

The background image shows a large-scale construction site for a tunnel. A massive, white, cylindrical cutterhead of a tunnel boring machine (TBM) is the central focus. The cutterhead has various labels, including "ROMA" in a red box, "salini" in red script, "COSTRUTTORI S.p.A.", and "ENGINEERING". The scene is filled with industrial equipment, scaffolding, and workers in high-visibility vests. The overall atmosphere is one of active, large-scale engineering work.

MONITORAGGIO GALLERIE E OPERE IN SOTTERRANEO

Ing. Giovanni Caloni - Sisgeo S.r.l.

Chi è Sisgeo ...



Sisgeo è leader europeo e mondiale nella progettazione e produzione di strumentazione geotecnica

Sisgeo produce una gamma completa di strumenti per il monitoraggio di gallerie e opere in sotterraneo

Sisgeo ha progettato e installato sistemi di monitoraggio per gallerie e metropolitane in tutto il mondo

Dal 1997 Sisgeo ha ottenuto la Certificazione del proprio Sistema Qualità e dal 2009 si avvale della certificazione UNI EN ISO 9001-2008

Sisgeo fornisce l'assistenza tecnica per l'installazione e la manutenzione del sistema di monitoraggio

Il gruppo Sisgeo



Un po' di filosofia...



Pochi “semplici” passi per ottenere un sistema di monitoraggio efficiente ed efficace:

- Definire COSA misurare**
- Definire PERCHE' misurarlo**
- Definire COME misurarlo**
- Definire DOVE e QUANDO misurarlo**



Monitoraggio durante lo scavo di gallerie

Monitoraggio Imbocchi

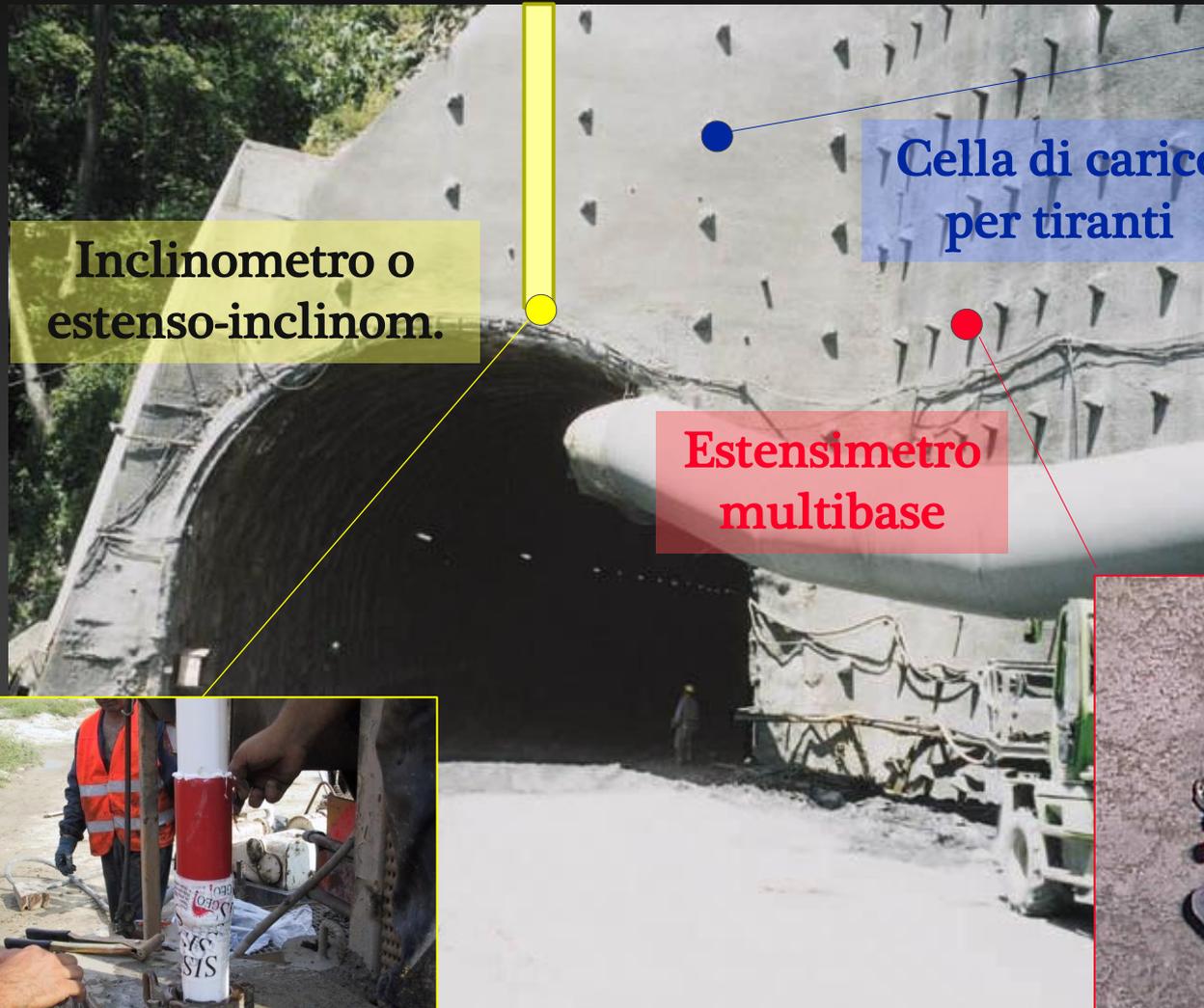
Monitoraggio sezioni in galleria

Monitoraggio strutture soprastanti lo scavo



Monitoraggio imbocchi

Monitoraggio Imbocchi



**Inclinometro o
estenso-inclinom.**

**Cella di carico
per tiranti**

**Estensimetro
multibase**

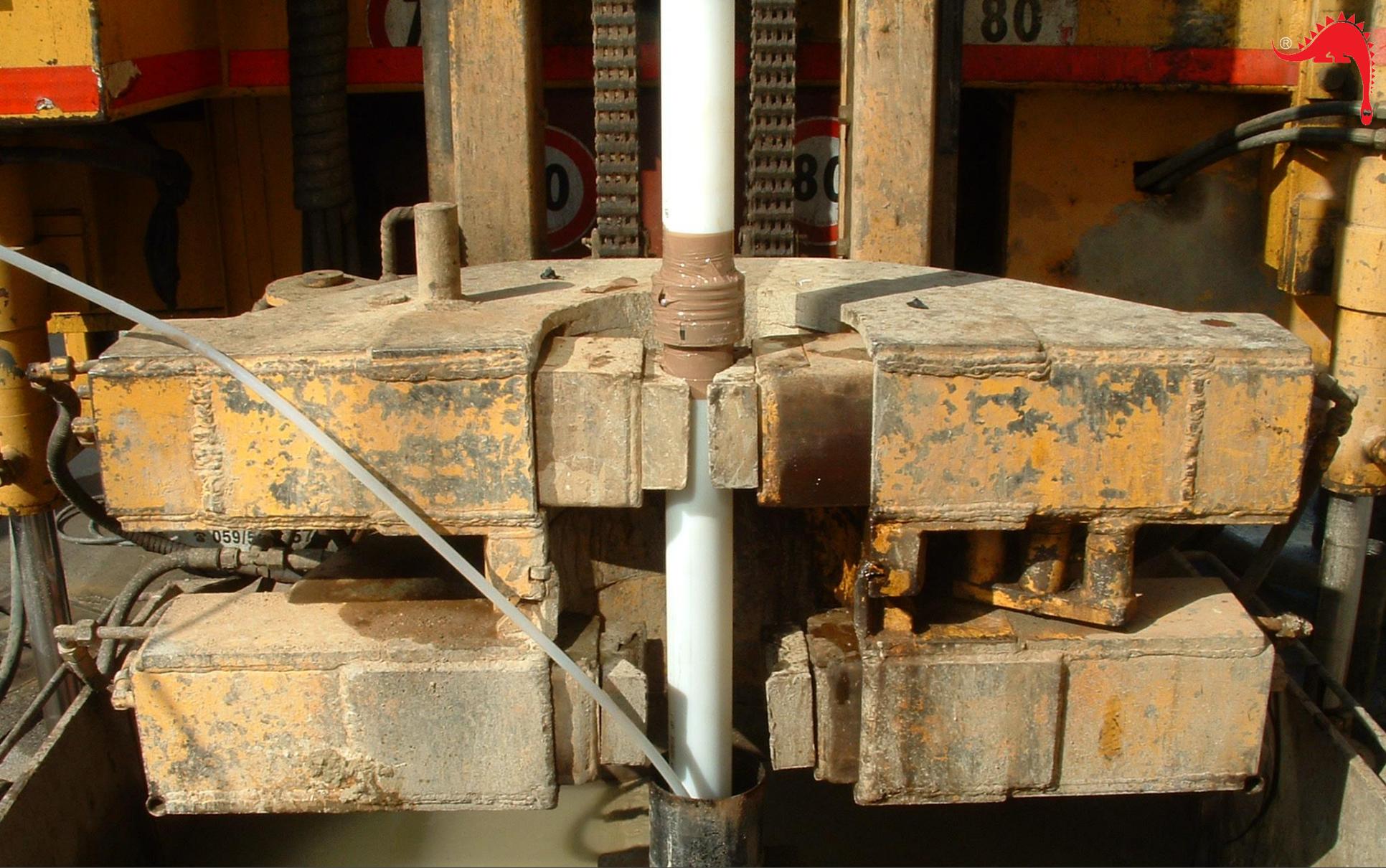




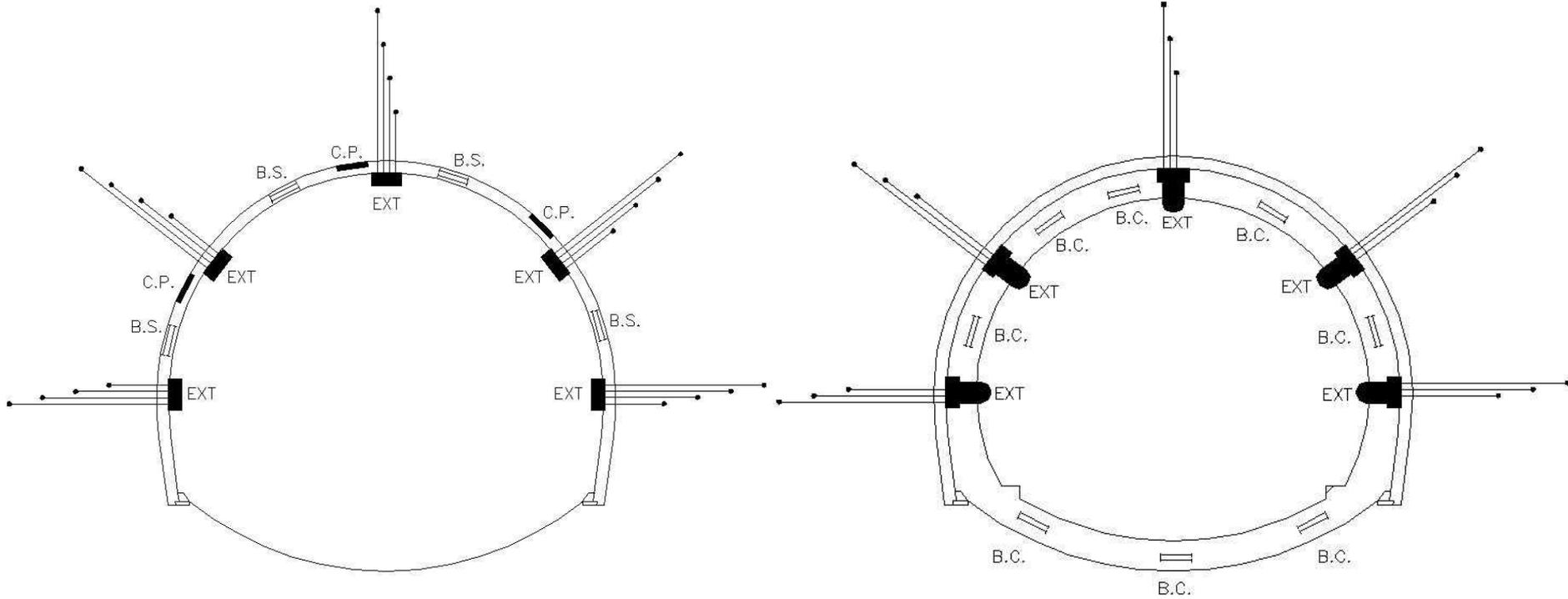
**Cella di carico elettrica per tiranti
montata su berlinese**



