

# SENSORI

***-ALLUNGAMENTO***

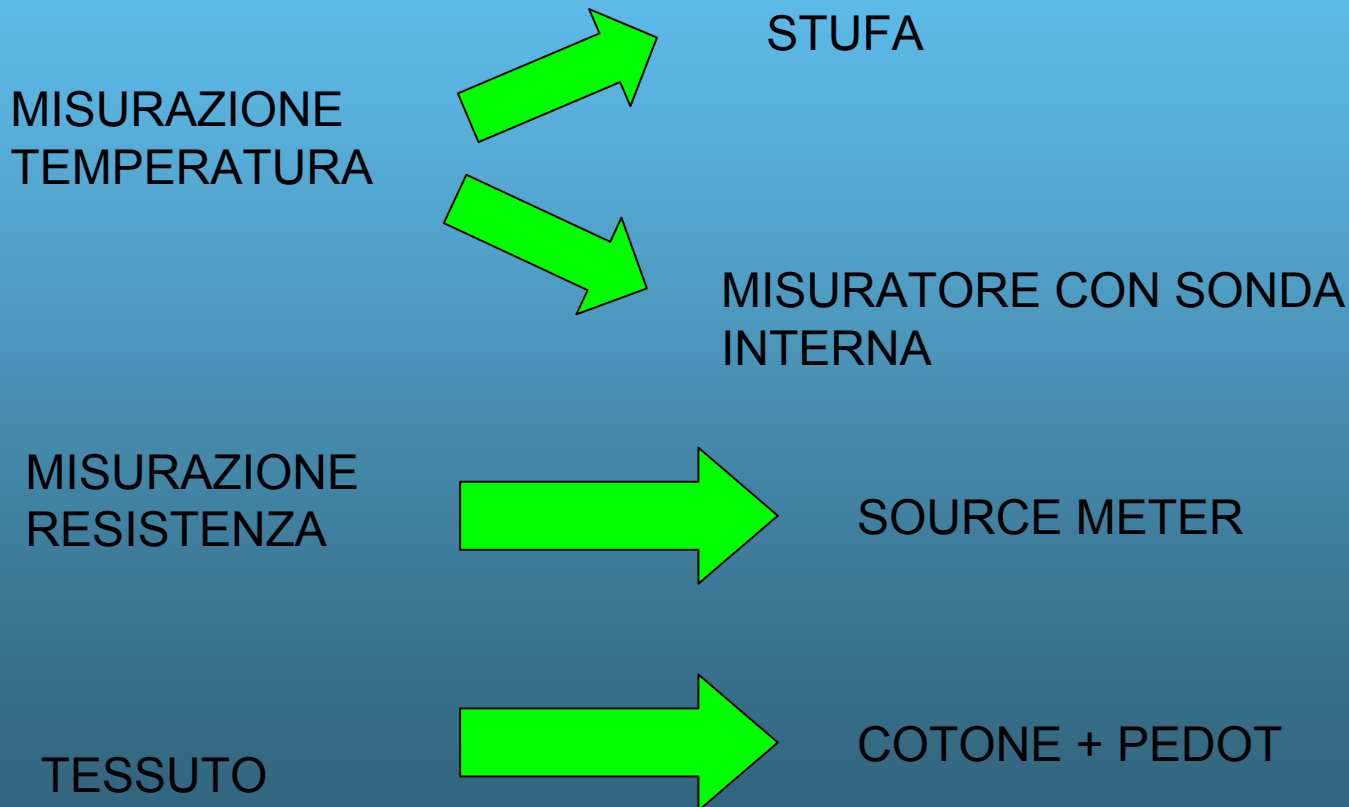
***-TEMPERATURA***

# TEMPERATURA

*Valutare il possibile impiego  
di tessuti conduttivi come  
sensori di temperatura*

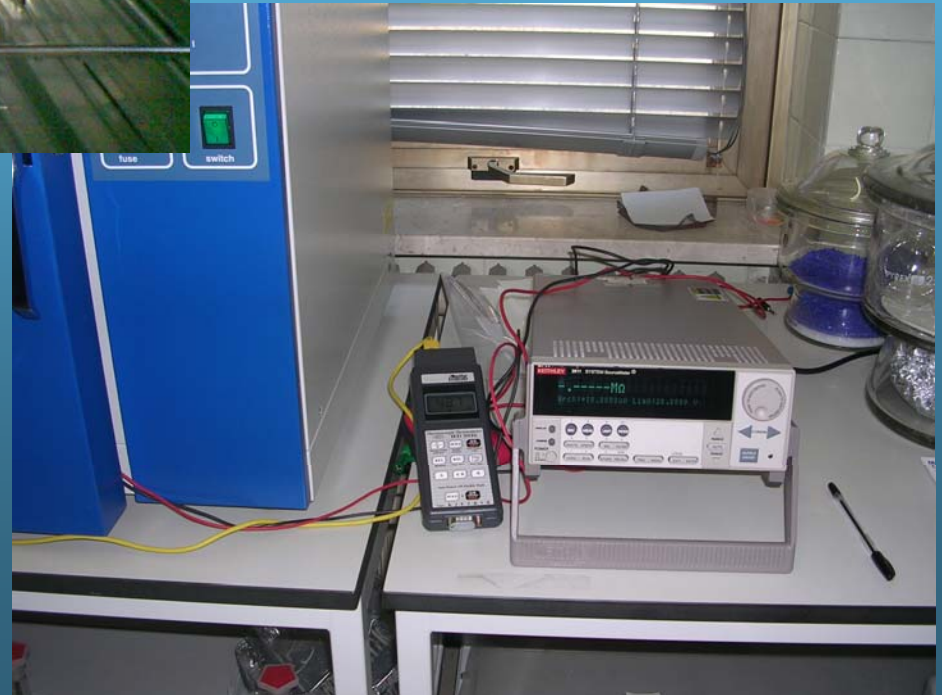
PROVA 1:

MISURE DI RESISTENZA DI TESSUTI AL VARIARE DELLA TEMPERATURA  
SENZA CONTROLLARE L'UMIDITA' RELATIVA





*Sensore temperatura*



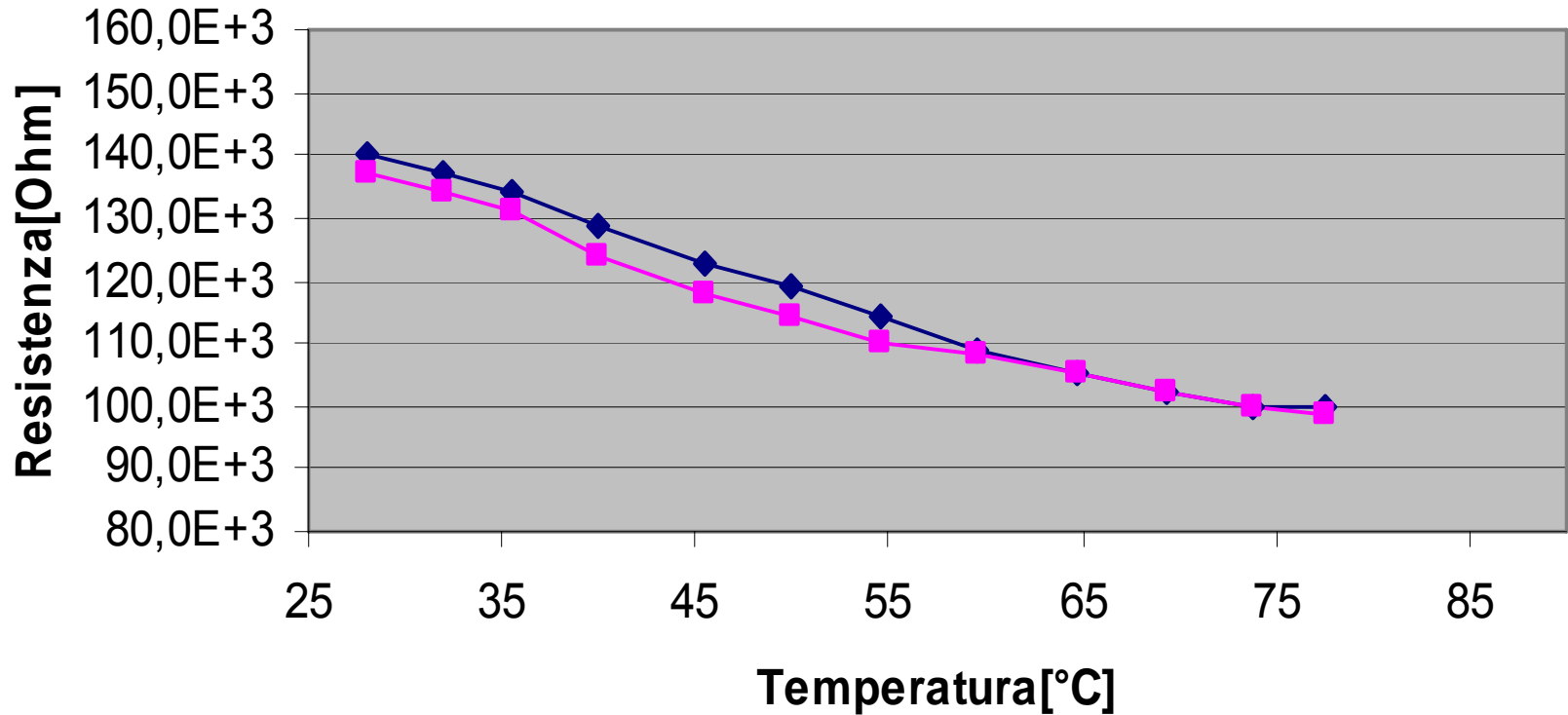
*Source Meter*

## Riscaldamento

## Raffreddamento

T[°C]	R[Ohm]	T[°C]	R[Ohm]
28,1	1,40E+05	34	1,37E+05
32	1,37E+05	35	1,34E+05
35,5	1,34E+05	42	1,31E+05
40	1,29E+05	51	1,24E+05
45,5	1,23E+05	55	1,18E+05
50	1,19E+05	60	1,14E+05
54,6	1,14E+05	65	1,10E+05
59,5	1,09E+05	70	1,08E+05
64,8	1,05E+05	75	1,05E+05
69,4	1,02E+05	80	1,02E+05
73,8	1,00E+05	85	9,98E+04
77,5	9,98E+04	90	9,86E+04

