

**Estimación del  
diámetro de las  
columnas de jet  
grouting**

**ESTIMACIÓN DEL DIÁMETRO DE LAS COLUMNAS DE JET  
GROUTING**

Uno de los métodos más usados para predecir el diámetro de columnas de jet grouting es el dado por Croce y otros (2104). Este método permite estimar el diámetro medio de las columnas de jet en función de:

- I. El tipo de jet grouting
- II. Los parámetros del tratamiento
- III. El tipo de terreno y su compacidad o consistencia, en términos de resistencia a la penetración

Para ello, utiliza las siguientes ecuaciones:

$$D_m = D_{ref} \cdot \left( \frac{\alpha_j \cdot \Lambda^a \cdot E_n'}{7.5 \cdot 10} \right)^\beta \cdot \left( \frac{q_c}{1.5} \right)^\delta \quad (\text{for fine-grained soils, } E_n' \text{ in MJ/m and } q_c \text{ in MPa)}$$

$$D_m = D_{ref} \cdot \left( \frac{\alpha_j \cdot \Lambda^a \cdot E_n'}{7.5 \cdot 10} \right)^\beta \cdot \left( \frac{N_{SPT}}{10} \right)^\delta \quad (\text{for coarse-grained soils, with } E_n' \text{ in MJ/m)}$$

De estas ecuaciones, la primera es aplicable a suelos finos (limos y arcillas) y la segunda a suelos granulares (gravas y arenas). En ellas,  $E_n'$  es la energía específica efectiva de inyección,  $q_c$  es la resistencia a la penetración por punta en el ensayo CPT y  $N_{SPT}$  es el golpeo obtenido con el ensayo de penetración estándar. El resto de parámetros que intervienen en ellas se extraen de la tabla 1, con excepción de  $\alpha_j$  que se obtiene de la figura 1, en función de la relación agua/cemento, en peso de la lechada, A/C, indicada en el eje de abscisas de dicha figura.

Los diámetros obtenidos con las ecuaciones anteriores deben reducirse un 20 %, de acuerdo con las recomendaciones de Flora y otros (2014), ya

que de la comparación entre los valores reales, medidos en obra, y los estimados con el método de estos autores, han surgido variaciones de  $\pm 20\%$ .

Los autores de este método han dado, en función de dichas ecuaciones, los ábacos que se incluyen al final de esta nota, los cuales permiten estimar el diámetro de forma rápida, en función de la energía específica, del tipo de suelo y de su resistencia a la penetración, para cada tipo de jet grouting.

Tabla 1. Parámetros para estimar el diámetro medio de columnas de jet (Flora y otros, 2014)

| Soil type      |              | ASTM D2487 classification                            | $D_{ref}$ (m) | $\beta$ | $\delta$ | $\alpha_E$ (single fluid) | $\alpha_E$ (double and triple fluid) |
|----------------|--------------|------------------------------------------------------|---------------|---------|----------|---------------------------|--------------------------------------|
| Coarse grained | Without fine | Gravels and sands with <5% fines (GW-GP-SW-SP)       | 1.00          |         |          |                           |                                      |
|                | With fine    | Gravels and sands with >5% fines (GM-GC-SM-SC)       | 0.80          | 0.2     | -0.25    | 1                         | 6                                    |
| Fine grained   |              | Silts, clay and organic soils (CL-ML-OL-CH-MH-OH-Pt) | 0.50          |         |          |                           |                                      |

