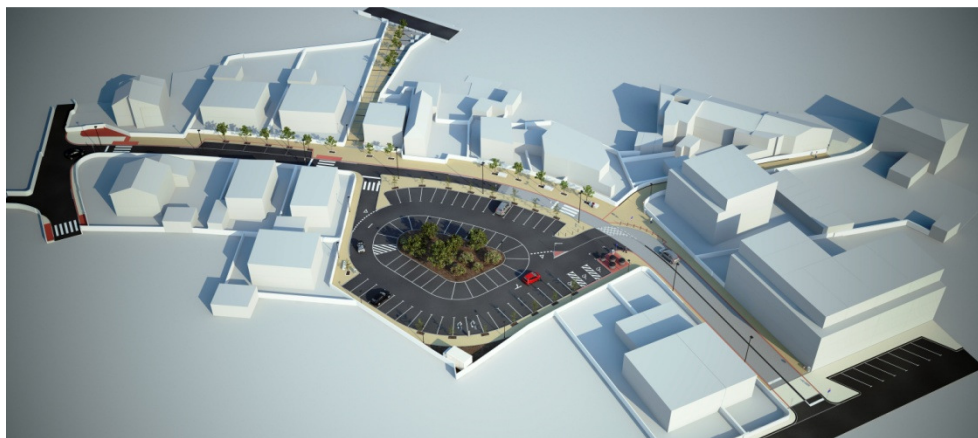


## Estudo geotécnico

Caderno de Encargos, Anexo C, Edição 1, Revisão 0, 11 de Março de 2013



### Urbanização do Quarteirão Norte da Praça Francisco Barbosa

Praça Francisco Barbosa, Rua Dr. Alberto Vidal, Rua Dr. Souto Alves, Rua e Travessa da Restauração  
Freguesia de Beduído, Concelho de Estarreja

Câmara Municipal de Estarreja  
Praça Francisco Barbosa  
Estarreja



# NUNO FRANÇA

## ENGENHARIA CIVIL

### RELATÓRIO GEOTÉCNICO

para a requalificação do Quarteirão Norte  
da Praça Francisco Barbosa em Estarreja

Abril de 2012

*Responsabilidade técnica*  
*Prof. Doutor Fernando L. Ladeira*



**DeltaTau – Sondagens e Estudos Geotécnicos, Lda**

3770-059 Oia

Telef: 234 724 957 Fax: 234 724 957

Email: [deltatau.lda@gmail.com](mailto:deltatau.lda@gmail.com)

Contribuinte nº 507 420 799

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E TECTONO-SÍSMICO .....</b>	<b>2</b>
2.1 GEOLOGIA.....	2
2.2 TECTÓNICA .....	2
2.3 SISMICIDADE.....	3
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>6</b>
3.1. SONDAGENS DPSH .....	6
<b>4. NÍVEL FREÁTICO.....</b>	<b>9</b>
<b>5. PAVIMENTOS.....</b>	<b>9</b>
5.1 PAVIMENTOS FLEXÍVEIS .....	9
5.2 PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	11
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>14</b>
<b>ANEXOS</b>	

## 1. INTRODUÇÃO

Por adjudicação da empresa **NUNO FRANÇA Engenharia Civil**, procedeu-se ao reconhecimento e estudo geotécnico dos terrenos localizados no Quarteirão Norte da Praça Francisco Barbosa em Estarreja com vista à sua requalificação. Para tal, executaram-se os seguintes trabalhos de campo:

- **2 sondagens penetrométricas dinâmicas super-pesadas (DPSH).**

No presente relatório, apresentam-se e comentam-se os resultados obtidos dos trabalhos de campo efectuados, e tecem-se as considerações emergentes na perspectiva da implantação da obra em causa.

As **sondagens penetrométricas dinâmicas super-pesadas (DPSH)**, foram realizadas com um equipamento da marca Delta MK2; segundo a Norma Europeia EN ISO 22476-2, este penetrómetro é do tipo DPSH-B. Estas sondagens DPSH consistem na penetração de uma série de varas no terreno, no início das quais existe um cone com 50,5 mm de diâmetro e 90º de ângulo apical. A penetração ocorre pela acção da queda de um peso de 63,5 Kg, da altura de 0,75 m, de acordo com as normas do ISSMFE (Sociedade Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações). O peso de cada vara é de 6 Kg. Para a apresentação do relatório seguiu-se a Norma Europeia EN ISO 22476-2.

Em **Anexo I** apresenta-se a localização das sondagens (desenho fornecido pelo cliente).



Foto 1 – Máquina MK2 utilizada nas sondagens DPSH.





## 2.3 SISMICIDADE

Tendo em conta o “Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes” (RSA), o terreno em estudo enquadra-se na segunda zona de menor risco sísmico do território nacional, a designada Zona C.

ZONA	$\alpha$
A	1,0
B	0,7
C	0,5
D	0,3



Figura 2 - Carta de zonamento do risco sísmico (RSA)

De acordo com a Carta de Intensidades máximas observadas em Portugal, entre 1901 e 1972 e a Carta de Magnitudes máximas expectáveis para um período de retorno de 100 anos, espera-se que estes valores sejam da ordem de VI na escala de Mercalli e 5 a 6 na escala de Richter.

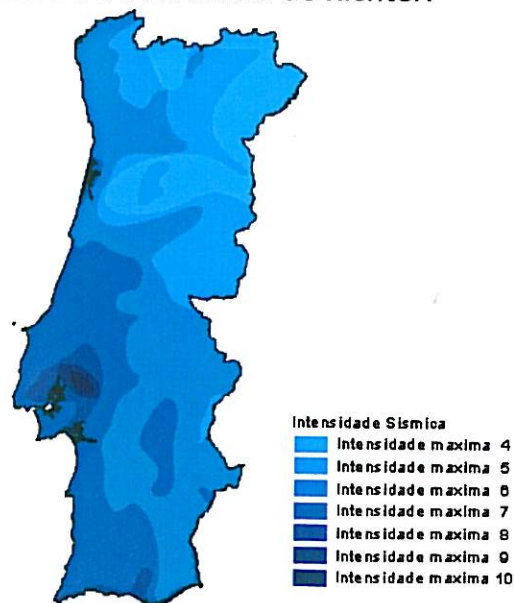


Figura 3 - Carta de intensidades sísmicas máximas, observadas em Portugal entre 1901 e 1972

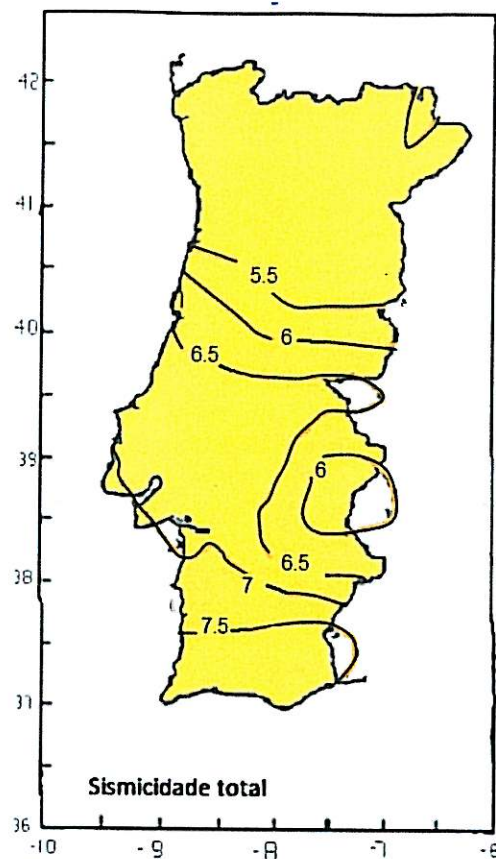
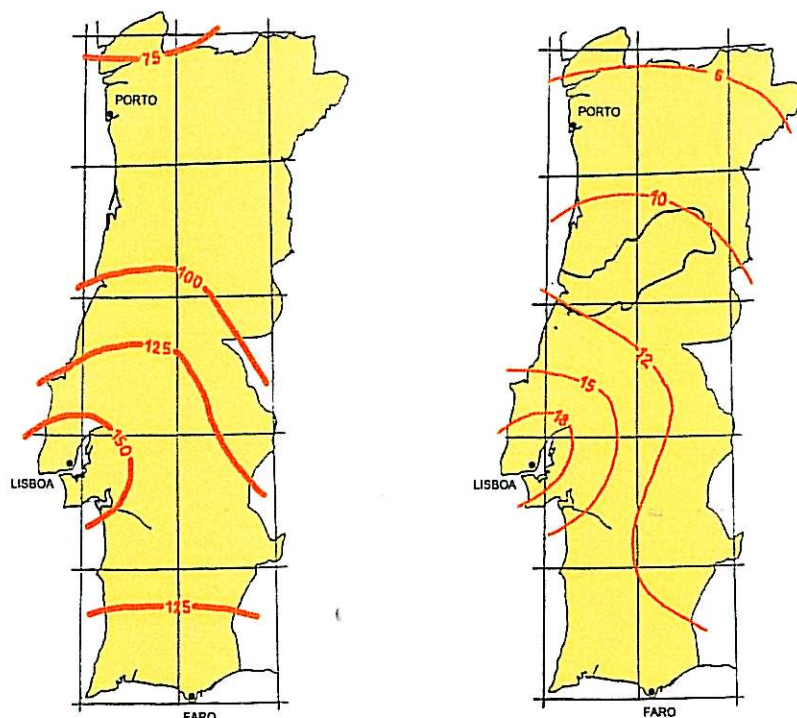


Figura 4 - Carta de isolinhas expectáveis de magnitudes sísmicas, para um período de retorno de 100 anos

Atendendo ao estudo levado a cabo por OLIVEIRA (1977) e para um período de retorno de 1000 anos, esperam-se aproximadamente os seguintes valores máximos, para os diversos parâmetros sísmicos:

- Velocidade de propagação, 10 a 12 cm/s
- Aceleração sísmica, de 75 a 100 cm/s<sup>2</sup>
- Deslocamento, 4 a 5 cm





Figuras 5 e 6 – Acelerações máximas para um período de retorno de 1000 anos (unidades em  $\text{cm.s}^{-2}$ ) e velocidades máximas para um período de retorno de 1000 anos (unidades em  $\text{cm/s}$ )

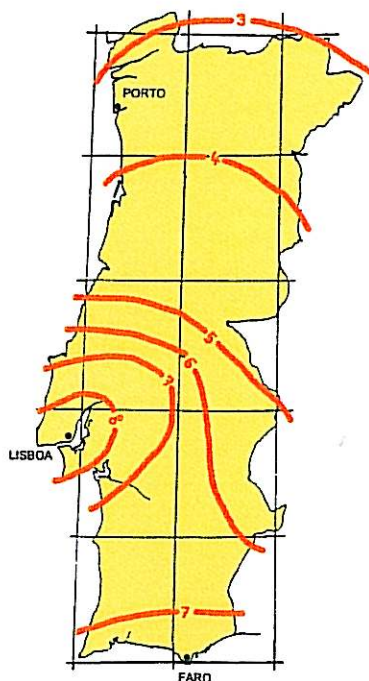


Figura 7 – Deslocamentos máximos para um período de retorno de 1000 anos (unidades em  $\text{cm}$ )



### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Sondagens DPSH

Na **Tabela I**, apresentam-se as profundidades atingidas pelas sondagens DPSH. As sondagens foram todas realizadas à mesma cota sendo esta considerada como cota 0,0 metros.

**Tabela I**  
- Sondagens DPSH -

DPSH	Cota da sondagem (m)	Profundidade atingida (m)
1	0,0	4,4
2	0,0	5,4

Os resultados das sondagens são apresentados sob a forma gráfica em **Anexo II** (gráficos  $N_{20}$ ,  $r_d$  e  $q_d$ ).

No gráfico  $N_{20}$  plotou-se o número de pancadas (NP) para penetrar cada 20 cm (em abcissas) *versus* profundidade (em ordenadas), assim como a litologia provável ao longo dos respectivos perfis.

