

# Project Summary

## Micropiles

### Querétaro Bus Terminal, Querétaro, México

The city of Querétaro, 200 km north of México City, has the third busiest bus terminal in the Mexican Republic. Close to 1,800 passenger buses travel through the terminal each day, bringing with them nearly 28,800 passengers.

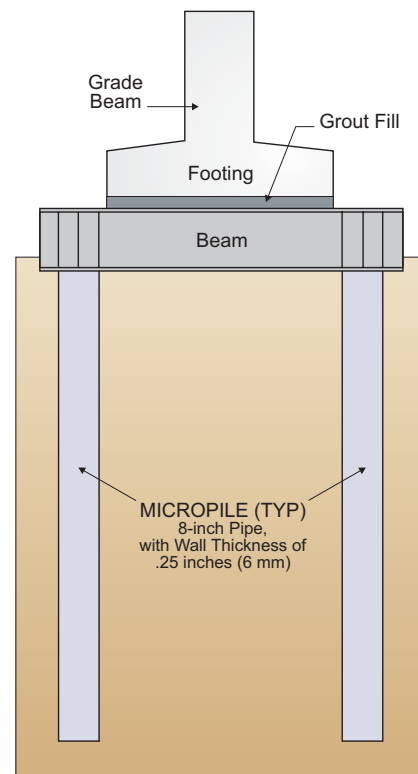
In close proximity to the terminal building stands a five-story dormitory that accommodates up to 300 bus drivers needing rest between scheduled runs. The dormitory, originally constructed in 1998, was founded on strip footings bearing on silty clay.

Foundation settlement had caused construction deterioration of the dormitory, evidenced by severe cracks in the walls, columns and concrete beams, and deflections in the ceramic floor tiles on the mezzanine level. In addition, the plumbing system developed major leaks which increased the water content in the subsurface soils.

The owner, Terminal de Autobuses de Querétaro, S.A. de C.V. selected Keller Cimentaciones de Latinoamerica to investigate the site conditions and to recommend a solution. Keller reviewed the structural plans and conducted a geotechnical investigation. Based on the results from the test borings, and acknowledging that the water had modified the characteristics of the clays, Keller determined that the best approach was to install micropiles, transferring 100% of the load to the bedrock.

A total of 186, 8-inch diameter micropiles with an average length of 7m were installed. A steel beam used as a transfer bridge was placed transverse to the strip footing on the top of every micropile couple, transmitting the load of the building to the micropile and then to the bearing stratum. This successfully improved the structural integrity of the building making the dormitory for use.

Continued monitoring of the facility indicates no additional settlement since the micropile installation.



*Top: Foundation settlement had caused construction deterioration of this 4-story dormitory founded on strip footings, bearing on silty clay.*

*Above: Micropiles, each using a steel beam as a load transfer bridge, stopped settlement of the dormitory.*

#### Owner

Terminal de Autobuses de Querétaro, Querétaro, México

#### Geotechnical Engineer

Geo Ingenieria ALFVEN, S.A. De C.V., Santiago de Querétaro, México

# Resumen de Proyecto

## Micropilotes

### Terminal de Autobuses de Querétaro Querétaro, México

La ciudad de Querétaro, ubicada en la zona central de la República Mexicana, cuenta con una importante terminal de autobuses, tercera en el país en cuanto a flujo de pasajeros. Doscientos kilómetros al norte de la Ciudad de México, la terminal maneja alrededor de 1,800 autobuses diarios y le da servicio a 28,800 pasajeros.

Un edificio de dormitorios de 5 niveles y 300 camas fue construido en 1998 para albergar a los conductores entre uno y otro viaje. La cimentación de la estructura consiste de zapatas corridas sobre suelos arcillo-limosos.

La estructura sufrió asentamientos que se evidenciaron en severas grietas en muros, columnas y traveses de concreto, así como deflexiones en las losas de los entrepisos. Aunado a esto, las instalaciones hidráulicas y sanitarias presentaron fugas, lo cual incrementó el contenido de agua en el subsuelo.

