

worldwide leader in the foundation engineering field



REFERENZA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



A4 Highway - New Third Lane Bridge across the Tagliamento river

Aut. A4 - 3a corsia
Ponte sul fiume Tagliamento

Fossalta-Gonars (VE), Italy

Pali Grande Diametro
Large Diameter Piles



Cliente :
Owner :

AUTOVIE VENETE SPA

Contrattista principale :
Main Contractor :

A.T.I. (Rizzani-Pizzarotti)

Durata dei lavori :
Duration of the work:

Feb. 2017 - Feb. 2018

Introduzione

Il terzo lotto Fossalta-Gonars, lungo 26 chilometri e ubicato all'interno di ben undici comuni, prevedeva la costruzione di otto cavalcavia e undici sottopassi.

La concessionaria autostradale Autovie Venete S.p.A., aveva affidato i lavori all'A.T.I. costituita dalle imprese Rizzani De Eccher e Pizzarotti, la quale, attraverso la Consortile Tiliaventum S.c.a.r.l., aveva deciso in seguito di subappaltare i lavori per le opere speciali di fondazione a Trevi S.p.A.

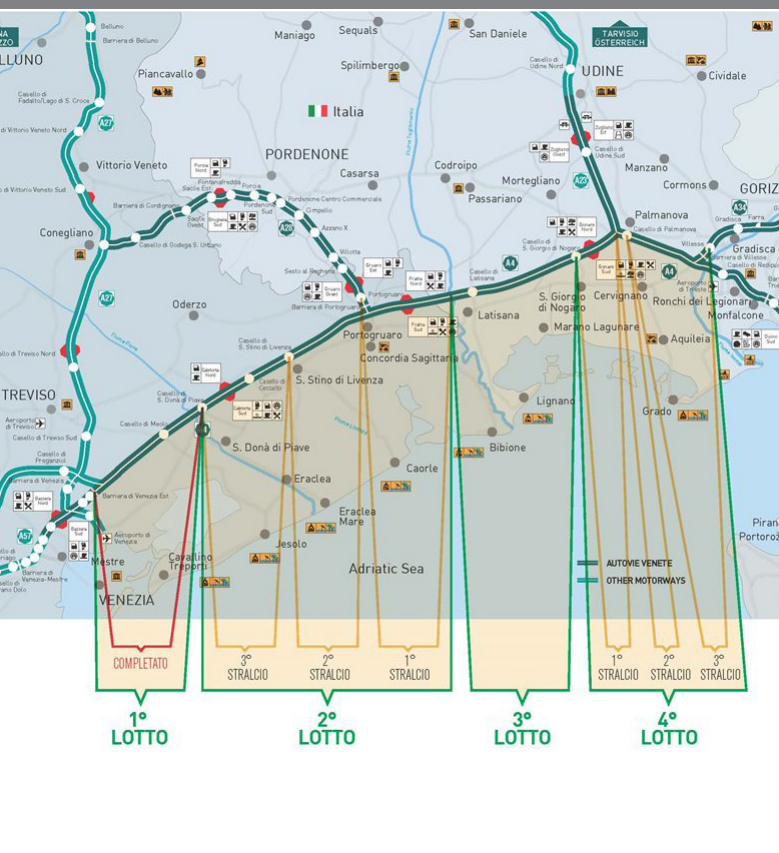
L'intervento più delicato e complesso risultava quello in corrispondenza del ponte sul fiume Tagliamento, lungo 1,5 km e composto al tempo da due sole corsie per ogni senso di marcia senza corsia di emergenza. Il nuovo ponte sul fiume Tagliamento era previsto in affiancamento all'esistente.

Introduction

The third highway portion Fossalta-Gonars, 26 kilometres long and located within eleven municipalities, involved the construction of eight flyovers and eleven underpasses.

The highway concessionaire, Autovie Venete S.p.A., awarded the contract to the JV formed by the companies Rizzani De Eccher and Pizzarotti, which subsequently, through their subsidiary Consortile Tiliaventum S.c.a.r.l., decided to subcontract the works for the special foundations to Trevi S.p.A.

The most delicate and complex part of the project was in correspondence of the bridge over the river Tagliamento, 1.5 km long and provided of only two lanes for each direction of travel without emergency lane. The new bridge over the river Tagliamento was planned to flank the existing one.



Il nuovo ponte sarebbe stato formato da due impalcati paralleli ciascuno dei quali avrebbe presentato una larghezza complessiva di 20,30 m.