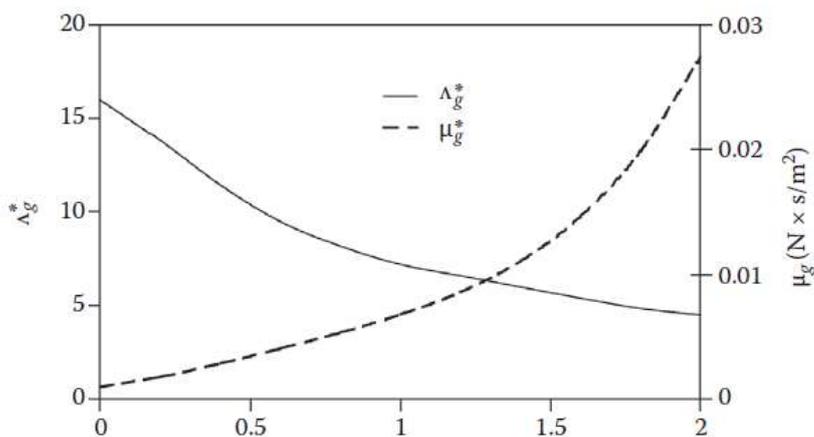


Figura 1. Parámetro  $\square^*$  en función de la relación agua/cemento, en peso, indicada en abscisas

