

ENSAYOS "In - situ"

Elaborado por :

JAIME SUAREZ DIAZ

BUCARAMANGA - COLOMBIA

ENSAYOS IN SITU

-CORTE DIRECTO DE CAMPO

-VELETA

-CORTE EN SONDEO

-SPT

-CPT

- PRESUROMETRO

"In-Situ"

Del latín : En el sitio

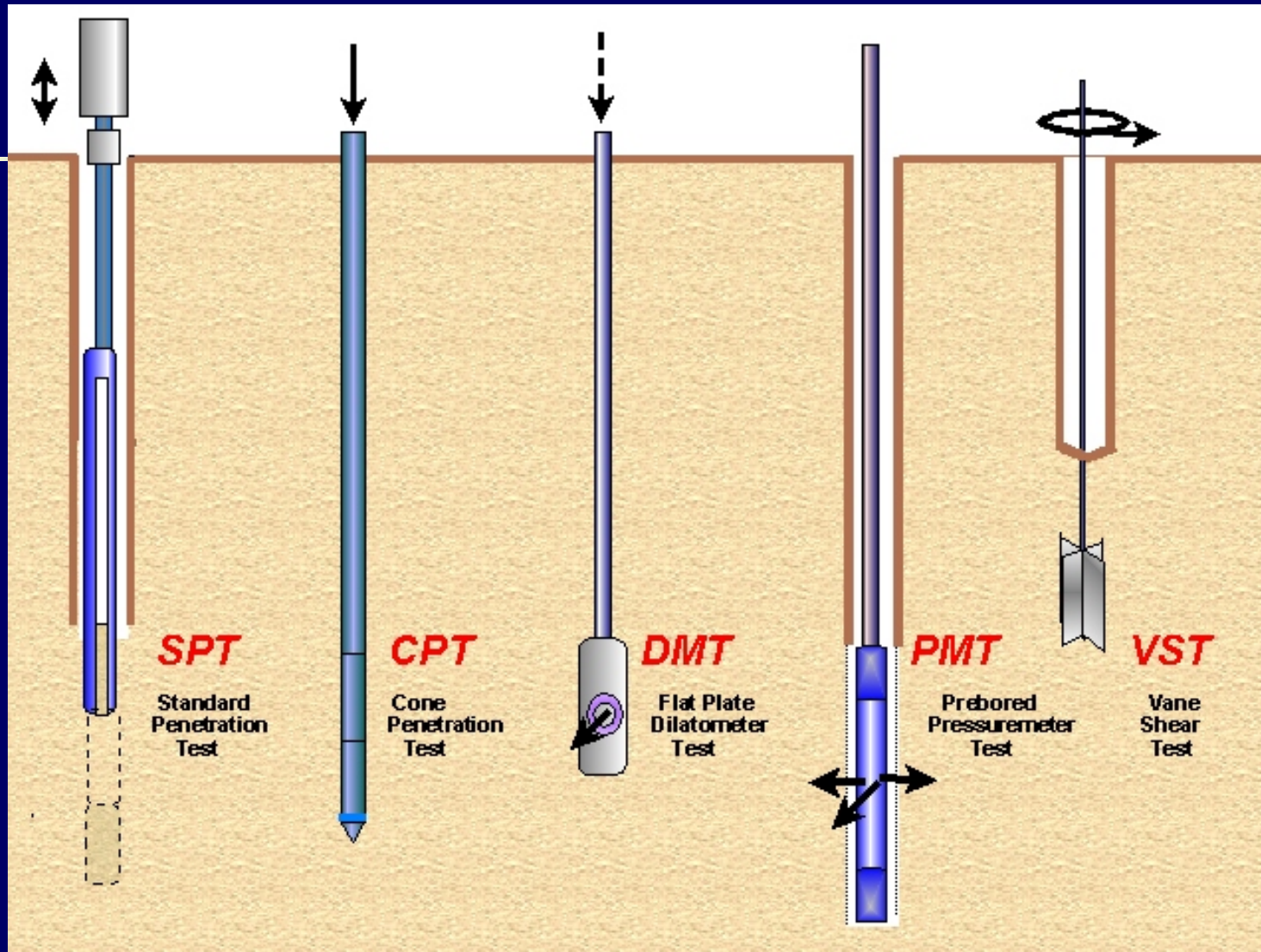
Por qué realizar ensayos "in situ" ?

ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

ENSAYOS "in situ"

- **Perforación y muestreo**
- **Ensayos "in situ"**
 - Ensayo de penetración estandar (SPT)
 - Ensayo de penetración de cono (CPT + CPTu)
 - Dilatómetro de placa plana (DMT)
 - Presurómetro (PMT)
 - Corte en veleta (VST)
- **Métodos geofísicos**
 - Ondas sísmicas (P-, S-, R-waves)
 - Electromagnéticas (radar, resistividad)

ENSAYOS "in situ" PARA SUELOS



ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

EQUIPOS AUTOPROPULSADOS



ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

EQUIPOS TODO-TERRENO



EQUIPOS SOBRE ORUGAS



ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)



**Muestreador de
tubo partido**

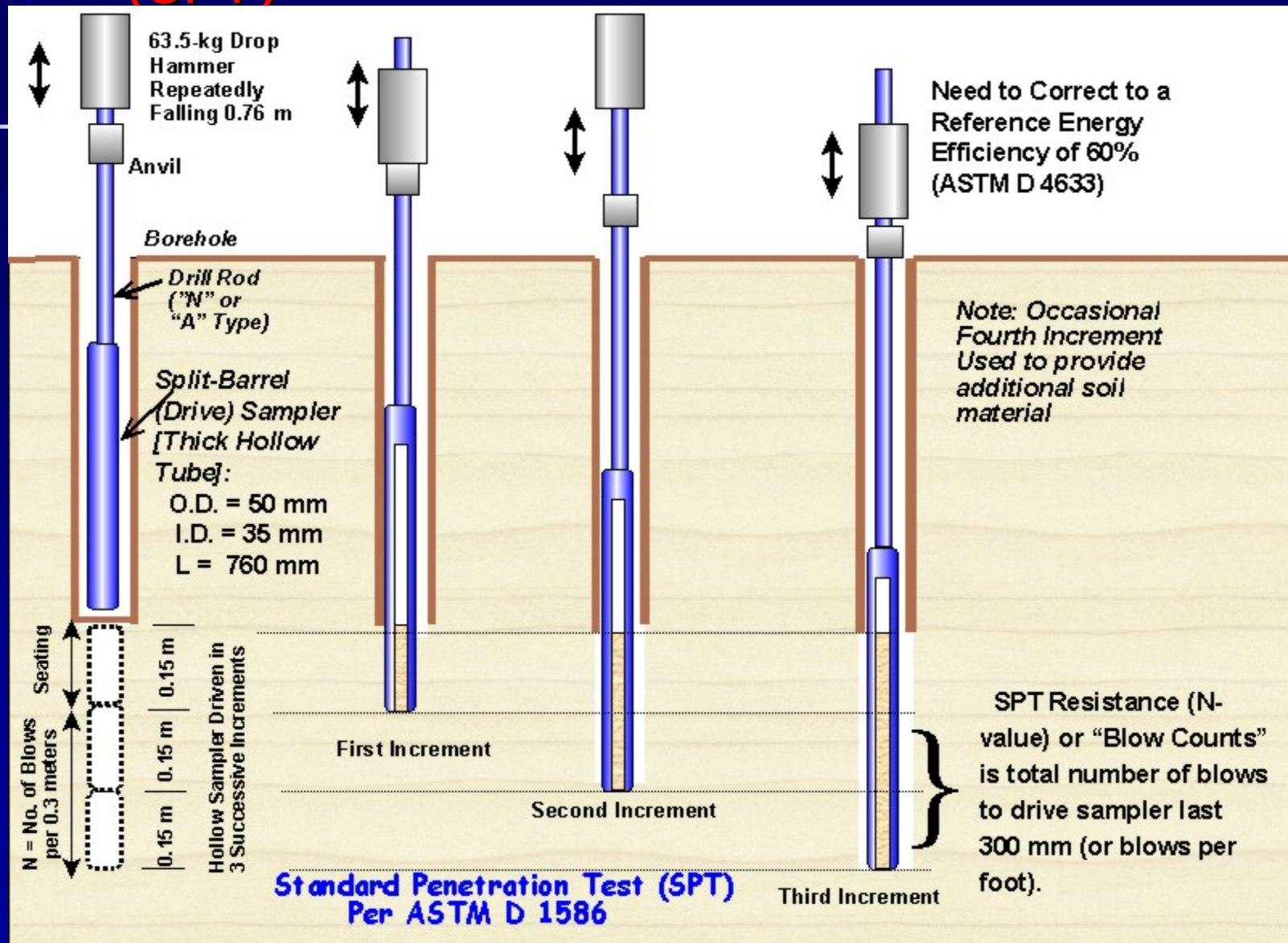


ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)

- El ensayo "in situ" más común en el mundo
- 1902 - Coronel Gow de Raymond Pile Co.
- Muestreador cilíndrico partido
- Norma ASTM D 1586
- Martillo (140-lbs cae 30 pulgadas) (63.5-kg cae 0.76 metros)
- Tres incrementos de 6 pulgadas; Suma de los dos últimos incrementos = "N" (golpes/pié)

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)



ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

Ventajas

- Se obtiene suelo y un número
- Sencillo y de bajo costo
- Funciona en muchos tipos de suelo
- Se puede utilizar en rocas blandas
- Disponible en todo el mundo

Desventajas

- Se obtiene suelo y un número
- Muestra alterada (Solo para caracterización)
- Número muy crudo para el análisis
- No aplicable en arcillas blandas y limos
- Variabilidad e incertidumbre

PENETROMETRO DE CONO (CPT)



