



Ansaldo STS

Seminario: Metodi e tecnologie avanzate per la lotta agli incendi



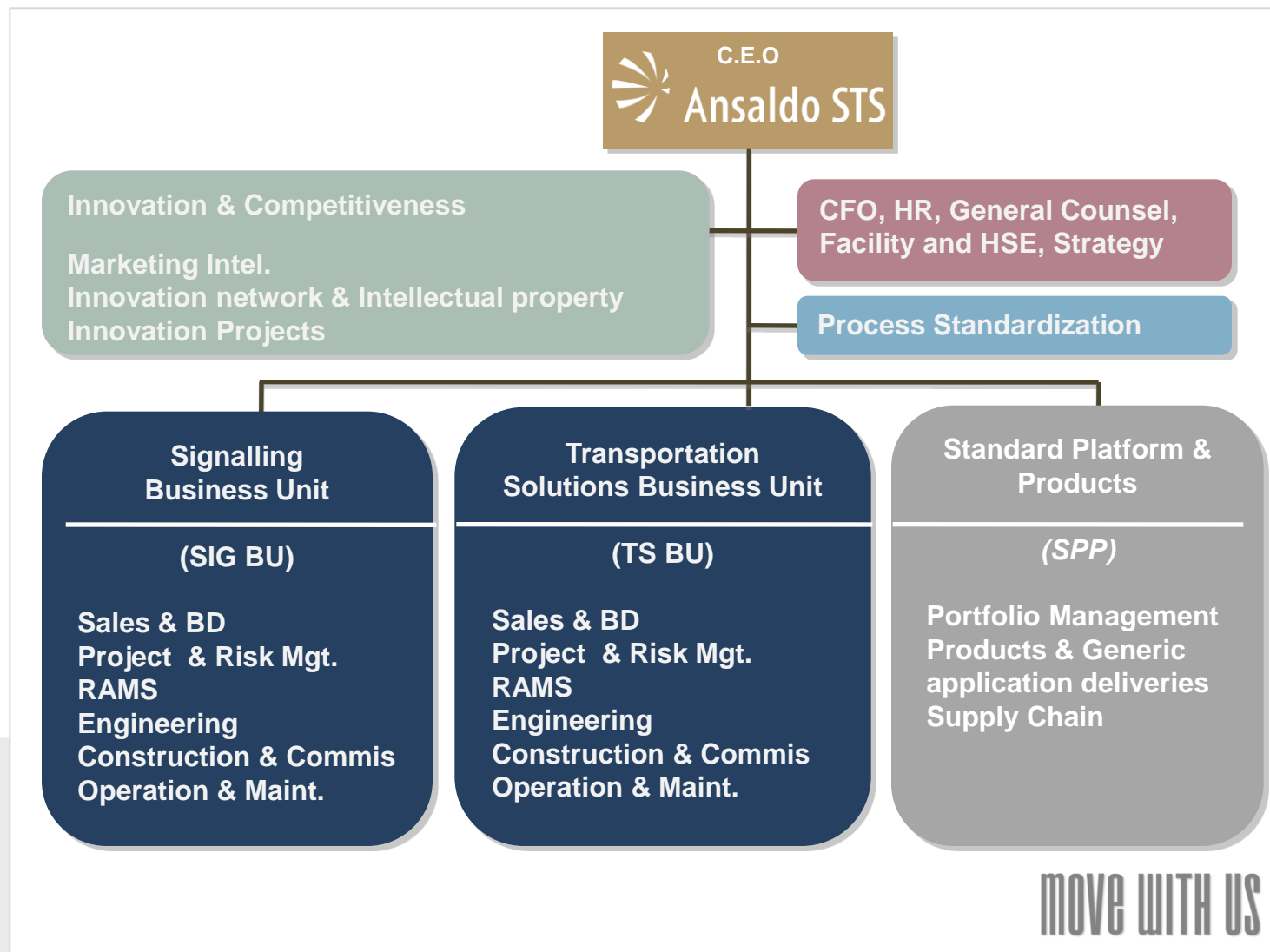
About us: Ansaldo STS

Listed on Milan Stock Exchange (STAR Sector) - 2012

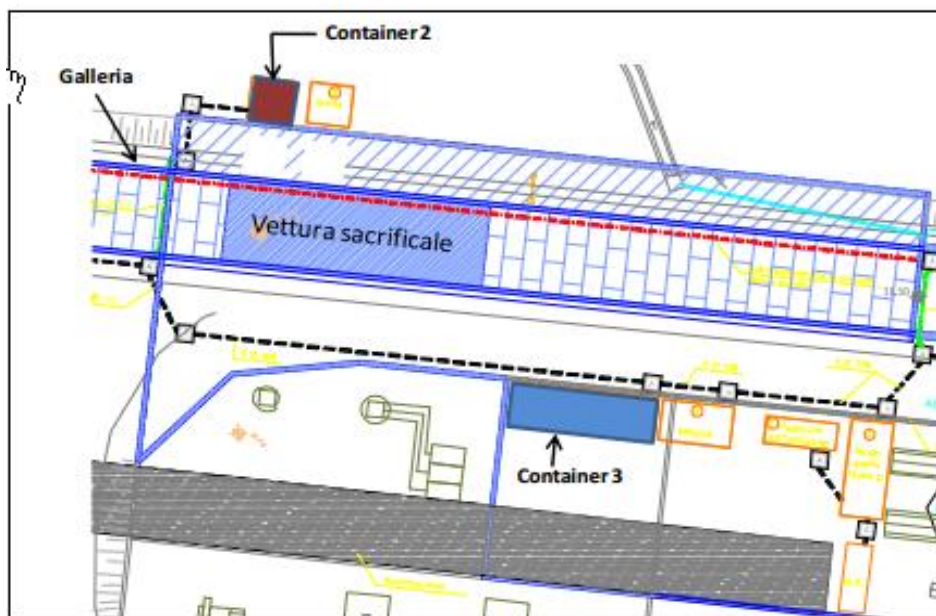
STS.MI

Revenues	€ 1,248 Mln
Orders	€ 1,492 Mln
Backlog	€ 5,683 Mln
EBIT	€ 117 Mln
NFP	€ (302) Mln
Employees	~ 4,100

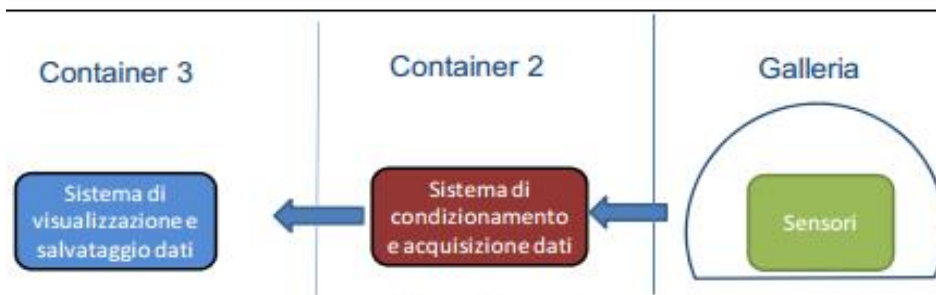
Company Organization



OVERVIEW DELL'ESPERIMENTO INCENDIO

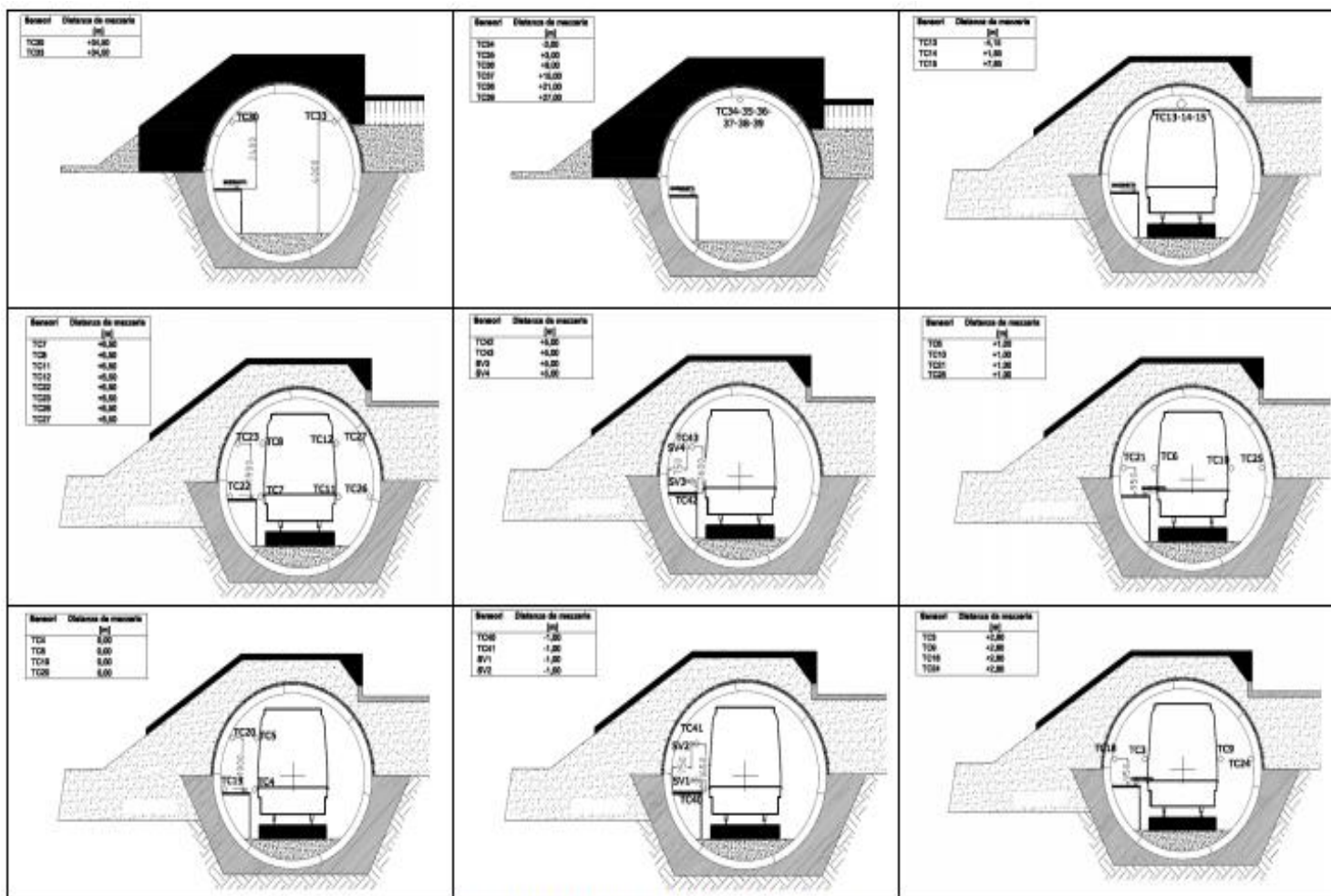


Layout del sito della prova



Flusso dati esperimento

OVERVIEW DELL'ESPERIMENTO INCENDIO



Tipologia di posizionamento della sensoristica

OVERVIEW DELL'ESPERIMENTO INCENDIO



Fasi costruzione galleria I

OVERVIEW DELL'ESPERIMENTO INCENDIO



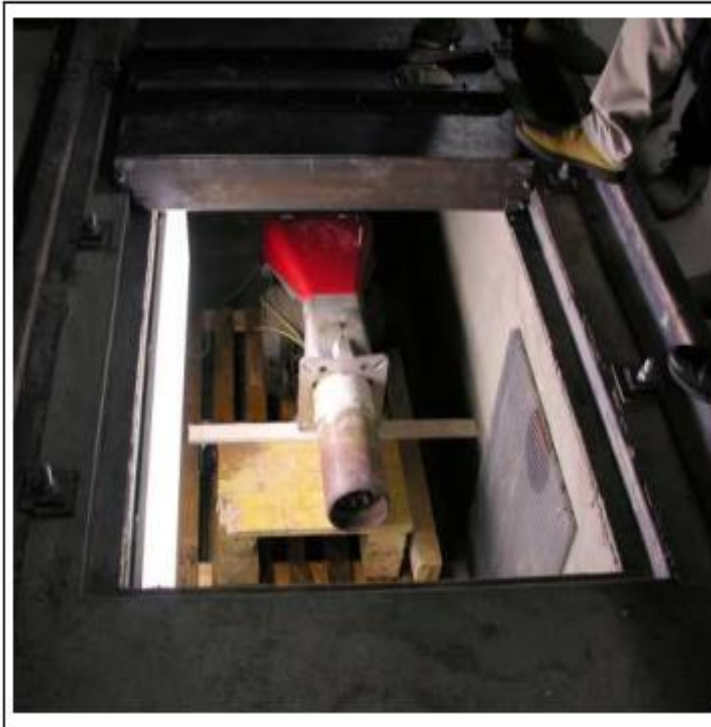
Esempi di sensoristica in galleria

OVERVIEW DELL'ESPERIMENTO INCENDIO



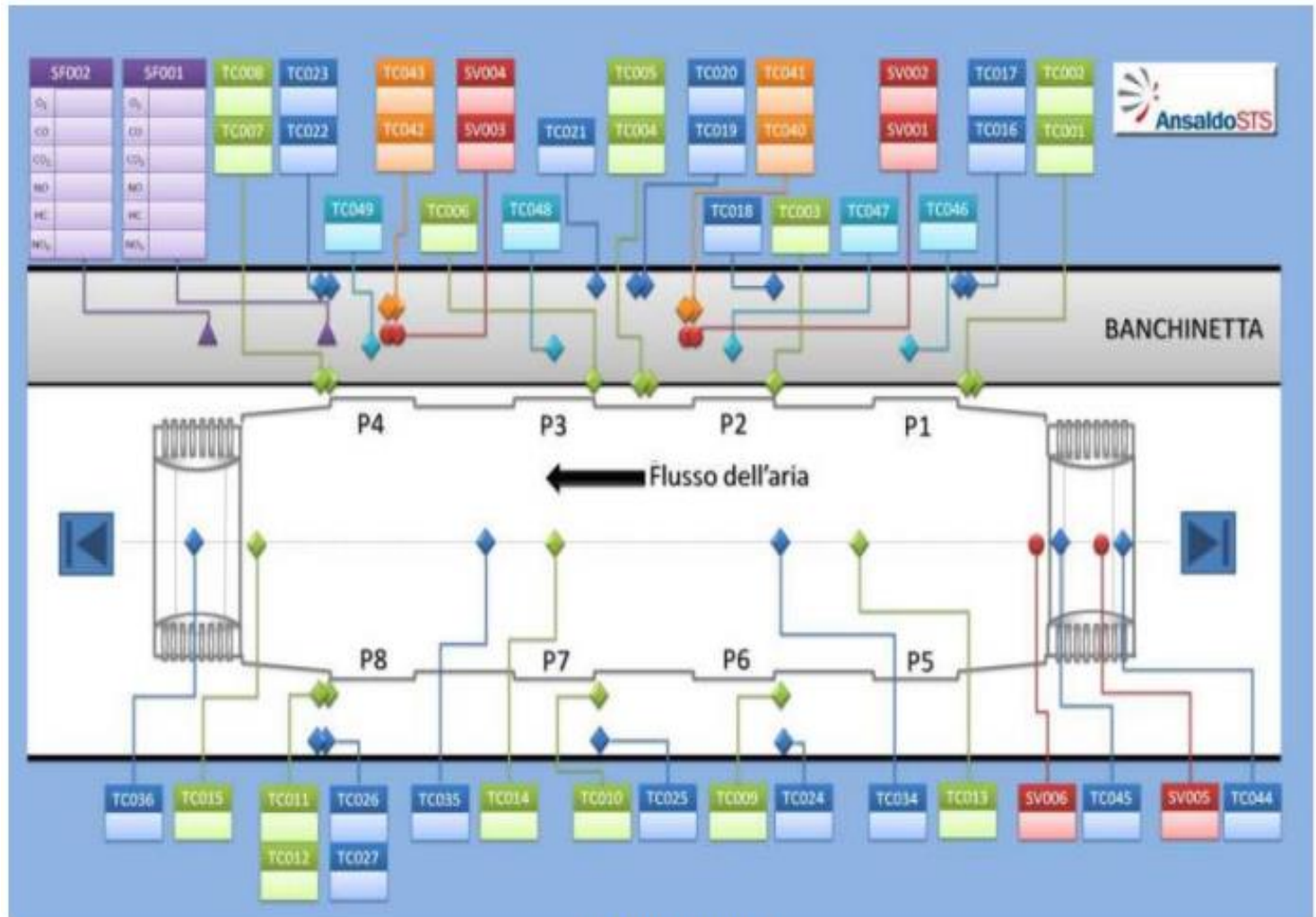
Esempi di sensoristica in treno

OVERVIEW DELL'ESPERIMENTO INCENDIO



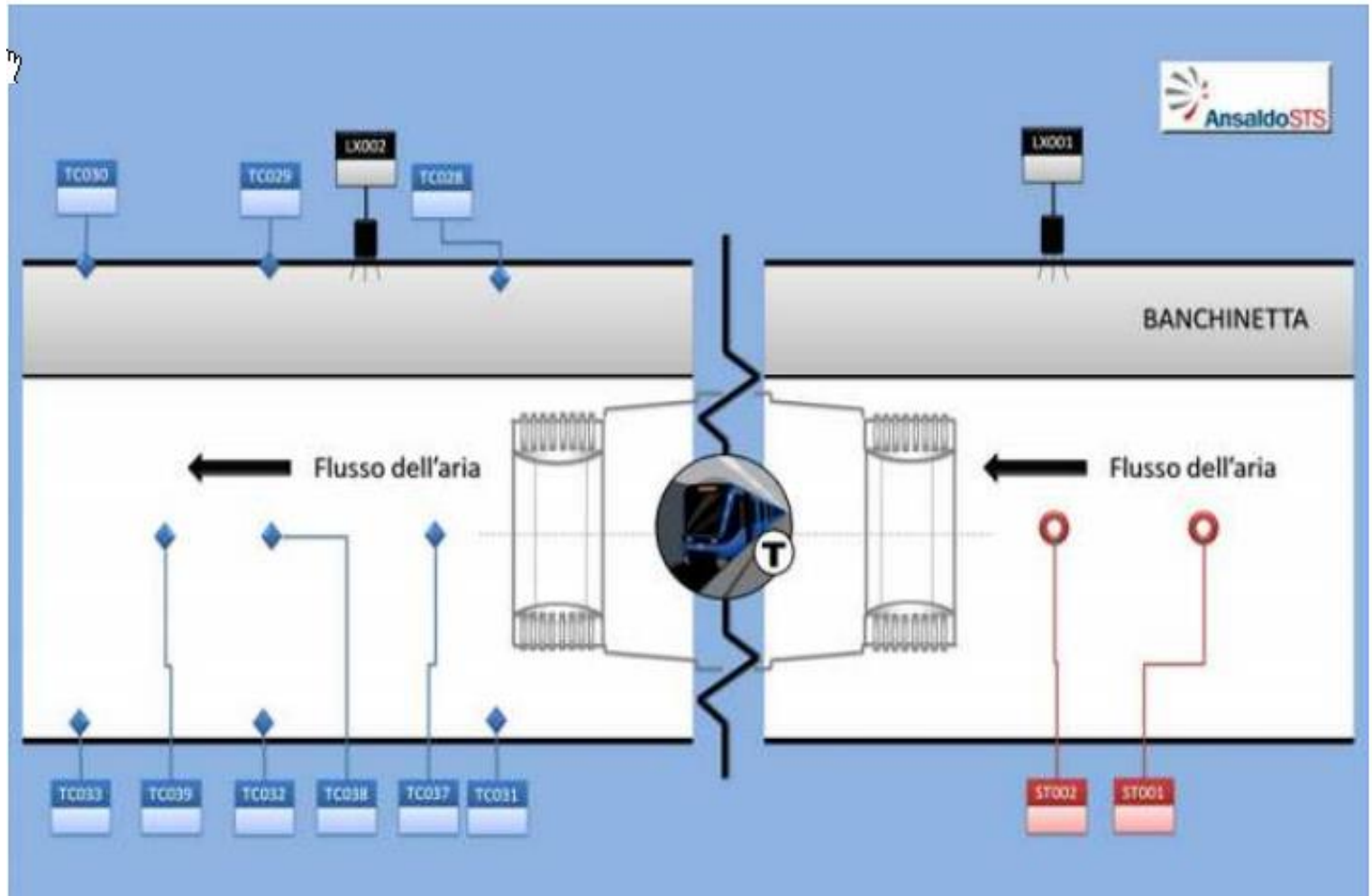
Bruciatore

OVERVIEW DELL'ESPERIMENTO INCENDIO



Sinottico di controllo 1

OVERVIEW DELL'ESPERIMENTO INCENDIO



Sinottico di controllo 2

Seminario: Metodi e tecnologie avanzate per la lotta agli incendi

**Esperimento incendio:
Validazione sul campo di un sistema di
ventilazione per un impianto Metropolitano**

**Relatori: ing. Ettore LERRO
 ing. Rosario DI PALMA**

Salerno 09 aprile 2013

Struttura della presentazione

- **Requisiti normativi**
- **Modellazione dei fenomeni fisici e simulazione**
- **Progetto esperimenti**
- **Realizzazione degli esperimenti**
- **Analisi dei risultati e validazione del progetto**

Requisiti normativi



Principali requisiti normativi

- **Normativa antincendio DM 11-01-1988**
 - **Stazioni** (par. 6.2.6): è necessario garantire la ventilazione di stazione preferibilmente con camini naturali o con impianti meccanici che garantiscono almeno **8 ricambi/ora completi di aria**;
 - **Gallerie** (par. 7.2.1): è necessario realizzare un **impianto meccanico di ventilazione**. E' consigliabile una configurazione con un unico pozzo a metà tratta tra due stazioni consecutive.
- **Criteri per evacuazione passeggeri UNI 10203**
 - Tra i principali criteri per la evacuazione dei passeggeri di un treno immobilizzato in linea si segnalano:
 - dal PCO viene deciso di far evacuare il treno e vengono impartite ai viaggiatori le istruzioni da seguire prima che i soccorritori raggiungano il treno;
 - il personale presente o i soccorritori aprono una porta per ogni vettura affacciata alla banchina di servizio e indirizzano i passeggeri lungo il percorso più sicuro.