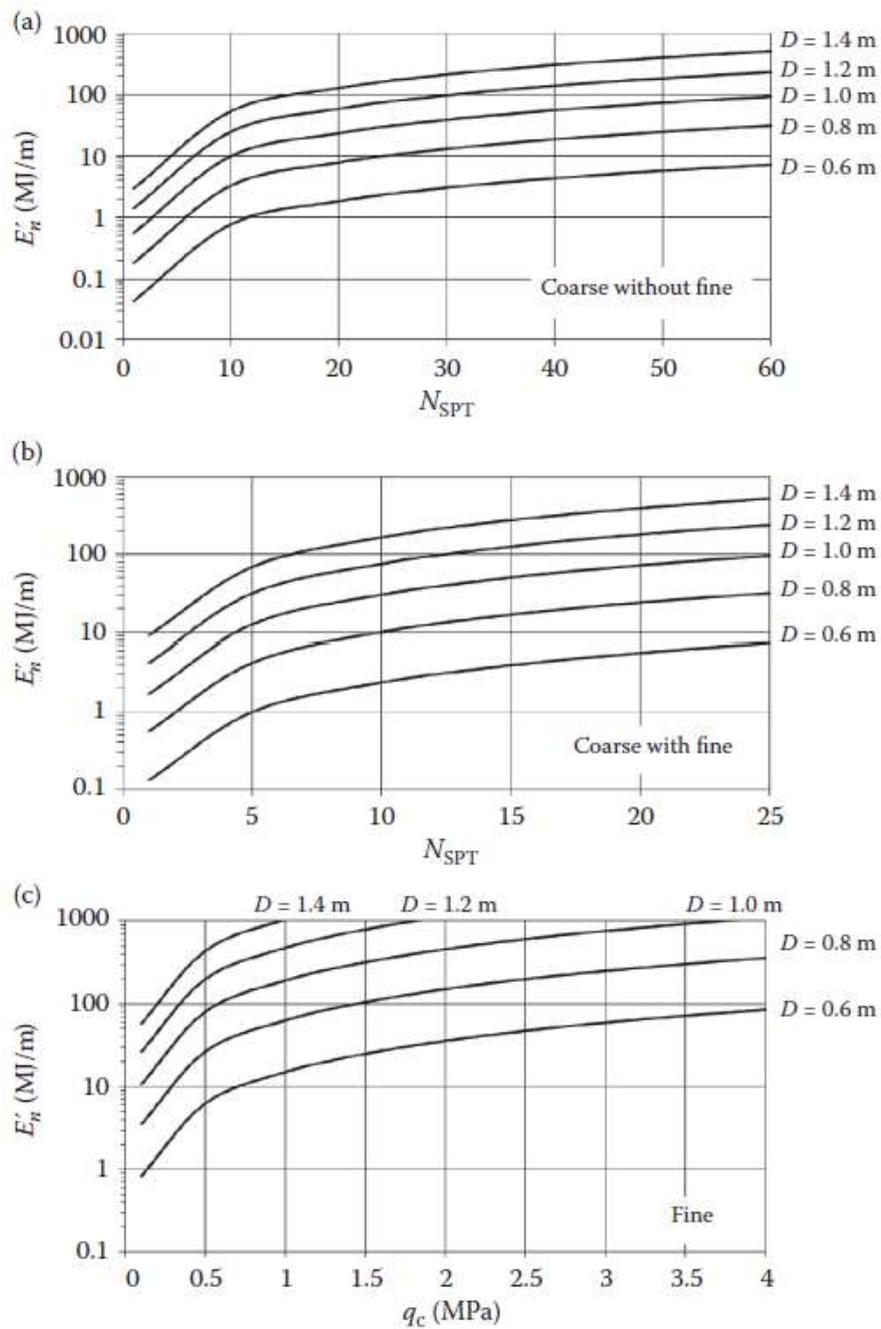


Figure 4.6 Mean diameter of jet grouting columns as a function of specific energy at the nozzle (single fluid with a cement–water ratio  $\Omega = 1.0$ ) and results of *in situ* tests. (a) Coarse without fine, (b) coarse with fine, (c) fine.

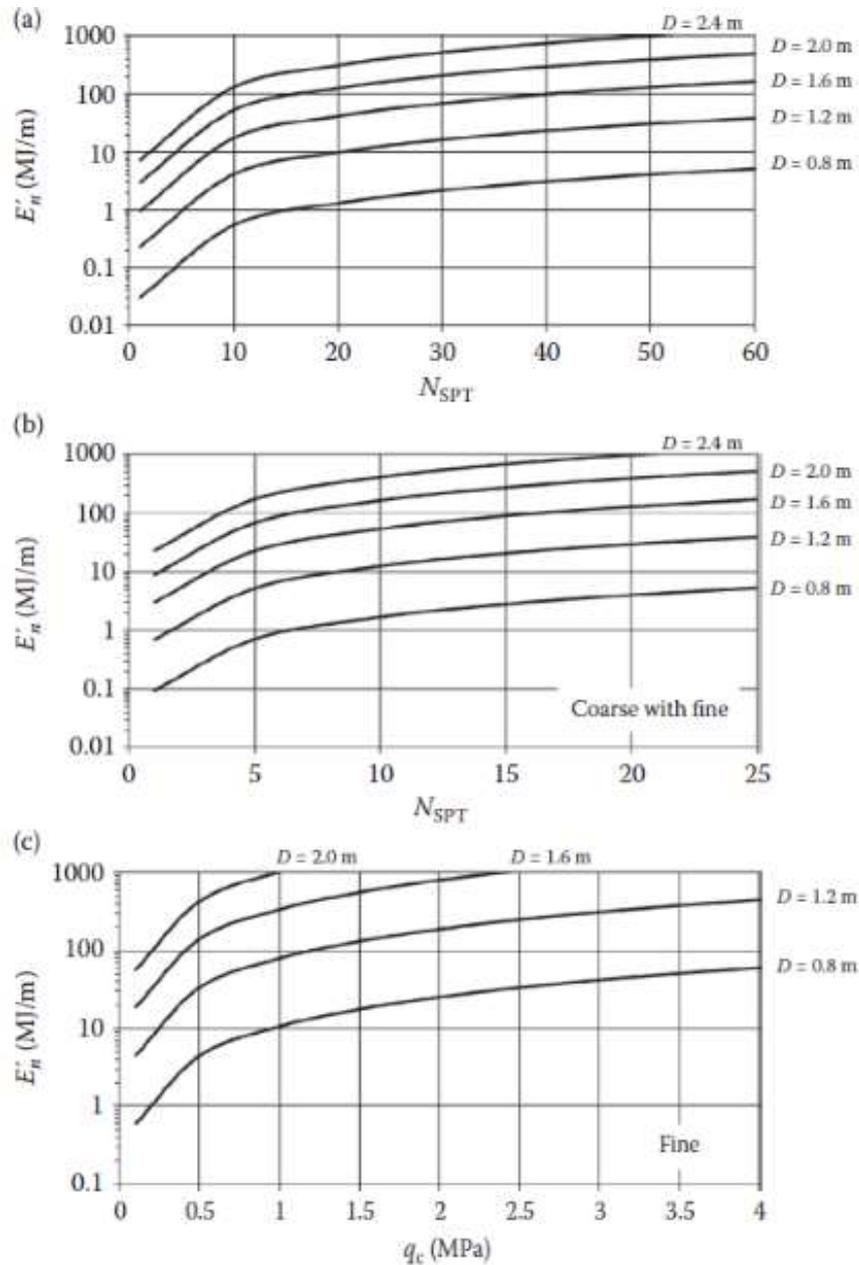


Figure 4.7 Mean diameter of jet grouting columns as a function of specific energy at the nozzle (double fluid with a cement–water ratio  $\Omega = 1.0$ ) and results of *in situ* tests. (a) Coarse without fine, (b) coarse with fine, (c) fine.

