

# **ESTUDIO DE SUELOS**

	OBRA: RECONSTRUCCIÓN MUELLE PORTUARIO	Fecha: 27/10/20	
	<b>INFORME TECNICO</b>	Nº estudio: 0914 Rev: _ C Hoja 2 de 16	

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>OBJETO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO Y DE LA OBRA .....</b>	<b>3</b>
2.1	TERRENO.....	3
2.2	OBRA .....	4
<b>3</b>	<b>TRABAJOS REALIZADOS.....</b>	<b>6</b>
3.1	CAMPAÑA .....	6
3.1.1	Sondeos.....	6
3.1.2	Hormigón.....	7
3.2	LABORATORIO.....	7
3.2.1	Sondeos.....	7
3.2.2	Hormigón.....	8
<b>4</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PERFIL GEOTÉCNICO .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICOS .....</b>	<b>11</b>
5.1	GRANULOMETRÍA. (VER PLANILLAS ADJUNTAS).....	11
<b>6</b>	<b>RESULTADOS DE ENSAYOS MECÁNICOS .....</b>	<b>12</b>
6.1	COMPRESIÓN NO CONFINADA EN ESPECÍMENES DE ROCA.....	12
6.2	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE HORMIGÓN.....	12
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>RECOMENDACIONES PRELIMINARES .....</b>	<b>13</b>
<b>9</b>	<b>ACLARACIONES.....</b>	<b>15</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>16</b>
	CROQUIS DE UBICACIÓN.....	16
	PLANILLAS DE LABORATORIO .....	16

	OBRA: RECONSTRUCCIÓN MUELLE PORTUARIO	Fecha: 27/10/20	
	<b>INFORME TECNICO</b>	Nº estudio: 0914	
		Rev: _ C	
		Hoja 3 de 16	

## INFORME ESTUDIO GEOTÉCNICO

### 1 OBJETO DEL ESTUDIO

- Estudiar las características de los suelos, desde el punto de vista geotécnico, en el lugar de emplazamiento de la obra.

### 2 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO Y DE LA OBRA

#### 2.1 TERRENO

Se trata de un terreno ubicado en la localidad de Puerto Deseado, más precisamente en el muelle del puerto, que se ubica entre la Ruta Provincial Nº 281 y la margen norte de la ría Deseado, en la provincia de Santa Cruz.

El puerto es de carácter multipropósito, apto para buques mercantes, portacontenedores, cruceros turísticos, con preponderancia en la actividad pesquera. Cuenta con cuatro frentes de atraque operativos, que están divididos en seis sitios (medidas aproximadas):

**Sitios 1 y 2** = 214 m. de longitud de muelle; **Sitio 3** = 128 m. de longitud de muelle;

**Sitio 4** = 145 m. de longitud de muelle; **Sitios 5 y 6** = 250 m. de longitud de muelle.



Google Earth

© 2020 Google  
Image © 2020 CNES / Airbus

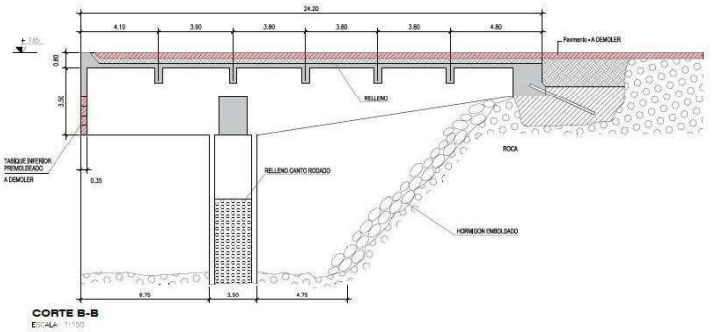
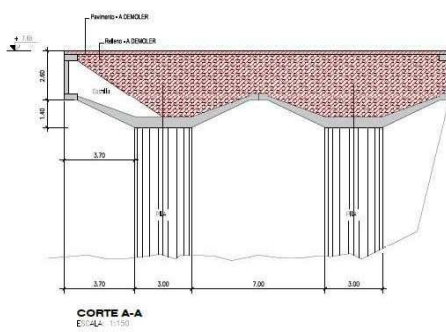
Cuenta con un depósito de almacenaje, plazoletas para contenedores, vías de circulación para vehículos pesados y playas de estacionamiento.

