

## SUMÁRIO

## GOVERNO DE MACAU

## 目 錄

## 澳 門 政 府

**Decreto-Lei n.º 47/96/M:**

Aprova o Regulamento de Fundações ..... 1689

**Portaria n.º 219/96/M:**

Dá nova redacção aos artigos 1.º, 2.º e 4.º do Regulamento Oficial do Jogo «3 — Card Baccarat Game», aprovado pela Portaria n.º 22/96/M, de 12 de Fevereiro ..... 1755

**Portaria n.º 220/96/M:**

Delega no director dos Serviços de Solos, Obras Públicas e Transportes poderes para representar o Território no contrato para a execução da empreitada «Lar de idosos no lote 22 do NAPE» ..... 1756

**Portaria n.º 221/96/M:**

Delega no director dos Serviços de Finanças poderes para representar o Território na outorga do contrato para a produção e fornecimento da nova moeda de circulação de Macau com o valor facial de dez patacas ..... 1756

**Portaria n.º 222/96/M:**

Autoriza a revisão do escalonamento definido na Portaria n.º 292/95/M, de 13 de Novembro (Fornecimento de seis lanchas de fiscalização da Classe Macau). — Revoga a Portaria n.º 292/95/M ..... 1756

**第 47/96/M 號法令：**

核准《土地技術規章》 ..... 1689

**第 219/96/M 號訓令：**

修改「三公百家樂」法定博彩規則第一、二及四條條文，該規則係經二月十二日第22/96/M號訓令所通過者 ..... 1755

**第 220/96/M 號訓令：**

將若干權力授予土地工務運輸司司長，以便代表本地區就執行「外港新填海區第二十二地段之安老院」承攬工程訂立合同 ..... 1756

**第 221/96/M 號訓令：**

將若干權力授予財政司司長，以便代表本地區就「製造及供應面值澳門幣十元之新流通硬幣」簽訂合同 ..... 1756

**第 222/96/M 號訓令：**

許可修改十一月十三日第 292/95/M 號訓令所訂定之款項攤分（有關供應六艘 Classe Macau 巡邏艇）——廢止第 292/95/M 號訓令 ..... 1756

**Portaria n.º 223/96/M:**

Altera o escalonamento definido na Portaria n.º 201/95/M, de 10 de Julho (Manual de Betão Armado). — Revoga a Portaria n.º 201/95/M. .... 1757

**第 223/96/M 號訓令：**

修改七月十日第 201/95/M 號訓令所訂定之款項攤分（鋼筋混凝土手冊）——廢止第 201/95/M 號訓令 ..... 1757

**Portaria n.º 224/96/M:**

Autoriza a celebração do contrato para o fornecimento de uma viatura auto-bomba tanque. .... 1757

**第 224/96/M 號訓令：**

許可就供應一輛自動泵水車訂立合同 ..... 1757

**Portaria n.º 225/96/M:**

Autoriza a celebração do contrato para a execução da empreitada «Ampliação do Jardim de Infância D. José da Costa Nunes». .... 1758

**第 225/96/M 號訓令：**

許可就執行「擴建魯彌士主教幼稚園」承攬工程訂立合同 ..... 1758

**Portaria n.º 226/96/M:**

Autoriza a celebração do contrato para a execução da empreitada «Coordenação, assessoria e fiscalização do Museu de Macau». .... 1758

**第 226/96/M 號訓令：**

許可就執行「協調、顧問及監察澳門博物館」承攬工程訂立合同 ..... 1758

*Nota: — Foi publicado um suplemento ao «Boletim Oficial» n.º 34, I Série, em 19 de Agosto de 1996, inserindo o seguinte:*

附註：一九九六年八月十九日就第三十四期《政府公報》第一組增發一副刊，內容如下：

**GOVERNO DE MACAU****澳門政府****Decreto-Lei n.º 46/96/M:**

Aprova o Regulamento de Águas e de Drenagem de Águas Residuais de Macau. .... 1538

**第 46/96/M 號法令：**

核准澳門供排水規章 ..... 1538

## GOVERNO DE MACAU

## 澳門政府

Decreto-Lei n.º 47/96/M

法令 第47/96/M號

de 26 de Agosto

八月二十六日

O Regulamento de Fundações integra-se no processo de localização de leis da Administração e constitui um texto normativo da maior importância no domínio da construção civil na medida em que contém todas as disposições técnicas aplicáveis a este particular aspecto do processo construtivo e as regras tendentes à verificação e controlo de qualidade.

Na elaboração do presente regulamento, da responsabilidade da Direcção dos Serviços de Solos, Obras Públicas e Transportes, o trabalho de base foi cometido ao Laboratório de Engenharia Civil de Macau por se tratar de um documento complexo, que segue as modernas tendências no que respeita à verificação da segurança e permite a compatibilização com o Regulamento de Segurança e Acções.

Foram introduzidas as adaptações necessárias resultantes das condições particulares do Território, as quais reflectem as opiniões expressas, durante o período de discussão, pelas entidades mais representativas ligadas à matéria que o regulamento versa.

Nestes termos;

Ouvido o Conselho Consultivo;

O Encarregado do Governo decreta, nos termos do n.º 1 do artigo 13.º do Estatuto Orgânico de Macau, para valer como lei no território de Macau, o seguinte:

Artigo 1.º

**(Objecto)**

É aprovado o Regulamento de Fundações, anexo ao presente diploma, e do qual faz parte integrante.

Artigo 2.º

**(Fiscalização)**

Compete à Direcção dos Serviços de Solos, Obras Públicas e Transportes, adiante designada por DSSOPT, e às demais entidades promotoras de obras públicas fiscalizar o cumprimento do Regulamento de Fundações e acompanhar a sua execução.

Artigo 3.º

**(Obras e processos em curso)**

O Regulamento de Fundações não é aplicável às obras em curso nem àquelas cujo processo de licenciamento decorra na DSSOPT à data da sua entrada em vigor.

《地工技術規章》屬於行政當局法律本地化過程之一部分，且係民用建築範圍內一較重要之規範性文件，因為該規章載有所有適用於建造過程中此特別階段之技術性規定以及質量鑑定及控制之規則。

制定本規章屬土地工務運輸司之責任，但由於該規章係一複雜之文件，故有關基礎工作由澳門土木工程實驗室進行。該文件既迎合安全鑑定之現代趨勢，又促使了與《結構安全及荷載規章》相容。

鑑於本地區之特殊情況，在制定本規章時已作出必要配合，該等配合反映了就規章內容而言最具代表性之實體在討論期間所表達之意見。

基於此；

經聽取諮詢會意見後；

護理總督根據《澳門組織章程》第十三條第一款之規定，命令制定在澳門地區具有法律效力之條文如下：

第一條

(標的)

核准附於本法規並成爲其組成部分之《地工技術規章》。

第二條

(監察)

土地工務運輸司（葡文縮寫爲DSSOPT）及其他促進公共工程之實體，負責監察對《地工技術規章》之遵守，並跟進其執行。

第三條

(正在進行之工程及程序)

《地工技術規章》不適用於該規章開始生效時正在進行之工程及與土地工務運輸司正在處理之發出准照程序有關之工程。

## Artigo 4.º

**(Regime sancionatório)**

O regime sancionatório aplicável pelo incumprimento do Regulamento de Fundações é objecto de diploma complementar.

## Artigo 5.º

**(Norma revogatória)**

É revogada toda a legislação que disponha em contrário ao estabelecido no Regulamento de Fundações.

## Artigo 6.º

**(Entrada em vigor)**

O presente diploma entra em vigor 60 dias após a sua publicação.

Aprovado em 23 de Julho de 1996.

Publique-se.

O Encarregado do Governo, *Vítor Rodrigues Pessoa*.

## REGULAMENTO DE FUNDAÇÕES

## CAPÍTULO I

**Disposições gerais**

## Artigo 1.º

**(Objecto)**

1. O Regulamento de Fundações aplica-se aos aspectos geotécnicos do projecto de fundações de edifícios e de outras estruturas.

2. O Regulamento de Fundações tem em consideração os requisitos de resistência, estabilidade, funcionalidade e durabilidade das estruturas geotécnicas.

3. O Regulamento de Fundações deve ser utilizado em conjunto com o Regulamento de Segurança e Acções, o qual estabelece os critérios gerais de segurança e as metodologias utilizadas para a sua verificação.

4. O Regulamento de Fundações fornece as regras para cálculo das acções com origem no terreno, tais como os impulsos de terras. A quantificação das acções nos edifícios e obras de engenharia civil deve basear-se no Regulamento de Segurança e Acções.

5. No Regulamento de Fundações os aspectos relacionados com a execução apenas são considerados quando tal é necessário para indicação da qualidade dos materiais de construção e dos produtos a utilizar, bem como do nível da mão-de-obra que é necessário para satisfazer as condições básicas assumidas no projecto. As disposições relacionadas com a execução e a mão-de-obra devem ser consideradas como exigências mínimas, as quais podem ser objecto de aprofundamento em obras cuja complexidade o justifique.

## 第四條

**(處罰制度)**

因不遵守《土工技術規章》而適用之處罰制度為補足法規之標的。

## 第五條

**(廢止性規定)**

廢止所有與《土工技術規章》之規定相抵觸之法例。

## 第六條

**(開始生效)**

本法規公布六十日後開始生效。

一九九六年七月二十三日核准。

命令公佈。

護理總督 貝錫安

## 地 工 技 術 規 章

## 第一章

## 一般規定

## 第一條

## 標的

一、《土工技術規章》，適用於樓宇及其他結構之基礎土工計劃。

二、《土工技術規章》論及土工結構物之強度，穩定性，實用性及耐久性方面之要求。

三、《土工技術規章》應與《結構安全及荷載規章》結合使用，該規章建立總體安全標準以及確定結構安全度之方法。

四、《土工技術規章》規定如土壓力等由地基土體產生之作用力之計算原則，在設計中所考慮建築物及土木工程結構物之荷載大小，在《結構安全及荷載規章》中提供。

五、《土工技術規章》之實施還包括應對所用之施工材料及產品質量之指定，以及現場制作工藝需符合設計原則中之假設。通常與施工實施及工藝有關之原則被認為是最起碼要求，這些要求可能被進一步發展成特殊之建築及土木工程構造物形式及特殊施工方法。

## Artigo 2.º

**(Distinção entre Normas e Regras de Aplicação)**

1. O presente Regulamento contém Normas e Regras de Aplicação.

2. As Normas estabelecem conceitos, definições, requisitos e métodos de análise para os quais não se admitem alternativas, excepto se estas forem indicadas especificamente no Regulamento.

3. As Regras de Aplicação são exemplos de métodos e procedimentos reconhecidos como adequados, que seguem as Normas e satisfazem os seus requisitos.

4. É permitido utilizar Regras de Aplicação alternativas, desde que se demonstre que estão de acordo com as Normas relevantes.

5. As Regras de Aplicação estão identificadas no texto pelas iniciais RA e são impressas em tipo menor.

## Artigo 3.º

**(Condições básicas)**

Devem verificar-se as seguintes condições básicas:

a) os dados necessários para a execução do projecto são recolhidos, registados e interpretados de forma apropriada;

b) as obras são projectadas por profissionais com adequada qualificação e experiência;

c) existe continuidade e comunicação adequadas entre os intervenientes na recolha dos dados, no projecto e na construção;

d) existe supervisão e controlo de qualidade adequados nas fábricas, nos estaleiros e na obra;

e) a construção é efectuada de acordo com as normas e especificações relevantes, por pessoal com conhecimentos e experiência adequados;

f) os materiais de construção são utilizados conforme preconizado no presente Regulamento ou em documentos normativos e especificações relevantes;

g) a obra tem uma manutenção adequada;

h) a obra é utilizada de acordo com a finalidade definida no projecto.

## Artigo 4.º

**(Termos específicos utilizados no Regulamento de Fundações)**

No Regulamento de Fundações são utilizados os seguintes termos específicos:

a) *Experiência Comparável*: informação documentada ou claramente estabelecida que diga respeito a estruturas semelhantes e ao mesmo tipo de terreno considerado no projecto, envolvendo os mesmos tipos de solo e rocha, e para o qual seja previsível um comportamento geotécnico semelhante. A informação recolhida no local é considerada particularmente relevante;

## 第二條

## 原理及應用法則間之區別

一、本規章包括原理及應用法則。

二、原理是建立概念及定義，其要求及分析方法，除非特殊說明，否則也不允許變更。

三、應用法則是符合原理及滿足其原理要求，通常是被認可法則之例子。

四、使用與《土工技術規章》規定之應用法則不同之替代法規屬允許，只要該等替代法規被證明符合相應之原理。

五、應用法則之文本以較小之字體印刷，並以簡寫 RA 作開頭。

## 第三條

## 基本條件

必須審查下列基本條件：

a) 設計所需之數據已被收集、記錄及解釋；

b) 結構物由具有適當資格及經驗之人員設計；

c) 數據收集、設計及施工人員間存在著足夠之連續性及聯繫；

d) 在工場、車間及現場，已提供足夠之監督及質量控制；

e) 施工係由具恰當技術及經驗之人員根據有關標準及說明書進行；

f) 施工材料及產品是按照本規章或相應之材料或產品說明書來使用；

g) 結構物有足夠之保養；

h) 結構物係按計劃所定之目的來使用。

## 第四條

## 《土工技術規章》所使用之術語

下列術語在《土工技術規章》中使用：

a) 類似經驗：指與地基相關，已經以文件形式記錄或以其他形式清楚建立之資料，與設計中所考慮之地基，包括同一類之土體及岩體，該等地基將出現相似之地質特性，並包含相似之結構物，地區性所獲得之資料被認為係特別相關；

b) *Terreno*: solo, rocha ou aterro existentes no local antes do início da construção;

c) *Estrutura*: inclui, para além do conceito normalmente adoptado de estrutura, os aterros colocados durante a construção.

#### Artigo 5.º

##### (Unidades)

Devem ser utilizadas as unidades do Sistema Internacional (S.I.), de acordo com a Norma ISO 1 000.

RA — Para cálculos geotécnicos recomendam-se as seguintes unidades:

— forças .....	kN, MN
— momentos .....	kNm
— massa específica .....	kg/m <sup>3</sup> , Mg/m <sup>3</sup> , t/m <sup>3</sup>
— peso volúmico .....	kN/m <sup>3</sup>
— tensões, pressões, resistências .....	kN/m <sup>2</sup> , kPa
— rigidez .....	MN/m <sup>2</sup> , MPa
— coeficiente de permeabilidade .....	m/s, m/ano
— coeficiente de consolidação .....	m <sup>2</sup> /s, m <sup>2</sup> /ano

#### Artigo 6.º

##### (Simbologia)

A simbologia adoptada está de acordo com a Norma ISO 3 898. Os símbolos comuns a todos os regulamentos são definidos no Regulamento de Segurança e Acções. Os principais símbolos utilizados no Regulamento de Fundações encontram-se definidos no Anexo I.

## CAPÍTULO II

### Fundamentos do projecto geotécnico

#### SECÇÃO I

##### Disposições gerais

#### Artigo 7.º

##### (Requisitos de projecto)

1. A estrutura deve ser projectada de acordo com o estipulado no Regulamento de Segurança e Acções.

2. Deve ser identificado o grau de complexidade de cada projecto geotécnico, bem como os riscos em termos de propriedade e de vidas, com vista ao estabelecimento dos requisitos mínimos no que respeita à quantidade e qualidade da prospecção geotécnica, dos cálculos e das operações de controlo da construção. É, em particular, feita a distinção entre:

a) estruturas simples e leves e pequenas obras geotécnicas, para as quais é possível assegurar, com base na experiência e em prospecções geotécnicas de natureza qualitativa, que os requisitos

b) **地基**: 是指在施工開始前已存在之土體, 岩體及回填土體;

c) **結構**: 除了正常所指之結構概念以外, 本規章所指之結構還涉及工程施工期間之回填土體。

#### 第五條

##### 單位

國際單位 (S.I.) 之應用應符合 ISO 1000 之要求。

RA 對地工技術計算來說, 推薦使用下列單位:

— 力 .....	kN, MN
— 彎矩 .....	kNm
— 質量容量 .....	kg/m <sup>3</sup> , Mg/m <sup>3</sup> , t/m <sup>3</sup>
— 容重 .....	kN/m <sup>3</sup>
— 應力、壓力、強度 .....	kN/m <sup>2</sup> , kPa
— 勁度 .....	MN/m <sup>2</sup> , MPa
— 滲透係數 .....	m/s, m/year
— 固結係數 .....	m <sup>2</sup> /s, m <sup>2</sup> /year

#### 第六條

##### 符號

本規章所用之符號符合 ISO 3898 標準之要求, 適用於所有規章之符號在《結構安全及荷載規章》中定義。本《地工技術規章》所使用之符號在附件一中定義。

## 第二章

### 地工設計基礎

#### 第一節

##### 一般規定

#### 第七條

##### 設計要求

一、結構物之設計應符合澳門《結構安全及荷載規章》之規定。

二、為了建立對地工勘測範圍及質量、計算及施工控制檢查之最基本要求, 應明確每一個地工設計之複雜程度, 以及對生命財產之風險程度, 尤其應注意區別下列事項:

a) 輕型及簡單之結構物以及小型之土方工程, 可根據經驗及具質素之地工勘測, 從而保證其滿足基本要

fundamentais são satisfeitos com um risco desprezável para a propriedade e a vida (ver Categoria Geotécnica 1 no parágrafo 4. deste artigo);

b) outras estruturas geotécnicas (ver Categorias Geotécnicas 2 e 3 no parágrafo 4. deste artigo).

RA — No caso de obras geotécnicas de reduzida complexidade e risco, tais como as anteriormente definidas, é aceitável a utilização de procedimentos de projecto simplificados.

3. No estabelecimento dos requisitos de projecto devem ser tidos em consideração os seguintes factores:

a) natureza e tamanho da estrutura e dos seus elementos, incluindo quaisquer requisitos especiais;

b) condições relativas à vizinhança da obra (estruturas próximas, tráfego, instalações, vegetação, produtos químicos perigosos, etc.);

c) condições do terreno;

d) condições de ocorrência de água no terreno;

e) sismicidade;

f) influência do ambiente (hidrologia, águas superficiais, subsidência, variações sazonais do teor em água do terreno).

4. A fim de estabelecer os requisitos do projecto geotécnico são introduzidas três Categorias Geotécnicas 1, 2 e 3.

Antes da prospecção deve efectuar-se uma classificação preliminar da estrutura de acordo com a categoria geotécnica. Esta categoria pode vir a ser posteriormente alterada. Em cada fase do projecto ou do processo construtivo deve proceder-se a uma verificação da categoria geotécnica e à sua eventual alteração.

RA — Os vários aspectos do projecto de uma obra podem ser tratados de acordo com categorias geotécnicas diferentes. Não é necessário tratar a totalidade de um projecto de acordo com a mais elevada das categorias.

Podem utilizar-se procedimentos correspondentes a categorias mais elevadas para justificar projectos mais económicos, ou quando o projectista os considerar mais adequados.

5. A Categoria Geotécnica 1 engloba unicamente estruturas pequenas e relativamente simples:

a) para as quais se pode assegurar que são satisfeitos os requisitos fundamentais apenas com base na experiência e em prospecção geotécnica qualitativa;

b) com riscos desprezáveis para a propriedade e para a vida.

Os procedimentos correspondentes à Categoria Geotécnica 1 só são suficientes no caso de existir experiência comparável que comprove que as condições do terreno são suficientemente simples para que seja possível utilizar métodos de rotina para o projecto e construção da estrutura geotécnica.

Os procedimentos correspondentes à Categoria Geotécnica 1 só são suficientes se não houver escavações abaixo do nível freático ou se a experiência comparável local indicar que a escavação proposta abaixo do nível freático é uma operação simples.

RA — São exemplos de estruturas ou partes de estruturas que se enquadram na Categoria Geotécnica 1, os seguintes:

求，並可忽略對生命及財產之風險（參照本條第四段中之土工分類一）；

b) 其他土工結構（參照本條第四段中之及土工分類二及三）。

RA 對於那些如上所述之土工複雜程度低、風險性低之工程項目，可採用簡化之設計程序。

三、在確定土工設計要求時，應考慮下列因素：

a) 結構及其單元之性質及尺寸，包括任何特殊之要求；

b) 周圍環境條件（鄰近結構、交通、公共設施、綠化情況、以及危險化學品等）；

c) 地基條件；

d) 地下水情況；

e) 地震情況；

f) 環境影響（水文、地表水、沉陷、濕度之季節性變化等）。

四、為了建立土工設計之要求，介紹三類土工分類，一類，二類及三類：

根據土工分類對結構物所進行之初步分類，應在土工勘測前進行。該土工分類其後可能更改。土工分類應根據每一階段之設計及施工過程進行審查，甚至作出更改。

RA 工程項目之各個設計部分可根據不同之土工分類進行處理。不需要把整個工程項目按土工分類中最高一級來處理。

較高一級土工分類之程序可用來處理比較經濟之設計，或者設計者認為比較合適者。

五、土工分類一僅包括小型、或相對簡單之結構物：

a) 本類土工結構可根據經驗及具質素之土工勘測，保證基本要求會得到滿足；

b) 可忽略對生命及財產之風險。

土工分類一之程序，是能夠從類似經驗獲得充足之地基情況，對基礎之設計及施工可直接使用常規之方法來進行。

土工分類一之程序，僅當在沒有水下開挖時，或者從類似之當地經驗指出，擬採用之水下開挖可直接進行時，才可採用。

RA 下列是符合土工分類一之結構物或結構物部份之例子：

a) casas simples de 1 e 2 andares e edifícios para fins agrícolas, com uma carga máxima de cálculo de 250 kN nos pilares e de 100 kN/m nas paredes, nos quais sejam usados os tipos habituais de fundações superficiais e por estacas;

b) paredes de contenção e estruturas de suporte de escavações nas quais as diferenças entre níveis de terreno não exceda 2 m;

c) pequenas escavações para trabalhos de drenagem, instalação de tubagens, etc.

6. A Categoria Geotécnica 2 engloba os tipos convencionais de estruturas e fundações que não envolvam riscos fora do comum ou condições do terreno e de carregamento invulgares ou particularmente difíceis. As estruturas da Categoria Geotécnica 2 requerem a quantificação dos dados geotécnicos e uma análise quantitativa que assegure que são satisfeitos os requisitos fundamentais, podendo no entanto ser usados procedimentos de rotina nos ensaios de campo e de laboratório, bem como na elaboração do projecto e na execução.

RA — São exemplos de estruturas ou partes de estruturas que se enquadram na Categoria Geotécnica 2, os tipos convencionais de:

a) fundações superficiais;

b) ensoleiramentos gerais;

c) fundações em estacas;

d) muros e outras estruturas de contenção ou suporte de terreno ou água;

e) escavações;

f) pontes-cais e contrafortes;

g) aterros e movimentos de terras;

h) ancoragens no terreno e outros sistemas de ancoragem;

i) túneis em rocha resistente, não fracturada e sem requisitos especiais de impermeabilização ou outros.

7. A Categoria Geotécnica 3 engloba as estruturas ou partes de estruturas não abrangidas pelas Categorias Geotécnicas 1 e 2.

A Categoria Geotécnica 3 diz respeito a estruturas de grande dimensão e pouco comuns, a estruturas que envolvam riscos fora do comum ou condições do terreno e de carregamento invulgares ou particularmente difíceis.

8. Para além dos requisitos legais em vigor relativamente à pessoa responsável pelo projecto, constitui um requisito adicional das Categorias Geotécnicas 2 e 3 o responsável pelo projecto ser um engenheiro civil com experiência e conhecimentos geotécnicos adequados.

9. Deve verificar-se, para cada situação considerada no projecto geotécnico, que não é excedido nenhum estado limite relevante.

RA — Este requisito de projecto pode ser satisfeito mediante:

a) o uso de cálculos, tal como descrito nos artigos 10.º a 15.º;

b) a adopção de medidas prescritivas, tal como descrito no artigo 16.º;

c) o uso de modelos experimentais e ensaios de carga, tal como descrito no artigo 17.º;

d) o uso de um método observacional, tal como descrito no artigo 18.º

a) simples de um a dois andares e edifícios para fins agrícolas, com uma carga máxima de cálculo de 250 kN nos pilares e de 100 kN/m nas paredes, nos quais sejam usados os tipos habituais de fundações superficiais e por estacas;

b) com diferenças de nível de terreno inferiores a 2 metros de muros de contenção e estruturas de suporte de escavações;

c) pequenas escavações para trabalhos de drenagem, instalação de tubagens, etc.

6. A Categoria Geotécnica 2 engloba os tipos convencionais de estruturas e fundações que não envolvam riscos fora do comum ou condições do terreno e de carregamento invulgares ou particularmente difíceis. As estruturas da Categoria Geotécnica 2 requerem a quantificação dos dados geotécnicos e uma análise quantitativa que assegure que são satisfeitos os requisitos fundamentais, podendo no entanto ser usados procedimentos de rotina nos ensaios de campo e de laboratório, bem como na elaboração do projecto e na execução.

RA — São exemplos de estruturas ou partes de estruturas que se enquadram na Categoria Geotécnica 2, os tipos convencionais de:

a) fundações superficiais;

b) ensoleiramentos gerais;

c) fundações em estacas;

d) muros e outras estruturas de contenção ou suporte de terreno ou água;

e) escavações;

f) pontes-cais e contrafortes;

g) aterros e movimentos de terras;

h) ancoragens no terreno e outros sistemas de ancoragem;

i) túneis em rocha resistente, não fracturada e sem requisitos especiais de impermeabilização ou outros.

7. A Categoria Geotécnica 3 engloba as estruturas ou partes de estruturas não abrangidas pelas Categorias Geotécnicas 1 e 2.

A Categoria Geotécnica 3 diz respeito a estruturas de grande dimensão e pouco comuns, a estruturas que envolvam riscos fora do comum ou condições do terreno e de carregamento invulgares ou particularmente difíceis.

8. Para além dos requisitos legais em vigor relativamente à pessoa responsável pelo projecto, constitui um requisito adicional das Categorias Geotécnicas 2 e 3 o responsável pelo projecto ser um engenheiro civil com experiência e conhecimentos geotécnicos adequados.

9. Deve verificar-se, para cada situação considerada no projecto geotécnico, que não é excedido nenhum estado limite relevante.

RA — Este requisito de projecto pode ser satisfeito mediante:

a) o uso de cálculos, tal como descrito nos artigos 10.º a 15.º;

b) a adopção de medidas prescritivas, tal como descrito no artigo 16.º;

c) o uso de modelos experimentais e ensaios de carga, tal como descrito no artigo 17.º;

d) o uso de um método observacional, tal como descrito no artigo 18.º

Estas quatro abordagens podem ser utilizadas de uma forma combinada. Na prática, a experiência mostra muitas vezes qual o estado limite que governa o projecto, pelo que a não ocorrência de outros estados limites pode ser verificada através de um controlo grosseiro.

10. Deve ser tida em consideração a interacção entre a estrutura e o terreno.

RA — Deve considerar-se a compatibilidade de deformações nos materiais interessados num estado limite, especialmente no caso de materiais frágeis ou que tenham um comportamento de amolecimento com a deformação. Como exemplos podem referir-se o betão altamente tensionado, os solos granulares densos, os solos com ligações cimentícias entre partículas e as argilas de muito baixa resistência residual. No caso de ocorrência de uma rotura combinada de elementos estruturais e do terreno, pode ser necessária uma análise detalhada que entre em linha de conta com a rigidez relativa da estrutura e do terreno. Como exemplos podem citar-se os ensoleiramentos gerais, as estacas carregadas lateralmente e as estruturas de contenção flexíveis.

11. Os edifícios devem ser protegidos contra a penetração de água do terreno ou a transmissão de vapor ou gases às superfícies interiores.

12. Os resultados do projecto devem ser verificados, sempre que possível, tendo em atenção a experiência comparável.

#### Artigo 8.º

##### (Situações a considerar no projecto)

No projecto geotécnico as especificações detalhadas das situações a considerar devem incluir, quando aplicável:

- a) a adequação geral do terreno onde está implantada a estrutura;
- b) a posição e classificação das várias zonas de solo, rocha e elementos da construção envolvidos no modelo de cálculo;
- c) os planos de estratificação inclinados;
- d) as cavidades e outras estruturas subterrâneas;
- e) no caso de estruturas assentes directamente em rocha ou muito perto dela, deve ter-se em atenção:
  - a alternância de estratos rijos e moles;
  - as falhas, diáclases e fissuras;
  - as discontinuidades preenchidas com materiais muito moles;
- f) as acções, suas combinações e hipóteses de carga;
- g) a natureza do ambiente para o qual o projecto é desenvolvido, incluindo:
  - os efeitos de erosão e escavação conducentes a alterações da geometria da superfície do terreno;
  - os efeitos da corrosão de natureza química;
  - os efeitos da alteração devida aos agentes atmosféricos;
  - a variação dos níveis da água nos terrenos, incluindo os efeitos de rebaixamentos, eventuais cheias, rotura de sistemas de drenagem, etc.;
  - a presença de gases emergindo do terreno;

該四種方法可組合一起使用，實踐經驗中經常指出那一套之界限狀態會控制設計，並可通過粗略之控制檢查證實避免其他界限狀態之發生。

十、應考慮結構及地基土體間之相互作用。

RA 界限狀態下應考慮材料間之應變相容性，尤其是脆性材料或那些具有應變弱化特點之材料。如超配筋混凝土，密實礫石土、水泥膠結土及具有小殘餘強度之粘土。有必要允許考慮結構及地基土體相對剛度之詳細分析，以防出現結構單元及地基之組合破壞。這方面之例子包括筏式基礎、橫向受荷樁及柔性擋土牆結構。

十一、建築物應防止地下水滲入，或蒸氣與氣體侵入其內表面。

十二、儘可能使用類似經驗檢查其設計結果。

#### 第八條

##### 設計所考慮之情況

在土工設計中，設計情況之詳細說明應適當包括：

- a) 結構坐落位置處地基之總體適合程度；
- b) 包括在計算模式中各區域土體、岩體及施工單元之特性及分類；
- c) 岩層平面之傾向；
- d) 洞穴或其他地下結構物；
- e) 當結構坐落於岩石上或其附近時，應考慮下列因素：
  - 硬夾層或軟弱夾層；
  - 斷層、接頭及裂隙；
  - 充填有軟弱材料之裂隙；
- f) 作用力及其組合及荷載情況；
- g) 設計所在處，其周圍自然環境，包括：
  - 導致地面幾何形狀產生變化，沖刷、侵蝕及開挖等之影響；
  - 化學侵蝕之影響；
  - 風化之影響；
  - 地下水位變化，包括抽水、可能之洪水及排水系統破壞等之影響；
  - 從地基土體中冒出氣體；

— outros efeitos do tempo e ambiente na resistência e outras propriedades dos materiais, como por exemplo os efeitos de cavidades devidas à actividade de animais;

h) os sismos;

i) a subsidência devida a escavações subterrâneas e a outras causas;

j) a tolerância da estrutura a deformações;

k) o efeito da nova estrutura nas estruturas ou instalações já existentes.

## Artigo 9.º

### (Durabilidade)

Ao desenvolver o projecto geotécnico devem ser tidas em conta as condições ambientais internas e externas, de modo a poder avaliar-se a respectiva influência na durabilidade e permitir a adopção de medidas que protejam os materiais ou lhes confirmem a resistência adequada.

RA — Quando no projecto há que ter em atenção a durabilidade do material a utilizar no terreno, deve considerar-se o seguinte:

a) para o betão:

— os agentes agressivos, tais como águas ácidas ou que contenham sulfatos;

b) para o aço:

— o ataque químico quando os elementos da fundação estão enterrados em terreno suficientemente permeável para permitir a circulação de água e oxigénio;

— a corrosão nas superfícies das estacas-prancha expostas ao contacto com águas livres, particularmente na zona dos níveis médios dessas águas;

— a corrosão localizada do tipo picadura no aço embebido em betão poroso fissurado, particularmente no caso de aço laminado, onde os produtos de oxidação, actuando como um cátodo, dão origem a uma reacção electrolítica, com a superfície não oxidada actuando como um ânodo;

c) para a madeira:

— os fungos e bactérias aeróbicas na presença de oxigénio;

d) para produtos sintéticos:

— o envelhecimento devido à exposição às radiações ultravioleta;

— os efeitos combinados da temperatura e tensão;

— os efeitos secundários relacionados com a degradação de natureza química.

## SECÇÃO II

### Dimensionamento geotécnico com base no cálculo

## Artigo 10.º

### (Generalidades)

1. O dimensionamento com base no cálculo deve estar de acordo com o método de verificação de segurança em relação a estados limites preconizado no Regulamento de Segurança e Acções, utilizando factores parciais de segurança. A aplicação deste método implica a consideração de:

— 時間及環境對材料之強度及其他特性之影響，例如由動物活動所形成之洞穴；

h) 地震；

i) 由地下開挖或其他原因所引起之地面沉陷；

j) 結構承受變形之允許值；

k) 新建結構對已存在之結構或設施之影響。

## 第九條

### 耐久性

在土工設計中，應在設計階段評估內外環境條件，以便評估其對耐久性之影響程度、以及制訂保護方法或選用有足夠抵抗力之材料。

RA 在地基所使用材料之耐久性設計時，應考慮下列情況：

a) 對於混凝土：

— 侵蝕性介質，如地下水中之酸性條件或硫酸鹽等；

b) 對於鋼材：

— 當基礎單元埋置於地基中，而地基具有滲透性，使地下水及氧氣能滲入而產生之化學侵蝕；

— 暴露於自由水體板樁表面之腐蝕，尤其在平均水位區域內；

— 埋置於有裂隙或多孔混凝土中之鋼材之腐蝕性侵蝕，尤其是軋制鋼材，其鐵屑作為陰極，鐵屑自由表面作為陽極，產生電解作用；

c) 對於木材：

— 在氧氣存在情況下，菌類及好氧細菌之作用；

d) 對於人造纖維物：

— 紫外線下之老化作用；

— 溫度及應力之組合作用；

— 化學退化之副作用。

## 第二節

### 通過計算進行土工設計

## 第十條

### 通則

一、通過計算來進行設計，應符合《結構安全及荷載規章》內，使用分項安全係數法校核相關之界限狀態，該方法包括：

- a) modelos de cálculo;
- b) acções, que podem ser cargas impostas ou deslocamentos impostos;
- c) propriedades dos solos, rochas ou outros materiais;
- d) dados geométricos;
- e) valores limites de deformação, largura de fissuras, vibrações, etc.

RA — Em engenharia geotécnica o conhecimento das condições do terreno depende da extensão e da qualidade da prospecção geotécnica. Tal conhecimento e o controlo da execução são mais importantes para satisfazer os requisitos fundamentais do que a precisão dos modelos de cálculo e dos factores parciais de segurança.

2. O modelo de cálculo deve descrever o comportamento do terreno para o estado limite em consideração.

RA — Os estados limites que envolvam a rotura do terreno são rapidamente verificados recorrendo a este procedimento. No caso de se utilizar este procedimento para estados limites definidos em termos de deformações, estas devem ser quantificadas por cálculo ou por outro método.

3. Os modelos de cálculo consistem em:

- a) um método de análise, muitas vezes baseado num modelo analítico com simplificações;
- b) se necessário, modificação dos resultados da análise de modo a assegurar que os resultados do modelo de cálculo usado no dimensionamento são precisos ou se situam do lado da segurança.

RA — A modificação dos resultados da análise deve ter em atenção os seguintes factores:

- a) a margem de incerteza nos resultados do método de análise em que se baseia o modelo de cálculo usado no dimensionamento;
- b) quaisquer erros sistemáticos que se saiba estarem associados com o método de análise.

4. Quando não se disponha de um modelo de cálculo fiável para um dado estado limite, devem efectuar-se as análises dos outros estados limites utilizando factores que assegurem que a ocorrência do estado limite em causa é suficientemente improvável.

5. Sempre que possível, o modelo de cálculo deve ser correlacionado com as observações de campo de projectos anteriores, com ensaios em modelo experimental ou com análises mais fiáveis.

RA — O modelo de cálculo pode consistir numa relação empírica entre os dados de ensaios e os requisitos de projecto, a qual é usada em vez de um modelo analítico. Nesta caso, a relação empírica deve ser estabelecida sem margem para dúvidas tendo em atenção as condições do terreno.

