

|                                                                                                                                                      |                 |                                                                                                            |         |  |        |                                         |        |                                                                                                                                             |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--|--------|-----------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                                      |                 |                                                                                                            |         |  |        |                                         |        |                                                                                                                                             |  |
|                                                                                                                                                      |                 |                                                                                                            |         |  |        |                                         |        |                                                                                                                                             |  |
|                                                                                                                                                      |                 |                                                                                                            |         |  |        |                                         |        |                                                                                                                                             |  |
|                                                                                                                                                      |                 |                                                                                                            |         |  |        |                                         |        |                                                                                                                                             |  |
|                                                                                                                                                      |                 |                                                                                                            |         |  |        |                                         |        |                                                                                                                                             |  |
| A                                                                                                                                                    | PARA APROBACION | 29-11-04                                                                                                   | ATTR    |  | ORU    |                                         | PAS    |                                                                                                                                             |  |
| Rev.                                                                                                                                                 | DESCRIPCIÓN     | FECHA                                                                                                      | ELABORO |  | REVISO |                                         | APROBÓ |                                                                                                                                             |  |
| LISTA DE REVISIONES                                                                                                                                  |                 |                                                                                                            |         |  |        |                                         |        |                                                                                                                                             |  |
| CONTRATISTA:<br><br>                                              |                 | NÚMERO DE ELABORADO INTEC-ARCAN:<br><br><p style="text-align: center;"><b>81041061-00-000-MCC-5001</b></p> |         |  |        |                                         |        |                                                                                                                                             |  |
| ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE<br>TRANSPORTADORA DE GAS DEL NORTE S.A., QUIEN<br>SALVAGUARDARÁ SUS DERECHOS CONFORME A LAS<br>PREVISIONES DE LA LEY. |                 | TITULO: <b>ESTUDIO DE SUELOS</b><br><br>TIPO DE<br>ELAB: <b>MEMORIA DE CALCULO</b>                         |         |  |        |                                         |        |                                                                                                                                             |  |
| <br><b>TRANSPORTADORA<br/>DE GAS DEL NORTE S.A.</b>               |                 | LUGAR:   Provincia de Córdoba<br><br>OBRA:     EXPANSIÓN 2005<br>PLANTA DEAN FUNES                         |         |  |        |                                         |        | N° de Obra<br><br><p style="text-align: center;">-</p>                                                                                      |  |
|                                                                                                                                                      |                 | NUMERO DE ELABORADO TGN:<br><br><p style="text-align: center;"><b>DEA-EC-MC-04P3901</b></p>                |         |  |        | Escala<br>N/A<br>Hoja N°<br><br>1 de 13 |        | REVISIÓN<br><div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; line-height: 40px;">A</div> |  |

|                                                                                                                              |                    |                          |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------|
|  <b>TRANSPORTADORA DE GAS DEL NORTE S.A.</b> | MEMORIA DE CALCULO | Identificación           | Pág.            |
|                                                                                                                              | ESTUDIO DE SUELOS  | <b>DEA-EC-MC-04P3901</b> | <b>2</b>        |
|                                             |                    | Revisión<br>A            | De<br><b>13</b> |



## INGENIEROS CONSULTORES

Geotecnia, Fundaciones, Mecánica de Rocas, Cálculo y Asesoramiento Estructural

Pablo Mirizzi 471 – B°Parque Vélez Sársfield – (5016) Córdoba – Tel. y Fax (351) 468-5073 – Email: arrt@arnet.com.ar

PABLO ABBONA, Ing. Civil  
EMILIO REDOLFI, Dr. Ingeniero  
RICARDO ROCCA, Ing. Geólogo  
ROBERTO TERZARIOL, Ing. Civil  
RICARDO MACCARIO, Ing. Civil

Córdoba, 5 de Noviembre de 2004.

### ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES

**CLIENTE:** ARCAN Ingeniería y Construcciones S.A.

**OBRA:** Planta Compresora Deán Funes

**UBICACIÓN:** Deán Funes - Provincia de Córdoba

**N°:** (2735) 04/254/0

## INFORME TÉCNICO FINAL

### A. Consideraciones Generales

#### A.1. Objeto del Estudio:

El presente estudio tiene por finalidad reconocer las propiedades físicas y mecánicas del terreno en donde se construirán las fundaciones de una ampliación de la Planta Compresora de Gas, a fin de determinar la probable cota y tipo de fundación para las citadas estructuras.

