

# **INFORME TÉCNICO**

## **ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO PUENTE SOBRE EL RIO CHUBUT**

### **UBICACIÓN DE LA OBRA:**

Trazado Rawson – Playa Unión  
Provincia de Chubut – República Argentina

### **COMITENTE:**

INDUSTRIAS BASS SRL  
Héroes de Malvinas 4405 – Trelew  
Provincia de Chubut – República Argentina

### **SUMARIO DE ESTE INFORME:**

- I. Objetivos del Informe. Simbología
- II. Descripción de la Metodología de Trabajo
- III. Croquis de Ubicación de las Perforaciones
- IV. Clasificación de los Suelos
- V. Perfil Estratigráfico
- VI. Cuadro de Cotas y Tensiones Admisibles
- VII. Análisis de la Capacidad Portante
- VIII. Análisis de Probables Asentamientos
- IX. Capacidad Portante de Pilotes
- X. Ensayos de Laboratorio
- XI. Conclusiones

## **I. - OBJETIVOS DEL INFORME**

- Analizar las propiedades físico-mecánicas del suelo que determinan las características de su comportamiento geotécnico.
- Determinar los parámetros de diseño en el área necesarios para el cálculo de los pilotes.
- Establecer un cuadro de valores característicos del suelo.

## **SIMBOLOGÍA UTILIZADA.**

|                |  |
|----------------|--|
| $\theta$       | Cota de Referencia                               |
| $\oplus$ B.P.  | Boca de Pozo.                                    |
| N              | Nº de golpes del Ensayo de Penetración Terzaghi. |
| $\omega$       | Humedad Natural.                                 |
| $\gamma$       | Densidad aparente húmeda.                        |
| LL             | Límite Líquido                                   |
| LP             | Límite Plástico                                  |
| #200           | Tamiz de malla nº 200 (74 micrones)              |
| $\phi$         | Ángulo de fricción interna.                      |
| C              | Cohesión.  |
| mv             | Módulo edométrico.                               |
| $\nabla$       | Nivel de napa freática                           |
| M.A.           | Muestra alterada.                                |
| T.N.           | Terreno Natural.                                 |
| S.U.C.S.       | Sistema Unificado de Clasificación de Suelos     |
| H.R.B.         | Highway Research Board                           |
| <b>V</b>       | Coefficiente de Seguridad                        |
| $\sigma_{adm}$ | Tensión admisible                                |
| Df             | Cota de fundación                                |
| $E=1/mv$       | Módulo de Young.                                 |
| $\epsilon$     | Deformación unitaria.                            |
| G              | Peso específico del suelo.                       |
| e              | Relación de vacíos.                              |
| n              | Porosidad  |

## **II. - RESEÑA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS**

### **A.- DE CAMPO:**

Los trabajos de campo fueron llevados a cabo entre los días 29 de julio y 8 de agosto de 2014.

Se realizaron tres perforaciones de 20,00 m de profundidad respecto a boca de pozo. En las mismas se efectuó el Ensayo de Penetración Normalizado de Terzaghi (SPT) según Norma IRAM 10517/70. Con este procedimiento se toman muestras de cada estrato, y se acondicionan para mantener sus características inalteradas hasta la posterior realización de los ensayos de laboratorio.

Un técnico especializado en mecánica de suelos realizó en campaña un reconocimiento de las características generales del suelo en cada uno de los estratos detectados.

Recopilación de antecedentes técnicos de la zona en la cual se emplazará la obra.

Determinación de la ubicación del agua subterránea, de encontrarse en la profundidad sondeada.

### **B.- DE LABORATORIO**

A partir de las muestras tomadas en campaña, se las extrae con sumo cuidado y se confeccionan probetas para la realización de los siguientes ensayos:

Determinación de humedad según IRAM 10.519.

Determinación de densidad natural, densidad de suelo seco según ASTM D 2937.

Determinación de límite líquido según IRAM 10.513.

