

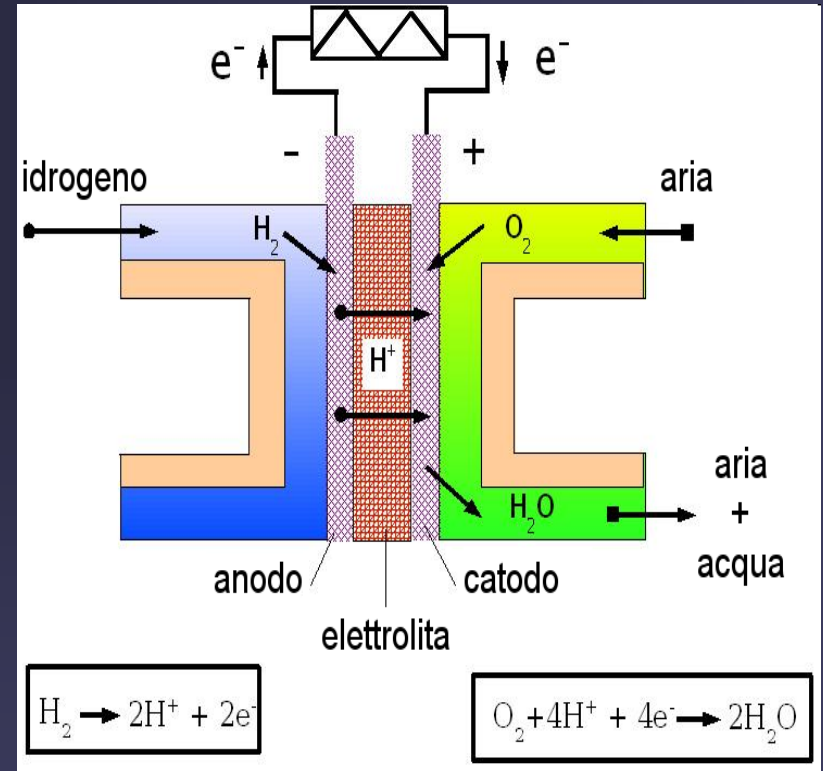


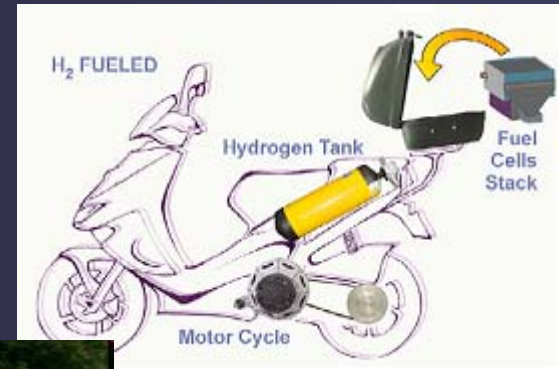
Stazione Sperimentale per i Combustibili

**Sicurezza nell'uso dell'idrogeno come
combustibile:
interazione con superfici metalliche**

C. Morreale, S. Marengo, G. Migliavacca, A. Maggioni

combustione e cella a combustibile

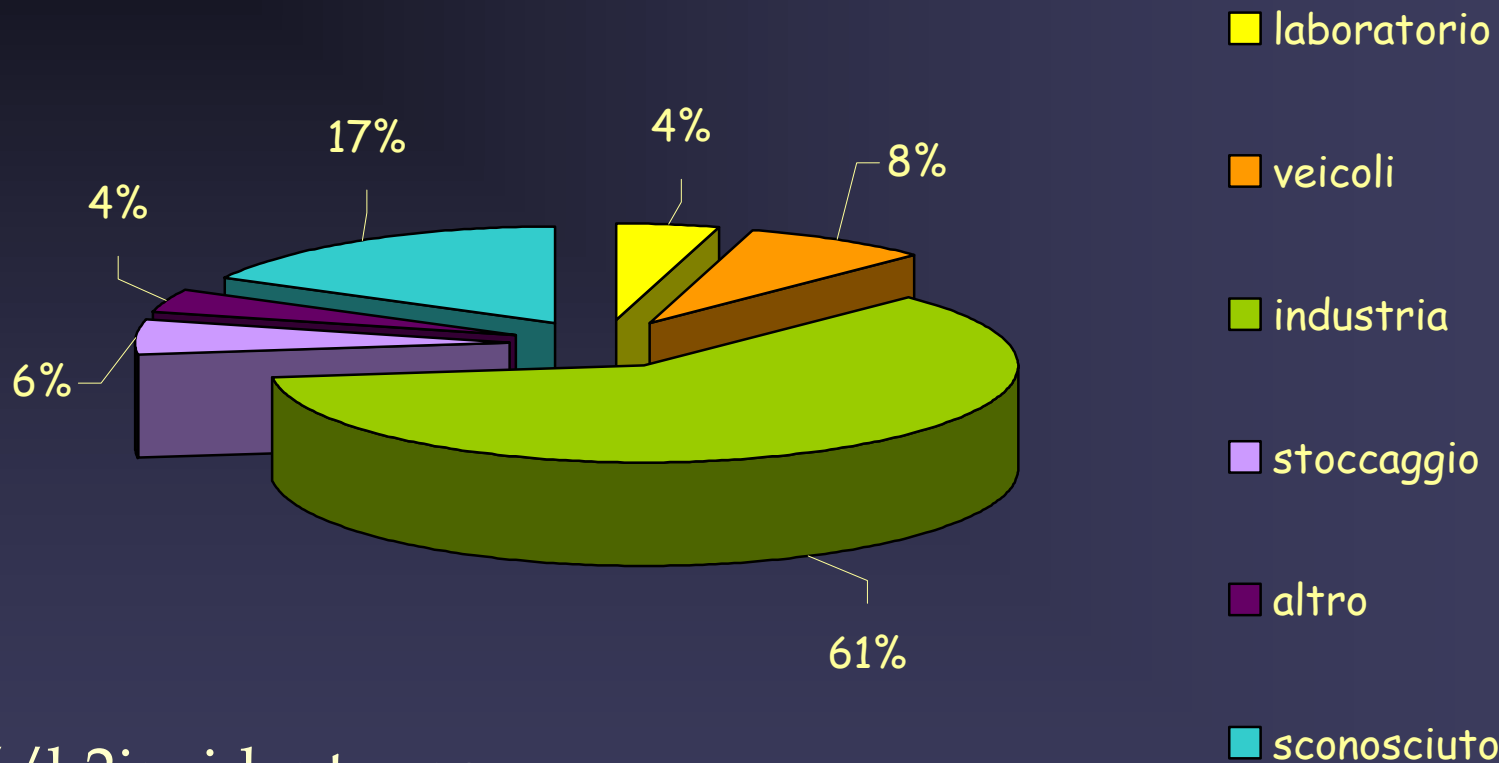




Finalità progetto* attualmente in corso presso la Stazione Sperimentale per i Combustibili

- Valutare i principali aspetti di sicurezza legati alla produzione e impiego dell'idrogeno per uso energetico;
- Effettuare misure della reattività dell'idrogeno in presenza di materiali metallici ad alta temperatura
- Valutare i fattori chimico-fisici che sono alla base della elevata infiammabilità dell'idrogeno.