Nas tabelas seguintes apresentam-se não só o número de pancadas, que deu origem ao primeiro gráfico, como a Resistência Unitária de Ponta ( $r_d$ ) e a Resistência Dinâmica de Ponta ( $q_d$ ) em cada 20 cm que deram origem aos gráficos correspondentes (Gráfico  $r_d$  e gráfico  $q_d$ ).



**Tabela II**

-  $N_{20}$ ,  $r_d$ ,  $q_d$  na sondagem DPSH 1-

Profundidade (m)	N20	$r_d$ (MPa)	$q_d$ (MPa)
0	0	0,00	0,00
0,2	3	3,50	3,20
0,4	1	1,17	1,07
0,6	1	1,17	0,98
0,8	3	3,50	2,95
1	6	7,01	5,89
1,2	5	5,84	4,91
1,4	5	5,84	4,91
1,6	7	8,17	6,37
1,8	8	9,34	7,28
2	14	16,35	12,74
2,2	15	17,51	13,65
2,4	26	30,36	23,65
2,6	30	35,03	25,42
2,8	22	25,69	18,64
3	26	30,36	22,03
3,2	39	45,54	33,05
3,4	77	89,91	65,25
3,6	85	99,25	67,40
3,8	76	88,74	60,27
4	61	71,22	48,37
4,2	80	93,41	63,44
4,4	100	116,76	79,30

**Tabela III**

-  $N_{20}$ ,  $r_d$ ,  $q_d$  na sondagem DPSH 2-

Profundidade (m)	N20	$r_d$ (MPa)	$q_d$ (MPa)
0	0	0,00	0,00
0,2	1	1,17	1,07
0,4	1	1,17	1,07
0,6	1	1,17	0,98
0,8	1	1,17	0,98
1	2	2,34	1,96
1,2	3	3,50	2,95
1,4	4	4,67	3,93
1,6	3	3,50	2,73
1,8	3	3,50	2,73
2	4	4,67	3,64
2,2	7	8,17	6,37
2,4	13	15,18	11,83
2,6	15	17,51	12,71
2,8	13	15,18	11,02
3	9	10,51	7,63
3,2	9	10,51	7,63
3,4	20	23,35	16,95
3,6	13	15,18	10,31
3,8	11	12,84	8,72
4	12	14,01	9,52
4,2	9	10,51	7,14
4,4	13	15,18	10,31
4,6	14	16,35	10,43
4,8	8	9,34	5,96
5	16	18,68	11,92
5,2	16	18,68	11,92
5,4	100	116,76	74,52





#### 4. NÍVEL FREÁTICO

Durante a realização das sondagens e nesta altura do ano, o nível freático foi detectado a 3,9 metros de profundidade na sondagem DPSH2.

#### 5. PAVIMENTOS

Para o estudo dos pavimentos foi elaborado um modelo geotécnico representativo das condições mais desfavoráveis detectadas em cada local pela prospecção geotécnica.

##### 5.1 Pavimentos flexíveis

Como o levantamento topográfico e os perfis longitudinais que nos forneceram contêm imprecisões que poderão pôr em risco qualquer pré-dimensionamento que gostaríamos de fazer, apresentamos duas alternativas com base exclusivamente nos dados das sondagens. Dado que as sondagens indicam para os primeiros 2 metros módulos de deformabilidade baixos, estudaram-se duas situações que deverão ser analisadas com cautela:

**Situação A** – sanear 1 metro dos solos existentes ao longo de todo o traçado com pavimento flexível e colocar de 1 metro de solos de granulometria extensa devidamente compactados e sobre estes colocar 0,5 metros de toutvenant e pavimento; a cota do pavimento sobe apenas 0,5 metro em relação á cota actual do terreno;

**Situação B** - sanear 1 metro dos solos existentes ao longo de todo o traçado com pavimento flexível e colocar de 1,5 metros de solos de granulometria extensa devidamente compactados e sobre estes colocar 0,5 metros de toutvenant e pavimento; para a cota do pavimento pode haver necessidade de subir mais 1,0 metro em relação á cota actual do terreno.

Para a colocação dos pavimentos flexíveis para ambas as situações dever-se-á seguir o seguinte procedimento:

1 – sanear 1 metro do solo natural existente;



2 – colocar aterros de granulometria extensa compactados em camadas não superiores a 0,3 metros com cilindro de peso estático mínimo de 12 toneladas; dever-se-ão obter os seguintes valores para os parâmetros de compactação em qualquer circunstância:

$$EV_2 \geq 30 \text{ MPa}$$

$$1,4 \leq K \leq 2,0$$

3 – colocar as camadas de base e pavimento compactando-as bem, exigindo-se os seguintes parâmetros de compactação:

$$EV_2 \geq 60 \text{ MPa}$$

$$1,4 \leq K \leq 2,0$$

Nas tabelas seguintes apresentam-se os assentamentos previstos para áreas uniformemente carregadas com dimensões de 4,0 m x 4,0 m e 5,0 m x 5,0 m e tensões de 20 KPa e 30 KPa, que tentam simular situações reais de carga no pavimento. Se as áreas tiverem dimensões diferentes será possível extrapolar os valores dos assentamentos a partir dos dados da tabela abaixo e se as tensões aplicadas forem as mesmas.

**Tabela IV**

- Assentamentos para pavimentos (Situação A) -

Tensão aplicada (KPa)	Assentamentos em função das áreas (mm)	
	Área 1	Área 2
	4,0 m x 4,0 m	5,0 m x 5,0 m
10 + 20*	5,54	6,47
20 + 20*	7,39	8,62

\* O valor de 20 KPa corresponde ao acréscimo do aterro (1 m) e pavimento (0,5 m).

**Tabela V**

- Assentamentos para pavimentos (Situação B) -

Tensão aplicada (KPa)	Assentamentos em função das áreas (mm)	
	Área 1	Área 2
	4,0 m x 4,0 m	5,0 m x 5,0 m
10 + 30*	6,76	8,13
20 + 30*	8,45	10,16

\* O valor de 30 KPa corresponde ao acréscimo do aterro (1,5 m) e pavimento (0,5 m).



Os assentamentos totais previstos para ambas as situações são compatíveis para os pavimentos flexíveis a colocar com as tensões e as áreas indicadas.

Os cálculos relativos ao pré-dimensionamento dos pavimentos são apresentados em **Anexo III**.

## **5.2 Pavimentos rígidos**

Para os pavimentos rígidos (muito mais exigentes que os pavimentos flexíveis), estudaram-se três situações possíveis:

**Situação A** – sanear 1 metro dos solos existentes ao longo de todo o traçado com pavimento rígido e colocar de 1 metro de solos de granulometria extensa devidamente compactados e sobre estes colocar 0,5 metros de toutvenant e pavimento; a cota do pavimento sobe apenas 0,5 metro em relação á cota actual do terreno;

**Situação B** - sanear 1 metro dos solos existentes ao longo de todo o traçado com pavimento rígido e colocar de 1,5 metros de solos de granulometria extensa devidamente compactados e sobre estes colocar 0,5 metros de toutvenant e pavimento; a cota do pavimento sobe apenas 1,0 metro em relação á cota actual do terreno;

**Situação C** - sanear 2 metros dos solos existentes ao longo de todo o traçado com pavimento rígido e colocar de 2 metros de solos de granulometria extensa devidamente compactados e sobre estes colocar 0,5 metros de toutvenant e pavimento; a cota do pavimento sobe apenas 0,5 metro em relação á cota actual do terreno;

**Situação D** - sanear 2 metros dos solos existentes ao longo de todo o traçado com pavimento rígido e colocar de 2,5 metros de solos de granulometria extensa devidamente compactados e sobre estes colocar 0,5 metros de toutvenant e pavimento; a cota do pavimento sobe apenas 1,0 metro em relação á cota do terreno.

Para a colocação dos pavimentos rígidos para todas as situações dever-se-á seguir o seguinte procedimento:

1 – sanear 1 ou 2 metros do solo natural existente consoante as Situações A e B ou C e D respectivamente;

2 – colocar aterros de granulometria extensa compactados em camadas não superiores a 0,3 metros com cilindro de peso estático mínimo de 12 toneladas; dever-se-ão obter os seguintes valores para os parâmetros de compactação em qualquer circunstância:

$$EV_2 \geq 30 \text{ MPa}$$

$$1,4 \leq K \leq 2,0$$

3 – colocar as camadas de base e pavimento compactando-as bem e exigindo-se os seguintes parâmetros de compactação:

$$EV_2 \geq 60 \text{ MPa}$$

$$1,4 \leq K \leq 2,0$$

Nas tabelas seguintes apresentam-se os assentamentos previstos para áreas uniformemente carregadas com dimensões de 4,0 m x 4,0 m e 5,0 m x 5,0 m e tensões de 20 KPa e 30 KPa, que tentam simular situações reais de carga no pavimento. Se as áreas tiverem dimensões diferentes será possível extrapolar os valores dos assentamentos a partir dos dados da tabela abaixo e se as tensões forem as mesmas. Para as situações A e B os valores dos assentamentos são os mesmos apresentados para os pavimentos flexíveis (ver Tabelas IV e V).

**Tabela VI**

*- Assentamentos para pavimentos (Situação C) -*

Tensão aplicada (KPa)	Assentamentos em função das áreas (mm)	
	Área 1	Área 2
	4,0 m x 4,0 m	5,0 m x 5,0 m
10 + 30*	3,99	4,80
20 + 30*	4,99	6,00

\* O valor de 30 KPa corresponde ao acréscimo do aterro (2 m) e pavimento (0,5 m).



**Tabela VII**

*- Assentamentos para pavimentos (Situação D) -*

Tensão aplicada (KPa)	Assentamentos em função das áreas (mm)	
	Área 1	Área 2
	4,0 m x 4,0 m	5,0 m x 5,0 m
10 + 40*	4,49	5,32
20 + 40*	5,39	6,39

\* O valor de 40 KPa corresponde ao acréscimo do aterro (2,5 m) e pavimento (0,5 m).

Dever-se-ão analisar os assentamentos totais previstos para todas as situações e verificar se são compatíveis para os pavimentos rígidos a colocar com as áreas indicadas.

Os cálculos relativos ao pré-dimensionamento dos pavimentos são apresentados em **Anexo III**.






## 6. CONCLUSÕES

Dos estudos realizados nos terrenos localizados no Quarteirão Norte da Praça Francisco Barbosa em Estarreja concluiu-se que:

1. trata-se de um terreno constituído por terra vegetal e areias finas siltosas com seixos;
2. o nível freático foi detectado a 3,9 metros de profundidade na sondagem DPSH2;
3. no item 5 tecem-se considerações sobre os pavimentos.

