

JORNADA SOBRE CIMENTACIONES SINGULARES EN PUENTES

***PROBLEMAS GEOTÉCNICOS
SINGULARES EN
CIMENTACIONES DE PUENTES***

CARLOS S. OTEO
Universidade da Coruña

- **CIMENTACIONES SINGULARES**

- ❖ POR EL PUENTE
- ❖ POR EL TERRENO

- **POR EL TERRENO**

- ❖ SUELOS BLANDOS
- ❖ APOYO MEDIA LADERA
- ❖ EMPOTRAMIENTO EN ROCA CÁRSTICA
- ❖ ROCAS DIVERSO GRADO DE ALTERACIÓN
- ❖ GRAN PROFUNDIDAD

• RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

❖ GEOLOGÍA SUPERFICIAL

- 1) APOYO MEDIA LADERA
(ESTABILIDAD LADERAS)
- 2) VAGUADAS

❖ GEOTECNIA EN PROFUNDIDAD

- 1) ESPESOR RECUBRIMIENTOS
(SUELOS BLANDOS)
- 2) ESPESOR ROCA ALTERADA
- 3) SUSTRATO Y NATURALEZA
(¿HUECOS?)

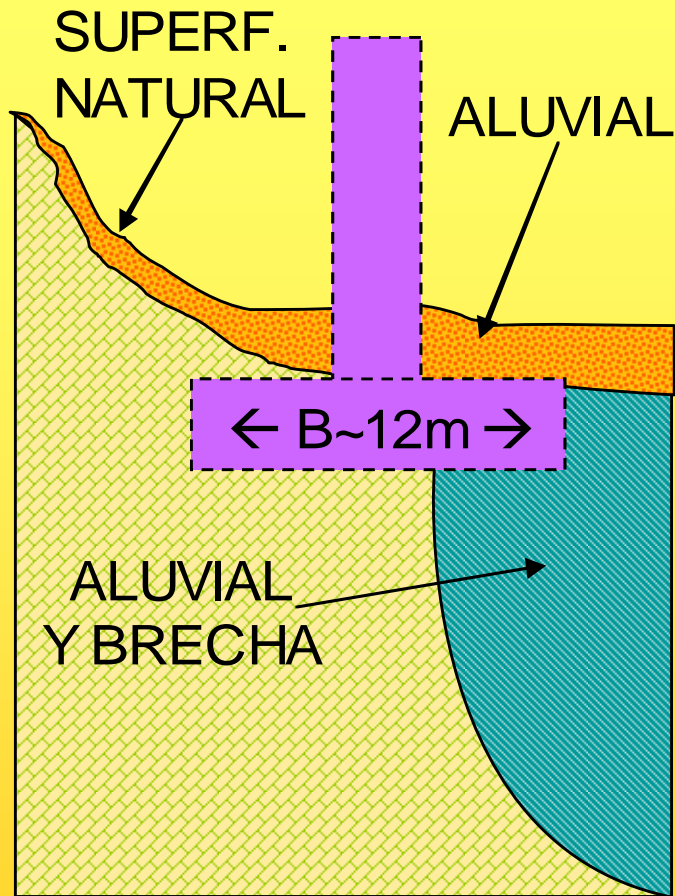
❖ ENSAYOS NORMALES

- 1) SONDEOS
(S.P.T.+MUESTRAS+N.P.)
- 2) PRESIOMETROS
- 3) PENETROS ...

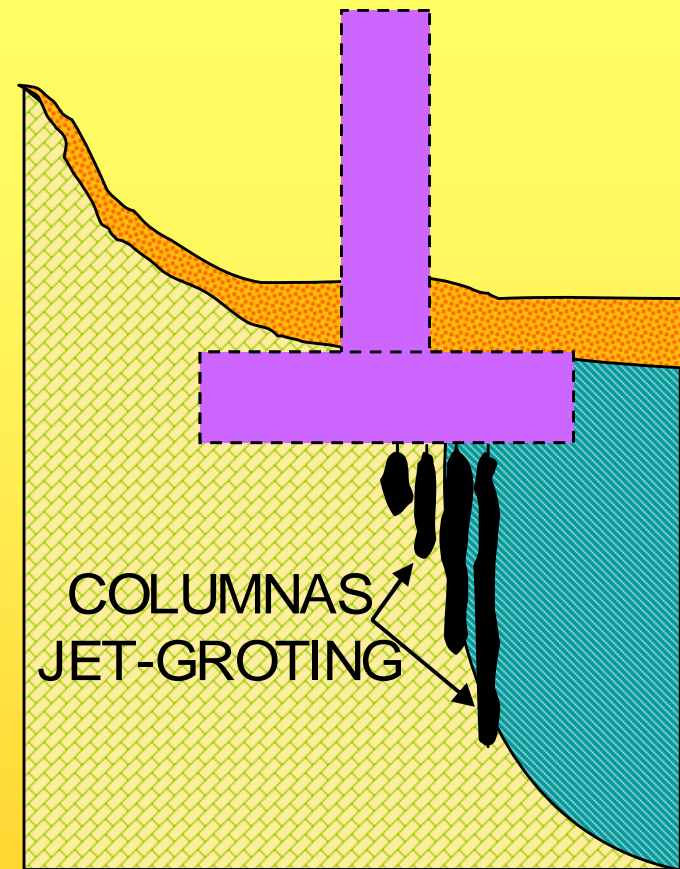
❖ TESTIFICACIÓN ESPECIAL (SÍSMICA, γ - γ ...)



Sondas Schlumberger.



a) EL TERRENO BAJO ZAPATA



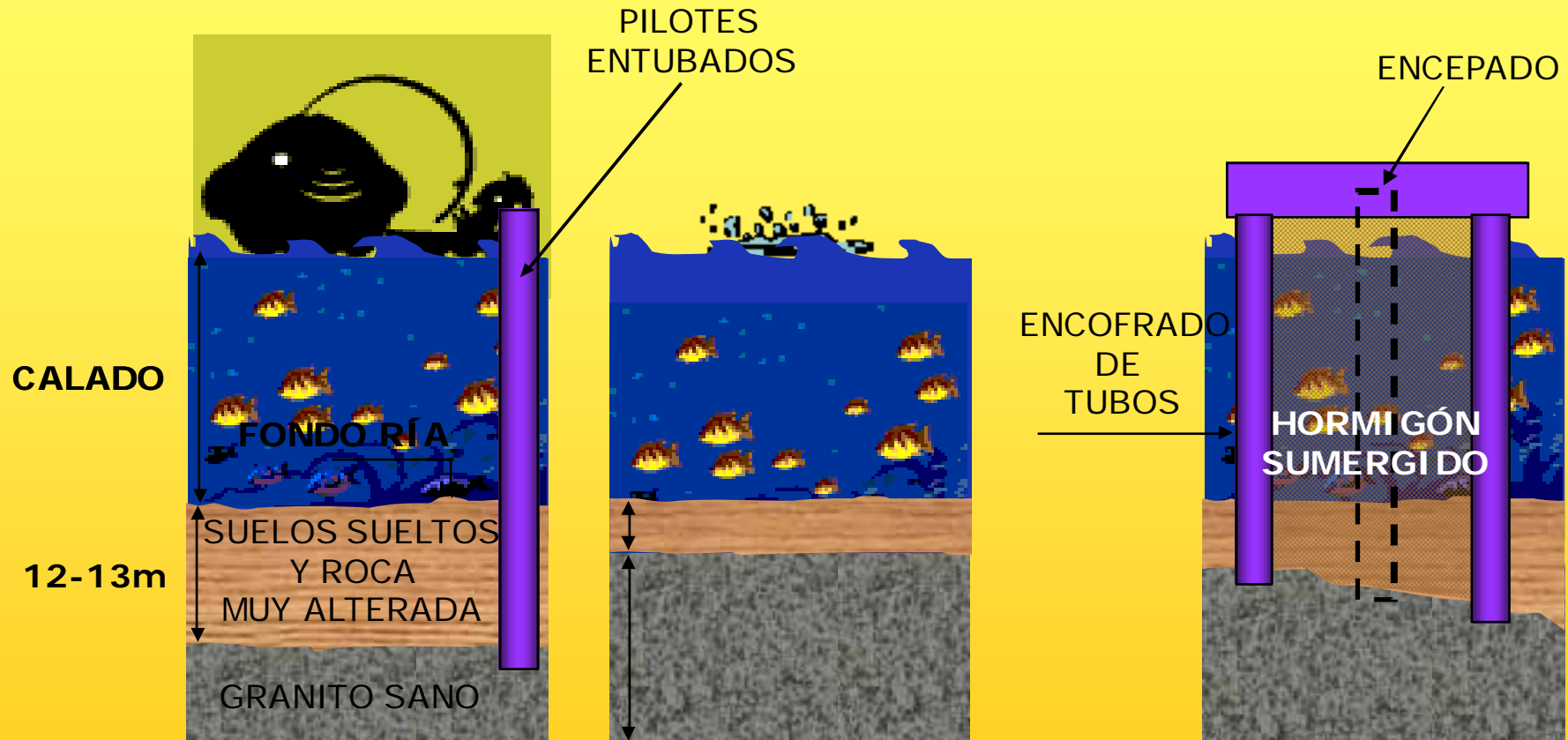
b) SOLUCIÓN RECOMENDADA



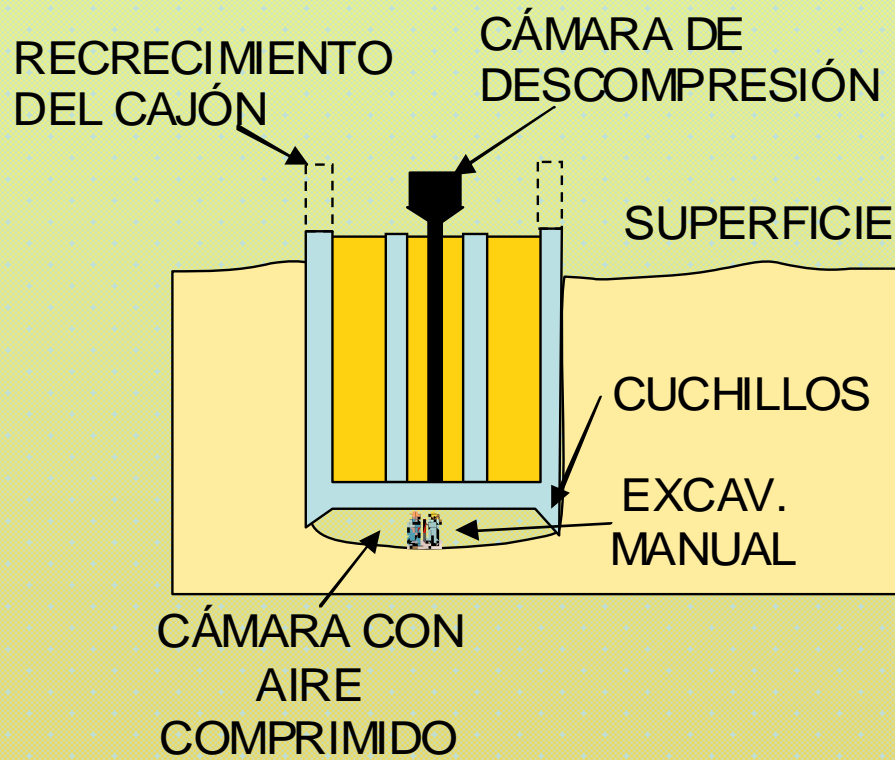
SEGÚN PROYECTO

LA REALIDAD

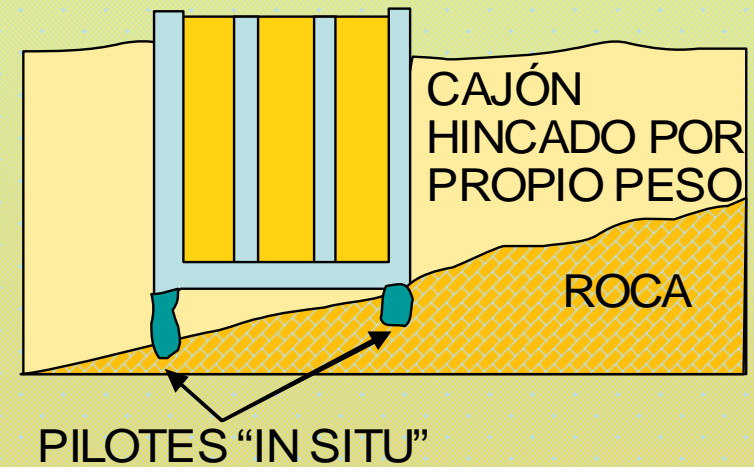
LA SOLUCIÓN



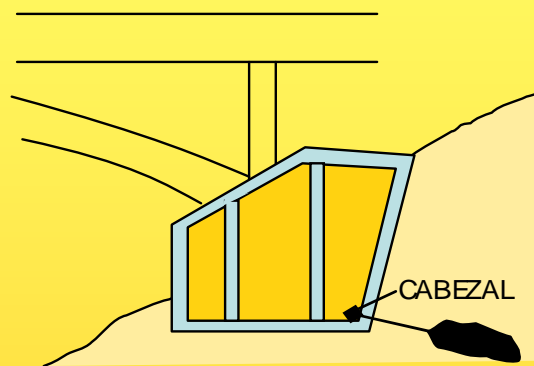
TIPOS DE CIMENTACIONES:



A) CAJONES HINCADOS CON AIRE COMPRIMIDO

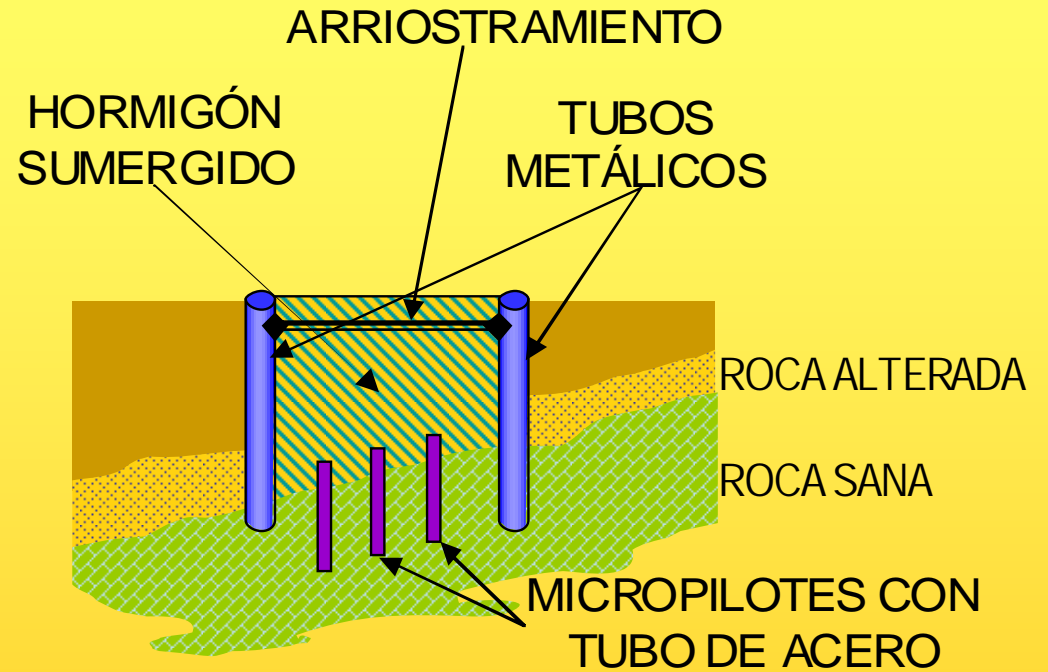


B) CAJÓN HINCADO O FONDEADO CON APOYO PERIMETRAL EN PILOTES "IN SITU"