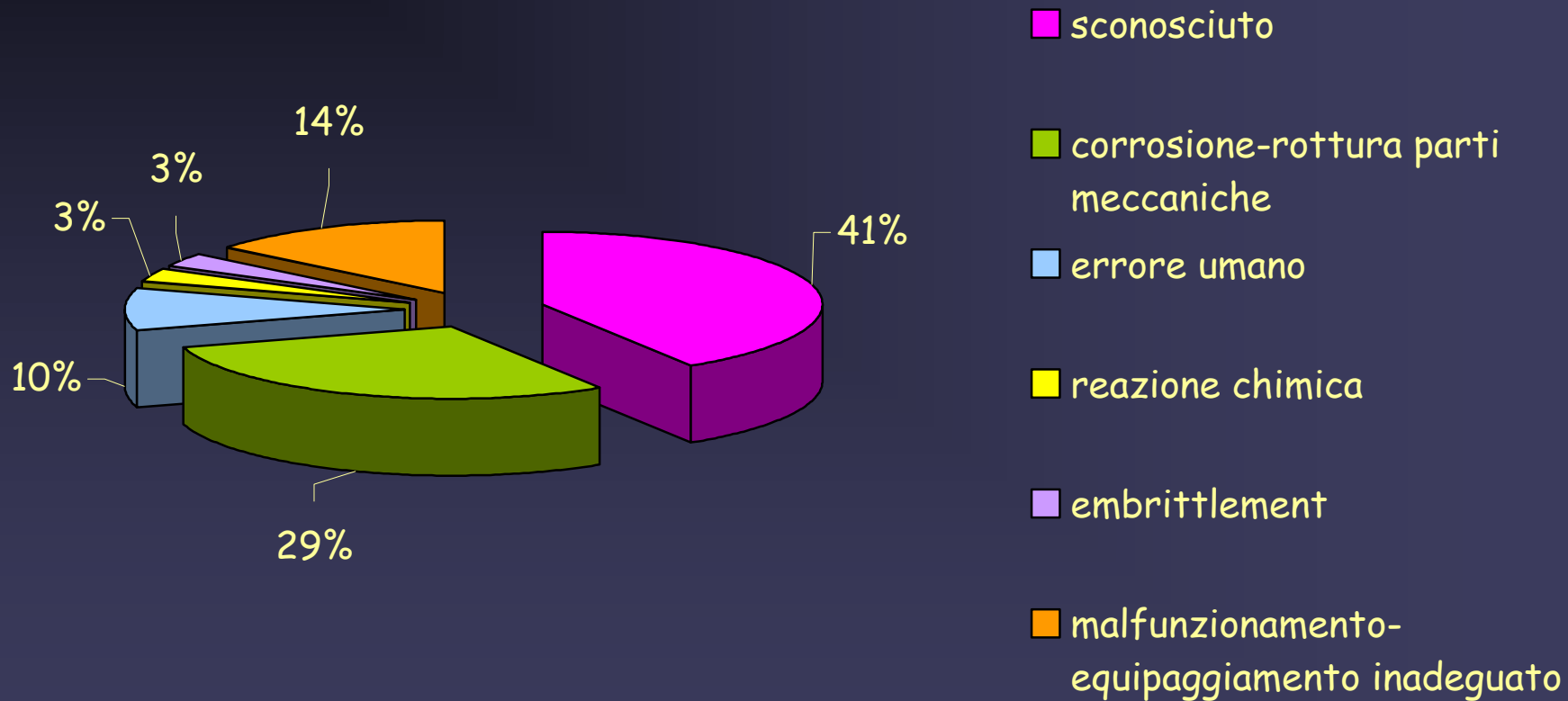
Studio statistico sui luoghi in cui sono avvenuti gli incidenti (dal 1937 al 2008)



