

worldwide leader in the foundation engineering field



REFERENZA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



# America Centro Mundial De Negocios El Pedregal

Bogotá, Colombia

Cimentación Profunda  
Diaphragm Walls & Barretts

Ciente :  
Owner:

ALDEA PROYECTOS S.A.S.

Contrattista principale :  
Main Contractor :

Torre 1 **Constructora Parque Central (CPC)**  
Torre 2 **Sainc Ingenieros Constructores (SAINC)**

Durata dei lavori :  
Duration of works:

2015 - 2017



## Introducción

El Proyecto América Centro Mundial de Negocios “El Pedregal” ubicado en la ciudad de Bogotá, es uno de los proyectos de cimentación profunda más importantes llevados a cabo por TREVIGALANTE en la República de Colombia, y uno de los más importantes en el mundo; por la primera vez en Colombia se ha utilizado la tecnología de la hidrofresa para la construcción de pantallas profundas.

El Proyecto consta de dos torres para oficinas con una altura máxima de 34 pisos y 8 sótanos para aparcamientos, un área comercial y una plaza pública. La construcción se realiza mediante el sistema constructivo up-down.

TREVIGALANTE S.A. fue llamado a participar en el Proyecto El Pedregal para la construcción de las cimentaciones profundas, con un contrato estimado de 30 millones de dólares. Los trabajos de cimentación comenzaron en Mayo de 2015 con la Torre 1, y

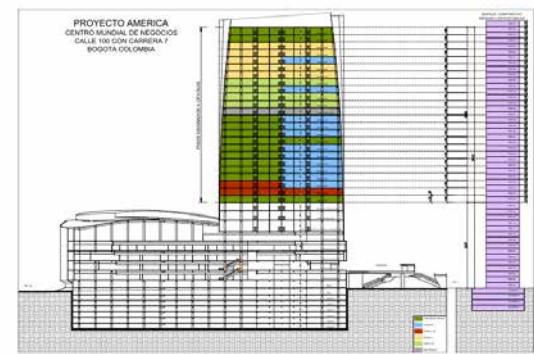
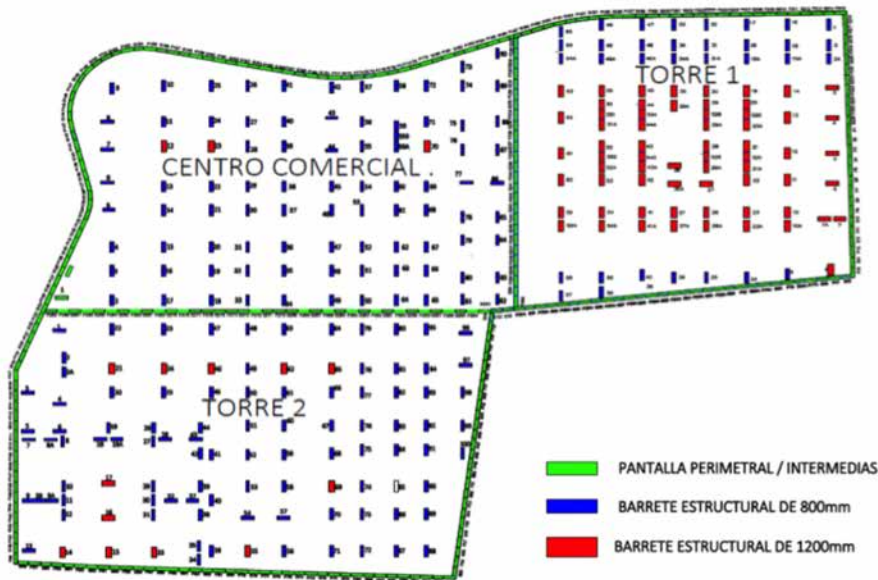
## Introduction

*América Centro Mundial de Negocios “El Pedregal”, located at Bogotá City, is one of the most important foundation projects carried out by TREVIGALANTE in the Colombian Republic, and one of the most important projects around the world, where - for the first time in Colombia - the hydromill technology was used for the construction of deep diaphragm walls.*

*The Project is composed of two towers for offices with a maximum height of 30 floors, and 8 basements destined to car parking, one commercial area and a public square. The up-down technology was employed to build this structure.*

*TREVIGALANTE S.A. was asked to participate in the construction of the deep foundation works, with an estimated contract of 30 million dollars. The deep foundation works started on May 2015 with the execution of Tower 1, and ended on February 2018 with the execution of Tower 2 and the shopping mall.*

Layout obra “El Pedregal”  
Layout work “El Pedregal”



acabaron en Febrero de 2018 con la construcción de la Torre 2 y del Centro Comercial.