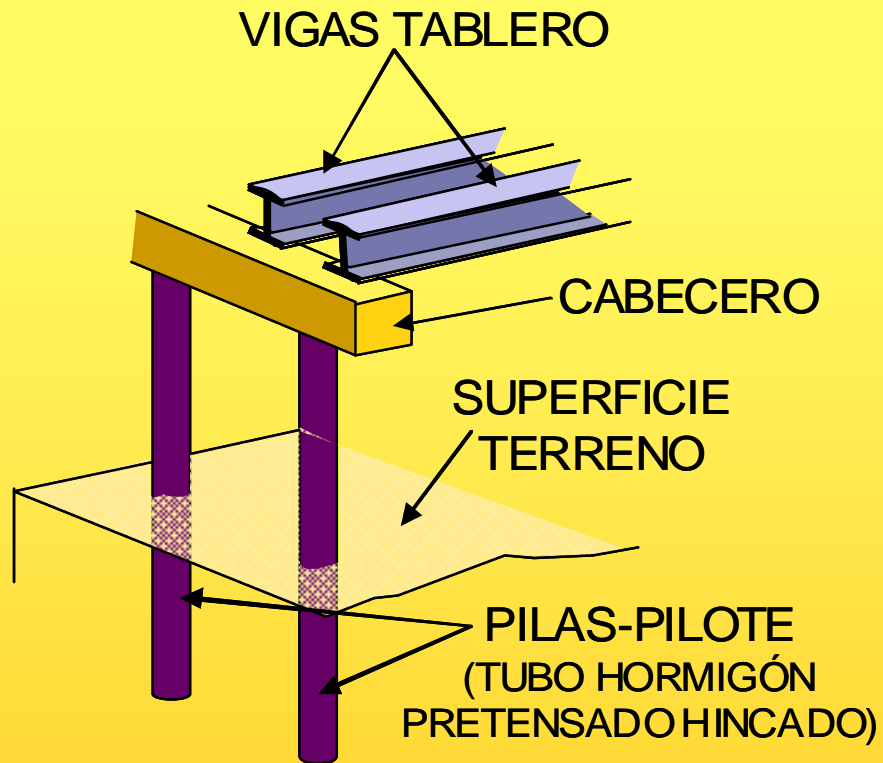


CAJÓN "IN SITU" CON POSIBLES ANCLAJES

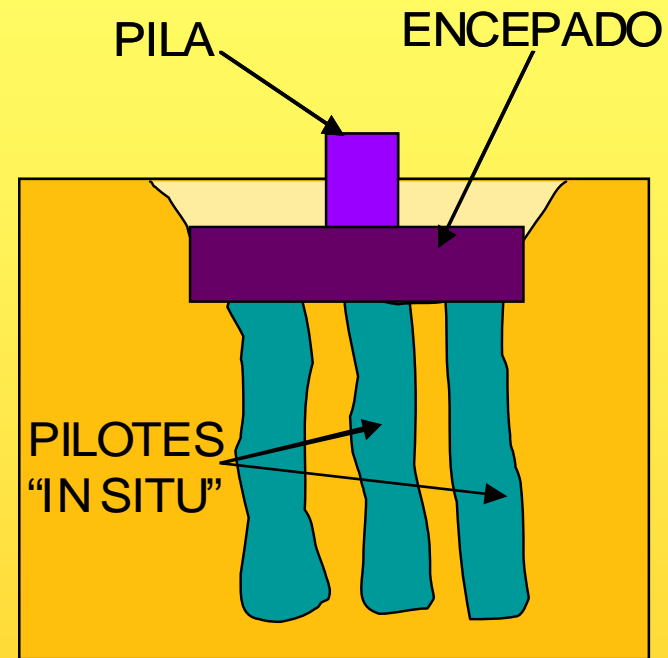
C) CAJÓN "IN SITU" A MANERA DE ZAPATA.



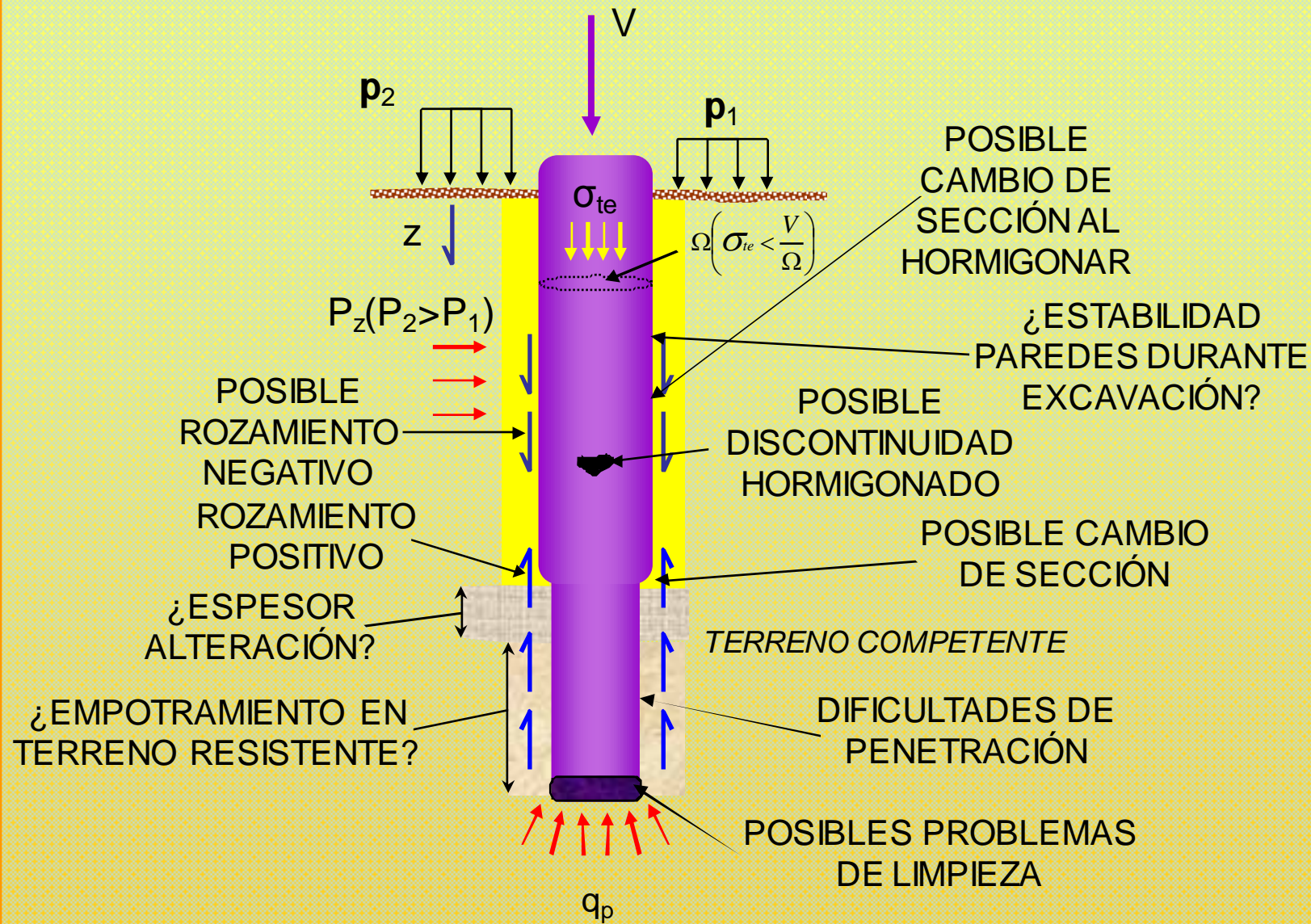
D) ZAPATA HORMIGONADA BAJO EL AGUA (ENCOFRADO DE TUBOS METÁLICOS)



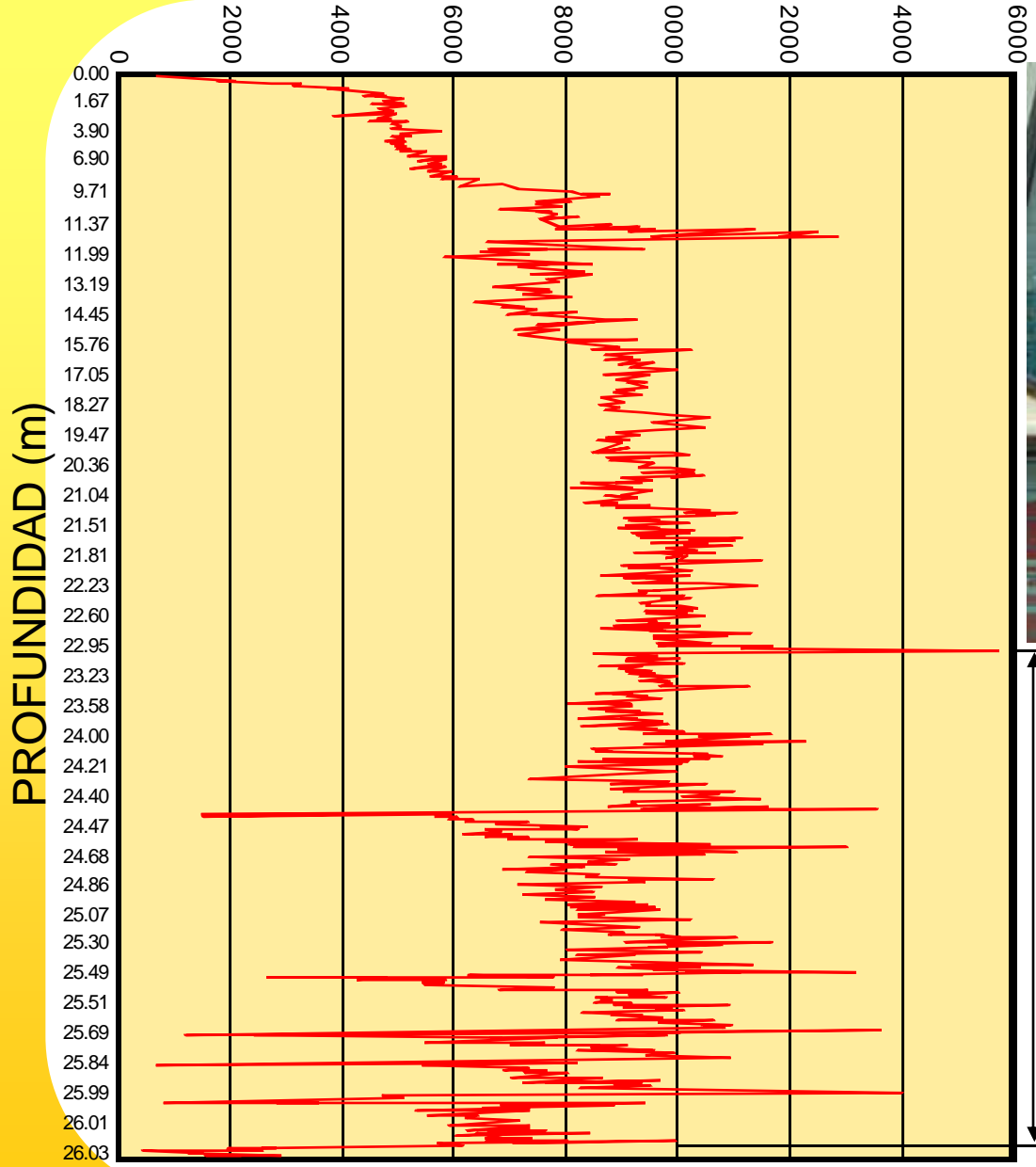
E) PILAS –PILOTE DE HORMIGÓN PRETENSADO



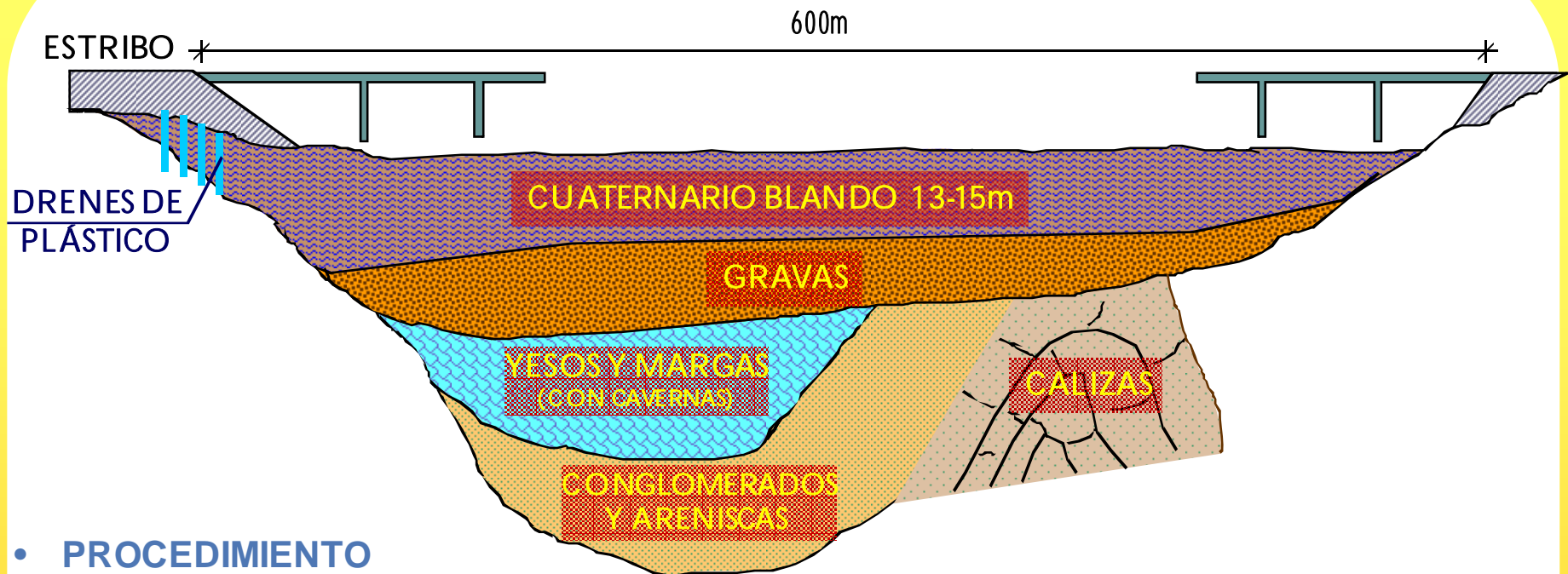
F) ENCEPADO CON PILOTES “IN SITU”



PAR TORSOR (Kg-m)