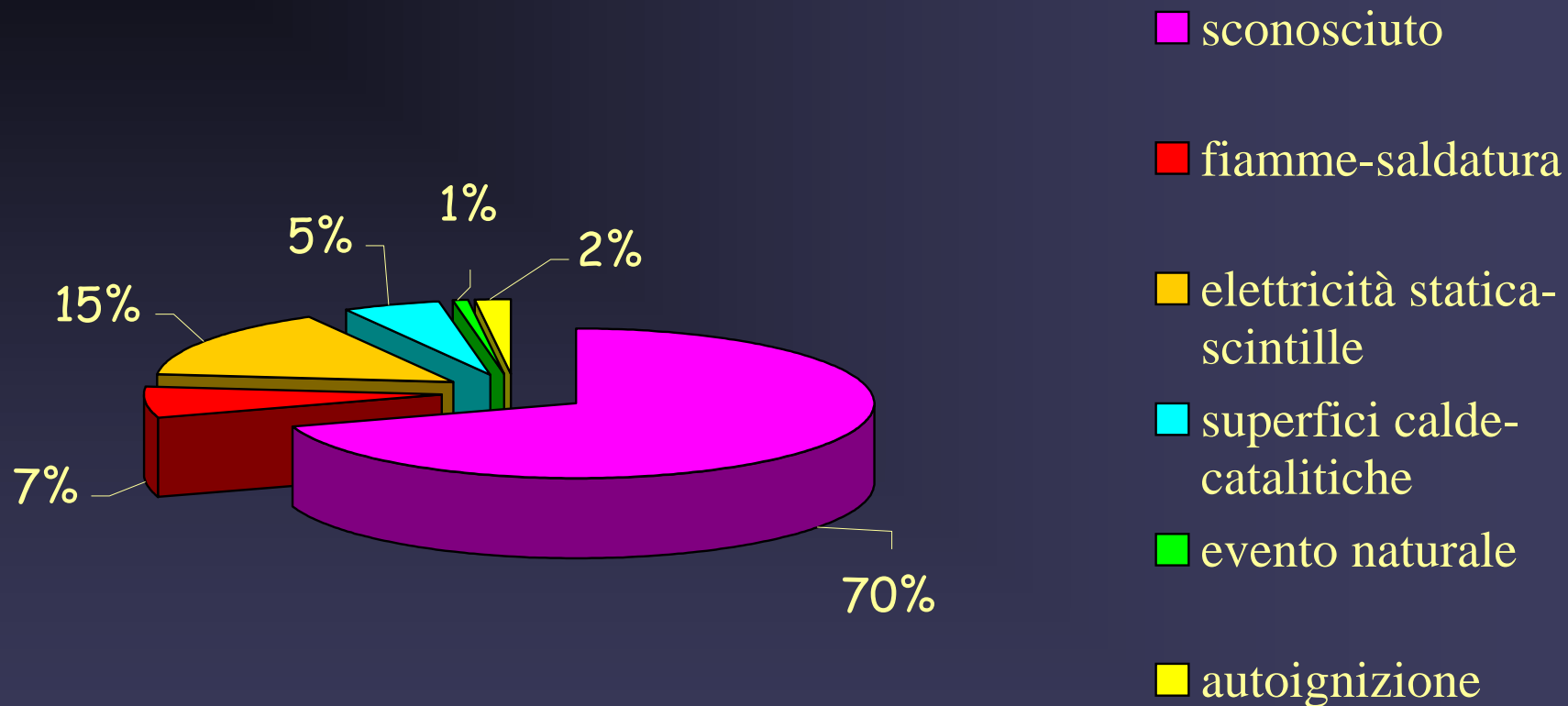
<http://h2incidents.org>

www.hysafe.org

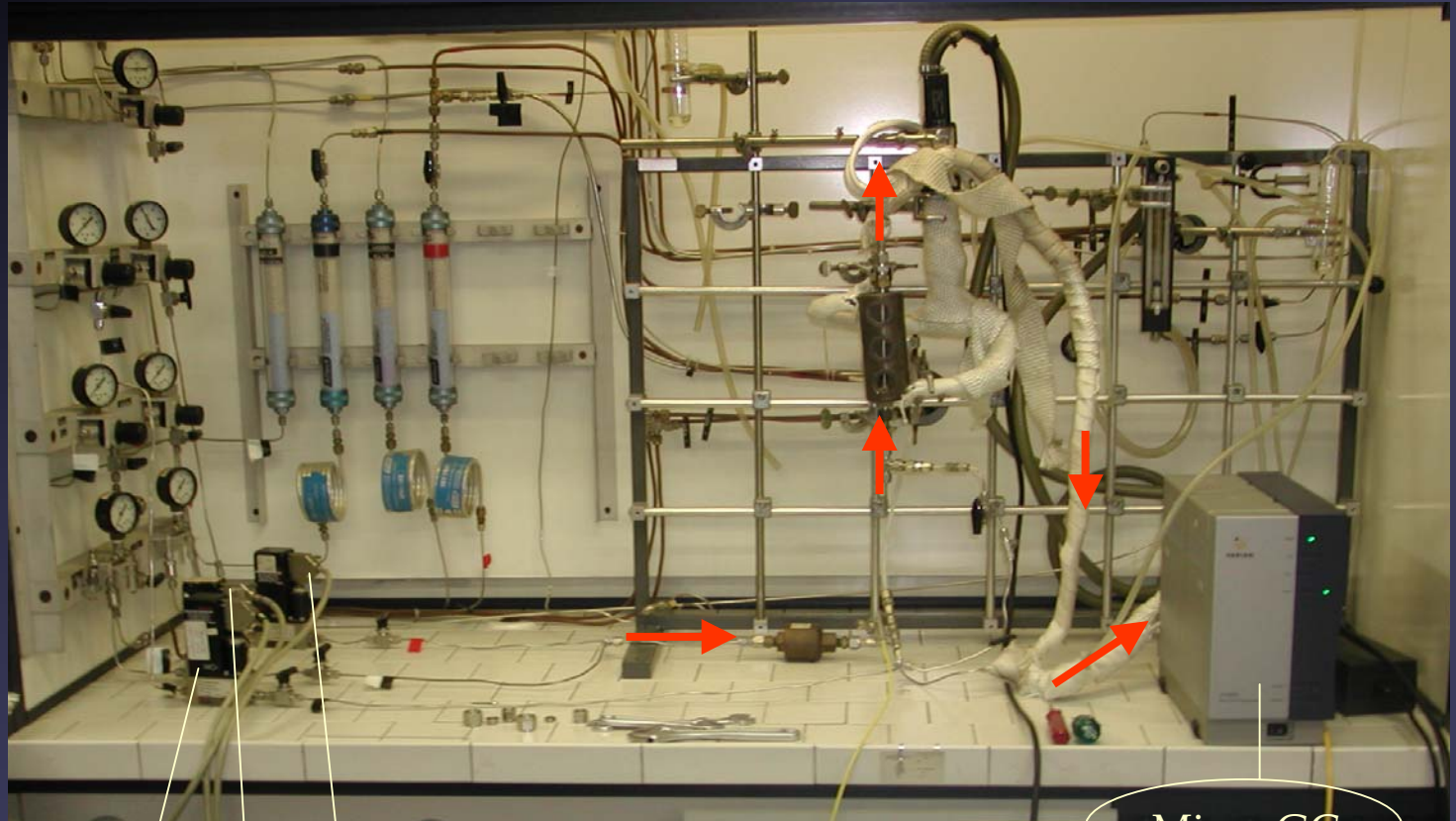
cause dei rilasci di idrogeno



Sorgenti di accensione



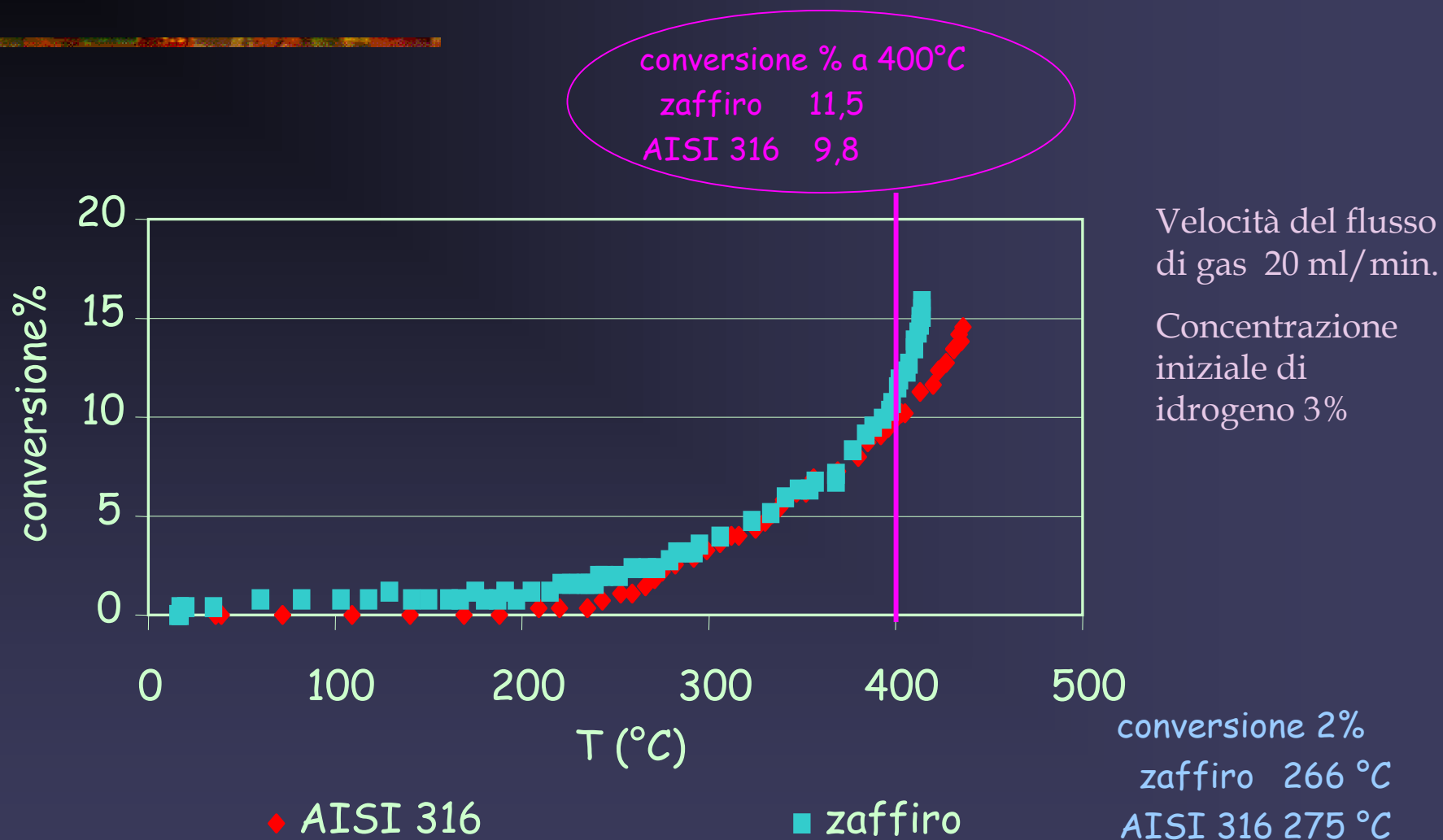
misure di concentrazione



N₂ aria H₂

Micro-GC

confronto tra acciaio AISI 316 e reattore in zaffiro



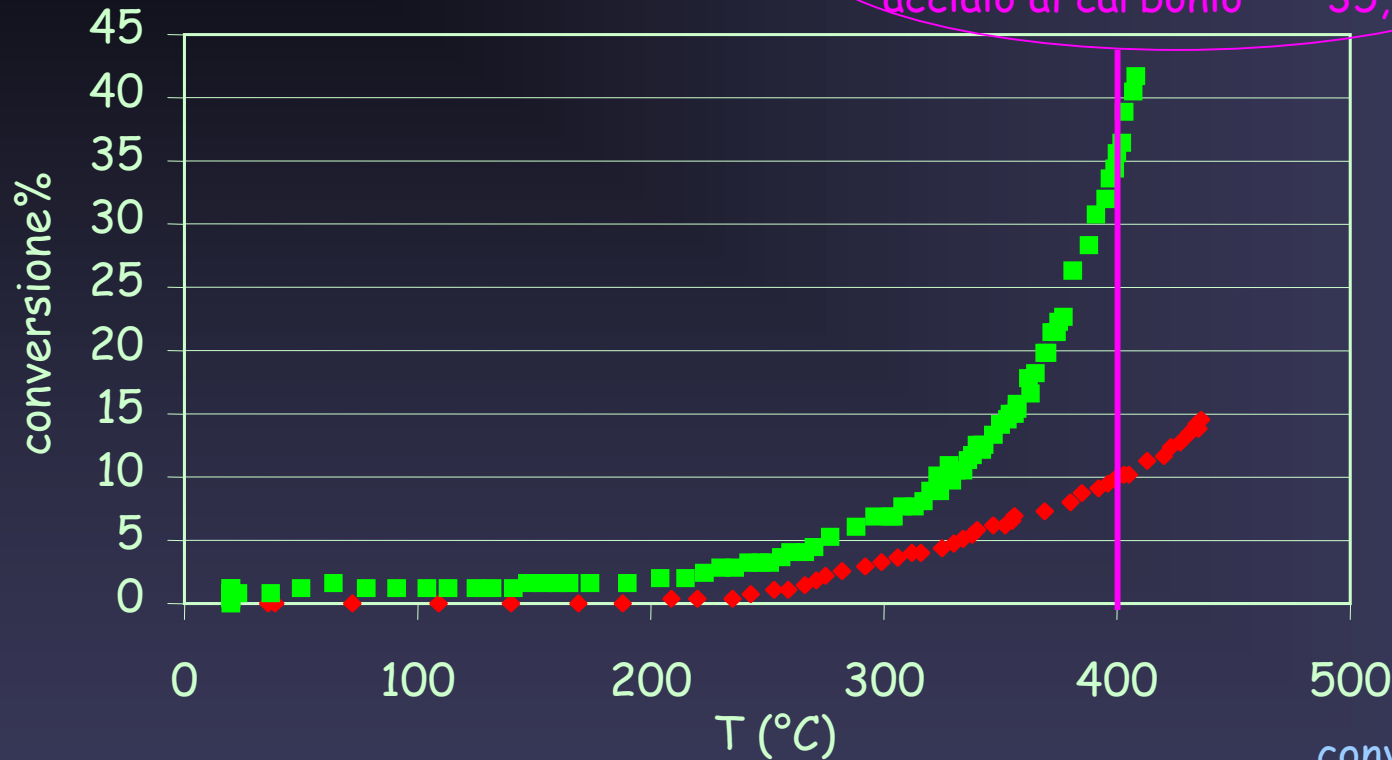
AISI 316 (Fe/Cr18/Ni10/Mo3)

confronto tra acciaio AISI 316 e acciaio al carbonio