## 2.2 OBRA

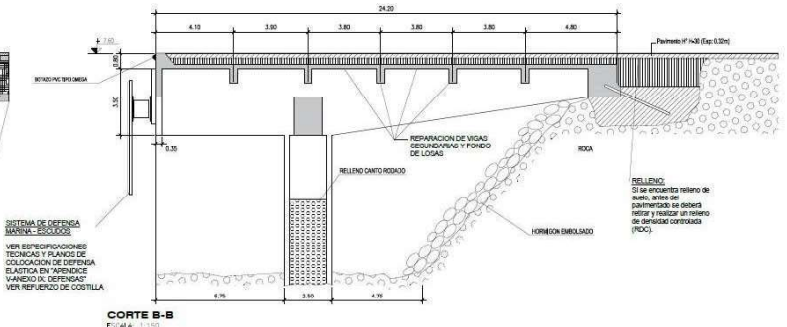
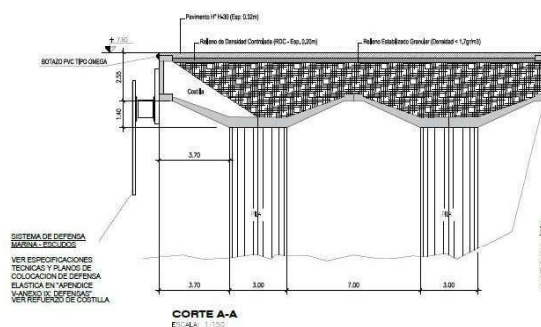
Se trata de la reconstrucción del muelle de Puerto Deseado, particularmente en los sitios 3 y 4, que presentan algunas patologías en la estructura, tales como fisuras, hundimientos y descascaramientos.



Se trata de una estructura de muelle poco convencional, dado que las losas superiores apoyan, en parte en un sistema de losas, vigas y columnas; y en otro sector se ubica sobre un sistema de bóvedas con capiteles que apoyan en pilas.



### PROYECTADO:



	OBRA: RECONSTRUCCIÓN MUELLE PORTUARIO	Fecha: 27/10/20	
	<b>INFORME TECNICO</b>	Nº estudio: 0914 Rev: _ C Hoja 5 de 16	

La estructura superior del muelle, de apoyo del pavimento de circulación, está constituida por una losa superior y una losa inferior, de hormigón armado, apoyada en vigas de sostén o bóvedas, que a su vez apoyan en pilas rellenas con grava. Entre ambas losas hay un relleno granular, cuyas características geotécnicas se desconocen. Las pilas, a su vez, tienen en su interior un relleno granular de características también desconocidas.

Se pretende efectuar algunas pilas nuevas, para proveer sostén adicional a la estructura. Dichas pilas estarán fundadas en la roca, de la cual se quieren conocer sus características, para las fundaciones.

	OBRA: RECONSTRUCCIÓN MUELLE PORTUARIO	Fecha: 27/10/20	
	<b>INFORME TECNICO</b>	Nº estudio: 0914	
		Rev: _ C	
		Hoja 6 de 16	

### 3 TRABAJOS REALIZADOS

#### 3.1 CAMPAÑA

##### 3.1.1 SONDEOS

Se efectuaron seis sondeos, identificados como PD-01 a PD-06, cuya ubicación se aprecia en el croquis adjunto, de 1,50 a 29,00[m] de profundidad, como se desprende de las planillas respectivas.

En cada perforación se efectuaron Ensayos de Penetración Normalizada (SPT) metro a metro mediante la hincas de un sacamuestras de zapata intercambiable tipo Moretto, con el que se recuperaron testigos indisturbados, a efectos de evaluar los parámetros de corte de los estratos y su capacidad resistente.

