Coni
Comitato Regionale
Liguria

REGIONE LIGURIA

Scuola
dello Sport Coni
Liguria

Materiali e metodi per la misura di forze impulsive nello sport

Genova 22 gennaio 2011

A cura di ANDREA CAMBIASO

FORZA IMPULSIVA

Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.

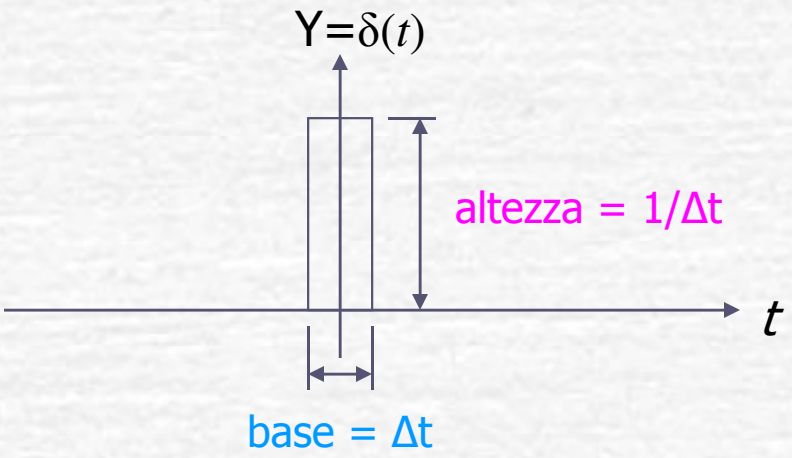
Una forza impulsiva è una **forza che agisce per un lasso di tempo molto breve** (tipicamente dell'ordine dei ms).

Il carattere impulsivo di una forza è la caratteristica fondamentale degli **urti**.

…..

Per la sua stessa natura l'intensità massima delle forze impulsive risulta essere molto alta e difficilmente se ne può determinare con precisione l'andamento nel tempo. Per studiare fenomeni in cui agiscano forze di questo genere torna utile il **teorema dell'impulso**.

DEFINIZIONE MATEMATICA DI IMPULSO



La funzione $\delta(t)$ è detta "*delta di Dirac*" o "*impulso di ordine zero*".

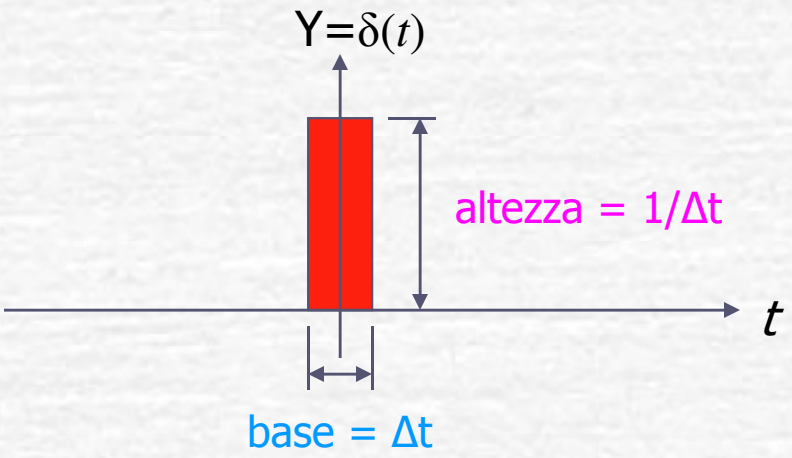
$\delta(t)$ è diversa da 0 solo in un intorno dell'origine degli assi, dove ha la forma di un rettangolo

- base = Δt
- altezza = 1/Δt
- area = Δt · 1/Δt = 1

Se riduciamo la base, fino a farla "tendere a zero" otteniamo la funzione $\delta(t)$:

- base "*tende a 0*"
- altezza "*tende a* ∞"
- **area = 1**

DEFINIZIONE INTUITIVA DI IMPULSO

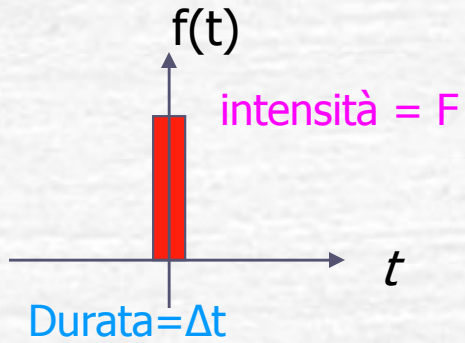


La funzione "*impulso*" serve a descrivere quantità fisiche che:

