



# SUPERCONDUTTIVITA'

BAGAGLINI MICHELE CARGNELUTTI DAVIDE DEL GIORNO MARTINA HOXHAJ ILVA  
LOVAGLIO LORENZO LOZZI LORENZO PONTECORVI ALEXANDER ZUCCALÀ CHIARA

TUTOR: DR. DANIELE DI GIOACCHINO

# CHE COSA È?

- STATO DELLA MATERIA CON ECCEZIONALI PROPRIETÀ ELETTRICHE E MAGNETICHE
- RARISSIMO EFFETTO QUANTISTICO MACROSCOPICO
- EVIDENZA DI UN COMPORTAMENTO DELLA FISICA QUANTISTICA NEI SOLIDI

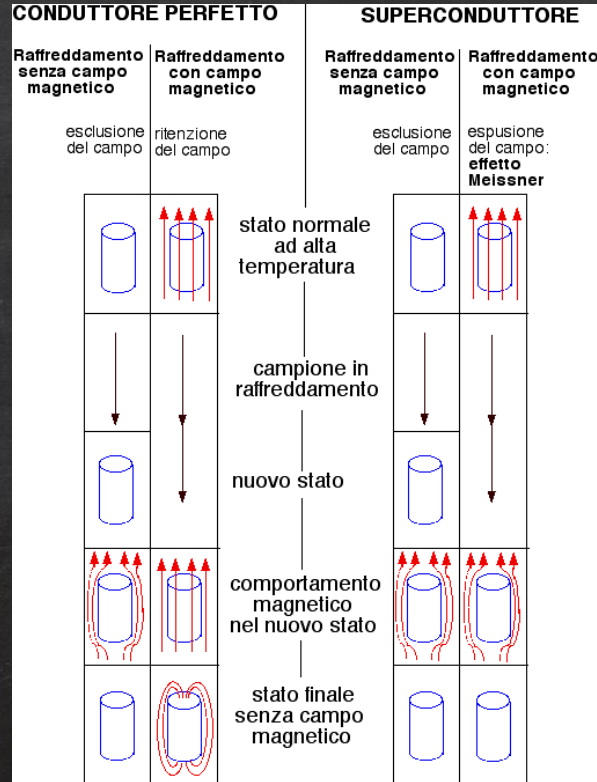




# COME FUNZIONA ?

1. FENOMENO A BASSA TEMPERATURA
2. L'ELETTRICITÀ FLUISCE SENZA RESISTENZA
3. IL CAMPO MAGNETICO ESPULSO (EFFETTO MEISSNER)

# CONDUTTORE PERFETTO = SUPERCONDUTTORE ?



NO!!

IL SUPERCONDUTTORE È UN DIAMAGNETE PERFETTO...

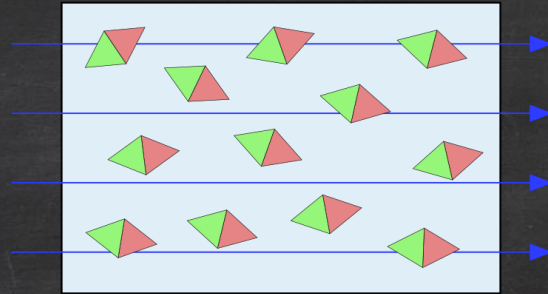


... MA COS'È UN DIAMAGNETE??

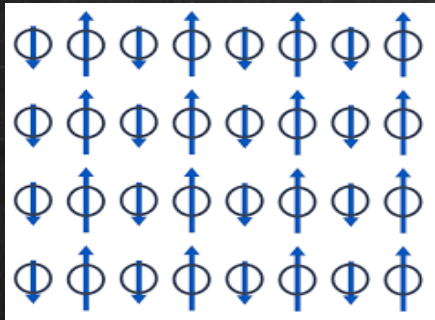
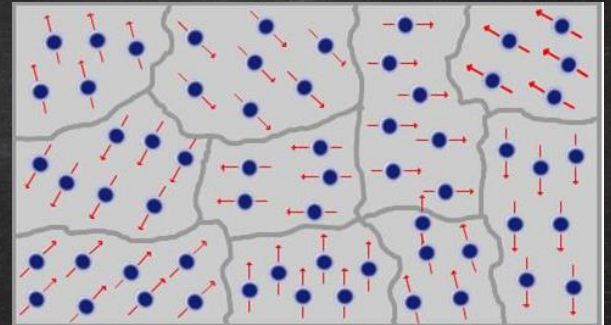