Se obtuvieron además muestras alteradas a efectos de reconstruir la secuencia estratigráfica, mediante ensayos de identificación física.

En mantos rocosos se perforó con corona de diamante, con extracción continua de testigos. Se determinó el índice RQD, que representa el porcentaje de recuperación de testigos de más de 10[cm] de longitud, sin considerar las roturas del proceso de perforación, con respecto a la longitud total del sondeo; con el cual se obtiene la calidad de la roca.

La ubicación de las perforaciones fue determinada por el Comitente, así como el nivel de referencia de boca de pozo.



	OBRA: RECONSTRUCCIÓN MUELLE PORTUARIO	Fecha: 27/10/20	
	<b>INFORME TECNICO</b>	Nº estudio: 0914	
		Rev: _ C	
		Hoja 7 de 16	

### 3.1.2 HORMIGÓN

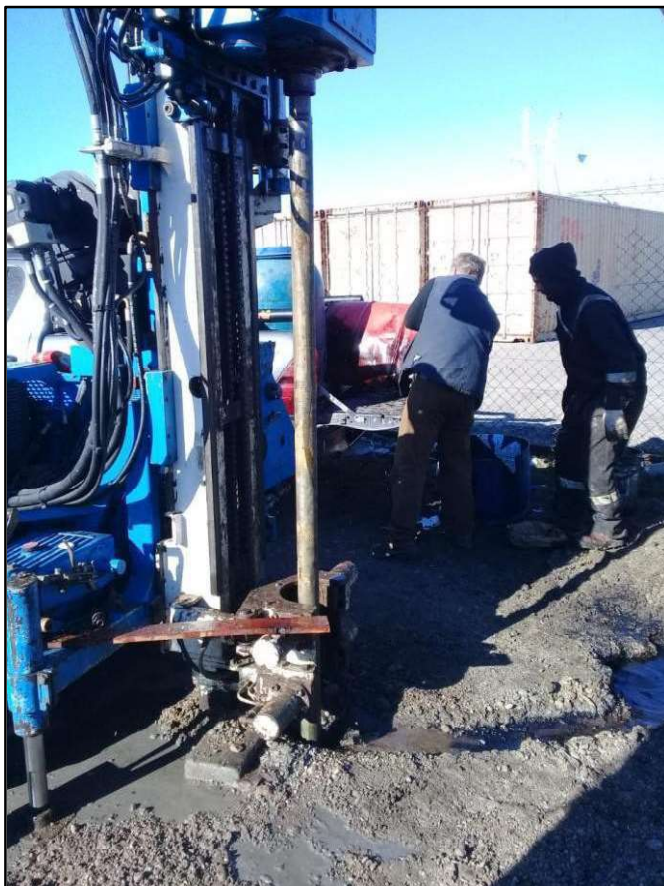
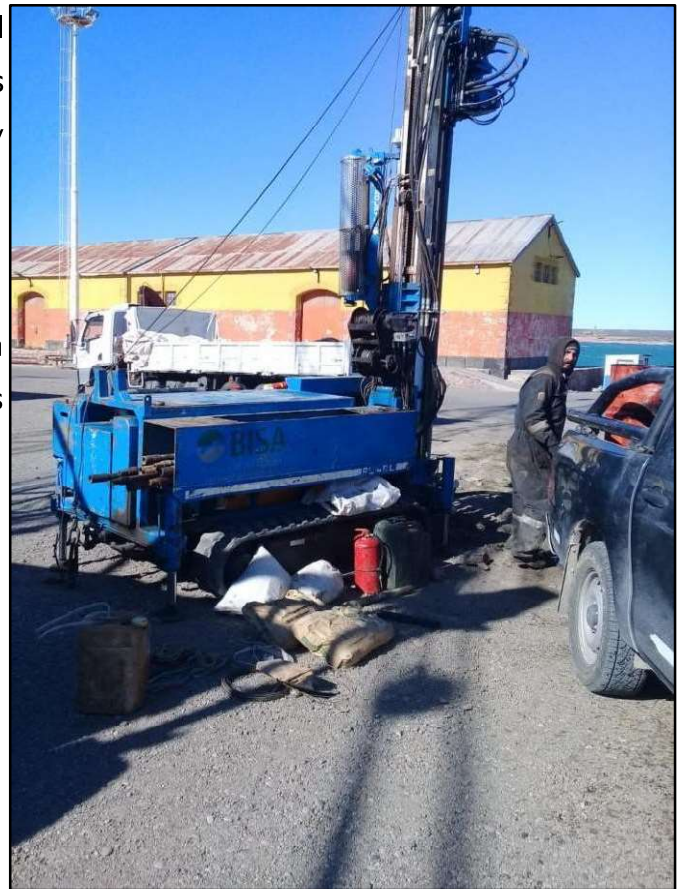
Se efectuaron tomas de muestras del hormigón existente, en probetas cilíndricas normalizadas, para su posterior estudio y ensayos de laboratorio.

