

## EL CLIMA DEL MIGJORN

Agustí Jansà

*Centro Meteorológico. Instituto Nacional de Meteorología. Illes Balears*

### INTRODUCCIÓ

Entre la Tramuntana i el Migjorn de Menorca les diferències climàtiques són únicament de matis, menors que les que hi pot haver entre punts diversos de cada una d'aquestes contrades. Tot i això, es podria dir que a Tramuntana hi ha zones on la violència dels temporals del nord és major que a qualsevol punt de la zona de Migjorn. Sigui com sigui, els vendavals de tramuntana (o vent del Nord), que són una de les característiques més definidores del clima de Menorca, també ho són al Migjorn de l'illa.

Pel que fa al règim pluviomètric i termomètric, el clima del Migjorn de Menorca és típicament mediterrani, és a dir, temperat i amb estiu sec. En relació a altres regions mediterrànies espanyoles, la sequera estiuenca menorquina és molt marcada. Al contrari, la torrencialitat potser no és tan exagerada com al País Valencià, a la resta de les Balears o a Catalunya.

Podem conèixer prou bé el clima del Migjorn de Menorca gràcies a que hi hagut i hi ha un bon grapat d'estacions climatològiques en aquesta zona. Destaca, actualment, l'observatori meteorològic internacional de l'Institut Nacional de Meteorologia, a l'aeroport. Hi ha, a més, altres deu estacions climatològiques secundàries en funcionament (2003), de les

quals tres són termopluiomètriques i les altres solament pluviomètriques (vegeu la Taula 2.1). Estacions que han funcionat en el passat i ara no funcionen, també poden ser útils per arrendonar la descripció climàtica de la contrada.

Tot i que al nucli urbà de Maó torna a haver-hi, de fa molts d'anys, una estació pluviomètrica complementària, l'actual observatori de l'aeroport es pot considerar hereu de l'observatori de Maó, un dels més antics d'Espanya, ja que, a més d'alguns antecedents en el segle XVIII, va començar a funcionar, sense interrupcions, l'any 1865. També l'estació de Sant Lluís és molt antiga, ja que s'hi fan observacions des de 1918, tot i que hi ha interrupcions entre 1923 i 1933. Així, del Migjorn de Menorca podem dir coses, no solament del clima actual, sinó també de l'evolució climàtica, de la manifestació local del canvi climàtic observat.

### EL RÈGIM PLUVIOMÈTRIC. TORRENTADES

La precipitació mitjana anual al Migjorn de Menorca es pot xifrar entre 450 i 650 mm, segons els indrets, en referència al període 1971-2000. Convé esmentar el període de referència perquè s'ha produït un descens apreciable de precipitacions en relació a períodes anteriors. Val a dir que la major part de l'extensió de la contrada té precipitacions entre 550 i

Codi	Nom	Tipus	Contrada	Latitud	Longitud	Altitud
B800	Maó. La Mola	TP	Tramuntana	39.877	4.325	78
B801	Sant Lluís	TP	Migjorn	39.852	4.258	60
B802	Maó. Lluçmaçanes	P	Migjorn	39.875	4.239	50
B804	Maó	P	Migjorn	39.890	4.261	43
B805	Punta Prima	P	Migjorn	39.821	4.284	40
B810	Maó. Estància ses Penyes	TP	Tramuntana	39.952	4.212	17
B818	Maó. Far de Favàritx	P	Tramuntana	39.998	4.267	12
B824	Mercadal. El Toro	P	Tramuntana	39.986	4.114	357
B835	Mercadal. Son Ametler	P	Tramuntana	40.052	4.038	20
B851	Ciutadella. F. Port	P	Migjorn	39.998	3.824	9
B860	Ciutadella. Son Quim	TP	Migjorn	39.994	3.854	20
B870	Ferrerries. Son Gornesset	P	Migjorn	39.979	3.999	125
B885	Alaior	P	Migjorn	39.937	4.141	120
B887	Torraiba d'en Salort	P	Migjorn	39.914	4.166	103
B890	Sant Climent	TP	Migjorn	39.870	4.207	80
B893	Aeroport de Menorca	C	Migjorn	39.867	4.226	85

Taula.2.1. Estacions climatològiques actuals (2003) a Menorca. Xarxa de l'Institut Nacional de Meteorologia. C = completa; TP = termopluiomètrica; P = pluiomètrica.

