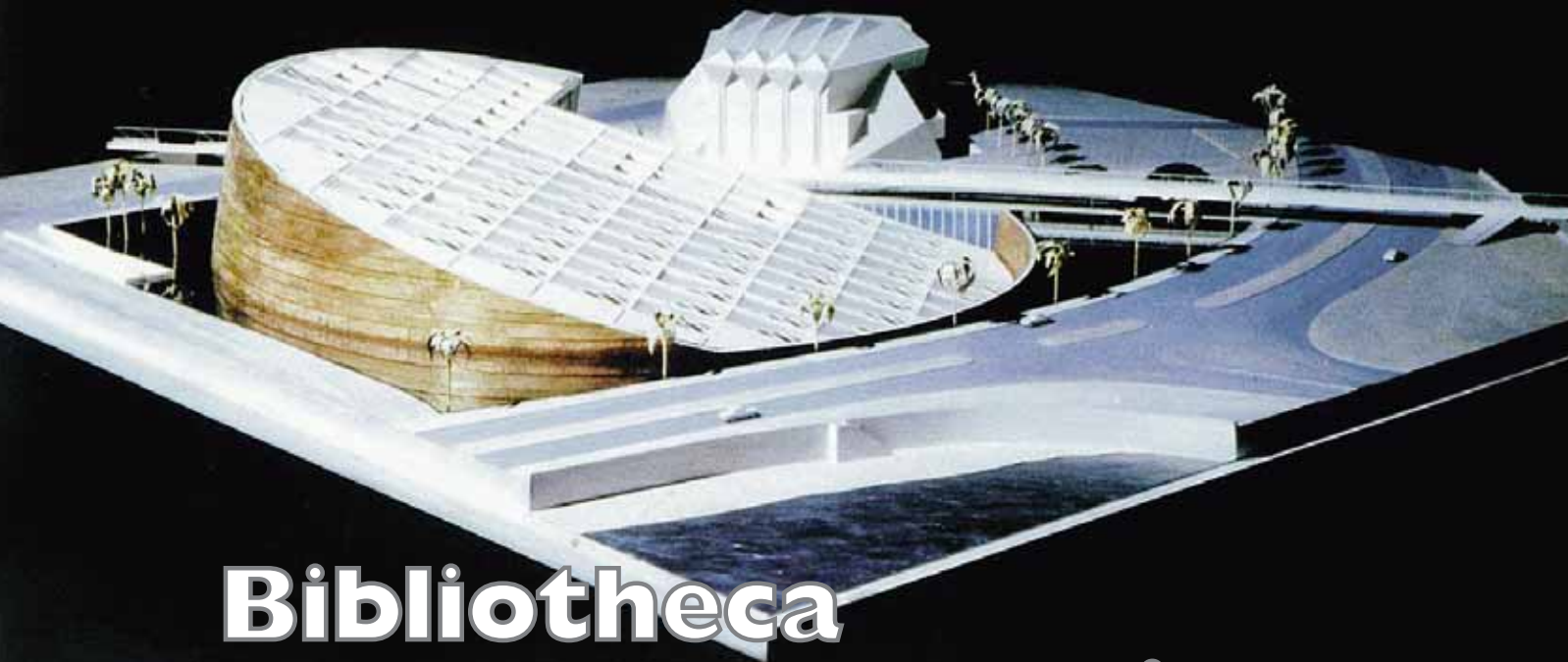
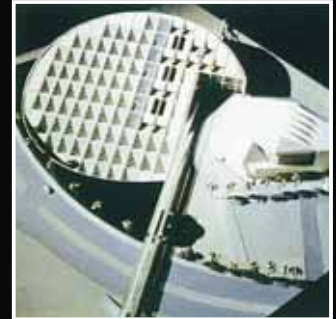


worldwide leader in the foundation engineering field



REFERENZA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



# Bibliotheca Alexandrina

Alexandria, Egypt



**Pali trivellati**  
Bored piles

**Jet grouting**  
Jet grouting

**Diaframmi**  
Diaphragm walls

Cliente :  
Owner : **Ministry of Higher Education, Arab Republic of Egypt**

Contrattista principale :  
Main Contractor : **RTA Joint Venture  
(RODIO-TREVI-ARAB CONTRACTORS)**

Durata dei lavori :  
Duration of work : **1995 - 1996**

## Introduzione

Nel 1990, il Governo Egiziano, in cooperazione con l'UNESCO, ha annunciato il progetto di "restaurare l'antica Biblioteca Alessandrina e di riaffermare il suo patrimonio universale in termini moderni". Alla presenza dei Capi di Stato riuniti ad Aswan sul Nilo, è stato lanciato un appello internazionale per raccogliere fondi e costruire la nuova Biblioteca ad Alessandria, nello stesso posto di quella antica, all'interno di un edificio di design contemporaneo.