### 3.2 LABORATORIO

Ensayo de las muestras extraídas para la determinación de las siguientes características físicas:

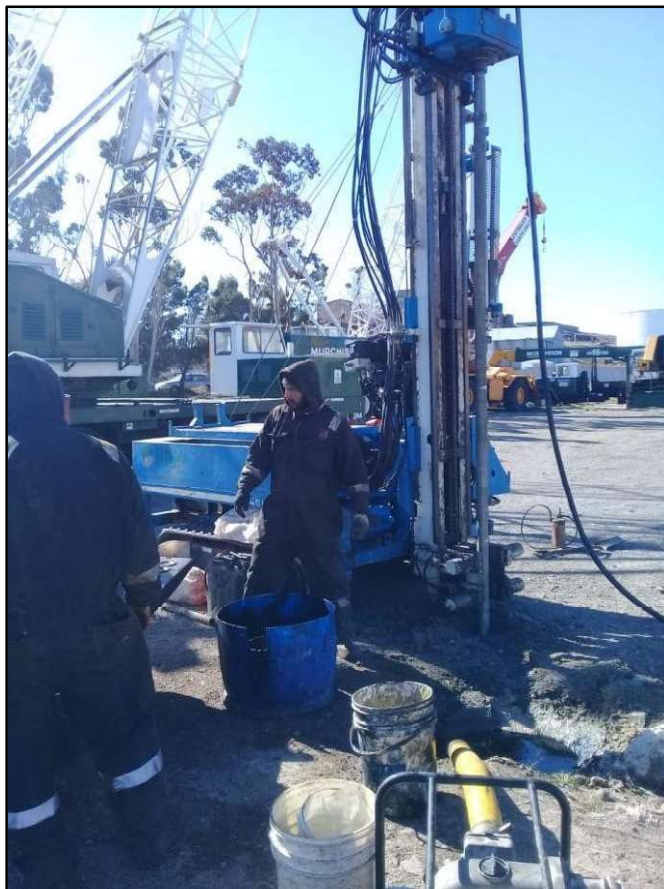
#### 3.2.1 SONDEOS

- Límites de Atterberg LL-LP (s/normas IRAM 10501/68 y 10502/68)



- Humedad natural
- Granulometría (vía húmeda)
- Lavado sobre Tamiz No. 200 (s/norma IRAM 10507/69)
- Densidad seca y húmeda
- Ensayos de compresión no confinada de especímenes calados en roca (Normas ASTM D-4543; ASTM D-2938).



