

## Apèndix A

# Resolució d'un exemple mitjançant Matlab

### A.1 Introducció

En aquest apèndix s'explica la resolució d'un exemple del llibre "Bed, bank and shore protection" [15], per a Nivell III (Simulació de Monte-Carlo). L'objectiu principal, és verificar el bon funcionament d'un algoritme senzill en Matlab, a partir del qual s'ha realitzat el programa en què es basa la tesina. Els resultats es comparen també amb els que proporciona el programa VAP 1.5, desenvolupat al Institute of Structural Engineering de la ETH de Zürich (Suïssa) <sup>1</sup>.

La funció límit analitzada és la derivada de la equació de Van der Meer per a escollera (veure [15], capítol 10). Per a la simplificació dels càlculs, s'analitza en l'esmentat llibre només la equació (de les dues de Van der Meer) corresponent al trencament tipus "plunging".

$$\frac{H_S}{\Delta D_{n50}} = 6.2P^{0.18} \left( \frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \xi^{-0.5} \quad (\text{A.1})$$

que transformada a una funció límit

$$Z = 6.2P^{0.18} \left( \frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \xi^{-0.5} - \frac{H_{sc}}{\Delta D_{n50}} \quad (\text{A.2})$$

finalment, considerant que  $\xi = \frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{H/L_0}} = \frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{s_0}}$ , la funció de fallida queda com

$$Z = 6.2P^{0.18} \left( \frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \left( \frac{\tan(\alpha)}{\sqrt{s_0}} \right)^{-0.5} - \frac{H_{sc}}{\Delta D_{n50}} \quad (\text{A.3})$$

Les distribucions de probabilitat, així com les mitges i les desviacions estàndard de les variables bàsiques es troben resumides en la taula A.1:

---

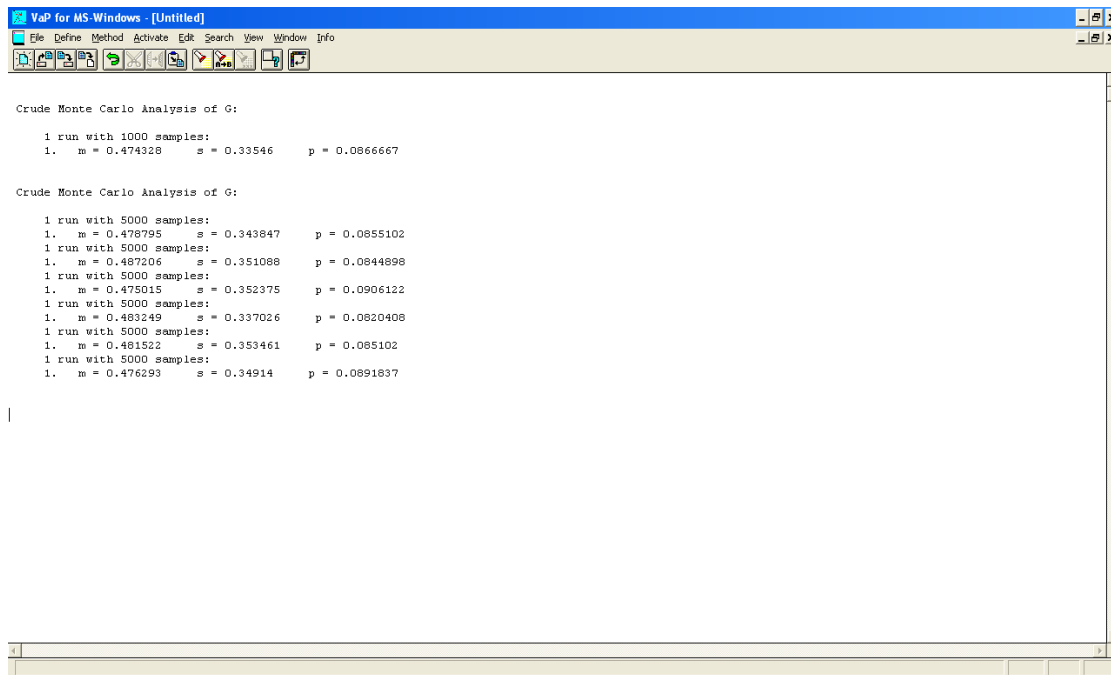
<sup>1</sup>veure Petschacher, 1994 [13]

Taula A.1: Distribució de probabilitat, mitja i desviació estàndard per a cada variable bàsica

Variable	Tipus de distribució	$\mu$	$\sigma$
$P$	log-normal	0.1	0.05
$S$	determinista	10	0
$N$	determinista	7000	0
$\tan(\alpha)$	normal	0.25	0.0125
$s_0$	normal	0.05	0.01
$H_{sc}$	exponencial	1.2611	0.2611
$\Delta$	normal	1.6	0.01
$D_{n50}$	normal	0.6	0.05

## A.2 Resultats exemple i VaP

Utilitzant el programa VaP, i amb 3 càlculs tals que  $N > 400/P_f$ , Schiereck obté una probabilitat mitja  $P_f = 0.094$  per a  $S = 2$ , mentre que per a  $S = 10$  obté  $P_f = 0.011$ . Verificant aquests resultats amb el programa VaP, s'obtenen resultats molt semblants<sup>2</sup>

Figura A.1: Resultats amb el programa VaP mitjançant el mètode de Monte-Carlo per a  $S=2$ 

La mitjana obtinguda de la probabilitat de fallida per a  $S = 2$  i amb 5 càlculs és  $P_f = 0.086$  (5.000 simulacions, veure figura A.1), mentre que per a  $S = 10$  i també amb 5 càlculs és  $P_f = 0.0096$  (35.000 simulacions, veure figura A.2), resultats propers als proporcionats com a solució de l'exemple.

<sup>2</sup>La probabilitat de fallida obtinguda sempre presentarà certa variació, doncs amb el mètode de Monte-Carlo es simulen casos diferents cada vegada.

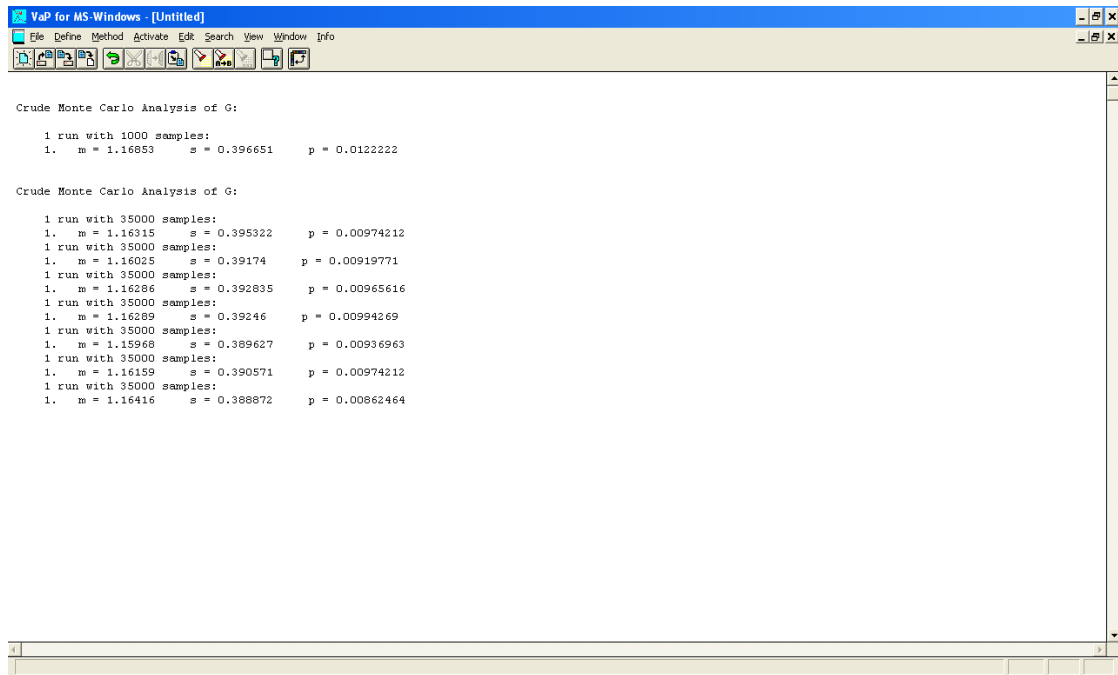


Figura A.2: Resultats amb el programa VaP mitjançant el mètode de Monte-Carlo per a  $S=10$