## PEDOT - Riscaldamento/Raffreddamento



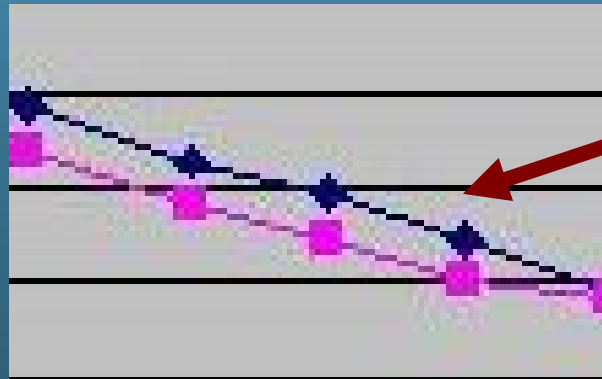
—◆— T crescente —■— T decrescente

# OSSERVAZIONI & CONSIDERAZIONI

- Il PEDOT diminuisce la resistenza al crescere della temperature
- La resistenza tende a diminuire con il passaggio della corrente utilizzata per eseguire la singola misura.
- Si nota una certa isteresi soprattutto a basse temperature.

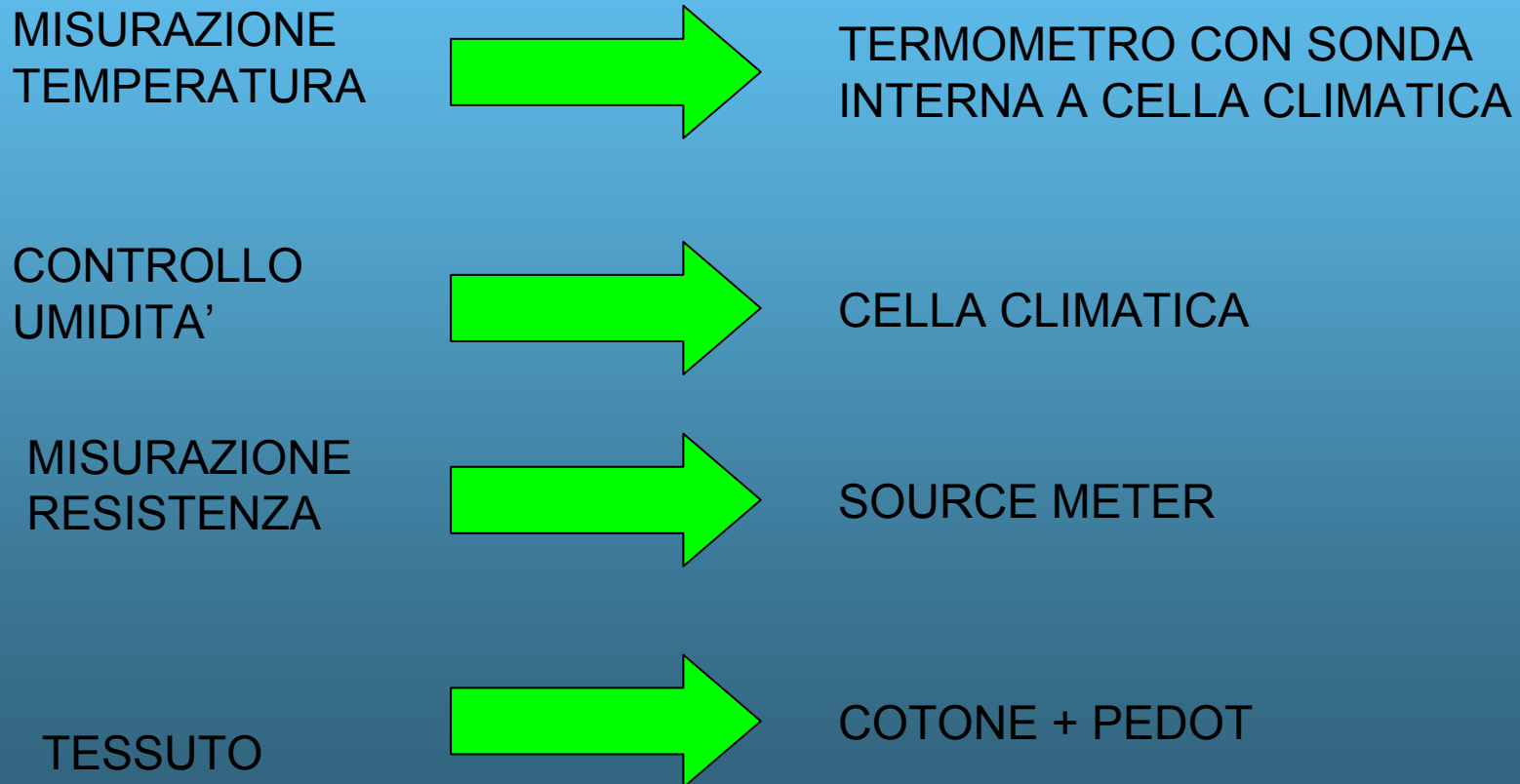
Variare delle condizioni di umidità relativa