TARDA MAS

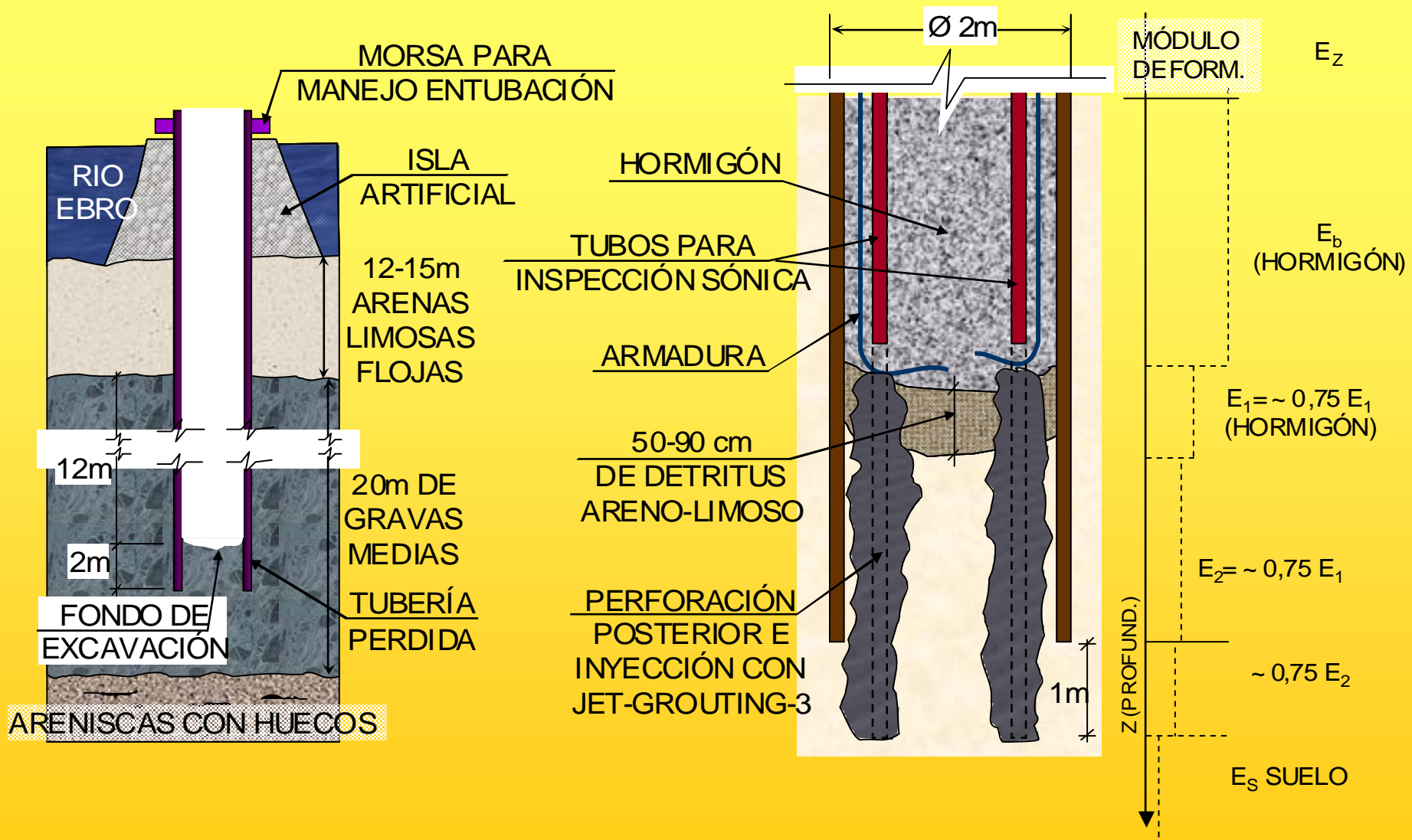


• PROCEDIMIENTO

- a) COMPROBACIÓN ESTRATIGRAFÍA: CUATERNARIO MUY BLANDO+SUSTRATO COMPETENTE
- b) DISEÑO INICIAL: Ø1.50m, "IN SITU", CON TUBERÍA METÁLICA HASTA SUSTRATO COMPETENTE. AVANCE CON BUCKET Y ROTACIÓN
- c) EXCAVACIÓN 10 PILOTES CON EMPOTRAMIENTO DE 12m (MÁXIMO DE CÁLCULO EN CONDICIONES DESFAVORABLES)
- d) AJUSTE LONGITUDES A ESTRATIGRAFÍA REAL (CALIZAS, ARENISCAS, ETC.) = 450 A 9m
- e) SEGUIMIENTO DURANTE TODA LA EJECUCIÓN

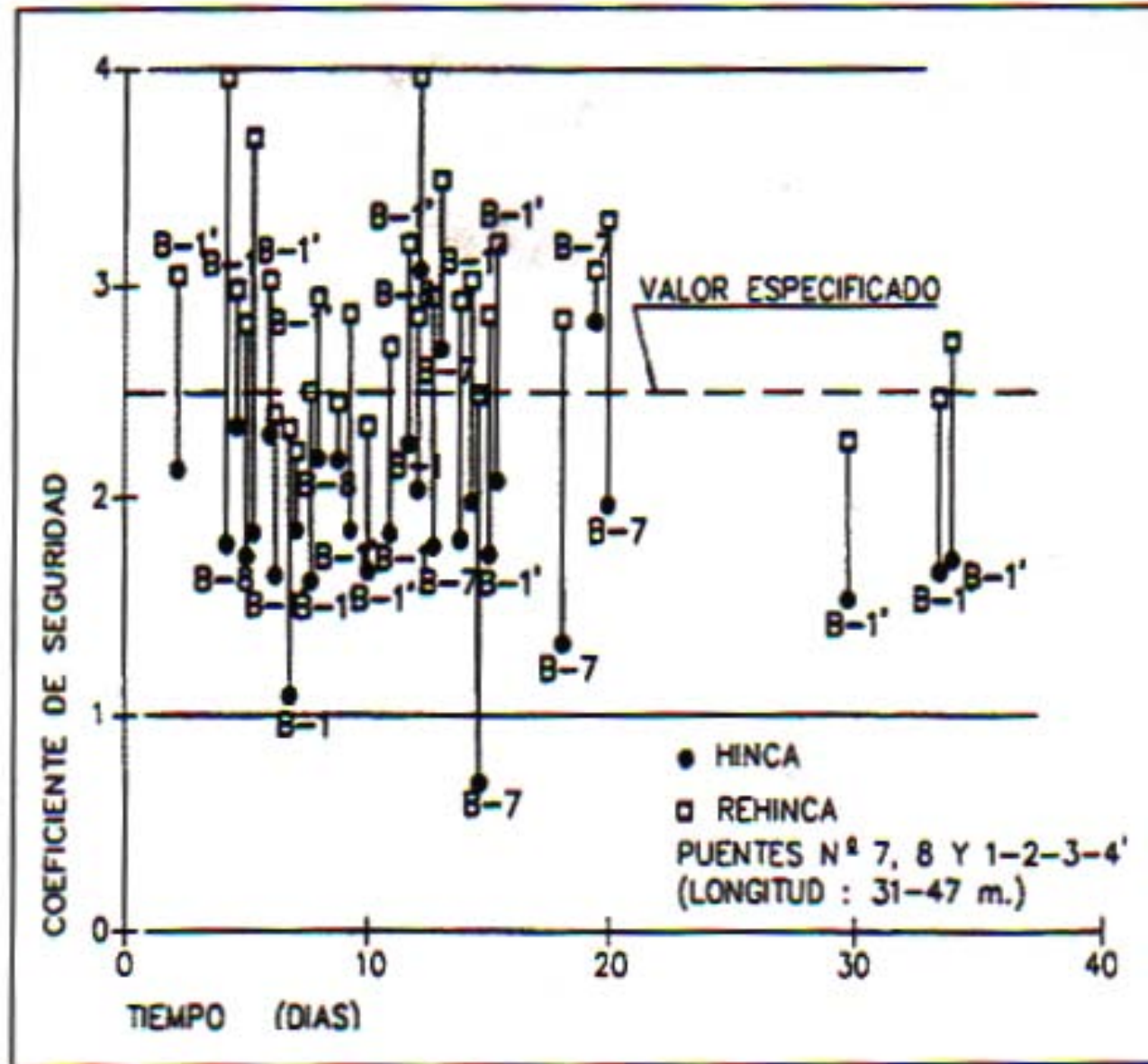


Corona tipo Bauer, para cortar y penetrar en el basalto (Gentileza de Terratest)





Hinca de un pilote RAYMOND \varnothing 66", en los Puentes de la Variante de Puerto Real y el Puerto de Santa María (Gentileza de Dragados)

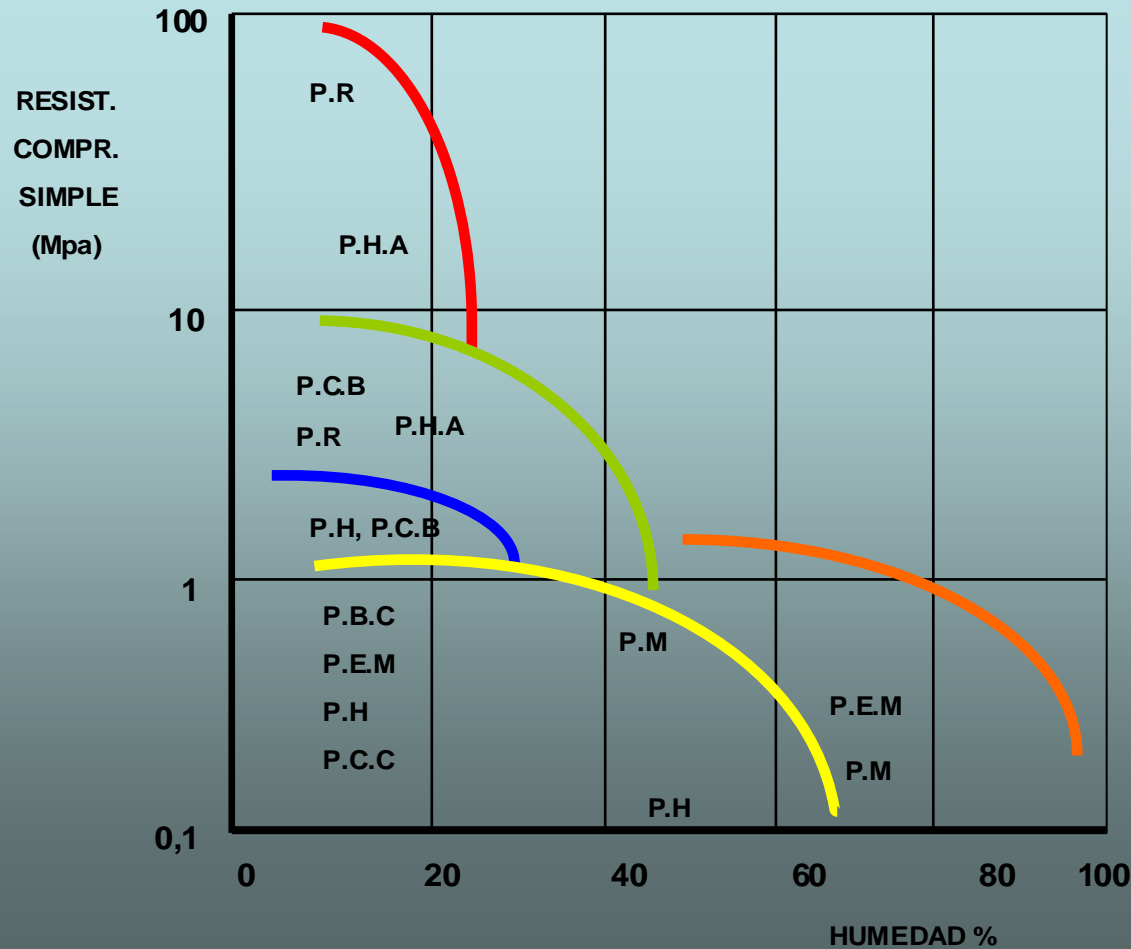


VARIACIÓN DEL COEFICIENTE DE SEGURIDAD ENTRE HINCA Y REHINCA DE PILOTES RAYMOND, Ø 54", EN LA VARIANTE DE EL PUERTO DE SANTA MARÍA (OTEO Y OTROS, 1996)



GENTILEZA R-K

POSIBLES MÉTODOS CONSTRUCTIVOS DE PILOTAJES



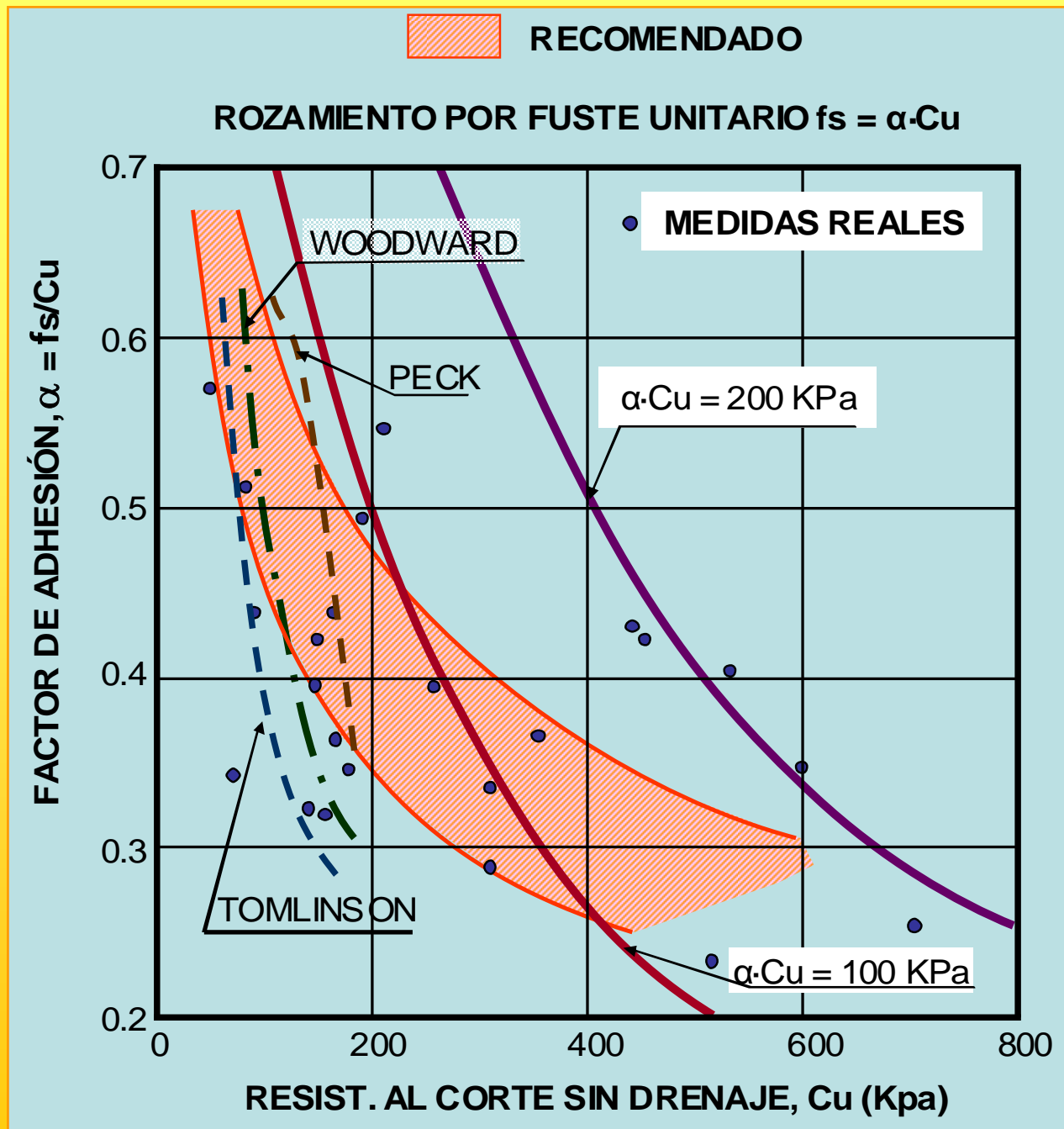
- P.C.C = Pilotes con cuchara clásica
- P.E.M = Pilotes con estructura metálica
- P.B.C = Pilotes barrera continua
- P.L.B = Pilotes con lodos bentonita
- P.C.B = Pilotes con cuchara Tadwell y/u Bucket
- P.R = Pilotes con cabeza de rotación
- P.H.A = Pilotes hincados con Azuche
- P.H = Pilote hincado sin azuche