#### Artigo 11.º

##### (Acções no dimensionamento geotécnico)

1. Em qualquer cálculo as acções são quantidades conhecidas. As acções não são incógnitas do modelo de cálculo.

2. Antes de efectuar qualquer cálculo, o projectista deve seleccionar as forças e os deslocamentos impostos que vão ser considerados como acções nesse cálculo. Certas forças e deslocamentos impostos devem ser tratados como acções em certos cálculos

- a) 計算模式；
- b) 作用力；該作用力可強加荷載或強迫位移；
- c) 土體、岩石及其他材料之特性；
- d) 幾何資料；
- e) 變形、裂縫寬度、振動等之限制數值。

RA 在地工工程中，對地基條件之認識取決於地工勘測之程度及質量，這些認識及對施工工藝之控制在滿足所有基本要求方面，比準確計算方法及分項安全係數更為重要。

二、計算模式應敘述所考慮之界限狀態下之地基行為。

RA 牽涉地基機理形成之界限狀態很容易由此方法檢查，對由變形定義之界限狀態，當使用這方法時，變形應由計算得出，或者用其他方法作出評估。

三、計算模式組成如下：

- a) 分析方法，經常是基於簡化之分析模式；
- b) 若有必要，應對分析結果進行更正，以保證設計計算模式之結果準確或安全。

RA 對分析結果之更正應考慮下列因素：

- a) 設計計算模式所依據之分析方法，其結果之不確定程度；
- b) 任何與分析方法有關之系統誤差。

四、當對於某一特殊界限狀態得不到可靠計算模式時，應進行其他界限狀態分析，利用係數確保該界限狀態不可能發生。

五、計算模式應盡量與以前設計之現場觀測，模型試驗或其他更加可靠之分析方法進行比較。

RA 計算模式可能由試驗結果及設計要求間之經驗關係所組成，以用來取代分析模型。在這種情況下，相應地基條件下之經驗關係應清楚地建立。

#### 第十一條

##### 地工設計中之作用力

一、任何計算中作用力數值為已知量，在計算模式中，作用力並非未知量。

二、在任何計算進行以前，設計者應在計算過程中，選擇一些力及強迫位移作為作用力。這些力及強迫位移在某些計算中處

mas podem não o ser em outros. O arrastamento por atrito negativo e os impulsos do terreno são exemplos de forças deste tipo.

RA — Para as cargas aplicadas pelas estruturas às fundações, pode ser necessária uma análise da interacção entre a estrutura e o terreno de molde a determinar as acções a adoptar no projecto das fundações.

3. Em análises geotécnicas, devem considerar-se para inclusão como acções:

- a) os pesos do solo, da rocha e da água;
- b) as tensões *in situ* do terreno;
- c) as pressões da água livre;
- d) as pressões da água do terreno;
- e) as forças de percolação;
- f) as cargas das estruturas, quer devidas ao peso próprio, quer impostas, quer ambientais;
- g) as sobrecargas;
- h) as forças devidas à atracção;
- i) a remoção de carga ou a escavação de terreno;
- j) as cargas devidas ao tráfego;
- k) a expansão e a retracção devidas à vegetação, ao clima ou a alterações do teor em água;
- l) os movimentos devidos à fluência ou a escorregamentos de maciços terrosos;
- m) os movimentos devidos à degradação, decomposição, compactação devida ao peso próprio e dissolução;
- n) os movimentos e acelerações devidos a sismos, explosões, vibrações e cargas dinâmicas;
- o) os efeitos da temperatura;
- p) o pré-esforço em ancoragens no terreno e em escoras.

4. A duração das acções deve ser considerada tendo em atenção os efeitos do tempo nas propriedades dos materiais do terreno, especialmente a permeabilidade, as condições de drenagem e a compressibilidade dos solos constituídos por partículas de dimensão reduzida (solos finos).

5. As acções repetidas e as acções de intensidade variável devem ser identificadas, tendo em vista a sua consideração especial no que se refere a movimentos contínuos, liquefacção dos solos, variação da rigidez do terreno, etc.

6. As acções cíclicas de frequência elevada devem ser identificadas, com vista à sua consideração especial no que se refere a efeitos dinâmicos.

7. A avaliação da segurança de estruturas geotécnicas em que as forças predominantes são hidrostáticas deve ser objecto de consideração especial. Tal deve-se ao facto de as deformações, a fissuração e a permeabilidade variável, com o inerente risco de erosão, poderem dar origem a variações do nível freático que podem ser de importância vital para a segurança.

8. Devem considerar-se os seguintes aspectos susceptíveis de afectar as pressões da água:

理為作用力，而在其他之計算中則不盡然。如下拉力(負摩擦力)及土壓力為這種力之例子。

RA 對於由結構作用於基礎上之荷載，為了確定基礎設計中所採用之作用力，應分析結構及基礎間之相互作用。

三、在地工分析中，下列因素可考慮為作用力：

- a) 土體、岩石及水體之重量；
- b) 地基中原位應力；
- c) 自由水壓力；
- d) 地下水壓力；
- e) 滲流力；
- f) 結構物之恒載，外力荷載及環境荷載；
- g) 超載；
- h) 繫留荷載；
- i) 卸載或地基開挖；
- j) 交通荷載；
- k) 由植物、氣候或濕度變化而引起之膨脹及收縮；
- l) 由潛變或滑動土體而引起之移動；
- m) 由剝蝕、風化、自身密實及溶解而引起之移動；
- n) 由地震、爆炸、振動及動力荷載所引起之移動及加速度；
- o) 溫度影響；
- p) 地錨或支撐所產生之預應力。

四、應考慮作用力之持續時間，同時注意對土體材料特性產生時間效應之影響，尤其是細顆粒土體之排水特性及壓縮性。

五、應指明重複作用及強度變化之作用力，以便特殊考慮涉及連續移動、土體液化、地基剛度變化等問題。

六、應指明高頻率周期性之作用力，以便特殊考慮所涉及之動力影響。

七、應特殊考慮以靜水壓力作為主要支配力之地工結構，評估其安全度，這是因為如變形、裂隙及滲透性改變等內在侵蝕危險，而可能導致地下水位變化，該水位變化對安全之影響極為重要。

八、應考慮下列事項對水壓力之影響：

- a) o nível da água livre ou o nível freático;
- b) os efeitos favoráveis ou desfavoráveis da drenagem, quer natural quer artificial, tendo em atenção a sua futura manutenção;
- c) o fornecimento de água devido à chuva, a cheias, à rotura de condutas e a outras origens;
- d) as variações das pressões da água devido ao aparecimento ou remoção de vegetação.

9. No caso de estados limites com consequências severas (geralmente estados limites últimos), os valores de cálculo para as pressões da água e forças de percolação devem representar os valores mais desfavoráveis que podem ocorrer em circunstâncias extremas. Para estados limites com consequências menos severas (geralmente estados limites de utilização), os valores de cálculo devem ser os valores mais desfavoráveis que podem ocorrer em circunstâncias normais.

RA — Deve ter-se em atenção o risco de ocorrência de níveis de água desfavoráveis devido a alterações na bacia hidrográfica, à redução da capacidade de drenagem (devida a bloqueamento), etc.

A não ser demonstrada a adequação do sistema de drenagem e assegurada a respectiva manutenção, é frequentemente necessário admitir que o nível freático pode subir, em circunstâncias extremas, até ao nível do terreno. Em alguns casos esta acção pode ser considerada accidental.

10. O projecto deve ser verificado separadamente para cada uma das três hipóteses A, B e C, quando aplicáveis.

RA — As hipóteses A, B e C foram introduzidas de modo a assegurar estabilidade e resistência adequadas na estrutura e no terreno.

11. Os valores dos factores parciais de segurança para acções permanentes e variáveis indicados no Quadro 1 devem, em geral, ser usados para verificação em relação a estados limites últimos de tipos convencionais de estruturas e fundações no caso de combinações fundamentais de acções. No caso de riscos anormalmente elevados ou condições de carregamento ou de terreno especialmente difíceis, devem ser considerados valores mais severos. No caso de combinações accidentais de acções todos os valores numéricos dos factores parciais de segurança devem ser considerados iguais à unidade.

- a) 自由水水位或地下水水位；
- b) 鑑於自然排水或人工排水之將來維修問題，自然排水或人工排水之有利或不利影響；
- c) 由下雨、洪水、水管破裂或其他方式造成水量增加；
- d) 由於植物生長或植物消失所引致水壓之變化。

九、對於有嚴重後果之界限狀態（通常為極限狀態），水壓力及滲透力之設計數值應能代表在極端情況下發生之最不利數值。對於沒有那麼嚴重後果之界限狀態（通常為使用界限狀態），設計數值應為正常情況下出現之最不利數值。

RA 注意可能會導致不利水位險情之發生，應考慮如匯水面積之變化，由於堵塞引致減弱排水能力之可能性。

除非證明有足夠之排水系統以及保證其維修，否則需要假定地下水水位會上升至地面標高之極端情況。在一些情況下，這可作為偶然荷載來處理。

十、設計應分別用相應之 A, B, C 情況進行校核。

RA 引入 A, B, C 情況以便保證結構及地基之穩定性，並有足夠強度。

十一、表一中所示之恒載力及可變荷載之分項安全係數值，通常用於校核常規型式結構物及基礎，在基本荷載組合情況作用下之極限狀態。在不尋常之高度風險或非常困難之地基條件或受荷條件下，應考慮更嚴格之數值，在偶然荷載組合作用下，所有荷載之分項安全係數值應為 1。

Quadro 1

表一

Factores parciais de segurança para estados limites últimos e combinações fundamentais de acções

基本荷載組合下，極限狀態分項安全係數

Hipótese 情況	Acções 荷載			Propriedades do terreno ( $\gamma_m$ ) 地基土特性 ( $\gamma_m$ )			
	Permanentes ( $\gamma_g$ ) 恒載 ( $\gamma_g$ )		Variáveis ( $\gamma_q$ ) 變化荷載 ( $\gamma_q$ )	$\tan \phi'$	$c'$	$c_u$	$q_c^{1)}$
	Desfavoráveis 不利情況	Favoráveis 有利情況	Desfavoráveis 不利情況				
A	1,00	0,95	1,50	1,1	1,3	1,2	1,2
B	1,35	1,00	1,50	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,00	1,00	1,30	1,25	1,6	1,4	1,4

<sup>1)</sup> Resistência à compressão uniaxial de solo e rocha.  
土或岩石之抗壓強度

RA — Para as propriedades do terreno, utilizam-se diferentes factores parciais de segurança para as hipóteses A, B e C, de acordo com o Quadro 1 e o artigo 12.º

Quando se torna evidente que uma das três hipóteses é a mais crítica para o projecto, não é necessário efectuar os cálculos para as outras hipóteses. Contudo, hipóteses diferentes podem ser críticas para diferentes aspectos do projecto.

A hipótese A só é relevante em problemas envolvendo a impulsão, em que as forças hidrostáticas constituem a principal acção desfavorável. Os valores indicados no Quadro 1 apenas são válidos para tais situações. Em problemas envolvendo a impulsão é frequentemente mais apropriado usar uma solução estrutural (por exemplo descarregadores), que proporciona condições de projecto seguras associadas a um factor parcial de segurança relativamente baixo, do que recorrer a uma maior segurança no projecto em conjunto com condições de projecto menos seguras.

A hipótese B é frequentemente crítica para o projecto da resistência de elementos estruturais envolvidos em fundações ou estruturas de contenção. Quando não estiver em causa a resistência dos materiais estruturais, a hipótese B é irrelevante.

A hipótese C é geralmente crítica em casos em que não esteja envolvida a resistência de elementos estruturais, tais como problemas de estabilidade de taludes. A hipótese C é frequentemente crítica para a fixação da dimensão dos elementos estruturais das fundações ou das estruturas de contenção e, por vezes, para a resistência dos elementos estruturais. Quando não estiver em causa a resistência do terreno, a hipótese C é irrelevante.

As resistências de cálculo dos materiais estruturais e do terreno não são necessariamente mobilizadas totalmente na mesma hipótese.

No projecto de elementos estruturais tais como sapatas, estacas ou muros de retenção, pode introduzir-se, se tal for considerado relevante, um factor de modelo  $\gamma_{sd}$ .

12. As acções permanentes incluem o peso próprio dos componentes estruturais e não estruturais e as acções devidas ao terreno, à água do terreno e à água livre.

RA — Na determinação dos valores de cálculo das pressões do terreno para a hipótese B, os factores parciais de segurança indicados no Quadro 1 são aplicados às pressões do terreno características. As pressões do terreno características incluem as pressões da água características, conjuntamente com tensões que resultam da consideração das propriedades características do terreno e dos valores característicos das cargas de superfície.

Na hipótese B os valores característicos de todas as pressões do terreno permanentes em ambos os lados de uma estrutura de contenção são multiplicados por 1,35 se o efeito resultante da acção total for desfavorável e por 1,00 se for favorável. Desta forma, todas as pressões do terreno características são tratadas como tendo uma única origem.

Em algumas situações, a aplicação de factores parciais de segurança a pressões de terreno características pode conduzir a valores de cálculo não razoáveis ou mesmo fisicamente impossíveis. Nestas situações, os factores parciais de segurança para as acções indicados no Quadro 1 podem ser tratados como factores de modelo. São então aplicados directamente aos efeitos das acções (esforços estruturais internos) obtidos das pressões de terreno características.

Na determinação de valores de cálculo das pressões de terreno para a hipótese C, os factores parciais de segurança indicados no Quadro 1 são aplicados às resistências características do terreno e às cargas de superfície características.

13. Para a verificação dos estados limites de utilização devem ser utilizados factores parciais de segurança unitários para todas as acções permanentes e variáveis, excepto especificação em contrário.

14. Os valores de cálculo das acções devidas ao terreno e à água do terreno podem também ser obtidos por outros métodos

RA 對於地基特性，A, B, C 情況採用不同之分項安全係數，參見表一及第十二條內容。

很清楚，三種情況中有一種情況對設計是最危險，沒有必要對其他情況進行計算。但是，不同情況可能對不同設計部分產生危險。

情況A僅與浮力問題有關，在這些問題中，靜止水壓力將會為主要之不利荷載，表一中所示之數值僅在此情況有效。對於浮力問題，最合適為採用相對較低之安全係數及較為安全之設計假定，最常用是利用結構解決方法(例如溢水處理)，而不是採用較不安全之設計假定及較大之設計安全度。

情況B 通常對基礎及擋土結構中之結構單元之強度設計產生危險，情況B 與那些不涉及結構材料強度之情況不相關。

情況C通常在如土坡穩定等問題係危險，該等問題不涉及結構單元之強度，情況C通常對基礎或擋土結構中結構單元之尺寸係危險，有時亦與結構構件之強度有關。若在校核中不涉及地基強度，情況C 就不相干。

結構材料及地基土之設計強度在同一情況中不必都得到充分發揮。

在設計結構單元如基腳、樁、擋土牆等時，應引入相應之分項安全係數  $\gamma_{sd}$ 。

十二、永久荷載應包括結構自重，非結構單元自重，以及那些由地基土體、地下水及自由水引起之作用力。

RA 在計算情況B之設計壓力時，表一所示之分項安全係數適用於特徵土壓力。特徵土壓力包含特徵水壓力以及相關特徵地基特性及特徵地面荷載所產生之應力所組成。

情況B中，若合力影響為不利情況，在擋土牆兩邊之所有永久特徵土壓力值應乘以 1.35，如總合力影響為有利，乘以 1.00。這樣，所有特徵土壓力就處理成從單一來源所定義。

在一些情形下，對特徵土壓力採用分項安全係數法之設計數值，可能會導致不合理，甚至實際上不可能之情況。在這些情況下，表一所示之荷載分項安全係數可能會處理成模式係數，然後這些係數直接加至從特徵土壓力推導出之影響力中(即指結構內力及彎矩)。

在計算情況C之設計土壓力時，表一所示之分項安全係數適用於特徵土體強度及特徵地面荷載。

十三、對於使用界限狀態之審查，除特殊指定者外，所有恒載及可變荷載，應使用分項安全係數 1。

十四、地基土及地下水所引起之作用力設計值也可採用分項安全係數法以外之其他方法得到。表一所示之分項安全係數指

que não o dos factores parciais de segurança. Os factores parciais de segurança especificados no Quadro 1 indicam o nível de segurança considerado apropriado para o projecto convencional na maioria das circunstâncias. Caso o método dos factores parciais de segurança não seja utilizado, estes valores devem ser vistos como uma indicação do nível de segurança considerado apropriado.

RA — Quando os valores de cálculo para verificação dos estados limites últimos são obtidos directamente, devem ser escolhidos de tal forma que seja extremamente improvável que um valor mais adverso afecte a ocorrência do estado limite.

A obtenção directa de valores de cálculo é particularmente apropriada para acções ou combinações de acções cujos valores obtidos, usando o Quadro 1, sejam claramente impossíveis.

## Artigo 12.º

### (Propriedades do terreno)

1. Os valores de cálculo das propriedades do terreno,  $X_d$ , devem ser obtidos quer a partir de valores característicos,  $X_k$ , usando a equação:

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_m}$$

em que  $\gamma_m$  é o factor parcial de segurança para a propriedade do terreno, quer directamente.

2. A escolha de valores característicos para as propriedades dos solos e das rochas deve basear-se nos resultados de ensaios de laboratório e de campo. Devem ser tomadas em consideração as possíveis diferenças entre as propriedades medidas nos ensaios e as propriedades dos solos e das rochas que governam o comportamento da estrutura geotécnica, as quais se devem a factores tais como:

- a) a presença de fissuras, as quais podem desempenhar um papel diferente nos ensaios e na estrutura geotécnica;
- b) os efeitos do tempo;
- c) a fragilidade ou a ductilidade do solo ou da rocha ensaiados.

RA — Sempre que necessário deve aplicar-se um coeficiente de conversão para transformar os resultados dos ensaios de laboratório ou de campo em valores que se possa assumir serem representativos do comportamento do solo e da rocha no terreno.

3. A escolha dos valores característicos das propriedades dos solos e das rochas deve tomar em consideração o seguinte:

- a) as informações geológicas e outras informações de base, tais como dados de projectos anteriores;
- b) a variabilidade do valor da propriedade do terreno;
- c) a extensão da zona de terreno que governa o comportamento da estrutura geotécnica para o estado limite em consideração;
- d) a influência da execução em solos colocados artificialmente ou tratados;
- e) o efeito das actividades de construção nas propriedades do terreno.

4. O valor característico de um parâmetro de um solo ou de uma rocha deve ser resultado de uma estimativa cautelosa do valor que determina a ocorrência do estado limite.

出，在大多數情況下常規設計被認為具有適當安全度。當不採用分項安全係數法時，這些應作為獲得所需安全度之指引。

RA 若審核極限狀態之設計數值為直接評估，這些設計值應如此選擇，以便做到更不利之數值是極端不可能引致極限狀態出現。

設計值之直接評估尤其適合於那些荷載或荷載組合，該等荷載數值顯然在表一中是不可能得到。

## 第十二條

### 基土特性

一、基土特性設計值  $X_d$  或可由下列公式，從基土特徵值  $X_k$  獲得：

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_m}$$

式中  $\gamma_m$  為地基土體特性安全係數，或者由直接評估獲得。

二、土及岩石特性特徵值之選擇應根據室內及工地試驗結果進行。應考慮試驗量測到之特性及下列因素控制土工結構性能之土及岩石特性之間之可能差別。如：

- a) 裂隙之存在，可能於試驗及土工結構間起不同作用；
- b) 時間效應；
- c) 所試驗土體或岩石之脆性或延展性。

RA 應採用轉換係數將須由室內及工地試驗結果轉換成被認為代表地基土體及岩石性能之數值。

三、土體及岩石性能特徵值之選擇應考慮下列因素：

- a) 地質及其他背景資料，如得自以前工程之數據；
- b) 性能數值之變化性；
- c) 考慮界限狀態所控制及土工結構性能所影響之地基範圍；
- d) 施工工藝對人工填築或改良土體之影響；
- e) 施工活動對現場地基性能之影響。

四、在選擇土體或岩石參數特徵值時，應謹慎估計影響界限狀態出現之數值。

RA — A extensão da zona de terreno que governa o comportamento de uma estrutura geotécnica relativamente a um estado limite é usualmente muito maior do que a dimensão da zona afectada pelo ensaio do solo ou da rocha, pelo que o parâmetro determinante é muitas vezes o valor médio numa dada superfície ou volume de terreno.

A extensão da zona de terreno que governa o comportamento de uma estrutura geotécnica pode também depender do comportamento da estrutura suportada. Por exemplo, para consideração da capacidade de carga correspondente a um estado limite último para um edifício fundado em sapatas, o parâmetro determinante é a resistência média em cada zona individual de terreno sob cada sapata, caso o edifício seja incapaz de resistir a uma rotura local. No caso contrário, se o edifício apresentar rigidez e resistência suficientes, o parâmetro determinante pode ser a média daqueles valores médios na totalidade ou em parte da zona de terreno sob o edifício.

Podem utilizar-se métodos estatísticos para a escolha de valores característicos das propriedades do terreno. Tais métodos devem permitir ter em conta o conhecimento prévio de experiência comparável das propriedades do terreno.

Caso se usem métodos estatísticos, o valor característico deve ser estimado de tal forma que a probabilidade calculada de se verificar um valor mais desfavorável que determine a ocorrência de um estado limite não seja superior a 5%.

5. Os valores característicos podem ser valores inferiores, que são menores do que os valores mais prováveis, ou valores superiores, que são maiores. Para cada cálculo, deve usar-se a combinação mais desfavorável de valores inferiores e superiores dos parâmetros independentes.

6. A escolha dos valores característicos deve ter em conta as incertezas nos dados geométricos e nos modelos de cálculo, excepto se elas forem consideradas directamente no modelo de cálculo.

7. Para a verificação de estados limites últimos no caso de combinações fundamentais de acções, os valores numéricos dos factores parciais de segurança das propriedades do terreno indicados no Quadro 1 para as hipóteses A, B e C, são geralmente apropriados para serem utilizados com os factores parciais de segurança para as acções, para os mesmos casos e para situações de projecto convencionais.

Para combinações acidentais de acções, todos os valores numéricos dos factores parciais de segurança das propriedades do terreno devem ser considerados iguais à unidade.

8. Para estados limites últimos em que a resistência do terreno actua de forma desfavorável, o valor de  $\gamma_m$  a adoptar deve ser inferior à unidade.

RA — O grau de mobilização da resistência do terreno no estado limite pode ser tomado em consideração mediante a aplicação de valores de cálculo menores que os valores característicos superiores divididos por factores parciais  $\gamma_m$  inferiores à unidade.

9. Os factores parciais de segurança para a resistência de estacas, determinada com base em parâmetros de resistência do solo, fórmulas de cravação de estacas ou ensaios de carga, são indicados no Capítulo VI.

10. Para estados limites de utilização todos os valores de  $\gamma_m$  são iguais à unidade.

11. Os valores de cálculo das propriedades do terreno podem também ser obtidos por outros métodos que não o dos factores parciais de segurança. Os factores parciais de segurança especifi-

RA 在界限狀態下控制土工結構性能之地基範圍，通常比土體或岩石試驗之範圍大很多，因此，控制參數通常為某一地基範圍或體積之平均數值。特徵值為該平均值之謹慎估計。

控制地基範圍可能也取決於所支承結構之性能。例如：當考慮支承於幾個擴大基腳之建築物之承載能力極限狀態時，如建築物不能夠抵抗局部破壞，其控制參數為基腳下各個獨立地基範圍基土之平均強度。反之如建築物有足夠之強度及剛度，則控制參數可能為建築物下整個地基範圍或部份地基範圍之平均值。

可採用統計方法來選擇地基參數特徵值，此方法容許使用已驗正有關基土特性之類似經驗。

如採用統計方法，特徵值之獲得應為更差之數值而控制界限狀態之發生計算概率不大於 5%。

五、特徵值可能係小於最或然值之低數值，或者是大於最或然值之高數值，每次計算都應使用獨立參數之低值及高值之最不利組合。

六、特徵值之選擇應考慮幾何數據及計算模式之不確定性，但允許直接採用或用於計算模式中之情況不在此限。

七、基本荷載組合作用下極限狀態之校核，表一所列 A, B, C 情況所給之地基特性分項安全係數數值，通常適用於常規設計情況下相同情況荷載之分項安全係數。

在偶然荷載組合情況下，所有地基特性之分項安全係數數值應為 1。

八、對於那些土體強度起不利作用之極限狀態，所採用之  $\gamma_m$  值應小於 1。

RA 可採用由小於高特徵值除以小於 1 之  $\gamma_m$  係數而成之設計值來考慮界限狀態時土體強度之發揮程度。

九、根據土體強度參數、打樁公式或荷載試驗所確定之樁承載力之分項安全係數在第六章中敘述。

十、對於使用界限狀態，所有  $\gamma_m$  係數值均應為 1。

十一、地基特性之設計值也可用分項安全係數法以外之方法獲得，表一所設定之分項係數值指出，認為對常規設計有適當之

cados no Quadro 1 indicam o nível de segurança considerado apropriado para o projecto convencional. Caso o método dos factores parciais de segurança não seja utilizado, estes valores devem ser usados como uma indicação do nível de segurança considerado apropriado.

RA — Quando os valores de cálculo para verificação dos estados limites últimos são obtidos directamente, devem ser escolhidos de tal forma que seja extremamente improvável que um valor mais adverso afecte a ocorrência do estado limite.

### Artigo 13.º

#### (Resistência de cálculo dos materiais estruturais)

Os valores de cálculo das propriedades resistentes dos materiais estruturais e das resistências dos elementos estruturais devem ser determinados de acordo com os Documentos Normativos respeitantes a esses materiais.

### Artigo 14.º

#### (Dados geométricos)

1. Os dados geométricos incluem o nível e a inclinação da superfície do terreno, os níveis da água, os níveis das interfaces entre estratos, os níveis de escavação, a forma da fundação, etc.

2. Nos casos em que as variações dos dados geométricos não são importantes, elas devem ser tidas em consideração na escolha dos valores de cálculo das propriedades dos materiais e das acções. Em caso contrário, é geralmente aconselhável considerar essas incertezas directamente.

3. Para estados limites com consequências severas, os valores de cálculo dos dados geométricos devem representar os valores mais desfavoráveis que podem ocorrer na prática.

### Artigo 15.º

#### (Valores limites dos movimentos)

1. Um valor limite para um dado movimento é o valor para o qual é suposto ocorrer um estado limite último ou de utilização.

2. No projecto de fundações devem ser estabelecidos valores limites para os movimentos da fundação.

RA — As componentes do movimento de uma fundação que pode ser necessário considerar incluem assentamento, assentamento diferencial, rotação, inclinação, deflexão relativa, rotação relativa, deslocamento horizontal e vibração.

3. Os valores de cálculo dos limites dos movimentos devem ser acordados com o projectista da estrutura suportada.

4. A escolha dos valores de cálculo dos limites dos movimentos deve ter em conta o seguinte:

- a) o grau de confiança com que é possível especificar o valor aceitável do movimento;
- b) o tipo de estrutura;
- c) o tipo de material de construção;
- d) o tipo de fundação;

安全程度，當不採用分項係數法時，可作為獲得所需之安全程度指引。

RA 當直接評估極限狀態設計值時，設計值之選擇應保證更不利數值為極不可能影響極限狀態之出現。

### 第十三條

#### 結構材料之設計強度

結構材料之設計強度性能及結構單元之設計抗力應按照與材料有關之規範或標準計算。

### 第十四條

#### 幾何數據

一、幾何數據包括地面標高、坡度、水位、土層界面標高、開挖標高、以及基礎形狀等。

二、若幾何數據之變化不重要，可在材料性能或作用力設計值之選擇中考慮，在其他情況下通常建議直接考慮這些不確定因素。

三、對於有嚴重後果之界限狀態，幾何數據之設計值應代表可能會在實踐中遇到之最不利數值。

### 第十五條

#### 移動之限制值

一、對個別移動之限制值，是指在該數值處可能會發生極限狀態或使用界限狀態。

二、在基礎設計時，應建立基礎移動之限制數值。

RA 可能需要考慮之基礎移動包括沉降、相對（差異）沉降、轉動、傾斜、相對撓曲、相對轉動、水平位移及振動。

三、限制移動之設計值應取得所支承結構設計者同意。

四、選擇限制移動設計值應考慮下列因素：

- a) 定明允許移動值之可靠程度；
- b) 結構類型；
- c) 施工材料類型；
- d) 基礎類型；

- e) o tipo de terreno;
- f) o modo de deformação;
- g) a utilização proposta para a estrutura.

5. Os assentamentos diferenciais e as rotações relativas das fundações devem ser estimados por forma a assegurar que não conduzem à ocorrência na estrutura suportada de um estado limite último ou de utilização (tal como fissuração inaceitável ou encravamento das portas).

RA — É improvável que as rotações relativas máximas aceitáveis para pórticos, preenchidos ou não, para paredes resistentes e para paredes contínuas de tijolo sejam os mesmos, mas os seus valores estão provavelmente compreendidos entre cerca de 1/2000 e cerca de 1/300, por forma a evitar a ocorrência de um estado limite de utilização na estrutura. Para muitas estruturas é aceitável uma rotação relativa máxima de 1/500. Uma rotação relativa de cerca de 1/150 conduz provavelmente a um estado limite último.

Para estruturas normais com fundações isoladas, são frequentemente aceitáveis assentamentos totais até 50 mm e assentamentos diferenciais entre pilares adjacentes até 20 mm. Podem ser aceitáveis maiores assentamentos totais e diferenciais, desde que as rotações relativas se situem dentro dos limites aceitáveis e que os assentamentos totais não originem problemas nas condutas e cabos que entram na estrutura, causem desvio da vertical, etc.

Estas orientações relativamente aos valores limites dos assentamentos aplicam-se a estruturas de rotina. Não devem ser aplicadas a edifícios ou estruturas fora do comum ou para as quais a intensidade do carregamento seja marcadamente não uniforme.

6. O cálculo de assentamentos diferenciais deve ter em conta:
- a) as variações aleatórias ou sistemáticas das propriedades do terreno;
  - b) a distribuição do carregamento;
  - c) o método de construção;
  - d) a rigidez da estrutura.

RA — Para a maioria das condições de terreno, incluindo aluviões, siltes, *loess*, aterros e solos residuais, deve considerar-se a possibilidade de ocorrência de uma componente de assentamento diferencial devida à variação local das propriedades do terreno.

### SECÇÃO III

#### Outros métodos de dimensionamento geotécnico

##### Artigo 16.º

#### (Dimensionamento com base em medidas prescritivas)

1. Em situações em que não se disponha de modelos de cálculo, ou que eles não sejam necessários, os estados limites podem ser evitados mediante a utilização de medidas prescritivas. Estas medidas envolvem detalhes de projecto convencionais e geralmente conservativos, bem como atenção em relação à especificação e controlo dos materiais, execução, protecção e procedimentos de manutenção.

RA — Pode efectuar-se o dimensionamento por medidas prescritivas nos casos em que a experiência comparável, tal como foi definida no artigo 4.º, torne desnecessário os cálculos de projecto. Podem também utilizar-se medidas prescritivas para assegurar a durabilidade face à acção de congelamento e ao ataque químico e biológico, para os quais não são normalmente apropriados cálculos directos.

- e) 地基類型；
- f) 變形模式；
- g) 擬建結構之用途。

五、應評估基礎之差異沉降及相對轉動，以保證這些位移不致引起極限狀態或使用界限狀態之發生，如所支承結構產生過大裂縫或產生門開合困難。

RA 開式框架、閉式框架、承重磚牆或連續磚牆之最大允許相對轉動不可能一致，但可能約在 1/2000 至 1/300 範圍，以防止在結構中出現使用界限狀態。對許多結構物來說，1/500 之最大相對轉動為可接受。可能引致極限狀態之相對轉動大約為 1/150。

對於有獨立基礎之常規結構，總沉降高達 50mm，相鄰柱間差異沉降高達 20mm 通常可以接受，只要相對轉動在允許範圍以內、且不引起進入結構內之使用問題或引起傾斜，或可接受更大總沉降及差異沉降。

上述關於限制沉降之指引適用於常規結構，這些指引不適用於那些超常規之建築物或結構物，或那些荷載強度很不均勻之建築物或結構物。

#### 六、差異沉降之計算應考慮下列因素：

- a) 地基特性隨機或系統之變化；
- b) 荷載分佈；
- c) 施工方法；
- d) 結構剛度。

RA 對於大多數地基情況，包括沖積土、粉土、黃土、回填土及殘積土，應考慮由於場址範圍地基特性變化而引起差異沉降因素之可能性。

### 第三節

#### 其他方法進行土工設計

##### 第十六條

#### 習慣方法設計

一、在那些得不到計算模式或沒有必要之情況下，可採用習慣方法避免界限狀態。這包括約定及較保守之設計細節，以及對材料、制作工藝、防護及維護程序之控制及對說明書之要求加以注意。

RA 習慣方法設計可用於那些如第四條所定義之類似經驗，即沒必要使用設計計算之情況。該法也可用於那些直接計算通常不適合之情況，如對抗霜凍作用及化學侵蝕或生物侵蝕之耐久性之保證。

2. O dimensionamento por medidas prescritivas deve normalmente ser limitado à Categoria Geotécnica 1.

#### Artigo 17.º

##### (Dimensionamento com base em ensaios de carga e ensaios em modelos experimentais)

Podem utilizar-se os resultados de ensaios de carga ou de ensaios em modelos experimentais para justificar um dimensionamento, desde que se considerem os seguintes aspectos:

- a) as diferenças entre as condições do terreno no ensaio e na obra;
- b) os efeitos do tempo, especialmente se a duração do ensaio for muito inferior à duração do carregamento na obra;
- c) os efeitos de escala, especialmente se forem utilizados modelos de pequenas dimensões, caso em que tem que ser considerado o efeito do nível de tensões no comportamento do terreno, juntamente com os efeitos associados às dimensões das partículas.

RA — Os ensaios podem ser efectuados numa amostra da própria obra, ou em modelos em escala natural ou reduzida.

#### Artigo 18.º

##### (Dimensionamento com base no método observacional)

1. Em virtude de a previsão do comportamento geotécnico ser frequentemente difícil, é por vezes apropriado adoptar o procedimento designado por «método observacional», em que o projecto é revisto durante a construção. Quando se utiliza este método, devem respeitar-se os quatro requisitos seguintes antes do início da construção:

- a) devem ser estabelecidos os limites do comportamento aceitável;
- b) deve determinar-se a gama de variação dos comportamentos possíveis e deve demonstrar-se que, com uma probabilidade aceitável, o comportamento real virá a estar dentro dos limites estabelecidos;
- c) deve ser elaborado um plano de observação, o qual tem por objectivo verificar se o comportamento real se encontra dentro dos limites estabelecidos; isto deve ser tornado claro suficientemente cedo pela observação, e a intervalos suficientemente curtos, para que seja possível adoptar, com sucesso, medidas de correcção. O tempo de resposta dos instrumentos e os procedimentos para análise dos resultados devem ser suficientemente rápidos em relação à possível evolução do comportamento da obra;
- d) deve estar previsto um plano de actuação a adoptar no caso de a observação revelar um comportamento que saia dos limites estabelecidos.

2. Durante a construção, a observação deve ser efectuada conforme planeada, podendo, caso tal seja necessário, colocar-se dispositivos adicionais ou proceder-se à sua substituição. Os resultados da observação devem ser analisados nos prazos apropriados e, caso necessário, deve ser posto em prática o plano de actuação previamente estabelecido.

二、習慣方法設計通常應局限於地工分類一。

#### 第十七條

##### 以荷載試驗及實驗模型試驗進行設計

只要考慮下列特點，荷載試驗或實驗模型試驗之結果可用來驗證設計：

- a) 試驗及實際施工之間地基條件之差別；
- b) 時間效應，特別是試驗歷程比實際施工加載歷程更短之情況下；
- c) 模型比例之影響，尤其是採用小型模型時，應考慮應力水平及顆粒大小之影響。

RA 可在實際施工之試樣、足尺模型、或小比例模型中進行試驗。

#### 第十八條

##### 以觀測方法進行設計

一、由於地工性能之預估經常是比較困難，所以有時可適當採用觀測方法，在觀測方法中，在施工期間設計可得到檢討。當採用本方法時，在施工以前，應滿足下列全部四個要求：

- a) 應建立性能之允許範圍；
- b) 應評估可能之性能範圍，並表明實際性能在允許範圍內是個可接受之概率；
- c) 應設計一個揭示是否實際性能在允許範圍以內之觀察計劃，觀察應能在最初階段清楚知道其結果，並可以最短時間間隔，允許成功進行意外處理。儀器之反應時間以及分析結果之程序應能迅速反映系統之可能進展；
- d) 應設計一套當監測顯示其性能超過允許範圍時可能會採用之意外處理計劃。

二、施工期間，觀察應按計劃進行，若有必要，應進行額外觀察或替換觀察。觀察結果應在適當階段進行評估，且於有必要時，意外處理計劃應進行運作。

## SECÇÃO IV

## Relatório do projecto geotécnico

## Artigo 19.º

## (Hipóteses, dados e cálculos)

1. As hipóteses, dados, cálculos e resultados das verificações da segurança e da funcionalidade devem ser registados no Relatório do Projecto Geotécnico.

