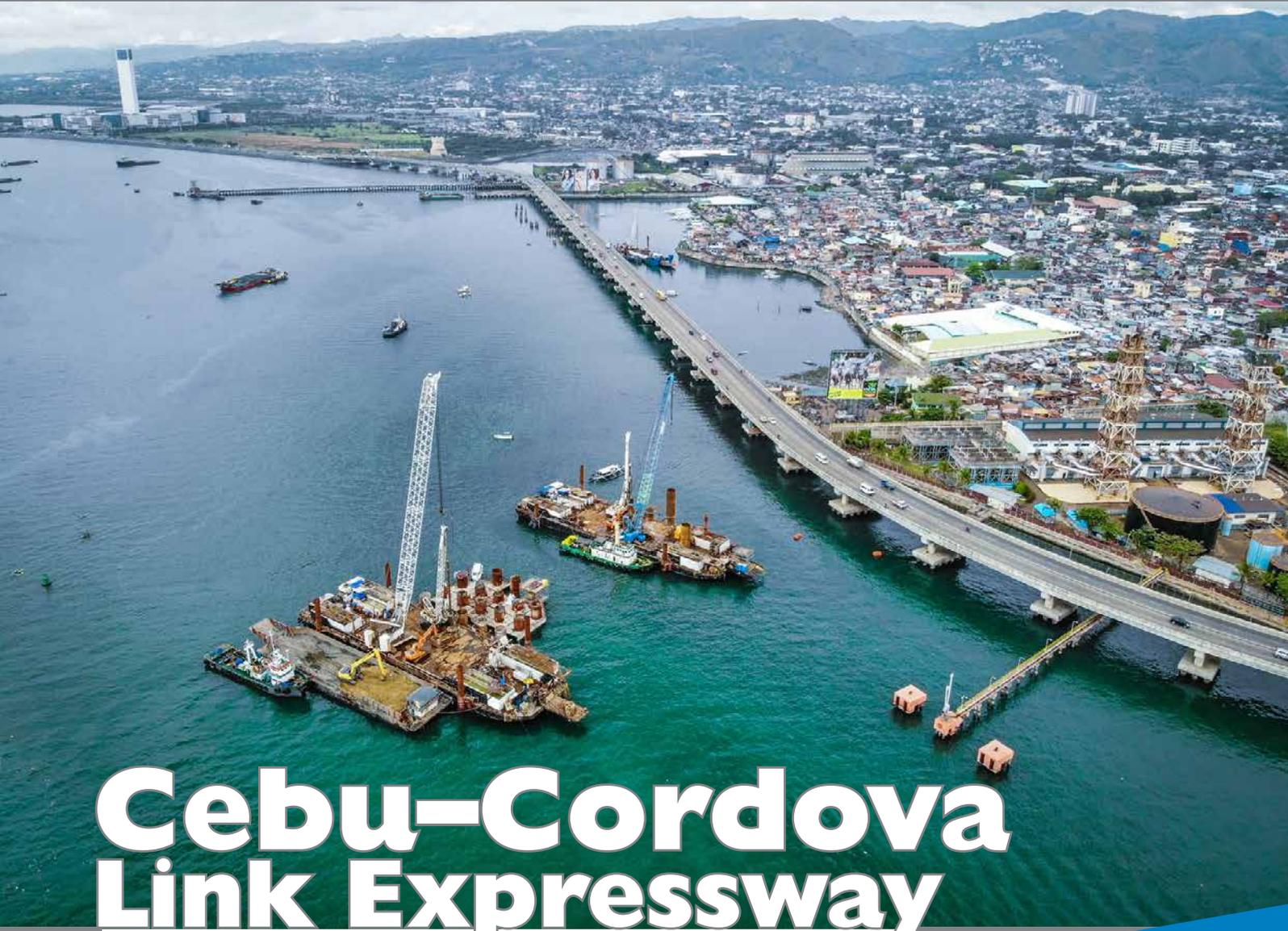


worldwide leader in the foundation engineering field

TREVI FOUNDATIONS
PHILIPPINES

REFERENZA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



Cebu-Cordova Link Expressway

Cebu city, Philippines

Pali trivellati in acqua
Bored Piles Offshore



Cliente :
Owner :

METRO PACIFIC TOLLWAYS DEVELOPMENT CORPORATION

Contrattista principale :
Main Contractor :

CEBU LINK JOINT VENTURE (Acciona, First Balfour, D.M. Consunji Inc.)

