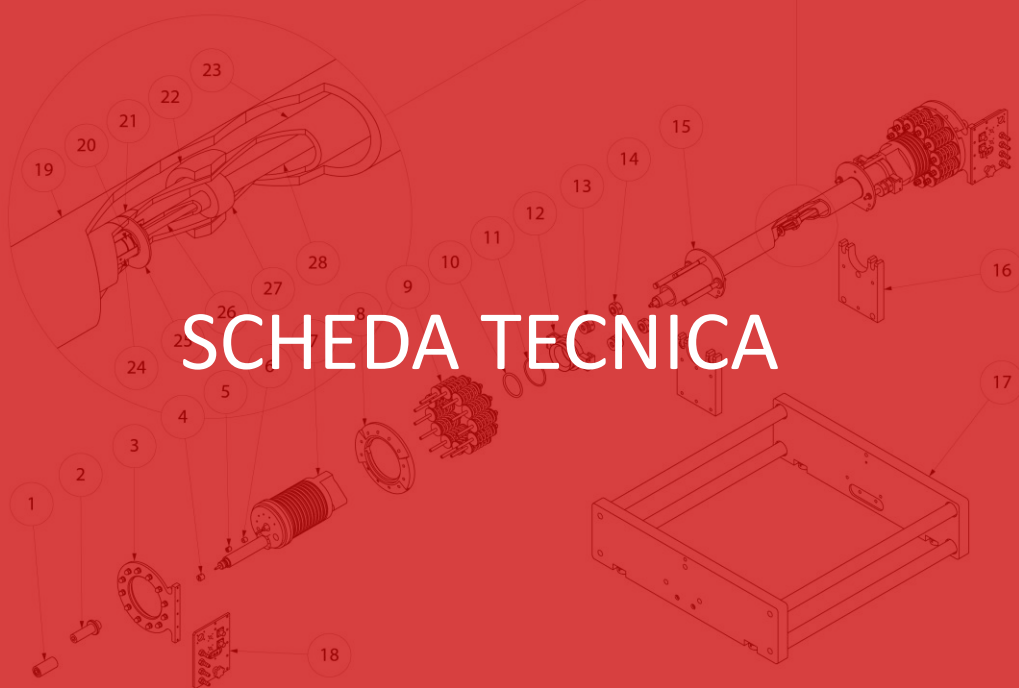
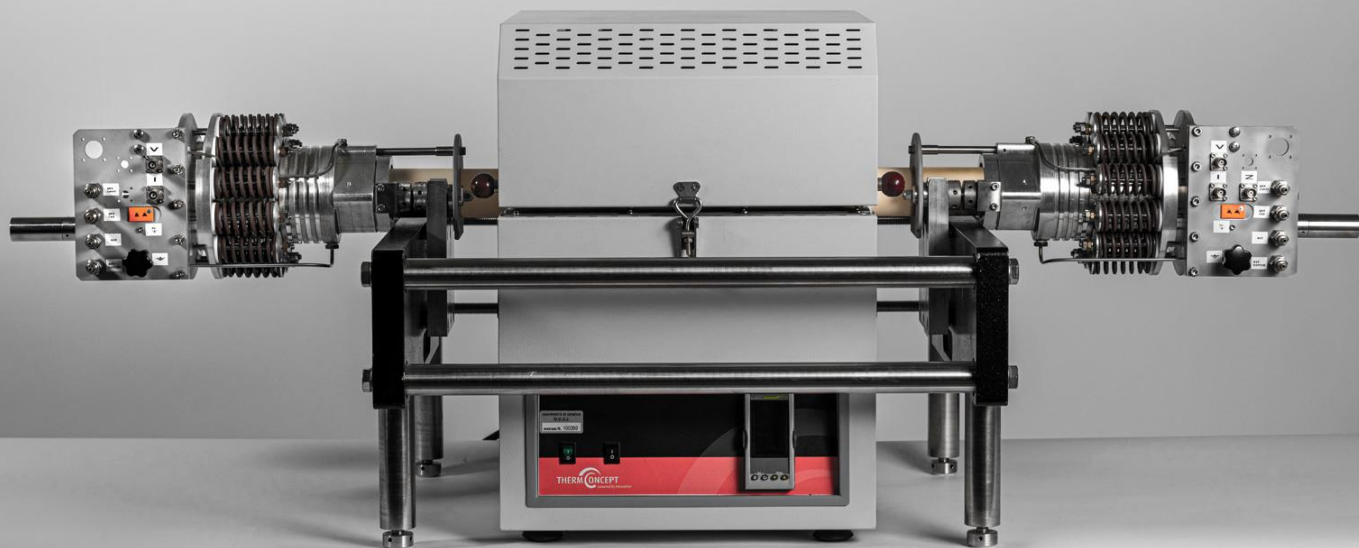


# REAL LIFE TESTER



## SCHEDA TECNICA



# REAL LIFE TESTER

## SCHEDA TECNICA

### INTRODUZIONE

Real Life Tester è una apparecchiatura standard di laboratorio nata in collaborazione con il CNR e l'Università di Genova e realizzata nell'ambito di un progetto di ricerca europeo sulle pile a combustibile SOFC. In 4 anni di test effettuati all'università sono stati validati una molteplicità di campi di utilizzo.

