

Chiesa di S. Andrea
della Valle a Roma

Intervento di
sottofondazione con
micropali tipo "radice"

Recimentación de la iglesia de San Andrés, en Roma (Ref 1

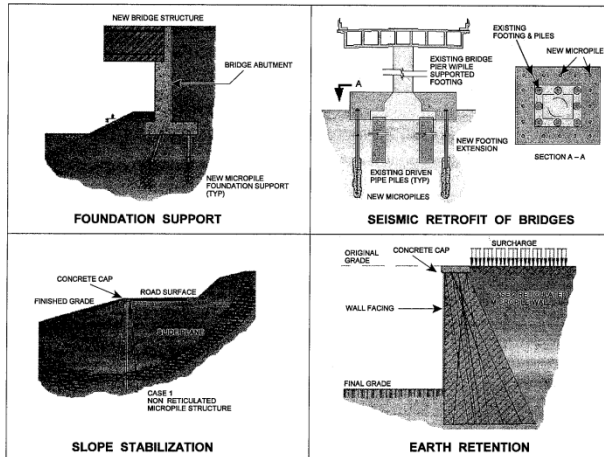
Corso di Fondazioni - Pali

PB2001-101669



US Department
of Transportation
Federal Highway
Administration
Priority Technologies
Program

MICROPILE DESIGN AND CONSTRUCTION GUIDELINES



IMPLEMENTATION MANUAL

PUBLICATION NO. FHWA - SA - 97 - 070

June 2000

REPRODUCED BY:
U.S. Department of Commerce
National Technical Information Service
Springfield, Virginia 22161

NTIS

Classificazione generale micropali

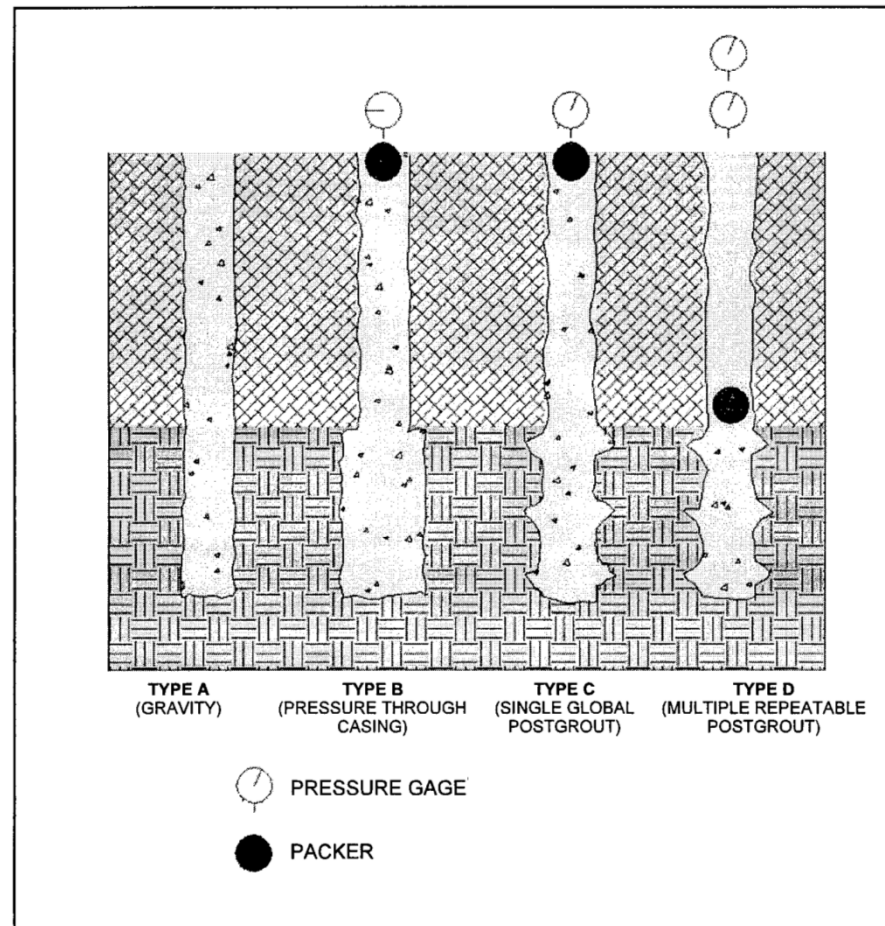
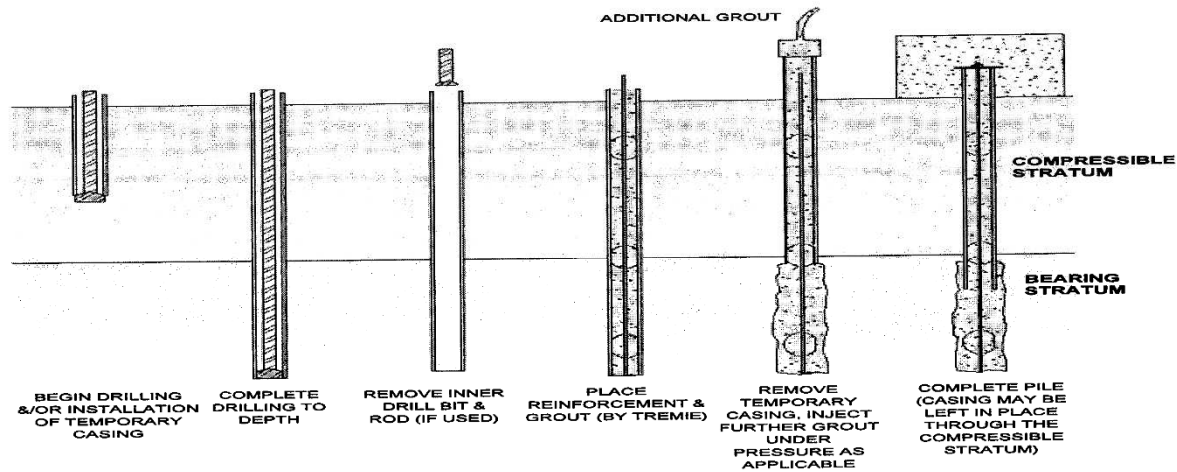