RA — O nível de detalhe do Relatório do Projecto Geotécnico pode variar bastante, dependendo do tipo de projecto. Para projectos simples, normalmente da Categoria Geotécnica 1, pode ser suficiente uma só página. O relatório deve geralmente incluir os seguintes aspectos, com referências cruzadas com o Relatório de Caracterização Geotécnica (ver artigos 41.º a 43.º) e com outros documentos que contenham mais detalhes:

- a) descrição do local e sua vizinhança;
- b) descrição das condições do terreno;
- c) descrição da construção proposta, incluindo as acções;
- d) valores de cálculo das propriedades dos solos e das rochas, incluindo a respectiva justificação, se apropriado;
- e) regulamentos e outros documentos normativos aplicados;
- f) nível de risco aceitável;
- g) cálculos e peças desenhadas do projecto geotécnico;
- h) referência aos aspectos a verificar durante a construção ou que requeiram observação ou manutenção.

2. O responsável pelo Relatório do Projecto Geotécnico deve ser um engenheiro civil com conhecimentos geotécnicos e experiência adequados.

## Artigo 20.º

## (Supervisão, observação e manutenção)

1. O Relatório do Projecto Geotécnico deve incluir um plano de supervisão e observação, caso apropriado. Os aspectos que requeiram verificação durante a construção ou manutenção após a construção, devem ser claramente identificados no relatório. Caso as verificações necessárias tenham sido efectuadas durante a construção, devem ser registadas e anexadas ao relatório.

RA — Relativamente à supervisão e à observação, o Relatório do Projecto Geotécnico deve explicitar:

- a) o objectivo de cada conjunto de observações e medições;
- b) as partes da estrutura que devem ser observadas e os locais onde devem ser feitas as observações;
- c) a frequência com que se devem efectuar as medições;
- d) o modo de avaliação dos resultados;
- e) a gama de valores dentro da qual se inserem os resultados;
- f) o período de tempo durante o qual a observação deve continuar depois de terminada a construção;
- g) as entidades responsáveis pela realização das medições e das observações, pela interpretação dos resultados obtidos e pela observação e manutenção das estruturas.

## 第四節

## 土工設計報告

## 第十九條

## 假定、數據及計算

一、在安全度及使用性驗算中之一些假定、數據、計算及其結果應在土工設計報告中記錄。

RA 土工設計報告之詳細程度有很大不同，取決於設計之類型。對於簡單設計，通常指土工分類一，可能一張紙就足夠。報告應參考地基勘测報告第四十一條至第四十三條及其他內容更詳細之文件，通常應包括下列內容：

- a) 場址及其周圍情況之敘述；
- b) 地基條件之敘述；
- c) 推薦施工方法之敘述，包括作用荷載；
- d) 土體及岩石之設計值，包括適當之判斷；
- e) 敘述所使用之規範及標準；
- f) 允許風險程度之敘述；
- g) 土工設計計算及圖紙；
- h) 施工期間需要檢查、需要維護或觀察之內容提示。

二、土工設計報告為具有足夠土工技術知識之土木工程師之職責。

## 第二十條

## 監督、觀察及維修

一、土工設計報告應適當包括監督及觀察計劃，在施工期間需要檢查或施工以後需要維修之項目應在報告中清楚指出。當在施工期間已進行所需要之檢查時，檢查結果應記錄於報告附件中。

RA 涉及監督及觀察時，土工設計報告應說明下列情況：

- a) 每一組觀測或量測之目的；
- b) 所需要監測之結構部分以及進行觀測之項目；
- c) 測讀頻率；
- d) 評估結果之方法；
- e) 進行結果比較之數值範圍；
- f) 施工結束後繼續監測之時間周期；
- g) 進行量測及觀測、解釋獲得之結果、以及觀察及維修設備之負責單位。

2. Nos casos apropriados, referidos no parágrafo anterior, deve ser fornecido ao dono da obra ou cliente, de uma forma individualizada, um Manual contendo os requisitos de supervisão, observação e manutenção para a estrutura construída.

### CAPÍTULO III

#### Caracterização geotécnica

#### SECÇÃO I

#### Disposições gerais

#### Artigo 21.º

#### (Generalidades)

Deve sempre proceder-se, de uma forma cuidadosa, à recolha, registo e interpretação da informação geotécnica. Esta informação deve incluir dados relativos à geologia, morfologia, sismicidade, hidrologia e história do local. Devem ser tidas em conta as indicações relativas à variabilidade do terreno.

#### Artigo 22.º

#### (Planeamento e execução)

1. No planeamento dos estudos de caracterização geotécnica devem ter-se em conta os requisitos de construção e de comportamento da estrutura projectada. O âmbito desses estudos deve ser continuamente revisto durante a execução da obra, à medida que se obtém informação adicional.

2. Os estudos de rotina de campo e de laboratório devem ser realizados e registados de acordo com normas e recomendações reconhecidas internacionalmente. Os desvios em relação a essas normas, bem como qualquer exigência adicional de ensaio, devem ser registados.

3. Os procedimentos relativos à amostragem, transporte e armazenamento devem ser registados e a sua influência deve ser tida em consideração na interpretação dos resultados dos ensaios.

4. O planeamento dos estudos de caracterização geotécnica, o acompanhamento da sua execução no terreno e no laboratório, bem como a análise da informação geotécnica recolhida devem decorrer sob a responsabilidade de um engenheiro civil com conhecimentos geotécnicos e experiência adequados.

#### SECÇÃO II

#### Estudos de caracterização geotécnica

#### Artigo 23.º

#### (Generalidades)

Os estudos de caracterização geotécnica devem fornecer todos os dados relativos ao terreno e à água subterrânea, no local da obra e na sua vizinhança, que sejam necessários para uma descrição adequada das principais propriedades do terreno e para uma avaliação fiável dos valores característicos dos parâmetros a utilizar nos cálculos de dimensionamento.

二、前述段落合適之情況下，應提供予業主／客戶包括已完成結構之監督、觀察及維修要求內容之手冊。

### 第三章

#### 地工數據

#### 第一節

#### 一般規定

#### 第二十一條

#### 總則

地工資料應經常進行仔細收集、記錄及解釋。這些資料包括場址之地質、地形、地震、水文及場址之歷史等資料，並要對地基土體之變化情形進行評述。

#### 第二十二條

#### 規劃及執行

一、地工勘察之規劃應考慮擬建結構物之施工及使用要求。地工勘察範圍應隨著勘察工作之進展而獲得新之資料，進行不斷檢討。

二、常規野外勘察及室內試驗之進行，及其報告應符合國際間認可之標準及推薦方法。應報告與這些標準有所偏差及有額外試驗要求之處。

三、應記錄取樣、運輸及儲存程序，在解釋試驗結果時，應考慮這方面之影響。

四、必須由有足夠地工技術知識之土木工程師負責規劃地工勘察，跟進工地及實驗室工作，並對所獲得之地工資料作出評估。

#### 第二節

#### 地工勘察

#### 第二十三條

#### 總則

地工勘察應提供施工現場及其周圍地基土及地下水情況之所有資料，以便對主要地基特性進行適當敘述，以及對在設計計算中所採用之地基土參數特徵值進行可靠評估。

RA — As condições do terreno susceptíveis de influenciar a decisão acerca da categoria geotécnica da obra devem ser determinadas tão cedo quanto possível, já que o âmbito e a extensão dos estudos de caracterização estão relacionados com a categoria geotécnica da estrutura.

Para as obras de Categoria Geotécnica 1 aplica-se o seguinte:

- a) como requisito mínimo, todas as hipóteses de projecto devem ser comprovadas, o mais tardar durante a supervisão dos trabalhos;
- b) os estudos de caracterização geotécnica devem incluir uma inspecção visual do local da obra e também a execução de poços pouco profundos, ensaios de penetração ou furos com trado.

Os estudos de caracterização geotécnica para as obras das Categorias Geotécnicas 2 e 3 incluem normalmente as três fases seguintes, as quais se podem sobrepor:

- a) estudos preliminares (ver artigo 24.º);
- b) estudos para o dimensionamento (ver artigo 25.º);
- c) verificação das condições do terreno (ver artigos 48.º e 49.º).

#### Artigo 24.º

##### (Estudos preliminares)

Os estudos preliminares de caracterização geotécnica destinam-se a:

- a) avaliar a adequação do local de uma forma geral;
- b) comparar locais alternativos, quando relevante;
- c) estimar o impacto que a construção da obra possa causar;
- d) planear os estudos geotécnicos para o dimensionamento e o controlo do comportamento, incluindo a identificação da extensão de terreno que pode ter influência significativa no comportamento da estrutura;
- e) identificar zonas de empréstimo, quando relevante.

RA — Nos estudos preliminares deve considerar-se a inclusão dos seguintes aspectos:

- a) reconhecimento de campo;
- b) topografia;
- c) hidrologia, especialmente a distribuição de pressões intersticiais;
- d) vistoria de estruturas e escavações vizinhas;
- e) informação geológica e cartas geológicas e geotécnicas;
- f) estudos de caracterização geotécnica anteriores e experiência de construções na vizinhança;
- g) fotografias aéreas;
- h) mapas antigos;
- i) sismicidade;
- j) qualquer outra informação relevante.

#### Artigo 25.º

##### (Estudos para o dimensionamento)

1. Os estudos de caracterização geotécnica para o dimensionamento destinam-se a:

RA 當勘测特點內容與結構物之土工分類相關時，在勘测過程中應儘早確定影響土工分類之地基條件。

下列情況適用於土工分類一：

- a) 最起碼要求是所有設計假定應在監督期間最後確定；
- b) 勘测工作應包括施工現場目測以及測坑、貫入試驗或探杆鑽探。

土工分類二及三之勘测通常應包括下列可能重疊之三方面內容：

- a) 初步勘测（見第二十四條）；
- b) 設計勘测（見第二十五條）；
- c) 控制勘测（見第四十八條及第四十九條）。

#### 第二十四條

##### 初步勘测

初步勘测應包括下列內容：

- a) 評估場址之總體適合程度；
- b) 作出相關不同場址之比較；
- c) 估計擬建工程可能會引起之變化；
- d) 規劃設計及控制勘测，包括鑒別可能對結構物性能有顯著影響之地基範圍；
- e) 如存在時，確定借土區域。

RA 下列內容應考慮包括在初步勘测內：

- a) 工地踏勘；
- b) 地形測量；
- c) 水文學，尤其是孔隙水壓力分佈；
- d) 鄰近結構及開挖工程之檢查；
- e) 地質，土工圖以及記錄；
- f) 附近先前之土工勘测及施工經驗；
- g) 航測地圖；
- h) 原有地圖；
- i) 地震資料；
- j) 任何其他相關資料。

#### 第二十五條

##### 設計勘测

一、設計勘测應包括下列內容：

a) fornecer a informação requerida para um dimensionamento económico e adequado das obras temporárias e definitivas;

b) fornecer a informação requerida para planeamento do método construtivo;

c) identificar quaisquer dificuldades que possam surgir durante a construção.

2. Os estudos de caracterização geotécnica para o dimensionamento devem identificar, de uma forma fiável, a disposição e as propriedades de todos os terrenos interessados pela estrutura projectada ou afectados pelos trabalhos propostos.

3. Os parâmetros que afectam a capacidade da estrutura de cumprir os seus requisitos de comportamento devem ser identificados antes do início do dimensionamento final.

RA — Num estudo de caracterização geotécnica para o dimensionamento deve considerar-se a inclusão dos seguintes aspectos:

- a) estratigrafia geológica;
- b) propriedades de resistência de todos os terrenos interessados;
- c) propriedades de deformabilidade de todos os terrenos interessados;
- d) distribuição das pressões intersticiais em todo o perfil do terreno;
- e) condições de permeabilidade;
- f) possível instabilidade do solo;
- g) compactabilidade do terreno;
- h) eventual agressividade do terreno e da água subterrânea;
- i) possibilidade de melhoramento do terreno.

4. Por forma a assegurar que os estudos de caracterização geotécnica para o dimensionamento cobrem todas as formações interessadas, deve prestar-se especial atenção aos seguintes aspectos de natureza geológica:

- a) cavidades;
- b) degradação de rochas, solos ou materiais de aterro;
- c) efeitos hidrogeológicos;
- d) falhas, diáclases e outras superfícies de descontinuidade;
- e) solos ou maciços rochosos sujeitos a fenómenos de fluência;
- f) solos e rochas expansíveis e colapsíveis;
- g) presença de desperdícios ou de materiais artificiais.

5. Deve ser utilizada uma combinação adequada de estudos de rotina por forma a identificar as características geotécnicas do terreno. Esses estudos devem incluir ensaios disponíveis comercialmente, realizados de acordo com procedimentos normalizados ou geralmente aceites.

RA — Os estudos de rotina devem normalmente incluir ensaios de campo, sondagens e ensaios laboratoriais. Quando se usem métodos indirectos de prospecção, é geralmente necessário executar furos de sondagem por forma a identificar o terreno em que esses métodos são usados. Estes furos de sondagem podem ser dispensados caso as características geológicas do terreno sejam bem conhecidas.

6. Os estudos de caracterização geotécnica devem abranger pelo menos as formações que se considere serem relevantes para o projecto e abaixo das quais o terreno não tem uma influência substancial no comportamento da estrutura.

a) 提供永久工程及臨時工程之適當及經濟之設計所需要之資料;

b) 提供規劃施工方法所需要之資料;

c) 能夠鑒別施工期間可能出現之任何困難。

二、設計勘測應用可靠方法鑒別及擬建結構相關，或受施工影響之地基之所有性質及特性。

三、在開始最終設計以前，應建立影響結構能力以滿足其性能標準之參數。

RA 下列內容應考慮包括在相關地基之設計勘測內：

- a) 地質分層;
- b) 各相關地基土之強度特性;
- c) 各相關地基土之變形特性;
- d) 通過地基剖面之孔隙水壓力分佈;
- e) 滲透情況;
- f) 地基土可能之不穩定性;
- g) 地基土之壓實性能;
- h) 地基土及地下水可能之侵蝕性;
- i) 地基土改良之可能性。

四、為了保證設計勘測包括所有相關之地層，尤其應注意下列地質特點：

- a) 洞穴;
- b) 岩石、土體或回填材料之退化;
- c) 水文地質之影響;
- d) 斷層、接頭及其他不連續點;
- e) 潛變土體及岩體;
- f) 膨脹性土及岩石，以及坍塌性土及岩石;
- g) 廢棄材料或人造材料之存在。

五、常規勘測方法之適當組合可用來鑒別地基土體之工程地質特徵，這些勘測方法包括根據普遍接受，或標準化之程序所進行，通常為可獲得之商業試驗。

RA 常規試驗通常應包括原位試驗，鑽孔及室內試驗，當採用物探或／及其他間接方法時，通常需進行鑽孔，以便判別使用這些方法而獲得之土層資料。若對場址處之工程地質情況很熟悉，可省略這種鑽孔。

六、勘測工作至少應穿過估計與工程相關之地層，在該地層以下之土層，對結構物之特性不會有實質影響。

7. A distância entre os pontos de prospecção e ensaio, bem como a profundidade a atingir, devem ser escolhidas com base na informação sobre a geologia da área, as condições do terreno, as dimensões do local e o tipo de estrutura.

RA — Para os estudos de caracterização geotécnica de obras da Categoria Geotécnica 2 aplica-se o que se refere seguidamente.

Em todas as obras deve existir no mínimo um ponto de prospecção, incluindo sondagens ou ensaios.

No caso de obras que cobrem uma grande área, os pontos de prospecção podem ser dispostos segundo uma malha. A distância entre pontos deve normalmente situar-se entre os 20 m e os 40 m. Em terrenos uniformes os furos ou poços de sondagem podem ser parcialmente substituídos por ensaios de penetração ou prospecção geofísica.

Para sapatas isoladas ou corridas, a profundidade das sondagens abaixo do nível previsto para a fundação deve estar normalmente compreendida entre 1 e 3 vezes a largura dos elementos da fundação. Em alguns pontos de prospecção podem ser atingidas maiores profundidades, com o intuito de avaliar as condições relativas aos assentamentos e eventuais problemas envolvendo águas subterrâneas.

Para ensoleiramentos, as profundidades dos ensaios de campo e dos furos de sondagem devem normalmente ser maiores ou iguais que a largura da fundação, a menos que se encontre um substrato rochoso a menor profundidade.

Para obras de aterro as profundidades mínimas de prospecção incluem normalmente todos os estratos compressíveis cuja contribuição para o assentamento possa ser importante. A profundidade de prospecção pode ser limitada a uma cota abaixo da qual a contribuição para os assentamentos seja inferior a 10% do assentamento total. A distância entre pontos de prospecção contíguos está normalmente compreendida entre os 50 m e os 200 m.

Para fundações por estacas, devem normalmente ser realizados furos de sondagem, ensaios de penetração e outros ensaios de campo por forma a determinar as condições do terreno até uma profundidade que garanta a segurança, o que normalmente significa 5 vezes o diâmetro do fuste da estaca. No entanto, há casos em que é necessário levar a prospecção até profundidades substancialmente maiores. Constitui também um requisito a profundidade da prospecção ser maior que o lado menor do rectângulo que circunscreve o grupo de estacas que forma a fundação, ao nível das pontas.

8. Devem determinar-se as pressões da água subterrânea existentes durante o estudo geotécnico. Devem determinar-se os níveis extremos de eventuais águas livres que possam influenciar as pressões da água subterrânea, e os seus níveis devem ser registados durante o estudo geotécnico.

RA — Para os estudos de caracterização geotécnica de obras da Categoria Geotécnica 2 aplica-se o que se refere seguidamente.

A determinação da distribuição das pressões intersticiais deve normalmente incluir:

a) observações dos níveis da água em furos de sondagem e piezómetros abertos e as suas flutuações ao longo do tempo;

b) caracterização das condições hidrogeológicas do local, incluindo lençóis artesianos ou suspensos, ou variações do nível freático devidas à maré.

Para avaliação da estabilidade das escavações em relação ao efeito de subpressões, deve determinar-se a distribuição das pressões intersticiais até uma profundidade, sob o fundo da escavação, que seja pelo menos igual à profundidade da escavação abaixo do nível freático. Em situações em que as camadas superiores tenham baixo peso volúmico, pode ser necessário levar a investigação do regime hidrogeológico a profundidades maiores.

9. Deve determinar-se a localização e capacidade de poços de drenagem ou de bombagem eventualmente existentes na vizinhança do local.

七、勘探點間之距離及勘探深度應根據區域之地質情況、地基條件、場址大小及結構類型選擇。

RA 下列情況適用於土工分類二之勘測：

所有工程，最小應有一個勘探點，包括物探或鑽孔。

如結構物覆蓋面積大，勘探點可網格點佈置，勘探點間之相互間距通常應為 20 ~ 40m。在均勻土體條件下，鑽探點或基坑可部分由貫入試驗或地質物探代替。

對於墊板基礎及條形基礎，在所考慮之基礎底板標高以下之物探或鑽探深度通常應在基礎單元寬度之一至三倍之間，一些鑽探孔通常應勘測至更深處，以便估計沉降情況及可能出現之地下水問題。

對於筏式基礎，通常現場試驗或鑽孔深度應等於或大於基礎寬度，除非在該深度範圍內遇到基岩。

對於回填區域或路堤，起碼勘測深度應包括所有那些對沉降有重要影響之壓縮性土層。勘測深度可僅限於某一標高，使該標高以下土層所產生之沉降小於總沉降之 10%。勘探點間之距離通常應在 50m ~ 200m 之間。

對於樁基礎，鑽探、貫入或現場試驗通常應勘探基土情況至能夠保證安全之深度。通常指樁尖下五倍樁身直徑處。但是，也存在需要更深物探或鑽探深度之情況。鑽探深度大於矩形樁群短邊寬度，由群樁所形成之基礎樁尖標高以下算起，也可能為必要。

八、應建立勘測期間所作用之地下水壓力，也應建立可能影響地下水壓力之任何自由水體之極限標高，也應記錄勘測期間自由水位情況。

RA 下列內容適用於土工分類二之勘測：

孔隙水壓力分佈之勘測通常包括：

a) 鑽孔內及豎管中水位之觀察；水位隨時間之波動；

b) 場址處水文地質方面之估算，包括如承壓水位或靜止水位，或潮差變化等特性。

為了評估開挖基槽之隆起情形，應調查孔隙水壓力至基槽開挖底面以下，至小一倍低於地下水位開挖深度處。在上層土體容重較小之情況下，可能需要調查至更深處。

九、應建立任何現場附近排水或吸水井之位置及吸水能力。

10. Nos casos de estruturas de grandes dimensões ou pouco usuais, de estruturas envolvendo riscos anormais, bem como de terrenos e condições de carregamento pouco usuais ou excepcionalmente difíceis, a extensão dos estudos geotécnicos deve ser suficiente para que sejam pelo menos atingidos os requisitos especificados acima.

RA — Para estes estudos de caracterização geotécnica de obras da Categoria Geotécnica 3 aplica-se o que se refere seguidamente.

Devem ser realizados todos os estudos complementares de caracterização geotécnica de natureza mais especializada que se revelarem necessários.

Sempre que se recorra a ensaios especiais ou pouco comuns, os procedimentos de ensaio e os métodos de interpretação devem ser documentados, devendo além disso ser indicadas referências relativamente aos ensaios.

### SECÇÃO III

#### Determinação dos parâmetros geotécnicos

##### Artigo 26.º

##### (Generalidades)

1. As propriedades dos solos e rochas e dos maciços rochosos são quantificadas por parâmetros geotécnicos que são utilizados em cálculos de dimensionamento. Os seus valores devem ser obtidos com base nos resultados de ensaios de campo e laboratoriais e noutros dados relevantes, devendo a interpretação dos resultados ser feita de forma adequada ao estado limite em consideração.

RA — Todos os ensaios devem ser realizados de acordo com as Normas de Macau publicadas. Na ausência de uma Norma de Macau para um determinado ensaio, recomenda-se a utilização das Normas ASTM.

Nos requisitos que se apresentam seguidamente, relativos à avaliação dos parâmetros geotécnicos, só são referidos os ensaios de campo e laboratoriais mais comuns. Podem utilizar-se outros ensaios, desde que a sua adequação tenha sido demonstrada mediante experiência comparável.

2. Tendo em vista a determinação de valores fiáveis para os parâmetros geotécnicos, devem ter-se em consideração os seguintes aspectos:

a) muitos parâmetros dos solos não são verdadeiras constantes, já que dependem de factores tais como o nível de tensão, o modo de deformação, etc.;

b) para a interpretação dos resultados deve considerar-se a informação publicada, que seja relevante para cada tipo de ensaio em condições de terreno semelhantes;

c) os programas dos ensaios devem incluir um número de ensaios suficiente para que seja possível determinar os vários parâmetros relevantes para o dimensionamento, bem como a sua variação;

d) o valor de cada parâmetro deve ser comparado com dados relevantes publicados e com a experiência local e geral. Caso seja apropriado, devem também considerar-se correlações entre parâmetros disponíveis na literatura;

e) caso existam, devem ser utilizados resultados de obras experimentais e medições efectuadas em obras reais;

十、對於那些大型或不尋常建築物，以及含有不尋常風險之構築物，或相當困難複雜之地基條件或加荷條件之情況下，勘測程度應起碼滿足上述所指定之要求。

RA 下列情況適用於土工分類三：

經常需要或在需要時應進行額外及更多特定勘測。

當採用特定或不常用之試驗程序時，試驗程序及試驗解釋應存檔。此外，還應附上該等試驗之參考資料。

### 第三節

#### 土工參數之評估

##### 第二十六條

##### 總則

一、在設計計算中所用之土工參數可將土體、岩石及岩體之特性定量化，這些土工參數應從工地，室內試驗及其他相關數據中推導得出。這些步驟應像考慮界限狀態那樣，進行適當解釋。

RA 所有試驗都應按照已發表之澳門標準進行。若某一試驗不存在在相應之澳門標準時，建議採用 ASTM 標準。

在下列關於評估土工參數之要求中，僅涉及最常使用之室內及野外試驗。只要類似經驗已證明其適用性，可使用其他試驗。

二、為了建立可靠土工參數值，應考慮下列內容：

a) 許多土體參數並非真正是常數，而是取決於諸如應力水平，變形模式等因素；

b) 在解釋試驗結果時，應考慮一些已公佈之資料，在適當地基條件下作出適當試驗；

c) 試驗程序應包括足夠數量之試驗，以便提供設計所相應之各種參數之推導及變化數據；

d) 各參數值應與相應已發表之數據，以及當地經驗及一般經驗比較。如存在時，也應考慮參數間已建立之相關關係；

e) 當可獲得時，應該分析大比例現場試驗及施工全比例量測之結果；

f) caso tal seja possível, deve verificar-se se existem correlações entre os resultados de mais de um tipo de ensaios.

f) 當可獲得時，應該檢查多於一種試驗類型之試驗結果之相關關係。

### Artigo 27.º

#### (Identificação do terreno)

1. Antes de se proceder à interpretação dos resultados de outros ensaios devem identificar-se a natureza e os constituintes básicos do terreno.

2. O material deve ser inspeccionado visualmente e descrito de acordo com uma nomenclatura reconhecida. Deve ser feita uma caracterização geológica.

RA — Para além da inspecção visual acima mencionada, a identificação dos terrenos pode ser efectuada, por exemplo, com recurso às seguintes propriedades:

a) para solos:

- granulometria;
- forma dos grãos;
- rugosidade superficial dos grãos;
- compacidade relativa;
- peso volúmico;
- teor em água natural;
- limites de consistência;
- teor em carbonatos;
- teor em material orgânico;

b) para rochas:

- mineralogia;
- petrografia;
- teor em água;
- peso volúmico;
- porosidade;
- velocidade de propagação do som;
- absorção de água;
- expansibilidade;
- índice de desgaste;
- resistência à compressão uniaxial.

A resistência obtida a partir de resultados de compressão uniaxial permite classificar as rochas, mas podem também ser utilizados procedimentos mais simples, tais como o ensaio de carga pontual.

### Artigo 28.º

#### (Peso volúmico)

1. O peso volúmico deve ser determinado com suficiente exactidão para permitir o estabelecimento dos valores de cálculo das acções que dele resultam.

2. Na determinação dos pesos volúmicos devem ser tidas em consideração as heterogeneidades e estratificações, quer naturais quer produzidas pelo homem.

### 第二十七條

#### 基土之描述

一、在解釋其他試驗結果以前，應鑒別土及岩石之特性及其基本成份。

二、材料應進行目測並應根據已認可之術語描述，且應進行工程地質評估。

RA 除了上述目測以外，下列特點可用於其鑒別目的：

a) 對於土體：

- 顆粒大小分佈情況；
- 顆粒形狀；
- 顆粒表面粗糙程度；
- 相對密度；
- 容重；
- 自然含水量；
- Atterberg 限值；
- 碳酸化物含量；
- 有機質含量；

b) 對於岩石：

- 礦物成份；
- 岩石成因；
- 含水量；
- 容重；
- 孔隙率；
- 聲波速度；
- 快速吸水率；
- 膨脹；
- 水解耐久指數；
- 單軸抗壓強度。

由單軸抗壓試驗所獲得之強度可對岩石進行分類。但也可採用如點荷試驗等更簡單之試驗程序。

### 第二十八條

#### 容重

一、容重之確定應有足夠準確度，以便建立從該值導得之作用力之設計數值。

二、當採用試驗確定容重時，應考慮自然或人為所產生之變化，或分層之影響。

RA — Conhecendo o tipo de solo e a sua granulometria, o peso volúmico *in situ* de areias e cascalhos pode ser estimado com suficiente exactidão a partir de resultados de ensaios, tais como os de penetração, ou de observações que indiquem a resistência do solo.

#### Artigo 29.º

##### (Compacidade relativa)

A compacidade relativa deve expressar o grau de compacidade de um solo incoerente em relação ao estado mais solto e ao estado mais denso, definidos de acordo com procedimentos laboratoriais normalizados.

RA — Pode obter-se uma medida directa da compacidade relativa de um solo através da comparação do seu peso volúmico *in situ* com valores laboratoriais desse mesmo parâmetro determinados em ensaios normalizados. Uma medição indirecta da compacidade relativa pode ser efectuada a partir de ensaios de penetração.

#### Artigo 30.º

##### (Compactação relativa)

A compactação relativa é definida como a relação entre o peso volúmico seco e o peso volúmico seco máximo obtido de um ensaio de compactação padrão.

RA — Os ensaios de compactação usados mais frequentemente são os ensaios de compactação leve e de compactação pesada, que correspondem a diferentes energias de compactação. O ensaio de compactação fornece também o teor em água óptimo, que é o teor em água do solo que corresponde ao peso volúmico seco máximo para uma certa energia de compactação.

#### Artigo 31.º

##### (Resistência ao corte sem drenagem de solos coesivos)

Na determinação da resistência ao corte sem drenagem,  $c_u$ , de solos saturados de granulometria fina, deve ser tida em consideração a influência dos seguintes factores:

- a) diferenças entre os estados de tensão *in situ* e nas condições do ensaio;
- b) remeximento das amostras, especialmente para ensaios de laboratório em amostras colhidas em furos de sondagem;
- c) anisotropia da resistência, especialmente em argilas de baixa plasticidade;
- d) existência de fissuras, especialmente em argilas rijas, já que os resultados dos ensaios podem representar a resistência ao corte quer das fissuras quer da argila intacta, e tanto uma como a outra podem ser importantes para o comportamento *in situ* (nesse contexto, o tamanho da amostra é um aspecto importante);
- e) influência da velocidade de aplicação de cargas, já que ensaios efectuados muito rapidamente fornecem, em princípio, resistências mais elevadas;
- f) efeito de grandes deformações, pois muitas argilas exibem uma pronunciada diminuição de resistência para grandes deformações ou ao longo de superfícies de deslizamento preexistentes;

RA 只要知道土之類型及級配，砂土及礫石土之現場容重可以從如貫入試驗，或者能夠指示土體強度之觀測方法等試驗結果，獲得足夠準確之評估。

#### 第二十九條

##### 相對密度

相對密度應表達為根據標準室內試驗程序所定義且相對於非粘性土最鬆散及最緊密狀態之密實程度。

RA 土體相對密度之直接量測，可通過準確量測之現場密度，及根據標準參考試驗而獲得之室內試驗容重值，通過比較獲得。土體相對密度之間接量測方法可從貫入試驗獲得。

#### 第三十條

##### 夯實度

夯實度應表示為土體乾容重及從標準夯實試驗而獲得之最大乾容重之比值。

RA 最常用之夯實試驗係與不同標準之夯實能量相應，標準夯實試驗及修正夯實試驗，夯實試驗也給出最佳含水量，即在某一夯實能量，土體最大乾容重時之含水量。

#### 第三十一條

##### 粘性土之不排水剪切強度

在評估飽和細顆粒土體不排水剪切強度  $C_u$  時，下列特點很重要，應予考慮：

- a) 土體在原位時及試驗時之應力差別；
- b) 土樣之擾動情況，尤其是從鑽孔中所獲得之室內試驗土樣；
- c) 強度之各向異性，尤其在低塑性粘土中；
- d) 裂隙，尤其在硬粘土中，試驗結果可能僅代表裂隙或完整土體之強度，上述兩者均可能控制其工地性能，試樣大小可能是很重要；
- e) 速率影響，進行太快試驗會導致較高強度；
- f) 大應變影響，大多數粘土在受到很大應變時，在預先形成之滑動面上失去其強度；

g) efeito do tempo, pois o período de tempo durante o qual um solo se comporta como solo sem drenagem depende da sua permeabilidade, da disponibilidade de água livre e da geometria da situação concreta;

h) heterogeneidade das amostras, tais como inclusões de cascalhos ou areias numa amostra de argila;

i) grau de saturação;

j) grau de confiança na teoria usada para deduzir a resistência ao corte sem drenagem a partir dos resultados dos ensaios, especialmente no caso de ensaios *in situ*.

#### Artigo 32.º

##### (Parâmetros de resistência ao corte dos solos em termos de tensões efectivas)

1. Na determinação dos parâmetros de resistência ao corte dos solos em termos de tensões efectivas,  $c'$  e  $\phi'$ , devem considerar-se os seguintes aspectos:

- o nível de tensões imposto pelo problema;
- a precisão na determinação do peso volúmico no campo;
- o remeximento durante a amostragem.

2. Os valores de  $c'$  e  $\phi'$  só podem ser considerados constantes dentro da gama de tensões para a qual foram calculados.

3. Quando os parâmetros  $c'$  e  $\phi'$  em termos de tensões efectivas forem obtidos a partir de ensaios não drenados com medição de pressões intersticiais, deve procurar-se obter uma saturação total das amostras.

RA — Os valores de  $\phi'$  determinados em ensaios com estado plano de deformação são de uma forma geral ligeiramente superiores aos que se obtêm em ensaios em condições triaxiais.

#### Artigo 33.º

##### (Deformabilidade dos solos)

Na determinação da deformabilidade dos solos devem ser tidos em consideração os seguintes aspectos:

- as condições de drenagem;
- o nível das tensões efectivas médias;
- o nível da deformação de corte imposta ou da tensão de corte induzida, sendo esta última frequentemente normalizada com respeito à tensão de corte na rotura;
- a história de tensões e de deformações.

RA — Estes são os factores mais importantes para o controlo da deformabilidade dos solos. De entre outros factores que influenciam a deformabilidade, podem tomar-se em consideração os seguintes:

- a direcção de aplicação das tensões no solo relativamente à orientação das tensões principais de consolidação;
- o efeito do tempo e da velocidade de deformação;
- o tamanho da amostra ensaiada relativamente à dimensão das partículas e à fábrica do solo.

g) 時間影響，土體被有效地排水所需之時間，取決於其滲透性、自由水體之獲得及土樣之幾何形狀；

h) 土樣之不均一性，如粘土試樣中含有礫石或砂土；

i) 飽和度；

j) 用來從試驗結果，尤其是現場試驗中推導不排水剪切強度之理論之可信度。

#### 第三十二條

##### 土體之有效剪切強度參數

一、在評估有效剪切強度  $c'$  及  $\phi'$  時，應考慮下列特點：

- 問題所涉及之應力水平；
- 現場確定容重之準確程度；
- 取樣時之擾動情況。

二、 $c'$  及  $\phi'$  值僅能在所估計之應力範圍內可假定為常數。

三、當從帶有孔隙水壓力量測之不排水試驗獲得有效應力參數  $c'$  及  $\phi'$  時，應注意土樣是否完全飽和。

RA 平面試驗中測得之  $\phi'$  值通常比三軸條件下測得之  $\phi'$  值稍高。

#### 第三十三條

##### 土體之硬度

在評估土體之硬度時，應考慮下列特點：

- 排水條件；
- 平均有效應力水平；
- 強迫剪應變或誘導剪應力水平，後者通常歸化為破壞時之剪切強度；
- 應力應變歷史。

RA 這些因素對控制土體硬度很重要，其他影響土體變形模量之因素包括：

- 相對於主固結應力方向之土體受力方向；
- 時間及應變速率之影響；
- 考慮到土顆粒尺寸及土體總纖維特點之試樣大小。

É frequentemente difícil obter estimativas fiáveis da deformabilidade do terreno a partir dos resultados de ensaios. Em particular, devido ao remeximento das amostras e a outros efeitos, as medições efectuadas em amostras laboratoriais conduzem frequentemente a uma sobrestimação da deformabilidade do solo *in situ*. É pois recomendável proceder a uma análise das observações do comportamento de obras já existentes.

É por vezes conveniente assumir uma relação linear ou logarítmica-linear entre tensão e deformação para uma gama limitada de variação do estado de tensão. No entanto, este procedimento tem de ser sempre usado com precaução, pois o comportamento real dos solos é, geralmente, consideravelmente não linear.