Caratteristiche generali dell'opera:

- Due viadotti affiancati, uno per senso di marcia;
- Lunghezza tot. netta dell'impalcato nord (>Venezia) 1518.13 m;
- Lunghezza tot. netta dell'impalcato sud (>Trieste) 1523.83 m;
- Entrambi i viadotti sono costituiti da 20 campate con 19 pile per ogni carreggiata entro l'area golenale.

Le pile, da realizzarsi integralmente in c.a., avrebbero avuto una sezione circolare cava, con diametro esterno pari a 5600 mm e spessore della parete pari a 500 mm.

La fondazione doveva essere costituita da un pozzo di diametro esterno equivalente al fusto della pila, formato da 8 pali trivellati tangenti ciascuno di diametro 1500 mm, di profondità fino a 80 m. Era stato previsto, a protezione del massimo scalzamento prevedibile, l'installazione di lamierini definitivi diametro 1524 mm,

The new bridge would consist of two parallel decks, each of which would have a total width of 20.30 m.

General characteristics of the project:

- Two viaducts side by side, one in each direction;
- Total net length of the North Deck (toward Venice) 1518.13 m;
- Total net total length of the South Deck (toward Trieste) 1523.83 m;
- Both viaducts consist of 20 spans with 19 piers for each carriageway within the floodplain area.

The piers, to be made entirely of reinforced concrete, would have had a hollow circular section, with an external diameter of 5600 mm and wall thickness of 500 mm.

The foundation was to consist of a shaft with an external diameter equivalent to the shaft of the pile, made up of 8 tangential bored piles each with a diameter of 1500 mm, up to 80 m depth. In order to protect the maximum predictable scouring, it was planned to install 12 mm thick final casings diameter 1524 mm, which had to be pushed from the pier foundation level to a depth of about 20 m.

spessore 12 mm, che si dovevano spingere dalla imposta della pila fino ad una profondità di circa 20 m. Per aumentare la rigidità del sistema era stata inoltre prevista la cementazione del nucleo di terreno all'interno del pozzo mediante trattamenti colonnari (jet grouting). Il collegamento fra la testa dei pali costituenti il pozzo e la pila sarebbe stato costituito da un elemento pieno in calcestruzzo armato.

I lavori di competenza Trevi riguardavano:

- **340 pali trivellati**, scavati in bentonite, diametro 1.500 mm, per un totale di 22.432 m.
- **20.520 m di colonne jet grouting**, diametro 1.000 mm, 18 colonne lunghezza 30 m per ciascuna pila;
- **2.180 m² di diaframmi in c.a.**, spessore 800 mm scavati in bentonite, previsti a protezione delle spalle.

In order to increase the rigidity of the system, it was also planned to cement the soil mass inside the shaft by means of consolidation treatments (jet grouting columns).

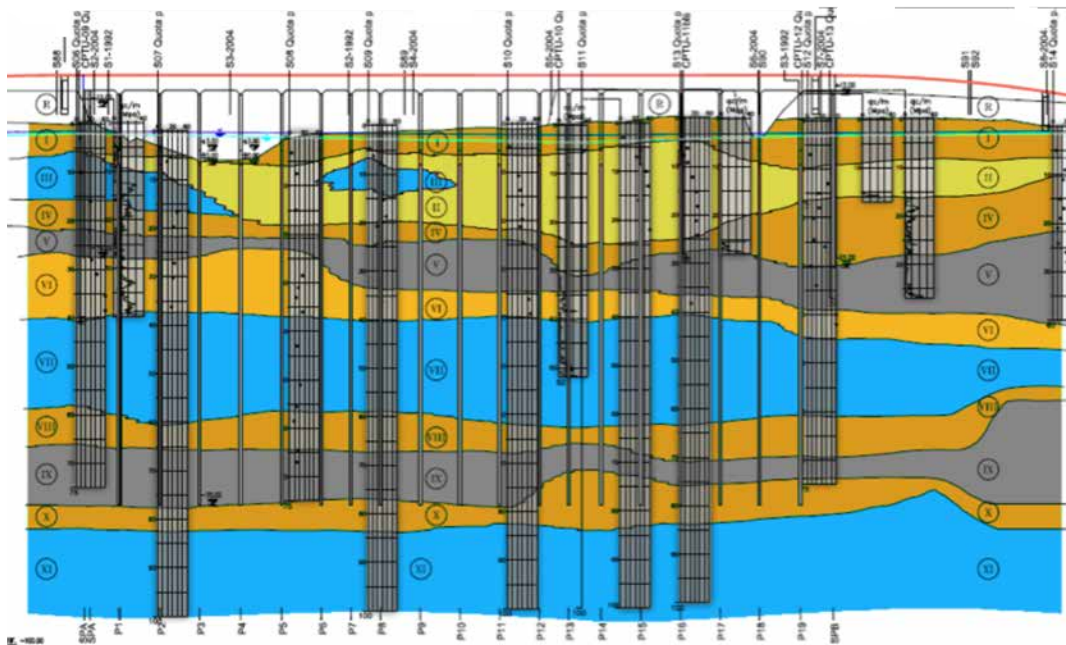
The connection between the head of the shaft piles and the pier would have been assured by a solid reinforced concrete element.