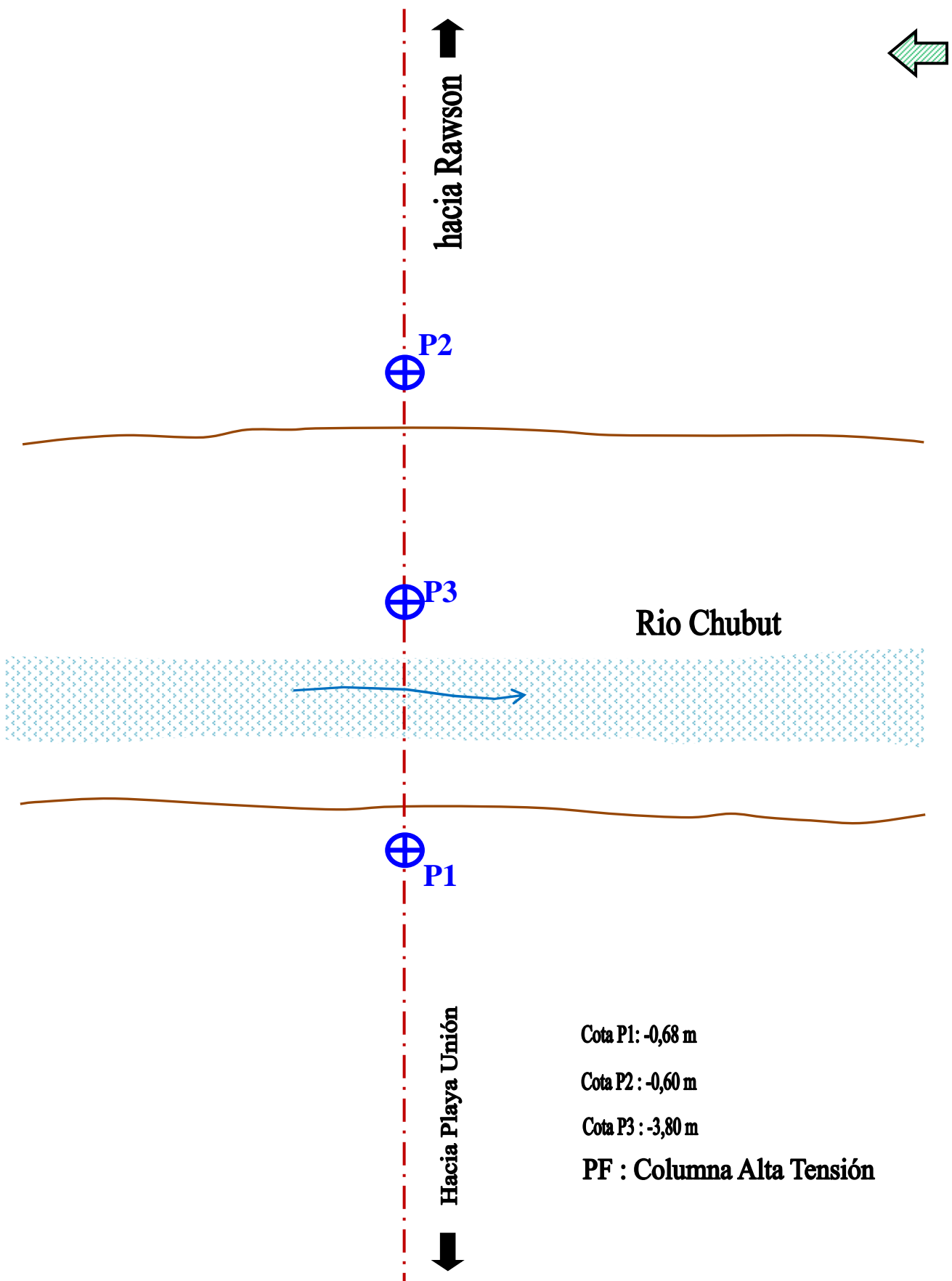
Determinación de límite plástico e índice de plasticidad según IRAM 10.502.

Clasificación de suelos por S.U.C.S. (Casagrande) según AASHTO M145-66 - IRAM 10.509.

Ensayos granulométricos sobre tamices según IRAM 10.507.

Ensayos triaxiales escalonados rápidos según IRAM 10.529/74.