600 mm. A la Taula 2.2 es poden veure els valors homogeneïtzats de precipitació a les estacions de Migjorn que funcionen actualment. S'hi ha afegit la Mola de Maó per a tenir un valor limitant. L'homogeneïtzació s'ha fet per proporcions, a base de les dues estacions que tenen sèrie completa en el període 1971-2000, Sant Lluís i l'Aeroport. Altres procediments d'homogeneïtzació donen valors un poc discrepants per a les estacions amb sèries més curtes.

Per acabar de fer-nos una idea de la distribució territorial de la precipitació al Migjorn de Menorca hem considerat els valors extrapolats al període 1971-2000 d'una sèrie d'estacions addicionals, totes al Migjorn geològic de Menorca i que ara no funcionen, com el far del Port de Maó (545 mm), el far de Punta Nati (502 mm), el Semàfor de Bajolí (629 mm), Ciutadella urbana (558 mm), la Subestació Elèctrica de Ciutadella (465 mm), el far d'Artrutx (492 mm) i l'illa de l'Aire (399 mm).

Així que, tot i que la major part del territori té precipitacions entre 550 i 600 mm, com hem dit, hi ha màxims, amb més de 600 mm, cap al nord-oest de Ciutadella i a la part central de la divisòria entre Migjorn i Tramuntana, com a mínim cap al terme de Ferrerries. També hi ha zones on no s'arriba als 550 mm, ni tan sols als 500 mm, com són la costa sud, especialment cap a Sant Lluís, i un redol interior, cap a l'est i sud-est de Ciutadella.

Tot i que s'han introduït dades noves i s'han allargat algunes sèries, el mapa de distribució de pluges que ara obtenim és bastant semblant al que s'havia elaborat anys enrera (Jansà, 1979), encara que tots els valors apareixen ara rebaixats. En general es pot parlar d'un augment de la precipitació des de les costes cap a l'interior, explicable pel forçament ascendent afegit que produeix la presència de la pròpia illa, per la frenada relativa que pateix el flux d'aire en passar de mar a terra, pel relleu

Estació		Pluja	Anys	
B800	Maó. La Mola	Tramuntana	*470	10
B801	Sant Lluís	Migjorn	573	30
B802	Maó. Lluçmaçanes	Migjorn	*596	27
B804	Maó	Migjorn	*588	26
B805	Punta Prima	Migjorn	**	3
B851	Ciudadella. F. Port	Migjorn	*568	27
B860	Ciudadella. Son Quim	Migjorn	*454	10
B870	Ferrerries. Son Gornasset	Migjorn	*652	11
B885	Alaior	Migjorn	*529	19
B887	Torralba d'en Salort	Migjorn	*577	28
B890	Sant Climent	Migjorn	*543	17
B893	Aeroport de Menorca	Migjorn	564	30

Taula.2.2. Precipitació total anual. 1971-2000. \* Sèrie incompleta, homogeneïtzada; \*\* Sèrie massa curta.  
Font de dades: Instituto Nacional de Meteorología. Elaboració pròpia.

(encara que sigui modest) i per efectes tèrmics. Més difícil d'explicar és el marcat dipol, màxim i mínim, que apareix a l'entorn de Ciudadella; tal vegada influeix la topografia local, ja que el màxim coincideix amb terreny relativament elevat i el mínim és una zona relativament deprimida. Tot i que també pot ploure amb altres vents, s'ha de dir que la pluja es presenta preferentment amb vents del nord i del nord-est.

A tota l'àrea mediterrània, les pluges són, a més de no gaire abundants, força irregulars. Hi ha marcades diferències d'un any a l'altre i, dins d'un mateix any, hi ha, al mateix temps, períodes, que poden ser llargs, sense gens de pluja i episodis de pluja forta, fins i tot torrencial. Dins d'aquest context mediterrani, Menorca no presenta una variabilitat i una torrencialitat especialment acusades, però aquestes característiques hi són clares si comparem amb àrees de clima regular, com la façana atlàntica europea.

La variabilitat interanual es pot mesurar pel coeficient de variació de la sèrie pluviomètrica, que és la desviació típica dividida per la mitjana, en tant per cent. El coeficient de variació a Sant Lluís, per exemple, és del 23%. Això

vol dir que un terç dels anys la pluja o supera la mitjana en un 23% o està per davall de la mitjana en un 23%, és a dir, a Sant Lluís, o és superior a 704 mm o inferior a 442 mm.