Principali requisiti normativi

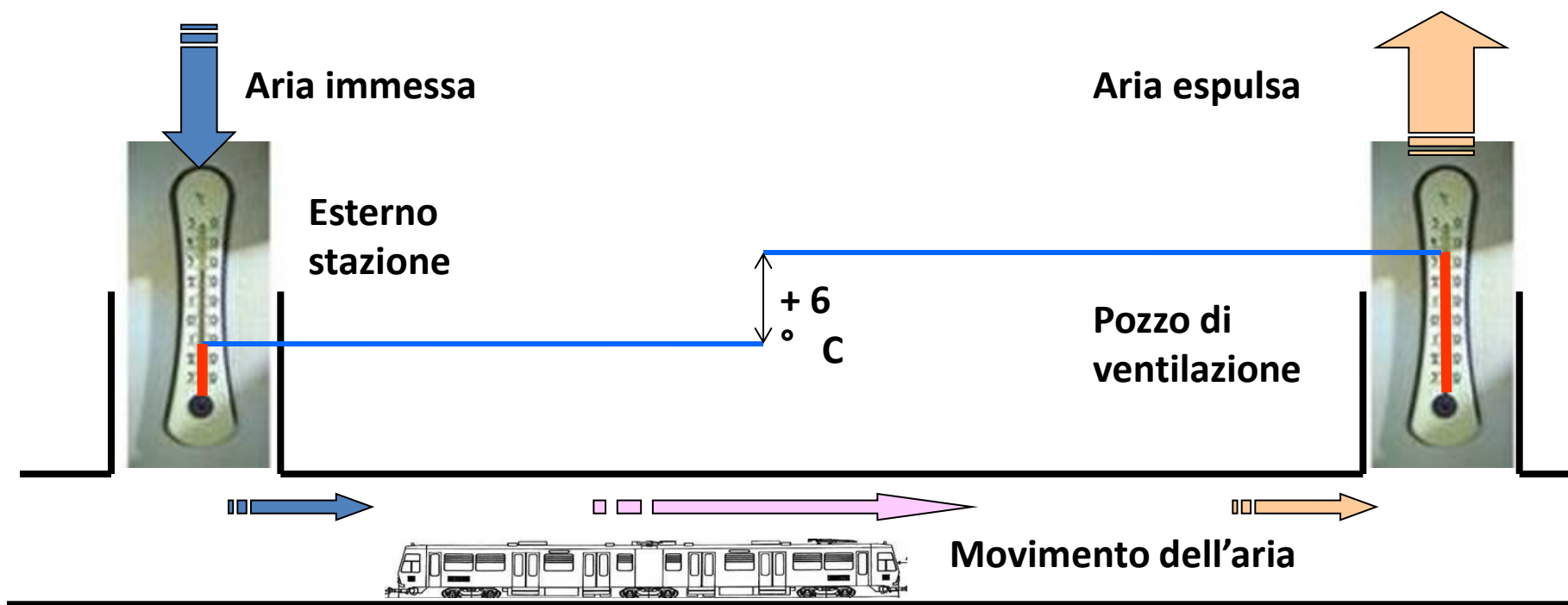
- **Veicoli**
 - **Illuminazione: UNI 7605**
 - **Dispositivi di allarme: UNI 7835**
 - **Comando apertura porte: UNI 8882**
- **Inquinamento Acustico**
 - **DPCM 14.11.1997 “ Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”. Il limite di emissione imposto è 55 db(A) per le aree di intensa attività umane (classe IV).**

Principali requisiti funzionali

- **La gestione delle situazioni di emergenza è normalmente centralizzata**
- **Tutte le procedure di intervento vengono coordinate dal Posto Centrale Operativo**
- **L'impianto di ventilazione ha essenzialmente la funzione di:**
 - **mantenere la temperatura di galleria e di stazione contenuta entro limiti prefissati, in seguito al calore sviluppato in condizioni di normale esercizio essenzialmente da:**
 - **veicoli**
 - **viaggiatori**
 - **impianti di stazione**
 - **estrarre i fumi in caso di incendio dei treni in modo controllato**

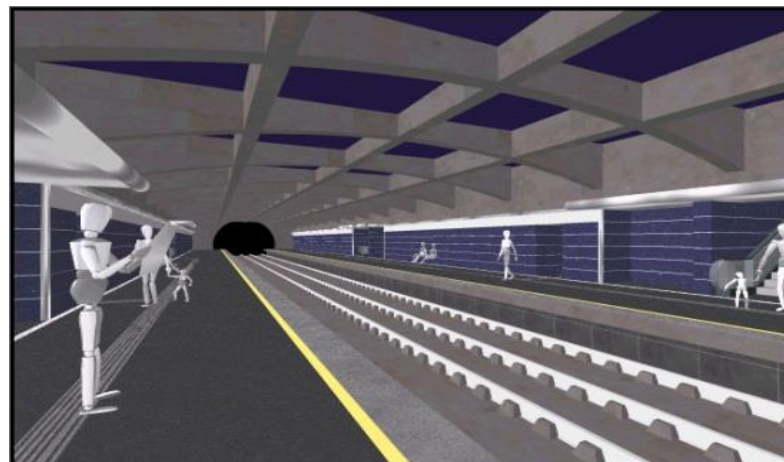
Esempio di requisito: condizioni nominali

La **portata d'aria** da assegnare ai ventilatori di linea e di stazione deve essere tale da ricambiare l'aria e mantenere la differenza di temperatura alla cabina di ventilazione (tra interno galleria ed esterno), contenuta in **6° C**



Esempio di requisito funzionale: condizioni di emergenza

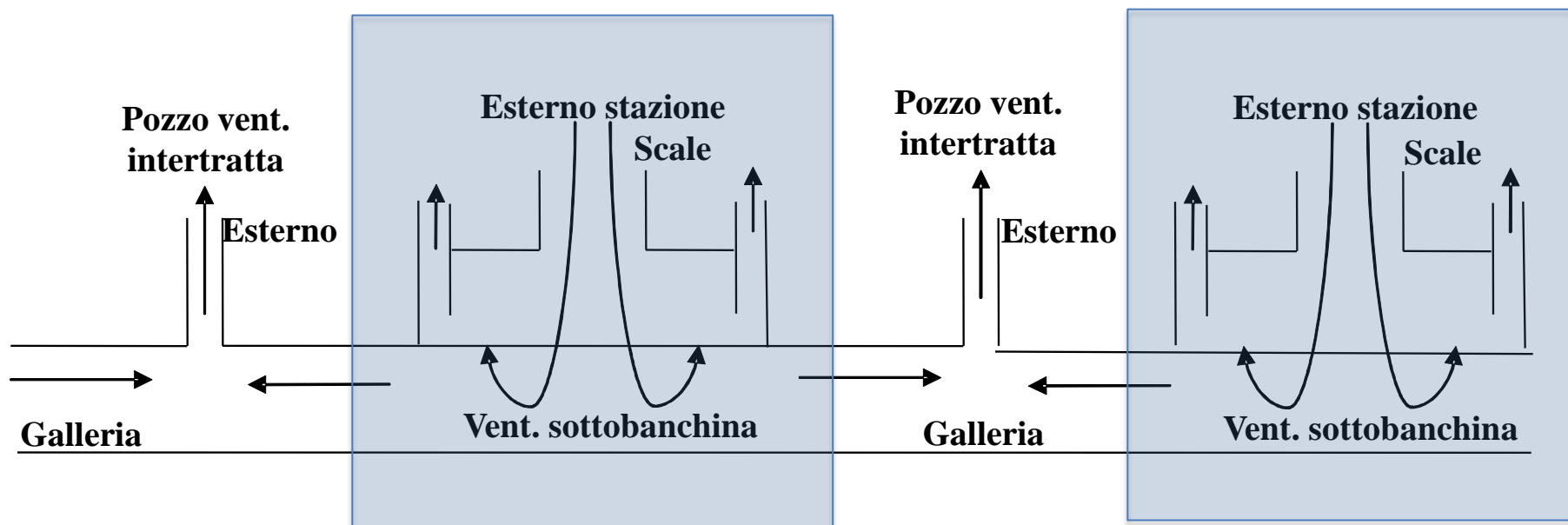
La **portata d'aria** da assegnare ai ventilatori di linea e di stazione deve essere tale da garantire almeno **8 ricambi** completi all'ora del volume di stazione [DM 11-01-88].



Schema di ventilazione tipico

Lo schema di ventilazione è quello consigliato dal DM 11- 01- 88 :

- Impianto in cui i pozzi di ventilazione intertratta sono sempre in estrazione;
- L'aria esterna viene aspirata dalle stazioni (attraverso le scale), quindi convogliata in galleria e di nuovo all'esterno tramite il pozzo di ventilazione intertratta;
- La ventilazione di sottobanchina serve ad aspirare i fumi prodotti nel sottocassa.



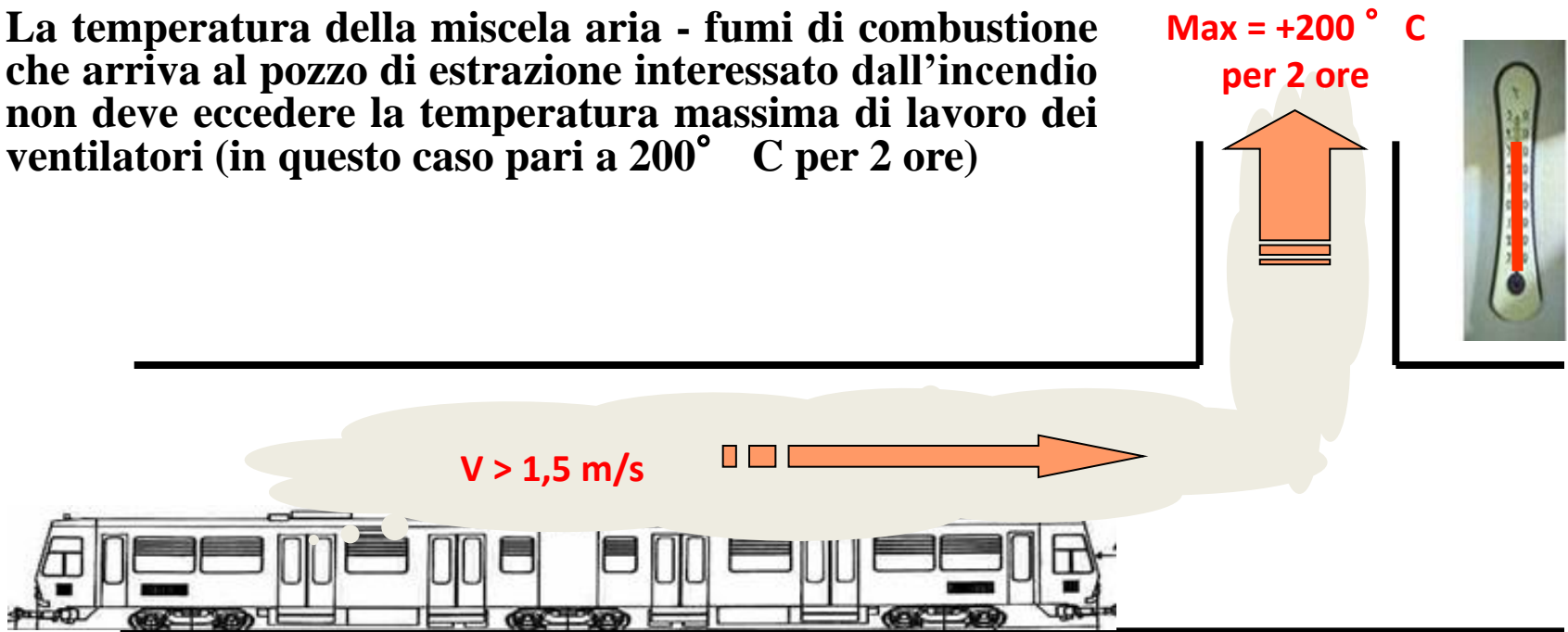
Modalità di controllo degli impianti di ventilazione

Il controllo remoto degli impianti di ventilazione è operato da:

- **PCO** dove è ubicata la postazione di controllo principale tramite sistema SCADA:
 - L'impianto di ventilazione è gestito dal Dirigente Centrale Elettrificazione (DCE);
 - Nel PCO è presente anche una consolle radio terra treno e dispositivi sonori atti a comunicare con i macchinisti, con gli agenti di stazione e con i passeggeri in linea ed in stazione.
- Nelle **stazioni** è presente un Banco Agente di Stazione con una postazione SCADA che controlla gli impianti di ventilazione della stazione ove è installato.
- In ogni **singolo pozzo** è presente un quadro di manovra locale.

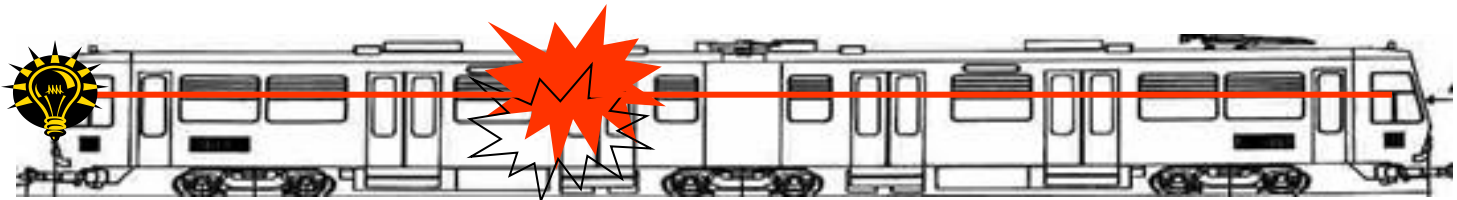
Esempio di requisito funzionale: condizioni di emergenza (1/4)

- **I valori delle velocità dell'aria nei tratti di galleria nell'intorno dell'incendio non devono essere inferiori al valore della velocità critica di espansione dei fumi**
Velocità critica = velocità di espansione dei fumi; nel caso in studio se inferiore a 1,5 m/s i fumi si espandono e non possono essere convogliati
- **La temperatura della miscela aria - fumi di combustione che arriva al pozzo di estrazione interessato dall'incendio non deve eccedere la temperatura massima di lavoro dei ventilatori (in questo caso pari a 200° C per 2 ore)**



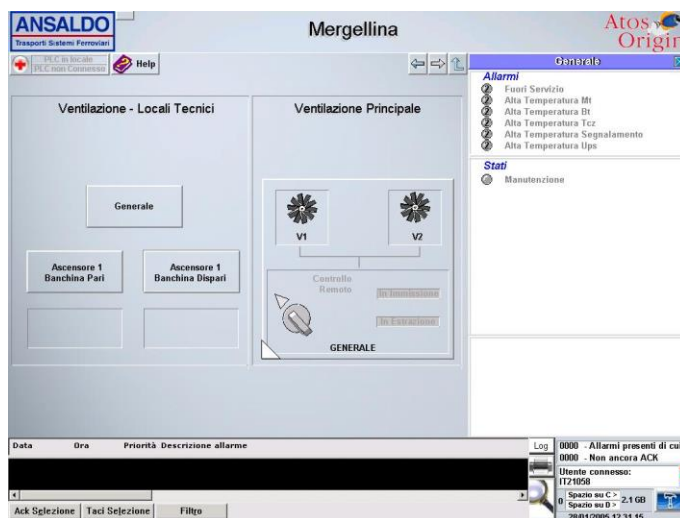
Esempio di requisito funzionale: condizioni di emergenza (2/4)

- I treni sono dotati di sensori di temperatura collocati a bordo; i segnali vengono riportati in cabina di guida;
- Il personale di bordo comunica al Posto Centrale Operativo l'insorgenza di potenziali situazioni di rischio.



Esempio di requisito funzionale: condizioni di emergenza (3/4)

Gli **allarmi di incendio** e lo **stato di funzionamento dei ventilatori** sono riportati al PCO. La **posizione del treno** è rilevata con la risoluzione definita con i circuiti di binario e tramite comunicazioni dirette del macchinista con RTT: in particolare la configurazione dei cdb è tale da consentire l'individuazione della posizione del treno rispetto all'asse dei pozzi di ventilazione.

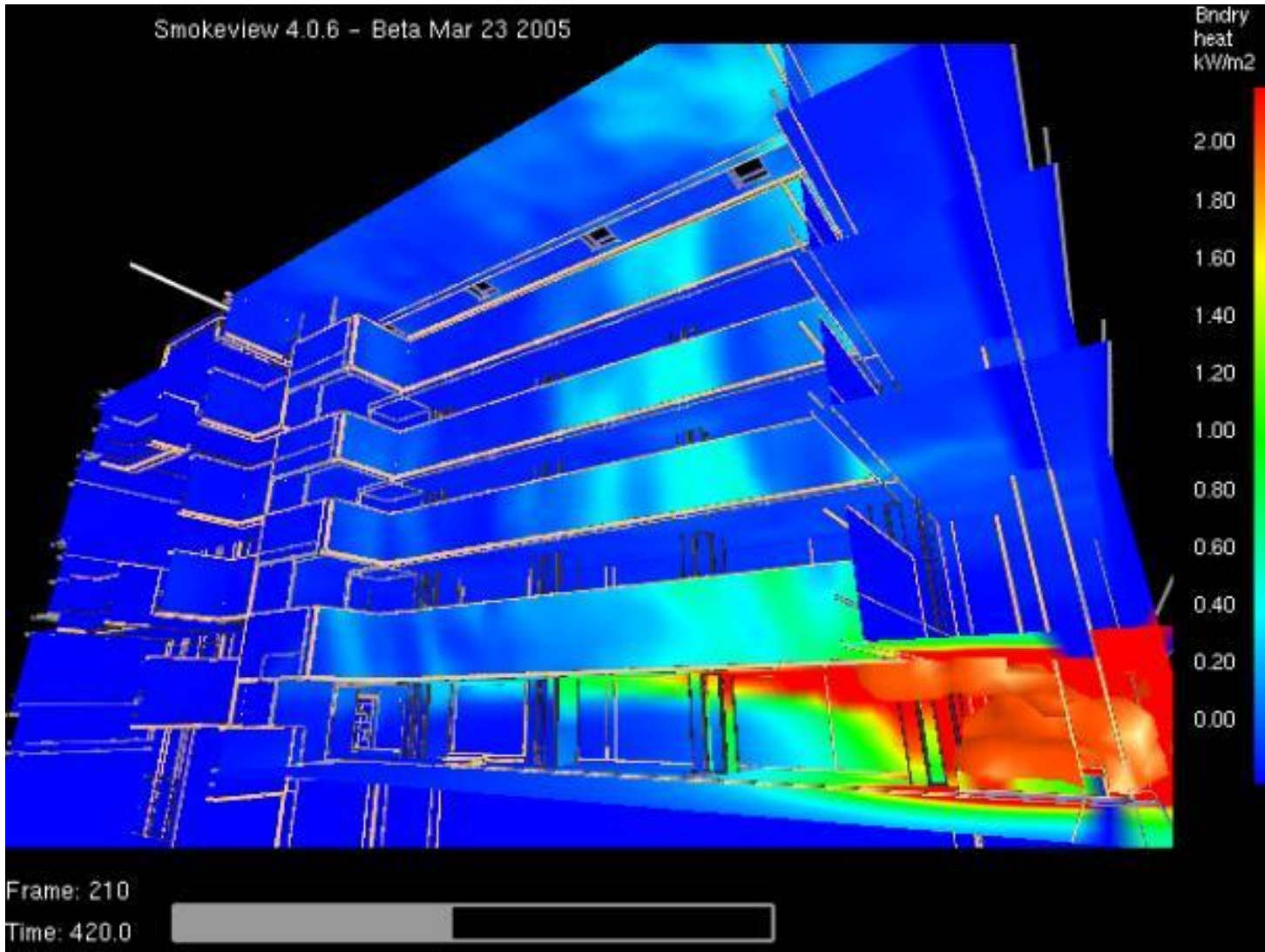


Ventilatori

Esempio di requisito funzionale: condizioni di emergenza (4/4)

- I ventilatori di stazione e di galleria sono dotati di doppia fonte di alimentazione:
 - Alimentazione “normale” dalla cabina ENEL di stazione;
 - Alimentazione di emergenza tramite gruppo elettrogeno con autonomia di 2 ore.
- Un possibile schema di alimentazione della linea potrebbe prevedere che ogni SSE venga alimentata da due distinte sbarre in partenza dalle cabine ENEL; in ciascuna stazione ogni cabina MT/bt ha la possibilità di prelevare energia da due distinti punti di alimentazione in quanto il sistema di distribuzione è configurato ad anello; ogni cabina MT/bt è attrezzata con trasformatori in configurazione ridondata; entrambi i trasformatori sono connessi alle sbarre “normale” ed “emergenza”: la sezione “emergenza” alimenta i carichi che necessitano di doppia fonte di alimentazione come la ventilazione di stazione e di galleria.

Modellazione dei fenomeni fisici e simulazione



Modellazione dei fenomeni fisici e simulazione

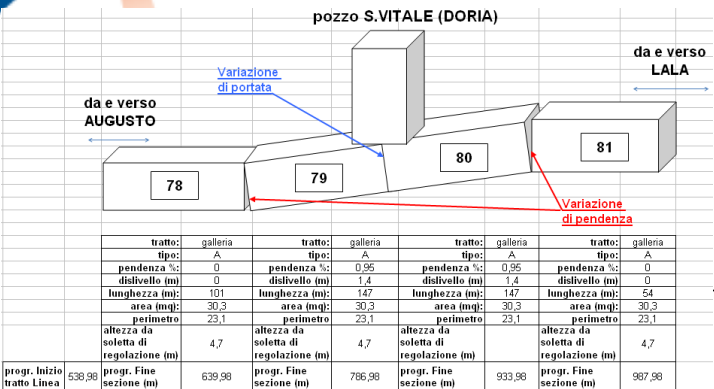
- **Modellazione monodimensionale per il progetto della linea metropolitana;**
- **Modellazione 3D per il progetto delle stazioni e dell'esperimento incendio;**
- **Parametri caratterizzanti le simulazioni:**
 - **Veicolo;**
 - **Caratteristiche del tunnel (posizione dei pozzi, sezione, tipologia, etc.);**
 - **Layout delle stazioni;**
 - **Sistema di ventilazione (oggetto della verifica);**
 - **Cadenzamento;**
 - **Requisiti normativi.**

Fasi della modellazione monodimensionale

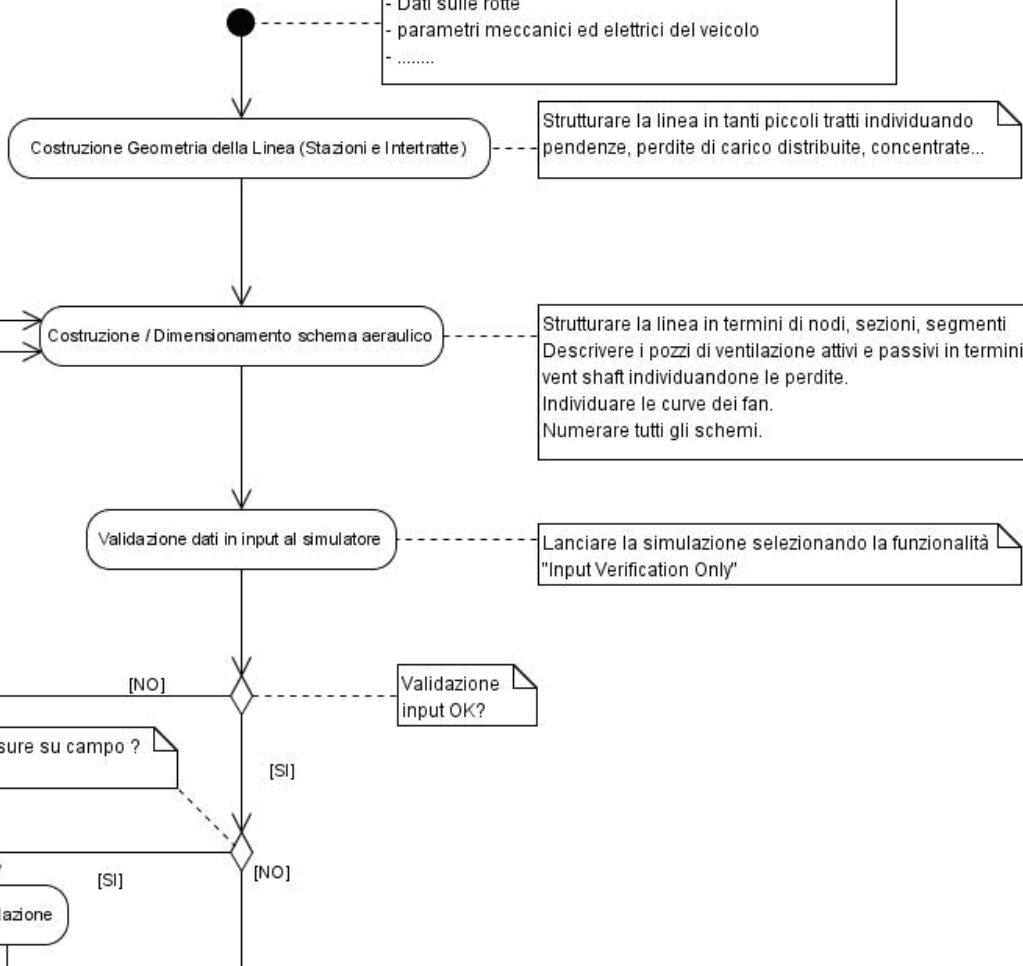
- **Modellazione di un sito: elementi caratteristici** → rilievi topografici, valutazioni materiali, strategie di ventilazione, studio del cadenzamento, caratteristiche elettromeccaniche del treno;
- **Simulazione aeraulica;**
- **Verifiche e misure sul campo;**
- **Validazione del modello.**

Processo di modellazione Monodimensionale (1/2)

- Dati di Input:
- Planimetria Linea Metropolitana
 - Disegni autocad (linea, stazioni, shaft attivi e passivi...)
 - Curve Ventilatori
 - Curva di incendio del veicolo
 - Dati sulle rotte
 - parametri meccanici ed elettrici del veicolo
 -



Linea6 della Metropolitana di Napoli



Strutturare la linea in tanti piccoli tratti individuando pendenze, perdite di carico distribuite, concentrate...