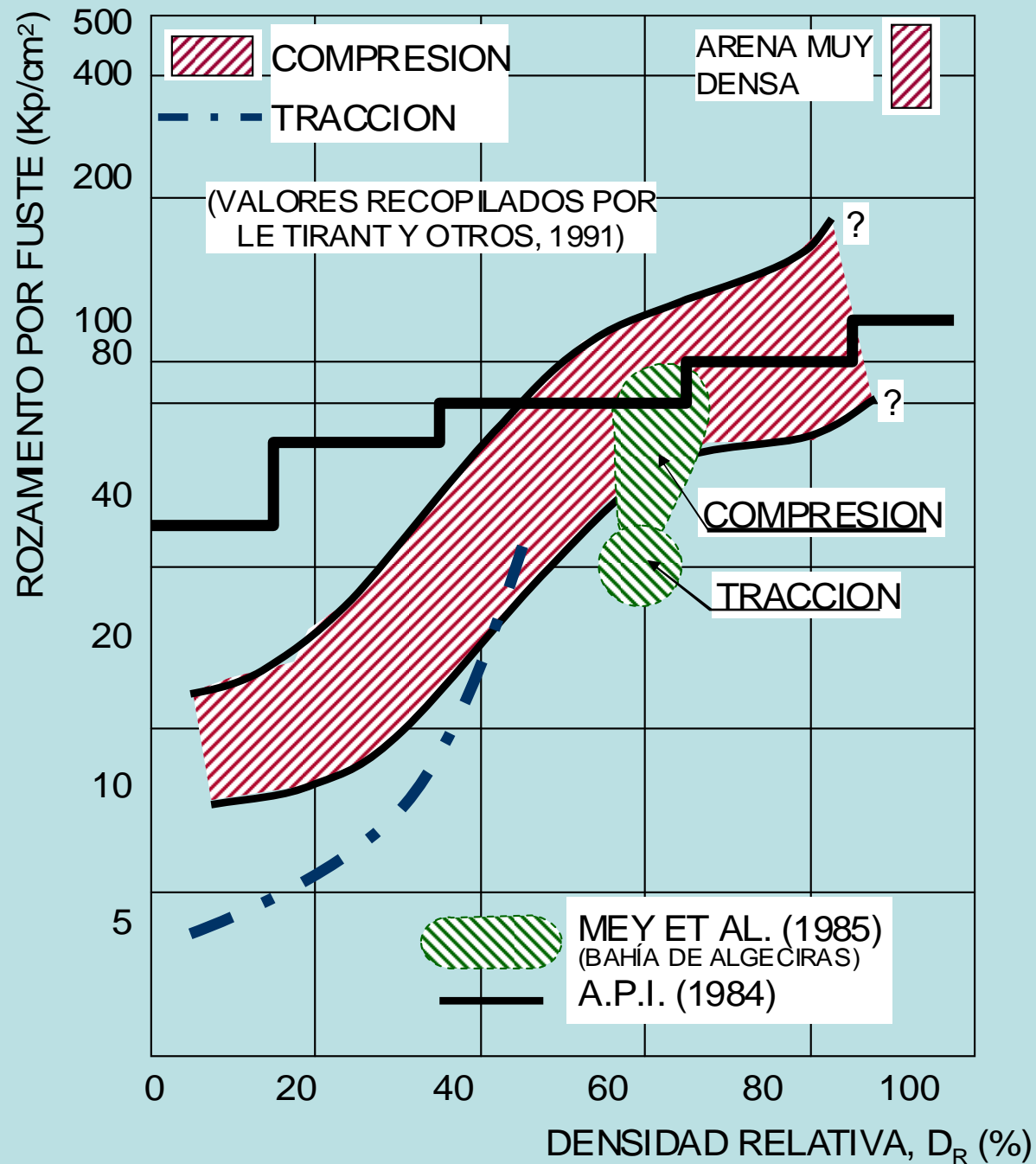
- **PILOTES**

- ❖ FUSTE:
$$Q_{F,ADM} = \frac{\pi \varnothing \sum f_s \cdot L_i}{F_F} \quad \begin{array}{l} (f_s = \text{SUELO}) \\ (\tau_r = \text{ROCA}) \end{array}$$

- ❖ PUNTA:
$$Q_{P,ADM} = \frac{\pi \varnothing^2}{4} \cdot \frac{q_p}{F_P}$$

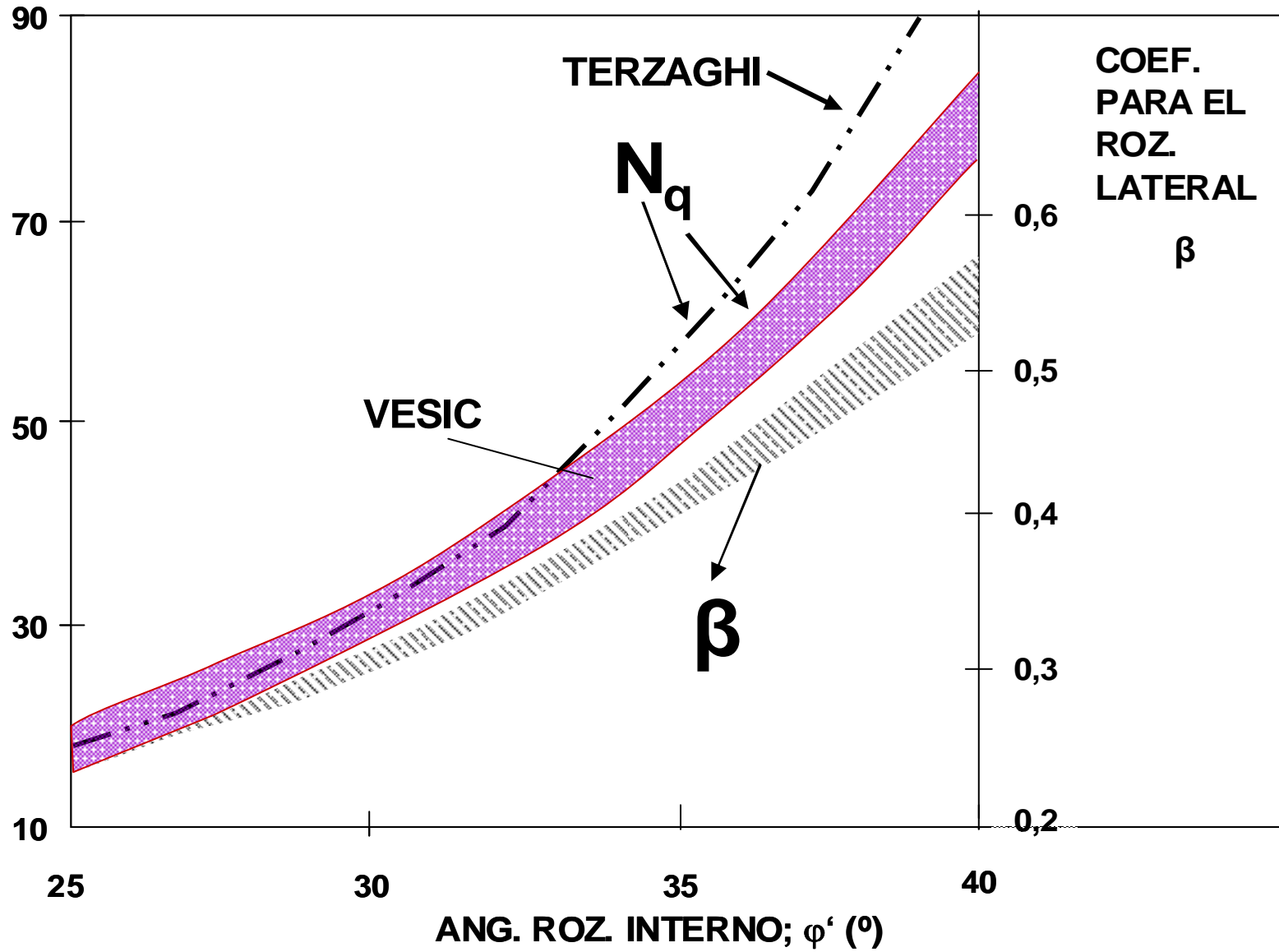
- ❖ PRESIÓN MEDIA TRABAJO (TOPE ESTRUCTURAL): σ_t

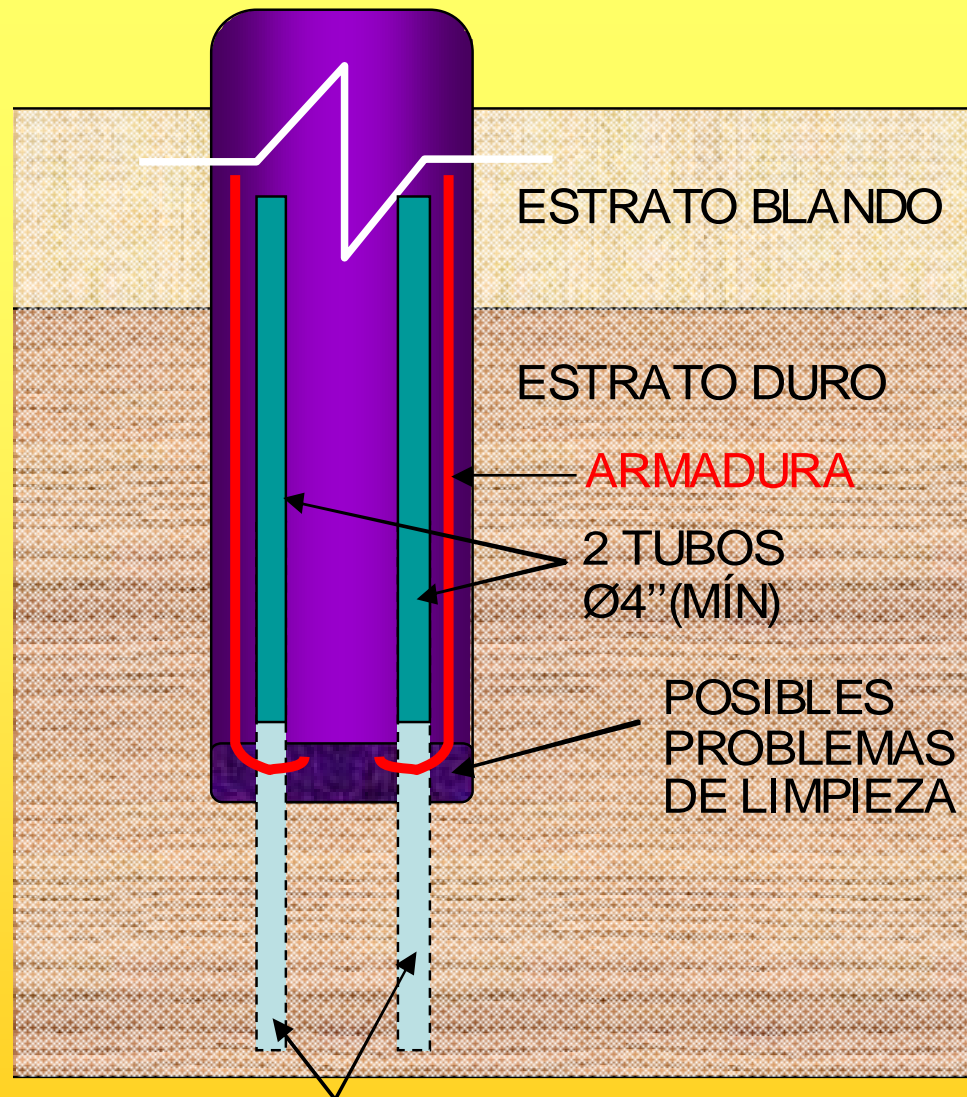




COEF. DE
CAPAC. DE
CARGA
POR
PUNTA

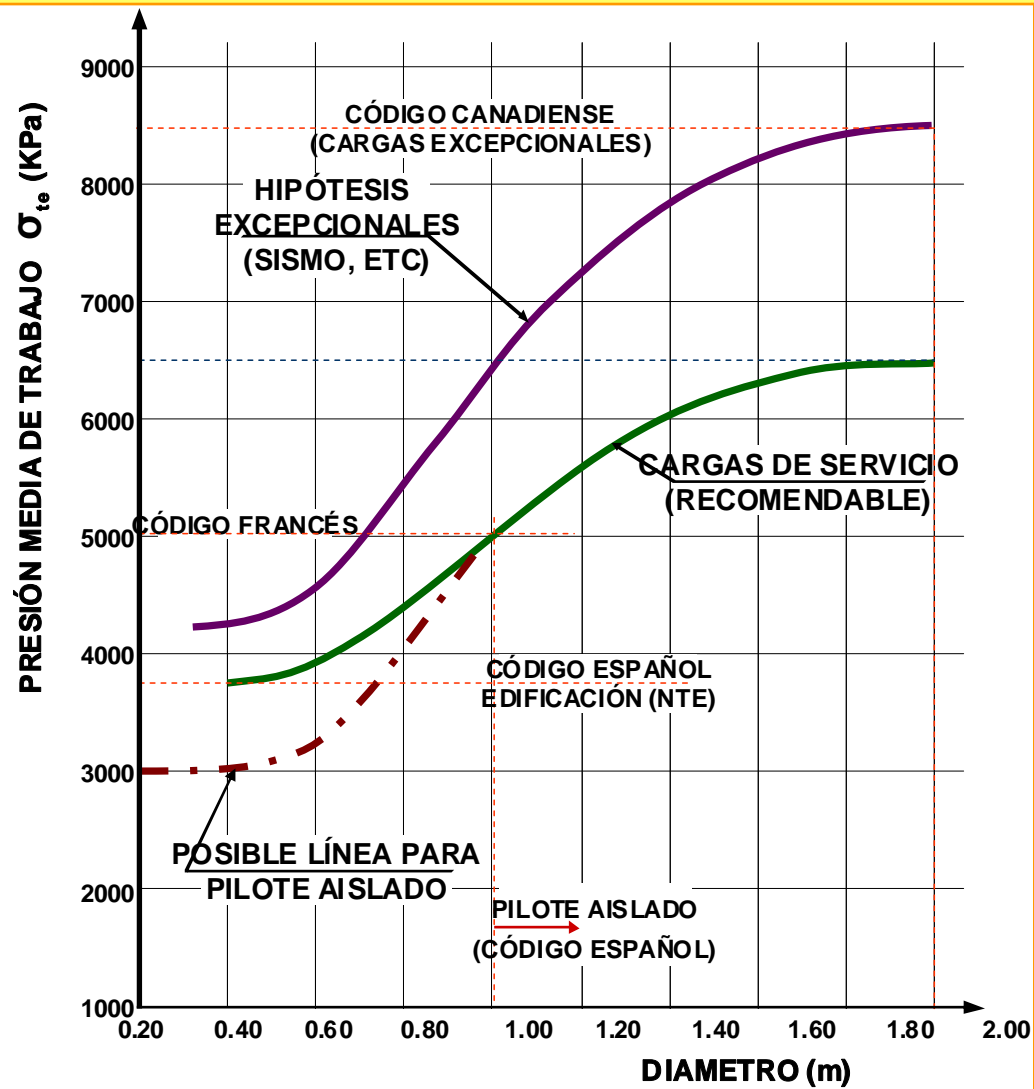
N_q



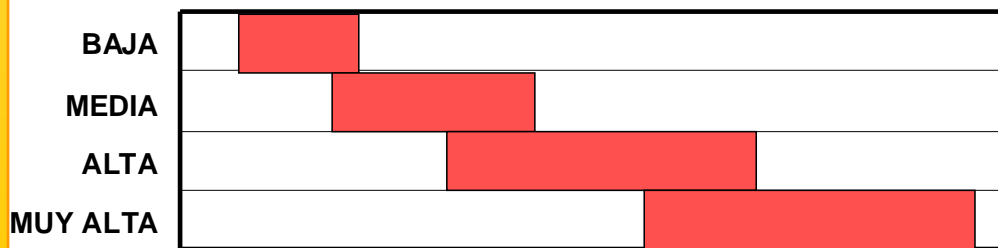


PERFORACIONES (1 ó 2)

1. ENSAYOS SPT (POCO RECOMED.)
2. TOMA DE MUESTRAS (DIFÍCIL)
3. INYECC. CON MAGUITOS /METRO (RECOMENDABLE)



POSIBLES PRESIONES MEDIDAS DE TRABAJO EN PILOTES Y NIVELES DE CONTROL POSIBLES Y RECOMENDABLES (OTEO, 2001)