Durata dei lavori :
Duration of works:

2018 - 2020

Introduzione

La Trevi Foundation Philippines Inc. sta completando l'installazione delle fondazioni profonde per uno dei **progetti stradali più importanti e cruciali nella Repubblica delle Filippine, il Cebu-Cordova Link Expressway (CCLEX)**, che collegherà direttamente l'area industriale principale di Cebu City all'aeroporto internazionale di Mactan ed alle nuove aree in fase di rapido sviluppo della città di Cordova.

Tale progetto, del costo di circa 500 milioni di dollari americani, rivoluzionerà completamente il traffico stradale tra le isole di Cebu e Mactan, che attualmente sono collegate da due ponti continuamente congestionati dal traffico veicolare.

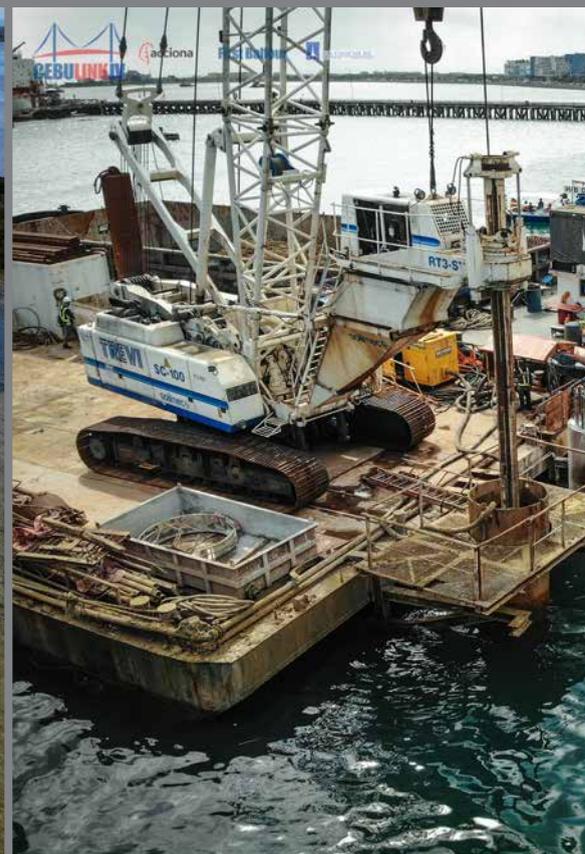
La Metro Pacific Tollways Development Corporation (MPTC), in collaborazione con le Municipalità di Cebu e Cordova, si

Introduction

Trevi Foundations Philippines, Inc. is completing the installation of deep foundations for **one of the most important and crucial road projects in the Republic of the Philippines, the Cebu-Cordova Link Expressway (CCLEX)**, which will directly connect the main industrial area of Cebu City to Mactan International Airport and the new rapidly developing areas of the city of Cordoba.

This project, costing about 500 million US dollars, will completely revolutionize road traffic between the islands of Cebu and Mactan, which are currently connected by two bridges continuously congested by vehicular traffic.

Metro Pacific Tollways Development Corporation (MPTC), in collaboration with the municipalities of Cebu and Cordoba, was awarded the CCLEX contract under the construction and management sche-



è aggiudicata i lavori del CCLEX nell'ambito dello schema di costruzione e gestione del programma di partenariato pubblico-privato sviluppato dal governo filippino. La realizzazione dell'opera è stata quindi affidata da MPTC ad una propria sussidiaria creata appositamente per tale sviluppo, la Cebu-Cordova Link Expressway Corporation (CCLEC).