Accumulo di calore delle piastre metalliche utilizzate per le connessioni elettriche



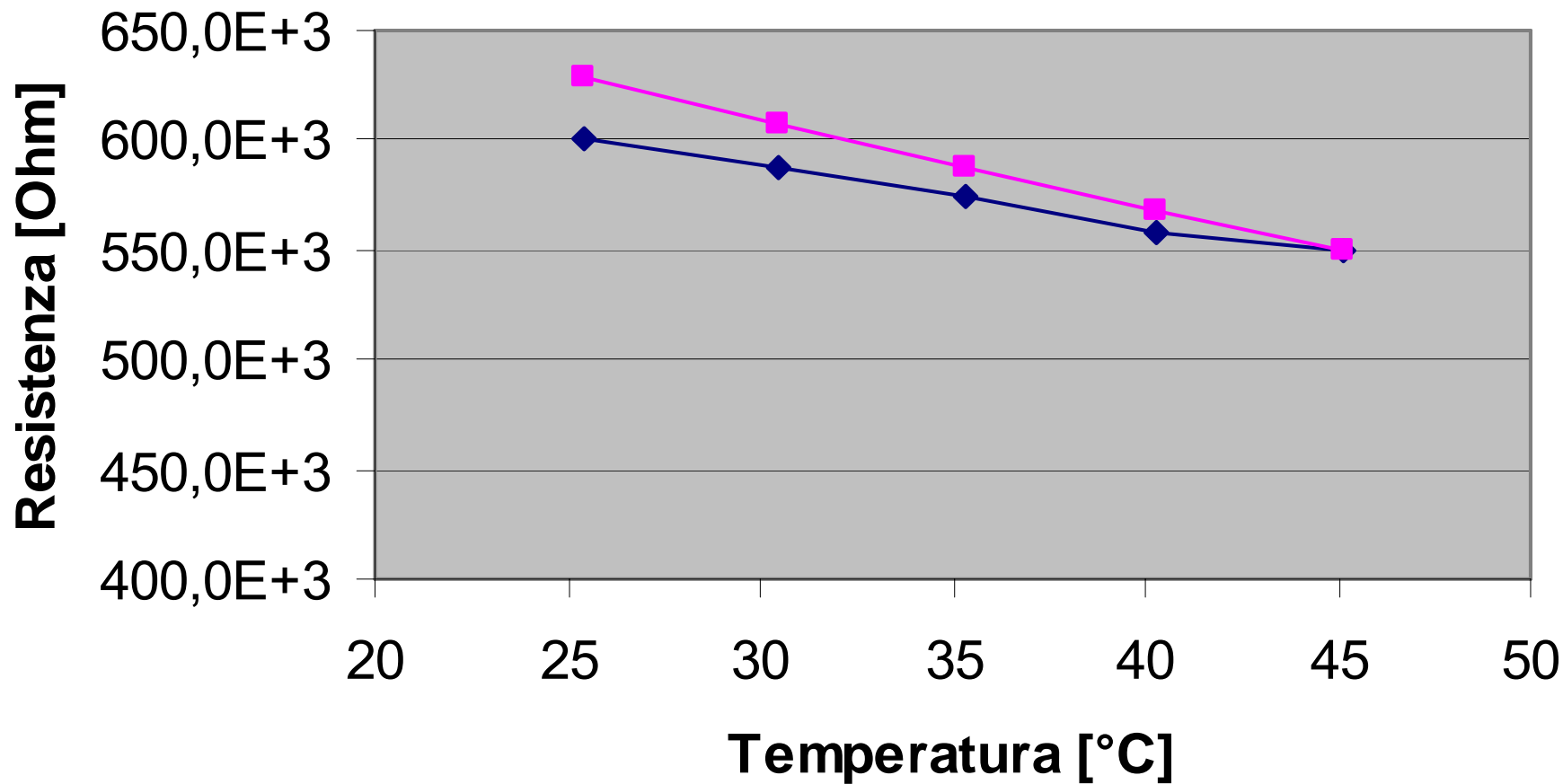
PROVA 2:

MISURE DI RESISTENZA DI TESSUTI AL VARIARE DELLA TEMPERATURA  
E UMIDITA' RELATIVA COSTANTE



T[C°]	RH%	R[Mohm]	t[hh.mm]
25,4	50	0,6	9.30
30,5	50	0,587	11.35
35,3	50	0,574	12.16
40,3	50	0,558	13.16
45,1	50	0,549	14.07
40,1	50	0,567	14.46
35,4	50	0,587	15.18
30,5	50	0,608	15.52
25,3	50	0,628	16.32

## PEDOT- Riscaldamento/Raffreddamento



—◆— T crescente —■— T decrescente

# OSSERVAZIONI & CONSIDERAZIONI

- La resistenza tende a diminuire con il passaggio della corrente utilizzata per eseguire la singola misura.
- Il PEDOT diminuisce la resistenza al crescere della temperatura
- Si nota una certa isteresi soprattutto a basse temperature.