El cliente desarrollador del Proyecto América Centro Mundial de Negocios es ALDEA PROYECTOS S.A.S. con el apoyo de la Interventoría Payc S.A.

El Proyecto se dividió en dos contratos principales: **Torre 1** por Constructora Parque Central (CPC), y **Torre 2 y Centro Comercial** por Sainc Ingenieros Constructores (SAINC). Estas empresas colombianas se ocuparon de la administración de los trabajos de cimentación profunda y de la construcción de los edificios y Centro-Comercial.

Para la construcción de las pantallas perimetrales e intermedias se utilizaron por primera vez en Colombia dos equipos hidrofresas SC-90 Tiger, con módulo fresante SH-40 aptas para la excavación de pantallas a gran profundidad.

*The client and developer of América Centro Mundial de Negocios' Project is ALDEA PROYECTOS S.A.S. with the support of Payc S.A. consultants.*

*The Project was divided into two main contracts: **Tower 1** by Constructora Parque Central (CPC), and **Tower 2 and the Shopping Mall** by Sainc Ingenieros Constructores (SAINC). These Colombian companies carried out the administration and construction of the deep foundation works as well as the construction of the office buildings and shopping mall.*

*For the construction of the perimetral and intermediate diaphragm walls two hydromill equipment were used for the first time in Colombia; the hydromills refer to the model SC-90 Tiger, with a milling module SH-40, adapted to excavate high deep panels*



## Descripción de suelo

El Estudio de Suelos y Análisis de Cimentaciones realizado por el Ingeniero de Suelos indica el siguiente perfil estratigráfico:

- Rellenos de arcillas superficiales, tierras varias y escombros de 0
- Arcillas y arenas finas desde 4.0 m hasta 31 m.
- Luego, un perfil errático y heterogéneo de arcillas y limos arcillosos con lentes de madera en descomposición, con profundidades entre 31.0 y 48 m.
- Posteriormente, aparecen arcillas arenosas, arenas con gravas y rocas en grandes bloques distribuidos en forma errática y heterogénea entre 48 m y 55 m.
- A profundidades mayores de entre 55 y 71 metros en general se encuentran estratos densos de arcillas con gravas y piedras, además de suelos cohesivos los cuales tienen consistencia muy dur (Arcillolita).

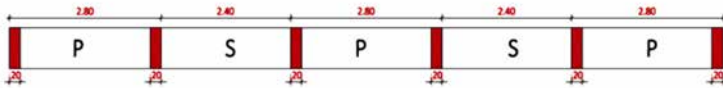
## Description of the soil

The study of the soil and the analysis of the foundations carried out by the Soil Engineer show the following stratigraphic profile:

- Upper fill of clays, soil and debris from 0 to 4.0 m
- Arcillas y arenas finas desde 4.0 m hasta 31 m.
- Fine clays and sands from 4.0 m to 31m.
- Down below, an erratic and heterogeneous layer consisting of clays and clayey silts with decomposing wood lenses, whose depth ranges between 31.0 and 48m.
- Further down, there are sandy clays and a sand and gravel layer between 48m and 55m. Within this stratum, large blocks of rock with an erratic and heterogeneous distribution are present.
- At greater depths ranging from 55 and 71m, thick layers of clays with gravels and boulders and cohesive soils with a very hard consistency (claystone) are generally encountered.