- si manifestano per un tempo molto breve -> INFINITESIMO
- assumono un valore molto elevato -> INFINITO
- l'area sottesa dalla curva che le rappresenta è FINITA (non infinita) e quindi risulta essere l'unico parametro facilmente misurabile

TEOREMA DELL' IMPULSO

IMPULSO DI UNA FORZA: $I = F \cdot \Delta t$

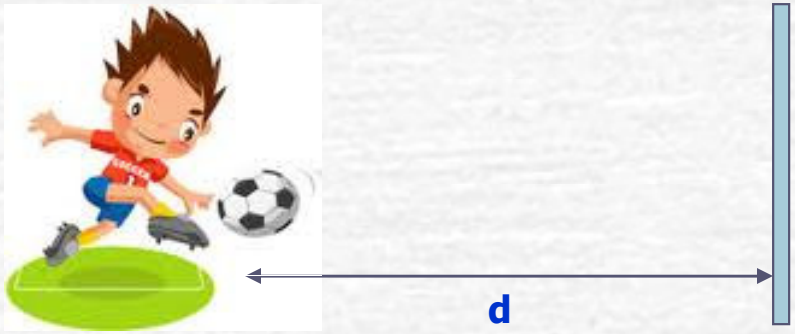


QUANTITA' DI MOTO: $p = m \cdot V$

TEOREMA DELL'IMPULSO: $I = \Delta p$ -> $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta V$

IMPULSO DELLA FORZA DURANTE L' URTO = VARIAZIONE DELLA QUANTITA' DI MOTO

APPLICAZIONE AL TEST DI VALENTE



Si calcia la palla contro una barriera posta a distanza nota **d** e si misurano:

- tempo di contatto tra piede e palla **Δt**
- tempo di volo della palla **t_V**

E' nota la massa della palla **m**

- Si calcola la velocità della palla dopo l'urto: **$V = d / t_V$**
- Dato che la palla prima dell'urto è ferma: **$\Delta V = V = d / t_V$**

→ DAL TEOREMA DELL' IMPULSO: **$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta V$**

POSSIAMO VALUTARE LA FORZA: **$F = m \cdot \Delta V / \Delta t$**

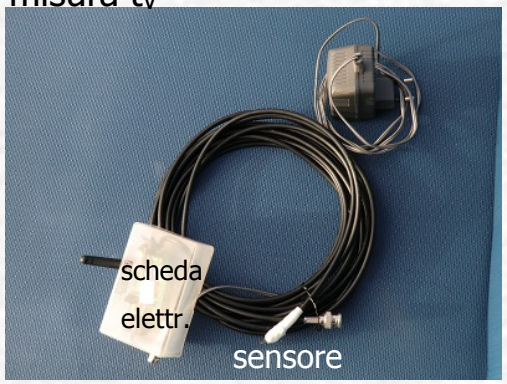
SISTEMA DI MISURA WIRELESS (senza fili)

Il nuovo sistema di misura, completamente sviluppato ex-novo nell'ambito di questa ricerca, sostituisce un precedente prototipo, introducendo diverse migliorie:

- eliminazione dei fili di collegamento tra i sensori (atleta) e il calcolatore, mediante l'adozione di componenti wireless;
- registrazione del video del gesto sportivo mediante web-cam;
- sviluppo di un nuovo sensore per la misura del tempo di contatto piede-palla;
- sviluppo di un nuovo programma software per la misura e l'archiviazione dei dati.