Figure 2 - 5. Micropile Classification Based on Type of Grouting. (Refer to Table 2-1 for details)

Micropalo tipo Radice o Palo IGU
Perforazione a circolazione d'acqua
con carotiere e tubazione di rivestimento
Micropalo tipo A o tipo B

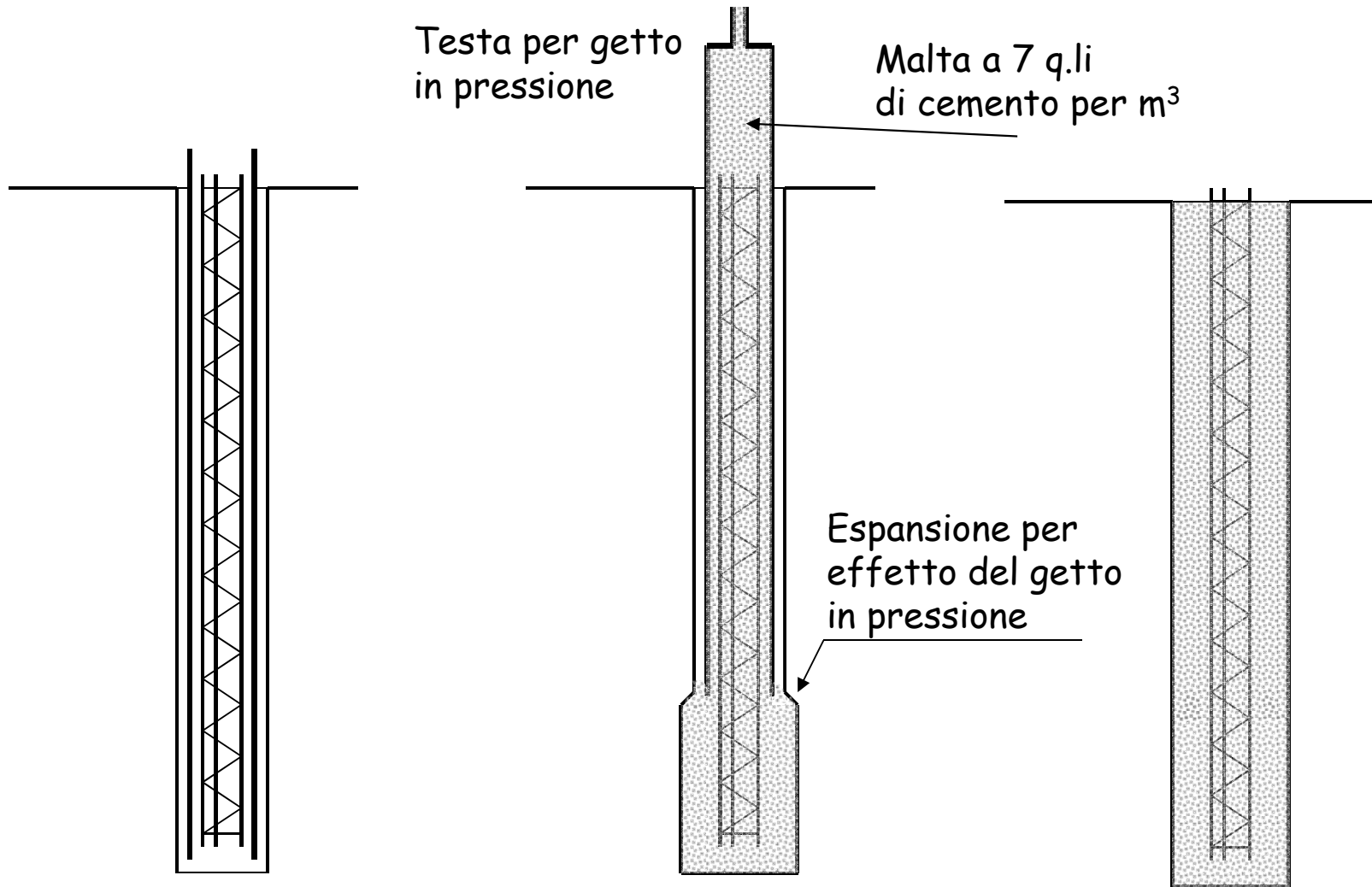
1 - 4



FHWA-SA-97-070 (v00-06)