### A.3 Algoritme amb Matlab i resultats

Amb el programa Matlab, s'ha construït un programa senzill per a calcular la probabilitat de fallida mitjançant el mètode de Montecarlo. Aquest programa conté una primera part d'introducció de dades i, per tant, de les mitges i desviacions estàndard de les diferents variables bàsiques del problema. A partir d'aquestes dades, el programa calcularà tants valors aleatoris per variable com nombre de simulacions se li hagi exigint. Per tant, en cada simulació es crearà un vector aleatori  $\bar{X} = (P, S, N, \tan(\alpha), s_0, H_{sc}, \Delta, D_{n50})$  que servirà per a obtenir el valor de "Z" mitjançant la funció de fallida. Finalment, es calcula la probabilitat de fallida com a fracció entre el nombre de fallides i el total de simulacions realitzades.

L'algoritme utilitzat s'ha transcrit a continuació.

```
%% VARIABLES
%Permeabilitat, log-normal
logn1=log(0.1)-0.5*log(1+(0.05^2)/(0.1^2));
logn2=sqrt(log(1+(0.05^2)/(0.1^2)));
    %comprovació
    uP=exp(logn1+logn2^2/2);
    sP=sqrt(exp(logn2^2)-1)*exp(logn1+logn2^2/2);
%Nivell d'avaries, determinista
uS=10;
sS=0;
%Nombre d'ones, determinista
uN=7000;
sN=0;
```

```

%Pendent, normal
utga=0.25;
stga=0.0125;
%Peralt, normal
uso=0.05;
sso=0.01;
%Alçada d'ona, exponencial
lambd=3.83;
eps=1;
uHs=eps+1/lambd;
sHs=1/lambd;
%Delta, normal
udeltd=1.6;
sdeldt=0.01;
%Diàmetre nominal, normal
uDn=0.6;
sDn=0.05;
%% MONTECARLO
Nit=input('Nit=');
k=0;
for i=1:Nit
X(i)=Z(lognrnd(logn1,logn2),uS,uN,normrnd(utga,stga),normrnd(uso,sso),exp2rnd(lambd,eps)
,normrnd(udeltd,sdeldt),normrnd(uDn,sDn));
    if X(i)<=0;
        k=k+1;
    end
end
Pf=k/Nit

```

Els resultats obtinguts amb aquest programa i també amb 5 simulacions són  $P_f = 0.089$  per a  $S = 2$  (5.000 simulacions) i  $P_f = 0.0095$  per a  $S = 10$  (35.000 simulacions).

## Apèndix B

# Obtenció dels centres de gravetat per a les pressions d'onatge

### B.1 Dic en talús

Les pressions a la paret de l'espalller, segons la formulació de Martin et. al., es separen en dues fases: pressions dinàmiques i pressions reflectides.

#### B.1.1 Pressions dinàmiques

El diagrama de pressions dinàmiques (veure figura B.1, esquerra) està format per dos rectangles de alçades i bases diferents. El superior, té com a costat la pressió corresponent a la cota de coronació  $P_{so}$  i longitud la distància entre la cota de coronació de l'espalller i la cota de coronació de la berma  $W_c - A_c$ . El rectangle inferior té de base la pressió a la cota inferior  $\lambda P_{so}$  i d'alçada la distància entre la cota de coronació de la berma i la cota de fonamentació de l'espalller  $A_c - W_f$ . El centre de gravetat de les pressions es calcula com

$$y = \frac{y_1 \cdot P_1 + y_2 \cdot P_2}{P_1 + P_2} = \frac{y_1 \cdot P_1 + y_2 \cdot P_2}{P} \quad (\text{B.1})$$

Les distàncies  $y_1$  i  $y_2$  es calculen com

$$y_1 = \frac{1}{2} \cdot (W_c - A_c) + (A_c - W_f) \quad (\text{B.2})$$

$$y_2 = \frac{1}{2} \cdot (A_c - W_f) \quad (\text{B.3})$$

#### B.1.2 Pressions reflectides

La llei de pressions reflectides (veure figura B.1, dreta) correspon a una distribució trapezoidal de l'onatge. La pressió de la base és  $Pr_{fon} = \mu \rho g \cdot (S_o + A_c - W_f)$ , la pressió a coronació  $Pr_c = \mu \rho g \cdot (S_o + A_c - W_c)$ . La distància del punt d'aplicació de pressions respecte a la base és

$$y = \frac{(W_c - W_f) \cdot (2 \cdot Pr_c + Pr_{fon})}{3 \cdot (Pr_c + Pr_{fon})} \quad (\text{B.4})$$

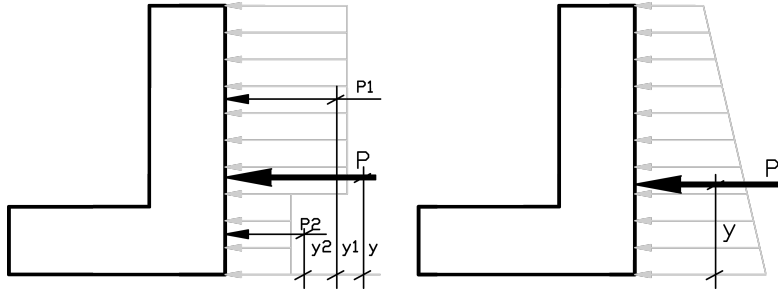


Figura B.1: Dic en talús. Càlcul del centre de gravetat de les pressions d'onatge a l'espatller. A l'esquerra, diagrama de pressions dinàmiques, a la dreta diagrama de pressions reflectides

## B.2 Dic vertical

La formulació de pressions del dic vertical correspon a la llei de pressions de Goda i Takahashi. Aquesta descriu 3 pressions principals segons la cota:  $p_4$  a coronació espatller,  $p_1$  a nivell del mar i  $p_3$  a fonamentació. S'explicarà el càlcul de la cota d'aplicació de les resultants a la paret del calaix i a l'espatller

### B.2.1 Calaix

La distància  $y$  corresponent a la longitud entre la cota de fonamentació i el punt d'aplicació de la resultant de pressions a la paret del calaix (veure figura B.2), es calcula com

$$y = \frac{(h' + y_1) \cdot P_1 + (h' - y_2) \cdot P_2}{P_1 + P_2} = \frac{(h' + y_1) \cdot P_1 + (h' - y_2) \cdot P_2}{P} \quad (\text{B.5})$$

a on  $h'$  és el calat a fonamentació, i a on

$$y_1 = h_c^* \frac{2p_4 + p_1}{3(p_4 + p_1)} \quad (\text{B.6})$$

$$P_1 = \frac{1}{2}(p_4 + p_1) \cdot h_c^* \quad (\text{B.7})$$

$$y_2 = h' \frac{2p_3 + p_1}{3(p_3 + p_1)} \quad (\text{B.8})$$

$$P_2 = \frac{1}{2}(p_3 + p_1) \cdot h' \quad (\text{B.9})$$

### B.2.2 Espatller

El càlcul de les pressions a l'espatller, es dividirà en dos casos: cota de fonamentació per sobre el nivell del mar i cota de fonamentació per sota el nivell del mar (veure figura B.3).