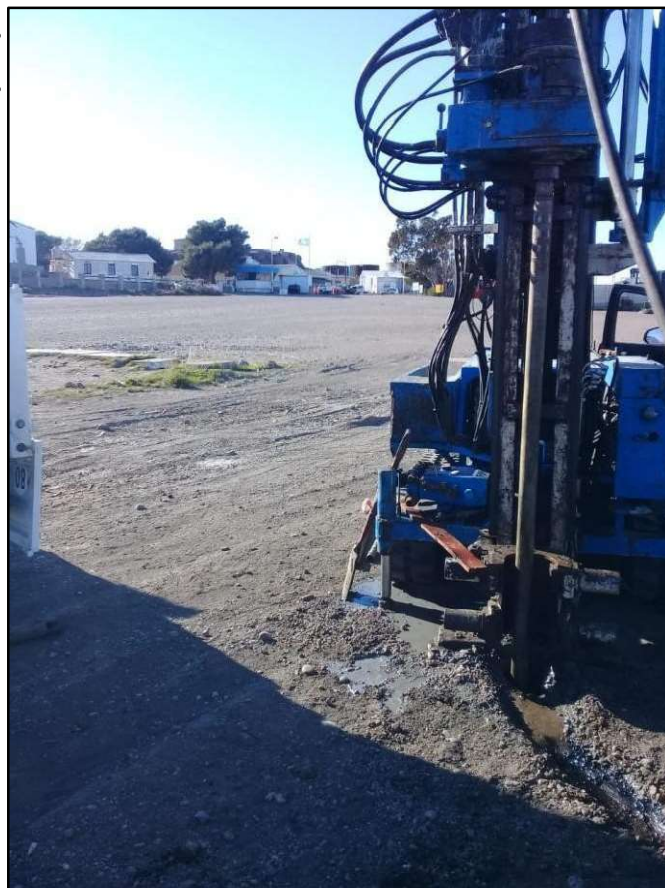
**INFORME TECNICO**

En ellos se detallan además los perfiles geotécnicos y la clasificación de los suelos en el Sistema SUCS, destacando el número de golpes **N** del ensayo de Penetración normalizado, correspondiente a los últimos 30 cm. de un segmento total de 45 cm.

**3.2.2 HORMIGÓN**

- Densidad.
- Análisis químicos de muestras de hormigón en polvo dispersadas en agua (Normas ASTM C 1218/C 1218M-99; ASTM C 114-06; ASTM C 1152/C 1152M-04).
- Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón (Norma ASTM C-39).

Todos los ensayos en el terreno y laboratorio se encuentran representados en las planillas correspondientes a cada uno de los sondeos.



	OBRA: RECONSTRUCCIÓN MUELLE PORTUARIO	Fecha: 27/10/20	
	<b>INFORME TECNICO</b>	Nº estudio: 0914 Rev: _ C Hoja 9 de 16	

#### 4 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL GEOTÉCNICO

**Se analizarán perfiles geotécnicos por perforación, dada las diferentes obras.**

##### **Sondeo PD-01**

- En el tramo superior, hasta aproximadamente 1,20[m], cota 6,45[m], se encontró el hormigón del muelle, de color gris, en dos espesores, el de la losa superior y el de la losa inferior, con un relleno de grava en medio.
- A partir de los 16,00[m] de profundidad, cota -8,35[m], se perforó el lecho del río, y hasta 17,00[m], cota -9,35[m], se hallaron arenas limosas SM y limos de alta plasticidad MH, de color castaño oscuro y castaño verdoso, con algo de grava. La plasticidad es alta (IP entre 34 y 31%). La densificación es muy suelta (N de 2 golpes) para las arenas, y la consistencia es blanda (N de 2 golpes) para los limos.
- Por debajo y hasta el final de los sondeos, se encontró roca granítica, de color rojizo. Índice R.Q.D. entre 0% y 37%, calidad de la roca: muy mala a mala. La densificación es muy densa (N > 50 golpes, rechazo).