**Installazione di Estensimetro Multibase
in fibra di vetro su parete rocciosa**

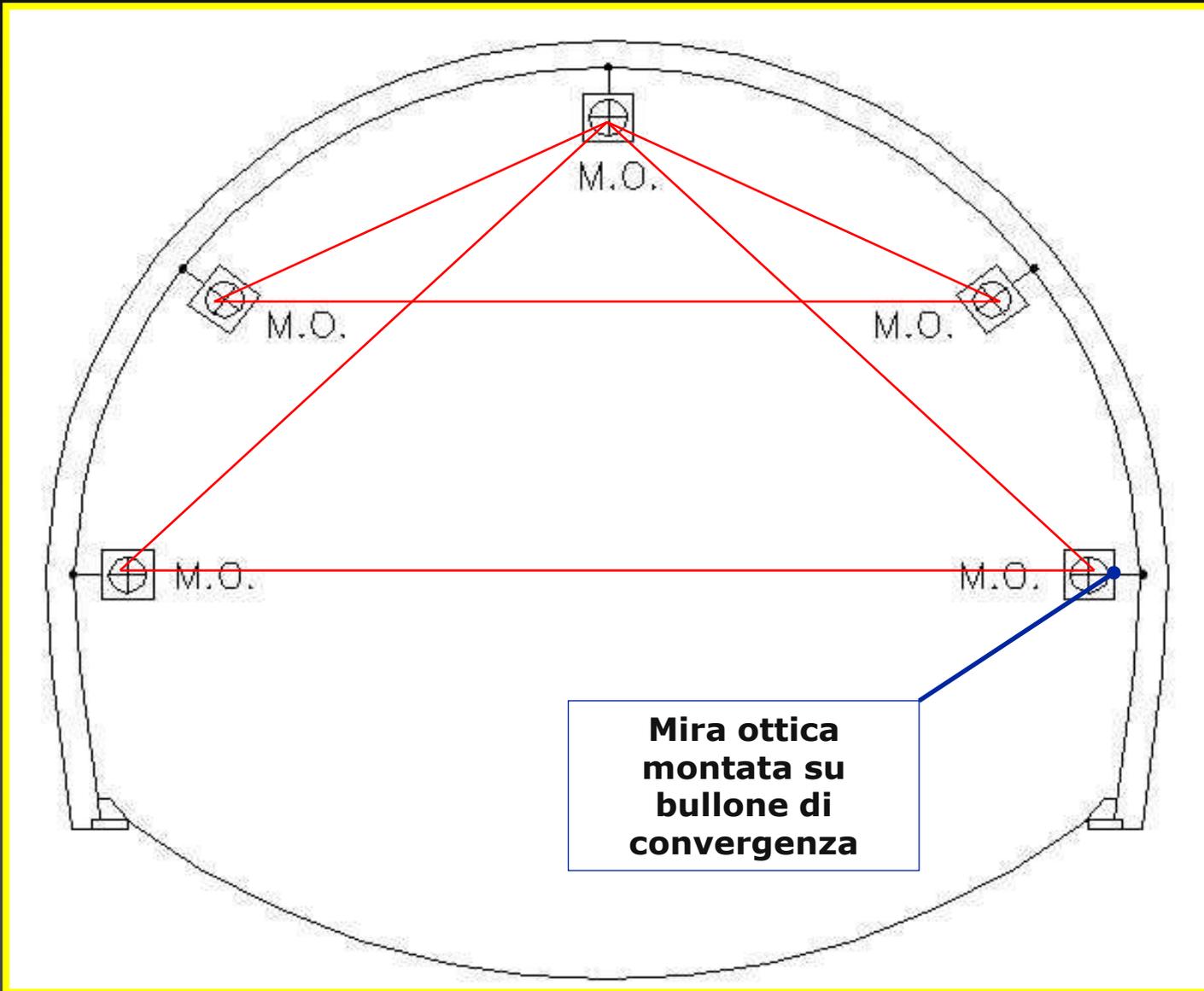


**Installazione di tubazione
estensivo-inclinometrica T-REX**



Sezioni Strumentate

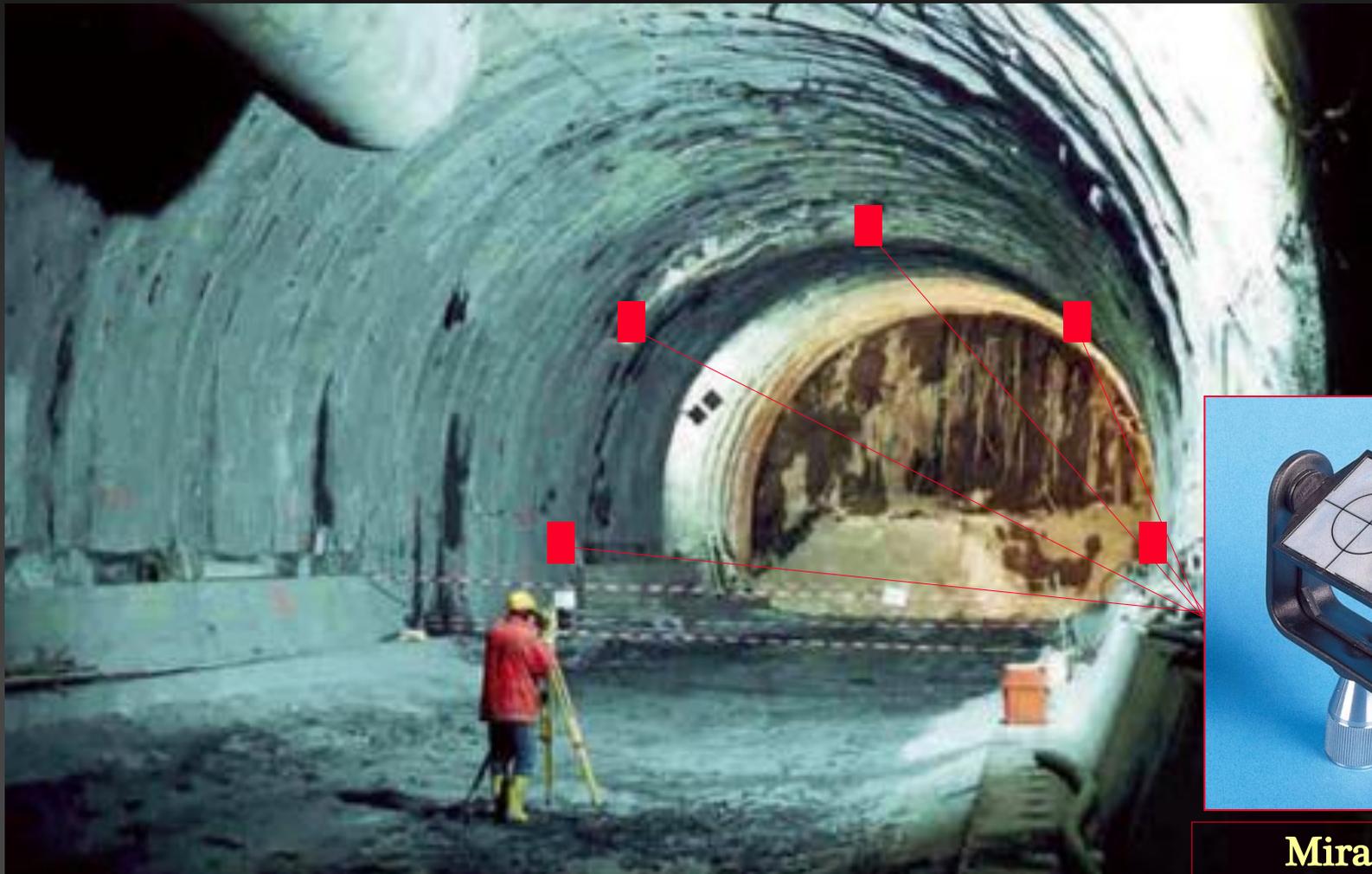
Convergenze



Convergenze



Misura delle convergenze con teodolite



Mira Ottica

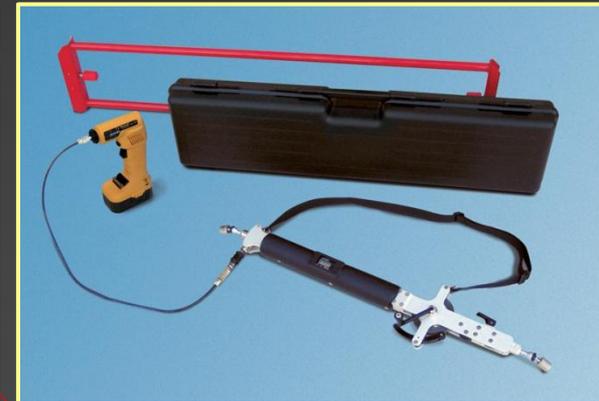
Convergenze



Misura delle convergenze con Distometro a nastro a tensione costante



Bullone di convergenza



Distometro a nastro

Sezione tipologica di Prima Fase

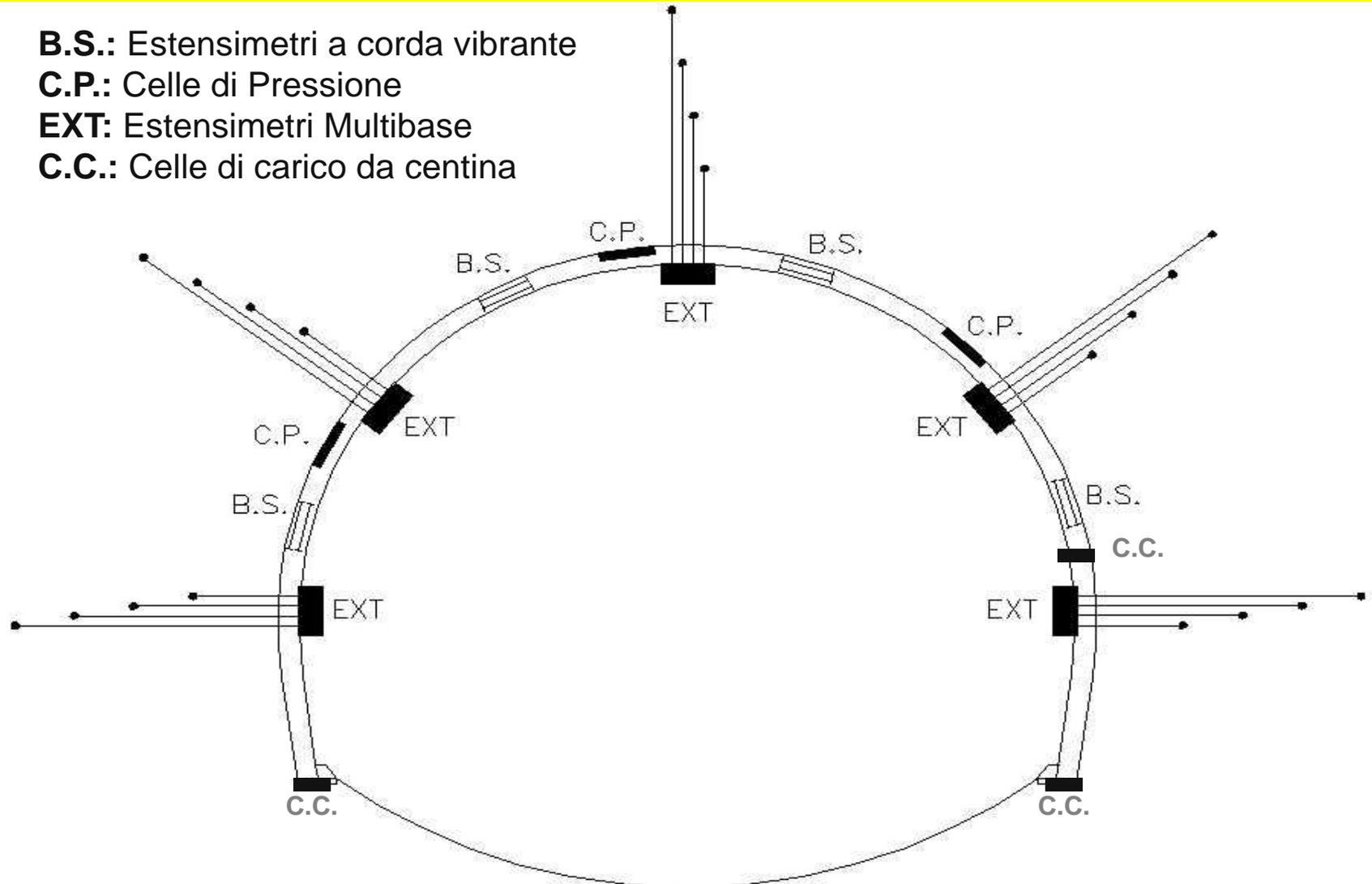


B.S.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase

C.C.: Celle di carico da centina



Sezione tipologica di Prima Fase

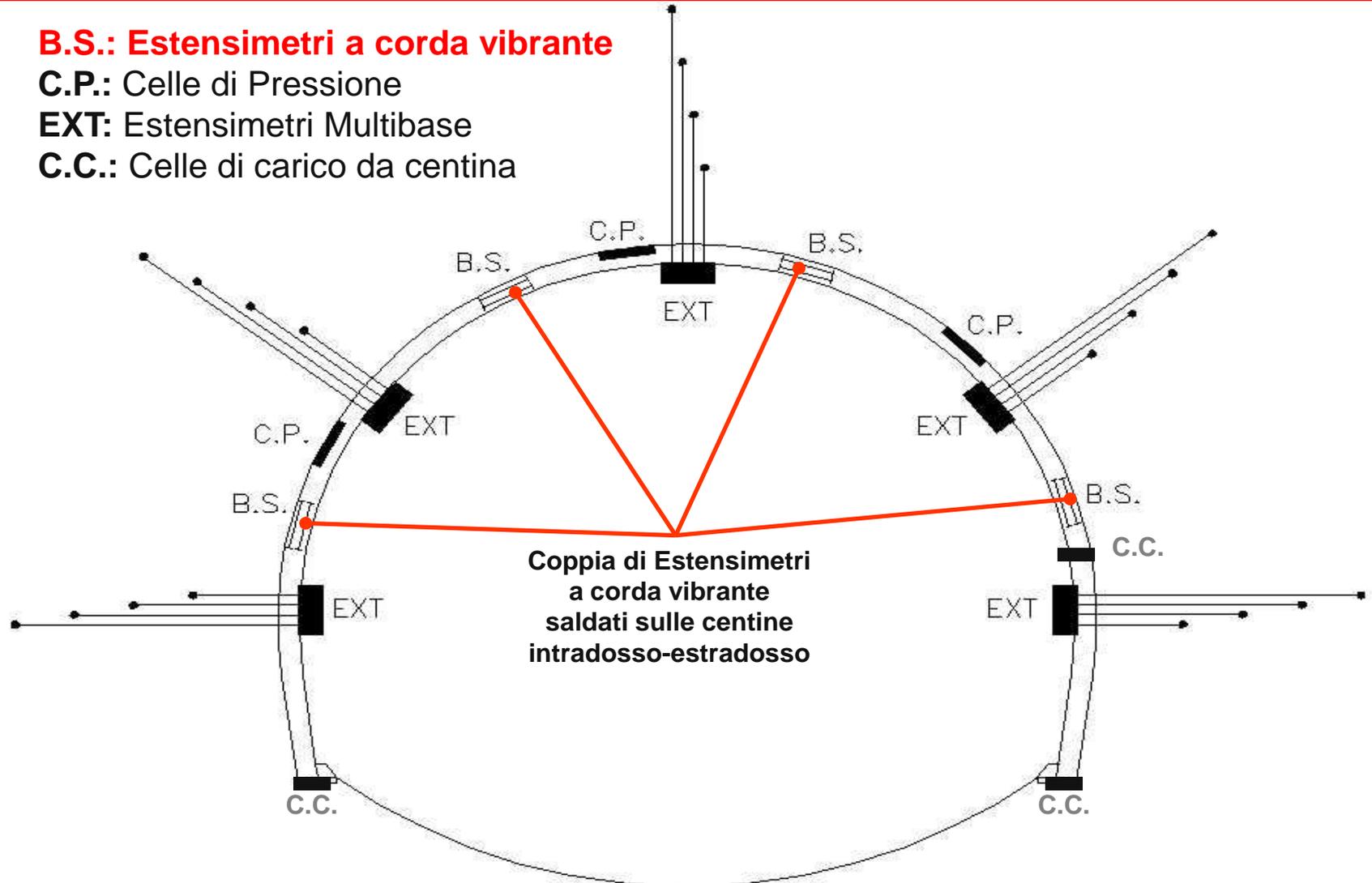


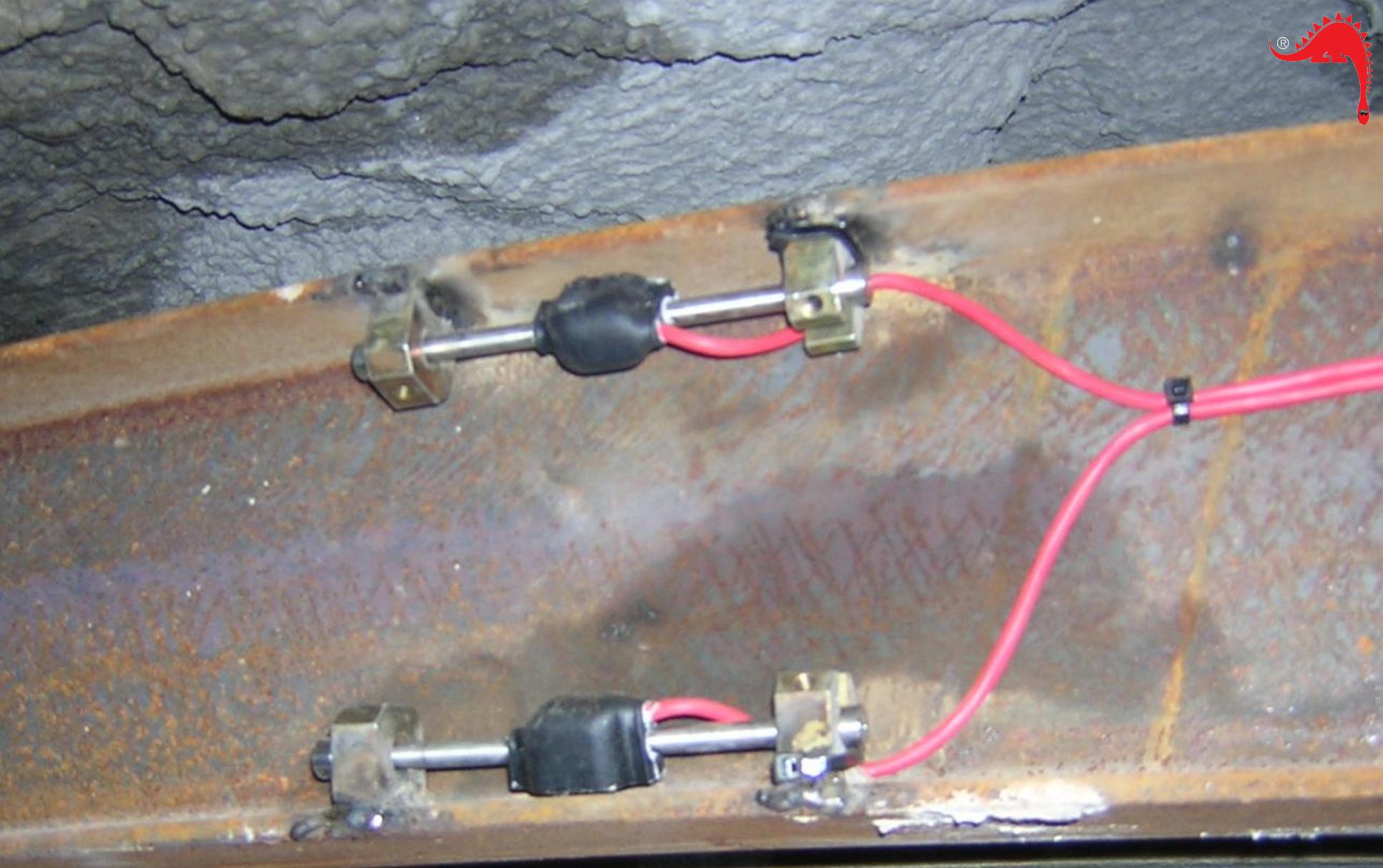
B.S.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase

C.C.: Celle di carico da centina





**Coppia di Estensimetri a Corda Vibrante
saldati su centina**

Sezione tipologica di Prima Fase

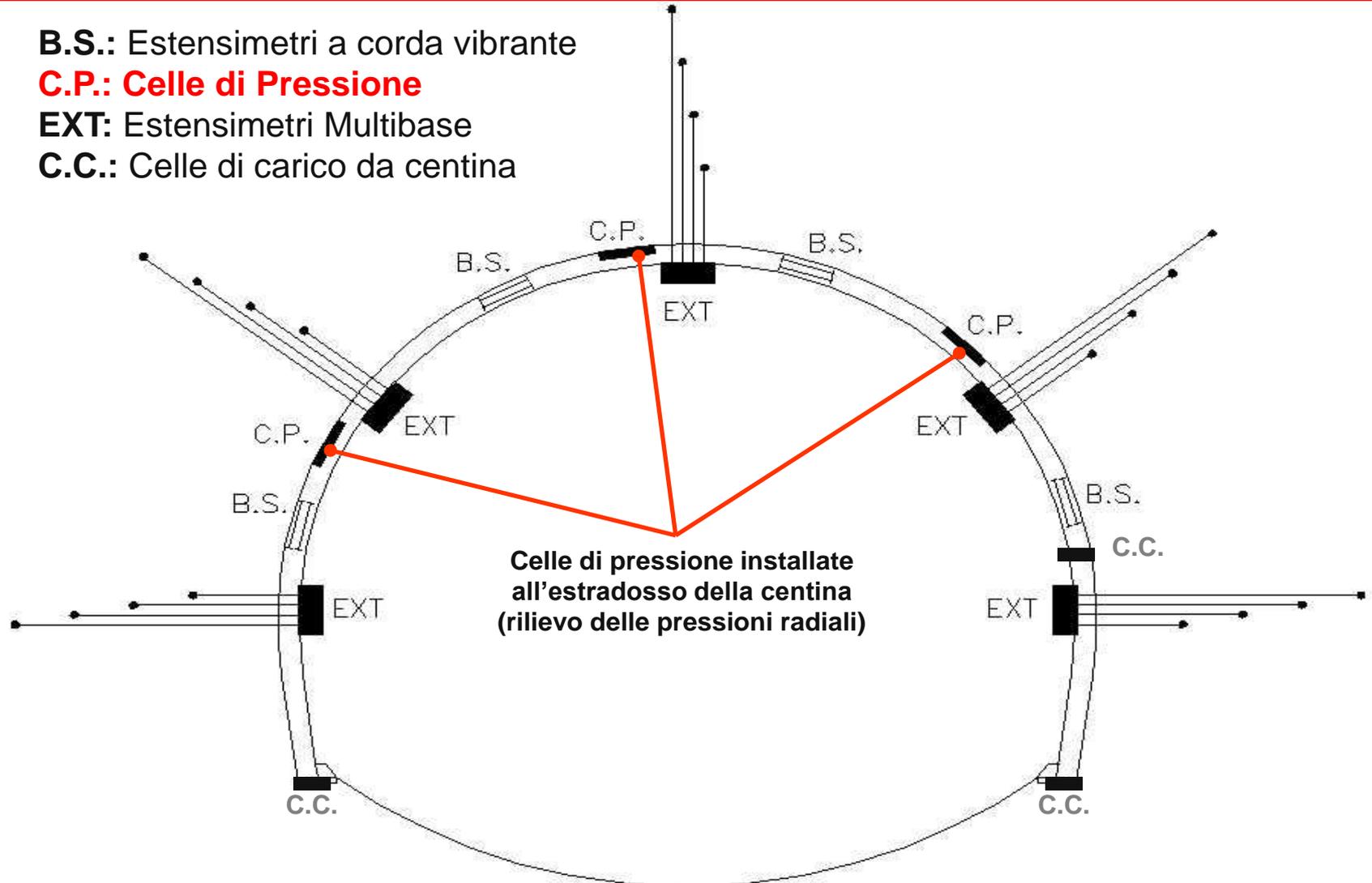


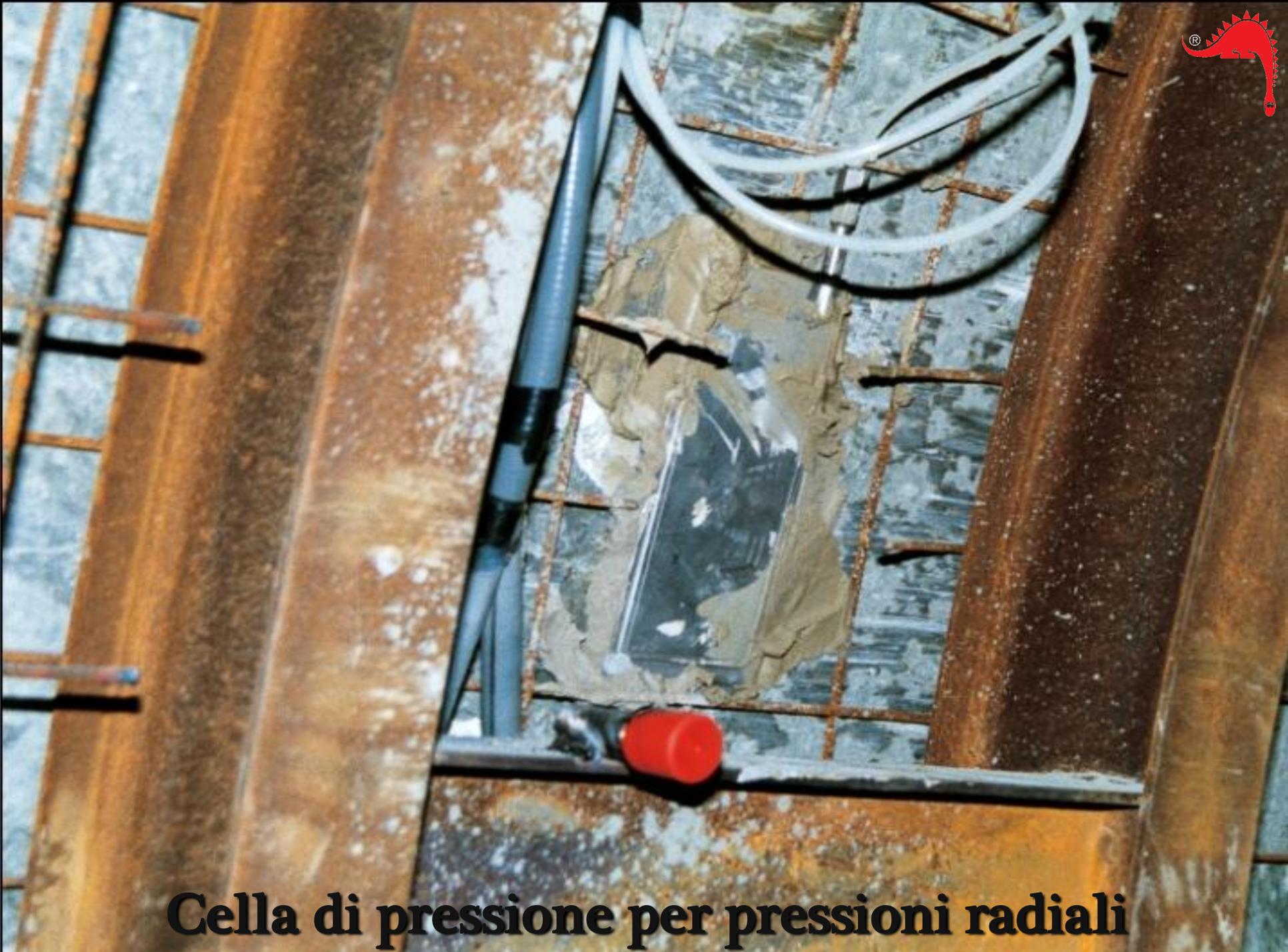
B.S.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Cella di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase

C.C.: Celle di carico da centina





Cella di pressione per pressioni radiali

Sezione tipologica di Prima Fase

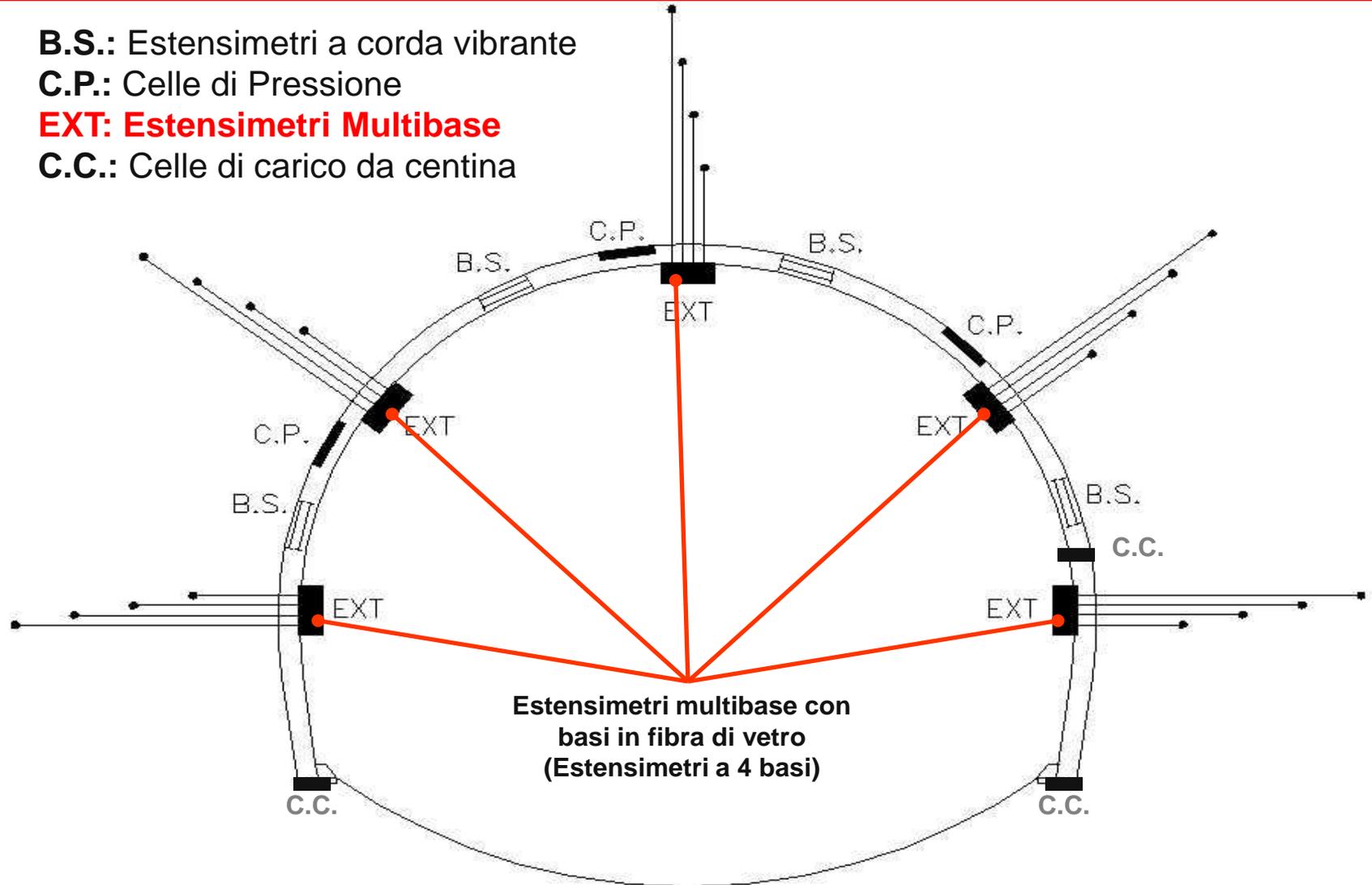


B.S.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase

C.C.: Celle di carico da centina



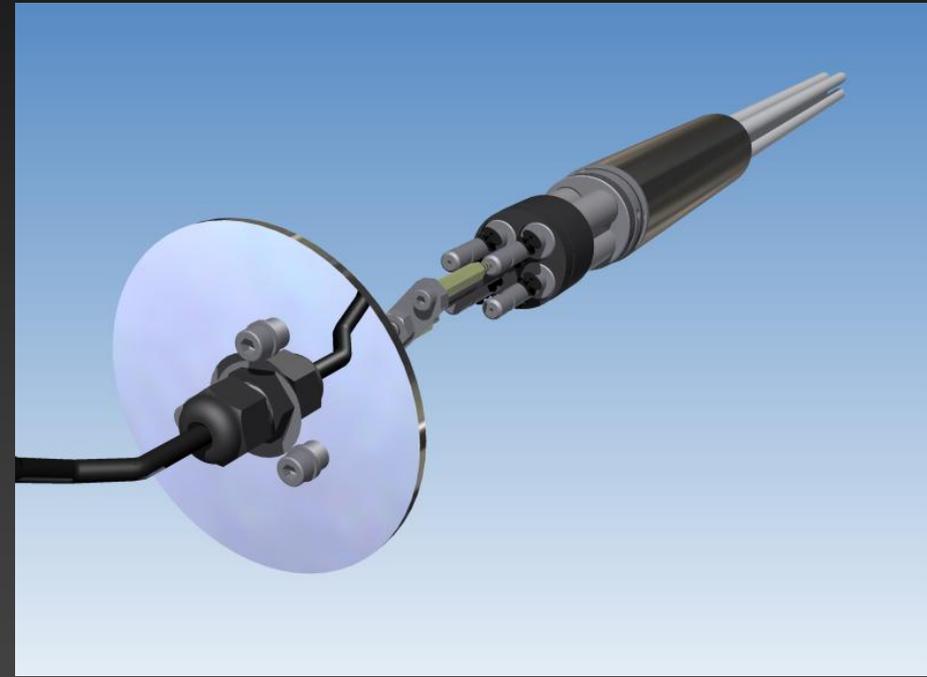
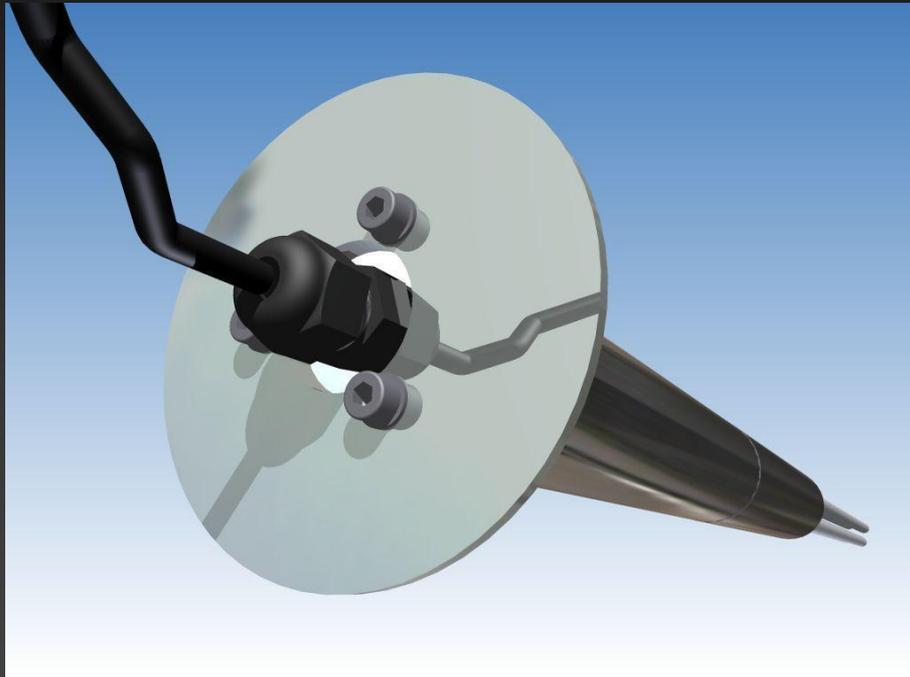


Testa di misura di estensimetro da foro appena dopo l'installazione



**Testa di misura di estensimetro da foro
con trasduttori di spostamento**

Estensimetro Multibase miniaturizzato MEXID



Completamente pre-assemblato,
comprese basi di misura e trasduttori elettrici



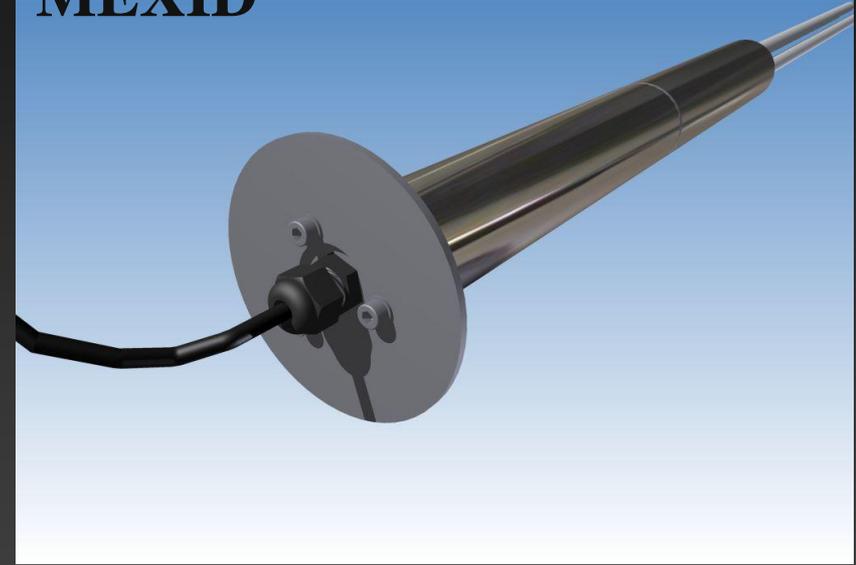
Confronto Estensimetro Multibase Vs. MEXID

Multibase



- **Diametro perforazione:**
101 mm (127 mm testa)
- **Ingombro fuori-foro:**
altezza 370mm (DTE 100mm e
150mm) diametro 160mm

MEXID



- **Diametro utile perforazione:**
75mm con tubi di iniezione
(diam Mexid: 50mm)
- **Ingombro fuori-foro:**
solo pressacavo (circa 20mm)