### COME FUNZIONA

Real Life Tester è l'unica apparecchiatura standard capace di sottoporre in simultanea un campione di materiale a:

- **PRESSIONE** fino a **10 bar** con 2 atmosfere (1 gas diverso per lato del campione)
- **TEMPERATURA** fino a **1.050 °C**
- **CORRENTE** fino a **1 A/cm<sup>2</sup>**
- **DURATA** cicli di test fino a **10.000 ore**

Real Life Tester riproduce (e amplifica) in laboratorio le condizioni di esercizio di materiali utilizzati in componenti sottoposti ad atmosfere multiple anche aggressive, alta pressione, alta temperatura e polarizzazione. Misura i fenomeni fisici ed elettrochimici che sono causa di deterioramento e salva in tempo reale i dati raccolti in rete locale. All'Università di Genova sono stati ad esempio scoperti e misurati fenomeni non contemplati nelle formule di calcolo nell'ambito di studi sulle celle a combustibile SOFC, e ciò ha condotto a riconsiderare alcune ipotesi progettuali.

### CAMPIONE DI MATERIALE

Il campione di materiale si inserisce in un alloggiamento all'interno della macchina a seguito di apposita preparazione, ha forma circolare e rispetta le seguenti dimensioni:

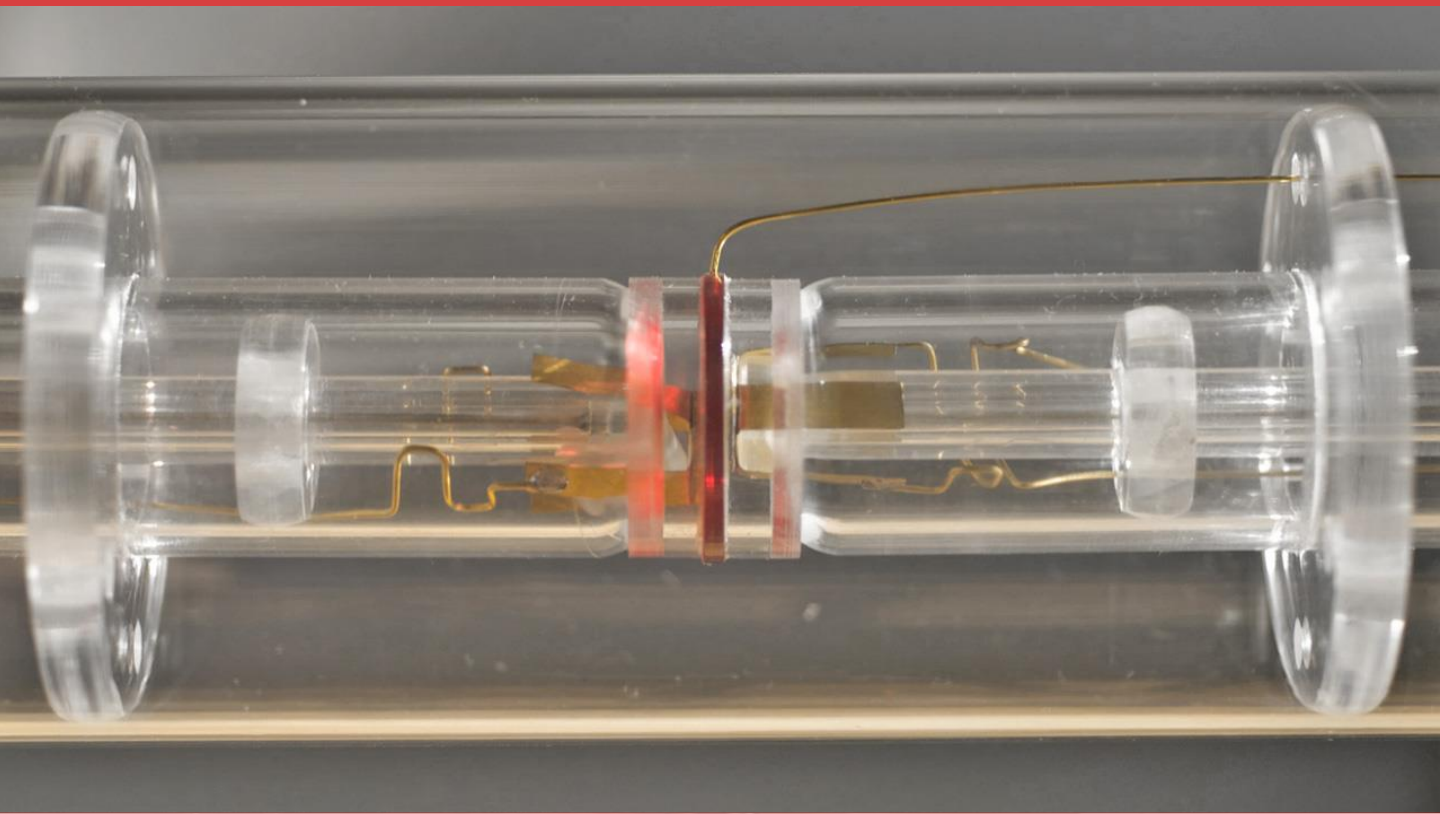
- **DIAMETRO** **25 mm**
- **SPESSORE** **da 1 a 5 mm**