~~Variare delle condizioni di umidità relativa~~

~~Accumulo di calore delle piastre utilizzate per le connessioni~~



CONTROLLO UMIDITA'

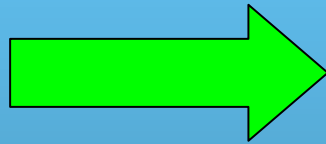


SISTEMA DI CONNESSIONE  
ELETTRICA MINIATURIZZATO

PROVA 3:

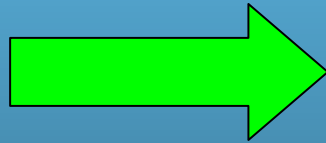
MISURE DI RESISTENZA DI PEDOT SU VETRINO E SU TESSUTO AL VARIARE DELLA TEMPERATURA CON UMIDITA' RELATIVA VARIABILE

MISURAZIONE  
TEMPERATURA



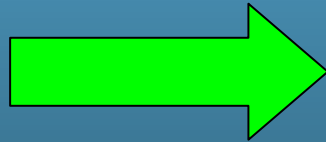
TERMOMETRO CON SONDA  
INTERNA A STUFA

CONTROLLO  
UMIDITA'



NESSUNO

MISURAZIONE  
RESISTENZA



SOURCE METER

CAMPIONE



- TESSUTO + PEDOT
- VETRINO + PEDOT

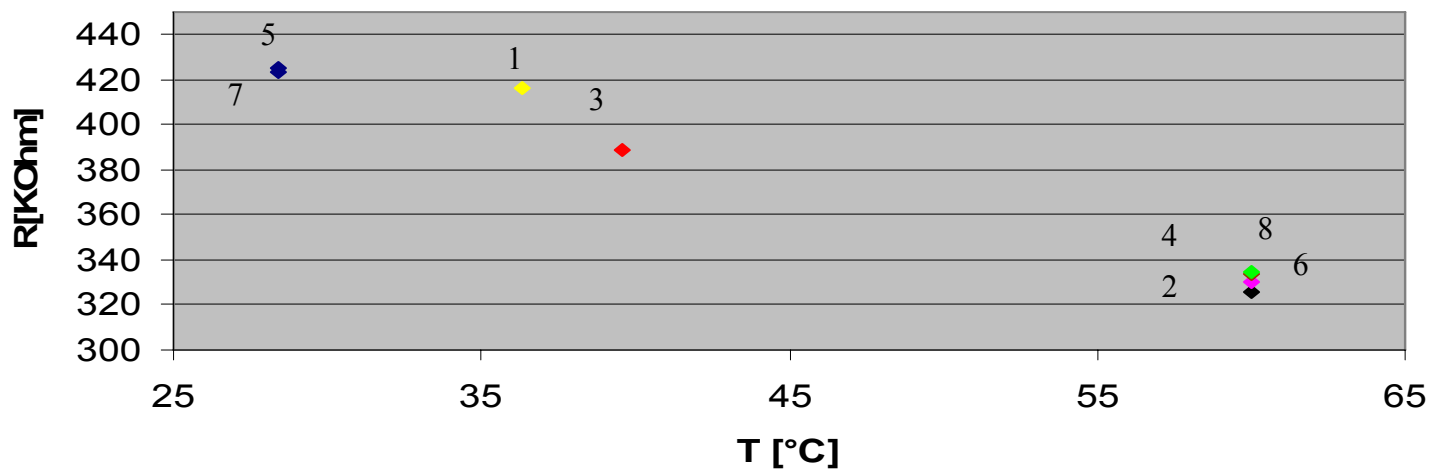
## Campione: PEDOT su tessuto (LP 25/1)

N. d'ordine	T[°C]	UR%	R[Koh m]
1	36,3	18,1	416
2	60	6,7	326
3	39,6	12,1	389
4	60	5	330
5	28,4	14,5	425
6	60	2,8	334
7	28,4	13,3	423
8	60	2,7	335