Els períodes de precipitació escassa, les sequeres, poden ser prou llargues i intenses. En els darrers 30 anys, sense anar més enfora, destaquen les sequeres de 1981-84, gairebé 4 anys continuats de dèficit en el balanç interanual de pluges, obtingut mensualment, amb una punta de -52% a final de 1983, i també gairebé 4 anys, entre 1992 i 1995. La darrera sequera, 1999-2001, ha estat de prop de tres anys.

Si prenem com a referència l'estació de Sant Lluís, la distribució mitjana de les precipitacions al llarg de l'any es pot veure a la Taula 2.3. La precipitació anual es concentra molt clarament en els mesos de tardor, tot i que continua bastant abundosa durant l'hivern. A la primavera s'hi marca un màxim secundari poc accentuat, cap a l'abril. La sequera estiuenca, màxim element definidor del clima mediterrani, és extremadament clara, amb un mínim de pluja al juliol realment exagerat. Tot això no obstant, les variacions interanuals de les pluges mensuals són molt importants, com es pot veure a la mateixa Taula 2.3, bastant

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Des	Any
Mitjana	62.7	50.8	45.3	50.4	32.6	14.5	2.7	29.2	53.8	85.7	81.3	63.9	572.9
Màxima	158.0	193.3	155.3	159.9	97.7	117.0	17.6	159.5	169.2	206.7	207.5	144.7	943.0
Mínima	0.0	3.7	0.9	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	13.1	5.4	3.4	282.9
Desv. Típ.	44.2	43.1	34.4	35.0	27.7	22.9	4.3	37.9	41.7	55.5	45.0	30.4	131.3

Taula.2.3. Règim de precipitacions. Sant Lluís 1971-2000. Font de dades: Instituto Nacional de Meteorología.

més que les de la precipitació anual, amb coeficients de variació del 50% al 100% i fins i tot per damunt del 100% (a l'estiu).

Si seguim amb Sant Lluís, els 573 mm de precipitació anual normal es reparteixen en 89 dies de pluja apreciable ( $\geq 0.1$  mm), més o menys escampats al llarg de l'any, 63 dels quals plou 1 mm o més. 18 dies la precipitació és de 10 mm o més i 3 dies, com a mitjana, cauen 30 mm o més. El màxim anual de precipitació en un dia és, com a mitjana, de 55 mm, que és una pluja prou important.

La sèrie de Sant Lluís és prou llarga (72 anys) com per a poder ajustar una distribució de Gumbel als màxims diaris de pluja i fer alguns càlculs. Resulta que, per a un període de retorn de cinc anys, la precipitació màxima en 24 hores seria de 76 mm i, per a deu anys, 91 mm. Aiguats de 100 mm en un dia en poden caure cada 15 anys, com a mitjana,

però el període de retorn per a 150 mm és de 170 anys i per a 200 mm, de 2000 anys. Així que, estadísticament parlant, no hauríem de tenir mai ruixats de 200 mm en 24 hores i els ruixats d'entre 150 i 200 mm s'haurien de considerar com a molt clarament excepcionals.

Com a exemple bastant típic de pluja forta no excepcional, podríem referir-nos al 21-22 de novembre de 1999. La situació atmosfèrica (fig. 2.1) és lleugerament depressionària i prou inestable perquè dins de les masses nuvoloses s'inclouin nuclis convectius potents. A l'observatori de l'aeroport, on la precipitació total en el dia pluviomètric és de 61 mm, es registra pluja des de les 19 hores de dia 21 fins a les 08 hores de dia 22; la pluja més forta és cap a mitja nit i un poc més, amb puntes de 3 i 4 mm en deu minuts. Es tracta de pluja forta, prou perquè els torrents corrin alegrement, però no torrencial; incapaç de generar gran revingudes.

