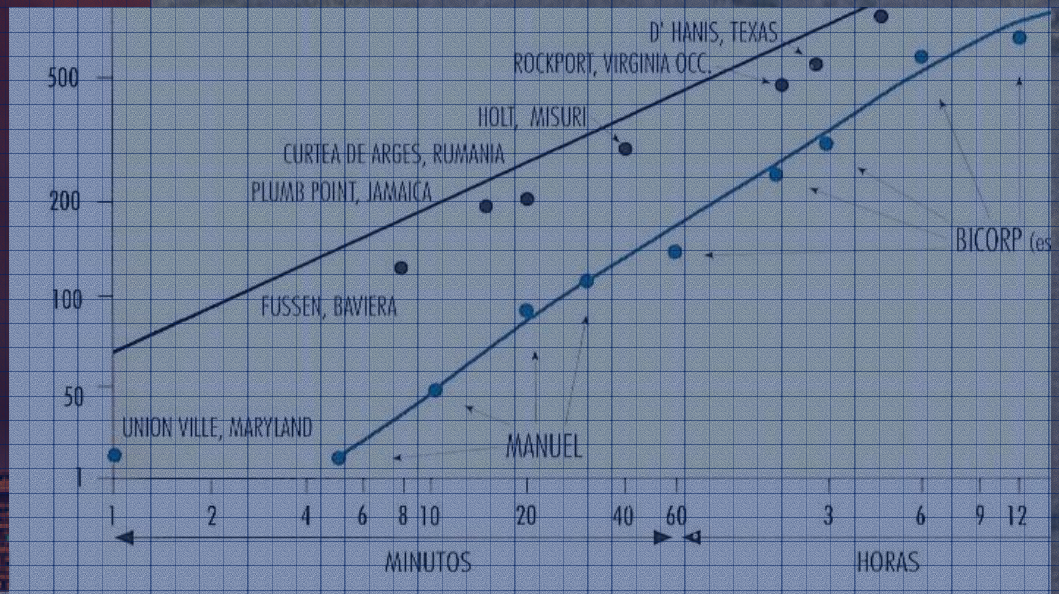
Visita al SAIH i conferències al CMT de València,16 de juny 2012

Índex *n* de la precipitació: Aplicacions i càlcul

Robert Monjo i Agut

Fundación para la Investigación del Clima (Madrid)

E-mail: robert@temps.cat



Continguts

- **Part I. Repàs del concepte d'n**
  - Motivació
  - Fonament teòric
  - Exemples
- **Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques**
  - Rècords mundials
  - Sud de València – Nord d'Alacant
- **Part III. Càlcul**
  - Aproximació de 2 valors
  - Utilització de ferramentes estadístiques
- **Resum**

Continguts

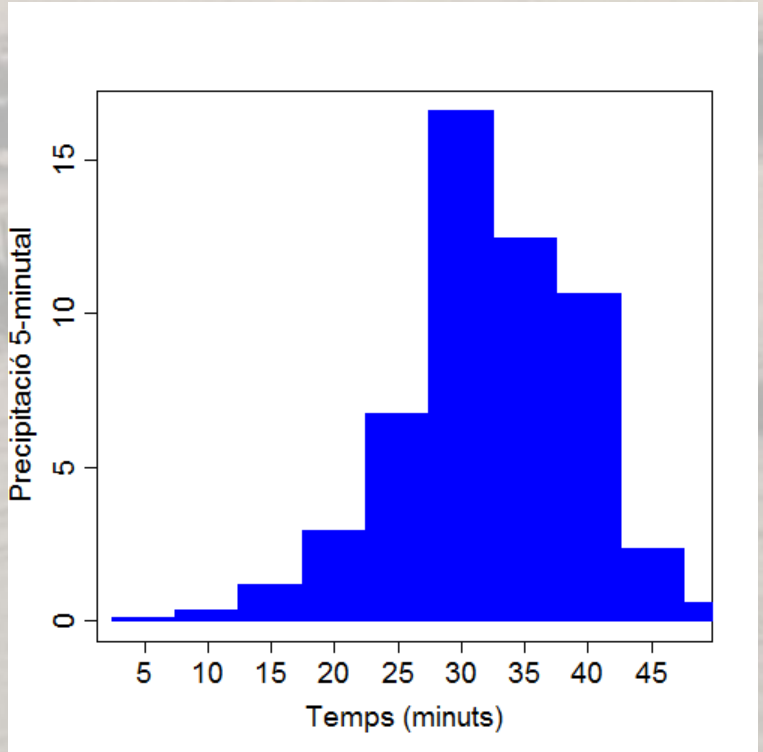
- **Part I. Repàs del concepte d'n**
  - Motivació
  - Fonament teòric
  - Exemples
- **Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques**
  - Rècords mundials
  - Sud de València – Nord d'Alacant
- **Part III. Càlcul**
  - Aproximació de 2 valors
  - Utilització de ferramentes estadístiques
- **Resum**

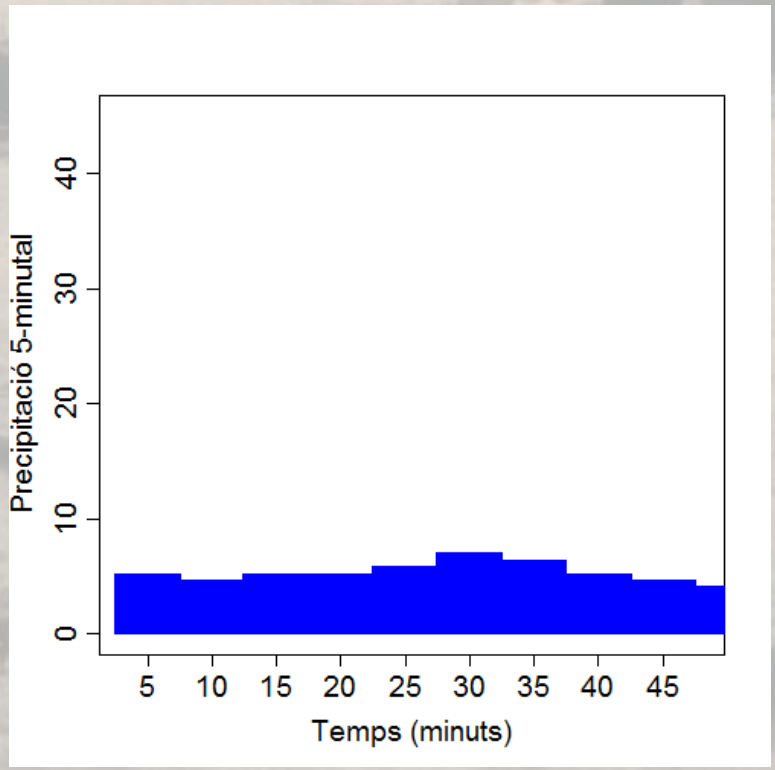
Part I. Repàs del concepte d'n

Motivació

Part I. Repàs del concepte d'n

Motivació

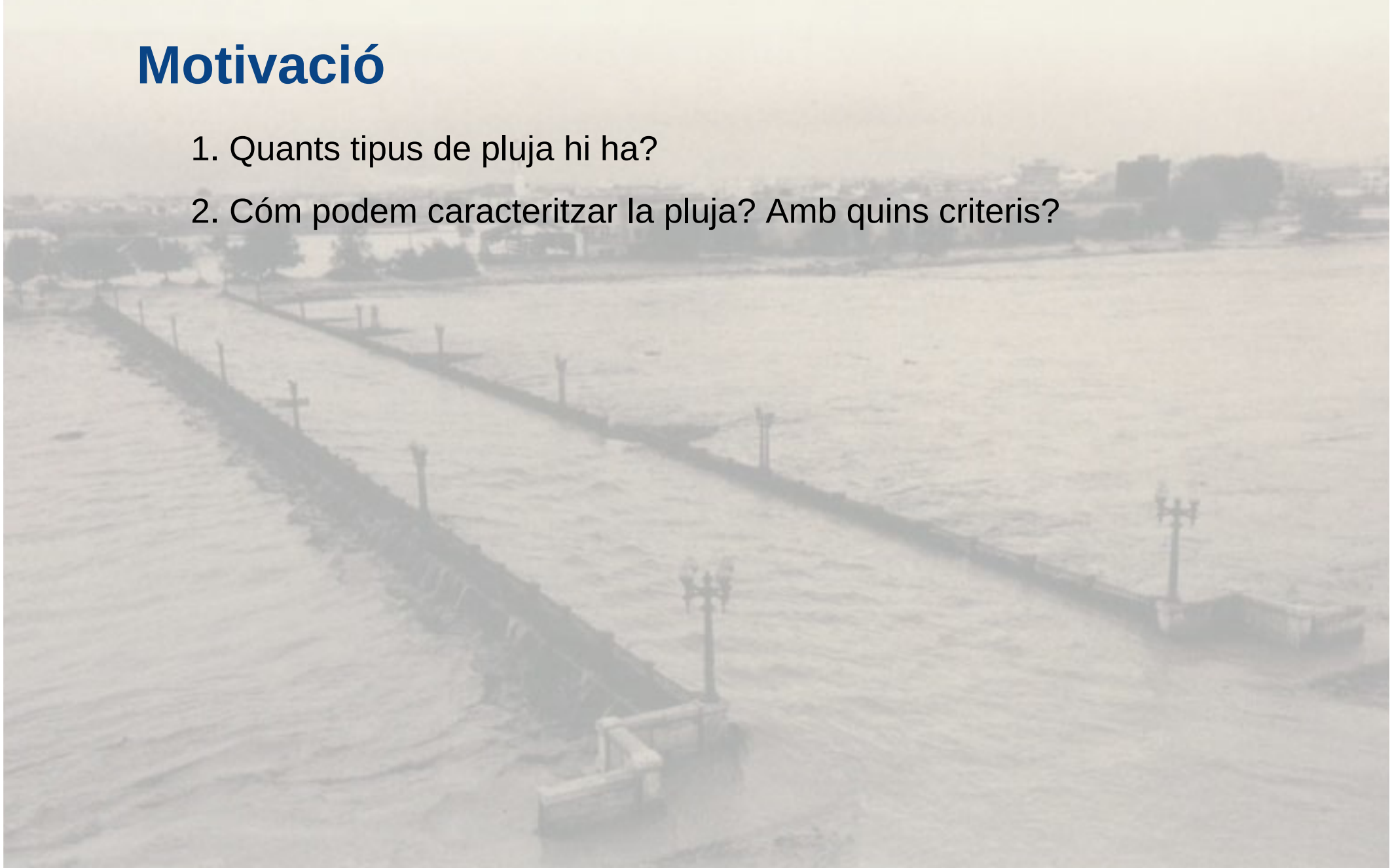




Part I. Repàs del concepte d'n

Motivació

1. Quants tipus de pluja hi ha?
2. Cóm podem caracteritzar la pluja? Amb quins criteris?



Part I. Repàs del concepte d'n

Motivació

1. Quants tipus de pluja hi ha?

2. Cóm podem caracteritzar la pluja? Amb quins criteris?
   - Durada total
   - Quantitat total (pluviositat)
   - Intensitat instantània?
   - Intensitat mitjana (en un interval de temps)

Part I. Repàs del concepte d'n

Motivació

1. Quants tipus de pluja hi ha?

2. Cóm podem caracteritzar la pluja? Amb quins criteris?
   - Durada total
   - Quantitat total (pluviositat)
   - Intensitat instantània?
   - Intensitat mitjana (en un interval de temps)

	SMC
Classe (quantitat)	**En 24h (mm)**
Inapreciable	< 0,1
Minsa	> 0,1 *i* ≤ 5
Poc abundant	> 5 *i* ≤ 20
Abundant	> 20 *i* ≤ 50
Molt abundant	> 50 *i* ≤ 100
Extremad. abundant	>100

	SMC	AEMET
Classe (intensitat)	**En 30 min (mm)**	**En una hora (mm)**
Molt Feble	No s'aplica	No s'aplica
Feble	≤ 3	≤ 2
Moderada	> 3 *i* ≤ 20	> 2 *i* ≤ 15
Forta	> 20 *i* ≤ 40	> 15 *i* ≤ 30
Molt forta	No s'aplica	> 30 *i* ≤ 60
Torrencial	> 40	>60

Part I. Repàs del concepte d'n

Motivació

1. Quants tipus de pluja hi ha?

2. Cóm podem caracteritzar la pluja? Amb quins criteris?
   - Durada total
   - Quantitat total (pluviositat)
   - Intensitat instantània?
   - Intensitat mitjana (en un interval de temps)

	SMC
Classe (quantitat)	**En 24h (mm)**
Inapreciable	< 0,1
Minsa	> 0,1 *i* ≤ 5
Poc abundant	> 5 *i* ≤ 20
Abundant	> 20 *i* ≤ 50
Molt abundant	> 50 *i* ≤ 100
Extremad. abundant	>100

	SMC	AEMET
Classe (intensitat)	**En 30 min (mm)**	**En una hora (mm)**
Molt Feble	No s'aplica	No s'aplica
Feble	≤ 3	≤ 2
Moderada	> 3 *i* ≤ 20	> 2 *i* ≤ 15
Forta	> 20 *i* ≤ 40	> 15 *i* ≤ 30
Molt forta	No s'aplica	> 30 *i* ≤ 60
Torrencial	> 40	>60

   - Extensió de l'àrea afectada
   - Convectivitat / advectivitat: tropical, frontal, orogràfica, …
   - Tamany de les gotes

Part I. Repàs del concepte d'n

Motivació

1. Quants tipus de pluja hi ha?

2. Cóm podem caracteritzar la pluja? Amb quins criteris?

- Durada total
- Quantitat total (pluviositat)
- Intensitat instantània?
- Intensitat mitjana (en un interval de temps)

Relacions?

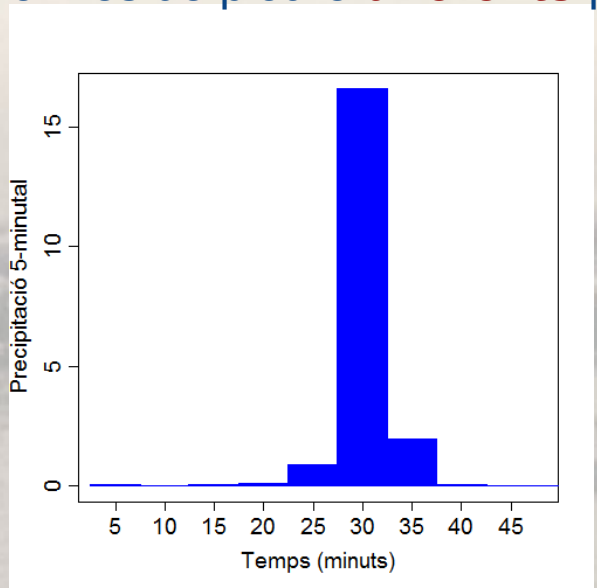
	SMC
Classe (quantitat)	**En 24h (mm)**
Inapreciable	< 0,1
Minsa	> 0,1 *i* ≤ 5
Poc abundant	> 5 *i* ≤ 20
Abundant	> 20 *i* ≤ 50
Molt abundant	> 50 *i* ≤ 100
Extremad. abundant	>100

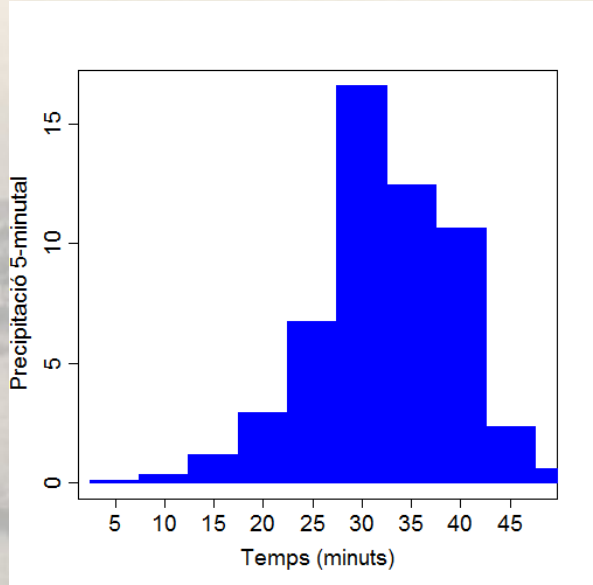
	SMC	AEMET
Classe (intensitat)	**En 30 min (mm)**	**En una hora (mm)**
Molt Feble	No s'aplica	No s'aplica
Feble	≤ 3	≤ 2
Moderada	> 3 *i* ≤ 20	> 2 *i* ≤ 15
Forta	> 20 *i* ≤ 40	> 15 *i* ≤ 30
Molt forta	No s'aplica	> 30 *i* ≤ 60
Torrencial	> 40	>60

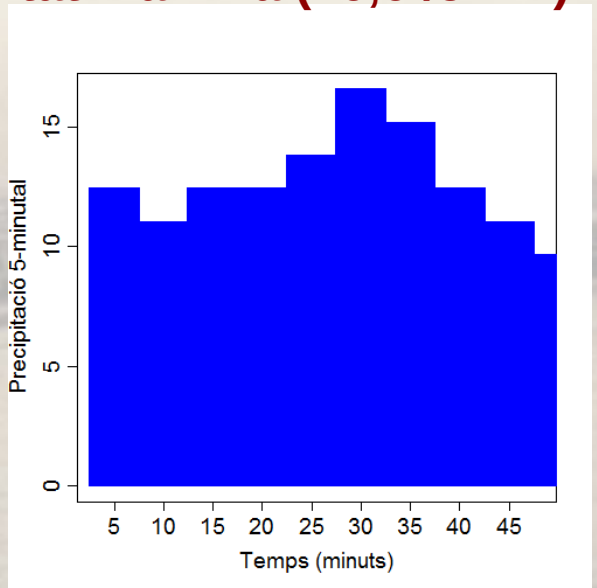
- Extensió de l'àrea afectada
- Convectivitat / advectivitat: tropical, frontal, orogràfica, …
- Tamany de les gotes

Part I. Repàs del concepte d'n

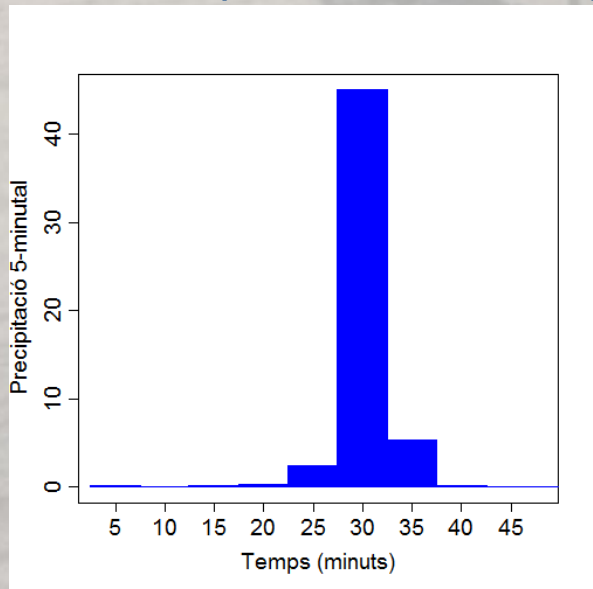
Formes de ploure **diferents** però amb la **mateixa durada i intensitat màxima (16,6 /5min)**

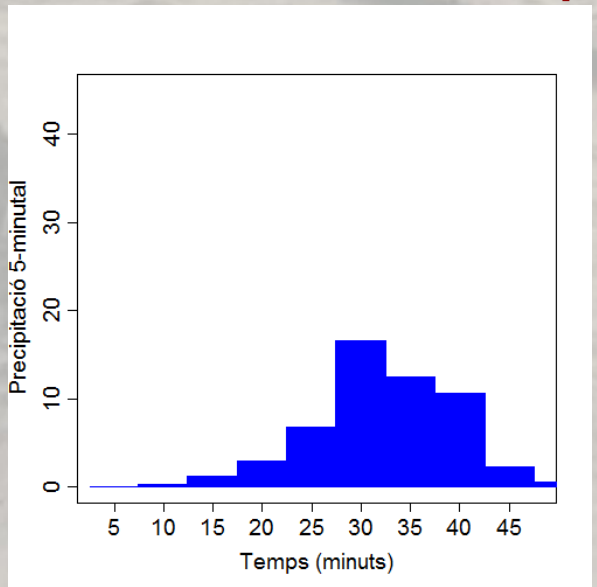


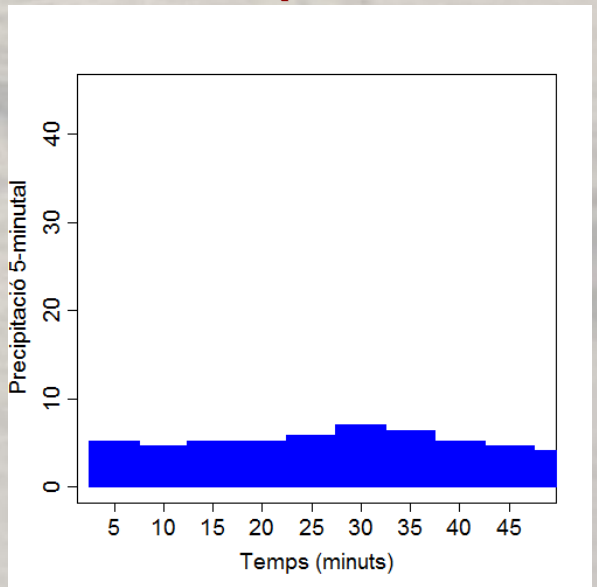




Formes de ploure **diferents** però amb la **mateixa durada i precipitació total (54mm /50min)**