#### Cas 1, cota de fonamentació per sobre el nivell del mar

La distància  $y$  es calcula com

$$y = \frac{(h_c^* - W_f)(2p_4 + p_{fon})}{3(p_4 + p_{fon})} \quad (\text{B.10})$$

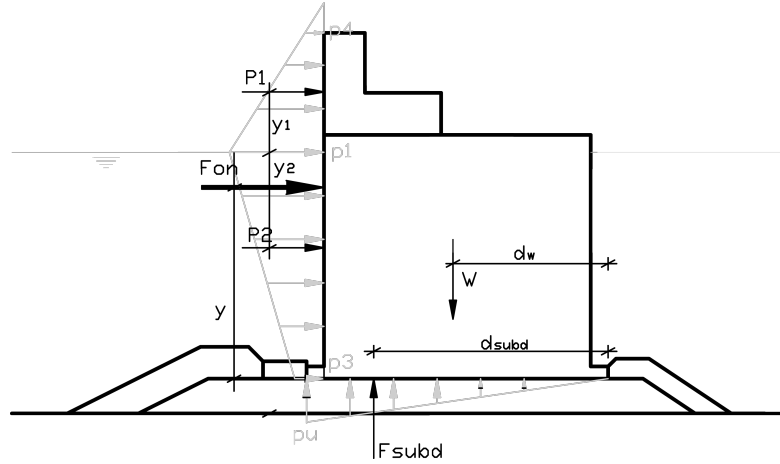


Figura B.2: Dic vertical. Càlcul del centre de gravetat de les pressions d'onatge a la paret del calaix.

i la resultant de les pressions com

$$P = \frac{1}{2}(h_c^* - W_f) \cdot (p_4 + p_{fon}) \quad (\text{B.11})$$

finalment, la pressió a fonamentació s'obté de

$$p_{fon} = \frac{p_1}{\eta^*}(\eta^* - W_f) \quad (\text{B.12})$$

### Cas 2, cota de fonamentació per sota el nivell del mar

La distància  $y$  buscada s'obté com

$$y = \frac{(-W_f + y_1) \cdot P_1 + (-W_f - y_2) \cdot P_2}{P_1 + P_2} \quad (\text{B.13})$$

La distància  $y_1$  es calcula com

$$y_1 = \frac{h_c^* \cdot (2p_4 + p_1)}{3 \cdot (p_4 + p_1)} \quad (\text{B.14})$$

i la resultant superior  $P_1$  com

$$P_1 = \frac{1}{2}(p_1 + p_4) \cdot h_c^* \quad (\text{B.15})$$

La distància  $y_2$  s'obté de

$$y_2 = \frac{-W_f \cdot (2p_{fon} + p_1)}{3 \cdot (p_{fon} + p_1)} \quad (\text{B.16})$$

finalment, la resultant de pressions inferior

$$P_2 = \frac{1}{2}(p_1 + p_{fon}) \cdot (-W_f) \quad (\text{B.17})$$

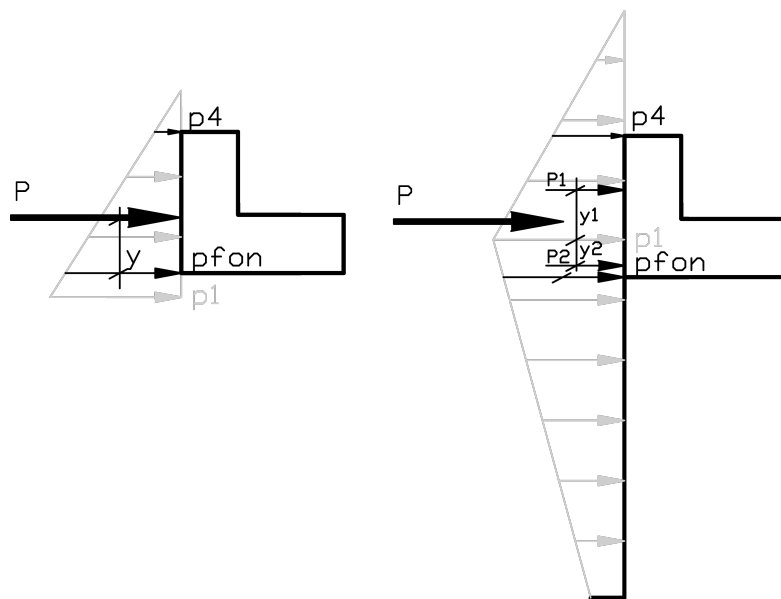


Figura B.3: Dic Vertical. Càlcul del centre de gravetat de les pressions d'onatge a la paret de l'espatller.

## Apèndix C

# Càlcul dels índexs IRE i ISA

La normativa ROM 0.0 ([11]) estableix uns índexs per a valorar la importància econòmica, social i ambiental del tram d'obra. Aquests índexs serveixen per a establir, segons els criteris proporcionats a la mateixa R.O.M., la vida útil i la probabilitat de fallida de la estructura (veure capítols 7 i 8). A continuació es presenten els càlculs realitzats per a la obtenció dels valors d'aquests dos paràmetres.

### C.1 Obtenció de l'índex IRE

#### C.1.1 Procediment de càlcul

L'índex IRE (Índice de Repercusión Económica) s'obté amb la següent formulació:

$$IRE = \frac{C_{RD} + C_{RI}}{C_0} \quad (C.1)$$

a on  $C_{RD}$  valora quantitativament les repercussions econòmiques per reconstrucció de la obra,  $C_{RI}$  les repercussions per tancament o afecció de les activitats econòmiques relacionades amb ella i  $C_0$  es un paràmetre de adimensionalització. Aquests valors es calculen seguint els següents criteris:

##### Cost $C_{RD}$

És el cost d'inversió de les obres de reconstrucció de la obra marítima al seu estat previ, en l'any en què es valoren els costos per tancament o afecció de les activitats econòmiques directament relacionades amb la obra. A falta de més dades, aquest cost es pot considerar que és igual al cost d'inversió inicial

##### Cost $C_0$

És un paràmetre d'adimensionalització, depèn de la estructura econòmica i del nivell de desenvolupament del país a on es construeixi la obra. A Espanya es pot considerar  $C_0 = 3$  *Meuros*.

##### Cost $C_{RI}$

Detalla les repercussions econòmiques per tancament i influència de les activitats econòmiques directament relacionades amb la obra.