Sezione tipologica di Prima Fase

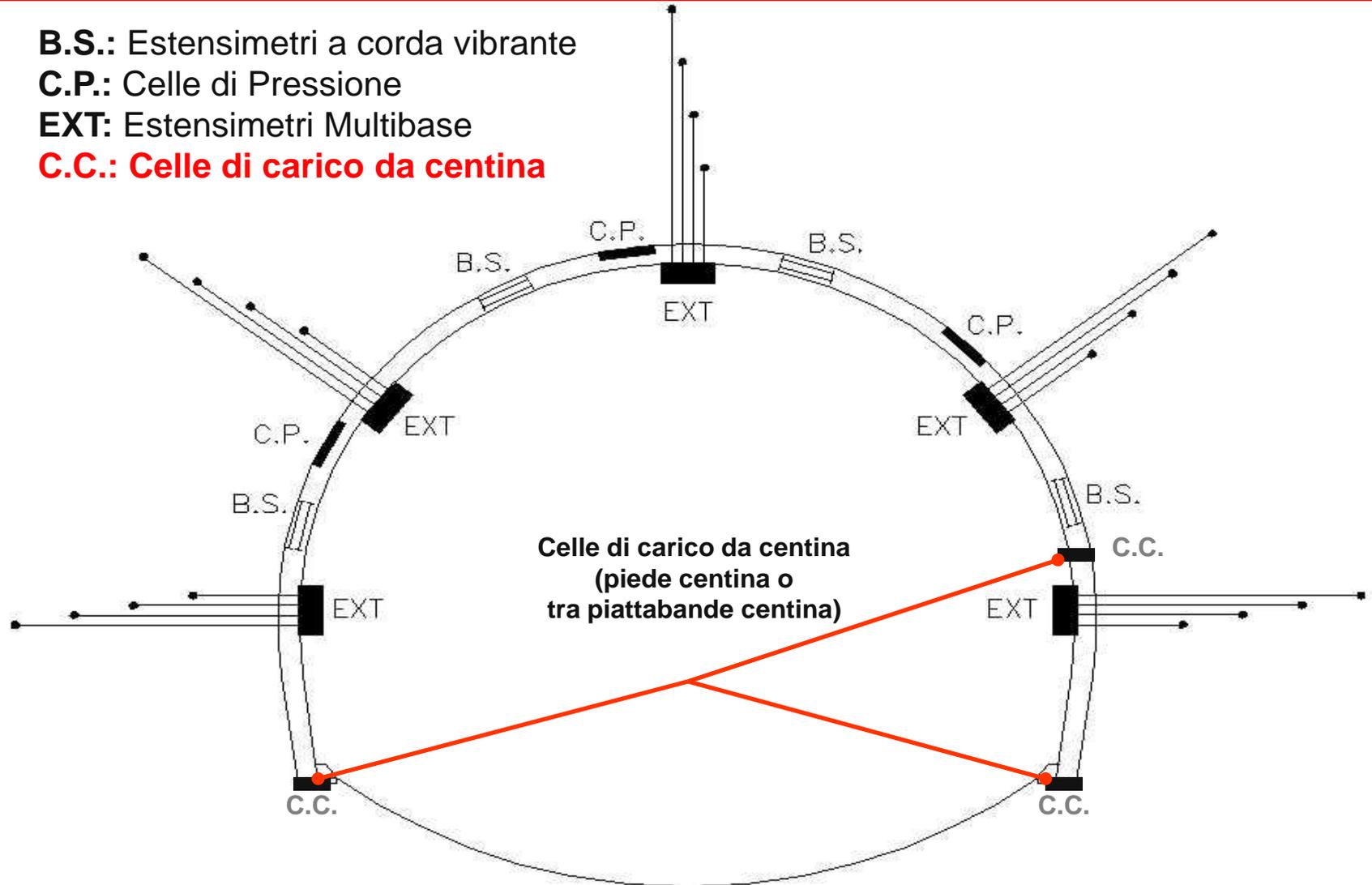


B.S.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

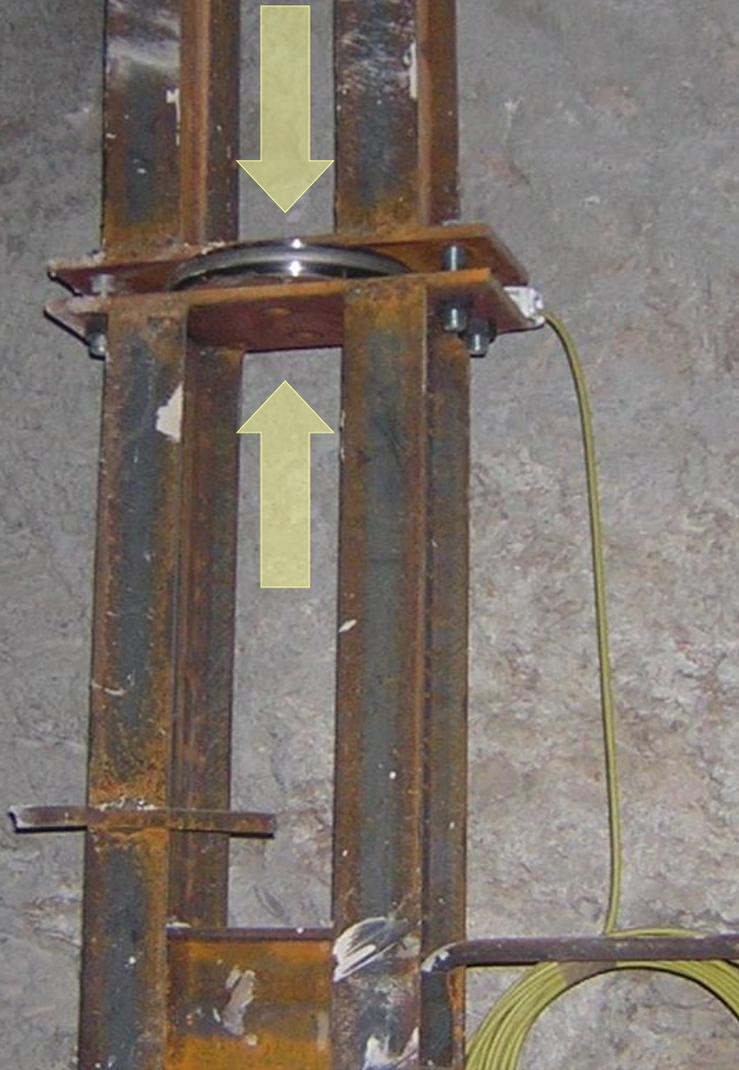
EXT: Estensimetri Multibase

C.C.: Celle di carico da centina





**Cella di carico
tra piattabande della centina**



Monitoraggio carico sulle centine



**Cella di carico
al piede della centina**

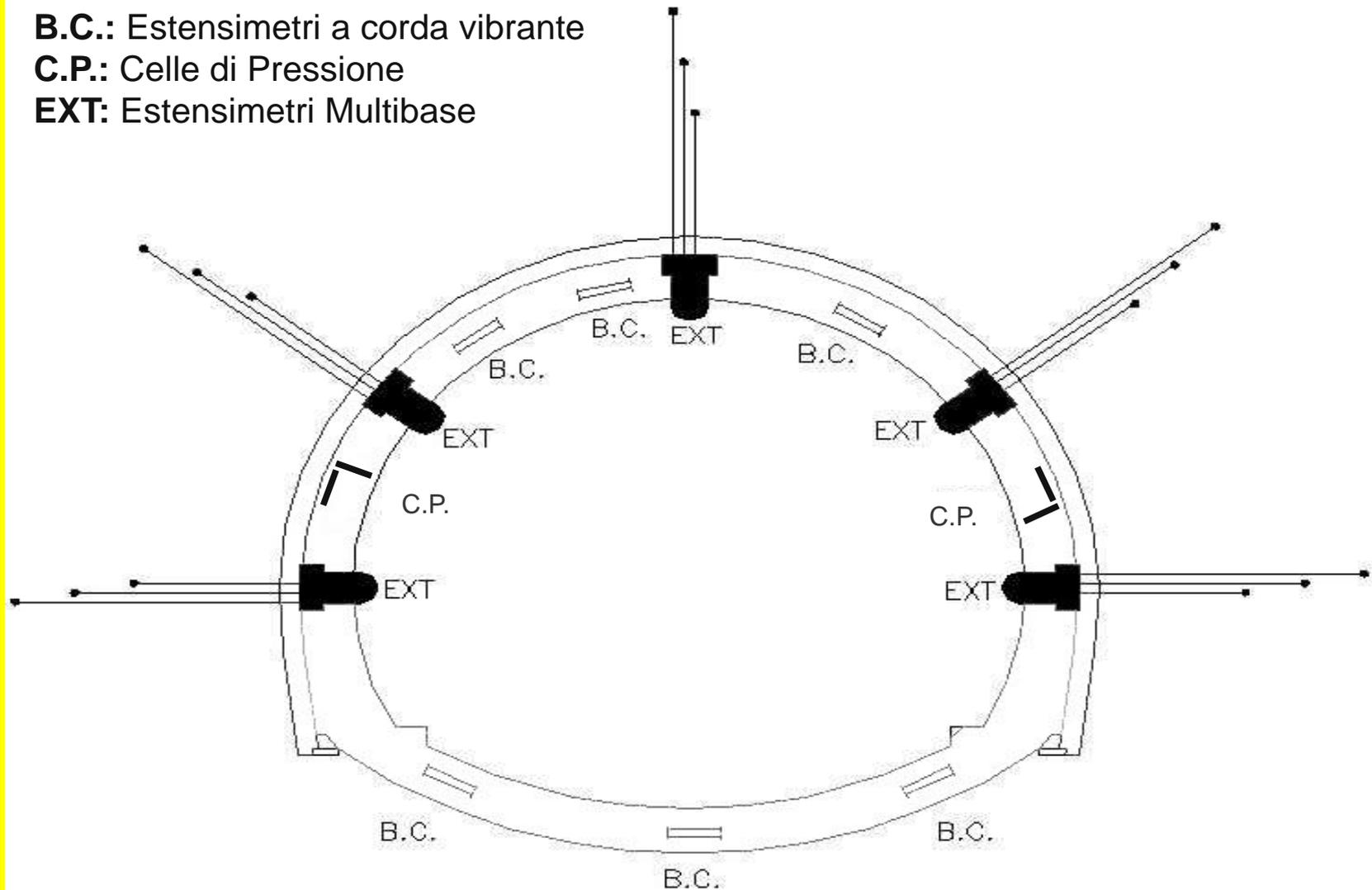
Sezione tipologica di Seconda Fase



B.C.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase



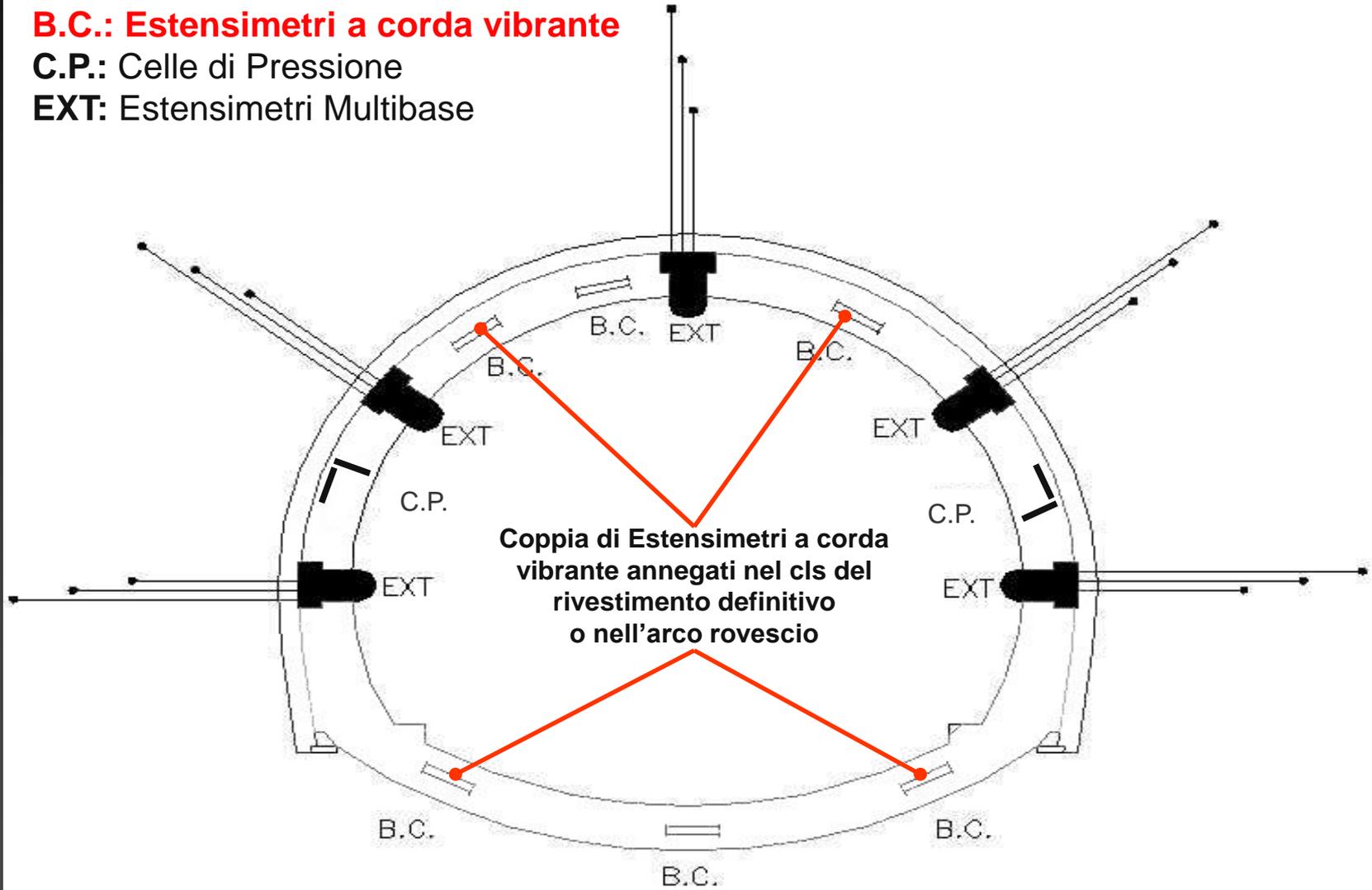


Sezione tipologica di Seconda Fase

B.C.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase



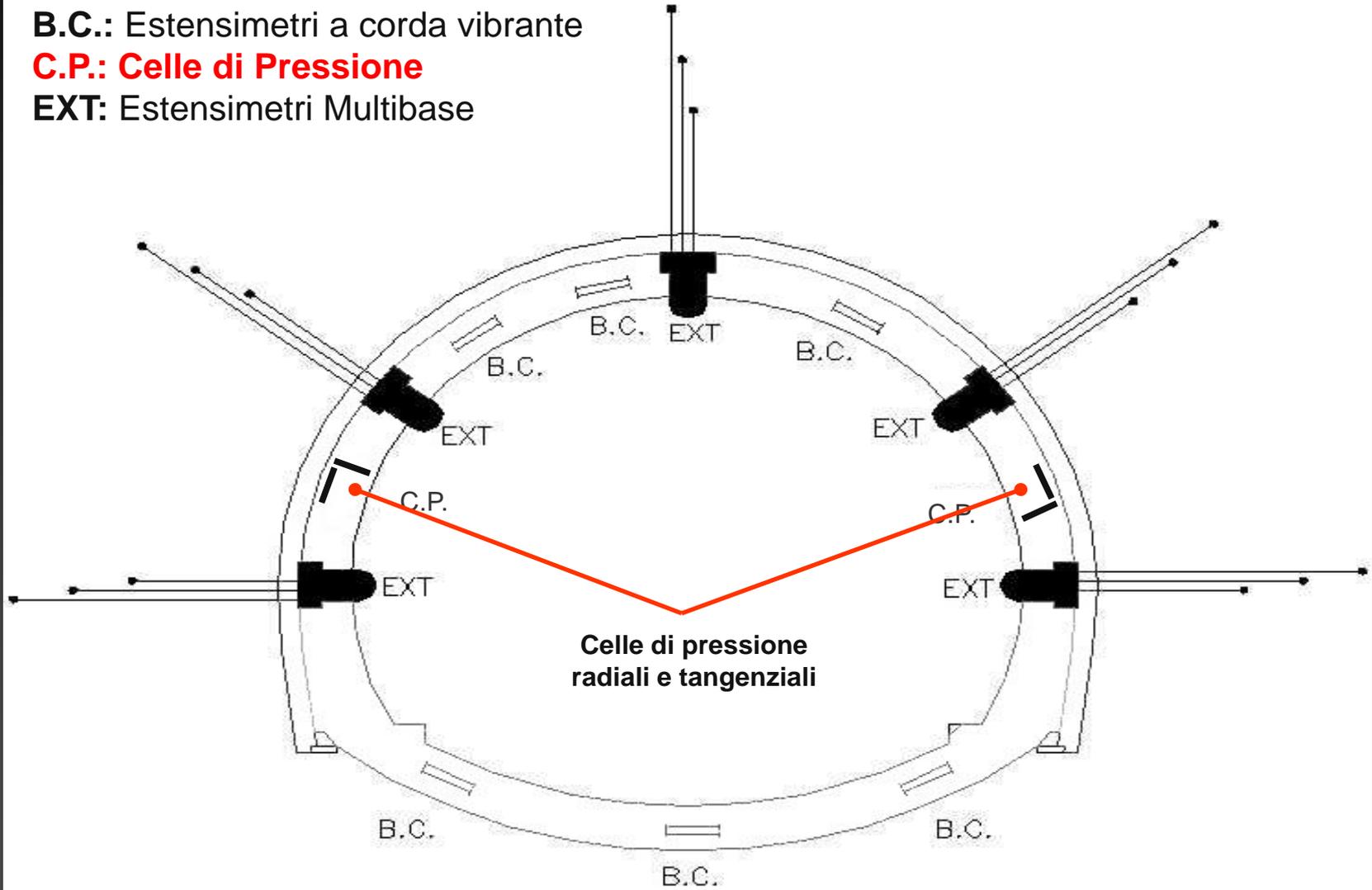


Estensimetri a corda vibrante pronti per essere annegati nel rivestimento definitivo



Sezione tipologica di Seconda Fase

B.C.: Estensimetri a corda vibrante
C.P.: Celle di Pressione
EXT: Estensimetri Multibase





Radiale

Tangenziale

Celle di pressione radiale e tangenziale pronte per essere annegate nel rivestimento definitivo