#### Artigo 34.º

##### (Qualidade e propriedades das rochas e dos maciços rochosos)

1. Na determinação da qualidade e das propriedades das rochas e dos maciços rochosos, deve fazer-se uma distinção entre o comportamento do material rochoso, tal como é medido nas amostras, e o comportamento de maciços rochosos a uma escala muito maior, que inclui superfícies de descontinuidade estruturais tais como falhas, planos de estratificação, diáclases, zonas de rotura por corte e cavidades produzidas por dissolução. Devem tomar-se em consideração as seguintes características das diáclases:

- a) espaçamento;
- b) orientação;
- c) abertura;
- d) persistência (continuidade);
- e) rugosidade, incluindo os efeitos de movimentos anteriores;
- f) enchimento.

2. Na determinação das propriedades das rochas e dos maciços rochosos devem também ser tidos em consideração os seguintes aspectos, caso sejam relevantes:

- a) estado de tensão *in situ*;
- b) pressão da água;
- c) variações pronunciadas das propriedades entre diferentes formações.

RA — A qualidade dos maciços rochosos pode ser quantificada usando o parâmetro RQD («Rock Quality Designation»), que constitui um indicador da qualidade de um maciço rochoso do ponto de vista da engenharia.

Estimativas das propriedades mecânicas globais de maciços rochosos, tais como resistência e deformabilidade, podem ser obtidas mediante a utilização do conceito de classificações geotécnicas de maciços rochosos, originalmente desenvolvidas para aplicação na construção de túneis.

3. Deve avaliar-se a sensibilidade das rochas aos efeitos climáticos, às variações do estado de tensão, etc. Devem também ser tomadas em consideração as consequências da degradação química no comportamento de fundações rochosas.

RA — Na avaliação da qualidade das rochas e dos maciços rochosos devem considerar-se os seguintes aspectos:

- a) algumas rochas brandas porosas degradam-se rapidamente transformando-se em solos de baixa resistência, especialmente se estiverem expostas aos agentes atmosféricos;

從工地及室內試驗獲得對地基硬度之可靠量測通常很困難，尤其是由於試樣之擾動及其他影響，從室內試樣量測到之數值經常低估了現場土體之硬度。因此，建議對以前施工特性之觀測進行分析。

有時假定應力及應變在限定之應力變化範圍內為線性或對數線性關係為方便，但是，由於土體之實際性能通常為明顯之非線性關係，因此，在採用線性關係時應謹慎處理。

#### 第三十四條

##### 岩石及岩體之質量及特性

一、在評估岩石及岩體之質量與特性時，應區別由岩芯試樣測得之岩石材料之性能，與包括構造不連續點，如層理層面、接頭、剪切區及溶解之孔穴等更大之岩體之性能。應考慮接頭之下列特性：

- a) 間距；
- b) 朝向；
- c) 裂隙；
- d) 連續性；
- e) 粗糙度，包括以前接頭運動之影響；
- f) 充填料。

二、此外，在評估岩石及岩體性能時，如存在時，應考慮下列內容：

- a) 原位應力狀況；
- b) 水壓力；
- c) 不同地層之間性能之顯著變化。

RA 岩石質量可用能夠確定岩體工程性質之岩石質量指標 (RQD) 定量化。

岩石整體特性如強度、硬度等之估計，可通過採用原先與隧道工程相關之領域內發展起來之岩體分級概念獲得。

三、應評估岩石對氣候、應力等變化之敏感性，也應該考慮化學退化結果對岩石基礎性能之影響。

RA 在評估岩石及岩體質量時，應考慮下列特點：

- a) 多孔之軟質岩很快會退化為低強度土體，尤其是當暴露於風化作用中時；

b) algumas rochas exibem elevadas velocidades de dissolução devido à presença de águas subterrâneas, causando a formação de canais, cavernas e poços, os quais se podem desenvolver até à superfície;

c) quando descomprimidas e expostas ao ar, algumas rochas sofrem expansão pronunciada em consequência da absorção de água pelos minerais de argila.

4. Na determinação da resistência à compressão uniaxial e da deformabilidade de materiais rochosos deve considerar-se a influência dos seguintes aspectos:

a) a orientação do eixo de aplicação da carga relativamente à anisotropia da amostra, devida por exemplo à estratificação, foliação, etc.;

b) o método de amostragem e as condições de armazenamento e ambiente;

c) o número de provetes ensaiados;

d) a geometria dos provetes ensaiados;

e) o teor em água e o grau de saturação durante o ensaio;

f) a duração do ensaio e a velocidade de aplicação das cargas;

g) o método de determinação do módulo de elasticidade e o nível ou níveis de tensão axial a que foram determinados.

RA — Os valores da resistência à compressão uniaxial e da deformabilidade em compressão uniaxial destinam-se fundamentalmente à classificação e caracterização da rocha intacta.

5. Na determinação da resistência ao corte das diáclases de materiais rochosos deve considerar-se a influência dos seguintes aspectos:

a) orientação do provete ensaiado relativamente ao maciço rochoso e às acções previstas;

b) orientação do plano de corte do ensaio;

c) número de provetes ensaiados;

d) dimensão da área de corte;

e) pressão intersticial;

f) possibilidade de o comportamento da rocha no terreno ser influenciado por rotura progressiva.

RA — Os planos de corte coincidem geralmente com os planos de fraqueza da rocha (diáclases, planos de estratificação, xistosidade, clivagem) ou com a interface entre solo e rocha ou entre betão e rocha. Os valores medidos da resistência ao corte das diáclases são usados principalmente para análises por métodos de equilíbrio limite de maciços rochosos.

#### Artigo 35.º

##### (Parâmetros de permeabilidade e consolidação)

Na determinação dos parâmetros de permeabilidade e consolidação deve considerar-se a influência dos seguintes aspectos:

a) o efeito da não homogeneidade das condições geotécnicas do terreno;

b) o efeito da anisotropia do terreno;

c) o efeito de fissuras ou falhas no terreno, especialmente no caso de rochas;

b) 岩石受地下水作用，展示了高溶解速率，導致地下河流、溶洞、以及發展至地面之落水洞；

c) 當卸載並暴露於空氣中時，一些岩石由於受其粘粒礦物之吸水，會經歷顯著膨脹。

四、在評估岩石材料之單軸抗壓強度及變形能力時，應考慮下列特點：

a) 加載軸向相對於試樣各向異性如層理層面、頁理等之方向；

b) 取樣方法，儲存歷史及環境；

c) 試樣數目；

d) 試樣幾何尺寸；

e) 試驗時之含水量及飽和度；

f) 試驗歷程及應力速率；

g) 楊氏彈性模量之確定方法及確定楊氏模量之軸向應力水平。

RA 單軸抗壓強度及單軸抗壓變形主要用於完整岩石之分類及其特性描述。

五、在評估岩石材料接頭之剪切強度時，應考慮下列特點之影響：

a) 試件相對於岩體及假設作用力之方向；

b) 剪切試驗之方向；

c) 試件數量；

d) 剪切面之尺寸；

e) 孔隙水壓力情況；

f) 控制地基岩石性能之漸進破壞之可能性。

RA 剪切面通常與岩石之薄弱面（接頭、層理、片理、劈理面）重合，或者與岩石及土體界面或混凝土及岩體界面重合。接頭面所測得之剪切強度通常用於岩體之極限平衡分析。

#### 第三十五條

##### 滲透及固結參數

在評估滲透及固結參數時，應考慮下列特點：

a) 地基不均一性條件之影響；

b) 地基各向異性之影響；

c) 地基中裂隙或斷層之影響，尤其在岩石中；

d) o efeito das variações do estado de tensão sob o carregamento proposto.

RA — As medições da permeabilidade feitas em amostras laboratoriais de pequenas dimensões podem não ser representativas das condições *in situ*. Por conseguinte, e sempre que possível, devem preferir-se ensaios de campo que permitam a medição de valores médios das propriedades num grande volume de terreno. No entanto, é necessário ter em consideração as possíveis variações da permeabilidade com o aumento da tensão efectiva para valores superiores ao seu valor *in situ*. É por vezes possível avaliar a permeabilidade de um solo com base na sua granulometria.

#### Artigo 36.º

##### (Resistência à penetração estática)

RA — Na determinação dos valores da resistência de ponta, da resistência lateral e, possivelmente, da pressão intersticial durante um ensaio com penetrómetro de cone introduzido estaticamente, devem considerar-se os seguintes aspectos:

a) os resultados obtidos podem ser significativamente influenciados por pormenores de concepção do cone e da manga, pelo que é necessário ter em devida conta o tipo de cone que está a ser utilizado;

b) os resultados só podem ser interpretados com confiança quando se conheça previamente a estratigrafia do local, sendo por isso geralmente necessário realizar furos de sondagem conjuntamente com os ensaios penetrométricos;

c) os efeitos no solo da água subterrânea e da pressão dos terrenos sobrejacentes devem ser tidos em consideração na interpretação dos resultados;

d) em solos heterogéneos cujos registos penetrométricos sejam muito irregulares, devem ser retidos apenas os valores respeitantes à matriz de solo relevante para o projecto em causa;

e) sempre que existam e sejam fiáveis, devem ser tidas em conta correlações com resultados de outros ensaios, tais como determinações de compacidade e outros tipos de ensaios penetrométricos.

#### Artigo 37.º

##### (Número de pancadas em ensaios de penetração dinâmica e sondagens dinâmicas)

RA — Na determinação do número de pancadas devem considerar-se os seguintes aspectos:

a) o tipo de ensaio;

b) os pormenores de execução do ensaio (método de levantamento do peso, tipo de ponta, massa do peso, altura de queda, diâmetro do encaimamento e das varas, etc.);

c) as condições relativas à água subterrânea;

d) a influência da pressão devida aos terrenos sobrejacentes;

e) a natureza do terreno, especialmente quando se encontram cascalhos grossos ou calhaus.

#### Artigo 38.º

##### (Parâmetros pressiométricos)

RA — Na determinação dos valores da pressão limite e do módulo pressiométrico devem considerar-se os seguintes aspectos:

a) o tipo de equipamento;

b) o procedimento utilizado para instalar o pressiómetro no terreno.

d) 在擬設之加載作用下，應力變化之影響。

RA 在較小之實驗室試樣中量測到之滲透性可能不能代表現場情況。因此，應儘可能使用工地試驗量測大體積地基之平均性能，但必須考慮到有效應力超過原位應力時，地基滲透性之可能變化。有時滲透性能可根據對顆粒大小及其分佈之認識來估算。

#### 第三十六條

##### 錐貫入參數

RA 在評估錐貫入試驗之錐端阻力、側摩阻力以及可能包括孔隙水壓力時，應考慮下列特點：

a) 錐頭及錐桿之具體設計形式可能會顯著影響其結果，因此必須建立所使用型式錐頭之允許範圍；

b) 只有當土層之分佈次序建立以後，對試驗結果之解釋才有信心。因此在許多情況下需要鑽孔佐証錐貫入試驗結果；

c) 當解釋試驗結果時，應考慮地下水情況及土體之上覆荷載之影響；

d) 若在不均勻土體中記錄得很大變動之試驗結果，必須考慮手頭設計相應於代表該部分土體之貫入數值；

e) 當可獲得時，應考慮錐貫入試驗及其他試驗之相關關係，如密度量測及其他形式之貫入試驗。

#### 第三十七條

##### 標準貫入試驗及動力桿測試驗之錘擊數

RA 在評估錘擊數時，應考慮下列特點：

a) 試驗類型；

b) 試驗過程之詳細描述(舉錘方法、端頭或錐頭、落錘重量、落距、套管及鑽桿直徑等)；

c) 地下水情況；

d) 上覆壓力之影響；

e) 基土性質，尤其當遇到大礫石時。

#### 第三十八條

##### 壓力儀參數

RA 在評估極限壓力及壓力儀模量時，應考慮下列特點：

a) 試驗設備類型；

b) 在基土中安裝壓力儀所用之程序。

Não devem ser consideradas curvas de ensaio que iniciem um elevamento do remeximento do solo.

Sempre que a pressão limite não seja atingida no decorrer do ensaio, é legítimo, com vista à sua determinação, recorrer a uma extrapolação moderada e conservativa da curva do ensaio. Em ensaios em que se obtenha apenas a parte inicial da curva experimental pode estimar-se a pressão limite a partir do módulo pressiométrico usando, de forma conservativa, correlações de natureza geral ou, preferivelmente, de natureza local.

#### Artigo 39.º

##### (Parâmetros dilatométricos)

RA — Na determinação dos valores do dilatómetro plano deve ser tomada em consideração a metodologia de instalação.

Caso sejam calculados os parâmetros de resistência, deve tomar-se em consideração a resistência de penetração.

O módulo dilatométrico deve normalmente ser utilizado como base para determinação do módulo de deformabilidade unidimensional com constrangimento no plano transversal (módulo edométrico) do solo.

#### Artigo 40.º

##### (Compactabilidade)

Na determinação da compactabilidade de um material de aterro devem considerar-se os seguintes aspectos:

- a) o tipo de solo ou de rocha;
- b) a granulometria;
- c) a forma dos grãos;
- d) a heterogeneidade do material;
- e) o grau de saturação ou o teor em água.

RA — Para obtenção de uma medida directa da compactabilidade de um solo ou de um enrocamento, é aconselhável a realização de um aterro experimental com utilização do tipo de material, da espessura de camadas e do tipo de equipamento de compactação que se prevê utilizar na obra. O peso volúmico obtido desta forma pode ser relacionado com valores obtidos quer em ensaios laboratoriais normalizados de compactação quer com procedimentos indirectos de controlo (por exemplo métodos físicos, ensaios de compactação dinâmica, ensaios de carga em placa e registos de assentamentos).

#### SECÇÃO IV

##### Relatório da caracterização geotécnica

#### Artigo 41.º

##### (Generalidades)

Os resultados dos estudos de caracterização geotécnica devem ser compilados num Relatório da Caracterização Geotécnica, que serve de base ao Relatório do Projecto Geotécnico descrito nos artigos 19.º e 20.º

RA — O Relatório da Caracterização Geotécnica deve normalmente ser constituído por duas partes:

- a) apresentação da informação geotécnica disponível, incluindo aspectos geológicos e outros dados relevantes;

那些已顯示超過適度擾動之曲線不應被採用。

當在試驗中沒有達到極限壓力時，可採用曲線適度或保守之外延方法確定。對於那些僅確定了壓力儀曲線初始部分之試驗，可採用同一現場之總體相關條件、保守地從壓力儀模量來估計其極限壓力。

#### 第三十九條

##### 熱膨脹儀參數

RA 在評估扁式熱膨脹儀數值時，應考慮安裝程序之影響。

若要評估強度參數，應考慮貫入阻力之影響。

熱膨脹儀參數通常用作確定土體約束模量之基礎。

#### 第四十條

##### 夯實性能

在評估填土材料之夯實性能時，應考慮下列特點：

- a) 土體或岩石類型；
- b) 顆粒大小分佈；
- c) 顆粒形狀；
- d) 材料之不均勻性；
- e) 飽和度及含水量。

RA 為了獲得土或岩石填料夯實性能之直接量測，應進行所用材料類型、填層厚度及碾壓設備類型之嘗試夯實試驗、其所獲得之密度與室內標準夯實程序有關，也與擬建場址控制裝置及程序之現場數值有關，（例如：物探、強夯試驗、承載板試驗、沉降記錄等）。

#### 第四節

##### 地工勘測報告

#### 第四十一條

##### 總則

地工勘測結果應整理成地工勘測報告，該地工勘測報告應成為在第十九條及第二十條中所述之地工設計報告之基礎。

RA 地工勘測報告通常應由下列二部分所組成：

- a) 提供可獲得之地工資料包括地質特性及相應數據；

b) avaliação do ponto de vista geotécnico da informação disponível, indicando as hipóteses feitas para a determinação dos parâmetros geotécnicos.

Estas partes podem ser agregadas num único relatório ou ser divididas em vários relatórios.

#### Artigo 42.º

##### (Apresentação da informação geotécnica)

A apresentação da informação geotécnica deve incluir um relato factual de todos os trabalhos desenvolvidos no campo e em laboratório, assim como documentação sobre os procedimentos utilizados.

RA — É recomendável que o relatório factual inclua ainda a seguinte informação, caso tal seja relevante:

- a) objectivo e âmbito dos estudos de caracterização geotécnica;
- b) breve descrição da obra a que se destina o relatório geotécnico, incluindo informação sobre a localização, a dimensão, a geometria, as cargas previstas, os elementos estruturais, os materiais de construção, etc.;
- c) indicação da categoria geotécnica prevista para a obra;
- d) datas de início e conclusão dos trabalhos de campo e de laboratório;
- e) procedimentos utilizados para amostragem, transporte e armazenagem;
- f) tipos de equipamento de campo utilizados;
- g) dados topográficos;
- h) nomes de todos os consultores e subempreiteiros;
- i) reconhecimento geral de toda a área de implantação da obra, incidindo designadamente em:
  - evidência de água subterrânea,
  - comportamento de obras vizinhas,
  - existência de falhas,
  - áreas expostas, em pedreiras e zonas de empréstimo,
  - áreas de instabilidade,
  - dificuldades durante a realização da escavação;
- j) história do local;
- k) geologia do local;
- l) informação obtida a partir de fotografias aéreas disponíveis;
- m) experiência local;
- n) informação sobre a sismicidade da área;
- o) mapa de quantidades dos trabalhos de campo e de laboratório, bem como os comentários feitos pelo pessoal que supervisionou os trabalhos de prospecção;
- p) informação sobre as flutuações do nível freático ao longo do tempo nos furos de sondagem durante a execução dos trabalhos de campo, e em piezómetros depois da sua finalização;
- q) compilação dos registos das sondagens, incluindo fotografias das amostras de terreno, com descrição das formações encontradas baseada numa descrição de campo e em resultados de ensaios laboratoriais;
- r) apresentação, em anexos, dos resultados dos ensaios laboratoriais e de campo.

b) 對該資料之地工方面之評價，以及說明推導地工參數之假設。

這些內容可組合在一個報告中或分成幾個報告。

#### 第四十二條

##### 地工資料之提供

地工資料之提供應包括所有工地及室內工作之描述，以及進行土地勘測及室內試驗所採用之方法之文件。

RA 此外，如相關時，報告之事實描述應包括下列內容：

- a) 地工勘測之目的及範圍；
- b) 簡要敘述地工報告所匯集資料之工程，給出工程位置，規模及幾何形狀，所預期之荷載、結構單元、結構所用材料等；
- c) 陳述預期之結構地工分類；
- d) 工地及室內試驗所進行之日期；
- e) 取樣、運輸及儲存之程序；
- f) 所使用之工地設備之類型；
- g) 測量數據；
- h) 所有顧問工程師及分承包商之名字；
- i) 工程整個區域之工地踏勘，尤應注意下列問題：
  - 地下水跡象；
  - 鄰近結構物特性；
  - 斷層；
  - 採石場及借土區域之暴露面積；
  - 不穩定區域；
  - 開挖所遇到之困難。
- j) 場址歷史；
- k) 場址工程地質；
- l) 從可獲得之航測照片中得到之資料；
- m) 該區域之當地經驗；
- n) 該區域之地震資料；
- o) 表列工地及室內工作數量，並提供在地層勘測期間由監理工地作業人員所記錄之現場觀察；
- p) 在工地作業期間在鑽孔中所測得之地下水位隨時間變動之數據，或工地作業完成後孔隙水壓計中測得之地下水隨時間變動之數據；
- q) 鑽孔柱狀圖之匯集，包括芯樣照片，以及根據現場描述及室內試驗結果整理之地下土層描述；
- r) 在附件中分組及提供工地以及室內試驗結果。

## Artigo 43.º

**(Avaliação da informação geotécnica)**

A avaliação da informação geotécnica deve incluir:

a) uma revisão dos trabalhos de campo e de laboratório; no caso de a informação ser limitada ou parcial, tal deve ser indicado; caso os dados sejam defeituosos, irrelevantes, insuficientes ou inexactos, tal deve ser assinalado e comentado; na interpretação dos resultados dos ensaios devem-se ter em consideração os procedimentos de amostragem, transporte e armazenamento; resultados de ensaios particularmente adversos devem ser apreciados cuidadosamente, por forma a apurar se são enganadores ou se, pelo contrário, são a expressão de um fenómeno real e têm, portanto, de ser considerados no dimensionamento;

b) a apresentação de propostas para trabalhos adicionais de campo e de laboratório, caso tal seja considerado necessário, com comentários justificativos da sua necessidade; tais propostas devem ser acompanhadas de um programa detalhado de todos os trabalhos adicionais, com referência explícita aos objectivos a alcançar.

RA — A apreciação e interpretação da informação geotécnica deve incluir ainda, caso tal seja relevante:

a) a apresentação, sob a forma de tabelas e gráficos, dos resultados dos ensaios de campo e de laboratório, em relação com os requisitos da obra e, caso seja considerado necessário, histogramas ilustrativos da distribuição e da gama de valores dos dados mais significativos;

b) a determinação da profundidade do nível freático e das suas variações sazonais;

c) perfis interpretativos do terreno, mostrando a diferenciação das várias formações; descrição detalhada de todas as formações, incluindo as suas propriedades físicas e as suas características de deformabilidade e de resistência; comentários relativos a irregularidades, tais como bolsadas e cavidades;

d) a apresentação da gama de valores dos dados geotécnicos para cada estrato; esta apresentação deve ser tão completa quanto possível, por forma a permitir uma escolha adequada dos valores dos parâmetros a usar no dimensionamento.

## CAPÍTULO IV

**Supervisão da construção, observação e manutenção**

## Artigo 44.º

**(Objectivo e âmbito)**

1. Para assegurar a segurança e a qualidade de uma estrutura devem tomar-se, quando aplicável, as seguintes precauções:

- a) supervisão dos processos de construção e da mão-de-obra;
- b) observação do comportamento da estrutura durante e após a construção;
- c) manutenção adequada da estrutura.

2. A supervisão do processo de construção e da mão-de-obra, bem como a observação do comportamento da estrutura durante e após a construção devem ser efectuadas de acordo com as especificações do Relatório do Projecto Geotécnico.

## 第四十三條

**土工資料之評估**

土工資料之評估應適當包括下列內容：

- a) 工地及室內試驗之檢討，若存在有限或局部資料，應予說明，若數據有缺陷、不相關、不足夠或不準確，也應相應指出並對其進行評估、在解釋試驗結果時，應考慮取樣、運輸及儲存程序。任何尤其是相反之試驗結果應予以仔細考慮，以便確定這些結果是否由錯誤所造成，或是代表了在設計中應予考慮之真實情況；
- b) 如確實需要時，應提交進一步之工地及室內試驗建議，並應附述需要這些額外工作之評論。這種建議應帶有所提議，要進行之額外勘测類型之詳細計劃，並必須回答問題之明確參考資料。

RA 除上述以外，土工數據之評估如相關時還應包括下列內容：

- a) 提供及工程要求相關之工地及室內試驗結果之圖表，若確實需要，用統計圖表說明最相關數據之數值範圍及其分佈；
- b) 地下水位深度及季節性變化之關係；
- c) 顯示各土層變化差異之地下土層剖面，所有土層之詳細敘述，包括其物理特性、壓縮性能及強度性能，以及對如礦穴、溶洞等突異性之評估；
- d) 各土層土工數據值範圍之分類及提供，資料內容應易於理解，以便在設計中選擇最為適當之地基參數。

## 第四章

**工程監督、觀察及維修**

## 第四十四條

**目的及範圍**

一、為了保證結構之安全及質量，應適當進行下列工作：

- a) 應監督施工過程及施工工藝；
- b) 施工期間及施工結束後應觀察結構性能；
- c) 結構應得到足夠維修。

二、施工過程及施工工藝之監督，以及施工過程中及施工結束後之結構性能之觀察應根據土工設計報告要求進行。

RA — A supervisão do processo de construção e da mão-de-obra deve incluir, quando aplicável, as seguintes medidas:

- a) verificação da validade das hipóteses de projecto;
- b) identificação das diferenças entre as condições reais do terreno e as assumidas no projecto;
- c) verificação de que a construção é feita de acordo com o projecto.

A observação do comportamento da estrutura durante e após a construção deve incluir, quando aplicável, o seguinte:

- a) observações e medições para análise do comportamento da estrutura e sua vizinhança durante a construção, de modo a julgar da necessidade de medidas correctivas, de alterações na sequência da construção, etc.;
- b) observações e medições para monitorizar e avaliar o comportamento a longo prazo da estrutura e sua vizinhança.

3. O nível e a qualidade da supervisão e da observação devem ser pelo menos iguais aos adoptados no projecto e devem ser coerentes com os valores escolhidos para os parâmetros do projecto e os factores de segurança. As decisões de projecto que forem influenciadas pelos resultados da supervisão e da observação devem ser claramente identificados.

RA — A inspecção, controlo e ensaios de campo e de laboratório necessários à supervisão e observação da construção devem ser estabelecidos durante a fase de projecto. Em caso de acontecimentos imprevistos, devem aumentar-se a extensão e a frequência da observação.

No Anexo II apresenta-se uma lista das operações de supervisão e observação do comportamento.

#### Artigo 45.º

##### (Plano de supervisão)

O plano de supervisão incluído no Relatório do Projecto Geotécnico deve estabelecer os limites aceitáveis para os resultados a obter com a supervisão.

RA — O plano de supervisão deve especificar o tipo, a qualidade e a frequência da supervisão, os quais devem ser função dos seguintes factores:

- a) o grau de incerteza das hipóteses do projecto;
- b) a complexidade do terreno e das condições de carregamento;
- c) o risco potencial de rotura durante a construção;
- d) a viabilidade de modificações do projecto ou da adopção de medidas correctivas durante a construção.

#### Artigo 46.º

##### (Inspeção e controlo)

1. O trabalho de construção deve ser objecto de inspecção visual contínua e os resultados da inspecção devidamente registados.

RA — Para a Categoria Geotécnica 1, o programa de supervisão pode limitar-se a inspecção visual, a controlos de qualidade grosseiros e à avaliação qualitativa do comportamento da estrutura.

Para a Categoria Geotécnica 2, podem muitas vezes ser exigidas medições das propriedades do terreno ou do comportamento da estrutura.

Para a Categoria Geotécnica 3, podem ser exigidas medições adicionais durante cada fase significativa da construção.

RA 施工過程及施工工藝之監督應包括下列適當方法：

- a) 檢查設計假定之適當性；
- b) 鑒別實際地基情況及設計假定情況之差別；
- c) 檢查施工是否按設計要求進行。

施工期間及施工結束後結構性能之觀察應包括下列適當之內容：

- a) 施工期間之觀察及量測觀察結構物及其周圍構築物之行為，以便判斷是否需要補救措施、或改變施工程序等；
- b) 觀察並量測以觀察及評估結構物以及其周圍構築物長期之性能。

三、監督及觀察之水平以及質量應起碼等於那些在設計中假定之情況，並應與選用之設計參數值及安全係數一致，會影響到設計決定之監督及觀察結果應明確鑒別。

RA 施工監督，性能觀察所需要之檢查、控制及工地、室內試驗應在設計階段規劃，至於不可預見之情況，觀察程度及頻率應增加。

附件二列出了施工監督及性能觀察一覽表。

#### 第四十五條

##### 監督計劃

在地工設計報告中包括之監督計劃，應陳述監督所獲得結果之接受限度。

RA 監督計劃應指明監督類型、質量及頻率，並應與下列情況成比例：

- a) 在設計假定中不確定因素之程度；
- b) 地基土及加荷條件之複雜程度；
- c) 施工期間潛在之破壞危險；
- d) 施工期間設計修改及施行修正方法之可行性。

#### 第四十六條

##### 檢查及控制

一、工程施工應連續目測檢查，且檢查結果應作記錄。

RA 對於地工分類一，監督程序可能僅限於目測檢查、粗略之質量控制以及結構性能之定性評估。

對於地工分類二，可能經常需要對地基特性及結構性能進行量測。

對於地工分類三，在施工之各主要階段可能需要額外量測。

2. Devem ser mantidos os seguintes registos, quando aplicável:

- a) características significativas do terreno e da água subterrânea;
- b) sequência dos trabalhos;
- c) qualidade dos materiais;
- d) desvios em relação ao projecto;
- e) desenhos actualizados;
- f) resultados das medições e sua interpretação;
- g) observação das condições ambientais;
- h) acontecimentos imprevistos.

RA — Devem igualmente ser registados os trabalhos temporários bem como quaisquer interrupções e as condições dos trabalhos no recomeço dos mesmos.

3. Os resultados da inspecção e controlo devem ser fornecidos ao projectista a tempo da tomada de decisões que eles possam exigir.

#### Artigo 47.º

##### (Aferição do projecto)

A adequabilidade dos processos de construção e da sequência das operações deve ser verificada tendo em atenção as condições reais do terreno, e o comportamento previsto da estrutura deve ser comparado com o comportamento observado. O projecto deve ser aferido com base nos resultados da inspecção e do controlo. Caso seja necessário, o projecto da estrutura deve ser alterado.

RA — A aferição do projecto deve incluir uma cuidadosa enumeração das condições mais desfavoráveis que ocorrerem durante a construção, relativamente a:

- a) condições do terreno;
- b) água subterrânea;
- c) acções na estrutura;
- d) impactes e modificações ambientais, incluindo escorregamentos e desmoronamentos de rocha.

#### Artigo 48.º

##### (Verificação das condições do terreno)

1. A descrição e as propriedades geotécnicas dos maciços terrosos e rochosos sobre os quais a estrutura é fundada ou nos quais ela está inserida devem ser verificadas durante a construção.

RA — Para a Categoria Geotécnica 1, a descrição dos solos e rochas deve ser verificada por:

- a) inspecção do local;
- b) determinação dos tipos de solo ou rocha na zona de influência da estrutura;
- c) registo da descrição dos solos e rochas expostos nas escavações.

Para a Categoria Geotécnica 2 devem ser verificadas as propriedades geotécnicas do solo ou rocha de fundação. Para tal pode ser necessária prospecção geotécnica adicional, incluindo colheita de amostras representativas e ensaios para determinação das propriedades índice, da resistência e da deformabilidade.

二、下列情況下其記錄應適當保留：

- a) 顯著地基及地下水特徵；
- b) 施工順序；
- c) 材料質量；
- d) 與設計之偏差；
- e) 竣工圖紙；
- f) 量測結果及其解釋；
- g) 環境條件方面之觀測；
- h) 不可預見之事件。

RA 臨時工程之記錄也應該保存，工程施工中斷、以及重新施工之情況也應作記錄。

三、設計者在作出某些決定以前，應該知道檢查及控制結果，因為有時需要這些結果作出決定。

#### 第四十七條

##### 設計評估

應根據所遇到之地基條件，檢查施工程序及操作順序之適合程度，以及預期之結構性能，應該與觀測到之性能進行比較。並應根據檢查及控制之結果對設計進行評估。如有必要，結構應重新設計。

RA 設計評估應包括在施工期間出現之下列最不利條件，並進行仔細檢討：

- a) 地基條件；
- b) 地下水條件；
- c) 結構上之作用力；
- d) 環境影響及變化，包括滑坡及岩石塌落。

#### 第四十八條

##### 地基條件之檢查

一、施工期間應檢查結構物所基於或處於土體或岩石之地工特性及對其之描述。

RA 對於地工分類一，土體及岩石之描述之檢查應包括下列內容：

- a) 檢查場址；
- b) 確定在結構物影響範圍內土體或岩石之類型；
- c) 記錄開挖中所暴露之土體或岩石之描述。

對於地工分類二，結構物所基於之土體或岩石之地工特性也需檢查，可能需要額外之地工勘测，也可能重新抽取及試驗代表性土樣，以便確定指數特性、強度及變形性能。

Para a Categoria Geotécnica 3, os requisitos adicionais podem incluir novas prospecções e exame detalhado das condições do terreno ou dos aterros que possam ter consequências importantes para o projecto.

As informações indirectas sobre as propriedades geotécnicas do terreno (por exemplo registos de cravação de estacas) devem ficar registadas e ser usadas como auxiliares na interpretação das condições do terreno de fundação.

2. Os desvios do tipo de terreno e das respectivas propriedades relativamente ao admitido no projecto devem ser comunicados sem demora ao responsável pelo projecto.

3. Deve verificar-se se os princípios usados no projecto são adequados às características geotécnicas reais do solo.

#### Artigo 49.º

##### (Verificação da água subterrânea)

1. Sempre que aplicável, os níveis, as pressões intersticiais e a composição química das águas subterrâneas encontradas durante a execução devem ser determinados e comparados com os que foram admitidos no projecto. Em locais onde se saiba existirem, ou sejam previsíveis, variações significativas de tipo de terreno ou de permeabilidade, são necessárias verificações mais completas.

RA — Para a Categoria Geotécnica 1 os controlos são geralmente baseados em experiências prévias documentadas, na mesma área, ou em indícios indirectos.

Para as Categorias Geotécnicas 2 e 3, são normalmente feitas observações directas das condições da água subterrânea caso estas afectem significativamente, seja o método de construção, seja o comportamento da estrutura.

As características do escoamento da água subterrânea e o regime de pressões intersticiais podem ser obtidos a partir de piezómetros a instalar de preferência antes do início das operações de construção. Por vezes pode ser necessário instalar piezómetros a grande distância do local como parte do sistema de observação.

Se, durante a construção, ocorrerem variações na pressão intersticial que possam afectar o comportamento da estrutura, tais pressões devem ser sistematicamente medidas até que a construção esteja concluída ou até se terem dissipado para valores compatíveis com a segurança.

Para estruturas que, por estarem abaixo do nível de água, possam flutuar, as pressões intersticiais devem ser sistematicamente medidas até que o peso da estrutura seja suficiente para eliminar o risco de flutuação.

Devem fazer-se análises químicas da água em circulação sempre que qualquer parte dos trabalhos temporários ou permanentes possa ser afectada significativamente por ataque químico.

2. Deve verificar-se o efeito das operações de construção (incluindo processos como rebaixamentos, injeções ou abertura de túneis) no regime das águas subterrâneas.

3. As alterações das características da água subterrânea em relação ao admitido no projecto devem ser comunicadas sem demora ao responsável pelo projecto.

4. Deve verificar-se se os princípios usados no projecto são adequados às características da água subterrânea encontrada.

#### Artigo 50.º

##### (Verificação da construção)

1. As operações no estaleiro devem ser verificadas para que estejam de acordo com os métodos de construção admitidos no projecto e constantes do Relatório do Projecto Geotécnico.

對於地工分類三，額外要求可能包括進一步勘測，以及對設計可能有重要影響之地基或填土條件之詳細檢查。

地基地工特性之間接跡象(如打樁紀錄)應進行記錄，並應用來幫助解釋地基情況。

二、與設計假定偏差之地基類型及特性應立即向負責該工程之人員報告。

三、應檢查設計所用之原理對所遇到之地基地工特性是否合適。

#### 第四十九條

##### 地下水檢查

一、施工期間所遇到之地下水位、孔隙水壓力及地下水化學性質等，應進行適當檢查，並應與設計中所假定者比較。對於已知或可能存在之地基類型及滲透能力顯著變化之地盤，需要進行更加徹底之檢查。

RA 對於地工分類一，通常是根據以前在該區域以文件登記之經驗，或根據間接之證據來控制。

對於地工分類二及三，如地下水條件大大影響施工方法及結構性能，通常對地下水情況進行直接觀測。

地下水流特性及孔隙水壓力可用孔隙水壓計測得，孔隙水壓計最好應在施工作業開始前安裝好。有時，作為觀察系統之一部份，可能有必要在離現場較遠處安裝孔隙水壓計。

如施工期間出現之孔隙水壓變化可能影響結構性能，應觀察孔隙水壓力，一直到施工結束或一直到孔隙水壓力消散至安全之數值為止。

對於低於地下水位可能浮起之結構，應觀察其孔隙水壓力，直到結構自重足以排除浮起之可能性為止。

當任何永久工程或臨時工程之一部份受化學侵蝕顯著影響時，應進行對循環水體之化學分析。

二、應檢查施工作業(包括抽水、灌漿及開挖坑道等)對地下水體之影響。

三、地下水特性及設計中假定會出現之偏差，應立即向負責該工程之人員報告。

四、應檢查設計中所用之原理是否適合所遇到地下水之特性。

#### 第五十條

##### 施工檢查

一、應檢查現場作業是否符合設計假定中之施工方法，以及地工設計報告中之陳述。

RA — Na Categoria Geotécnica 1, o Relatório do Projecto Geotécnico geralmente não inclui um programa de trabalhos formal. A sequência de trabalhos é normalmente decidida pelo empreiteiro.