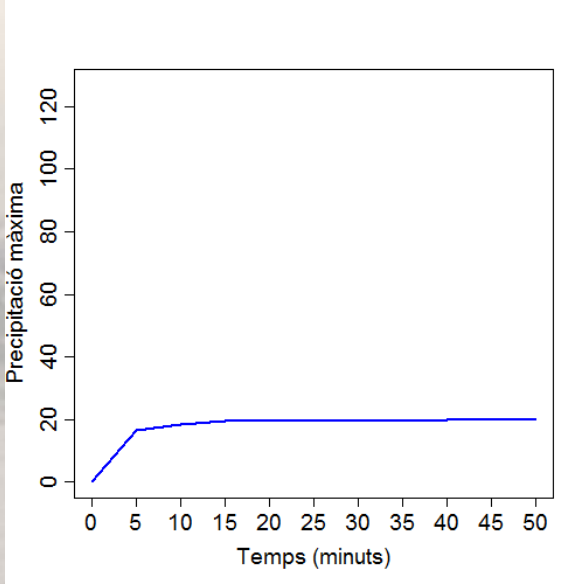


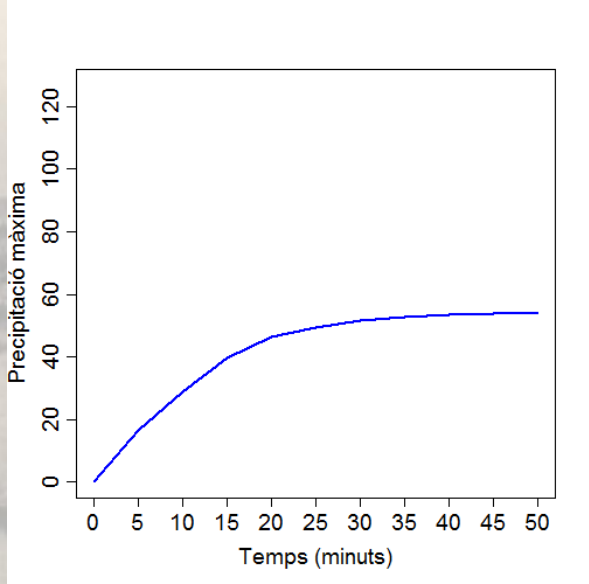


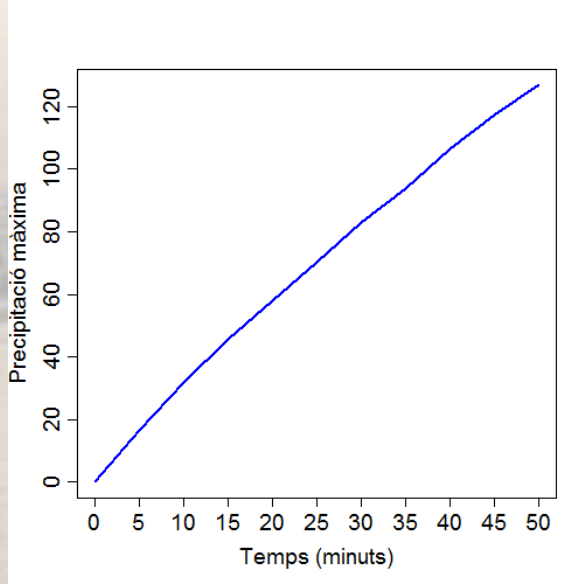


Part I. Repàs del concepte d'n

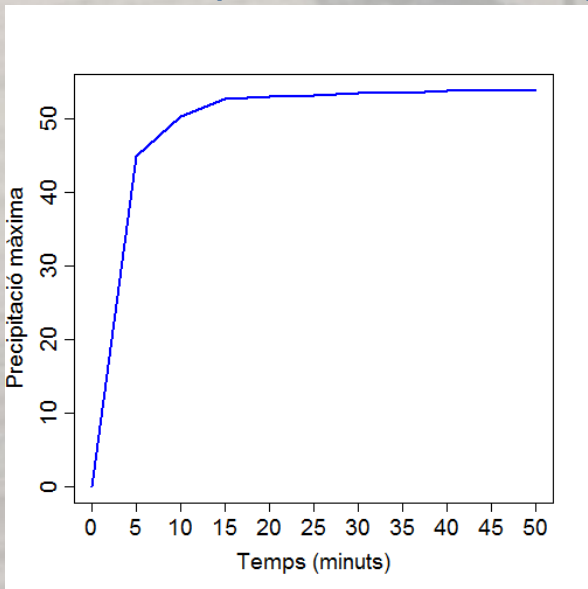
Formes de ploure **diferents** però amb la **mateixa durada i intensitat màxima (16,6 /5min)**

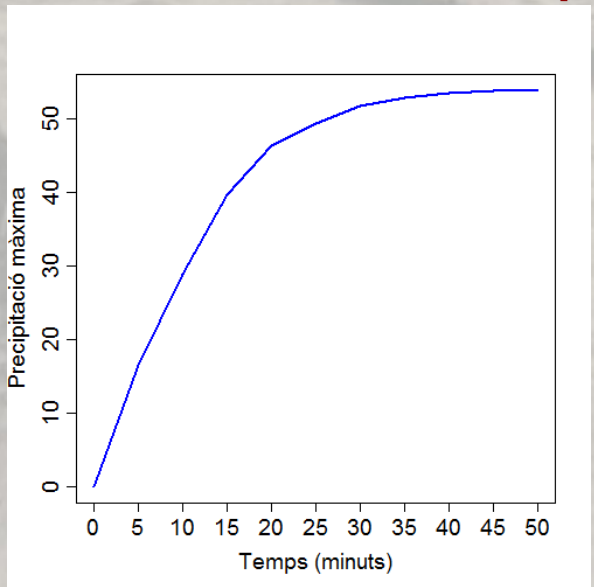


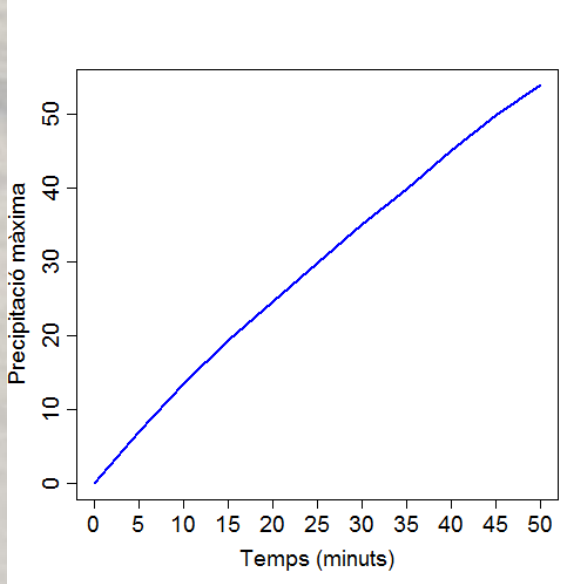




Formes de ploure **diferents** però amb la **mateixa durada i precipitació total (54mm /50min)**







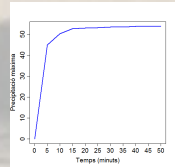
Part I. Repàs del concepte d'n

Fonament teòric

Veiem quina és la intensitat mitjana màxima (I) per als caos extrems:

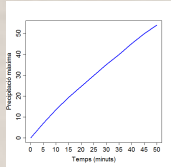
(a) Pluja caiguda majoritàriament en un instant:

$$I_a(t) = \frac{P_o}{t}$$



(b) Pluja caiguda regularment (intensitat constant):

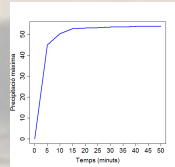
$$I_b(t) = \frac{P_o}{t_o}$$



Part I. Repàs del concepte d'n

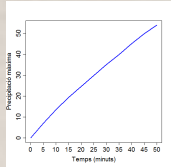
Fonament teòric

Veiem quina és la intensitat mitjana màxima (I) per als caos extrems:



(a) Pluja caiguda majoritàriament en un instant:

$$I_a(t) = \frac{P_o}{t}$$



(b) Pluja caiguda regularment (intensitat constant):

$$I_b(t) = \frac{P_o}{t_o}$$

Fixeu-vos que, per dos temps, $t_2 > t_1$:

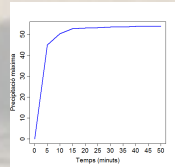
(a) → $\frac{I_a(t_2)}{I_a(t_1)} = \frac{t_1}{t_2}$

(b) → $\frac{I_b(t_2)}{I_b(t_1)} = 1$

Part I. Repàs del concepte d'n

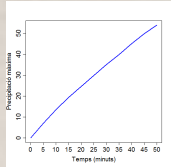
Fonament teòric

Veiem quina és la intensitat mitjana màxima (I) per als caos extrems:



(a) Pluja caiguda majoritàriament en un instant:

$$I_a(t) = \frac{P_o}{t}$$



(b) Pluja caiguda regularment (intensitat constant):

$$I_b(t) = \frac{P_o}{t_o}$$

Fixeu-vos que, per dos temps, $t_2 > t_1$:

(a) → $\frac{I_a(t_2)}{I_a(t_1)} = \frac{t_1}{t_2}$ (b) → $\frac{I_b(t_2)}{I_b(t_1)} = 1$

Qualsevol precipitació es trobarà entre aquestos dos casos!!

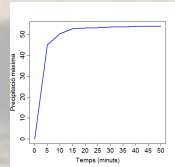
Per tant, $\frac{t_1}{t_2} < \frac{I(t_2)}{I(t_1)} < 1$ amb $\boldsymbol{t_2 > t_1}$

Hi ha un fum de funcions que satisfan això, però quina és la més senzilla?

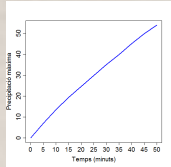
Part I. Repàs del concepte d'n

Fonament teòric

Veiem quina és la intensitat mitjana màxima (I) per als caos extrems:



(a) Pluja caiguda majoritàriament en un instant: $I_a(t) = \frac{P_o}{t}$



(b) Pluja caiguda regularment (intensitat constant): $I_b(t) = \frac{P_o}{t_o}$

Fixeu-vos que, per dos temps, $t_2 > t_1$:

(a) → $\frac{I_a(t_2)}{I_a(t_1)} = \frac{t_1}{t_2}$ (b) → $\frac{I_b(t_2)}{I_b(t_1)} = 1$

Qualsevol precipitació es trobarà entre aquestos dos casos!!

Per tant, $\frac{t_1}{t_2} < \frac{I(t_2)}{I(t_1)} < 1$ amb $\boldsymbol{t_2 > t_1}$

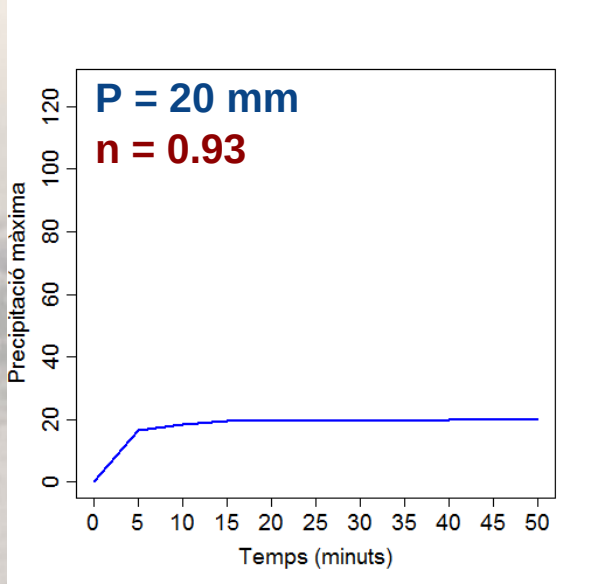
Hi ha un fum de funcions que satisfan això, però quina és la més senzilla?

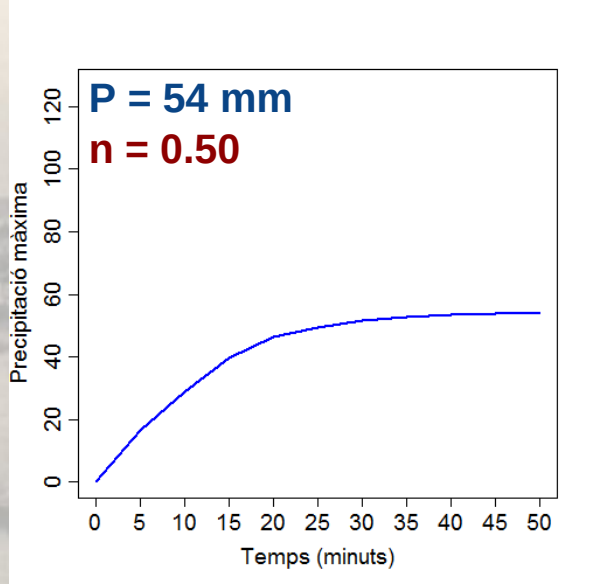
$$\frac{I(t_2)}{I(t_1)} = \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^n$$

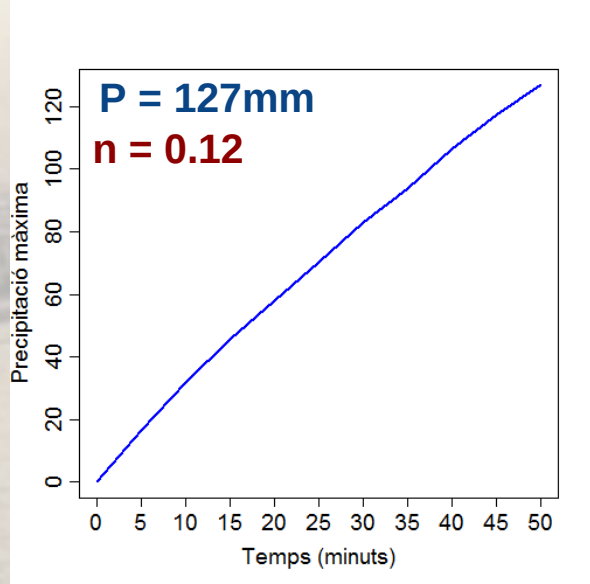
amb **0 < n < 1**

Part I. Repàs del concepte d'n

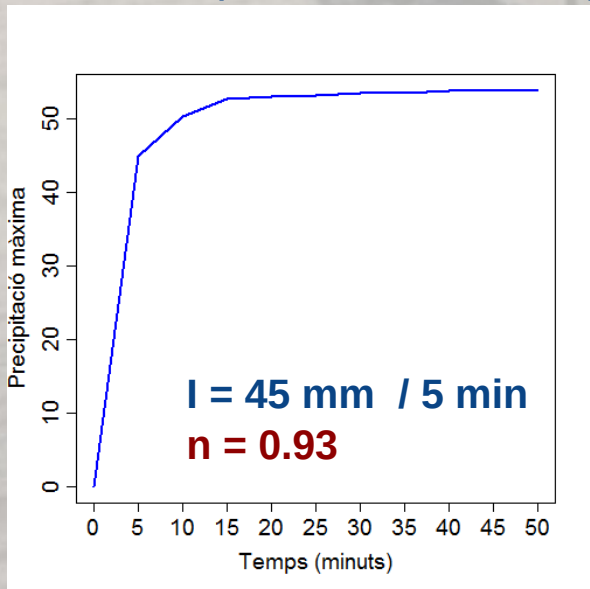
Formes de ploure **diferents** però amb la **mateixa durada i intensitat màxima (16,6 /5min)**

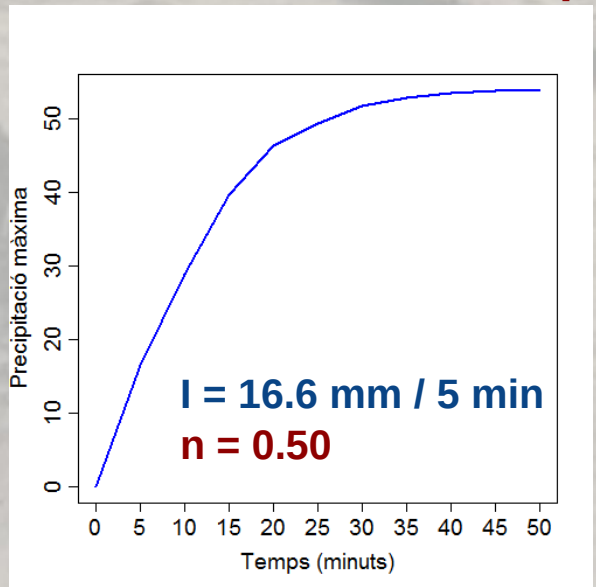


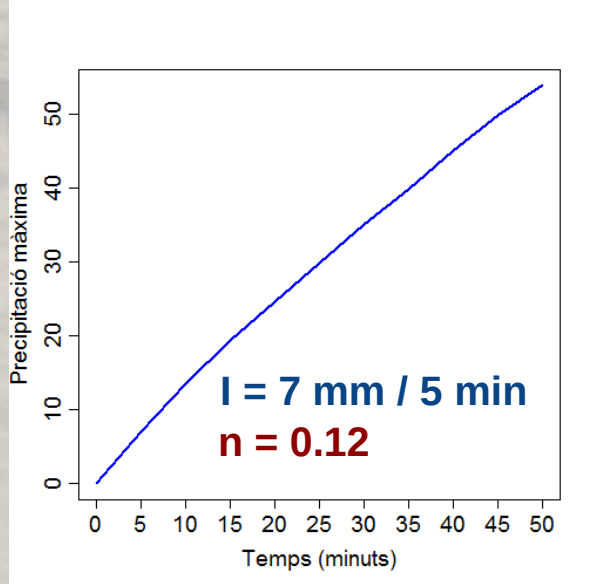




Formes de ploure **diferents** però amb la **mateixa durada i precipitació total (54mm /50min)**

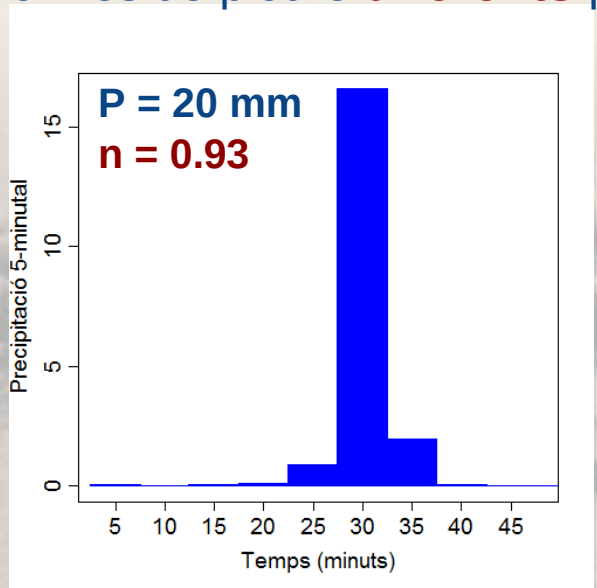


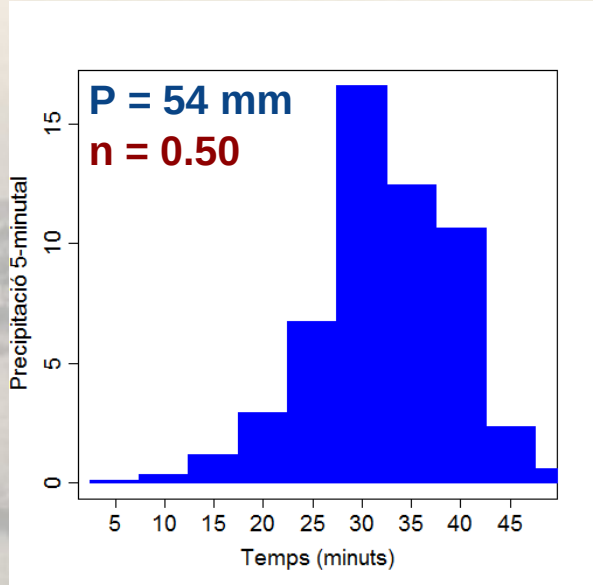


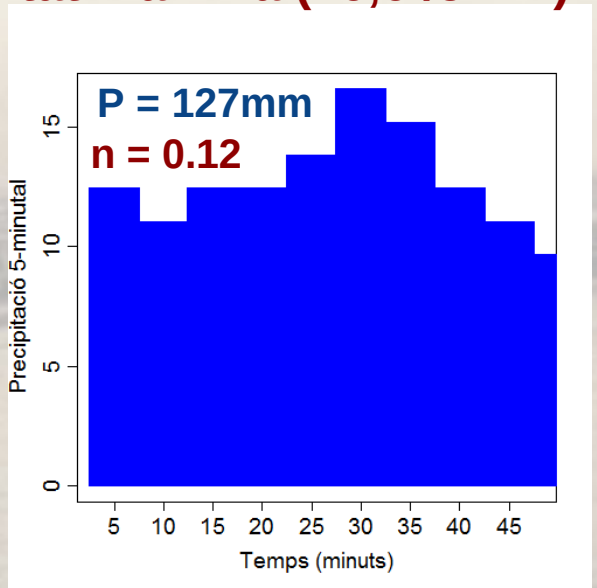


Part I. Repàs del concepte d'n

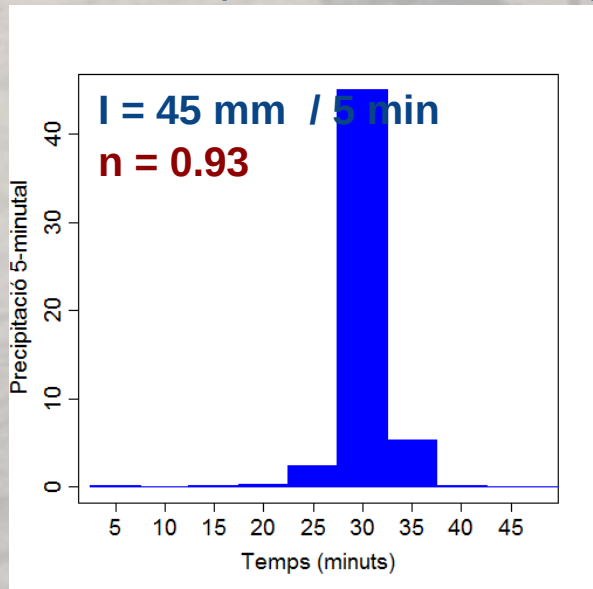
Formes de ploure **diferents** però amb la **mateixa durada i intensitat màxima (16,6 /5min)**

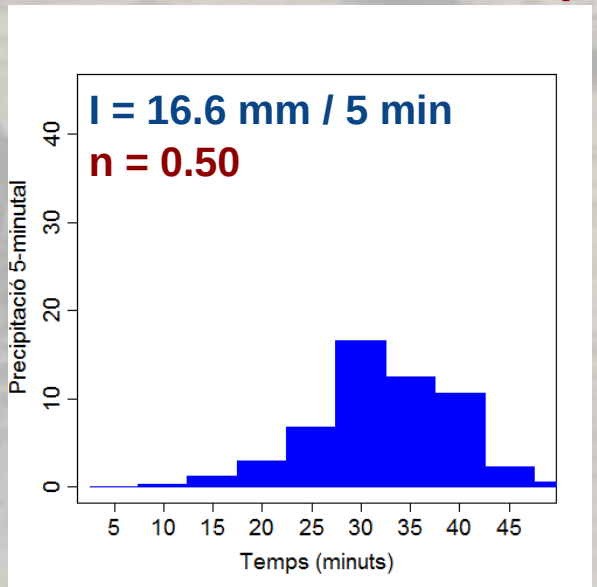


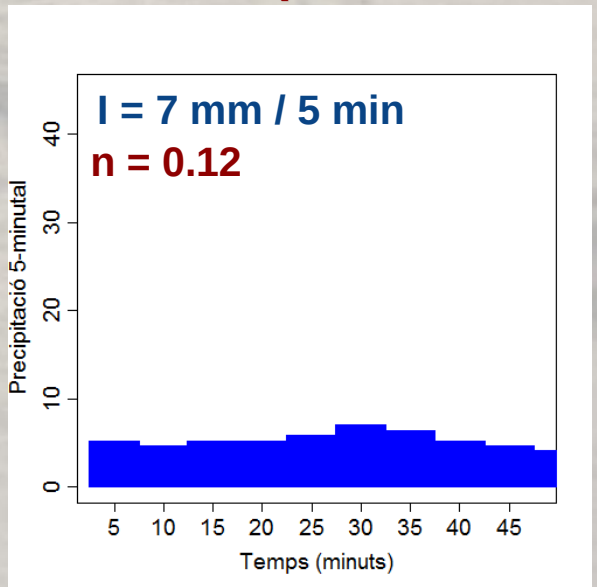




Formes de ploure **diferents** però amb la **mateixa durada i precipitació total (54mm /50min)**