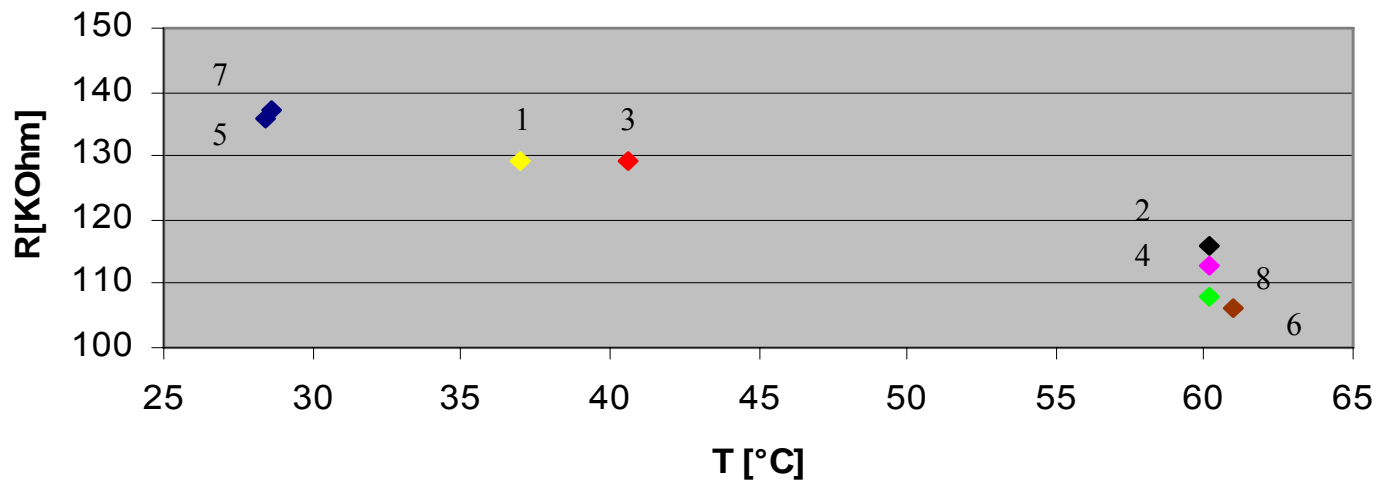
## Campione: PEDOT su vetrino

N. d'ordine	T[°C]	UR%	R[Koh m]
1	37	17,5	129
2	60,2	6,7	116
3	40,6	11,8	129
4	60,2	4,8	113
5	28,4	15	136
6	61	2,7	106
7	28,6	13,9	137
8	60,2	2,7	108

### PEDOT su tessuto

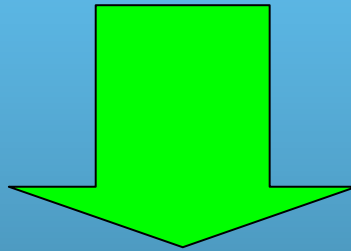


### PEDOT su vetrino



# CONSIDERAZIONI

Le misure mostrano una certa ripetibilità.



Il valore di resistenza è influenzato anche dal valore di umidità relativa presente nella zona di misura.

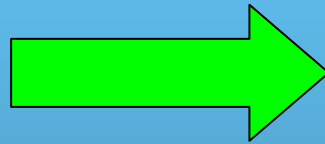
# ALLUNGAMENTO

VALUTARE IL POSSIBILE IMPIEGO DI TESSUTI CONDUTTIVI  
COME SENSORI DI DEFORMAZIONE

PROVA 4:

MISURE DI RESISTENZA ELETTRICA DI TESSUTI AL VARIARE DELL'ALLUNGAMENTO

MISURAZIONE  
ALLUNGAMENTO



DINAMOMETRO

MISURAZIONE  
RESISTENZA



MULTIMETRO

TESSUTO



PEDOT + MAGLIA  
ELASTICIZZATA



DINAMOMETRO

MULTIMETRO



### Allungamento

---

$\Delta L$ [mm]	R[Ohm]
0	8,60E+05
5	2,23E+06
10	2,58E+06
15	2,75E+06
20	2,79E+06

### MISURA 1

### Rilascio

---

$\Delta L$ [mm]	R[Ohm]
0	1,26E+06
5	2,19E+06
10	3,00E+06
15	3,04E+06
20	2,79E+06

### Allungamento

---

$\Delta L$ [mm]	R[Ohm]
0	1,14E+06
1	1,30E+06
2	1,54E+06
3	1,86E+06
4	2,24E+06
5	2,65E+06