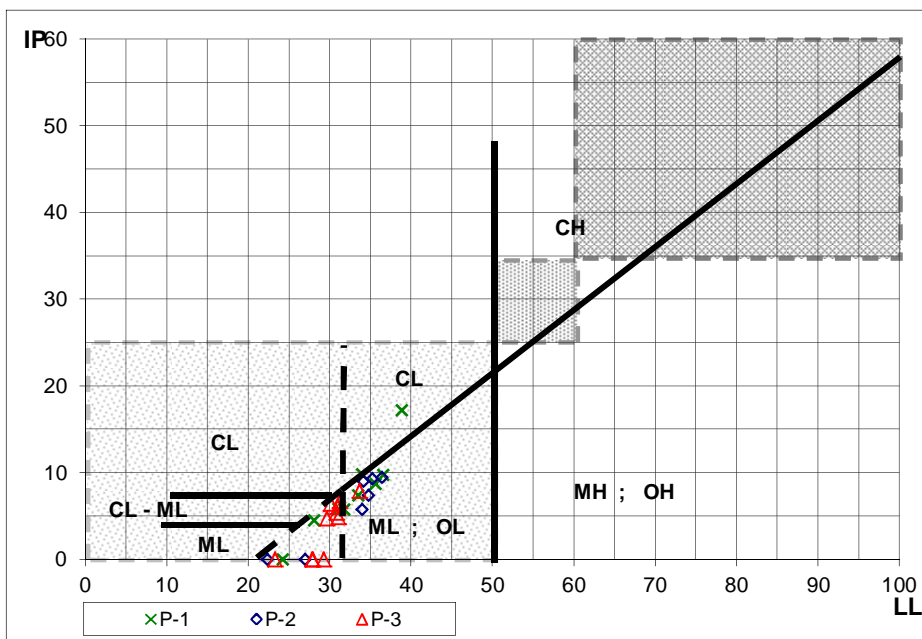
### III. - CROQUIS DE UBICACIÓN DE LAS PERFORACIONES



**IV.- CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (S.U.C.S. - Casagrande)**

| DIVISION PRINCIPAL   |   | SIMBOLO | NOMBRES TIPICOS   |  |
|--|---|---------|---|--|
| SUELOS DE GRANO GRUESO<br>50% o más es retenido por el tamiz nº 200. | GRAVAS<br>50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tamiz nº 4. | GW      | Gravas bien graduadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos.   | Clasificación basada en el porcentaje de finos. Menos del 5% pasa por el tamiz nº 200 GW, GP, SW, SP. Más del 12% pasa por el tamiz nº 200 GM, GC, SM, SC. Entre el 5 y el 12 % se utilizan símbolos dobles (ej SM-SW) |
|  |   | GP      | Gravas y mezclas de grava y arena mal graduadas con pocos finos o sin finos.  |  |
|  |   | GM      | Gravas limosas, mezclas de grava arena y limo.  |  |
|  |   | GC      | Gravas arcillosas, mezclas de grava arena y arcilla.  |  |
|  | ARENAS<br>más del 50 % de la fracción gruesa pasa el tamiz nº 4.        | SW      | Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocos finos o sin finos.  |  |
|  |   | SP      | Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocos finos o sin finos.   |  |
|  |   | SM      | Arenas limosas, mezclas de arena y limo.  |  |
|  |   | SC      | Arenas arcillosas, mezclas arena y arcilla.   |  |
|  |   |         |   |  |
| SUELOS DE GRANO FINO<br>50% o más pasa por el tamiz nº 200.          | LIMOS Y ARCILLAS<br>límite líquido de 50 % o inferior.                  | ML      | Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas.  | Con límite líquido, límite plástico se clasifica en la Carta de Casagrande.  |
|  |   | CL      | Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla. |  |
|  |   | OL      | Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.   |  |
|  | LIMOS Y ARCILLAS<br>límite líquido superior a 50%.                      | MH      | Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o limos plásticos.   |  |
|  |   | CH      | Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.  |  |
|  |   | OH      | Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media.   |  |
| Suelos Altamente orgánicos   |   | PT      | Turba, estiércol y otros suelos.  |  |

**CARTA DE CASAGRANDE.**



Calificación del Potencial de Expansión según W.E.S. (Waterways Experimental Station - U.S. Army Corps of Engineers)