Figure 1 - 1. Micropile Construction Sequence using Casing

Corso di Fondazioni - Pali



Inserimento della gabbia d'armatura

Inizio del getto

Palo terminato

Corso di Fondazioni - Pali

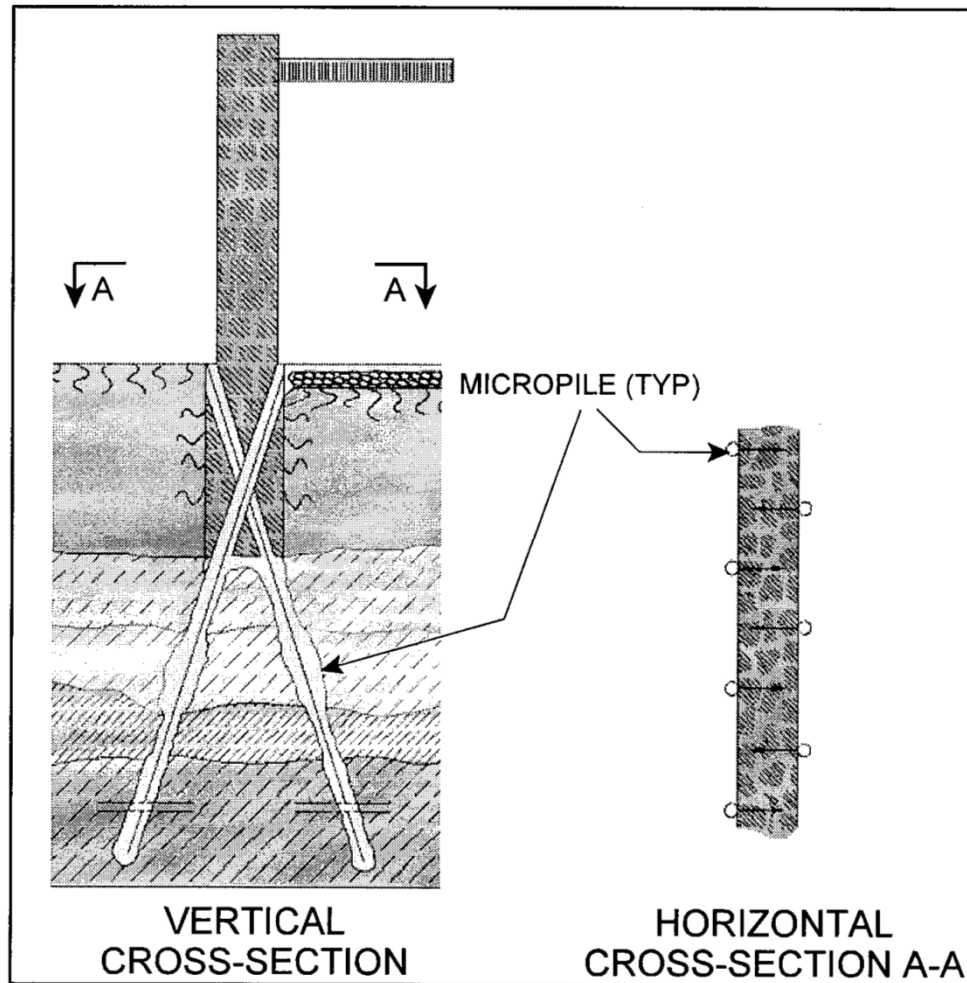
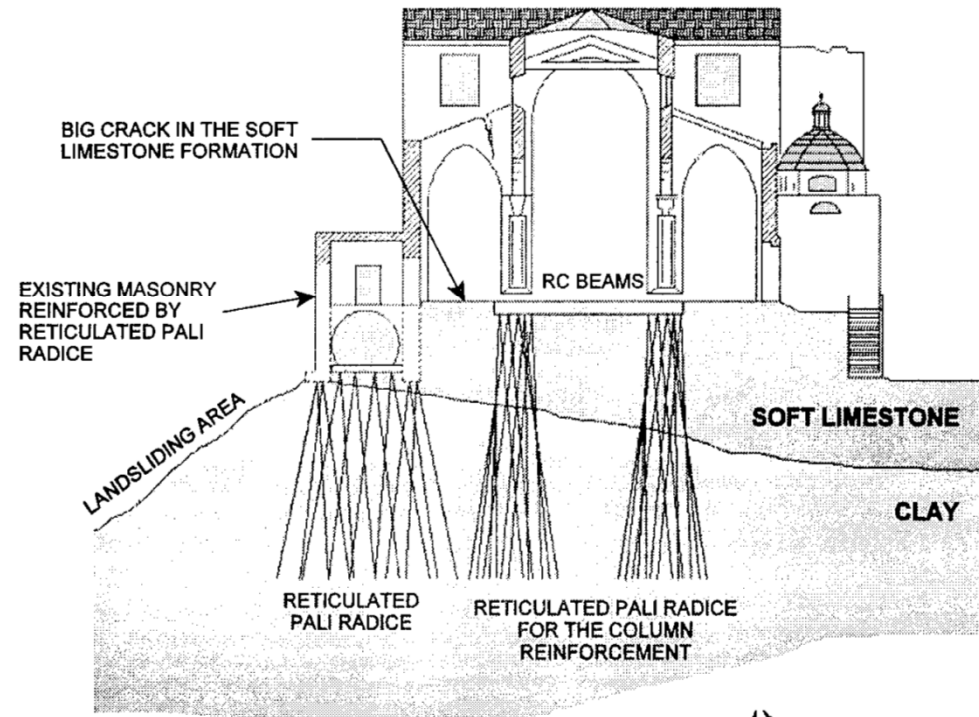
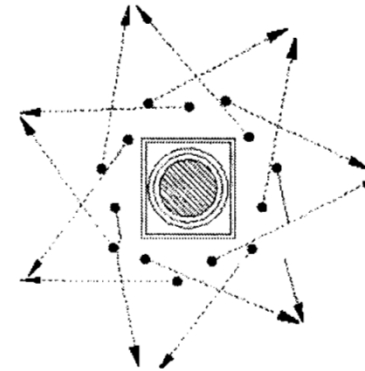