Oiã, 05 de Abril de 2012

A equipa técnica

  
Prof. Doutor Fernando Lage Ladeira  
(Especialista em Geotecnia)

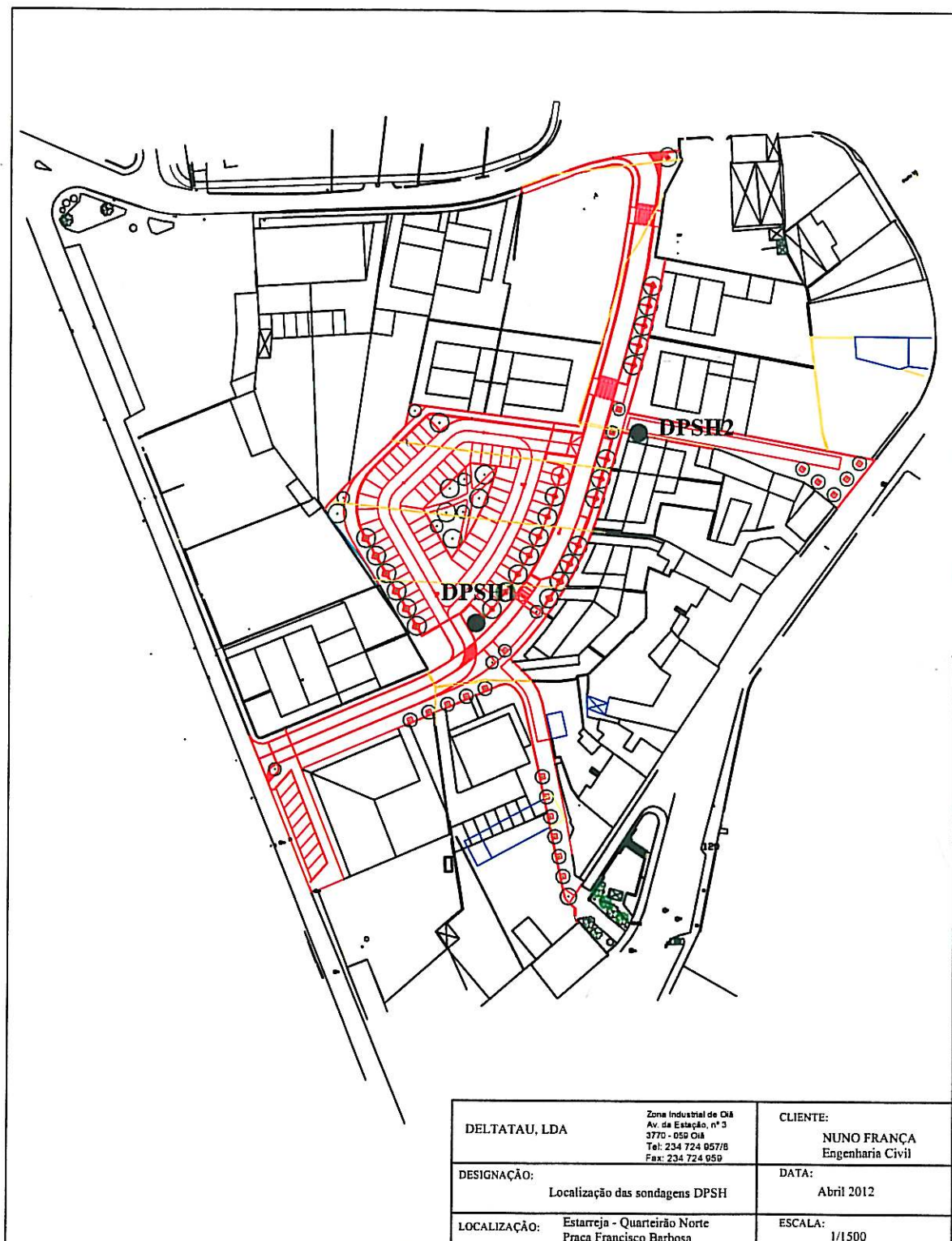
  
Carminda Sardo  
(Geóloga)



---

# **ANEXO I**

## **LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS**



DELTAU, LDA	Zona Industrial de Oitã Av. da Estação, nº 3 3770 - 050 Oitã Tel: 234 724 957/8 Fax: 234 724 959	CLIENTE:  NUNO FRANÇA Engenharia Civil
DESIGNAÇÃO:	Localização das sondagens DPSH	DATA:  Abril 2012
LOCALIZAÇÃO:	Estarreja - Quarteirão Norte Praça Francisco Barbosa	ESCALA:  1/1500



---

## **ANEXO II**

### **GRÁFICOS DAS SONDAGENS DPSH**

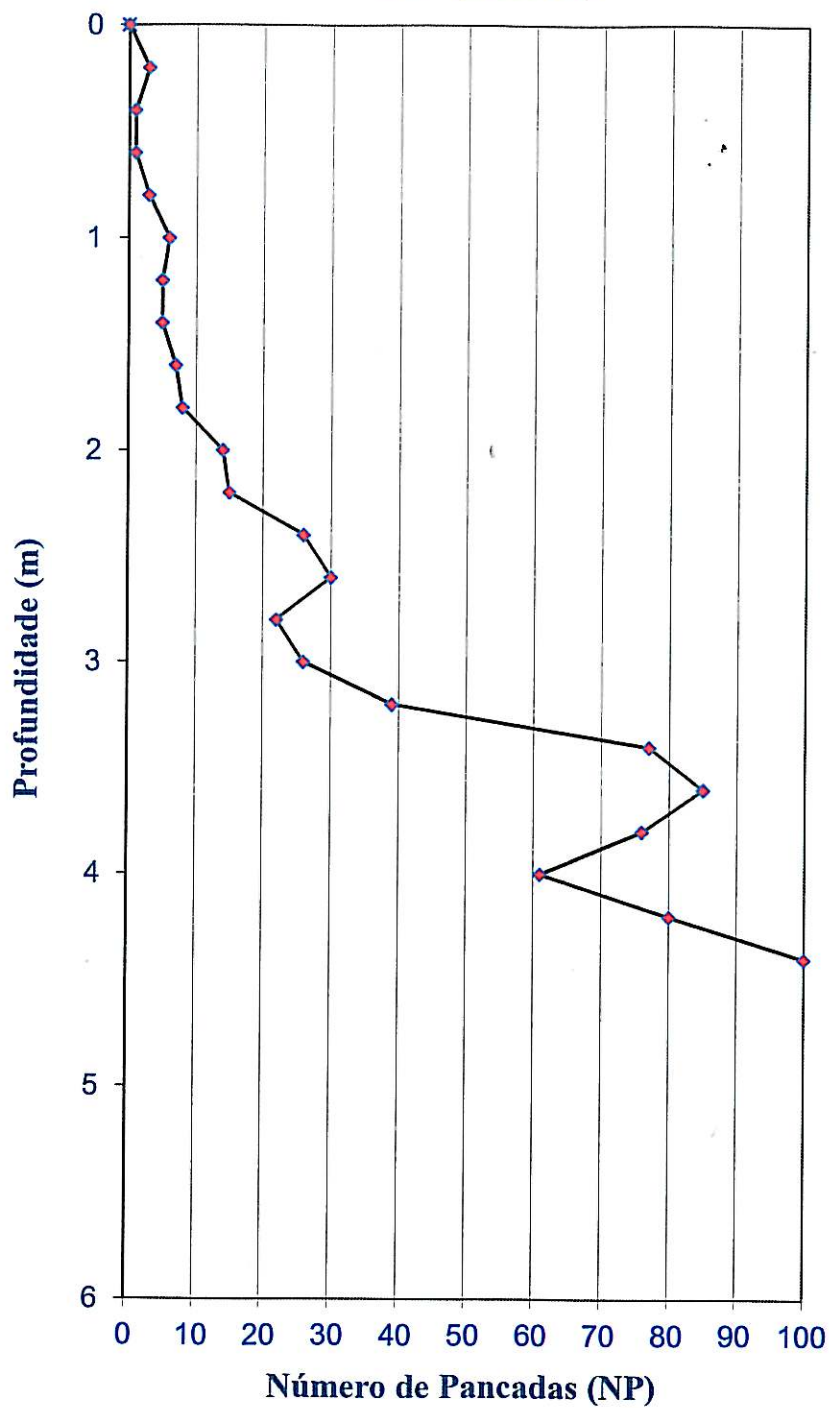




**DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY TYPE B**  
**EN ISO 22476-2**

**NP (DPSH1)**

**POSSÍVEL  
LITOLOGIA**



Terra vegetal

Areias finas  
siltosas com  
seixos

**LOCAL:** Estarreja

**GRÁFICO N20**

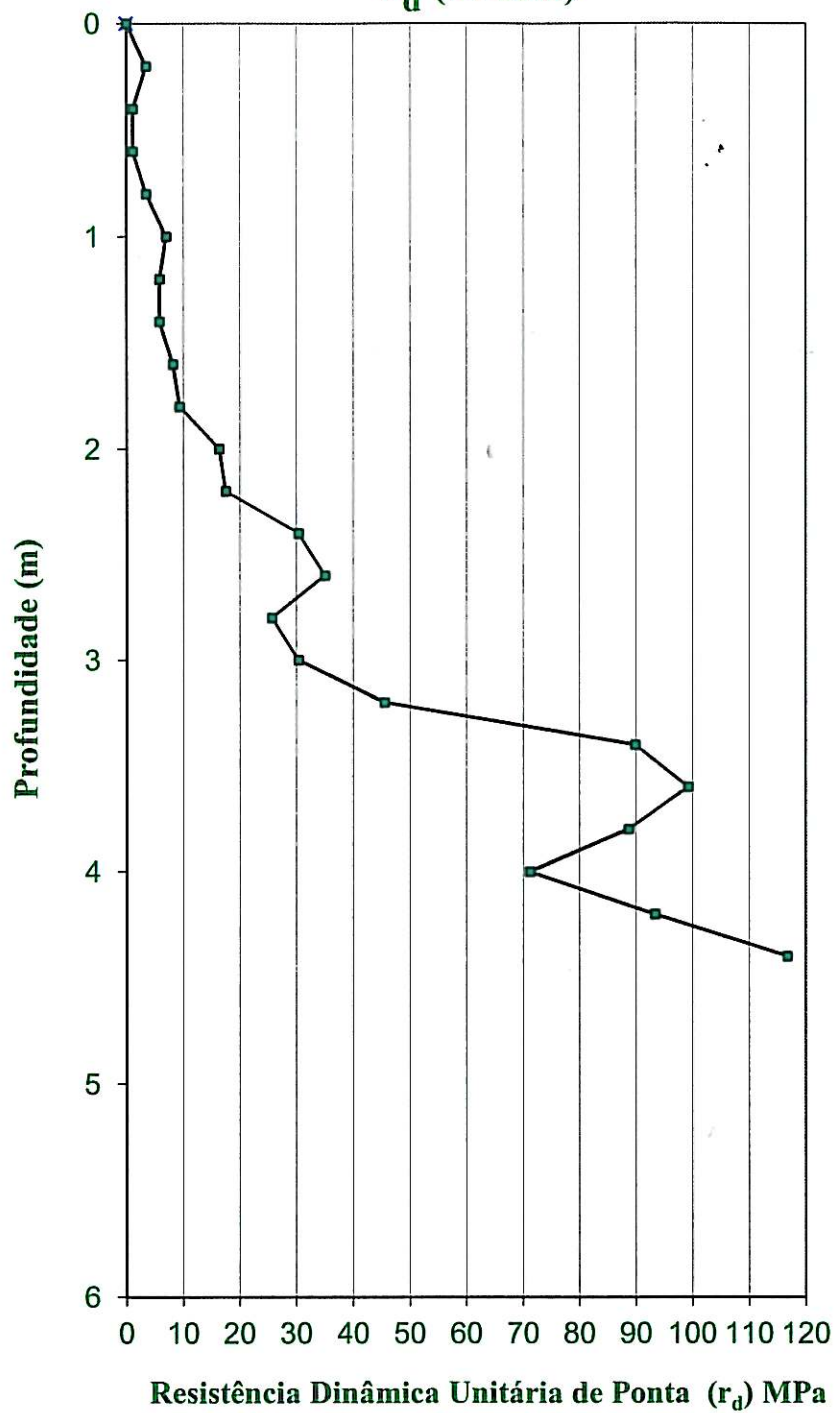


# DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY TYPE B

EN ISO 22476-2

$r_d$  (DPSH1)