A falta d'estudis de més detall, es pot calcular mitjançant la següent equació:

$$\frac{C_{RI}}{C_0} = C \cdot (A + B) \quad (C.2)$$

els valors de A,B i C es calculen segons es detalla a continuació:

*A, coeficient de l'àmbit del sistema*

Segons el sistema al què serveixi l'obra, s'assignaran els següents valors:

- Local: A=1
- Regional: A=2
- Nacional/Internacional: A=5

*B, coeficient de la importància estratègica*

La importància estratègica del sistema productiu al que serveix la obra es valorarà assignant els següents valors:

- Irrellevant: B=0
- Rellevant: B=2
- Essencial: B=5

*C, coeficient de la importància estratègica*

La importància de la obra per al sistema econòmic i productiu al què serveix es valorarà assignant els següents valors en funció de que aquesta sigui:

- Irrellevant: C=0
- Rellevant: C=1
- Essencial: C=2

### C.1.2 Resultats

El cost d'inversió inicial del tram d'obra projectat és de 12 Meuro per al dic en talús i 10 Meuro per al dic vertical. Els valors dels coefients A, B i C descrits a l'apartat anterior són:

- A=2 (àmbit del sistema *regional*)
- B=2 (àmbit del sistema *rellevant*)
- C=1 (àmbit del sistema *local*)

Els valors del paràmetre IRE per al dic en talús i el dic vertical són:

$$IRE_{talus} = \frac{12 + 12}{3} = 8$$

$$IRE_{vertical} = \frac{12 + 10}{3} = 7.33$$

## C.2 Obtenció de l'índex ISA

### C.2.1 Procediment de càlcul

El càlcul de l'índex ISA (Índice de repercusión social y ambiental) es defineix mitjançant el sumatori de tres subíndexs:

$$ISA = \sum_{i=1}^3 ISA_i \quad (C.3)$$

a on  $ISA_1$  és subíndex de possibilitat i abast de pèrdua de vides humanes,  $ISA_2$  es el subíndex de danys al medi ambient i al patrimoni històric-artístic i  $ISA_3$  és el subíndex d'alarma social. Aquests tres subíndexs s'obtenen segons es descriu als següents subapartats.

#### Càlcul del subíndex $ISA_1$

Subíndex de possibilitat i abast de pèrdua de vides humanes. S'assignaran els següents valors en funció d'aquesta possibilitat i abast:

- Remot,  $ISA_1 = 0$
- Baix,  $ISA_1 = 3$
- Alt,  $ISA_1 = 10$
- Catastròfic  $ISA_1 = 20$

#### Càlcul del subíndex $ISA_2$

Subíndex de danys al medi ambient i al patrimoni històric-artístic. S'assignaran els següents valors en funció de la possibilitat, persistència i irreversibilitat dels danys al medi ambient o al patrimoni històric-artístic

- Remot,  $ISA_2 = 0$
- Baix,  $ISA_2 = 2$
- Mig,  $ISA_2 = 4$
- Alt,  $ISA_2 = 8$
- Molt Alt,  $ISA_2 = 15$

#### Càlcul del subíndex $ISA_3$

Subíndex d'alarma social. S'assignaran els següents valors en funció de la intensitat de la alarma social generada:

- Baix,  $ISA_3 = 0$
- Mig,  $ISA_3 = 5$
- Alt,  $ISA_3 = 10$
- Màxima,  $ISA_3 = 15$

### C.2.2 Resultats

Per a ambdós tipologies d'estructures, es consideren els següents valors per a la obtenció de l'índex ISA:

- $ISA_1 = 0$ , *remot*
- $ISA_2 = 2$ , *baix*
- $ISA_3 = 0$ , *baix*

Així, el valor obtingut per a l'índex ISA és  $ISA = 2$ .

## Apèndix D

# Verificacions deterministes (càlculs)

**g1, Estabilitat Elements Talús. Van der Meer per a blocs**

Hs	4.87
Hso	6.5
$\gamma_s$	2.35
$\gamma_w$	1.025
$\Delta$	1.29
Dn	2.25
tga	0.5
Nod	0.2
dt	6
Tp	13
L	128
Lo	263.59
so	0.02
lr	3.18

Lo 263.59  
som 0.0185  
Nz 1661.54

Dncalc	1.83		
Wcalc	13.81		
Wreal	27.00		
<b>C.S.</b>	<b>1.96</b>	Z1	0.38
Condicions equació			
$3 < lr < 6$	lr	3.18	ok

**g2, Estabilitat Elements Peu. Van der Meer, d'Angremond i Gerding**

Hs	4.87
$\gamma_s$	2.6
$\gamma_w$	1.025
$\Delta$	1.54
Dn	1.19
Nod	2
h	10
ht	7.25
Niv càlcul	0.94

Dncalc	0.56		
Wcalc	0.45		
Wreal	4.00		
<b>C.S.</b>	<b>8.91</b>	Z2	0.94





Pre	4.45		
xcdq2	2.78		
Pressions dinàmiques			
Mw		192.00	
Msubd		19.95	
Mon		73.96	
C.S.		2.33	
Pressions pseudohidrostàtiques			
Mw		192.00	
Msubd		46.38	
Mon		56.36	
C.S.		2.58	
<b>C.S.</b>	<b>2.33</b>	Z3	89.26
Condicció formulació			
lr>3	lr 3.18	OK	

**g4, Estabilitat al lliscament de l'espatller. Madrigal et al.**

Pressions dinàmiques			
Pes subm	60.00		
Fon	18.92		
Fsubd	5.99		
C.S.	2.00		
Pressions pseudohidrostàtiques			
Pes subm	60.00		
Fon	19.75		
Fsubd	16.70		
C.S.	1.53		
<b>C.S.</b>	<b>1.53</b>	Z4	10.56
Condicció formulació			
lr>3	lr 3.18	OK	

γForm. Arm	2.5
γForm. Masa	2.35
γreblert	1.9
γpaviment	2
γaigua	1.025
màniga	25.6
ample solera	27.6
eslora	40.00
alt. Solera	0.7
Num filas	11
Num colum	7
h	9

<b>Cel·les</b>			
	area	num	
Cel·les reblert	11.56	77	890.12
Cel·les formigó massa	11.56	0	0
			890.12
Area secció	1024		
Àrea form arm	133.88		
Altura cel·les	8.3		
Volum formigó armat cel·les	1111.204		
Pes formigó armat	<u>2778.01</u>		
Cel·les reblert			
Àrea cel·les	890.12		
Volum reblert	7387.996		
Pes reblert	<u>14037.1924</u>		
Cel·les formigó massa			
Àrea cel·les	0		
Volum formigó massa	<u>0</u>		
Pes formigó massa	0		

<b>Solera</b>			
Àrea solera	1104		
Alt solera	0.7		
Vol solera	<u>772.8</u>		
Pes solera	1932		9936

<b>Paviment</b>			
Àrea paviment	751.2		
Alt paviment	0.5		
Vol paviment	<u>375.6</u>		
Pes paviment	751.2		

<b>Espatller</b>			
------------------	--	--	--

Àrea transversal	46
Volum espatller	1840
Pes espatller	4600

<b>Pes total</b>	24098.4024
<b>Pes/m</b>	602.46006

Volum	11487.6
	2.0977752

<b>Pes aigua desllotjada</b>	
Àrea transversal calaix submergit	210.94
Àrea transversal solera	19.32
Volum submergit	9210.4
Pes aigua desallotjada	9440.66

<b>Pes submergit</b>	14657.7424
<b>Pes submergit/m</b>	366.44356

**g1, Bolcada Calaix. Pressions en dic vertical, Takahashi et al 1994**

B <sub>M</sub>	8.5
T <sub>p</sub>	12.995
H <sub>1/3</sub>	4.87
H <sub>d</sub>	8.53 limitació calat 0.78*h
β	0
Lpleamar	127.99
γ <sub>w</sub>	1.025
Niv calcul	0.94
Pes calaix	366.4 (pes submergit calaix+paviment+espatller)
Màniga	25.60
λ <sub>1</sub>	= 1
λ <sub>2</sub>	= 1
λ <sub>3</sub>	= 1

	h(m)	hb(m)	d(m)	h' (m)	hc(m)
Nivell de ref	10	11.13	5.51	8	8.5
Nivell calc	10.94	12.07	6.45	8.94	7.56
η*	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>u</sub>
(m)	(t/m)	(t/m)	(t/m)	(t/m)	(t/m)
12.795	10.638	9.269	9.519	4.352	7.394
α <sub>1</sub>	α <sub>2</sub>	α <sub>3</sub>	α*	hc*	
				(m)	
0.9451	0.2716	0.8948	0.2716	7.56	
α <sub>1</sub>	α <sub>10</sub>	α <sub>11</sub>	δ <sub>1</sub>	δ <sub>2</sub>	
0.1775	1.3225	0.1342	-2.3617	-0.7694	
δ <sub>11</sub>	δ <sub>22</sub>				
-0.1181	-0.1570				
y1	3.25	A1		56.66	
y2	4.39	A2		90.10	
y	7.50				
Fon	146.76				
P <sub>u</sub>	7.39				
Fsubd	102.04				