Strutturare la linea in termini di nodi, sezioni, segmenti
Descrivere i pozzi di ventilazione attivi e passivi in termini di vent shaft individuandone le perdite.
Individuare le curve dei fan.
Numerare tutti gli schemi.

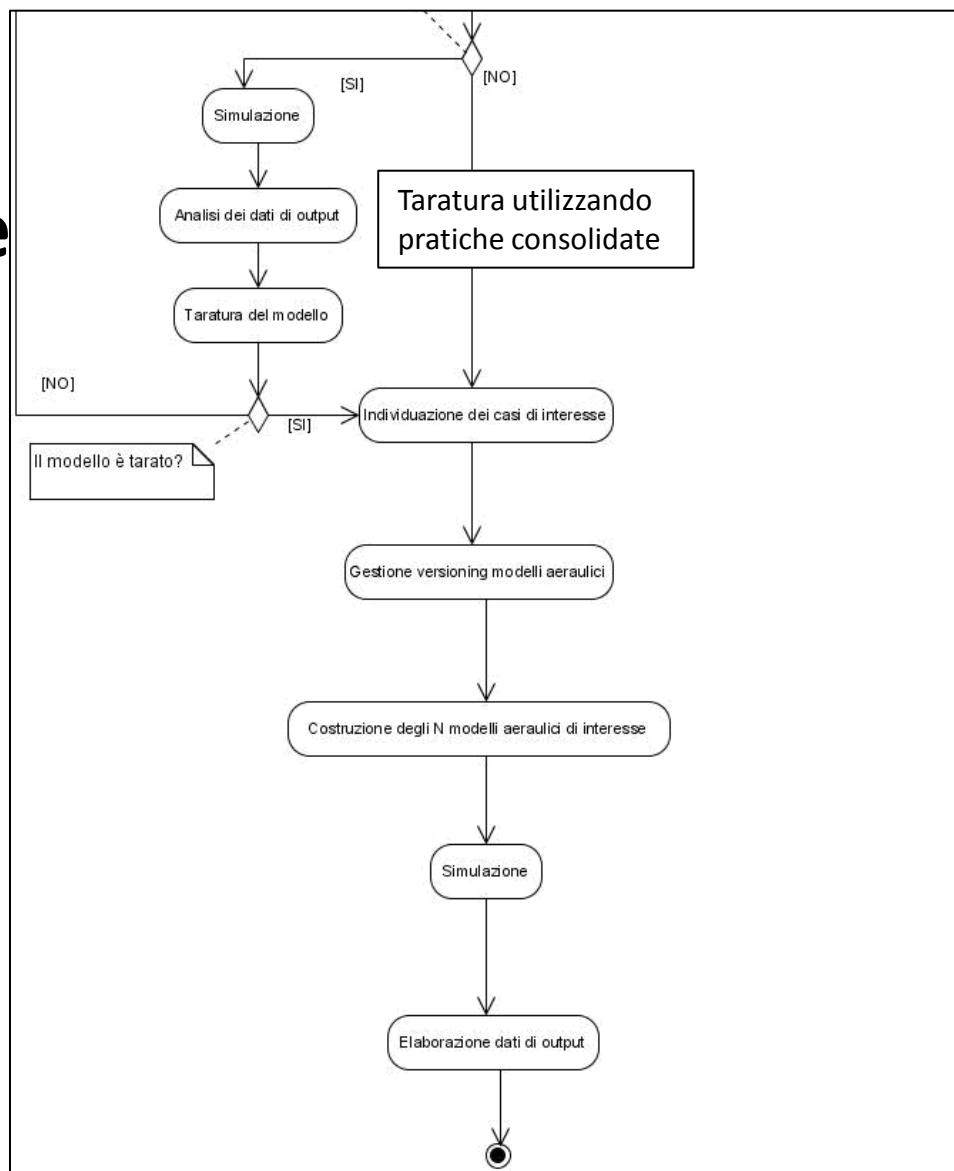
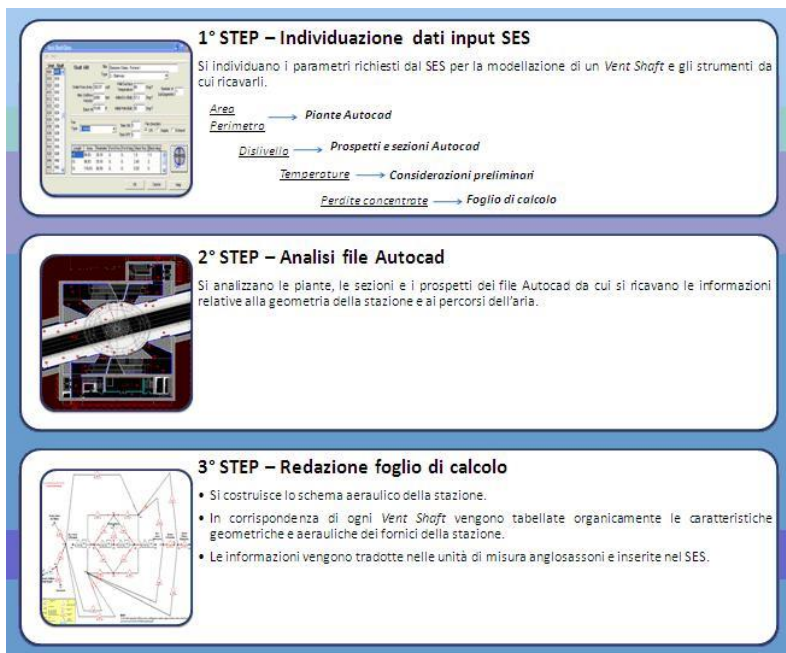
Lanciare la simulazione selezionando la funzionalità "Input Verification Only"

Validazione input OK?

Sono state realizzate misure su campo ?

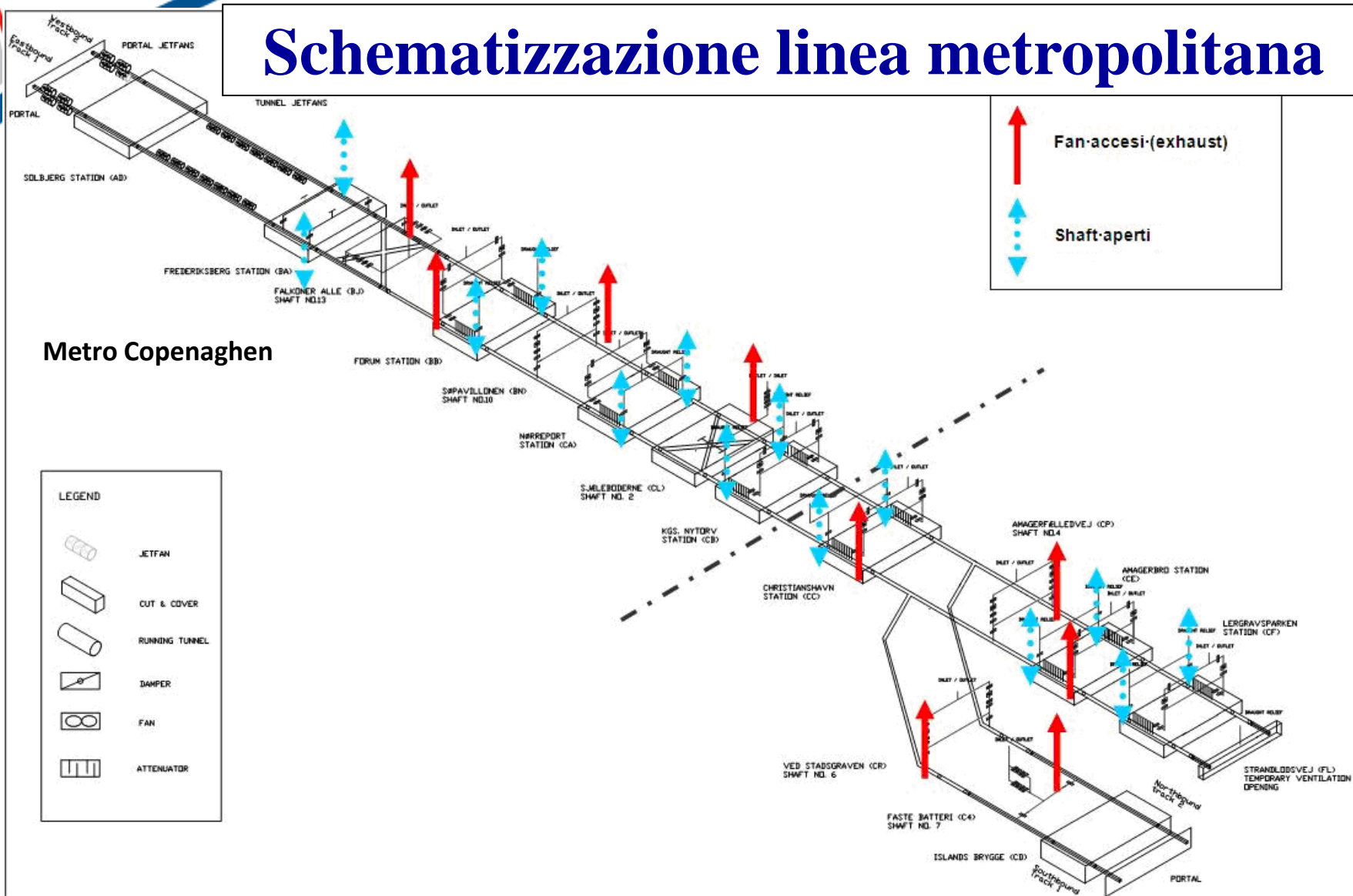
Simulazione

Processo di modellazione Monodimensionale (2/2)



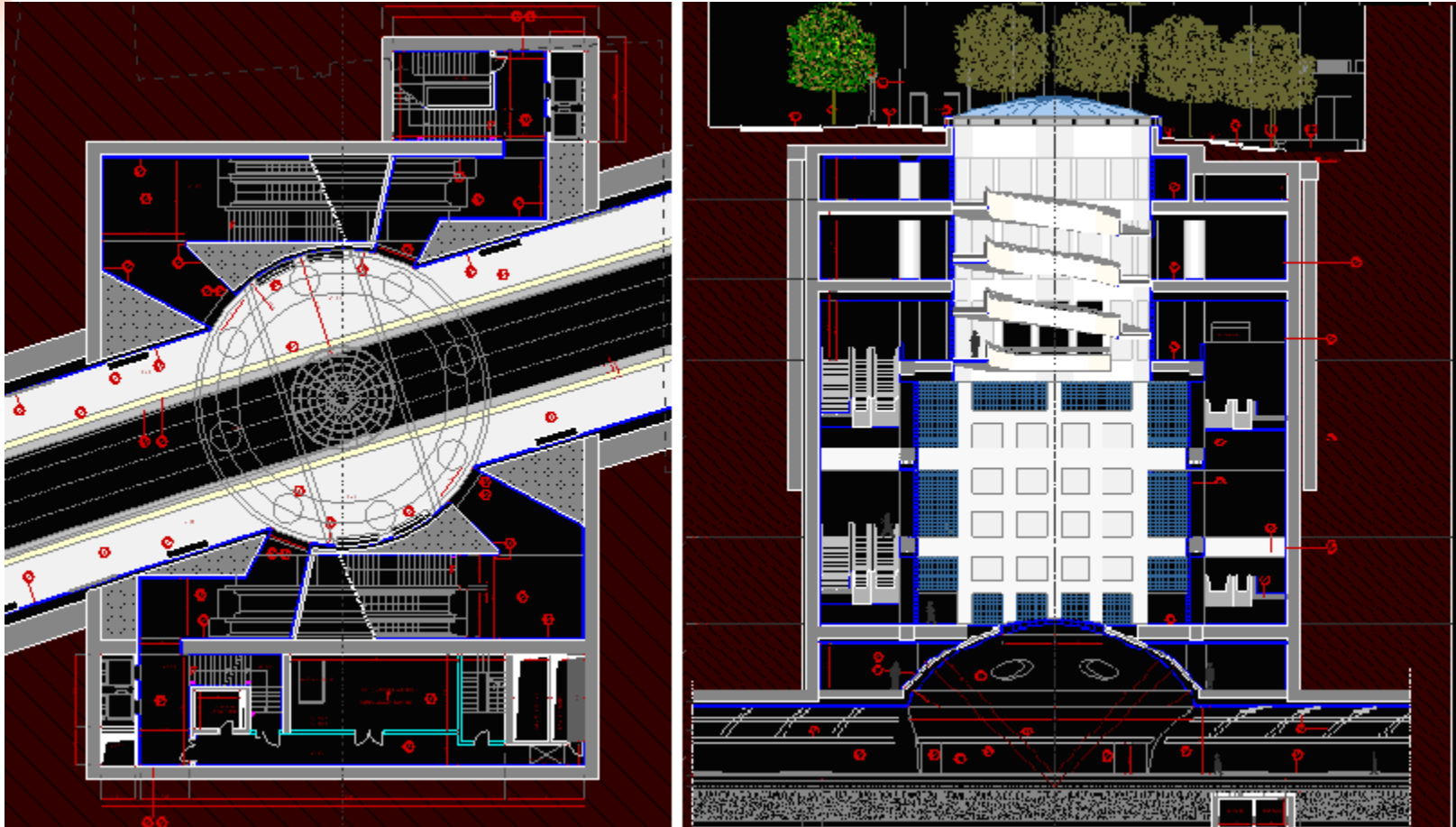
Schematizzazione linea metropolitana

Metro Copenhagen

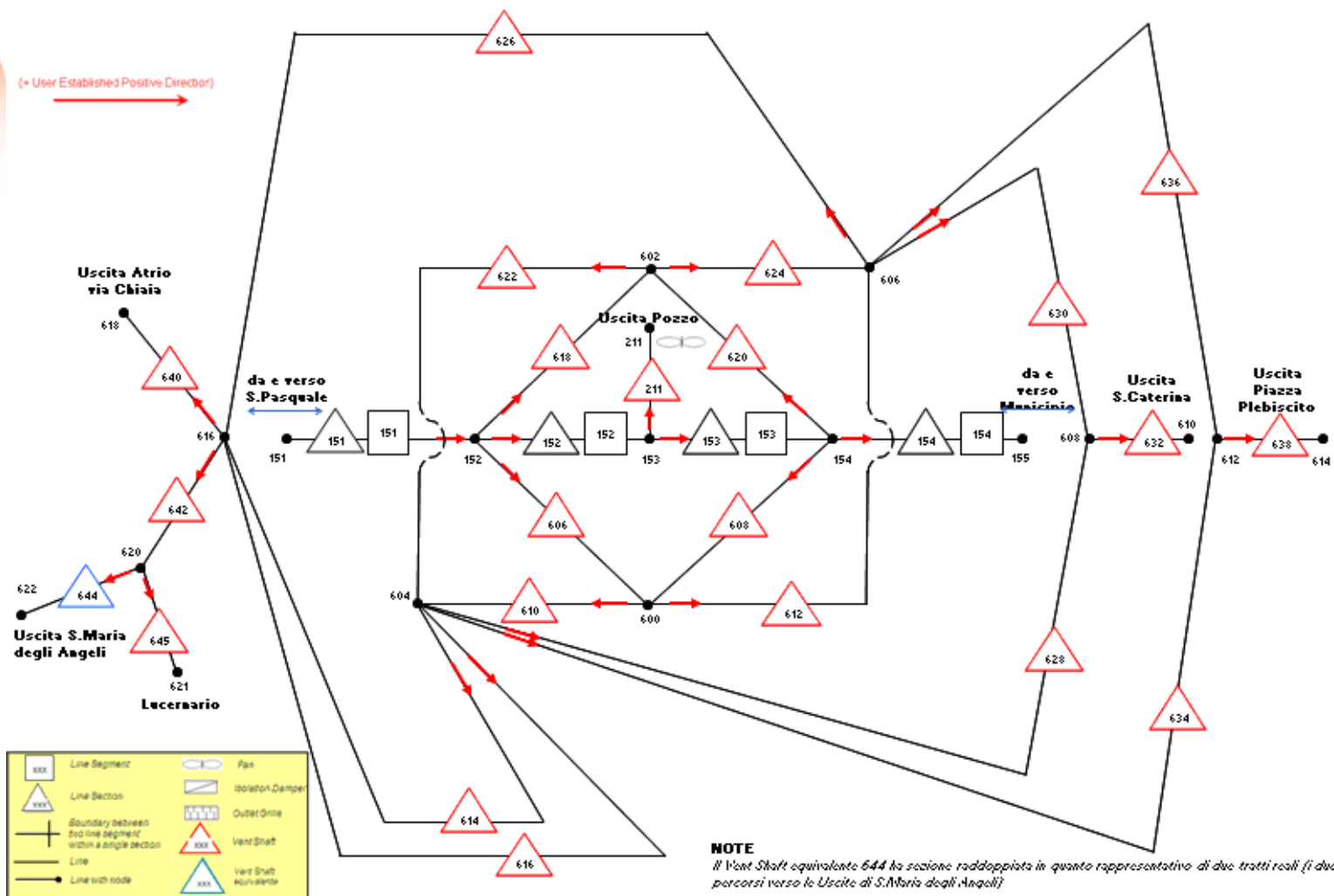


Schematizzazione di una stazione

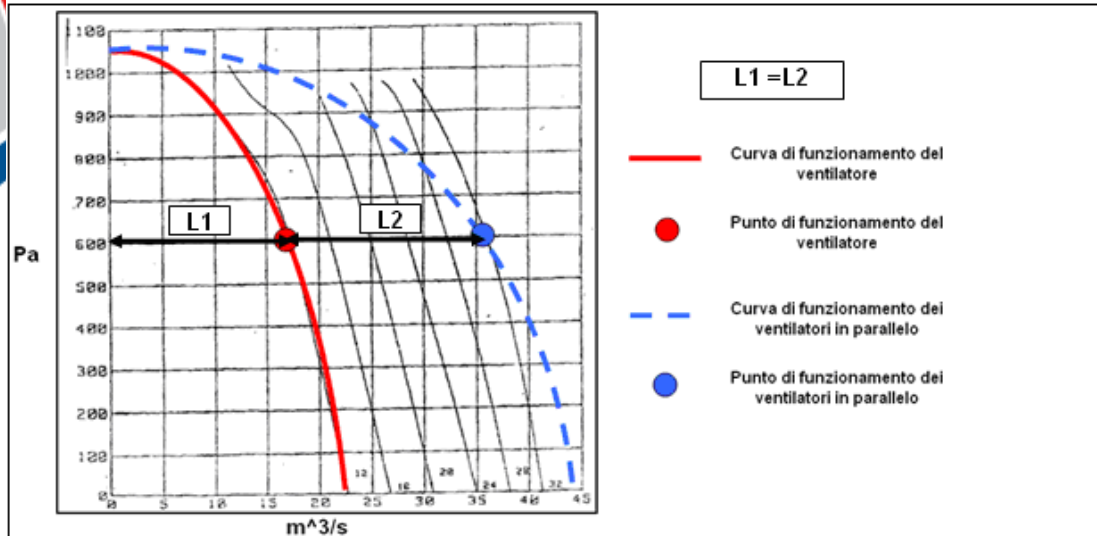
Stazione Chiaia: Linea6 della Metropolitana di Napoli



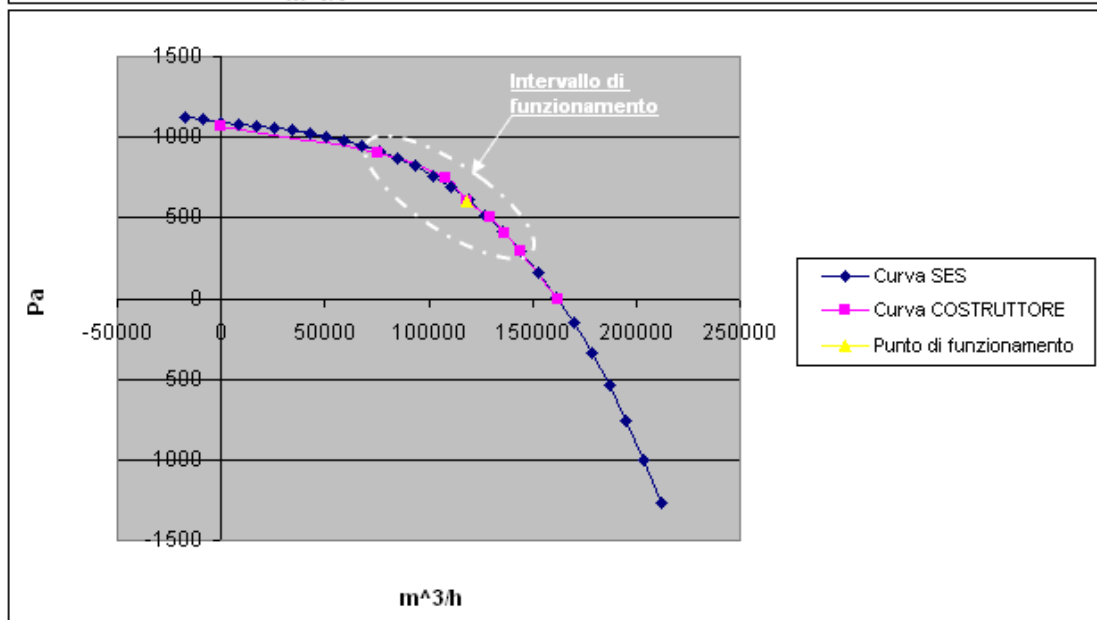
Modellazione monodimensionale di una stazione



Stazione Chiaia: Linea6 della Metropolitana di Napoli

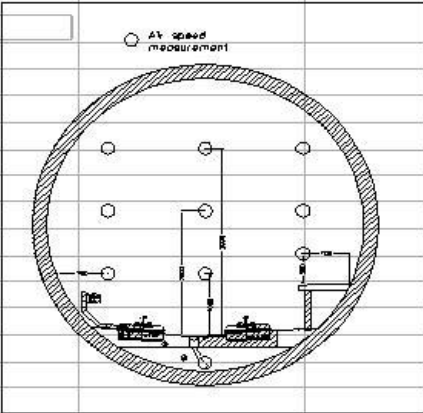


Modellazione della curva di funzionamento del ventilatore

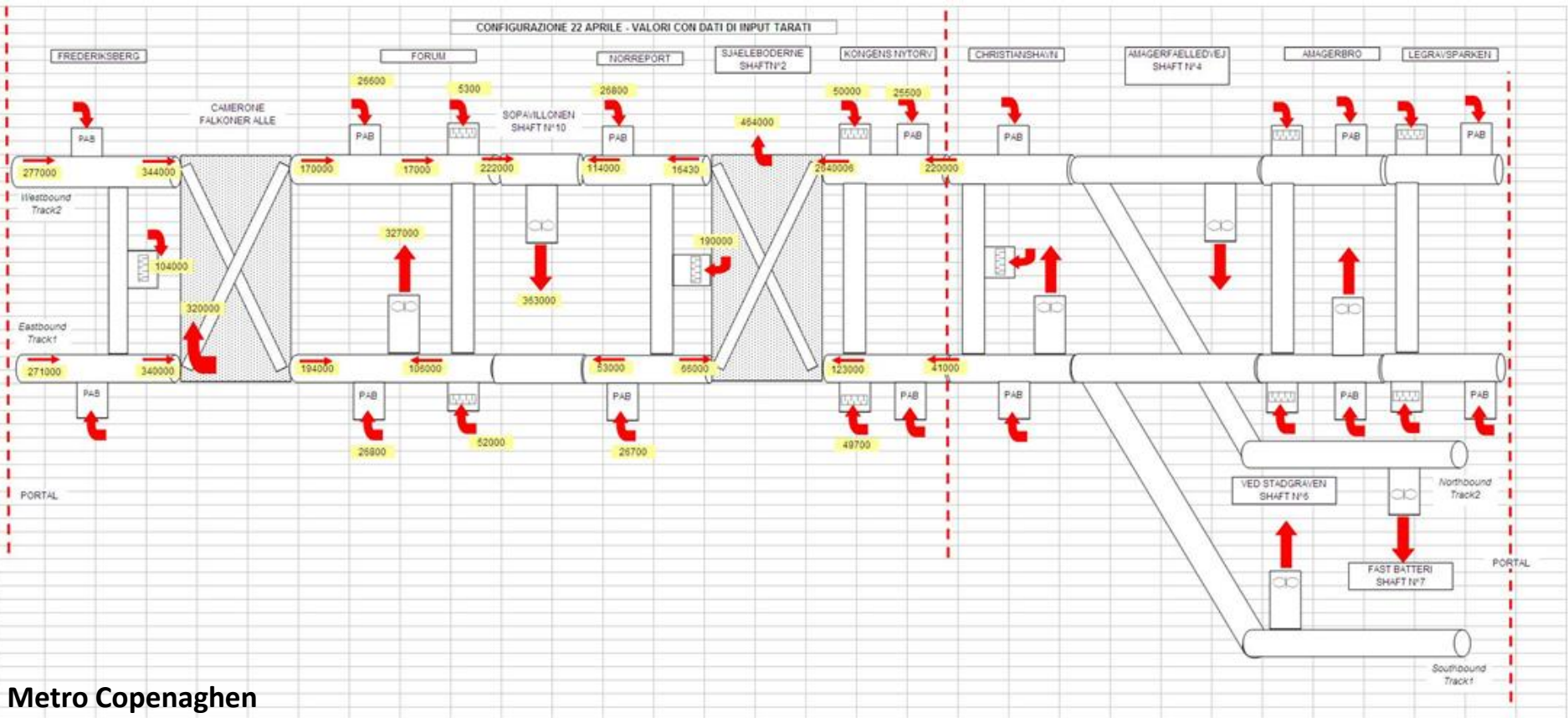


Calcolo e verifica del punto di lavoro del ventilatore a partire dalle curve di funzionamento.

