

worldwide leader in the foundation engineering field



REFERENZA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



Paso de las Piedras Dam

Buenos Aires, Rep. Argentina



Diaframmi Plastici
Plastic Cut Off

Grouting
Grouting

Jet Grouting
Jet Grouting

Ciente :
Owner:

OBRAS SANITARIAS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Contrattista principale :
Main Contractor :

COPPI -UTE (Cartellone-TREVI-Cimentationes)

Durata dei lavori :
Duration of work :

1996 - 2001

Introduzione

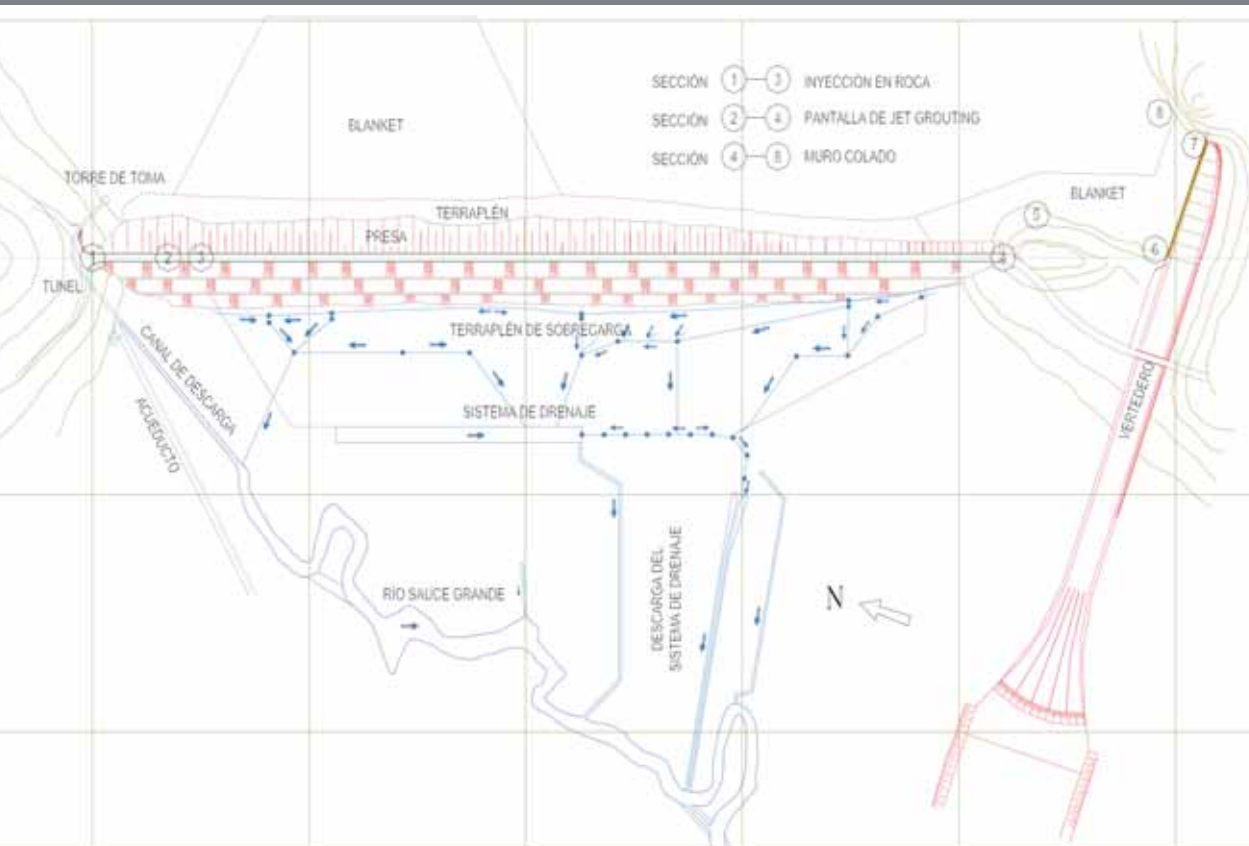
El Dique Paso de las Piedras está ubicado en la Provincia de Buenos Aires, Argentina, a 60 Km al noroeste de la ciudad de Bahía Blanca, emplazado entre los meridianos de 61°40' y 61°45' longitud oeste y los paralelos de 38° 20' y 38° 24' latitud sur, sobre el Río Sauce Grande.