Trevi's work consisted of:

- **340 bored piles**, excavated in bentonite, diameter 1,500 mm, for a total of 22,432 m.
- **20,520 m of jet-grouting columns**, diameter 1,000 mm (18 columns, 30 m long, for each pile).
- **2,180 m² of reinforced concrete diaphragm walls**, 800 mm thick, excavated with bentonite mud, designed to protect the shoulders.

For these works, Trevi used various Soilmec equipment, including

Stratigrafia del terreno / Soil stratigraphy



| Livelli Soil layers | Prof. dal p.c. Depth from G.L. | Note / Notes |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I | 0 ÷ 5 | Sabbia limosa / Silty SAND |
| II | 5 ÷ 20 | Ghiaia / GRAVEL |
| III | 6 ÷ 10 | Argilla limosa (presente come lente all'interno del livello II) Silty CLAY (present as a lense inside Layer II) |
| IV | 20 ÷ 25 | Sabbia limosa / Silty SAND |
| V | 25 ÷ 35 | Argilla limosa / Limo sabbioso Silty CLAY/Sandy SILT |
| VI | 35 ÷ 40 | Sabbia fine / Sabbia con ghiaia Fine grained SAND/ Gravelly SAND |
| VII | 40 ÷ 60 | Argilla limosa / Silty CLAY |
| VIII | 60 ÷ 68 | Sabbia limosa / Silty SAND |
| IX | 68 ÷ 77 | Limo argilloso / Argilla limosa Clayey SILT / Silty CLAY |
| X | 77 ÷ 85 | Sabbia limosa / Silty SAND |
| XI | 85 ÷ | Argilla limosa / Silty CLAY |

Per queste lavorazioni, Trevi ha utilizzato diverse attrezzature Soilmec (Azienda metalmeccanica del Gruppo), tra cui gru da fondazioni, perforatrici di nuova generazione, impianto fanghi, impianto jet grouting, attrezzatura di perforazione jet grouting, pompa alta pressione.

Geologia

I terreni di fondazione erano costituiti da alternanze di livelli coesivi e granulari.

Il particolare contesto in cui ricadevano le fondazioni dell'opera, era caratterizzato dalla presenza, tra i 5 ed i 20 metri dal piano campagna, di uno strato ghiaioso che si ripresentava anche più in profondità, tra i 35 ed i 40 metri dal piano campagna.

La presenza dello strato incoerente a prevalenza ghiaiosa, di pezzatura molto grossolana (5-10 cm), con potenza fino a 25 m a partire dalla quota di imposta dei pali, richiedeva l'adozione di particolari accorgimenti, già dalla fase di trivellazione, per migliorare

crawler cranes, new generation drilling machines, mud plants, general jet-grouting equipment, specific jet-grouting drilling equipment, high pressure pumps.

Geology

The foundation soil stratigraphy was characterized by alternating cohesive and granular layers.

The foundations were to be installed within a particular area characterized by the presence, between 5 m and 20 m from the ground level, of a gravel layer that reappeared even at deeper levels between 35 m and 40 m.

The presence of the gravel layer, of very coarse size (5÷10 cm), with a thickness of up to 25 m, starting from the piles head level, imposed the adoption of special measures, already from the drilling phase, to improve the verticality of the drilling and the stability of the excavation. To this end, the design already provided for the intro-

la verticalità della perforazione e la stabilità delle pareti di scavo. A tal fine, il progetto già prevedeva l'introduzione di un lamierino, come protezione sia del getto in presenza di un flusso subalveo e che da fenomeni di erosione/scalzamento.