L'obiettivo di MPTC è quello di dimezzare il tempo di viaggio effettivo dall'isola di Mactan a Cebu e viceversa, in modo da attirare un numero di utenti giornalieri che è stato stimato inizialmente pari a circa 40,000 ÷ 50,000 unità.

La costruzione dell'opera è stata quindi appaltata alla Cebu Link Joint Venture (CLJV), un'associazione temporanea di imprese costituita dalla società spagnola ACCIONA Construction S.A., e le società filippine D. M. Consunji Inc. e First Balfour Inc.

CCLEC ha combinato i servizi della COWI A/S danese, in qualità di consulente principale, con quelli della DCCD Engineering Corporation delle Filippine come consulente tecnico del Cliente e con quelli della Norconsult, una società di consulenza norvegese,

me of the public-private partnership program developed by the Philippine government. MPTC entrusted the construction of the project to its own subsidiary, Cebu-Cordova Link Expressway Corporation (CCLEC), which was created specifically for this development. MPTC's objective is to halve the actual travel time from the island of Mactan to Cebu and vice versa, so as to attract an initially estimated 40,000 to 50,000 daily users.

The development of the project was then contracted out to Cebu Link Joint Venture (CLJV), a temporary association of companies set up by the Spanish company ACCIONA Construction S.A., and the Philippine companies D. M. Consunji, Inc. and First Balfour, Inc. CCLEC combined the services of the Danish COWI A/S as principal consultant with those of the Philippine DCCD Engineering Corporation, as technical consultant to the Client, and with those of Norconsult, a Norwegian consulting firm, which joined the team as an independent consultant.

che è entrata a far parte della squadra in qualità di consulente indipendente.

Progetto

Il **Cebu-Cordova Link Expressway Project (CCLEX)** prevede la costruzione di una nuova autostrada con due corsie per senso di marcia, che viaggerà principalmente al di sopra di barriere coralline intertidali ed attraverserà il canale di Mactan tramite un alto ponte strallato (**Ponte di Cebu**) connesso alla terraferma per mezzo di lunghi viadotti.

In dettaglio, il CCLEX, a partire dal lato di Cebu City, sarà costituito da:

- Rampa da realizzare a fianco dell'esistente viadotto CSCR, 640 m;
- Rampa da realizzare a fianco dell'esistente viadotto CSCR, 628 m;

Project

The Cebu-Cordova Link Expressway Project (CCLEX) will realize a new motorway, with two lanes in each direction, which will mainly travel over intertidal coral reefs and cross the Mactan Channel via a high cable-stayed bridge (Cebu Bridge) connected to the mainland by long viaducts.

In detail, the CCLEX, starting from the side of Cebu City, will consist of:

- Ramp to be built alongside the existing CSCR viaduct, 640 m long;
- Ramp to be built alongside the existing CSCR viaduct, 628 m long;
- Cebu viaduct, 340 m long;
- Cebu Bridge with five spans, for a total length of 651.5 m and a central span 390 m long;
- Cordoba viaduct, including an 810 m long toll area with 8 lanes in



Schema dell'impianto di Soil Washing / Soil & sediment washing mobile plant

- Viadotto di Cebu, lungo 340 m;
- Ponte di Cebu a cinque campate, per una lunghezza totale di 651,5 m e una campata centrale lunga 390 m;
- Viadotto di Cordova, comprensivo di un casello di 810 m di lunghezza, dotato di 8 corsie per senso di marcia;
- La sopraelevata, che collega il casello al Mactan Circumferential Road (MCR), di lunghezza pari a circa 5100 m e comprensiva di 4 viadotti a basso livello: Viadotto del Canale di Cordova (180 m), Viadotto Cordova- Gabi Pilipog (300 m), Viadotto dei Pescatori di Cordova (60 m) e Viadotto Cordova-Pilipog (60 m).
- L'autostrada si concluderà con un'intersezione a T con connessione al MCR in località Pilipog.