POSSÍVEL  
LITOLOGIA



Terra vegetal

Areias finas  
siltosas com  
seixos

GRÁFICO  $r_d$

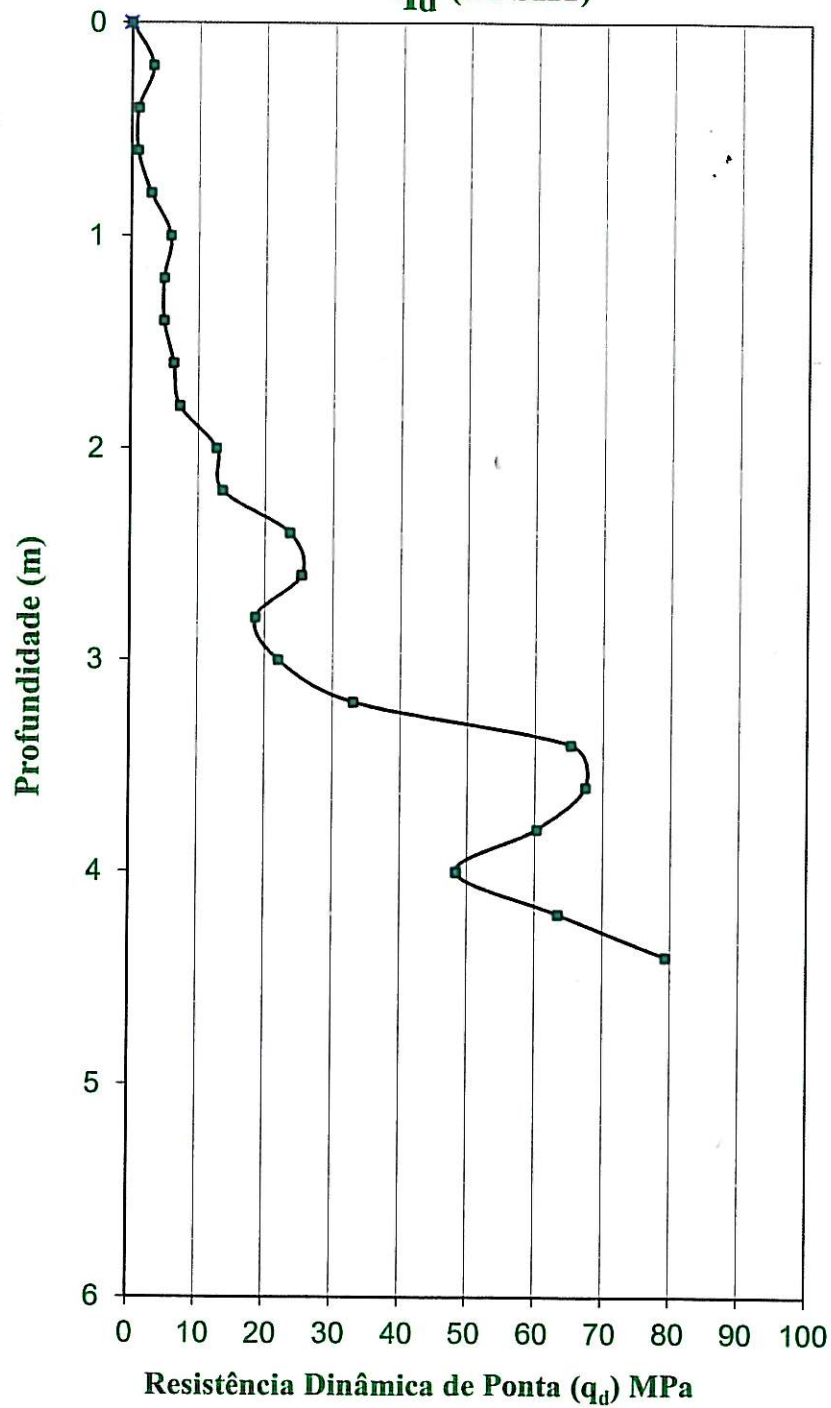


## DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY TYPE B

EN ISO 22476-2

$q_d$  (DPSH1)

POSSÍVEL  
LITOLOGIA



Terra vegetal

Areias finas  
siltosas com  
seixos

GRÁFICO  $q_d$

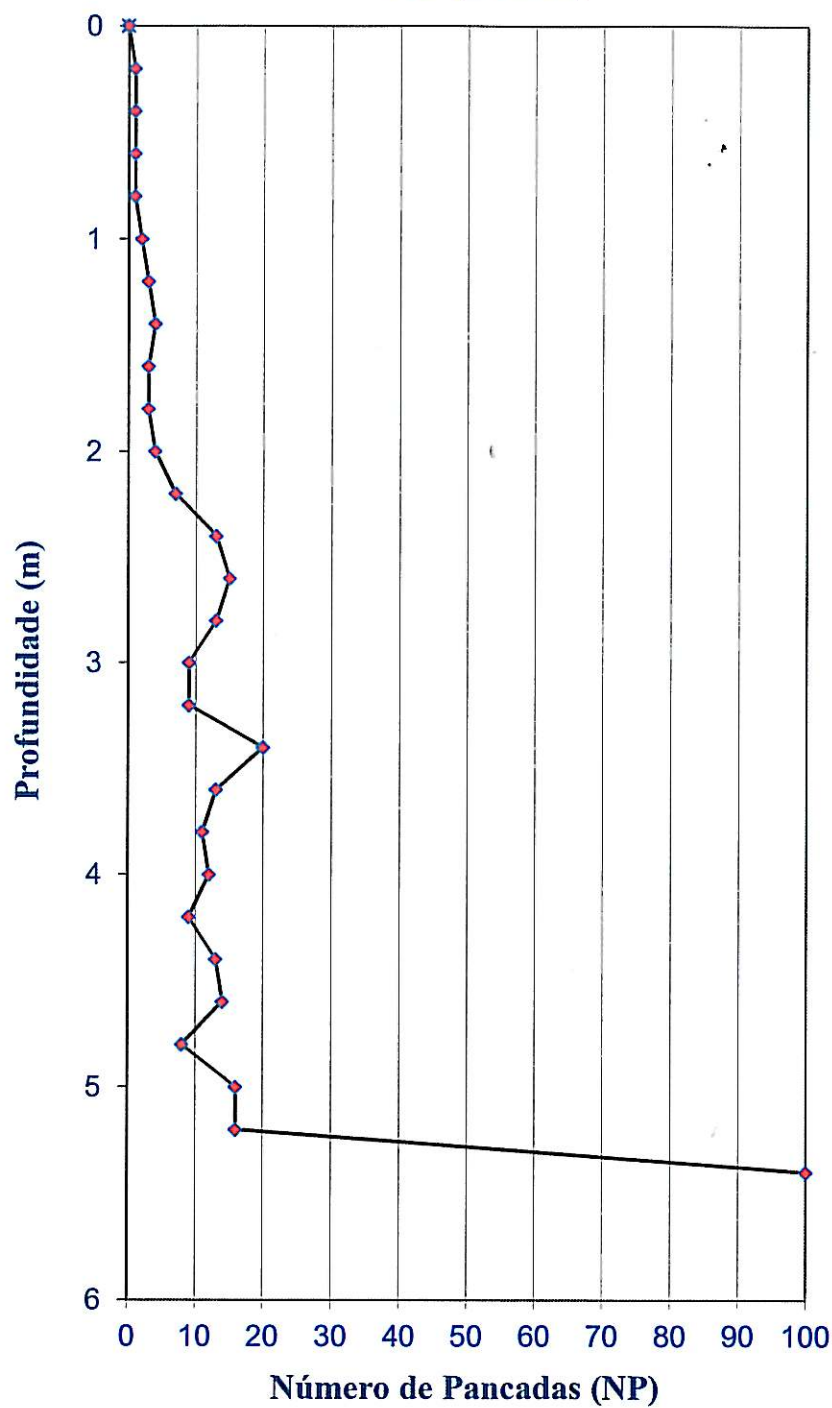




**DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY TYPE B**  
**EN ISO 22476-2**

**NP (DPSH2)**

**POSSÍVEL  
LITOLOGIA**



Terra vegetal

Areias finas  
siltosas com  
seixos

**LOCAL:** Estarreja

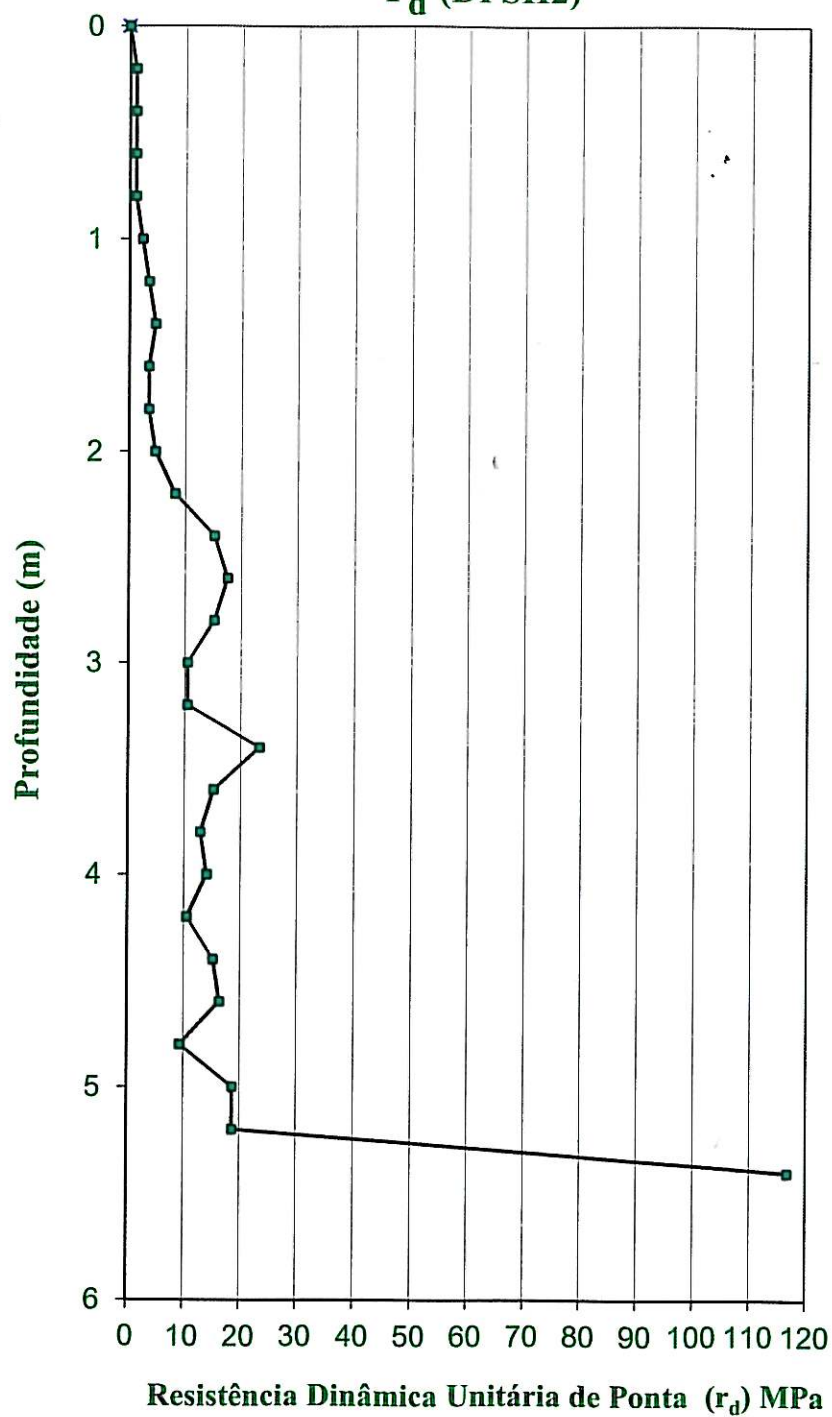
**GRÁFICO N20**



# DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY TYPE B EN ISO 22476-2

$r_d$  (DPSH2)