El objeto del contrato es la construcción de una pantalla impermeable que garantice el bloqueo de las infiltraciones a través de la estructura de la presa, para permitir embalsar los 328 h³ de proyecto y a la vez dotarla de un coeficiente de seguridad adecuado.

Introduction

The Paso de las Piedras Dam is located in the Provincia of Buenos Aires, Argentina, on the Sauce Grande River. The dam, 30 metre high and 1700 meters long, was built in the 70's, to supply water to the town of Bahía Blanca, located at 60 Km south-east. The reservoir has a capacity of 328 millions of cubic meters. The dam was affected from the beginning by a seepage under the dam, which threat also the stability of the dam.

The scope of reparation works is the installation of an impervious cut-off to stop the seepage under the dam, allowing to fill the reservoir up to the design level and improving its safety factor.



La primera fase de los trabajos consistió en la investigación de los estratos permeables mediante perforaciones con registro de parámetros, la instalación de piezómetros a cuerda vibrante lo largo de toda la presa y de un sistema automático de adquisición de datos de auscultación (SADA).

La segunda fase fue la de adecuar el proyecto original a las condiciones encontradas y efectuar los trabajos de reparación, de los cuales algunos ya se han realizado y otros se están ejecutando actualmente, estos son:

- Perforaciones de investigación e instalación de piezómetros.
- Pantalla plástica en margen izquierda.
- Tratamiento de la roca en margen derecha.
- Jet grouting en la parte central del dique.

The works were divided in two phases, in which the first phase was the soil investigation of the permeable layers, by means of wash boring and recording of the drilling parameters. In the same first phase was installed a series of vibrating wire piezometers along the dam and an automatic system to monitor them (SADA= Sistema Automatico De Auscultation), to record and monitor the data of the new piezometers.

The second phase was the retrofitting of the original project to the actual conditions, and the reparation works, which are as follows:

- Soil investigation holes and installation of piezometers
- Installation of plastic slurry walls at the left abutment
- Drilling and grouting at the right abutment
- Jet grouting in the central part of the dam

Tecnologie

Perforaciones de investigación e instalación de piezómetros:

- Perforaciones de investigación: 2041.44 metros.
- Perforaciones para instalación de piezómetros: 1799.27 metros.

Pantalla Plástica en Margen izquierda.

Se ejecutaron 11.817,62 m² de pantalla plástica, a una profundidad media de 20.70 m.

Tratamiento de la roca en margen derecha.

Jet grouting en la parte central del dique.

- Tratamiento normal: el fondo de la columna llega hasta los 47 m.
- Tratamiento profundo: corresponde a profundidades entre los 47 y 55 m.

Technology

The peculiarity of this project is the installation of a very deep, permanent jet grouting cut-off, made with a single row of columns, in a working dam.

In the following is given a list of the activities and relevant quantities that have been installed:

Soil investigation holes:	2041.44 meters.
Drilling for installation of 60 piezometers:	1799.27 meters.
Plastic slurry walls (Average depth 20.70 m)	11.817,62 m ²
Drilling through the core (m)	3302.47
Rock Drilling (m)	1459.08
Total drilling (m)	4761.48



Tratamiento súper profundo: corresponde a profundidades superiores a los 55 metros.

La máxima profundidad que se alcanzará fue de 80 m.

PERFORACIONES

Sondeos	Perforacion En Nucleo (m)	Perforacion En roca (m)	Total Perforacion (m)
Primarios	816.60	432.94	1249.54
Secundarios	801.13	403.02	1204.15
Terciarios	1555.84	569.82	2125.66
PD2 y PD3	56.30	30.75	87.05
P1 y P2	72.60	22.48	95.08
Totales	3302.47	1459.08	4761.48

En el cuadro siguiente se resumen los equipos que se están utilizando para la ejecución del jet grouting.

Grout Takes (lt)	63.809
Normal Treatment (< 47 M)	17.114 m ²
Deep Treatment (> 47 Up To 55 M)	6.957 m ²
Super Deep Treatment (> 55 M Up To 80 M)	16.451 m ²

Jet Grouting (central part)

The main part of the works is the installation of an impervious cut-off by means of overlapped jet grouting columns in the central part of the dam. The peculiarity of this jobsite is the fact that for the first time in the world the jet grouting technique has been adopted to install a permanent cut-off, using a single row. To achieve this difficult challenge, TREVI adopted a tight Quality Control and Quality Assurance procedure, in which the installation of every single column was carefully recorded from the drilling stage to its jetting phase. Drilling and jetting were performed separately, and the energy for the jetting phase was decided individually for each column, based on the actual position of the hole, its deviation and the type of soil.