Il **Ponte di Cebu** è un ponte strallato con due torri centrali che raggiungono un'altezza di +145,00 m sul livello del mare, a causa delle restrizioni per l'autorizzazione alla navigazione aerea; sia le torri centrali che le pile posteriori si fondano su pali.

each direction;

- The causeway, which connects the toll area to the Mactan Circumferential Road (MCR), will be about 5.100 m long and will include 4 low-level viaducts: the Cordova Channel Viaduct (180 m), the Cordova-Gabi Pilipog Viaduct (300 m), the Cordova Fishermen's Viaduct (60 m) and the Cordova-Pilipog Viaduct (60 m).
- The motorway will end with a T-junction with connection to the MCR at Pilipog.

The Cebu Bridge will be a cable-stayed bridge with two central towers reaching a height of +145.00 m above medium sea level, due to restrictions on the authorization of air navigation; and both the central towers and the rear piers will be supported by deep foundations.

Two stainless steel crosses will be attached to the upper part of each tower and allow the anchorage, at the centre of the transversal section of the span, of a flat system of single stays which will be made up of 14 stays on each side of the tower. The stays will be

Due croci in acciaio inox sono vincolate alla parte superiore di ciascuna torre e permettono l'ancoraggio, al centro della sezione trasversale della campata, di un sistema piano a stralli singoli che risulta formato da 14 stralli su ogni lato della torre.

Gli stralli sono posizionati ad interasse di 7.5 m nelle campate posteriori e di 12.0 m lungo quella principale.

Fondazioni profonde

La Trevi Fondazioni Philippines Inc. è stata scelta come subappaltatore specializzato per la realizzazione delle fondazioni profonde del CCLEX.

L'appalto affidato a Trevi Fondazioni Philippines Inc. prevede l'installazione di **oltre 450 pali trivellati**, la maggior parte dei quali

positioned at a distance of 7.5 m in the rear spans and 12.0 m along the main span.

Deep Foundations

Trevi Foundations Philippines, Inc. was chosen as the specialist subcontractor for the construction of the deep foundations of the CCLEX.

*The contract awarded to Trevi Foundations Philippines, Inc. involves the installation of **more than 450 piles**, most of which are installed offshore, for a total drilling length of **more than 13,000 linear meters and diameters ranging from 1.0 m to 2.5 m.***

These piles, with lengths ranging from 11 to 70 m, will transfer the entire load of the superstructures into the deep soil layers in order to



a mare, per **una lunghezza totale di perforazione di oltre 13,000 metri lineari e con diametri variabili da 1.0 m sino a 2.5 m.**

Questi pali, di **lunghezza variabile tra 11 a 70 m**, trasferiranno l'intero carico dell'opera in profondità nel sottosuolo in modo da garantire cedimenti strutturalmente ammissibili ed un adeguato fattore di sicurezza. La sfida tecnica più grande che Trevi sta affrontando è l'esecuzione di pali lunghi e di grande diametro nel mezzo del congestionato e trafficato Canale di Mactan.

Geologia

La maggior parte del tracciato è situato all'interno del canale di Mactan e delle barriere coralline intertidali limitrofe dove sono presenti potenti strati di calcare (*Carcar Limestone*) e depositi alluvionali quaternari. Il *Carcar Limestone* è un'unità geologicamente giovane che si estende lungo le zone costiere dell'isola di Cebu ed è caratterizzato a tratti da una struttura porosa e corallina, ma

ensure structurally admissible settlements and an adequate safety factor. The greatest technical challenge that Trevi has been facing so far, is the execution of long and large diameter piles in the middle of the Mactan Channel, often congested by busy traffic.