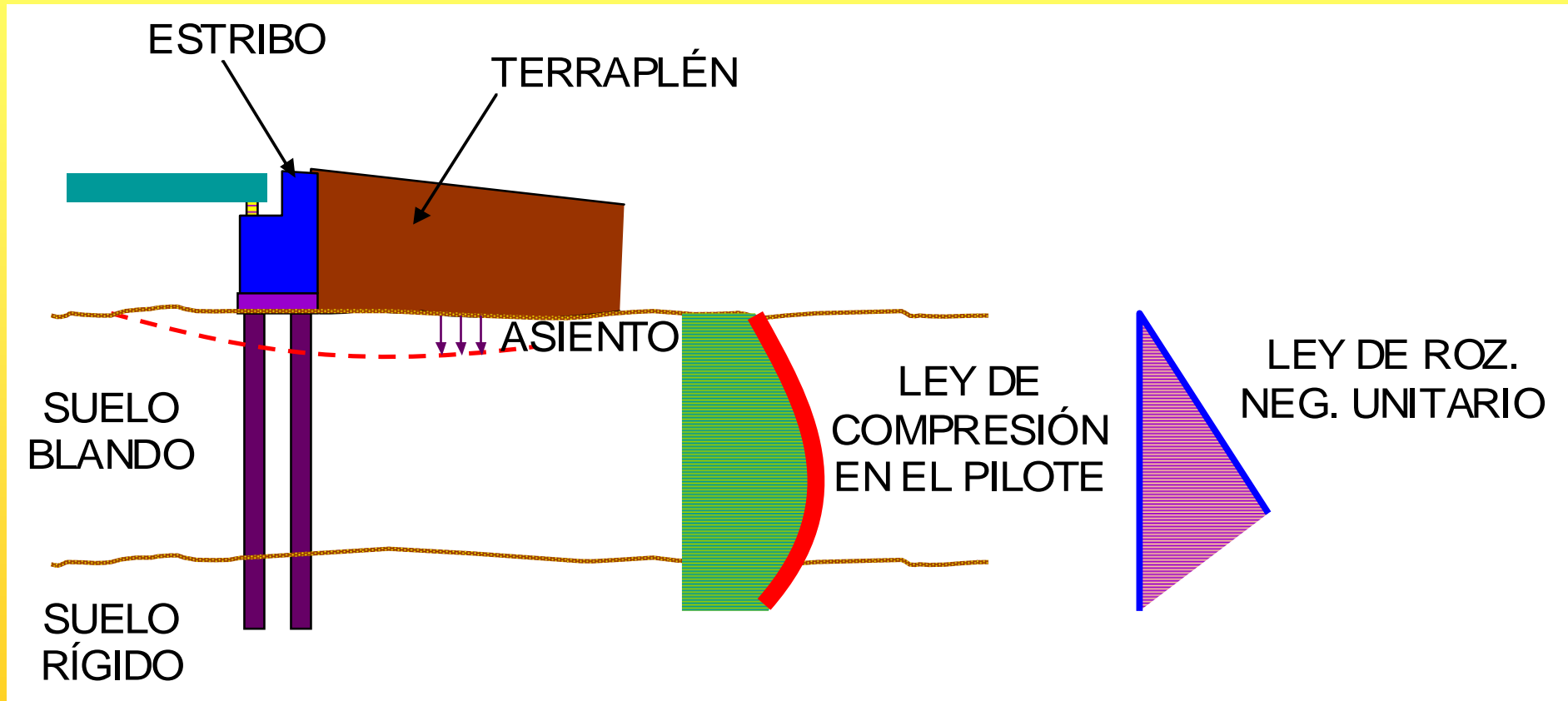


- **SUELOS BLANDOS**

- ❖ **CIMENTACIÓN ESTRIBOS**

- ASIENTOS (MAGNITUD Y TIEMPO)
- EMPUJES LATERALES
- ROZAMIENTO NEGATIVO
- TRATAMIENTOS TERRENO

ROZAMIENTO NEGATIVO



- ROZAMIENTO NEGATIVO

- PRESENCIA SUELOS BLANDOS Y CARGA SIMÉTRICA, ΔP_v

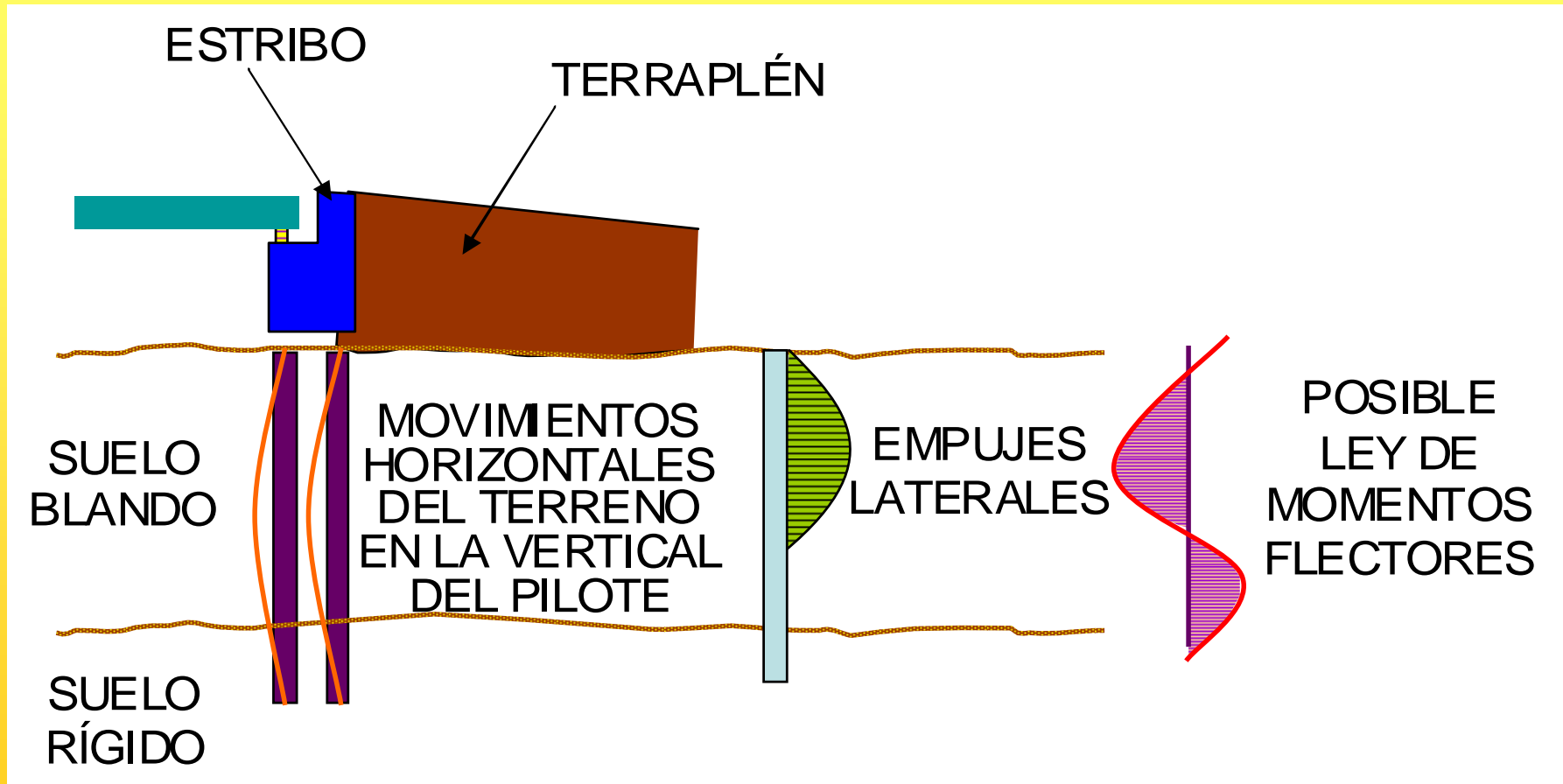
- ¿SE TIENE EN CUENTA?: ASIENTOS, $S \geq 2 \text{ CM}$

- MAGNITUD:

$$f_{s,n} = 0,25 (\sigma_{v0} + \Delta P_v) \cdot \eta$$

η = INFL. ESPESOR, ASIENTOS.....

EMPUJES LATERALES



- **EMPUJES LATERALES**

- PRESENCIA ESTRATO BLANDO (ESPESOR H) Y CARGA ASIMÉTRICA, P_V (ESTRIBO)

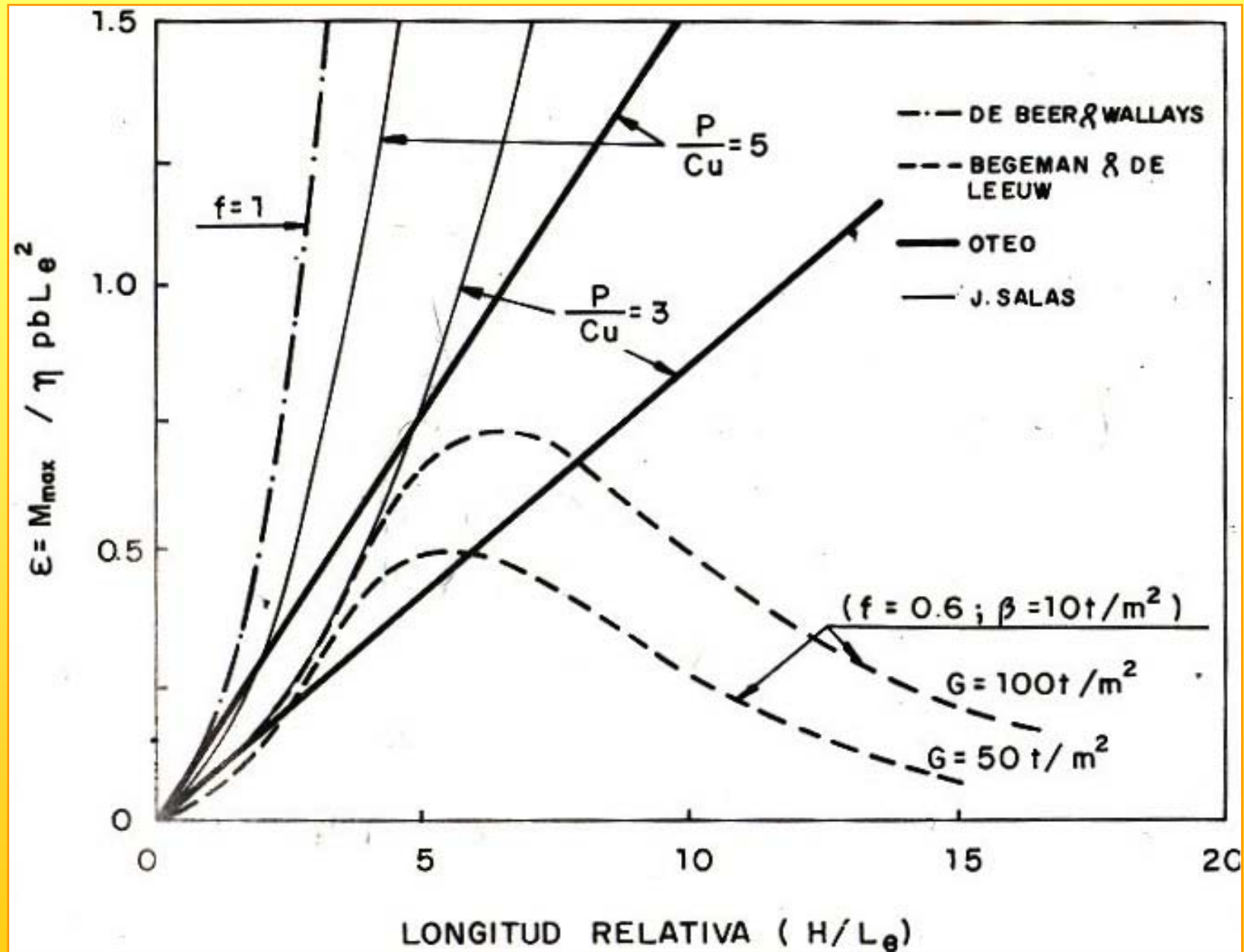
- ¿SE TIENE EN CUENTA?: $P_V \geq 3 C_U$ (SI)

- MAGNITUD:

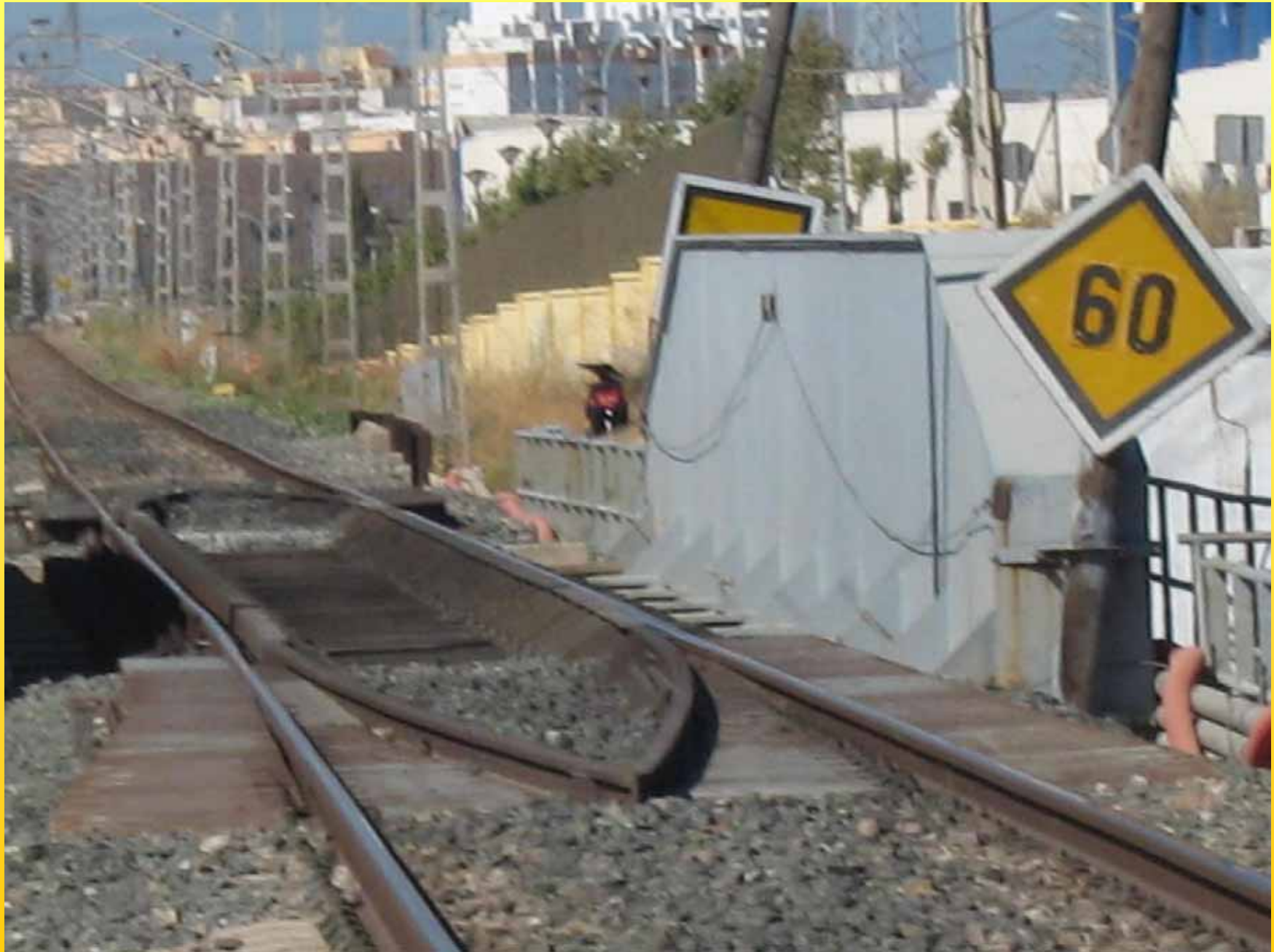
- a) $P_H = (CTE) P_V - 2 C_U$ (J. SALAS)

- b) $P_{H,MAX} = (TRIANGULAR) 0,4 P_V \cdot 1,5 \emptyset$

- c) DIST. INTERACCIÓN SUELO - PILOTE



MOMENTOS MÁXIMOS ADIMENSIONALES EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD RELATIVA DE PILOTE EMBEBIDO EN EL SUELO BLANDO (OTEO, 1977).