conversione % a 400°C

AISI 316 9,8

acciaio al carbonio 35,6



Velocità del flusso
di gas 20 ml/min.

Concentrazione
iniziale di
idrogeno 3%

◆ AISI 316

■ acciaio al carbonio

conversione 2%

acciaio al carbonio 204 °C

AISI 316 275 °C

AISI 316 (Fe/Cr18/Ni10/Mo3)

Acciaio al carbonio (Fe/C0.12/Mn0.6)

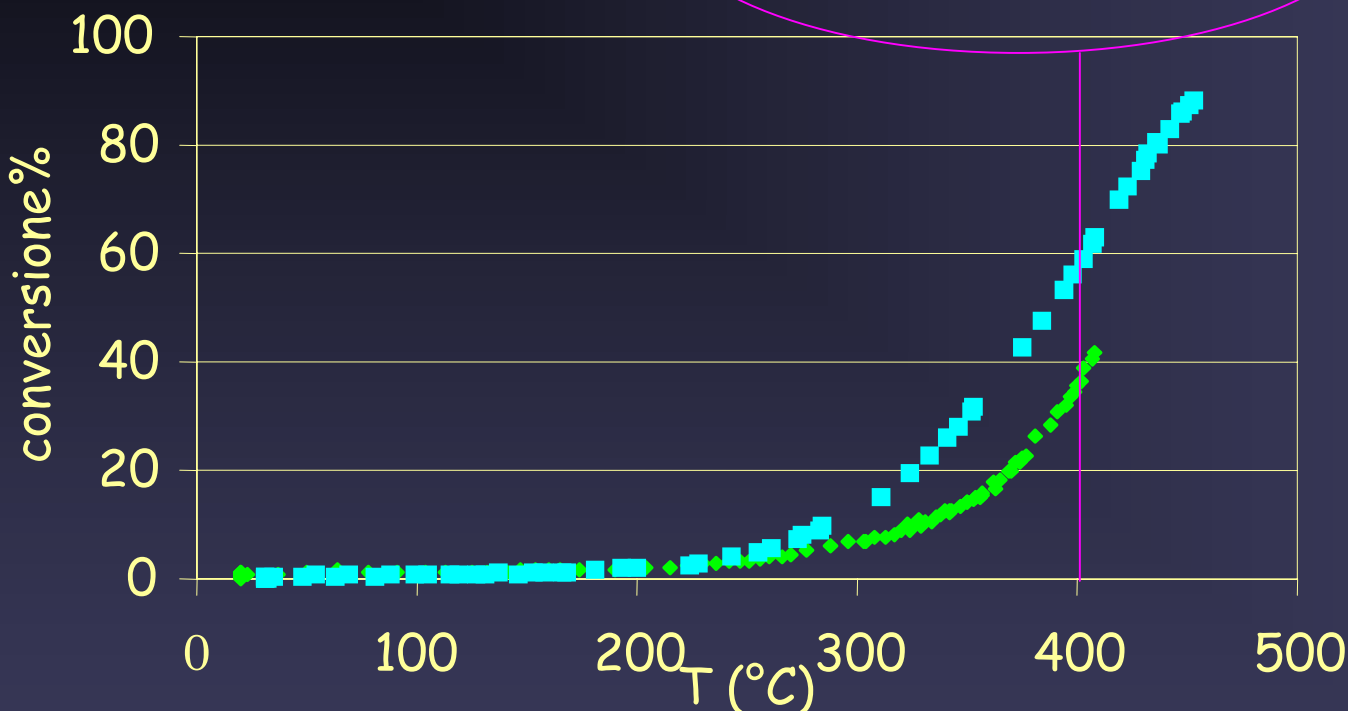
confronto acciaio al carbonio-acciaio al carbonio ossidato