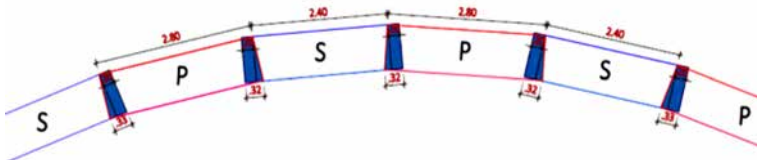
### Diseño de Pantalla Perimetral e Intermedia Tramos Rectos

#### Perimetral and Intermediate Diaphragm Wall Design Straight Sections



### Diseño de Pantalla Perimetral Tramos Curvos

#### Perimeter Diaphragm Wall Design Curved Stretches



Se construyeron en total 50.000 m<sup>2</sup> de pantallas perimetrales e intermedia, y 50.500 m<sup>2</sup> de barretes estructurales, totalizando 100.500 m<sup>2</sup> de excavación.

A total of 50,000 m<sup>2</sup> of perimeter and intermediate diaphragm wall were built, and 50,500 m<sup>2</sup> of structural barretes, totaling 100,500 m<sup>2</sup> of excavation.



## Descripción de las cimentaciones

La cimentación profunda del Proyecto Pedregal ejecutada por TREVIGALANTE consta de los siguientes componentes:

### A - Construcción de 780 metros lineales de pantallas perimetrales y centrales:

Esta pantalla encierra Torre 1, Torre 2 y el Centro Comercial, y está formada por paneles primarios y secundarios superpuestos, los cuales forman un muro continuo con las siguientes características:

- Cantidad de Elementos 302 paneles
- Profundidad Media 73 metros
- Ancho de Panel 800 mm
- Longitud de Panel 2800 mm

### B - Construcción de 292 barretes estructurales de 800 y 1200 mm de ancho: Distribución y características de los barretes:

#### Torre 1:

- 37 barretes simples de 1200 mm
- 8 barretes triples de 1200 mm
- 33 barretes simples de 800 mm

## Description of the deep foundation

The Deep foundations works on Pedregal's Project executed by TREVIGALANTE consist of the following components:

### A - Construction of 780 linear meters of perimeter and intermediate diaphragm walls:

The diaphragm walls encloses Tower 1, Tower 2 and the shopping center, and consists of primary and secondary panels overlapping each other, which form a continuous wall of the following characteristics:

- Quantity of elements 302 panels
- Average depth 73 meters
- Panel width 800 mm
- Panel length 2800 mm

### B - Construction of 292 structural barretes of 800 and 1200 mm width: Distribution and characteristics of the barretts:

#### Tower 1:

- 37 simple barretts of 1200 mm width
- 8 triple barretts of 1200 mm width
- 33 simple barretts of 800 mm width



### Torre 2:

- 12 barretes simples de 1200 mm
- 85 barretes simples de 800 mm
- 1 barrete triple de 800 mm

### Centro comercial:

- 3 barretes simples de 1200 mm
- 1 barrete triple de 800 mm
- 85 barretes simples de 800 mm
- Profundidad media 40 a 75 metros
- Ancho barretes 800 y 1200 mm
- Largo barretes 2800 mm

### Tower 2:

- 12 simple barretts of 1200 mm width
- 85 simple barretts of 800 mm width
- 1 triple barrett of 800 mm width

### Shopping Center:

- 3 simple barretts of 1200 mm width
- 1 triple barrett of 800 mm width
- 85 simple barretts of 800 mm width
- Average depth 40 to 75 meters
- Barrett's width 800 and 1200 mm
- Barrett's length 2800 mm