EQUIPOS DE PERFORACION

Grúa Bucyrus 70 Tn
Torre EC 55 reforzada
Barras extrapesadas 6 1/4"
Barras guía 8", tricono 8 1/2"
Bomba de lodo Hallyburton T10
Equipo de registro de parámetros de perforación
Rotary Heavy Duty HY 40

EQUIPOS DE JET GROUTING

Grúa Bucyrus 70 Tn
Torre EC 30 reforzada
Barras de tratamiento de 3 conductos
Monitores de 3 fluidos
Circuitos triples de fluidos de tratamiento.
Dos bombas de alta presión 5T302
Rotary SM 505
Compresor 10 / 20 bar

The parameters of drilling were recorded with an automatic device, allowing to assess the type of soil. The verticality of each hole was measured by means of a biaxial inclinometer.

The data were analyzed with an algorithm and a software especially developed for the site, by which it was possible to select the level of energy necessary to achieve a correct overlapping between adjacent columns.

The triple fluid method was selected as the most suitable to achieve the result. In this method the disaggregation of the soil is carried out by a high speed water jet, shrouded by an air stream. The grout is then injected at a lower height, thus blending the



Sistema automático de auscultación (SADA)

Se perforaron e instalaron 50 piezómetros a cuerda vibrante distribuidos a lo largo del dique, los que conforman el sistema que permite el monitoreo continuo en tiempo real de los valores de presión o altura de columna de agua en cada uno de ellos.

Pantalla Plástica en Margen izquierda

El método de trabajo empleado para la construcción de la pantalla plástica de la margen izquierda del dique consistió en la excavación de paneles mediante una benna de 10 Tn con almeja rectangular de 0.6 y 2.70 m de largo, accionadas por cables y posteriormente rellenados con lechada plástica.

Inyecciones en roca en margen derecha

La metodología empleada para el tratamiento de la cuarcita de la margen derecha del dique, consistió en la perforación de pozos de 60 mm de diámetro para atravesar las diaclasas abiertas de la roca, y luego inyectarlas en tramos de 5 m en forma ascendente.

disaggregated soil, and forming the mix of soil and cement.

The parameters of the jetting phase were recorded as well.

Plastic Slurry wall (left abutment)

The plastic slurry walls in the left abutment of the dam was excavated by using a 10 ton weight, 2.70 m long mechanical grab. The thickness of the slurry wall was 600 mm. The trench was excavated by using a bentonitic slurry, and pouring a bentonite/cement slurry.

Drilling and grouting (right abutment)

In order to install the impervious cut-off in the quartzitic rock in right abutment, holes 60 mm were drilled and grouted in 5 metre long steps, using the upstage method. A split spacing method was adopted, where the spacing between primary and secondary holes was 3 metre. Additional tertiary, if

El espaciamiento entre sondeos primarios y secundarios fue de 3 m, quedando reducido a 1.5 m en el caso de ejecución de terciarias. El método utilizado en la inyección fue el desarrollado por Dr. Giovanni Lombardi, que se basa en la Intensidad de Inyección GIN.