A prima vista l'obiettivo è raccogliere le collezioni di opere che probabilmente facevano parte della Biblioteca Tolemaica. Ma lo scopo finale è resuscitare, non restaurare, l'antica istituzione come "tempio del sapere". La nuova biblioteca si concentra soprattutto sulla storia, la geografia e la cultura del Mediterraneo orientale e il vicino Oriente. Si enfatizzano in particolar modo le civiltà Greca ed Egizia, la Cristianità Copta e l'eredità dell'Islam. Le collezioni riguardanti la storia della scienza e della medicina che si trovavano nella Biblioteca dell'Università di Alessandria sono state ampliate e incorporate nella nuova fondazione. Inoltre, ogni governo internazionale, è stato invitato a donare una collezione di libri. La Biblioteca è una istituzione pubblica. Ospiterà anche un centro per la conservazione delle centinaia di manoscritti che rischiano la distruzione e che sono stati conservati dai monasteri, moschee e musei egizi.

## Introduction

*In 1990, the Egyptian Government in cooperation with UNESCO announced plans to "revive the ancient Bibliotheca Alexandrina by restating its universal legacy in modern terms". In the presence of Heads of State assembled at Aswan on the Nile, an international appeal for funds was launched to build the new Library in Alexandria, on the site of the old one, in a building of contemporary design.*

*The objective at first is to assemble collections of works likely to have been contained in the Ptolemaic Library. But the purpose is revival, not restoration, of the ancient institution as a "temple of learning". It focuses mainly on the history, geography and culture of the eastern Mediterranean world and the Near East. Special emphasis put on Greek and Egyptian civilizations, Coptic Christianity and the heritage of Islam. The basic collections in the history of science and medicine in the present library of the University of Alexandria is expanded and added to the new institution. Each of the world's governments was invited to donate a selection of books. The Library is envisioned as a public library. It also houses a centre for the conservation of the thousands of manuscripts threatened with destruction held by Egyptian monasteries, mosques and museums.*





Ispirandosi all'eredità dei Tolomaici, la nuova Biblioteca di Alessandria cerca, in accordo con lo scopo della sua costituzione, di mettere insieme una conoscenza che abbracci "gli scritti di tutti i popoli".

A differenza della sua antenata, la Biblioteca fa parte della rete di informazioni internazionale, e immagazzina informazioni in una banca dati accessibile ai ricercatori di tutto il mondo. Il progetto prevede anche la creazione di una scuola di scienza dell'informazione.

Il desiderio di Tolomeo alla fine del quarto secolo a.C. di "raccolgere tutti i libri del mondo" viene ora esaudito alla fine del ventesimo secolo d.C. con l'invito a raccogliere "gli scritti di tutti i popoli". A questo scopo, la nuova Biblioteca di Alessandria eredita il patrimonio di quella antica: raccogliere e conservare i documenti delle conquiste dell'umanità.

*With the heritage of the Ptolemies as its inspiration, the new Library of Alexandria attempts, according to its charter, to build a sum of knowledge embracing "the writings of all peoples".*

*Unlike its ancient ancestor, the Library joins the international information network, with information stored in a data base accessible to researchers all over the world. Plans also call for the establishment of a school of information sciences.*

*Ptolemy's order at the end of the fourth century B.C. to "collect all books in the world" is now echoed at the end of the twentieth century A.D. by the call to collect "the writings of all peoples". To this end, the new Library of Alexandria will continue the legacy of the old: to assemble and preserve the record of human achievement.*



## Background storico

A causa della sua posizione fra l'Asia, l'Africa e l'Europa, l'Egitto è stato la culla della civilizzazione occidentale.

Il sogno di Alessandro Magno di unificare il mondo fu la scintilla della creazione di una grande biblioteca che raccogliesse le culture e civiltà di tutto il mondo. In quel momento storico, la Biblioteca Alessandrina sorse in un luogo vicino al famoso Faro di Alessandria, una delle sette meraviglie del mondo antico.