# VARI TIPI DI MAGNETISMO:

PARAMAGNETISMO

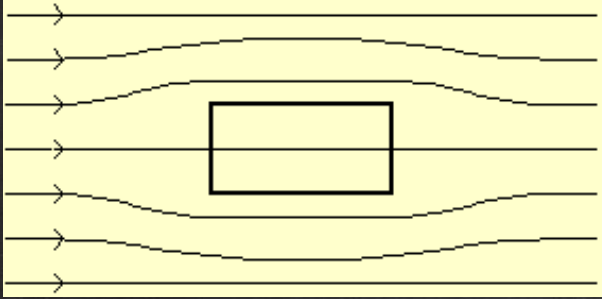


FERROMAGNETISMO



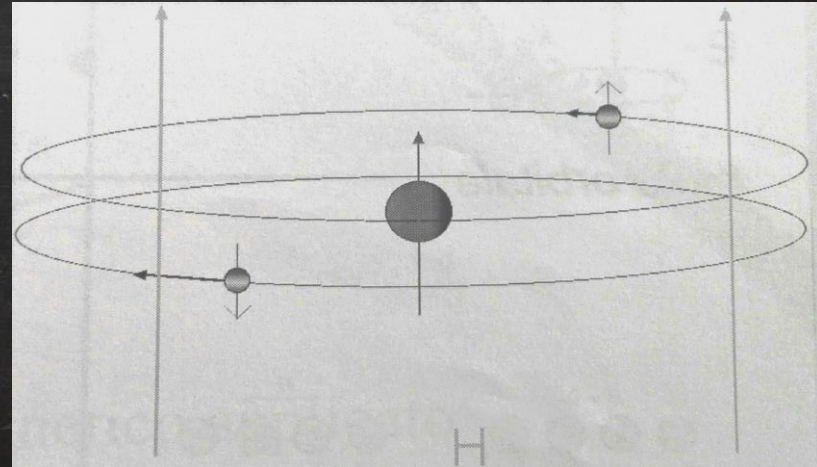
FERRIMAGNETISMO

sostanza diamagnetica



# DIAMAGNETISMO

- REAZIONE DEBOLE, REPULSIVA IN PRESENZA DI UN CAMPO ESTERNO
- DIPENDE DAL CAMPO MAGNETICO ESTERNO
- PERTURBAZIONE DEL MOTO DEGLI ELETTRONI ACCOPPIATI



# SUPERCONDUTTORI DI I E DI II TIPO

I TIPO : TRANSIZIONE NETTA DALLO STATO NORMALE  
ALLO STATO SUPERCONDUTTORE



SUPERCORRENTE / ----> CAMPO MAGNETICO  
OPPOSTO ALL' INZIALE

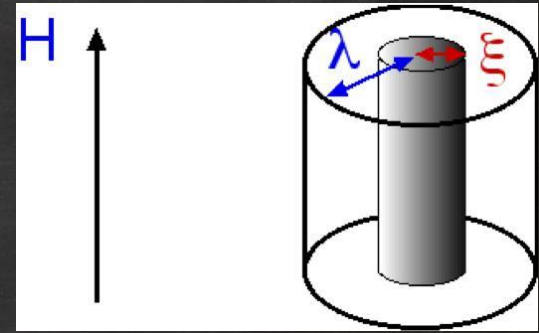
- ESISTE UN VALORE CRITICO  $B_C$  E  $T_C$

II TIPO       $\longrightarrow$       APPLICAZIONE DI UN CAMPO  
MAGNETICO CON AMPIEZZA MAGGIORE RISPETTO AL  
VALORE CRITICO  $B_C$        $\longrightarrow$       NUOVO STATO "MISTO"  
----> FLUSSONI CON UN CUORE "NORMALE"

- LO STATO INTERMEDIO È FORMATO DA UN RETICOLO DI QUANTI DI FLUSSO MAGNETICO CHE AUMENTERÀ CON L'AUMENTO DEL VALORE DEL CAMPO MAGNETICO.