Lavoro Trevi

I pali venivano disposti sul raggio di 2250 mm rispetto ad asse pila con un interasse di circa 1700 mm.

Per garantire l'esatto posizionamento dei pali veniva realizzata, su ogni singola piazzola, una correa guida con fori di diametro 1650 mm per ogni singolo palo.

La sequenza costruttiva prevedeva la posa dei lamierini relativi ai pali primari e successivamente quelli relativi ai pali secondari, per ogni coppia di piazzole. Si procedeva inizialmente con la realizzazione

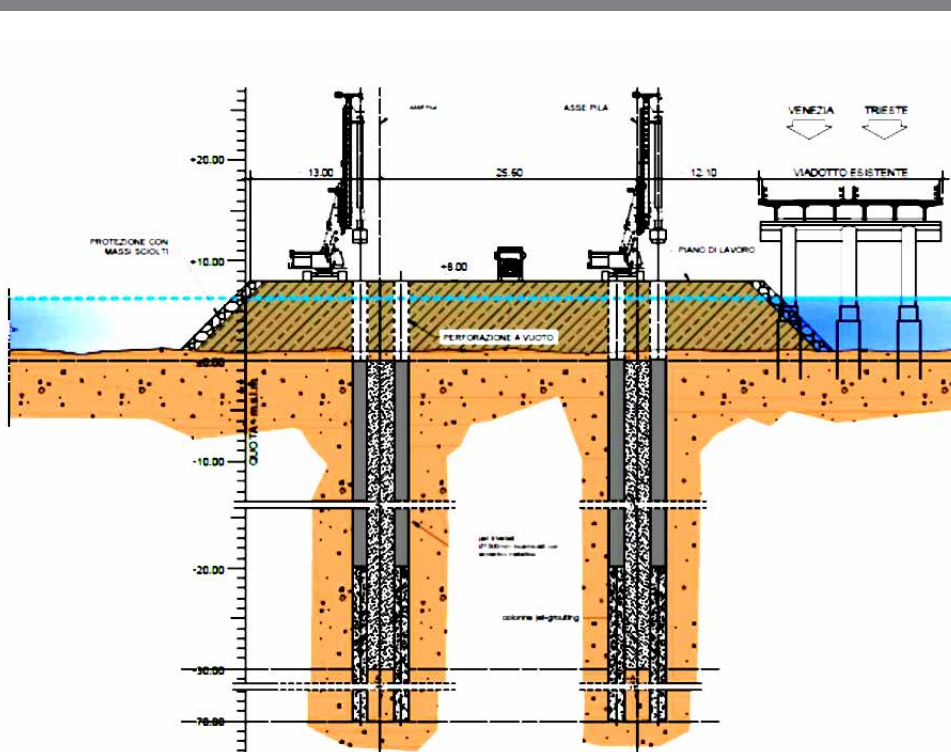
of a steel casing, as protection both of the casting phase, in case of water seepage, and against erosion/scouring phenomena.

Trevi Activities

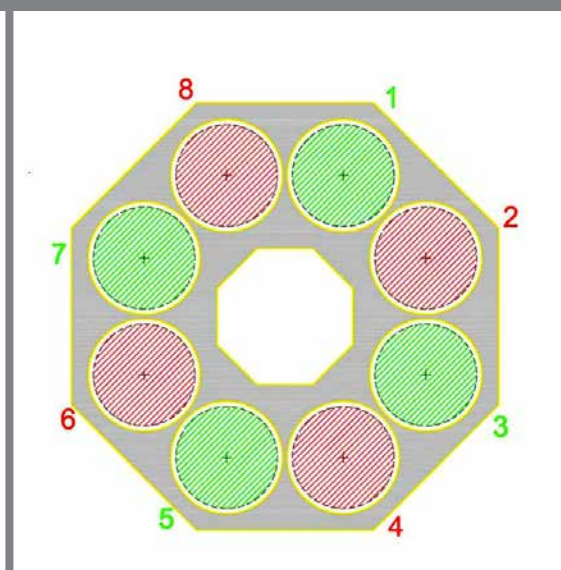
The piles were installed along a circumference, radius 2250 mm, around the pier axis, at a centre to centre inter-axis of about 1700 mm.

In order to guarantee the exact positioning of the piles, a guide frame with holes with a diameter of 1650 mm was realized at each working area.