L'obiettivo della Biblioteca era di copiare, tradurre, interpretare e conservare libri, al fine di perseguire il progresso della società e della cultura. In mezzo secolo, la Biblioteca diventò troppo piccola per il numero di volumi raccolti, così Tolomeo III decise di aggiungere un nuovo edificio, conosciuto come la Biblioteca figlia. Durante il turbolento periodo romano di Giulio Cesare e Teodosio la Biblioteca fu parzialmente bruciata, ma nonostante ciò, mantenne il riconoscimento di miglior scuola nel mondo per un periodo di 600 anni. È stato stimato che il numero di volumi delle due Biblioteche abbia raggiunto quasi 700.000 volumi.

## Hystorical background

*Due to its location between Asia, Africa and Europe, Egypt has been the cradle of the western civilization.*

*It was Alexander the Great's dream of unifying the world that sparked the thought of creating a great library that gathered the cultures and civilizations of the whole world. In his historical moment, the Bibliotheca Alexandrina appeared on a site near the famous Lighthouse of Alexandria, one of the seven wonders of the ancient world.*

*The objective of the Library was to copy, translate, interpret and store books, in order to lead to the progress of human society and culture. In half a century, the Library became too small for the number of collected volumes, so Ptolemy III decided to add a new building which was known as the daughter Library. In spite of perilous times during the Roman age of Julius Caesar and Theodosios, when the Library was partially burned, it was known as the best school in the world, a title which it held for a 600 year period. The number of volumes in the two libraries has been estimated to have reached almost 700,000 volumes.*



## Il progetto

La struttura, del diametro di circa 160 m, è costituita da dieci piani, quattro dei quali sotterranei e sotto il livello dell'acqua. Il complesso della Biblioteca, progettato per durare almeno 200 anni, comprende un nuovo Planetario e occupa una superficie di 70.000 m<sup>2</sup>.

L'idea del progetto è un semplice cerchio inclinato verso il mare, parzialmente sommerso in una piscina d'acqua: l'immagine dell'antico sole egizio, che illumina al tempo stesso il mondo e la cultura umana. Un cilindro piegato e tagliato, che ospita tutte le attività della Biblioteca sotto un tetto inclinato, che permette di vedere chiaramente il Porto Orientale e la vecchia Cittadella di Mameluke.

L'edificio è circondato da un muro rivestito di granito di Aswan e inciso con lettere scritte a mano e iscrizioni che rappresentano la civiltà mondiale. Il cilindro è avvolto da un muro liscio e solido.

## Project

The structure, about 160 m in diameter, is defined by ten floors four of which are completely underground and below water table. It is located near the newly built Conference Hall. The Library complex, designed for at least 200 years structural life, includes a new Planetarium and is placed on a 70,000 m<sup>2</sup> surface.

The design concept is a simple circle inclined towards the sea, partly submerged in a pool of water: the image of the ancient Egyptian sun, that in contemporary terms illuminates the world and human culture. A tilted, truncated cylinder, sheltering all the library activities under an inclined roof which allows a clear view of the Eastern Port and of the old Mameluke Citadel. The building is surrounded by a wall clad with Aswan granite engraved with calligraphic letters and representative inscriptions from the world civilization. A plain solid wall is wrapped around the cylinder.



## Fondazioni

Il particolare progetto, le critiche condizioni del suolo e il difficile ambiente salino, dovuto alla vicinanza del mare, hanno richiesto notevoli opere di fondazione e ingegneria, che sono state principalmente :

- una ulteriore **investigazione del suolo** in modo da definire accuratamente le caratteristiche geotecniche del terreno, e conseguentemente il progetto operativo;
- **diaframmi in cemento armato**, per un totale di circa 28,100 m<sup>2</sup>, lungo il perimetro della Biblioteca e la struttura del Planetario, con una profondità di -33,5 m e -27 m rispettivamente, in modo da permettere di scavare il terreno e integrare la struttura sotterranea;
- **605 pali trivellati fino ad una profondità massima di 42 m**, capaci di sostenere i carichi a trazione e a compressione delle fondazioni;

## Foundations works

The design concept, the critical ground conditions and the aggressive saline environment, due to the closeness to the sea, required remarkable foundation and ground engineering works, mainly consisting of:

- an additional **soil investigation** in order to accurately define the local geotechnical features of the ground, and consequently the operative design review;
- reinforced concrete **diaphragm walls**, for a total of about 28,100 m<sup>2</sup>, at the perimeter of the Library and of the Planetarium structures, deepened down to -33.5 m and -27 m respectively, in order to allow the ground excavation and to integrate the underground structure;
- **605 bored piles** to a 42 m maximum depth, apt to support the compressive and tensile foundation loads;



■ consolidamento del suolo con tecnica **jet grouting**, in modo da assicurare le caratteristiche geotecniche appropriate nell'area tra la Biblioteca e l'Edificio delle Conferenze;

■ **interventi di drenaggio**, per assicurare lo scavo del terreno "a secco" e la costruzione delle strutture progettate sotto il livello dell'acqua;

■ scavo del terreno e, per la Biblioteca, costruzione di una **soletta di fondazione impermeabile e rinforzata**, dello spessore di 1,2 m, collegata alla testa dei pali.

■ *soil improvement by **jet grouting** in order to ensure the suitable geotechnical features in the area between the Library and the Conference Building;*

■ ***dewatering interventions** apt to ensure the "dry" ground excavation and the construction of the structures designed below water level;*

■ *soil excavation and, for the Library, construction of a **waterproofed and reinforced foundation slab**, 1.2 m thick, linked to the piles head.*



## Lavori eseguiti

### Allestimento di cantiere

L'installazione del cantiere consisteva nel creare una piattaforma di lavoro e nella fornitura e assemblaggio di materiali, impianti, attrezzature e servizi. La piattaforma di lavoro è stata realizzata tramite la costruzione provvisoria, sul perimetro dell'area della Biblioteca, di una "Berlinese" a sbalzo, profonda dai 7 ai 15 m. e lunga 670 metri e il successivo scavo del terreno, fino alla quota di progetto di + 2 m. sopra il livello del mare.

Gli impianti, le attrezzature e i servizi comprendevano principalmente:

- 2 impianti di calcestruzzo, per una capacità totale di 150 m<sup>3</sup>/ora;
- un impianto di miscelazione cementizie, di capacità superiore ai 100 m<sup>3</sup>/ora, compresi i silos per lo stoccaggio di cemento e bentonite;
- l'impianto per la preparazione e circolazione del fango di polimero utilizzato per lo scavo del diaframma, compresi i silos, il miscelatore, le pompe e gli impianti di disabbigliamento con una capacità produttiva di 900 m<sup>3</sup>/ora;
- gli uffici, l'officina, il magazzino, il laboratorio del controllo qualità.

## Work executed

### Site installation

*The site installation consisted in creating the working platform and in supplying and assembling on site materials, plants, equipment and services. The working platform was achieved by the preliminary construction at the border of the Library area of a cantilever Berlin Wall, 7 to 15 m deep and 670 m long, and the subsequent excavation down to the designed working platform at elevation + 2 m above sea level.*

*Plants, equipment and services mainly included:*

- *2 concrete batching plants, for a total capacity of 150 m<sup>3</sup>/hour*
- *grouting production plant, over 100 m<sup>3</sup>/hour capacity, including silos for cement and dry bentonite storage*
- *the plant for preparation and circulation of the polymeric slurry utilized for the diaphragm wall excavation, including silos, mixers, pumps and desanding plants for a total of 900 m<sup>3</sup>/hour capacity*
- *offices, workshop, store, quality controllaboratory.*



## Consolidamento del suolo

Nell'area intermedia tra la Biblioteca e l'Edificio delle Conferenze, le caratteristiche meccaniche del terreno sabbioso sono state migliorate attraverso un trattamento jet grouting al fine di garantire i valori di resistenza e rigidità richiesti dietro la parte dritta del diaframma, dove l'effetto positivo dell'"arco" non arriva.

Il trattamento è stato eseguito per ottenere un volume costantemente consolidato dello strato sabbioso tra il piano campagna e la parte superiore di strato roccioso alla quota -12,5 m.