Geology

*Most of the route is located inside the Mactan Channel and the neighbouring intertidal coral reefs where there are thick layers of limestone (*Carcar Limestone*) and quaternary alluvial deposits. The *Carcar Limestone* is a geologically young unit that extends along the coastal areas of the island of Cebu and is characterized at times by a porous and coral structure, but also by compact and fossil portions. Marl intercalations and reshaped areas have also been observed, which appear as conglomerates of limestone nature.*

The quaternary alluvial deposits in the area in question are composed of layers of sand, gravel and thin layers of silt and clay. It is believed that the geology of the area has been strongly influen-

pure da porzioni massicce e fossilifere. Sono state osservate anche intercalazioni di marne e zone rimaneggiate che appaiono come conglomerati di natura calcarea.

I depositi alluvionali quaternari nell'area in oggetto sono composti da strati di sabbie, ghiaie e sottili strati di limo e argilla.

Si ritiene che la geologia della zona sia stata fortemente influenzata dalla modalità di deposizione nel canale da parte del fiume Guadalupe e dalle oscillazioni del livello marino.

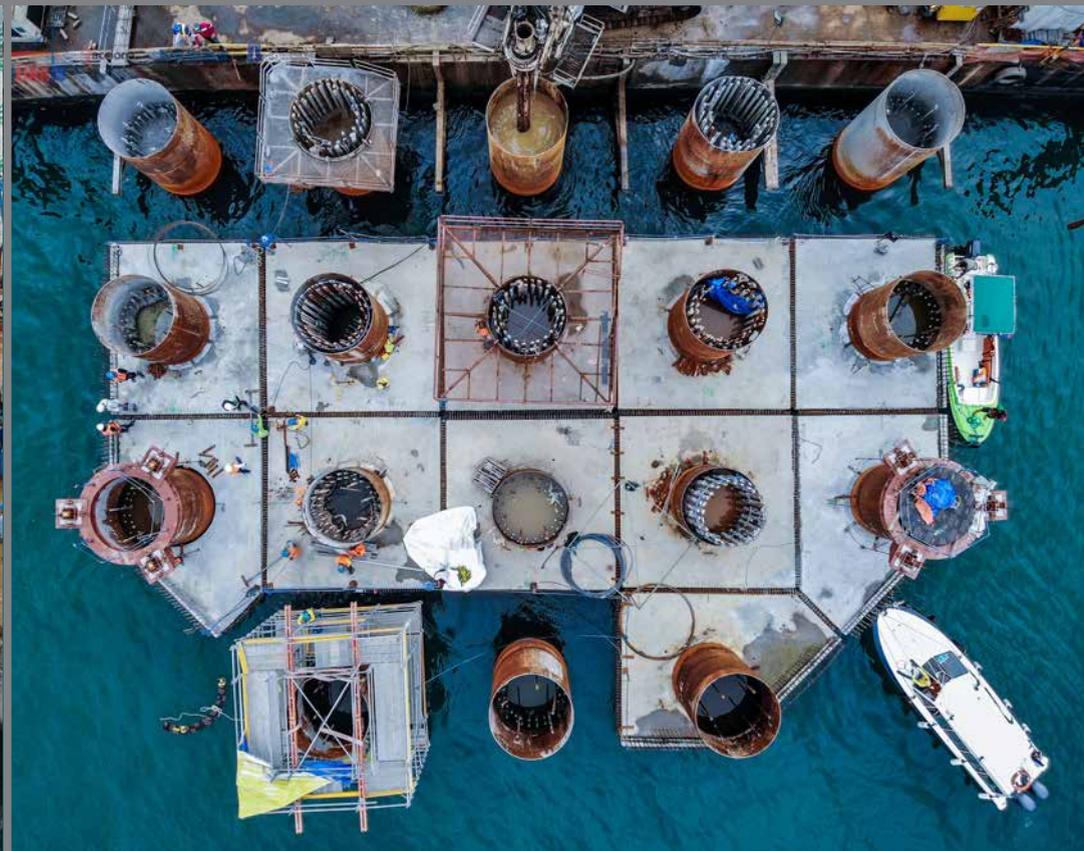
I risultati dell'indagine geognostica suggeriscono che il Carcar Limestone rappresenti il substrato roccioso predominante nella zona centrale dell'opera, vale a dire a partire dai margini del fiume Guadalupe verso Cordova. Tale unità geologica è spesso inclusa all'interno di uno spesso strato di sabbia ghiaiosa ove sono a tratti presenti conglomerati.