##### **Sondeo PD-02**

- En el tramo superior, hasta aproximadamente 1,07[m], cota 6,58[m], se encontró el hormigón del muelle, de color gris.
- A partir de los 14,00[m] de profundidad, cota -6,35[m], se perforó el lecho del río, y hasta 17,00[m], cota -9,35[m], se hallaron arenas pobremente graduadas SP, de color castaño verdoso. La densificación es suelta (N de 4 golpes).
- Entre el límite anterior y 27,00[m], cota -19,35[m], se hallaron arenas, con grava, de color castaño claro. La densificación es decreciente, suelta (N entre 7 y 5 golpes).
- Por debajo y hasta el final de los sondeos, se encontraron suelos arcillosos, de color castaño verdoso, con arena y grava. La consistencia es blanda (N de 3 golpes). Finalmente de halló tosca.

##### **Sondeo PD-03**

- En el tramo superior, hasta 3,00[m], cota 4,65[m], se encontró el hormigón del muelle, de color gris.

	OBRA: RECONSTRUCCIÓN MUELLE PORTUARIO	Fecha: 27/10/20	
	<b>INFORME TECNICO</b>	Nº estudio: 0914	
		Rev: _ C	
		Hoja 10 de 16	

- A partir de los 12,15[m] de profundidad, cota -4,50[m], se perforó el lecho del río, y hasta 12,60[m], cota -4,95[m], se hallaron limos de baja plasticidad ML, de color castaño oscuro. La plasticidad es baja (IP de 10%). La consistencia es muy compacta (N de 17 golpes).
- Entre el límite anterior y 14,30[m], cota -6,64[m], se encontró tosca y roca granítica, de color rojizo. Índice R.Q.D. de 43%, calidad de la roca: mala. La densificación es muy densa (N > 50 golpes para h < 30 cm).
- A continuación y hasta 20,00[m], cota -12,35[m], se hallaron arenas con gravilla, de color castaño claro. La densificación es suelta (N de 4 golpes).
- Entre la profundidad anterior y 25,00[m], cota -17,35[m], se hallaron arenas con gravilla, de color castaño claro. La densificación es media (N entre 15 y 18 golpes).
- Por debajo y hasta el final de los sondeos, se encontraron limos de baja plasticidad ML, de color castaño verdoso. La plasticidad es baja (IP de 13%). La consistencia es blanda (N de 2 golpes).

#### **Sondeo PD-04**

- En el tramo superior, hasta aproximadamente 1,00[m], cota 6,65[m], se encontró el hormigón del muelle, de color gris.
- Por debajo y hasta el final de los sondeos, se encontró roca granítica, de color rojizo. Índice R.Q.D. de 4%, calidad de la roca: muy mala. La densificación es muy densa (N > 50 golpes, rechazo).

#### **Sondeo PD-05**

- En el estrato superior, de 1,00[m], cota 6,65[m], se detectaron limos de baja plasticidad ML, de color castaño claro, con grava. La plasticidad es nula (IP = NP). La consistencia es dura (N de 30 golpes).
- Por debajo y hasta el final de los sondeos, se encontró roca granítica meteorizada, de color rojizo. Índice R.Q.D. de 0%, calidad de la roca: muy mala. La densificación es densa (N entre 35 y 30 golpes).

	OBRA: RECONSTRUCCIÓN MUELLE PORTUARIO	Fecha: 27/10/20	
	<b>INFORME TECNICO</b>	Nº estudio: 0914	
		Rev: _ C	
		Hoja 11 de 16	

## Sondeo PD-06

- En todo el sondeo, hasta 1,50[m], cota 6,15[m], se encontró roca granítica, de color rojizo. Índice R.Q.D. de 23%, calidad de la roca: muy mala. La densificación es muy densa (N > 50 golpes, rechazo).

## 5 RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICOS

### 5.1 GRANULOMETRÍA. (VER PLANILLAS ADJUNTAS)

PD-02 (SP) – 14,00 m. de profundidad. Cota -6,35 m.

Malla	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
% Pasa	100	100	100	100	77	19	13	3

PD-02 (SP) – 18,00 m. de profundidad. Cota -10,35 m.