Nas Categorias Geotécnicas 2 e 3 o Relatório do Projecto Geotécnico pode incluir a sequência das operações de construção previstas no projecto. Em alternativa, o Relatório do Projecto Geotécnico pode estabelecer que a sequência da construção será decidida pelo empreiteiro.

2. Os desvios subsequentes em relação aos métodos de construção previstos no projecto e estabelecidos no Relatório de Projecto Geotécnico, devem ser explícita e racionalmente considerados e postos em execução, e comunicados sem demora ao responsável pelo projecto.

3. Deve verificar-se se os princípios adoptados no projecto são apropriados para a sequência de operações de construção que é utilizada.

#### Artigo 51.º

##### (Observação)

1. Os objectivos da observação são:

- a) verificar a validade das previsões do comportamento feitas no projecto;
- b) assegurar o adequado comportamento da estrutura após a sua conclusão.

2. As inspecções e medições requeridas para observação do comportamento da estrutura após a sua conclusão devem ser especificados ao dono da obra ou cliente.

3. O programa de observação deve ser executado de acordo com o Relatório do Projecto Geotécnico.

RA — O registo do comportamento real das estruturas é importante por permitir a elaboração de bases de dados para experiência comparável.

As medições podem incluir o seguinte:

- a) as deformações do terreno envolvido no processo;
- b) o valor das acções;
- c) o valor das pressões de contacto entre o terreno e a estrutura;
- d) as pressões intersticiais e as suas variações com o tempo;
- e) as tensões e as deformações (movimentos verticais ou horizontais, rotações ou distorções) nos elementos estruturais.

O resultado das medições deve ser completado com observações qualitativas incluindo o aspecto arquitectónico.

A extensão do período de observação após a construção pode ser alterada em função de observações feitas durante esta. Para estruturas cujo impacte sobre partes apreciáveis do ambiente físico circundante possa ser desfavorável, ou para as quais a rotura possa envolver riscos anormais para a propriedade ou vidas, a observação pode prolongar-se por mais de dez anos após a conclusão da construção ou por toda a vida da estrutura.

4. Os resultados da observação devem ser sempre sujeitos a avaliação e interpretação, sendo estas normalmente feitas de uma forma quantitativa.

RA — Para a Categoria Geotécnica 1, a avaliação do comportamento pode ser simples, qualitativa e baseada em inspecção visual.

Para a Categoria Geotécnica 2, a avaliação do comportamento pode ser baseada em medições de movimentos de pontos escolhidos da estrutura.

RA 對於地工分類一，正式之施工計劃通常不包括在地工設計報告中。施工作業程序一般由承包商決定。

對於地工分類二及三，地工設計報告可能給出施工作業程序，或者另一方法是在地工設計報告中說明施工程序由承包商自己決定。

二、若出現與原設計中假定之施工方法，與地工設計報告中敘述之方法產生偏差時，應明確並合理考慮處理且應立即向負責該工程之人員報告。

三、應檢查設計中所用之原理是否適合所採用之施工作業程序。

#### 第五十一條

##### 觀察

一、觀察之目的為：

- a) 檢查在設計期間所預估性能之適當性；
- b) 保証結構物，在施工結束後仍能繼續具有符合要求之性能。

二、應向業主或客戶詳細說明，觀察已完成之結構所需要之檢查及量測。

三、觀察計劃應按照地工設計報告進行。

RA 結構物之實際性能之記錄十分重要，以便收集類似經驗之數據。

量測可能包括下列內容：

- a) 受結構影響之地基變形；
- b) 作用力數值；
- c) 地基及結構之間接觸應力之數值；
- d) 孔隙水壓力及其隨時間之變化；
- e) 結構單元上之應力及變形(垂直或水平移動，轉動或扭轉)。

量測結果可能與包括建築外形之定性觀察匯集在一起。

施工結束後之觀察周期長短，可能因施工期間所獲得之觀察結果而改變，對於那些結構會對四周環境有不良之影響，或者破壞後會對生命財產有不尋常風險之結構，可能需要施工結束後長達十年之觀察或終生觀察。

四、有必要評估及解釋由觀察而獲得之結果，通常應作定量分析。

RA 對於地工分類一，可簡單、定性並根據目測來評估其性能。

對於地工分類二，可根據結構所選定之點之移動量測來評估其性能。

Para a Categoria Geotécnica 3, a avaliação do comportamento deve ser baseada normalmente em medição de deslocamentos e análises que tenham em conta a sequência das operações de construção.

5. Para estruturas que possam ter um efeito adverso nas condições do terreno ou da água subterrânea, deve ser tida em conta, no planeamento do programa de observação, a possibilidade de fugas ou de alterações ao tipo de escoamento da água subterrânea, especialmente quando estejam envolvidos solos finos.

RA — São exemplos deste tipo de estruturas:

- a) estruturas de retenção de água;
- b) estruturas de controlo da percolação;
- c) túneis;
- d) grandes estruturas subterrâneas;
- e) caves profundas;
- f) taludes e estruturas de suporte;
- g) melhoramentos de terrenos.

#### Artigo 52.º

##### (Manutenção)

A manutenção necessária para assegurar a segurança e a funcionalidade da estrutura deve ser especificada ao dono da obra ou cliente.

RA — As especificações relativas à manutenção devem fornecer informação sobre:

- a) as partes críticas da estrutura que requeiram inspeção regular;
- b) a frequência da inspeção.

### CAPÍTULO V

#### Fundações superficiais

#### SECÇÃO I

#### Disposições gerais

#### Artigo 53.º

##### (Âmbito)

As disposições deste capítulo aplicam-se a fundações superficiais incluindo sapatas isoladas, sapatas contínuas e ensoleiamentos gerais. Algumas das disposições podem também aplicar-se a tipos de fundações profundas tais como pegões ou caixões.

#### Artigo 54.º

##### (Estados limites)

Deve ser feita uma compilação dos estados limites a considerar, que inclua os seguintes:

- a) perda de estabilidade global;
- b) rotura por carga excessiva;

對於土工分類三，通常應根據位移之量測，並顧及施工作業程序之分析對其性能進行評估。

五、對於那些對地基或地下水情況可能有不利影響之結構，在計劃觀察系統時，應考慮地下水洩漏及地下水流形式之改變之可能性，尤其在涉及細顆粒土體時。

RA 這類結構之例子有：

- a) 儲水結構物；
- b) 用於控制洩漏之結構；
- c) 隧道；
- d) 大型地下結構物；
- e) 深層地下室；
- f) 土坡及擋土結構物；
- g) 地基改良。

#### 第五十二條

##### 維修

應向業主及客戶詳細說明，保證結構安全及使用性能所需要之維修。

RA 維修要求應提供資料於：

- a) 需要定期檢查之結構關鍵部位；
- b) 檢查頻率。

### 第五章

#### 擴大基礎

#### 第一節

#### 一般規定

#### 第五十三條

##### 範圍

本章條款適用於擴大基礎，包括墊板基礎，條形基礎及筏式基礎，部分內容亦適用於深基礎如沉箱等。

#### 第五十四條

##### 界限狀態

應符合一系列應當考慮之界限狀態，下列界限狀態應被考慮：

- a) 整體失穩；
- b) 承載能力破壞；

- c) rotura por deslizamento;
- d) rotura conjunta no terreno e na estrutura;
- e) rotura estrutural por movimento da fundação;
- f) assentamentos excessivos;
- g) empolamento excessivo do terreno;
- h) vibrações inaceitáveis.

#### Artigo 55.º

##### (Acções e situações a considerar no projecto)

1. Para verificação dos estados limites devem considerar-se as acções referidas no artigo 11.º

RA — Quando a rigidez estrutural é significativa, é conveniente proceder a uma análise da interacção entre a estrutura e o terreno com vista à determinação da distribuição das acções.

2. As situações a considerar no projecto devem ser seleccionadas de acordo com os princípios definidos no artigo 8.º

RA — Ao seleccionar as situações a considerar no projecto para fundações superficiais é especialmente importante avaliar a posição do nível freático.

#### Artigo 56.º

##### (Considerações sobre o projecto e a construção)

1. Na definição da profundidade de uma fundação superficial, devem ter-se em conta os seguintes aspectos:

- a) a necessidade de atingir um estrato com capacidade de carga adequada;
- b) a profundidade até à qual retracções e expansões de solos argilosos, devidas a mudanças climáticas ou a árvores e arbustos, podem causar movimentos apreciáveis;
- c) a posição do nível freático e as consequências da escavação ser realizada abaixo deste nível;
- d) a possibilidade de movimentos do solo e de redução da resistência do estrato de fundação, originados por percolação, efeitos climáticos ou procedimentos construtivos;
- e) os efeitos de escavações realizadas para construção de fundações e estruturas vizinhas;
- f) as futuras escavações para instalações a realizar na proximidade da fundação;
- g) os efeitos de temperaturas muito altas ou muito baixas transmitidos pela edificação;
- h) a possibilidade de ocorrência de infra-escavação.

2. A largura da fundação deve ser dimensionada tendo em atenção, para além dos requisitos relativos ao comportamento da fundação, considerações de ordem prática que se prendem com a economia da escavação, o estabelecimento de tolerâncias e a necessidade de espaço de trabalho, bem como as dimensões das paredes ou dos pilares suportados pela fundação.

- c) 滑動破壞；
- d) 地基及結構物之聯合破壞；
- e) 基礎移動所引致之結構破壞；
- f) 過大之沉降；
- g) 過大之隆起；
- h) 不可接受之振動。

#### 第五十五條

##### 設計所考慮之荷載及設計情況

一、對於界限狀態之計算，應考慮第十一條之作用力。

RA 當結構有足夠之剛度時，應該分析結構與地基間之相互作用，以決定作用力之分佈情況。

二、設計所考慮之情況必須根據第八條所述之原則選擇。

RA 當考慮選用擴大基礎之設計情況時，地下水位之評估則特別重要。

#### 第五十六條

##### 設計及施工之考慮

一、當選擇擴大基礎底面之深度時，需要考慮下列之各項因素：

- a) 到達有足夠承載能力之持力層；
- b) 預定深度以上，由於季節性氣候變化，或樹木與灌木之影響，引致粘土產生膨脹或收縮，可能造成一定程度之移動；
- c) 當基礎開挖深度在地下水位以下時，地下水可能對開挖造成困難；
- d) 由滲漏，氣候影響，或施工過程，而引致地基之移動或持力層強度之降低；
- e) 鄰近基礎及結構物施工開挖之影響；
- f) 基礎附近將來維修所需之開挖；
- g) 由建築物傳來之高溫或低溫；
- h) 沖刷產生之可能性。

二、為了滿足其他性能之要求，基礎之寬度設計必須考慮實際情況，如開挖之經濟性，定位出現之容許誤差，工作空間，基礎所支承牆或柱之尺寸等。

3. No dimensionamento de uma fundação superficial deve usar-se um dos seguintes métodos:

a) método directo, no qual se fazem análises separadas para cada um dos estados limites usando modelos de cálculo e considerando valores de cálculo para as acções e para os parâmetros do terreno. Nas verificações referentes a estados limites últimos, o cálculo deve modelar o mecanismo de rotura de forma tão aproximada quanto possível. Nas verificações referentes a estados limites de utilização devem ser normalmente efectuadas análises em termos de deformações;

b) método baseado em resistências do terreno nominais estimadas empiricamente, com base na experiência comparável, em resultados de ensaios de campo ou de laboratório ou observação escolhidas, tendo por referência os estados limites de utilização e devendo ainda satisfazer os requisitos de todos os estados limites relevantes.

#### Artigo 57.º

##### (Considerações adicionais sobre o projecto de fundações em maciços rochosos)

No dimensionamento de fundações superficiais em maciços rochosos devem ser tidos em conta os seguintes aspectos:

a) a deformabilidade e a resistência do maciço rochoso e o assentamento admissível da estrutura a suportar;

b) a presença, sob a fundação, de camadas com fracas características mecânicas, zonas de dissolução, falhas, etc.;

c) a presença de planos de estratificação e outras discontinuidades e respectivas características (tais como preenchimento, continuidade, largura e espaçamento);

d) o estado de alteração, decomposição e fracturação do maciço rochoso;

e) perturbação do estado natural do maciço rochoso provocada por actividades de construção, tais como escavações subterrâneas ou taludes, executadas na proximidade da fundação.

RA — As fundações superficiais em maciços rochosos devem ser normalmente dimensionadas utilizando o método das resistências do terreno nominais descrito no artigo 56.º, parágrafo 3.

Para rochas ígneas, gneisses, calcários e arenitos são e resistentes, a tensão admissível é normalmente limitada pelo valor da resistência à compressão do betão da própria fundação.

O assentamento de uma fundação pode ser determinado com base em experiência comparável, traduzida em classificações geotécnicas, conforme referido no artigo 34.º

#### SECÇÃO II

##### Verificação em relação aos estados limites últimos

#### Artigo 58.º

##### (Estabilidade global)

A segurança em relação à perda de estabilidade global deve ser verificada, em especial para as fundações nas seguintes situações:

三、當設計擴大基礎時，必須選擇下列其中一種設計方法：

a) 直接方法：對每種界限狀態所使用之計算模式，使用之作用力設計數值及地基參數，都要分別作出分析。當對一種極限狀態作出驗算時，計算必須模擬儘可能接近實際情況之破壞機理。當驗算使用界限狀態時，通常需要使用變形分析方法；

b) 預估承載能力方法：利用類似經驗作出估計，及利用現場或實驗室之試驗或觀察結果，選取對使用界限狀態有關之荷載，保證能符合所有相關界限狀態之要求。

#### 第五十七條

##### 對岩石上之基礎所附加之設計考慮

對處於岩石上擴大基礎之設計必須考慮下列事項：

a) 岩體強度及變形性質，所支承結構物之容許沉降量；

b) 基礎下是否出現軟弱層面，如溶解地層、斷層等；

c) 層面及其他不連續層之出現，其性質（如充填材料、連續性、寬度、間距等）；

d) 岩石之風化程度，分解程度及破裂程度；

e) 基礎附近之施工活動引致對岩石之擾動，如地下施工，斜坡施工等。

RA 處於岩石上之擴大基礎，一般可以使用如第五十六條第三段所述之預估承載能力方法設計。

對於堅硬完整之火成岩，片麻岩，石灰岩及砂岩，預計承載壓力通常是受混凝土基礎之抗壓強度所限制。

基礎之沉降可以利用第三十四條所述之岩體分類，使用類似經驗作出評估。

#### 第二節

##### 極限狀態設計

#### 第五十八條

##### 整體失穩

對於由整體失穩而導致之破壞，必須特別檢查基礎在下列之情況：

- a) em locais inclinados, taludes naturais ou aterros, ou nas suas proximidades;
- b) na proximidade de escavações ou de muros de suporte;
- c) na proximidade de cursos de água, de canais, de lagos, de reservatórios ou do mar;
- d) na proximidade de trabalhos subterrâneos ou de estruturas enterradas.

Para estas situações deve demonstrar-se que a probabilidade de ocorrência de fenómenos de instabilização envolvendo o terreno que contém a fundação é suficientemente reduzida.

#### Artigo 59.º

##### (Rotura por insuficiente resistência do terreno)

1. A fim de demonstrar que a fundação suporta a carga de cálculo com adequada segurança em relação à rotura por insuficiente resistência do terreno, deve respeitar-se a seguinte relação para todas as hipóteses de carga e combinações de acções respeitantes a estados limites últimos:

$$F_{nd} \leq R_{nd}$$

em que:

$F_{nd}$  é o valor de cálculo da componente normal à fundação da carga correspondente ao estado limite último, incluindo o peso próprio da fundação e de qualquer material de enchimento; em condições drenadas as pressões da água devem normalmente ser incluídas no cálculo de  $F_{nd}$ ;

$R_{nd}$  é o valor de cálculo da capacidade de carga limite da fundação em relação às cargas normais, tendo em conta o efeito de quaisquer cargas inclinadas ou excêntricas, devendo ser calculada a partir de valores de cálculo dos parâmetros relevantes escolhidos de acordo com os artigos 12.º e 26.º a 40.º

RA — Quando as pressões da água em redor da fundação são hidrostáticas o cálculo de  $F_{nd}$  pode ser simplificado pela utilização de pesos submersos dos elementos estruturais situados abaixo do nível freático.

2. Para avaliação analítica do valor de cálculo da capacidade de carga vertical limite,  $R_{nd}$ , de uma fundação superficial, devem considerar-se tanto as situações de curto como as de longo prazo, em particular em solos finos, nos quais as variações das pressões intersticiais podem conduzir a alterações na resistência ao corte.

3. Quando o solo ou o maciço rochoso sob a fundação apresentar características estruturais bem definidas, quer de estratificação quer de descontinuidades em geral, o mecanismo de rotura considerado, bem como os valores da resistência ao corte e dos parâmetros de deformação, devem ter em conta estas características estruturais do terreno.

4. Na determinação da capacidade de carga de cálculo de fundações em depósitos altamente estratificados, devem determinar-se os valores de cálculo dos parâmetros do terreno para cada camada.

RA — Sempre que uma formação mais resistente esteja subjacente a outra menos resistente, a capacidade de carga pode ser calculada utilizando os parâmetros da camada menos resistente.

5. A capacidade de carga de cálculo de uma fundação superficial pode ser estimada semiempíricamente a partir dos resultados de ensaios de campo, tendo em conta a experiência comparável.

- a) 接近或處於傾斜之工地，天然之斜坡或土堤之上；
- b) 接近開挖區域或擋土牆；
- c) 接近河流，溝渠，湖泊，水庫或海邊；
- d) 接近地下工作區或地下構築物。

對於這些情況，必須作出論證，以保證包含基礎之地基土體不會發生穩定性破壞。

#### 第五十九條

##### 承載能力破壞

一、為了證明基礎有足夠安全度以抵抗承載能力破壞來支承設計荷載，下列之不等式必須滿足所有極限狀態荷載情況及荷載之不同組合情況：

$$F_{nd} \leq R_{nd}$$

此處：

$F_{nd}$  是正向於基礎底面之極限狀態設計荷載，包括基礎之重量及所有回填物料重量，在排水條件下，計算 $F_{nd}$ 時，一般亦考慮水壓力之作用。

$R_{nd}$  是基礎對抗正向荷載之設計承載能力，包括考慮荷載之傾斜或偏心之影響，其計算必須根據第十二條、第二十六條到第四十條所選用之有關參數及設計數值。

RA 當環繞基礎之水壓力是靜水壓力時， $F_{nd}$  之計算可以簡化，對位於地下水以下之結構構件可使用浮重計算。

二、對擴大基礎之設計垂直承載能力作出分析評估時，必須考慮短期及長期狀態，特別是對細顆粒土壤，空隙水壓之變化可能導致剪力強度之改變。

三、當基礎以下之土體或岩體，出現層狀結構模樣或出現斷續情況，破壞機理之假定、剪切強度之選擇及變形參數之選定，必須考慮地基之結構性質。

四、當計算在高度層狀沉積土上基礎之設計承載能力時，地基參數之設計數值，必須對每一層都作出決定。

RA 當一層軟弱層面位於堅硬層面之上時，承載能力可以使用軟弱層面之剪切參數作出計算。

五、擴大基礎之設計承載能力可以用半經驗法估計，利用現場試驗結果並使用類似經驗。

## Artigo 60.º

## (Rotura por deslizamento)

1. A verificação da segurança ao deslizamento deve ser feita sempre que o carregamento não seja normal à base da fundação.

2. Para a verificação da segurança ao deslizamento de uma fundação com base horizontal deve verificar-se a condição seguinte:

$$F_{vd} \leq R_{vd} + R_{pd}$$

em que:

$F_{vd}$  é a componente horizontal da carga de cálculo, incluindo os impulsos activos de cálculo;

$R_{vd}$  é a resistência de cálculo ao deslizamento entre o terreno e a fundação;

$R_{pd}$  é a resistência passiva de cálculo do terreno na zona lateral da fundação, que pode ser mobilizada com um deslocamento apropriado a este estado limite e se mantém mobilizável ao longo da vida da estrutura.

RA — Os valores de cálculo de  $R_{vd}$  e de  $R_{pd}$  devem ser relacionados com a escala do movimento previsto, nas condições do estado limite de carregamento considerado. Para grandes movimentos deve ter-se em conta a possível relevância do comportamento após pico.

3. Para fundações com base inclinada deve adoptar-se uma condição análoga à expressa por esta inequação.

4. Para fundações em solos argilosos na zona de movimentos sazonais, deve considerar-se a possibilidade de o solo experimentar retracção afastando-se das faces verticais da fundação.

5. Deve ser considerada a possibilidade de o solo envolvente da fundação poder ser removido pela acção da erosão ou do Homem.

6. Para condições drenadas, o valor de cálculo da resistência ao deslizamento deve ser calculado usando a seguinte expressão:

$$R_{vd} = F'_{nd} \tan(\delta_d)$$

em que:

$F'_{nd}$  é a carga efectiva de cálculo, normal ao plano da fundação;

$\delta_d$  é o ângulo de atrito de cálculo entre o solo e a fundação.

RA — O ângulo de atrito de cálculo  $\delta_d$  pode ser considerado igual ao ângulo de atrito interno de cálculo  $\phi'_d$  para fundações betonadas contra o terreno e igual a  $2/3 \phi'_d$  para fundações prefabricadas com superfície de contacto com o terreno de baixa rugosidade. A eventual coesão efectiva,  $c'$ , deve ser desprezada.

7. Para condições não drenadas, o valor de cálculo da resistência ao deslizamento deve, em geral, ser limitado por:

$$R_{vd} = A' c'_{ud}$$

em que:

$A'$  é a área da base efectiva de cálculo, definida como a base da fundação ou, no caso de uma carga excêntrica, como a área reduzida da fundação, cujo centróide é o ponto em que actua a resultante das forças.

## 第六十條

## 滑動引致之破壞

一、當荷載並非正向於基礎底面，基礎必須驗證對抗滑動所引致之破壞。

二、對檢查滑動破壞於水平方向之安全性時，必須滿足下列不等式：

$$F_{vd} \leq R_{vd} + R_{pd}$$

此處：

$F_{vd}$  是設計水平總荷載，包括設計主動土壓力。

$R_{vd}$  是基礎底面與地基間之設計剪切強度。

$R_{pd}$  是基礎側面之設計抵抗土壓力，可由適合於界限狀態考慮之變形而產生，並符合結構本身之使用年期。

RA  $R_{vd}$  及  $R_{pd}$  二者之設計數值必須參照在界限狀態荷載下之預期移動。對於大移動，必須考慮以往峰值行為之可能相關性。

三、此不等式同樣適用於當基礎處於傾斜面上之情況。

四、當基礎處於粘土土壤承重時，而土層受季節變化影響而變形時，必須考慮粘土在基礎垂直面產生收縮之可能性。

五、必須考慮基礎前之土壤可能由人為因素或侵蝕作用而失去之可能性。

六、對於排水情況，設計剪切強度必須由下列公式計算：

$$R_{vd} = F'_{nd} \tan(\delta_d)$$

此處：

$F'_{nd}$  是設計有效荷載，正向於基礎底面。

$\delta_d$  是基礎底面之設計摩擦角度。

RA 對於現場澆鑄混凝土基礎，設計摩擦角度可假設為設計內摩擦角度  $\phi'_d$ ，至於對平滑預製基礎，可假設為  $2/3 \phi'_d$ 。對有效內聚力  $c'$  可忽略不計。

七、對不排水情況，剪切強度一般由下式限制：

$$R_{vd} = A' c'_{ud}$$

此處：

$A'$  是有效底面面積，定義為基礎底面，在偏心荷載情況則為基礎之減小面積，其形心位置即為荷載合力之作用點。

No caso de ser possível a água ou o ar atingirem a interface entre a fundação e o terreno argiloso não drenado, deve também proceder-se à seguinte verificação:

$$R_{vd} \leq 0,4 F_{nd}$$

Esta verificação só pode ser dispensada caso a formação de um vazio entre a fundação e o terreno seja impedida por sucção nas zonas onde não haja uma pressão positiva da fundação no terreno.

#### Artigo 61.º

##### (Cargas com grandes excentricidades)

1. Se a excentricidade for superior a 1/3 da largura ou do comprimento, no caso de uma sapata rectangular, ou a 0,6 vezes o raio no caso de uma sapata circular, devem ser tidos em consideração os seguintes aspectos:

- a) a necessidade de uma avaliação especialmente cuidadosa dos valores de cálculo das acções de acordo com o artigo 11.º;
- b) a necessidade de estabelecer a localização do bordo mais carregado da fundação de forma conservativa, atendendo a possíveis desvios durante a construção.

RA — Salvo a observância de cuidados especiais durante a construção, devem considerar-se desvios até 0,10 m.

2. Na verificação da resistência do terreno deve ser usado o valor conservativo de cálculo acima indicado para a localização do bordo mais carregado da fundação.

#### Artigo 62.º

##### (Rotura estrutural por movimento da fundação)

1. Devem considerar-se os deslocamentos diferenciais, verticais e horizontais, exibidos por uma estrutura actuada pelas cargas de cálculo correspondentes aos estados limites últimos e os parâmetros de deformabilidade do terreno, para verificação de que não conduzem à ocorrência de um estado limite último na estrutura suportada.

RA — O método baseado em resistências nominais do terreno, indicado no artigo 56.º, parágrafo 3, pode ser adoptado, usando valores de cálculo das resistências nominais para os quais os deslocamentos não conduzam a um estado limite último na estrutura.

2. Em terrenos expansíveis devem ser avaliados os potenciais deslocamentos diferenciais de empolamento, e o dimensionamento das fundações e a da estrutura deve ser efectuado de molde a que estes resistam ou se adaptem a esses movimentos.

### SECÇÃO III

#### Verificação em relação aos estados limites de utilização

#### Artigo 63.º

##### (Generalidades)

1. Os deslocamentos da fundação causados pela superestrutura devem ser considerados quer em termos de deslocamentos comuns a todo o sistema de fundação quer em termos de deslocamentos diferenciais das diferentes partes da fundação.

如果水或空氣可能進入基礎與不排水粘土基層間時，必須檢查下列情形：

$$R_{vd} \leq 0,4 F_{nd}$$

這裏之要求唯在基礎與地基間隙內之水或空氣，由抽吸方法防止，而作用範圍沒有承載壓力之增加，可以忽略不理。

#### 第六十一條

##### 大偏心之荷載

一、當荷載偏心超過矩形基礎1/3寬度，或圓形基礎之0.6倍半徑時，必須特別注意。這包括：

- a) 根據第十一條之作用力設計數值必須小心檢討；
- b) 設計基礎邊界位置時，必須考慮實際施工時可能出現之偏差。

RA 除非施工時特別注意，否則必須考慮至 0.10m 之誤差。

二、上述對於基礎邊界位置之保守設計數值，在檢驗承載能力時亦必須使用。

#### 第六十二條

##### 由於基礎移動而引致之結構破壞

一、當結構承受極限狀態設計荷載時，基礎在水平及垂直方向之差異位移，必須考慮地基之變形參數，確保所支承之結構不會導致極限狀態發生。

RA 可以採用第五十六條第三段提出之預估承載能力方法，使用設計承載壓力，其所引致之位移不會導致結構出現極限狀態發生。

二、對於可能膨脹之地基，必須評估可能產生之差異隆起，對基礎及結構作出設計，防止或適應其發生。

### 第三節

#### 使用界限狀態設計

#### 第六十三條

##### 總則

一、對於由上部結構引致基礎位移，必須同時考慮整個基礎之位移及基礎各部份之差異位移。

2. No cálculo dos deslocamentos da fundação para verificação dos estados limites de utilização devem ser adoptadas as cargas de cálculo correspondentes a esses estados limites.

3. Os deslocamentos verticais e horizontais da fundação devem ser determinados e comparados com os valores limites indicados no artigo 15.º

4. Devem ser considerados os deslocamentos causados pelas acções nas fundações, tais como as referidas no artigo 11.º

5. Apresentam-se no artigo 64.º considerações sobre o cálculo de deslocamentos verticais (assentamentos) causados pelo carregamento da fundação.

RA — Os cálculos dos assentamentos não podem ser considerados precisos, constituindo os respectivos resultados apenas uma estimativa aproximada.

#### Artigo 64.º

##### (Assentamentos)

1. Os cálculos dos assentamentos devem contemplar os assentamentos imediatos e os assentamentos diferidos no tempo.

RA — Para o cálculo de assentamentos em solos saturados devem ser consideradas três componentes:

a) assentamento sem drenagem, devido a deformações distorcionais a volume constante,  $s_0$ ;

b) assentamento por consolidação,  $s_1$ ;

c) assentamento por fluência,  $s_2$ .

Deve dar-se especial atenção a situações tais como a ocorrência de solos orgânicos ou argilas sensíveis, em que o assentamento pode prolongar-se quase indefinidamente devido à fluência.

A profundidade até à qual se deve ter em conta a compressibilidade do terreno depende da dimensão e da forma da fundação, da variação da rigidez com a profundidade e ainda do espaçamento dos elementos da fundação.

Normalmente, esta profundidade pode ser tomada como aquela para a qual o acréscimo de tensão vertical efectiva devida à carga induzida pela fundação atinge 20% da tensão efectiva inicial.

Em muitos casos esta profundidade pode também ser aproximadamente estimada como sendo igual a uma a duas vezes a largura da fundação, mas pode ser reduzida para ensoleiramentos gerais relativamente pouco carregados. Esta simplificação não é válida para solos muito moles.

2. Devem também ser estimados os eventuais assentamentos adicionais causados por autocompactação do solo.

RA — Devem considerar-se os seguintes casos:

a) possíveis efeitos do peso próprio, inundações e vibração em aterros e solos colapsíveis;

b) efeito de variações de tensão em areias cujos grãos são susceptíveis de esmagamento.

3. Podem ser considerados adequados modelos lineares ou não lineares da rigidez do terreno.

4. Por forma a assegurar que não ocorre um estado limite de utilização, os assentamentos diferenciais e as rotações relativas devem ser estimados tendo em consideração tanto a distribuição de cargas como a variabilidade do solo.

二、當計算類似使用標準之基礎位移時，必須採用使用界限狀態設計荷載。

三、基礎之垂直及水平位移，其可能範圍必須作出評定，並與第十五條所列出之位移限制數值進行比較。

四、基礎上荷載所產生之位移，如第十一條所列之情況必須作出考慮。

五、考慮由基礎上荷載所產生之垂直位移（沉降），其計算方法在第六十四條列出。

RA 沉降計算並不能非常準確得到，一般祇能提供一些近似指標。

#### 第六十四條

##### 沉降

一、沉降計算必須考慮即時沉降與延時沉降。

RA 對飽和土壤計算沉降時，下列沉降之三要素必須考慮：

a) 不排水情形，對完全飽和土壤，由於剪力變形而體積不變之沉降  $s_0$ ；

b) 由固結所引致之沉降  $s_1$ ；

c) 由潛變所引致之沉降  $s_2$ 。

對於有機性土壤及靈敏性粘土，必須特別考慮，因為其沉降會延續下去，差不多如潛變所產生之沉降一樣。

對於可壓縮土層之考慮深度，必須根據基礎之形狀及大小，土壤剛性隨深度改變之變化，及基礎構件間距離等作出考慮。

一般來說，考慮深度時，由基礎荷載產生之有效垂直應力為有效負載應力之 20% 為止。

在很多情況下，該深度可以粗略估計為基礎寬度之一至二倍，但對於荷載較輕，比較寬之筏式基礎可以相對作出減少。該處理方法並不適用於非常軟弱之土壤。

二、任何由於土壤自行壓實所產生之可能附加沉降，必須作出評估。

RA 下列情形必須考慮：

a) 對易崩塌土壤及填土，考慮自重，水淹及振動可能產生之影響；

b) 對易粉碎之砂土，考慮應力改變所產生之影響。

三、地基剛性必須適當採用線性或非線模式其中之一種。

四、差異沉降及相對轉動必須作出評定，考慮荷載之分佈情況及地基可能出現之變化，保證不會導致使用界限狀態之出現。

RA — Os assentamentos diferenciais calculados sem ter em consideração a rigidez da estrutura são tendencialmente estimativas por excesso. Pode recorrer-se a uma análise da interacção terreno-estrutura para justificar uma redução dos valores dos assentamentos diferenciais.

Os assentamentos diferenciais causados pela variabilidade do terreno devem ser tomados em consideração, a menos que a rigidez da estrutura os impeça. Para fundações superficiais em terrenos naturais estes assentamentos podem tipicamente atingir 10 mm, não excedendo normalmente 50% do valor do assentamento total.

A inclinação de uma fundação excentricamente carregada pode ser estimada assumindo uma distribuição linear de tensões na superfície do terreno e calculando o assentamento sob os cantos da fundação. Este cálculo pode ser efectuado usando a distribuição de tensões verticais no terreno sob cada canto da fundação.

#### Artigo 65.º

##### (Análise de vibrações)

1. As fundações de estruturas submetidas a vibrações ou com cargas vibratórias devem ser dimensionadas por forma a que as vibrações não causem assentamentos e vibrações excessivos.

RA — Devem ser tomadas as devidas precauções para evitar a ressonância entre a frequência de excitação e a frequência própria do conjunto fundação-terreno, bem como a liquefacção do terreno.

2. As vibrações devidas à acção dos sismos devem ser consideradas de acordo com o Regulamento de Segurança e Acções e com métodos aceites internacionalmente de forma generalizada.

#### SECÇÃO IV

##### Cálculo estrutural

#### Artigo 66.º

##### (Cálculo estrutural das fundações superficiais)

1. A verificação das fundações superficiais relativamente à rotura estrutural deve ser feita de acordo com o exposto nos artigos 10.º a 15.º

RA — Para fundações rígidas pode assumir-se uma distribuição linear das tensões. Por razões económicas, pode justificar-se a utilização de análises mais refinadas, estudando a interacção terreno-estrutura seguindo os princípios enunciados no artigo 7.º, parágrafo 10.

Para o caso de uma fundação flexível, a distribuição de tensões deve ser obtida utilizando o modelo de viga ou laje apoiada num meio contínuo ou numa série de molas com rigidez e resistência adequadas.

2. A verificação dos estados limites de utilização de sapatas corridas e de ensoleiramentos gerais deve ser feita tendo em conta as cargas aplicadas correspondentes a estados limites de utilização e a distribuição das tensões correspondentes à deformação da fundação e do terreno.

RA — Em geral pode assumir-se uma distribuição linear de tensões.

Nas situações onde existem cargas concentradas actuantes em sapatas corridas ou em ensoleiramentos gerais, as forças e os momentos flectores na estrutura podem ser obtidos usando a Teoria da Elasticidade Linear e aplicando o modelo dos módulos de reacção. Os módulos de reacção devem ser obtidos através de uma análise dos assentamentos com uma distribuição de tensões adequadamente estimada. Os valores dos módulos de reacção devem ser ajustados por forma que as tensões calculadas não excedam os valores para os quais se pode assumir um comportamento elástico.

RA 差異沉降之計算若不顧及結構之剛性時，將趨向於過高之預估值。對結構與地基相互作用之分析，可以對差異沉降數值作出合理降低。

對由於地基變化所產生之差異沉降，如果由結構之剛性作用預防時，為可被接受。對於在天然地基上之擴大基礎，其大小一般可達到10mm，但通常不會超過計算總沉降數值之50%。

對偏心荷載之基礎傾斜，應假設承載壓力為一線性分佈，然後計算基礎邊角點之沉降，方法是使用每一邊角點下地基之垂直應力分佈情況計算。

#### 第六十五條

##### 振動分析

一、對於振動性結構物之基礎，或要承受動載之基礎，設計必須能保證振動不會令基礎產生過大沉降及振動。

RA 但必須特別注意脈動載之頻率與基礎——地基系統之臨界頻率間，不會出現共振情況，並保證地基不會出現液化情況。

二、由地震所產生之振動必須根據《結構安全及荷載規章》及在國際上被認可之方法作出考慮。

#### 第四節

##### 結構計算

#### 第六十六條

##### 擴大基礎之結構計算

一、擴大基礎必須根據第十條至第十五條對結構破壞作出驗正。

RA 對於剛性基腳，承載壓力可以假設為線性分佈。對於土壤——結構間之相互作用，可根據第七條第十段之原則作出詳細分析，可以作為更經濟設計之根據。

對於撓性基礎，接觸壓力之分佈可以模擬為基礎是一條樑或板，置於有適當剛度及強度之連續變形系統，或一連串有適當剛度之彈簧之上而作出推導。

二、條型及筏式基礎之使用性，必須檢查所假定之使用界限狀態荷載，及符合基礎與地基之變形限制，承載壓力之分佈情形。

RA 一般來說，承載壓力可以假定為線性分佈。

對於集中荷載作用於條型或筏式基礎之設計情形，結構之力及彎矩可以利用線彈性理論，由地基基層反力模式推導得出。基層反力模式可以使用有適當估算承載壓力分佈之沉降分析。該模式必須調整令計算承載壓力不會超出所假定彈性行為之數值。

Os assentamentos totais e diferenciais da estrutura devem ser calculados de acordo com o exposto no artigo 64.º Para este efeito, o modelo dos módulos de reacção não é habitualmente apropriado.