POSSÍVEL  
LITOLOGIA



Terra vegetal

Areias finas  
siltosas com  
seixos

GRÁFICO  $r_d$

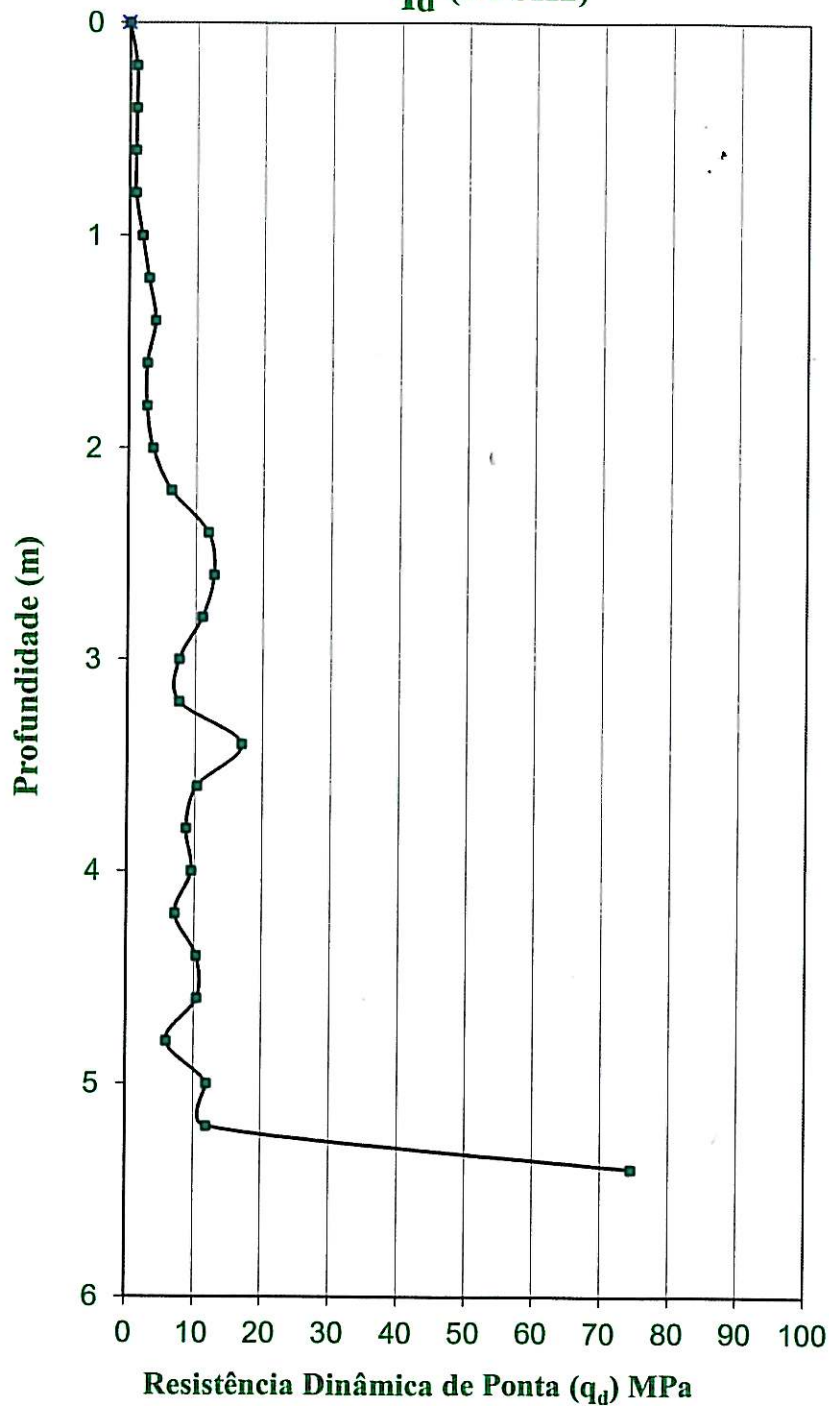


# DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY TYPE B

EN ISO 22476-2

$q_d$  (DPSH2)

POSSÍVEL  
LITOLOGIA



Terra vegetal

Areias finas  
siltosas com  
seixos

GRÁFICO  $q_d$





---

## **ANEXO III**

### **CÁLCULOS DOS ASSENTAMENTOS PARA OS PAVIMENTOS**

# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	4,51
Comprimento da fundação (m):	4,51
Tensão aplicada na fundação (KPa):	30

**Pavimentos flexíveis**  
de 4,0 x 4,0 m  
Estarreja  
Situação A

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	$E_s$ (KPa)	$z$ (m)	$x$	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{\text{total}}$ (mm)
camada 1	0,5	60000	0,25	0,9986621	29,959863	0,2496655
camada 2	1	30000	1	0,9333797	28,001392	0,9333797
camada 3	1	7600	2	0,7078534	21,235603	2,7941583
camada 4	1	30000	3	0,4892277	14,676831	0,4892277
camada 5	1	42000	4	0,3389736	10,169209	0,2421240
camada 6	1	42000	5	0,2424968	7,2749052	0,1732120
camada 7	1	250000	6	0,1797837	5,3935097	0,0215740
camada 8	1	250000	7	0,1376599	4,1297978	0,0165192
camada 9	1	250000	8	0,1083507	3,2505204	0,0130021
camada 10	1	250000	9	0,0872831	2,6184917	0,0104740
camada 11	1	250000	10	0,0716991	2,1509742	0,0086039
camada 12	1	250000	11	0,0598811	1,7964325	0,0071857
camada 13	1	250000	12	0,0507236	1,5217067	0,0060868
camada 14	1	250000	13	0,0434935	1,3048043	0,0052192
camada 15	1	250000	14	0,0376911	1,1307323	0,0045229
camada 16	1	250000	15	0,0329671	0,9890132	0,0039561
camada 17	1	250000	16	0,029072	0,8721615	0,0034886
camada 18	1	250000	17	0,0258241	0,7747219	0,0030989
camada 19	1	250000	18	0,0230882	0,6926474	0,0027706
camada 20	1	250000	19	0,0207629	0,6228872	0,0024915
camada 21	1	250000	20	0,0187703	0,5631077	0,0022524
camada 22	1	250000	21	0,01705	0,5115006	0,0020460
camada 23	3	250000	23	0,0142475	0,4274237	0,0051291
camada 24	5	250000	27	0,0103725	0,3111757	0,0062235
$H_{\text{total}}$ (m):	29,5			$\Delta H_{\text{total}}$ (mm):		5,01

### B) Assentamentos Imediatos

<u>Camadas</u>	<u>Espes. (m)</u>	<u>Es (KPa)</u>
camada 1	0,5	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	7600
camada 4	1	30000
camada 5	1	42000
camada 6	1	42000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
<u>H<sub>total</sub> (m):</u>	29,5	

$E_{s_{BV}} =$	209545,76
$M =$	1
$N =$	13,08204
$I_1 =$	0,5
$I_2 =$	0,014
$I_S =$	0,508
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	0,54
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	5,54
--------------------------	------



# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	4,51
Comprimento da fundação (m):	4,51
Tensão aplicada na fundação (KPa):	40

**Pavimentos flexíveis**  
de 4,0 x 4,0 m  
Estarreja  
Situação A

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	Es (KPa)	z (m)	x	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{1-}$ (mm)
camada 1	0,5	60000	0,25	0,9986621	39,946484	0,3328874
camada 2	1	30000	1	0,9333797	37,335189	1,2445063
camada 3	1	7600	2	0,7078534	28,314137	3,7255444
camada 4	1	30000	3	0,4892277	19,569108	0,6523036
camada 5	1	42000	4	0,3389736	13,558945	0,3228320
camada 6	1	42000	5	0,2424968	9,6998737	0,2309494
camada 7	1	250000	6	0,1797837	7,1913463	0,0287654
camada 8	1	250000	7	0,1376599	5,5063971	0,0220256
camada 9	1	250000	8	0,1083507	4,3340272	0,0173361
camada 10	1	250000	9	0,0872831	3,4913222	0,0139653
camada 11	1	250000	10	0,0716991	2,8679657	0,0114719
camada 12	1	250000	11	0,0598811	2,3952433	0,0095810
camada 13	1	250000	12	0,0507236	2,0289422	0,0081158
camada 14	1	250000	13	0,0434935	1,7397391	0,0069590
camada 15	1	250000	14	0,0376911	1,5076431	0,0060306
camada 16	1	250000	15	0,0329671	1,3186843	0,0052747
camada 17	1	250000	16	0,029072	1,162882	0,0046515
camada 18	1	250000	17	0,0258241	1,0329625	0,0041318
camada 19	1	250000	18	0,0230882	0,9235298	0,0036941
camada 20	1	250000	19	0,0207629	0,8305162	0,0033221
camada 21	1	250000	20	0,0187703	0,7508103	0,0030032
camada 22	1	250000	21	0,01705	0,6820008	0,0027280
camada 23	3	250000	23	0,0142475	0,5698983	0,0068388
camada 24	5	250000	27	0,0103725	0,4149009	0,0082980
$H_{total}$ (m):	29,5			$\Delta H_{total}$ (mm):		6,68

### B) Assentamentos Imediatos

<u>Camadas</u>	<u>Espes. (m)</u>	<u>Es (KPa)</u>
camada 1	0,5	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	7600
camada 4	1	30000
camada 5	1	42000
camada 6	1	42000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
<u>H<sub>total</sub> (m):</u>	29,5	

$E_{s_{av}} =$	209545,76
$M =$	1
$N =$	13,08204
$I_1 =$	0,5
$I_2 =$	0,014
$I_s =$	0,508
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	0,72
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	7,39
--------------------------	------

### Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	5,69
Comprimento da fundação (m):	5,69
Tensão aplicada na fundação (KPa):	30

**Pavimentos flexíveis**  
de 5,0 x 5,0 m  
Estarreja  
Situação A

#### A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	$E_s$ (KPa)	$z$ (m)	$x$	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{1-}$ (mm)
camada 1	0,5	60000	0,25	0,9993292	29,979877	0,2498323
camada 2	1	30000	1	0,9635359	28,906076	0,9635359
camada 3	1	7600	2	0,8097898	24,293695	3,1965389
camada 4	1	30000	3	0,6179702	18,539105	0,6179702
camada 5	1	42000	4	0,4588521	13,765564	0,3277515
camada 6	1	42000	5	0,3434231	10,302692	0,2453022
camada 7	1	250000	6	0,2622926	7,8687782	0,0314751
camada 8	1	250000	7	0,2049249	6,1477483	0,0245910
camada 9	1	250000	8	0,1635865	4,907594	0,0196304
camada 10	1	250000	9	0,1331286	3,9938589	0,0159754
camada 11	1	250000	10	0,1101896	3,3056886	0,0132228
camada 12	1	250000	11	0,0925581	2,7767421	0,0111070
camada 13	1	250000	12	0,0787542	2,3626268	0,0094505
camada 14	1	250000	13	0,0677676	2,0330279	0,0081321
camada 15	1	250000	14	0,0588937	1,7668116	0,0070672
camada 16	1	250000	15	0,0516316	1,5489486	0,0061958
camada 17	1	250000	16	0,0456183	1,3685502	0,0054742
camada 18	1	250000	17	0,0405864	1,2175909	0,0048704
camada 19	1	250000	18	0,0363354	1,0900609	0,0043602
camada 20	1	250000	19	0,0327132	0,9813947	0,0039256
camada 21	1	250000	20	0,0296026	0,8880774	0,0035523
camada 22	1	250000	21	0,0269123	0,80737	0,0032295
camada 23	3	250000	23	0,0225197	0,6755901	0,0081071
camada 24	5	250000	27	0,0164262	0,4927857	0,0098557
$H_{total}$ (m):	29,5			$\Delta H_{total}$ (mm):		5,79

### B) Assentamentos Imediatos

Camadas	Espes. (m)	Es (KPa)
camada 1	0,5	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	7600
camada 4	1	30000
camada 5	1	42000
camada 6	1	42000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
$H_{total} (m):$	29,5	

$Es_{av} =$	209545,76
$M =$	1
$N =$	10,369069
$I_1 =$	0,498
$I_2 =$	0,016
$I_s =$	0,5071429
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	0,68
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	6,47
--------------------------	------



# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	5,69
Comprimento da fundação (m):	5,69
Tensão aplicada na fundação (KPa):	40