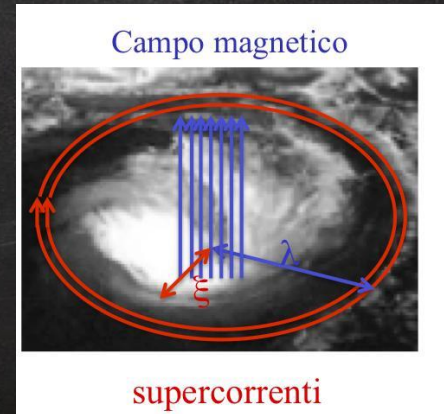


# IL QUANTO DI FLUSSO MAGNETICO



DUE DIMENSIONI LO DIFFERISCONO: LUNGHEZZA DI COERENZA E LUNGHEZZA DI PENETRAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO

FLUSSO DI QUANTO MAGNETICO =  $2 \cdot 10^{-15}$  WEBER



# TEORIA BCS

... BASATA SULLA MECCANICA  
QUANTISTICA DELLA MATERIA

J. BARDEEN

L. COOPER

R. SCHRIEFFER



# TEORIA BCS: COSA AFFERMA?

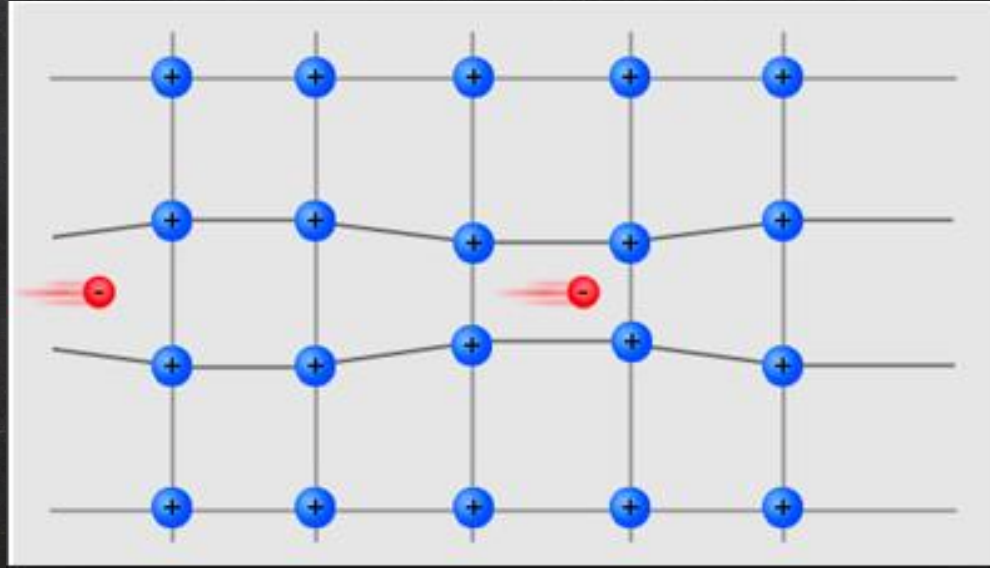
NEI SUPERCONDUTTORI GLI ELETTRONI SI CONDENSANO IN UNO STATO  
QUANTISTICO DI ENERGIA MINIMA E SI MUOVONO COLLETTIVAMENTE E  
COERENTEMENTE SENZA ATTRITO NE' RESISTENZA



COPPIE DI COOPER



OSSERVIAMO COME NASCONO TALI COPPIE:



# IN GENERALE...

GLI ELETTRONI:



FERMIONI

- HANNO SPIN SEMI-INTERO
- SEGUONO IL PRINCIPIO DI ESCLUSIONE DI PAULI
- SI STABILISCONO IN ENERGIE SEMPRE PIÙ ALTE

# LE COPPIE DI COOPER SONO DAVVERO SPECIALI



HANNO LE CARATTERISTICHE DEI BOSONI:

- HANNO SPIN INTERI
- SI DISTRIBUISCONO IN BASE ALLA STATISTICA DI BOSE-EINSTEIN
- GLI ELETTRONI AI BORDI DEI VOLUMI DI COERENZA SONO AL CENTRO DI ALTRI VOLUMI DI COERENZA

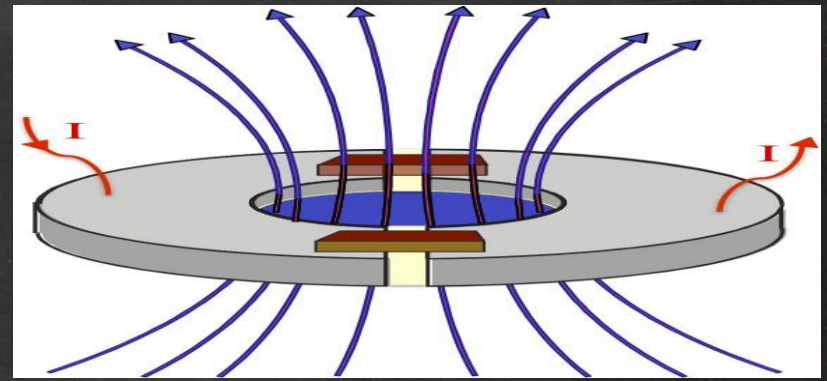


# SQUID

(SUPERCONDUCTING QUANTUM INTERFERENCE DEVICE)

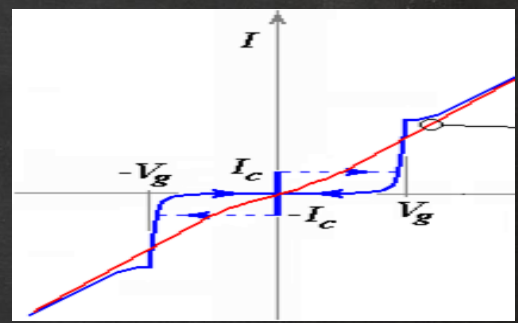


(DISPOSITIVO SUPERCONDUTTORE D'INTERFERENZA QUANTICA)

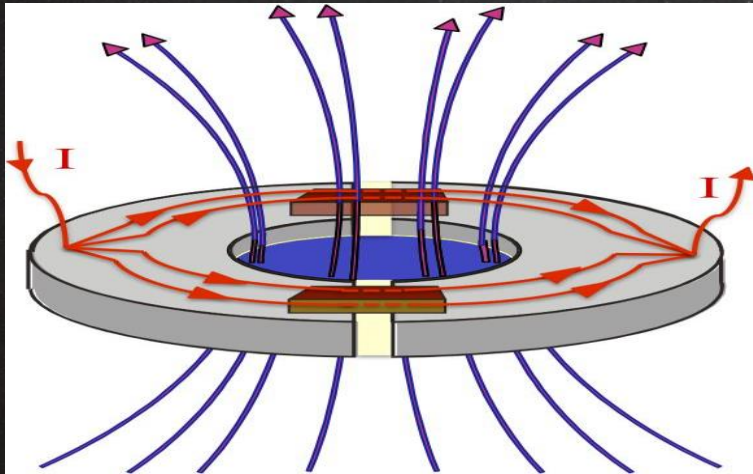


- È IL PIÙ SENSIBILE RILEVATORE DI CAMPO MAGNETICO
- ANELLO SUPERCONDUTTORE INTERROTTO DA UNA O DUE GIUNZIONI JOSEPHSON
- $I_c$  PROPORZIONALE A  $\vec{B}$  → QUANTIZZAZIONE DEL FLUSSO MAGNETICO
- CONVERTE CAMPO MAGNETICO IN VOLTAGGIO
- EFFETTO JOSEPHSON → TUNNEL QUANTO-MAGNETICO

# EFFETTO JOSEPHSON



LE COPPIE DI COOPER CREANO UN TUNNEL QUANTISTICO NELLA REGIONE NORMALE SENZA CADUTA DI VOLTAGGIO ( $I_c$  PIÙ PICCOLA)