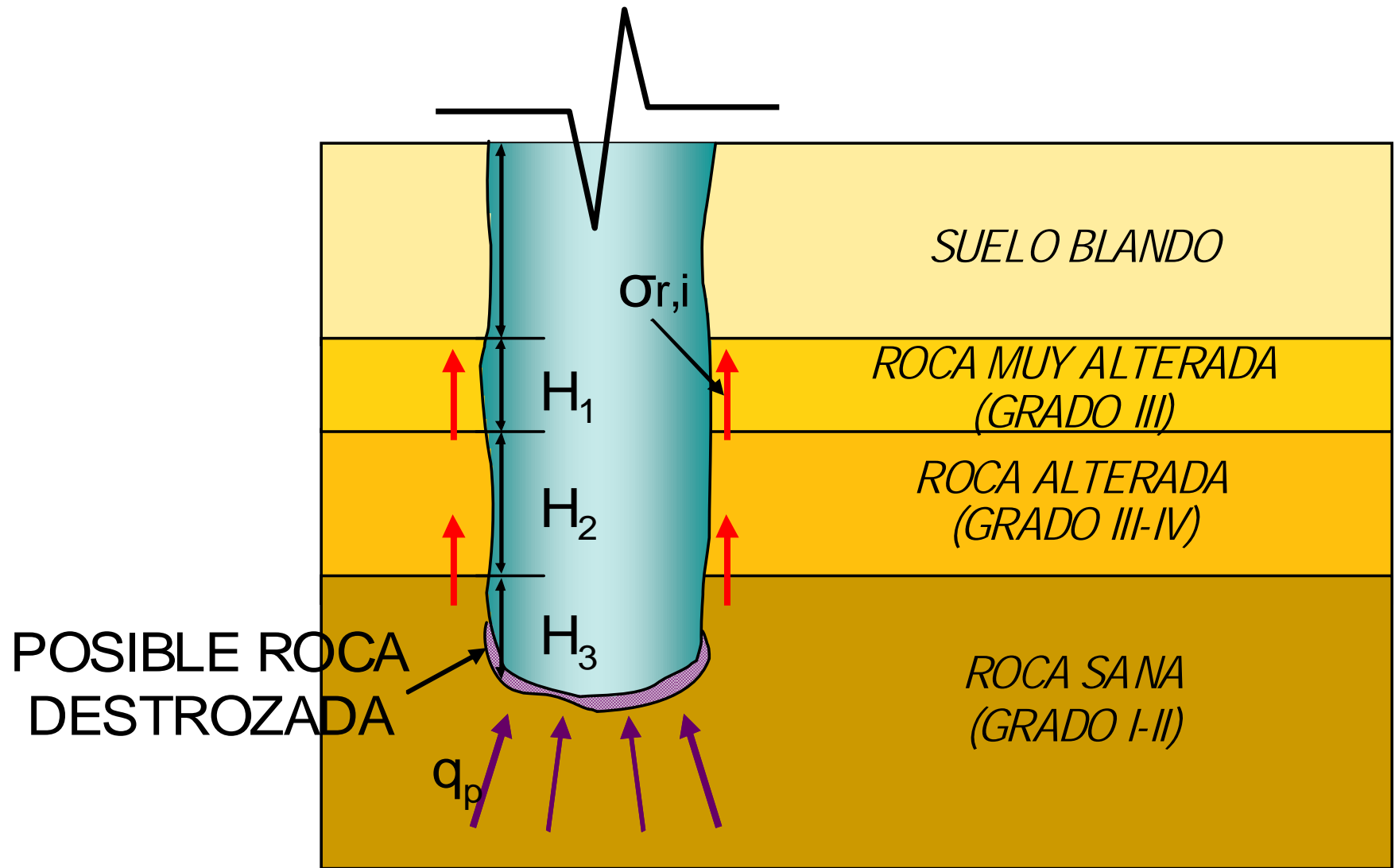




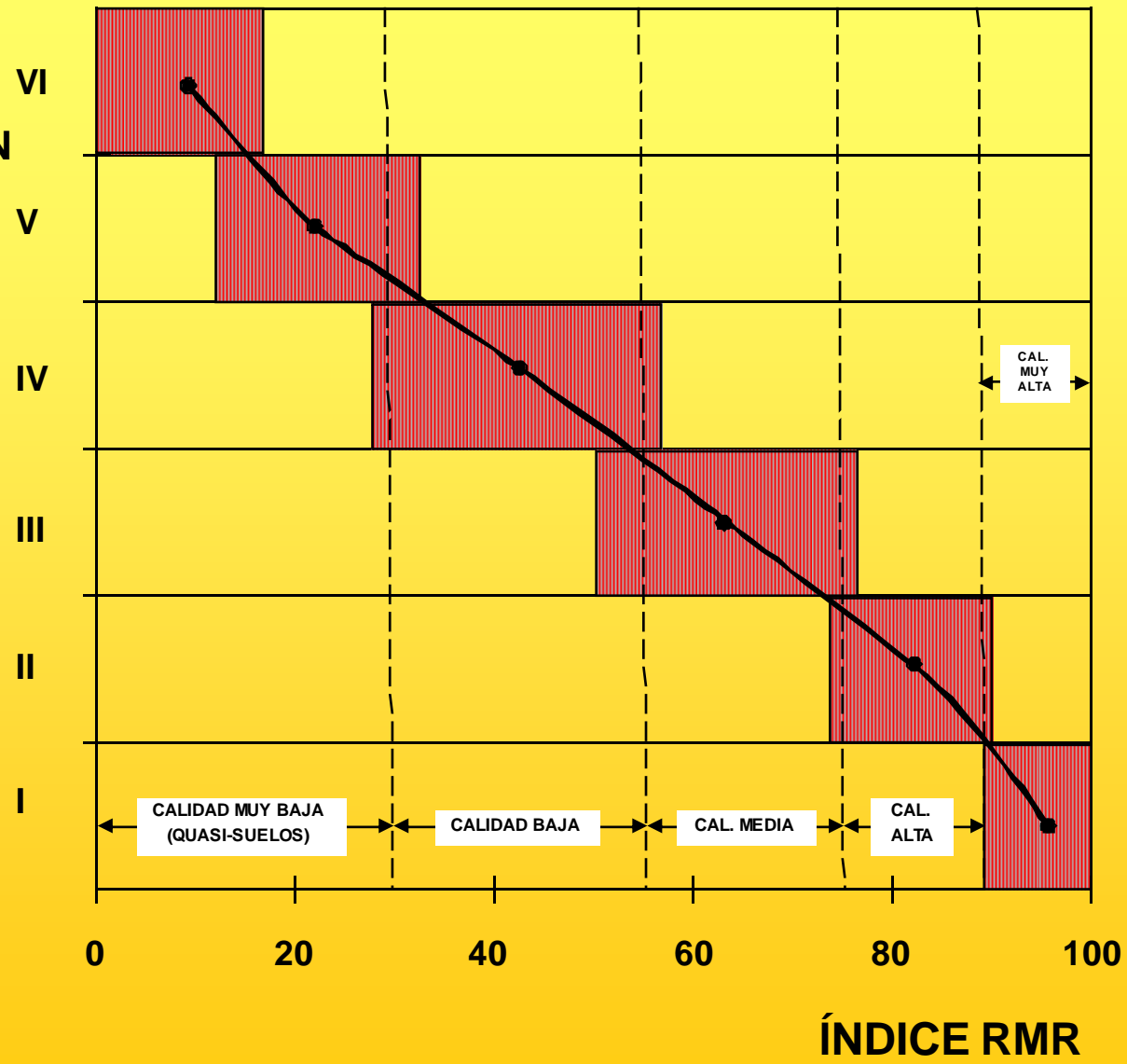


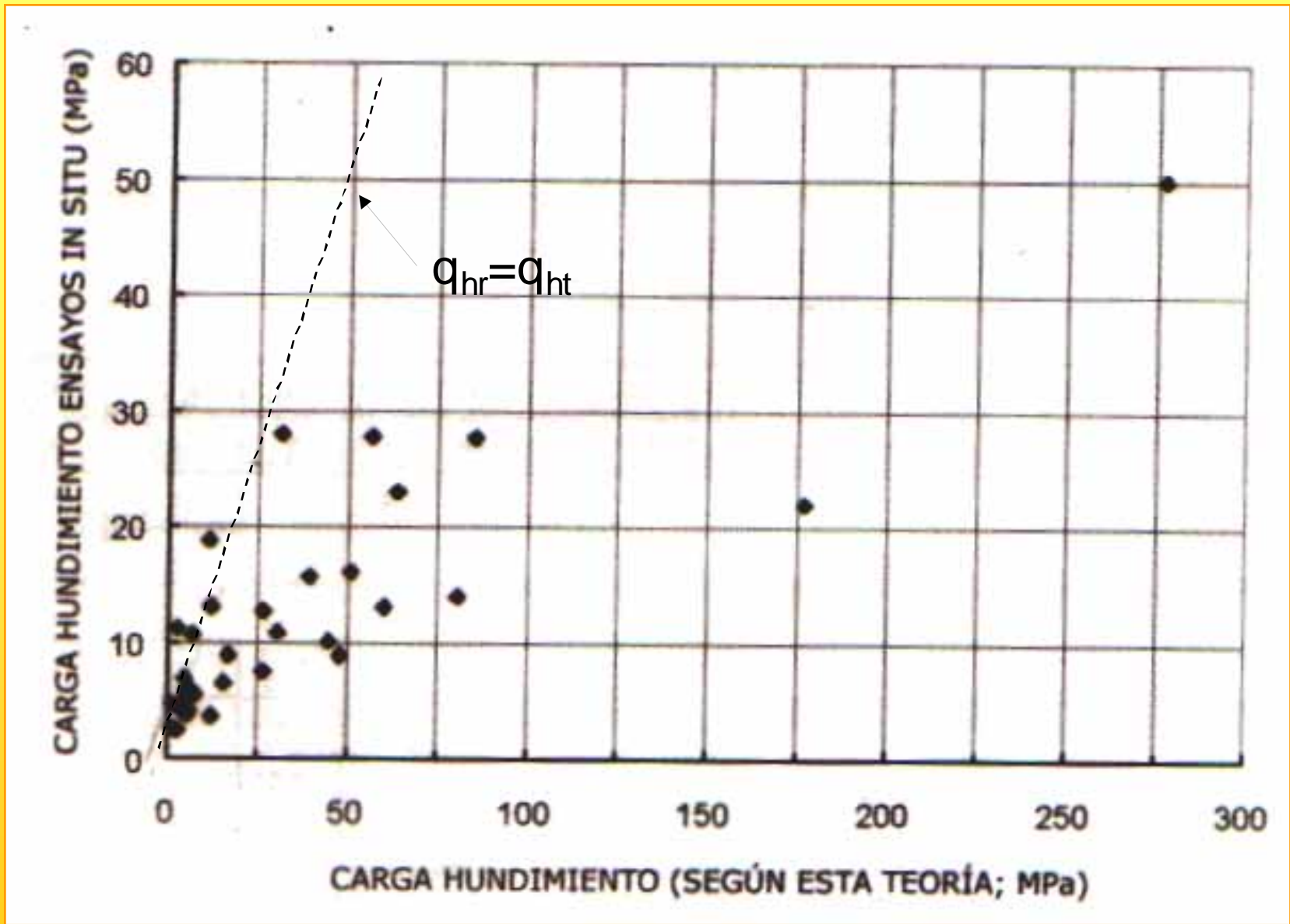
- **EMPOTRAMIENTO EN ROCA**

- GRADOS DE ALTERACIÓN (I a VI)
- ROZ. EN CADA TIPO DE ROCA ALTERADA (EMPUJE, PAR TORSOR, ETC)
- RESIST. POR PUNTA (POSIBLE INYECCIÓN)
- NO HAY NECESIDAD DE APOYO EN GRADO I-II