Standardizzazione della modalità di esecuzione delle misure sul campo

	TRA	E							
MISURA DELLE VELOCITA'		* 1		A CURA DI:	Team di Misura				
BINARIO				Misura del:	Data della Misura				
				VALORI MISURATI					* 2
				* 3	VELOCITA' MEDIA MISURATA (M/S)				
					FLUSSO DELL'ARIA DIRETTO VERSO	Direzione flusso aria			
				* 4	VELOCITA' ATTESA				
					FLUSSO DELL'ARIA DIRETTO VERSO	Direzione flusso aria			
	* 5								
NOTA: LA VELOCITA' ATTESA E' CALCOLATA SULLA SEZIONE DI	Stazione/Galleria		di		mq	Portata Attesa		mc/h	
NOTA: LA VELOCITA' E' STATA MISURATA NELLA SEZIONE DI	Stazione/Galleria		di		mq	Portata Misurata		mc/h	
	DA INSERIRE ALL'ATTO DELLA MISURA								
	DA INSERIRE PRIMA DELLA MISURA								

Analisi e validazione del modello basate sulle misure di campo



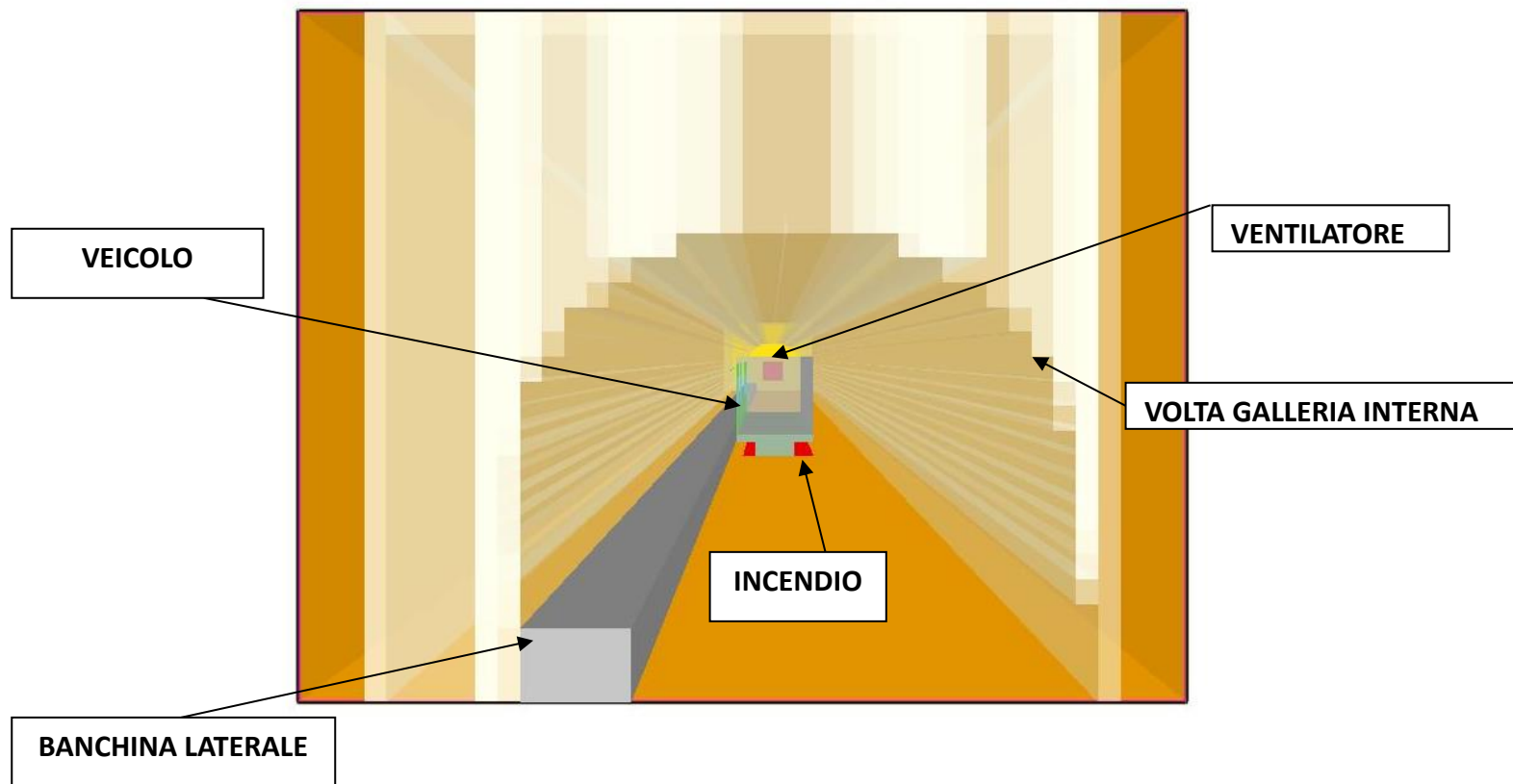
Metro Copenhagen

Simulazione 3D (CFD)

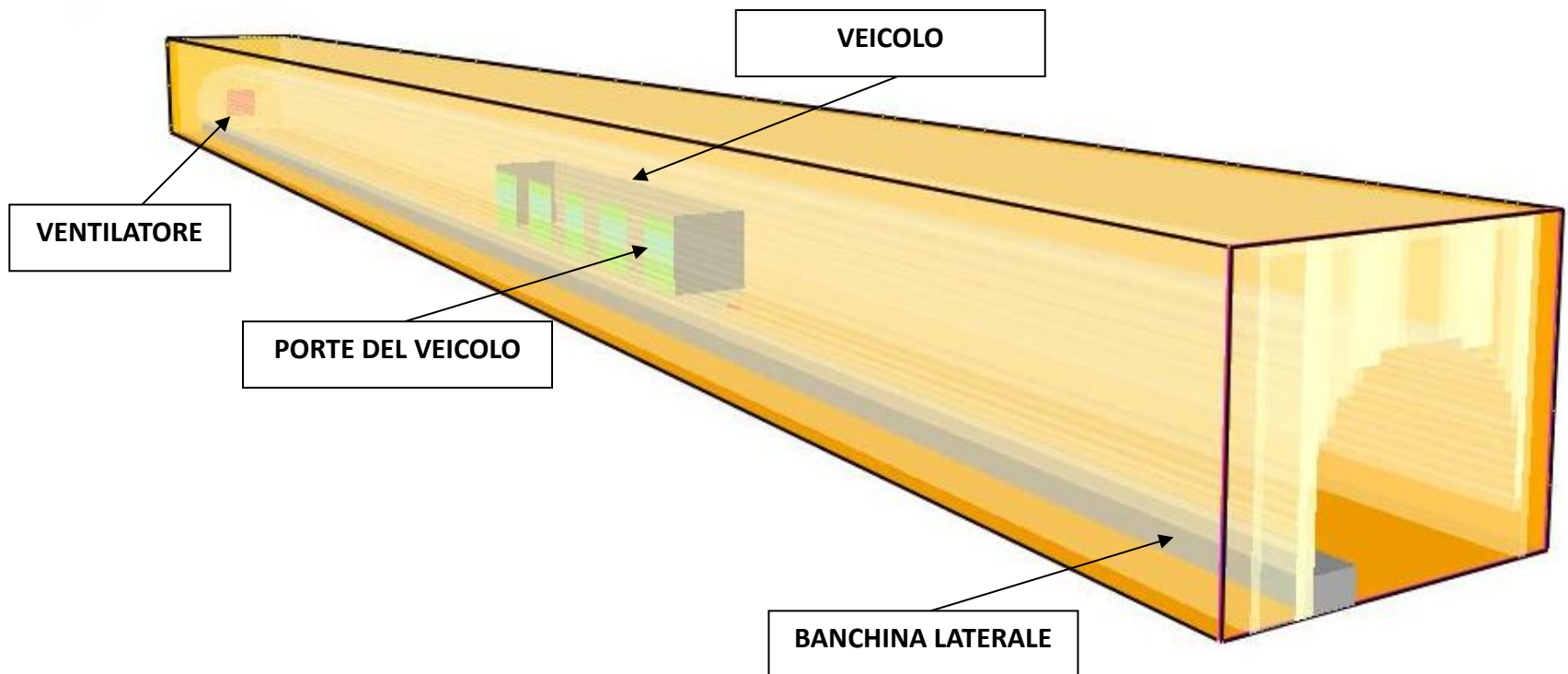
- Obiettivo: analisi preliminare CFD (implementata tramite il codice Fire Dynamics Simulator (FDS + SmokeView del National Institute of Standards and Technology) per studiare lo scenario fluidodinamico che si realizza all'interno della galleria conseguentemente all'incendio di una carrozza metropolitana.
- Principali parametri determinati dalla simulazione: temperature massime, livello di visibilità in corrispondenza delle telecamere che verranno posizionate in galleria per monitorare l'esperimento.

Modello geometrico (1/2)

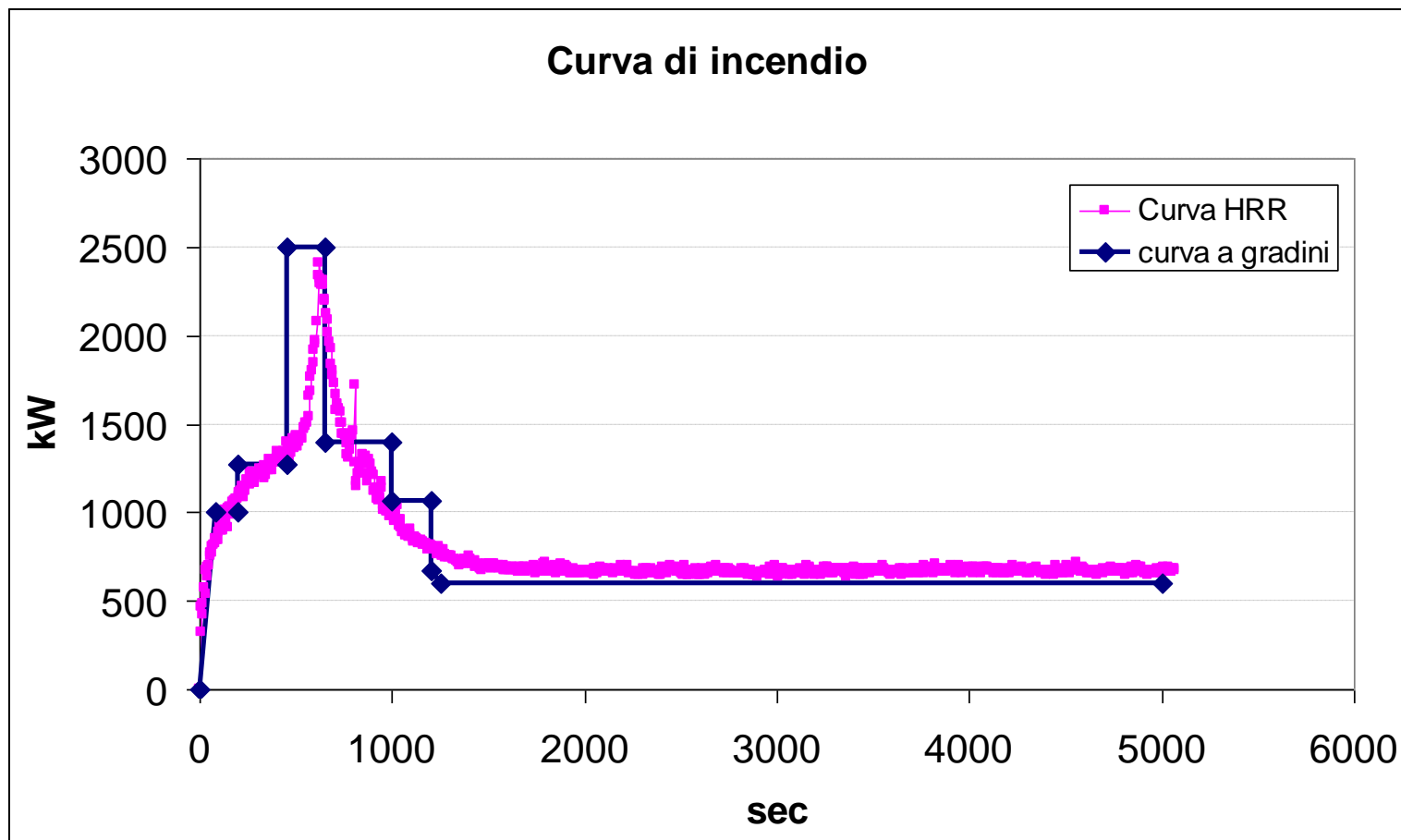
Il modello di calcolo della galleria considera l'intera struttura: banchina, parte interna della galleria, veicolo, ventilatore, etc..



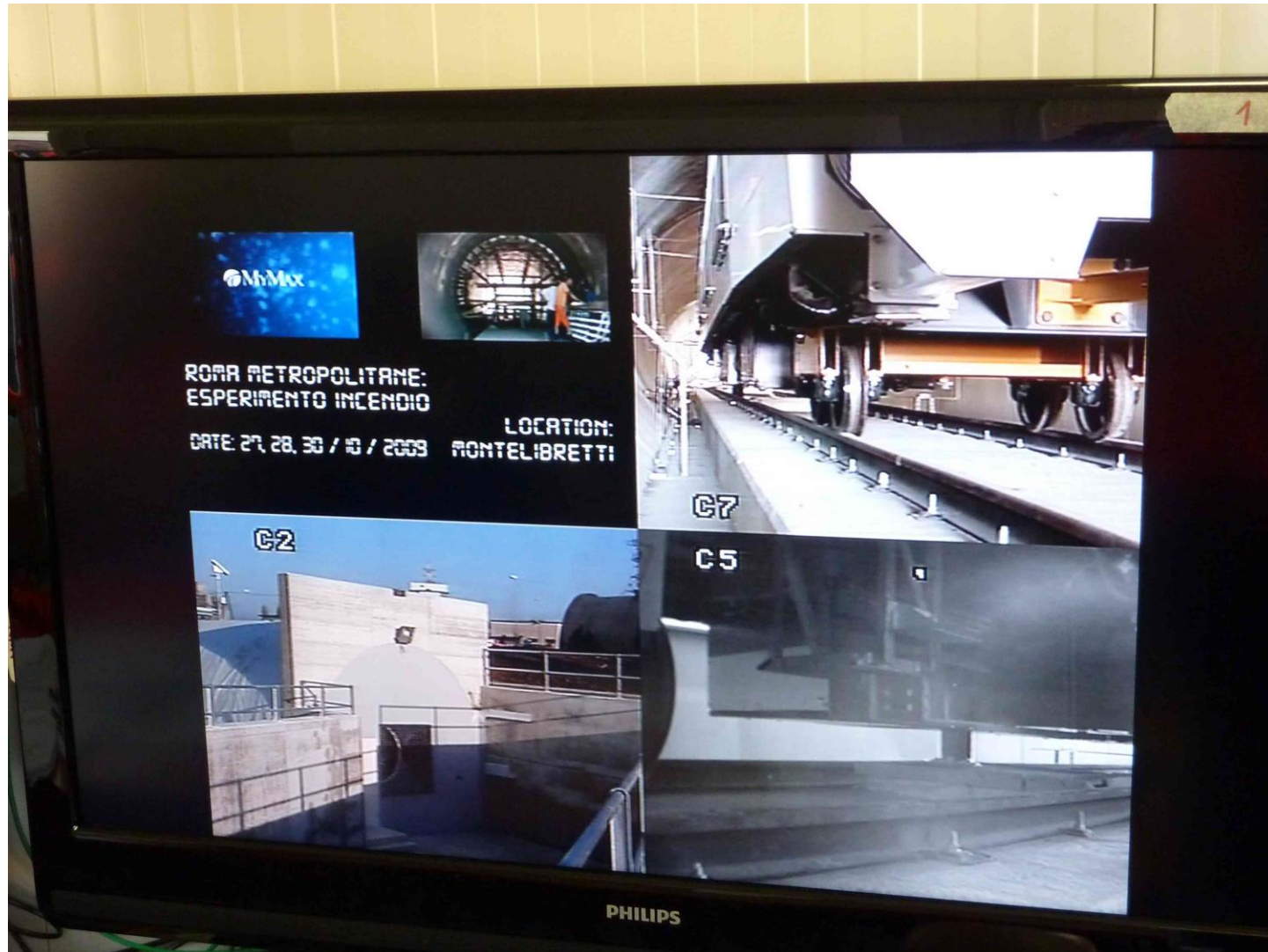
Modello geometrico (2/2)



Curva di incendio del veicolo (AB)



Progetto esperimenti

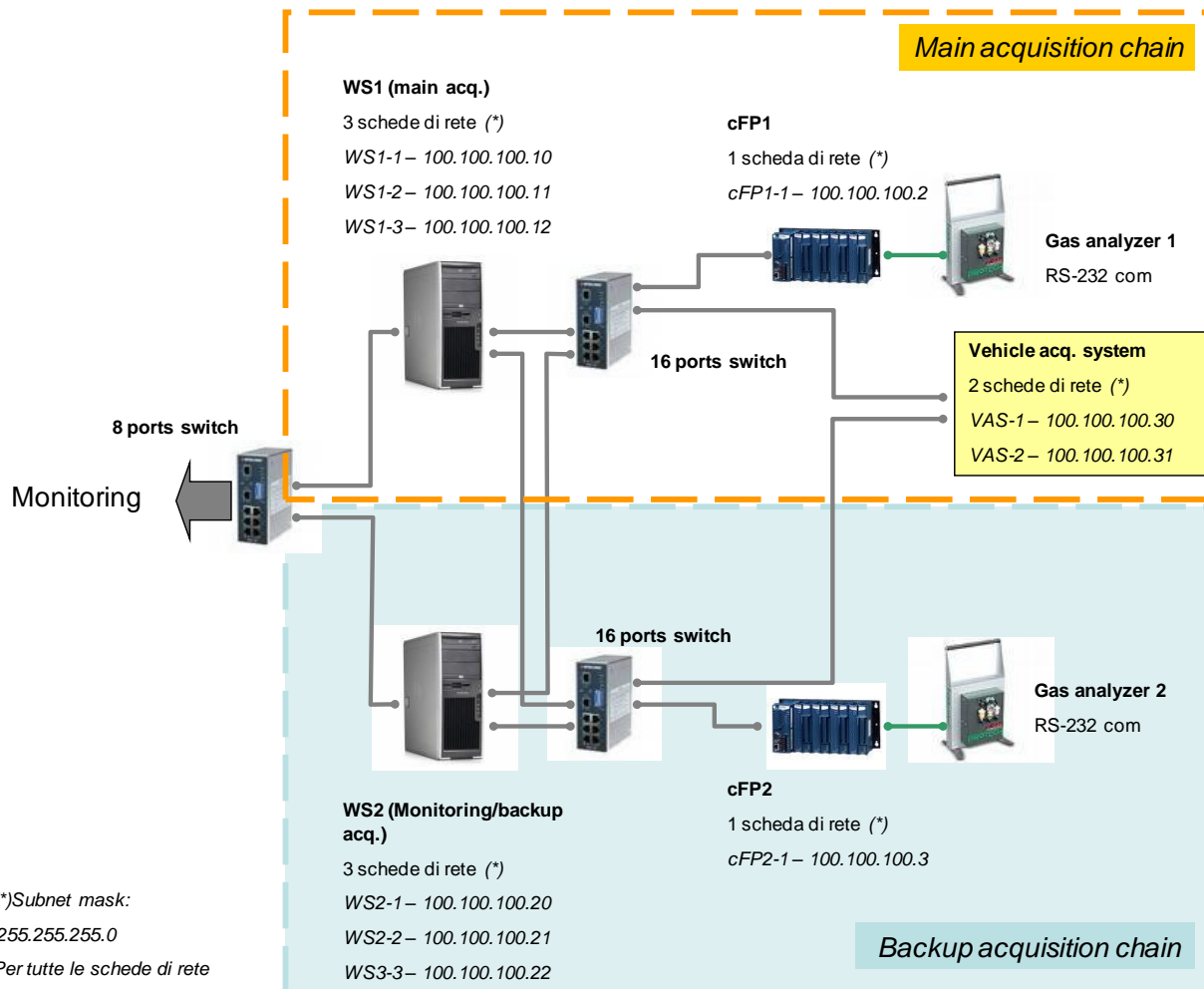


Vincolo principale della prova (1/2)

Per ovvie ragioni di carattere economico ed organizzativo l'esperimento ha caratteristiche di UNICITÀ (one shot test).



Vincolo principale della prova (2/2)



(*)Subnet mask:
255.255.255.0
Per tutte le schede di rete

Architettura ridondata del sistema di acquisizione dati

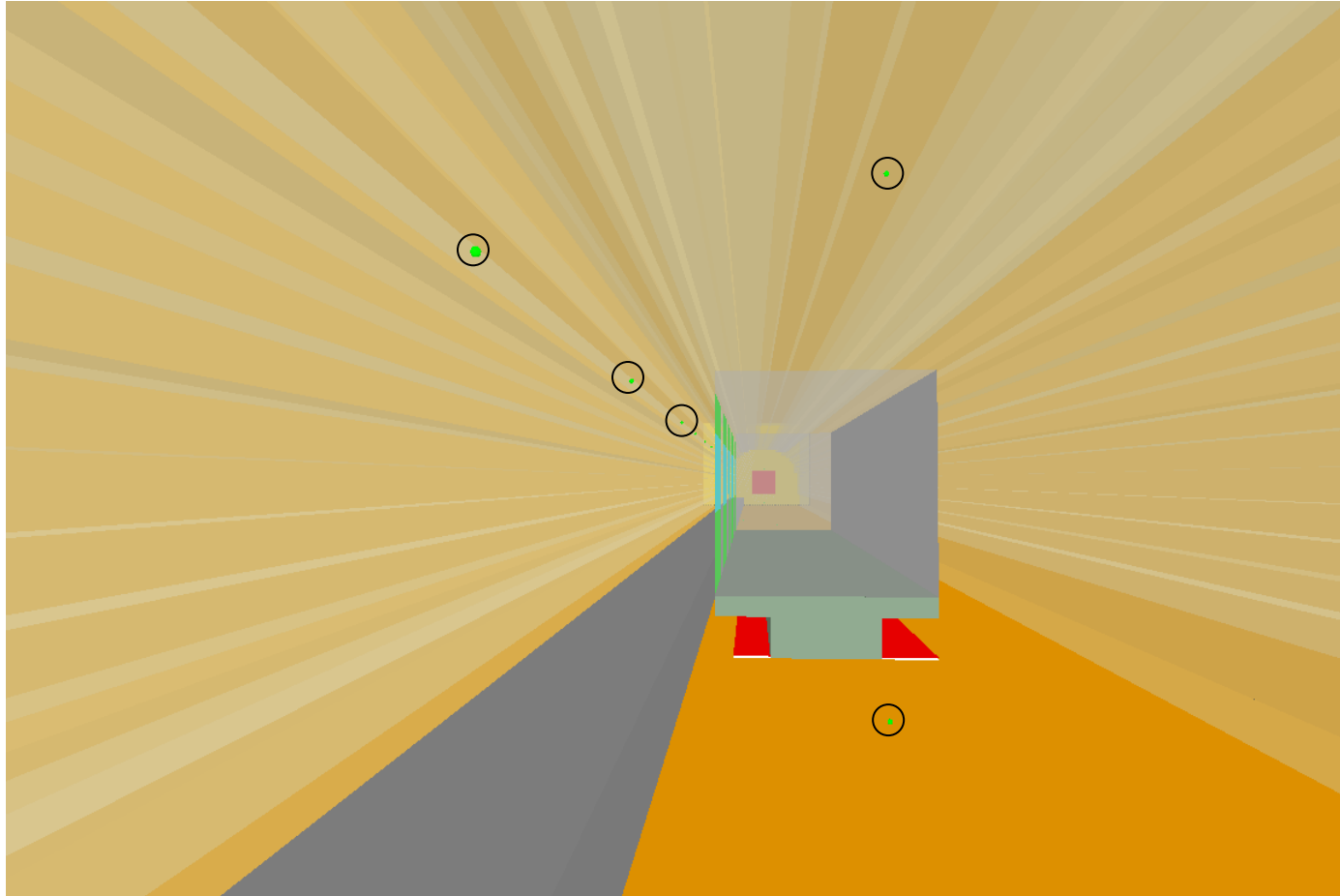
Il progetto dell'esperimento

Lo sforzo progettuale è volto a garantire:

- Sicurezza ed attendibilità dei dati;
 - ✓ I dati vengono rilevati, trasmessi e custoditi nel modo più sicuro;
 - ✓ Tutte le sonde sono state certificate e calibrate sia in laboratorio che nei test di sistema effettuati in campo.