### MISURA 2

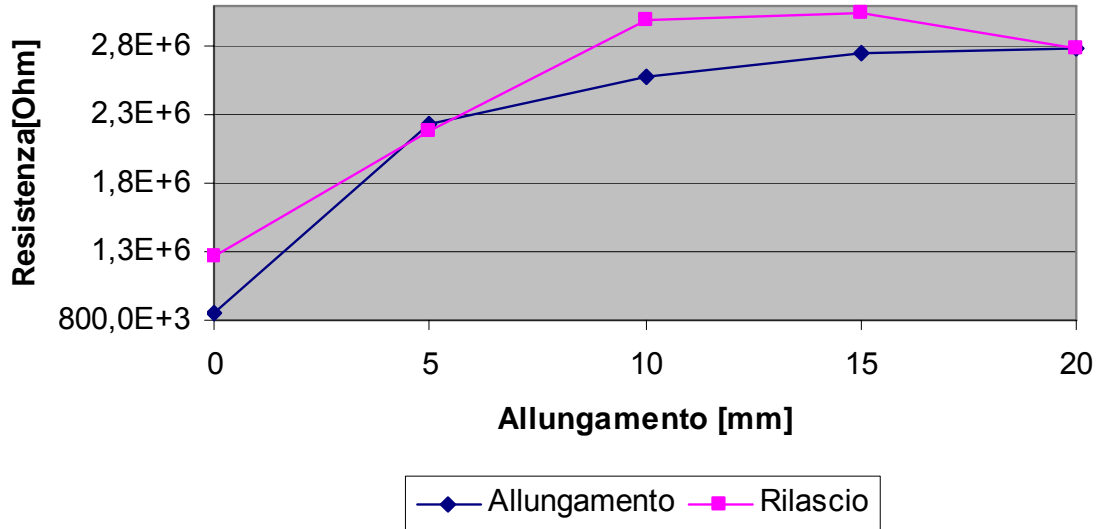
### Rilascio

---

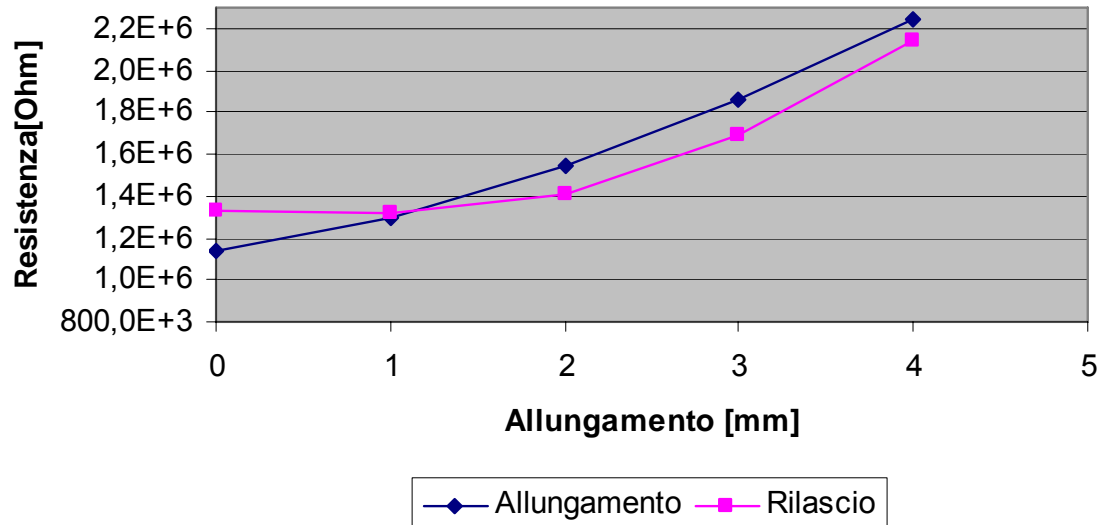
$\Delta L$ [mm]	R[Ohm]
0	1,33E+06
1	1,32E+06
2	1,41E+06
3	1,69E+06
4	2,14E+06
5	2,65E+06

# MISURA 1

## PEDOT - Allungamento/Rilascio



## PEDOT - Allungamento/Rilascio



# MISURA 2

# CONSIDERAZIONI

- Il campione di tessuto col PEDOT deposto aumenta la resistenza all'aumentare dell'allungamento a causa della struttura stessa della maglia
- Le curve allungamento-rilascio sono più simili a bassi carichi
- Ritornando ad allungamento zero la resistenza è comunque superiore a quella di partenza



- il tessuto necessita di rilassarsi per un certo tempo

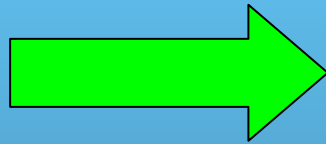


- sembra necessario operare con tessuti pretensionati.

PROVA 5:

MISURE DI RESISTENZA ELETTRICA DI TESSUTI AL VARIARE  
DELL'ALLUNGAMENTO

MISURAZIONE  
ALLUNGAMENTO



DINAMOMETRO

MISURAZIONE  
RESISTENZA



MULTIMETRO

TESSUTO



PEDOT + TESSUTO  
ORTOGONALE  
ELASTICIZZATO MISTO  
LANA

# CICLO 1

$\Delta L/Li \%$	R[Ohm]
0,0	2,53E+05
1,0	2,43E+05
2,0	2,34E+05
3,0	2,27E+05
4,0	2,19E+05
5,0	2,13E+05
6,0	2,11E+05
7,0	2,04E+05
8,0	1,99E+05
9,0	1,95E+05
10,0	1,91E+05

ALLUNGAMENTO

RILASCIO

$\Delta L/Li \%$	R[Ohm]
0,0	2,54E+05
1,0	2,50E+05
2,0	2,42E+05
3,0	2,33E+05
4,0	2,25E+05
5,0	2,18E+05
6,0	2,10E+05
7,0	2,05E+05
8,0	2,01E+05
9,0	1,96E+05
10,0	1,91E+05