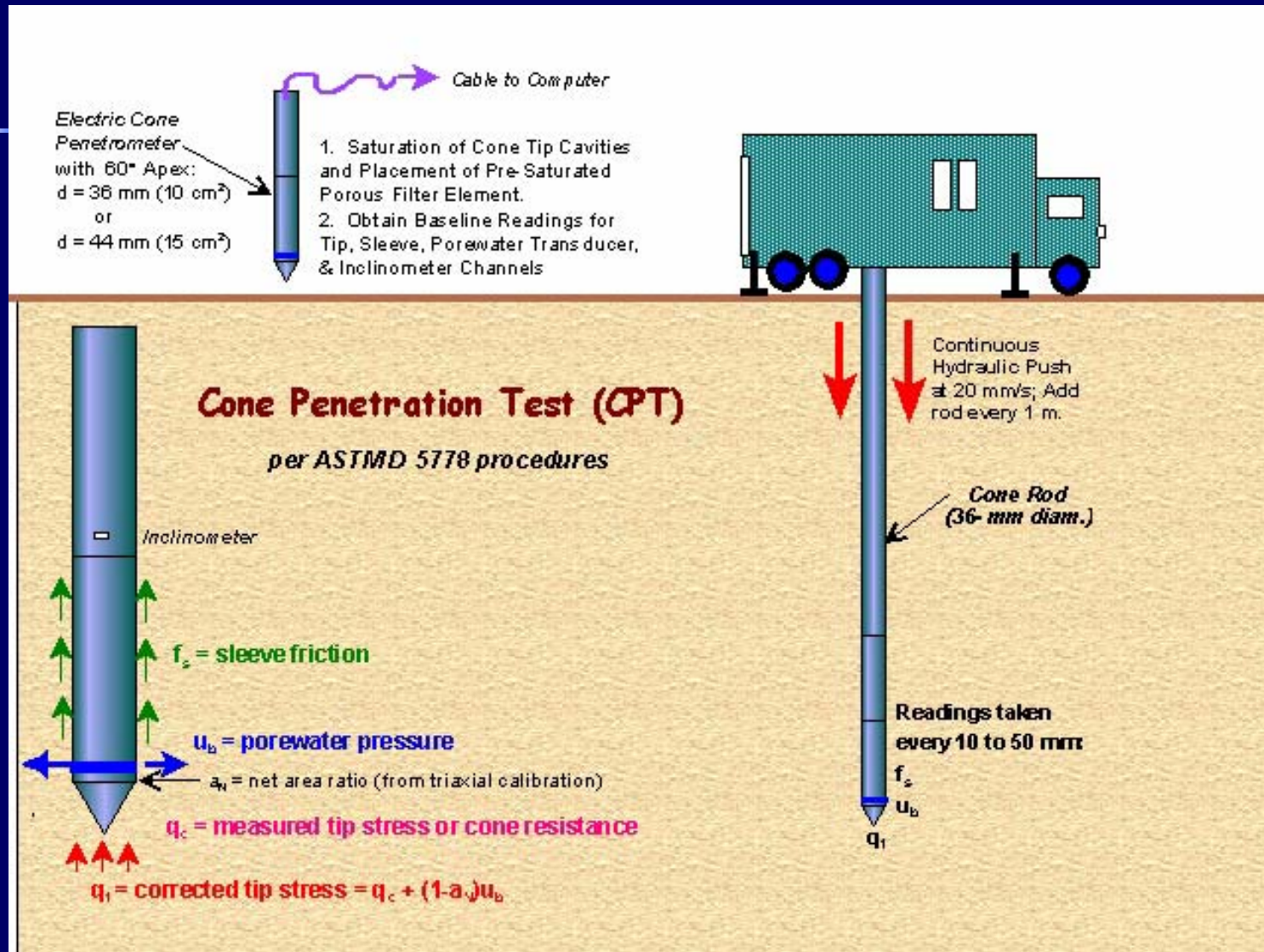
ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

ENSAYO CON PENETROMETRO DE CONO (CPT)



- Cono metálico electrónico - punta de aprox. 60°
- Norma ASTM D 5778
- Empuje hidráulico a 20 mm/s
- No se obtienen muestras
- Medición continua de esfuerzos

CPT (ASTM D 5778)



VEHICULO PARA CPT



25 TONELADAS DE PESO

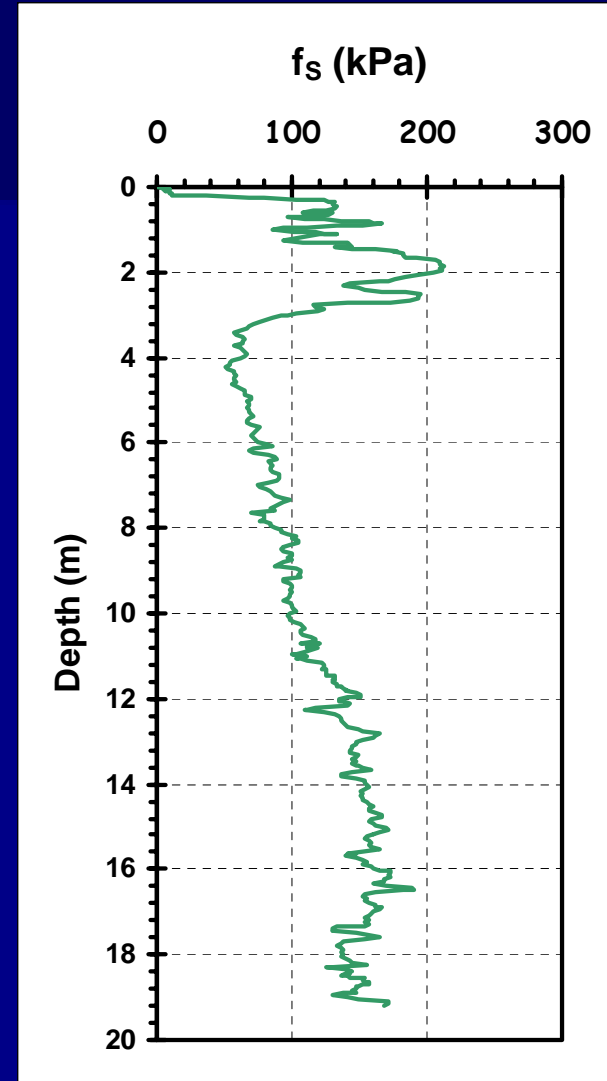
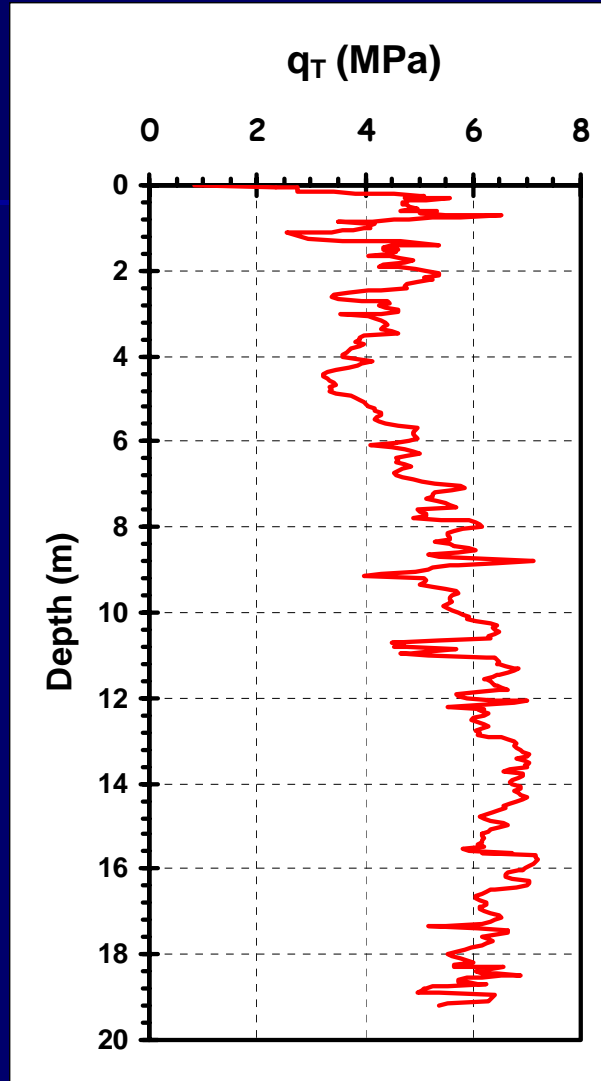
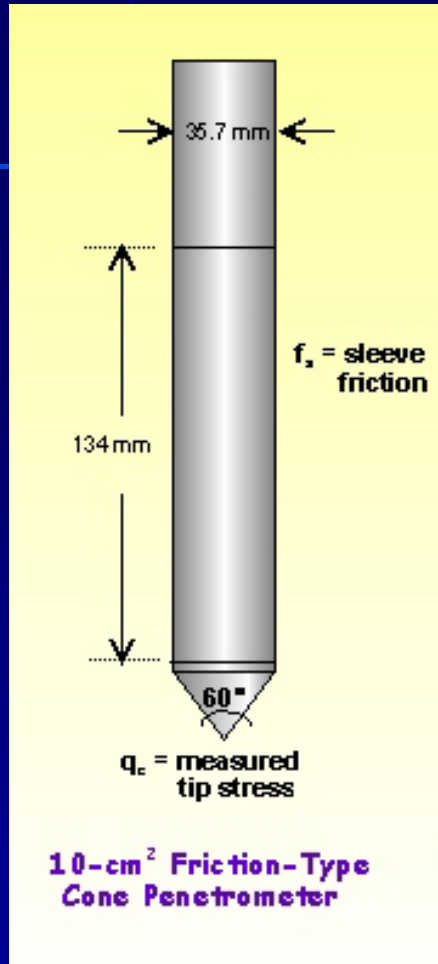
ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