### DATI REALTIME E MISURAZIONI A 5 POLI

Durante tutta la durata di ogni ciclo di test la workstation multicanale in dotazione misura con 5 poli le proprietà elettrochimiche del campione e le rende disponibili in rete. La misura a 4 poli della resistenza del materiale è considerato un metodo molto efficace, l'aggiunta di un quinto polo consente di separare i contributi e monitorare il comportamento del campione su ogni faccia.

# REAL LIFE TESTER

## SCHEDA TECNICA

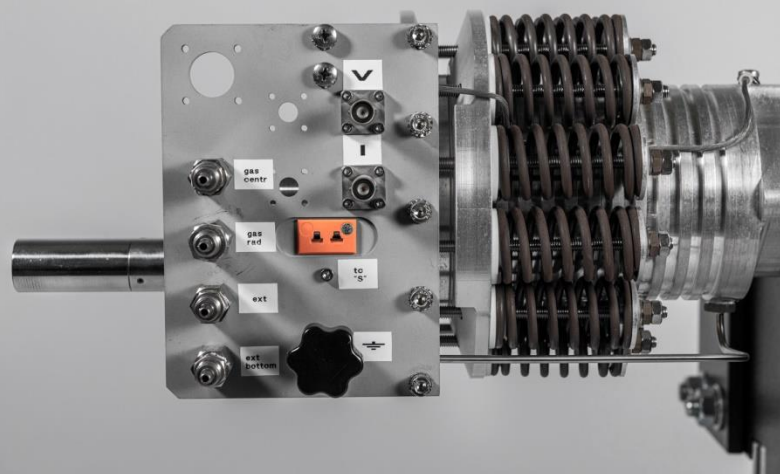


*Dettaglio della riproduzione di un campione di materiale all'interno delle camere a gas e a contatto con gli elettrodi a 5 poli in metallo nobile. Nella realtà le camere non sono trasparenti essendo in ceramica di allumina purissima. Tale materiale è utilizzato per la sua indeformabilità alle alte temperature.*

### **STUDIATO PER INDUSTRIA 4.0**

La misurazione e il salvataggio realtime in rete locale dei dati raccolti consente una agevole connessione alle logiche di automazione della produzione.

Un potente software consente di analizzare e visualizzare realtime i grafici dei dati raccolti e ogni ciclo di test può essere anche monitorato in remoto.





# REAL LIFE TESTER

## ANALISI E APPLICAZIONI

### OTTIMIZZA IL TIME-TO-MARKET

Prima di Real Life Tester era necessario realizzare il prototipo di un nuovo prodotto per testarlo in laboratorio in condizioni di esercizio, comportando ingenti costi di ricerca e sviluppo. Oggi è sufficiente sottoporre un piccolo campione di materiale a tutte le forze simultaneamente e analizzare i risultati, ottenendo in poche settimane ciò che prima richiedeva anni.

### ESEMPI DI APPLICAZIONE

Un elenco non esaustivo di casi che è possibile analizzare con Real Life Tester:

- Celle a combustibile SOFC e SOEC
- Metalli e rivestimenti
- Ceramiche e vetro
- Interfaccia metallo-ceramica
- Simulazione stacking di SOFC
- Simulazione componenti scambiatore di calore
- Simulazione componenti gas di scarico caldi
- Simulazione condizioni di vuoto

### ESEMPI DI ANALISI

- Resistenza chimica e fisica in condizioni operative
- Monitoraggio delle variazioni microstrutturali
- Calcolo prestazioni e Life Time Cycle
- Tasso di ossidazione a secco e con vapore
- Variazione delle prestazioni in base all'usura
- Idoneità, reattività e stabilità dei rivestimenti

### MISURAZIONI ELETTROCHIMICHE

- Spettroscopia di impedenza elettrochimica (EIS)
- Misure di resistenza specifica dell'area (ASR)
- Misurazione curve I/V
- Misurazione curve OCP



*Dettaglio di un nuovo campione di materiale durante il processo di inserimento all'interno delle camere a gas di Real Life Tester.*



*Dettaglio di un campione di materiale estratto da Real Life Tester, visibilmente deteriorato a seguito di un ciclo di test.*

# REAL LIFE TESTER

## EQUIPAGGIAMENTO

### REAL LIFE TESTER

L'apparecchiatura di analisi all'interno del quale viene inserito il campione di materiale per sottoporlo a temperatura, pressione e polarizzazione.