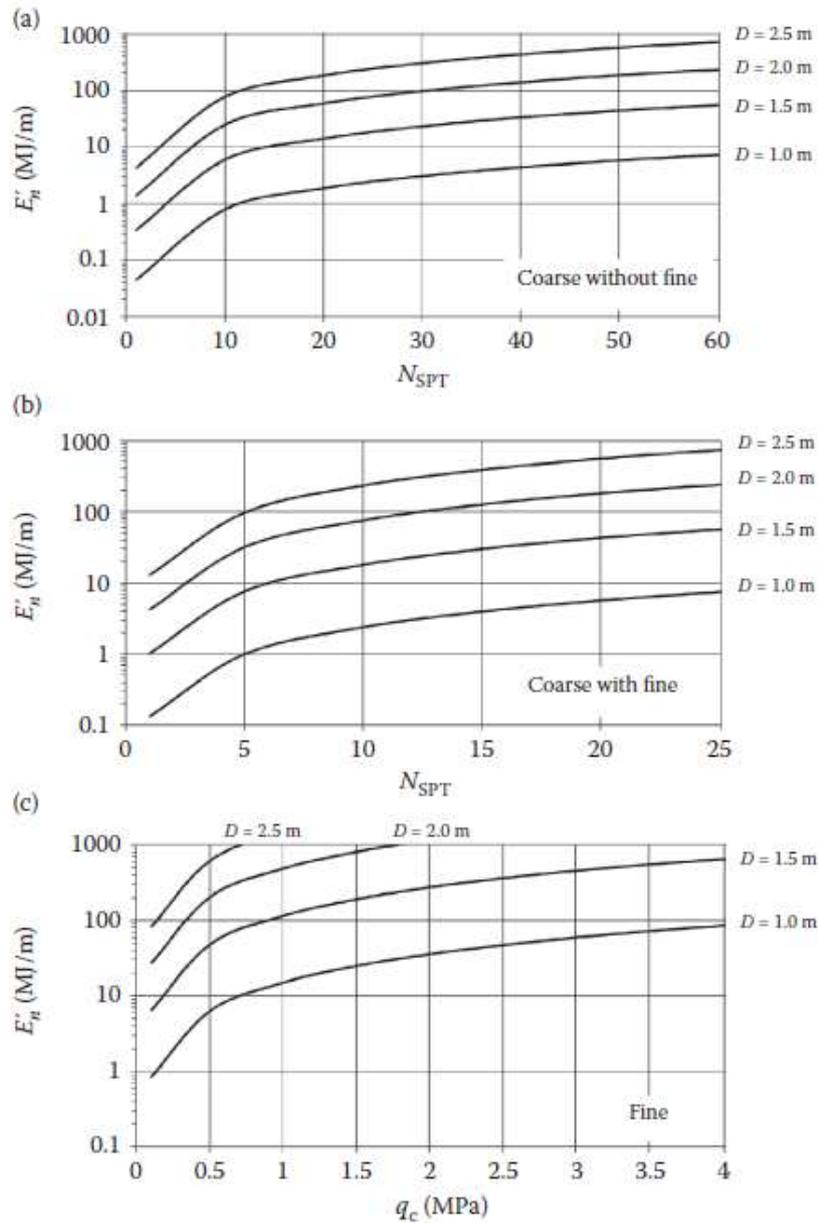


Figure 4.8 Mean diameter of jet grouting columns as a function of specific energy at the nozzle (triple fluid) and results of *in situ* tests. (a) Coarse without fine, (b) coarse with fine, (c) fine.