VEHICULOS CPT

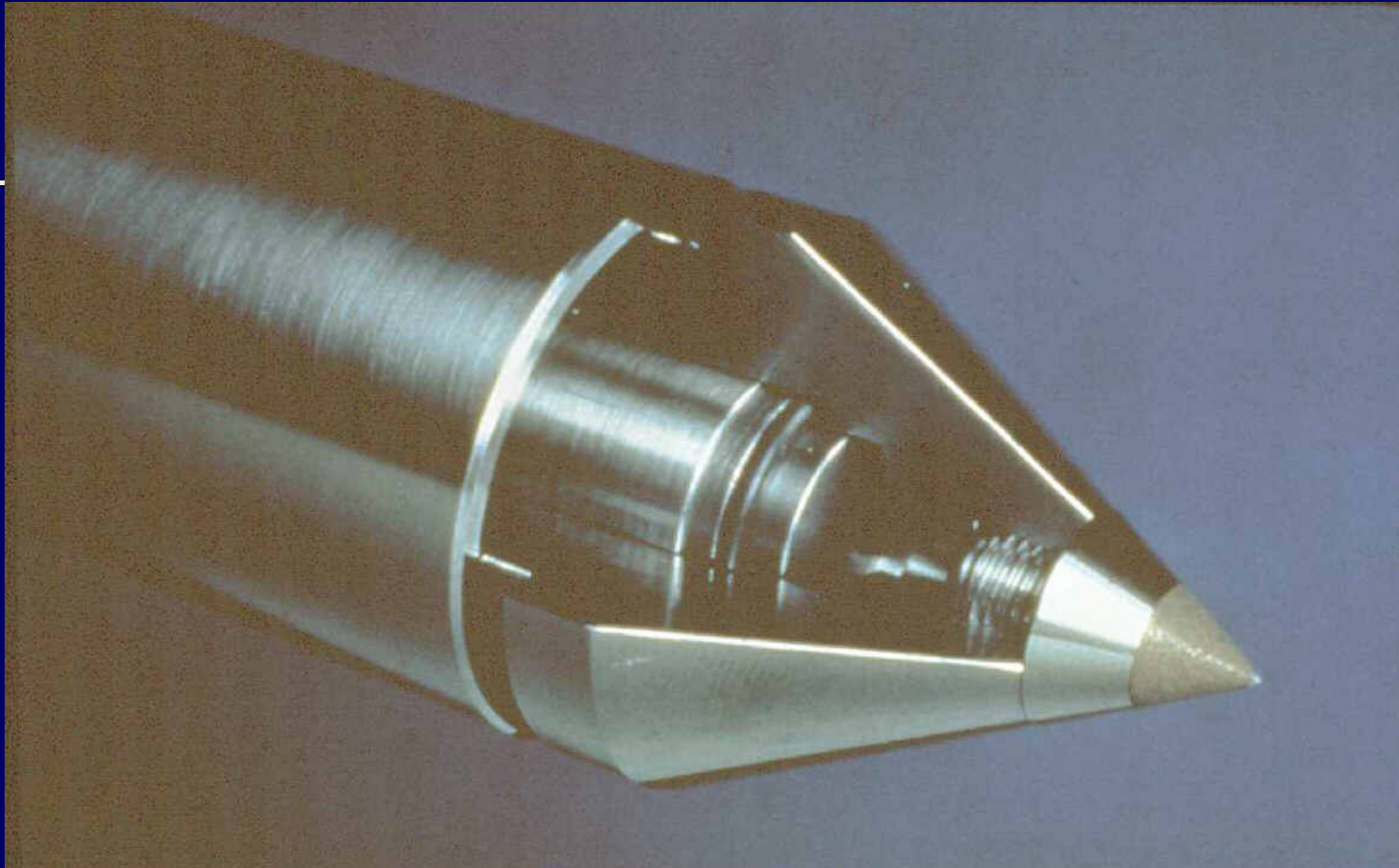


ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

CPT DE FRICCION ELECTRONICA

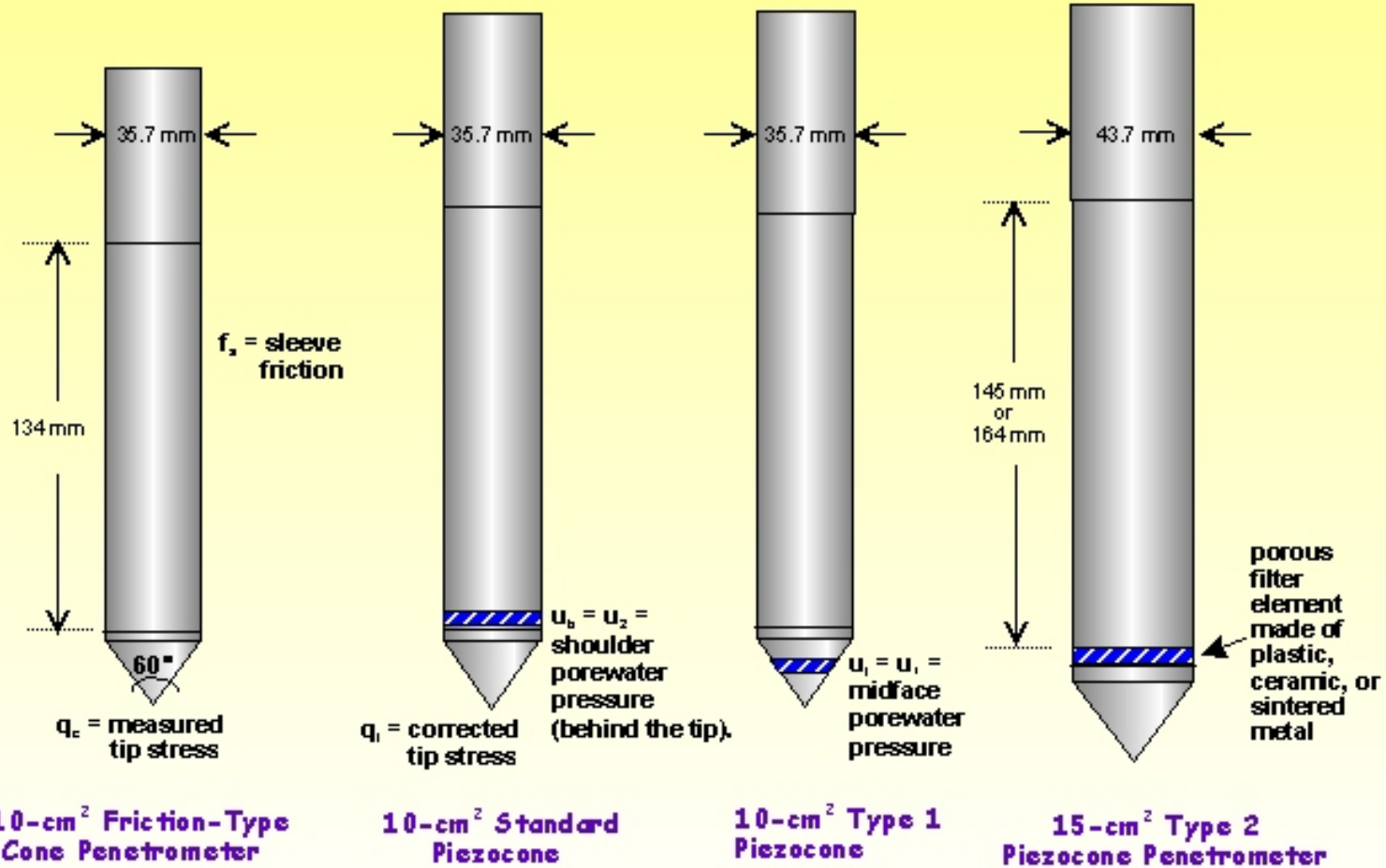


PIEZOCONO



Mide la presión de poros en la punta

TIPOS DE PENETROMETRO CPT



ENSAYO CPT

Ventajas

- **Perfiles continuos rápidamente**
- **Varios perfiles por dia**
- **Los resultados no dependen del operador**
- **Muy buena base teórica**
- **Muy bueno para suelos blandos**

Desventajas

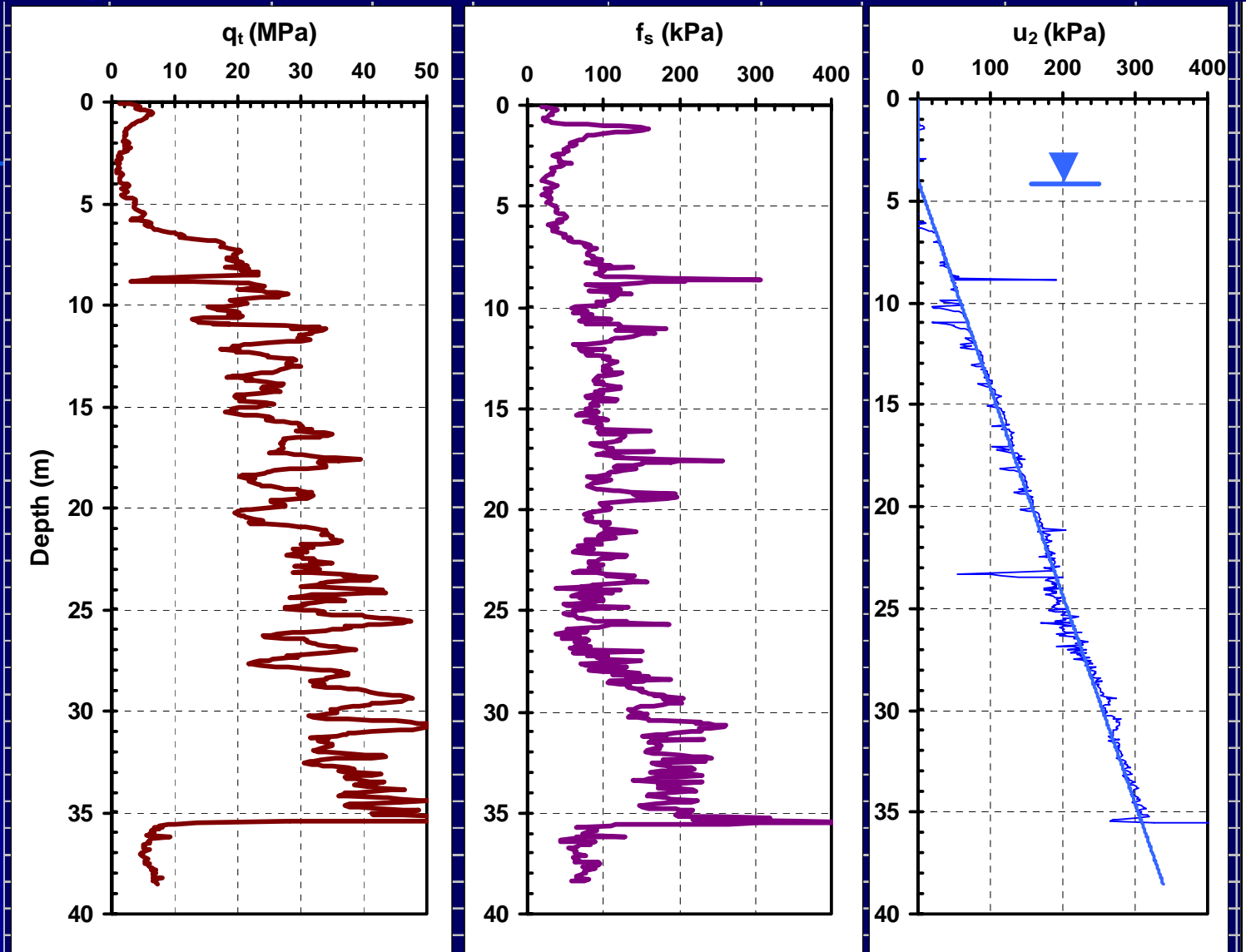
- **Alta inversión de capital**
- **Se requieren operadores muy capacitados**
- **Elementos electrónicos se dañan y descalibran**
- **No toma muestras de suelo**
- **No es apto para suelos gravosos o con bloques**