Mon	1101.00
Mw	5056.32
Msubd	1877.52
<b>C.S.</b>	<b>2.89</b>

***g2, Lliscament Calaix. Pressions en dic vertical, Takahashi et al 1994***

coef freg	0.70
Fon	146.76
Fsubd	102.04
Pes subm	366.4
<b>C.S.</b>	<b>1.26</b>

***g3, Bolcada Espatller. Pressions en dic vertical, Takahashi et al 1994***

Wc	7.56	8.5
Wf	0.06	1
dcdg	3.60	
Pes subm	115	
F	6.63	

Pfon 10.59  
Pon 56.03  
y 3.23

Fsubd 17.55

Mon	180.87
Mw	414
Msubd	77.57
<b>C.S.</b>	<b>1.86</b>

***g4, Lliscament Espatller. Pressions en dic vertical, Takahashi et al 1994***

cf	0.7
Pon	56.03
Fsubd	17.55
Pes subm	115
<b>C.S.</b>	<b>1.22</b>

***g5, Estabilitat Elements Banqueta. Madrigal et al. 1995***

Yr	2.6
Yw	1.025
Δ	1.54
B	8.50
Nod	0.5

Dnreal	1.391153
Wreal	7.00
Dncalc	1.28
Wcalc	5.48
<b>C.S.</b>	<b>1.28</b>

Condicions equació

$0.5 < h'/h < 0.8$	$h'/h$ 0.82	NO
$7.5 < h'/Dn < 17.5$	$h'/Dn$ 6.43	NO
$0.3 < B/h < 0.55$	$B/h$ 0.78	NO

## Apèndix E

# Paràmetres Matlab (programa parametres.m)

Es proporcionen els codis corresponents al programa parametres.m, amb els valors utilitzats per als càlculs i resumits a les taules 8.1 i 8.2.

### E.1 Dic en talús

```
%% PARÀMETRES GENERALS (A INTRODUIR)

%VIDA ÚTIL
V=25;

%-----
%NIVELL DEL MAR
%-----
%Marea astronòmica (m)_____NORMAL
uma=0.26; %_____respecte N.M.M.
sma=0.2;
%Marea meteorològica (m)_____NORMAL
umm=0.40; %_____respecte N.M.M.
smm=0.05;

%-----
%ONATGE
%-----
% %Alçada d'ona (m)_____GUMBEL
%Paràmetres u i alpha de la distribució gumbel
%F(Hs)=exp(-exp(-alpha(Hs-u)))
ugumbu=3.426;
sgumbu=0;
ugumba=1.633;
sgumba=0;
ulambda=1.284;
```

```

slambda=0;
%Període mig(s)-----LOG-NORMAL
uTm=11.3;
sTm=0.05;
ulTm=log(uTm)-0.5*log(1+(sTm/uTm)^2);
slTm=sqrt(log(1+(sTm/uTm)^2));
%Angle incidència (°)-----NORMAL
ubeta=0;
sbeta=0;
%Duració temporal (h)-----LOG-NORMAL
udt=6;
sdt=0.5;
uldt=log(udt)-0.5*log(1+(sdt/udt)^2);
sldt=sqrt(log(1+(sdt/udt)^2));
%Densitat aigua (T/m3)-----LOG-NORMAL
ugw=1.03;
sgw=0.005;
ulgw=log(ugw)-0.5*log(1+(sgw/ugw)^2);
slgw=sqrt(log(1+(sgw/ugw)^2));

%-----
%GEOMETRIA TALÚS
%-----
%Calat (m)-----LOG-NORMAL
uh=10; %-----respecte N.M.M.
sh=0.30;
ulh=log(uh)-0.5*log(1+(sh/uh)^2);
slh=sqrt(log(1+(sh/uh)^2));
%Pendent talús (tangent)-----LOG-NORMAL
utga=0.5;
stga=0.01;
ultga=log(utga)-0.5*log(1+(stga/utga)^2);
sltga=sqrt(log(1+(stga/utga)^2));
%Diàmetre escollera mantell principal (m)-----LOG-NORMAL
uDn1=2.25;
sDn1=0.10;
ulDn1=log(uDn1)-0.5*log(1+(sDn1/uDn1)^2);
slDn1=sqrt(log(1+(sDn1/uDn1)^2));
%Diàmetre escollera peu, normal (m)-----LOG-NORMAL
uDn2=1.19;
sDn2=0.10;
ulDn2=log(uDn2)-0.5*log(1+(sDn2/uDn2)^2);
slDn2=sqrt(log(1+(sDn2/uDn2)^2));
%Densitat blocs, formigó (T/m3)-----LOG-NORMAL
ugs1=2.35;
sgs1=0.05;
ulgs1=log(ugs1)-0.5*log(1+(sgs1/ugs1)^2);
slgs1=sqrt(log(1+(sgs1/ugs1)^2));
%Densitat escullera peu (T/m3)-----LOG-NORMAL

```

```

ugs2=2.6;
sgs2=0.05;
ulgs2=log(ugs2)-0.5*log(1+(sgs2/ugs2)^2);
slgs2=sqrt(log(1+(sgs2/ugs2)^2));
%Profunditat peu (m)_____LOG-NORMAL
uht=7.25;%_____ respecte N.M.M.
sht=0.30;
ulht=log(uht)-0.5*log(1+(sht/uht)^2);
slht=sqrt(log(1+(sht/uht)^2));
%Cota coronació berma (m)_____NORMAL
uAc=7.00; %_____ respecte N.M.M.
sAc=0.20;
%Ample berma (m)_____LOG-NORMAL
uB=6.78;
sB=0.20;
ulB=log(uB)-0.5*log(1+(sB/uB)^2);
slB=sqrt(log(1+(sB/uB)^2));
%Nombre d'elements berma(-)_____ DETERMINISTA
uneb=3;
sneb=0;

%_____
%GEOMETRIA ESPATLLER
%_____
%Cota de coronació espatller (m)_____NORMAL
uWc=7.5;%_____ respecte N.M.M.
sWc=0.20;
%Cota de fonamentació espatller (m)_____NORMAL
uWf=0.21; %_____ respecte N.M.M.
sWf=0.20;
%Longitud base espatller (m)_____LOG-NORMAL
uF=5;
sF=0.10;
ulF=log(uF)-0.5*log(1+(sF/uF)^2);
slF=sqrt(log(1+(sF/uF)^2));
%Distància en eix 'x' del vèrtex interior a c.d.g. (m)_____LOG-NORMAL
udw=3.20;
sdw=0.10;
uldw=log(udw)-0.5*log(1+(sdw/udw)^2);
sldw=sqrt(log(1+(sdw/udw)^2));
%Pes espatller submergit (t/m)_____LOG-NORMAL
uW=60;
sW=0.5;
ulW=log(uW)-0.5*log(1+(sW/uW)^2);
slW=sqrt(log(1+(sW/uW)^2));
%Coeficient Fregament espatller amb escollera_____LOG-NORMAL
ucf=0.7;
scf=0.05;
ulcf=log(ucf)-0.5*log(1+(scf/ucf)^2);