### IMPIANTO GAS

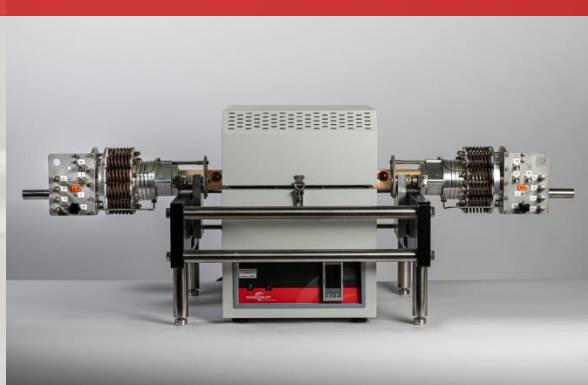
Consente di far fluire le atmosfere da utilizzare nei test nelle 3 camere a gas (2 a contatto col campione di materiale e 1 di contenimento per la sicurezza).

### WORKSTATION MULTICANALE + SOFTWARE

Consente di polarizzare il campione, acquisire le misurazioni elettrochimiche, controllare l'acquisizione dati in rete locale e da remoto.

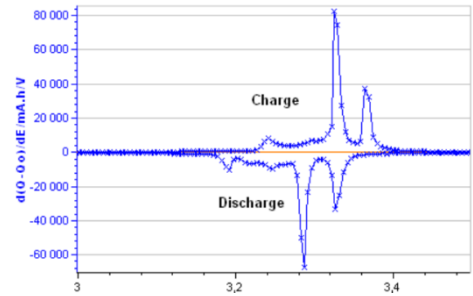
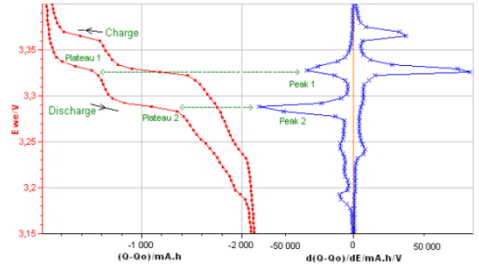
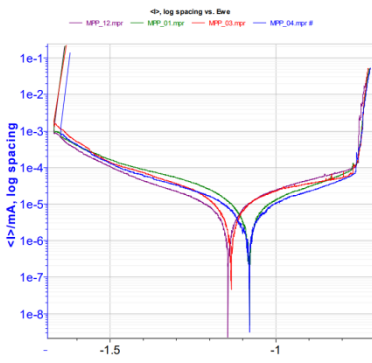
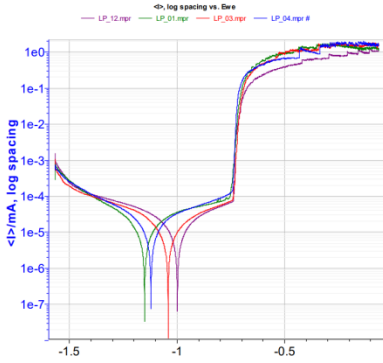
### ELETTROLIZZATORE (Opzionale)

Consente di generare idrogeno da utilizzare nei test sui campioni.



# REAL LIFE TESTER

## SOFTWARE



### POTENTI SOFTWARE TOOL PER INDAGARE A FONDO

La Workstation di Real Life Tester è corredata di un potente software tool che consente di programmare test, analizzare ed elaborare i dati raccolti.

### OSSERVA L'EVOLUZIONE DEI DATI REALTIME

Per avere risultati non devi attendere mesi, mentre il test è in corso puoi analizzare i dati real time e visualizzare i grafici che ne disegnano l'evoluzione. I valori delle misurazioni a 5 poli sul campione effettuate durante tutto il ciclo di test vengono salvate e rese disponibili in rete locale.