PIEZOCONO



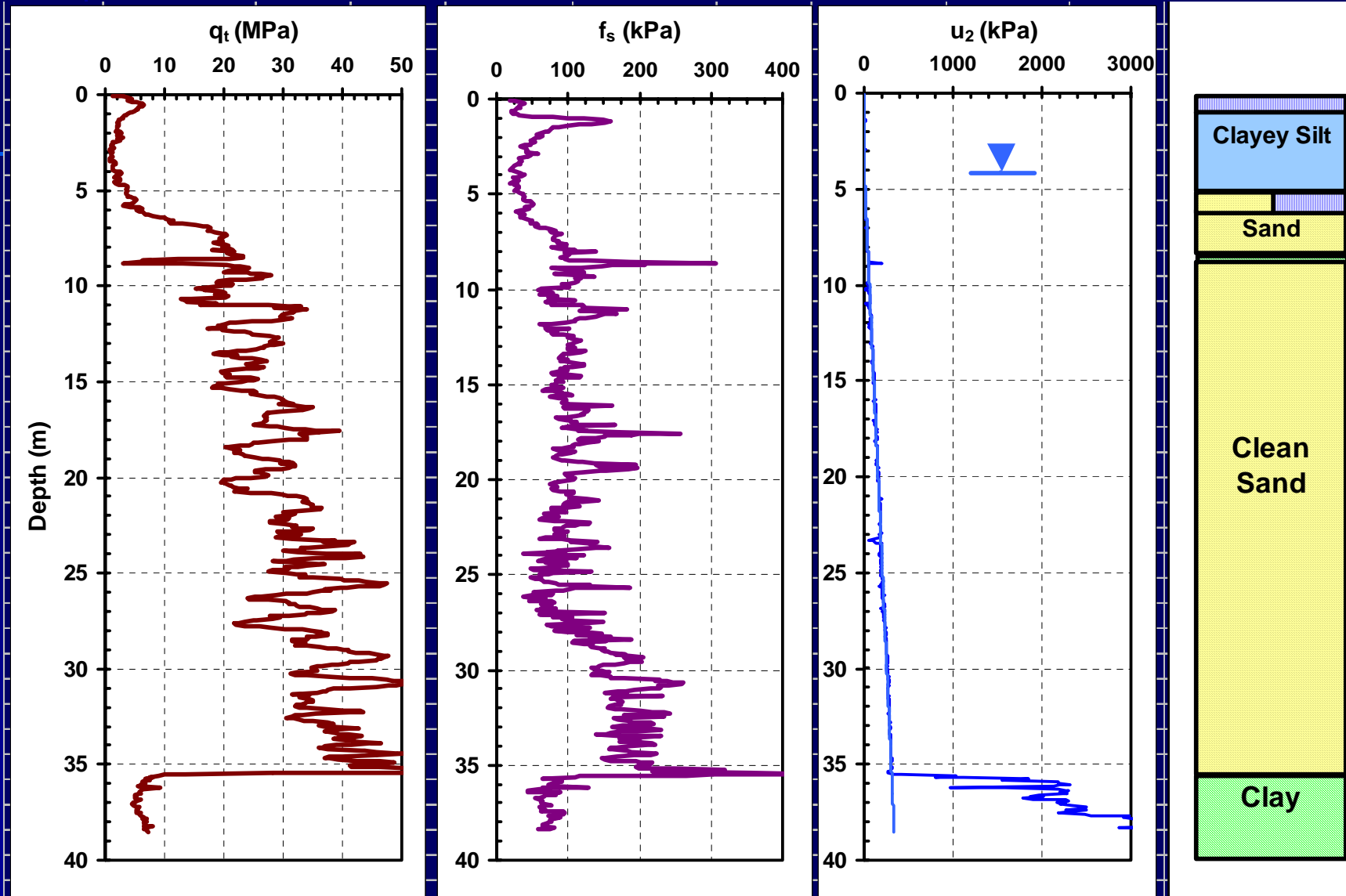
ELABORÓ : JAIIME SUAREZ DIAZ

GEO-ESTRATIGRAFIA CON PIEZOCONO



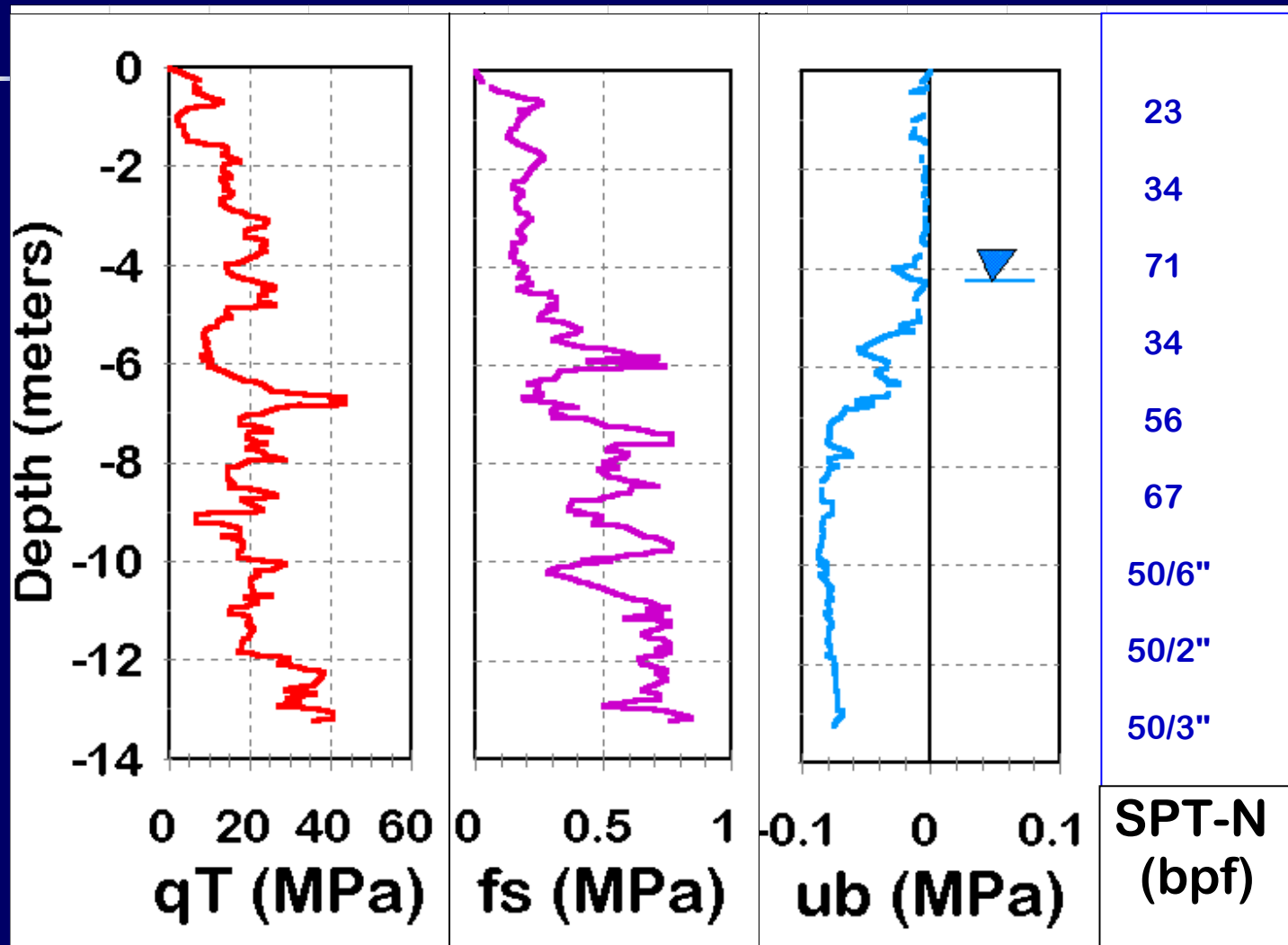
ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

INTERPRETACION



ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

CPT EN UN ESQUISTO METEORIZADO



ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ



PIEZOCONO DE DOS ELEMENTOS

ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

PIEZOCONO DE TRES ELEMENTOS



(Norwegian Institute of Technology)

PIEZOCONO DE CUATRO ELEMENTOS



(Oxford University)

ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

MEMOCONO (Sistema sin cables)



Chip de memoria en el penetrómetro, el cual se sincroniza con la unidad superficial de lectura.