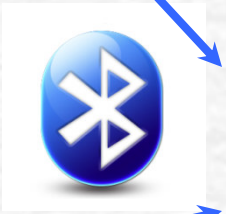
ARCHITETTURA DEL SISTEMA

misura t_V



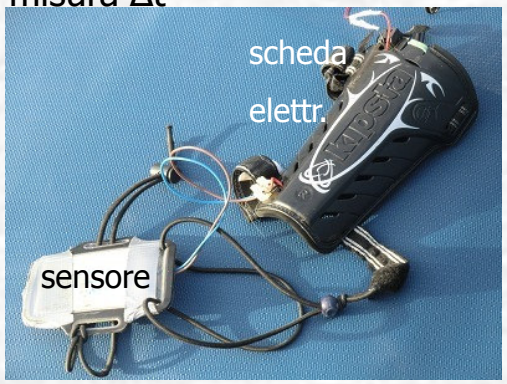
webcam

calcolatore



adattatore bluetooth

misura Δt

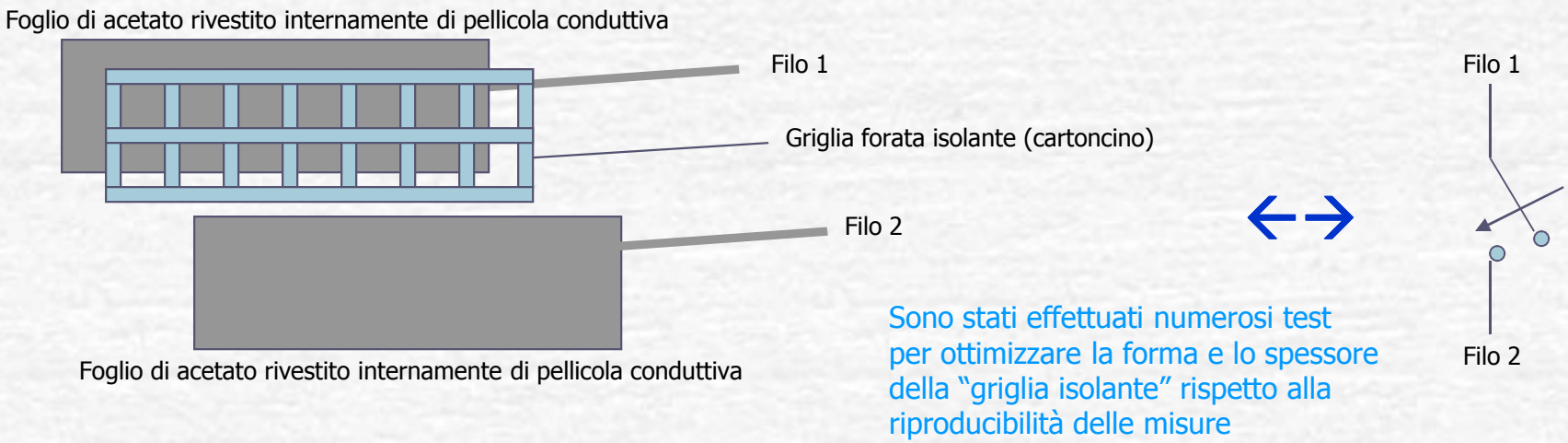


L'attrezzatura tecnica per eseguire il test ha un peso inferiore ai 4 kg ed è contenuta in una valigetta di cm.40 x 30 x 8. Ad essa va aggiunto un pallone regolamentare e l'eventuale barriera in gommapiuma.

SENSORE TEMPO DI CONTATTO

1. Il vecchio sensore operava come un **contatto elettrico** (on/off) ed era costituito da una **placca conduttrice posta sulla scarpa** più un **rivestimento conduttore adesivo fissato su una parte della palla**; questi due contatti erano collegati al calcolatore mediante fili.
2. E' stato sperimentato un sensore di pressione commerciale: sensibilità troppo dipendente dai "parametri di taratura"

3. E' stato costruito un nuovo tipo di sensore, costituito da tre strati assemblati a "sandwich":



Sono stati effettuati numerosi test per ottimizzare la forma e lo spessore della "griglia isolante" rispetto alla riproducibilità delle misure

SENSORE TEMPO DI VOLO PALLA

E' stato utilizzato un sensore di "movimento" commerciale:

Anche questo sensore opera come un "contatto elettrico". Viene fissato alla barriera su cui urta la palla dopo il volo:

- quando il sensore è fermo, esso equivale elettricamente ad un interruttore aperto;
- quando la palla urta e fa vibrare la barriera, il sensore chiude il suo interruttore interno, segnalando l'arrivo della palla.

ACQUISIZIONE E TRASMISSIONE DEI SEGNALI

Sono state sperimentate diverse tecnologie per l'acquisizione e la trasmissione di segnali via radio: WIFI, ZIGbee, bluetooth. Infine la scelta si è consolidata su dispositivi Bluetooth

Criteri che hanno orientato la scelta:

- "campionamento" e trasmissione di 2 canali a 1 kHz (1000 campioni al secondo);
- reperibilità sul mercato;
- costo contenuto;
- affidabilità.