Quando o efeito da interacção terreno-estrutura é dominante devem ser utilizados métodos mais precisos, como o método dos elementos finitos.

## CAPÍTULO VI

### Fundações por estacas

#### SECÇÃO I

##### Disposições gerais

##### Artigo 67.º

##### (Âmbito)

As disposições deste capítulo aplicam-se a estacas de ponta e flutuantes, carregadas à compressão, à tracção ou transversalmente, construídas por cravação estática ou dinâmica, aparafusamento, ou moldagem, com ou sem injeções.

##### Artigo 68.º

##### (Estados limites)

Deve ser feita uma compilação dos estados limites a considerar, que inclua os seguintes:

- a) perda de estabilidade global;
- b) rotura por insuficiente resistência à compressão da fundação;
- c) rotura por arranque devido a insuficiente resistência do terreno;
- d) rotura do terreno devida ao carregamento transversal da estaca;
- e) rotura estrutural da estaca por compressão, tracção, flexão, encurvadura ou corte;
- f) rotura conjunta no terreno e na fundação por estacas;
- g) rotura conjunta no terreno e na estrutura;
- h) assentamentos excessivos;
- i) empolamento excessivo do terreno;
- j) vibrações inaceitáveis.

#### SECÇÃO II

##### Accções e situações a considerar no projecto

##### Artigo 69.º

##### (Generalidades)

1. Para verificação dos estados limites devem considerar-se as acções listadas no artigo 11.º

2. As situações a considerar no projecto devem ser seleccionadas de acordo com os princípios definidos no artigo 8.º

結構之總沉降及差異沉降應根據第六十四條作出計算。為此目的，基層反力模式通常不大適用。

當地基——結構之相互作用為支配效應時，應當使用更加精確之方法，如有限元素計算法。

## 第六章

### 樁基礎

#### 第一節

##### 一般規定

##### 第六十七條

##### 範圍

本章條款適用於端承樁、摩擦樁、承拉樁及橫向受力樁，這些樁之施工方式可分為打入樁、壓入樁以及有或無泥漿護壁之螺旋樁及鑽孔樁。

##### 第六十八條

##### 界限狀態

應符合一系列應當考慮之界限狀態，下列界限狀態應被考慮：

- a) 整體失穩；
- b) 樁基礎承載能力破壞；
- c) 樁基礎上拔及沒有足夠之抗拉能力；
- d) 樁基礎由於受橫向荷載而引致地基之破壞；
- e) 樁身在抗壓、抗拉、抗彎、壓屈或剪切時之結構破壞；
- f) 樁基礎及基土之聯合破壞；
- g) 結構及基土之組合破壞；
- h) 過大沉降；
- i) 過大隆起；
- j) 不可接受之振動。

#### 第二節

##### 設計所考慮之荷載及設計情況

##### 第六十九條

##### 總則

一、對於界限狀態之計算，應考慮第十一條所列之荷載。

二、設計所考慮之情況應根據第八條敘述之原則推導。

RA — Pode ser necessária uma análise da interacção terreno-estrutura por forma a determinar a distribuição das acções provenientes da estrutura a adoptar no dimensionamento das fundações por estacas. Na análise de interacção pode ser necessário considerar valores característicos inferiores ou superiores dos parâmetros de deformação.

#### Artigo 70.º

##### (Considerações sobre as acções devidas a deslocamentos do terreno)

1. O terreno onde se inserem as estacas pode estar sujeito a deslocamentos devidos a consolidação, expansão, cargas na vizinhança, fluência do solo, deslizamentos e sismos. Estes fenómenos influenciam as estacas, podendo ser a causa de ocorrência de atrito lateral negativo, de empolamento do terreno, de tracções, de carregamento transversal e de deslocamento da estaca. Para estas situações, os valores de cálculo da resistência e da rigidez a atribuir ao terreno susceptível de sofrer deslocamento, devem ser em geral valores superiores.

2. No projecto deve adoptar-se um dos procedimentos seguintes:

a) o deslocamento do terreno é tratado como uma acção, sendo as forças, deslocamentos e deformações na estaca determinados mediante uma análise de interacção;

b) o limite superior da força que o terreno pode transmitir à estaca é introduzido como acção de cálculo. Na determinação desta força deve ter-se em conta a resistência do solo e a origem do carregamento, sendo este representado pelo peso ou pela compressão do solo que está sujeito a movimento, ou ainda pela grandeza das acções que originam a perturbação.

#### Artigo 71.º

##### (Acções devidas ao atrito lateral negativo)

1. No caso de os cálculos de projecto serem executados tratando a força resultante do atrito lateral negativo como uma acção, o seu valor deve ser o máximo que pode ser gerado por grandes assentamentos do terreno relativamente à estaca.

RA — O cálculo das forças máximas resultantes de atrito lateral negativo deve ter em conta a resistência ao corte do solo ao longo do fuste da estaca, a profundidade do solo compreensível, o peso do solo e o carregamento superficial em torno de cada estaca que é a causa do assentamento.

Para um grupo de estacas é possível calcular um limite superior da força resultante de atrito lateral negativo a partir do peso da sobrecarga que provoca o assentamento, tomando em consideração as variações das pressões intersticiais devidas a rebaixamento do nível freático, consolidação ou cravação de estacas.

2. Quando se prevê que o assentamento do terreno depois da construção das estacas seja reduzido, pode obter-se um projecto económico mediante o seu tratamento como acção e a execução de uma análise de interacção. O valor de cálculo do assentamento do terreno deve ser obtido tendo em conta o peso volúmico e a compressibilidade de acordo com o artigo 12.º

RA — Os cálculos de interacção devem tomar em conta os deslocamentos da estaca relativamente ao terreno circundante que sofre assentamentos, a resistência ao corte do solo ao longo do fuste da estaca e o peso do solo, bem como o eventual carregamento superficial em torno de cada estaca, que são a causa da mobilização do atrito lateral negativo.

RA 為了確定樁基礎設計中所採用結構傳來之荷載，應分析結構及其周圍土壤間之相互作用。在相互作用分析中，可能需要考慮變形參數特徵值之低值及高值。

#### 第七十條

##### 考慮由基土位移所引起之荷載

一、樁基礎所處之基土可能會受到由固結、膨脹、鄰近荷載、土潛變、塌方及地震而引起位移，這些現象影響樁產生如下拉力（負摩擦力）、隆起、拉長、橫向荷載及變形位移等，出現該等情況時，移動土體之強度及剛度設計值通常應取較高數值。

二、設計應採用下列其中一種方法：

a) 地基土體之位移被認為是一種荷載，然後進行相互作用分析，確定樁所受力、位移及應變；

b) 土體傳遞給樁身之作用力之上限值作為設計荷載數值；對該力之估算應考慮地基土體之強度、荷載來源，用移動土體之重量、壓力或作用荷載分佈大小來表示。

#### 第七十一條

##### 負摩擦所引起之作用力

一、如果在設計計算中將下拉力作為作用荷載，該力應取與樁相關之地基土體之大沉降所產生之下拉力之最大值。

RA 最大下拉力之計算應考慮沿樁身周圍基土之抗剪能力、壓縮土層深度、土體重量以及引起沉降之各樁周圍之地面荷載。

對群樁，下拉力之上限值可通過引起沉降之超載重量來計算，並考慮由地下水位降低、土體固結或打樁引致之地下水壓力變化。

二、在樁基礎施工後地基沉降預計較小時，將地基沉降處理成荷載並進行相互作用分析可能是經濟設計。地基沉降之設計值應根據第十二條考慮土體容重及壓縮性能來推導。

RA 相互作用計算應考慮樁對周圍下沉土體之相對位移、樁側土之剪切阻力及土體重量，以及預計引起下拉力之各樁周圍之地面荷載。

## Artigo 72.º

**(Empolamento do terreno)**

Para consideração do efeito de empolamento, ou de forças ascensionais que podem ocorrer ao longo do fuste da estaca, o movimento do terreno deve geralmente ser tratado como uma acção.

RA — Expansão ou empolamento do terreno podem resultar da descarga ou escavação do terreno e da cravação de estacas em zonas vizinhas. Tal pode também dever-se ao aumento do teor em água do terreno como resultado da remoção de árvores, restabelecimento da ligação com aquíferos, impedimento da evaporação devido a novas construções e acidentes.

Pode ocorrer empolamento do terreno durante a construção, antes de as estacas serem sujeitas ao carregamento proveniente da estrutura, o que pode causar levantamento inaceitável ou rotura estrutural das estacas.

## Artigo 73.º

**(Carregamento transversal)**

Os movimentos transversais do terreno originam um carregamento transversal nas fundações por estacas, o qual deve ser considerado caso ocorra uma das seguintes situações ou combinações destas situações:

- a) diferentes sobrecargas em lados opostos da fundação por estacas;
- b) diferentes níveis de escavação em lados opostos da fundação por estacas;
- c) proximidade da extremidade de um aterro;
- d) fundação por estacas construída num talude sujeito a fluência;
- e) estacas inclinadas em terrenos sujeitos a assentamentos.

RA — O carregamento transversal em fundações por estacas deve normalmente ser avaliado mediante consideração das estacas como vigas num terreno deformável.

No caso de a deformação horizontal das camadas superficiais de menor resistência ser grande e de as estacas terem espaçamento elevado, o carregamento transversal resultante depende da resistência ao corte das camadas de menor resistência.

## SECÇÃO III

**Métodos de dimensionamento e considerações sobre o projecto**

## Artigo 74.º

**Métodos de dimensionamento**

O dimensionamento deve basear-se num dos seguintes procedimentos:

- a) utilização de resultados de ensaios de carga estática em relação aos quais haja sido demonstrado, mediante cálculos ou por outros meios, serem consistentes com outra experiência relevante;

## 第七十二條

## 隆起

在考慮隆起現象或可能發生於樁周之上拔力時，常將地基土體移動作為荷載來處理。

RA 地基土體之膨脹或隆起可由卸載、開挖或鄰近樁之施打引起。也可由樹木遷移、停止從含水層抽水、新施工阻止水份蒸發及偶然事故而引起地下水含量增加。

隆起現象可能在施工期間樁還沒有承受結構荷載前發生，並可能導致過大上拔力或樁結構之破壞。

## 第七十三條

## 橫向荷載

地基土體之橫向移動即施加橫向荷載於樁基礎，如果下列情況之一種或組合出現時，應考慮該橫向荷載：

- a) 樁基礎兩側有不同大小之超載；
- b) 樁基礎兩側有不同標高之開挖；
- c) 處於土堤邊緣之樁基礎；
- d) 潛變土坡處之樁基礎；
- e) 下沉土體中之斜樁。

RA 樁基礎之橫向受力應將樁作為在變形土體中之樑來估算。

當上部軟弱土層之水平向變形很大，而樁間距較大時，橫向受力結果取決於軟弱土層之剪切強度。

## 第三節

## 設計方法及設計考慮

## 第七十四條

## 設計方法

設計應依下列其中一種方法進行：

- a) 經過計算證明或與其他相關經驗符合之靜荷載試驗結果；

b) utilização de métodos de cálculo analíticos ou empíricos, cuja validade tenha sido demonstrada através de ensaios de carga estática em situações comparáveis;

c) utilização de resultados de ensaios de carga dinâmica cuja validade tenha sido demonstrada através de ensaios de carga estática em situações comparáveis.

RA — Os valores de cálculo dos parâmetros usados no dimensionamento devem, em geral, estar de acordo com o estipulado nos artigos 26.º a 40.º, mas os resultados de ensaios de carga podem também ser tidos em conta para a escolha dos valores dos parâmetros.

Os ensaios de carga estática podem ser feitos em estacas experimentais, que são construídas antes da finalização do projecto, ou em estacas definitivas que fazem parte da fundação.

Em vez de realizar ensaios de carga, é por vezes aceitável utilizar o comportamento observado de uma fundação por estacas comparável, previamente existente, desde que tal seja suportado por resultados da prospecção geotécnica e ensaios do terreno.

As fundações de estruturas classificadas na Categoria Geotécnica 1 podem ser dimensionadas com base em experiência comparável, sem confirmação através de ensaios de carga ou de cálculos, desde que o tipo de estaca e as condições do terreno se limitem à área onde essa experiência existe, que as condições de terreno sejam verificadas e que a construção das estacas seja controlada de acordo com os princípios do capítulo IV.

#### Artigo 75.º

##### (Considerações sobre o projecto)

1. Deve ser tido em consideração o comportamento de estacas isoladas e de grupos de estacas bem como a rigidez e a resistência da estrutura de ligação das estacas.

2. Na selecção dos métodos de cálculo e dos valores dos parâmetros, bem como na utilização de ensaios de carga, a duração do carregamento e a sua variação no tempo devem ser tidos em consideração.

3. A eventual colocação ou remoção futura de material de sobrecarga, bem como as variações potenciais do regime hidrogeológico, devem ser tomadas em consideração tanto nos cálculos como na utilização dos resultados de ensaios de carga.

4. A escolha do tipo de estaca, incluindo a qualidade do material da estaca e o processo de construção, deve ter em consideração os seguintes factores:

- a) as condições locais do terreno, incluindo a eventual existência de obstáculos;
- b) as tensões instaladas na estaca durante a sua construção;
- c) a possibilidade de preservação e verificação da integridade da estaca;
- d) o efeito do processo e sequência de construção nas estacas já construídas, ou em estruturas e equipamentos preexistentes;
- e) as tolerâncias com que as estacas podem ser construídas;
- f) os efeitos prejudiciais devidos à presença de produtos químicos no terreno.

RA — Para consideração destes factores, deve tomar-se em atenção o seguinte:

- a) o espaçamento das estacas em grupos de estacas;

b) a validade dos resultados de ensaios de carga estática em situações comparáveis;

c) a validade dos resultados de ensaios de carga dinâmica em situações comparáveis.

RA 計算中使用參數之設計值通常應符合第二十六條至第四十條之要求，但在選擇參數值時也可考慮荷載試驗之結果。

靜荷載試驗可在試用樁或工作樁上進行，試用樁是指在設計結束以前，為試驗目的而施打之樁，而工作樁是指組成基礎之一分子的樁。

有時利用類似已有樁基礎觀察得之性能來取代靜荷載試驗為可接受之方法，只要該方法有工地勘测及地基土體試驗結果支持。

土工分類一之樁基礎結構，只要樁型及地基條件在經驗範圍內，地基情況經過檢查以及樁之施打根據第四章之原則進行監督，可通過類似經驗來設計，而不需荷載試驗或計算支持。

#### 第七十五條

##### 設計考慮

一、應考慮單樁、群樁以及連接各樁之結構之剛度及強度之性能。

二、在選用計算方法及參數值、以及使用荷載試驗結果時，應考慮加載在時間之持續性及變化性等因素。

三、計劃將來要鋪築或去除之上覆荷載、或潛在之地下水位演變情況，應在計算中及在使用荷載試驗結果中予以考慮。

四、樁型選擇，包括樁材料質量及施工方式之選擇，應考慮下列因素：

- a) 現場地基情況，包括地基土層中障礙物之存在及其可能性；
- b) 在樁基施工期間產生之應力；
- c) 保護及檢查已施工樁之完整性之可能性；
- d) 樁基施工方法及程序對已施工樁以及鄰近構築物及設施之影響；
- e) 保證樁基之施工在允許誤差範圍內；
- f) 地基中化學物質之有害影響。

RA 在考慮上述所列問題時，需要注意下列事項：

- a) 群樁中樁之間距；

- b) os deslocamentos ou vibrações em estruturas adjacentes devido à construção das estacas;
- c) o tipo de martelo ou vibrador utilizado;
- d) as tensões dinâmicas na estaca durante a cravação;
- e) para estacas moldadas em que seja necessário um fluído de sustentação, a necessidade de manter a pressão do fluído a um nível que assegure que as paredes do furo não sofrem colapso e que não ocorra rotura hidráulica no fundo do furo;
- f) limpeza do fundo do furo e, por vezes, da superfície lateral, especialmente quando se recorre a suspensões bentoníticas, com vista à remoção de material remexido;
- g) instabilização local do furo da estaca durante a betonagem da estaca, que possa causar uma inclusão de solo na estaca;
- h) inclusão de solo ou água no corpo de estacas moldadas;
- i) alteração do betão antes da presa devido a escoamento de água no terreno;
- j) o efeito de extracção de água do betão devido à presença de camadas de areia não saturadas em torno de uma estaca;
- k) o efeito retardador de presa de produtos químicos existentes no terreno ou o efeito do movimento da água subterrânea no betão fresco em estacas moldadas sem revestimento permanente;
- l) compactação do terreno devido à cravação de estacas com deslocamento de terreno;
- m) perturbação do terreno devido à abertura de furos para estacas moldadas.

#### SECÇÃO IV

##### Ensaios de carga em estacas

##### Artigo 76.º

##### (Generalidades)

1. Devem efectuar-se ensaios de carga em estacas nas seguintes situações:

- a) quando se utilize um tipo de estaca ou método de construção em relação ao qual não exista experiência comparável e que não tenha sido ensaiado em situações semelhantes no que respeita ao tipo de terreno e ao carregamento;
- b) quando se utilize um sistema de fundação por estacas que não seja conhecido dos técnicos intervenientes no processo construtivo;
- c) quando as estacas forem submetidas a carregamentos para os quais, de acordo com a teoria e a experiência existentes, não seja possível efectuar o projecto com a confiança desejada; neste caso, o ensaio deve reproduzir as condições de carregamento da estaca durante a sua vida útil;
- d) quando, durante a construção, se verificar que o comportamento da estaca se desvia consideravelmente, e de um modo desfavorável, do comportamento esperado com base no reconhecimento do local ou na experiência e caso os estudos geotécnicos adicionais não clarifiquem a razão para a existência deste desvio.

RA — Podem utilizar-se ensaios de carga em estacas para:

- a) avaliar a adequação do método construtivo;

- b) 樁基礎施工期間鄰近構築物之位移或振動;
- c) 所使用之樁錘或振動錘型號;
- d) 打樁時引起之動態應力;
- e) 對那些利用液體於孔內之鑽孔樁, 需保持一定數值之孔內液體壓力, 以便保證孔壁不坍以及孔底不出現水力破壞;
- f) 孔底、及有時孔身之清孔, 尤其在皂土泥漿護壁之孔中, 沉渣之清除;
- g) 築混凝土期間, 樁孔局部失穩, 可能引致樁身被土體侵入;
- h) 場澆注樁, 樁身被土體或水侵入;
- i) 混凝土凝結前被地下流動水擾動;
- j) 周非飽和砂層吸取混凝土中水份之影響;
- k) 基土中化學物質之緩凝影響, 或地下水流動對那些不是有永久護套之現澆樁中濕混凝土之影響;
- l) 置換排土樁打入所引起之土體密實;
- m) 鑽孔樁樁身鑽孔時引起之土體擾動。

#### 第四節

##### 樁之荷載試驗

##### 第七十六條

##### 總則

一、樁之荷載試驗應在下列情況進行:

- a) 所用樁型或施工方法超出類似經驗範圍, 且未曾在類似地基及荷載情況下試驗過時;
- b) 當所選用之樁施工系統超出進行該項作業工人之經驗範圍時;
- c) 在設計中, 當理論及經驗顯示對樁將要承受之荷載沒有足夠信心時, 則樁之試驗程序應提供與預期荷載相似之加載;
- d) 當打樁過程期間之觀測顯示, 樁性能與根據地質勘測或經驗所預計之性能, 有嚴重及不利之差別時, 並且額外地質勘測亦不能明確偏差原因時。

RA 樁之荷載試驗可以作為:

- a) 評估施工方法之適用性;

b) determinar a resposta ao carregamento, de uma estaca representativa e do terreno circundante, tanto em termos de assentamento como de carga limite;

c) verificar o comportamento de estacas isoladas e permitir o julgamento sobre todo o conjunto da fundação por estacas.

Quando os ensaios de carga não são viáveis devido a dificuldades na modelação da variação do carregamento (por exemplo carregamento cíclico) devem usar-se valores de cálculo conservativos das propriedades dos materiais.

2. No caso de se realizar apenas um ensaio de carga, a estaca deve localizar-se na zona onde se presume existirem as condições de terreno mais adversas. Se tal não for possível, deve introduzir-se uma segurança adicional no cálculo da capacidade de carga.

No caso de se realizarem ensaios em duas ou mais estacas, os locais escolhidos devem ser representativos do terreno da fundação, devendo uma das estacas localizar-se na zona onde se presume existirem as condições de terreno mais adversas.

3. Entre a construção das estacas a ensaiar e o início do ensaio, deve decorrer o tempo suficiente para que o material da estaca adquira a resistência requerida, bem como para que sejam repostos os valores iniciais das pressões intersticiais.

RA — Em alguns casos pode ser necessário registar as pressões intersticiais provocadas pela construção das estacas e a sua subsequente dissipação, por forma a poder tomar-se uma decisão adequada quanto ao início do ensaio da carga.

4. Os ensaios de carga em estacas devem ser realizados por uma entidade independente e qualificada.

5. A execução dos ensaios de estacas e do respectivo relatório devem decorrer sob a responsabilidade de um engenheiro civil com conhecimentos geotécnicos e experiência adequados.

## Artigo 77.º

### (Ensaio de carga estática)

1. O procedimento de ensaio, particularmente no que respeita ao número de escalões de carregamento, à sua duração e aos ciclos de carga e descarga, deve ser tal que permita extrair conclusões acerca do comportamento em termos de deformação, fluência e recuperação da fundação por estacas a partir das medições na estaca. No caso de estacas experimentais, o carregamento deve ser tal que permita estabelecer conclusões sobre a carga de rotura.

RA — Os ensaios de carga estática devem ser realizados de acordo com as seguintes normas:

- a) carga axial de compressão: ASTM D 1143;
- b) carga axial de tracção: ASTM D 3689;
- c) carga transversal: ASTM D 3966.

A aparelhagem para determinação das forças, tensões, deformações e deslocamentos deve ser calibrada antes dos ensaios.

A direcção da força aplicada em ensaios de compressão ou de tracção deve coincidir com o eixo longitudinal da estaca.

De uma forma geral, os ensaios de carga para dimensionamento de estacas à tracção devem ser levados até à rotura. Em ensaios de tracção não se deve extrapolar a partir do gráfico carga-deslocamento.

b) 確定代表性樁及周圍基土對荷載，在沉降及界限荷載之反應；

c) 檢查單樁之性能並對整個樁基礎進行評估。

當試樁由於在實際上很難模擬荷載變化(如循環荷載)時，應謹慎使用材料特性之設計值。

二、如果進行一根樁之荷載試驗，該樁通常應坐落於被認為最不利地基情況出現之處。如果此為不可能，在推導承載能力特徵值時應作出折減。

如果進行二根或以上樁之荷載試驗，試驗位置應能代表樁基礎現場情況，並且其中有一根樁應位於被認為最不利地質情況會出現之處。

三、在試驗樁施打及開始荷載試驗期間，應允許有足夠時間間隔，以保證樁身材料達到所需之強度，以及孔隙水壓力數值回復到原始情況。

RA 某些情況下，為了作出關於試樁開始時間之適當決定，有必要記錄由打樁而引起之孔隙水壓力及其相應消散。

四、樁之荷載試驗應該由獨立且有資格之單位進行。

五、樁之荷載試驗及其報告應該由有足夠地工知識之土木工程師負責。

## 第七十七條

### 靜荷載試驗

一、樁之荷載試驗程序，尤其關於加載分級次數、各級荷載之持續時間以及荷載循環之應用，應能夠從樁之量測結果中得出關於樁基礎之變形性能，潛變與回彈之結論。而對試用樁而言，加載應能得出極限荷載之結論。

RA 試驗應按照下列標準進行：

- a) 向壓力荷載試驗： ASTM D1143
- b) 向拉力荷載試驗： ASTM D3689
- c) 橫向荷載試驗： ASTM D3966

確定力、應力或應變及位移之裝置在試驗前應予校正。

作用於受拉或受壓試驗樁之作用力方向應與樁之縱軸線方向一致。

通常用來作為設計拉力樁基礎目的之荷載試驗，樁之試驗應進行至破壞為止。不應使用拉力荷載試驗中荷載——位移圖形之外延結果。

2. O número de estacas experimentais necessárias para verificação do dimensionamento deve ser escolhido com base nos seguintes aspectos:

- a) as condições do terreno e a sua variabilidade espacial;
- b) a categoria geotécnica da estrutura;
- c) evidências prévias documentadas do comportamento do mesmo tipo de estaca em condições de terreno semelhantes;
- d) o número total e o tipo das estacas.

3. As características do terreno no local do ensaio da estaca experimental devem ser investigadas detalhadamente. A profundidade das sondagens ou dos ensaios de campo deve ser suficiente para permitir estimar a natureza do terreno que se encontra em redor e sob a ponta da estaca. Devem ser incluídos todos os estratos de terreno que se preveja contribuir significativamente para o comportamento da estaca em termos de deformação, pelo menos até uma profundidade de 5 diâmetros da estaca sob a sua ponta, excepto nos casos em que se encontre rocha sã ou solo muito rijo a menor profundidade.

4. O processo utilizado para a construção da estaca experimental deve ser totalmente documentado de acordo com o artigo 99.º

5. O número de ensaios de carga em estacas definitivas deve ser estabelecido com base no registo das ocorrências verificadas durante a construção, e deve ser pelo menos 1% do número total de estacas, com um mínimo de um. Em casos especiais, devidamente justificados e documentados, em que problemas de falta de espaço ou outros tornem inviável a realização do número mínimo de ensaios de carga estática, alguns destes ensaios podem ser substituídos por ensaios de carga dinâmica. Neste caso, os ensaios de carga dinâmica devem ser calibrados com os ensaios de carga estática.

RA — O número de ensaios de carga dinâmica para substituição de um ensaio de carga estática deve ser no mínimo 2. A decisão sobre o número correcto de ensaios dinâmicos deve resultar do julgamento do engenheiro civil responsável pelo projecto.

A forma de escolha das estacas a ensaiar pode ser prescrita nos documentos contratuais. Esta escolha pode ser complementada com base no registo de ocorrências durante a construção.

6. A carga aplicada nos ensaios de estacas definitivas deve ser pelo menos igual a 1,5 vezes o valor de cálculo da carga utilizada no dimensionamento da fundação.

RA — Quanto à carga a aplicar nos ensaios de carga estática recomenda-se que seja seguida a norma ASTM 1143.

## Artigo 78.º

### (Ensaio de carga dinâmica)

1. Os resultados dos ensaios de carga dinâmica podem ser utilizados no dimensionamento desde que tenha sido realizado um programa adequado de caracterização do terreno e o método de ensaio tenha sido calibrado em relação a ensaios de carga estática no mesmo tipo de estacas, com comprimento e secção semelhantes, e em condições de terreno comparáveis.

2. Os resultados de ensaios de carga dinâmica devem ser sempre interpretados com base numa análise comparativa.

二、應根據下列事項選擇用於驗證設計之試驗樁之數目：

- a) 場地範圍之地基情況及其變化；
- b) 結構物之地工分類；
- c) 以前用文件記錄下來之相同類型之樁在類似地基條件下其特性之證據；
- d) 在基礎設計中樁類型之數目及樁之總數。

三、試樁位置之地質條件應徹底勘測，鑽孔及工地試驗應有足夠深度，來評估樁尖周圍與樁尖下之地基土體之性質。還應包括對樁之變形特性很可能有很大影響之所有土層，除非在較淺地方發現堅固岩體，或很堅硬之土體，否則應至樁尖下起碼五倍樁身直徑處。

四、試用樁之施工方法應根據第九十九條之要求作充分記錄。

五、工作樁荷載試驗之數量應根據施工期間之記錄上之情況來確定，試樁數量起碼為樁總數之1%，並至少須有一根。在適當判斷及以文件存檔之特殊情況，即由於受空間限制或由於其他理由，使得所規定之靜荷載試驗最小數量不能進行時，一些試驗可由動載試驗代替。在這種情況下，動載試驗應由靜荷載試驗校正。

RA 取代一個靜荷載試驗之動載試驗數目最小為2。至於動載試驗之適當數目，應由負責設計之土木工程師判斷而作出決定。

工作試樁之選擇應在合同文件裏規定，該規定應與樁之施工記錄結果相聯繫。

六、作用於工作試樁上之荷載，起碼應等於控制基礎設計之設計荷載之1.5倍。

RA 靜荷載試驗所施加之荷載，建議依照在 ASTM1143 所作出之規定。

## 第七十八條

### 動載試驗

一、只要進行足夠之地質勘測並在同一樁型，類似長度及斷面尺寸以及在類似之地質情況下，經靜荷載試驗較正過之情況，動荷載結果可用於設計中。

二、動載試驗結果總被認為相互之間相聯繫。

RA — Estes ensaios podem ser usados como um indicador da uniformidade entre as várias estacas e para detectar estacas menos resistentes.

RA 試驗可用於檢測樁之一致性及探測薄弱樁。

### Artigo 79.º

#### (Relatório do ensaio de carga)

Deve elaborar-se um relatório de todos os ensaios de carga, o qual deve incluir, quando apropriado:

- a) a descrição do local;
- b) as condições do terreno, com referência à caracterização geotécnica;
- c) o tipo de estaca;
- d) a descrição dos equipamentos de aplicação de carga e de medição, bem como do sistema de reacção;
- e) os documentos de calibração do equipamento de medida;
- f) o registo da construção das estacas ensaiadas;
- g) o registo fotográfico da estaca e do local de ensaio;
- h) os resultados do ensaio em forma numérica;
- i) os gráficos tempo-assentamento para cada carga aplicada, no caso de ser utilizado um procedimento de carregamento por escalões;
- j) o comportamento medido em termos de carga-assentamento;
- k) a justificação das razões de quaisquer desvios que se verificarem em relação às recomendações acima apresentadas.

### SECÇÃO V

#### Estacas em compressão

### Artigo 80.º

#### (Estados limites)

No dimensionamento deve demonstrar-se que existe segurança aceitável relativamente às seguintes classes de estados limites:

- a) estados limites últimos de rotura por perda de estabilidade global;
- b) estados limites últimos de rotura por insuficiente capacidade de carga do terreno de fundação;
- c) estados limites últimos de colapso ou danos severos da estrutura suportada causados por deslocamentos da fundação por estacas;
- d) estados limites de utilização da estrutura suportada, causados por deslocamentos das estacas.

RA — A estabilidade global deve ser verificada de acordo com o artigo 81.º Em condições normais, o dimensionamento deve então considerar a margem de segurança em relação à rotura por carga excessiva, que é o estado em que as estacas se deslocam indefinidamente para dentro do terreno com um aumento insignificante da resistência.

### 第七十九條

#### 荷載試驗報告

試驗報告由所有荷載試驗組成，還應適當包括下列各項內容：

- a) 場描述；
- b) 地質勘測所反映之地基情況；
- c) 樁型；
- d) 關於加載，量測設備及其反力系統之描述；
- e) 荷載壓力盒、千斤頂及儀表之校正文件；
- f) 試驗樁之施工記錄；
- g) 樁與試驗場地之攝影記錄；
- h) 以數字形式記錄之試驗結果；
- i) 當使用分級加載程序時，每一個所施加荷載之時間沉降曲線；
- j) 測得之荷載沉降特性；
- k) 與上述推薦方法相偏離之解釋理由。

### 第五節

#### 承壓樁

### 第八十條

#### 界限狀態設計

設計應證明不會出現下列各種界限狀態：

- a) 整體失穩極限狀態；
- b) 樁基礎承載能力破壞極限狀態；
- c) 樁基礎之坍塌破壞，或其位移導致所支承結構物嚴重破壞之極限狀態；
- d) 樁位移導致之支承結構物之使用界限狀態。

RA 整體穩定應根據第八十一條檢驗，通常應在設計過程中考慮關於承載能力破壞之安全儲備，當樁為不規則在地基置換排土時，其阻力之增加不予考慮。

Os assentamentos das estacas são considerados no artigo 87.º Em casos de estacas que necessitem de grandes assentamentos para atingir a sua capacidade de carga limite, podem ocorrer estados limites últimos nas estruturas suportadas antes de a capacidade de carga das estacas ser totalmente mobilizada. Nestes casos, o procedimento usado no artigo 83.º para obtenção dos valores característicos e de cálculo devem ser também aplicados a toda a curva carga-assentamento, com os mesmos factores numéricos.

#### Artigo 81.º

##### (Verificação relativamente à estabilidade global)

1. Deve ter-se em consideração a possibilidade de rotura por perda de estabilidade global de fundações envolvendo estacas em compressão.

RA — Em casos em que exista a possibilidade de instabilidade, devem considerar-se superfícies de rotura que passem por baixo das estacas e que as intersectem.

2. As cláusulas constantes do artigo 58.º, relativas à estabilidade global de fundações superficiais, aplicam-se também a fundações envolvendo estacas em compressão.

#### Artigo 82.º

##### (Verificação relativamente à capacidade de carga)

1. A fim de demonstrar que a fundação suporta a carga de cálculo com adequada segurança em relação à rotura por carga excessiva, deve ser respeitada, para todas as hipóteses de carga e combinações de acções respeitantes a estados limites últimos, a seguinte relação:

$$F_{cd} \leq R_{cd}$$

em que:

$F_{cd}$  é a carga axial de compressão de cálculo correspondente ao estado limite último;

$R_{cd}$  é a soma de todas as componentes da capacidade de carga de cálculo da fundação por estacas para cargas axiais, correspondentes ao estado limite último, tendo em consideração o efeito de quaisquer cargas inclinadas ou excêntricas.

RA — Em princípio,  $F_{cd}$  deve incluir o peso próprio da estaca e  $R_{cd}$  deve incluir a pressão do terreno sobrejacente à base da fundação. No entanto, estas duas parcelas podem ser desprezadas no caso de os seus valores se anularem aproximadamente. Estas parcelas podem não se anular no caso de:

- o atrito lateral negativo ser significativo;
- o solo ser muito leve;
- a estaca se prolongar para cima da superfície do terreno.

2. No caso de grupos de estacas, devem considerar-se dois mecanismos de rotura;

- rotura por carga excessiva das estacas isoladas;
- rotura por carga excessiva do conjunto formado pelas estacas e pelo solo contido entre elas, considerado como um bloco.

O valor da resistência a considerar no dimensionamento é o menor destes dois.

樁之沉降在第八十七條中考慮，對於那些需要大沉降才能達到其極限承載力之樁，在該樁之承載阻力還沒有充分發揮前，其所支承之結構可能已出現極限狀態。在這種情況下，在第八十三條用來推導特徵值及設計值之方法同樣適用於整條荷載沉降曲線，並具有相同之數值係數。

#### 第八十一條

##### 整體穩定之驗正

一、應考慮承壓樁基礎整體失穩破壞。

RA 可能出現不穩定現象之處，應考慮破壞滑動面在樁底下穿過及與樁相交兩種情況。

二、與擴大基礎之整體穩定性有關之第五十八條同樣適用於承壓樁基礎。

#### 第八十二條

##### 承載能力之驗正

一、為了證明基礎能夠承受設計荷載，並對承載能力破壞有足夠安全度，對所有極限狀態之荷載情況及荷載組合情況，應滿足下列不等式：

$$F_{cd} \leq R_{cd}$$

此處：

$F_{cd}$  極限狀態軸向設計壓力荷載。

$R_{cd}$  樁基礎中經考慮傾斜及偏心荷載之影響後，所有極限狀態軸向設計承載阻力之和。

RA 原則上， $F_{cd}$  應包括樁身自重， $R_{cd}$  應包括基礎底面以上基土之超載。然而，如果大致相等，該兩項因數可互相抵消，但在下列情況時不可取消：

- 下拉力很大；
- 基土很輕；
- 基樁延伸出地面。

二、在群樁中，應考慮兩種破壞機理：

- 個別樁之承載能力破壞；
- 樁及樁間土形成之整體承載能力破壞。

設計承載能力應取上述兩者中之低值。

RA — Em geral, a capacidade de carga de um grupo de estacas actuando como um bloco pode ser calculada tratando o bloco como uma estaca isolada de grande diâmetro. Quando se utilizam estacas para reduzir o assentamento de um ensoleiramento a resistência deste conjunto, correspondente à carga de fluência, pode ser usada para análise dos estados limites de utilização da estrutura.