CONO AUDIO-ACUSTICO



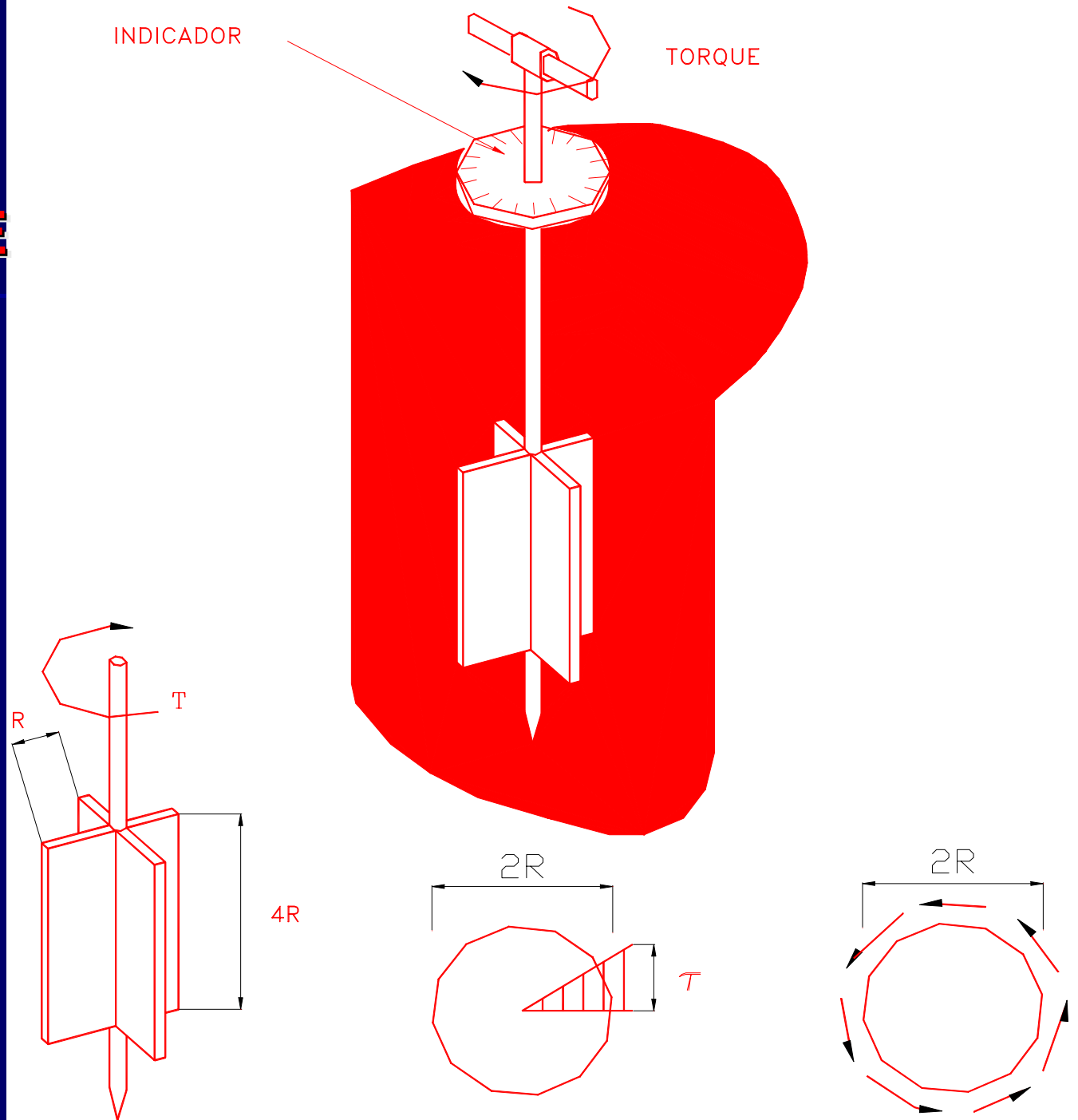
Envía la señal a través del tubo

VARIEDAD DE PIEZOCONOS



ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

ENSAYOS DE VELETA



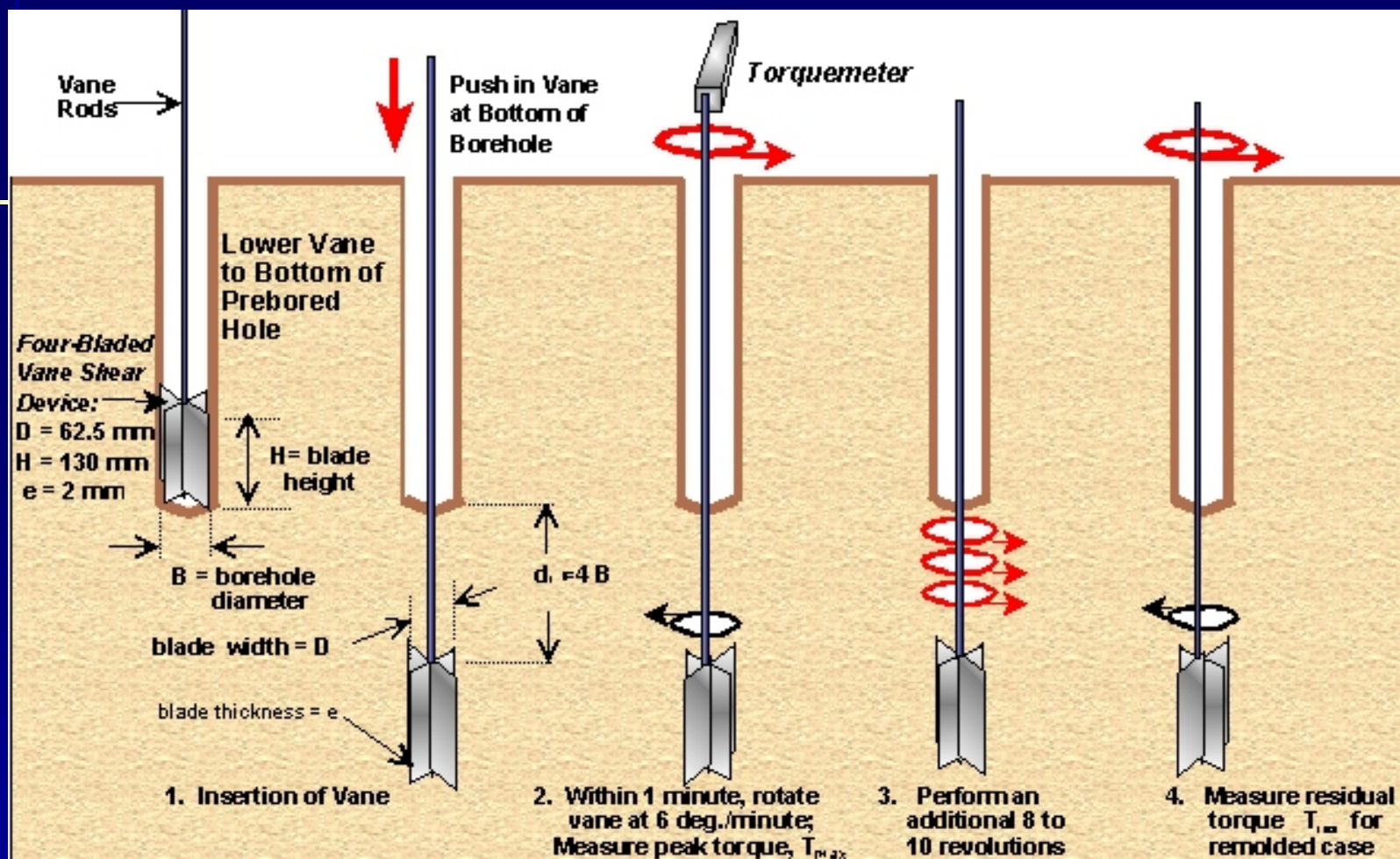
ELABORÓ : JAIMÉ SUAREZ DIAZ

ENSAYO DE VELETA (VST)

- Norma ASTM D 2573
 - Dentro de un sondeo o en superficie
 - Cuchillo de 4 lados se entierra en limos y arcillas para medir
-
- s_{uv} (pico) = Resistencia pico No drenada
 - s_{uv} (remoldeada) = Resistencia remoldeada (después de 10 revoluciones)
 - Sensitividad, $S_t = s_{uv}(\text{pico})/s_{uv}(\text{remoldeada})$



ENSAYO DE CORTE EN VELETA (VST)



Vane Shear Test (VST) per ASTM D 2573:

Undrained Shear Strength: $S_{uv} = 6 T / (7\pi D^3)$ For $H/D = 2$

In-Situ Sensitivity: $S_t = S_{uv} (\text{peak}) / S_{uv} (\text{remolded})$

EQUIPOS PARA ENSAYO DE VELETA



Veleta escandinava



Veleta McClelland

EQUIPOS PARA ENSAYO DE VELETA



ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

ENSAYO DE VELETA

Ventajas

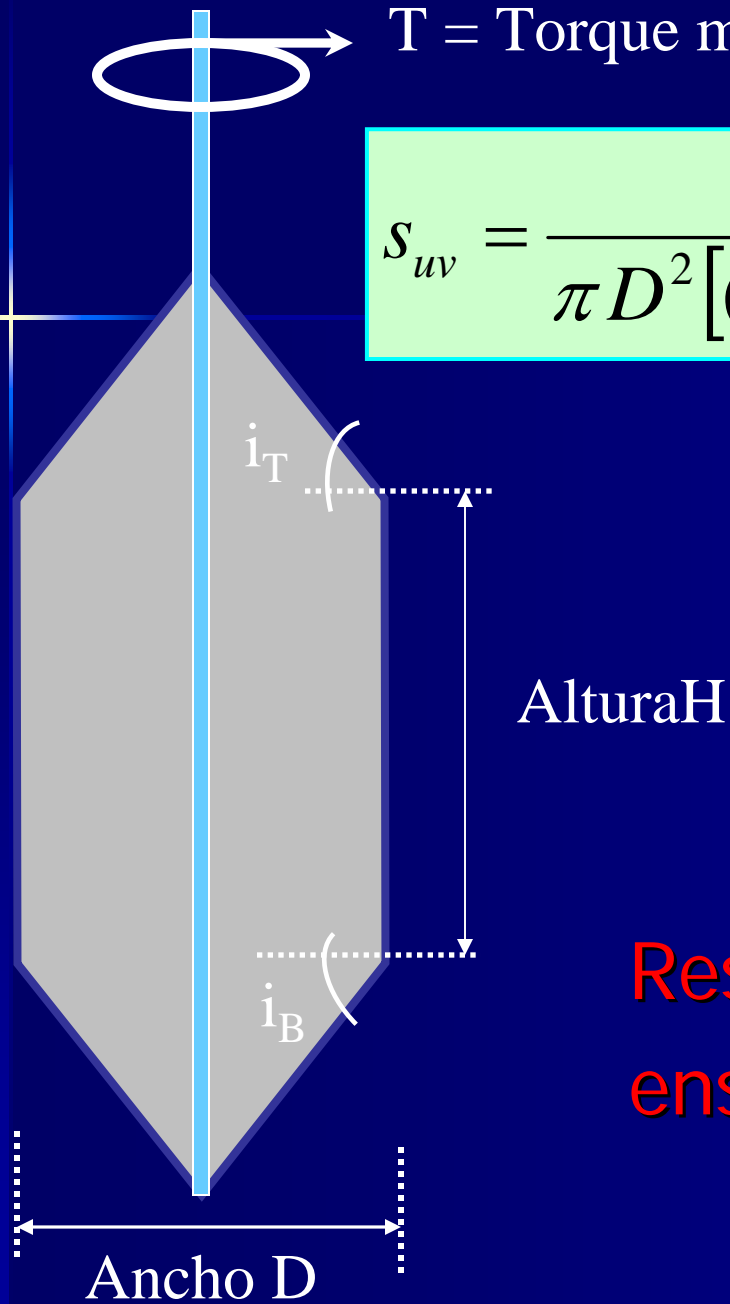
- Permite obtener la resistencia no drenada de arcillas
- Equipo y ensayos muy sencillos
- Permite medir la sensibilidad in situ
- Hay mucha experiencia con su uso

Desventajas

- Su uso se limita a arcillas y limos con $s_{uv} < 200$ kPa
- Es lento y se gasta mucho tiempo
- Requiere de correlaciones empíricas
- El resultado es afectado por lentes de arena

$T = \text{Torque medido}$

$$s_{uv} = \frac{12T}{\pi D^2 \left[(D / \cos i_T) + (D / \cos i_B) + 6H \right]}$$



Resistencia no drenada en el ensayo de veleta

Valores de s_{uv} con veletas de $H/D = 2$



Rectangular

$$s_{uv} = \frac{6T}{7\pi D^3} = 0.273 \frac{T}{D^3}$$



Nilcon

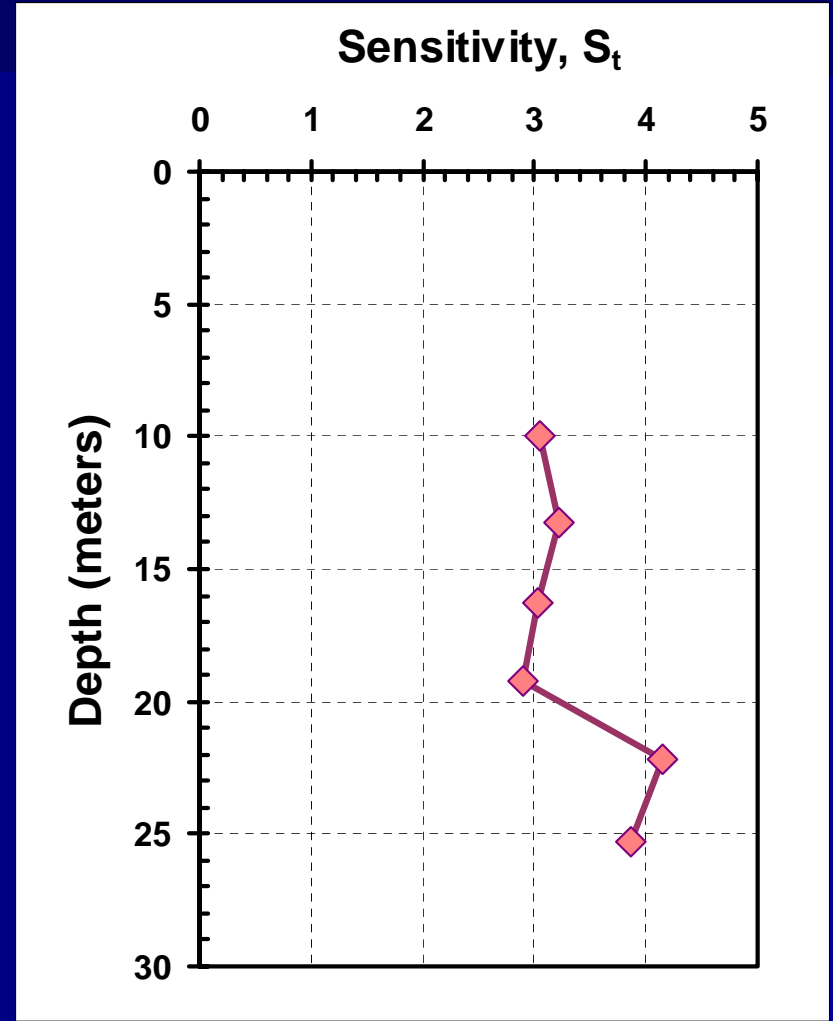
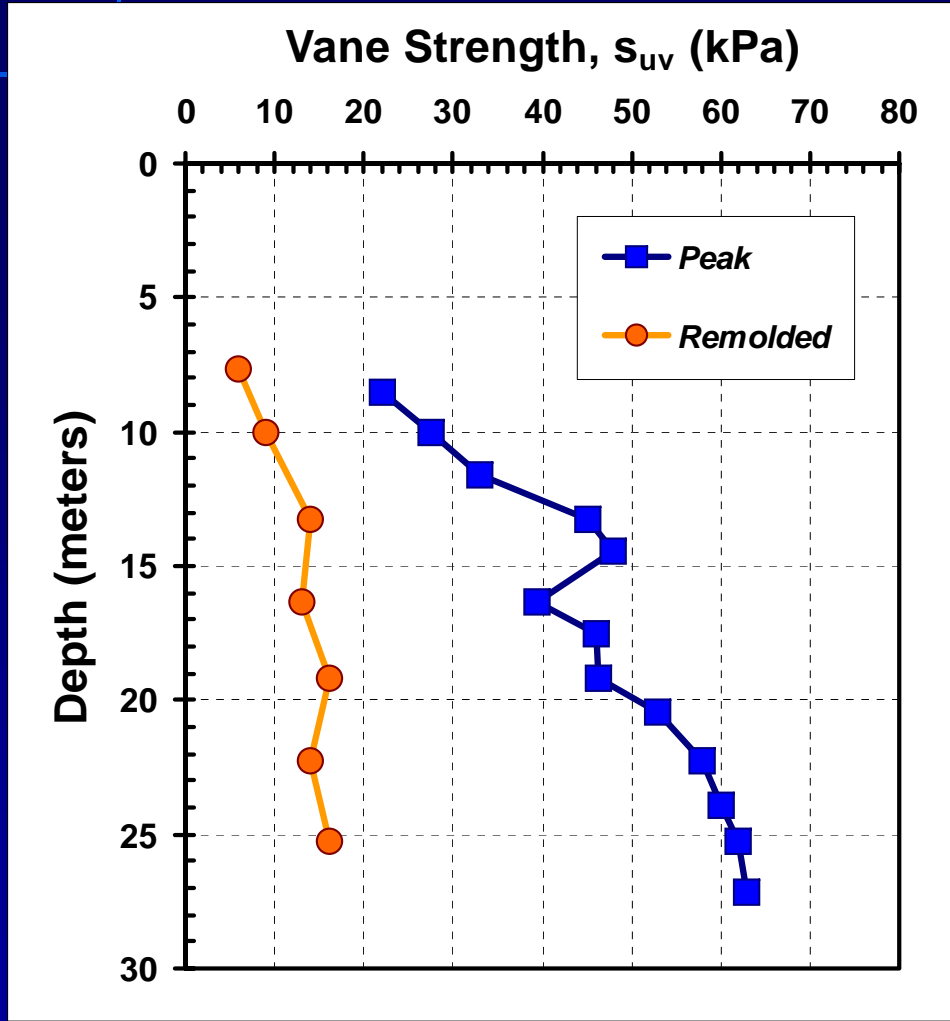
$$s_{uv} = 0.265 \frac{T}{D^3}$$