```

```

slcf=sqrt(log(1+(scf/ucf)^2));

%% PARÀMETRES ESPECÍFICS FUNCIONS DE FALLIDA (A INTRODUIR)
% %-----
% %g1, SORTIDA ELEMENTS TALÚS, VAN DER MEER escollera
% %-----
% %Permeabilitat (-)_____ LOG-NORMAL
% logn1=log(0.1)-0.5*log(1+(0.05^2)/(0.1^2));
% logn2=sqrt(log(1+(0.05^2)/(0.1^2)));
% %comprovació
% uP=exp(logn1+logn2^2/2);
% sP=sqrt(exp(logn2^2)-1)*exp(logn1+logn2^2/2);
% %Nivell d'averies (-)
% uS=10;
% sS=0;

%-----
% %g1_1, SORTIDA ELEMENTS TALÚS, VAN DER MEER blocs formigó
%-----
uNod1=0.2;
sNod1=0;

%Incertesa de la fórmula
uug1=1;
sug1=0.1;

% %-----
% % %g1_2, SORTIDA ELEMENTS TALÚS, HUDSON blocs formigó
% %-----
% uKd=6;
% sKd=0;

%-----
%g2, SORTIDA ELEMENTS PEU, Van der Meer, d'Angremond i Gerding (1995)
%-----
%Nivell averies peu talús (-)
uNod2=2;
sNod2=0;
%Incertesa de la fórmula
uug2=1;
sug2=0.1;

%-----
%g3,g4 BOLCADA I LLISCAMENT ESPATLLER, M.A. Losada
%-----
% Cf (paràmetre per al càlcul d'alpha) (-)
uCf=1;

```

```

sCf=0;
%Au, Bu (paràmetres per a la obtenció de Ru) (-)
uAu=-1.8/0.37*(0.4-0.67); %calculat amb porositat a=0.4
sAu=0;
uBu=-uAu/2;
sBu=0;
%Pra/Pre, fracció entre pressions dinàmiques als vèrtexs oposats de la base
uPraPre=0.5;
sPraPre=0;
%Incertesa càlcul moment onatge
uumh=1;
sumh=0.2;
%Incertesa càlcul moment subpressions
uumu=1;
sumu=0.2;
%Incertesa càlcul resultant onatge
uufh=1;
sufh=0.2;
%Incertesa càlcul resultant subpressions
uufu=1;
sufu=0.2;

```

## E.2 Dic vertical

```

%% PARÀMETRES GENERALS (A INTRODUIR)

%VIDA ÚTIL
V=25;

%-----
%NIVELL DEL MAR
%-----
%Marea astronòmica (m)_____NORMAL
uma=0.26; %_____respecte N.M.M.
sma=0.2;
%Marea meteorològica (m)_____NORMAL
umm=0.40; %_____respecte N.M.M.
smm=0.05;

%-----
%ONATGE
%-----
% %Alçada d'ona (m)_____GUMBEL
%Paràmetres u i alpha de la distribució gumbel
%F(Hs)=exp(-exp(-alpha(Hs-u)))
ugumbu=3.426;
sgumbu=0;
ugumba=1.633;

```

```

sgumba=0;
ulambda=1.284;
slambda=0;
%Període mig(s)_____LOG-NORMAL
uTm=11.3;
sTm=0.05;
ulTm=log(uTm)-0.5*log(1+(sTm/uTm)^2);
slTm=sqrt(log(1+(sTm/uTm)^2));
%Angle incidència (°)_____NORMAL
ubetta=0;
sbetta=0;
%Duració temporal (h)_____LOG-NORMAL
udt=6;
sdt=0.5;
uldt=log(udt)-0.5*log(1+(sdt/udt)^2);
sldt=sqrt(log(1+(sdt/udt)^2));
%Densitat aigua (T/m3)_____LOG-NORMAL
ugw=1.03;
sgw=0.005;
ulgw=log(ugw)-0.5*log(1+(sgw/ugw)^2);
slgw=sqrt(log(1+(sgw/ugw)^2));

%-----
%GEOMETRIA BANQUETA
%-----
%Calat a peu de banqueteta(m)_____LOG-NORMAL
uh=10; %_____respecte N.M.M.
sh=0.3;
ulh=log(uh)-0.5*log(1+(sh/uh)^2);
slh=sqrt(log(1+(sh/uh)^2));
%Calat a fonamentació (m)_____LOG-NORMAL
uh1=8; %_____respecte N.M.M.
sh1=0.3;
ulh1=log(uh1)-0.5*log(1+(sh1/uh1)^2);
slh1=sqrt(log(1+(sh1/uh1)^2));
%Calat a berma (m)_____LOG-NORMAL
ud=5.51; %_____respecte N.M.M.
sd=0.3;
uld=log(ud)-0.5*log(1+(sd/ud)^2);
sld=sqrt(log(1+(sd/ud)^2));
%Ample berma (m)_____LOG-NORMAL
uBm=8.5;
sBm=0.2;
ulBm=log(uBm)-0.5*log(1+(sBm/uBm)^2);
slBm=sqrt(log(1+(sBm/uBm)^2));
%Pendent terreny (-)_____LOG-NORMAL
utgth=0.04;
stgth=0.005;
ultgth=log(utgth)-0.5*log(1+(stgth/utgth)^2);

```

```

sltgh=sqrt(log(1+(stgth/utgth)^2));
%Diàmetre material banqueta (m)-----LOG-NORMAL
uDn3=1.39;
sDn3=0.1;
ulDn3=log(uDn3)-0.5*log(1+(sDn3/uDn3)^2);
slDn3=sqrt(log(1+(sDn3/uDn3)^2));
%Densitat material banqueta (T/m3)-----LOG-NORMAL
ugs=2.6;
sgs=0.05;
ulgs=log(ugs)-0.5*log(1+(sgs/ugs)^2);
slgs=sqrt(log(1+(sgs/ugs)^2));

%-----
%GEOMETRIA CALAIX
%-----
%Màniga (m)-----LOG-NORMAL
uB1=25.6;
sB1=0.1;
ulB1=log(uB1)-0.5*log(1+(sB1/uB1)^2);
slB1=sqrt(log(1+(sB1/uB1)^2));
%Ample solera (m)-----LOG-NORMAL
uB2=27.6;
sB2=0.1;
ulB2=log(uB2)-0.5*log(1+(sB2/uB2)^2);
slB2=sqrt(log(1+(sB2/uB2)^2));
%Coeficient de Fregament calaix amb banqueta-----LOG-NORMAL
ucf1=0.7;
scf1=0.05;
ulcf1=log(ucf1)-0.5*log(1+(scf1/ucf1)^2);
slcf1=sqrt(log(1+(scf1/ucf1)^2));
%Pes dic (calaix+paviment+espatller -(T/m)-----LOG-NORMAL
uW1=602;
sW1=0.5;
ulW1=log(uW1)-0.5*log(1+(sW1/uW1)^2);
slW1=sqrt(log(1+(sW1/uW1)^2));
%-----
%GEOMETRIA ESPATLLER
%-----
%Cota de coronació espatller (m)-----NORMAL
uWc=8.5; %-----respecte N.M.M.
sWc=0.2;
%Cota de fonamentació espatller (m)-----NORMAL
uWf=1; %-----respecte N.M.M.
sWf=0.2;
%Longitud base espatller (m)-----LOG-NORMAL
uF=6.65;
sF=0.1;
ulF=log(uF)-0.5*log(1+(sF/uF)^2);
slF=sqrt(log(1+(sF/uF)^2));