Malla	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
% Pasa	100	100	100	100	74	22	11	4

PD-02 (SP) – 22,50 m. de profundidad. Cota -14,85 m.

Malla	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
% Pasa	100	100	100	100	78	28	13	4

PD-03 (SP) – 20,50 m. de profundidad. Cota -12,85 m.

Malla	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
% Pasa	100	100	100	100	74	21	10	3

PD-03 (SP) – 24,50 m. de profundidad. Cota -16,85 m.

Malla	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
% Pasa	100	100	100	100	76	21	8	2

	OBRA: RECONSTRUCCIÓN MUELLE PORTUARIO	Fecha: 27/10/20	
	<b>INFORME TECNICO</b>	Nº estudio: 0914	
		Rev: _ C	
		Hoja 12 de 16	

## 6 RESULTADOS DE ENSAYOS MECÁNICOS

### 6.1 COMPRESIÓN NO CONFINADA EN ESPECÍMENES DE ROCA.

Sondeo	Cota [m]	Profundidad [m]	Especimen	Resistencia a compresión $\sigma$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]
PD-01	-14,35 a -16,95	22,00 - 24,60	1	427,84
PD-01	-14,35 a -16,9	22,00 - 24,60	2	367,05
PD-01	-14,35 a -16,9	22,00 - 24,60	3	471,37
PD-03	-5,35 a -6,65	13,00 - 14,30	1	306,31
PD-03	-5,35 a -6,65	13,00 - 14,30	2	415,05
PD-06	7,25 - 6,15	0,40 - 1,50	1	273,19

### 6.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE HORMIGÓN

Sondeo	Estructura de origen	Densidad [t/m <sup>3</sup> ]	Resistencia a compresión (28 días) $\sigma$ [MPa]
PD-02	Muelle	2,257	24,10
PD-03	Muelle	2,284	21,10
PD-04	Muelle	2,305	25,60

	OBRA: RECONSTRUCCIÓN MUELLE PORTUARIO	Fecha: 27/10/20	
	<b>INFORME TECNICO</b>	Nº estudio: 0914 Rev: _ C Hoja 13 de 16	

## 7 CONCLUSIONES

El perfil geotécnico es apto para la fundación de la obra proyectada.

En todos los casos, las muestras de hormigón molidas y posteriormente analizado su extracto acuoso, presentan características alcalinas y solubilizan las especies químicas informadas.

## 8 RECOMENDACIONES PRELIMINARES

### Sondeo PD-01

El perfil muestra condiciones regulares para el sistema de fundación adoptado, dado que si bien se encontró roca granítica a partir de los 18 m. de profundidad aproximadamente, cota -10,35 m., la calidad de la roca es de muy mala a mala.

Se aconseja fundar, a una profundidad mínima de 22[m], cota -14,35[m], si constructivamente resulta aceptable. La tensión admisible de punta a considerar será de 300 t/m<sup>2</sup>.

### Sondeo PD-02

En este sector el perfil muestra las peores condiciones, ya que no se encontró roca o un sustrato resistente en toda la perforación. A partir de los 14,00 m. de profundidad, cota -6,35 m., se encontraron arenas, pobremente graduadas, de clasificación SP, pero de una densificación suelta. A 28,90 m. de profundidad, cota -21,25 m., se encontró tosca, pero sin recuperación de muestra, y no se puede asegurar su continuidad en profundidad.

Cabe destacar que durante la ejecución de este sondeo, al llegar a la profundidad de 28,90 m., cota -21,25 m. se presentaron problemas con la herramienta de punta, y se rompieron dos coronas para la extracción de testigos, con lo cual no se pudo efectuar la toma de muestra de la roca, ni continuar con la perforación.

De acuerdo a esta información no se puede establecer una profundidad de fundación que sea factible, ni considerar una tensión admisible que sea aceptable.

En caso de verificar la continuidad del manto rocoso se podrá fundar con un mínimo de penetración de 3 metros en roca con la tensión mencionada en el punto anterior.