Los equipos tienen cargas máximas estimadas de 12,0 tn el horizontal y 6,0 tn el vertical, o de 16,0 tn sólo en vertical.

#### A.2. Ubicación del terreno estudiado:

El mismo se encuentra ubicado en un lote lindero a la planta Compresora de Gas de la ciudad de Deán Funes de la Provincia de Córdoba. Se adjunta al presente un croquis de ubicación de los trabajos realizados.

#### A.3. Antecedentes consultados

Para la realización del presente informe se han tenido en cuenta los estudios de suelos realizados para otras ampliaciones en la misma planta.

|                                                                                                                              |                    |                          |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------|
|  <b>TRANSPORTADORA DE GAS DEL NORTE S.A.</b> | MEMORIA DE CALCULO | Identificación           | Pág.            |
|                                                                                                                              | ESTUDIO DE SUELOS  | <b>DEA-EC-MC-04P3901</b> | <b>3</b>        |
|                                             |                    | Revisión<br>A            | De<br><b>13</b> |



## INGENIEROS CONSULTORES

Geotecnia, Fundaciones, Mecánica de Rocas, Cálculo y Asesoramiento Estructural

Pablo Mirizzi 471 – B°Parque Vélez Sársfield – (5016) Córdoba – Tel. y Fax (351) 468-5073 – Email: arrt@arnet.com.ar

PABLO ABBONA, Ing. Civil  
EMILIO REDOLFI, Dr. Ingeniero  
RICARDO ROCCA, Ing. Geólogo  
ROBERTO TERZARIOL, Ing. Civil  
RICARDO MACCARIO, Ing. Civil

### B. Desarrollo del estudio

#### B.1. Trabajos realizados en campaña:

*Pozos a cielo abierto:* A efectos de reconocer el perfil geológico y extraer muestras inalteradas, se realizaron tres (3) pozos excavados a cielo abierto, los cuales se indican en el croquis de ubicación como sondeos C1, C2, y C3.

*Sondeos mecánicos:* Se realizaron cuatro (4) sondeos mediante barreno para tomar muestras de los distintos tipos de suelos atravesados y realizar ensayos de penetración Standard (SPT) cada metro o en las zonas de cambio de estrato. En el croquis de ubicación se designan como P1, P2, P3 y P4.

*Ensayos de resistividad:* En las localizaciones indicadas en el croquis de ubicación como ER1, ER2, ER3, ER4, ER5, y ER6, se determinó la resistividad específica de los mantos de suelos siguiendo el método de Wenner.

#### B.2. Trabajos realizados en laboratorio:

Sobre las muestras extraídas se realizaron los siguientes ensayos y determinaciones:

- Humedad natural
- Peso unitario
- Límites de consistencia
- Granulometría
- Sales solubles totales
- Proctor

Los valores obtenidos se indican en las planillas correspondientes.

#### B.3. Trabajos de Gabinete

Se han realizado planillas y gráficos de los ensayos de Laboratorio, se han evaluado sus resultados, y se han estudiado posibles sistemas de fundación para la obra mencionada con el objeto de formular las recomendaciones de este Informe.

### C. Descripción y propiedades mecánicas de los estratos

Se trata de suelos con traza de acción fluvial, debido a la acción las escorrentías que bajan de los cerros vecinos.

A partir de la superficie del terreno, y hasta una profundidad de –1,00 metro aproximadamente se desarrolla un manto de arcillas limosas de color pardo oscuro. El contenido de humedad es muy bajo lo cual dificulta su excavación manual y arroja valores del SPT superiores a 20 golpes cada 30 cm.

|                                                                                                                              |                    |                          |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------|
|  <b>TRANSPORTADORA DE GAS DEL NORTE S.A.</b> | MEMORIA DE CALCULO | Identificación           | Pág.            |
|                                                                                                                              | ESTUDIO DE SUELOS  | <b>DEA-EC-MC-04P3901</b> | <b>4</b>        |
|                                             |                    | Revisión<br>A            | De<br><b>13</b> |