- GIUNZIONI = PARTE DEBOLE
- SUPERCORRENTE JOSEPHSON CORRE INDISTURBATA
- INTERFERENZA COSTRUTTIVA QUANDO NON PASSA B E NON COSTRUTTIVA QUANDO PASSA

↓  
SUPERCORRENTE OSCILLA → CONTATORE QUANTI DI FLUSSO



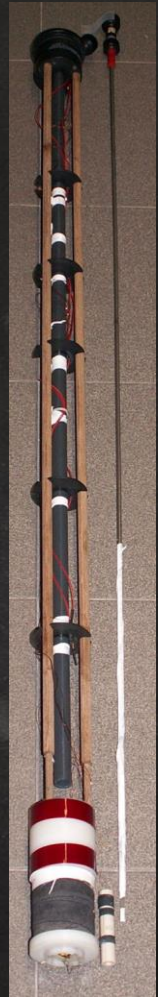
# IL SUSCETTOMETRO A.C.

IL SUSCETTOMETRO È UNO STRUMENTO UTILIZZATO PER MISURARE IL TIPO DI MAGNETISMO DI UN MATERIALE.

IN QUESTO ESPERIMENTO UTILizzerEMO UN PROVINO DI BISCOCCO.

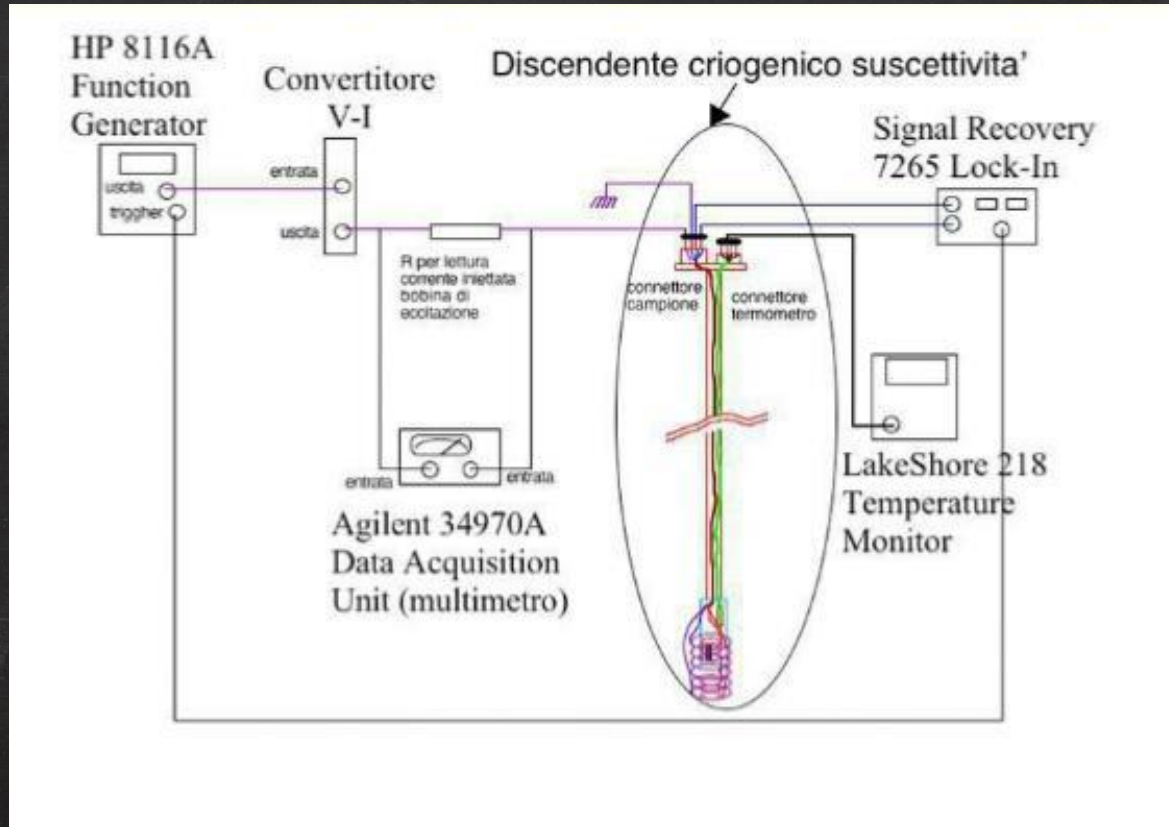
LE SUE COMPONENTI SONO:

- UN PORTA CAMPIONE
- PONTE DI BOBINE AVVOLTE ANTI INDUTTIVE
- BOBINA DI ECCITAZIONE

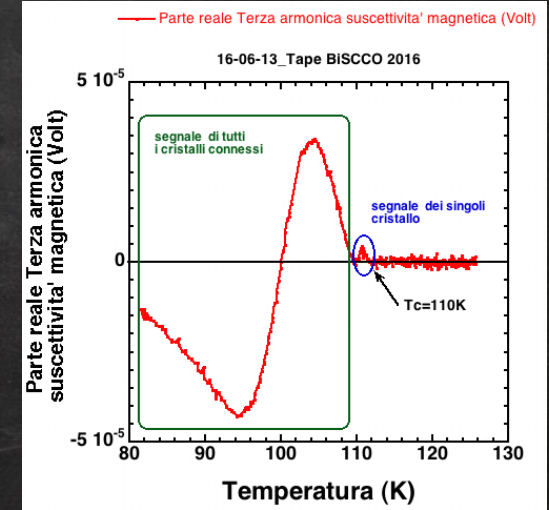
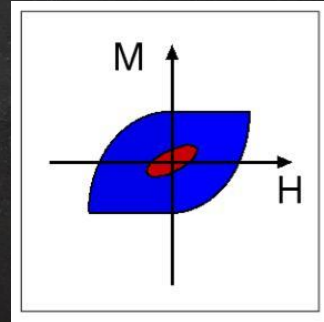
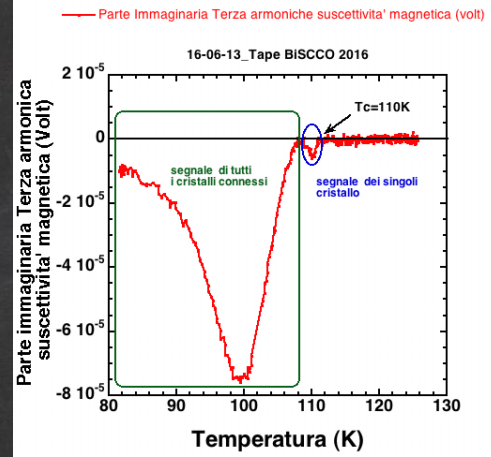
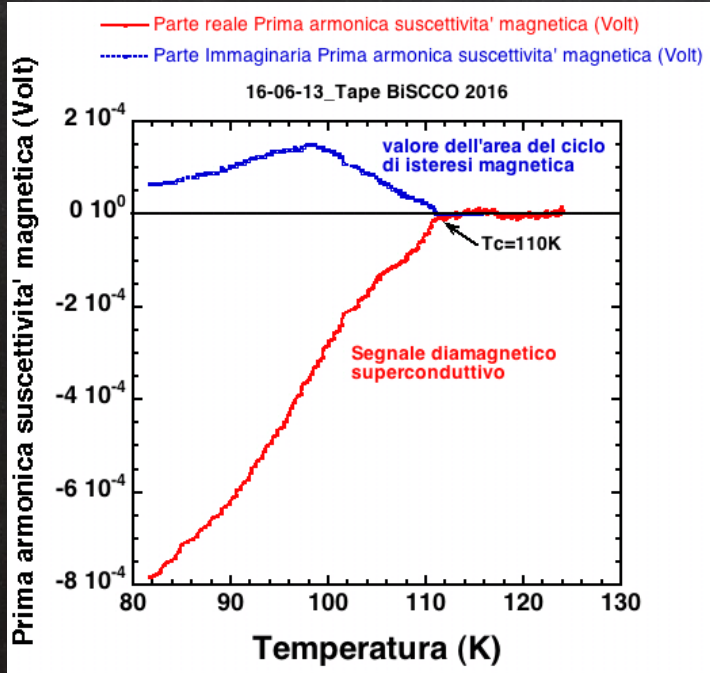