Figure 1 - 2. Classical Arrangement of Root Piles for Underpinning

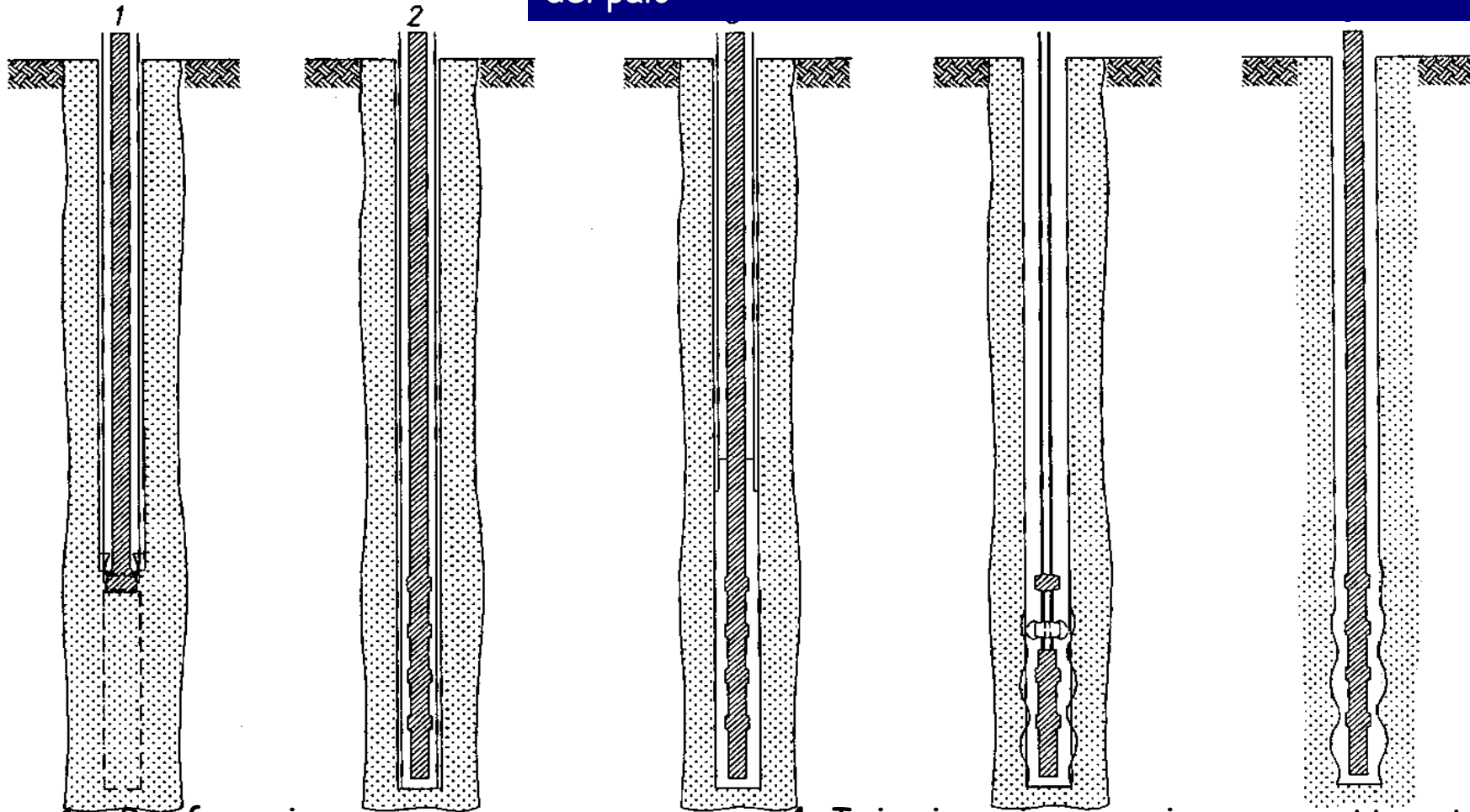
Corso di Fondazioni - Pali



TYPICAL COLUMN PLAN VIEW



Micropalo tipo Tubfix o IRS: perforazione a circolazione d'acqua con carotiere e tubazione di rivestimento ... cambia la fase di realizzazione del fusto del palo



- 1. Perforazione
- 2. Installazione del tubo di armatura
- 3. Formazione della guaina

- 4. Iniezione in pressione con otturatore semplice o doppio per la formazione del fusto del palo
- 5. Riempimento del tubo.....