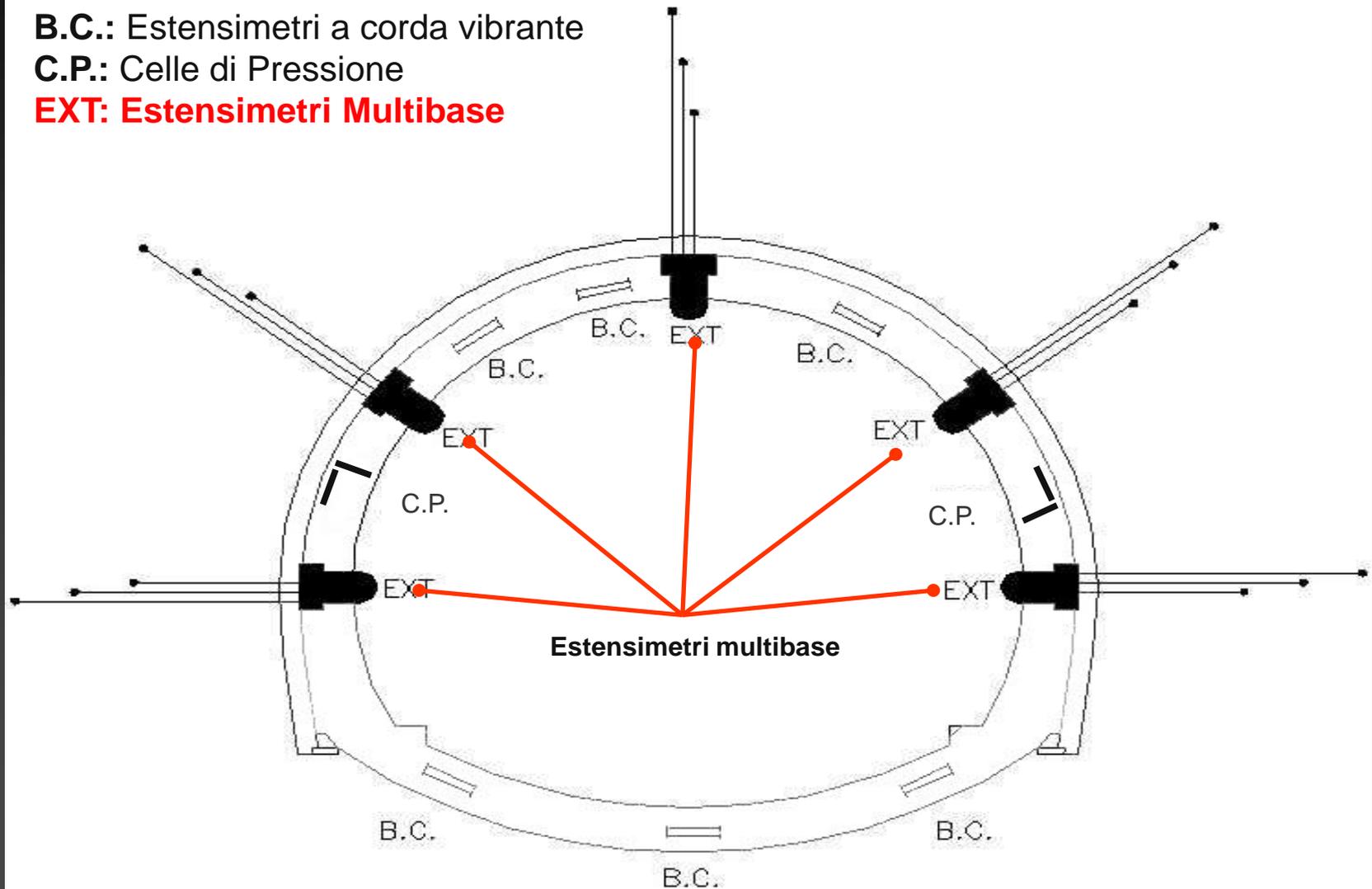
Sezione tipologica di Seconda Fase



B.C.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase



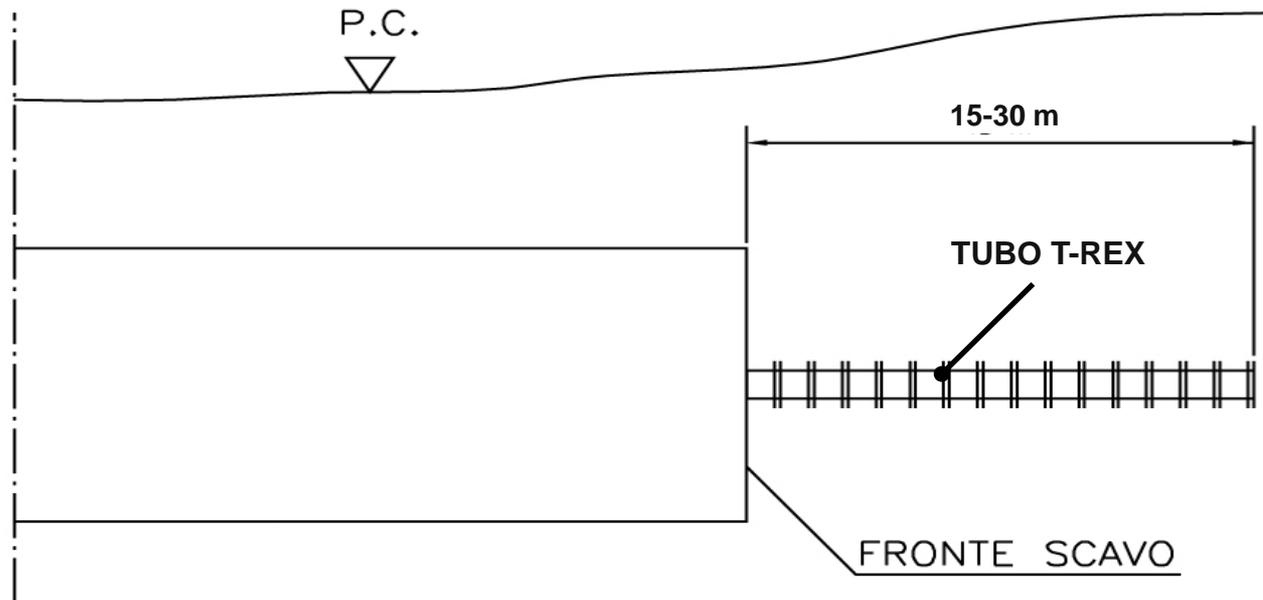


**Testa di estensimetro multibase con tappo
protettivo, pronta per essere annegata nel cls**

Monitoraggio Fronte Scavo



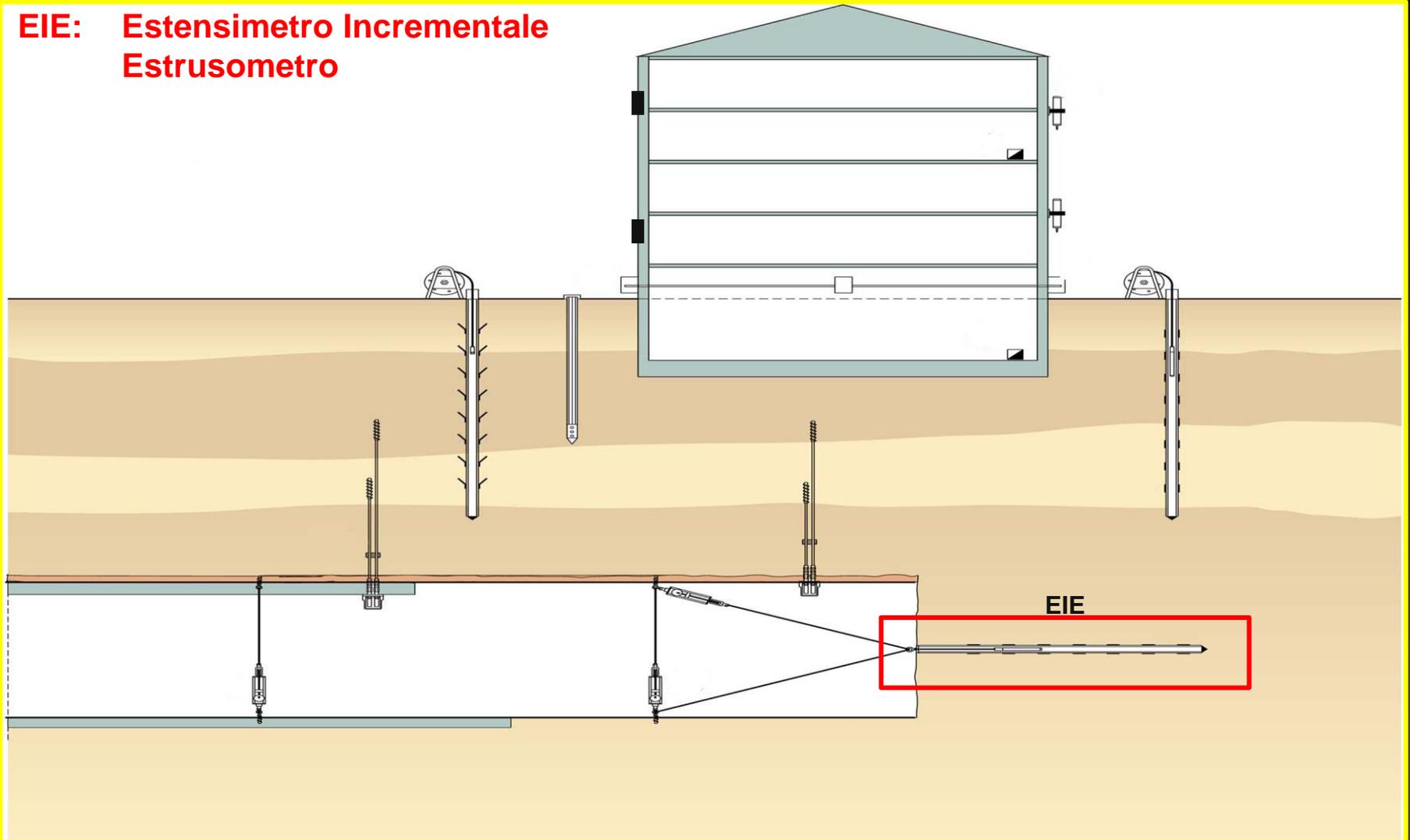
Detensionamento del Fronte scavo:
ESTRUSOMETRO
(Estensimetro Incrementale Orizzontale T-REX)



Monitoraggio Fronte Scavo



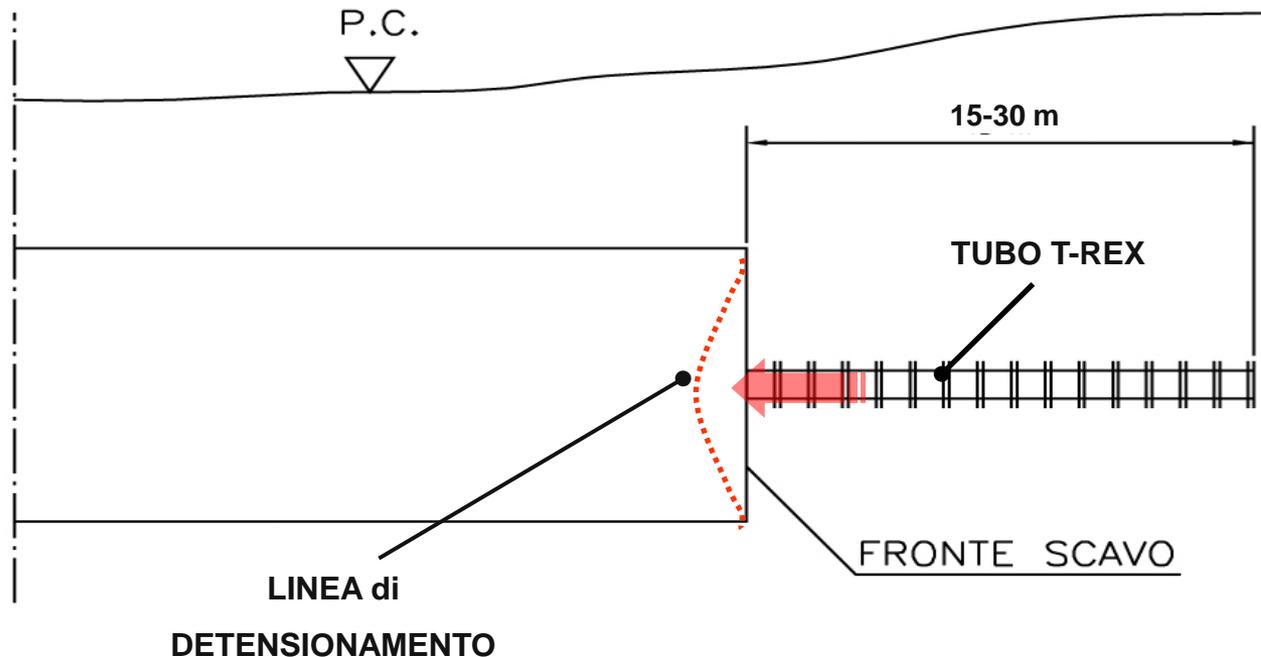
EIE: Estensimetro Incrementale Estrusometro



Monitoraggio Fronte Scavo



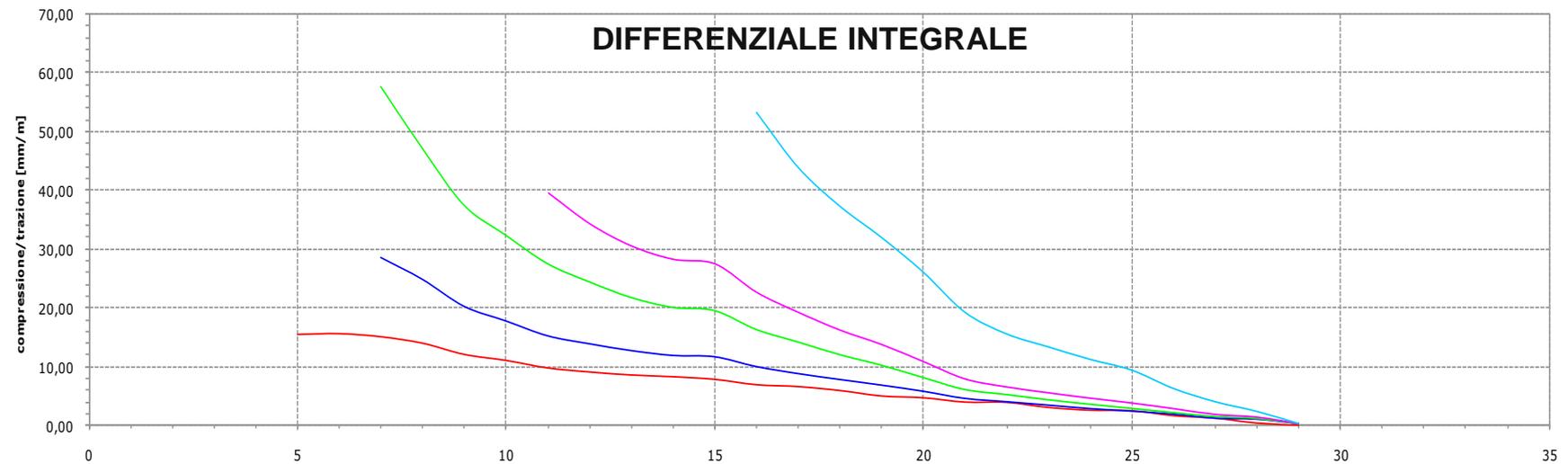
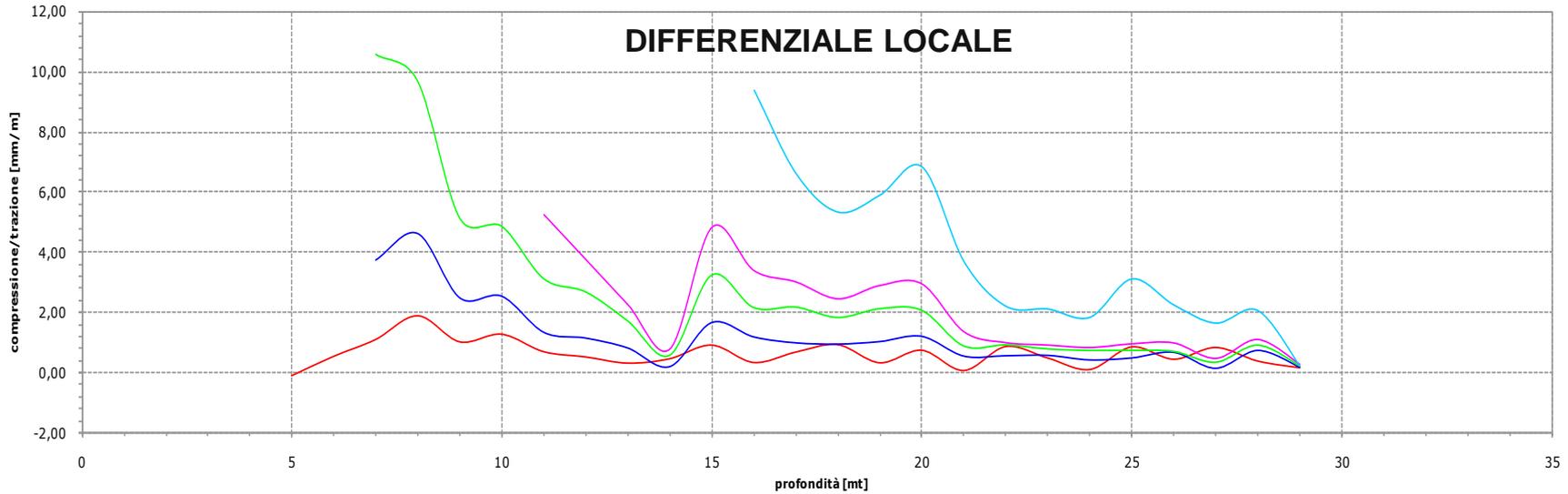
Detensionamento del Fronte scavo: ESTRUSOMETRO (Estensimetro Incrementale Orizzontale T-REX)





**Installazione tubazione estensimetrica
incrementale su fronte scavo**

Esempio dati: estrusione al fronte



Courtesy of BTP SpA
Galleria Pozzolatico



Monitoraggio in superficie

Monitoraggio in superficie



La costruzione di una galleria potrebbe compromettere la sicurezza di edifici e strutture sovrastanti

La strumentazione permette di mantenere sotto controllo le strutture ed evitare inconvenienti e/o incidenti