3. Na determinação da capacidade de carga de estacas individuais deve tomar-se em consideração o potencial efeito adverso das estacas adjacentes.

4. No caso de, sob o estrato em que a estaca está fundada, existir uma camada de terreno de menor resistência, o efeito desta camada na capacidade de carga da fundação deve ser tido em consideração.

5. Para determinação da capacidade de carga de um grupo de estacas, deve tomar-se em consideração a natureza da estrutura de ligação das estacas do grupo.

RA — Se as estacas suportam uma estrutura flexível, deve assumir-se que a ocorrência de um estado limite é condicionada pela capacidade de carga da estaca menos resistente.

Se as estacas suportam uma estrutura rígida, deve tirar-se partido da redistribuição das cargas nas estacas proporcionada pela estrutura. Só ocorre um estado limite no caso de um número significativo de estacas entrar em rotura em conjunto, pelo que modos de rotura envolvendo apenas uma estaca não necessitam de ser considerados.

Deve ser prestada especial atenção à possível rotura de estacas periféricas causada por cargas inclinadas ou excêntricas provenientes da estrutura suportada.

### Artigo 83.º

#### (Capacidade de carga com base em ensaios de carga em estacas)

1. Os ensaios de carga em estacas devem ser realizados de acordo com o estipulado nos artigos 76.º a 79.º e devem ser especificados no projecto.

2. As estacas experimentais a ensaiar devem ser construídas de forma idêntica às estacas definitivas e devem ser fundadas no mesmo estrato.

RA — No caso de o diâmetro das estacas experimentais não ser igual ao das estacas definitivas, a possível diferença de comportamento devido à diferença de diâmetros deve ser considerada na determinação da capacidade de carga a adoptar.

No caso de fundações com estacas de grande diâmetro, é frequentemente impraticável a realização dos ensaios de carga em estacas experimentais de tamanho real. Nestes casos, as estacas experimentais podem ser de menor diâmetro, desde que:

- a) a relação de diâmetros entre as estacas experimentais e as estacas definitivas não seja inferior a 0,5;
- b) as estacas experimentais sejam construídas e instaladas por processos idênticos às estacas definitivas;
- c) as estacas experimentais sejam instrumentadas de forma a que, a partir das medições efectuadas, seja possível determinar separadamente as resistências de ponta e lateral.

Deve ter-se especial cuidado no uso deste procedimento no caso de estacas tubulares cravadas não obturadas, devido à influência do diâmetro na mobilização da resistência de ponta conferida pela formação de um rolhão de terreno na estaca.

RA 通常在計算群樁整體承載能力時，將該群樁整體作為一個大直徑之單樁。當使用樁來減少筏式基礎之沉降時，可使用與潛變點相對應之承載阻力進行結構之使用狀態分析。

三、在估計個別樁之極限承載能力時應考慮鄰近樁之潛在不利影響。

四、如果樁之持力層下臥有軟弱土層，應考慮該軟弱土層對基礎承載能力之影響。

五、當推導群樁之設計承載能力時，應考慮群樁中連接各樁之結構特性。

RA 如樁支承柔性結構，可認為承載能力最差之樁控制界限狀態之發生。

如樁支承剛性結構，可考慮結構荷載重新在樁間分佈之優點，只在足夠數量之樁一起破壞時才可能出現界限狀態。因此，不必考慮只有一根樁破壞之破壞模式。

應特別注意所支承結構之斜向荷載及偏心荷載而引起之邊樁之可能破壞。

### 第八十三條

#### 由樁荷載試驗得出極限承載能力

一、荷載試驗方法應符合第七十六條到七十九條及設計報告規定之要求。

二、所要試驗之試用樁應與組成基礎之樁之施工方法一致，並應置於同一土層。

RA 如試用樁之直徑與工作樁不同，在評估所取用樁之承載能力時，應考慮不同直徑樁之性能之可能差異。

在大直徑樁之情況下，進行原型試用樁之荷載試驗經常屬不實際。只要符合下列情況，可考慮進行較小直徑試用樁之荷載試驗：

- a) 試用樁／工作樁直徑之比不小於 0.5；
- b) 較小直徑之試用樁應與基礎樁以同一方法制作及施工；
- c) 試用樁之儀器應安裝成能夠從量測結果中分別得出樁側及樁底阻力。

由於樁徑對調動樁內土塞之端承力之影響，本方法在開口樁時應謹慎使用。

3. No caso de estacas sujeitas a atrito lateral negativo, a resistência da estaca, na rotura ou para um deslocamento correspondente à verificação do estado limite último, determinada dos resultados do ensaio de carga, é dada pela força medida na cabeça da estaca menos o valor mais desfavorável da resistência lateral de cálculo do estrato compressível.

RA — Durante o ensaio de carga é mobilizado atrito lateral positivo ao longo de toda a estaca, o qual deve ser considerado de acordo com o artigo 71.º A carga máxima a aplicar à estaca definitiva ensaiada deve ser superior à soma da carga de cálculo com o dobro da força prevista devida a atrito lateral negativo.

4. Para estimar o valor característico da capacidade de carga,  $R_{ck}$ , a partir dos resultados de ensaios de carga,  $R_c$ , de uma ou várias estacas, deve ter-se em conta a variabilidade do terreno e dos efeitos do método construtivo. Como requisito mínimo, ambas as condições a) e b) do Quadro 2 devem ser satisfeitas ao aplicar a equação:

$$R_{ck} = \frac{R_c}{\xi}$$

Quadro 2

Coefficientes de conversão  $\xi$  para obtenção de  $R_{ck}$

Número de ensaios de carga	1	2	> 2
a) Coeficiente $\xi$ afectando o valor médio de $R_c$	1,5	1,35	1,3
b) Coeficiente $\xi$ afectando o valor mínimo de $R_c$	1,5	1,25	1,1

RA — Na interpretação dos ensaios de carga em estacas, deve procurar-se separar a componente sistemática da componente aleatória da variabilidade do terreno. As variações sistemáticas podem ser tomadas em consideração mediante a divisão do local em diferentes zonas homogêneas, ou mediante a definição de uma tendência global em função da posição da estaca.

Os registos de construção das estacas a ensaiar devem ser verificados, devendo-se tomar em consideração qualquer desvio verificado em relação às condições normais de execução. Tais desvios podem ser parcialmente cobertos através de uma adequada escolha das estacas a ensaiar.

5. Para obter a capacidade de carga de cálculo, o valor característico  $R_{ck}$  deve ser decomposto nas parcelas  $R_{bk}$  e  $R_{lk}$  correspondentes, respectivamente, ao valor da resistência de ponta e da resistência lateral, de tal forma que:

$$R_{ck} = R_{bk} + R_{lk}$$

RA — A relação entre estas parcelas pode ser obtida a partir dos resultados dos ensaios de carga caso se proceda à sua medição, ou estimada usando os métodos referidos no artigo 84.º

6. A capacidade de carga de cálculo,  $R_{cd}$ , deve ser obtida através da equação:

$$R_{cd} = \frac{R_{bk}}{\gamma_b} + \frac{R_{lk}}{\gamma_l}$$

em que  $\gamma_b$  e  $\gamma_l$  são dados no Quadro 3.

三、在承受下拉力之樁基礎中，樁在破壞時之承載阻力、或者樁在等於由荷載試驗結果所確定之極限狀態位移時之承載阻力，應在樁頂測得之力減去在壓縮土層所測得之力、或者壓縮土層最不利之設計正摩阻力用值進行修正。

RA 在進行荷載試驗期間，正摩擦力會在樁全長範圍內發展，並應按第七十一條之規定考慮，作用於工作試樁上之最大作用荷載，應超過設計外力總和並加兩倍下拉力。

四、當從一根或幾根樁荷載試驗所測得之  $R_c$  值來推導極限承載能力特徵值  $R_{ck}$  時，由於地基條件及樁施工效果之變異性，應留有餘量，使用下列公式時起碼應同時滿足表二中之 a、b 條件。

$$R_{ck} = \frac{R_c}{\xi}$$

表二

推導  $R_{ck}$  之係數  $\xi$

荷載試驗數目	1	2	> 2
a) 平均 $R_c$ 值時係數 $\xi$	1,5	1,35	1,3
b) 最小 $R_c$ 值時係數 $\xi$	1,5	1,25	1,1

RA 在解釋樁之荷載試驗時，應區別地基土體系統及隨機之變化因素，基土變化之系統因素可由考慮不同區域有各自不同之條件，或現場位置基土變化之趨勢所造成。

應檢驗試樁之施打記錄，任何與正常施打情況差異之現象應予以解釋，這種變化差異可為正確選擇試樁之部分原因。

五、為了推導極限設計承載能力，特徵值  $R_{ck}$  應分成樁底阻力  $R_{bk}$  及樁側阻力  $R_{lk}$  兩部分，如下：

$$R_{ck} = R_{bk} + R_{lk}$$

RA 這些分量之大小可從荷載試驗結果中得出。例如：當已進行這些分量之量測或採用第八十四條之方法估算出。

六、可由下列公式得出設計承載能力  $R_{cd}$ ：

$$R_{cd} = \frac{R_{bk}}{\gamma_b} + \frac{R_{lk}}{\gamma_l}$$

式中  $\gamma_b$ 、 $\gamma_l$  兩值由表三得到

Quadro 3

Valores de  $\gamma_b$ ,  $\gamma_l$  e  $\gamma_t$ 

Factores parciais de segurança	$\gamma_b$	$\gamma_l$	$\gamma_t$
Estacas cravadas	1,3	1,3	1,3
Estacas moldadas	1,6	1,3	1,5
Estacas com trado contínuo	1,45	1,3	1,4

RA — Normalmente o ensaio de carga fornece os diagramas carga-assentamento e tempo-assentamento sem distinção entre resistência de ponta e resistência lateral. Assim, é frequentemente impossível fazer a distinção entre os factores parciais de segurança para obtenção dos valores de cálculo da resistência de ponta e da resistência lateral. Neste caso deve aplicar-se o factor parcial  $\gamma_t$ , cujos valores são dados no Quadro 3, ao valor característico da capacidade de carga limite.

## Artigo 84.º

## (Capacidade de carga com base em ensaios do terreno)

1. A capacidade de carga de cálculo de uma estaca  $R_{cd}$ , deve ser obtida através da equação:

$$R_{cd} = R_{bd} + R_{ld}$$

em que:

$R_{bd}$  é a resistência de ponta de cálculo;

$R_{ld}$  é a resistência lateral de cálculo.

2. Os valores de  $R_{bd}$  e  $R_{ld}$  são dados por:

$$R_{bd} = \frac{R_{bk}}{\gamma_b} \text{ e } R_{ld} = \frac{R_{lk}}{\gamma_l}$$

onde:

$$R_{bk} = q_{bk} A_b \text{ e } R_{lk} = \sum_{i=1}^n q_{lik} A_{li}$$

em que:

$R_{bk}$ ,  $R_{lk}$  são os valores característicos das resistências de ponta e lateral;

$A_b$  é a área nominal da base da estaca;

$A_{li}$  é a área lateral nominal da estaca na camada de terreno  $i$ ;

$q_{bk}$  é o valor característico da resistência de ponta por unidade de área;

$q_{lik}$  é o valor característico da resistência lateral por unidade de área na camada  $i$ .

3. Os valores de  $\gamma_b$  e  $\gamma_l$  são dados no Quadro 3.

4. Os valores característicos de  $q_{bk}$  e de  $q_{lik}$  devem ser calculados por intermédio de regras de cálculo que tenham como base correlações aceites entre resultados de ensaios de carga estática e de ensaios de campo ou de laboratório. Estas regras de cálculo

表三

 $\gamma_b$ 、 $\gamma_l$ 、 $\gamma_t$  數值

分項安全係數	$\gamma_b$	$\gamma_l$	$\gamma_t$
打入樁	1,3	1,3	1,3
鑽孔樁	1,6	1,3	1,5
連續旋螺鑽孔樁	1,45	1,3	1,4

RA 通常荷載試驗僅能提供樁荷載與沉降以及時間與沉降之間之曲線，不會區別樁尖與樁側阻力。因此，對於估計樁尖與樁側承載阻力設計值之分項係數進行區別通常為不可能。樁之極限承載能力特徵值  $R_{ck}$  分項安全係數，可取用表三中之  $\gamma_t$  值。

## 第八十四條

由土工試驗得出極限承載能力

一、樁之設計承載阻力  $R_{cd}$  可由下式求得：

$$R_{cd} = R_{bd} + R_{ld}$$

此處：

$R_{bd}$  設計樁底阻力

$R_{ld}$  設計樁側阻力

二、 $R_{bd}$ 、 $R_{ld}$  由下述兩式得到：

$$R_{bd} = \frac{R_{bk}}{\gamma_b} \text{ 與 } R_{ld} = \frac{R_{lk}}{\gamma_l}$$

式中：

$$R_{bk} = q_{bk} A_b \text{ 與 } R_{lk} = \sum_{i=1}^n q_{lik} A_{li}$$

此處：

$R_{bk}$ 、 $R_{lk}$  分別為樁底及樁側阻力特徵值

$A_b$  樁底公稱面積

$A_{li}$  樁在第  $i$  層土層處公稱面積

$q_{bk}$  樁底單位面積阻力特徵值

$q_{lik}$  第  $i$  層土層樁單位面積側摩阻力

三、 $\gamma_b$ 、 $\gamma_l$  值可從表三中得到。

四、特徵值  $q_{bk}$  及  $q_{lik}$  可從已建立之荷載試驗結果、與現場或室內土工試驗結果間之相關關係由計算獲得。這些計算原則應該

devem ser estabelecidas de tal forma que as capacidades de carga limite obtidas a partir dos valores característicos  $q_{bk}$  e  $q_{lik}$  não excedam, em termos médios, as capacidades de carga limites medidas, que foram usadas para estabelecer as correlações, divididas por 1,5.

5. As regras de cálculo devem ser definidas com base em experiência comparável, tal como definida no artigo 4.º

RA — Na análise da validade de uma regra de cálculo devem ser considerados os seguintes factores:

a) o tipo de solo, incluindo a composição granulométrica, a mineralogia, o coeficiente de uniformidade, a compactidade, a tensão de pré-consolidação, a compressibilidade e a permeabilidade;

b) A construção da estaca, incluindo o método de furação ou cravação (ou outro método de construção), o comprimento, o diâmetro e o tipo de material;

c) o método de ensaio do terreno.

6. Para cálculo da resistência de ponta de uma estaca deve considerar-se uma zona de terreno que se estende para cima e para baixo da ponta da estaca.

RA — A zona do terreno que influencia a resistência de ponta estende-se por uma zona de vários diâmetros acima e abaixo da ponta da estaca. No dimensionamento deve ter-se em consideração a eventual existência de uma camada de baixa resistência nesta zona, que pode ter uma grande influência na resistência de ponta da estaca.

Caso exista terreno de baixa resistência a uma profundidade inferior a 4 vezes o diâmetro base sob a ponta da estaca, deve tomar-se em consideração um mecanismo de rotura por punçoamento.

7. Para estacas cravadas tubulares ocas ou constituídas por dois perfis metálicos em U soldados, com aberturas superiores a 500 mm, sem quaisquer dispositivos no interior do tubo que assegurem a formação de um rolhão, a resistência de ponta deve ser limitada ao menor dos seguintes valores:

- a resistência ao corte entre o rolhão de terreno e a face interior do tubo;
- a resistência de ponta calculada usando a secção transversal da ponta da estaca.

8. Em estacas com ponta alargada com placas de tamanho superior à secção da estaca, deve ter-se em atenção o possível efeito adverso da existência da placa nas resistências de ponta e por atrito lateral.

#### Artigo 85.º

##### (Capacidade de carga com base em fórmulas de cravação)

1. Caso se utilizem fórmulas de cravação de estacas para determinação da capacidade de carga à compressão de estacas isoladas, a validade das fórmulas deve ter sido demonstrada através de evidências de bom comportamento experimental prévio ou através de ensaios de carga estática realizados no mesmo tipo de estaca, com o mesmo comprimento e secção e em condições de terreno semelhantes.

2. Só podem ser utilizadas fórmulas de cravação de estacas caso seja conhecida a estratificação do terreno.

3. O projecto deve especificar o número de estacas a recravar. Caso as estacas recravadas forneçam resultados mais baixos, devem ser estes os utilizados para determinação da capacidade de carga. Caso os resultados da recravação sejam mais altos, tal facto pode ser tido em consideração.

使利用特徵值  $q_{bk}$  及  $q_{lik}$  所獲得之極限承載能力，平均不超過用來建立相關關係所測得之極限承載阻力除以 1.5。

五、應根據第四條中定義之類似經驗來建立計算原則。

RA 在評估計算原則之有效性時，應考慮下列因素：

- a) 土體類型，包括級配、礦物成分、稜角性、密度、超固結、壓縮性及滲透性；
- b) 樁之施工，包括鑽孔及打樁方法（或其他施工方法），樁長、樁徑及材料；
- c) 土體之試驗方法。

六、當計算樁底阻力時，應考慮樁底上下區域土體之強度。

RA 影響端承力之基土範圍在樁尖上下幾個直徑範圍內，在設計中，應注意該區域內對樁之端承力有很大影響之軟弱土層。

如樁尖以下四倍樁底直徑範圍內出現軟弱土層，應考慮樁之刺入式破壞機理。

七、對於大於500mm之開口打入式管樁或箱形樁，如管內或箱內沒有特別構造來引起土塞，其端承力應限制為下列兩者中較小之數值：

- 土塞及管形或箱形樁內表面之剪切阻力；
- 用樁底斷面積推導出之端承力。

八、如果裝有超大尺寸底板，應考慮該超大尺寸底板對樁底及樁側阻力之不利影響。

#### 第八十五條

##### 由打樁公式得出極限承載能力

一、如果採用打樁公式來估算基礎中個別承壓樁之極限承載能力，該公式之有效性應預先獲得由同類樁型、類似長度及斷面積，以及相類似地土條件下，具有良好性能之試驗數據證實，或靜荷載試驗來證實。

二、打樁公式僅適用於地基土分層已確知之情況。

三、在設計中，應指定複打樁之數量，如複打得到較小數值，應用作評估極限承載阻力之依據，如複打得到較大數值，可考慮該數值。

RA — De um modo geral, deve proceder-se a recavação em solos siltosos, excepto se experiência comparável local tiver mostrado que tal é desnecessário.

#### Artigo 86.º

##### (Capacidade de carga com base na equação da onda)

1. No caso de se utilizar a análise da equação de propagação de ondas para determinação da capacidade de carga de estacas isoladas em compressão, o método de análise deve ter sido previamente validado através de evidente boa adequação ou através de ensaios de carga estática no mesmo tipo de estaca, com o mesmo comprimento e secção, e em condições de terreno semelhantes. O nível de energia fornecido durante o ensaio de carga dinâmica deve ser suficientemente elevado para permitir uma adequada interpretação da capacidade de carga da estaca para um nível de deformação elevado.

2. Os parâmetros utilizados na análise baseada na equação da onda podem ser sujeitos a modificações caso sejam executados ensaios de carga dinâmica em estacas experimentais.

RA — Os ensaios de carga dinâmica podem fornecer valiosa informação sobre o comportamento real do martelo e sobre os parâmetros dinâmicos do terreno.

3. De um modo geral a análise baseada na equação da onda só se deve realizar no caso de a estratificação do terreno ter sido investigada mediante sondagens e ensaios de campo.

#### Artigo 87.º

##### (Assentamentos)

1. Os assentamentos para estados limites últimos ou de utilização devem ser determinados e comparados com os valores limites das deformações relevantes indicados no artigo 15.º

2. Nos casos em que possam ocorrer estados limites últimos na estrutura suportada antes da capacidade de carga das estacas ser totalmente mobilizada, os procedimentos indicados no artigo 83.º para obtenção dos valores característicos e de cálculo devem ser também aplicados a toda a curva carga-assentamento, com os mesmos valores numéricos para os factores parciais e o mesmo tratamento do atrito lateral negativo.

3. A quantificação do assentamento deve incluir as seguintes componentes:

- a) assentamento da estaca isolada;
- b) assentamento adicional devido ao efeito de grupo.

A análise dos assentamentos deve incluir uma estimativa dos assentamentos diferenciais que se prevê ocorrerem.

#### SECÇÃO VI

##### Estacas à tracção

#### Artigo 88.º

##### (Generalidades)

O projecto de estacas à tracção deve ser coerente com as regras de cálculo apresentadas nos artigos 80.º a 87.º, sempre que

RA 除非當地類似經驗顯示沒有必要，否則在粉土地基中通常應進行複打。

#### 第八十六條

##### 由波動方程分析得出極限承載能力

一、凡是利用波動方程分析，估算個別承壓樁之承載能力時，該等分析需經相同樁型、類似樁長及斷面尺寸以及相似地基條件下，先前可接受性能之証實、或需經靜荷載試驗來佐證其有效性。動載試驗時之輸入能量應足夠大，以便允許在相應足夠大之樁身應變時，對樁之承載能力作出適當解釋。

二、波動方程分析中之輸入參數可由試用樁所進行之動載試驗修正。

RA 動載試驗可使對樁錘性能及動力土參數有更多之認識。

三、波動方程分析通常僅適用於通過鑽孔及現場試驗已清楚地基分層之情況。

#### 第八十七條

##### 沉降

一、應估算使用界限狀態及極限狀態之沉降數值，並應將該沉降數值及按第十五條所給予之相應移動限制值進行比較。

二、如樁之極限承載力在沒有充分發揮前已經出現所支承結構的極限狀態，第八十三條用來推導特徵值及設計值之程序也適用於整條荷載沉降曲線，並使用同一係數及對下拉力同樣處理。

三、沉降之估算應包括下列因素：

- a) 單樁沉降；
- b) 由群樁效應引起之附加沉降。

沉降分析應包括對可能出現之差異沉降之估算。

#### 第六節

##### 承拉樁

#### 第八十八條

##### 總則

承拉樁之設計應盡量與第八十條至第八十七條所規定之設計原則一致。本節所述之特指承拉樁基礎之設計原則。

tal for aplicável. Nesta secção apresentam-se as regras de cálculo específicas para fundações envolvendo estacas à tracção.

Artigo 89.º

(Verificação relativamente à resistência à tracção)

1. A fim de demonstrar que a fundação suporta a carga de cálculo com adequada segurança em relação à rotura por tracção, deve ser respeitada, para todas as hipóteses de carga e combinações de acções respeitantes a estados limites últimos, a seguinte relação:

$$F_{td} \leq R_{td}$$

em que:

$F_{td}$  é a carga axial de tracção de cálculo correspondente ao estado limite último;

$R_{td}$  é a resistência de cálculo a cargas axiais de tracção da fundação por estacas, correspondente ao estado limite último.

2. No caso de estacas à tracção devem considerar-se dois mecanismos de rotura:

- a) arrancamento da estaca do terreno;
- b) levantamento do bloco de terreno que contém as estacas.

RA — No caso de estacas à tracção isoladas ou de grupos de estacas à tracção, a rotura pode ocorrer por arrancamento de um cone de terreno, especialmente no caso de estacas com a ponta alargada ou penetrando em rocha.

3. A fim de demonstrar que há adequada segurança em relação à rotura por levantamento do bloco de terreno que contém as estacas, como se ilustra na Figura 1, a seguinte relação deve ser respeitada para todas as hipóteses de carga e combinações de acções respeitantes a estados limites últimos:

$$F_{td} \leq W_d - (F_{2d} - F_{1d}) + R_{vd}$$

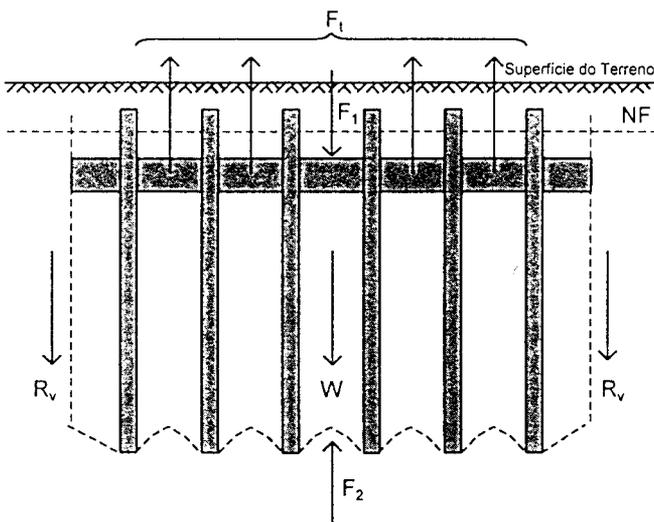


Figura 1

Rotura por levantamento de um grupo de estacas à tracção

em que:

$F_{td}$  é a carga axial de tracção de cálculo actuando no grupo de estacas;

第八十九條  
極限抗拉能力之驗正

一、為了證明基礎在設計荷載作用下具有足夠之抗拉破壞安全係數，所有極限狀態荷載情況及荷載組合均應滿足下列不等式：

$$F_{td} \leq R_{td}$$

此處：

$F_{td}$  極限狀態時軸向設計拉力荷載；

$R_{td}$  樁基礎極限狀態時設計抗拉承載力。

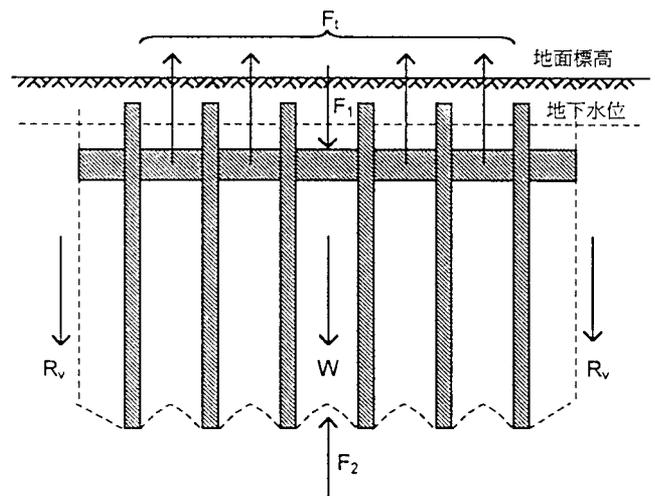
二、對承拉樁，應考慮兩種破壞機理：

- a) 樁從土體中拔出；
- b) 包含有樁之整塊土體被拔起。

RA 對於單獨之承拉樁或承拉群樁，尤其在擴大樁底或樁尖嵌入岩體之樁，可能會出現錐形土體被拉出之破壞。

三、為了保證有足夠安全係數，來防止承拉樁及周圍土體整體如圖一所示被拔起，所有極限狀態荷載情況及荷載組合應滿足下列不等式：

$$F_{td} \leq W_d - (F_{2d} - F_{1d}) + R_{vd}$$



圖一承拉群樁之上拔破壞

此處：

$F_{td}$  作用於群樁上之設計拉力荷載；

$W_d$  é o valor de cálculo do peso do bloco de terreno (incluindo a água) e das estacas;

$R_{vd}$  é o valor de cálculo da resistência ao corte nas superfícies laterais do bloco de terreno;

$F_{1d}$  é o valor de cálculo da força de sentido descendente devida à pressão da água no topo da fundação por estacas;

$F_{2d}$  é o valor de cálculo da força de sentido ascendente devida à pressão da água na base do bloco de terreno.

RA — Normalmente o efeito de bloco condiciona a resistência à tracção de cálculo caso a distância entre as estacas seja igual ou inferior à raiz quadrada do produto do comprimento da estaca pelo seu diâmetro.

4. O efeito de grupo, que pode reduzir a tensão vertical efectiva no terreno e portanto diminuir a resistência ao longo da superfície lateral das estacas de um grupo consideradas individualmente, deve ser tido em consideração na determinação da resistência à tracção de um grupo de estacas.

5. Devem ser tidos em consideração os importantes efeitos adversos que cargas cíclicas e a inversão do sentido da carga têm na resistência à tracção.

RA — A experiência comparável baseada em ensaios de carga de estacas deve ser aplicada para ter em conta este efeito.

$W_d$  設計基土塊體重量（包括水重）及樁之重量；

$R_{vd}$  基土塊體周邊所產生之設計抗剪力；

$F_{1d}$  樁基礎頂面由水壓力所引起之設計向下荷載；

$F_{2d}$  基土塊體底面由水壓力所引起之設計向上荷載。

RA 一般情況下，如樁間距離等於或小於樁長與樁徑乘積之平方根，基土塊體上拔效應將控制抗拉能力。

四、群樁效應可能會減小土體中之有效垂直應力，因而減小群樁中單樁之樁側阻力，因此當估算群樁之抗拉能力時，應考慮群樁效應。

五、應考慮循環荷載及反向荷載對樁之抗拉能力之嚴重不利影響。

RA 應採用以樁荷載試驗為基礎之類似經驗評估該影響。

Artigo 90.º

**(Resistência limite à tracção com base em ensaios de carga em estacas)**

1. Os ensaios de carga de estacas para determinação da resistência limite à tracção,  $R_v$ , de uma estaca isolada devem ser realizados de acordo com os artigos 76.º a 79.º, tendo em atenção as cláusulas estipuladas no artigo 83.º

2. Para estimar o valor característico da resistência limite à tracção,  $R_{vk}$ , a partir dos resultados de ensaios de carga,  $R_v$ , de uma ou mais estacas, deve ter-se em conta a variabilidade do terreno e dos efeitos do método construtivo. Como requisito mínimo, ambas as condições a) e b) do Quadro 4 devem ser satisfeitas ao aplicar a equação:

$$R_{vk} = \frac{R_v}{\xi}$$

Quadro 4

Coefficientes de conversão  $\xi$  para obtenção de  $R_{vk}$

Número de ensaios de carga	1	2	>2
a) Coeficiente $\xi$ afectando o valor médio de $R_{ct}$	1,5	1,35	1,3
b) Coeficiente $\xi$ afectando o valor mínimo de $R_{ct}$	1,5	1,25	1,1

RA — Normalmente, em estacas que vão ser submetidas a tracção, deve ensaiar-se mais do que uma estaca. No caso de um grande número de estacas à tracção, deve ensaiar-se pelo menos 2%.

Os registos de construção das estacas a ensaiar devem ser verificados, devendo tomar-se em consideração qualquer desvio verificado em relação às condições normais de execução.

第九十條

由樁荷載試驗得出極限抗拉能力

一、應按照第七十六條至七十九條之規定並適當考慮第八十三條之規定，進行確定單樁極限抗拉能力  $R_v$  之荷載試驗。

二、當從一根或幾根樁荷載試驗所測得之  $R_v$  值來推導極限抗拉能力特徵值  $R_{vk}$  時，由於地基條件與樁施工效果之變異性，應留有餘量，使用下列公式時起碼應同時滿足表四中之 a、b 條件。

$$R_{vk} = \frac{R_v}{\xi}$$

表四

推導  $R_{vk}$  之係數  $\xi$

荷載試驗數目	1	2	>2
a) 平均 $R_{ct}$ 值時係數 $\xi$	1,5	1,35	1,3
b) 最小 $R_{ct}$ 值時係數 $\xi$	1,5	1,25	1,1

RA 一般情況下，當樁承受拉力荷載時，應進行多於一根樁之試驗。當有大量受拉樁時，應試驗起碼 2% 之樁。

應檢查試驗樁之打樁記錄，應在樁之荷載試驗結果中解釋任何有異於正常施工情況之現象。

3. O valor de cálculo da resistência à tracção obtém-se a partir de:

$$R_{td} = \frac{R_{tk}}{\gamma_m}$$

em que  $\gamma_m = 1,6$ .

4. O efeito de interacção em grupos de estacas deve ser considerado quando se obtém a resistência à tracção a partir dos resultados de ensaios de carga em estacas isoladas.

#### Artigo 91.º

##### (Resistência limite à tracção com base em ensaios do terreno)

1. Só devem ser utilizados métodos de cálculo baseados nas características do terreno no caso de eles terem sido comprovados por ensaios de carga em estacas semelhantes, de comprimento e secção semelhantes, e em condições de terreno comparáveis.

2. O valor de cálculo da resistência à tracção de uma estaca isolada ou de um grupo de estacas, obtido a partir dos parâmetros de resistência do terreno, deve ser determinado tomando em consideração a resistência ao corte entre a estaca e o terreno nas camadas que contribuem para a resistência à tracção da estaca.

#### Artigo 92.º

##### (Deslocamento vertical)

Os deslocamentos verticais nas condições correspondentes a estados limites de utilização devem ser determinados e comparados com os valores limites relevantes do deslocamento.

RA — Esta determinação deve seguir os princípios gerais enunciados no artigo 87.º Em geral, a verificação relativamente à rotura por tracção assegura que os deslocamentos verticais não causam danos à estrutura e que não ocorre um estado limite de utilização. No entanto, em algumas situações, os critérios correspondentes ao estado limite de utilização podem ser muito severos, sendo necessária uma verificação dos deslocamentos em separado.

## SECÇÃO VII

### Estacas carregadas transversalmente

#### Artigo 93.º

##### (Generalidades)

O projecto de estacas sujeitas a carregamento transversal deve ser coerente com as regras de projecto apresentadas nos artigos 80.º a 87.º, sempre que tal for aplicável. Nesta secção apresentam-se as regras de cálculo específicas para fundações envolvendo estacas sujeitas a carregamento transversal.

#### Artigo 94.º

##### (Verificação relativamente à resistência a cargas transversais)

1. A fim de demonstrar que a fundação pode suportar a carga transversal de cálculo com adequada segurança em relação à rotura, a seguinte relação deve ser respeitada para todas as hipóteses de carga e combinações de acções respeitantes a estados limites últimos:

三、設計抗拉能力  $R_{td}$  應從下式得到：

$$R_{td} = \frac{R_{tk}}{\gamma_m}$$

式中： $\gamma_m = 1.6$

四、當從單樁荷載試驗結果推導群樁之抗拉能力時，應考慮樁間之相互作用。

#### 第九十一條

由土工試驗得出極限抗拉能力

一、得自土工試驗結果之計算方法，僅能在類似樁型、樁長、截面積及類似地基條件下之荷載試驗證實為有效時，才可使用。

二、利用土之強度參數來求出承拉單樁或承拉群樁之抗拉能力設計值之估算，應考慮形成樁之抗拉能力之土體中，樁與土體間之剪切強度。

#### 第九十二條

垂直位移

應估算使用界限狀態之垂直位移，並與相應位移之限制數值進行比較。

RA 應按第八十七條之總原則進行估算，通常對極限抗拉能力之檢查會保證垂直位移不會導致結構之破壞或出現使用界限狀態。然而，在某些情況下，可能會有非常嚴格之使用界限狀態標準，因而可能需要對位移進行分別檢驗。

#### 第七節

##### 橫向受力樁

#### 第九十三條

總則

承受橫向荷載之樁之設計應與第八十條到第八十七條規定之設計原則一致，本節所述之特指橫向受力樁基礎之設計原則。

#### 第九十四條

極限橫向承載能力之驗正

一、為了證明基礎能夠承受橫向設計荷載，並有足夠安全度抵抗破壞，各種極限狀態荷載情況與荷載組合應滿足下列不等式：

$$F_{vd} \leq R_{vd}$$

$$F_{vd} \leq R_{vd}$$

em que:

$F_{vd}$  é a carga transversal de cálculo correspondente ao estado limite último;

$R_{vd}$  é a resistência de cálculo a cargas transversais da fundação por estacas, correspondente ao estado limite último, tomando em consideração o efeito de quaisquer cargas axiais de compressão ou tracção.

RA — Deve considerar-se um dos seguintes mecanismos de rotura:

- a) para estacas curtas, rotação ou translação de corpo rígido;
- b) para estacas longas e esbeltas, rotura da estaca por flexão acompanhada de cedência localizada e deslocamento do solo na parte superior da estaca.

2. Na determinação da resistência de estacas sujeitas a carregamento transversal deve considerar-se o efeito de grupo.

3. A aplicação de um carregamento transversal a um grupo de estacas pode dar origem a uma combinação de forças de compressão, de tracção e transversais nas estacas.