# Descrizione esperimento con suscettometro a.c.

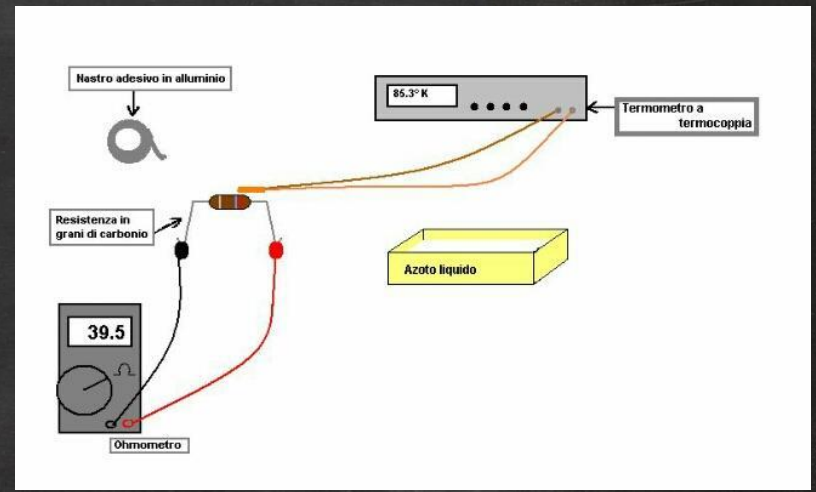


# GRAFICI OTTENUTI



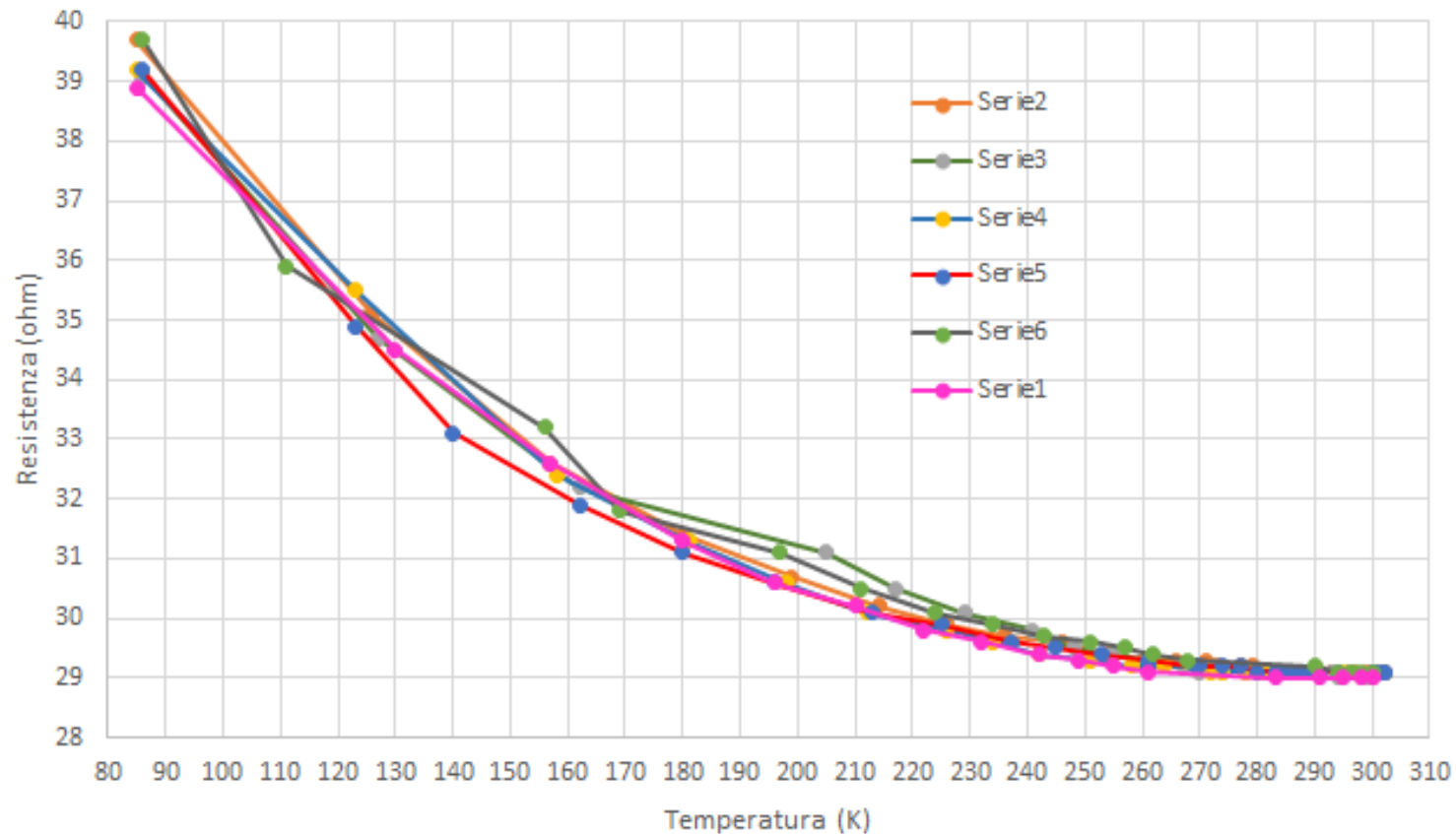
# PRIMO APPROCCIO AGLI ESPERIMENTI

- PRIMO CONTATTO CON SOSTANZE CRIOGENICHE (AZOTO LIQUIDO)
- USO DI APPARECCHIATURE DI RIVELAZIONE DI TEMPERATURA E RESISTENZA
- PRESA VISIONE DEGLI ERRORI SISTEMATICI E CASUALI





## Esperimento con la resistenza in grani di carbonio



# EFFETTO MEISSNER

MATERIALI:

AZOTO LIQUIDO

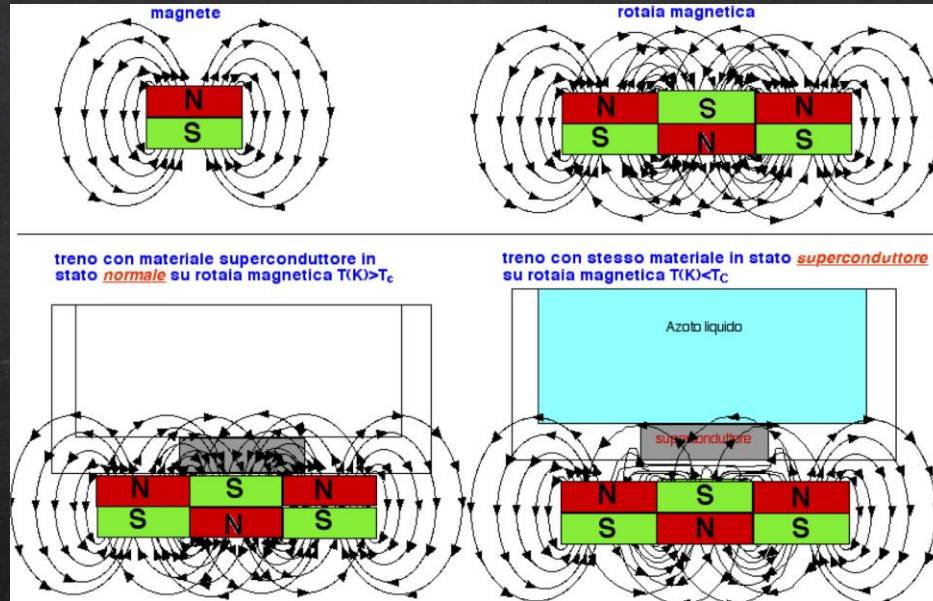
YBCO

MAGNETINI da 0.1 TESLA



# IL TRENO MAGLEV

SCOPO: SI MOSTRA IN MODO QUALITATIVO UN TIPO DI USO TECNOLOGICO DELL'ESPULSIONE E/O ESCLUSIONE DEL CAMPO MAGNETICO DA PARTE DI UN SUPERCONDUTTORE





# IL TRENO MAGLEV



... E QUESTI SIAMO NOI... ALTRO CHE LORO ...

**E adesso...**



**...andiamo a tifare  
Italia**