## INGENIEROS CONSULTORES

Geotecnia, Fundaciones, Mecánica de Rocas, Cálculo y Asesoramiento Estructural

Pablo Mirizzi 471 – B°Parque Vélez Sársfield – (5016) Córdoba – Tel. y Fax (351) 468-5073 – Email: arrt@arnet.com.ar

PABLO ABBONA, Ing. Civil  
EMILIO REDOLFI, Dr. Ingeniero  
RICARDO ROCCA, Ing. Geólogo  
ROBERTO TERZARIOL, Ing. Civil  
RICARDO MACCARIO, Ing. Civil

Por debajo de este horizonte arcilloso superior, y hasta una profundidad de -2,50 metros aproximadamente, se extiende un estrato intermedio compuesto por limos arcillosos con arenas y gravas aisladas de espesor variable. La compacidad de este estrato es baja a media. Los resultados del SPT indican valores medios de 10 golpes cada 30 cm.

Finalmente desde -2,50 metros y hasta el total de la profundidad investigada, se ubica manto de arenas gruesas limpias con gravas y rodados. Se trata de un manto compacto, muy seco y se producen desmoronamientos que impidieron continuar la excavación por debajo de los -3,50 metros.

Los ensayos de penetración dinámica muestran valores superiores a 50 golpes para penetrar 20 cm en todo la profundidad investigada.

No se detectó la presencia del nivel freático durante las tareas de campaña.

### D. Conclusiones

#### D.1. Fundaciones:

Los mantos de arcillas limosas de color pardo oscuras superiores y los limos arenosos intermedios, deben descartarse como materiales de fundación para las estructuras proyectadas dada su envergadura, costos y magnitud de las cargas.

Las fundaciones (zapatas aisladas, plateas o bloques de fundación) deben apoyarse sobre el horizonte de arenas limpias con gravas y rodados ubicado a una cota aproximada de -2,50 metros. Se estima que puede utilizarse una tensión admisible de punta de 30,0 t/m<sup>2</sup>. Se puede asumir un ángulo de rozamiento interno suelo - fundación de 35 ° y un módulo de balasto para plato de 30 cm de diámetro igual a 5.000 t/m<sup>3</sup>a -2,50 metros de profundidad.

#### D.4. Estructuras y fundaciones sometidas a acción sísmica:

Desde el punto de vista sísmico, estos materiales pueden clasificarse como suelos tipo III (IC 103), y no presentan probabilidades de licuefacción ni de comportamiento contractivo ante esfuerzos dinámicos.

Las tensiones admisibles pueden incrementarse 1,4 veces para las verificaciones de las solicitaciones obtenidas de la aplicación del Reglamento INPRES-CIRSOC 103.

|                                                                                                                                  |                    |  |                               |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--|-------------------------------|-----------------|
|  <b>TRANSPORTADORA<br/>DE GAS DEL NORTE S.A.</b> | MEMORIA DE CALCULO |  | Identificación                | Pág.            |
|                                                                                                                                  | ESTUDIO DE SUELOS  |  | <b>DEA-EC-MC-<br/>04P3901</b> | <b>5</b>        |
|                                                 |                    |  | Revisión<br>A                 | De<br><b>13</b> |



## INGENIEROS CONSULTORES

Geotecnia, Fundaciones, Mecánica de Rocas, Cálculo y Asesoramiento Estructural

Pablo Mirizzi 471 – B°Parque Vélez Sársfield – (5016) Córdoba – Tel. y Fax (351) 468-5073 – Email: arrt@arnet.com.ar

PABLO ABBONA, Ing. Civil  
EMILIO REDOLFI, Dr. Ingeniero  
RICARDO ROCCA, Ing. Geólogo  
ROBERTO TERZARIOL, Ing. Civil  
RICARDO MACCARIO, Ing. Civil

### D.5. Rellenos:

Los suelos encontrados no presentan características expansivas por lo que pueden ser utilizados como apoyo de bases y sub-bases, y pueden servir como material para terraplenamiento.