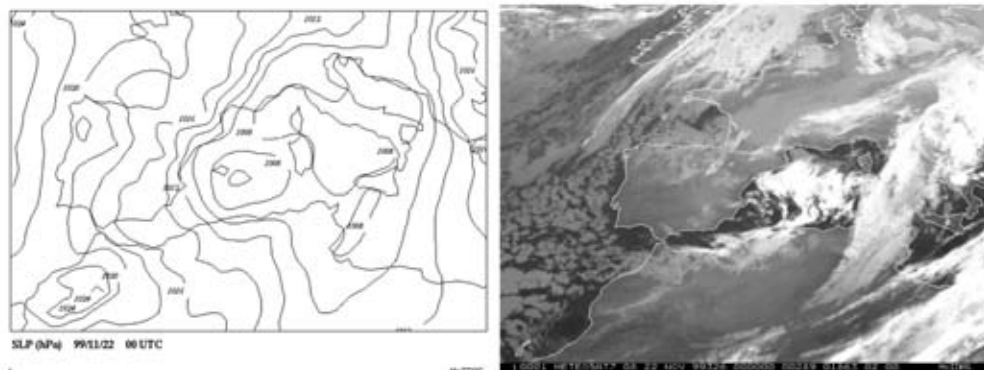


Fig. 2.1. Situació de pluges fortes. Dia 22 de novembre de 1999 a les 00 hores UTC. Anàlisi objectiva a nivell de la mar (HIRLAM-INM, esquerra) i imatge de satèl·lit (Meteosat-IR, dreta). El dia pluviomètric 21-22 de novembre de 1999 es van recollir 61 mm / 24 h a l'observatori de l'aeroport. (Font: Instituto Nacional de Meteorología)

Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Any
Temperatura màxima absoluta												
20.5	21.4	24.2	25.0	29.5	34.2	41.3	36.4	33.4	30.4	25.1	23.2	41.3
Temperatura mínima absoluta												
-2.2	-0.6	1.3	1.6	6.3	10.2	10.3	12.3	10.4	4.9	0.6	0.4	-2.2
Temperatura màxima mitjana												
13.9	14.2	15.9	17.9	21.8	25.9	29.2	29.7	26.8	22.3	17.9	15.1	20.9
Temperatura mínima mitjana												
6.9	7.0	8.2	9.7	13.2	17.0	20.0	20.8	18.3	15.0	10.8	8.4	12.9
Temperatura mitjana												
10.4	10.6	12.1	13.8	17.6	21.5	24.6	25.3	22.5	18.7	14.4	11.7	16.9

Taula.2.4. Règim termomètric. Estació de Sant Lluís, 1971-2000. Font de dades: Instituto Nacional de Meteorología.

Això no obstant, de fet a Sant Lluís hi ha registrat un ruixat de 180.2 mm en 24 hores, dia 3 d'octubre de 1957, que encara va ser superior a Maó, amb 188.8 mm. Al Semàfor de Bajolí dia 7 d'octubre de 1958 es van enregistrar 194.5 mm. Es podrien afegir els 168.5 mm enregistrats a Maó el 15 de setembre de 1928. Aquestes pluges són autènticament torrencials, excepcionals, però existeixen, tot i que es desajusten de les anàlisis estadístiques més elementals. Poden fer pensar en una distribució no normal de la precipitació màxima diària, tal vegada en una mescla de poblacions diferents.

Cal pensar que en la gènesi i modelat del típics barrancs del Migjorn de Menorca hi han exercit més paper, al llarg dels temps, les escasses torrentades excepcionals que les pluges fortes "normals".

## EL RÈGIM TERMOMÈTRIC

Menorca és l'illa més aïllada de la Mediterrània i, de més a més, és prou petita. S'ha de pensar en un règim termomètric molt marítim, molt suavitzat per l'efecte moderador de la mar. I així és, en general.

Podem tornar a utilitzar Sant Lluís com a estació representativa. A la Taula 2.4 hi ha un resum del que és el règim termomètric en

aquesta estació. La temperatura mitjana anual és molt suau, en torn als 17° i tant l'oscil·lació tèrmica anual com la diària són baixes, tot i que a Sant Lluís, a la part central del Migjorn de Menorca en general, pot ser que aquestes oscil·lacions siguin les més importants de l'illa, en comparació amb Tramuntana i amb la voreta de la mar (Jansà, 1979).