## Métodos y Equipos

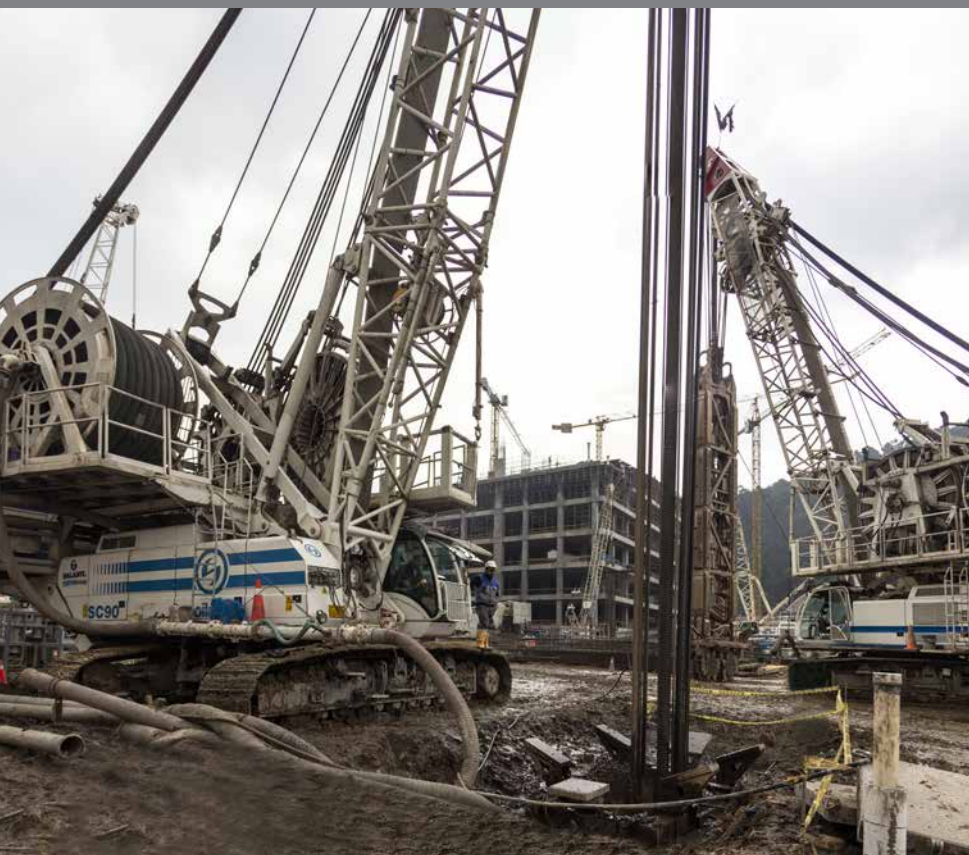
### Construcción de pantallas:

La secuencia de construcción de las pantallas perimetrales se realizó de la siguiente manera:

## Methodology and equipment

### Diaphragm walls construction

The sequence of construction of the diaphragm walls was executed in the following manner:



#### 1 - Construcción de muros guía.

#### 2 - Modulación topográfica de los paneles primarios y secundarios.

**3 - Pre-excavación:** De acuerdo a una secuencia pre-establecida se realizó la pre-excavación de paneles primarios y secundarios con Grúa SC-65 y almeja de 2.20 metros de largo y 0.80 m de ancho, a profundidades variables, esto con el objeto de facilitar la inserción del módulo fresante y también para retirar la mayor cantidad posible de material arcilloso de las ruedas de corte del equipo.

**4 - Excavación de paneles primarios y secundarios** con Hidrofresa SC-90 Tiger: Después de la pre-excavación del panel, se coloca el marco de la hidrofresa en posición con control de topografía. Luego se comienza a bajar el módulo fresante y se excava hasta la profundidad especificada por el proyecto. De acuerdo a las características del terreno se utilizaron ruedas de corte helicoidales compuestas de dientes cónicos designados para materiales duros (rocas, areniscas), y ruedas de corte paralelas formadas por dientes planos designados para la excavación de materiales blandos (arcillas plásticas).

#### 1 - Construction of guide walls

#### 2 - Topographic modulation of primary and secondary panels.

**3 - Pre-excavation:** Following a pre-set sequence, a pre - excavation of primary and secondary panels was executed with a crane type SC-65 and a 2.20m long and 0.80m wide clamshell, at variable depth. This was done with the purpose of inserting the milling module of the hydromill into the trench and to remove as much clayey material as possible from the cutting wheels of the equipment.