- BAJO LL < 50 ; IP < 25
- MEDIO 50 > LL < 60 y 25 > IP > 35
- ALTO LL > 60 ; IP > 35

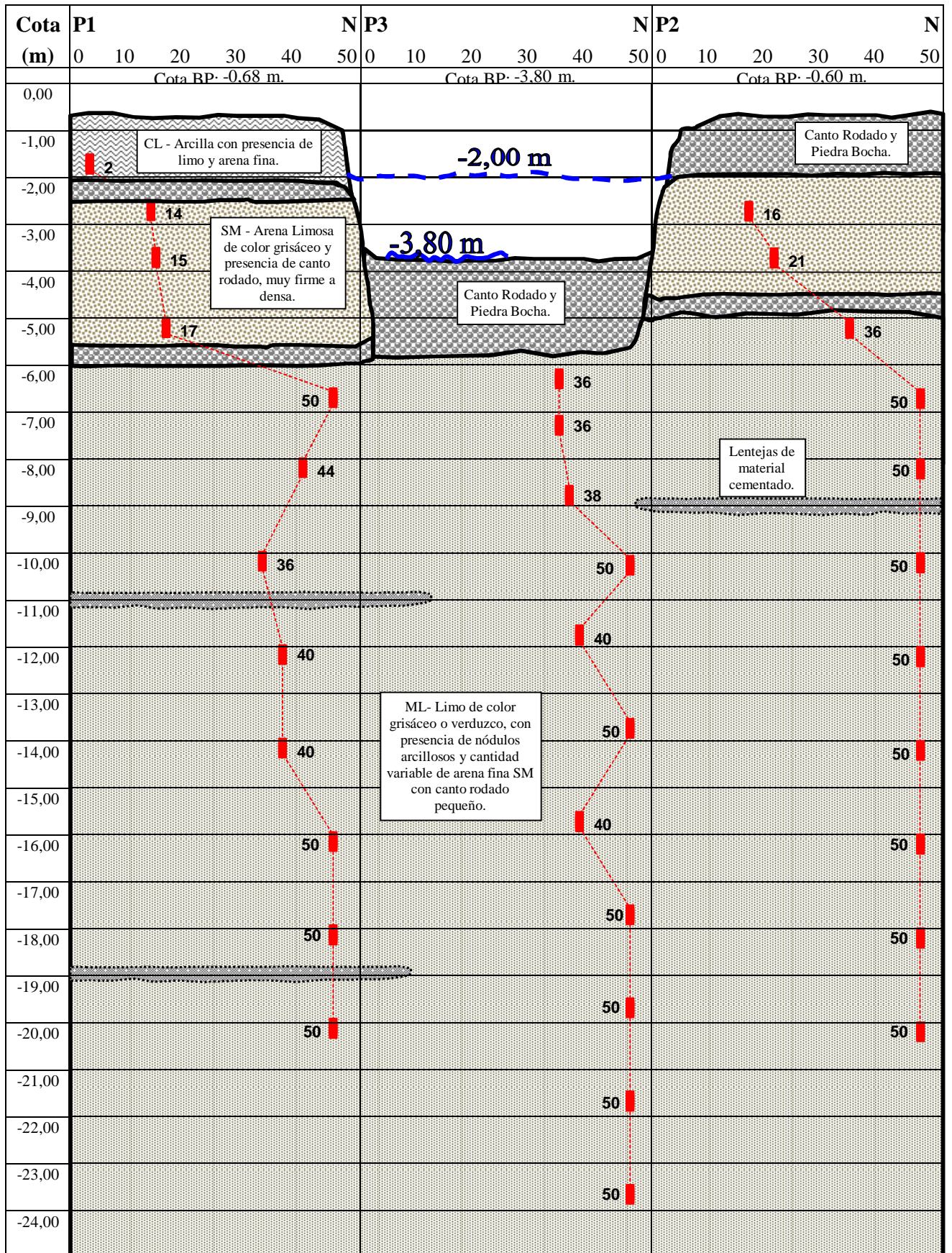
**ENSAYO NORMALIZADO DE PENETRACION DE TERZAGHI (S.P.T.)**

Durante la ejecución de las perforaciones se llevó a cabo el ensayo de penetración, que consiste en la hincada de las muestras a través de 45 cm del suelo, mediante una masa de 70 kg de peso y 70 cm de caída libre. El número de golpes necesario para penetrar los últimos 30 cm es el resultado del ensayo, y el mismo permite valorar la consistencia de los suelos en la siguiente forma:

| Número de golpes | Consistencia          |
|------------------|-----------------------|
| 0 a 2            | muy blanda            |
| 2 a 4            | blanda                |
| 4 a 8            | Medianamente compacta |
| 8 a 15           | compacta              |
| 15 a 30          | muy compacta          |
| más de 30        | dura                  |

### V.- PERFIL ESTRATIGRAFICO

Se representa aquí el perfil tentativo de la estratigrafía del suelo, basado en el reconocimiento y clasificación de las muestras ensayadas en laboratorio. Además, se indican los resultados de las sucesivas realizaciones del Ensayo normalizado de penetración de Terzaghi (SPT).



## VI.- CUADRO DE COTAS Y TENSIONES ADMISIBLES DEL SUELO

Con los valores obtenidos del ensayo de Terzaghi (S.P.T.), los datos recopilados en las tareas de campaña y las determinaciones de laboratorio, se ha calculado la capacidad portante del suelo en los distintos niveles y se ha confeccionado el siguiente cuadro de cotas y tensiones admisibles, para cargas estáticas.

En la determinación de estos valores se consideró:

- un coeficiente de seguridad a la rotura del suelo igual a: 3
- un asentamiento máximo de: 2,5 cm.

|     | Cotas referidas a Nivel 0,00 de referencia | Tensiones admisibles para bases aisladas Kg/cm <sup>2</sup> | Coficiente de Balasto Kg/cm <sup>3</sup> | Tensiones admisibles para zapatas continuas Kg/cm <sup>2</sup> | Tensiones admisibles para platea rígida Kg/cm <sup>2</sup> |
|-----|--|---|--|--|--|
| (*) | -3,00                                      | 2,00  | 5,00                                     | 1,70   | 2,30   |
| (*) | -4,00                                      | 2,20  | 5,80                                     | 1,80   | 2,50   |
| (*) | -5,50                                      | 2,70  | 7,40                                     | 2,00   | 3,10   |
|     | -7,00                                      | 4,90  | 10,00                                    | 3,60   | 5,80   |
|     | -8,50                                      | 4,90  | 10,00                                    | 3,60   | 5,80   |