Corso di Fondazioni - Pali

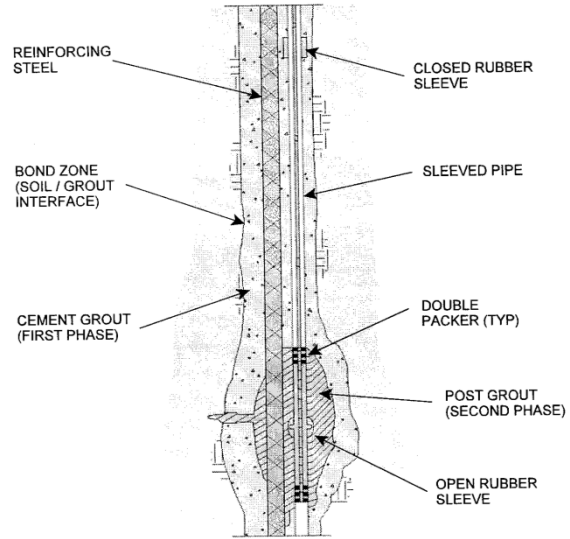


Figure 4 - 6. Principle of the Tube à Manchette Method of Postgrouting Injection

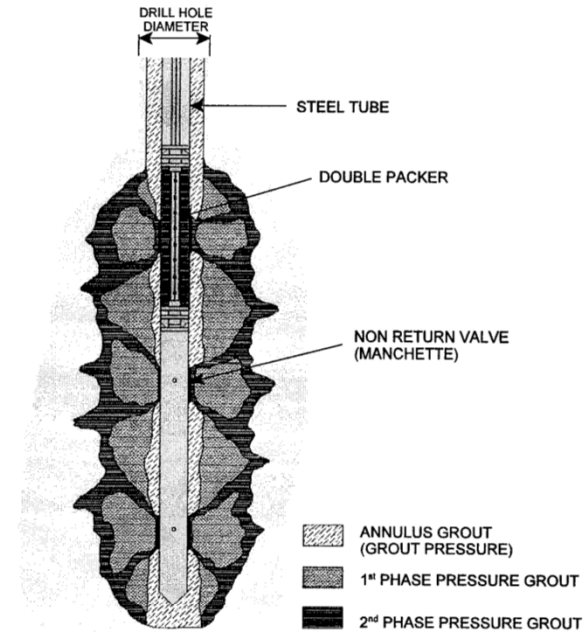


Figure 4 - 7. Use of Reinforcement Tube as a Tube à Manchette Postgrouting System

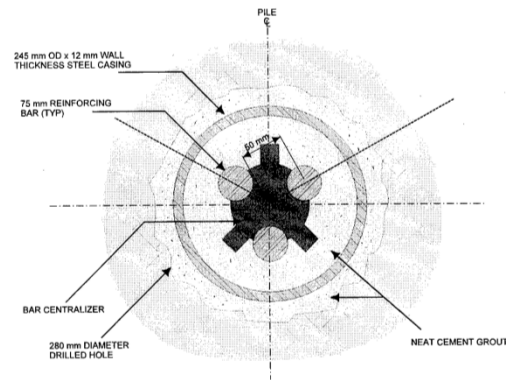
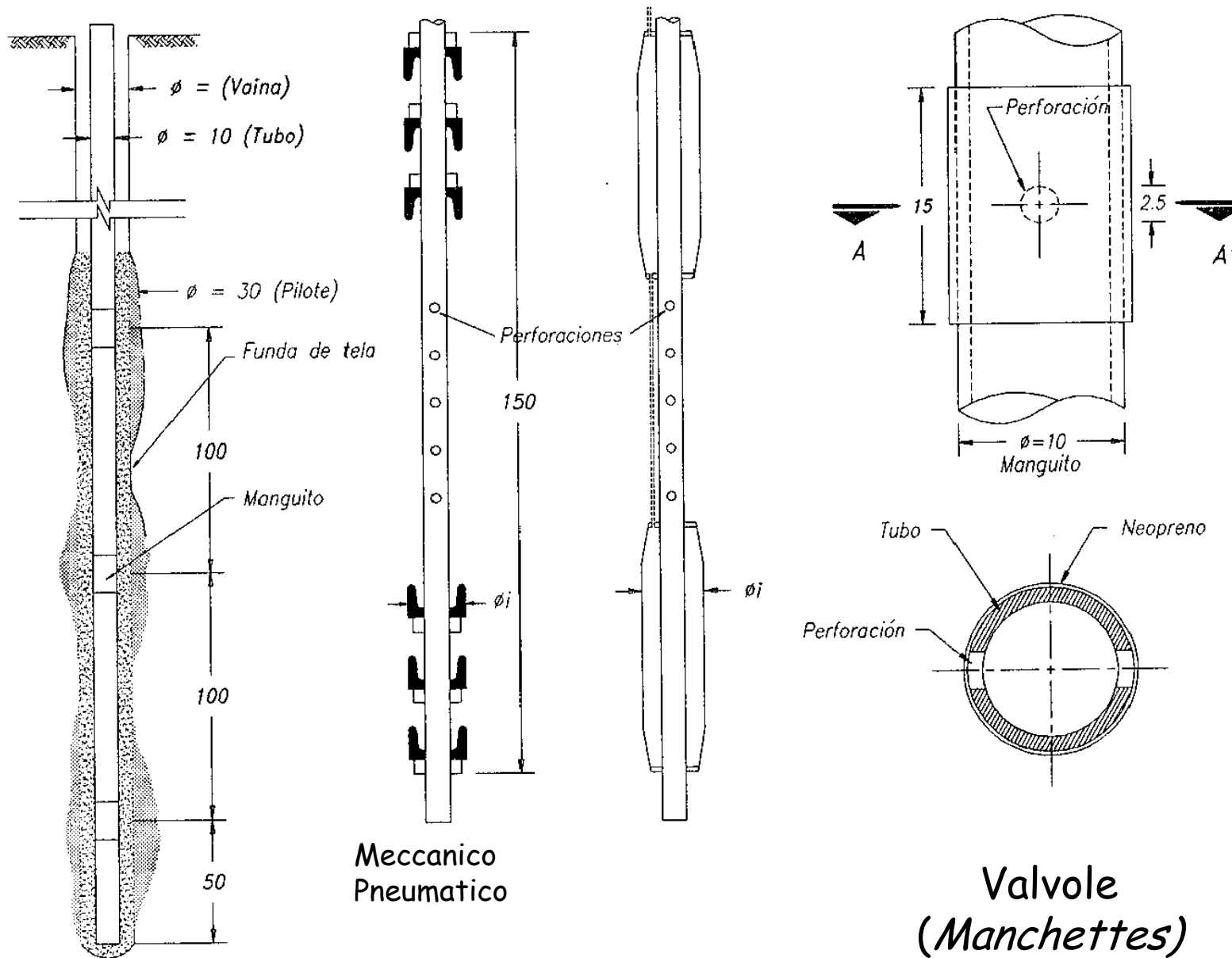