**4 - Excavation of primary and secondary panels** with Hydromill SC-90 Tiger: Immediately after the completion of the pre-excavation, the hydromill frame is set in position by the topographic control. Then, the milling module is lowered down and the excavation is carried out until reaching the design depth. According to the characteristics of the soil, helical cutting wheels were used that were provided with conical teeth designed for hard materials (rocks, sandstone) and with parallel cutting wheels having flat teeth, that were designed for the excavation of soft materials (plastic clays, sands). The hole was supported by the addition of sodic bentonite fluid prepared in the slurry plant.



La excavación se soporta gracias a la adición de bentonita sódica activada preparada en la planta de fabricación de lodos bentoníticos compuesta por un turbo-mezclador coloidal, tanques y silos de almacenamiento de agua y bentonita, dos desarenadores Sotres con capacidad de 450 m<sup>3</sup>/h, y equipo centrífugo Soilmec.

**5 - Cambio de lodo bentonítico y limpieza del panel:** Una vez alcanzada la profundidad de diseño especificada por el Especialista de suelos del Proyecto y antes del vaciado de concreto, se realiza la limpieza del panel y desarenado por medio del cambio de bentonita y adición de bentonita fresca la cual, antes del vaciado de concreto, debe tener las siguientes características de acuerdo a las especificaciones:

- Densidad  $\leq 1.15$  gr/cm<sup>3</sup>
- Viscosidad 32 – 50 seg.
- Contenido de arena  $\leq 4\%$

**6 - Instalación de armaduras de refuerzo:** Con ayuda de grúas de servicio SC-40, SC-75 y L308.

The plant was composed by a turbo-colloidal mixer, water and bentonite tanks, two Sotres equipment with a 450m<sup>3</sup>/h capacity for desanding and two centrifugal Soilmec equipment.

**5 - Bentonite replacement and panel cleaning:** Once the design depth specified by the Soil Engineer is reached, and before pouring the concrete for the panel, the cleaning and replacement of bentonite is done by the addition of fresh bentonite having the following characteristics:

- Density  $\leq 1.15$ gr/cm<sup>3</sup>
- Viscosity 32 – 50 seg.
- Sand Content  $\leq 4\%$

**6- Installation of steel reinforcement cages:** This operation was carried out with the help of service cranes type SC-40, SC-75 and L308.

**7 - Concrete Pouring:** Concrete pouring was carried out through two 10" diameter tremie pipes installed at each end of the steel



**7 - Vaciado de concreto:** El vaciado de concreto se realizó mediante dos tuberías tipo tremie de 10" de diámetro instaladas a los extremos de la armadura. El concreto tiene las siguientes características:

- Agregado fino de 1/2"
- Resistencia a la compresión 4500 psi a 28 días
- Manejabilidad 6 horas
- Slump / Asentamiento 8 +/- 1 pulgadas

### Construcción de barretes estructurales

Los barretes estructurales en el Proyecto Pedregal fueron excavados con hidrofresa en el caso de la Torre 1 y los barretes triples con almejas en caso de Torre 2 y Centro Comercial. Los barretes de 1200 y 800 mm en la Torre 2 y en el Centro Comercial se excavaron con grúa y almeja. La secuencia de excavación con hidrofresa sigue los mismos pasos que los ya explicados en el capítulo precedente de pantallas excavadas con fresa.

La secuencia de barretes excavados con almejas fue la siguiente:

**1 - Construcción de muros guía de 800 y 1200 mm,** de acuerdo a lo solicitado por el Proyecto.

reinforcement cage. The concrete had the following characteristics:

- 1" fine aggregate
- Compressive strength 4500 psi to 28 days
- Manageability Time 6 hours
- Workability 8 +/- 1 inches.

### Structural barrettes construction

The Hydromill equipment was used to excavate the structural barrettes in Tower 1, and the clamshell was used to excavate the triple barrettes in Tower 2 and Shopping Mall. The 1200 and 800mm barrettes in Tower 2 and Shopping Mall were excavated by means of crane and clamshell. The sequence of excavation with the hydromill follows the same criteria already explained in the previous chapter.

The sequence of the barrettes' excavation with clamshell was as follows:

**1 - 800 and 1200 mm guide wall construction** according to Project Specifications.



## 2 - Modulación topográfica de muros guía.

**3 -Excavación de Barretes con Grúa y Almeja:** La excavación de los barretes de 1200 mm y 800 mm se llevó a cabo con grúa SC-90, SC-100 y SC-70, y almejas mecánicas Soilmec GC-16 de 16 Tn, y almejas Brunello HG 150 y 180 de 14, 16 y 18 Tn.