A los efectos de lograr un adecuado comportamiento de los terraplenes, se aconseja utilizar la siguiente metodología:

- Retirar el suelo vegetal superficial (aproximadamente 20 cm) y compactar el suelo natural hasta obtener el 92% del valor de ensayo Proctor Standard.
- Por encima de esta primera compactación y hasta 20 cm por debajo del nivel de fondo de pisos o calles, se podrá terraplenar con suelo del lugar o de yacimiento (limo arenoso CL-ML: PTN°200 > 90%; LL < 27%; IP < 7%). Este terraplenamiento se realizará compactando hasta lograr un 95% del peso unitario máximo del ensayo Proctor Standard en capas de no más de 20 cm de espesor.
- La última capa (20 cm) inmediatamente por debajo de los pisos y calles y por encima del terraplén se construirá con material granular seleccionado (localmente denominado 0 -20 mm) adicionando con un 2% en peso de cal hidratada. Este material se compactará hasta obtener un 98% del valor del ensayo de Proctor Standard.
- Para el suelo del lugar puede adoptarse un valor de peso unitario máximo para el ensayo Proctor Standard de 1,98 t/m<sup>3</sup> con una humedad óptima de 10 %. En el caso de utilizar suelo de otro yacimiento se deberán realizar ensayos en obra para determinar su peso unitario máximo y su humedad óptima.

### D.6. Agresividad:

Los ensayos de sales solubles totales (Norma DPV) indican que los suelos presentan contenidos de sales solubles totales menores del 0,10 %. Por este motivo no se ha determinado contenidos de sulfatos y cloruros. Esto ubicaría a los suelos respecto a la agresividad como de "no agresivos" según la norma CIRSOC 201, tomo 1, pp 261.

### D.7. Excavaciones:

Las excavaciones para las fundaciones podrán ejecutarse sin mayores protecciones hasta una profundidad de -2,50 metros.

### D.7. Resistividad eléctrica:

Las mediciones realizadas de la resistividad eléctrica utilizando el método de WENNER, se detallan en la tabla adjunta.

|                                                                                                                                  |                    |  |                               |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--|-------------------------------|----------------------|
|  <b>TRANSPORTADORA<br/>DE GAS DEL NORTE S.A.</b> | MEMORIA DE CALCULO |  | Identificación                | Pág.<br><br><b>6</b> |
|                                                                                                                                  | ESTUDIO DE SUELOS  |  | <b>DEA-EC-MC-<br/>04P3901</b> |                      |
|                                                 |                    |  | Revisión<br><br>A             | De<br><br><b>13</b>  |

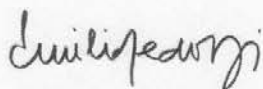
# ARRT INGENIEROS CONSULTORES

Geotecnia, Fundaciones, Mecánica de Rocas, Cálculo y Asesoramiento Estructural

Pablo Mirizzi 471 – B°Parque Vélez Sársfield – (5016) Córdoba – Tel. y Fax (351) 468-5073 – Email: arrt@arnet.com.ar

PABLO ABBONA, Ing. Civil  
EMILIO REDOLFI, Dr. Ingeniero  
RICARDO ROCCA, Ing. Geólogo  
ROBERTO TERZARIOL, Ing. Civil  
RICARDO MACCARIO, Ing. Civil

| Sep.<br>(m) | ER1        |                | ER2        |                | ER3        |                | ER4        |                | ER5        |                | ER6        |                |
|-------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|
|             | R<br>(ohm) | Res.<br>(ohmm) | R<br>(ohm) | Res.<br>(ohmm) | R<br>(ohm) | Res.<br>(ohmm) | R<br>(ohm) | Res.<br>(ohmm) | R<br>(ohm) | Res.<br>(ohmm) | R<br>(ohm) | Res.<br>(ohmm) |
| 0,5         | 6,5        | 20,4           | 6,6        | 20,7           | 6,4        | 20,1           | 6,0        | 18,8           | 7,0        | 21,9           | 6,5        | 20,4           |
| 1,0         | 3,4        | 21,3           | 3,3        | 20,7           | 3,4        | 21,3           | 3,3        | 20,7           | 3,3        | 20,7           | 3,5        | 21,9           |
| 1,5         | 2,5        | 23,6           | 2,5        | 23,6           | 2,4        | 22,6           | 2,6        | 24,5           | 2,5        | 23,6           | 2,5        | 23,6           |
| 3,0         | 0,8        | 15,1           | 0,8        | 15,1           | 0,8        | 15,1           | 0,7        | 13,2           | 0,7        | 13,2           | 0,7        | 13,2           |
| 6,0         | 0,7        | 26,4           | 0,7        | 26,4           | 0,6        | 22,6           | 0,6        | 22,6           | 0,5        | 18,8           | 0,8        | 30,2           |
| 9,0         | 0,4        | 22,6           | 0,3        | 16,9           | 0,4        | 22,6           | 0,4        | 22,6           | 0,5        | 28,2           | 0,3        | 16,9           |
| 12,0        | 0,0        | 0,00           | 0,0        | 0,00           | 0,0        | 0,00           | 0,0        | 0,00           | 0,0        | 0,00           | 0,0        | 0,00           |