#### Artigo 95.º

##### (Resistência a cargas transversais com base em ensaios de carga em estacas)

1. Os ensaios de carga com deslocamento horizontal de cabeça das estacas devem ser realizados de acordo com os artigos 76.º a 79.º, tendo em atenção as cláusulas estipuladas no artigo 83.º, no que for aplicável.

RA — Contrariamente ao procedimento descrito no artigo 77.º para os ensaios de carga, não é normalmente necessário levar até um estado de rotura os ensaios em estacas carregadas transversalmente. O valor e a linha de acção da carga de ensaio devem simular o carregamento de cálculo da estaca.

2. A escolha do número de estacas a ensaiar e a determinação da resistência de cálculo a forças transversais a partir de valores de ensaios de carga deve ter em conta a variabilidade do terreno, particularmente na sua zona superior e numa espessura de poucos metros.

RA — Os registos de construção das estacas a ensaiar devem ser verificados, devendo tomar-se em consideração na interpretação dos resultados qualquer desvio verificado em relação às condições normais de execução. Para grupos de estacas, o efeito da interacção e o grau de encastamento da cabeça da estaca no maciço de encabeçamento devem ser tomados em consideração para cálculo da resistência transversal a partir de resultados de ensaios de carga em estacas isoladas.

#### Artigo 96.º

##### (Resistência a cargas transversais com base em ensaios do terreno e em parâmetros de resistência da estaca)

1. A resistência transversal de uma estaca ou de um grupo de estacas deve ser calculada utilizando um conjunto compatível de momentos flectores, esforços transversos, reacções do terreno e deslocamentos.

此處：

$F_{vd}$  極限狀態時軸向設計橫向荷載；

$R_{vd}$  樁基礎極限狀態時軸向設計橫向承載能力，考慮所有軸向壓力或拉力之影響。

RA 應考慮下列其中一種破壞機理：

- a) 對短樁而言，像剛體般轉動或移動；
- b) 對長細樁而言，伴隨著局部屈服及樁頂附近土體位移之抗彎破壞。

二、當估算橫向受力樁之承載能力時，應考慮群樁效應。

三、當樁群受橫向荷載時，可能對樁產生壓力，拉力及橫力之組合情況。

#### 第九十五條

由樁荷載試驗得出極限橫向承載能力

一、樁頂水平位移測試應按照第七十六條至第七十九條之規定，並適當參考第八十三條之規定進行。

RA 與第七十七條敘述之荷載試驗程序不同，通常不必將樁之橫向荷載試驗進行至破壞狀態。試驗荷載之大小及作用方向應模擬樁之設計受荷情況。

二、在選擇試樁數量及由荷載試驗結果推導樁之設計橫向承載能力時，考慮到地基土體，尤其是樁頂幾米範圍土體之變異性，應留有餘量。

RA 應檢查關於試樁施工之資料，任何有異於正常施工情況之現象應在樁之荷載試驗結果中解釋。當從單樁試驗結果推導群樁之橫向承載能力時，應考慮樁間橫向相互作用與樁頂連接情況。

#### 第九十六條

由土工試驗結果及樁之強度參數得出極限橫向承載能力

一、應採用一套相適應之結構彎矩、剪力、地基抗力及位移來計算單樁或群樁之橫向承載能力。

2. A análise de estacas carregadas transversalmente deve incluir a possibilidade de rotura estrutural da estaca na zona próxima da superfície do terreno, de acordo com o artigo 98.º

RA — O cálculo da resistência a cargas transversais de estacas longas e esbeltas pode ser efectuado considerando uma viga carregada na extremidade e apoiada num meio deformável caracterizado por um módulo de reacção horizontal.

3. O grau de liberdade de rotação das estacas na ligação à estrutura deve ser tido em consideração para cálculo da resistência transversal das estacas.

#### Artigo 97.º

##### (Deslocamento transversal)

A determinação do deslocamento transversal do topo de uma fundação por estacas deve ter em consideração:

- a) a rigidez do terreno e a sua variação com o nível das deformações;
- b) a rigidez à flexão das estacas isoladas;
- c) a transmissão de momentos das estacas na ligação com a estrutura;
- d) o efeito de grupo;
- e) o efeito de inversão da carga e de carregamento cíclico.

### SECÇÃO VIII

#### Cálculo estrutural e supervisão da construção

#### Artigo 98.º

##### (Cálculo estrutural das estacas)

1. As estacas devem ser verificadas relativamente à rotura estrutural de acordo com os artigos 10.º a 15.º

RA — Para as estacas preesforçadas, centrifugadas, de betão de alta-resistência (usualmente designadas por estacas PHC), recomenda-se a utilização da Norma Industrial Japonesa JIS A 5337.

2. A estrutura das estacas deve ser projectada por forma a ter em conta todas as situações a que as estacas são sujeitas, tanto durante a construção, incluindo transporte e cravação quando tal for o caso, como em serviço. As estacas sujeitas a cargas de tracção devem ser calculadas para suportar, quando necessário, a força de tracção total ao longo de todo o seu comprimento.

3. O cálculo estrutural deve tomar em consideração as tolerâncias de construção especificadas para o tipo de estaca, as componentes das acções e o comportamento da fundação.

4. As estacas esbeltas que atravessem água ou depósitos espessos de material de muito baixa resistência devem ser verificadas relativamente a fenómenos de encurvadura.

RA — Não é provável a ocorrência de encurvadura em estacas completamente embebidas no terreno.

De acordo com a prática corrente, deve verificar-se a possibilidade de ocorrência de encurvadura em estacas instaladas em camadas de solo com resistência ao corte sem drenagem característica inferior a 15 kPa.

二、根據第九十八條之規定，橫向受力樁之分析應包括地面以下，在地基土中樁之可能結構破壞。

RA 長細樁之橫向受荷能力計算，可採用作用於端部，並以水平基層反力模數為特徵之變形介質，所支承之樁之理論來進行。

三、當估算樁之橫向承載能力時，應考慮樁連接結構之轉角自由程度。

#### 第九十七條

##### 橫向位移

樁基礎頂部之橫向位移之估算應考慮下列因素：

- a) 地基土體之剛度及其之在不同應變水平之變化；
- b) 單樁之抗彎剛度；
- c) 樁在與結構連接處之固定彎矩；
- d) 群樁效應；
- e) 反向荷載或循環荷載之影響。

### 第八節

#### 樁之結構設計及施工監督

#### 第九十八條

##### 樁之結構設計

一、樁對結構破壞之校核應符合第十條至第十五條之規定。

RA 先張法高強度離心混凝土管樁（通常稱作 PHC 樁）之質量要求建議按照日本工業規範 JIS A 5337 執行。

二、樁之結構應設計成能夠承受施工期間及使用階段，包括運輸及打樁時之各種荷載情況。如有必要，承受拉力荷載之樁應設計成樁身全長範圍內，均能承受全部拉力。

三、結構設計應能適應該類樁所規定之施工允許誤差，作用力分量，以及其基礎性能。

四、穿過水體或很軟弱之厚沉積土之細長樁，應檢查樁之壓屈穩定。

RA 完全埋沒於基土中之樁，不太可能發生壓屈破壞。

根據已有之經驗，在特徵不排水強度小於15kPa之土層中，應檢查樁之壓屈穩定。

## Artigo 99.º

## (Supervisão da construção)

1. A construção deve ter como base um plano de construção das estacas.

RA — O plano deve fornecer as seguintes informações de projecto:

- a) o tipo de estaca com a designação de acordo com as normas ou com o documento técnico de aprovação;
- b) a localização e a inclinação de cada estaca e as tolerâncias de posicionamento;
- c) a secção transversal da estaca;
- d) o comprimento da estaca;
- e) o número de estacas;
- f) a capacidade de carga exigida;
- g) a cota da ponta da estaca (relativamente a uma cota de referência no local da obra ou na sua vizinhança) ou a resistência à penetração exigida;
- h) a sequência de construção;
- i) obstruções conhecidas;
- j) quaisquer outras limitações às actividades de construção das estacas.

2. Deve observar-se a construção de todas as estacas, devendo proceder-se ao registo no local da obra das observações efectuadas, à medida que as estacas vão sendo construídas. Para cada estaca deve existir um registo assinado pelo supervisor do trabalho e pelo construtor da estaca.

RA — O registo para cada estaca deve incluir, quando apropriado, as seguintes informações:

- a) o tipo de estaca e o equipamento de construção ou instalação;
- b) o número da estaca;
- c) a secção transversal, o comprimento e, em estacas de betão, a armadura;
- d) a data e a hora de construção (incluindo interrupções do processo construtivo);
- e) a composição do betão, o volume de betão utilizado e o método de colocação no caso de estacas moldadas;
- f) o peso volúmico, o pH, a viscosidade de Marsh e o teor em finos das suspensões bentoníticas (quando utilizadas);
- g) as pressões de bombagem da calda ou do betão, os diâmetros interno e externo, o passo do trado e o avanço por volta (para estacas contínuas de trado ou outras estacas injectadas);
- h) para estacas cravadas, os valores das medições da resistência à cravação, tais como o peso e a altura de queda ou a potência do martelo, a frequência das pancadas e número de pancadas pelo menos para os últimos 0,25 m de penetração;
- i) a energia de arranque dos vibradores (quando utilizados);
- j) o binário do motor utilizado na furação (quando utilizado);
- k) para estacas moldadas, os estratos encontrados no processo de furação e a condição da base, caso o comportamento da base seja crítico;
- l) obstruções encontradas durante a execução das estacas;
- m) desvios de posição e de direcção, e cotas após a construção.

## 第九十九條

## 施工監督

一、樁基礎之施工計劃是工程施工之基礎。

RA 該計劃應提供下列設計資料：

- a) 標準或技術上核准之指定樁型；
- b) 各樁之位置，傾斜情況以及其允許誤差；
- c) 樁之橫斷面尺寸；
- d) 樁長；
- e) 樁數；
- f) 所需要樁之持荷能力；
- g) 樁尖標高(參考現場附近之固定基準)，或所需之貫入阻力；
- h) 樁之施工程序；
- i) 已知障礙物；
- j) 任何對打樁活動有限制之條件。

二、應觀察樁之施工，當樁施打後應在現場完成打樁記錄，每根樁都應保存具有工程監督人員及樁制作者簽名之記錄。

RA 每根樁之記錄應適當包括下列內容：

- a) 樁型及打樁設備；
- b) 樁數；
- c) 樁斷面、長度及配筋(對混凝土樁)；
- d) 打樁日期及時間(包括施工程序之中斷)；
- e) 對場鑄樁來說，混凝土配合比，使用之體積，及澆灌方法；
- f) 混凝土容重、pH值、Marsh粘滯度及皂土泥漿之粘粒含量(若使用時)；
- g) 砂漿或混凝土漿之泵壓力，內外直徑，螺距及每轉貫入深度(指連續螺旋鑽孔樁或其他噴射樁)；
- h) 打入樁之打樁阻力數值量測，如錘重、樁錘落距或錘擊能量，及起碼最後0.25m貫入深度之錘擊頻率及錘擊數；
- i) 振動錘之起跳能量(如使用時)；
- j) 作用於鑽孔馬達上之扭轉力矩(如使用時)；
- k) 鑽孔樁在鑽孔時所達到之土層及其孔底情況，如孔底特性很關鍵時；
- l) 打樁時所遇到之障礙；
- m) 樁位、斜向及竣工標高等之偏差。

3. Os registos devem ser guardados por um período de pelo menos 5 anos contado a partir do fim dos trabalhos. Os planos com registos da situação após a construção devem ser compilados depois da finalização da construção das estacas e conservados com os documentos de construção.

4. Se as observações no local ou a inspecção dos registos revelar incertezas no que respeita à qualidade das estacas construídas, devem levar-se a cabo investigações adicionais para determinar as condições das estacas construídas e se são necessários trabalhos de reparação. Estas investigações devem incluir quer recravação quer ensaios de integridade de estacas, em combinação com ensaios de campo de mecânica dos solos na vizinhança das estacas sobre as quais existem suspeitas, bem como ensaios de carga estática.

5. Devem realizar-se ensaios para verificação da integridade das estacas cuja qualidade seja sensível ao processo de construção, caso estes processos não possam ser observados de uma forma fiável.

RA — Podem utilizar-se ensaios de integridade dinâmicos de deformações reduzidas, para uma avaliação global de estacas que possam ter defeitos severos ou que possam ter causado uma importante perda de resistência no solo durante a construção. Em fundações de edifícios classificados, de acordo com o artigo 5.º do Regulamento de Segurança contra Incêndios, nas classes de altura A (altura entre 20,5 m e 50 m, inclusive) e Ma (altura superior a 50 m), devem realizar-se ensaios de integridade dinâmicos de deformações reduzidas, em 50% e 100% das estacas, respectivamente.

Uma vez que defeitos, tais como qualidade insuficiente do betão ou recobrimento insuficiente, que afectam o comportamento a longo prazo da estaca, não podem frequentemente ser detectados por ensaios dinâmicos, pode ser necessário, para uma supervisão adequada da execução, realizar outros ensaios tais como ensaios sónicos, ensaios de vibração ou perfuração com colheita de amostra.

## ANEXO I

### Simbologia

#### Letras latinas maiúsculas

A área

F acção (força)

R resistência (força)

W peso

X propriedade do terreno

#### Letras latinas minúsculas

c' coesão em termos de tensões efectivas

c<sub>u</sub> resistência ao corte sem drenagem

q resistência (por unidade de área)

s assentamentos

#### Letras gregas minúsculas

$\gamma$  factor parcial de segurança

$\delta$  ângulo de atrito entre o terreno e um elemento da fundação

$\phi$  ângulo de atrito do terreno

$\xi$  coeficiente para estimativa de um valor característico

三、樁之記錄應至少保存至工程完工後五年，打樁完工後應歸檔竣工記錄圖並與施工文件一起保存。

四、如現場觀測或檢測記錄顯示樁之施工質量方面有不確定因素時，應進行另外之調查，確定已竣工樁之情況，及是否需採取補救措施。這些調查應結合可疑樁鄰近之土力學現場試驗、樁之復打或樁之完整性試驗、以及樁之靜荷載試驗等。

五、如樁之施工程序不能用可靠方法監控，那些樁質量對施工程序敏感之樁之完整性，應使用試驗進行檢查。

RA 動態小應變完整性試驗可用於對那些可能有嚴重缺陷之樁，或在施工期間可能導致土體強度嚴重損失之樁作總體上之評估。對建築物之基礎，根據防火安全條例第五條，屬於 A 級高度（高度介於 20.5m 及 50m 間，包括）與 MA 級（高於 50m），應分別對樁進行 50% 及 100% 之動態小應變完整性試驗。

但是，如混凝土質量不夠好，混凝土保護層厚度不足等缺陷，會影響樁之長期性能，而經常不能由動力試驗所發現，因此可能需要其他試驗幫助執行監督工作，如超聲波檢查，振動試驗或取芯樣等。

## 附件一 符號

### 拉丁大寫字母

A 面積

F 作用力（力）

R 阻力（力）

W 重量

X 基土特徵值

### 拉丁小寫字母

c' 有效內聚力

c<sub>u</sub> 不排水剪切強度

q 強度（單位面積）

s 沉降

### 希臘小寫字母

$\gamma$  分項安全係數

$\delta$  地基與基礎構件之間之剪切角

$\phi$  剪切角

$\xi$  估計特徵值所使用之係數

*Índices*

- b base de uma estaca  
 c compressão  
 d valor de cálculo de uma grandeza  
 k valor característico de uma grandeza  
 l fuste de uma estaca  
 n normal, vertical  
 p impulso passivo  
 t total, tracção  
 v de corte, transversal

## 下標

- b 樁底面  
 c 壓力  
 d 參數之設計值  
 k 參數之特徵值  
 l 樁身  
 n 正向，垂直方向  
 p 被動力  
 t 總值，張力  
 v 剪切力，橫向

## ANEXO II

**Lista para supervisão da construção e observação do comportamento**

RA — A lista que se segue contém os pontos mais importantes que devem ser considerados na supervisão da construção e na observação do comportamento de uma estrutura geotécnica na sua totalidade. A importância destes pontos varia de obra para obra. A lista não é exaustiva. Os pontos que se referem a aspectos específicos de engenharia geotécnica ou a tipos específicos de obras encontram-se descritos em capítulos deste Regulamento.

*Supervisão da construção**Aspectos gerais que necessitam de verificação*

1. Verificação das condições do terreno, do local, e do esquema geral da estrutura.
2. Caudal subterrâneo e regime de pressões intersticiais; efeitos do rebaixamento do nível freático; eficácia das medidas de controlo da percolação; processo de erosão interna; composição química da água do terreno; potencial de corrosão.
3. Movimentos, cedência, estabilidade das paredes da escavação e da base; sistemas de suporte temporário; efeito em prédios vizinhos e instalações; medições dos impulsos de terras nas estruturas de suporte; medições de variações das pressões intersticiais resultantes de escavação ou de carregamento.
4. Segurança do pessoal tendo em consideração os estados limites geotécnicos.

*Escoamento e pressões intersticiais*

5. Adequação de sistema para assegurar o controlo das pressões intersticiais em todos os aquíferos em que o excesso das pressões pode afectar a estabilidade dos taludes e a base da escavação, incluindo as pressões artesianas em aquíferos abaixo da escavação; remoção da água resultante dos sistemas de rebaixamento; rebaixamento do nível freático em toda a escavação para impedir estados movedições, erosão interna e perturbação do terreno causada pelo equipamento construtivo; desvio e remoção de águas da chuva ou de outras águas superficiais.

6. Eficiência e operacionalidade dos sistemas de rebaixamento durante todo o período de construção, considerando a incrustação das telas filtrantes e a siltagem dos poços ou fossas; desgaste e obturação das bombas.

7. Controlo do rebaixamento para evitar perturbações nas estruturas ou em áreas anexas; observações dos níveis piezométricos: eficácia; operacionalidade e manutenção de eventual sistema de recarga.

8. Assentamentos de estruturas ou áreas anexas.

**附件二 施工監督及性能觀察一覽表**

RA 下列項目含有在施工監督，或對已完成地工結構物性能之觀察時應考慮之重要項目，條款之重要性根據不同之工程而改變，所列條款也並沒有窮盡，本規章章節中已報告過涉及地工工程特殊情形或工程特殊型式之項目。

**施工監督****要檢查之一般項目**

- 一、地基條件、結構位置及總體佈置之校驗。
- 二、地下水流及孔隙水壓力情況；祛水作業對地下水位之影響；控制滲流方法之有效性；內部侵蝕過程及管網；地下水之化學成份；腐蝕之可能性。
- 三、開挖槽及基底之位移、屈服與穩定性；臨時之支承系統；對鄰近建築物及公共設施之影響；擋土結構物土壓力之量測；由開挖或加載而引起之孔隙水壓力變化之量測。
- 四、適當考慮地工界限狀態對工作人員之安全。

**水流及孔隙水壓力**

五、為了保證控制所有過大壓力會影響土坡或開挖基坑底面穩定之含水層之孔隙水壓力，應要具備足夠完整之系統，包括基抗底面含水層之自流水壓力，祛水系統中排出之水體；整個開挖範圍之地下水位降落以防止土體翻騰及流動；由施工設備引起之土層湧及擾動；降雨或其他地面水之排泄。

六、在整個施工期間，祛水系統作業之效率及有效性應考慮到井管濾網之硬殼化，井或集水坑之淤塞、水泵之磨損、以及水泵之堵塞等之影響。

七、應控制祛水以避免對鄰近結構物或區域之干擾；觀察水壓之水平；如要求水體回灌時，注意回灌系統之有效性以及其運行及維修。

八、鄰近結構或區域之沉降。

9. Eficiência de drenos em furos sub-horizontais.

Observação de comportamento

10. Assentamentos de edifícios e outras estruturas em intervalos de tempo preestabelecidos, incluindo os efeitos de vibrações e solos metaestáveis.

As observações dos assentamentos devem ser referidas a marcas de nivelamento estáveis.

11. Deslocamentos laterais e distorções, especialmente as relacionadas com aterros e empilhamentos; estruturas suportadas por solo, tais como edifícios ou grandes reservatórios; escavações profundas, canais.

12. Níveis piezométricos sob edifícios ou em estruturas anexas, especialmente no caso de existirem drenagens profundas ou sistemas de rebaixamento permanentes, ou se forem construídos ensoleiramentos profundos.

13. Deflexão ou deslocamento de estruturas de retenção, considerando: cargas normais devidas ao material de enchimento, efeito de empilhamentos, aterros ou outras cargas superficiais; pressões de água.

14. Caudais medidos em drenos.

15. Problemas especiais.

Elementos a elevada temperatura como aquecedores e canalizações de águas quentes: dissecação de argila ou de solos siltosos; observação de temperaturas; movimentos.

Elementos de baixa temperatura, tais como instalações criogénicas ou áreas refrigeradas; observação de temperaturas; congelamento do terreno; levantamento devido ao gelo, deslocamento; efeitos subsequentes de degelo.

16. Impermeabilização.

九、鑽孔排水水平向之有效性。

性能觀察

十、建築物及其他結構物在規定時間間隔間之沉降，包括由於受振動，欠穩定土影響之結構物。

沉降之觀察必須參考穩定之觀察點。

十一、側向位移、變形，尤其是那些與填土區及堆貨場有關之情況；土基所支承之結構物如建築物或大型槽；以及深開挖之溝渠。

十二、建築物或鄰近區域地下水壓之水平，尤其是當安裝了深層排水或永久性之祛水系統時，或進行深層地下室施工時。

十三、考慮到正常回填荷載、堆載之影響、填土或其他地面荷載、以及水壓力作用時擋土結構物之撓曲或位移。

十四、排水溝渠之流量量測。

十五、特殊問題：

如鍋爐、熱力管等較高溫度之結構物等，粘土或粉土之干燥作用；溫度之觀察；位移。

低溫度結構物，如冷卻劑之安裝、或冷藏區域；溫度觀察；基土冰凍；凍漲，位移；解凍融化之影響。

十六、水密性。

Portaria n.º 219/96/M

de 26 de Agosto

Considerando a proposta da Sociedade de Turismo e Diversões de Macau, concessionária da exploração de jogos de fortuna ou azar no Território, de alteração de alguns preceitos do Regulamento Oficial do Jogo «3 — Card Baccarat Game», aprovado pela Portaria n.º 22/96/M, de 12 de Fevereiro;

Considerando o parecer favorável da Direcção de Inspeção e Coordenação de Jogos;

Ao abrigo do disposto no n.º 2 do artigo 8.º da Lei n.º 6/82/M, de 29 de Maio, e nos termos do n.º 4 do artigo 17.º do Estatuto Orgânico de Macau e da alínea h) do n.º 1 do artigo 1.º da Portaria n.º 101/96/M, de 16 de Abril, o Secretário-Adjunto para os Assuntos Sociais e Orçamento determina:

Artigo único. Os artigos 1.º, 2.º e 4.º do Regulamento Oficial do Jogo «3 — Card Baccarat Game», aprovado pela Portaria n.º 22/96/M, de 12 de Fevereiro, passam a ter a seguinte redacção:

Artigo 1.º — Material

1).....

2) Uma caixa metálica ou plástica com uma carta branca, quando um só baralho de cartas é utilizado, ou um «sabot» com duas cartas brancas quando é utilizado mais do que um baralho de cartas.

訓令 第 219/96/M 號

八月二十六日

鑑於本地區經營博彩之專營公司——澳門旅遊娛樂有限公司——建議對二月十二日第 22/96/M 號訓令核准之《三公百家樂博彩法定規例》作部分修改；

經考慮博彩監察暨協調司之意見書；

社會事務暨預算政務司根據五月二十九日第 6/82/M 號法律第八條第二款、《澳門組織章程》第十七條第四款及四月十六日第 101/96/M 號訓令第一條第一款 h) 項之規定，命令：

獨一條——二月十二日第 22/96/M 號訓令核准之《三公百家樂博彩法定規例》第一條、第二條及第四條修改如下：

第一條：用 具：

1).....

2) 如用一副紙牌，則用一個金屬或膠牌盒及一張白咭。如用多副紙牌，則用一個牌靴及兩張白咭。

Artigo 2.º — *Procedimentos*

- 1) .....
- 2) A primeira ou as primeiras cartas, em número correspondente ao número de baralhos utilizados, serão retiradas pelo banqueiro da caixa ou «sabot» e colocadas num recipiente sobre a mesa, destinado às cartas jogadas. As cartas são distribuídas com a face voltada para baixo, recebendo cada lugar um total de 3 cartas, com início no lugar do 1.º jogador, no sentido dos ponteiros do relógio, e termo no lugar do banqueiro.
- 3) .....
- 4) .....
- 5) Se, na distribuição das cartas, algumas delas se virarem, casualmente, ficando expostas, as mesmas cartas continuarão válidas, prosseguindo a jogada.

Artigo 4.º — *Número de lugares*

- 1) Dependendo do número de jogadores presentes, as cartas são distribuídas, até ao máximo de lugares, indicados na mesa de jogo, incluindo o do banqueiro.
- 2) .....
- 3) .....

Governo de Macau, aos 19 de Agosto de 1996.

Publique-se.

O Secretário-Adjunto para os Assuntos Sociais e Orçamento,  
*José Augusto Perestrello de Alarcão Troni.*

**Portaria n.º 220/96/M**

**de 26 de Agosto**

No uso da faculdade conferida pela alínea b) do n.º 1 do artigo 16.º do Estatuto Orgânico de Macau, e nos termos do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 85/84/M, de 11 de Agosto, delego no director dos Serviços de Solos, Obras Públicas e Transportes de Macau, engenheiro Manuel Pereira, ou no seu substituto legal, todos os poderes necessários para representar o território de Macau como outorgante no contrato a celebrar entre o Território e a Tecsam Engenharia, Limitada, para a execução da empreitada «Lar de idosos no lote 22 do NAPE».

Governo de Macau, aos 16 de Agosto de 1996.

Publique-se.

O Encarregado do Governo, *Henrique Manuel Lages Ribeiro.*

**Portaria n.º 221/96/M**

**de 26 de Agosto**

Usando da faculdade conferida pela alínea b) do n.º 1 do artigo 16.º do Estatuto Orgânico de Macau, e nos termos do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 85/84/M, de 11 de Agosto, delego no director dos Serviços de Finanças, licenciado João Luís Martins Roberto, ou no seu substituto legal, os poderes para representar o território de

## 第二條：開始程序：

- 1) .....
- 2) 庄首先按照用牌副數，銷去同數目之紙牌，放在廢牌盒內，然後由頭門起按順時針方向派牌，最後派庄家，每門共派三張牌，三張牌之牌面向下。
- 3) .....
- 4) .....
- 5) 在派牌時，偶然將某一隻牌陽開，該陽開之牌仍然有效，該局繼續進行。

## 第四條：門數：

- 1) 每檯連庄家分成多門，視檯証而定，派多少門則視開家多少而定。
- 2) .....
- 3) .....

一九九六年八月十九日於澳門政府。

命令公布。

社會事務暨預算政務司 董樂勤

Macau na outorga do contrato a celebrar com a Royal Mint, para a produção e fornecimento da nova moeda de circulação de Macau com o valor facial de dez patacas.

Governo de Macau, aos 20 de Agosto de 1996.

Publique-se.

O Encarregado do Governo, *Henrique Manuel Lages Ribeiro.*

**Portaria n.º 222/96/M**

**de 26 de Agosto**

Tendo sido autorizada, através da Portaria n.º 147/90/M, de 19 de Julho, a celebração do contrato com as Oficinas Navais de Macau, para o fornecimento de seis lanchas de fiscalização da “Classe Macau”, cujos encargos foram revistos pela Portaria n.º 292/95/M, de 13 de Novembro, torna-se necessário proceder a nova revisão de encargos, nos termos previstos na cláusula 12.ª do mesmo contrato.

Usando da faculdade conferida pela alínea e) do n.º 1 do artigo 16.º do Estatuto Orgânico de Macau, o Encarregado do Governo manda:

Artigo 1.º É autorizada a revisão da Portaria n.º 292/95/M, de 13 de Novembro, cujo montante é acrescido em MOP 1 503 976,00

(um milhão, quinhentas e três mil, novecentas e setenta e seis patacas), passando a perfazer MOP 33 299 094,00 (trinta e três milhões, duzentas e noventa e nove mil e noventa e quatro patacas), com o seguinte escalonamento:

1990 .....	\$ 1 920 000,00
1991 .....	\$ 4 087 535,00
1992 .....	\$ 5 245 480,00
1993 .....	\$ 3 045 804,00
1994 .....	\$ 5 516 856,00
1995 .....	\$ 5 969 293,00
1996 .....	\$ 3 563 900,00
1997 .....	\$ 3 950 226,00

Artigo 2.º O encargo, referente a 1996, será suportado pela verba inscrita no capítulo 40 «Investimentos do Plano», código económico 07.10.00.00.04, subacção 2.020.05.01, do orçamento geral do Território, para o corrente ano.

Artigo 3.º O encargo, referente ao ano de 1997, será suportado pela verba correspondente, a inscrever no orçamento geral do Território desse ano.

Artigo 4.º Os saldos que venham a apurar-se em cada ano, relativamente aos limites fixados no artigo 1.º da presente portaria, podem transitar para o ano económico seguinte, desde que a dotação global do organismo, que suporta os encargos da acção, não sofra qualquer alteração.

Artigo 5.º É revogada a Portaria n.º 292/95/M, de 13 de Novembro.

Governo de Macau, aos 20 de Agosto de 1996.

Publique-se.

O Encarregado do Governo, *Henrique Manuel Lages Ribeiro*.

**Portaria n.º 223/96/M**

**de 26 de Agosto**

Pela Portaria n.º 201/95/M, de 10 de Julho, foi autorizada a celebração do contrato com o Laboratório de Engenharia Civil de Macau, para a elaboração do «Manual de Betão Armado».

Entretanto, por motivos que se prendem com a prorrogação do prazo para a sua conclusão, torna-se necessário o reescalonamento de verbas previsto no artigo 1.º do citado diploma.

Usando da faculdade conferida pela alínea e) do n.º 1 do artigo 16.º do Estatuto Orgânico de Macau, o Encarregado do Governo manda:

Artigo 1.º É alterado o escalonamento definido no artigo 1.º da Portaria n.º 201/95/M, de 10 de Julho, para o seguinte:

1995 .....	\$ 880 000,00
1996 .....	\$ 720 000,00
1997 .....	\$ 600 000,00

Artigo 2.º O encargo, referente a 1996, será suportado pela verba inscrita no capítulo 40 «Investimentos do Plano», código económico 07.12.00.00.10, subacção 8.044.28.02, do orçamento geral do Território, para o corrente ano.

Artigo 3.º O encargo, referente a 1997, será suportado pela verba correspondente, a inscrever no orçamento geral do Território desse ano.

Artigo 4.º Os saldos que venham a apurar-se em cada ano, relativamente aos limites fixados no artigo 1.º da presente portaria, podem transitar para o ano económico seguinte, desde que a dotação global do organismo, que suporta os encargos da acção, não sofra qualquer alteração.

Artigo 5.º É revogada a Portaria n.º 201/95/M, de 10 de Julho.

Governo de Macau, aos 20 de Agosto de 1996.

Publique-se.

O Encarregado do Governo, *Henrique Manuel Lages Ribeiro*.

**Portaria n.º 224/96/M**

**de 26 de Agosto**

Tendo sido autorizada a adjudicação do fornecimento de uma viatura auto-bomba tanque, à firma Reparações Mecânicas Harper (Macau), Limitada, cujo prazo de execução se prolonga por mais que um ano económico, torna-se necessário garantir a respectiva cobertura financeira.

Usando da faculdade conferida pela alínea e) do n.º 1 do artigo 16.º do Estatuto Orgânico de Macau, o Encarregado do Governo manda:

Artigo 1.º É autorizada a celebração do contrato com a firma Reparações Mecânicas Harper (Macau), Limitada, para o «Fornecimento de uma viatura auto-bomba tanque», pelo montante de MOP 1 569 000,00 (um milhão, quinhentas e sessenta e nove mil patacas), com o seguinte escalonamento:

1996 .....	\$ 627 600,00
1997 .....	\$ 941 400,00

Artigo 2.º O encargo, referente a 1996, será suportado pela verba inscrita no capítulo 40 «Investimentos do Plano», código económico 07.10.00.00.12, subacção 2.030.04.02, do orçamento geral do Território, para o corrente ano.

Artigo 3.º O encargo, referente a 1997, será suportado pela verba correspondente, a inscrever no orçamento geral do Território desse ano.

Artigo 4.º Os saldos que venham a apurar-se em cada ano, relativamente aos limites fixados no artigo 1.º da presente portaria, podem transitar para o ano económico seguinte, desde que a dotação global do organismo, que suporta os encargos da acção, não sofra qualquer acréscimo.

Governo de Macau, aos 20 de Agosto de 1996.

Publique-se.

O Encarregado do Governo, *Henrique Manuel Lages Ribeiro*.

**Portaria n.º 225/96/M****de 26 de Agosto**

Tendo sido adjudicada à empresa Cheong Kong a execução da empreitada de «Ampliação do Jardim de Infância D. José da Costa Nunes», cujo prazo de execução se prolonga por mais que um ano económico, torna-se necessário garantir a respectiva cobertura financeira.

Usando da faculdade conferida pela alínea e) do n.º 1 do artigo 16.º do Estatuto Orgânico de Macau, o Encarregado do Governo manda:

Artigo 1.º É autorizada a celebração do contrato com a empresa Cheong Kong, para a execução da empreitada de «Ampliação do Jardim de Infância D. José da Costa Nunes», pelo montante de MOP 27 297 272,70 (vinte e sete milhões, duzentas e noventa e sete mil, duzentas e setenta e duas patacas e setenta avos), com o seguinte escalonamento:

1996 .....	\$ 21 837 818,10
1997 .....	\$ 5 459 454,60

Artigo 2.º O encargo, referente a 1996, será suportado pela verba inscrita no capítulo 40 «Investimentos do Plano», código económico 07.03.00.00.01, subacção 3.021.02.02, do orçamento geral do Território, para o corrente ano.

Artigo 3.º O encargo, referente a 1997, será suportado pela verba correspondente, a inscrever no orçamento geral do Território desse ano.

Artigo 4.º Os saldos que venham a apurar-se em cada ano, relativamente aos limites fixados no artigo 1.º da presente portaria, podem transitar para o ano económico seguinte, desde que a dotação global do organismo, que suporta os encargos da acção, não sofra qualquer acréscimo.

Governo de Macau, aos 20 de Agosto de 1996.

Publique-se.

O Encarregado do Governo, *Henrique Manuel Lages Ribeiro*.

**Portaria n.º 226/96/M****de 26 de Agosto**

Tendo sido adjudicada à empresa Pengest — Planeamento, Engenharia e Gestão, Lda., a execução da empreitada de «Coordenação, assessoria e fiscalização do Museu de Macau» na Fortaleza do Monte, cujo prazo de execução se prolonga por mais que um ano económico, torna-se necessário garantir a respectiva cobertura financeira.

Usando da faculdade conferida pela alínea e) do n.º 1 do artigo 16.º do Estatuto Orgânico de Macau, o Encarregado do Governo manda:

Artigo 1.º É autorizada a celebração do contrato com a empresa Pengest — Planeamento, Engenharia e Gestão, Lda., para a execução da empreitada de «Coordenação, assessoria e fiscalização do Museu de Macau» na Fortaleza do Monte, pelo montante de MOP 1 380 000,00 (um milhão, trezentas e oitenta mil patacas), com o seguinte escalonamento:

1996 .....	\$ 690 000,00
1997 .....	\$ 690 000,00

Artigo 2.º O encargo, referente a 1996, será suportado pela verba inscrita no capítulo 40 «Investimentos do Plano», código económico 07.03.00.00.01, subacção 7.010.27.04, do orçamento geral do Território, para o corrente ano.

Artigo 3.º O encargo, referente a 1997, será suportado pela verba correspondente, a inscrever no orçamento geral do Território, desse ano.

Artigo 4.º Os saldos que venham a apurar-se em cada ano, relativamente aos limites fixados no artigo 1.º da presente portaria, podem transitar para o ano económico seguinte, desde que a dotação global do organismo, que suporta os encargos da acção, não sofra qualquer acréscimo.

Governo de Macau, aos 20 de Agosto de 1996.

Publique-se.

O Encarregado do Governo, *Henrique Manuel Lages Ribeiro*.



Imprensa Oficial de Macau

澳門政府印刷署

PREÇO DESTE NÚMERO \$ 72,00

每份價銀七十二元正