Rest for  $t_R$  = 0 h 10 mn 0 s  
 Limit  $|dE_{we}/dt| < dE_R/dt$  = 0.0 mV/h  
 Record every  $dE_R$  = 0.0 mV  
 or  $dt_R$  = 1 s

Rest for  $t_R$  = 0 h 10 mn 0.000 0 s  
 Limit  $|dE_{we}/dt| < dE_R/dt$  = 0.0 mV/h  
 Record every  $dE_R$  = 0.0 mV  
 or  $dt_R$  = 1 s

Scan  $E_{we}$  with  $dE/dt$  = 1 mV/s  
 from  $E_i$  = -0.5 V vs. Eoc  
 to  $E_L$  = 1 V vs. Eoc  
 Record  $< \downarrow$   
 over the last 50 % of the step duration  
 average  $N$  = 5 voltage steps  
 E Range = -2V; 2V  
 Resolution = 100  $\mu$ V  
 I Range = Auto  
 Bandwidth = 5 - medium

( $dE/dt \sim 100 \mu$ V / 100.0 ms)  
 ( $dE_N \sim 500 \mu$ V)

Scan  $E_{we}$  with  $dE/dt$  = 60 mV/mn  
 from  $E_i$  = -0.500 V vs. Eoc  
 to  $E_L$  = 1.000 V vs. Eoc  
 Limit  $|I| > I_p$  = 50.000  $\mu$ A after  $t_b$   
 $t_b$  = 0.500 0 s from scan beginning  
 Record  $< \downarrow$   
 over the last 50 % of the step duration  
 average  $N$  = 5 voltage steps  
 E Range = -2V; 2V  
 Resolution = 100  $\mu$ V  
 I Range = 100  $\mu$ A  
 Bandwidth = 5 - medium

( $dE/dt \sim 100 \mu$ V / 100.0 ms)  
 ( $dE_N \sim 500 \mu$ V)

1 Set  $I$  to  $I_S$  = -100.000 mA vs. <None>  
 for at most  $t_1$  = 200 h 0 mn 0.000 0 s  
 Limit  $E_{we} < E_M$  = 2.000 V  
 Record every  $dE_1$  = 5.0 mV  
 or  $dt_1$  = 0.000 0 s  
 Hold  $E_M$  for  $t_M$  = 0 h 0 mn 0.000 0 s  
 Limit  $|I| < I_m$  = 0.000 mA  
 Record every  $dQ$  = 1.000 mA.h  
 or  $dt_q$  = 120.000 0 s  
 Limit  $|\Delta Q| > \Delta Q_M$  = 0.000 mA.h  
 $\Rightarrow \Delta x_M$  = 0.000  
 E Range = 0V; 5V  
 Resolution = 100  $\mu$ V  
 I Range = 100 mA  
 Bandwidth = 5 - medium

2 Rest for  $t_R$  = 0 h 0 mn 0.000 0 s  
 Limit  $|dE_{we}/dt| < dE_R/dt$  = 0.1 mV/h  
 Record every  $dE_R$  = 5.0 mV  
 or  $dt_R$  = 120.000 0 s  
 (if  $t_R = 0$  or  $|\Delta Q| > \Delta Q_M$  go to 1)

3 If  $E_{we} > E_L$  = pass V go to 1

4 Go back to seq  $N_S$  = 0 (9999 ends technique)  
 for  $n_C$  = 0 time(s) (0 for next sequence)

# REAL LIFE TESTER

## DIMENSIONAMENTO

### FORZE APPLICATE IN SIMULTANEA AL CAMPIONE DI MATERIALE

Pressione fino a **10 bar** con 2 differenti atmosfere (1 gas per lato del campione)