Ing. Emilio R. Redolfi



Ing. Roberto Terzariol

|                                                                                                                              |                    |  |                          |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--|--------------------------|-----------------|
|  <b>TRANSPORTADORA DE GAS DEL NORTE S.A.</b> | MEMORIA DE CALCULO |  | Identificación           | Pág.            |
|                                                                                                                              | ESTUDIO DE SUELOS  |  | <b>DEA-EC-MC-04P3901</b> | <b>7</b>        |
|                                             |                    |  | Revisión<br>A            | De<br><b>13</b> |



**INGENIEROS CONSULTORES**

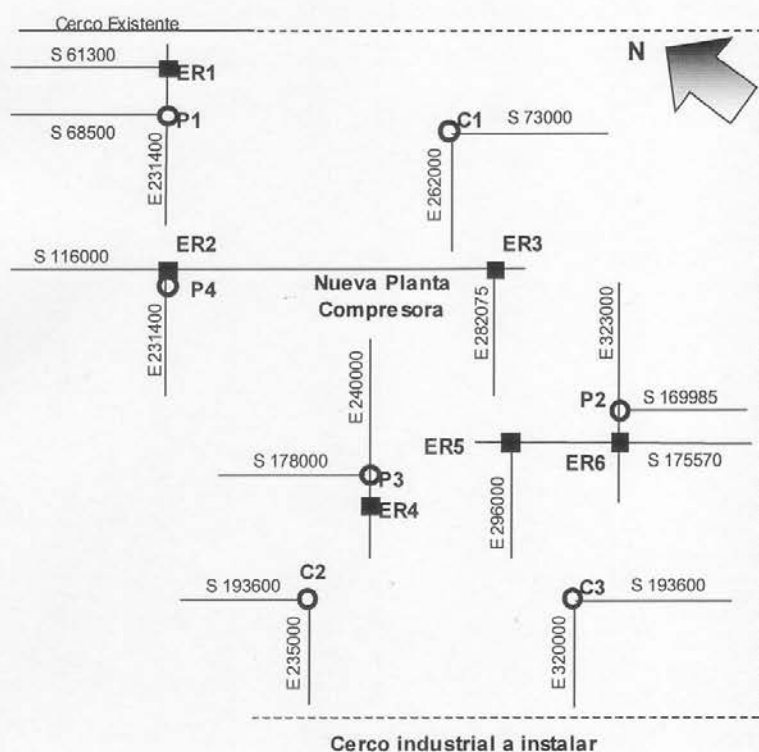
Geotecnia, Fundaciones, Mecánica de Rocas, Cálculo y Asesoramiento Estructural

Pablo Mirizzi 471 – B°Parque Vélez Sársfield – (5016) Córdoba – Tel. y Fax (351) 468-5073 – Email: arrt@arnet.com.ar

PABLO ABBONA, Ing. Civil  
EMILIO REDOLFI, Dr. Ingeniero  
RICARDO ROCCA, Ing. Geólogo  
ROBERTO TERZARIOL, Ing. Civil  
RICARDO MACCARIO, Ing. Civil

## CROQUIS DE UBICACION

Planta Compresora Deán Funes.  
Provincia de Córdoba.