Bluetooth: 100 m di portata in assenza di ostacoli e con opportune antenne

Adattatore USB professionale con antenna esterna intercambiabile

Modulo acquisitore dati senza fili RovingNetworks

4 canali

PROBLEMA DELLA SINCRONIZZAZIONE

Sono stati impiegati 2 moduli per l'acquisizione di segnali:

1. Uno nel parastinchi dell'atleta -> tempo di contatto
2. Uno in prossimità della barriera di arrivo della palla -> tempo di volo della palla

Per poter misurare correttamente il tempo di volo della palla occorre poter confrontare con precisione i tempi misurati sul dispositivo 2 con quelli del dispositivo 1. Ciò non è banale tenendo conto che, per sfruttare la comodità della trasmissione senza fili, non si intende collegare tra loro i dispositivi in alcun modo.

Segnale di sincronismo a INFRAROSSI:

La precisione della rilevazione dei dati viene garantita dalla sincronizzazione dei due sensori che dialogano con il computer mediante l'uso di un telecomando. L'operazione viene ripetute per ogni atleta che si alterna nel test, o quando si rende necessaria la ritaratura degli strumenti.

SOFTWARE SVILUPPATO

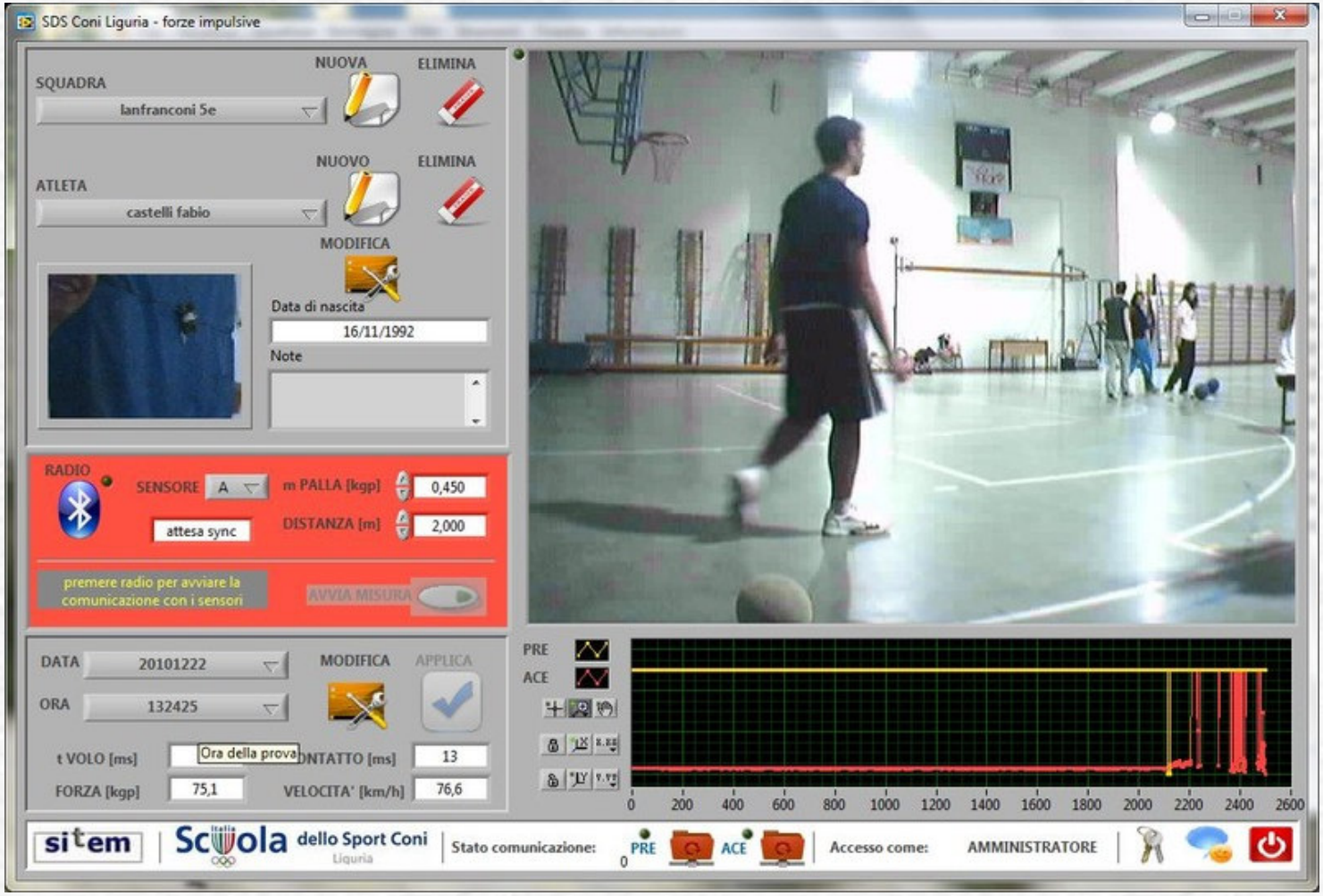
E' stato sviluppato un nuovo programma software:

1. Driver di comunicazione con i dispositivi bluetooth
2. Applicativo windows per l'esecuzione della misura e l'archiviazione dei dati

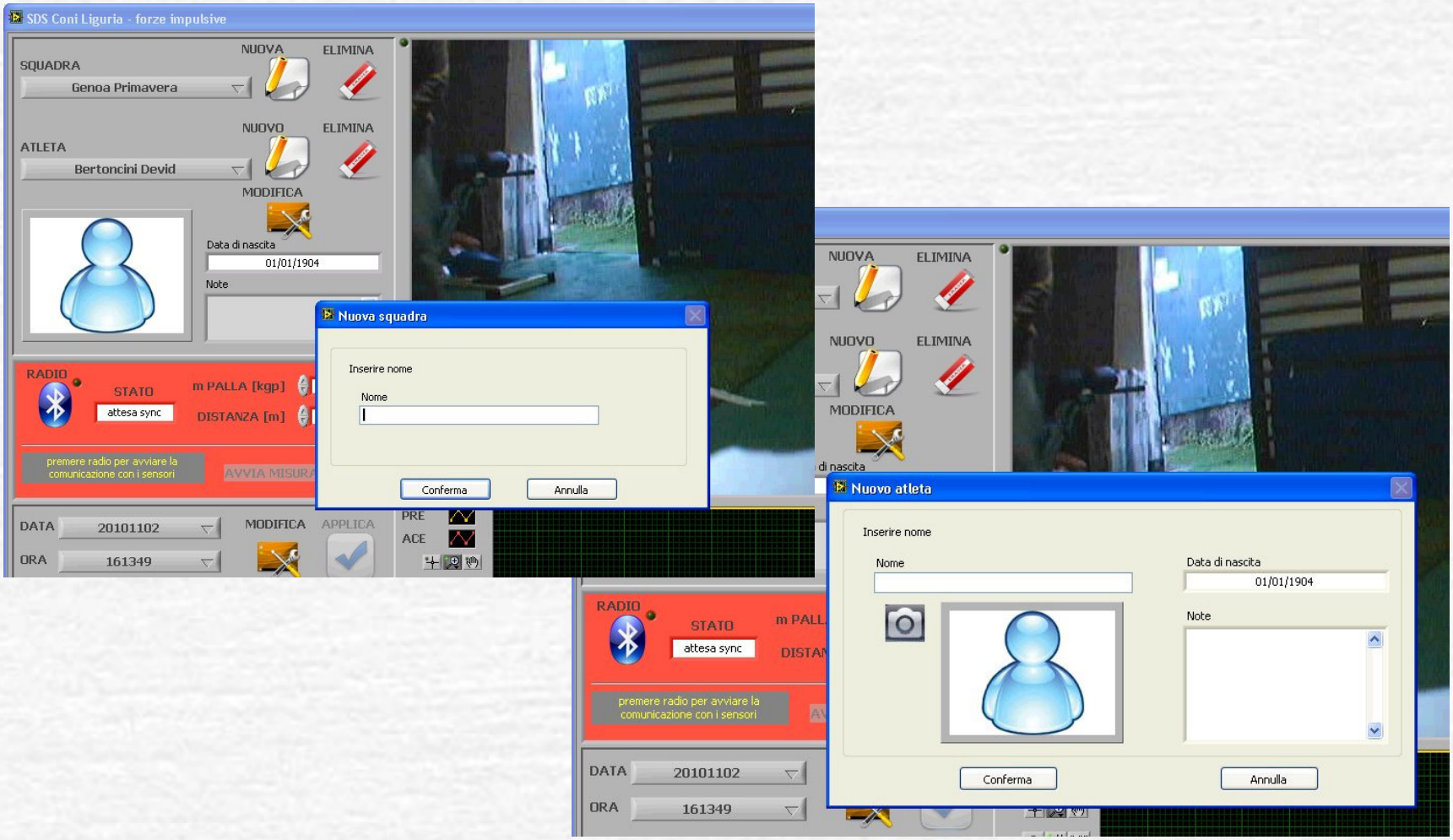
Il programma sviluppato consente:

- Gestione dell'archivio delle misure, ordinate per squadra, atleta, sessione di test, prova
- Attivazione collegamento radio con sincronizzazione dei sensori
- Avvio del test con valutazione automatica del risultato e visualizzazione dei segnali acquisiti per validazione della misura
- Registrazione video del test
- Salvataggio ed esportazione dei dati misurati per elaborazione ad esempio mediante Microsoft Excel
- Salvataggio dei filmati in formato compatibile con visualizzatori tipo Windows Media player

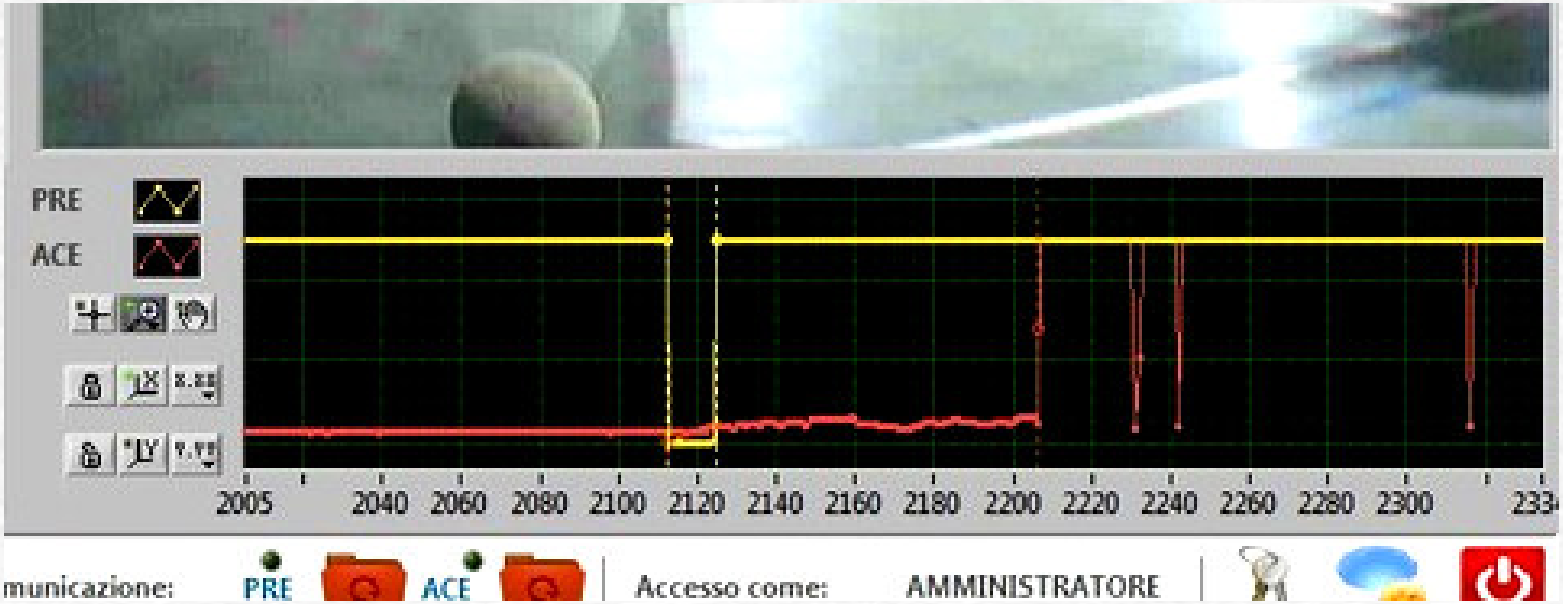
IL PROGRAMMA DI MISURA 1



IL PROGRAMMA DI MISURA 2



IL PROGRAMMA DI MISURA 3



IL PROGRAMMA DI MISURA 3