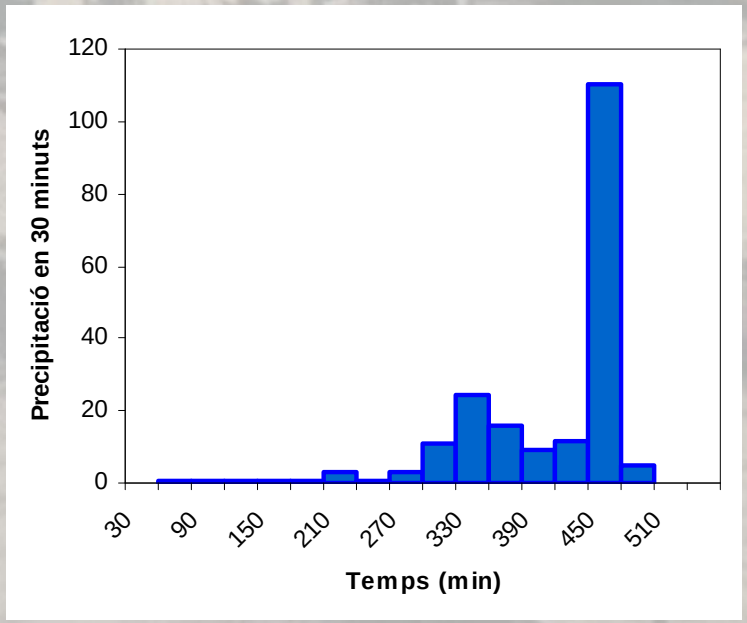


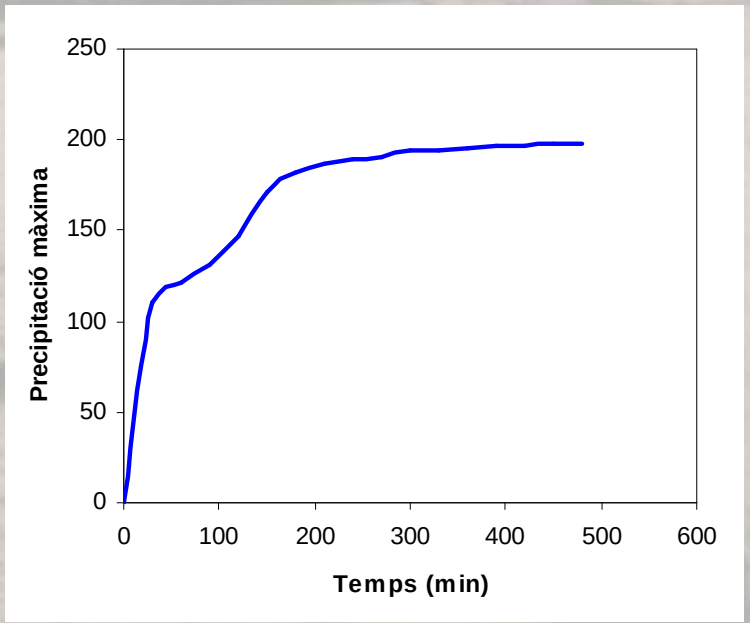
Part I. Repàs del concepte d'n

Exemples

Exemple I de càlcul de l'índex n

T (min)	P_T (mm)
30	0
60	0.4
90	0.5
120	0.9
150	0.9
180	0.8
210	3.1
240	0.9
270	2.8
300	11
330	24.2
360	16
390	9.2
420	11.6
450	110.3
480	4.7
510	0.2
540	0





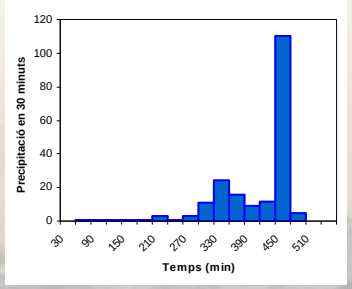
Part I. Repàs del concepte d'n

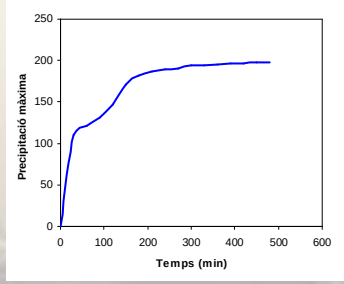
Exemples

Exemple I de càlcul de l'índex n

T (min)	P_T (mm)
30	0
60	0.4
90	0.5
120	0.9
150	0.9
180	0.8
210	3.1
240	0.9
270	2.8
300	11
330	24.2
360	16
390	9.2
420	11.6
450	**110.3**
480	4.7
510	0.2
540	0

T (min)	P_{max} (mm)	IMM (mm/min)
30	**110.3**	3.677
60		
90		
120		
150		
180		
210		
240		
270		
300		
330		
360		
390		
420		
450		
480		

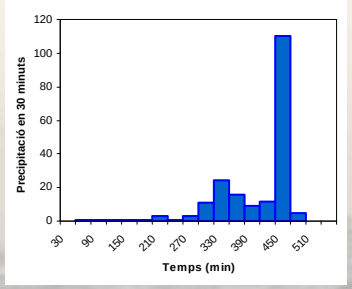


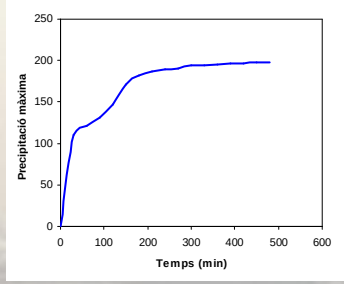


Part I. Repàs del concepte d'n

Exemples

Exemple I de càlcul de l'índex n





T (min)	P_T (mm)
30	0
60	0.4
90	0.5
120	0.9
150	0.9
180	0.8
210	3.1
240	0.9
270	2.8
300	11
330	24.2
360	16
390	9.2
420	11.6
450	110.3
480	4.7
510	0.2
540	0

T (min)	P_{max} (mm)	IMM (mm/min)
30	110.3	3.677
60	121.9	2.032
90	131.1	1.457
120	147.1	1.226
150	171.3	1.142
180	182.3	1.013
210		
240		
270		
300		
330		
360		
390		
420		
450		
480		

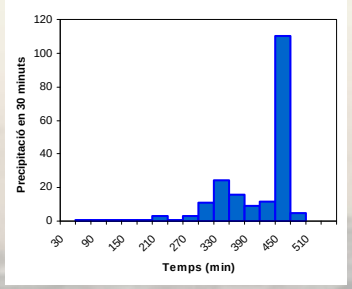
Part I. Repàs del concepte d'n

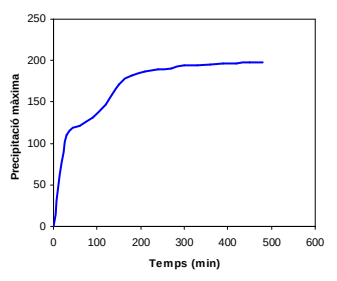
Repàs del concepte d'n

Exemple I de càlcul de l'índex n

T (min)	P_T (mm)
30	0
60	0.4
90	0.5
120	0.9
150	0.9
180	0.8
210	3.1
240	0.9
270	2.8
300	11
330	24.2
360	16
390	9.2
420	11.6
450	110.3
480	4.7
510	0.2
540	0

T (min)	P_{max} (mm)	IMM (mm/min)
30	110.3	3.677
60	121.9	2.032
90	131.1	1.457
120	147.1	1.226
150	171.3	1.142
180	182.3	1.013
210	187	0.890
240		
270		
300		
330		
360		
390		
420		
450		
480		





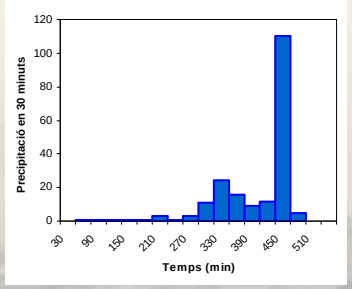
Part I. Repàs del concepte d'n

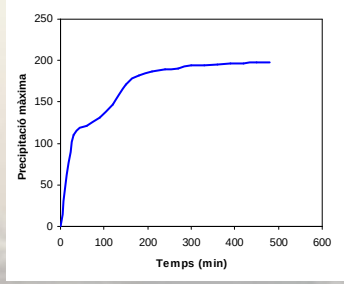
Exemples

Exemple I de càlcul de l'índex n

T (min)	P_T (mm)
30	0
60	0.4
90	0.5
120	0.9
150	0.9
180	0.8
210	3.1
240	0.9
270	2.8
300	11
330	24.2
360	16
390	9.2
420	11.6
450	110.3
480	4.7
510	0.2
540	0

T (min)	P_{max} (mm)	IMM (mm/min)
30	110.3	3.677
60	121.9	2.032
90	131.1	1.457
120	147.1	1.226
150	171.3	1.142
180	182.3	1.013
210	187	0.890
240	189.8	0.791
270	190.7	0.706
300	193.8	0.646
330	194.6	0.590
360	195.5	0.543
390	196.4	0.504
420	196.9	0.469
450	197.3	0.438
480	197.5	0.411





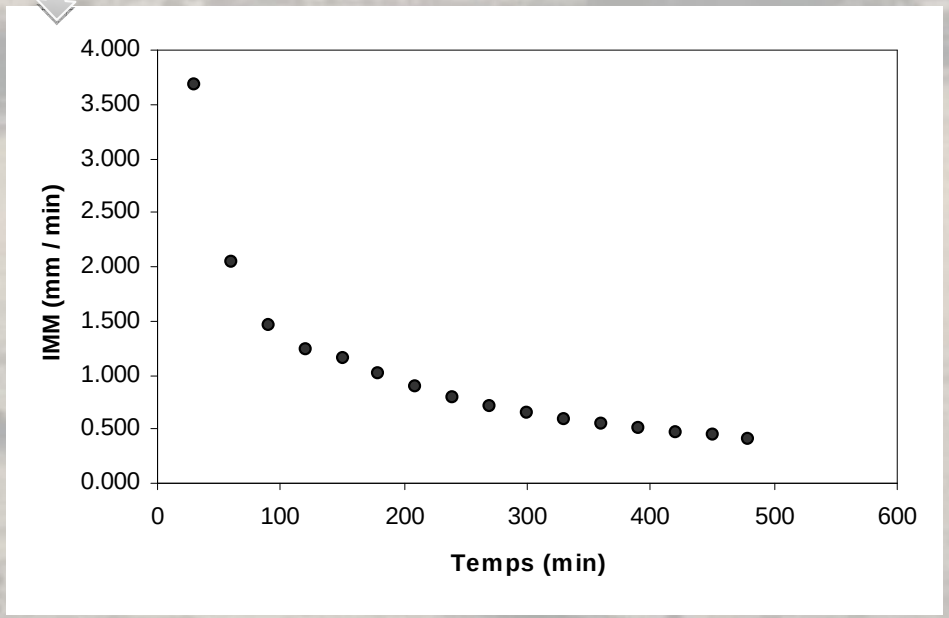
Part I. Repàs del concepte d'n

Exemples

Exemple I de càlcul de l'índex n

T (min)	P_T (mm)
30	0
60	0.4
90	0.5
120	0.9
150	0.9
180	0.8
210	3.1
240	0.9
270	2.8
300	11
330	24.2
360	16
390	9.2
420	11.6
450	110.3
480	4.7
510	0.2
540	0

T (min)	P_{max} (mm)	IMM (mm/min)
30	110.3	3.677
60	121.9	2.032
90	131.1	1.457
120	147.1	1.226
150	171.3	1.142
180	182.3	1.013
210	187	0.890
240	189.8	0.791
270	190.7	0.706
300	193.8	0.646
330	194.6	0.590
360	195.5	0.543
390	196.4	0.504
420	196.9	0.469
450	197.3	0.438
480	197.5	0.411



$$\frac{I(t)}{I_{1\,\min}} = \left(\frac{1}{t}\right)^n$$

Temps de referència t_1 = 1min

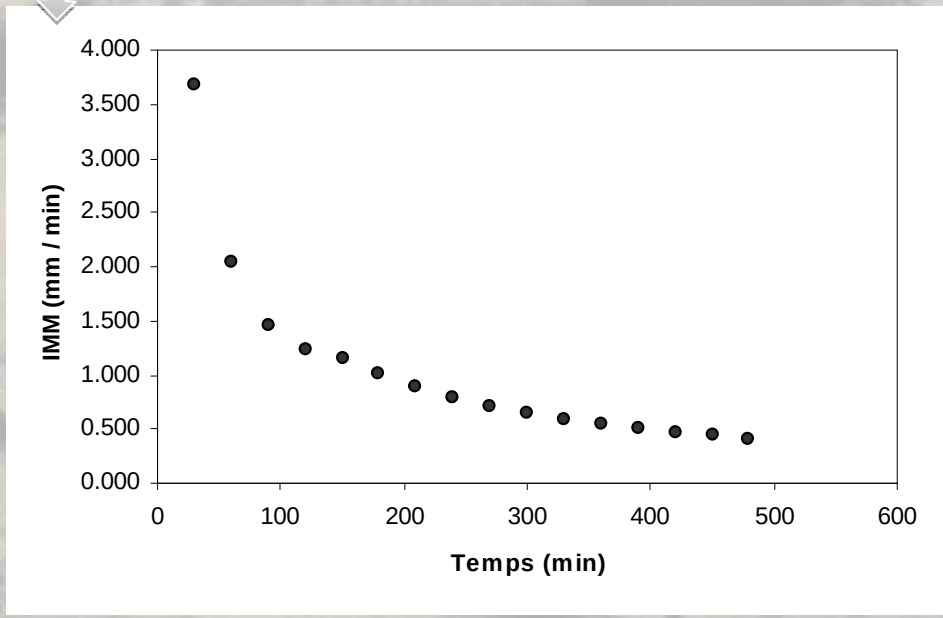
Part I. Repàs del concepte d'n

Exemples

Exemple I de càlcul de l'índex n

T (min)	P_T (mm)
30	0
60	0.4
90	0.5
120	0.9
150	0.9
180	0.8
210	3.1
240	0.9
270	2.8
300	11
330	24.2
360	16
390	9.2
420	11.6
450	110.3
480	4.7
510	0.2
540	0

T (min)	P_{max} (mm)	IMM (mm/min)
30	110.3	3.677
60	121.9	2.032
90	131.1	1.457
120	147.1	1.226
150	171.3	1.142
180	182.3	1.013
210	187	0.890
240	189.8	0.791
270	190.7	0.706
300	193.8	0.646
330	194.6	0.590
360	195.5	0.543
390	196.4	0.504
420	196.9	0.469
450	197.3	0.438
480	197.5	0.411



$$\frac{I(t)}{I_{1\,min}} = \left(\frac{1}{t}\right)^n$$

$$\log\ I(t) = -n \cdot \log\ t + \log\ I_{1\,min}$$

y = a · x + b

Temps de referència t_1 = 1min

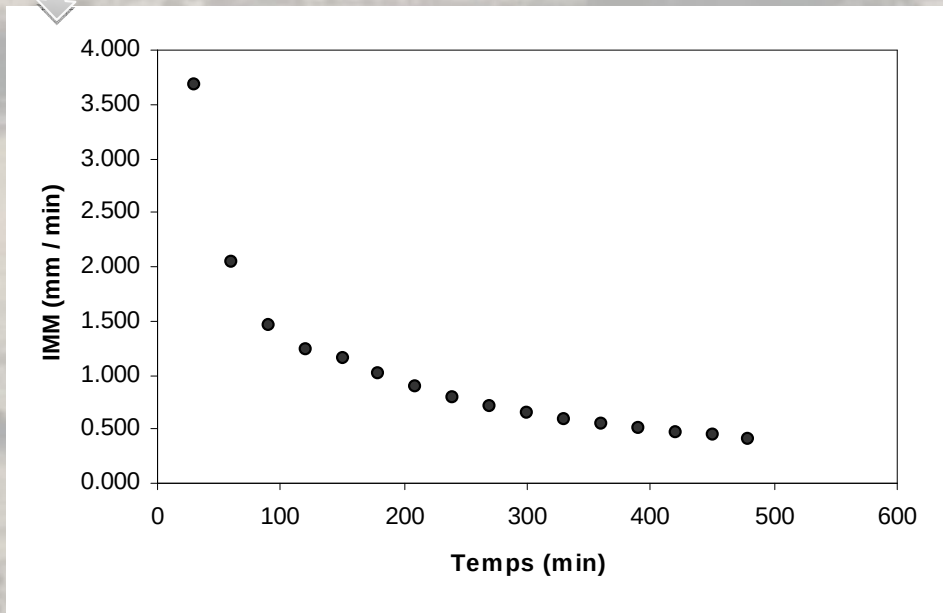
Part I. Repàs del concepte d'n

Exemples

Exemple I de càlcul de l'índex n

T (min)	P_T (mm)
30	0
60	0.4
90	0.5
120	0.9
150	0.9
180	0.8
210	3.1
240	0.9
270	2.8
300	11
330	24.2
360	16
390	9.2
420	11.6
450	110.3
480	4.7
510	0.2
540	0

T (min)	P_{max} (mm)	IMM (mm/min)
30	110.3	3.677
60	121.9	2.032
90	131.1	1.457
120	147.1	1.226
150	171.3	1.142
180	182.3	1.013
210	187	0.890
240	189.8	0.791
270	190.7	0.706
300	193.8	0.646
330	194.6	0.590
360	195.5	0.543
390	196.4	0.504
420	196.9	0.469
450	197.3	0.438
480	197.5	0.411

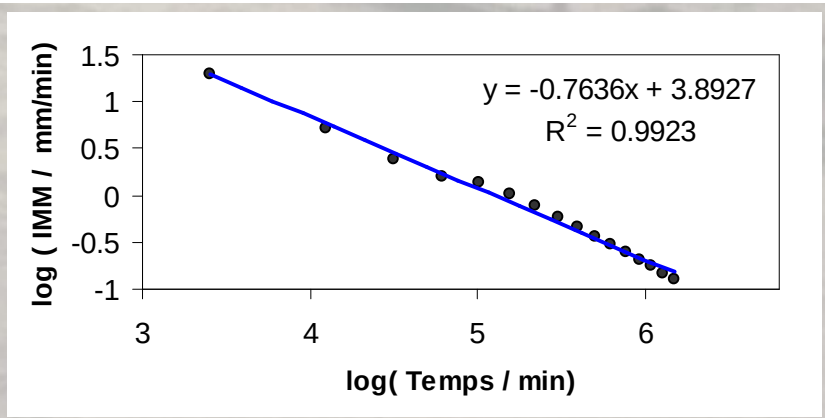


$$\frac{I(t)}{I_{1\,min}} = \left(\frac{1}{t}\right)^n$$

$$\log\ I(t) = -n \cdot \log\ t + \log\ I_{1\,min}$$

y = a · x + b

Temps de referència t_1 = 1min



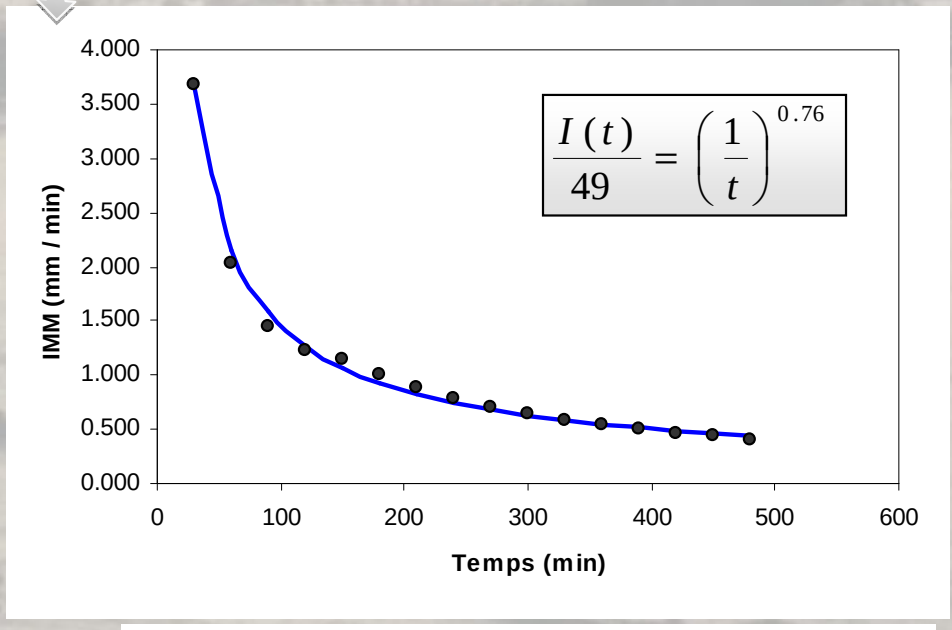
Part I. Repàs del concepte d'n

Exemples

Exemple I de càlcul de l'índex n

T (min)	P_T (mm)
30	0
60	0.4
90	0.5
120	0.9
150	0.9
180	0.8
210	3.1
240	0.9
270	2.8
300	11
330	24.2
360	16
390	9.2
420	11.6
450	110.3
480	4.7
510	0.2
540	0

T (min)	P_{max} (mm)	IMM (mm/min)
30	110.3	3.677
60	121.9	2.032
90	131.1	1.457
120	147.1	1.226
150	171.3	1.142
180	182.3	1.013
210	187	0.890
240	189.8	0.791
270	190.7	0.706
300	193.8	0.646
330	194.6	0.590
360	195.5	0.543
390	196.4	0.504
420	196.9	0.469
450	197.3	0.438
480	197.5	0.411

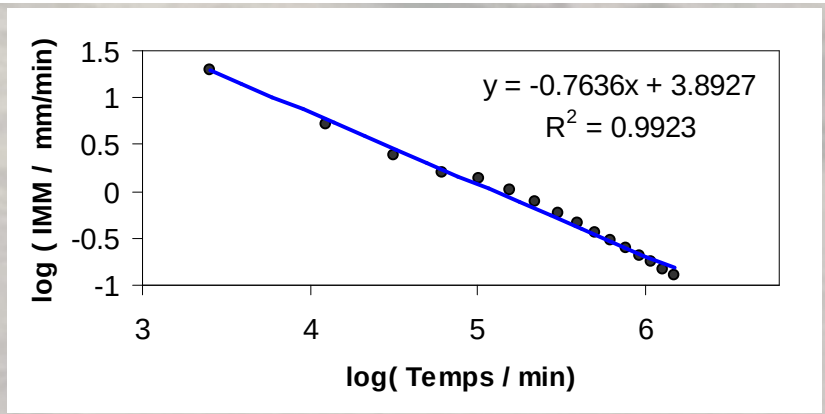


$$\frac{I(t)}{I_{1\,min}} = \left(\frac{1}{t}\right)^{n}$$

$$\log\ I(t) = -n \cdot \log\ t + \log\ I_{1\,min}$$

y = a · x + b

Temps de referència t_1 = 1min



Part I. Repàs del concepte d'n

Exemples

1. La precipitació màxima *P* és relaciona fàcilment amb la intensitat mitjana màxima *I*

$$I(t) = I(t_o)\left(\frac{t_o}{t}\right)^n \Rightarrow P(t) = I(t)\cdot t = I(t_o)\cdot\frac{t_o}{t_o}\left(\frac{t_o}{t}\right)^n\cdot t \Rightarrow P(t) = P(t_o)\left(\frac{t}{t_o}\right)^{1-n}$$

2. Podem incorporar la relació entre la precipitació màxima i la freqüència de retorn

$$P(t,\rho) = P(t_o,\rho_o)\left(\frac{\rho}{\rho_o}\right)^m\left(\frac{t}{t_o}\right)^{1-n}$$