The construction sequence consisted in the installation of the casings for the primary piles and then of those for the secondary piles, at each pair of working areas. Initially, a shallow borehole was excavated and a 1625 mm internal diameter casing, about 4 m long, was



Sezione trasversale / Cross section



di un preforo e con la posa di un avampozzo dal diametro interno di 1625 mm, di lunghezza circa 4 m, in presenza di fango bentonitico; All'installazione dell'avampozzo seguiva la trivellazione del palo fino alla quota di circa -19 m dal piano di campagna, sempre in presenza di fango bentonitico.

Durante la trivellazione venivano monitorate e controllate in continuo la verticalità dell'asta telescopica e dell'antenna della perforatrice.

Seguiva quindi la posa del lamierino definitivo, di diametro esterno pari a 1524 mm, fino alla quota di testa della correa (L=20m).

Infine, nel foro colmo di fango bentonitico, si procedeva all'estrazione dell'avampozzo e alla copertura del foro appena scavato con spesse lamiere metalliche di protezione

Successivamente, si procedeva alla rimozione di tali lamiere e all'eventuale rabbocco del fango di perforazione. Le gabbie di armatura dei pali erano fornite dalla Committente in elementi preassemblati di lunghezza pari a 12 m.

Ultimata la posa dell'armatura si procedeva all'inserimento della colonna getto, costituita da tubi diametro 260 mm in elementi giuntabili

installed with the aid of bentonite mud.

The installation of the casing was followed by the pile boring up to a depth of about 19 m from the ground level, always with the aid of bentonite mud. During the excavation, the verticality of the Kelly bar and the mast of the drilling machine were getting continuously monitored and controlled.

Hence, the final casing, external diameter of 1524mm, was installed up to the top guide frame level (L=20m). Finally, in the hole filled with bentonite mud, the outer casing was extracted and the hole just excavated was covered by thick protective steel plates.

Subsequently, these plates were removed and the drilling mud was topped up if necessary. The piles reinforcement cages were supplied by the Customer in pre-assembled elements with a length of 12 m.

Once the reinforcement had been inserted, the tremie casting pipe was inserted to allow the casting. This tremie pipe consisted of 260 mm diameter watertight elements, that could be joined one another, and was equipped with a hopper/butter at the head in order to flow

a tenuta idraulica, equipaggiata in testa con una tramoggia/imbuto per far confluire il calcestruzzo dotato delle precise caratteristiche previste in progetto.

Controlli

I pali sono stati soggetti a specifiche prove di carico, suddivise in due fasi, della durata di 48 ore, effettuate in un'area del cantiere, appositamente allestita.

La prima fase prevedeva che il palo venisse sottoposto progressivamente a un carico crescente tale da raggiungere 3200 KN (320 tonnellate circa). Nella seconda fase il carico aumentava ulteriormente fino a raggiungere il cosiddetto punto di rottura che, in questo caso 8000 KN (800 tonnellate circa).

Questi parametri, per ogni sezione dell'opera, erano volti a simulare

the specific concrete with the characteristics indicated in the project.

Controls

The piles were subjected to specific load tests, divided into two phases, lasting 48 hours, carried out in a specially prepared area of the site.

The first phase indicated that the pile was progressively subjected to an increasing load such as to reach 3,200 KN (about 320 tonnes). In the second phase the load increased further until it reached the so-called breaking point, corresponding in this case to about 8,000 KN (approx. 800 tonnes).

These parameters, for each section of the structure, were intended to simulate a load greater than that which could have been recorded when the bridge would be put into service.



un carico superiore a quello che si sarebbe potuto registrare al momento in cui il ponte sarebbe entrato in esercizio.

Per il controllo della geometria di pali e diaframmi, veniva utilizzata la sonda ecometrica KODEN[®], uno strumento ad ultrasuoni sviluppato per misurare il profilo di uno scavo (diaframma o palo) riempito di fango bentonitico o polimerico.

Durante lo svolgimento dei lavori il Capo Cantiere effettuava delle prove per verificare che le caratteristiche del fango fossero tali da soddisfare sempre i parametri operativi previsti.