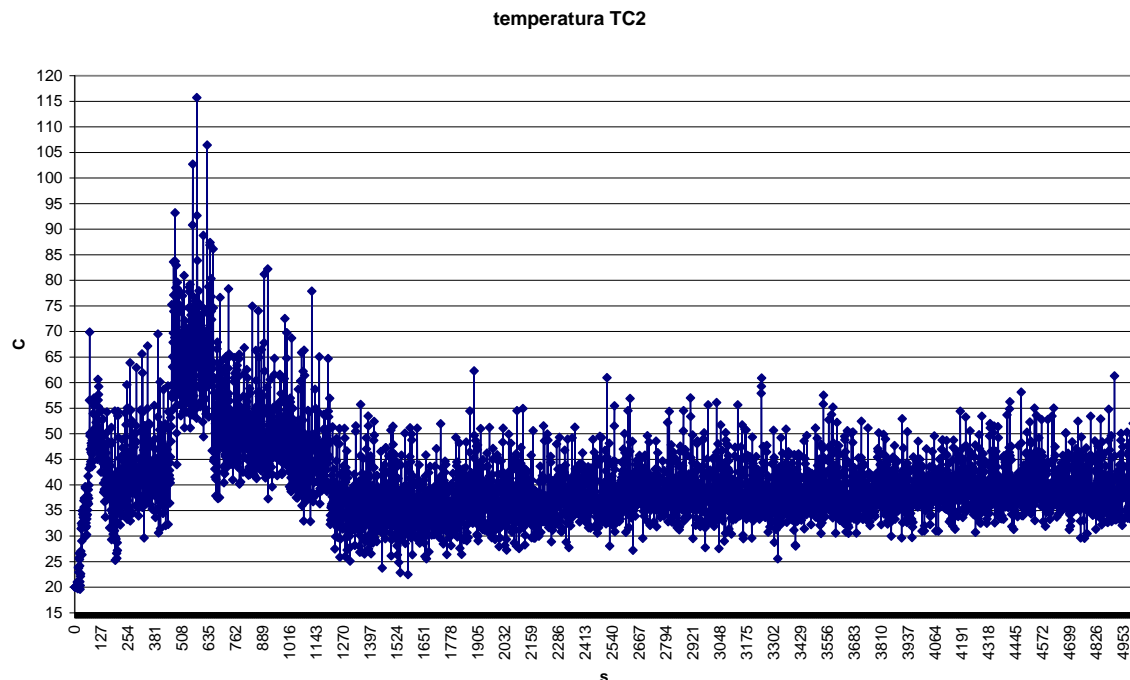
Esempio di posizionamento di sensori di temperatura, velocità dell'aria, etc.



Temperature massime risultanti dalla simulazione

I picchi di temperatura calcolati per ogni “telecamera virtuale” sono riportati nella seguente tabella:

TC	°C max
1	64
2	116
3	76
4	61
5	21
6	36
7	20
8	20
9	20
10	20
11	42
12	50
13	37
14	43
15	37
16	55
17	42
18	20
19	20
20	20
21	32
22	50
23	43
24	29
25	36



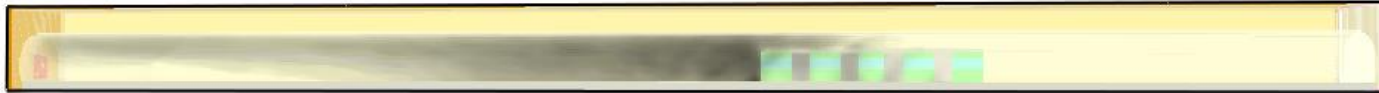
Visibilità risultante dalla simulazione (1/3)

Tabella che evidenzia le distanze minime calcolate per i sensori (Luxmetri) di visibilità.

Lx	distanza min [m]
1	12
2	12
3	20
4	23
5	30
6	25
7	30
8	30
9	30
10	30
11	29
12	13
13	25
14	14
15	28
16	15
17	19
18	30
19	30
20	30
21	30
22	16
23	18
24	25
25	17

Visibilità risultante dalla simulazione (2/3)

VERSO DELL'ARIA



DISTRIBUZIONE DEI FUMI PER T=60 SEC



DISTRIBUZIONE DEI FUMI PER T = 200 SEC



DISTRIBUZIONE DEI FUMI PER T=450 SEC

Visibilità risultante dalla simulazione (3/3)

VERSO DELL'ARIA



DISTRIBUZIONE DEI FUMI PER T=650 SEC



DISTRIBUZIONE DEI FUMI PER T= 1250 SEC



DISTRIBUZIONE DEI FUMI PER T=5000 SEC

ESPERIMENTO INCENDIO

- INNESCO NATURALE -

Condizioni ambientali prima della prova

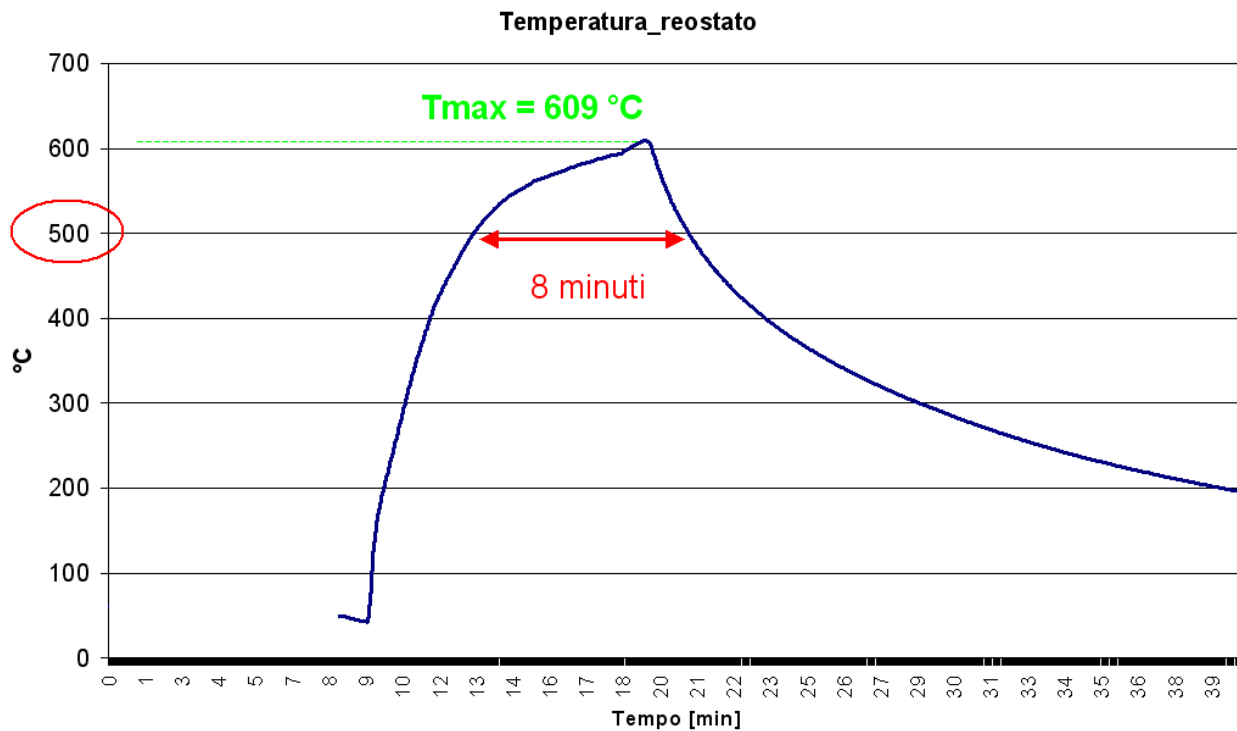
Ore 14:15

Parametro	N1	N2	N3	S1	S2
T _{amb} [°C]	21.8	21.8	21.8	22.0	21.5
P _{amb} [hPa]	1013	1013	1013	1013	1013
UR [%]	51.5	53.0	54.5	55.0	53.0
Vel. aria [m/s]	0÷0.75	0÷0.75	0÷0.60	0÷0.98	0÷0.85

Test plan

Tempo	Descrizione evento
15:30:00	Inizio procedura d'incendio
17:03:50	Inizio registrazione
17:13:30	Accensione bruciatore
17:14:55	Nuova accensione bruciatore
17:19:42	Inizio count-down
17:23:00	Spengimento bruciatore
17:25:52	TC196 scesa sotto i 500 °C
17:39:42	Termine prova
17:51:00	Lavaggio galleria
18:00:00	Fine lavaggio

- INNESCO NATURALE -



All'interno della carrozza non è stato riscontrato nessuna variazione dei parametri ambientali .

- INNESCO NATURALE -

ESPERIMENTO INCENDIO

-INNESCO FORZATO-

ESPERIMENTO D'INCENDIO DI UNA CASSA DEL VEICOLO
DELLA LINEA C DELLA METROPOLITANA DI ROMA



Condizioni ambientali prima della prova

Data 28/10/2009 Ore 13:30

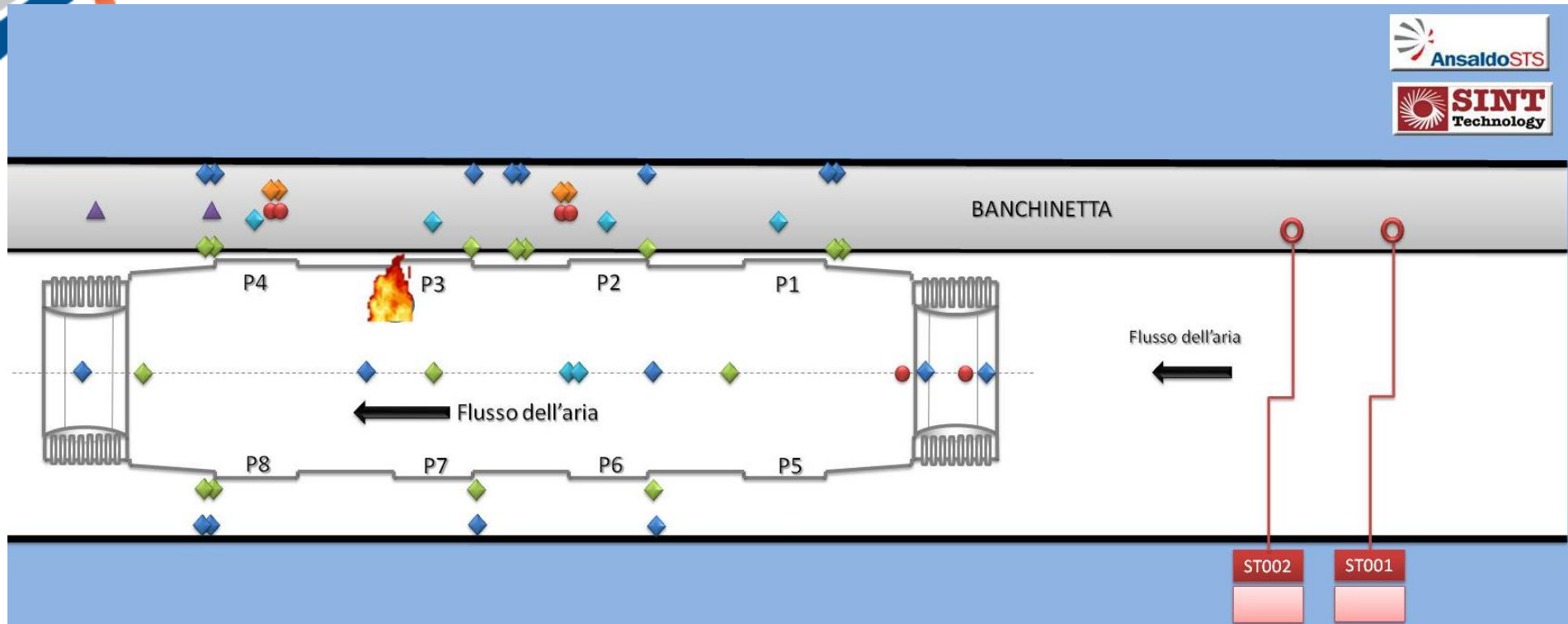
Parametro	N1	N2	N3	S1	S2
T _{amb} [°C]	20.0	19.4	19.2	20.3	20.6
P _{amb} [hPa]	1016	1016	1016	1016	1016
UR [%]	62.0	61.5	60.5	60.5	60.0
Vel. aria [m/s]	0	0	0	0	0

- INNESCO FORZATO -

SEQUENZA ESPERIMENTO

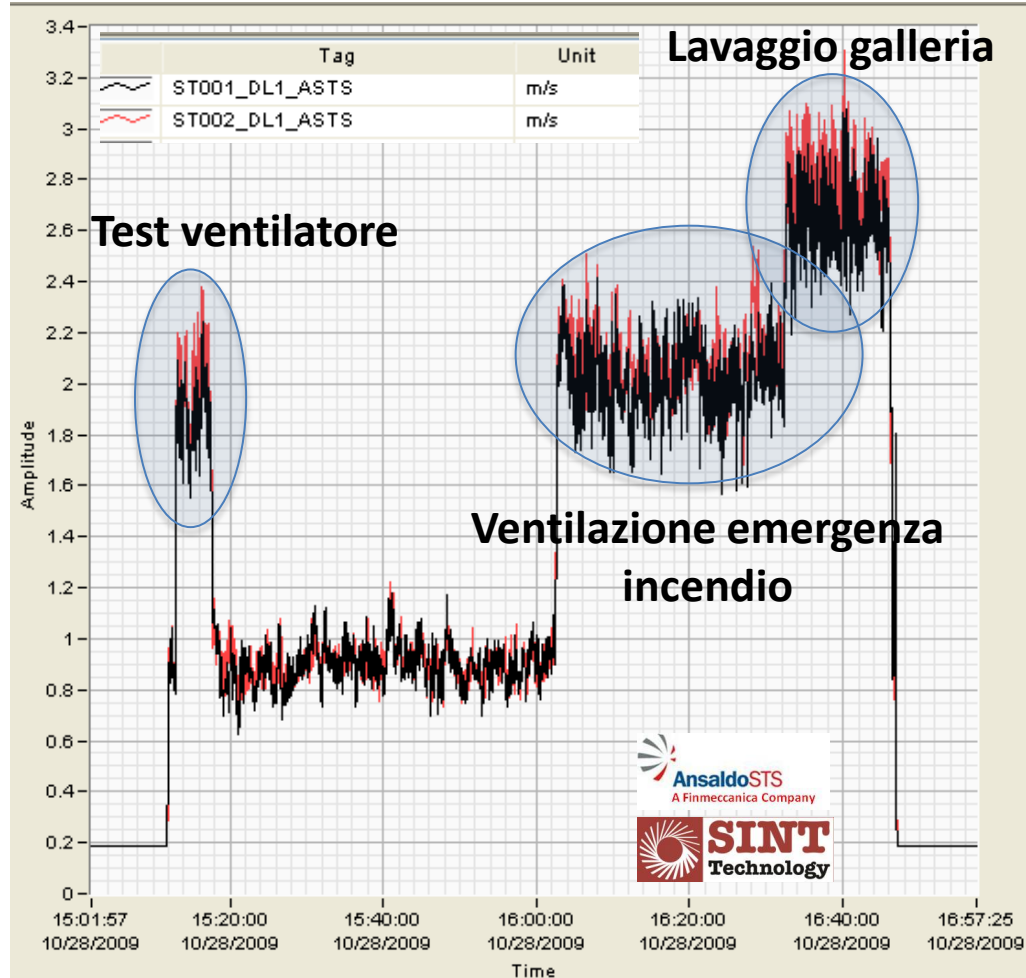
Tempo	Descrizione evento
14:15:00	Inizio procedura incendio
15:19:50	Count-down
15:21:00	Inizio registrazione
15:30:46	Accensione bruciatore 1° stadio
15:52:39	Accensione bruciatore 2° stadio
16:00:24	Fiamma in cassa
16:03:03	Ventilatore in emergenza (2.1 m/s)
16:01:27	Spegnimento bruciatore
16:28:05	Fiamma autocombustione spenta
16:30:51	Termine prova
16:32:08	Inizio lavaggio galleria
16:45:00	Fine lavaggio galleria