El propietario, Terminal de Autobuses de Querétaro, S.A. de C.V., solicitó a Keller Cimentaciones de Latinoamérica investigar las condiciones del sitio y recomendar una solución. Tras la revisión de planos estructurales y llevar a cabo una investigación geotécnica consistente en penetración estándar y ensayos de laboratorio, y reconociendo que el incremento de humedad había modificado las características de las arcillas, Keller determinó que la mejor propuesta era instalar micropilotes para transferir las cargas a la roca.

En total Keller instaló 186 micropilotes de 8" de diámetro, con una longitud promedio de 7 m. En la parte superior de cada par de micropilotes se colocó un puente metálico transversal a la zapata corrida, logrando con ello transmitir las cargas del edificio hacia el manto resistente. En cada micropilote se verificó la velocidad de penetración de hincado; cuando los micropilotes llegaban a la roca la velocidad disminuía.

Los monitoreos continuos de las instalaciones ya no han registrado hundimientos desde la instalación de los micropilotes.

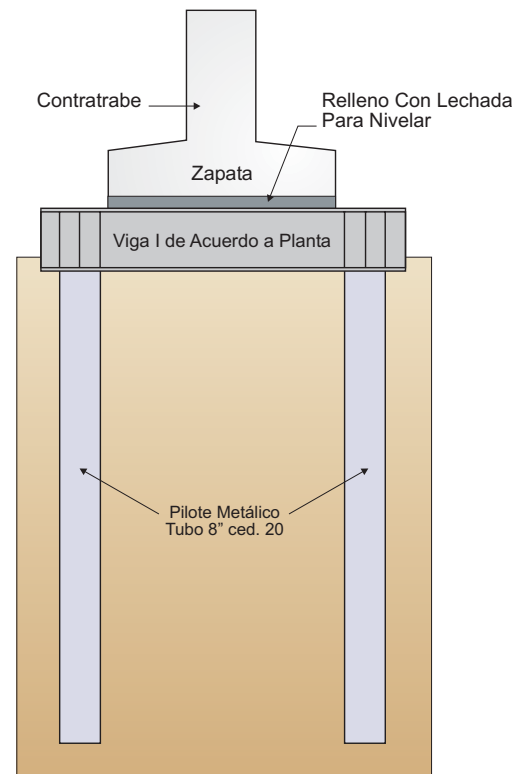


Foto en frente: Edificio dormitorio de 4 pisos dañado por asentamientos. La cimentación consiste de zapatas corridas desplantadas sobre arcillas limosas.

Arriba: Se utilizaron micropilotes conectados a la estructura mediante viga de transferencia para contrarrestar los asentamientos.

### Hayward Baker Locations

<b>Odenton, MD</b> 410-551-1980	<b>Alpharetta, GA</b> 770-442-1801	<b>Knoxville, TN</b> 865-966-0294
<b>San Diego, CA</b> 858-514-2170	<b>Des Moines, IA</b> 515-276-5464	<b>Ft. Worth, TX</b> 817-625-4241
<b>Santa Paula, CA</b> 805-933-1331	<b>Buffalo Grove, IL</b> 847-634-8580	<b>Houston, TX</b> 281-668-1870
<b>San Francisco, CA</b> 925-825-5056	<b>Burlington, MA</b> 781-229-7359	<b>Seattle, WA</b> 206-223-1732
<b>Broomfield, CO</b> 303-469-1136	<b>Fair Lawn, NY</b> 201-797-1985	<b>Vancouver, B.C.</b> 604-294-4845
<b>Tampa, FL</b> 813-884-3441	<b>Weedspport, NY</b> 315-834-6603	<b>México City, Mx</b> (52-55) 5290-4600
<b>Pompano Beach, FL</b> 954-977-8117	<b>Colfax, NC</b> 336-668-0884	<a href="http://www.HaywardBaker.com">www.HaywardBaker.com</a> ©Hayward Baker Inc. 2004

#### Owner

Terminal de Autobuses de Querétaro, Querétaro, México

#### Geotechnical Engineer

Geo Ingeniería ALFVEN, S.A. De C.V., Santiago de Querétaro, México