Geonor

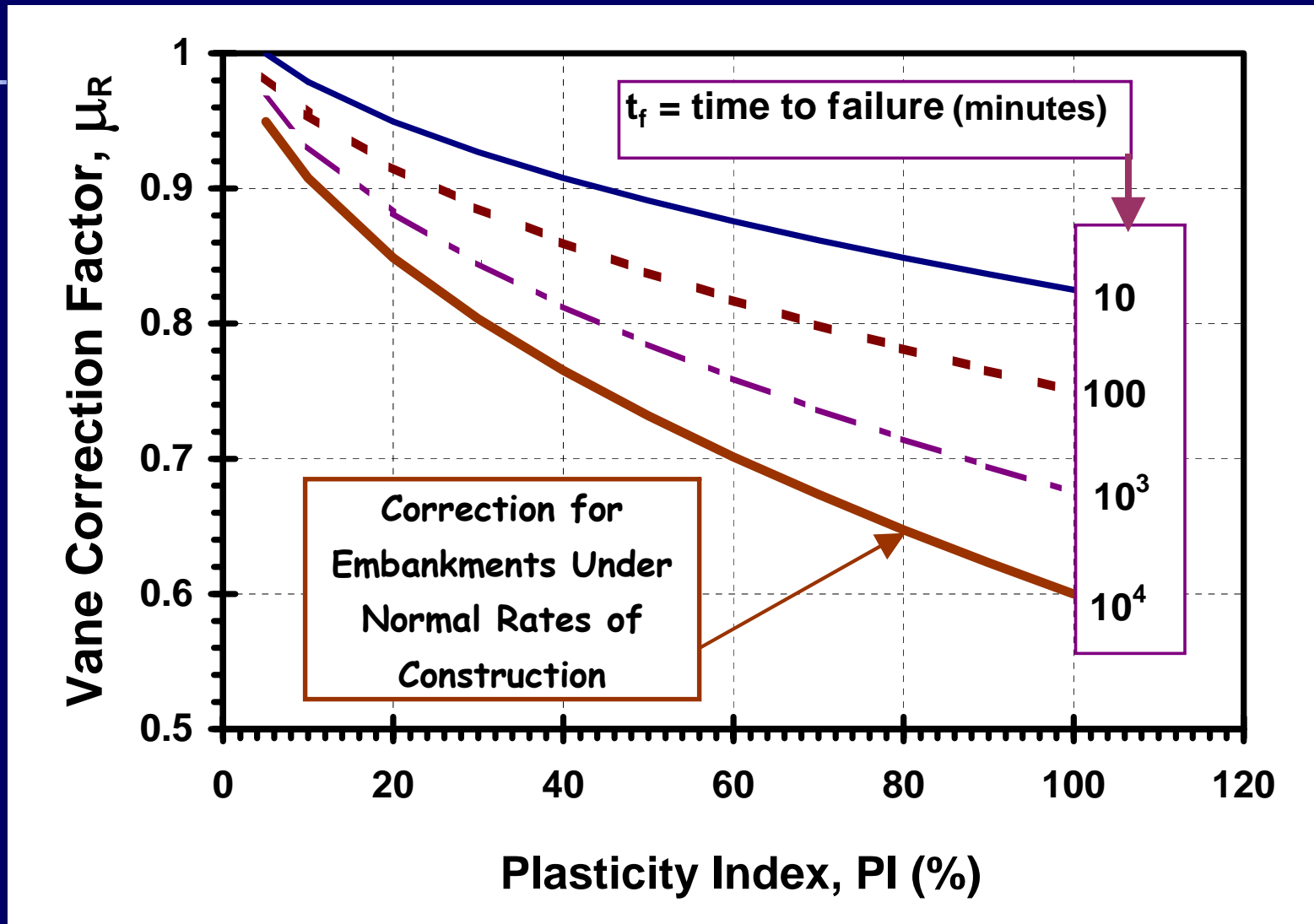
$$s_{uv} = 0.257 \frac{T}{D^3}$$

RESULTADOS DE ENSAYO DE VELETA



RESISTENCIA MOVILIZADA: $\tau_{mob} = \mu_R S_{uv}$

Factor de corrección (Chandler, 1988)



VELETA DE CAMPO

- Nilcon (mecanica)
- Geonor (mecanica)
- A.P. vanden Berg
- Geotech AB (electroveleta)
- Envi (memoveleta)



VELETA DE LABORATORIO

ASTM D 4648



DILATOMETRO PLANO DE MARCHETTI

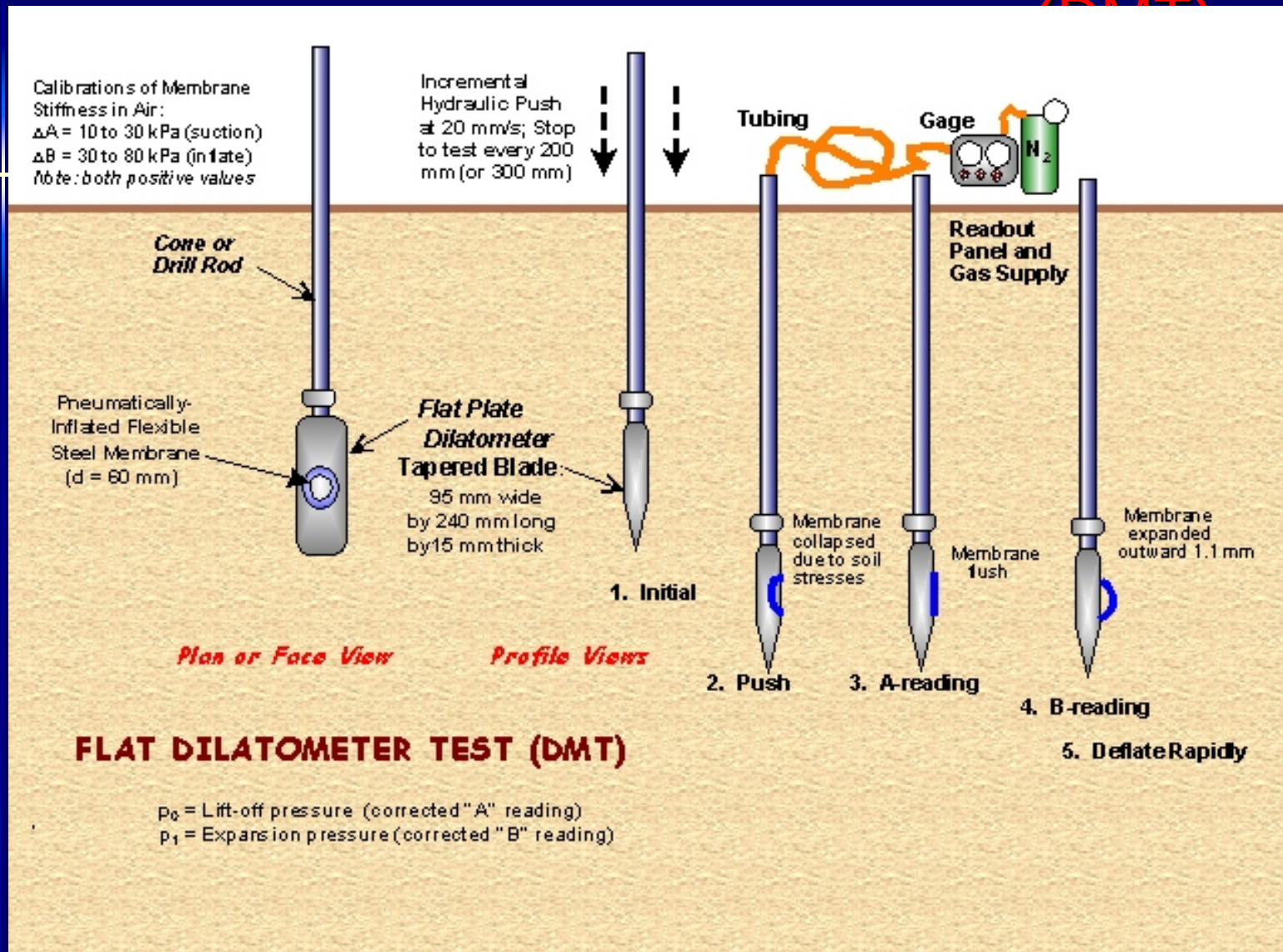


ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

DILATOMETRO DE CUCHILLA PLANA

- Se entierra una cuchilla de acero a intervalos de 20-cm .Sin sondeo
- Inventado por Marchetti (1980).
- Cuchilla con angulo de 18° .
- Se infla una membrana de acero flexible utilizando gas nitrógeno
- Se toman dos medidas de presión (A and B) en aprox. un minuto.

ENSAYO DE DILATOMETRO



ENSAYO DE DILATOMETRO (DMT)

Ventajas

- **Equipo simple y robusto**
- **Sin influencia del operador**
- **Rápido y económico**
- **Derivación teórica del módulo elástico, la resistencia y la historia de esfuerzos.**

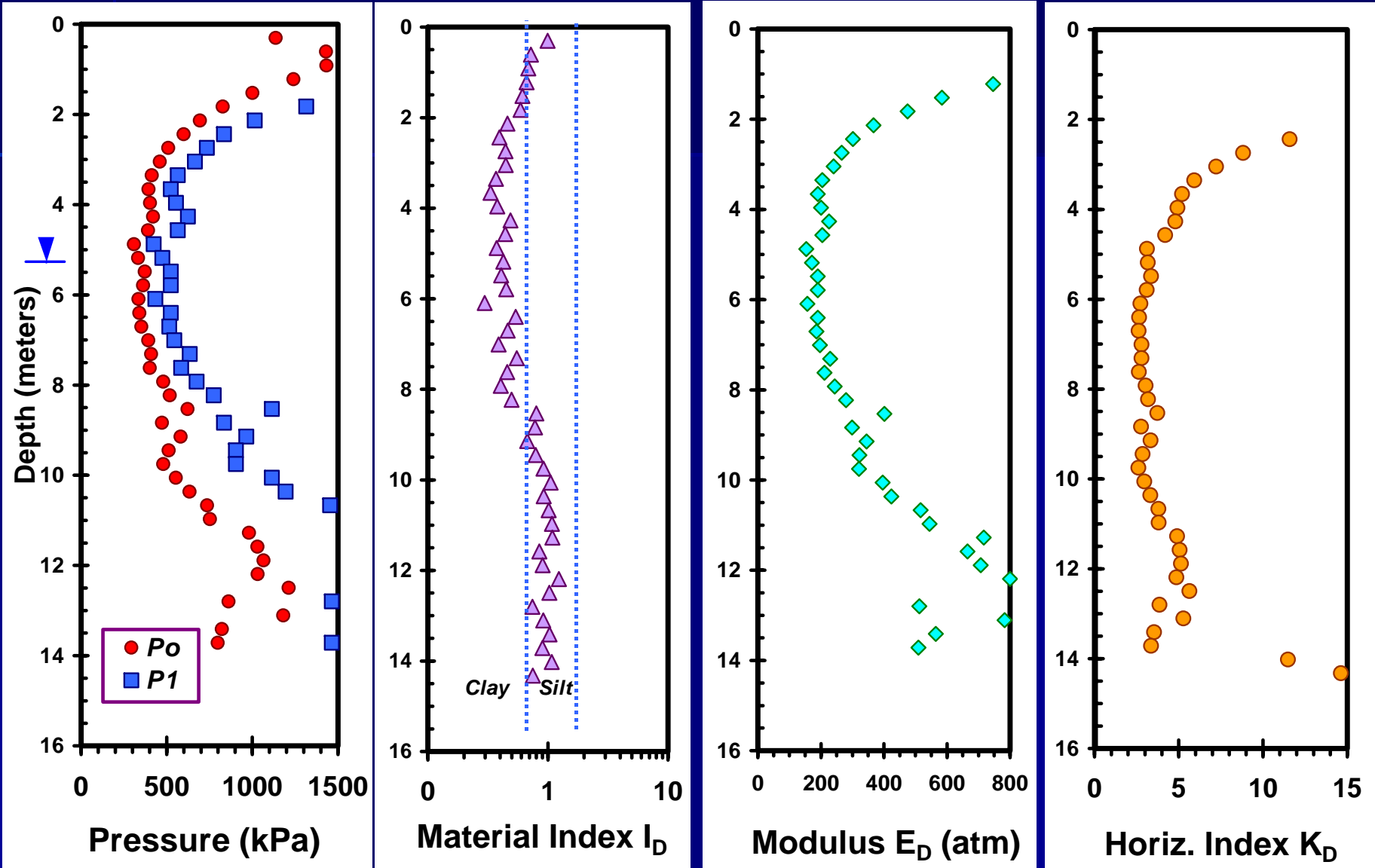
Desventajas

- **Difícil de penetrar en materiales densos y duros**
- **Funciona con base en correlaciones**
- **Necesita calibración para la geología local**