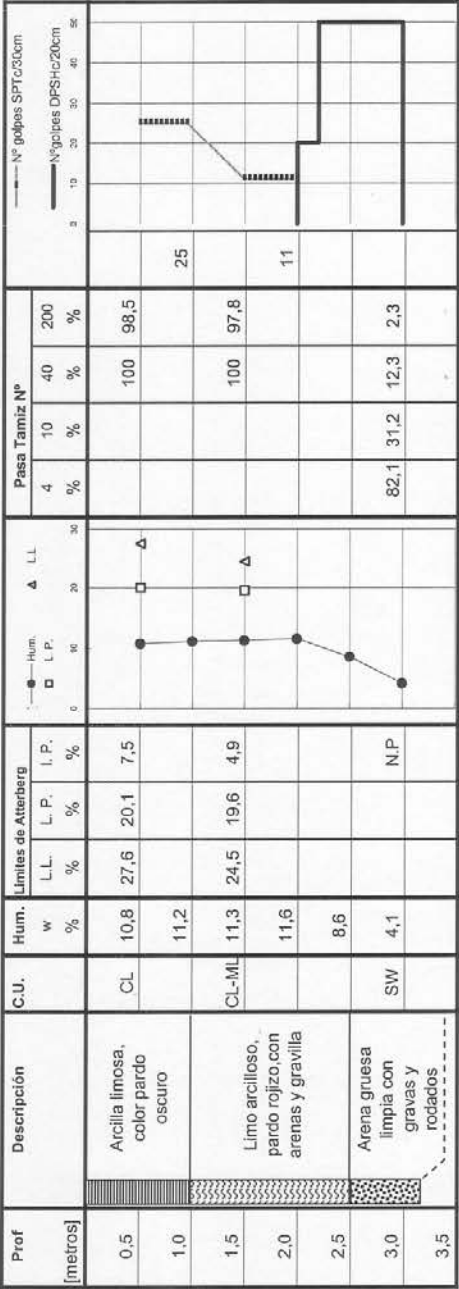


OBRA: Planta Compresora Deán Funes.

UBICACIÓN: Deán Funes - Provincia de Córdoba.

CLIENTE: ARCAN Ingeniería y Construcciones S.A.

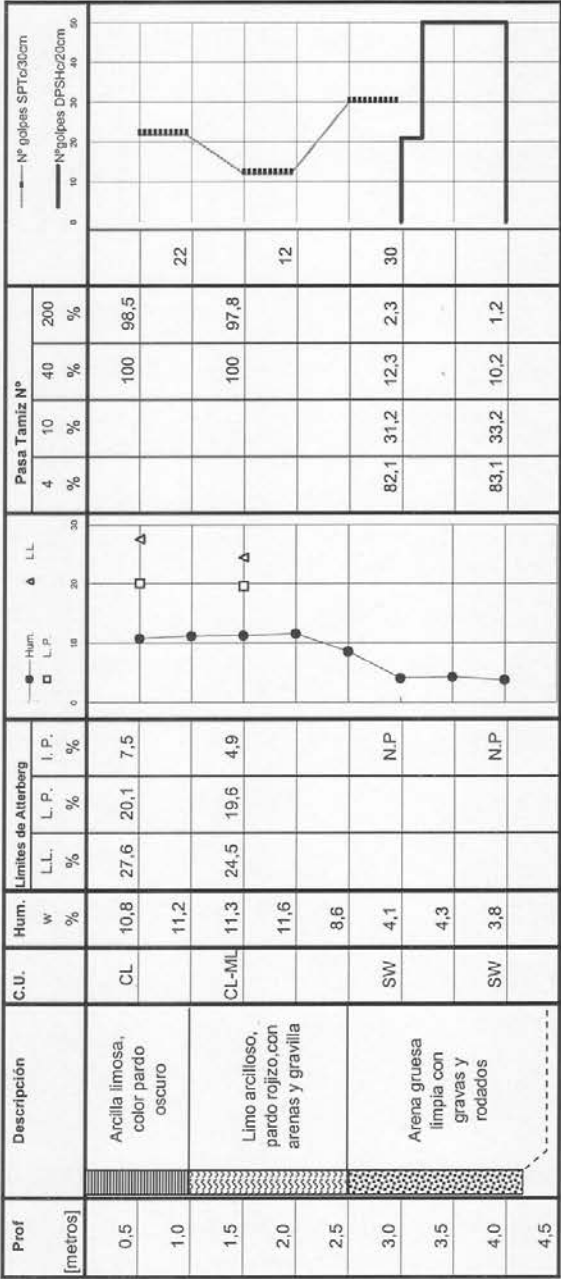
SONDEO: P1





OBRA: Planta Compresora Deán Funes.  
 UBICACIÓN: Deán Funes - Provincia de Córdoba.  
 CLIENTE: ARCAN Ingenieria y Construcciones S.A.

