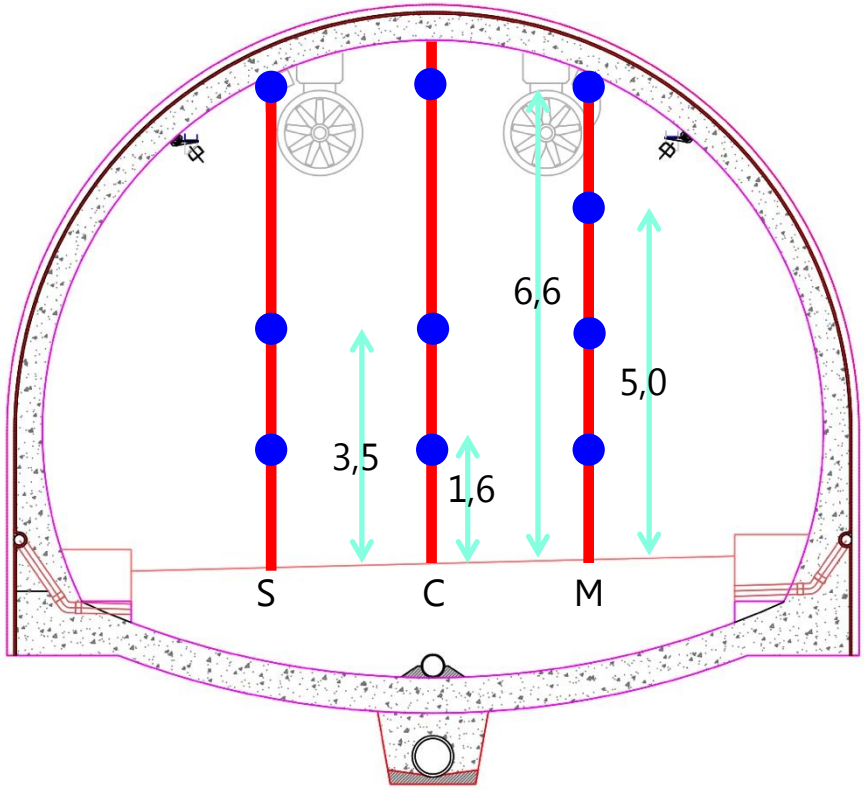
14 sezioni di misura trasversali

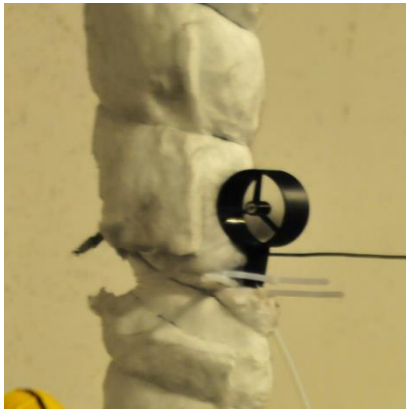
1. Sezione A: **- 440 m**
2. Sezione B: - 50 m
3. Sezione C: - 20 m
4. Sezione D: -5 m
5. Sezione E: **incendio**
6. Sezione F: + 3,5 m
7. Sezione G: + 7 m
8. Sezione H: + 9 m
9. Sezione I: + 15 m
10. Sezione L: + 30 m
11. Sezione M: + 50 m
12. Sezione N: + 100 m
13. Sezione O: + 150 m
14. Sezione P: **+ 195 m**



La Sezione tipo

- Puntelli telescopici regolabili in altezza
- Sostegni /cavalletti





La verifica di strumenti e attrezzature

Taratura strumenti

[Allemano Metrology S.r.l.]

Test resistenza vasche

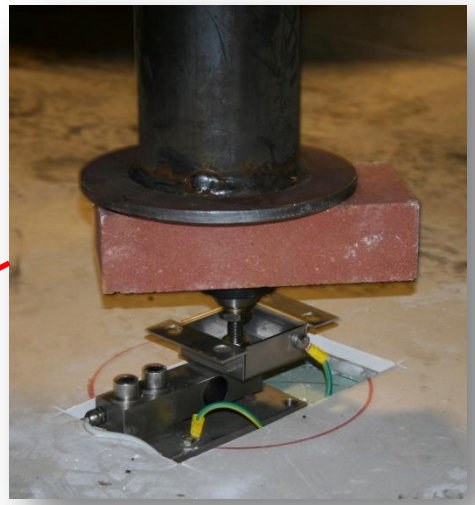
Livelli elevati di affidabilità!

LA MISURA DELLA POTENZA

celle di carico sotto gli appoggi

misurano la perdita in peso in tempo reale durante le fasi dell'incendio:

- accensione
- sviluppo
- spegnimento



Potenza stimata: ≈ **10 MW** *vs* Potenza misurata: **15,6 MW**

La Preparazione delle sezioni

Fissaggio e protezione strumenti

Trasporto

Lunghezza dei puntelli ≈ 7 m e strumenti delicati!

Prova tunnel Morgex

La Protezione della pavimentazione

lastre di carton gesso
+
mattoni refrattari

lane di silicati alcalino-terrosi

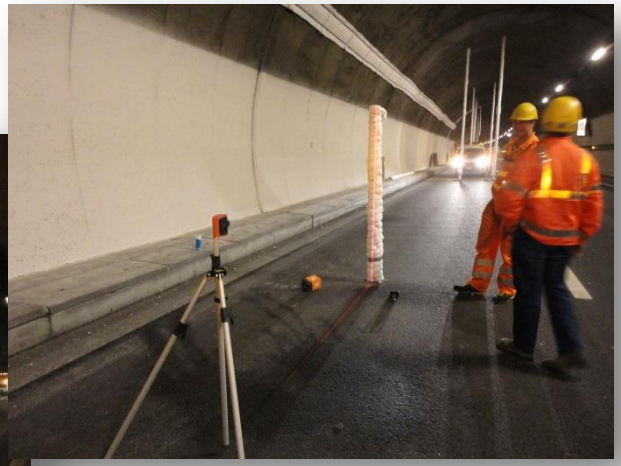
lastre di carton gesso

Temperatura al suolo ≈ 110 ° C !

La Protezione degli impianti e Il fissaggio di puntelli e strumenti

- cavo radiante
- illuminazione
- fibra ottica
- telecamere
- …

fissaggio puntelli



fissaggio sostegni

Cantiere: chiusura della sola corsia di marcia!

Prova tunnel Morgex

L'ORGANIZZAZIONE DELLA SICUREZZA…

Osservatori tecnici

Veicoli di soccorso

Monitoraggio in tempo reale

Incolumità degli osservatori e salvaguardia della galleria!

Conclusioni

Esercitazioni di sicurezza in galleria

Esigenza normativa

Opportunità

Gestore

Responsabile Sicurezza

Servizi Pronto Intervento

Ricerca scientifica

D.Lgs 264/2006

POLITECNICO DI MILANO

GRAZIE PER L'ATTENZIONE...

fabio.borghetti@polimi.it
www.trasporti.polimi.it