## Pavimentos flexíveis

de 5,0 x 5,0 m

Estarreja

Situação A

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	Es (KPa)	z (m)	$\bar{x}$	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{1-}$ (mm)
camada 1	0,5	60000	0,25	0,9993292	39,97317	0,3331097
camada 2	1	30000	1	0,9635359	38,541435	1,2847145
camada 3	1	7600	2	0,8097898	32,391594	4,2620518
camada 4	1	30000	3	0,6179702	24,718807	0,8239602
camada 5	1	42000	4	0,4588521	18,354086	0,4370020
camada 6	1	42000	5	0,3434231	13,736922	0,3270696
camada 7	1	250000	6	0,2622926	10,491704	0,0419668
camada 8	1	250000	7	0,2049249	8,1969977	0,0327880
camada 9	1	250000	8	0,1635865	6,5434586	0,0261738
camada 10	1	250000	9	0,1331286	5,3251453	0,0213006
camada 11	1	250000	10	0,1101896	4,4075848	0,0176303
camada 12	1	250000	11	0,0925581	3,7023228	0,0148093
camada 13	1	250000	12	0,0787542	3,1501691	0,0126007
camada 14	1	250000	13	0,0677676	2,7107039	0,0108428
camada 15	1	250000	14	0,0588937	2,3557488	0,0094230
camada 16	1	250000	15	0,0516316	2,0652648	0,0082611
camada 17	1	250000	16	0,0456183	1,8247336	0,0072989
camada 18	1	250000	17	0,0405864	1,6234545	0,0064938
camada 19	1	250000	18	0,0363354	1,4534145	0,0058137
camada 20	1	250000	19	0,0327132	1,3085263	0,0052341
camada 21	1	250000	20	0,0296026	1,1841032	0,0047364
camada 22	1	250000	21	0,0269123	1,0764933	0,0043060
camada 23	3	250000	23	0,0225197	0,9007868	0,0108094
camada 24	5	250000	27	0,0164262	0,6570476	0,0131410
$H_{total}$ (m):	29,5			$\Delta H_{total}$ (mm):		7,72

### B) Assentamentos Imediatos

Camadas	Espes. (m)	$E_s$ (KPa)
camada 1	0,5	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	7600
camada 4	1	30000
camada 5	1	42000
camada 6	1	42000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
$H_{total} \text{ (m):}$	29,5	

$E_{s_{av}} =$	209545,76
$M =$	1
$N =$	10,369069
$I_1 =$	0,498
$I_2 =$	0,016
$I_s =$	0,5071429
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} \text{ (mm):}$	0,90
----------------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} \text{ (mm):}$	8,62
----------------------------------	------

# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):

4,51

Comprimento da fundação (m):

4,51

Tensão aplicada na fundação (KPa):

40

Pavimentos flexíveis

de 4,0 x 4,0 m

Estarreja

Situação B

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	$E_s$ (KPa)	$z$ (m)	$x$	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{1-}$ (mm)
camada 1	1	60000	0,5	0,9898561	39,594244	0,6599041
camada 2	1	30000	1,5	0,8301086	33,204344	1,1068115
camada 3	1	7600	2,5	0,5905637	23,62255	3,1082302
camada 4	1	30000	3,5	0,4059576	16,238305	0,5412768
camada 5	1	42000	4,5	0,2854123	11,416492	0,2718212
camada 6	1	42000	5,5	0,2079001	8,3160036	0,1980001
camada 7	1	250000	6,5	0,156731	6,2692386	0,0250770
camada 8	1	250000	7,5	0,1217443	4,8697726	0,0194791
camada 9	1	250000	8,5	0,0969903	3,8796106	0,0155184
camada 10	1	250000	9,5	0,0789312	3,1572465	0,0126290
camada 11	1	250000	10,5	0,0653994	2,6159742	0,0104639
camada 12	1	250000	11,5	0,0550223	2,2008925	0,0088036
camada 13	1	250000	12,5	0,0469031	1,8761248	0,0075045
camada 14	1	250000	13,5	0,0404385	1,6175385	0,0064702
camada 15	1	250000	14,5	0,0352118	1,408471	0,0056339
camada 16	1	250000	15,5	0,0309286	1,2371452	0,0049486
camada 17	1	250000	16,5	0,0273765	1,0950606	0,0043802
camada 18	1	250000	17,5	0,0243991	0,9759656	0,0039039
camada 19	1	250000	18,5	0,0218796	0,8751841	0,0035007
camada 20	1	250000	19,5	0,0197291	0,7891645	0,0031567
camada 21	1	250000	20,5	0,0178793	0,7151722	0,0028607
camada 22	1	250000	21,5	0,0162769	0,6510748	0,0026043
camada 23	3	250000	23,5	0,0136545	0,5461787	0,0065541
camada 24	5	250000	27,5	0,0100019	0,4000755	0,0080015
$H_{total}$ (m):	30			$\Delta H_{total}$ (mm):		6,04

### B) Assentamentos Imediatos

<u>Camadas</u>	<u>Espes. (m)</u>	<u>Es (KPa)</u>
camada 1	1	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	7600
camada 4	1	30000
camada 5	1	42000
camada 6	1	42000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
<u>H<sub>total</sub> (m):</u>	30	

$E_{s_{av}} =$	207053,33
$M =$	1
$N =$	13,303769
$I_1 =$	0,5
$I_2 =$	0,014
$I_s =$	0,508
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	0,72
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	6,76
--------------------------	------



# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	4,51
Comprimento da fundação (m):	4,51
Tensão aplicada na fundação (KPa):	50

**Pavimentos flexíveis**  
de 4,0 x 4,0 m  
Estarreja  
Situação B

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	$E_s$ (KPa)	$z$ (m)	$x$	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{\text{total}}$ (mm)
camada 1	1	60000	0,5	0,9898561	49,492805	0,8248801
camada 2	1	30000	1,5	0,8301086	41,50543	1,3835143
camada 3	1	7600	2,5	0,5905637	29,528187	3,8852878
camada 4	1	30000	3,5	0,4059576	20,297881	0,6765960
camada 5	1	42000	4,5	0,2854123	14,270615	0,3397765
camada 6	1	42000	5,5	0,2079001	10,395004	0,2475001
camada 7	1	250000	6,5	0,156731	7,8365482	0,0313462
camada 8	1	250000	7,5	0,1217443	6,0872157	0,0243489
camada 9	1	250000	8,5	0,0969903	4,8495133	0,0193981
camada 10	1	250000	9,5	0,0789312	3,9465582	0,0157862
camada 11	1	250000	10,5	0,0653994	3,2699678	0,0130799
camada 12	1	250000	11,5	0,0550223	2,7511156	0,0110045
camada 13	1	250000	12,5	0,0469031	2,345156	0,0093806
camada 14	1	250000	13,5	0,0404385	2,0219231	0,0080877
camada 15	1	250000	14,5	0,0352118	1,7605888	0,0070424
camada 16	1	250000	15,5	0,0309286	1,5464315	0,0061857
camada 17	1	250000	16,5	0,0273765	1,3688258	0,0054753
camada 18	1	250000	17,5	0,0243991	1,219957	0,0048798
camada 19	1	250000	18,5	0,0218796	1,0939801	0,0043759
camada 20	1	250000	19,5	0,0197291	0,9864556	0,0039458
camada 21	1	250000	20,5	0,0178793	0,8939652	0,0035759
camada 22	1	250000	21,5	0,0162769	0,8138435	0,0032554
camada 23	3	250000	23,5	0,0136545	0,6827234	0,0081927
camada 24	5	250000	27,5	0,0100019	0,5000944	0,0100019
$H_{\text{total}}$ (m):	30			$\Delta H_{\text{total}}$ (mm):		7,55

### B) Assentamentos Imediatos

<u>Camadas</u>	<u>Espes. (m)</u>	<u><math>E_s</math> (KPa)</u>
camada 1	1	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	7600
camada 4	1	30000
camada 5	1	42000
camada 6	1	42000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
<u><math>H_{total}</math> (m):</u>	30	

$E_{s_{av}} =$	207053,33
$M =$	1
$N =$	13,303769
$I_1 =$	0,5
$I_2 =$	0,014
$I_s =$	0,508
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total}$ (mm):	0,91
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total}$ (mm):	8,45
--------------------------	------

# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	5,69
Comprimento da fundação (m):	5,69
Tensão aplicada na fundação (KPa):	40

**Pavimentos flexíveis**  
de 5,0 x 5,0 m  
Estarreja  
Situação B

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	$E_s$ (KPa)	$z$ (m)	$x$	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{z-}$ (mm)
camada 1	1	60000	0,5	0,9948138	39,792553	0,6632092
camada 2	1	30000	1,5	0,8985529	35,942118	1,1980706
camada 3	1	7600	2,5	0,7123837	28,495349	3,7493880
camada 4	1	30000	3,5	0,5327505	21,310021	0,7103340
camada 5	1	42000	4,5	0,3961275	15,8451	0,3772643
camada 6	1	42000	5,5	0,2992848	11,971393	0,2850332
camada 7	1	250000	6,5	0,2311915	9,2476606	0,0369906
camada 8	1	250000	7,5	0,1826248	7,3049922	0,0292200
camada 9	1	250000	8,5	0,1472408	5,8896331	0,0235585
camada 10	1	250000	9,5	0,1208786	4,8351444	0,0193406
camada 11	1	250000	10,5	0,1008164	4,0326547	0,0161306
camada 12	1	250000	11,5	0,0852496	3,4099822	0,0136399
camada 13	1	250000	12,5	0,0729585	2,9183414	0,0116734
camada 14	1	250000	13,5	0,0631017	2,5240696	0,0100963
camada 15	1	250000	14,5	0,0550865	2,2034613	0,0088138
camada 16	1	250000	15,5	0,0484874	1,939498	0,0077580
camada 17	1	250000	16,5	0,0429935	1,719741	0,0068790
camada 18	1	250000	17,5	0,0383737	1,5349481	0,0061398
camada 19	1	250000	18,5	0,0344537	1,3781472	0,0055126
camada 20	1	250000	19,5	0,0311001	1,2440056	0,0049760
camada 21	1	250000	20,5	0,0282098	1,1283922	0,0045136
camada 22	1	250000	21,5	0,0257017	1,0280691	0,0041123
camada 23	3	250000	23,5	0,0215887	0,8635472	0,0103626
camada 24	5	250000	27,5	0,0158421	0,6336853	0,0126737
$H_{total}$ (m):	30			$\Delta H_{total}$ (mm):		7,22

### B) Assentamentos Imediatos

<u>Camadas</u>	<u>Espes. (m)</u>	<u>Es (KPa)</u>
camada 1	1	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	7600
camada 4	1	30000
camada 5	1	42000
camada 6	1	42000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
<u>H<sub>total</sub> (m):</u>	30	

$E_{s_{av}} =$	207053,33
$M =$	1
$N =$	10,544815
$I_1 =$	0,498
$I_2 =$	0,016
$I_S =$	0,5071429
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	0,91
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	8,13
--------------------------	------



# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	5,69
Comprimento da fundação (m):	5,69
Tensão aplicada na fundação (KPa):	50