Tras posicionar el equipo de excavación, se comienza a excavar el barrete hasta la profundidad especificada por el especialista de suelos. El material de excavación se deposita en bateas para luego ser removido de la obra por medio de volquetas.

La excavación se soporta por medio de la adición constante de lodo bentonítico suministrado por la planta de lodos.

**4 - Desarenado y limpieza del barrete:** Una vez alcanzada la profundidad final propuesta se realiza el desarenado del barrete por medio de un equipo desarenador Sotres D120 con capacidad de 120 m<sup>3</sup>/h y una bomba sumergible con capacidad de bombear desde la profundidad requerida, ubicado in-situ.

## 2 - Topographic modulation of guide walls.

**3 - Barretes excavation with crane and clamshell:** The 1200mm and 800mm barretes excavation was carried out by cranes type SC-90, SC-100 and SC-70, and mechanical clamshells Soilmec GC-16 of 16 T weight, and Brunello HG150 y HG189 of 14, 16 and 18 T weight. After the positioning of the excavation equipment, the barrete excavation started and continued until reaching the de-sign depth. The excavation material is deposited into containers and then removed from the site by trucks.

**4 - Desanding and cleaning of the excavation:** Once the final depth is reached, the desanding works begin by means of the in-situ desanding equipment Sotres D120 with a 120m<sup>3</sup>/h capacity and a submersible pump capable of pumping from the design depth.

The de-sanding process contributes to lower the sand contents



Este proceso de desarenado contribuye a disminuir el contenido de arena de la excavación a valores entre igual o menor al 4%. En caso de que, antes del vaciado de concreto, el porcentaje de contenido de arena se mantenga en valores mayores a los establecidos en las especificaciones, se realiza un cambio de bentonita del elemento con adición de bentonita fresca, la cual antes del vaciado de concreto debe tener las siguientes características:

- Densidad  $\leq 1.15$  gr/cm<sup>3</sup>
- Viscosidad 32 – 50 seg.
- Contenido de arena  $\leq 4\%$

**5 - Instalación de armaduras de refuerzo:** Con ayuda de grúas de servicio SC-40, SC-75 Y L308.

**6 - Vaciado de concreto:** El vaciado de concreto se realizó mediante dos tuberías tipo tremie de 10" de diámetro instaladas a los extremos de la armadura. El concreto tiene las siguientes características:

- Agregado fino de 1/2"
- Resistencia a la compresión 5000 psi a 28 días
- Manejabilidad 6 horas

between 2 to 4%. If, before concrete pouring, the percentage of sand content turns out to be higher than the one stated in the Specifications, a replacement of bentonite is performed, with addition of fresh bentonite. As per the specifications, the quality requirements of bentonite the before concrete pouring, must be as follows:

- Density  $\leq 1.15$  gr/cm<sup>3</sup>
- Viscosity 32 – 50 sec
- Sand Content  $\leq 4\%$

**5 - Installation of steel reinforcement cages:** This operation was carried out with the help of service cranes type SC-40, SC-75 and L308.

**6 - Concrete Pouring:** The concrete pouring was carried out by means of two 10" diameter tremie pipes installed at each end of the steel reinforcement cage. The concrete had the following characteristics:

- 1/2" fine aggregate
- Compressive strength 5000 psi to 28 days



- Slump / Asentamiento 8 +/- 1 pulgadas
- Concreto tremie tipo antiwashout

De acuerdo a lo solicitado en las especificaciones del Proyecto, el nivel superior de concreto de los barretes se dejó a niveles de -4.5 a -5.0 metros debajo del nivel de plataforma de excavación.