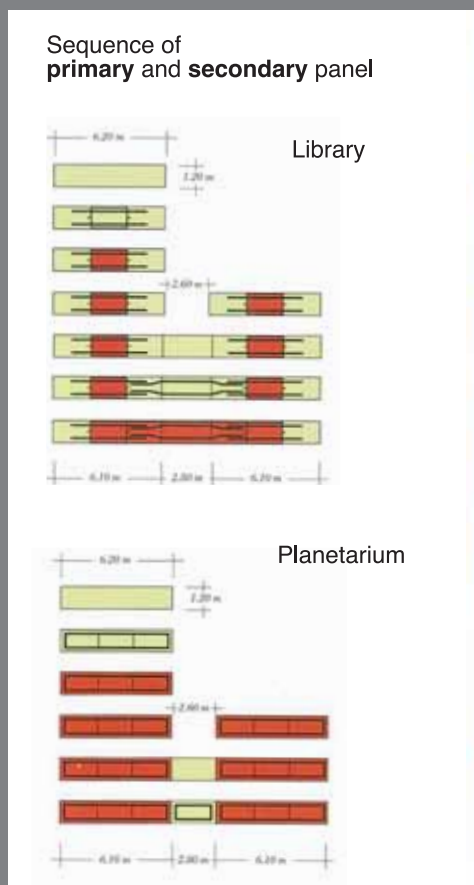
**Un volume totale di circa 35,000 m<sup>3</sup> di terreno è stato consolidato attraverso 29,300 m di colonne di jet grouting mono-fluido (7,400 m e 21,900 m di colonne diametro 600 mm e 1,200 mm rispettivamente).**

## Soil Improvement

At the interference area between the Library and the Conference Building, the mechanical features of the sandy soil were improved by a jet grouting treatment in order to ensure the required strength and stiffness values behind the straight part of the diaphragm wall, where the "arch" beneficial effect was not available.

The treatment was applied to achieve a continuous improved volume in the sandy layer between the working platform and the top of the rock layer at elevation -12.5 m.

**A total of about 35,000 m<sup>3</sup> of soil were improved by 29,300 m of single fluid jet grouting columns (7,400 m and 21,900 m for 600 mm and 1,200 mm column diameter respectively).**



## Diaframmi

I diaframmi costituiscono parte integrante della struttura sotterranea e sono stati progettati in modo da consentire lo scavo in sicurezza del terreno e la costruzione della Biblioteca e del Planetario. Il perimetro della pianta della Biblioteca è un cerchio di 160 m. di diametro, troncato con una linea retta in corrispondenza della parte in cui si trova il Centro Conferenze. Il diaframma della Biblioteca consiste in una grande e profonda struttura progettata per lavorare a sbalzo. Nella parte circolare la stabilità è stata favorita anche dall'effetto "cerchio"; inoltre, a causa delle peculiari esigenze statiche, è stato necessario garantire la continuità orizzontale delle gabbie di armatura in acciaio tra i pannelli in calcestruzzo. A tal fine, sono state adottate tecnologie molto innovative, in modo da garantire le varie e complesse connessioni progettate tra i pannelli adiacenti.

Particolare cura ed attenzione sono state dedicate alla selezione dei materiali, in modo da assicurare la durata della struttura, in presenza dell'ambiente aggressivo esistente. Sono state adottate controlli di qualità speciali, compreso il controllo della verticalità in tempo reale e il controllo di ogni pannello scavato. Durante il successivo scavo del materiale confinato dal diaframma e le successive fasi di costruzione, il comportamento del diaframma è stato continuamente monitorato mediante un sofisticato sistema di controllo.

Sono stati costruiti circa 29,000 m<sup>2</sup> di diaframma, avente spessore pari a di 1,2 m, fino ad una quota di -33,5 m e di -27 m, rispettivamente per la Biblioteca e il Planetario.

## Diaphragm wall

The diaphragm walls form an integral part of the underground structures. Furthermore, they have been designed in order to allow the safe ground excavation and construction of Library and of Planetarium. The Library layout perimeter is a circle 160 m diameter truncated with a straight section in correspondence of the Conference Centre side. The Library diaphragm wall consisted of a large and deep structure, designed to work as cantilever. In the circular part its stability took advantage also of the ring effect. Furthermore, due to the peculiar static requirements, it was required to ensure the horizontal continuity of the reinforcing steel between concreted panels. To this end, very innovative technologies have been adopted, in order to assure the various and complex designed joint connections between adjacent panels. Particular attention and care was paid to the selection of materials, in order to assure the durability of the structure against the existing aggressive saline environment. Special measures, including real time verticality control and inspection tests of each excavated trench, were adopted. During the subsequent excavation and construction steps, the diaphragm wall behaviour was verified through a sophisticated geometrical survey. About 29,000 m<sup>2</sup> of wall, 1.2 m thick, were built down to elevations -33.5 m and -27 m, respectively for Library and Planetarium.