Figure 4 - 8. Multiple Bar Reinforcement with Bar Centralizer/Spacer

Corso di Fondazioni - Pali



Meccanico
Pneumatico

Valvole
(Manchettes)

Corso di Fondazioni - Pali

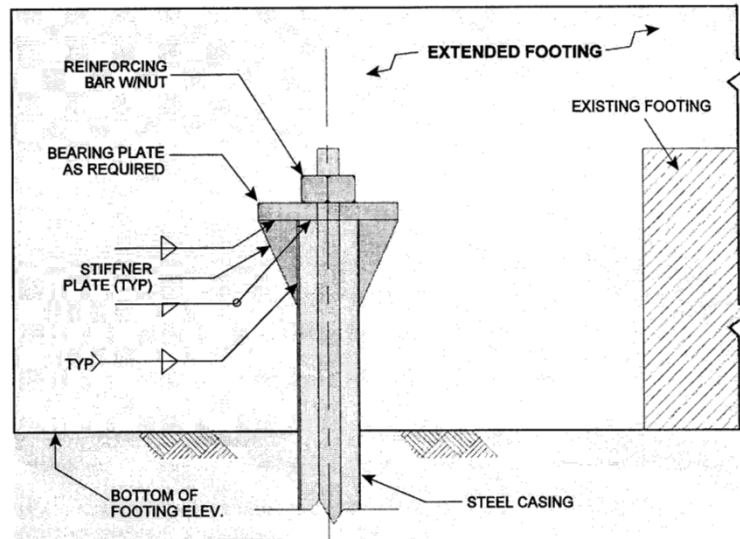


Figure 5 - 6. Pile to Footing Connection Detail.

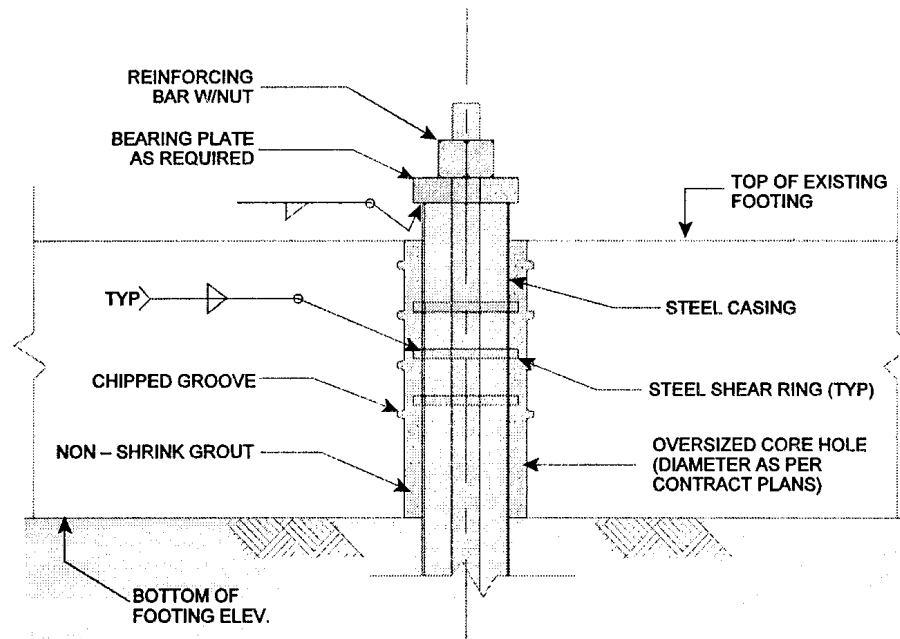


Figure 5 - 7. Pile to Footing Connection Detail.