Part I. Repàs del concepte d'n

Exemples

1. La precipitació màxima *P* és relaciona fàcilment amb la intensitat mitjana màxima *I*

$$I(t) = I(t_o)\left(\frac{t_o}{t}\right)^n \Rightarrow P(t) = I(t)\cdot t = I(t_o)\cdot\frac{t_o}{t_o}\left(\frac{t_o}{t}\right)^n\cdot t \Rightarrow P(t) = P(t_o)\left(\frac{t}{t_o}\right)^{1-n}$$

2. Podem incorporar la relació entre la precipitació màxima i la freqüència de retorn

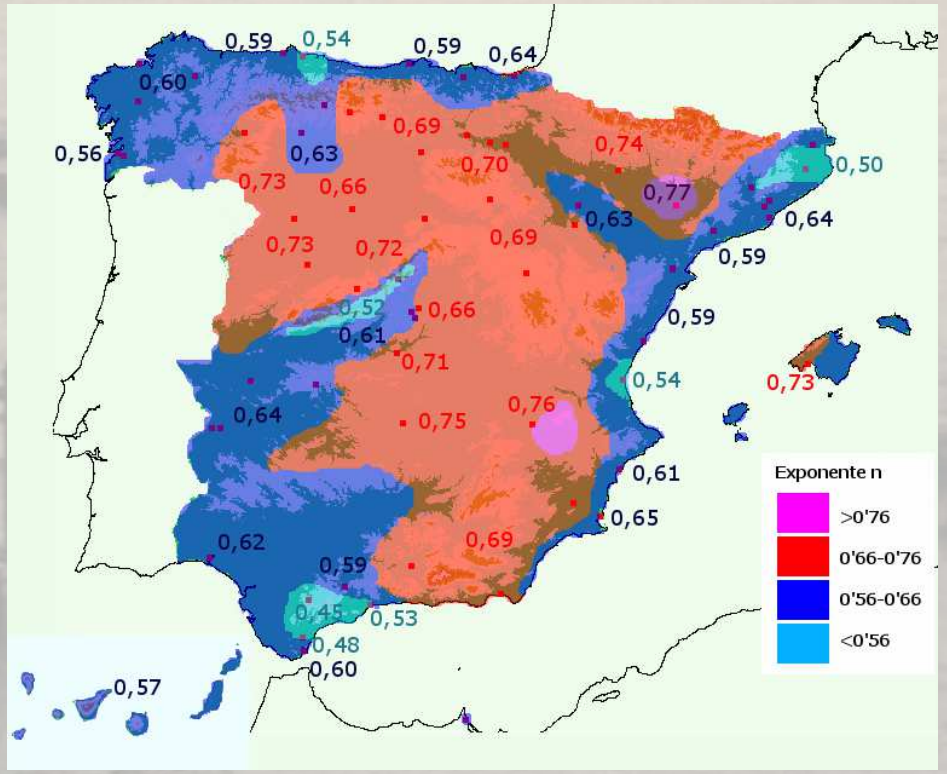
$$P(t,\rho) = P(t_o,\rho_o)\left(\frac{\rho}{\rho_o}\right)^m\left(\frac{t}{t_o}\right)^{1-n}$$

Exemple II: Índex *n* per a pluja amb un retorn entre 1 i 25 anys

Interpretació:

- Zones amb màxims de pluja principalment per **fronts atlàntics, polars i mediterranis (n < 0,56)**

- Zones amb màxims de pluja principalment per **tempestes (n > 0,56)**



Continguts

- **Part I. Repàs del concepte d'n**
  - Motivació
  - Fonament teòric
  - Exemples
- **Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques**
  - Rècords mundials
  - Sud de València – Nord d'Alacant
- **Part III. Càlcul**
  - Aproximació de 2 valors
  - Utilització de ferramentes estadístiques
- **Resum**

Continguts

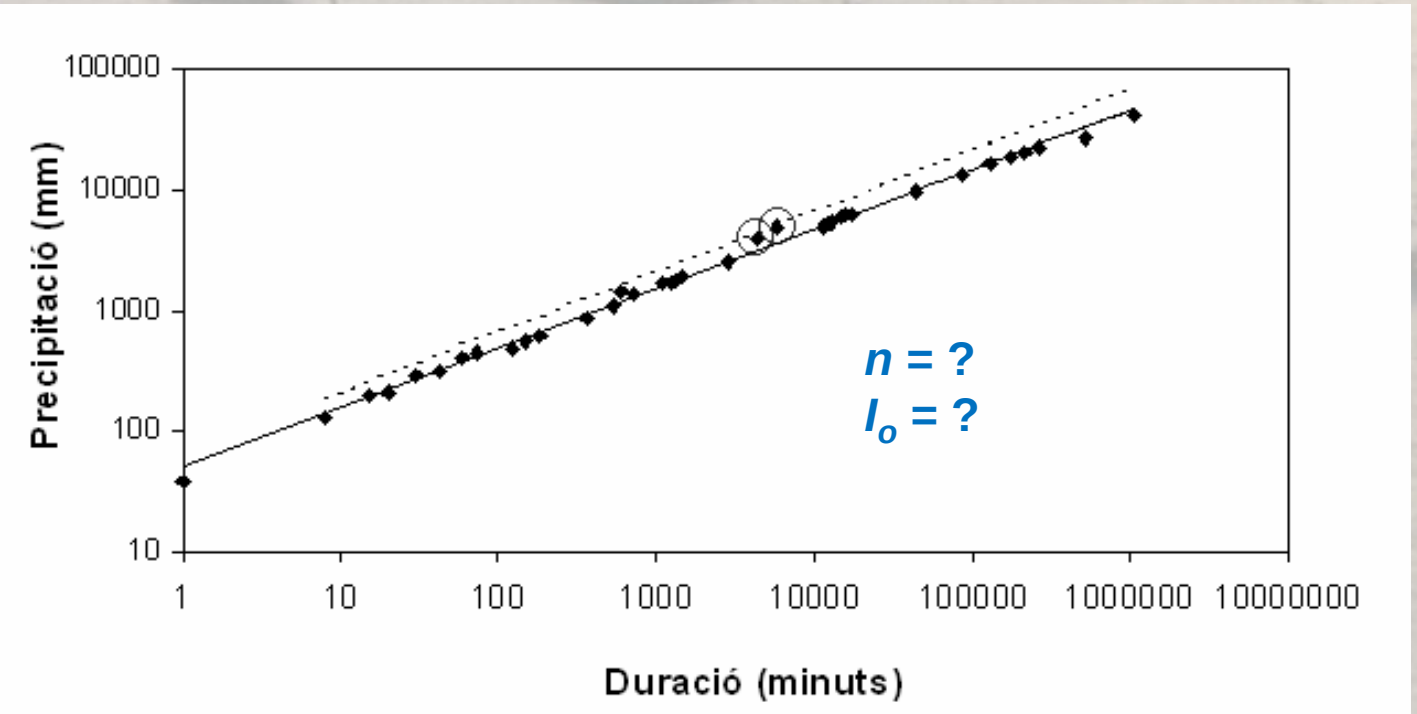
- **Part I. Repàs del concepte d'n**
  - Motivació
  - Fonament teòric
  - Exemples
- **Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques**
  - Rècords mundials
  - Sud de València – Nord d'Alacant
- **Part III. Càlcul**
  - Aproximació de 2 valors
  - Utilització de ferramentes estadístiques
- **Resum**

Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques

Rècords mundials

Índex *n* per als rècords mundials de precipitació

$$\ln P(t) = \ln P(1) + (1-n)\cdot \ln(t)$$



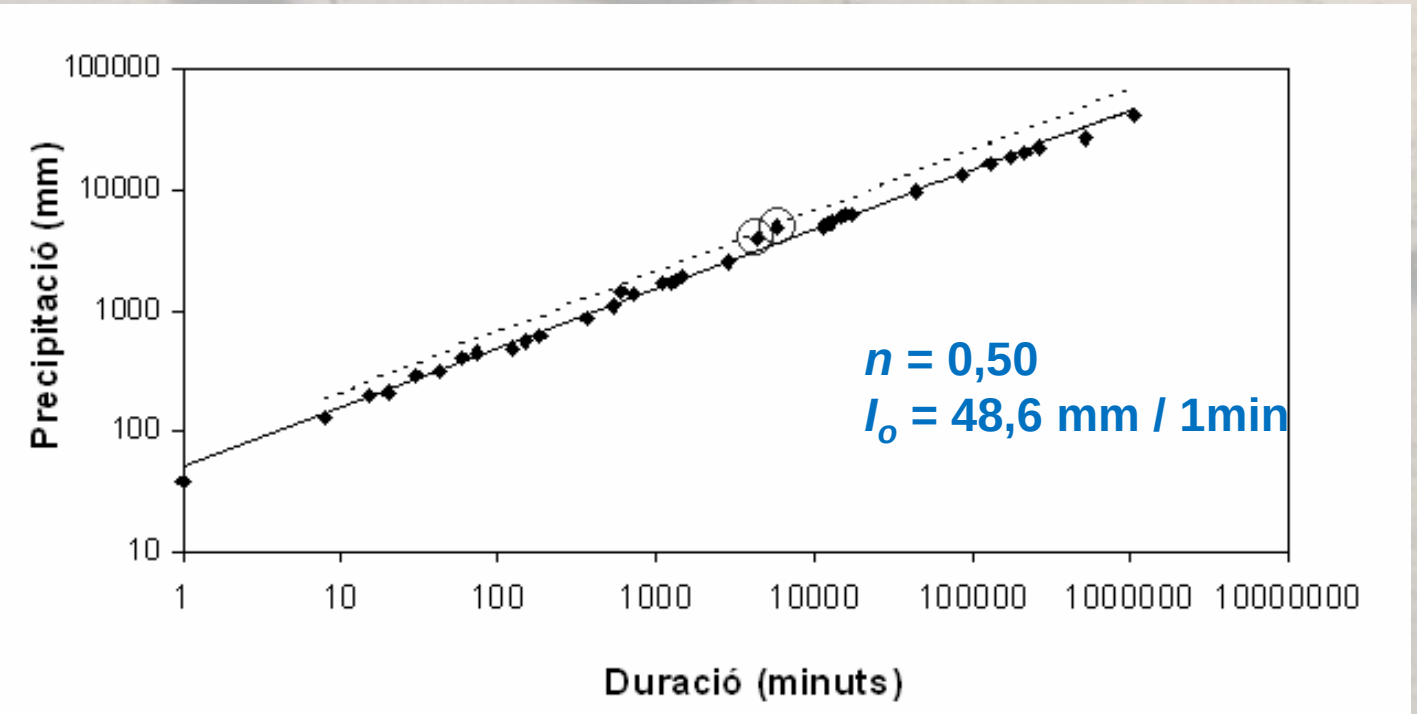
Duració	P (mm)	Estació	Data
1 min	38,1	Barot (Guadalupe)	26/11/1970
8 min	126	Füssen (Alemania)	25/05/1920
15 min	198	Plumb Point (Jamaica)	12/05/1916
20 min	206	Curtea-de-Arges (Rumania)	07/07/1889
30 min	280	Sikeshugou (China)	03/07/1974
42 min	305	Holt, Misuri (EEUU)	22/06/1947
60 min	401	Shangai (Mongolia)	03/07/1975
72 min	440	Gaoj, Gansu, (China)	12/08/1985
2 h	489	Yujiawanzi (Mongolia)	19/07/1975
2,5 h	550	Bainaobao (China)	25/06/1972
3 h	600	Duan Jiazhuang (China)	28/07/1977
6 h	840	Muduocaidang (Mongolia)	01/08/1977
9 h	1087	Belouve (La Reunión)	28-89/02/1964
10 h	1400	Muduocaidang, (Mongolia)	01/08/1977
12 h	1340	Belouve (La Reunión)	28-89/02/1964
18,5 h	1689	Belouve (La Reunión)	28-89/02/1964
20 h	1697	Foc-Foc (La Reunión)	7-8/01/1966
22 h	1780	Foc-Foc (La Reunión)	7-8/01/1966
24 h	1870	Cilaos (La Reunión)	15-16/03/1952
2 d	2467	Aurère (La Reunión)	7-8/04/1958
3 d	3929	Commerson (La Reunión)	24-26/02/2007
4 d	4869	Commerson (La Reunión)	24-27/02/2007
8 d	4936	Commerson (La Reunión)	20-27/01/1980
9 d	5342	Commerson (La Reunión)	19-27/01/1980
10 d	5678	Commerson (La Reunión)	18-27/01/1980
11 d	5949	Commerson (La Reunión)	17-27/01/1980
12 d	6051	Commerson (La Reunión)	16-27/01/1980
1 mes	9300	Cherrapunji (India)	07/1861
2 mes	12767	Cherrapunji (India)	06-07/1861
3 mes	16369	Cherrapunji (India)	05-07/1861
4 mes	18738	Cherrapunji (India)	04-07/1861
5 mes	20412	Cherrapunji (India)	04-08/1861
6 mes	22454	Cherrapunji (India)	04-09/1861
1 año	26461	Cherrapunji (India)	08/1860 - 09/1861
2 años	40768	Cherrapunji (India)	1860-1861

Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques

Rècords mundials

Índex *n* per als rècords mundials de precipitació

$$\ln P(t) = \ln P(1) + (1-n)\cdot \ln(t)$$



Duració	P (mm)	Estació	Data
1 min	38,1	Barot (Guadalupe)	26/11/1970
8 min	126	Füssen (Alemania)	25/05/1920
15 min	198	Plumb Point (Jamaica)	12/05/1916
20 min	206	Curtea-de-Arges (Rumania)	07/07/1889
30 min	280	Sikeshugou (China)	03/07/1974
42 min	305	Holt, Misuri (EEUU)	22/06/1947
60 min	401	Shangai (Mongolia)	03/07/1975
72 min	440	Gaoj, Gansu, (China)	12/08/1985
2 h	489	Yujiawanzi (Mongolia)	19/07/1975
2,5 h	550	Bainaobao (China)	25/06/1972
3 h	600	Duan Jiazhuang (China)	28/07/1977
6 h	840	Muduocaidang (Mongolia)	01/08/1977
9 h	1087	Belouve (La Reunión)	28-89/02/1964
10 h	1400	Muduocaidang, (Mongolia)	01/08/1977
12 h	1340	Belouve (La Reunión)	28-89/02/1964
18,5 h	1689	Belouve (La Reunión)	28-89/02/1964
20 h	1697	Foc-Foc (La Reunión)	7-8/01/1966
22 h	1780	Foc-Foc (La Reunión)	7-8/01/1966
24 h	1870	Cilaos (La Reunión)	15-16/03/1952
2 d	2467	Aurère (La Reunión)	7-8/04/1958
3 d	3929	Commerson (La Reunión)	24-26/02/2007
4 d	4869	Commerson (La Reunión)	24-27/02/2007
8 d	4936	Commerson (La Reunión)	20-27/01/1980
9 d	5342	Commerson (La Reunión)	19-27/01/1980
10 d	5678	Commerson (La Reunión)	18-27/01/1980
11 d	5949	Commerson (La Reunión)	17-27/01/1980
12 d	6051	Commerson (La Reunión)	16-27/01/1980
1 mes	9300	Cherrapunji (India)	07/1861
2 mes	12767	Cherrapunji (India)	06-07/1861
3 mes	16369	Cherrapunji (India)	05-07/1861
4 mes	18738	Cherrapunji (India)	04-07/1861
5 mes	20412	Cherrapunji (India)	04-08/1861
6 mes	22454	Cherrapunji (India)	04-09/1861
1 año	26461	Cherrapunji (India)	08/1860 - 09/1861
2 años	40768	Cherrapunji (India)	1860-1861

Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques

	t(min)	P(mm)	I (mm/1min) [n = 0,5]	n [I = 48,6 mm/1min]
	1 min (teo)	*48,6*	*48,6*	*0,500*
Füssen (Al, 1970)	8 min	126	44,5	0,541
Plumb Point (Ja, 1916)	15 min	198	51,1	0,481
Curtea-A. (Ro, 1889)	20 min	206	46,1	0,518
Hebei (Ch, 1974)	30 min	280	51,1	0,485
Holt (EEUU, 1947)	42 min	305	47,1	0,508
Shangdi (Ch, 1975)	60 min	401	51,8	0,484
	72 min	440	51,9	0,485
	2h	489	44,6	0,518
Bainaobao (China)	2h 30 min	550	44,9	0,516
	3 h	600	44,7	0,516
	6 h	840	44,3	0,516
Muduocaindang (Inner Mongolia, 1977)	**10 h**	**1400**	**57,2**	**0,475**
Foc-Foc (Reunión, 1966)	12 h	1144	42,6	0,520

Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques

t(min)	P(mm)	I (mm/1min) [n = 0,5]	n [I = 48,6 mm/1min]
1 min (teo)	*48,6*	*48,6*	*0,500*
12 h	1144	42,6	0,520
18 h	1589	48,4	0,501
22h	1780	49,0	0,484
24 h	1870	49,3	0,498
2d	2467	46,0	0,507
3 d	3929	59,8	0,475
4 d	4869	64,2	0,468
4 d	3240	49,3	0,498
5 d	3721	49,0	0,499
6 d	3951	46,6	0,505
7 d	4303	46,3	0,505
8 d	4936	46,0	0,506

Foc-Foc (1966)

Belouve (1964)

Cilaos (1952)

Aurère (1958)

Commerson (2007)

Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques

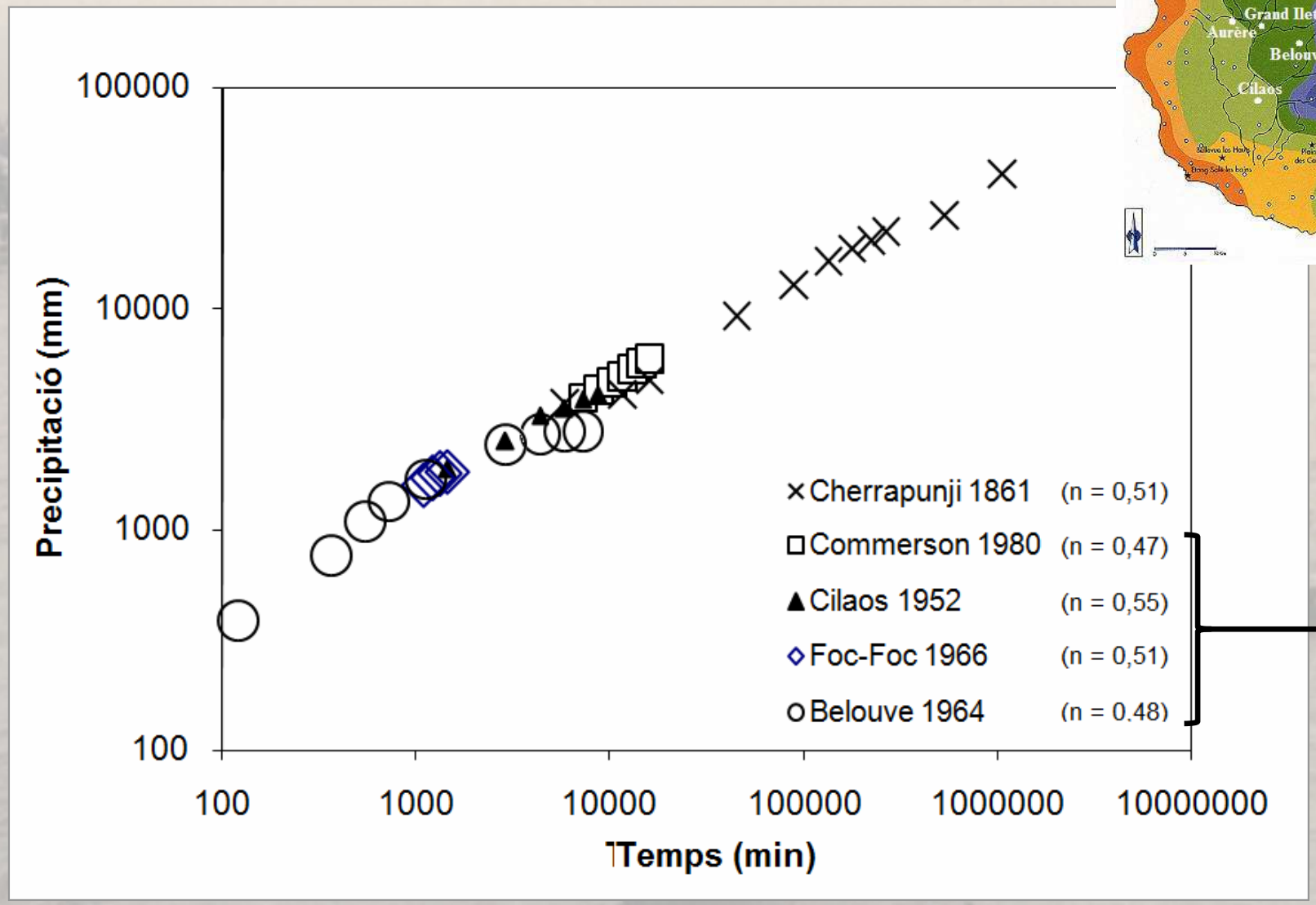
t(min)	P(mm)	I (mm/1min) [n = 0,5]	n [I = 48,6 mm/1min]
1 min (teo)	*48,6*	*48,6*	*0,500*
9 d	5342	46,9	0,504
10 d	5678	47,3	0,503
11 d	5949	47,3	0,503
12 d	6051	46,0	0,505
1 mes	9300	44,0	0,509
2 mes	12767	43,1	0,511
3 mes	16369	45,0	0,507
4 mes	18738	44,7	0,507
5 mes	20412	43,5	0,509
6 mes	22454	43,7	0,508
2 anys	40768	39,8	0,514

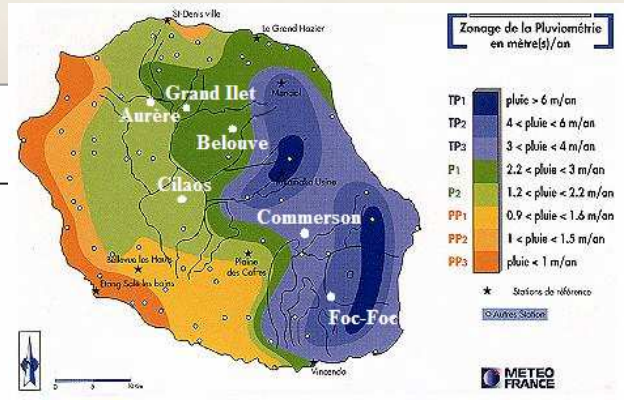
Commerson (1980)

Cherrapunji (1861)

Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques

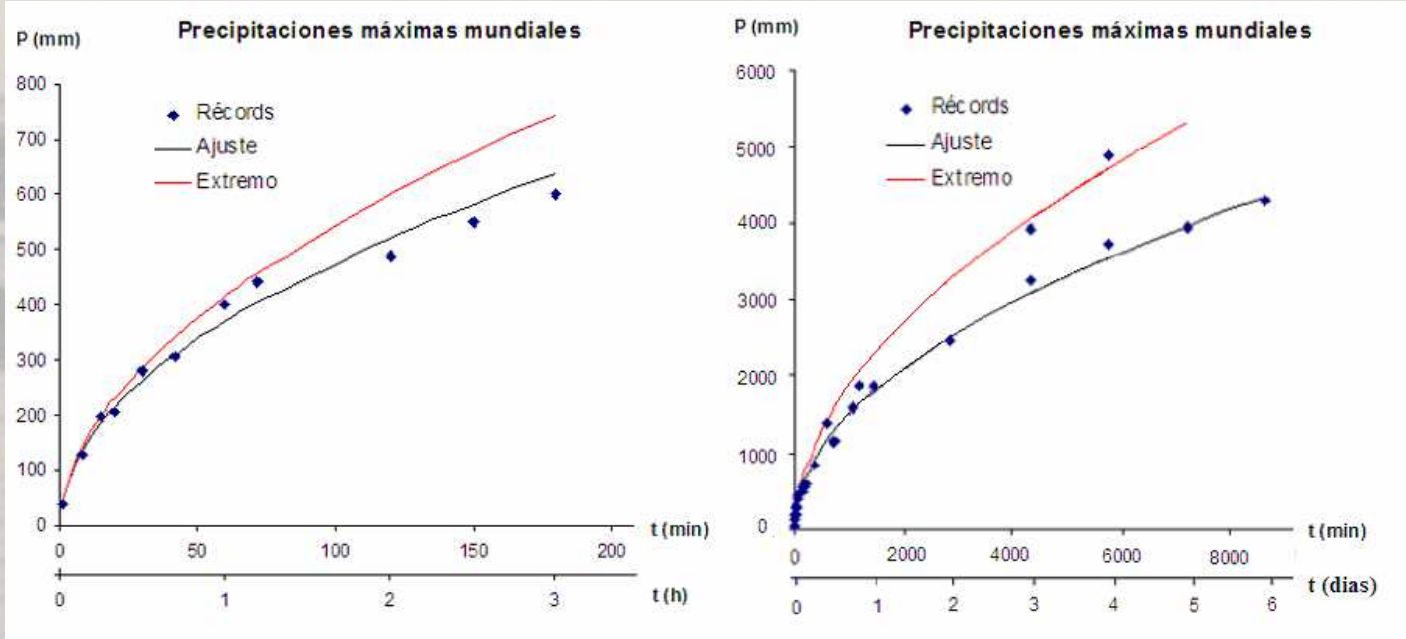
Rècords mundials





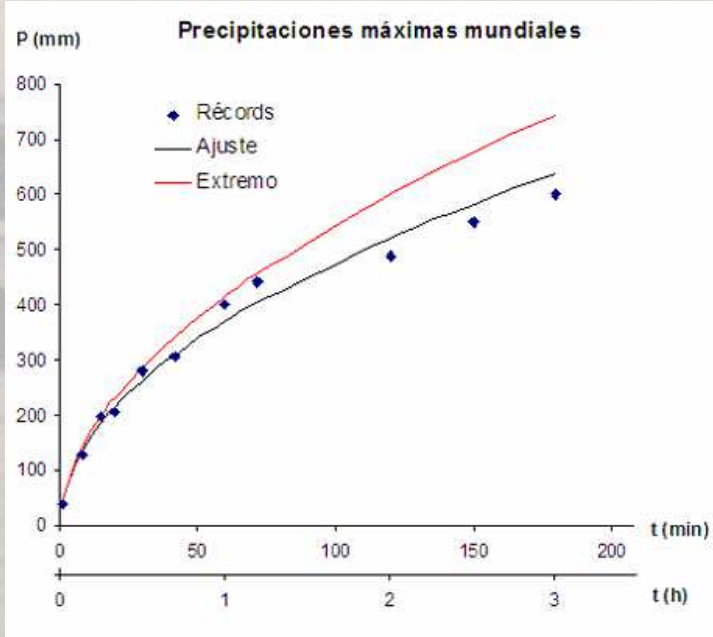
Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques

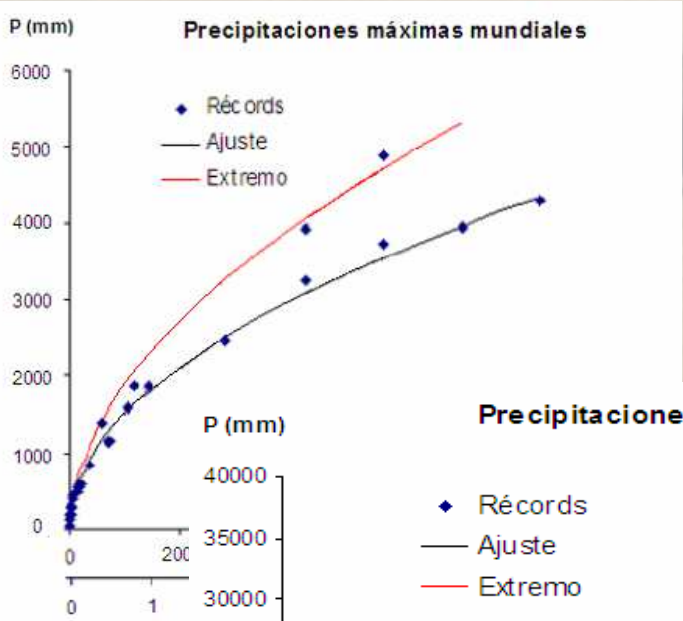
Rècords mundials

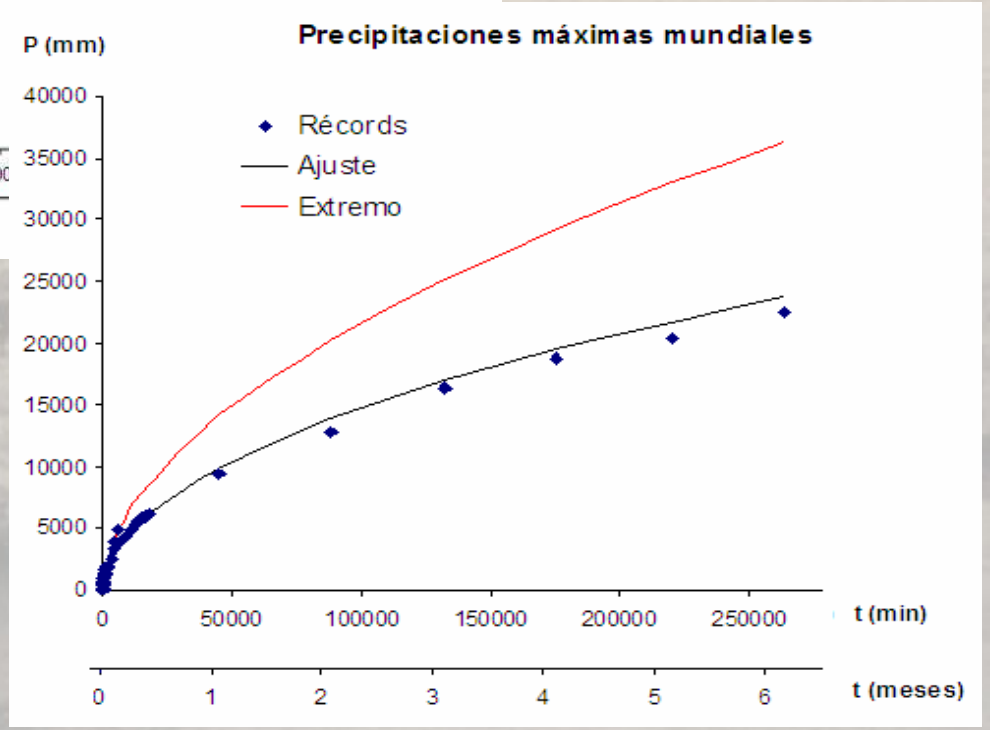


Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques

Rècords mundials







Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques

Aplicació per al S de València i N. d'Alacant (Motivació)

Dificultats

- Poca resolució temporal en les observacions antigues (1d)
- Pocs esdeveniments extrems

Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Aplicació per al S de València i N. d'Alacant (Motivació)

Dificultats

- Poca resolució temporal en les observacions antigues (1d)
- Pocs esdeveniments extrems

Escàs coneixement

- Distribució temporal de la pluja
- Freqüència dels episodis extrems en conques grans

Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Aplicació per al S de València i N. d'Alacant (Motivació)

Dificultats

- Poca resolució temporal en les observacions antigues (1d)
- Pocs esdeveniments extrems

Escàs coneixement

- Distribució temporal de la pluja
- Freqüència dels episodis extrems en conques grans

Objectius i aplicacions

- Aprofundiment del coneixement del cllima → Planificació del territori

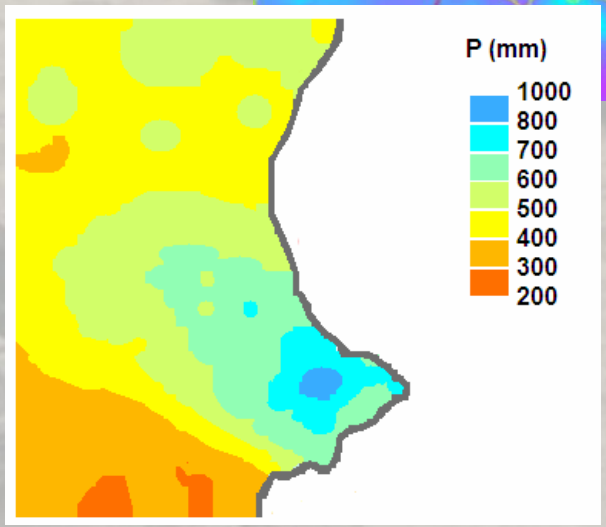
Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Àrea d'estudi

- El sud de València i nord d'Alacant abasta principalment 3 conques:
  - Conca del **Xúquer**
  - Conca del **Serpis**
  - Conca de la **Marina Alta**

- Climàticament es tracta d'una zona amb característiques molt similars pel que fa a torrencialitat de la pluja

- Si bé, hi ha un progrés pluviomètric entre La Marina Alta i la Conca del Xúquer: Desde quasi 1000 mm fins a 400 mm



Precipitació anual 1961-2000

Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Metodologia i dades

- Corbes d'Intensitat-Duració-Freqüència (IDF) i durada efectiva (t_{ef}):

$$P(t,\rho) = P(t_o,\rho_o)\left(\frac{\rho}{\rho_o}\right)^m\left(\frac{t}{t_o}\right)^{1-n}$$

Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Metodologia i dades

- Corbes d'Intensitat-Duració-Freqüència (IDF) i durada efectiva (t_{ef}):

$$P(t,\rho) = P(t_o,\rho_o)\left(\frac{\rho}{\rho_o}\right)^m \left(\frac{t}{t_o}\right)^{1-n}$$

- Temps efectiu

$$t_{ef} \equiv \left(\frac{P_{\max}}{P_{1h}}\right)^{\frac{1}{1-n}}$$

Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Metodologia i dades

- Corbes d'Intensitat-Duració-Freqüència (IDF) i durada efectiva (t_{ef}):

$$P(t,\rho) = P(t_o,\rho_o)\left(\frac{\rho}{\rho_o}\right)^m \left(\frac{t}{t_o}\right)^{1-n}$$

- Temps efectiu

$$t_{ef} \equiv \left(\frac{P_{\max}}{P_{1h}}\right)^{\frac{1}{1-n}}$$

- Un model per a les superfícies de les isohietes

$$\left(\frac{P_{\max}}{P}\right) \approx \frac{1}{B} + \left(1-\frac{1}{B}\right)e^{-K\frac{S}{A}} + \left(\frac{S}{A}\right)$$

El punt ***S* = 0** s'anomena **Centre Principal (CP)** ja que correspon amb $P = P_{max}$

Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Metodologia i dades

- Selecció dels episodis més importants dels últims 30 anys: **>300 mm/12h**

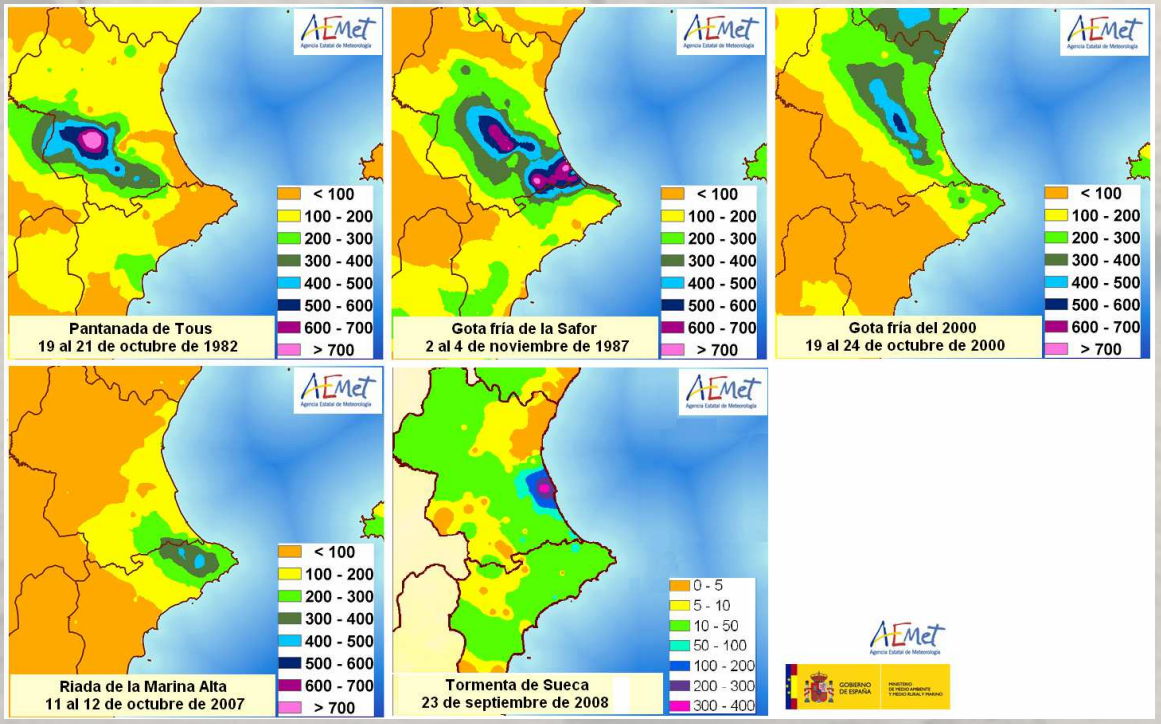
a) Temporal del 20 de octubre de 1982, Casa del Baró – Cortes de Pallàs, València (Pérez-Cueva y Armengot, 1983; Témez y Mateos, 1993).
b) Temporal del 3 de noviembre de 1987, Gandia, València (Font Tullot, 2000).
c) Temporal del 22 de octubre de 2000, Carlet (València), según AEMET y CHJ.
d) Temporal del 12 de octubre de 2007, L'Alcalalí (Alacant), según AEMET
e) Temporal del 23 de septiembre de 2008, Sueca (València), según AEMET (2008b).

Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Metodologia i dades

- Selecció dels episodis més importants dels últims 30 anys: **>300 mm/12h**

a) Temporal del 20 de octubre de 1982, Casa del Baró – Cortes de Pallàs, València (Pérez-Cueva y Armengot, 1983; Témez y Mateos, 1993).
b) Temporal del 3 de noviembre de 1987, Gandia, València (Font Tullot, 2000).
c) Temporal del 22 de octubre de 2000, Carlet (València), según AEMET y CHJ.
d) Temporal del 12 de octubre de 2007, L'Alcalalí (Alacant), según AEMET
e) Temporal del 23 de septiembre de 2008, Sueca (València), según AEMET (2008b).

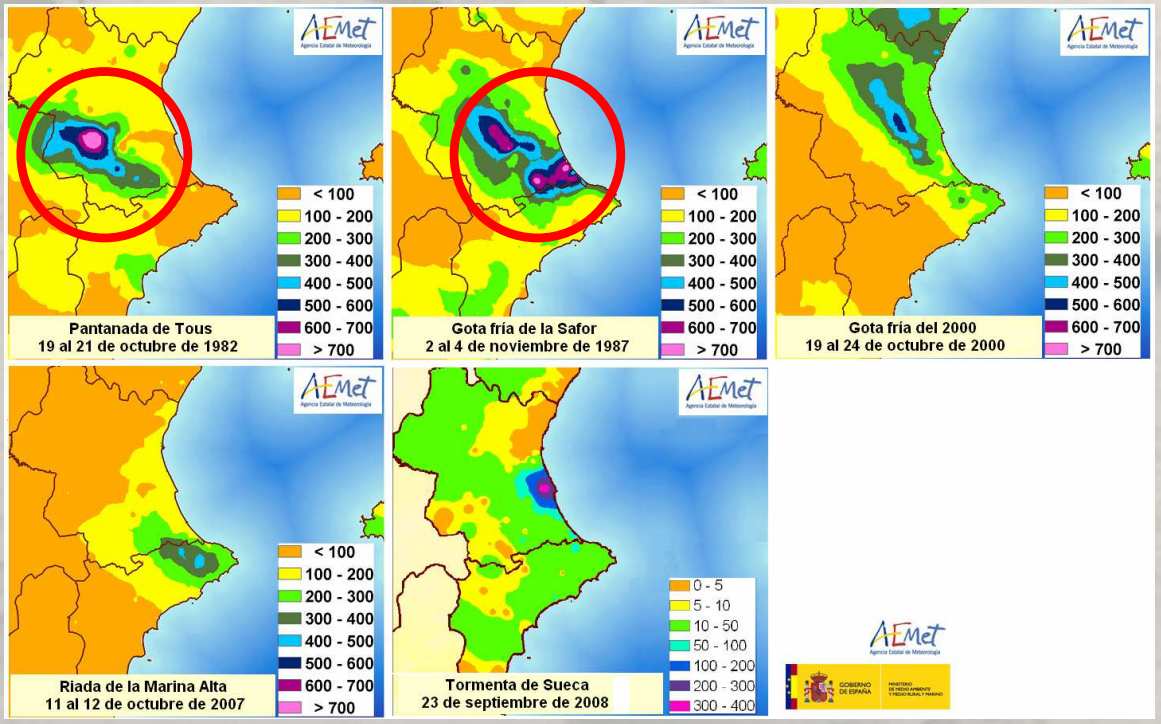


Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Metodologia i dades

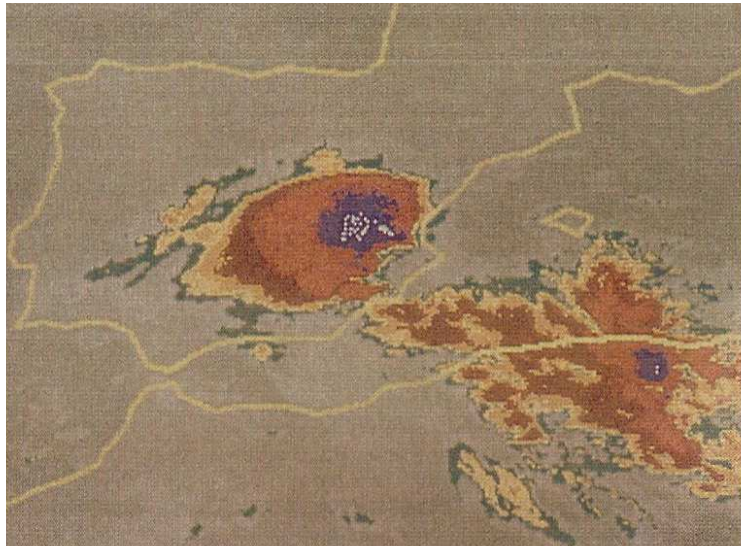
- Selecció dels episodis més importants dels últims 30 anys: **>300 mm/12h**

a) Temporal del 20 de octubre de 1982, Casa del Baró – Cortes de Pallàs, València (Pérez-Cueva y Armengot, 1983; Témez y Mateos, 1993).
b) Temporal del 3 de noviembre de 1987, Gandia, València (Font Tullot, 2000).
c) Temporal del 22 de octubre de 2000, Carlet (València), según AEMET y CHJ.
d) Temporal del 12 de octubre de 2007, L'Alcalalí (Alacant), según AEMET
e) Temporal del 23 de septiembre de 2008, Sueca (València), según AEMET (2008b).



Pluviòmetre Hellman – 994

200 L/m^2



SERIE TOUS

HIDROGRAMAS DE ENTRADA A TOUS. DATOS PARA UN JUICIO CRITICO

José Ramón Temez y Cristóbal Mateos
Dres. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

1. Objeto

La crecida de Octubre de 1982 en el río Júcar ha sido sin duda ampliamente estudiada y debatida por técnicos, tanto españoles como extranjeros. Pero estos estudios y debates se han desarrollado en su mayoría con motivo del Juicio por el desmoronamiento de la Presa de TOUS, provocado por dicha crecida, y han tenido poco eco fuera del ambiente forense, con lo cual ha sido escasa su difusión y el riesgo de parcialidad y falta de rigor a causa de los intereses en litigio se agrava por la falta de un control científico adecuado.

Además de exponer sucintamente las razones de nuestras estimaciones, se ha puesto énfasis en este artículo en dar publicidad a una serie de datos que se consideran esenciales, a fin de que otros técnicos puedan contrastarlos, elaborar en base a ellos sus propios cálculos y dilucidar entre los hidrogramas propuestos por los diferentes autores cuales son verosímiles. Por fortuna para el análisis crítico, las discrepancias entre esos hidrogramas suelen ser tan acusadas en caudales punta, cronología y volúmenes que no cabe que los márgenes de razonable duda y error propio de toda esta estimación cubran a unos y a otros.

Con ello se pretende evitar que la confusión creada con motivo del Juicio transmita hacia el futuro una imagen distorsionada de un suceso como el de 1982 que, por su grado de excepcionalidad, está llamado a desempeñar un papel relevante en el análisis de las crecidas de rara frecuencia en el levante español y, en particular, en el río Júcar.

Se pretende evitar que la confusión creada con motivo del Juicio transmita hacia el futuro una imagen distorsionada de un suceso como el de 1982 que, por su grado de excepcionalidad, está llamado a desempeñar un papel relevante en el análisis de las crecidas de rara frecuencia en el levante español y, en particular, en el río Júcar.

2. Los datos esenciales en el proceso de cálculo

En la estimación de los hidrogramas de entrada se diferencian claramente los períodos anterior y posterior al desmoronamiento de la presa, que tuvo lugar hacia las 19 h. 15' del día 20.

Hasta ese momento se puede determinar directamente los caudales de entrada a TOUS en función de la evolución de los niveles en el embalse anotada por Jesús González Marín. Para ello se necesitan la ley de capacidad del vaso a distintas alturas y la que relaciona los niveles de embalse con los caudales de salida estando las compuertas cerradas, ya que es sabido que estas no pudieron abrirse. Esta última ley se obtuvo sobre modelo reducido en el Laboratorio de Hidráulica del CEDEX y se recoge en la figura 1. La tabla 1 presenta la ley de capacidad y la tabla 2 los datos de González Marín.

Para diferenciar los componentes que en esas entradas totales a TOUS corresponden a los ríos Júcar y Escalona (véase croquis de situación en fig 2) se dispone para el Júcar de datos en la Central de Juan de Urrutia y en la presa de Embarcaderos, y en el Escalona está el testimonio de un pescador sobre los niveles a primeras horas del día 20, así como las referencias de los ribereños sobre la hora de presentación de la punta. Hay asimismo una colección de señales de máximos niveles detectados en un cañón aguas arriba de TOUS.

El período posterior al desmoronamiento es de gran interés tanto práctico como científico por incluir la punta del hidrograma. En esa fase es mu-

gistrados en dicha fachada sino a los del interior de la central, donde también existe otra placa de la misma cota, esta vez correcta y confirmada por las fotografías de la época y por las señales aun hoy día perceptibles. En el exterior el agua llegó a la parte superior de las siglas H.E., como muestran las fotografías y confirmó en el Juicio con su testimonio (recogido como testimonio 3) D. Francisco Gómez Noguera, operador del cuadro de control de la central. En el interior los niveles quedaron 2,81 m. más bajos y no al mismo nivel. Por otra parte su igualdad repugnaría al esquema hidráulico del flujo que entraba por la puerta principal de la central y salía por las ventanas hacia el río que en ese lado al no haber efecto de parada debería tener una cota ligeramente inferior a la del interior de la central.