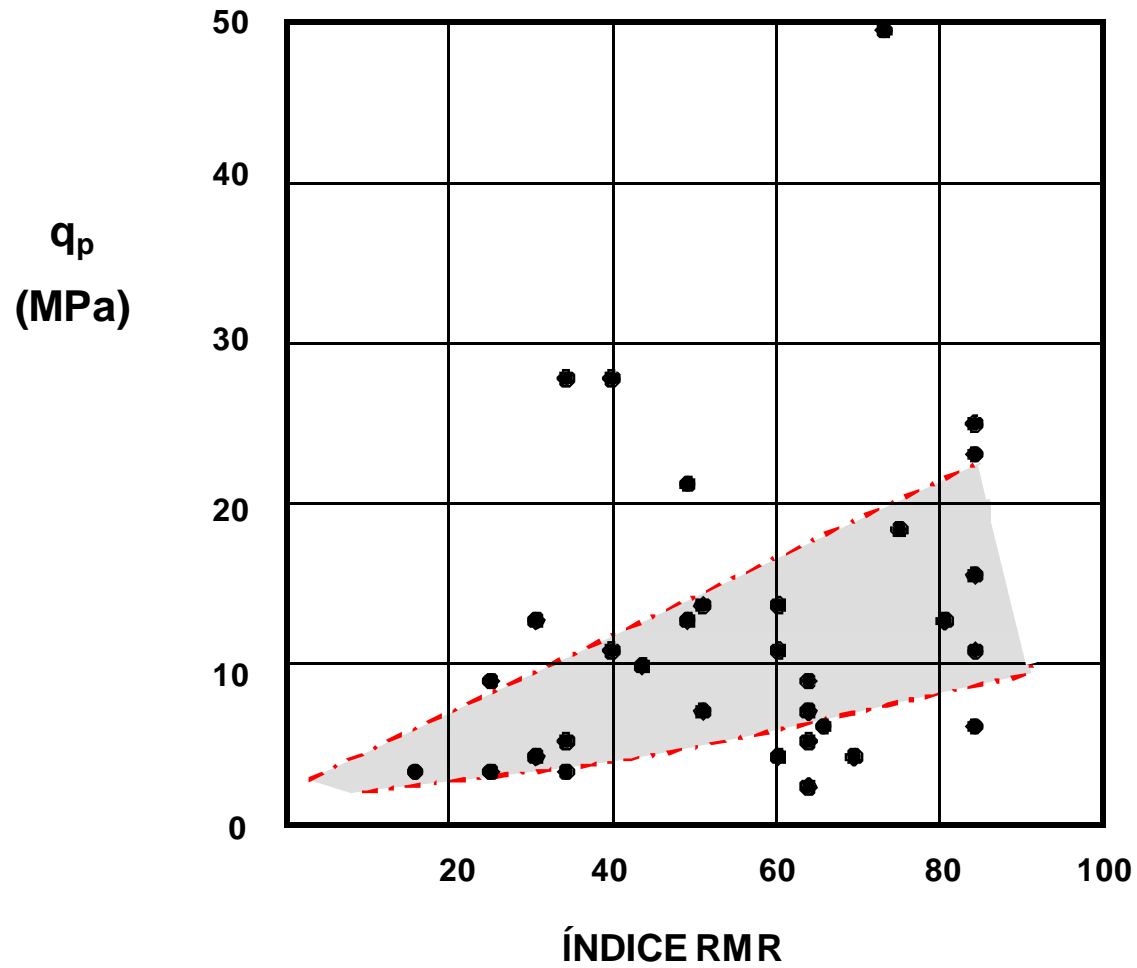


GRADO DE METEORIZACIÓN

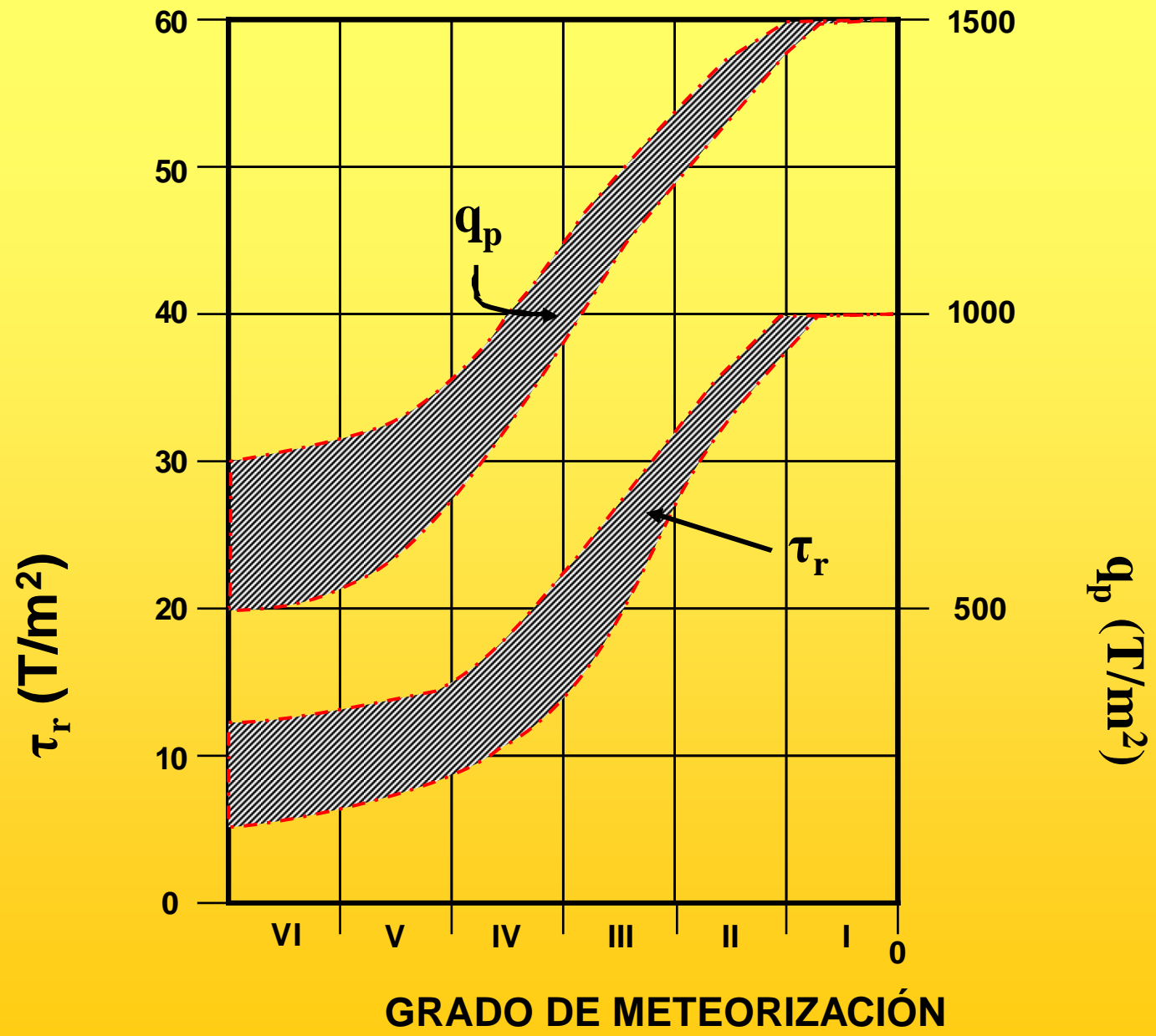




CONTRASTE DE LA TEORÍA DE SERRANO Y OLALLA CON DATOS TOMADOS DE ENSAYOS IN SITU (OLALLA, 2008)

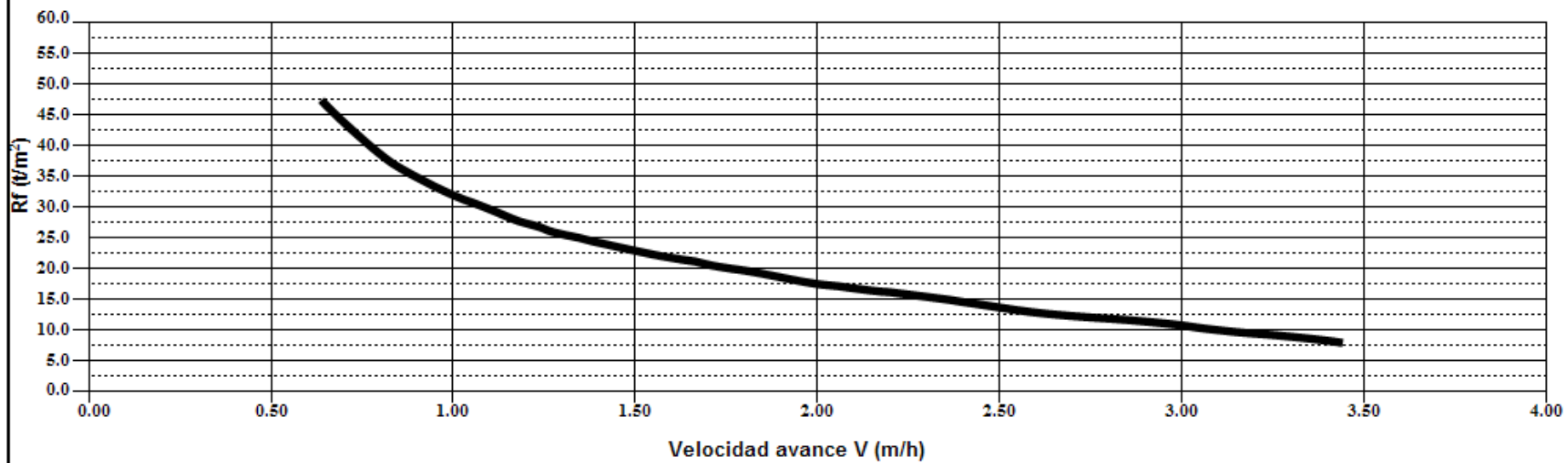


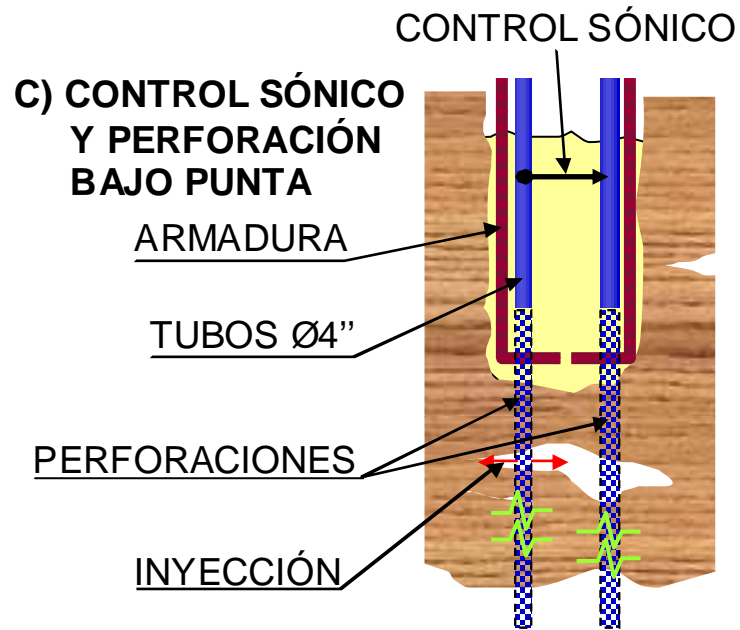
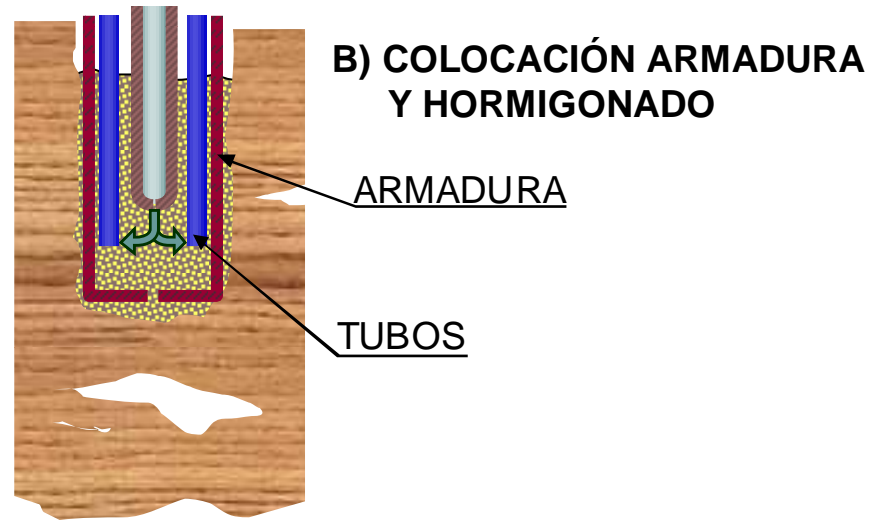
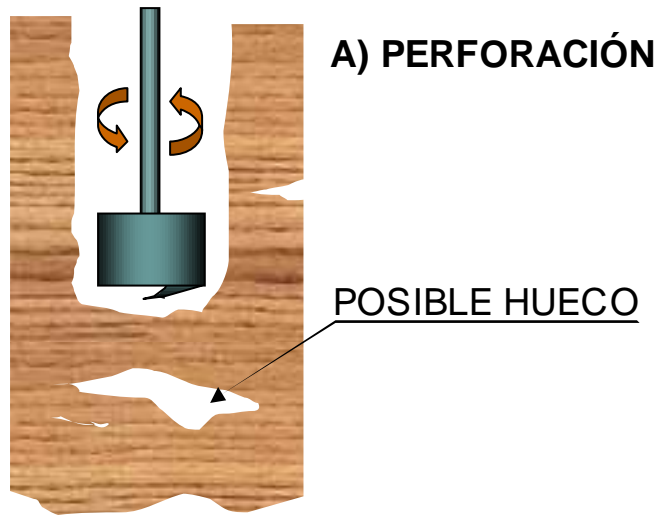
RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE RMR Y LA RESISTENCIA POR PUNTA EN CAMPO (DATOS TOMADOS DE OLALLA, 2008)



- **EMPOTRAMIENTO EN ROCA CÁRSTICA**
 - POSIBLES HUECOS
 - TALADROS BAJO PUNTA PARA COMPROBACIÓN E INYECCIÓN (TAMBIÉN EN ZAPATAS)
 - TÉCNICAS GEOFÍSICAS ESPECIALES
 - GRANDES HUECOS → MORTERO
 - ELEVADO ROZAMIENTO

Relación Velocidad avance -Resistencia unitaria por fuste (t/m^2)





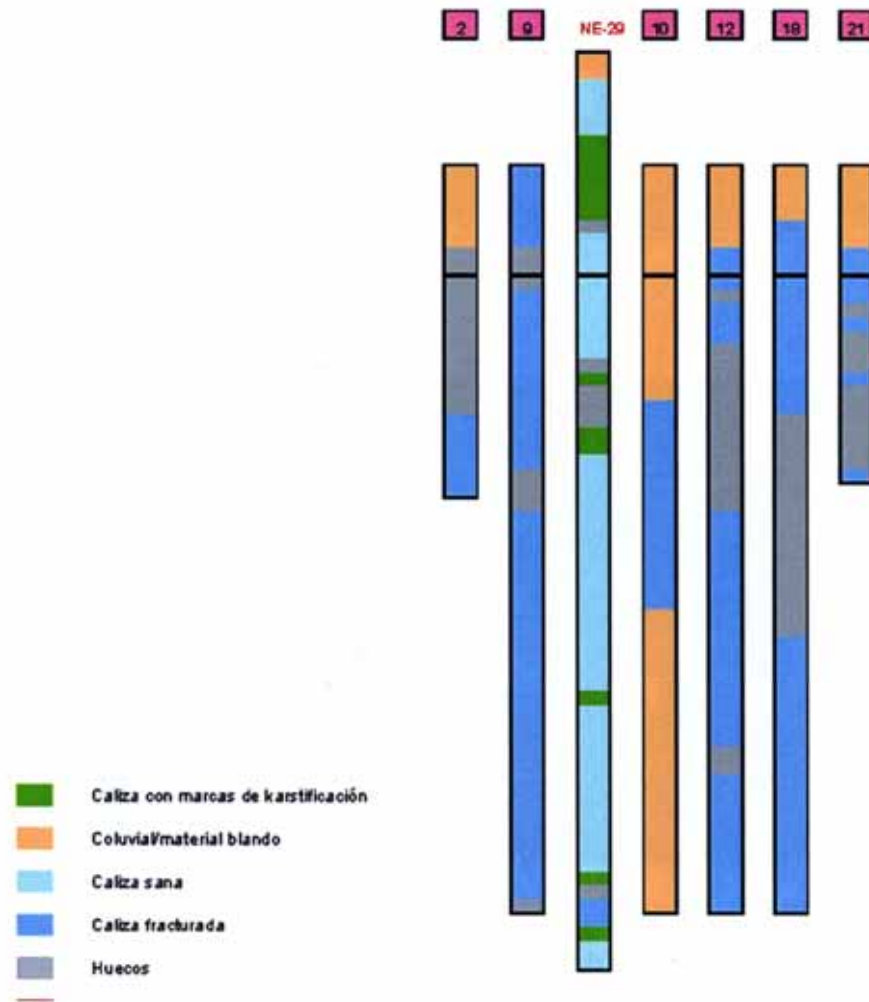


**INYECCIÓN DE CAVIDADES
CÁRSTICAS CON MORTERO
(GENTILEZA DE GEOCISA)**



VIADUCTO DEL RIO ESPAÑA INVESTIGACIÓN A ROTOPERCUSIÓN.

PILA 7

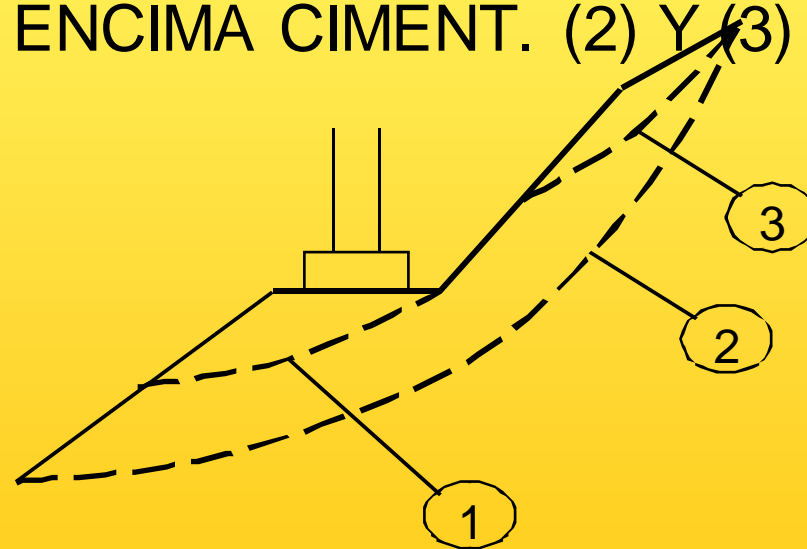




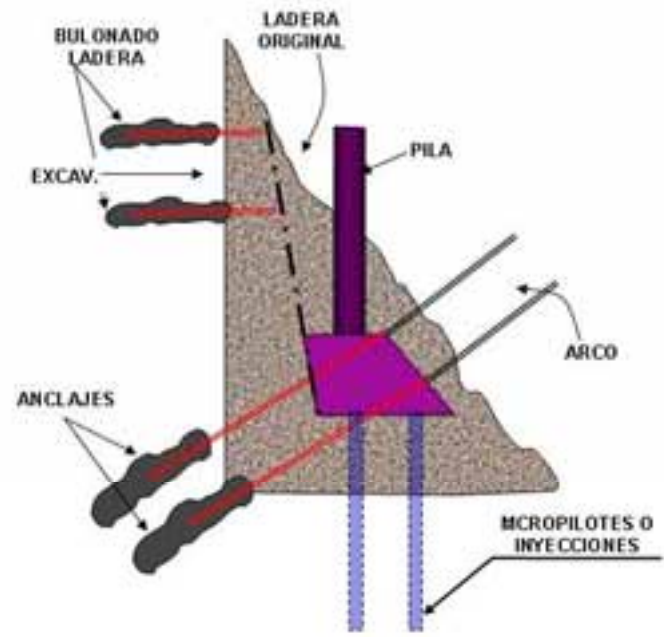


- MEDIA LADERA

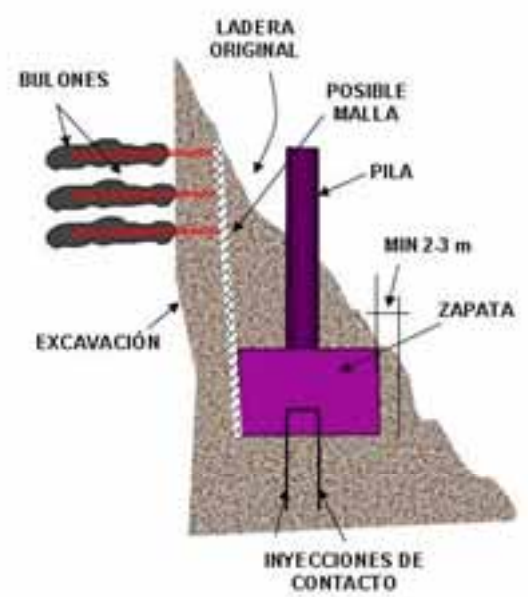
- ❖ PROBLEMA ACCESOS
- ❖ ESTABILIDAD CIMENTACIÓN (1)
- ❖ ESTABILIDAD POR ENCIMA CIMENT. (2) Y (3)