Corso di Fondazioni - Pali

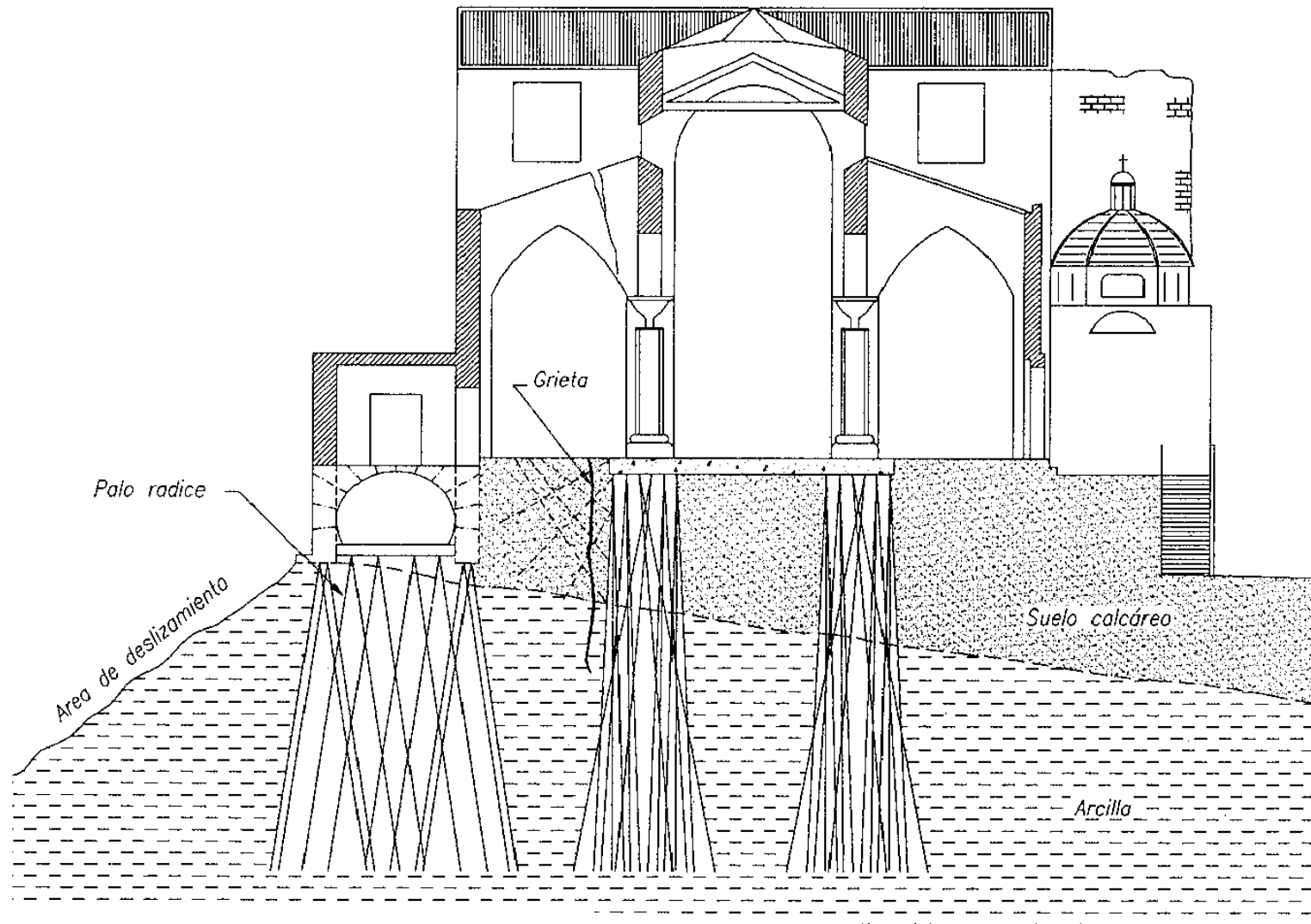


Fig 3 Recimentación de la catedral de Agrigento en Sicilia (Ref 1)



Corso di Fondazioni - Pali

Metodo di Bustamante e Doix (1985)

Prima di tutto bisogna distinguere tra pali radice chiamati pali IGU (*injection globale unique*, i.e. single global injection) e pali iniettati via un tubo a valvole chiamati IRS (*injection repetitive et selective*, i.e. repeated and selective injections).