La ghiaia ed i ciottoli recuperati sono risultati di origine andesitica,

ced by the Guadeloupe River depositions in the Channel and by sea level fluctuations.

The results of the soil investigations suggest that the Carcar Limestone represents the predominant rock substratum in the central area of the project, i.e. from the margins of the Guadalupe river towards Cordoba. This geological unit is often included within a thick layer of gravelly sand where conglomerates are sometimes present.

The recovered gravel and pebbles are of Andesitic origin, from rounded to sub-rounded. The shallow part of the sequence is represented by a thick covering of mainly sandy deposits with the presence of silt and clay of low plasticity.



da arrotondati a sub-arrotondati. La porzione più superficiale della sequenza è rappresentata da una spessa copertura di depositi prevalentemente sabbiosi con la presenza di limi ed argille di bassa plasticità.

Lavorazioni ed attrezzature

Alle notevoli dimensioni dei pali è associato un elevato peso delle relative gabbie di armatura, per cui è stato necessario l'impiego sia di perforatrici che di macchinari per la movimentazione delle gabbie di grandi dimensioni. Pertanto, la gestione logistica del progetto nel suo complesso sta rappresentando la più grande sfida per Trevi.

La parte più impegnativa del progetto è sicuramente risultata l'esecuzione dei pali per le due torri del Ponte di Cebu dove sono stati previsti ovviamente i pali di maggiori dimensioni, da realizzarsi in a mare in mezzo al Canale di Mactan. La fondazione di ciascuna torre è composta da 21 pali trivellati di diametro pari a 2,5 m e

Equipment & Works

The considerable size of the piles is associated with a significant weight of the related reinforcement, so that it was necessary to use suitable equipment to handle such large cages. Therefore, the logistical management of the project is actually representing the greatest difficulties for Trevi.

The most challenging part of the project is certainly represented by the execution of the piles for the two towers of the Cebu Bridge, where the larger piles have to be installed in the middle of the Mactan Channel. The foundation of each tower is composed of 21 bored piles with diameter equal to 2.5 m and variable lengths up to about 70 m. The very limited accuracy and positioning tolerances are representing one of the most technically demanding challenges of the entire project. The heavy steel cages, with a high number of 50 mm coupled re-bars, all of which had to be joined by coupler sleeves, have made the operations even more arduous.

In order to shorten the timing and increase the precision in the instal-



810 m

la lunghezza del viadotto di C

2500 mm

diametro dei pali fondazione torre

70 m

la lunghezza
dei pali di f

651.5 m

lunghezza complessiva delle campate del Ponte

5.1 km

la sopraelevata MCR
comprensiva dei viadotti di collegamento

145 m.a.s.l.

l'altezza delle due torri centrali

ordoba

za media
fondazione

CEBU

lunghezze variabili sino a circa 70 m.

La precisione e le tolleranze di posizionamento molto limitate hanno rappresentato una delle sfide tecnicamente più impegnative dell'intero progetto. Le pesanti gabbie in acciaio, con un elevato numero di barre da 50 mm accoppiate a due a due, e che dovevano essere tutte unite tramite manicotti accoppiatori, hanno reso le operazioni ancor più impegnative.

Per accorciare i tempi ed aumentare la precisione nell'installazione delle gabbie di armatura, **Trevi ha studiato e sviluppato un sistema apposito denominato H.C.T.S. (Hydraulic Catapult Trevi System)** che è stato realizzato ed impiegato con successo durante il sollevamento.

Per l'esecuzione dei lavori a mare sono state utilizzate tre chiatte opportunamente dimensionate ed attrezzate in funzione delle attività specifiche assegnate. Per il progetto sono stati impiegati diverse perforatrici o gruppi di perforazione prodotti da Soilmecc.