Monitoraggio in superficie



DSM: Assestimetro Differenziale DSM

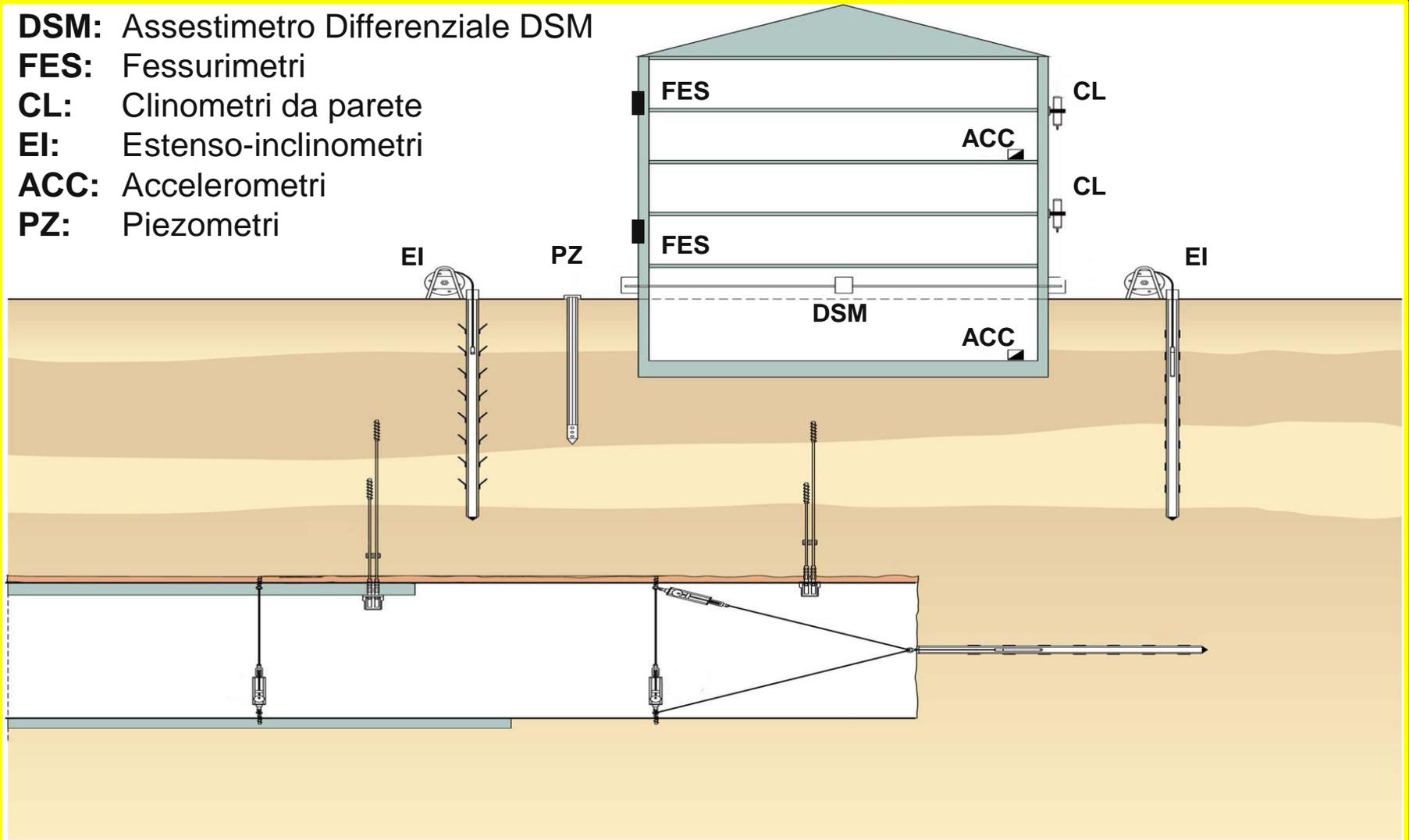
FES: Fessurimetri

CL: Clinometri da parete

EI: Estenso-inclinometri

ACC: Accelerometri

PZ: Piezometri



Monitoraggio in superficie



DSM: Assestimetro Differenziale DSM

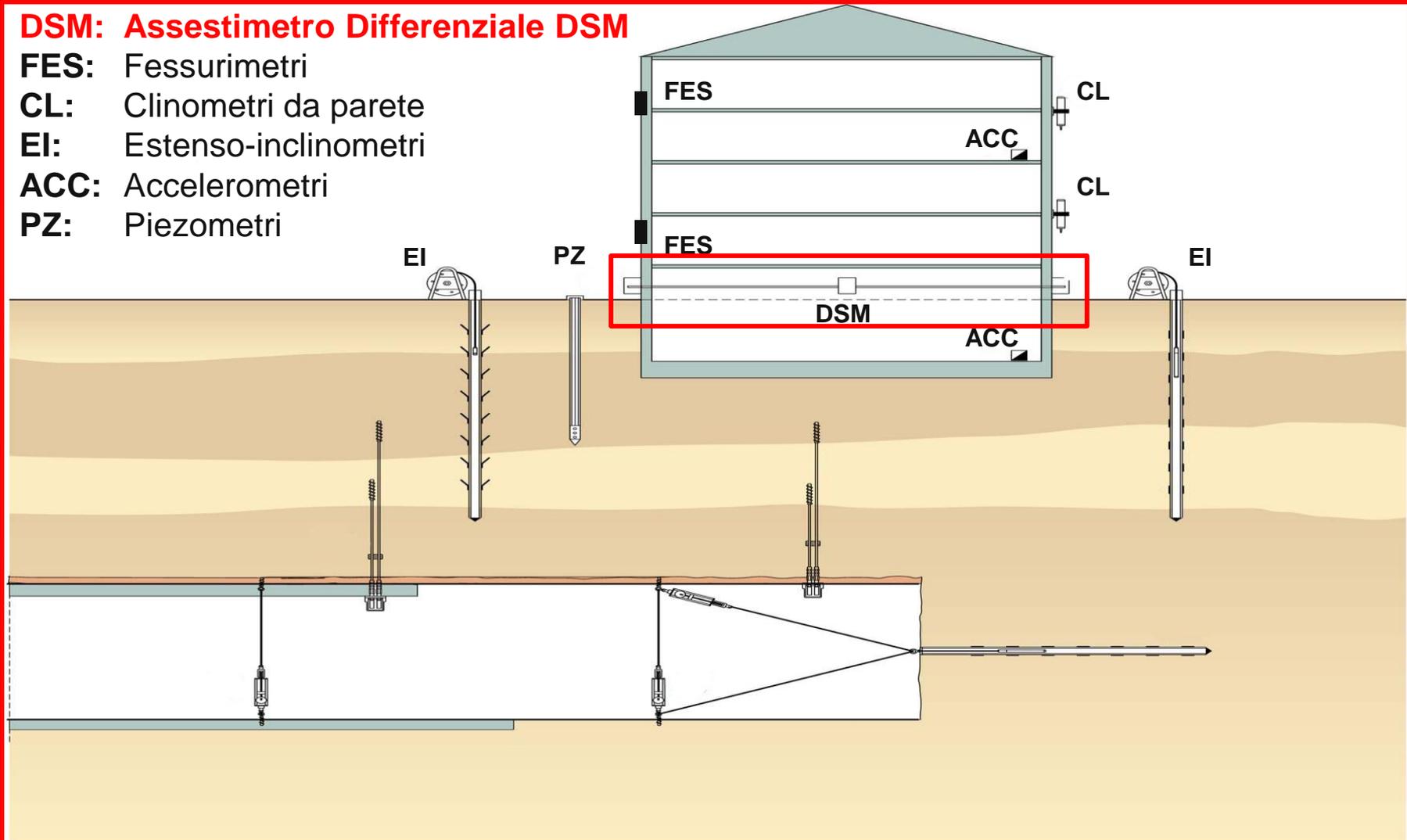
FES: Fessurimetri

CL: Clinometri da parete

EI: Estenso-inclinometri

ACC: Accelerometri

PZ: Piezometri



Sistema DSM

monitoraggio cedimenti differenziali



Monitoraggio Edificio
Durante
Scavo Galleria.
Principio di
funzionamento:
vasi comunicanti

Sistema DSM
installato a Madrid
(Puerta del Sol)



Tazza
Livellometrica
DSM



Monitoraggio in superficie



DSM: Assestmetro Differenziale DSM

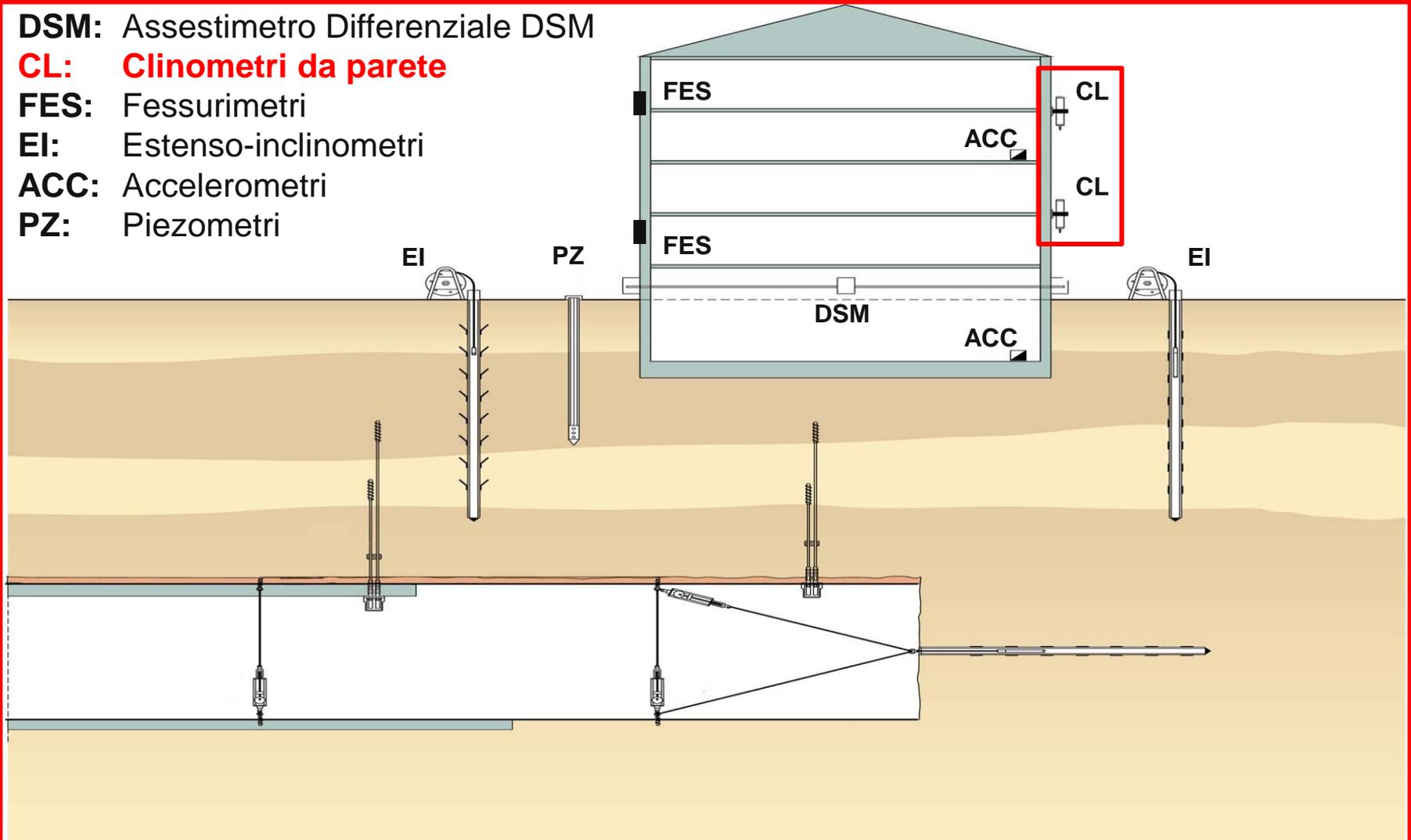
CL: **Clinometri da parete**

FES: Fessurimetri

EI: Estenso-inclinometri

ACC: Accelerometri

PZ: Piezometri





**Tazza Livellometrica DSM e Clinometro di Superficie
con Scatola di Protezione contro Sovratensioni**

Monitoraggio in superficie



DSM: Assestmetro Differenziale DSM

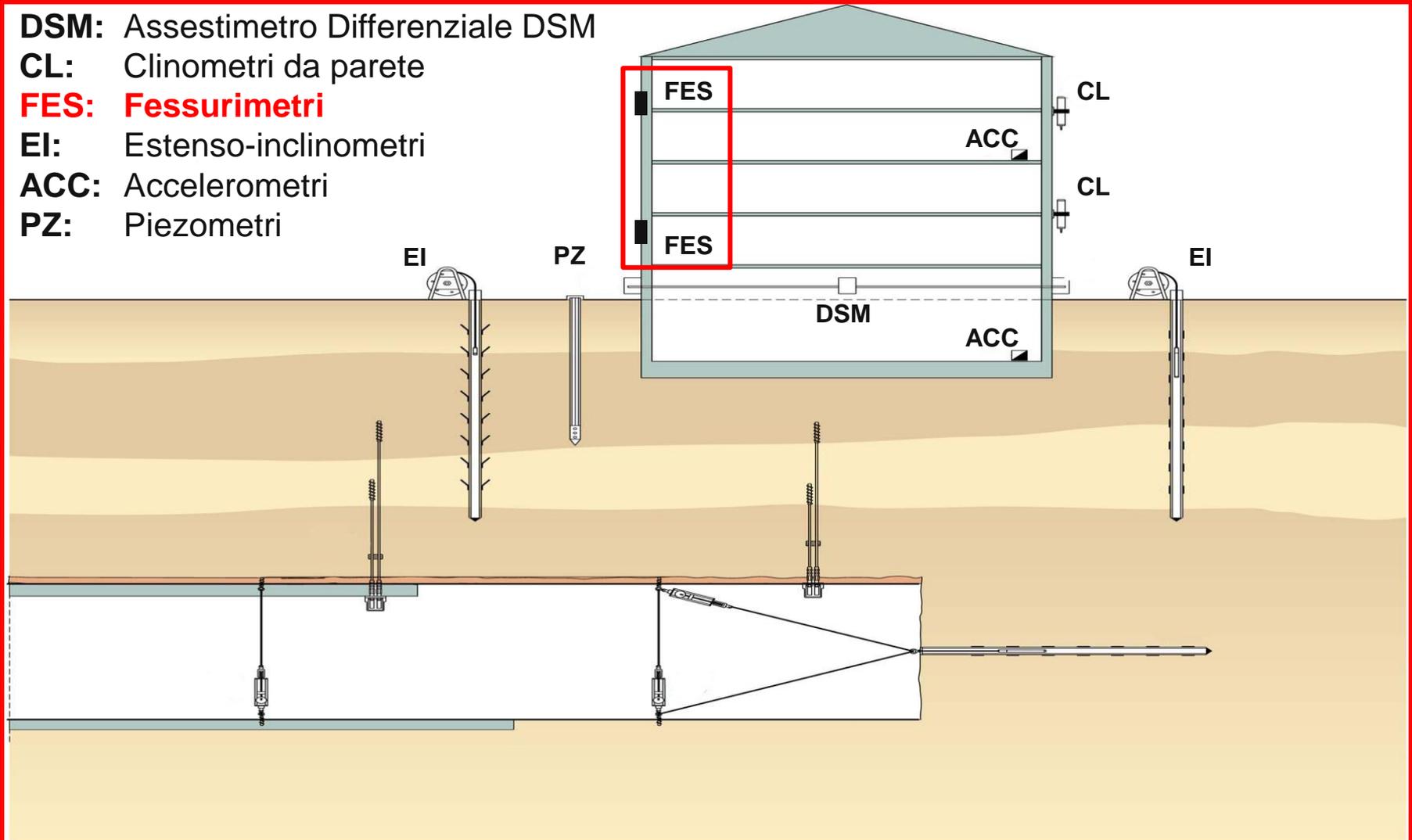
CL: Clinometri da parete

FES: Fessurimetri

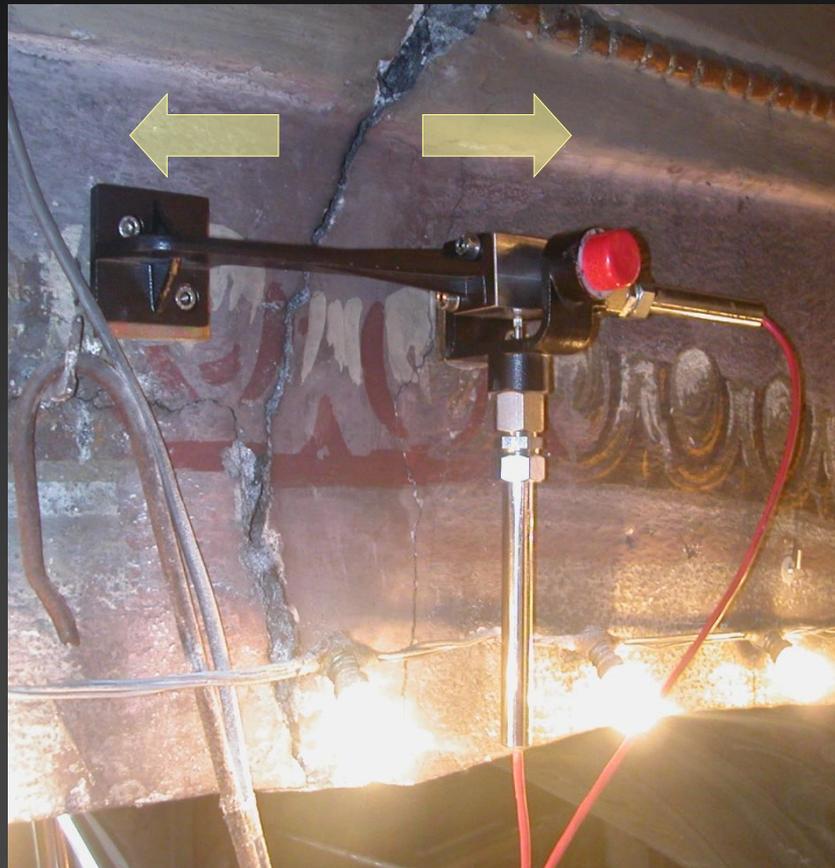
EI: Estenso-inclinometri

ACC: Accelerometri

PZ: Piezometri



Fessurazione di edifici



Fessurimetro elettrico 2D

Monitoraggio fessure
esistenti e/o createsi
con lo scavo



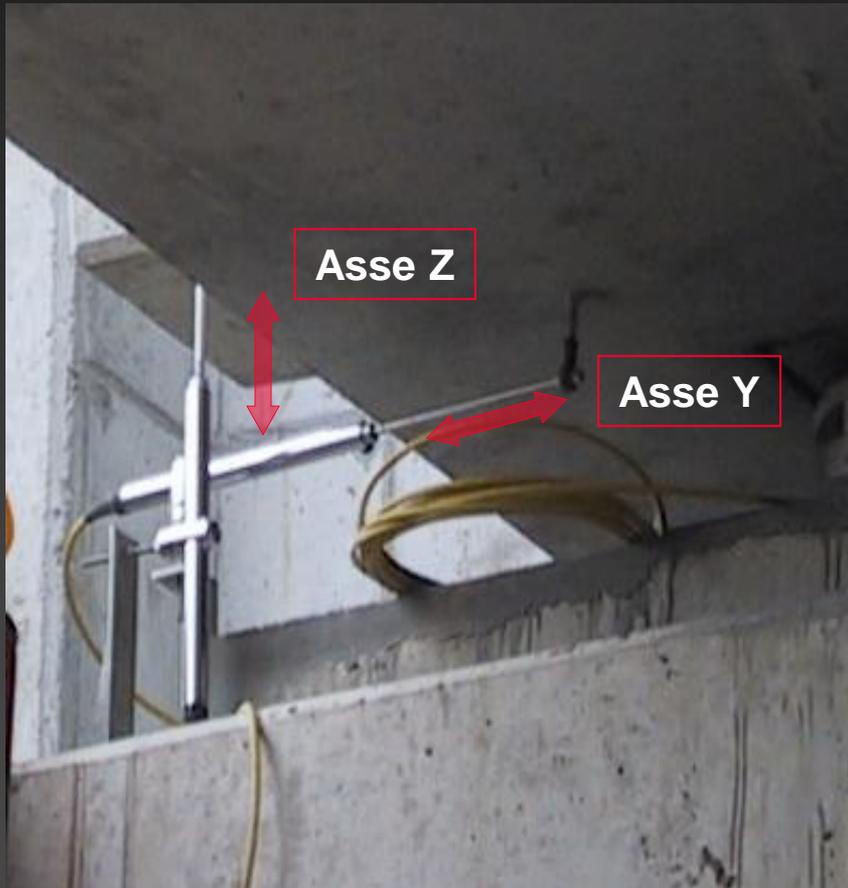
Fessurimetro Tell-Tale
“Vetrino”