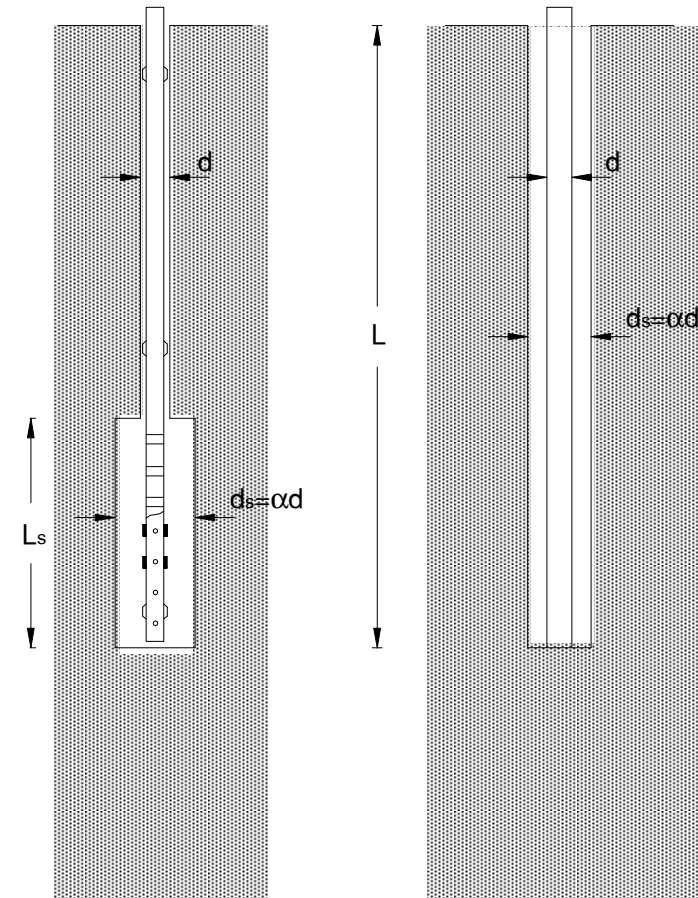
Il terreno è caratterizzato o attraverso prove pressiometriche (Menard) o prove SPT. Il valore della resistenza laterale è fornito in funzione della pressione limite p_L del pressiometro Ménard o del numero di colpi N_{SPT} .

Si assume inoltre che la pressione di iniezione p_g sia contenuta nel campo "suggerito" :

• $p_g \geq p_L$ for the IRS micropiles

• $0.5p_L \leq p_g \leq p_L$ for the IGU micropiles

e che l'iniezione sia condotta ad una velocità compresa (portata di malta di cemento) 0.3 - 0.6 m³/h in terreni a grana fine e 0.8 - 1.2 m³/h in terreni a grana grossa



Corso di Fondazioni - Pali

La resistenza laterale di un micropalo si esprime come:

$$S = \pi d_s L_s s$$

Dove d_s è il diametro espanso, L_s la lunghezza della porzione iniettata di palo ed s è la resistenza a taglio disponibile all'interfaccia....

Il diametro espanso è fornito dall'espressione

$$d_s = \alpha d$$

con il valore di α fornito dalla tabella che segue:

Type of soil	Values of α		Minimum suggested grout volume*
	IRS	IGU	
Gravel	1.8	1.3 – 1.4	1.5 V_S
Sandy gravel	1.6 – 1.8	1.2 – 1.4	1.5 V_S
Gravelly sand	1.5 – 1.6	1.2 – 1.3	1.5 V_S
Coarse sand	1.4 – 1.5	1.1 – 1.2	1.5 V_S
Medium sand	1.4 – 1.5	1.1 – 1.2	1.5 V_S
Fine sand	1.4 – 1.5	1.1 – 1.2	1.5 V_S
Silty sand	1.4 – 1.5	1.1 – 1.2	IRS: (1.5 - 2) V_S ; IGU: 1.5 V_S
Silt	1.4 – 1.6	1.1 – 1.2	IRS: 2 V_S ; IGU: 1.5 V_S
Clay	1.8 – 2.0	1.2	IRS: (2.5 - 3) V_S ; IGU: (1.5 – 2) V_S
Marl	1.8	1.1 – 1.2	(1.5 – 2) V_S for stiff layers
Marly limestone	1.8	1.1 – 1.2	(2 – 6) V_S or more for fractured layers
Weathered or fractured limestone			
Weathered and/or fractured rock	1.2	1.1	(1.1 – 1.5) V_S for slightly fractured layers 2 V_S or more for fractured layers

Corso di Fondazioni - Pali

La resistenza a taglio all'interfaccia nella porzione iniettata... in funzione di p_L or N_{SPT} :

$$s = a + bp_L$$

$$s = \alpha + \beta N_{SPT}$$

con i coefficienti a, b, α, β forniti in tabella:

Soil Type	Micropile type	a (MPa)	b	α (MPa)	β (MPa)
Sand and gravel	IGU	0	0.10	0	0.005
	IRS	0.05	0.10	0.05	0.005
Silt and clay	IGU	0.04	0.06	0.04	0.004
	IRS	0.10	0.084	0.1	0.006
Weathered and fractured rock	IGU	0.04	0.10	-	-
	IRS	0.04	0.13	-	-

da Piles and Pile Foundations

Ed. Taylor & Francis di
Russo, Mandolini e Viggiani

Corso di Fondazioni - Pali

Tra le raccomandazioni fornite dagli autori:

- ✓ Se la porzione iniettata del micropali si estende fino a piano campagna, si raccomanda di considerare i primi 5 metri come se fossero del tipo IGU.
- ✓ Lunghezza minima del palo IRS almeno 9 m con quindi almeno 4 metri di bulbo iniettato oltre i 5 metri trascurati

La resistenza alla punta, generalmente trascurabile o quasi, viene assunta pari al 15% della resistenza laterale.

Dunque il carico limite del micropalo si ottiene come:

$$Q_{ult} = 1,15 sL_s \pi \alpha d$$