conversione % a 400°C

acciaio al carbonio 58,9

ossidato

acciaio al carbonio 35,6



Velocità del flusso di gas 20 ml/min.

Concentrazione iniziale di idrogeno 3%

conversione 2%

acciaio al carbonio 204 °C

acciaio al carbonio ossidato 193 °C

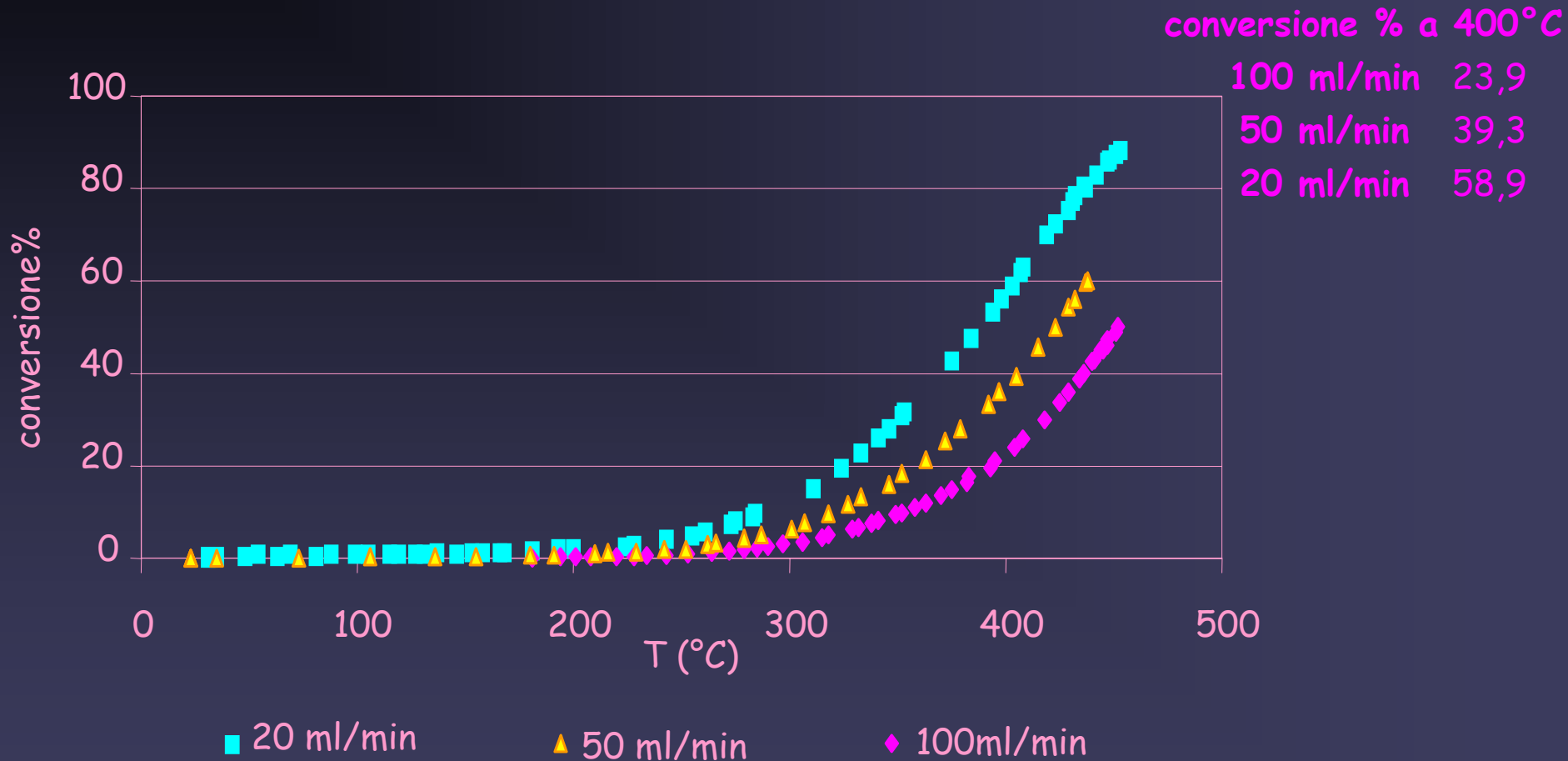
◆ acciaio al carbonio ■ acciaio al carbonio ossidato

Acciaio al carbonio (Fe/C0.12/Mn0.6)