## Pali Trivellati

I pali trivellati sono stati progettati e costruiti, a partire dalla piattaforma di lavoro. I carichi variano notevolmente, da valori ad alta compressione sulla parte bassa più pesante della struttura (fino a 9,230 kN), ad alti valori a trazione sulla sezione alta più leggera (fino a 2,820 kN).

In dettaglio, l'esecuzione dei pali trivellati ha comportato:

- 134 pali (ø1500 mm) soggetti a compressione;
- 146 pali (ø 1000 mm) soggetti a compressione e a trazione;
- 325 pali (ø 1200 mm) soggetti a trazione.

Per aumentare la capacità dei pali, si sono eseguite una o due alesature a campana nella formazione calcarea. Inoltre, per migliorare il valore di frizione tra calcestruzzo e roccia, sono state sistematicamente eseguite iniezioni di base a bassa pressione dopo il betonaggio.

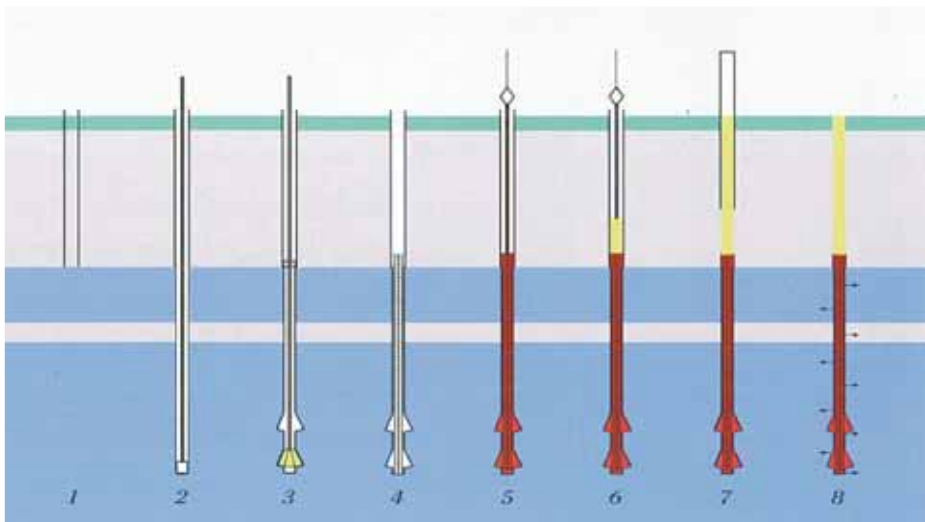
## Bored Piles

The bored piles were designed and built, starting from the working platform. The loads vary considerably, from high compression values on the heavier south part of the structure (to 9,230 kN), to high tensile values on the lighter north section (to 2,820 kN).

In detail, the bored piles activity included:

- 134 piles 1,500 mm diameter under compression load;
- 146 piles 1,000 mm diameter under compression/tension load;
- 325 piles 1,200 mm diameter under tension load.

To enhance the pile capacity, one or two bell enlargements were carried out in the calcareous formation. In addition, to improve the concrete/rock interface friction value, base pressure grouting was systematically performed after concreting.



The construction of a single pile, starting from the working platform, involved:

1. driving of the temporary casing down to the top rock formation
2. excavation down to the design depth under water
3. bell enlargement of the excavation in the calcareous formation, cleaning of the bottom of the excavation
4. installation of the steel cage within the bottom of the excavation and the bottom raft level
5. concrete casting from the bottom up to the bottom raft level
6. sand filling from the bottom raft level to the working platform
7. temporary casing withdrawal
8. up stage pressure grouting through the sleeved pipes connected to the steel cage (extended where required to the base of the pile).





5819, via Dismano - 47522 Cesena (FC) - Italy  
Tel. +39.0547.319311 - Fax +39.0547.318542  
e-mail: [intdept@trevispa.com](mailto:intdept@trevispa.com)  
[www.trevispa.com](http://www.trevispa.com)