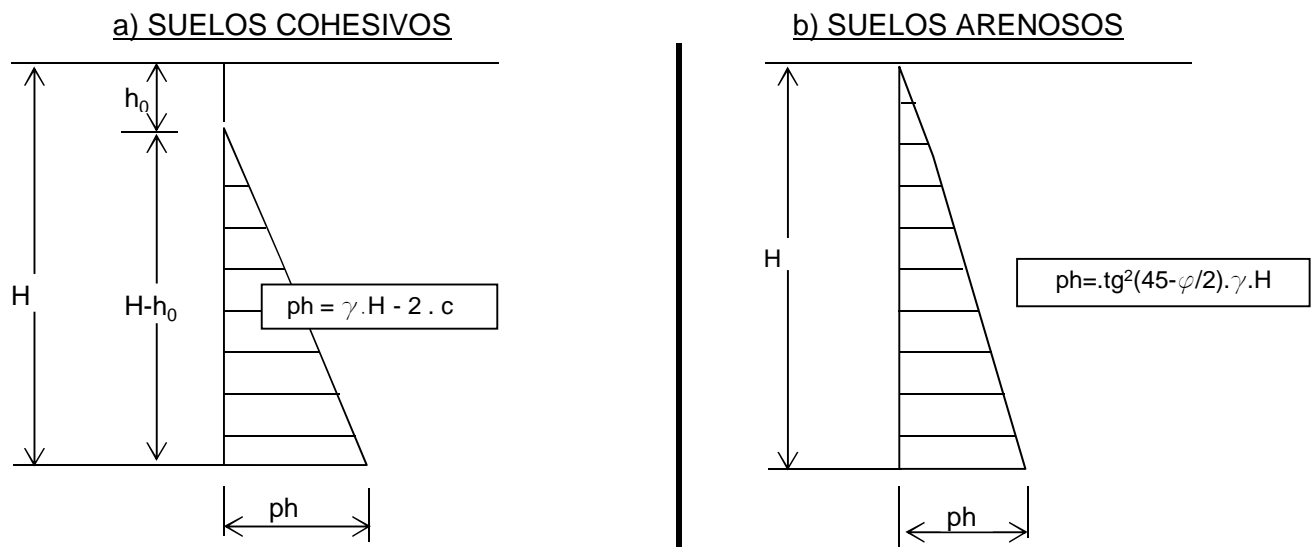
### Observaciones:

- El nivel del Río coincide con el lecho en -3,80 m respecto del nivel de referencia, y asciende hasta aproximadamente el nivel -2,00 m cuando la marea sube. Su desembocadura al mar se encuentra a unos 300 m de distancia.

(\*) Los valores a estas cotas corresponden solamente a los sondeos P1 y P2 efectuados en las márgenes del Río Chubut.

## DIAGRAMAS DE EMPUJES EN PARAMENTOS VERTICALES

- Estos diagramas corresponden a las hipótesis de: una rotura plana, para un macizo homogéneo, con superficie libre horizontal, limitado por una pantalla vertical lisa.



## VII.- DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES ADMISIBLES DEL SUELO

A partir de los resultados de los ensayos triaxiales y teniendo presente que la napa de agua subterránea no afecta las cotas de fundación, podemos aplicar a estos valores la fórmula general de capacidad de carga para suelos cohesivos, donde los coeficientes Nc, Nq y Ng son los indicados por Terzaghi.

$$\sigma_{adm} = q / A = \{ C N_c + (\gamma-1) D N_q + (\gamma-1) R_m N_\gamma \} / v, \quad v = 3$$

Para base aislada                      Lado = 2,00 m.                      Rm = A/4 = 0,500 m.

| Profund. Respecto B. P. | Profund. Confin. | Pi Mi | C [kg/cm2] | φ ° | γ [t/m3] | Nc   | Nq   | Ng   | q [t/m2] |
|-------------------------|------------------|-------|------------|-----|----------|------|------|------|----------|
| -2,50                   | 2,00             | P1 M2 | 0,06       | 28  | 2,24     | 26,0 | 14,8 | 12,9 | 20,11    |
| -3,50                   | 3,00             | P2 M3 | 0,09       | 30  | 2,03     | 30,0 | 18,0 | 17,0 | 30,01    |
| -3,50                   | 3,00             | P3 M3 | 0,08       | 29  | 2,16     | 26,0 | 14,8 | 12,9 | 26,31    |

Para zapatas continuas                      Ancho = 2,00 m.                      Rm = A/2 = 1,00 m.

| Profund. Respecto B. P. | Profund. Confin. | Pi Mi           | C [kg/cm2] | φ ° | γ [t/m3] | Nc   | Nq   | Ng   | q [t/m2] |
|-------------------------|------------------|-----------------|------------|-----|----------|------|------|------|----------|
| -2,50                   | 2,00             | Valor Ponderado | 0,05       | 28  | 2,00     | 26,0 | 14,8 | 12,9 | 18,50    |

## VIII.- ANÁLISIS DE LOS POSIBLES ASENTAMIENTOS INICIALES

Formula general:                      S = DH . (st - sc) . k . mv

Nomenclatura:

S: Asentamiento, en centímetros.

g: Densidad del suelo, en kg/cm3.