- INNESCO FORZATO -



- INNESCO FORZATO -

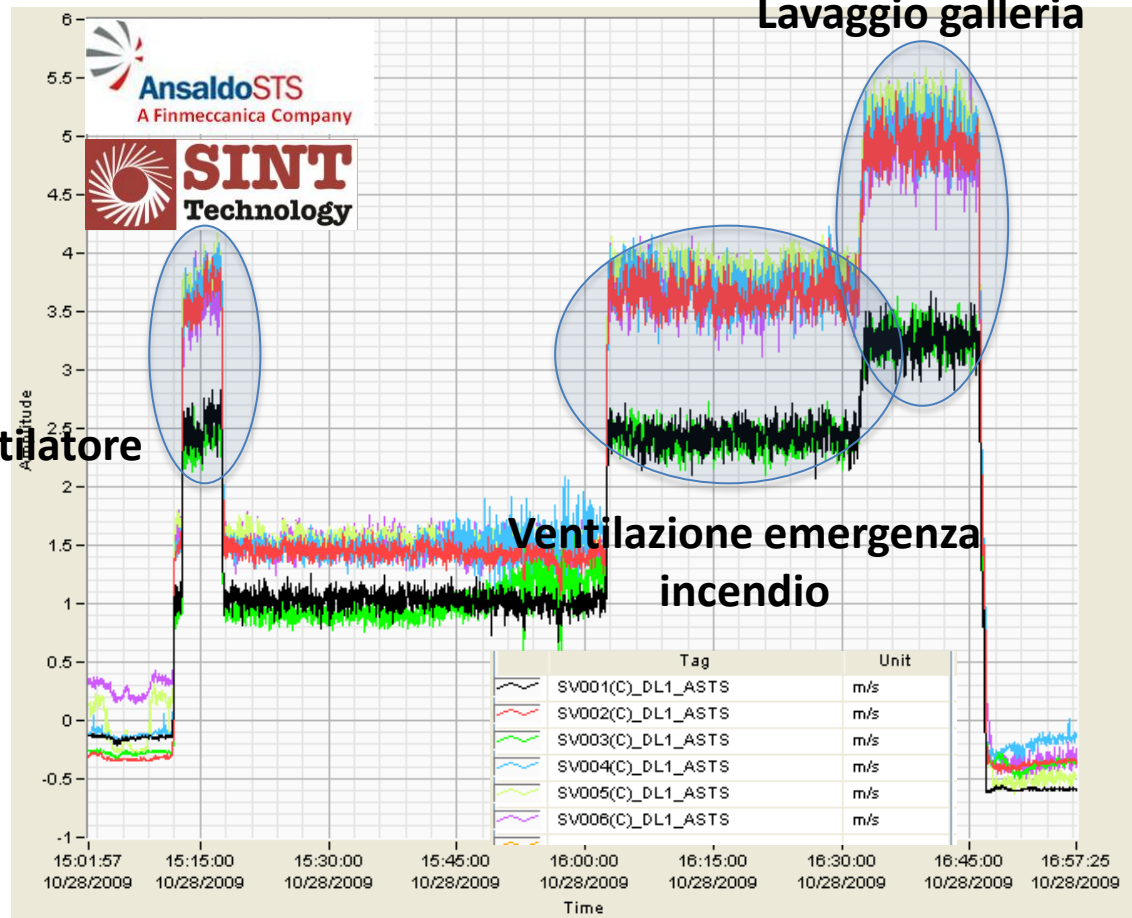
Turbinette



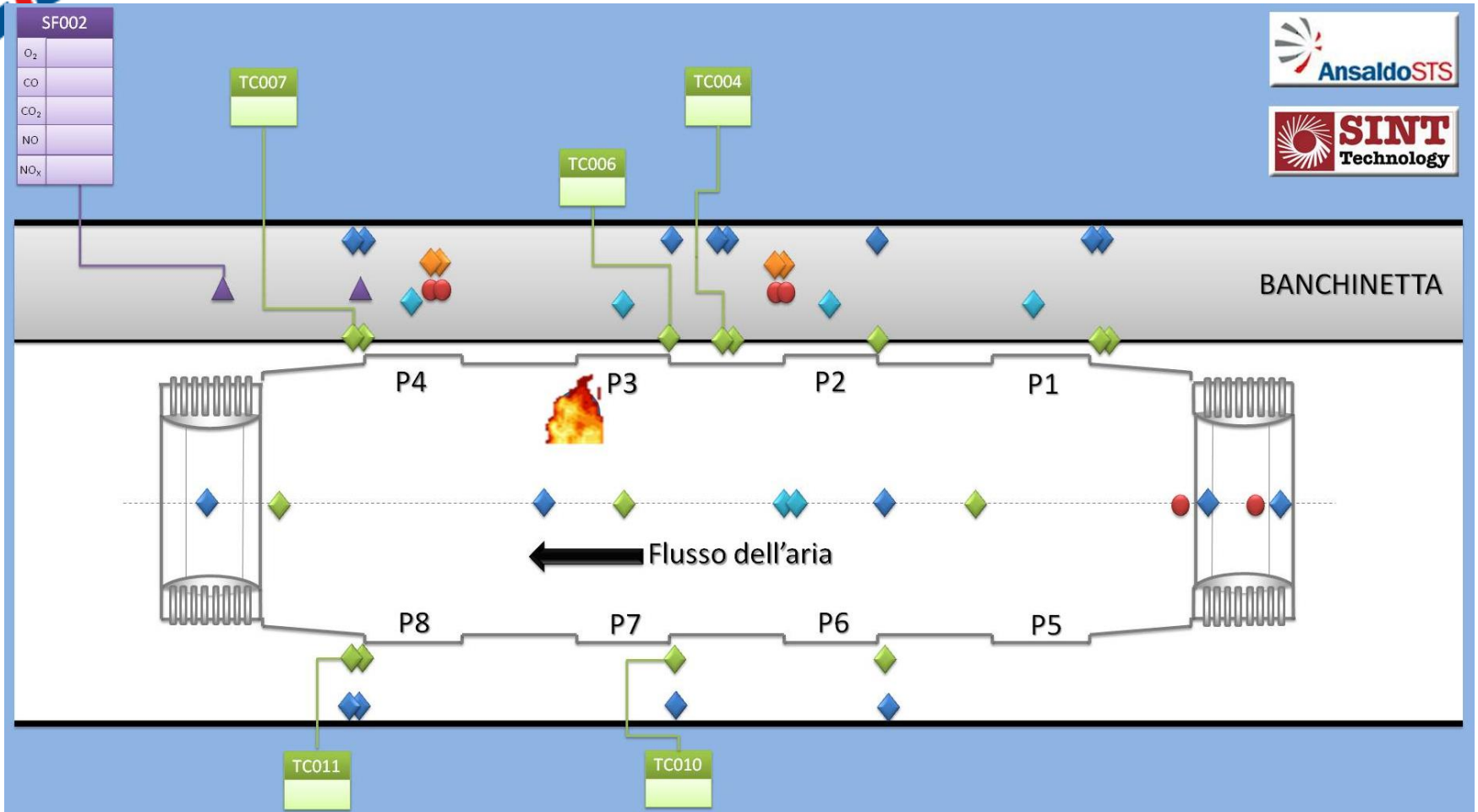
- INNESCO FORZATO -

Sonde bidirezionali

Test ventilatore

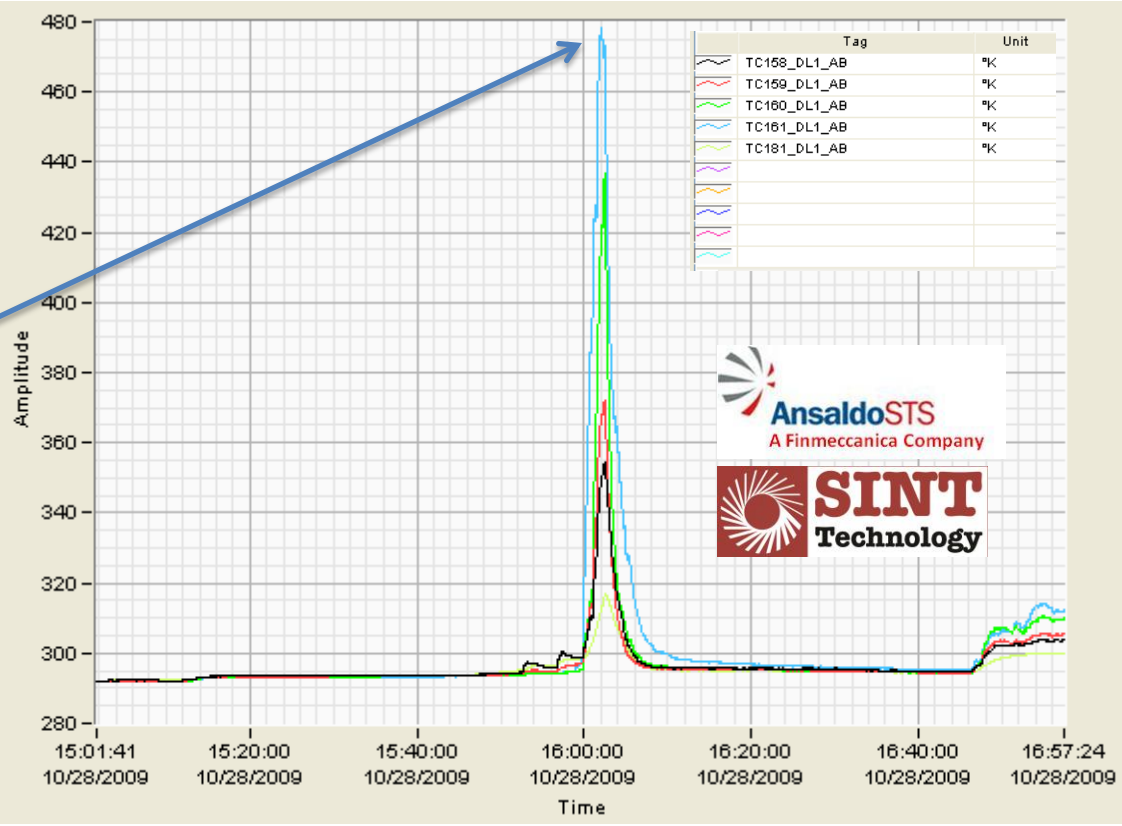


- INNESCO FORZATO -



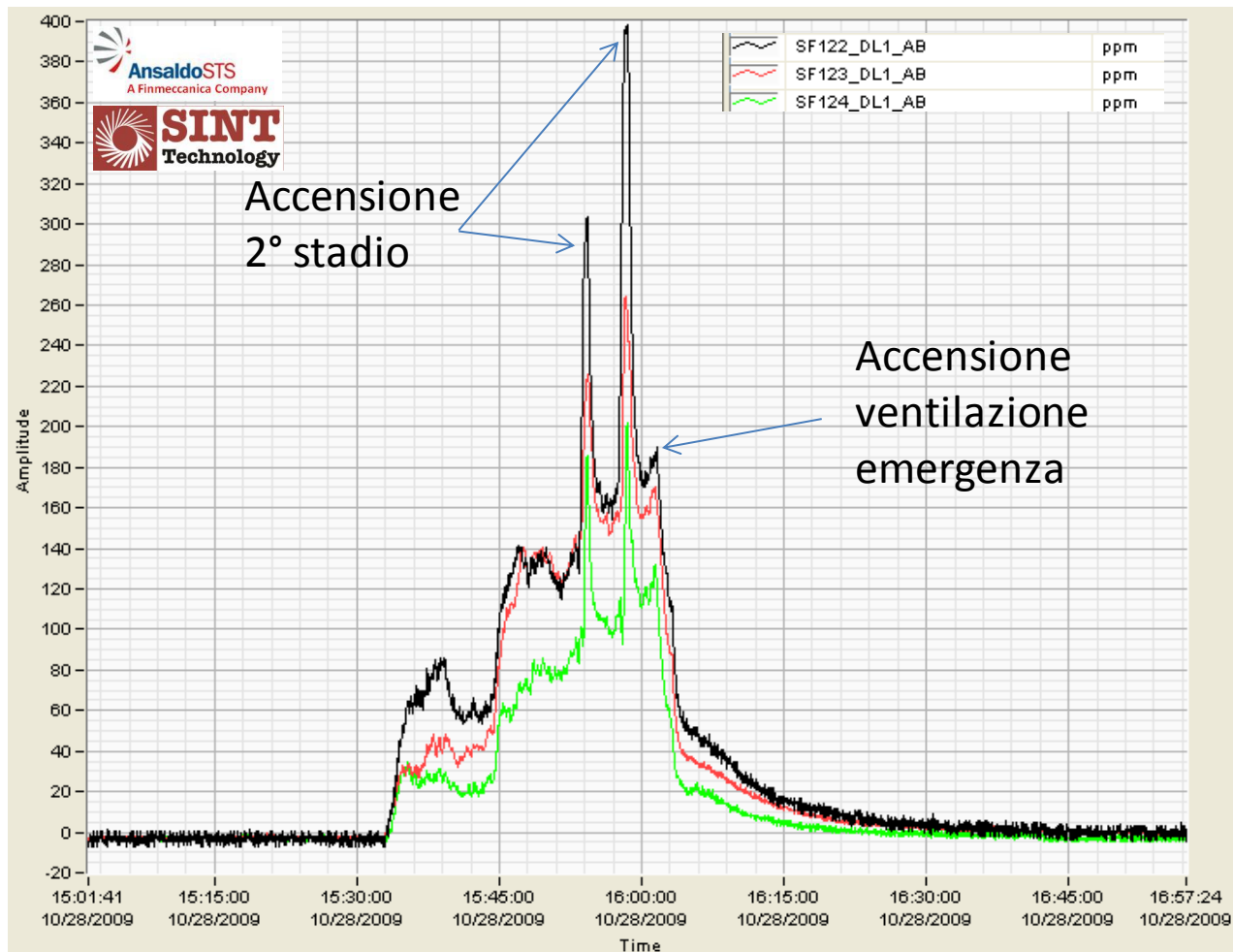
- INNESCO FORZATO -

**Termocoppie
carrozza**



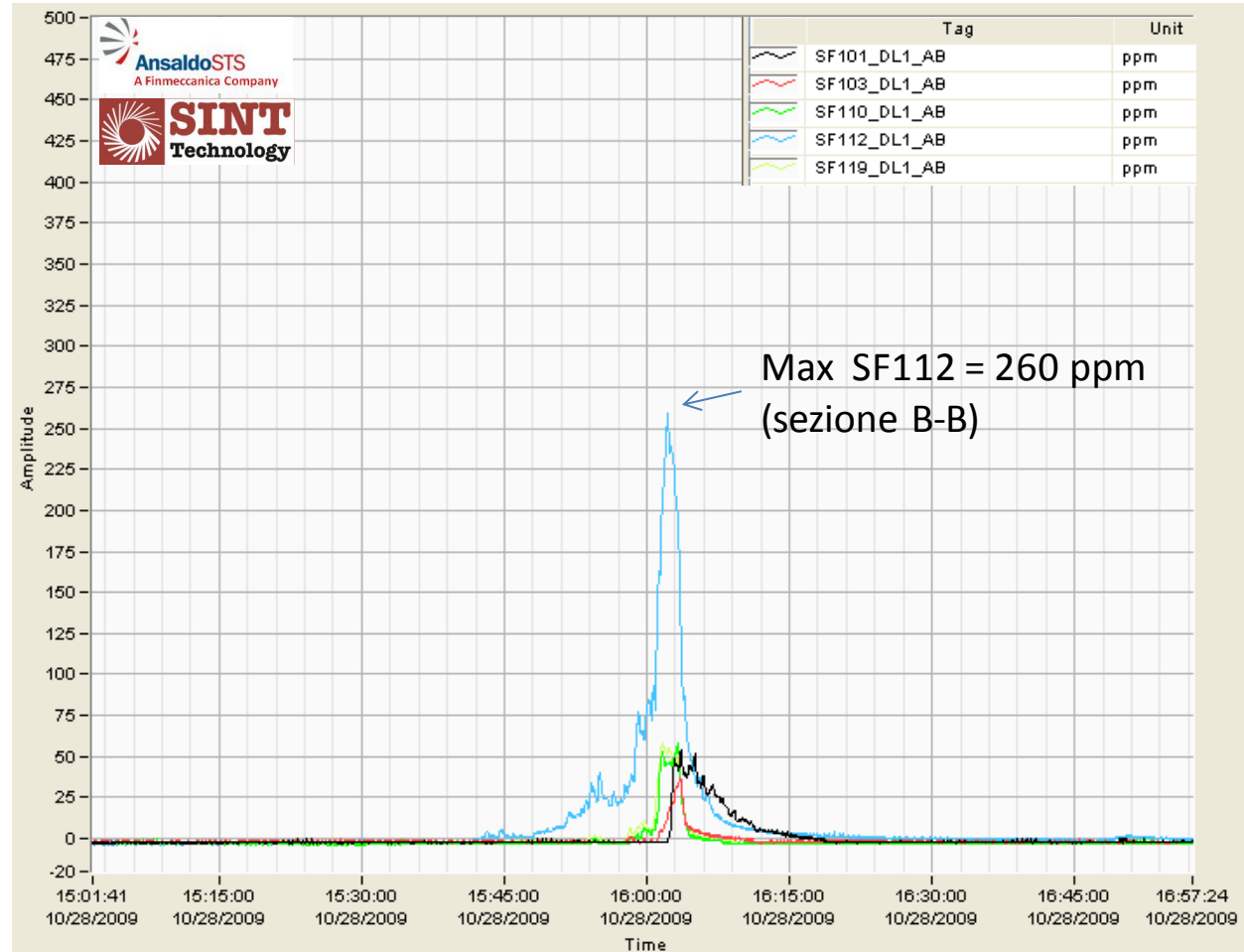
- INNESCO FORZATO -

**Monossido di carbonio
- Galleria -**

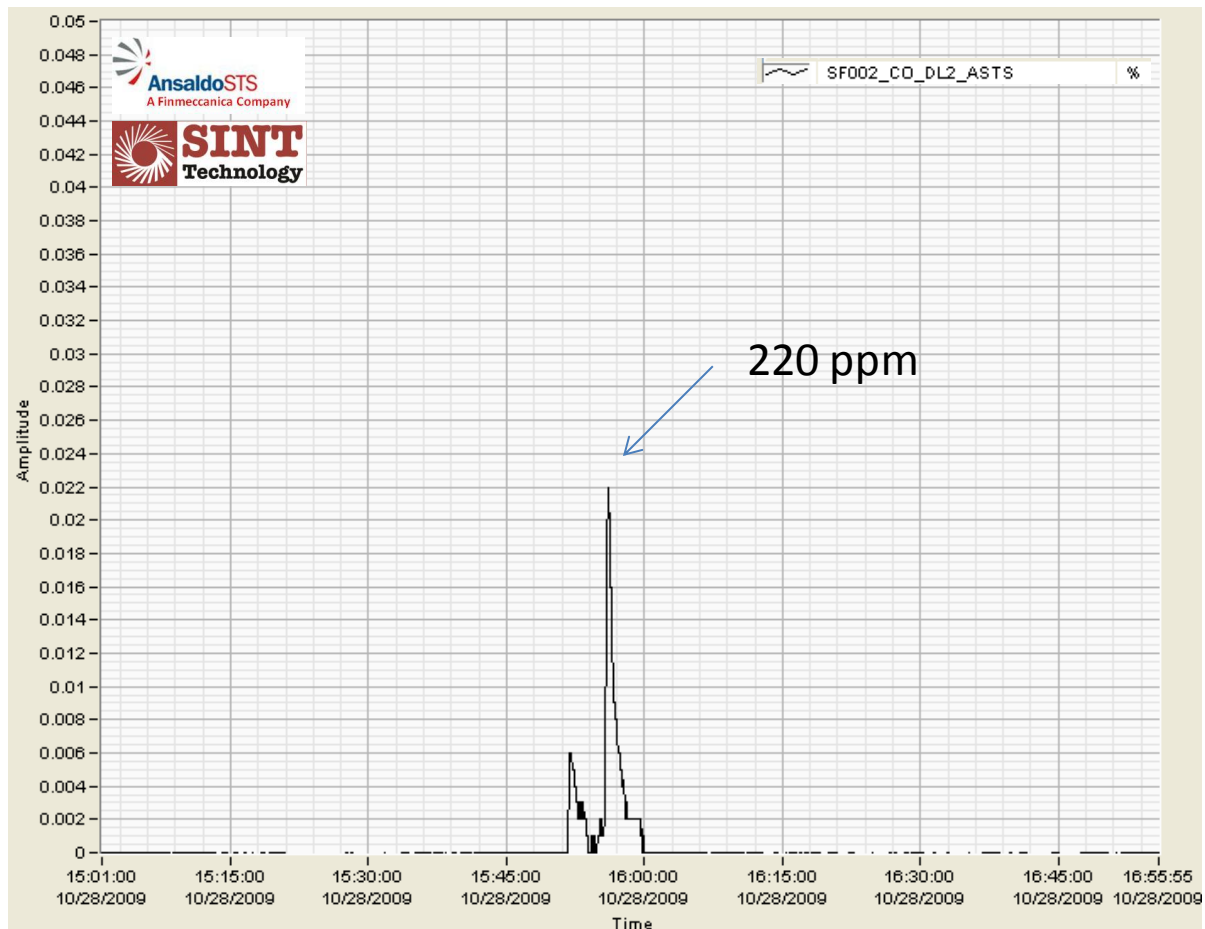


- INNESCO FORZATO -

**Monossido di carbonio
- Carrozza-**

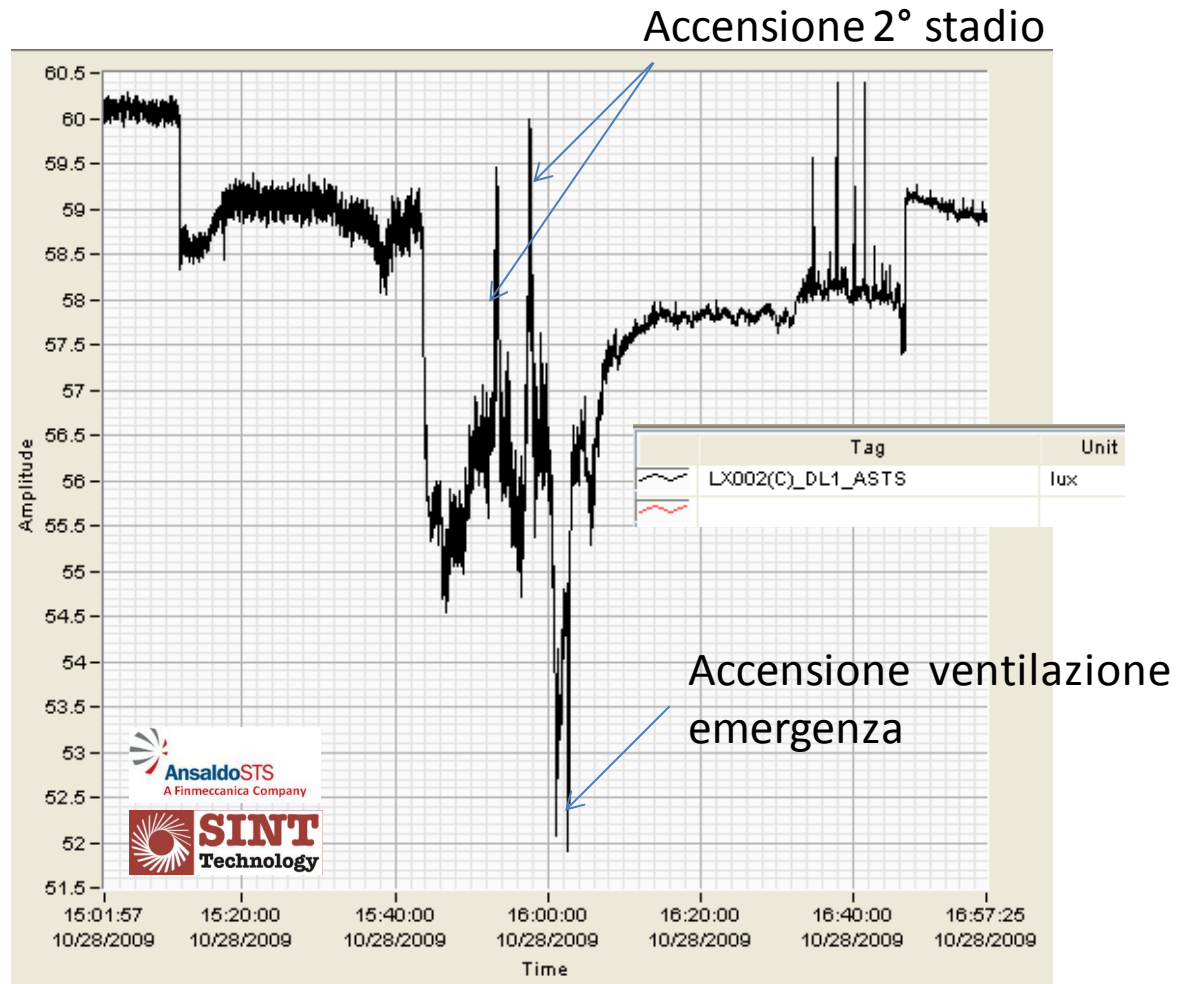


**Monossido di carbonio
- Banchinetta -**



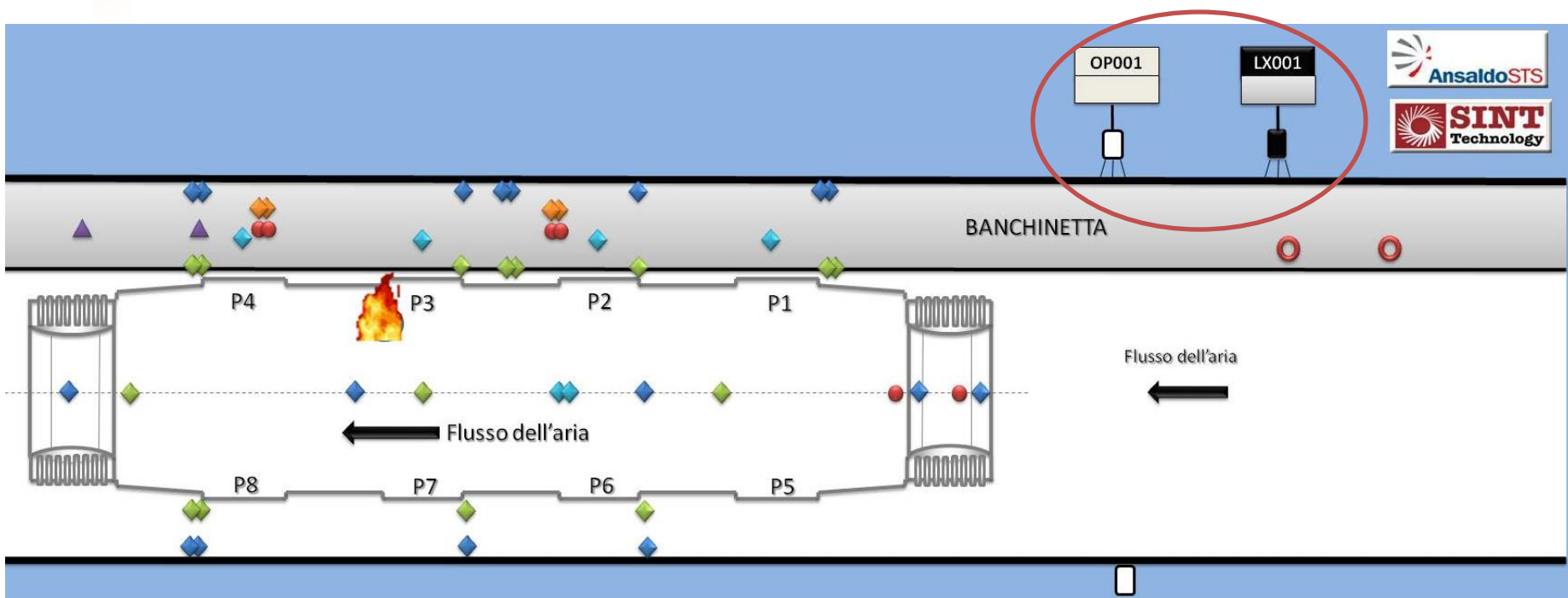
- INNESCO FORZATO -

Luxmetro



- INNESCO FORZATO -

Sulla banchinetta, non sono state rilevate variazioni di illuminamento (luxmetro LX001) e di visibilità (OP001 → trasmittanza 100%), legati all'evoluzione dell'incendio .