Acciaio al carbonio ossidato (Fe/C0.12/Mn0.6) ossidato in sol dil H₂SO₄

Confronto fra tre velocità di flusso

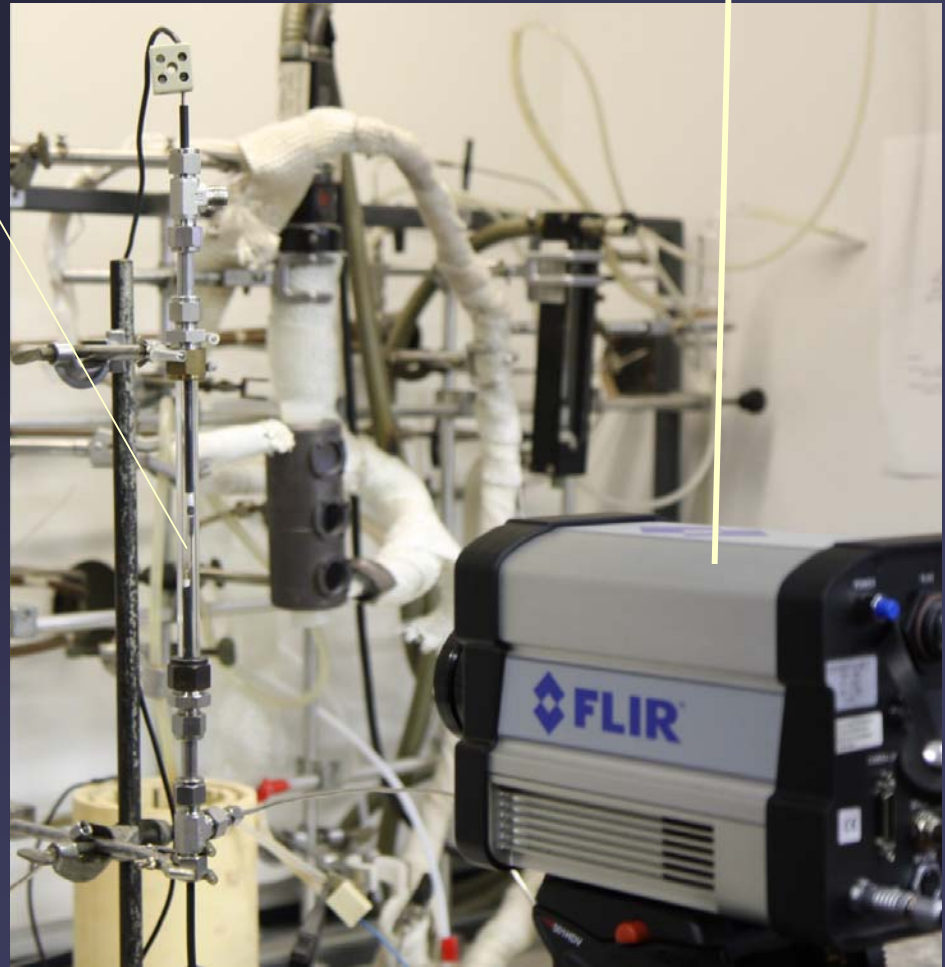
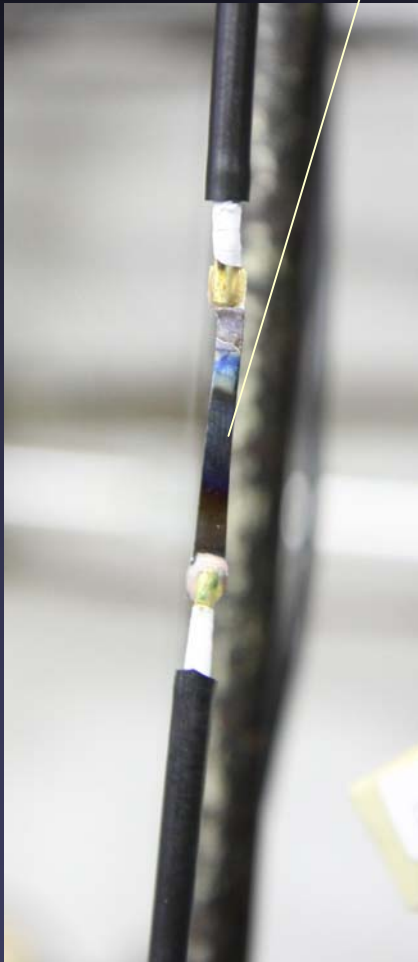
materiale: acciaio al carbonio ossidato
concentrazione iniziale di idrogeno 3%