DH: Espesor del manto considerado, en centímetros.

Df: Cota de fundación.

sc: Tensión de confinamiento, en Kg/cm2.

k: Factor de fundación de la profundidad.

st: Tensión aconsejada, en Kg/cm2.

mv: Módulo edométrico, en cm2/kg.

Estimación de asentamientos para una zapata aislada de ancho:                      2,00 m

Para cota de fundación:                      -3,00 m. De T.N.

Tensión de trabajo estimada:                      2,00 Kg/cm2

| Nº                         | Df cm | γ kg/cm3 | sc Kg/cm2 | (st-sc) kg/cm2 | ΔH cm | k   | mv cm2/kg | S cm         |
|----------------------------|-------|----------|-----------|----------------|-------|-----|-----------|--------------|
| 1                          | 300   | 0,0001   | 0,030     | 1,970          | 40    | 1,0 | 0,011     | 0,823        |
| 2                          | 340   | 0,0001   | 0,034     | 1,966          | 40    | 0,8 | 0,011     | 0,649        |
| 3                          | 380   | 0,0001   | 0,038     | 1,962          | 40    | 0,4 | 0,011     | 0,302        |
| 4                          | 420   | 0,0001   | 0,042     | 1,958          | 40    | 0,2 | 0,011     | 0,129        |
| 5                          | 460   | 0,0001   | 0,046     | 1,954          | 40    | 0,1 | 0,011     | 0,086        |
| <b>ASENTAMIENTO en cm.</b> |       |          |           |                |       |     |           | <b>1,990</b> |



## IX.- CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTE

Cálculo de la capacidad portante de pilotes ejecutados in situ, según el método del ingeniero Zaven Davidian publicado en su obra "Pilotes y cimentaciones sobre pilotes".

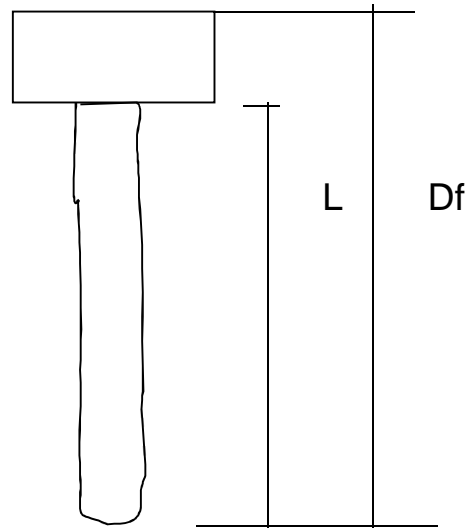
### CARACTERÍSTICAS DEL PILOTE Y EL SUELO:

Diámetro (φ): 1,20 m    napa de agua (CN): -2,00 m    Sin Bulbo (φ): 0,00 m  
 Longitud (L): 12,00 m    γs: 1,95 kg/dm<sup>3</sup>  
 Cota Punta (Df): -18,00 m    fondo cabezal: -6,00 m

**ESTRATO 1:**    de -6,00 m a -10,00 m  
                  φ1: 28                    C1: 0,22    kg/cm<sup>2</sup>  
 Longitud 1: 4,00 m

**ESTRATO 2:**    de -10,00 m a -16,00 m  
                  φ2: 28                    C2: 0,27    kg/cm<sup>2</sup>  
 Longitud 2: 6,00 m

**ESTRATO 3:**    de -16,00 m a -18,00 m  
                  φ3: 29                    C3: 0,31    kg/cm<sup>2</sup>  
 Longitud 3: 2,00 m



### COEFICIENTES:

|                                |            |             |                |
|--------------------------------|------------|-------------|----------------|
| Factores de fricción:          | φ1: 28     | S32: 1,56   | S5: 4,39       |
|                                | φ2: 28     | S32: 1,56   | S5: 4,39       |
|                                | φ3: 29     | S32: 1,72   | S5: 4,68       |
| Factores de capacidad carga:   | φ3: 29     | Nc: 28,0    | Nq: 16,0       |
| Factor de forma y profundidad: | Df / φ: 15 | φ / L: 0,10 | sc . dc : 1,71 |

### RESISTENCIA DE PUNTA:

$q = \gamma_s \cdot Df - 1,00 \cdot (Df - CN) = 19,10 \text{ t/m}^2$   
 $qp = (c' \cdot Nc + q \cdot Nq) \cdot sc \cdot dc / V = 199,35 \text{ t/m}^2$   
 $Vp = 3$   
 $c' = c/2$

### RESISTENCIA POR FRICCIÓN LATERAL:

$qf = (1/2 \cdot \gamma_s \cdot Df \cdot S32 + c' \cdot S5) / V$   
 $qf 1 = 4,08 \text{ t/m}^2$   
 $qf 2 = 5,93 \text{ t/m}^2$   
 $qf 3 = 7,32 \text{ t/m}^2$   
 $Vf = 3$   
 $c' = c/2$