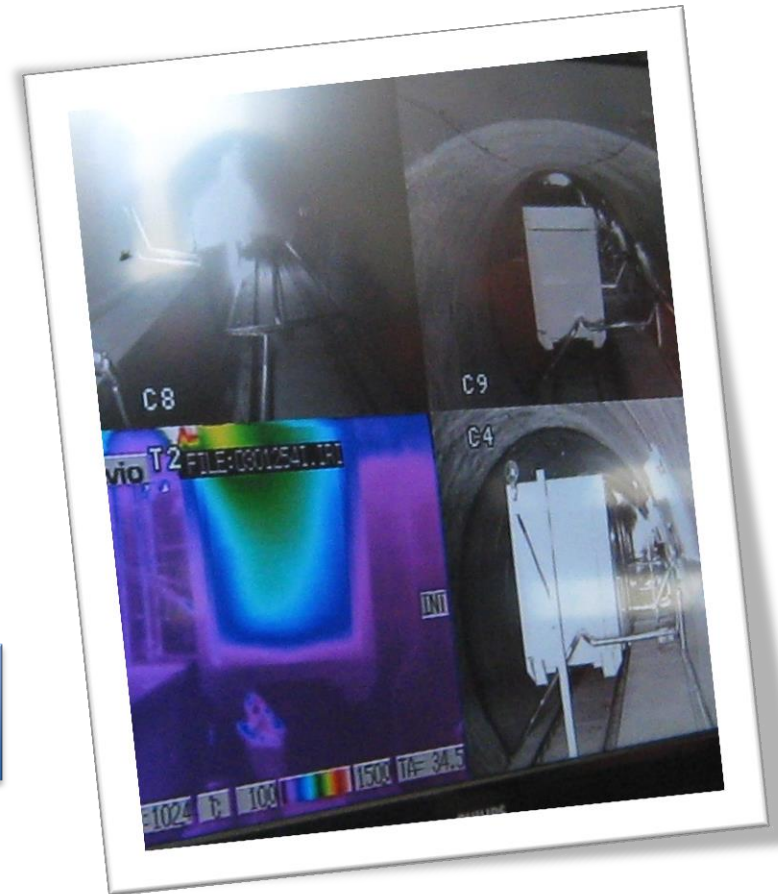


- INNESCO FORZATO -

ESPERIMENTO INCENDIO

-INNESCO DOLOSO

ESPERIMENTO D'INCENDIO DI UNA CASSA DEL VEICOLO
DELLA LINEA C DELLA METROPOLITANA DI ROMA



Condizioni ambientali prima della prova

Data 30/10/2009 Ore 09:30

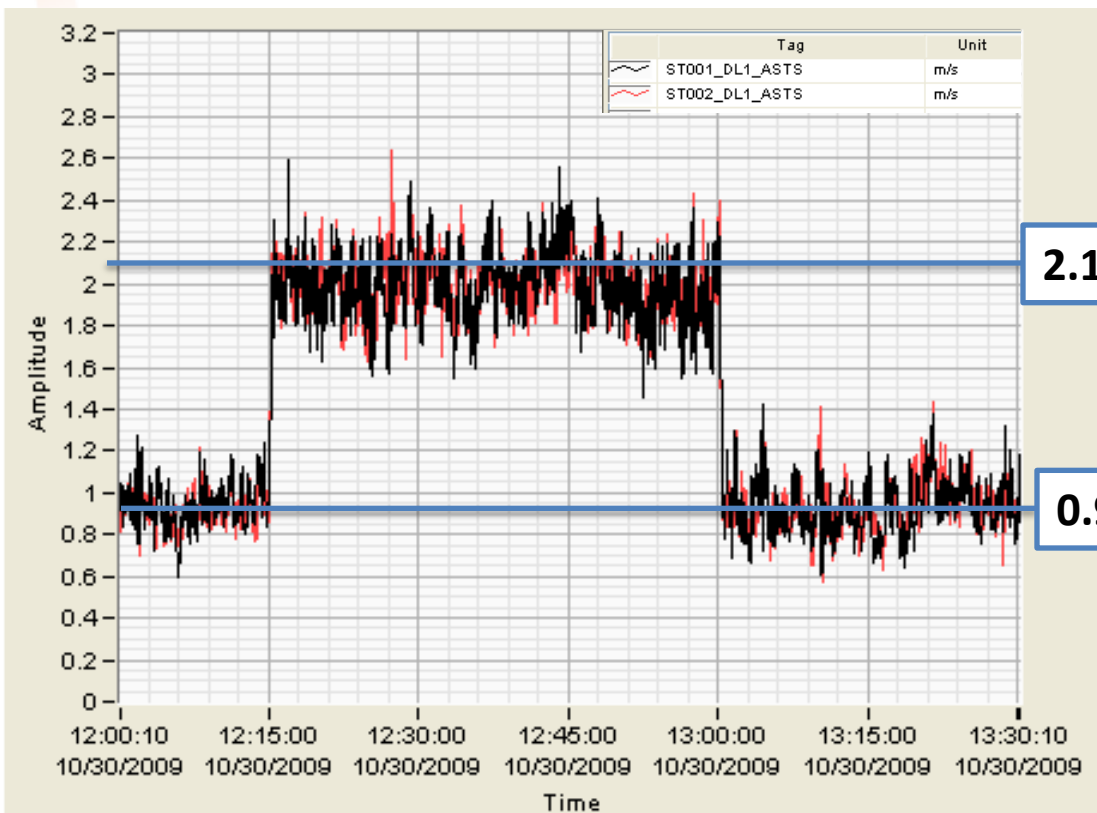
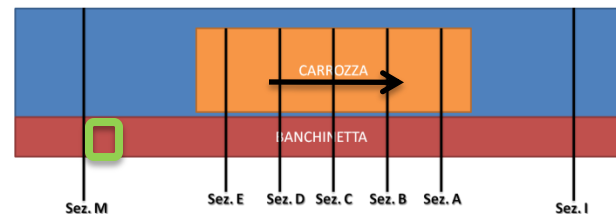
Parametro	N1	N2	N3	S1	S2
T_{amb} [°C]	11.2	11.9	11.9	11.8	12.4
P_{amb} [hPa]	1017	1017	1017	1017	1017
UR [%]	81.4	80	79.7	81	80.5
Vel. aria [m/s]	0÷0.8	0÷0.7	0÷0.6	0	0

SEQUENZA ESPERIMENTO

Tempo	Descrizione evento
10:57:00	Inizio procedura incendio
11:09:00	Boot-strap sistemi acquisizione
11:52:00	Passo 3A procedura di prova
12:06:56	Inizio registrazione
12:12:33	Innesco doloso
12:15:06	Attivazione ventilatore emergenza
13:00:15	Riduzione velocità ventilatore (da 2.1 a 0.9 m/s)
13:51:07	Inizio lavaggio
13:59:00	Fine lavaggio

- INNESCO DOLOSO -

Turbinette

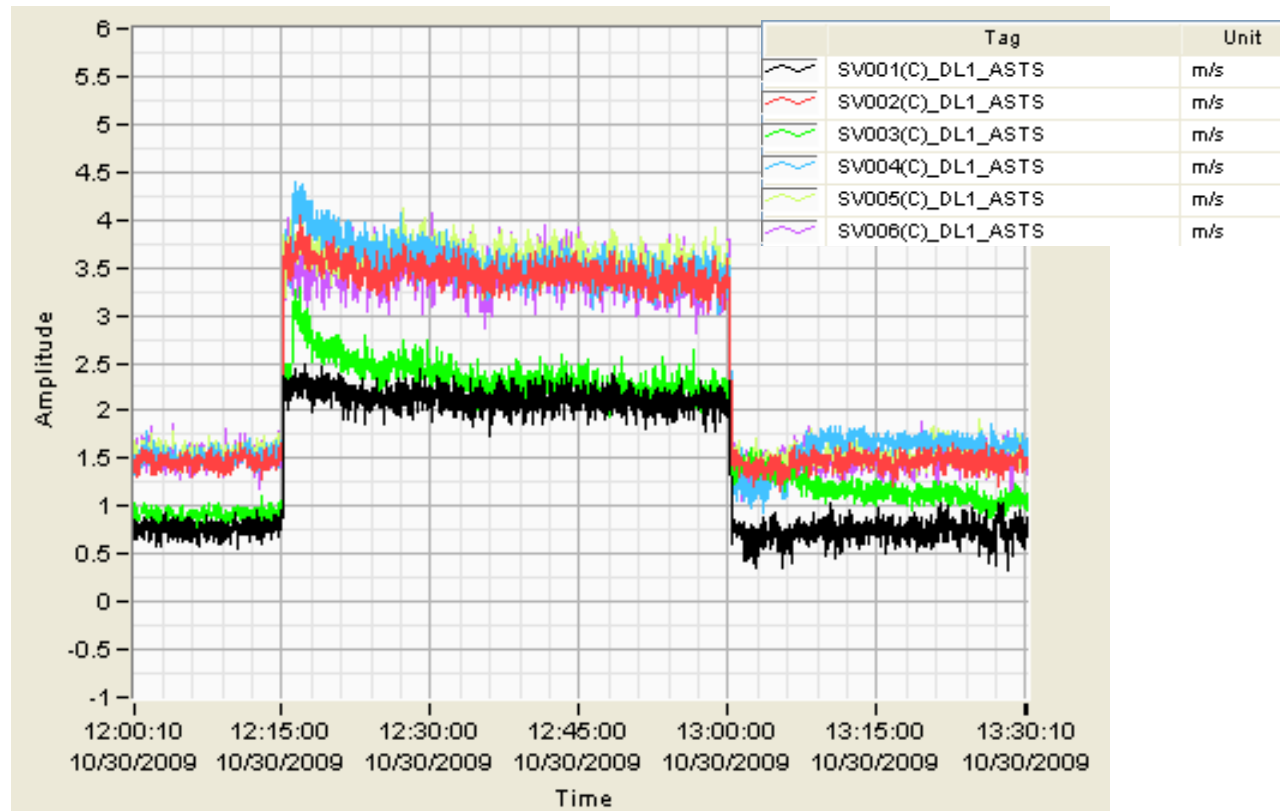
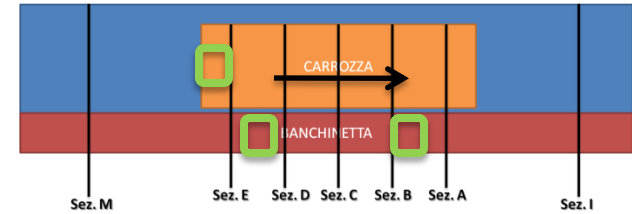


2.1 m/s Ventilatore in emergenza

0.9 m/s Ventilatore a regime

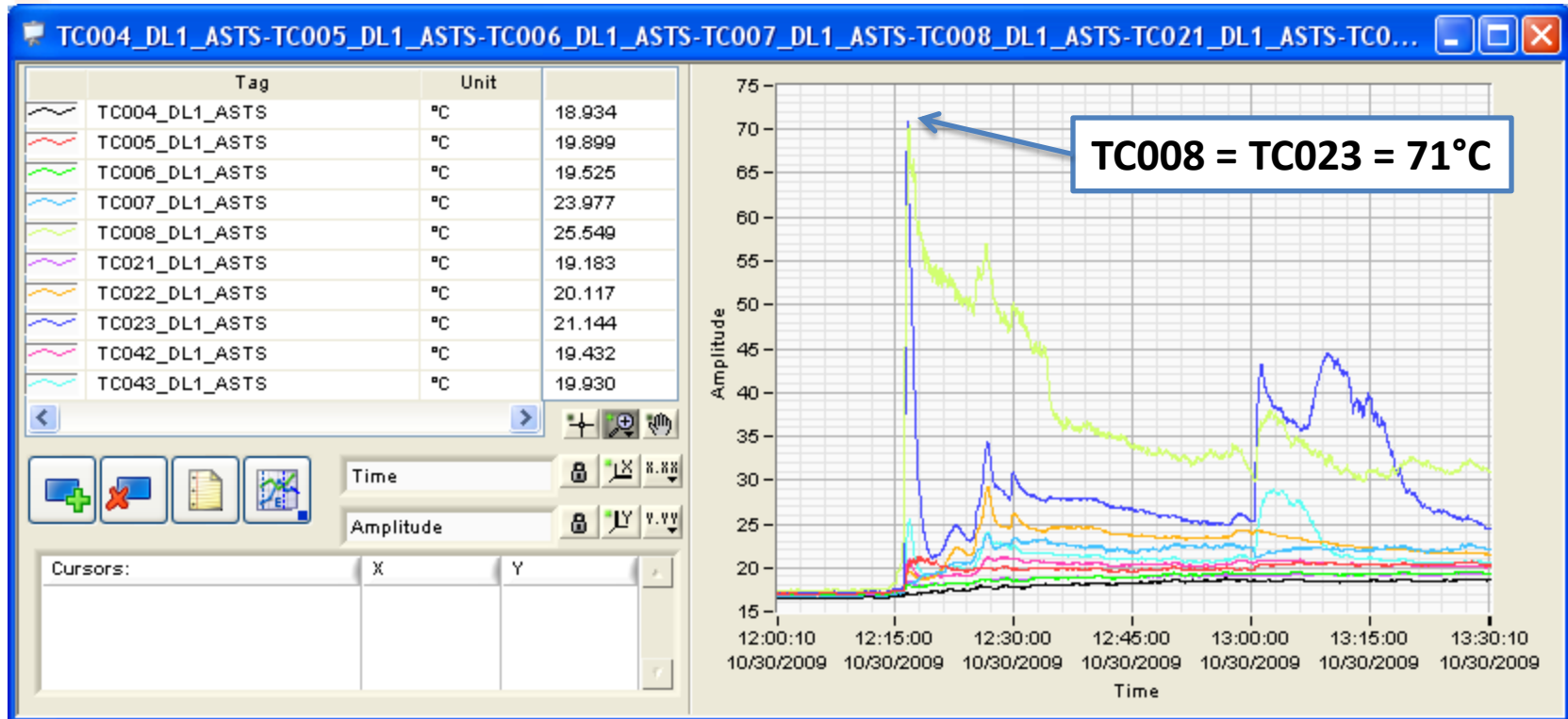
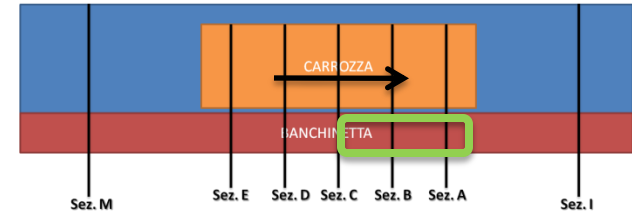
- INNESCO DOLOSO -

Sonde bidirezionali



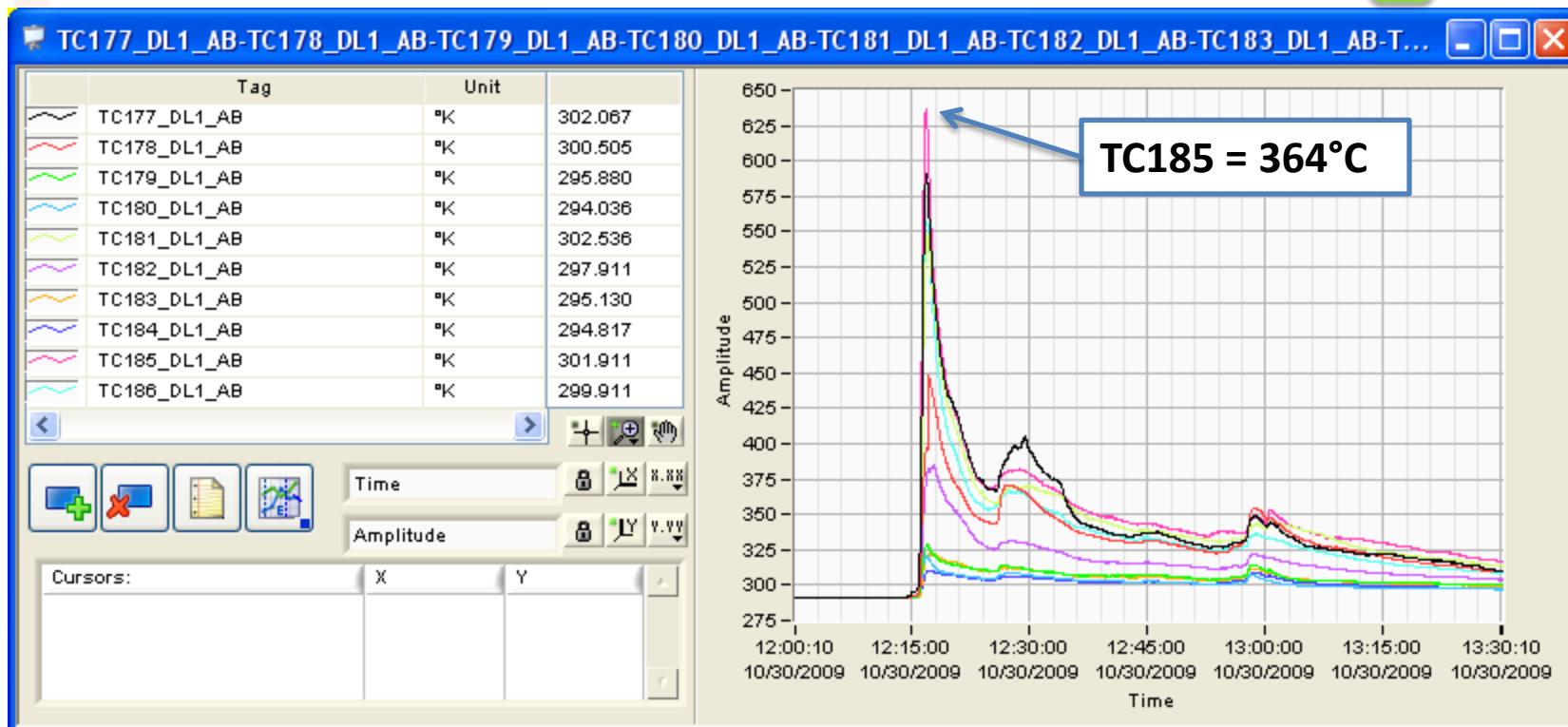
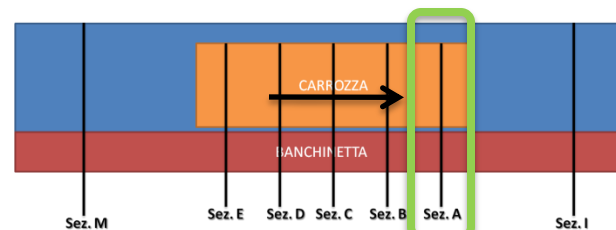
- INNESCO DOLOSO -

**Termocoppie
banchinetta**

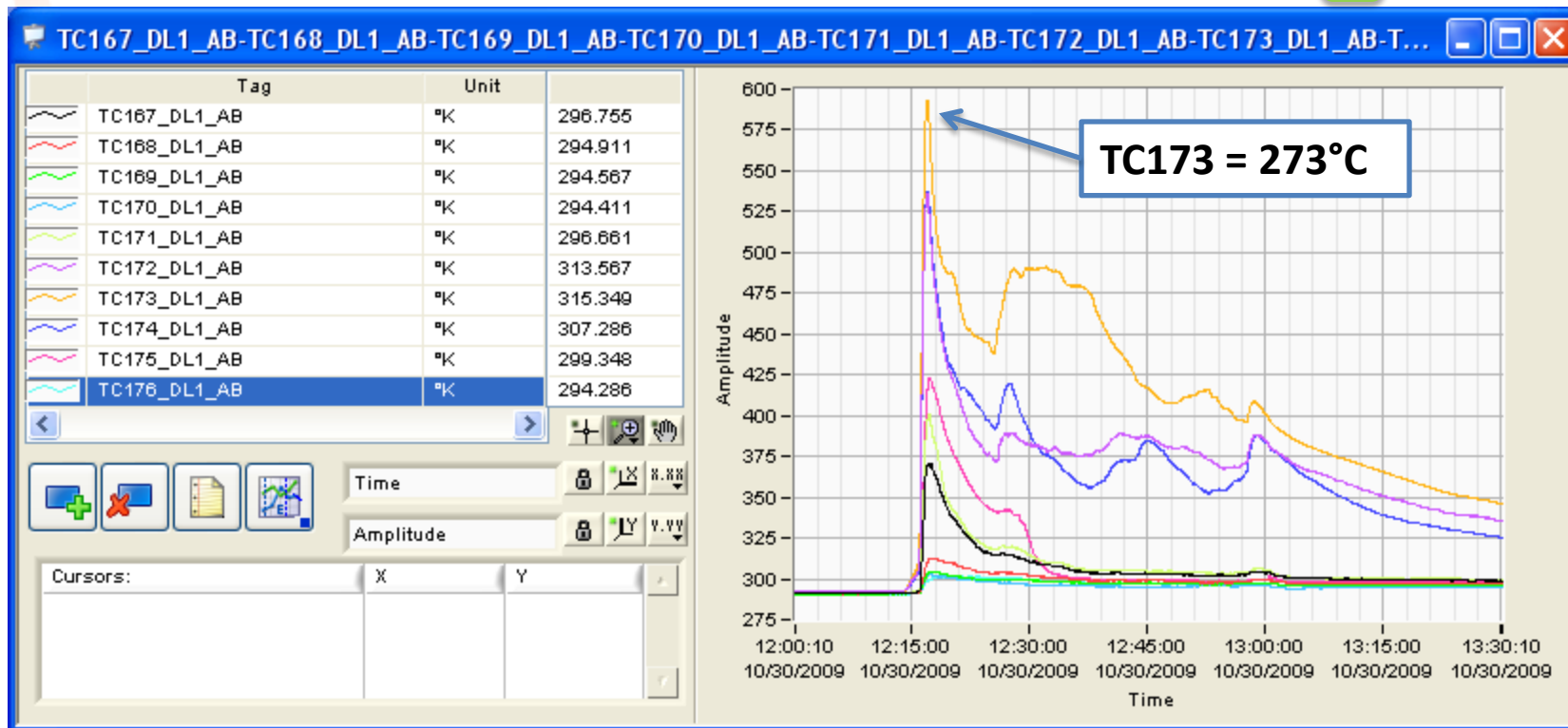
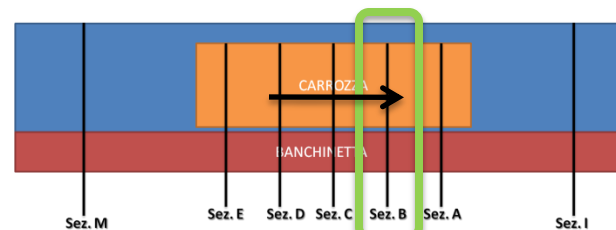


- INNESCO DOLOSO -

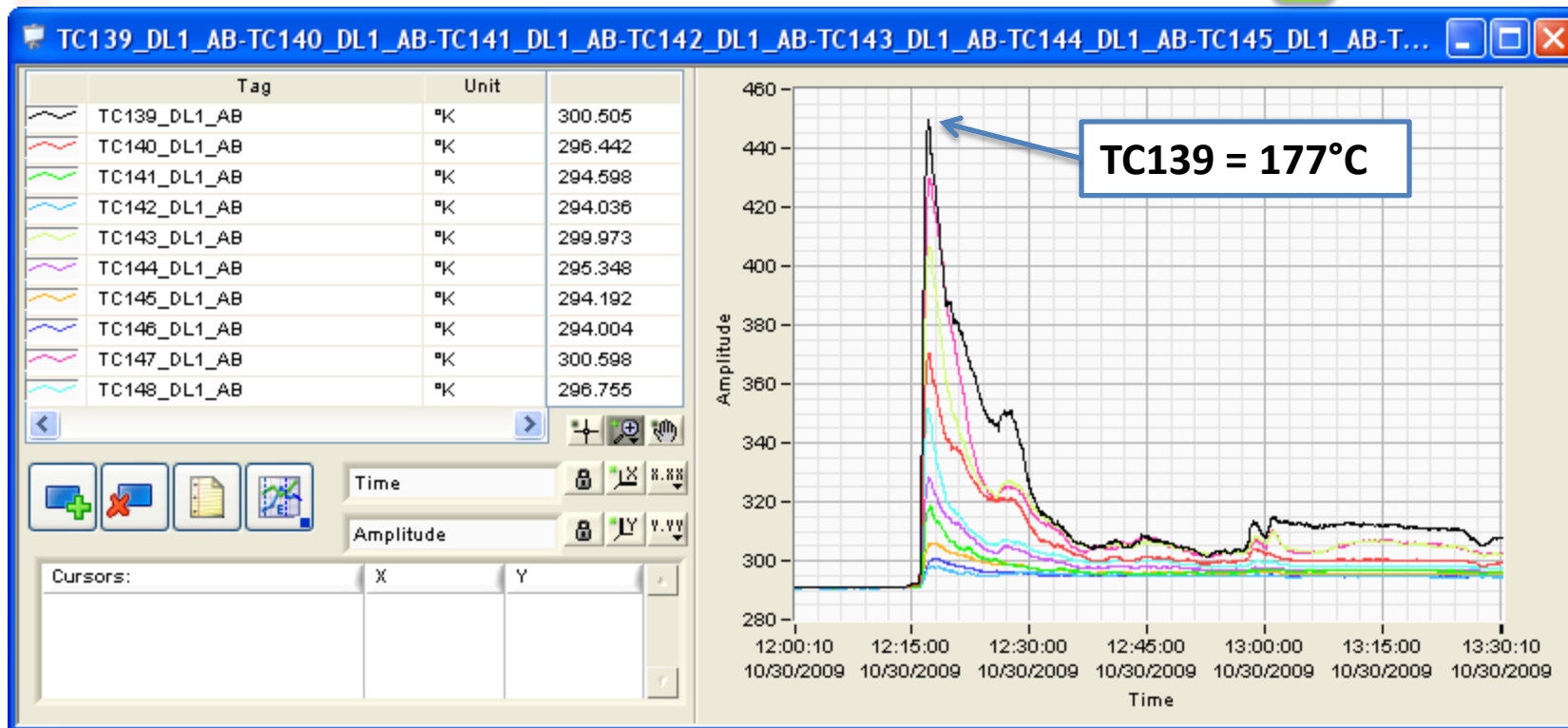
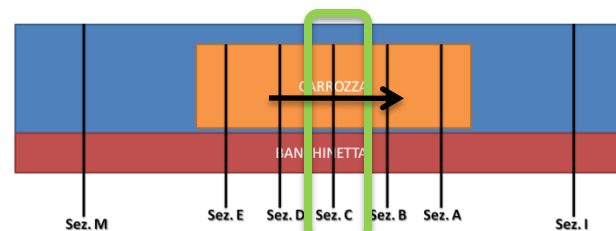
**Termocoppie
carrozza – sez A**