```

```

%Distància en eix 'x' del vèrtex interior a c.d.g. (m)_____LOG-NORMAL
udw=3.7;
sdw=0.1;
uldw=log(udw)-0.5*log(1+(sdw/udw)^2);
sldw=sqrt(log(1+(sdw/udw)^2));
%Pes espatller (T/m)_____LOG-NORMAL
uW2=115; %46m2*2.5T/m3
sW2=0.5;
ulW2=log(uW2)-0.5*log(1+(sW2/uW2)^2);
slW2=sqrt(log(1+(sW2/uW2)^2));
%Coeficient Fregament espatller amb calaix_____LOG-NORMAL
ucf2=0.7;
scf2=0.05;
ulcf2=log(ucf2)-0.5*log(1+(scf2/ucf2)^2);
slcf2=sqrt(log(1+(scf2/ucf2)^2));
%% PARÀMETRES ESPECÍFICS FUNCIONS DE FALLIDA (A INTRODUIR)
%-----
% %g1,g2 BOLCADA I LLISCAMENT CALAIX (Takahashi, Goda)
%-----
%Paràmetre de forma calaix, lambda 1
ulambd1=1;
slambd1=0;
%Paràmetre de forma calaix, lambda 2
ulambd2=1;
slambd2=0;
%Paràmetre de forma calaix, lambda 3
ulambd3=1;
slambd3=0;

%Incertesa Formulació (també per a g3,g4)
%-----
%Incertesa càlcul resultants
uufh=0.90;
sufh=0.25;
uufu=0.77;
sufu=0.25;
%Incertesa càlcul moments
uumh=0.81;
sumh=0.40;
uumu=0.72;
sumu=0.37;

%-----
% %g3,g4 BOLCADA I LLISCAMENT ESPATLLER (Takahashi, Goda)
%-----
ucru=0.5; %Coeficient reductor subpressions dinàmiques
scru=0;

```

```
%-----  
% %g5, ESTABILITAT MATERIAL BANQUETA (Madrigal, Valdés)  
%-----  
%Nivell d'averies  
uNod3=0.5;  
sNod3=0;  
  
%Incertesa formulació;  
uuns=1;  
suns=0;
```

## Apèndix F

# Càlculs probabilistes (arxius de resultats)

### F.1 Dic en talús, arbre 1

#### F.1.1 N=235000

NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT DE FALLIDA DE LA ESTRUCTURA

-----  
Nit = 235000  
Nf = 39462  
Pf = 0.1679

Nombre de vegades que no es compleix alguna condició: 26424 %= 11.24  
Nº vegades no es compleix condició i falla dic: 10521 %= 4.48  
Nº vegades no es compleix condició i NO falla dic: 15903 %= 6.77  
% incert en fallida: 26.66  
% incert en NO fallida: 8.13

NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT PER MODE

-----  
g1, Sortida elements mantell principal (Van der Meer blocs)

Nf = 16940  
Pf = 0.0721

Limitacions equació (nombre de vegades que no compleix)

Cond1, 3<Ir<6 N=13902 %= 5.92

Nombre de vegades amb no fallida i no complint condicions

Cond1, 3<Ir<6 N=5859 %= 2.49

% incert en fallida: 47.48  
% incert en NO fallida: 2.69

g2, Sortida Elements Peu (Van der Meer, d'Angremond i Gerding)

Nf = 5221  
Pf = 0.0222

Limitacions equació (nombre de vegades que no compleix):  
 Alguna condició: N=13299 %= 5.66  
 Cond1,  $0.4 < h_t/h < 0.9$ : N=13278 %= 5.65  
 Cond2,  $3 < h_t/D_n2 < 25$ : N=0 %= 0.00  
 Cond3,  $0.28 < H_s/h < 0.8$ : N=21 %= 0.01  
 Nombre de vegades amb no fallida i no complint condicions  
 Alguna condició: N=13103 %= 5.58  
 Cond1,  $0.4 < h_t/h < 0.9$ : N=13082 %= 5.57  
 Cond2,  $3 < h_t/D_n2 < 25$ : N=0 %= 0.00  
 Cond3,  $0.28 < H_s/h < 0.8$ : N=21 %= 0.01  
 % incert en fallida: 3.75  
 % incert en NO fallida: 5.70

g3, Bolcada Espatller (M.A. Losada)

Nf = 385  
Pf = 0.0016

Limitacions equació (nombre de vegades que no compleix):  
 Cond1,  $I_r > 3$ : N=13902 %= 5.92  
 Nombre de vegades amb no fallida i no complint condicions  
 Cond1,  $I_r > 3$ : N=13873 %= 5.90  
 % incert en fallida: 7.53  
 % incert en NO fallida: 5.91

g4, Lliscament Espatller (M.A. Losada)

Nf = 20651  
Pf = 0.0879

Limitacions equació (nombre de vegades que no compleix)  
 Cond1,  $I_r > 3$ : N=13902 %= 5.92  
 Nombre de vegades amb no fallida i no complint condicions  
 Cond1,  $I_r > 3$ : N=13771 %= 5.86  
 % incert en fallida: 0.63  
 % incert en NO fallida: 6.42

## F.2 Dic vertical, arbre 1

### F.2.1 N=10000 (5 modes)

NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT DE FALLIDA DE LA ESTRUCTURA

-----  
 Nit = 10000  
 Nf = 1978

Pf = 0.1978

Nombre de vegades que no es compleix alguna condició: 10000 %=100.00  
 Nombre de vegades que no es compleix alguna condició i falla dic: 1978 %= 19.78  
 Nombre de vegades que no es compleix alguna condició i NO falla dic: 8022 %= 80.22  
 % Incert en fallida: 100.00  
 % Incert en NO fallida: 100.00

NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT PER MODE

-----

g1, Bolcada Calaix (Goda, Takahashi)

Nf = 0  
 Pf = 0.0000

g2, Lliscament Calaix (Goda, Takahashi)

Nf = 173  
 Pf = 0.0173

g3, Bolcada Espatller (Goda, Takahashi)

Nf = 9  
 Pf = 0.0009

g4, Lliscament Espatller (Goda, Takahashi)

Nf = 272  
 Pf = 0.0272

g5, Estabilitat material banqueta (Madrigal i Valdés, 1995)

Nf = 1796  
 Pf = 0.1796

Limitacions equació (nombre de vegades que no compleix):

Alguna condició: N=10000 %=100.00  
 Cond1,  $\text{delt}=1.65$ : N=10000 %=100.00  
 Cond2,  $0.5 < d/h < 0.8$ : N=88 %= 0.88  
 Cond3,  $7.5 < d/Dn3 < 17.5$ : N=10000 %=100.00  
 Cond4,  $0.3 < Bm/h < 0.55$ : N=10000 %=100.00  
 Nombre de vegades amb no fallida i que no compleix condicions  
 Alguna condició: N=8204 %= 82.04  
 Cond1,  $\text{delt}=1.65$ : N=8204 %= 82.04  
 Cond2,  $0.5 < d/h < 0.8$ : N=38 %= 0.38  
 Cond3,  $7.5 < d/Dn3 < 17.5$ : N=8204 %= 82.04  
 Cond4,  $0.3 < Bm/h < 0.55$ : N=8204 %= 82.04

**F.2.2 N=400000 (4 modes)**

NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT DE FALLIDA DE LA ESTRUCTURA