### EJEMPLO DE APLICACIÓN:

|                           |  |  |
|---------------------------|--|--|
| Diám. de pta. (φ): 1,20 m | Bulbo Punta φ= 0,00 m                  | Reducción L3 a = 2,00 m                |
| Longitud (L): 12,00 m     | Area apoyo = 1,1310 m <sup>2</sup>     | Perímetro fuste = 3,770 m <sup>2</sup> |
| Cota Punta (Df): 18,00 m  | Volumen pilote= 13,5717 m <sup>3</sup> | Vol adic bulbo= 0,0000 m <sup>3</sup>  |

Capacidad por punta:                    qp \* Area = 225,46 ton  
 Capacidad por fricción E1:    qf1 \* Perímetro \* L1 = 61,52 ton  
 Capacidad por fricción E2:    qf2 \* Perímetro \* L2 = 134,08 ton  
 Capacidad por fricción E3:    qf3 \* Perímetro \* L3 = 55,19 ton  
 Descuento Peso Propio pilote:    Vol \* Pe(H°) = -32,57 ton

**CAPACIDAD PORTANTE TOTAL = 443,67 toneladas**

## **X.- ENSAYOS DE LABORATORIO**

DENSIDAD NATURAL

HUMEDAD NATURAL

LIMITES DE ATTERBERG

GRANULOMETRIA SOBRE #200

COHESIÓN

ÁNGULO DE FRICCIÓN

MÓDULO EDOMÉTRICO

# SONDEO 1

FECHA: Julio de 2014.

COTA DE LA NAPA FREATICA: -4,00 m

COTA DE BOCA DE POZO: -0,68 m

| Muestra | PROF a B.P. [m] | Cotas [m] | N S.P.T. | Nº de golpes S.P.T. |    |    |    |    | Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo | $\gamma$ g/cm <sup>3</sup> | $\omega$ % | LL %  | LP %  | Pasa #200 (%) | Límites y granulometrías |   |    |    |    |    |    |      |    |       | C [kg/cm <sup>2</sup> ] | $\phi$ [°] | mv [cm <sup>2</sup> /kg] |    |
|---------|-----------------|-----------|----------|---------------------|----|----|----|----|--|----------------------------|------------|-------|-------|---------------|--------------------------|---|----|----|----|----|----|------|----|-------|-------------------------|------------|--------------------------|----|
|         |                 |           |          | 0                   | 10 | 20 | 30 | 40 |  |                            |            |       |       |               | 50                       | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60   | 70 | 80    |                         |            |                          | 90 |
| B.P.    | 0.00            | -0,68     | ◆        |                     |    |    |    |    |  |                            |            |       |       |               |                          |   |    |    |    |    |    |      |    |       |                         |            |                          |    |
| 1       | 1,50            | -2,18     | 2        | ◆                   |    |    |    |    | CL   | 1,81                       | 52,75      | 38,86 | 21,66 | 89,78         |                          |   |    |    |    |    |    |      |    |       |                         |            |                          |    |
| 2       | 2,50            | -3,18     | 14       | ◆                   |    |    |    |    | SM   | 2,24                       | 6,97       | N.P.  | N.P.  | 17,15         |                          |   |    |    |    |    |    | 0,06 | 28 | 0,010 |                         |            |                          |    |
| 3       | 3,50            | -4,18     | 15       | ◆                   | ■  | ■  | ■  | ■  | SM   | 2,12                       | 8,06       | N.P.  | N.P.  | 22,98         |                          |   |    |    |    |    |    |      |    |       |                         |            |                          |    |
| 4       | 5,00            | -5,68     | 17       | ◆                   |    |    |    |    | SM   | 2,09                       | 32,64      | N.P.  | N.P.  | 46,32         |                          |   |    |    |    |    |    |      |    |       |                         |            |                          |    |
| 5       | 6,50            | -7,18     | 50       | ◆                   |    |    |    |    | ML   | 1,97                       | 43,08      | 33,98 | 24,15 | 66,36         |                          |   |    |    |    |    |    | 0,22 | 29 | 0,011 |                         |            |                          |    |
| 6       | 8,00            | -8,68     | 44       | ◆                   |    |    |    |    | ML   | 1,98                       | 41,39      | 35,64 | 26,89 | 70,14         |                          |   |    |    |    |    |    |      |    |       |                         |            |                          |    |
| 7       | 10,00           | -10,68    | 36       | ◆                   |    |    |    |    | ML   | 1,95                       | 43,60      | 31,76 | 25,96 | 60,65         |                          |   |    |    |    |    |    |      |    |       |                         |            |                          |    |
| 8       | 12,00           | -12,68    | 40       | ◆                   |    |    |    |    | ML   | 1,97                       | 46,20      | 33,53 | 26,10 | 65,98         |                          |   |    |    |    |    |    | 0,27 | 28 | 0,008 |                         |            |                          |    |
| 9       | 14,00           | -14,68    | 40       | ◆                   |    |    |    |    | ML   | 2,03                       | 23,93      | 24,25 | N.P.  | 52,37         |                          |   |    |    |    |    |    | 0,28 | 30 | 0,006 |                         |            |                          |    |
| 10      | 16,00           | -16,68    | 50       | ◆                   |    |    |    |    | ML   | 1,99                       | 40,40      | 36,59 | 26,87 | 69,40         |                          |   |    |    |    |    |    |      |    |       |                         |            |                          |    |
| 11      | 18,00           | -18,68    | 50       | ◆                   |    |    |    |    | ML   | 1,97                       | 33,98      | 31,07 | 25,25 | 60,26         |                          |   |    |    |    |    |    |      |    |       |                         |            |                          |    |
| 12      | 20,00           | -20,68    | 50       | ◆                   |    |    |    |    | ML   | 1,98                       | 47,03      | 28,06 | 23,53 | 62,37         |                          |   |    |    |    |    |    |      |    |       |                         |            |                          |    |