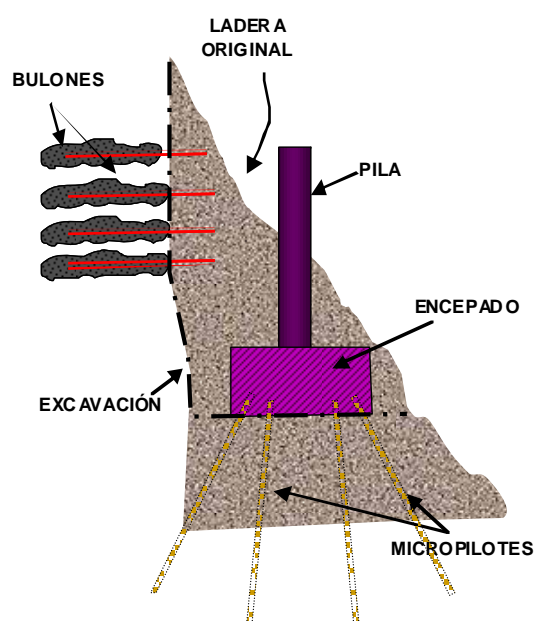
- ❖ CASO ESPECIAL: PUENTES ARCO



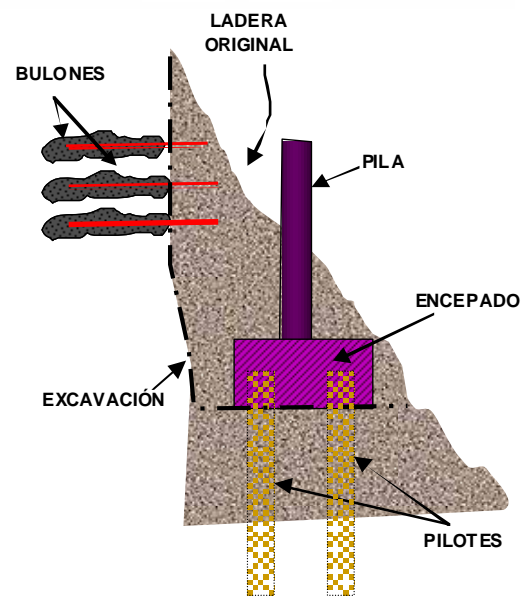
A) APOYO DE ARCO



B) SOLUCIÓN ZAPATA



C) MICROPILOTES DE APOYO



D) ENCEPADO CON PILOTES
(SI HAY ACCESO)

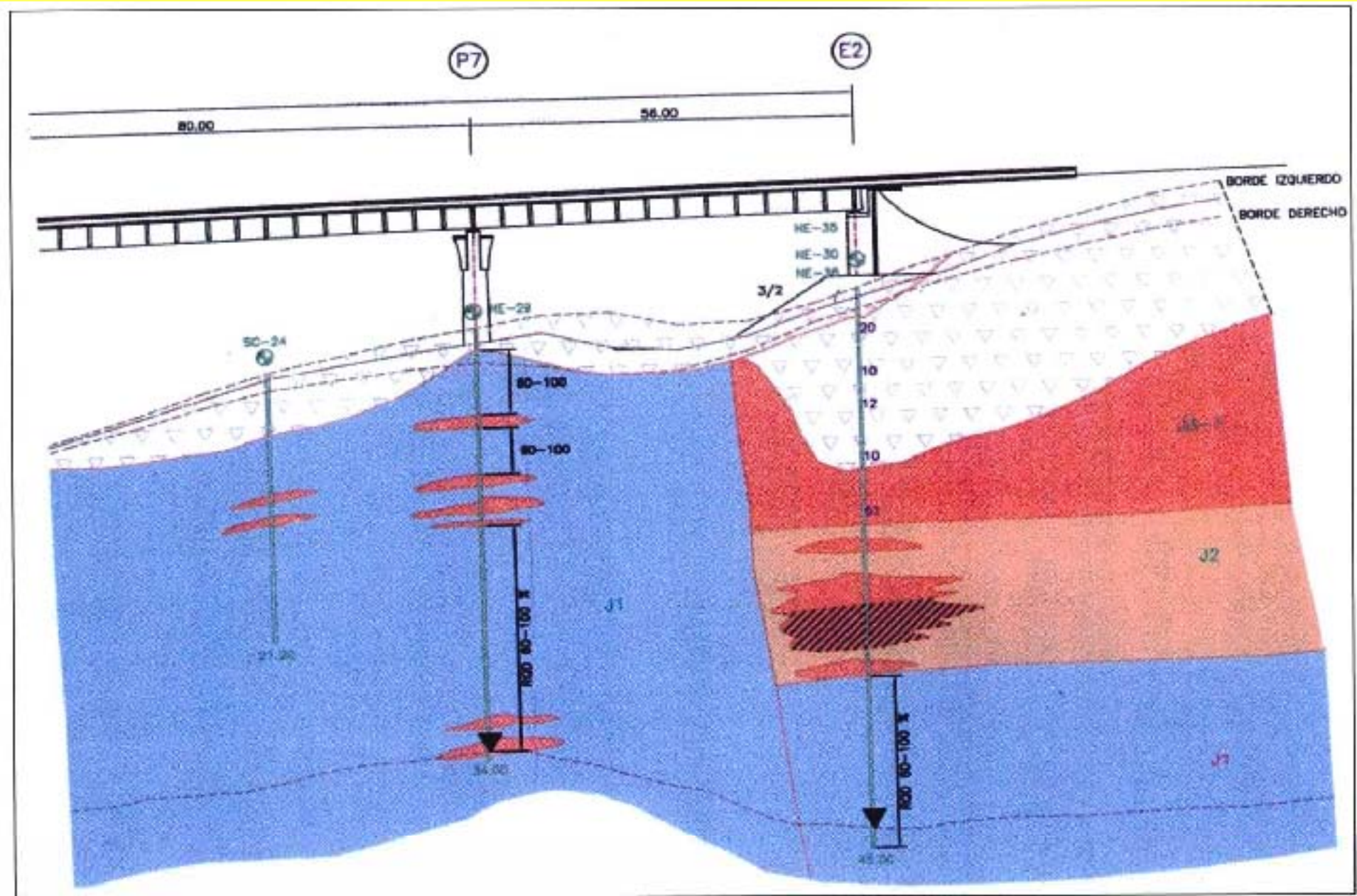


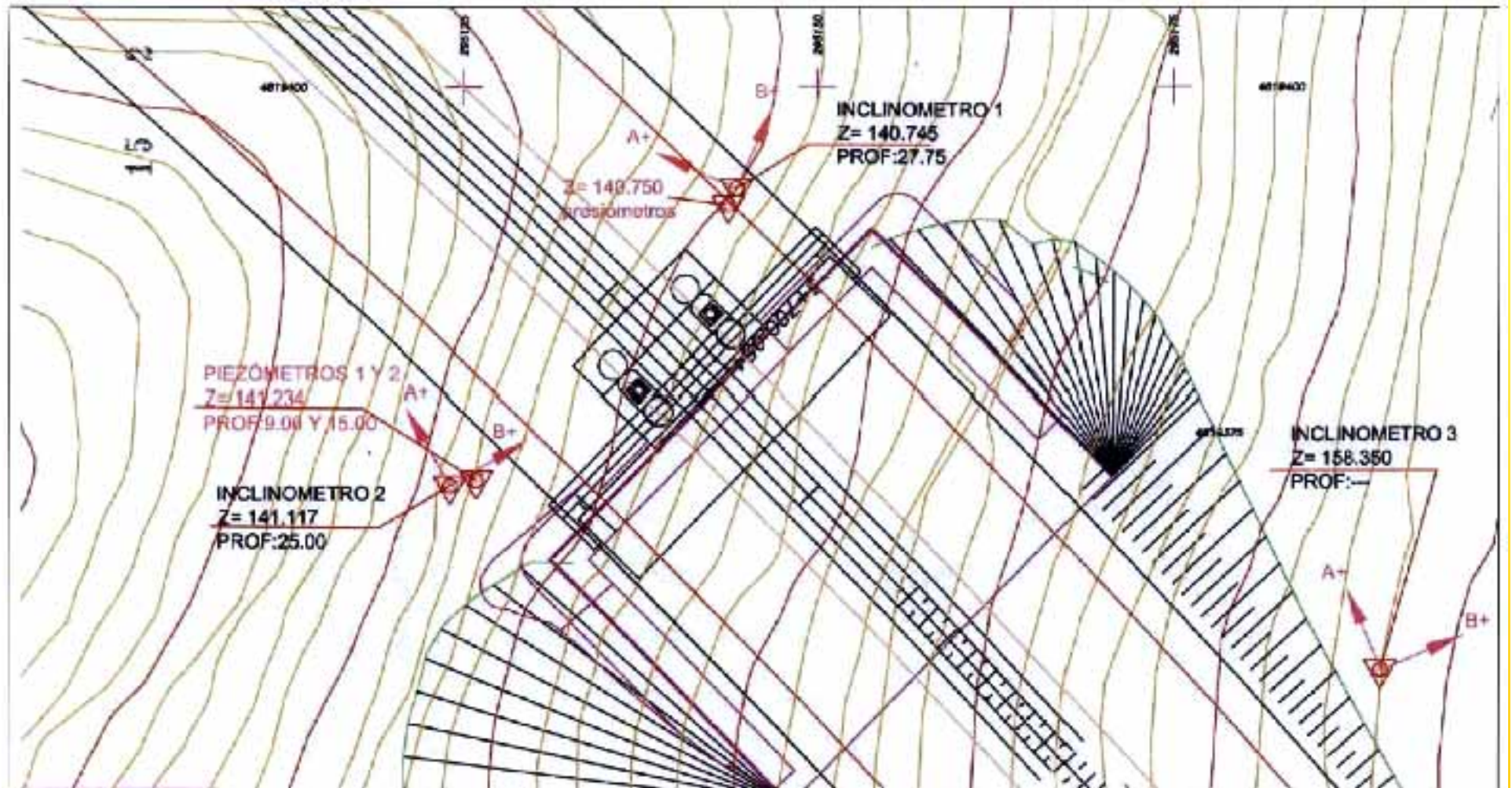
Puente de Bayacas, Granada (Gentileza SITE)

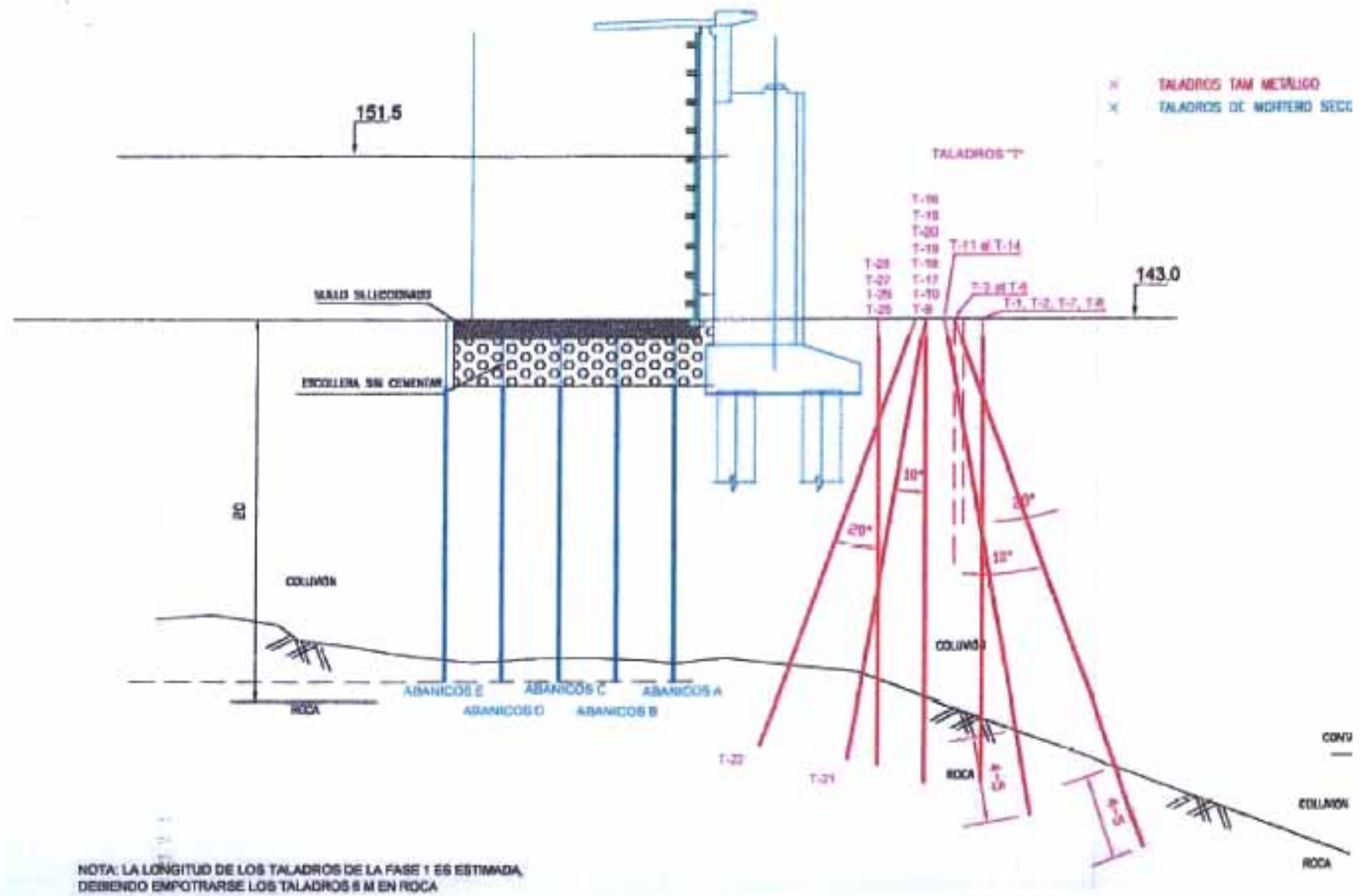
MICROPILOTES DE 150 T. (GENTILEZA DE GEOCISA)











NOTA: LA LONGITUD DE LOS TALADROS DE LA FASE 1 ES ESTIMADA, DEBIENDO EMPOTRARSE LOS TALADROS 5 M EN ROCA



AUTOVÍA GIJÓN - VILLAVICIOSA: Control del Estribo 2 del Viaducto del Río España
Evolución de Movimientos Horizontales (a origen)