SONDEO: P2



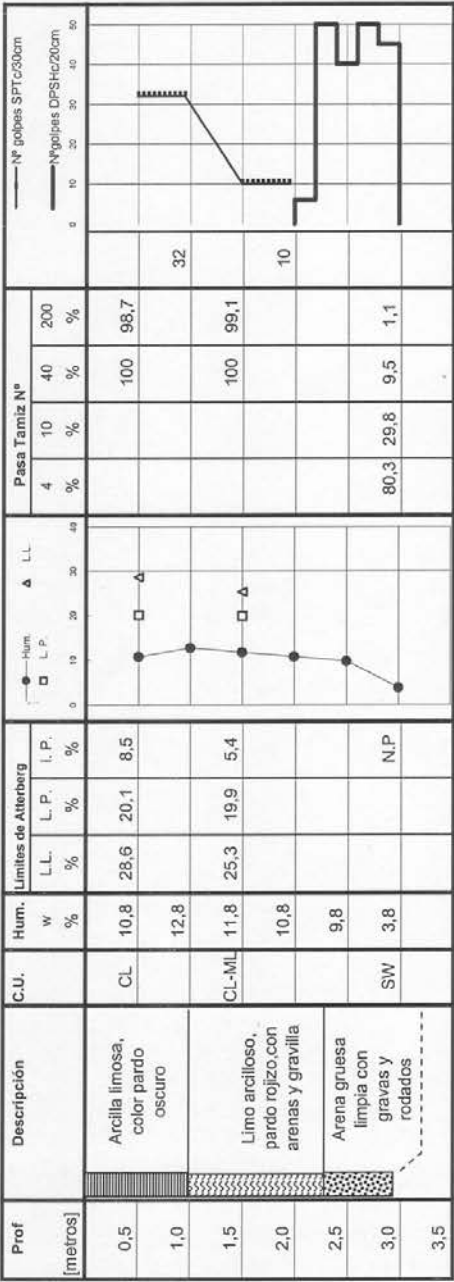


OBRA: Planta Compresora Deán Funes.

UBICACIÓN: Deán Funes - Provincia de Córdoba.

CLIENTE: ARCAN Ingeniería y Construcciones S.A.

SONDEO: P3



|                                                                                                                                           |                    |  |                               |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--|-------------------------------|-----------------|
|  <b>TRANSPORTADORA<br/>DE GAS DEL NORTE S.A.</b>          | MEMORIA DE CALCULO |  | Identificación                | Pág.            |
|                                                                                                                                           | ESTUDIO DE SUELOS  |  | <b>DEA-EC-MC-<br/>04P3901</b> | <b>11</b>       |
|  <b>INTEL ENGINEERING</b><br><b>ARCAN CONSTRUCCIONES</b> |                    |  | Revisión<br>A                 | De<br><b>13</b> |