Temperatura fino a **1.050 °C**

Corrente fino a **1 A/cm<sup>2</sup>**

Durata continuativa cicli di test: fino a **10.000 ore**

### CAMPIONE DI MATERIALE

Forma: circolare

Spessore: **da 1 a 5mm**

Diametro: **25mm**

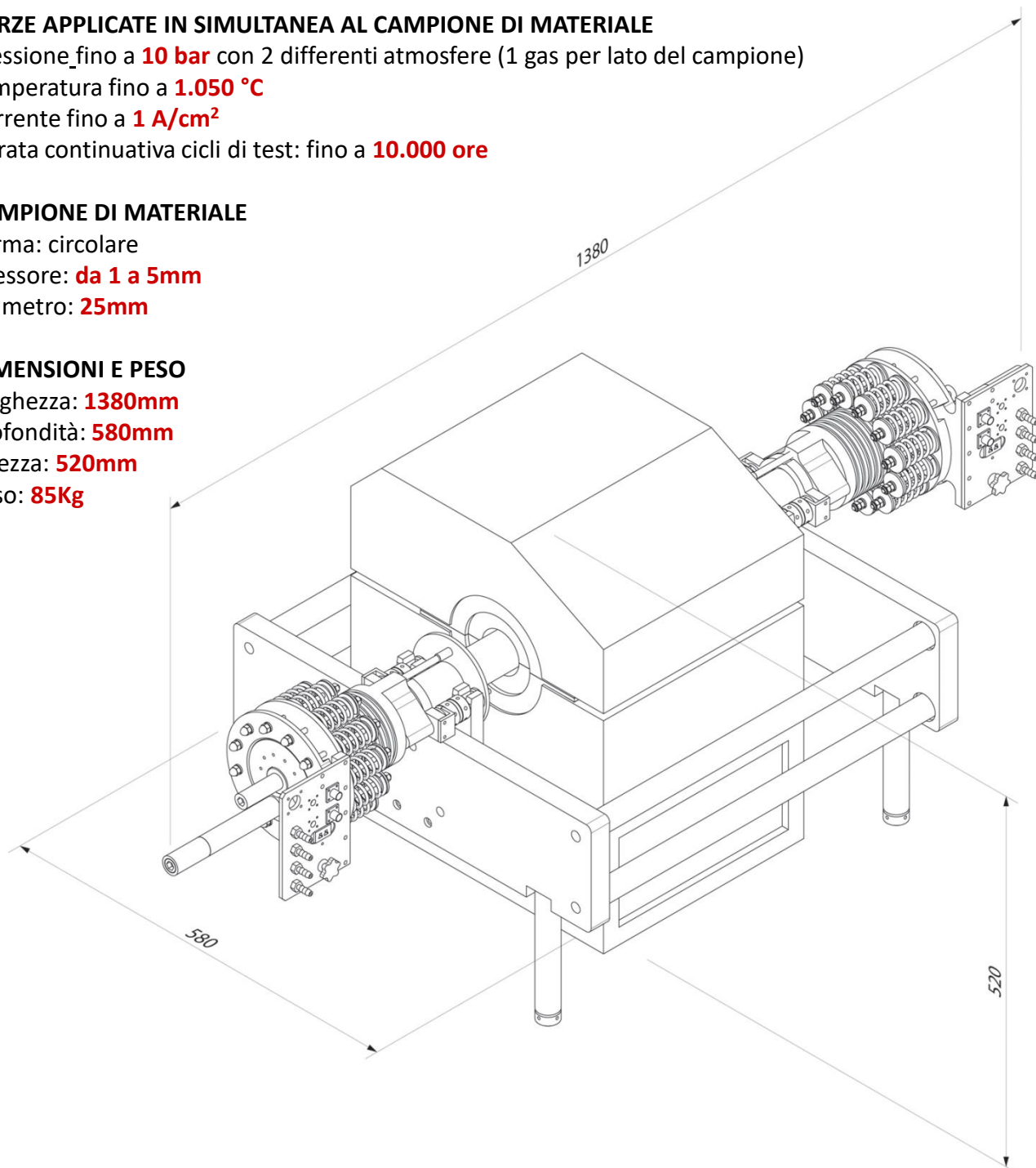
### DIMENSIONI E PESO

Larghezza: **1380mm**

Profondità: **580mm**

Altezza: **520mm**

Peso: **85Kg**





# REAL LIFE TESTER

## POTENZA E CONSUMI

Potenza di picco: **1.767W** (**1.991W** con elettrolizzatore)

Alimentazione: **220V AC**

La potenza di picco è così suddivisa:

- **FORNO: da 0 a 1.500W** (l'assorbimento dipende dalla temperatura di esercizio)
- **WORKSTATION: 267W**
- **ELETTROLIZZATORE: 224W** (opzionale, usato per la produzione di idrogeno)

### WORKSTATION MULTICANALE

Specifiche tecniche:

#### TENSIONE

Compliance:  $\pm 10V$ ;

Controllo tensione:  $\pm 10V$  adjustable; [0;20] V (standard); fino a 60V con booster.

Risoluzione:  $5\mu V$  sul range 200mV

#### CORRENTE

Range: da 400mA a  $10\mu A$  (standard); fino a 1nA (Low Current).

Corrente massima:  $\pm 400mA$ ; up to 800A con booster.

Risoluzione : 0.760nA; fino a 76fA (Low Current).

#### EIS (Spettroscopia di Impedenza Elettrochimica)

Range di frequenza: da 1MHz a  $10\mu Hz$

Range di corrente: da  $10\mu A$  a 1A

#### ACQUISIZIONE DATI

Minimo intervallo di acquisizione: 20 $\mu s$ ;

Stability control mode (7 bandwidths)