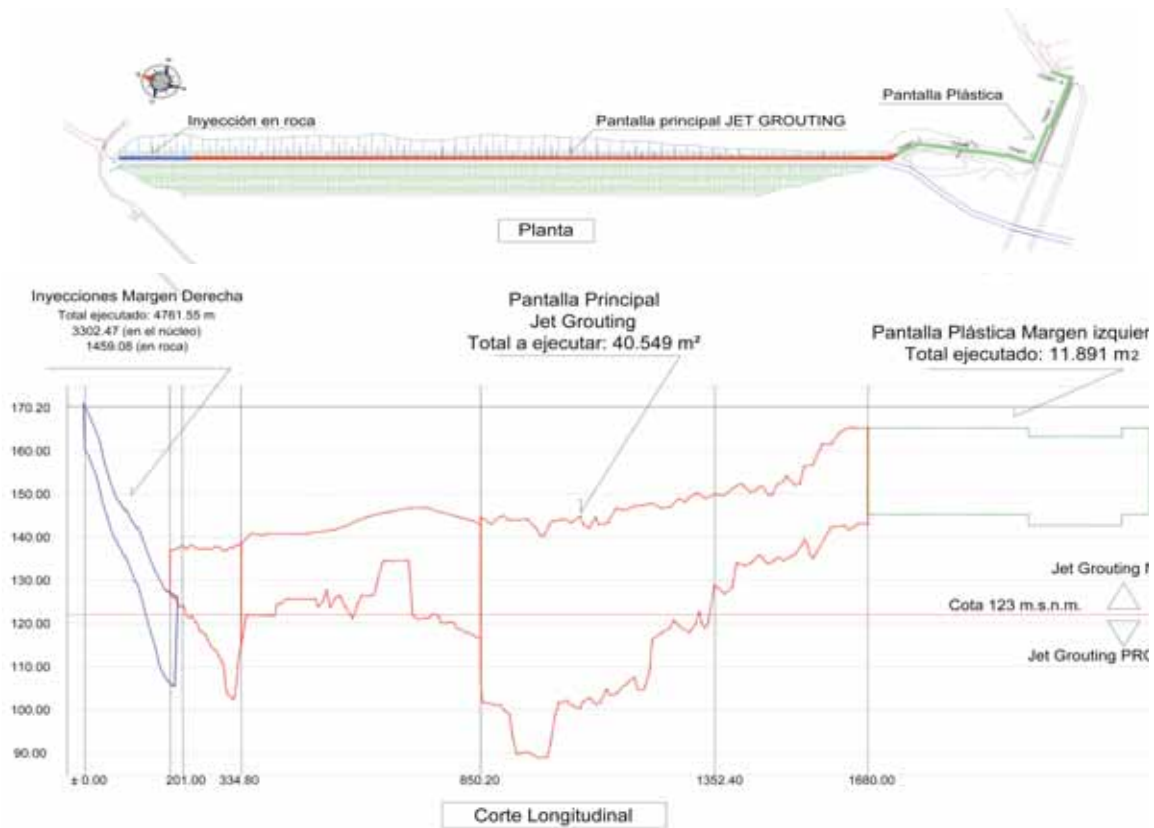
any, were placed midway. The adopted pressure and volume criteria for grouting was decided according the Grouting Intensity Number (GIN) method.

Tratamiento mediante Jet Grouting

El tratamiento del sector central del dique se está realizando mediante la técnica de Jet Grouting Trifluido, la inyección inducida o jet grouting es el de fluido de corte diferenciado y aportación de aire comprimido para evacuación controlada de reflujo. El método está basado en la rotura y remoción parcial del suelo mediante la acción de un jet coaxial de agua y aire y el reemplazo simultáneo por otro jet de lechada cementicia.

INYECCIONES

Sondeos	Inyeccion (lts)	Absorcion (lts/m)	Volumen pozo (lts)	Inyeccion efectiva (lts)	Absorcion efectiva (lts)
Primarios	21.637	49.98	2.714	18.923	43.71
Secundarios	19.588	48.60	2.352	17.236	42.77
Terciarios	22.584	39.63	2.204	20.380	35.77
Totales	63.809		7.270	56.539	



La técnica utilizada combina la exacta documentación de cada columna, en cuanto a su posicionamiento y, en función de este, la elección individualizada de los parámetros de inyección, para procurar la obtención de un correcto solapamiento aún a profundidades de 60 m o más.

El equipo de perforación está complementado con un sistema de registro de parámetros de perforación LUTZ tipo CL88, que permite registrar la velocidad de avance, presión de lodo, torque y vibración, datos que se graban en bloques de memoria. El análisis de esta información permite realizar el perfil geológico del sondeo.

Una vez que la perforación llega a la cota estipulada, antes de la extracción del varillaje, se introduce un inclinómetro electromagnético montado sobre caños especiales con estrías debidamente orientado. La medición se efectúa cada 1.5 m, estos datos inclinométricos se almacenan y procesan para obtener la desviación específica





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



Bernardo de Irigoyen 308 - P.6 C1072AAH
Buenos Aires - Argentina
Tel. +541.141.203.400 - Fax +541.143.347.636
e-mail: info@trevi.com.ar
www.trevi.com.ar