Fessurazione di edifici

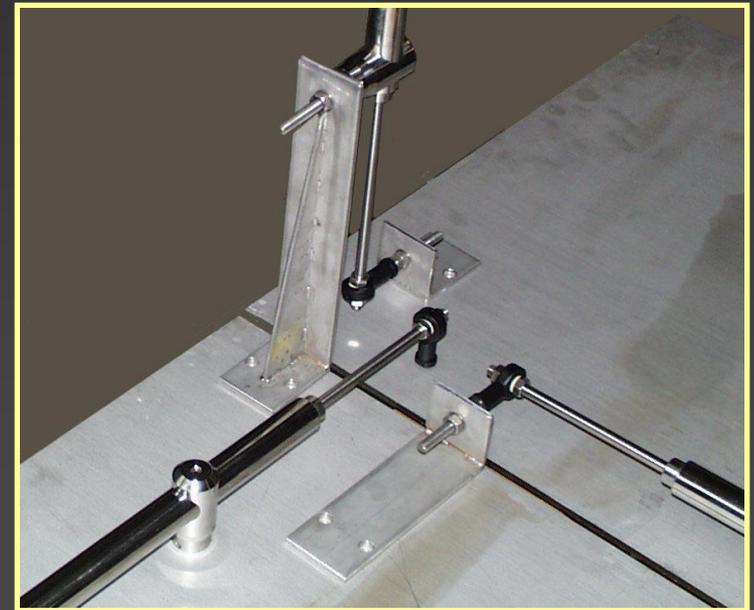




Sistema di misura giunti 2-D e 3-D



Stazione Automatica di
Monitoraggio 3D equipaggiata
con 3 Fessurimetri Elettrici



Monitoraggio in superficie



DSM: Assestmetro Differenziale DSM

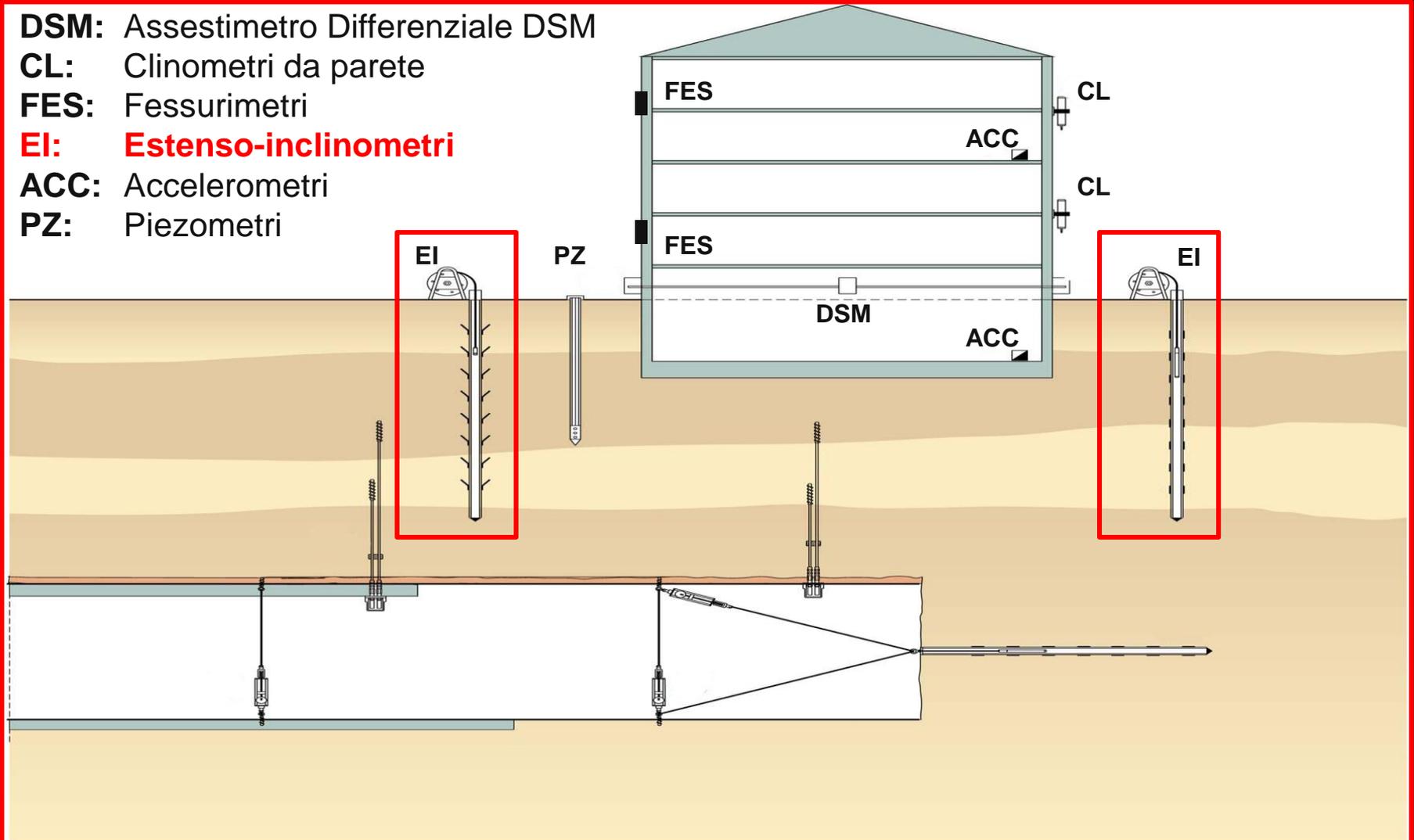
CL: Clinometri da parete

FES: Fessurimetri

EI: **Estenso-inclinometri**

ACC: Accelerometri

PZ: Piezometri



Movimenti orizzontali (inclinometro) e verticali (estensimetro) della copertura



Sistema Inclinometrico



**Estensimetro Incrementale
Removibile T-REX**



Monitoraggio automatizzato 3-D con sonde fisse da foro DEX-S



Componenti sistema DEX-S

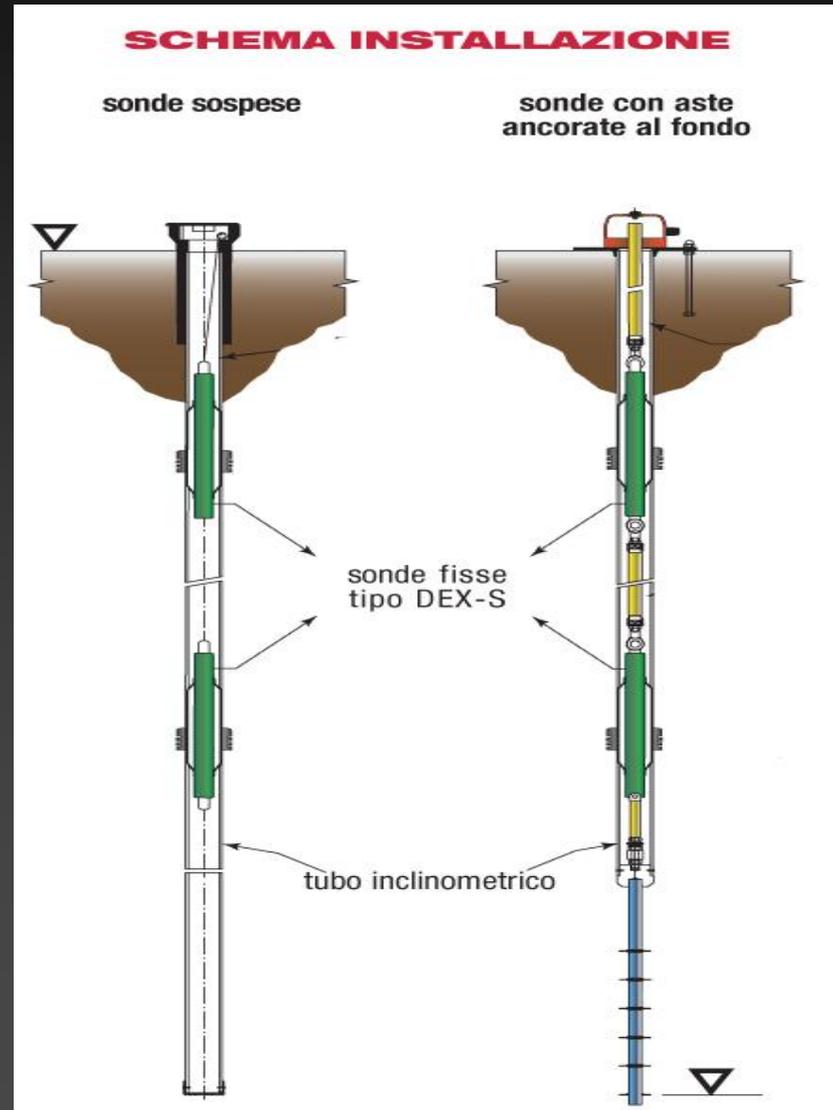


Foto installazione DEX-S

Monitoraggio in superficie



DSM: Assestimetro Differenziale DSM

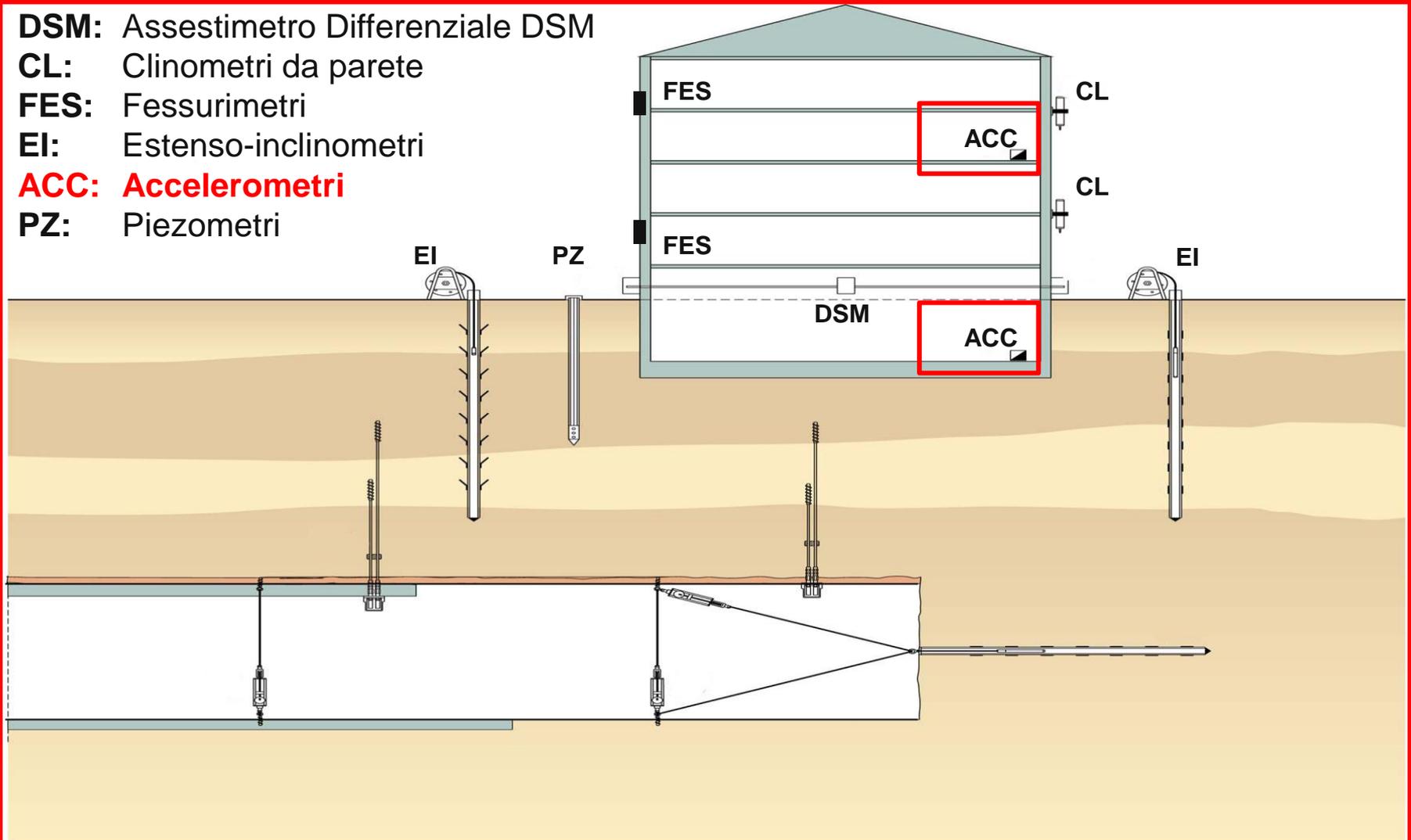
CL: Clinometri da parete

FES: Fessurimetri

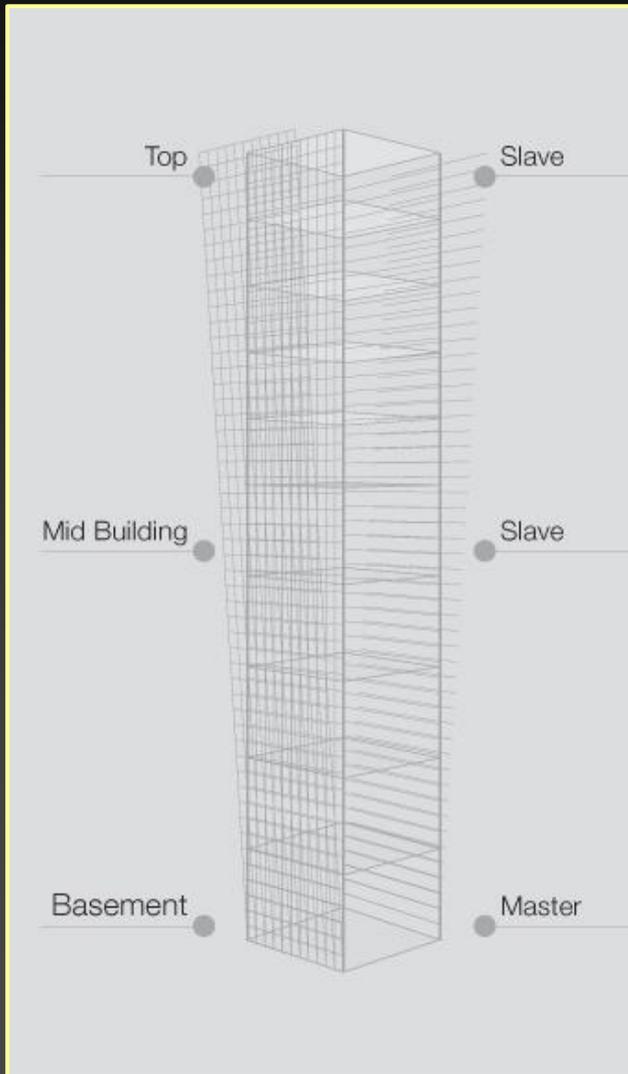
EI: Estenso-inclinometri

ACC: Accelerometri

PZ: Piezometri



Accelerometri Triassiali



Gli accelerometri triassiali, equipaggiati con registratore dinamico, vengono posizionati in punti strategici e collegati in networking.

Può anche essere utilizzato un modulo GPS per la sincronizzazione temporale e un modem GPRS per la gestione dati sul web