Fino a 5 canali

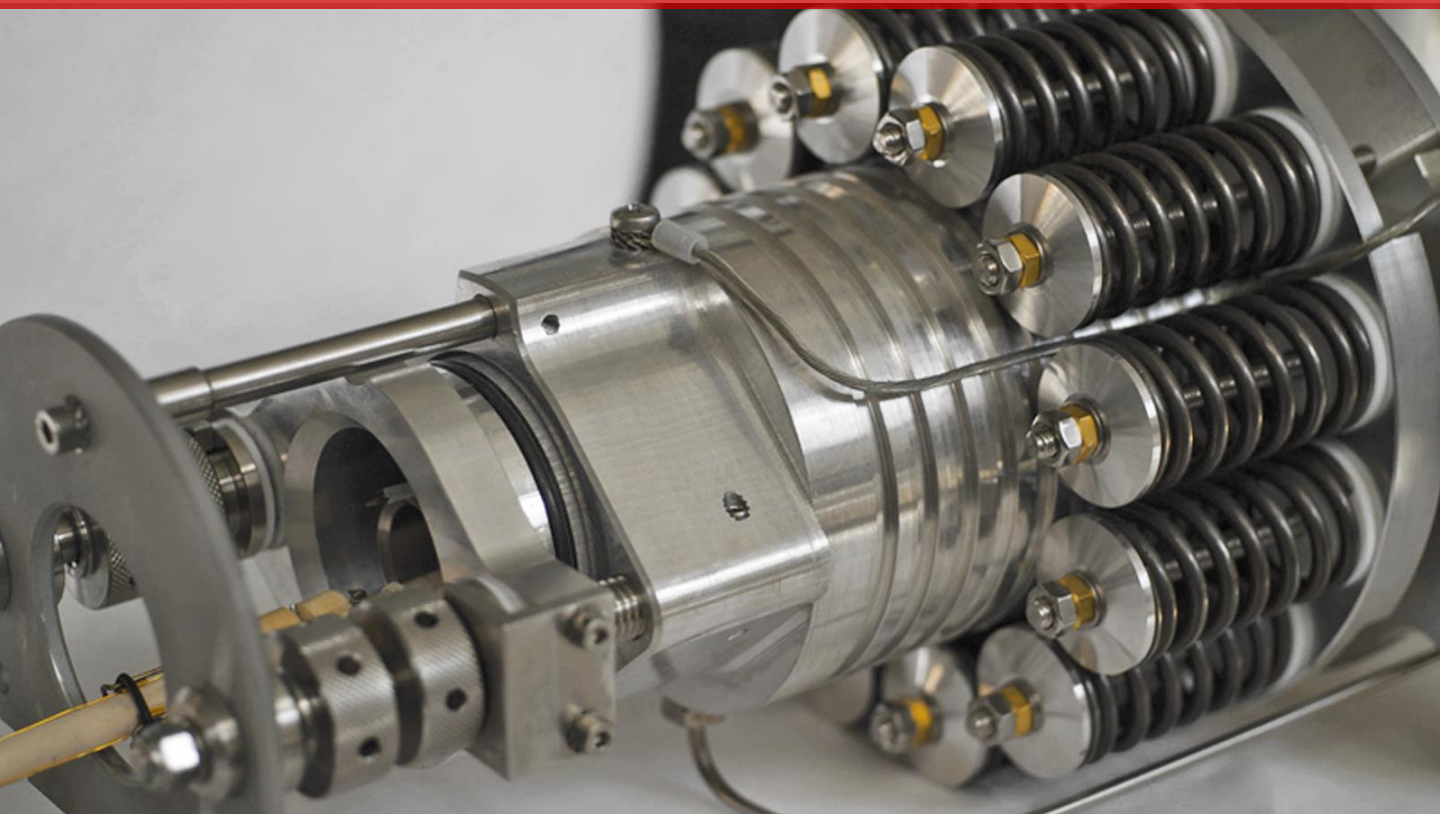
Connessione di rete LAN RJ45

Controllo remoto



# REAL LIFE TESTER

## MANUTENZIONE



*Dettaglio di una testata, componente che sigilla le camere a gas in cui è inserito il campione.*

### **MANUTENZIONE 100% SELF MADE**

La manutenzione ordinaria di Real Life Tester è molto semplice e viene eseguita dallo stesso personale che lo utilizza. I pochi componenti soggetti a sostituzione programmata vengono infatti disassemblati ogni volta che si inserisce un nuovo campione di materiale.

### **ZERO CONSUMABILI**

La macchina necessita di un bassissimo utilizzo di consumabili ed è corredata da una adeguata fornitura di o-ring, tubetti in rilsan o teflon e anelli in ceramica di allumina purissima utilizzati per sigillare il campione di materiale in combinazione con un apposito mastice.