	OBRA: RECONSTRUCCIÓN MUELLE PORTUARIO	Fecha: 27/10/20	
	<b>INFORME TECNICO</b>	Nº estudio: 0914	
		Rev: _ C	
		Hoja 14 de 16	

### **Sondeo PD-03**

En este caso el perfil muestra características similares a los sondeos anteriores, con la diferencia que se encontró roca granítica a los 14[m] de profundidad, cota -6,35[m], pero la misma no muestra continuidad, y la calidad de la roca es mala. A continuación se encontraron arenas, pobremente graduadas, de clasificación SP, pero de densificación suelta a media, en las cuales no resulta factible fundar.

Para este sector (P2 y P3), se deberá asegurar que el manto rocoso comienza a los 29 [m], cota 21,35[m], tal como se detectó en el sondeo 2.

Dado que nos encontramos en la misma situación, para realizar la fundación se deberá asegurar un mínimo de penetración del pilote de 3 metros en roca, y que la misma tenga continuidad en profundidad. De esta manera se podrá adoptar la tensión mencionada.

### **Sondeo PD-04**

En esta perforación el techo de roca se encontró a pocos metros de profundidad, de calidad muy mala, siendo el porcentaje de recuperación del testigo muy bajo. Se podrán realizar fundaciones superficiales a 2,50[m] de profundidad, cota 5,15[m], con una tensión de 4 Kg/cm<sup>2</sup>. En caso de utilizar pilotes cortos, se podrá fundar a una profundidad de 4[m], cota 3,65[m], con una tensión de punta admisible de 180 t/m<sup>2</sup>.

### **Sondeo PD-05**

En este sondeo, a nivel superficial, se encontraron limos de consistencia dura. Por debajo del metro, se encontró roca granítica pero meteorizada, con un índice R.Q.D. de 0%, calidad de la roca muy mala.

Estas condiciones geotécnicas resultan bastante buenas para el apoyo de un pavimento de circulación de vehículos de gran porte, como sería el caso de camiones de transporte de material o grúas de carga y descarga, con lo cual se podría emplear el paquete estructural que resulte del cálculo, de acuerdo a las condiciones del tránsito, y sobre el mismo se ejecutará pavimento de hormigón del espesor proyectado, aplicando las reglas del buen arte en construcción de pavimentos.

## **Sondeo PD-06**

Las características del perfil geotécnico, en todo el sondeo, son de roca granítica, de calidad muy mala. Aunque el porcentaje de recuperación del testigo fue alto y se pudieron efectuar los ensayos para determinar los datos de diseño.



	OBRA: RECONSTRUCCIÓN MUELLE PORTUARIO	Fecha: 27/10/20	
	<b>INFORME TECNICO</b>	Nº estudio: 0914 Rev: _ C Hoja 15 de 16	

Al igual que para el sondeo anterior resultan buenas condiciones para el apoyo de un pavimento de circulación, por lo cual se seguirán los lineamientos antes descriptos.

### **Para todos los sondeos**

Para la elaboración del proyecto ejecutivo de fundaciones se recomienda ampliar los estudios geotécnicos, en al menos 4 puntos de estudios más, para definir con mayor precisión el posicionamiento y calidad del estrato rocoso entre los sondeos P4 y P1 (zonas P2 y P3) donde se encuentra una profundización del manto rocoso.

Completando estos estudios adicionales las tensiones admisibles resultantes podrán ser sensiblemente mayores a las recomendadas preliminarmente en este informe.

## **9 ACLARACIONES**

Los alcances del presente estudio se limitan al terreno (en las condiciones existentes) y las obras indicadas en -2-, a los objetivos requeridos en -1- y durante un tiempo razonable para el inicio y finalización de las obras correspondientes.

Variaciones en tales puntos que requieran reconsideraciones o ampliaciones serán analizadas en informes técnicos complementarios o nuevos estudios a convenir oportunamente con quién corresponda.



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas**  
**Informe gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PD 07 - DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 79 pagina/s.