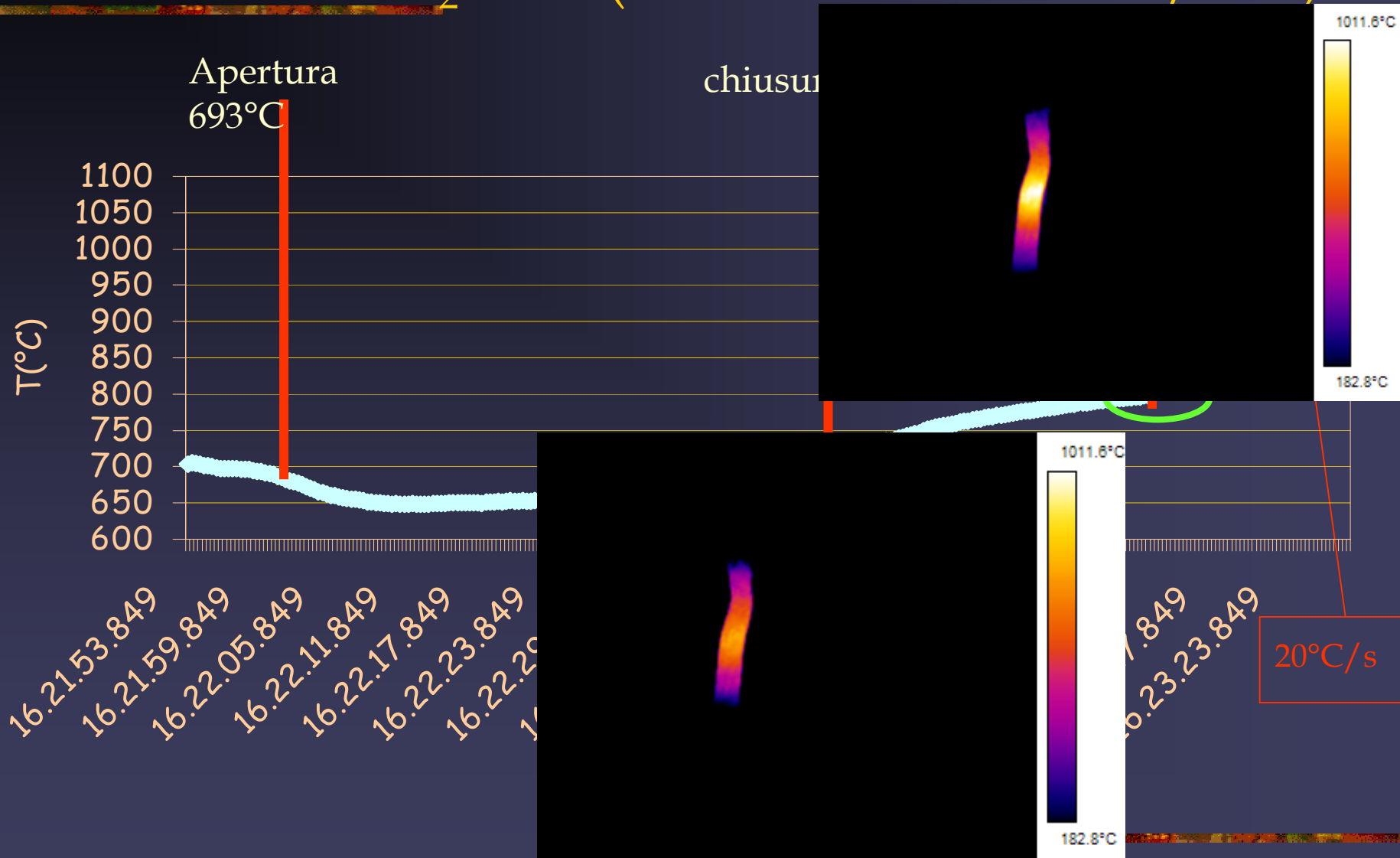
misura di temperatura

Termocamera IR

lamina

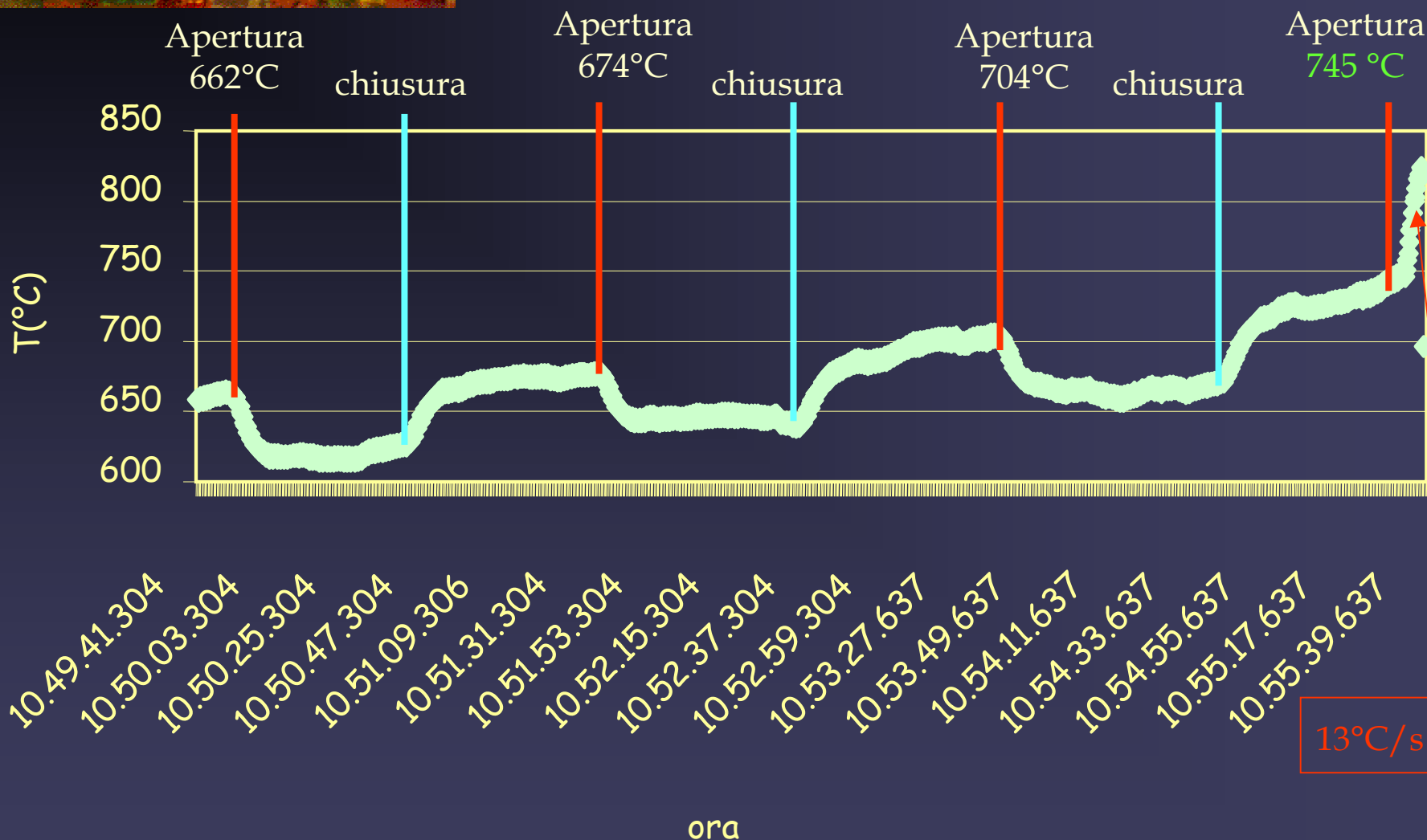


Lamina di acciaio al carbonio ossidata concentrazione H₂ 5.7% (velocità flusso 100 ml/min)



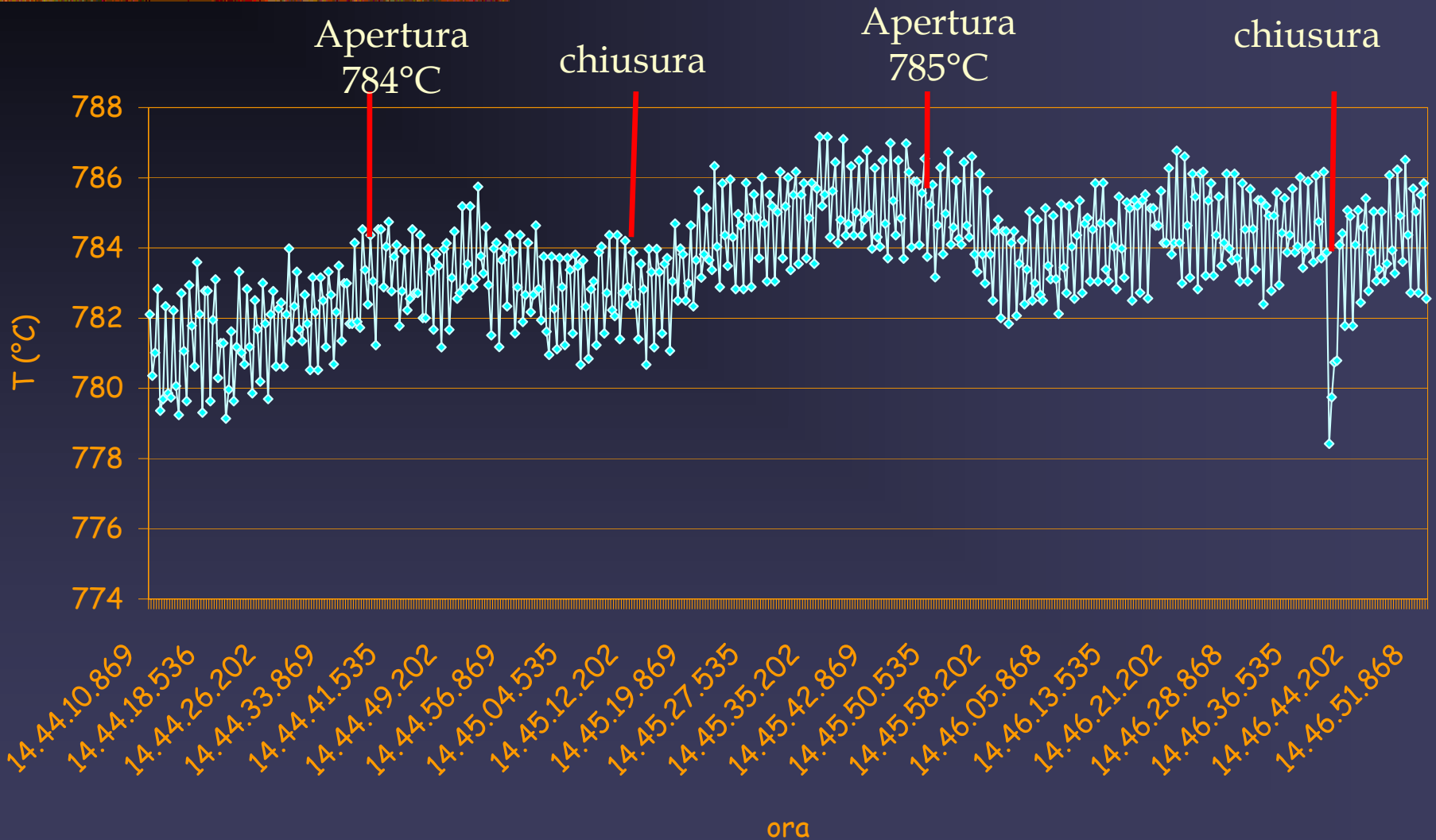
Lamina di acciaio al carbonio ossidata

concentrazione H₂ 6.5% (velocità flusso 100 ml/min)