El flujo en el Júcar tiene un comportamiento complejo en Juan de Urrútia, debido a las peculiaridades de la geometría del cauce en ese entorno (un pequeño azud, estrechamiento crítico aguas abajo, expansión en la explanada de acceso presencia de la central, etc..) y por ello se juzgó oportuno comprobar en un modelo físico construído al efecto en el Laboratorio de Hidráulica del CEDEX la relación entre alturas de agua y caudales obtenida por cálculo. El modelo confirmó y precisó los cálculos teóricos previos (fig 6).

En el modelo se observa (rectificando ligeramente la estimación teórica) que para el caudal máximo el nivel en el cauce es similar al del interior de la central y, desde luego, inferior en aproximadamente 2,80 m. al nivel máximo que por efecto de parada y por agitación se alcanza en el frente de la central.

Los cálculos y el modelo permiten advertir que si se admitieran en Juan de Urrútia caudales del orden de 5.700 m3/seg., que han sido alegados

so del tramo aguas abajo y ello absurdamente su-

TESTIMONIO 1

TRANSCRIPCION DE LA INFORMACION POR LA COMISARIA DE AGUAS DEL JUCAR SOBRE LA LLUVIA EN CASAS DEL BARON. RIO ESCALONA

■ Datos de lluvia en la Muela de Cortes

Pluviometrista:
Lugar: Casa del Barón
Cuenca: Rambla de las Cañas (del Escalona)
Empieza a llover a las 18 horas del día 19-10-82, suave hasta las 24 horas en que empezó muy fuerte con tormenta.
El día 20 a las 9 horas fue a medir y se encontró el pluviómetro tirado por la fuerza de la tormenta. Lo puso en su sitio.
Desde las 9 a las 12 horas recogió 233 litros.
Desde las 12 a las 16 horas recogió 214 litros.
Desde las 16 a las 18 horas recogió 114 litros.
Desde las 18 a las 8 horas, día 21, recogió 8 litros.

■ Datos sobre un aljibe

Capacidad 110.000 litros. A las 10 horas del día 20 tuvo que romper las tuberías que unen la terraza con el aljibe porque éste rebosaba y comenzaba a inundar el piso de la casa (el aljibe se aloja bajo el piso).
La terraza de recogida de lluvia tiene 200 m.^{2}. Los canales de recogida de la terraza rebosaban.
Muy importante: Falta el dato de cuánta agua había en el aljibe antes de comenzar a llover.
El aljibe tenía como mucho 2.000 litros. Ultimamente llevaron una cuba de agua de unos 1.000 litros. El observador vive en Jerufuel. La terraza tiene 169,22 m.^{2} (según croquis adjunto).
108.000/169,22 = 638 litros/m.^{2} hasta las 10 horas.
Lluvia total de 18 h. día 19 a 18 h. día 20:
233 + 214 + 114 + 638 – 233/3 = 1.121 litros.
Datos tomados por C.A.J.

- Comença a ploure a les 18h del dia 19-10-1982
- Suau fins a les 24h
- 00h-09h: Molt fort (uns 638 mm fins les 10h, segons l'aljub)
- 09h-12h: 233 mm
- 12h-16h: 214 mm
- 16h-18h: 114 mm
- 18h-08h: 8 mm

0 de octubre de 1982

su-

ACION POR LA
R SOBRE LA LLUVIA EN
NA

s

10-82, suave hasta las 24 horas

debería tener una cota ligeramente inferior a la del interior de la central.

El flujo en el Júcar tiene un comportamiento complejo en Juan de Urrútia, debido a las peculiaridades de la geometría del cauce en ese entorno (un pequeño azud, estrechamiento crítico aguas abajo, expansión en la explanada de acceso presencia de la central, etc..) y por ello se juzgó oportuno comprobar en un modelo físico construído al efecto en el Laboratorio de Hidráulica del CEDEX la relación entre alturas de agua y caudales obtenida por cálculo. El modelo confirmó y precisó los cálculos teóricos previos (fig 6).

En el modelo se observa (rectificando ligeramente la estimación teórica) que para el caudal máximo el nivel en el cauce es similar al del interior de la central y, desde luego, inferior en aproximadamente 2,80 m. al nivel máximo que por efecto de parada y por agitación se alcanza en el frente de la central.

Los cálculos y el modelo permiten advertir que si se admitieran en Juan de Urrútia caudales del orden de 5.700 m3/seg., que han sido alegados

en que empezó muy fuerte con tormenta.
El día 20 a las 9 horas fue a medir y se encontró el pluviómetro tirado por la fuerza de la tormenta. Lo puso en su sitio.
Desde las 9 a las 12 horas recogió 233 litros.
Desde las 12 a las 16 horas recogió 214 litros.
Desde las 16 a las 18 horas recogió 114 litros.
Desde las 18 a las 8 horas, día 21, recogió 8 litros.

■ Datos sobre un aljibe

Capacidad 110.000 litros. A las 10 horas del día 20 tuvo que romper las tuberías que unen la terraza con el aljibe porque éste rebosaba y comenzaba a inundar el piso de la casa (el aljibe se aloja bajo el piso).
La terraza de recogida de lluvia tiene 200 m.^{2}. Los canales de recogida de la terraza rebosaban.
Muy importante: Falta el dato de cuánta agua había en el aljibe antes de comenzar a llover.
El aljibe tenía como mucho 2.000 litros. Ultimamente llevaron una cuba de agua de unos 1.000 litros. El observador vive en Jerufuel. La terraza tiene 169,22 m.^{2} (según croquis adjunto).
108.000/169,22 = 638 litros/m.^{2} hasta las 10 horas.
Lluvia total de 18 h. día 19 a 18 h. día 20:
233 + 214 + 114 + 638 – 233/3 = 1.121 litros.
Datos tomados por C.A.J.

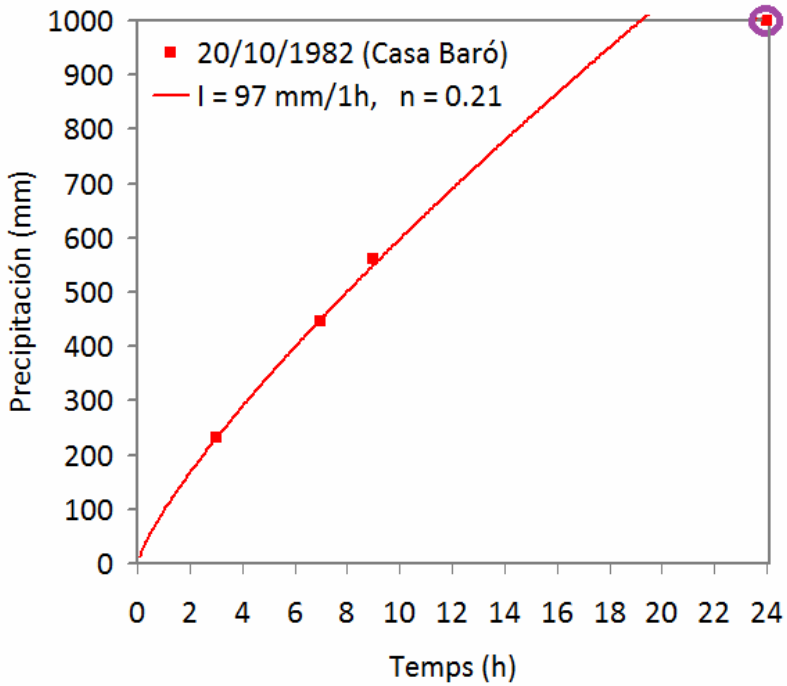
- Comença a ploure a les 18h del dia 19-10-1982
- Suau fins a les 24h
- 00h-09h: Molt fort (uns 638 mm fins les 10h, segons l'aljub)
- 09h-12h: 233 mm
- 12h-16h: 214 mm
- 16h-18h: 114 mm
- 18h-08h: 8 mm

su-

ACION POR LA
AR SOBRE LA LLUVIA EN
NA

s

10-82, suave hasta las 24 horas



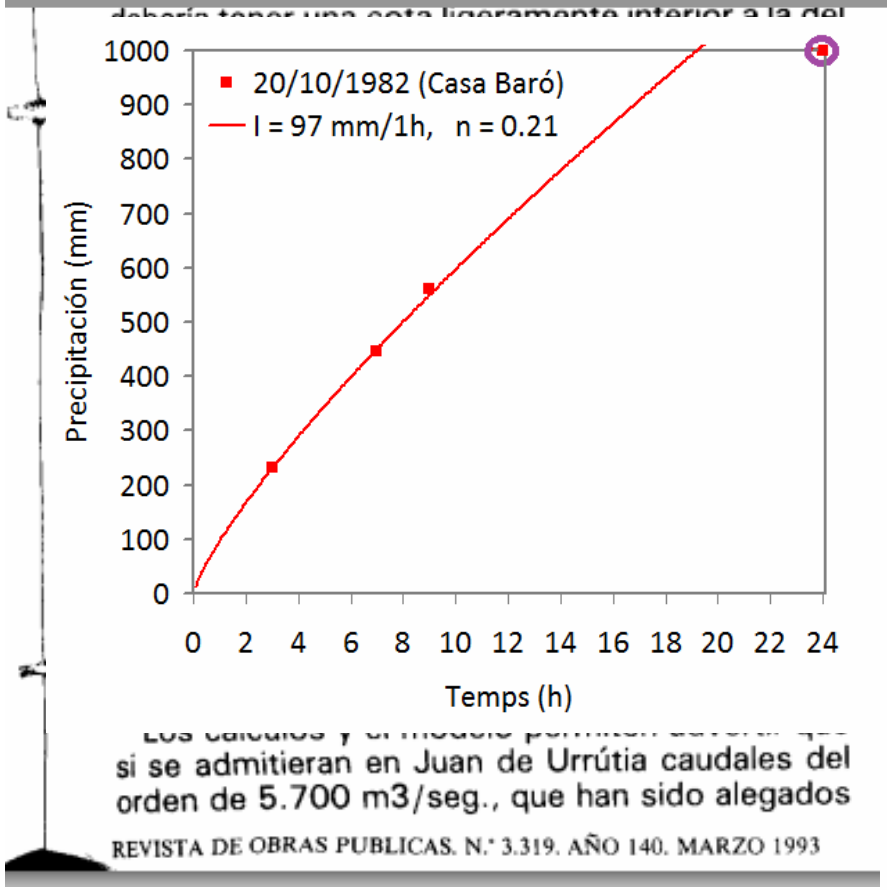
si se admitieran en Juan de Urrútia caudales del orden de 5.700 m3/seg., que han sido alegados

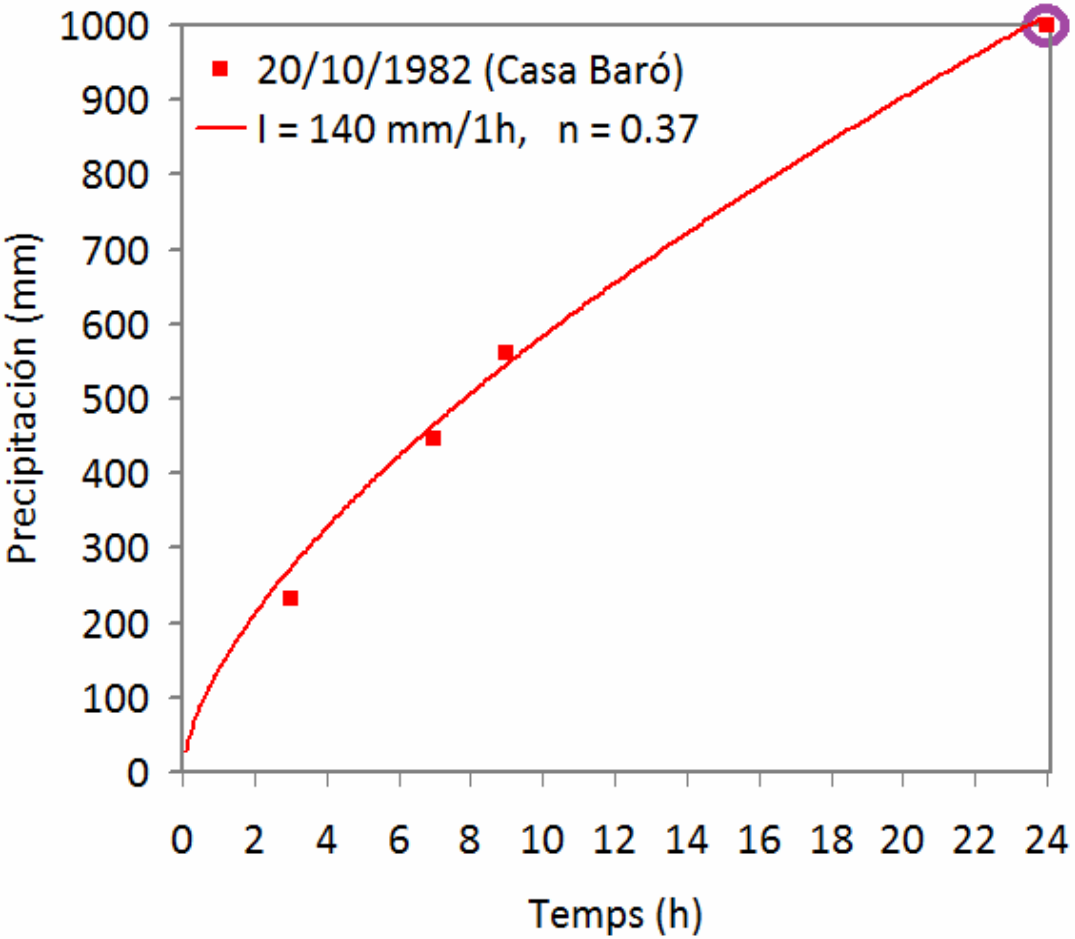
El día 20 a las 9 horas fue a medir y se encontró el pluviómetro tirado por la fuerza de la tormenta. Lo puso en su sitio.
Desde las 9 a las 12 horas recogió 233 litros.
Desde las 12 a las 16 horas recogió 214 litros.
Desde las 16 a las 18 horas recogió 114 litros.
Desde las 18 a las 8 horas, día 21, recogió 8 litros.

■ Datos sobre un aljibe

Capacidad 110.000 litros. A las 10 horas del día 20 tuvo que romper las tuberías que unen la terraza con el aljibe porque éste rebosaba y comenzaba a inundar el piso de la casa (el aljibe se aloja bajo el piso).
La terraza de recogida de lluvia tiene 200 m.^{2}. Los canales de recogida de la terraza rebosaban.
Muy importante: Falta el dato de cuánta agua había en el aljibe antes de comenzar a llover.
El aljibe tenía como mucho 2.000 litros. Ultimamente llevaron una cuba de agua de unos 1.000 litros. El observador vive en Jerufuel. La terraza tiene 169,22 m.^{2} (según croquis adjunto).
108.000/169,22 = 638 litros/m.^{2} hasta las 10 horas.
Lluvia total de 18 h. día 19 a 18 h. día 20:
233 + 214 + 114 + 638 – 233/3 = 1.121 litros.
Datos tomados por C.A.J.

- Comença a ploure a les 18h del dia 19-10-1982
- Suau fins a les 24h
- 00h-09h: Molt fort (uns 638 mm fins les 10h, segons l'aljub)
- 09h-12h: 233 mm
- 12h-16h: 214 mm
- 16h-18h: 114 mm
- 18h-08h: 8 mm



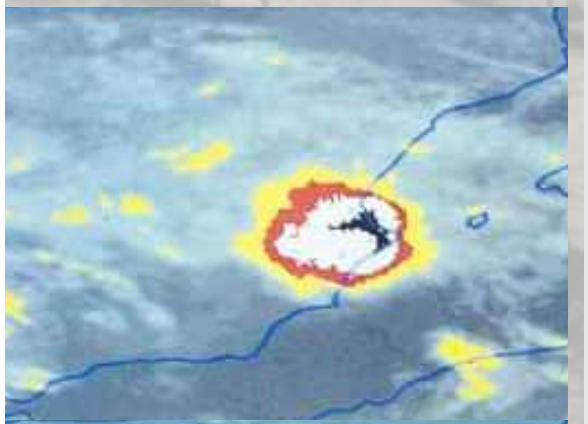


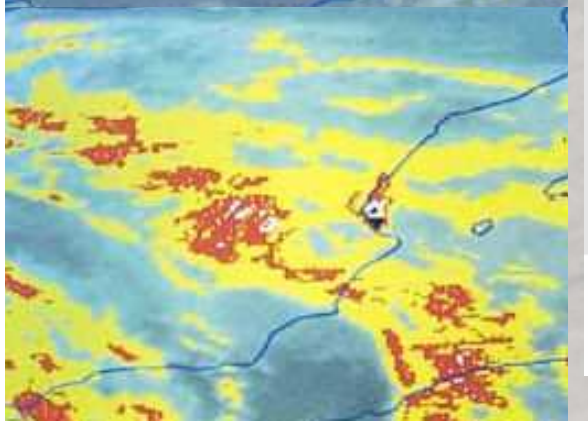
Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Metodologia i dades

Episodi del 3 de noviembre de 1987

Font Tullot, I. 2000. Climatología de España y Portugal. Segunda edición. Editorial Universidad de Salamanca. Slamanca. 422 pp.





124 INOCENCIO FONT TULLOT

Las áreas con valores inferiores a los 100 mm comprenden fundamentalmente la mayor parte de la cuenca del Duero, las cuencas altas del Tajo y del Guadiana y núcleos aislados de la cuenca del Ebro.

Valores superiores a los 200 mm se han registrado en la mayoría de los sistemas montañosos, en las Vascongadas, en la cuenca alta del Guadalquivir, en la mayor parte de la zona litoral mediterránea y en el Noroeste de Cataluña.

Los núcleos máximos, con cantidades superiores a los 300 mm, se sitúan en la vertiente mediterránea, Pirineos, Guipúzcoa, Norte de Portugal, Sierra de la Estrella, Sierra de Gredos y Serranía de Ronda.

Los valores máximos registrados oscilan en general alrededor de 350 mm, aunque en distintos puntos de la vertiente mediterránea se han superado los 400 mm siendo posible que cantidades de este orden también se den en áreas limitadas de las zonas montañosas, donde no se dispone de datos pluviométricos.

Los altos valores que con relativa frecuencia se registran en la vertiente mediterránea son un exponente fiel del carácter torrencial de los temporales de lluvia que con violencia inusitada puedan afectar a diversas áreas de las montañas, e incluso de las tierras bajas del litoral, cuya extensión suele quedar comprendida entre 2.000 y 5.000 km².

Estos temporales son causados por grandes sistemas convectivos, comúnmente conocidos como la «gota fría», descritos en el subcapítulo III.2. Precisamente, según A. Rivera (6), la intensidad máxima absoluta de precipitación registrada hasta ahora en la Península corresponde a las lluvias torrenciales caídas en Levante entre los días 3 y 4 de noviembre de 1987, cuando en Gandía (situada en el mapa de la Fig. 43 dentro del máximo de Cabo de la Nao) se totalizaron más de 1.000 mm en 36 horas, con 400 mm en menos de 6 horas.

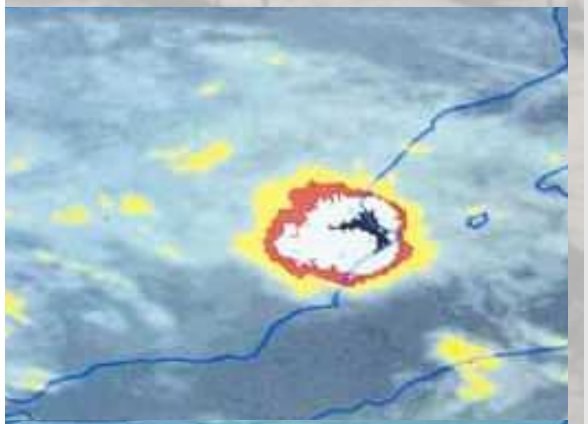
La contribución de las precipitaciones intensas a las cantidades totales varía mucho según la región, aunque en la mayor parte de la superficie peninsular son

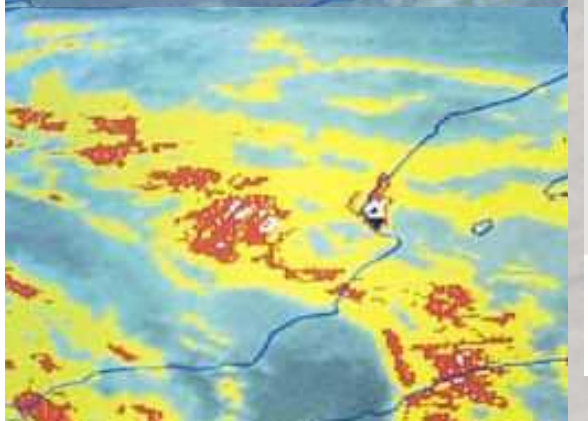
Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Metodologia i dades

Episodi del 3 de noviembre de 1987

Font Tullot, I. 2000. Climatología de España y Portugal. Segunda edición. Editorial Universidad de Salamanca. Slamanca. 422 pp.





124 INOCENCIO FONT TULLOT

Las áreas con valores inferiores a los 100 mm comprenden fundamentalmente la mayor parte de la cuenca del Duero, las cuencas altas del Tajo y del Guadiana y núcleos aislados de la cuenca del Ebro.

Valores superiores a los 200 mm se han registrado en la mayoría de los sistemas montañosos, en las Vascongadas, en la cuenca alta del Guadalquivir, en la mayor parte de la zona litoral mediterránea y en el Noroeste de Cataluña.

Los núcleos máximos, con cantidades superiores a los 300 mm, se sitúan en la vertiente mediterránea, Pirineos, Guipúzcoa, Norte de Portugal, Sierra de la Estrella, Sierra de Gredos y Serranía de Ronda.

Los valores máximos registrados oscilan en general alrededor de 350 mm, aunque en distintos puntos de la vertiente mediterránea se han superado los 400 mm siendo posible que cantidades de este orden también se den en áreas limitadas de las zonas montañosas, donde no se dispone de datos pluviométricos.