## **XI.- CONCLUSIONES**

### **A) Características generales del suelo:**

A partir de haber reconocido, ensayado y clasificado en laboratorio las muestras obtenidas en campo, se puede realizar una descripción de las características generales de los suelos.

Se detecta la siguiente configuración estratigráfica:

- En el pozo de sondeo P1 un primer estrato de suelo arcilloso CL con limo y arena fina, de coloración grisáceo claro, homogéneo, de consistencia blanda, que alcanza una cota cercana a -2,00 m. Le sigue un manto de canto rodado con piedras bochas de aproximadamente 0,50 m de espesor. En los pozos de sondeo P2 y P3 se encuentra este manto de canto rodado con piedras bochas en espesores de 1,00 m y 2,00 m.
- En los sondeos P1 y P2 efectuados en las márgenes del río Chubut, le sigue un estrato de arena limosa SM, de color grisáceo, con presencia de canto rodado, entre muy firme y densa, que alcanza las cotas aproximadas de -5,00 m y -6,00 m. Sobre el final de estos mantos arenosos se detecta nuevamente una capa de canto rodado y piedras bochas de espesor aproximado 0,50 m.
- A continuación, hasta el final de los sondeos realizados, el suelo detectado clasifica como limo ML de color grisáceo o verduzco, con presencia de nódulos arcillosos y cantidad variable de arena fina SM con canto rodado pequeño.

El nivel del Río coincide con el lecho en cota -3,80 m respecto del nivel de referencia, y asciende hasta aproximadamente el nivel -2,00 m cuando la marea sube. La desembocadura al mar del Río Chubut se encuentra a unos 300 m de distancia.

El nivel de referencia adoptado es la platea de base de la columna de alta tensión.

### **B) Recomendaciones:**

Teniendo presente las características de los suelos encontrados y la tipología de las estructuras a fundar, se consideran aplicables las siguientes recomendaciones:

En el cuadro del punto VI puede observarse la consistencia del suelo en los primeros metros, que se extiende hasta la cota aproximada de -6,00 m. Dado el proceso de erosión susceptible de producirse en esos mantos no resulta factible una fundación superficial excepto para obras auxiliares con cargas moderadas, o para conformar terraplenes de aproximación con una adecuada protección contra la erosión, donde en cota -3,00 m respecto del nivel de referencia la tensión admisible es de 2,00 kg/cm<sup>2</sup>.

La opción adecuada para cargas de gran magnitud es el empleo de una fundación profunda o indirecta mediante pilotes.

En el punto IX se brinda un ejemplo de cálculo de la capacidad portante de un pilote preexcavado y hormigonado in situ, de 1,20 m de diámetro, con su punta apoyada en cota -18,00 m, con longitud de fuste de 12,00 m, que arroja una capacidad portante del orden de 443 toneladas. Se brinda una tabla con los parámetros necesarios para el diseño de pilotes de otro diámetro o cota de punta.

Para atravesar el manto arenoso y los estratos de canto rodado y piedras bochas existentes hasta cota -6,00 m se deberá prever el empleo de una camisa. La misma deberá ser hincada por vibración y a la vez extraer el material granular desde su interior con cuchara tipo bi-valva.

Al momento de la apertura de excavaciones y/o perforaciones se recomienda una especial atención por parte del director de obra a fin de observar cualquier anomalía que eventualmente pudiera presentarse y pudiera afectar las fundaciones, y que no hubiera sido detectada en los sondeos puntuales del presente informe.

Ante las solicitaciones originadas por el efecto viento, calculadas de acuerdo al CIRSOC 102, las tensiones admisibles pueden incrementarse en un 20 % . –

Rosario, 26 de Agosto de 2014.

**Juan Carlos Rosado & Asociados**  
**Ingenieros Civiles**