$\Delta L/Li \%$	R[Ohm]
0,0	2,54E+05
1,0	2,47E+05
2,0	2,38E+05
3,0	2,32E+05
4,0	2,22E+05
5,0	2,16E+05
6,0	2,12E+05
7,0	2,06E+05
8,0	2,00E+05
9,0	1,94E+05
10,0	1,90E+05

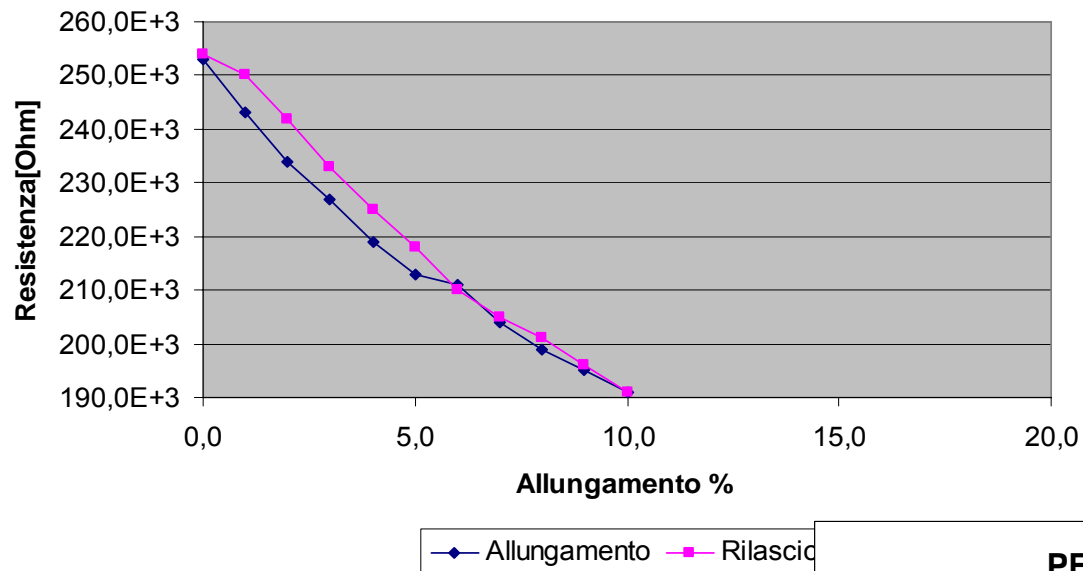
ALLUNGAMENTO

## CICLO 2

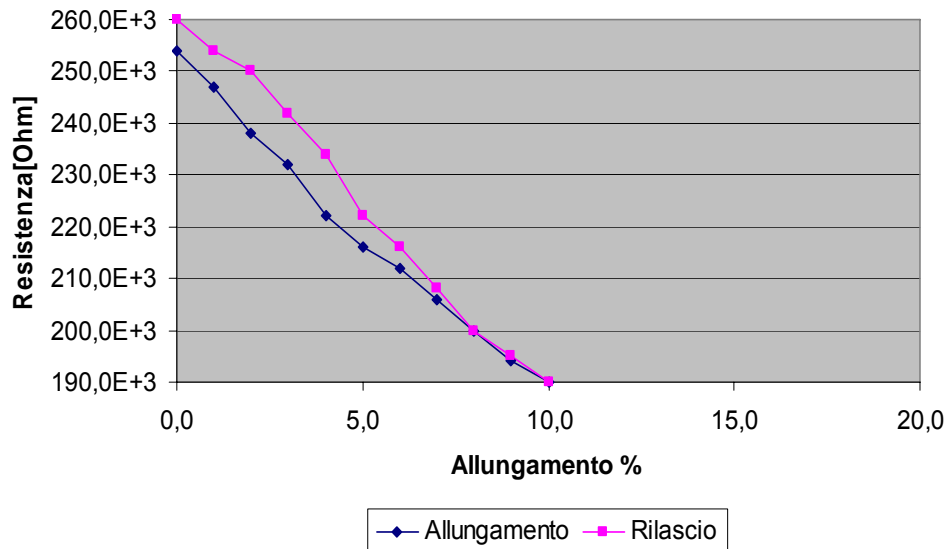
RILASCIO

$\Delta L/Li \%$	R[Ohm]
0,0	2,60E+05
1,0	2,54E+05
2,0	2,50E+05
3,0	2,42E+05
4,0	2,34E+05
5,0	2,22E+05
6,0	2,16E+05
7,0	2,08E+05
8,0	2,00E+05
9,0	1,95E+05
10,0	1,90E+05

### PEDOT - Allungamento/Rilascio 2



### PEDOT - Allungamento/Rilascio 3



# CONSIDERAZIONI

- Il campione di tessuto diminuisce la resistenza all'aumentare dell'allungamento a causa della struttura stessa del tessuto
- I valori di resistenza minimi sono simili e prossimi a  $190\Omega$  , quelli massimi a  $255\Omega$
- Rispetto alla prova 4 si è aumentata la distanza tra gli aghi (inseriti nel tessuto e utilizzati come elettrodi) diminuendo così l'errore percentuale