## Seguridad y Salud en el trabajo

El proyecto pedregal se realiza entre los años 2015 a 2018 bajo altos estándares de seguridad de acuerdo a las normas colombianas y obteniendo los siguientes resultados:

- Total Horas trabajadas: 755.894
- Promedio Mano de Obra: 99
- Accidentes con restricción: 8
- Días de incapacidad generados por accidentes con restricción: 35

- Workability Time 6 hours
- Slump/Settlement: 8 +/- 1 inches
- Antiwashout type Tremie Concrete

Following the Project specifications' requirements, the level of the concrete of the barretes was left to -4.5 to -5.0m below the ground excavation level.

## Workplace Safety and Health

The Pedregal project was performed between 2015 and 2018 under high safety standards, in compliance with the Colombian regulations and with the following results:

- Total Hours Worked: 755.894
- Average Manpower: 99
- Injuries recordable as work-restrictive: 8
- Days lost due to injuries recordable as work-restrictive: 35



- Accidentes con tiempo perdido: 0
- Días perdidos ocasionados por accidentes con tiempo perdido: 0
- Índice de Frecuencia: 0 (LTI)
- Índice de Severidad: (0 LTI)
- Índice de frecuencia Total: 2,11  
(LTI+Restricted) /Total Horus Worked) \*200000
- Índice de Severidad Total: 9,26  
(Days LTI+ Days Restricted) /Total Hours Worked) \*200000
- Total de Charlas de seguridad: 951
- Total Inspecciones: 1524
- Total actos y condiciones inseguras reportados: 165

## Control de calidad

Un sistemático control de calidad de los elementos de cimentación fue desarrollado por el **Departamento de Calidad de Trevi Galante**. En los elementos de cimentación (barretes y panta!las) se realizó un doble control de verticalidad mediante instrumentos de medición de

- Lost Time due to Injuries: 0
- Days lost due to Lost Time Injuries: 0
- Injury Frequency Rate: 0 (LT!)
- Injury Severity Rate: (0 LT!)
- Total Frequency Rate 2, 11  
(LTI+Restricted) /Total Hours Worked) \*200000
- Total Severity Rate 9,26  
(Days LTI + Days Restricted) /Total Hours Worked) \*200000
- Total Toolbox talks: 951
- Total Inspections 1524
- Total Near Miss 165

## Quality control

**Trevigalante's Quality Control Department** performed a systematic quality control of the foundation elements (barretes and diaphragm wall panels). A double verticality control was performed through verticality me-



los equipos hidrofresa (DMS), y de excavación con almejas (Jean Lutz), y un control post-excavación realizado mediante el equipo de medición de verticalidad Koden.

Todos los elementos de cimentación de pantallas y barretes han cumplido con los parámetros de verticalidad exigidos en el contrato:

**≤ 0,8% desviación para las pantallas; y ≤ 1% desviación para los barretes.**

Se realizaron además, a solicitud de la Interventoría del Proyecto, 20 pruebas cross-hole distribuidas en Torre 1 (10 pruebas), Torre 2 (5 pruebas) y Centro Comercial (5 pruebas) con el objeto de determinar la calidad de los elementos de cimentación barretes y módulos de pantalla ejecutados en la obra Pedregal.

Las pruebas dieron resultados positivos con menores defectos, verificándose la aceptable calidad de la cimentación realizada por Trevi Galante.

*asurement instruments such as Drilling Mate System (DMS) for the hydromill equipment; and Jean Lutz System for the clamshell excavation. A secondary post-excavation control was performed for some elements with a verticality measurement Koden equipment.*

*All the foundation elements achieved the maximum deviation allowed by the specifications:*

***≤ 0,8% for diaphragm wall panels, and ≤ 1% for barretes.***

*A 20 cross-hole tests were also performed in Tower 1 (10 tests), Tower 2 (5 tests), and Shopping Mall (5 tests), asked by the Project's Consultant with the aim to determine the quality of the concrete in barretes and diaphragm wall panels.*

*All the tests met the requirements of the Project with minor defects. These tests verified the acceptable quality of the cementation performed by Trevi Galante.*



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)



Avenida Corpas, nr. 157/A-60 - Suba  
Bogotá DC - Colombia  
Tel. +57.168.143.95  
Fax +573.204.497.420/2/3  
[www.galantecimentaciones.com](http://www.galantecimentaciones.com)