**Pavimentos flexíveis**  
de 5,0 x 5,0 m  
Estarreja  
Situação B

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	Es (KPa)	z (m)	x	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{i-}$ (mm)
camada 1	1	60000	0,5	0,9948138	49,740692	0,8290115
camada 2	1	30000	1,5	0,8985529	44,927647	1,4975882
camada 3	1	7600	2,5	0,7123837	35,619186	4,6867350
camada 4	1	30000	3,5	0,5327505	26,637527	0,8879176
camada 5	1	42000	4,5	0,3961275	19,806375	0,4715803
camada 6	1	42000	5,5	0,2992848	14,964241	0,3562915
camada 7	1	250000	6,5	0,2311915	11,559576	0,0462383
camada 8	1	250000	7,5	0,1826248	9,1312403	0,0365250
camada 9	1	250000	8,5	0,1472408	7,3620413	0,0294482
camada 10	1	250000	9,5	0,1208786	6,0439305	0,0241757
camada 11	1	250000	10,5	0,1008164	5,0408184	0,0201633
camada 12	1	250000	11,5	0,0852496	4,2624777	0,0170499
camada 13	1	250000	12,5	0,0729585	3,6479267	0,0145917
camada 14	1	250000	13,5	0,0631017	3,155087	0,0126203
camada 15	1	250000	14,5	0,0550865	2,7543266	0,0110173
camada 16	1	250000	15,5	0,0484874	2,4243725	0,0096975
camada 17	1	250000	16,5	0,0429935	2,1496763	0,0085987
camada 18	1	250000	17,5	0,0383737	1,9186851	0,0076747
camada 19	1	250000	18,5	0,0344537	1,7226841	0,0068907
camada 20	1	250000	19,5	0,0311001	1,555007	0,0062200
camada 21	1	250000	20,5	0,0282098	1,4104902	0,0056420
camada 22	1	250000	21,5	0,0257017	1,2850864	0,0051403
camada 23	3	250000	23,5	0,0215887	1,079434	0,0129532
camada 24	5	250000	27,5	0,0158421	0,7921066	0,0158421
$H_{total-}$ (m):	30			$\Delta H_{total-}$ (mm):		9,02

### B) Assentamentos Imediatos

Camadas	Espes. (m)	Es (KPa)
camada 1	1	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	7600
camada 4	1	30000
camada 5	1	42000
camada 6	1	42000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
$H_{total} \text{ (m):}$	30	

$E_{s_{av}} =$	207053,33
$M =$	1
$N =$	10,544815
$I_1 =$	0,498
$I_2 =$	0,016
$I_s =$	0,5071429
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} \text{ (mm):}$	1,14
----------------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} \text{ (mm):}$	10,16
----------------------------------	-------

# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	4,51
Comprimento da fundação (m):	4,51
Tensão aplicada na fundação (KPa):	40

**Pavimentos rígidos**  
de 4,0 x 4,0 m  
Estarreja  
Situação C

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	Es (KPa)	z (m)	x	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_i$ (mm)
camada 1	1,5	60000	0,75	0,9685662	38,742649	0,9685662
camada 2	1	30000	2	0,7078534	28,314137	0,9438046
camada 3	1	30000	3	0,4892277	19,569108	0,6523036
camada 4	1	42000	4	0,3389736	13,558945	0,3228320
camada 5	1	42000	5	0,2424968	9,6998737	0,2309494
camada 6	1	250000	6	0,1797837	7,1913463	0,0287654
camada 7	1	250000	7	0,1376599	5,5063971	0,0220256
camada 8	1	250000	8	0,1083507	4,3340272	0,0173361
camada 9	1	250000	9	0,0872831	3,4913222	0,0139653
camada 10	1	250000	10	0,0716991	2,8679657	0,0114719
camada 11	1	250000	11	0,0598811	2,3952433	0,0095810
camada 12	1	250000	12	0,0507236	2,0289422	0,0081158
camada 13	1	250000	13	0,0434935	1,7397391	0,0069590
camada 14	1	250000	14	0,0376911	1,5076431	0,0060306
camada 15	1	250000	15	0,0329671	1,3186843	0,0052747
camada 16	1	250000	16	0,029072	1,162882	0,0046515
camada 17	1	250000	17	0,0258241	1,0329625	0,0041318
camada 18	1	250000	18	0,0230882	0,9235298	0,0036941
camada 19	1	250000	19	0,0207629	0,8305162	0,0033221
camada 20	1	250000	20	0,0187703	0,7508103	0,0030032
camada 21	1	250000	21	0,01705	0,6820008	0,0027280
camada 22	1	250000	22	0,0155549	0,6221967	0,0024888
camada 23	3	250000	24	0,0130976	0,5239045	0,002869
camada 24	5	250000	28	0,0096507	0,3860287	0,0077206
$H_{total}$ (m):	30,5			$\Delta H_{total}$ (mm):		3,29

### B) Assentamentos Imediatos

<u>Camadas</u>	<u>Espes. (m)</u>	<u>Es (KPa)</u>
camada 1	1,5	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	30000
camada 4	1	42000
camada 5	1	42000
camada 6	1	250000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
<u>H<sub>total</sub> (m):</u>	30,5	

$E_{s_{av}} =$	212590,16
$M =$	1
$N =$	13,525499
$I_1 =$	0,5
$I_2 =$	0,014
$I_s =$	0,508
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	0,71
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	3,99
--------------------------	------



# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	4,51
Comprimento da fundação (m):	4,51
Tensão aplicada na fundação (KPa):	50

## Pavimentos rígidos

de 4,0 x 4,0 m

Estarreja

Situação C

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	Es (KPa)	z (m)	$\alpha$	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{\text{total}}$ (mm)
camada 1	1,5	60000	0,75	0,9685662	48,428311	1,2107078
camada 2	1	30000	2	0,7078534	35,392671	1,1797557
camada 3	1	30000	3	0,4892277	24,461385	0,8153795
camada 4	1	42000	4	0,3389736	16,948681	0,4035400
camada 5	1	42000	5	0,2424968	12,124842	0,2886867
camada 6	1	250000	6	0,1797837	8,9891829	0,0359567
camada 7	1	250000	7	0,1376599	6,8829964	0,0275320
camada 8	1	250000	8	0,1083507	5,417534	0,0216701
camada 9	1	250000	9	0,0872831	4,3641528	0,0174566
camada 10	1	250000	10	0,0716991	3,5849571	0,0143398
camada 11	1	250000	11	0,0598811	2,9940541	0,0119762
camada 12	1	250000	12	0,0507236	2,5361778	0,0101447
camada 13	1	250000	13	0,0434935	2,1746739	0,0086987
camada 14	1	250000	14	0,0376911	1,8845538	0,0075382
camada 15	1	250000	15	0,0329671	1,6483553	0,0065934
camada 16	1	250000	16	0,029072	1,4536024	0,0058144
camada 17	1	250000	17	0,0258241	1,2912031	0,0051648
camada 18	1	250000	18	0,0230882	1,1544123	0,0046176
camada 19	1	250000	19	0,0207629	1,0381453	0,0041526
camada 20	1	250000	20	0,0187703	0,9385129	0,0037541
camada 21	1	250000	21	0,01705	0,852501	0,0034100
camada 22	1	250000	22	0,0155549	0,7777459	0,0031110
camada 23	3	250000	24	0,0130976	0,6548806	0,0028586
camada 24	5	250000	28	0,0096507	0,4825358	0,0026507
$H_{\text{total}}$ (m):	30,5			$\Delta H_{\text{total}}$ (mm):		4,11

### B) Assentamentos Imediatos

<u>Camadas</u>	<u>Espes. (m)</u>	<u>Es (KPa)</u>
camada 1	1,5	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	30000
camada 4	1	42000
camada 5	1	42000
camada 6	1	250000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
<u>H<sub>total</sub> (m):</u>	30,5	

$E_{s_{av}} =$	212590,16
$M =$	1
$N =$	13,525499
$I_1 =$	0,5
$I_2 =$	0,014
$I_s =$	0,508
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	0,88
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	4,99
--------------------------	------

# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):

5,69

Comprimento da fundação (m):

5,69

Tensão aplicada na fundação (KPa):

40

**Pavimentos rígidos**

de 5,0 x 5,0 m

Estarreja

Situação C

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	Es (KPa)	z (m)	x	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{\text{c}}$ (mm)
camada 1	1,5	60000	0,75	0,9834359	39,337435	0,9834359
camada 2	1	30000	2	0,8097898	32,391594	1,0797198
camada 3	1	30000	3	0,6179702	24,718807	0,8239602
camada 4	1	42000	4	0,4588521	18,354086	0,4370020
camada 5	1	42000	5	0,3434231	13,736922	0,3270696
camada 6	1	250000	6	0,2622926	10,491704	0,0419668
camada 7	1	250000	7	0,2049249	8,1969977	0,0327880
camada 8	1	250000	8	0,1635865	6,5434586	0,0261738
camada 9	1	250000	9	0,1331286	5,3251453	0,0213006
camada 10	1	250000	10	0,1101896	4,4075848	0,0176303
camada 11	1	250000	11	0,0925581	3,7023228	0,0148093
camada 12	1	250000	12	0,0787542	3,1501691	0,0126007
camada 13	1	250000	13	0,0677676	2,7107039	0,0108428
camada 14	1	250000	14	0,0588937	2,3557488	0,0094230
camada 15	1	250000	15	0,0516316	2,0652648	0,0082611
camada 16	1	250000	16	0,0456183	1,8247336	0,0072989
camada 17	1	250000	17	0,0405864	1,6234545	0,0064938
camada 18	1	250000	18	0,0363354	1,4534145	0,0058137
camada 19	1	250000	19	0,0327132	1,3085263	0,0052341
camada 20	1	250000	20	0,0296026	1,1841032	0,0047364
camada 21	1	250000	21	0,0269123	1,0764933	0,0043060
camada 22	1	250000	22	0,0245705	0,9828183	0,0039313
camada 23	3	250000	24	0,0207139	0,8285569	0,0099427
camada 24	5	250000	28	0,0152885	0,611542	0,0122308
$H_{\text{total}}$ (m):	30,5			$\Delta H_{\text{total}}$ (mm):		3,91

### B) Assentamentos Imediatos

<u>Camadas</u>	<u>Espes. (m)</u>	<u>Es (KPa)</u>
camada 1	1,5	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	30000
camada 4	1	42000
camada 5	1	42000
camada 6	1	250000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
<u>H<sub>total</sub> (m):</u>	30,5	

$E_{s_{av}} =$	212590,16
$M =$	1
$N =$	10,720562
$I_1 =$	0,498
$I_2 =$	0,016
$I_s =$	0,5071429
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	0,89
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	4,80
--------------------------	------

# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	5,69
Comprimento da fundação (m):	5,69
Tensão aplicada na fundação (KPa):	50

**Pavimentos rígidos**  
de 5,0 x 5,0 m  
Estarreja  
Situação C

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	Es (KPa)	z (m)	x	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{s-}$ (mm)
camada 1	1,5	60000	0,75	0,9834359	49,171794	1,2292948
camada 2	1	30000	2	0,8097898	40,489492	1,3496497
camada 3	1	30000	3	0,6179702	30,898509	1,0299503
camada 4	1	42000	4	0,4588521	22,942607	0,5462526
camada 5	1	42000	5	0,3434231	17,171153	0,4088370
camada 6	1	250000	6	0,2622926	13,11463	0,0524585
camada 7	1	250000	7	0,2049249	10,246247	0,0409850
camada 8	1	250000	8	0,1635865	8,1793233	0,0327173
camada 9	1	250000	9	0,1331286	6,6564316	0,0266257
camada 10	1	250000	10	0,1101896	5,5094811	0,0220379
camada 11	1	250000	11	0,0925581	4,6279035	0,0185116
camada 12	1	250000	12	0,0787542	3,9377113	0,0157508
camada 13	1	250000	13	0,0677676	3,3883799	0,0135535
camada 14	1	250000	14	0,0588937	2,944686	0,0117787
camada 15	1	250000	15	0,0516316	2,581581	0,0103263
camada 16	1	250000	16	0,0456183	2,2809171	0,0091237
camada 17	1	250000	17	0,0405864	2,0293181	0,0081173
camada 18	1	250000	18	0,0363354	1,8167681	0,0072671
camada 19	1	250000	19	0,0327132	1,6356578	0,0065426
camada 20	1	250000	20	0,0296026	1,4801291	0,0059205
camada 21	1	250000	21	0,0269123	1,3456166	0,0053825
camada 22	1	250000	22	0,0245705	1,2285229	0,0049141
camada 23	3	250000	24	0,0207139	1,0356962	0,0124284
camada 24	5	250000	28	0,0152885	0,7644275	0,0152885
$H_{total-}$ (m):	30,5			$\Delta H_{total-}$ (mm):		4,88