### **ELEVATI CRITERI DI SICUREZZA**

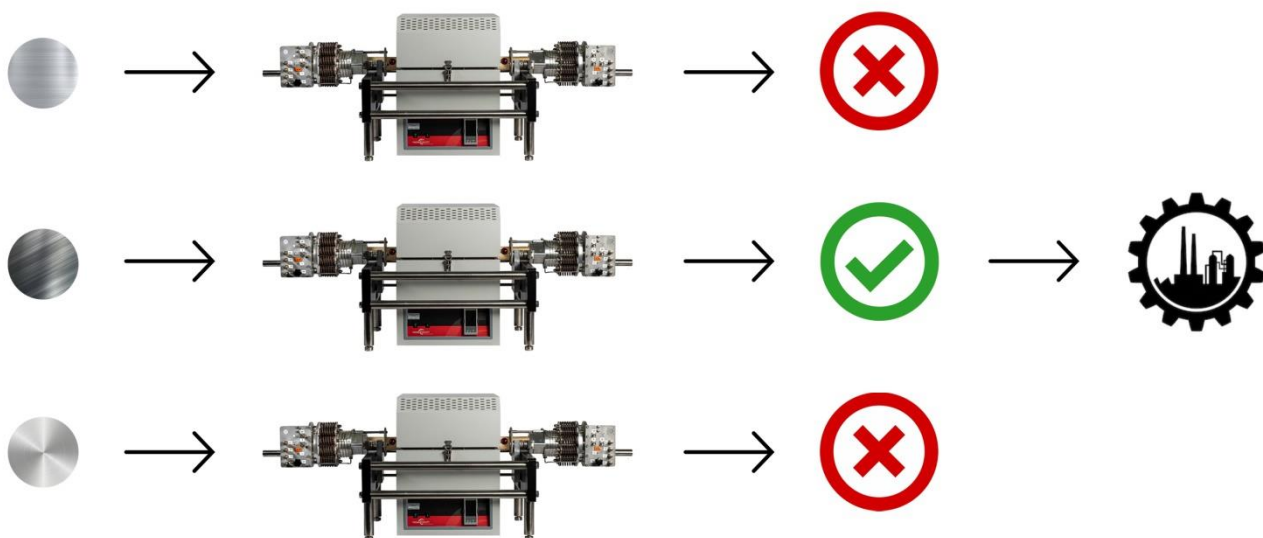
Il principale componente da sostituire con cadenza pluriennale per garantire le condizioni di sicurezza sono le camere a gas composte da tubi in ceramica di allumina purissima.

# REAL LIFE TESTER

## ANALISI IN CLUSTER

### RIDUCI FINO A 5 VOLTE IL TIME-TO-MARKET

Ponendo un cluster di Real Life Tester a lavorare in parallelo su diversi campioni candidati, dopo un singolo ciclo di test sarà già possibile confrontare i dati raccolti su tutti i materiali e scegliere quello più performante in condizioni di esercizio.



### CONNESSO ALLA PRODUZIONE

Grazie alla disponibilità realtime dei dati raccolti in rete, Real Life Tester può essere facilmente integrato anche nell'ambito di processi di automazione della produzione.

# REAL LIFE TESTER

REAL LIFE TESTER E' STATO SVILUPPATO IN COLLABORAZIONE CON



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA

REAL LIFE TESTER HA PRODOTTO RISULTATI DIMOSTRABILI  
NELL' AMBITO DEI SEGUENTI PROGETTI DI RICERCA EUROPEI



## AD ASTRA

Accelerated Stress Tests and Lifetime Prediction for Solid Oxide Cells

<https://www.ad-astra.eu/>

Aziende Partner: **SOLIDPOWER SPA** (Italia), **SUNFIRE GMBH** (Germania).

Enti di Ricerca Partner: **ENEA** (Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile, Italia), **UNIGE** (Università di Genova, Italia), **EIFER** (European Institute for Energy Research, Germania), **CEA** (Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Energies Alternatives, Francia), **EPFL** (École Polytechnique Fédérale de Lausanne Svizzera), **DTU** (Danmarks Tekniske Universitet, Danimarca), **UNISA** (Università di Salerno, Italia).



## ENDURANCE

Enhanced Durability Materials for Advanced Stacks of new Solid Oxide Fuel Cells.

<http://http://durablepower.eu/>

Aziende Partner: **SOFCPOWER SPA** (Italia), **SCHOTT AG** (Germania), **HTCERAMIX SA** (Spagna), **MARION TECHNOLOGIE** (Francia).

Enti di Ricerca Partner: **UNIGE** (Università di Genova, Italia), **DLR** (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Germania), **IREC** (Institut de Recerca en Energia de Catalunya, Spagna), **CNRS-BX** (Centre National de la Recherche Scientifique, Francia), **EPFL** (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Svizzera), **IEES** (Institute of Electrochemistry and Energy Systems, Bulgaria), **CEA** (De la recherche à l'industrie, Francia), **UNIFI** (Università di Pisa, Italia).



# REAL LIFE TESTER



## ERGO DESIGN SRL

Via profondo 15/D, 16155 Genova

Partita IVA IT03836240105

+39 010 3755861

[www.ergo-industrial.it](http://www.ergo-industrial.it)

Real Life Tester

[www.real-life-tester.it](http://www.real-life-tester.it)