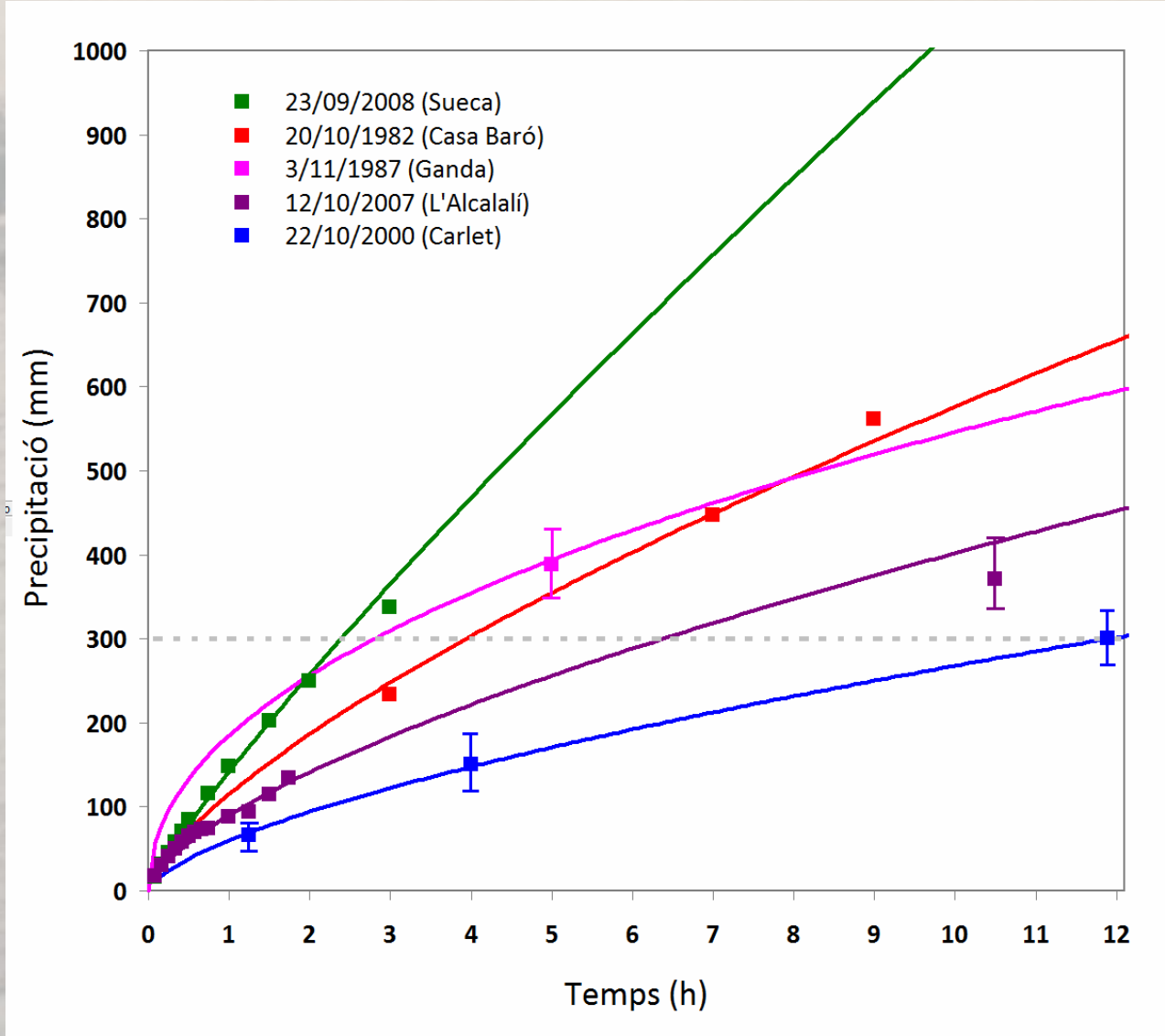
Los altos valores que con relativa frecuencia se registran en la vertiente mediterránea son un exponente fiel del carácter torrencial de los temporales de lluvia que con violencia inusitada puedan afectar a diversas áreas de las montañas, e incluso de las tierras bajas del litoral, cuya extensión suele quedar comprendida entre 2.000 y 5.000 km².

te conocidos como la «gota fría», descritos en el subcapítulo III.2. Precisamente, según A. Rivera (6), la intensidad máxima absoluta de precipitación registrada hasta ahora en la Península corresponde a las lluvias torrenciales caídas en Levante entre los días 3 y 4 de noviembre de 1987, cuando en Gandía (situada en el mapa de la Fig. 43 dentro del máximo de Cabo de la Nao) se totalizaron más de 1.000 mm en 36 horas, con 400 mm en menos de 6 horas.

La contribución de las precipitaciones intensas a las cantidades totales varía mucho según la región, aunque en la mayor parte de la superficie peninsular son

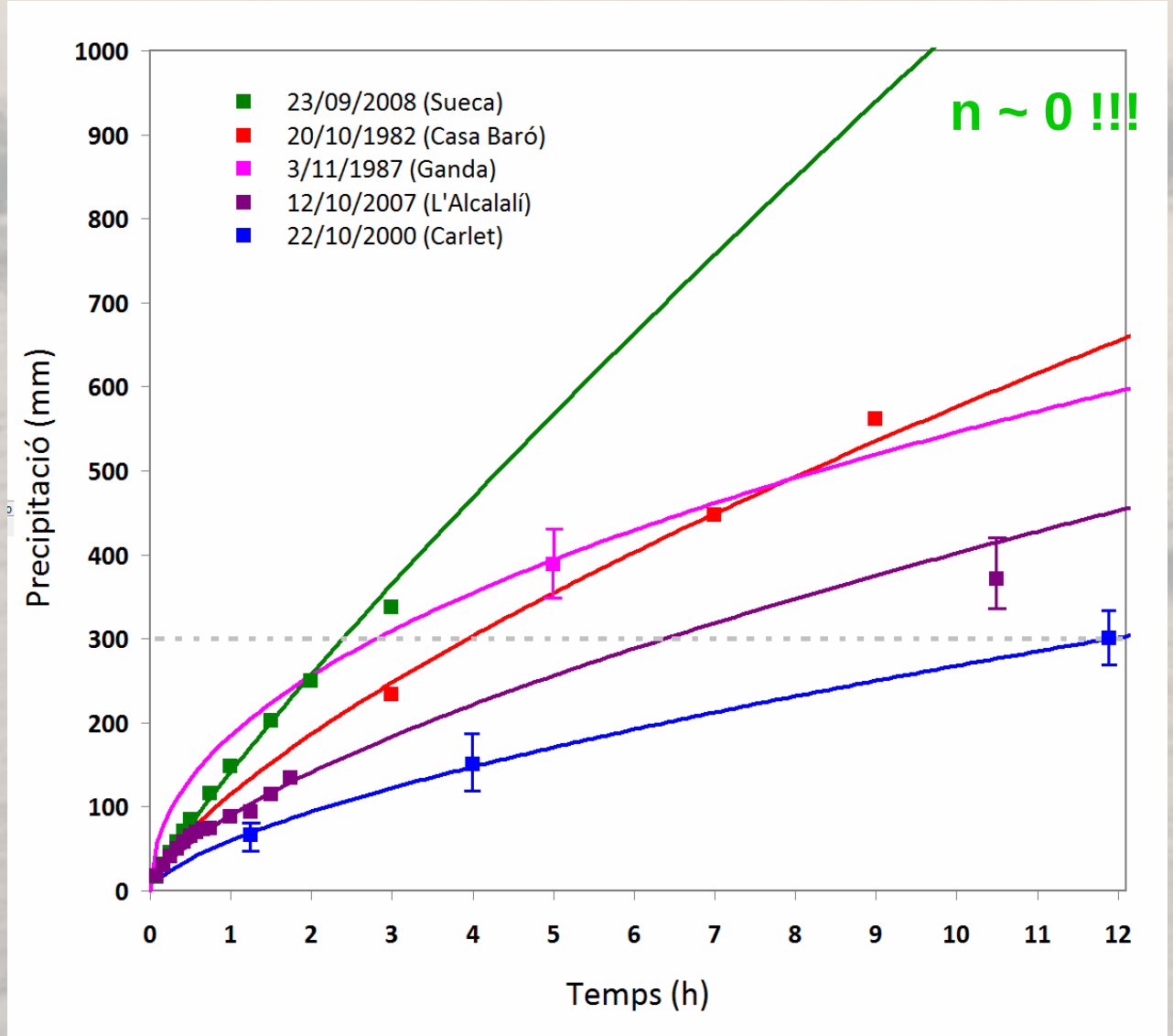
Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Resultats i discussió



Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Resultats i discussió

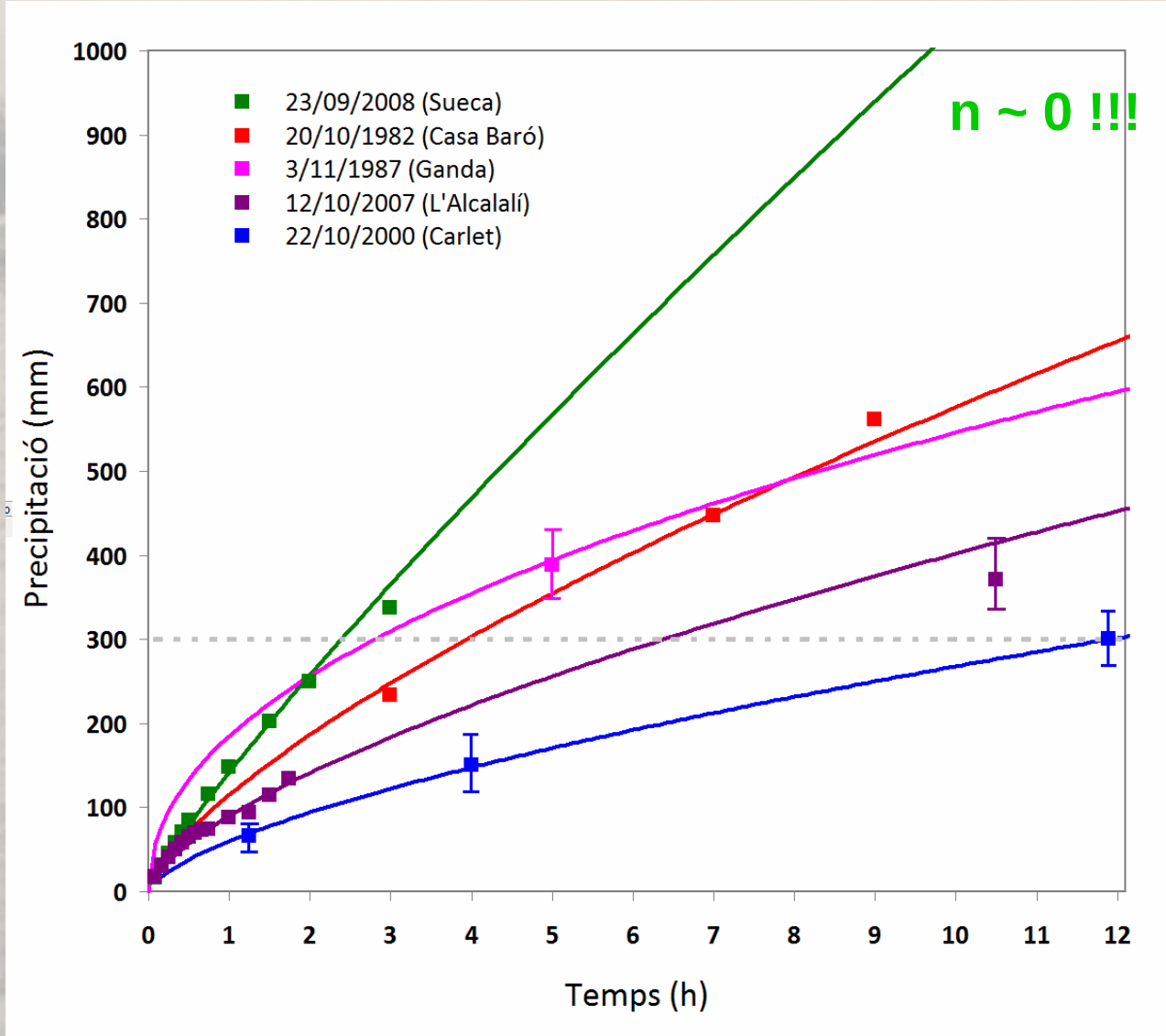


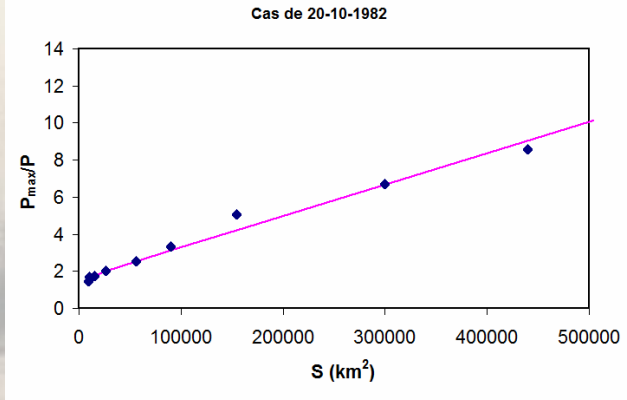
980 mm/22h

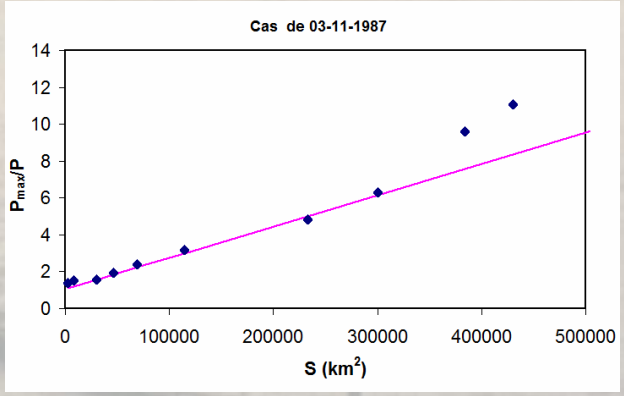
1000 mm/26h

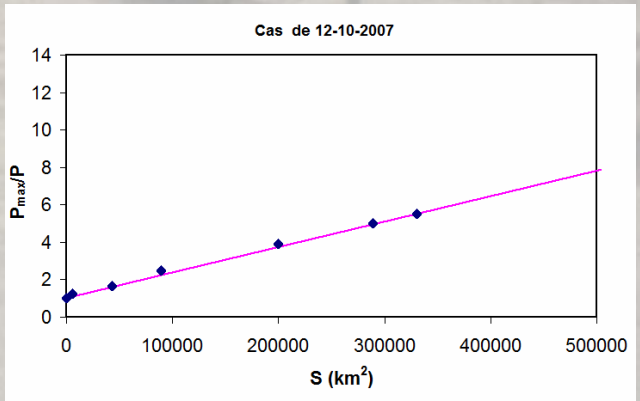
Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Resultats









Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Resultats

S'estima amb la freqüència acumulada (conjunta)

$$P(t,\rho) = P(t_o,\rho_o)\left(\frac{\rho}{\rho_o}\right)^m \left(\frac{t}{t_o}\right)^{1-n}$$

$$t_{ef} \equiv \left(\frac{P_{max}}{P_{1h}}\right)^{\frac{1}{1-n}}$$

$$\left(\frac{P_{max}}{P}\right) \approx \frac{1}{B} + \left(1-\frac{1}{B}\right)e^{-K\frac{S}{A}} + \left(\frac{S}{A}\right)$$

	P_{max} (mm)	I_{1h} (mm/1h)	*n*	t_{ef} (h)	ρ_{12h} (anys)	A (km^2)	B	K	Pearson R^2
1982	980±100 (*)	140 ± 20	0,37 ± 0,10	21,8	20 ± 5	106030	0,63	10	0,9976
1987	1000±100 (*)	150 ± 40	0,42 ± 0.06	26,3	18 ± 5	127080	0,70	20	0,9996
2000	532	60 ± 6	0,35 ± 0,03	28,7	6 ± 1	239580	0,87	40	0,9999
2007	440	90 ± 11	0,35 ± 0,04	11,5	11 ± 2	117690	0,95	3	0,9991
2008	350	142 ± 8	0,14 ± 0,01	2,9	#50±10	90	3	0,3	0,9987

Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Resultats

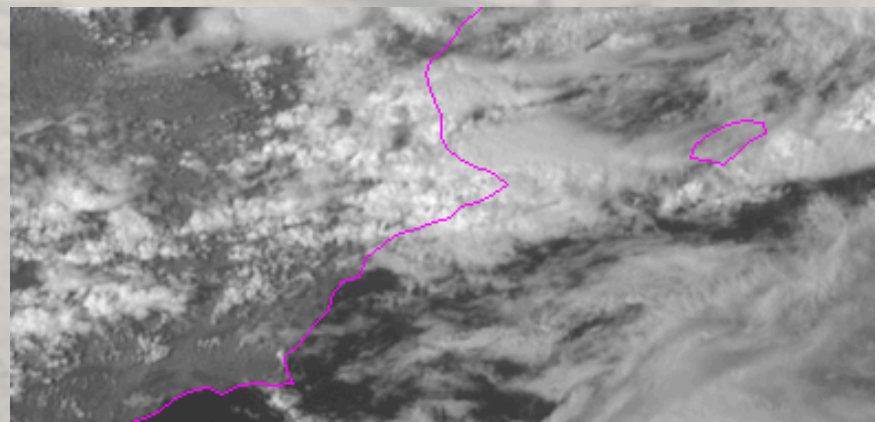
$$P(t,\rho) = P(t_o,\rho_o)\left(\frac{\rho}{\rho_o}\right)^m\left(\frac{t}{t_o}\right)^{1-n}$$

$$t_{ef} \equiv \left(\frac{P_{max}}{P_{1h}}\right)^{\frac{1}{1-n}}$$

S'estima amb la freqüència acumulada (conjunta)

$$\left(\frac{P_{max}}{P}\right) \approx \frac{1}{B} + \left(1-\frac{1}{B}\right)e^{-K\frac{S}{A}} + \left(\frac{S}{A}\right)$$

	P_{max} (mm)	I_{1h} (mm/1h)	*n*	t_{ef} (h)	ρ_{12h} (anys)	A (km^2)	B	K	Pearson R^2
1982	980±100 (*)	140 ± 20	0,37 ± 0,10	21,8	20 ± 5	106030	0,63	10	0,9976
1987	1000±100 (*)	150 ± 40	0,42 ± 0.06	26,3	18 ± 5	127080	0,70	20	0,9996
2000	532	60 ± 6	0,35 ± 0,03	28,7	6 ± 1	239580	0,87	40	0,9999
2007	440	90 ± 11	0,35 ± 0,04	11,5	11 ± 2	117690	0,95	3	0,9991
2008	350	142 ± 8	0,14 ± 0,01	2,9	#50±10	90	3	0,3	0,9987



Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Resultats

S'estima amb la freqüència acumulada (conjunta)

$$P(t,\rho) = P(t_o,\rho_o)\left(\frac{\rho}{\rho_o}\right)^m \left(\frac{t}{t_o}\right)^{1-n}$$

$$t_{ef} \equiv \left(\frac{P_{max}}{P_{1h}}\right)^{\frac{1}{1-n}}$$

$$\left(\frac{P_{max}}{P}\right) \approx \frac{1}{B} + \left(1-\frac{1}{B}\right)e^{-K\frac{S}{A}} + \left(\frac{S}{A}\right)$$

	P_{max} (mm)	I_{1h} (mm/1h)	*n*	t_{ef} (h)	ρ_{12h} (anys)	A (km²)	B	K	Pearson R^2
1982	980±100 (*)	140 ± 20	0,37 ± 0,10	21,8	20 ± 5	106030	0,63	10	0,9976
1987	1000±100 (*)	150 ± 40	0,42 ± 0.06	26,3	18 ± 5	127080	0,70	20	0,9996
2000	532	60 ± 6	0,35 ± 0,03	28,7	6 ± 1	239580	0,87	40	0,9999
2007	440	90 ± 11	0,35 ± 0,04	11,5	11 ± 2	117690	0,95	3	0,9991
2008	350	142 ± 8	0,14 ± 0,01	2,9	#50±10	90	3	0,3	0,9987

- El valor llindar de **300 mm en 12h** presenta un periode de retorn mitjà d'uns **6 anys** per al conjunt de les 3 conques estudiades, independentement de la duració final. R^2-aj. = 0,98 (p-valor < 0,0009)

- La corba IDF de diseny per a aqueixos valors, presenta un índex mitjà ***n* = 0,30 ± 0,10**

Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Resultats

- La **intensitat mitjana màxima** (per exemple en 12h) presenta una determinada **freqüència de retorn**

- Però si fixem una intensitat, **la durada esperada** també depèn d'un **període de retorn**.

Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Resultats

- La **intensitat mitjana màxima** (per exemple en 12h) presenta una determinada **freqüència de retorn**

- Però si fixem una intensitat, **la durada esperada** també depèn d'un **període de retorn**.

Suposem *n* constant

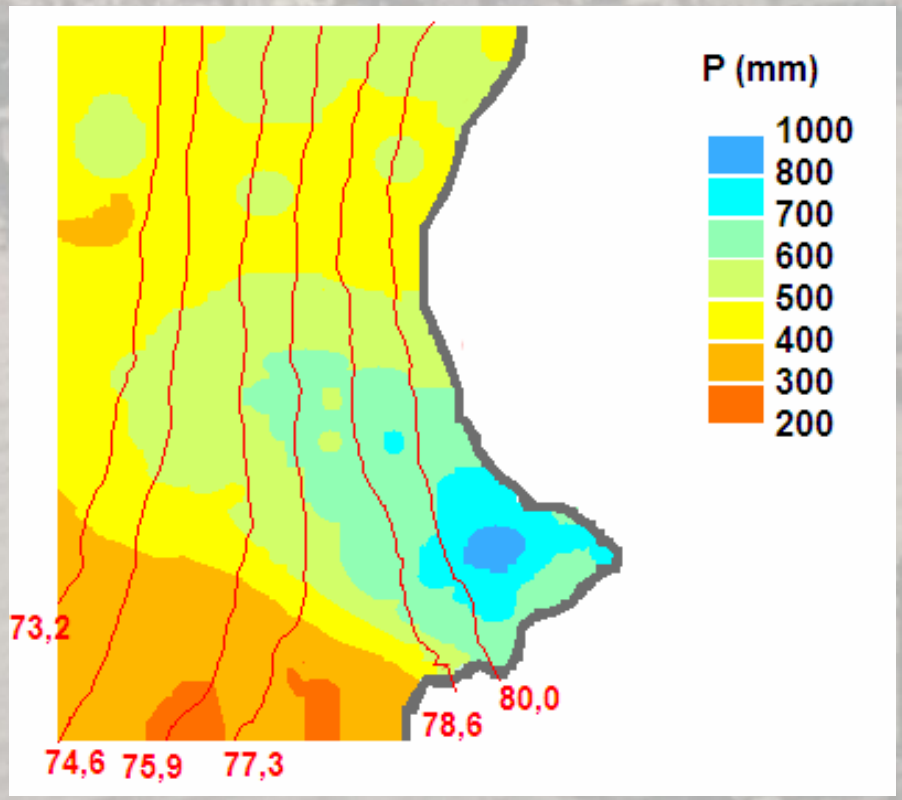
- La freqüència d'un determinat episodi extrem serà una **combinació d'ambdós períodes**.