Una delle chiatte era dotata di una perforatrice **Soilmec R-930**, una gru di servizio da 250 tonnellate, vibro-martello, terne di servizio ed un impianto per i fanghi di perforazione.

Un'altra chiatta è stata attrezzata con un gruppo di perforazione **Soilmec SM-870 con rotary R-25**, una gru di servizio da 300 tonnellate, vibro-martello, terne di servizio ed un impianto per i fanghi di perforazione.

La terza chiatta è stata allestita con un gruppo di perforazione **Soilmec SC-100 con rotary RT3-S**, vibro-martello, terne di servizio ed un impianto per i fanghi di perforazione.

La Trevi Foundations Philippines Inc. ha già completato attualmente tutti i pali del Ponte di Cebu, mentre sono ancora in corso alcuni lavori di palificazione delle altre strutture (rampe, viadotti, sopraelevata ecc.).

lation of the reinforcement cages, Trevi has studied and developed a special system called H.C.T.S. (Hydraulic Catapult Trevi System) which has been fabricated and is being successfully used during the lifting operations.

For the offshore operations, three barges are being used, suitably sized and equipped according to the specific activities assigned.

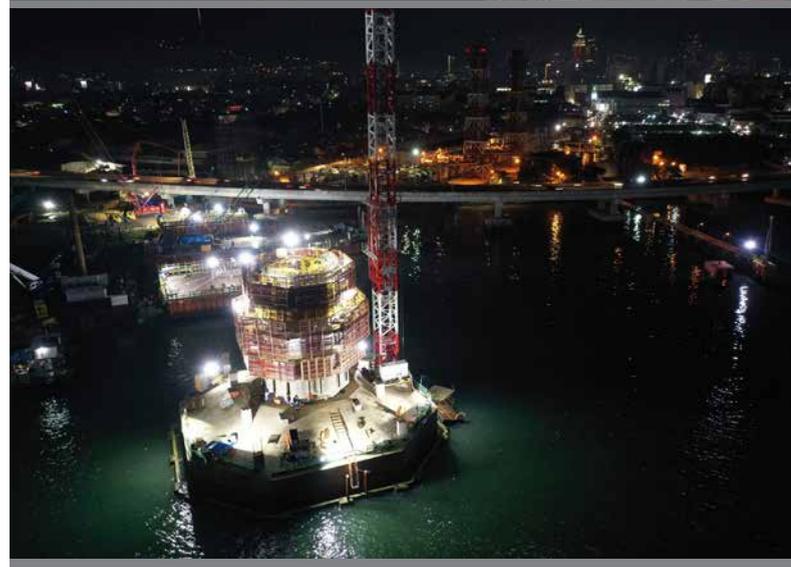
For the project several Soilmecc drilling rigs or drilling units have been deployed.

One of the barges has been equipped with a Soilmecc R-930 drill, a 250-ton service crane, vibrohammer, service backhoe loader and a drilling mud rig.

Another barge has been equipped with a Soilmecc 870+R25 drilling unit, a 300-ton service crane, vibrohammer, service backhoe loader and drilling mud rig.

The third barge has been equipped with a Soilmecc SC100+RT3-s drilling unit, vibrohammer, service backhoe loader and drilling mud rig.

Trevi Foundations Philippines Inc. has already completed all the piles of the Cebu Bridge, while some piling works on the other structures (ramps, viaducts, elevated structures, etc.) are still in progress.



TREVIFOUNDATIONS
PHILIPPINES

Unit 2301, 23rd Floor 88 Corporate Center - 141 Valero corner Sedeño St.
Salcedo Village, **Makati City** - 1227 Philippines
Tels. +63 (2) 8673181 to 83 - Fax +63 (2) 8673179
e-mail: treviphl@trevispa.com
www.trevi.com.ph

TREVI
a TREVI Group company

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