Monitoraggio in superficie



DSM: Assestmetro Differenziale DSM

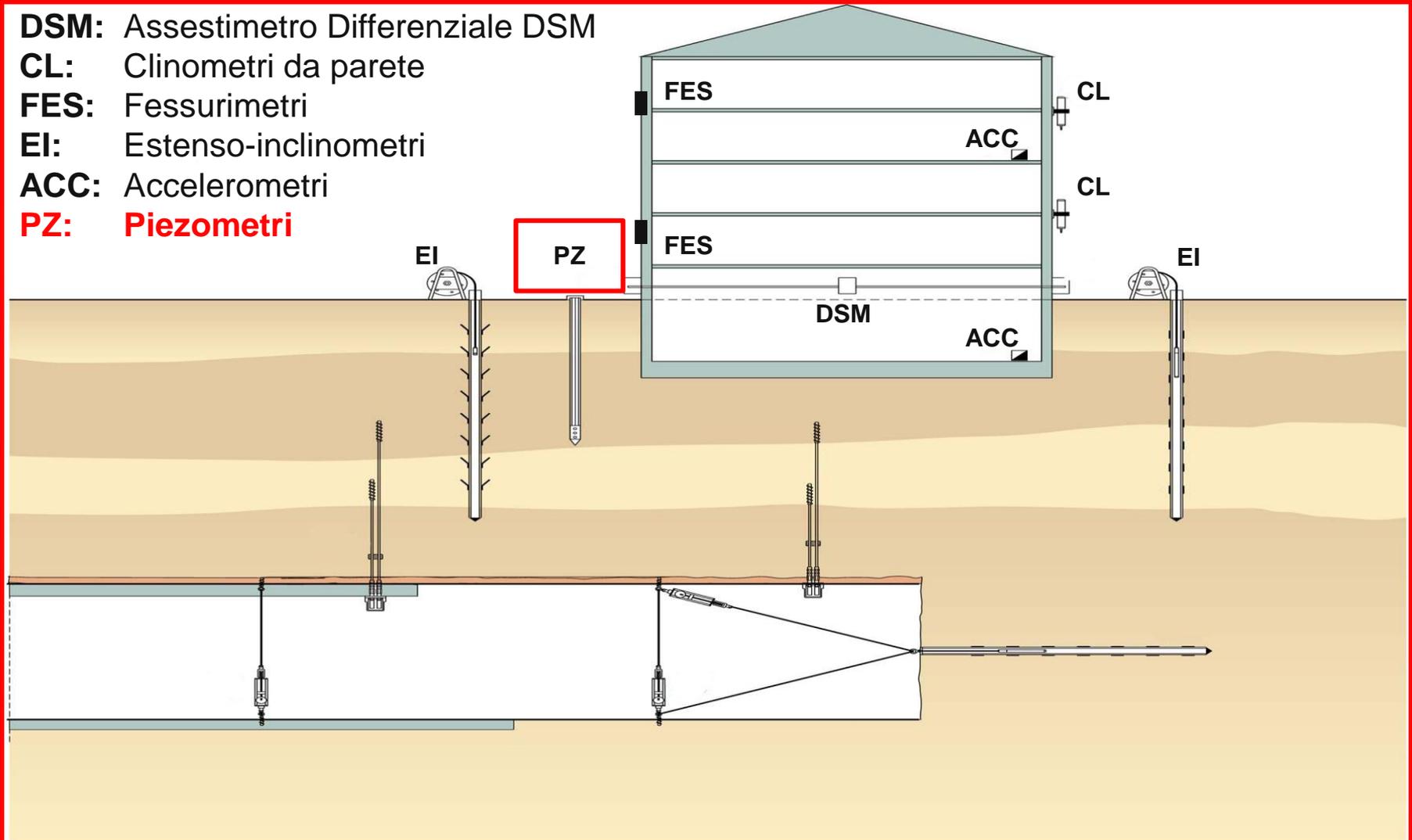
CL: Clinometri da parete

FES: Fessurimetri

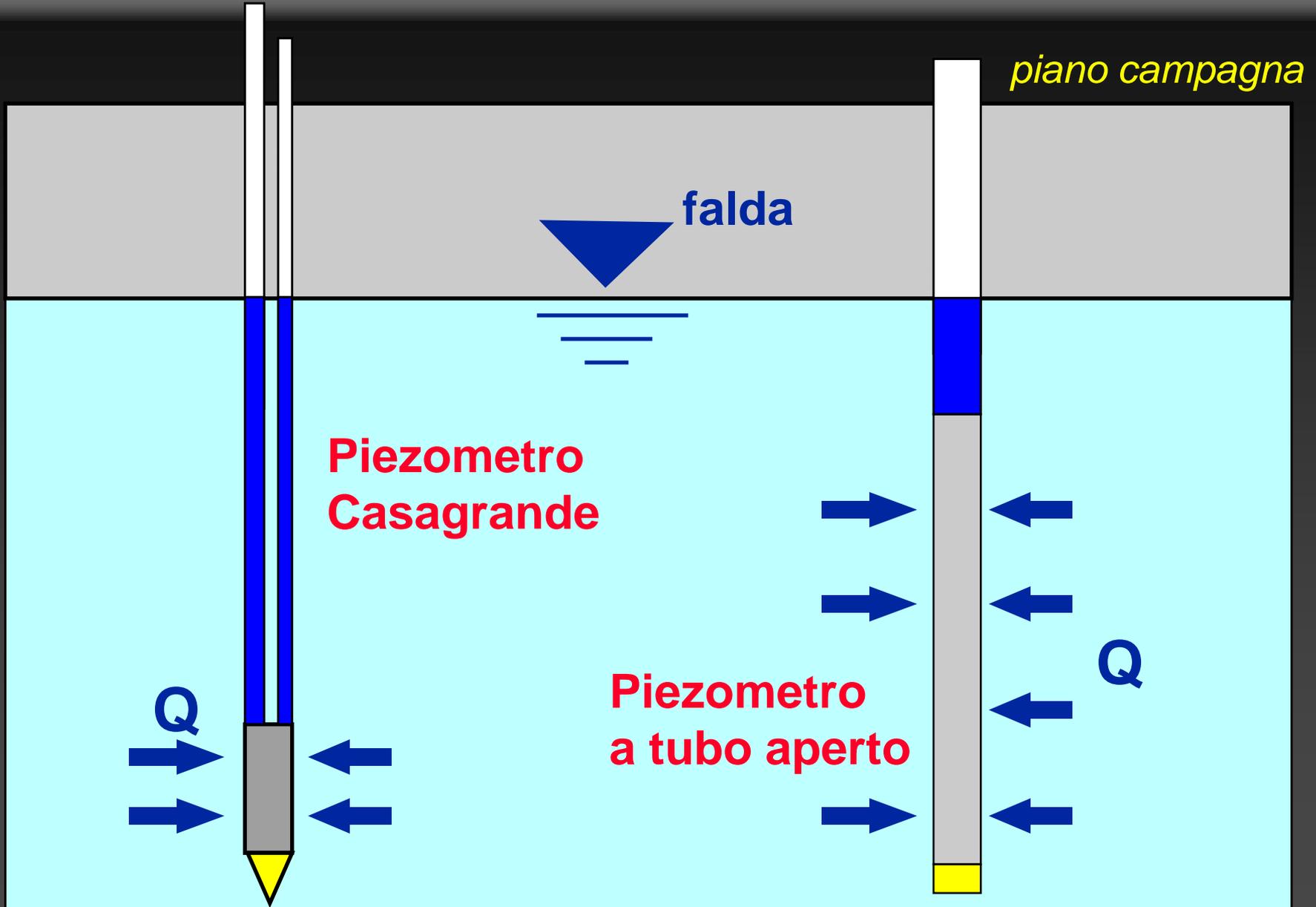
EI: Estenso-inclinometri

ACC: Accelerometri

PZ: **Piezometri**



Piezometri "aperti"



Piezometri “chiusi”



Piezometro a corda vibrante dopo l'installazione



Sistemi di Acquisizione e trasmissione dati



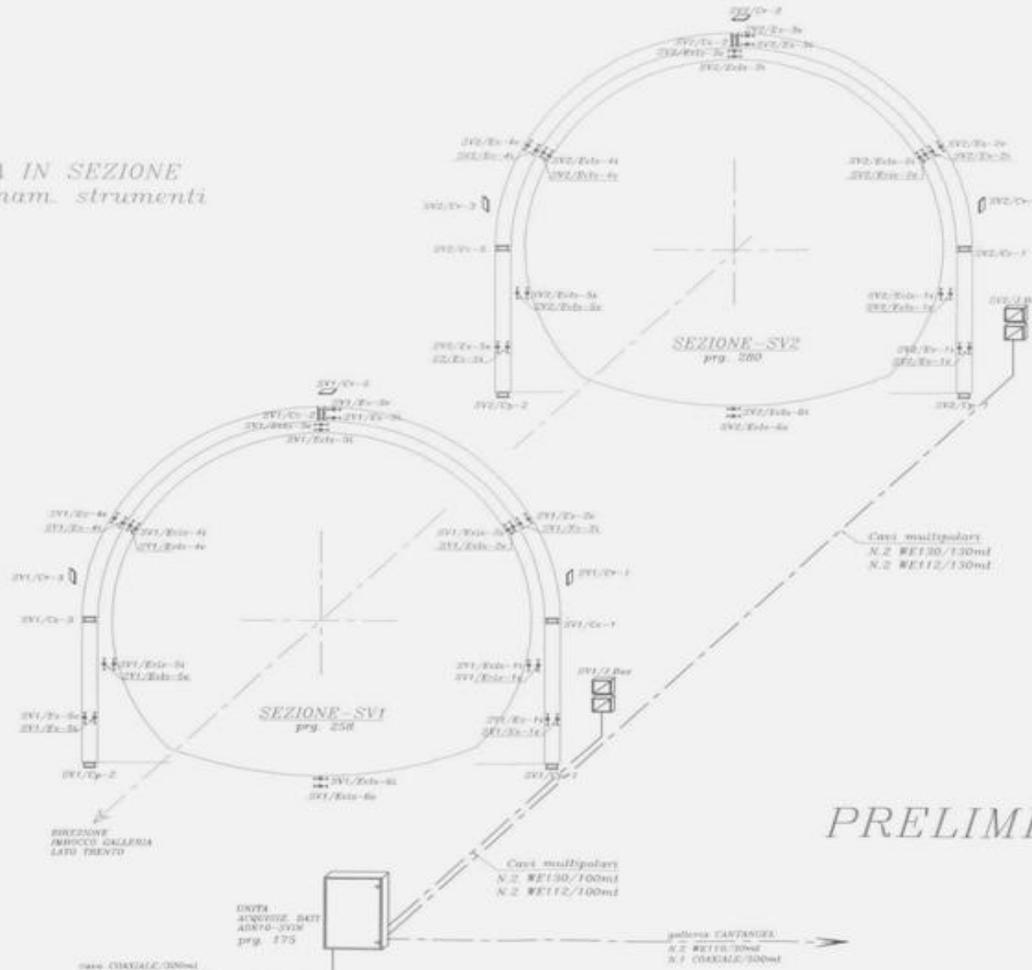
PERCHE' UTILIZZARE UN SISTEMA DI ACQUISIZIONE DATI AUTOMATICO?

- Letture in tempo reale
 - Soglie di allarme per ogni strumento
 - Gestione On-line di una rete composta da N-datalogger e centinaia / migliaia di strumenti
- Lettura e memorizzazione di grandi quantità di dati
 - Trasmissione dati ad un centro di controllo remoto/server e pubblicazione dati su web dedicato (WMS)

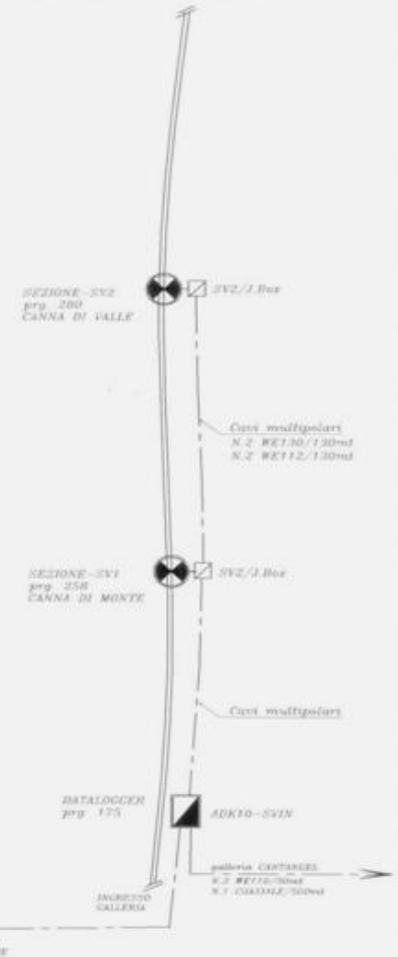
Acquisitori: Progettazione



SCHEMA IN SEZIONE
posizionam. strumenti



SCHEMA IN PIANTA



PRELIMINARE

Particolare installazione
BARRETTA ESTENSIMETRICA
a saldare e centina



LEGENDA STRUMENTI

- Es-1e Barretta estensim. a centina per Estrazione
- Es-1s Barretta estensim. a centina per Introduzione
- Ets-1e Barretta est. a ultrasuoni per Estrazione
- Ets-1s Barretta est. a ultrasuoni per Introduzione
- Cs-2 Cella di precisione da corda
- Cs-1 Cella di misura grande corda
- Cs-3 Cella di misura per corda

DENOMINAZIONE **Galleria di svincolo MARTIGNANO / TRENTO**
Impianto di monitoraggio

DATA 4/11/04

SCHEMA PLANIMETRIA

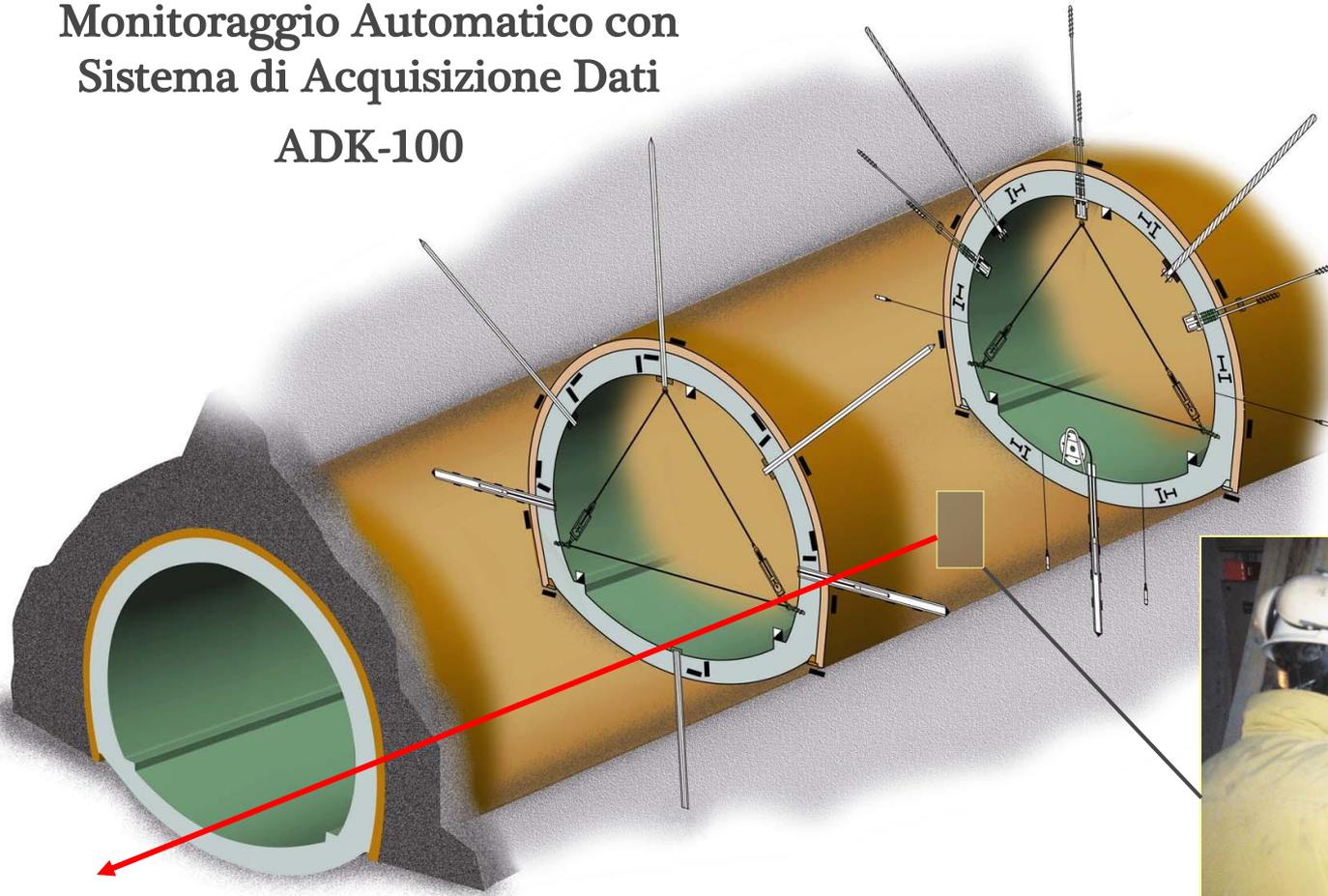
DISK TRN-SV-1

Acquisitori dati automatici



Monitoraggio Automatico con
Sistema di Acquisizione Dati

ADK-100



Alla Centrale di Controllo

Stazione ADK-100





**Sistema acquisizione dati
ADK-100**



Modulo CR-1000

Scheda controller

Schede Mux da 32 canali

Batteria tampone 12V

Modem GSM / GPRS

Schede Mux da 32 canali

Connettori 220V e USB

Componenti principali del Sistema ADK-100



**Tecnico Specializzato Sisgeo durante
il cablaggio di un Sistema ADK-100**

Acquisitori dati automatici



**Linea A.V. Milano-Bologna
Pannelli di centralizzazione, pannelli di misura
e shelter protettivo per ADK-100**

Acquisitori dati automatici



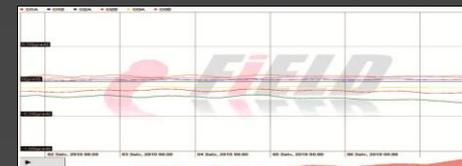
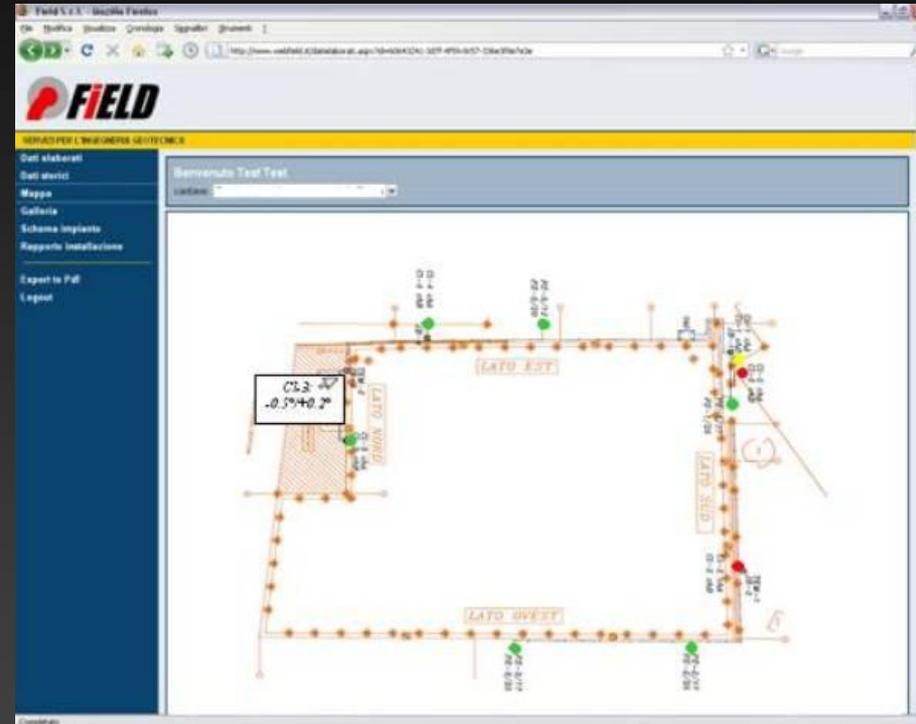
**Linea A.V. Milano-Bologna
Sistema ADK-100 complesso con PAC alimentazione**



Web Monitoring System

WMS opera su pagine WEB permettendo di accedere a pagine web personalizzate dove è possibile la visione di una serie di elementi che descrivono ed identificano il sistema di monitoraggio, ed a una sezione dove avviene la gestione del sistema, nella quale è possibile:

- Il controllo dei dati in tempo reale
- Abilitazione di allarmi
- Visualizzazione ed esportazione dei grafici



Alcuni Progetti...



Gallerie

Autostrada Egnatia-Odos – Grecia
Gallerie Veria, Lefkopetra, Driskos, Dodoni, Anthohori, Ag. Nikolaus, Anilio, Arachthos,
Malakasi e Panagia-Gravena

Galleria PENCHALA - Malesia

M30 Madrid - Spagna

Galleria Pir Panjal, Tratta Ferroviaria New BG - India

Galleria Marmaray, Turchia

Metropolitane

Metropolitana di Amsterdam - Olanda

Metropolitana di Caracas, 2° e 3° linea (TBM) - Venezuela

Metropolitana di Barcellona, 9° linea (TBM) - Spagna

Metropolitana di Roma – Linea B1 e C - Italia

Metropolitana di Lisbona - Stazione Terreiro do Paco - Portogallo

Metropolitana di Atene - Grecia

Metropolitana di San Pietroburgo - Linea 1 - Monitoraggio Vodokanal - Russia