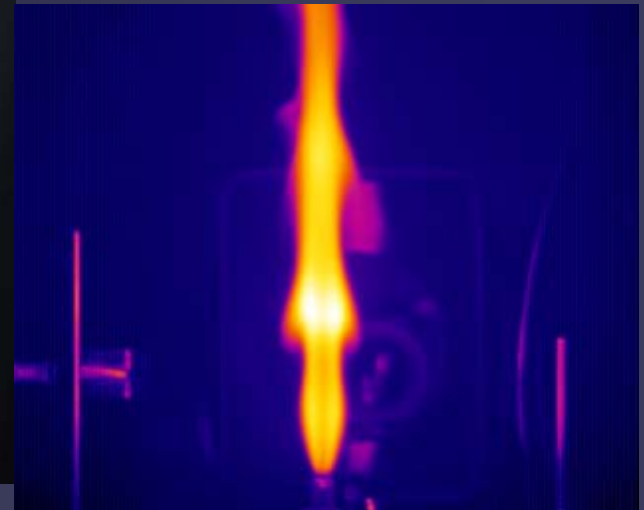
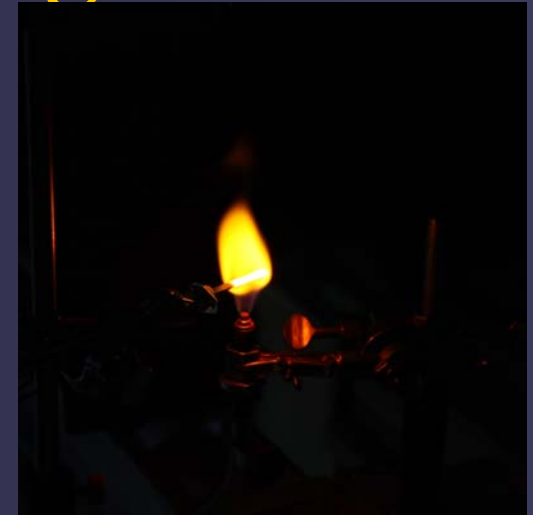
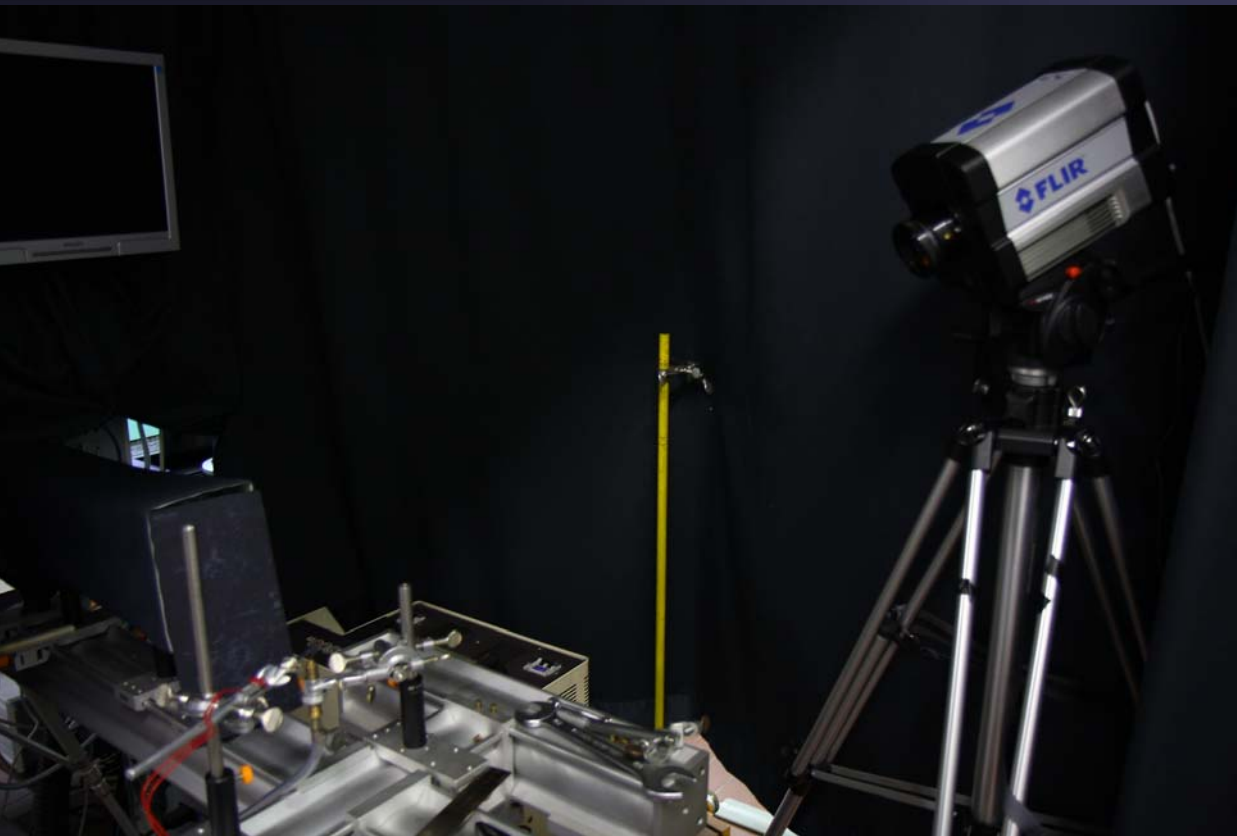


Lamina di acciaio inox

concentrazione H_2 8% (velocità flusso 50 ml/min)



Rilascio di idrogeno da ugello



Conclusioni

- Superfici in acciaio inox non favoriscono l'innescò della reazione tra idrogeno e ossigeno
- L' invecchiamento di alcuni metalli facilita la reazione ossidativa
- Comuni materiali metallici (acciai al carbonio) possono promuovere l'ossidazione dell'idrogeno a temperature molto inferiori a quelle di autoaccensione riportate in letteratura. Questa elevata reattività può portare a inaspettate accensioni delle miscele di idrogeno/aria

Grazie per l'attenzione

Micro-GC della Varian a due canali

Colonne:

- colonna PPU 10m per matrici di idrocarburi gassosi
- colonna MSA 10m per la misurazione della concentrazione di idrogeno e ossigeno con precolonna in cui dopo 6 secondi è invertito il flusso dell'eluente

detector TCD con limite inferiore di rivelabilità di 1 ppm

Termografia infrarossa Thermovision SC4000 HS MW

caratteristiche tecniche:

- DETECTOR 320X256 iNsB, banda spettrale 1,5-5mm
- Sensibilità 18 mK
- Frequenza immagini da 420 Hz a 48kHz
- filtro BBP 3000-5000 per misure da -10 a 350°C
- filtro BP3900-200 per temperature da 200 a 1500°C
- 4 extender rings