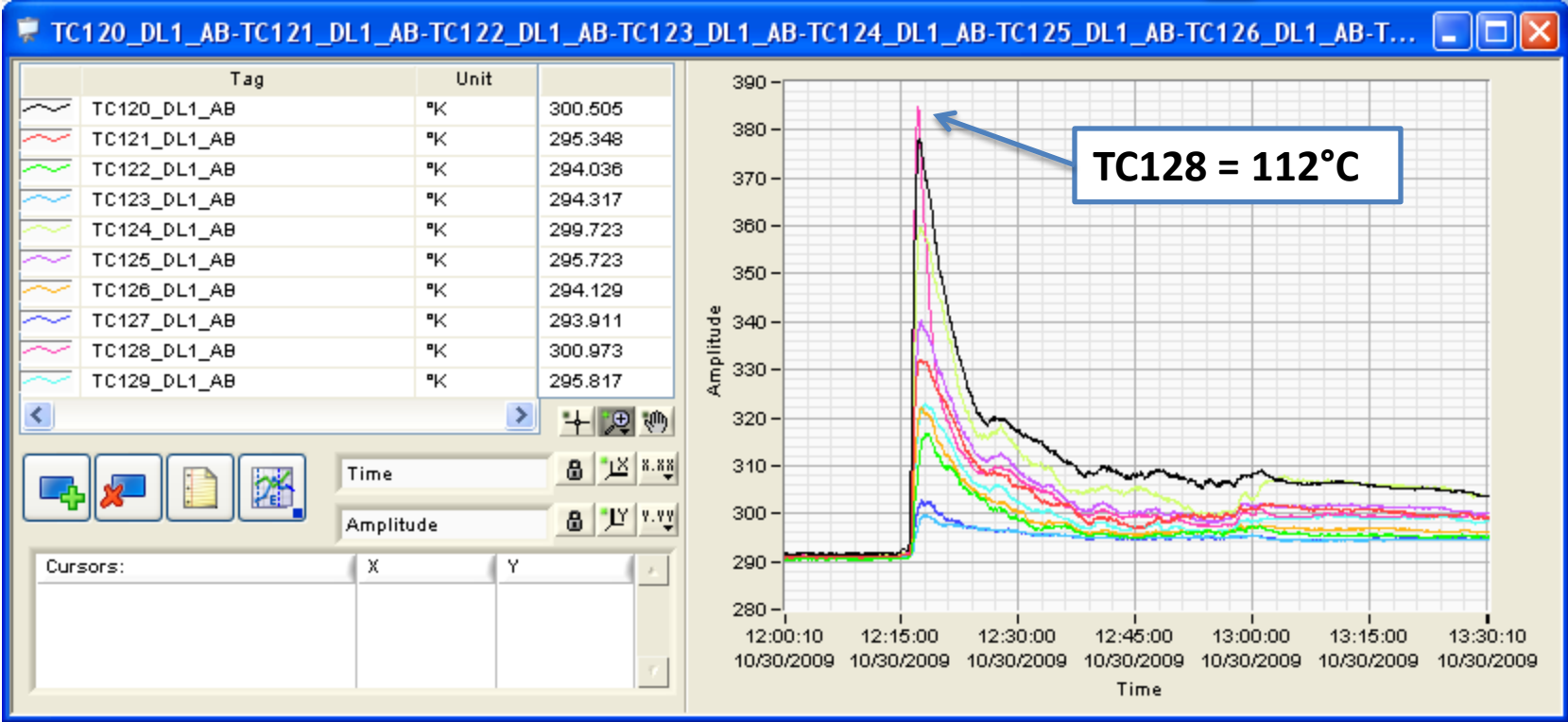
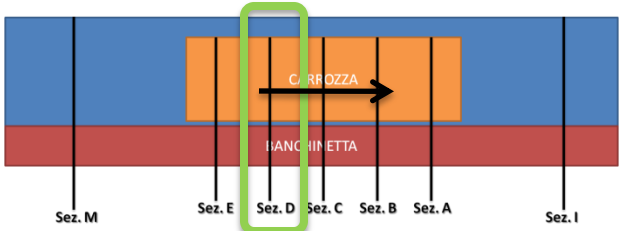
**Termocoppie
carrozza – sez B**



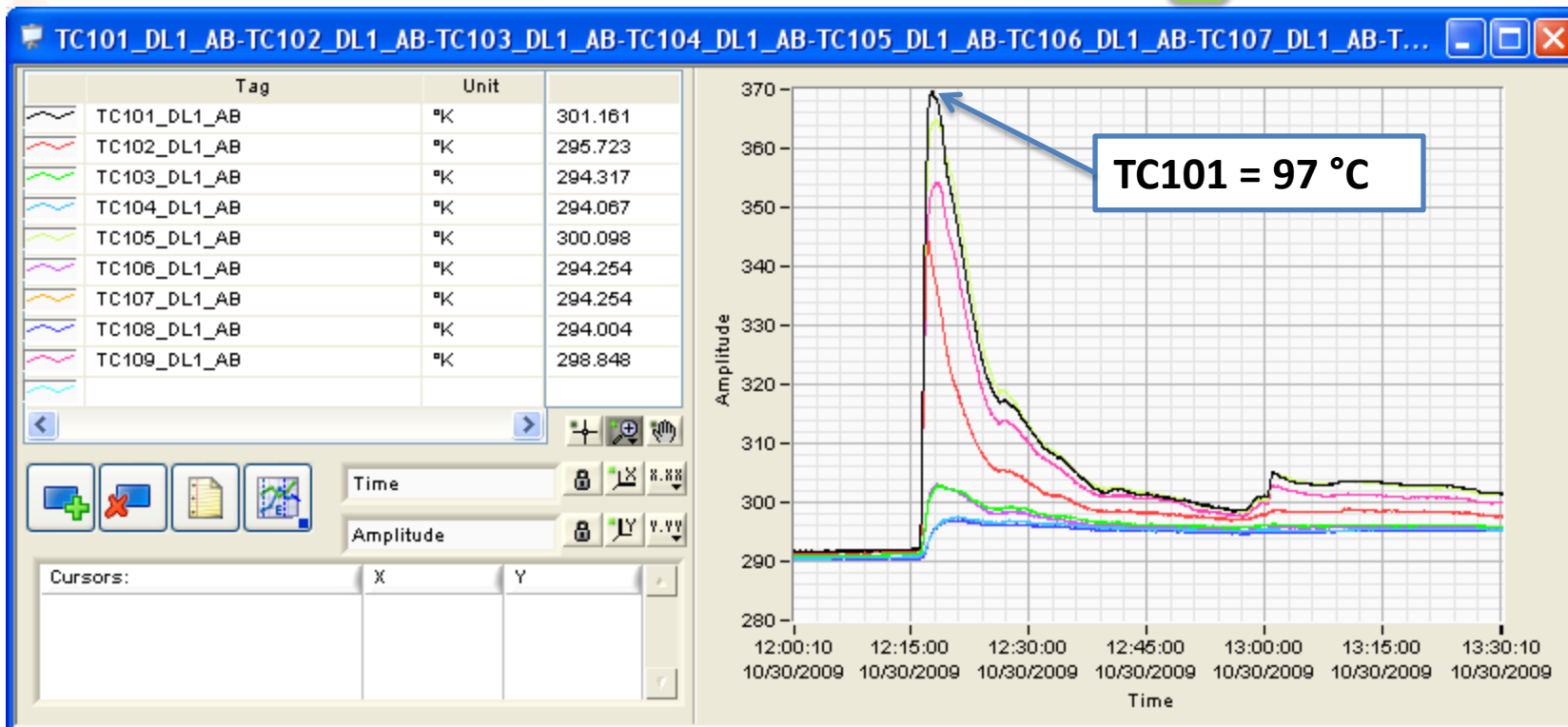
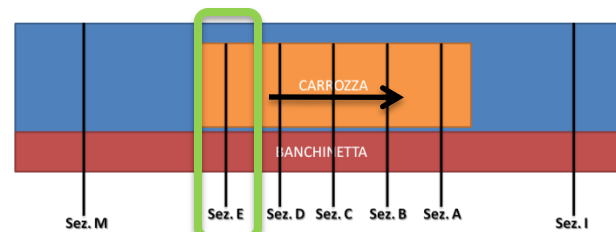
**Termocoppie
carrozza – sez C**



**Termocoppie
carrozza – sez D**

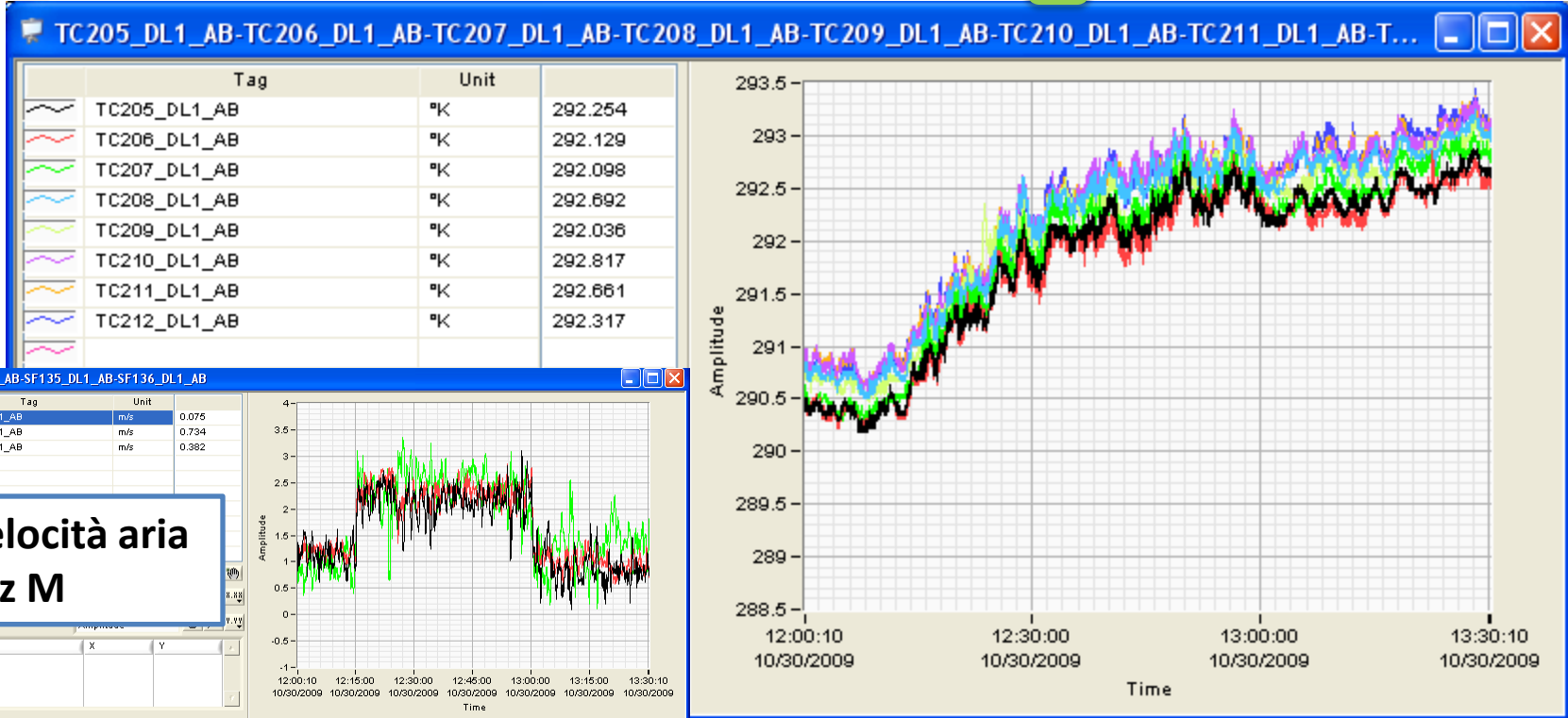
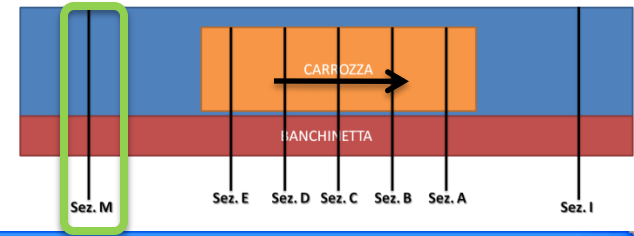


**Termocoppie
carrozza – sez E**



- INNESCO DOLOSO -

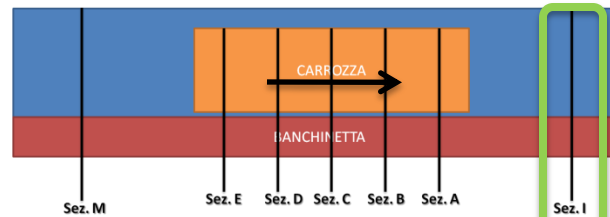
**Termocoppie
galleria – sez M**



**Velocità aria
sez M**

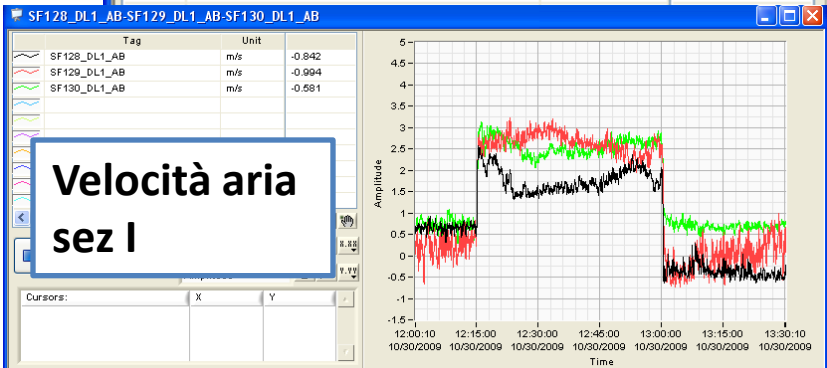
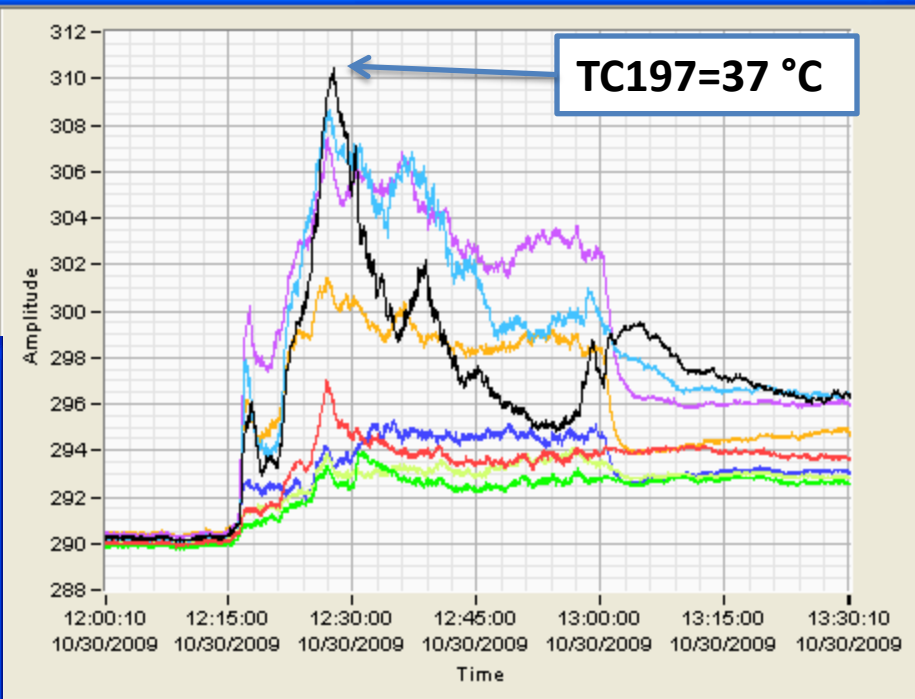
- INNESCO DOLOSO -

**Termocoppie
galleria – sez I**



TC197_DL1_AB-TC198_DL1_AB-TC199_DL1_AB-TC200_DL1_AB-TC201_DL1_AB-TC202_DL1_AB-TC203_DL1_AB-T...

Tag	Unit	
TC197_DL1_AB	°K	293.192
TC198_DL1_AB	°K	292.348
TC199_DL1_AB	°K	291.786
TC200_DL1_AB	°K	293.129
TC201_DL1_AB	°K	291.942
TC202_DL1_AB	°K	293.317
TC203_DL1_AB	°K	292.536
TC204_DL1_AB	°K	292.129

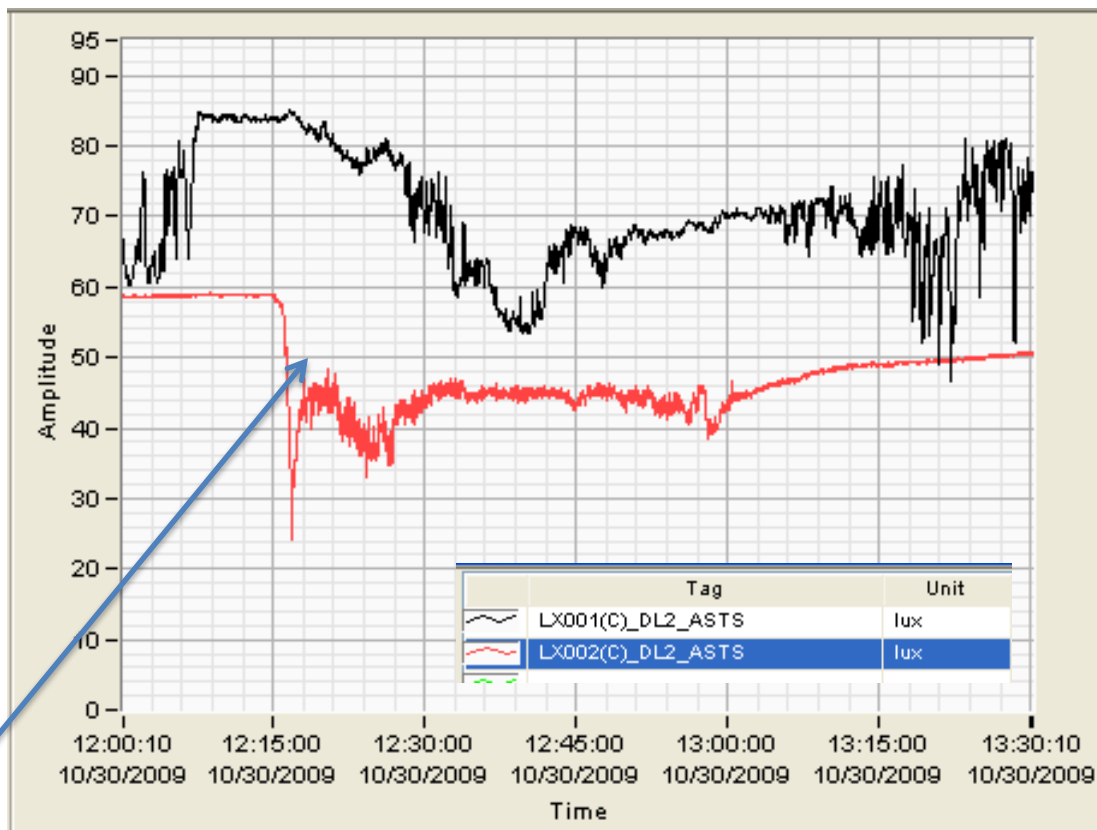
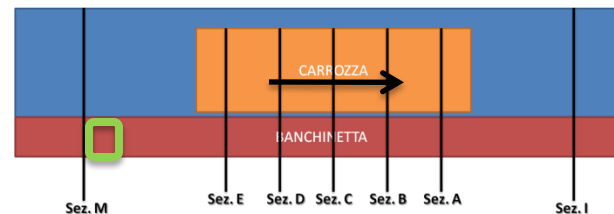


- INNESCO DOLOSO -

Luxmetri

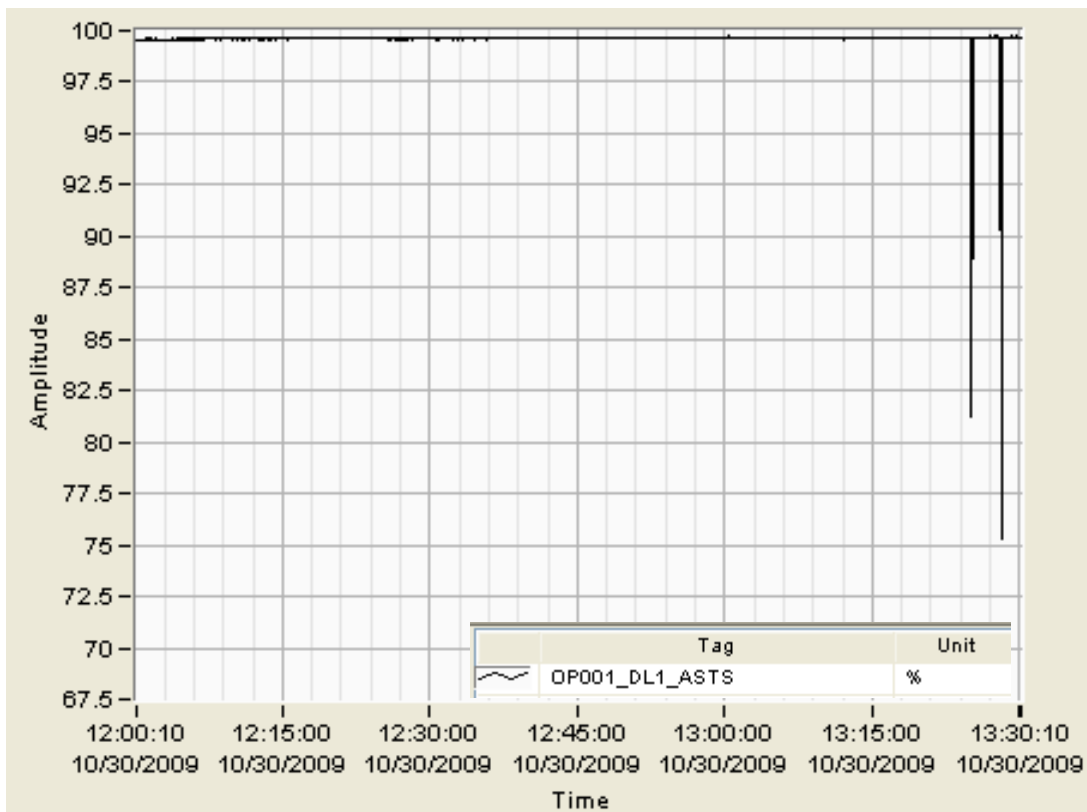
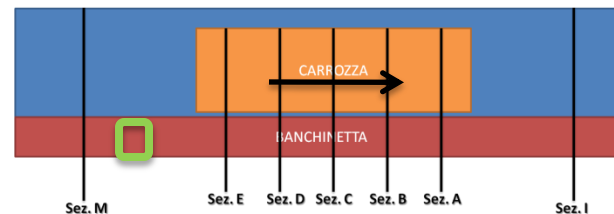
Sulla banchinetta, a monte della carrozza, non sono state rilevate variazioni di “visibilità” (LX001), legati all’evoluzione dell’incendio, mentre a valle della carrozza (LX002), si evidenzia un brusco decremento dell’illuminamento in concomitanza con l’avvio del ventilatore di emergenza (per pochi secondi siamo passati da 59 a 24 lux)

**Ventilatore
Emergenza**



Opacimetro

Sulla banchinetta, a monte della carrozza, non sono state rilevate variazioni di “visibilità” (OP001 → trasmittanza 100%), legati all’evoluzione dell’incendio



- INNESCO DOLOSO -



Ansaldo STS

Thank you for your attention