ENSAYO DE DILATOMETRO PLANO

- **CALIBRACION: $\Delta A, \Delta B$**
- **LECTURAS: Presión de contacto "A" y Presión de expansión "B" a diferentes profundidades**
- **CORRECCIONES PARA RIGIDEZ DE LA MEMBRANA EN EL AIRE :**
 $p_0 \approx A + \Delta A$ $p_1 = B - \Delta B$
- **INDICES DMT :**
 - **$I_D =$ Índice de material = $(p_1 - p_0)/(p_0 - u_0)$**
 - **$E_D =$ Módulo de dilatómetro = $34.7(p_1 - p_0)$**
 - **$K_D =$ Índice de esfuerzo horizontal = $(p_0 - u_0)/\sigma_{vo}'$**

RESULTADOS DE ENSAYOS DMT

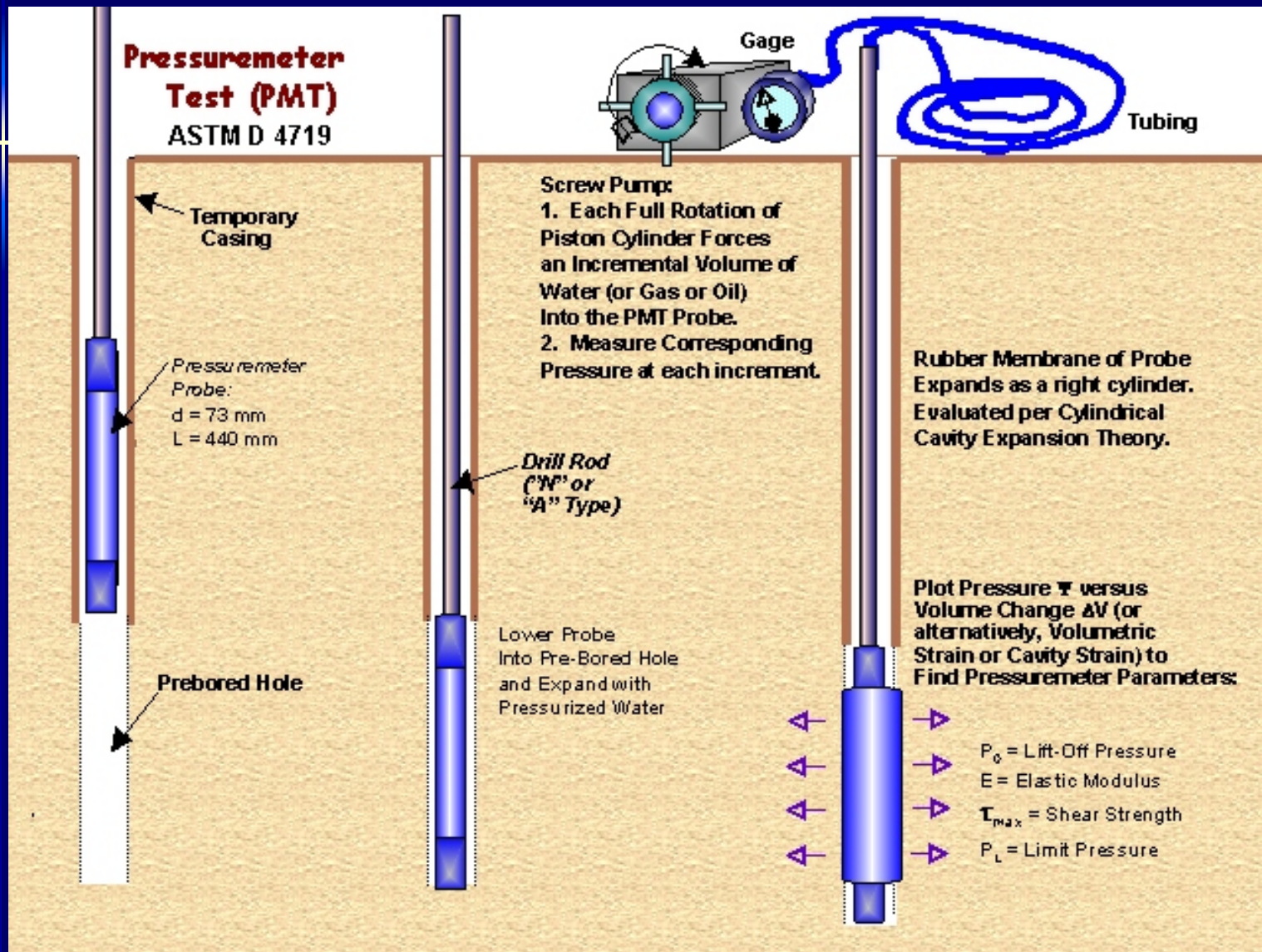


SISTEMA DMT COMPUTARIZADO

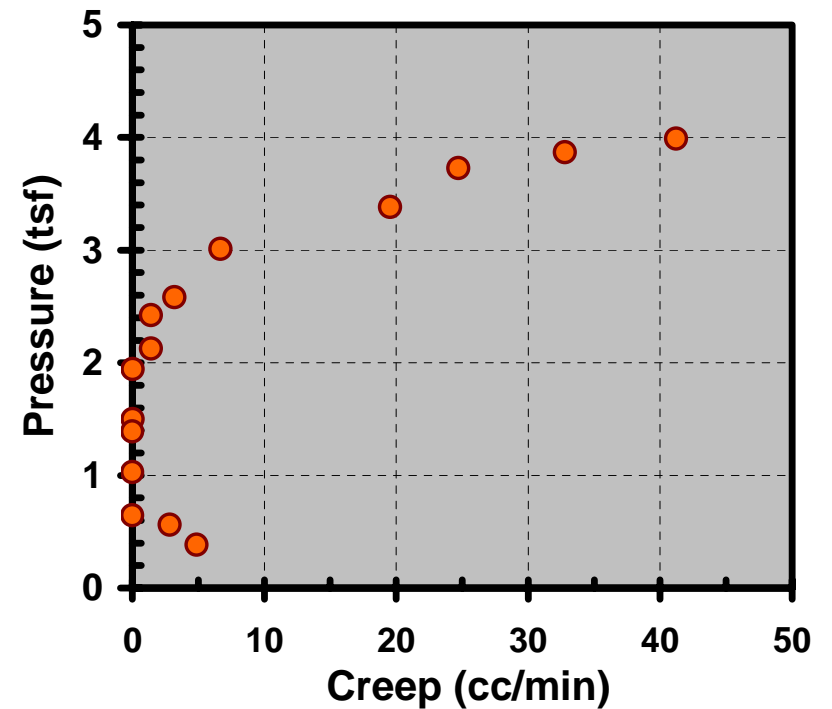
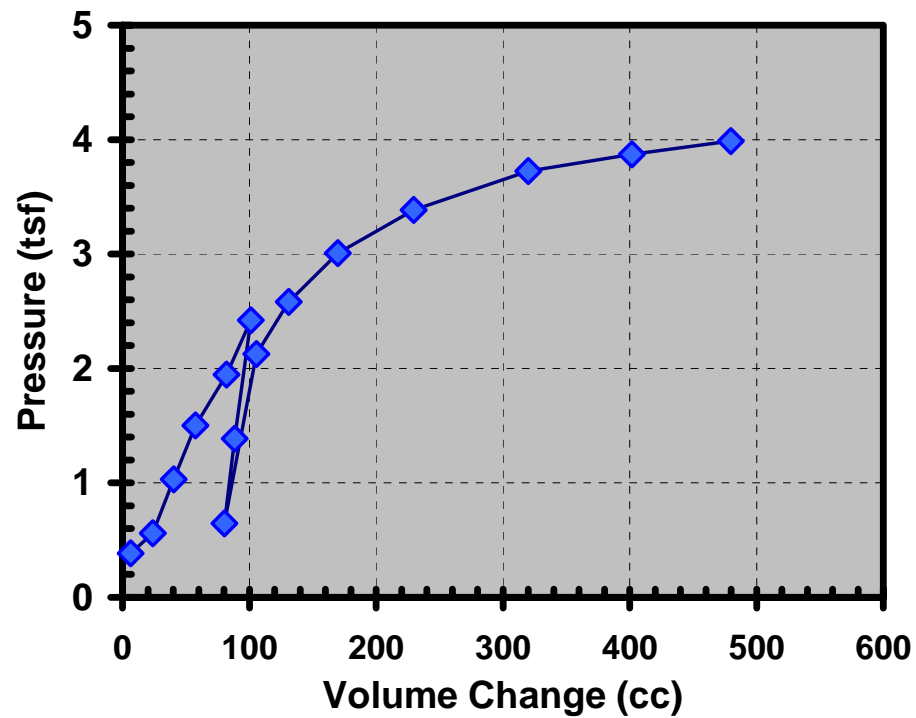


ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ

ENSAYO DE PRESUROMETRO (PMT)



ENSAYO DE PRESUROMETRO (PMT)



PRESUROMETRO PARA PERFORACION PRE-EXCAVADA



Panel



Celda

PRESUROMETRO AUTO-PERFORADOR

Profesor Jean Benoit



ELABORÓ : JAIME SUAREZ DIAZ