-----

Nit = 400000  
 Nf = 14290  
 Pf = 0.0357

NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT PER MODE

-----

g1, Bolcada Calaix (Goda, Takahashi)

Nf = 24  
 Pf = 0.0001

g2, Lliscament Calaix (Goda, Takahashi)

Nf = 7375  
 Pf = 0.0184

g3, Bolcada Espatller (Goda, Takahashi)

Nf = 219  
 Pf = 0.0005

g4, Lliscament Espatller (Goda, Takahashi)

Nf = 11612  
 Pf = 0.0290

**F.3 Dic en talús, arbre 2****F.3.1 N=235000**

NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT DE FALLIDA DE LA ESTRUCTURA

-----

Nit = 235000  
 Nf = 41532  
 Pf = 0.1767

Nombre de vegades que no es compleix alguna condició: 26257 %= 11.17

Nº vegades no es compleix condició i falla dic: 11254 %= 4.79

Nº vegades no es compleix condició i NO falla dic: 15003 %= 6.38

NOMBRE DE FALLIDES ARBRE 1

Nf = 39645  
 Pf = 0.1687

NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT PER MODE DE FALLIDA

-----

M1, Sortida elements mantell principal

K1 = 19173

Pf = 0.0816

K11 = 16820 (M11, Inestabilitat elements talús)

K12 = 8748 (M12, Inici inestabilitat elements talús & Fallida Peu Talús)

M2, Fallida Peu Talús

K2 = 5310

Pf = 0.0226

M3, Bolcada Espatller

K3 = 465

Pf = 0.0020

K31 = 392 (M31, Bolcada espatller)

K32 = 152 (M32, Inici bolcada espatller & Inici moviment peces talús)

M4, Lliscament Espatller

K4 = 21486

Pf = 0.0914

K31 = 20871 (M41, Bolcada espatller)

K32 = 1965 (M42, Inici bolcada espatller & Inici moviment peces talús)

NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT PER FUNCIO DE FALLIDA

-----

g1, Sortida elements mantell principal (Van der Meer blocs)

Nf = 16820

Pf = 0.0716

Nf\_ = 29982

Pf\_ = 0.1276

Limitacions equació (nombre de vegades que no compleix)

Cond1, 3<Ir<6 N=14024 %= 5.97

Z1, Nombre de vegades amb no fallida i no complint condicions

Cond1, 3<Ir<6 N=5975 %= 2.54

% incert en fallida: 47.85

% incert en NO fallida: 2.74

Z1\_, Nombre de vegades amb no fallida i no complint condicions  
 Cond1,  $3 < Ir < 6$  N=3479 %= 1.48  
 % incert en fallida: 35.17  
 % incert en NO fallida: 1.70

g2, Sortida Elements Peu (Van der Meer, d'Angremond i Gerding)

Nf = 5310  
 Pf = 0.0226

Nf\_ = 15376  
 Pf\_ = 0.0654

Limitacions equació (nombre de vegades que no compleix):

Alguna condició: N=12982 %= 5.52  
 Cond1,  $0.4 < ht/h < 0.9$ : N=12956 %= 5.51  
 Cond2,  $3 < ht/Dn2 < 25$ : N=0 %= 0.00  
 Cond3,  $0.28 < Hs/h < 0.8$ : N=26 %= 0.01  
 Z2, Nombre de vegades amb no fallida i no complint condicions  
 Alguna condició: N=12800 %= 5.45  
 Cond1,  $0.4 < ht/h < 0.9$ : N=12774 %= 5.44  
 Cond2,  $3 < ht/Dn2 < 25$ : N=0 %= 0.00  
 Cond3,  $0.28 < Hs/h < 0.8$ : N=26 %= 0.01  
 % incert en fallida: 3.43  
 % incert en NO fallida: 5.57

Z2\_, Nombre de vegades amb no fallida i no complint condicions  
 Alguna condició: N=12364 %= 5.26  
 Cond1,  $0.4 < ht/h < 0.9$ : N=12338 %= 5.25  
 Cond2,  $3 < ht/Dn2 < 25$ : N=0 %= 0.00  
 Cond3,  $0.28 < Hs/h < 0.8$ : N=26 %= 0.01  
 % incert en fallida: 4.02  
 % incert en NO fallida: 5.63

g3, Bolcada Espatller (M.A. Losada)

Nf = 392  
 Pf = 0.0017

Nf\_ = 712  
 Pf\_ = 0.0030

Limitacions equació (nombre de vegades que no compleix):

Cond1,  $Ir > 3$ : N=14024 %= 5.97  
 Z3, Nombre de vegades amb no fallida i no complint condicions  
 Cond1,  $Ir > 3$ : N=14002 %= 5.96  
 % incert en fallida: 5.61  
 % incert en NO fallida: 5.97  
 Z3\_, Nombre de vegades amb no fallida i no complint condicions  
 Cond1,  $Ir > 3$ : N=13979 %= 5.95

% incert en fallida: 6.32  
 % incert en NO fallida: 5.97

g4, Lliscament Espatller (M.A. Losada)

Nf = 20871  
 Pf = 0.0888

Nf\_ = 29824  
 Pf\_ = 0.1269

Limitacions equació (nombre de vegades que no compleix)

Cond1, Ir>3: N=14024 %= 5.97

Z4, Nombre de vegades amb no fallida i no complint condicions

Cond1, Ir>3: N=13876 %= 5.90

% incert en fallida: 0.71

% incert en NO fallida: 6.48

Z4\_, Nombre de vegades amb no fallida i no complint condicions

Cond1, Ir>3: N=13780 %= 5.86

% incert en fallida: 0.82

% incert en NO fallida: 6.72

## F.4 Dic vertical, arbre 2

### F.4.1 N=400000

NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT DE FALLIDA DE LA ESTRUCTURA

-----  
 Nit = 400000  
 Nf = 14988  
 Pf = 0.0375

NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT DE FALLIDA SEGONS ARBRE 1

Nf = 14362  
 Pf = 0.0359

NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT PER MODE DE FALLIDA

-----  
 M1, Bolcada Calaix

K1 = 35  
 Pf = 0.0001

M2, Lliscament Calaix

K2 = 7348  
 Pf = 0.0184

## M3, Bolcada Espatller

K3 = 257

Pf = 0.0006

K31 = 242 (M31, Bolcada espatller)

K32 = 17 (M32, Inici bolcada espatller &amp; Inici bolcada calaix)

K33 = 48 (M33, Inici bolcada espatller &amp; Inici lliscament calaix)

## M4, Lliscament Espatller

K4 = 13207

Pf = 0.0330

K41 = 11758 (M41, Lliscament espatller)

K42 = 9 (M42, Inici lliscament espatller &amp; Inici bolcada calaix)

K43 = 8019 (M42, Inici lliscament espatller &amp; Inici lliscament calaix)

## NOMBRE DE FALLIDES I PROBABILITAT PER FUNCIO DE FALLIDA

-----  
g1, Bolcada Calaix (Goda, Takahashi)

Nf = 35

Pf = 0.0001

Nf\_ = 49

Pf\_ = 0.0001

## g2, Lliscament Calaix (Goda, Takahashi)

Nf = 7348

Pf = 0.0184

Nf\_ = 11376

Pf\_ = 0.0284

## g3, Bolcada Espatller (Goda, Takahashi)

Nf = 242

Pf = 0.0006

Nf\_ = 413

Pf\_ = 0.0010

## g4, Lliscament Espatller (Goda, Takahashi)

Nf = 11758

Pf = 0.0294

Nf\_ = 17524

Pf\_ = 0.0438