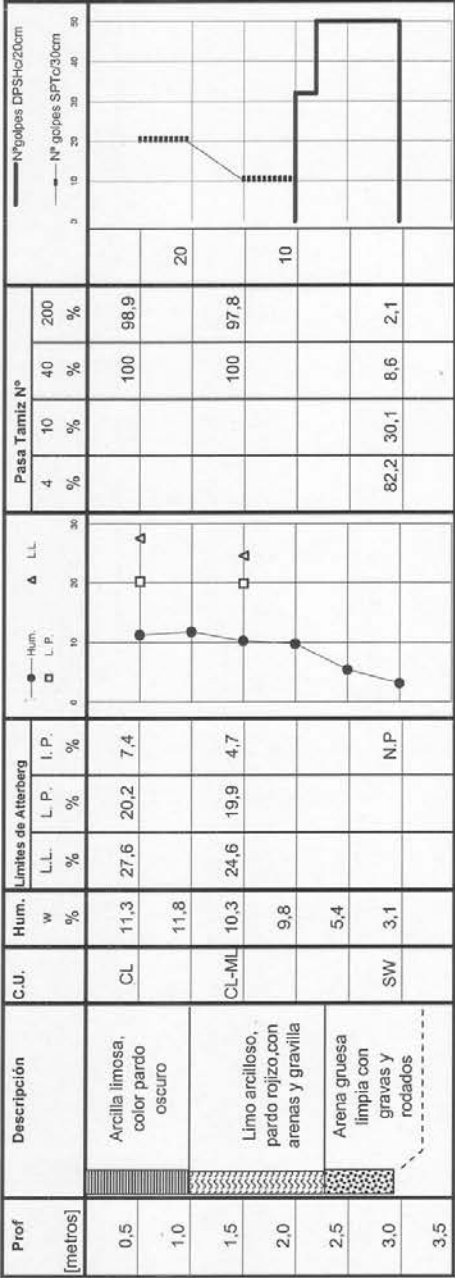


OBRA: Planta Compresora Deán Funes.

UBICACIÓN: Deán Funes - Provincia de Córdoba.

CLIENTE: ARCAN Ingeniería y Construcciones S.A.

SONDEO: P4





**CALICATA: C1**

[illegible]

CALICATA: C2

[illegible]

CALICATA: C3

[illegible]

|                                                                                                                                  |                    |  |                               |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--|-------------------------------|-----------|
|  <b>TRANSPORTADORA<br/>DE GAS DEL NORTE S.A.</b> | MEMORIA DE CALCULO |  | Identificación                | Pág.      |
|                                                                                                                                  | ESTUDIO DE SUELOS  |  | <b>DEA-EC-MC-<br/>04P3901</b> | <b>13</b> |
|                                                 |                    |  | Revisión                      | De        |
|                                                                                                                                  |                    |  | A                             | <b>13</b> |

OBRA: Planta Compresora Deán Funes.  
 UBICACIÓN: Deán Funes - Provincia de Córdoba.  
 CLIENTE: ARCAN Ingeniería y Construcciones.



## COMPACTACIÓN PROCTOR

OBRA: Planta Compresora Deán Funes.  
 UBICACIÓN: Deán Funes - Pcia de Córdoba:

|               |         |                             |
|---------------|---------|-----------------------------|
| Peso Pisón:   | 2,52 kg | <b>PROCTOR T 99</b>         |
| Altura caída: | 30,5 cm | Volumen 951 cm <sup>3</sup> |
| Nºgolpes:     | 25      | Peso Molde 1640 g           |
| Nºcapas:      | 3       | Calicata: C3 0,80 a 1,30 m  |

| Punto | P. suelo +<br>P. molde<br>g | P. suelo<br>húmedo<br>g | Peso Unitario<br>húmedo<br>g/cm <sup>3</sup> | Pesafiltro | Pesafiltro +<br>suelo húmedo<br>gr | Pesafiltro +<br>suelo seco<br>gr | Agua<br>gr | Peso<br>Pesafiltro<br>gr | Peso<br>suelo seco<br>gr | Humedad<br>% | Peso Unitario<br>seco<br>kg/dm <sup>3</sup> |
|-------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------|------------------------------------|----------------------------------|------------|--------------------------|--------------------------|--------------|---------------------------------------------|
| 1     | 3495                        | 1685                    | 1,77                                         | 1          | 217,1                              | 204,3                            | 12,8       | 6,8                      | 197,5                    | 6,48         | 1,66                                        |
| 2     | 3640                        | 2000                    | 2,10                                         | 2          | 216,6                              | 199,5                            | 17,1       | 7                        | 192,5                    | 8,88         | 1,93                                        |
| 3     | 3720                        | 2080                    | 2,19                                         | 3          | 218,8                              | 199,1                            | 19,7       | 7,5                      | 191,6                    | 10,28        | 1,98                                        |
| 4     | 3685                        | 2045                    | 2,15                                         | 4          | 213,4                              | 191,4                            | 22         | 6,2                      | 185,2                    | 11,88        | 1,92                                        |
| 5     | 3600                        | 1960                    | 2,06                                         | 5          | 221,9                              | 196,4                            | 25,5       | 8,7                      | 187,7                    | 13,59        | 1,81                                        |