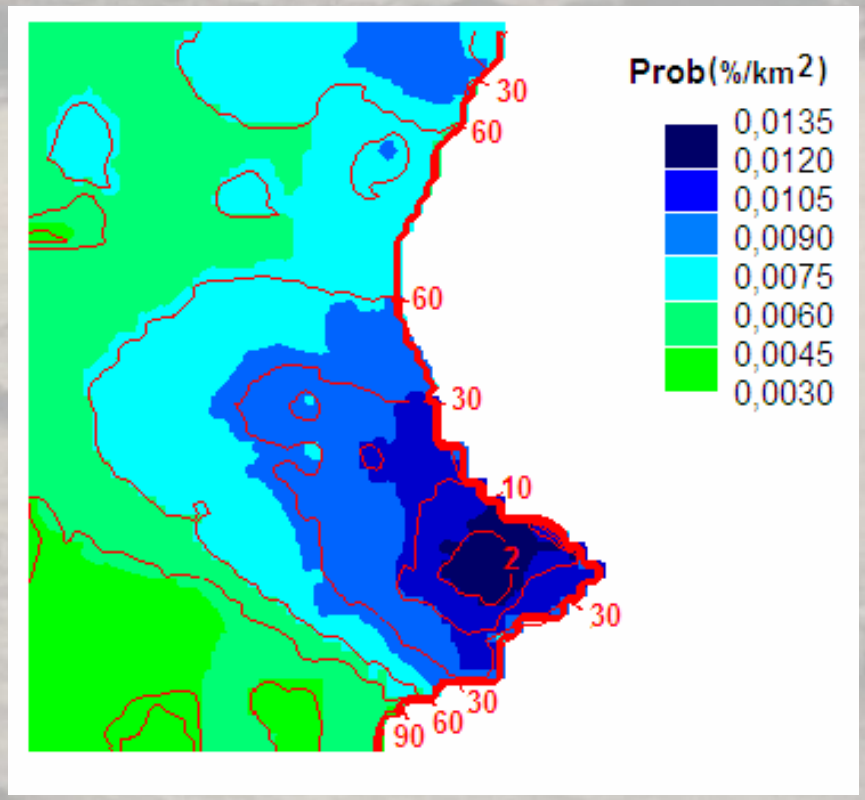
	t_{ef} (h)	P_{12h} (mm)	ρ_{P12h} (a)	ρ_{tef} (a)	ρ_{total} (a)
1982	21.8	673	20	12	16
1987	26.3	634	18	15	17
2000	28.7	302	6	17	10
2007	11.5	452	11	7	9
2008	2.9	350	51	6	17

Part II. Aplicació per al sud de València i nord d'Alacant

Resultats

- Localització dels extrems de precipitació:





Continguts

- **Part I. Repàs del concepte d'n**
  - Motivació
  - Fonament teòric
  - Exemples
- **Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques**
  - Rècords mundials
  - Sud de València – Nord d'Alacant
- **Part III. Càlcul**
  - Aproximació de 2 valors
  - Utilització de ferramentes estadístiques
- **Resum**

Continguts

- **Part I. Repàs del concepte d'n**
  - Motivació
  - Fonament teòric
  - Exemples
- **Part II. Aplicacions climàtiques i meteorològiques**
  - Rècords mundials
  - Sud de València – Nord d'Alacant
- **Part III. Càlcul**
  - Aproximació de 2 valors
  - Utilització de ferramentes estadístiques
- **Resum**

Part III. Càlcul

Aproximació de 2 valors

$$\frac{I(t_1)}{I(t_2)} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^n \qquad \frac{P(t_2)}{P(t_1)} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^{1-n}$$

	t mutal	Acumulada	Int. Mitjana Màxima
t	$p(t)$	P(t)	I(t)
t_1	p_1	p_1	p_1/t_1
t_2	p_2	p_1+p_2	$(p_1+p_2)/t_2$

$t_2 = 2 \cdot t_1 \quad p_2 < p_1$

Part III. Càlcul

Aproximació de 2 valors

$$\frac{I(t_1)}{I(t_2)} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^n \qquad \frac{P(t_2)}{P(t_1)} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^{1-n}$$

$$n = 1 - \frac{\ln \frac{P(t_2)}{P(t_1)}}{\ln \frac{t_2}{t_1}}$$

	t	mutal	Acumulada	Int. Mitjana Màxima
	t	$p(t)$	$P(t)$	$I(t)$
	t_1	p_1	p_1	p_1/t_1
	t_2	p_2	p_1+p_2	$(p_1+p_2)/t_2$

$t_2 = 2 \cdot t_1 \quad p_2 < p_1$

Part III. Càlcul

Aproximació de 2 valors

	t mutal	Acumulada	Int. Mitjana Màxima
t	$p(t)$	$P(t)$	$I(t)$
t_1	p_1	p_1	p_1/t_1
t_2	p_2	p_1+p_2	$(p_1+p_2)/t_2$

$t_2 = 2 \cdot t_1 \quad p_2 < p_1$

$$\frac{I(t_1)}{I(t_2)} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^n \qquad \frac{P(t_2)}{P(t_1)} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^{1-n}$$

$$n = 1 - \frac{\ln \frac{P(t_2)}{P(t_1)}}{\ln \frac{t_2}{t_1}}$$

$$\frac{t_2}{t_1} = 2$$

$$n = 1 - \frac{\ln \frac{p_1 + p_2}{p_1}}{\ln 2}$$

Part III. Càlcul

Aproximació de 2 valors

	t mutal	Acumulada	Int. Mitjana Màxima
t	$p(t)$	$P(t)$	$I(t)$
t_1	p_1	p_1	p_1/t_1
t_2	p_2	p_1+p_2	$(p_1+p_2)/t_2$

$t_2 = 2 \cdot t_1 \quad p_2 < p_1$

$$\frac{I(t_1)}{I(t_2)} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^n \qquad \frac{P(t_2)}{P(t_1)} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^{1-n}$$

$$n = 1 - \frac{\ln \frac{P(t_2)}{P(t_1)}}{\ln \frac{t_2}{t_1}}$$

$$\frac{t_2}{t_1} = 2$$

$$n = 1 - \frac{\ln \frac{p_1 + p_2}{p_1}}{\ln 2}$$

Serie Taylor amb $p_2 < p_1$

$$\approx 1 - k \frac{p_2}{p_1} + \ldots$$

Part III. Càlcul

Aproximació de 2 valors

t	mutal	Acumulada	Int. Mitjana Màxima
t	$p(t)$	$P(t)$	$I(t)$
t_1	p_1	p_1	p_1/t_1
t_2	p_2	p_1+p_2	$(p_1+p_2)/t_2$

$$\frac{I(t_1)}{I(t_2)} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^n \qquad \frac{P(t_2)}{P(t_1)} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^{1-n}$$

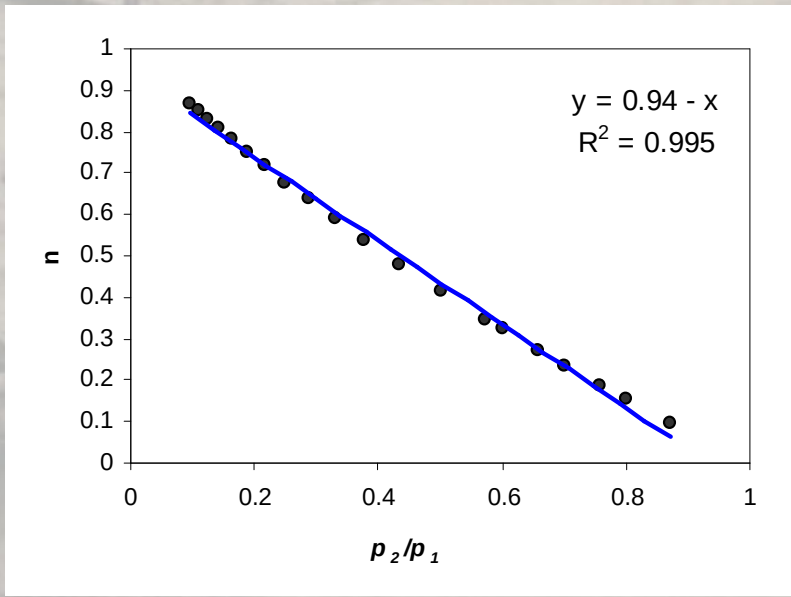
$t_2 = 2 \cdot t_1 \quad p_2 < p_1$

$$n = 1 - \frac{\ln \frac{P(t_2)}{P(t_1)}}{\ln \frac{t_2}{t_1}} \qquad \frac{t_2}{t_1} = 2$$

$$n = 1 - \frac{\ln \frac{p_1 + p_2}{p_1}}{\ln 2}$$

Serie Taylor amb $p_2 < p_1$

$$\approx 1 - k \frac{p_2}{p_1} + \ldots$$



Part III. Càlcul

Aproximació de 2 valors

t	Mutal	Acumulada	Int. Mitjana Màxima
t	$p(t)$	$P(t)$	$I(t)$
t_1	p_1	p_1	p_1/t_1
t_2	p_2	p_1+p_2	$(p_1+p_2)/t_2$

$t_2 = 2 \cdot t_1 \quad p_2 < p_1$

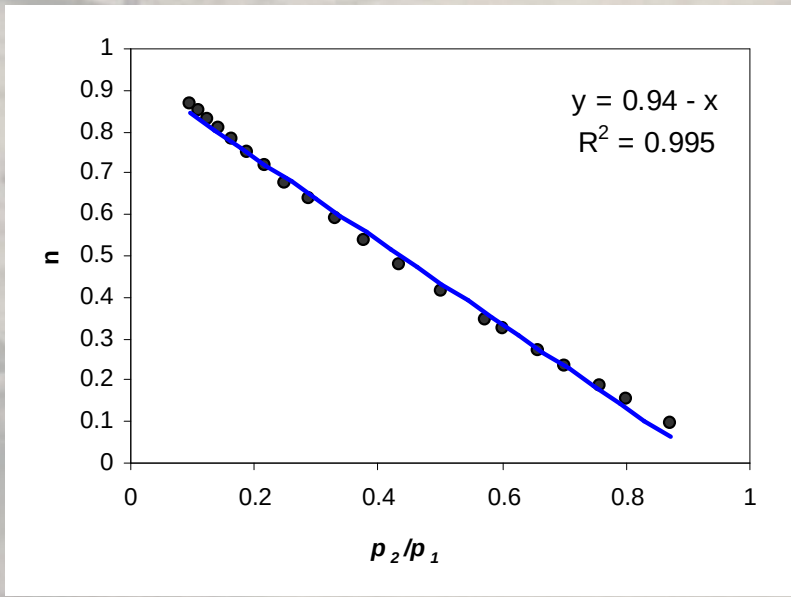
$$\frac{I(t_1)}{I(t_2)} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^n \qquad \frac{P(t_2)}{P(t_1)} = \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^{1-n}$$

$$n = 1 - \frac{\ln \frac{P(t_2)}{P(t_1)}}{\ln \frac{t_2}{t_1}} \qquad \frac{t_2}{t_1} = 2$$

$$n = 1 - \frac{\ln \frac{p_1 + p_2}{p_1}}{\ln 2}$$

Serie Taylor amb $p_2 < p_1$

$$\approx 1 - k \frac{p_2}{p_1} + \ldots$$



$$n \approx 0.94 - \frac{p_2}{p_1}$$

Amb $p_2 < p_1$

Part III. Càlcul

Utilització de ferramentes estadístiques

- **Excel**: Plantilla disponible
  http://mural.uv.es/romona/Meteorologia/simple.xls

- **C++ (exe)**: Plantilla disponible
  http://mural.uv.es/romona/Meteorologia/Intensidad2.exe

- **R**: Llenguatge de programació.

  <> Rutines orientades a meteorologia i climatologia

  <> S'està treballant en llibreries estadístiques

Conclusions

Resum (I de III)

- L'índex *n* descriu tant el **comportament d'un episodi de pluja** qualsevol (anàlisi meteorològic) com el **comportament estadístic** de la precipitació (anàlisi climatològic), especialment l'extrema

Conclusions

Resum (I de III)

- L'índex *n* descriu tant el **comportament d'un episodi de pluja** qualsevol (anàlisi meteorològic) com el **comportament estadístic** de la precipitació (anàlisi climatològic), especialment l'extrema.

- Des del punt de **vista meteorològic**, l'índex *n* informa sobre la **regularitat temporal**.

Clasificación de la precipitación según el índice n

n	Tipus de corba	Intensitat	Distribució temporal
0,00-0,20	Molt Suau	Pràcticament constante	Molt regular
0,20-0,40	Suau	Feblement variable	Regular
0,40-0,60	Normal	Variable	Irregular
0,60-0,80	Pronunciada	Moderadament variable	Molt irregular
0,80-1,00	Molt pronunciada	Fortament variable	Gairebé instantani

Conclusions

Resum (I de III)

- L'índex *n* descriu tant el **comportament d'un episodi de pluja** qualsevol (anàlisi meteorològic) com el **comportament estadístic** de la precipitació (anàlisi climatològic), especialment l'extrema.

- Des del punt de **vista meteorològic**, l'índex *n* informa sobre la **regularitat temporal**.

Clasificación de la precipitación según el índice n

n	Tipus de corba	Intensitat	Distribució temporal
0,00-0,20	Molt Suau	Pràcticament constante	Molt regular
0,20-0,40	Suau	Feblement variable	Regular
0,40-0,60	Normal	Variable	Irregular
0,60-0,80	Pronunciada	Moderadament variable	Molt irregular
0,80-1,00	Molt pronunciada	Fortament variable	Gairebé instantani

- Des del punt de **vista climatològic**, l'índex *n* és útil per a caracteritzar les corbes de Intensitat-Duració-Freqüència. Amb això s'obté que les corbes extremes de precipitació oscil·len generalment entre els 0,4 i els 0,8: Són **més convectives que advectives**.

Conclusions

Resum (I de III)

- L'índex n descriu tant el **comportament d'un episodi de pluja** qualsevol (anàlisi meteorològic) com el **comportament estadístic** de la precipitació (anàlisi climatològic), especialment l'extrema.

- Des del punt de **vista meteorològic**, l'índex n informa sobre la **regularitat temporal**.

	Clasificación de la preci	
n	**Tipus de corba**	
0,00-0,20	Molt Suau	P
0,20-0,40	Suau	
0,40-0,60	Normal	
0,60-0,80	Pronunciada	M
0,80-1,00	Molt pronunciada	

- Des del punt de **vista clim**
caracteritzar les corbes de Inter
s'obté que les corbes extremes
entre els 0,4 i els 0,8: Són **més co**

Conclusions

Resum (II de III)

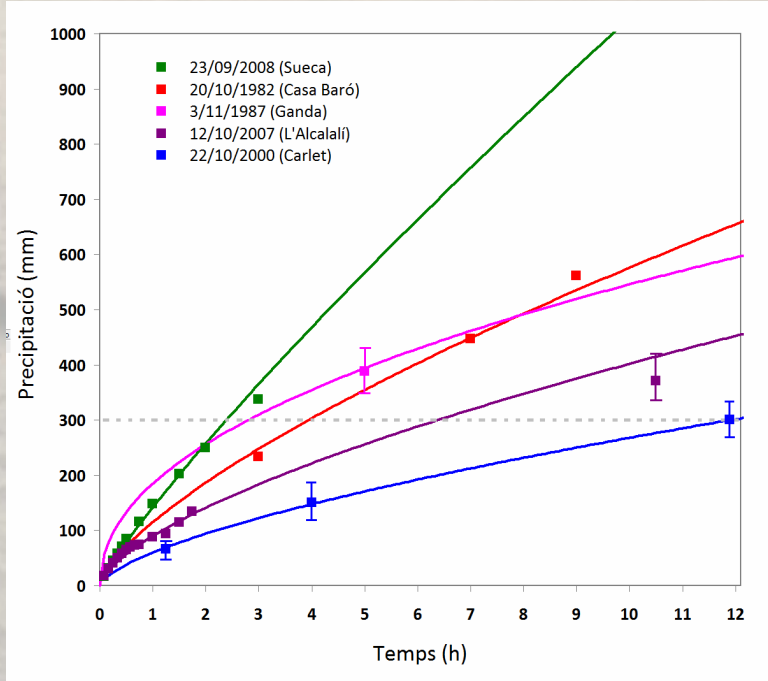
- L'índex n de del **rècords mundials és de 0.5**, tant des del punt de vista meteorològic (analitzant cadascun dels rècords) com des del punt de vista estadístic (analitzant el conjunt).

Conclusions

Resum (II de III)

- L'índex n de del **rècords mundials és de 0.5**, tant des del punt de vista meteorològic (analitzant cadascun dels rècords) com des del punt de vista estadístic (analitzant el conjunt).

- En l'estudi dels extrems històrics del nostre país, la **resolució temporal és molt limitada**. L'índex n dóna una bona aproximació en els detalls temporals de la precipitació.



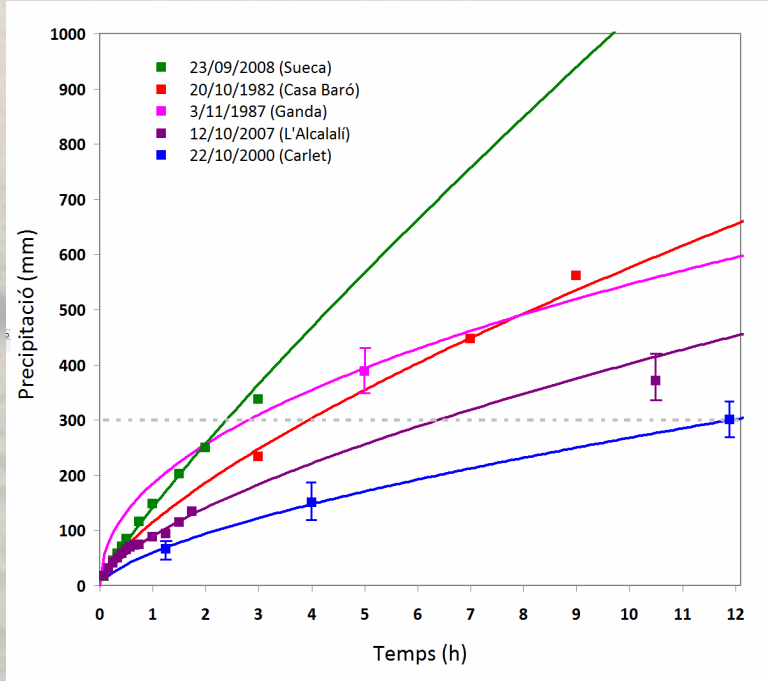
Conclusions

Resum (II de III)

- L'índex n de del **rècords mundials és de 0.5**, tant des del punt de vista meteorològic (analitzant cadascun dels rècords) com des del punt de vista estadístic (analitzant el conjunt).

- En l'estudi dels extrems històrics del nostre país, la **resolució temporal és molt limitada**. L'índex n dóna una bona aproximació en els detalls temporals de la precipitació.

- Hem obtingut una **funció espai-temporal** de la precipitación extrema per al sud de València i nord d'Alacant.



Conclusions

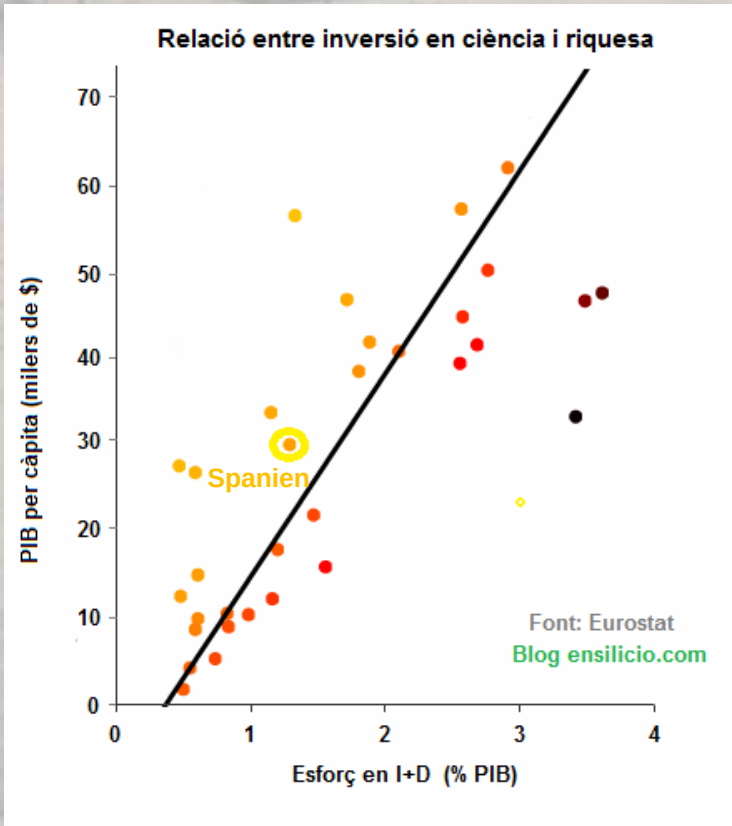
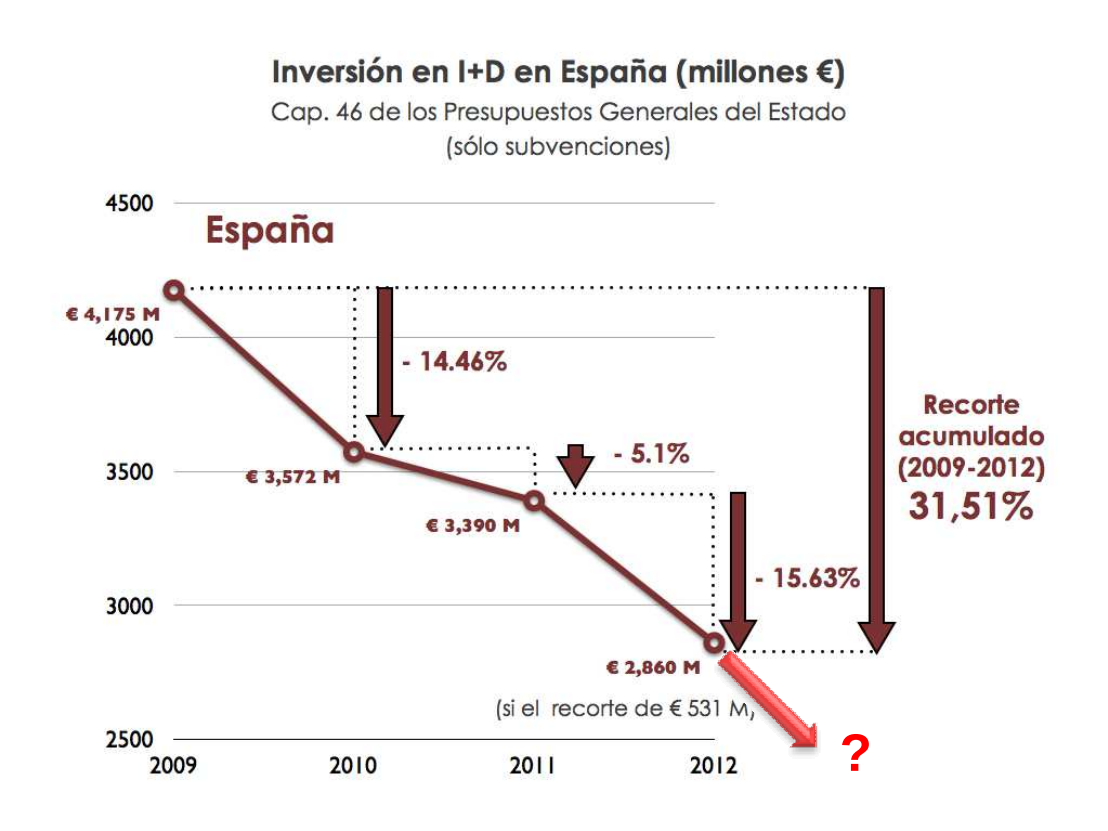
Resum (III de III)

- L'índex n es pot implementar a la vigilància meteorològica i als estudis climàtics per mitjà de ferramentes estadístiques.

- Una forma ràpida d'estimar n per a la vigilància:

$$n \approx 0.94 - \frac{p_2}{p_1}$$

Agraïments

... a tots vosaltres, per convidar-me, per escoltar-me i per el donar suport a la ciència que altres no donen

MOLTES GRÀCIES!