### B) Assentamentos Imediatos

<u>Camadas</u>	<u>Espes. (m)</u>	<u>Es (KPa)</u>
camada 1	1,5	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	30000
camada 4	1	42000
camada 5	1	42000
camada 6	1	250000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
<u>H<sub>total</sub> (m):</u>	30,5	

$E_{s_{av}} =$	212590,16
$M =$	1
$N =$	10,720562
$I_1 =$	0,498
$I_2 =$	0,016
$I_{S=}$	0,5071429
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	1,11
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	6,00
--------------------------	------



### Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	4,51
Comprimento da fundação (m):	4,51
Tensão aplicada na fundação (KPa):	50

**Pavimentos rígidos**  
de 4,0 x 4,0 m  
Estarreja  
Situação D

#### A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	Es (KPa)	z (m)	$\alpha$	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{i-}$ (mm)
camada 1	1,5	60000	0,75	0,9685662	48,428311	1,2107078
camada 2	1	30000	2	0,7078534	35,392671	1,1797557
camada 3	1	42000	3	0,4892277	24,461385	0,5824139
camada 4	1	42000	4	0,3389736	16,948681	0,4035400
camada 5	1	250000	5	0,2424968	12,124842	0,0484994
camada 6	1	250000	6	0,1797837	8,9891829	0,0359567
camada 7	1	250000	7	0,1376599	6,8829964	0,0275320
camada 8	1	250000	8	0,1083507	5,417534	0,0216701
camada 9	1	250000	9	0,0872831	4,3641528	0,0174566
camada 10	1	250000	10	0,0716991	3,5849571	0,0143398
camada 11	1	250000	11	0,0598811	2,9940541	0,0119762
camada 12	1	250000	12	0,0507236	2,5361778	0,0101447
camada 13	1	250000	13	0,0434935	2,1746739	0,0086987
camada 14	1	250000	14	0,0376911	1,8845538	0,0075382
camada 15	1	250000	15	0,0329671	1,6483553	0,0065934
camada 16	1	250000	16	0,029072	1,4536024	0,0058144
camada 17	1	250000	17	0,0258241	1,2912031	0,0051648
camada 18	1	250000	18	0,0230882	1,1544123	0,0046176
camada 19	1	250000	19	0,0207629	1,0381453	0,0041526
camada 20	1	250000	20	0,0187703	0,9385129	0,0037541
camada 21	1	250000	21	0,01705	0,852501	0,0034100
camada 22	1	250000	22	0,0155549	0,7777459	0,0031110
camada 23	3	250000	24	0,0130976	0,6548806	0,0078586
camada 24	5	250000	28	0,0096507	0,4825358	0,0096507
$H_{total}$ (m):	30,5			$\Delta H_{total}$ (mm):		3,63

### B) Assentamentos Imediatos

Camadas	Espes. (m)	$E_s$ (KPa)
camada 1	1,5	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	42000
camada 4	1	42000
camada 5	1	250000
camada 6	1	250000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
$H_{total} (m):$	30,5	

$E_{s_{av}} =$	219803,28
$M =$	1
$N =$	13,525499
$I_1 =$	0,5
$I_2 =$	0,014
$I_s =$	0,508
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	0,85
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	4,49
--------------------------	------

# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	4,51
Comprimento da fundação (m):	4,51
Tensão aplicada na fundação (KPa):	60

**Pavimentos rígidos**  
de 4,0 x 4,0 m  
Estarreja  
Situação D

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	$E_s$ (KPa)	$z$ (m)	$x$	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{i-}$ (mm)
camada 1	1,5	60000	0,75	0,9685662	58,113973	1,4528493
camada 2	1	30000	2	0,7078534	42,471206	1,4157069
camada 3	1	42000	3	0,4892277	29,353662	0,6988967
camada 4	1	42000	4	0,3389736	20,338417	0,4842480
camada 5	1	250000	5	0,2424968	14,54981	0,0581992
camada 6	1	250000	6	0,1797837	10,787019	0,0431481
camada 7	1	250000	7	0,1376599	8,2595957	0,0330384
camada 8	1	250000	8	0,1083507	6,5010408	0,0260042
camada 9	1	250000	9	0,0872831	5,2369833	0,0209479
camada 10	1	250000	10	0,0716991	4,3019485	0,0172078
camada 11	1	250000	11	0,0598811	3,5928649	0,0143715
camada 12	1	250000	12	0,0507236	3,0434133	0,0121737
camada 13	1	250000	13	0,0434935	2,6096087	0,0104384
camada 14	1	250000	14	0,0376911	2,2614646	0,0090459
camada 15	1	250000	15	0,0329671	1,9780264	0,0079121
camada 16	1	250000	16	0,029072	1,7443229	0,0069773
camada 17	1	250000	17	0,0258241	1,5494437	0,0061978
camada 18	1	250000	18	0,0230882	1,3852948	0,0055412
camada 19	1	250000	19	0,0207629	1,2457743	0,0049831
camada 20	1	250000	20	0,0187703	1,1262154	0,0045049
camada 21	1	250000	21	0,01705	1,0230013	0,0040920
camada 22	1	250000	22	0,0155549	0,933295	0,0037332
camada 23	3	250000	24	0,0130976	0,7858567	0,0094303
camada 24	5	250000	28	0,0096507	0,579043	0,0115809
$H_{total-}$ (m):	30,5			$\Delta H_{total-}$ (mm):		4,36

### B) Assentamentos Imediatos

<u>Camadas</u>	<u>Espes. (m)</u>	<u>Es (KPa)</u>
camada 1	1,5	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	42000
camada 4	1	42000
camada 5	1	250000
camada 6	1	250000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
<u>H<sub>total</sub> (m):</u>	30,5	

$E_{s_{av}} =$	219803,28
$M =$	1
$N =$	13,525499
$I_1 =$	0,5
$I_2 =$	0,014
$I_s =$	0,508
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	1,02
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	5,39
--------------------------	------

# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	5,69
Comprimento da fundação (m):	5,69
Tensão aplicada na fundação (KPa):	50

**Pavimentos rígidos**  
de 5,0 x 5,0 m  
Estarreja  
Situação D

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	Es (KPa)	z (m)	x	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{\text{total}}$ (mm)
camada 1	1,5	60000	0,75	0,9834359	49,171794	1,2292948
camada 2	1	30000	2	0,8097898	40,489492	1,3496497
camada 3	1	42000	3	0,6179702	30,898509	0,7356788
camada 4	1	42000	4	0,4588521	22,942607	0,5462526
camada 5	1	250000	5	0,3434231	17,171153	0,0686846
camada 6	1	250000	6	0,2622926	13,11463	0,0524585
camada 7	1	250000	7	0,2049249	10,246247	0,0409850
camada 8	1	250000	8	0,1635865	8,1793233	0,0327173
camada 9	1	250000	9	0,1331286	6,6564316	0,0266257
camada 10	1	250000	10	0,1101896	5,5094811	0,0220379
camada 11	1	250000	11	0,0925581	4,6279035	0,0185116
camada 12	1	250000	12	0,0787542	3,9377113	0,0157508
camada 13	1	250000	13	0,0677676	3,3883799	0,0135535
camada 14	1	250000	14	0,0588937	2,944686	0,0117787
camada 15	1	250000	15	0,0516316	2,581581	0,0103263
camada 16	1	250000	16	0,0456183	2,2809171	0,0091237
camada 17	1	250000	17	0,0405864	2,0293181	0,0081173
camada 18	1	250000	18	0,0363354	1,8167681	0,0072671
camada 19	1	250000	19	0,0327132	1,6356578	0,0065426
camada 20	1	250000	20	0,0296026	1,4801291	0,0059205
camada 21	1	250000	21	0,0269123	1,3456166	0,0053825
camada 22	1	250000	22	0,0245705	1,2285229	0,0049141
camada 23	3	250000	24	0,0207139	1,0356962	0,0124284
camada 24	5	250000	28	0,0152885	0,7644275	0,0152885
$H_{\text{total}}$ (m):	30,5			$\Delta H_{\text{total}}$ (mm):		4,25

### B) Assentamentos Imediatos

<u>Camadas</u>	<u>Espes. (m)</u>	<u>Es (KPa)</u>
camada 1	1,5	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	42000
camada 4	1	42000
camada 5	1	250000
camada 6	1	250000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
<u>H<sub>total</sub> (m):</u>	30,5	

$E_{s_{av}} =$	219803,28
$M =$	1
$N =$	10,720562
$I_1 =$	0,498
$I_2 =$	0,016
$I_s =$	0,5071429
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	1,08
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	5,32
--------------------------	------



# Assentamentos em Fundações Directas

Largura da fundação (m):	5,69
Comprimento da fundação (m):	5,69
Tensão aplicada na fundação (KPa):	60

**Pavimentos rígidos**  
de 5,0 x 5,0 m  
Estarreja  
Situação D

## A) Consolidação Primária

Camadas	Espes. (m)	$E_s$ (KPa)	z (m)	$\alpha$	$\Delta q$ (KPa)	$\Delta H_{1-}$ (mm)
camada 1	1,5	60000	0,75	0,9834359	59,006153	1,4751538
camada 2	1	30000	2	0,8097898	48,587391	1,6195797
camada 3	1	42000	3	0,6179702	37,078211	0,8828145
camada 4	1	42000	4	0,4588521	27,531129	0,6555031
camada 5	1	250000	5	0,3434231	20,605383	0,0824215
camada 6	1	250000	6	0,2622926	15,737556	0,0629502
camada 7	1	250000	7	0,2049249	12,295497	0,0491820
camada 8	1	250000	8	0,1635865	9,8151879	0,0392608
camada 9	1	250000	9	0,1331286	7,9877179	0,0319509
camada 10	1	250000	10	0,1101896	6,6113773	0,0264455
camada 11	1	250000	11	0,0925581	5,5534842	0,0222139
camada 12	1	250000	12	0,0787542	4,7252536	0,0189010
camada 13	1	250000	13	0,0677676	4,0660559	0,0162642
camada 14	1	250000	14	0,0588937	3,5336232	0,0141345
camada 15	1	250000	15	0,0516316	3,0978972	0,0123916
camada 16	1	250000	16	0,0456183	2,7371005	0,0109484
camada 17	1	250000	17	0,0405864	2,4351817	0,0097407
camada 18	1	250000	18	0,0363354	2,1801217	0,0087205
camada 19	1	250000	19	0,0327132	1,9627894	0,0078512
camada 20	1	250000	20	0,0296026	1,7761549	0,0071046
camada 21	1	250000	21	0,0269123	1,6147399	0,0064590
camada 22	1	250000	22	0,0245705	1,4742275	0,0058969
camada 23	3	250000	24	0,0207139	1,2428354	0,0149140
camada 24	5	250000	28	0,0152885	0,917313	0,0183463
$H_{total} - (m):$	30,5			$\Delta H_{total} - (mm):$		5,10

### B) Assentamentos Imediatos

<u>Camadas</u>	<u>Espes. (m)</u>	<u>Es (KPa)</u>
camada 1	1,5	60000
camada 2	1	30000
camada 3	1	42000
camada 4	1	42000
camada 5	1	250000
camada 6	1	250000
camada 7	1	250000
camada 8	1	250000
camada 9	1	250000
camada 10	1	250000
camada 11	1	250000
camada 12	1	250000
camada 13	1	250000
camada 14	1	250000
camada 15	1	250000
camada 16	1	250000
camada 17	1	250000
camada 18	1	250000
camada 19	1	250000
camada 20	1	250000
camada 21	1	250000
camada 22	1	250000
camada 23	3	250000
camada 24	5	250000
<u>H<sub>total</sub> (m):</u>	30,5	

$E_{s_{BV}} =$	219803,28
$M =$	1
$N =$	10,720562
$I_1 =$	0,498
$I_2 =$	0,016
$I_S =$	0,5071429
$I_F =$	0,9

$\Delta H_{total} (mm):$	1,29
--------------------------	------

### C) Assentamento Total

$\Delta H_{total} (mm):$	6,39
--------------------------	------