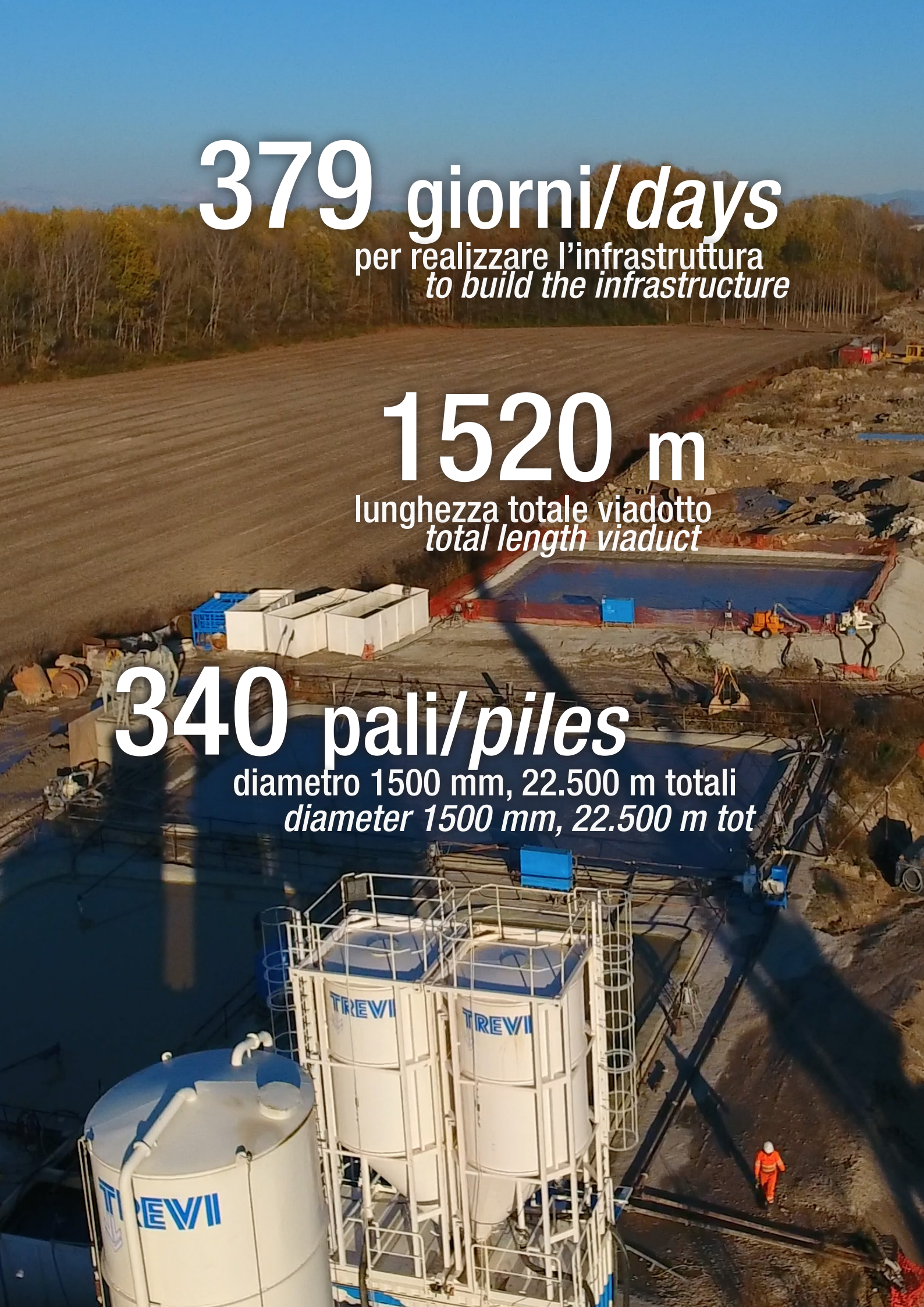
To check the geometry of piles and diaphragm walls, the KODEN[®] echometric probe was used, i.e. an ultrasound instrument developed to measure the profile of an excavation (diaphragm or pile) filled with bentonite mud or polymer. During the execution of the work, the site manager carried out tests to verify that the characteristics of the drilling mud were such as to always meet the operating parameters required.



379 giorni/*days*
per realizzare l'infrastruttura
to build the infrastructure

1520 m
lunghezza totale viadotto
total length viaduct

340 pali/*piles*
diametro 1500 mm, 22.500 m totali
diameter 1500 mm, 22.500 m tot





80 pile/piles
20 campate/spans

2,200 m²

diaframmi c.a. da 800 mm
concrete d.w. , 800 mm thick

20,520 m
jet grouting

diametro 1000 mm, prof. 30 m
diameter 1000 mm, 30 m long



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