L'oscil·lació tèrmica diària (diferència entre la màxima i la mínima mitjanes diàries) és de 8° a Sant Lluís, com a mitjana, de fet, entre 9° a l'estiu i 7 a l'hivern. L'oscil·lació tèrmica anual (la diferència de temperatura mitjana entre el mes més càlid, que és l'agost, i el mes més fred, que és el gener) és de 15°, de manera que, tot i que l'estacionalitat és clara, resulta moderada si es té en compte la latitud de Menorca. Els hiverns són freds, però no molt, i els estius són càlids, però no exageradament.

El que és normal a l'estiu (juliol i agost), de dia, és arribar als 29° i fins i tot fregar els 30, mentre de nit no es baixa de 20°. A l'hivern (gener i febrer) se sol arribar als 14° de dia, mentre de nit la temperatura baixa, normalment, fins a 6 o 7. Les temperatures mínimes sota zero són ben infreqüents, gairebé excepcionals.

Tanmateix, els dies extrems existeixen. Veiem a la Taula 2.4 que els valors sota zero (fins 1 o 2° sota zero) es donen algunes

vegades. Però tal vegada això no sigui el més significatiu quant a fred. Fins i tot sense arribar a la gelada, la sensació de fred esdevé molt acusada a Menorca, també al Migjorn, quan es produeixen intenses i sostingudes invasions d'aire polar i àrtic. Normalment arriben a Menorca amb vent fort de tramuntana i el que succeeix és que l'oscil·lació tèrmica diària es redueix molt. No és que la temperatura baixi molt de nit, és que puja poc de dia. Hi ha dies d'aquests, pocs, que la màxima no supera els cinc o sis graus. Si amb aquestes temperatures el vent acompanya, la sensació de fred s'accentua, es torna molt intensa, com hem dit.

Les temperatures més baixes enregistrades al Migjorn de Menorca (i a Menorca, en general) són  $-2.8^{\circ}\text{C}$ , el 3 de febrer de 1956 i el 10 de gener de 1918, ambdues dins el nucli urbà de Maó. Tant en un cas com en l'altre pensam que les condicions d'observació no eren les idònies, en particular pel que fa a les temperatures mínimes, de manera que en aquestes dues ocasions i en algunes altres hi pot haver hagut temperatures encara més baixes, que no s'han enregistrat, perquè no hi havia termòmetres adequadament instal·lats, en llocs oberts. Val a dir que el mínim de 1956 coincideix amb unes nevades excepcionals, les més importants vistes a Menorca al llarg del segle XX.

Les onades de calor esdevenen quan la Mediterrània és envaïda per aire subtropical africà, de procedència sahariana. Aquestes invasions es produeixen a una certa alçada, per damunt del relleu nordafricà. És aire brut, carregat de pols, i el vent a nivell de superfície sol ser de xaloc (sudest) o fins i tot de llevant. Quan la dinàmica atmosfèrica ho permet, l'aire més càlid descendeix, fins a tocar terra, rescalfant-se. És aleshores quan la temperatura, si és a l'estiu, pot arribar fins als 33, 34 o fins i tot els 35°. Els 36° són bastant excepcionals, tot i que hi ha registres de valors encara més extrems. El 26 de juliol de 1983 els termòmetres van arribar als  $39.6^{\circ}\text{C}$  a l'aeroport, que van ser  $41.3^{\circ}\text{C}$  a Sant Lluís. Amb anterioritat als anys 80 del segle XX s'estava enfora d'aquestes marques tan altes (tot i que el 8 d'agost de 1923 s'havien enregistrat  $38.4^{\circ}\text{C}$  a Maó).

## ELS VENTS I LA MAR.

### TRAMUNTANADES I SALINITZACIÓ

Menorca té fama de terra ventosa i s'ha de dir que ho és només fins a cert punt. Que la tramuntana és el rei dels vents a Menorca també és quelcom que es dona per bastant conegut, però també hi ha certa tendència a pensar que això pot no ser vàlid per a les terres del sud, per al Migjorn de l'Illa.

La tramuntana és el vent més important a tota l'Illa, també al Migjorn. Ho és quantitativament, en termes absoluts, pel que fa a la combinació de freqüència i velocitat, i ho és, encara més, pel que fa als efectes a terra (ecològics, agraris, econòmics i socials). A la mar, en canvi, a les costes de Migjorn la tramuntana no és, naturalment, el vent que dona més mala mar, ja que la costa queda arrecerada per la pròpia illa. Hem d'exceptuar els segments extrems, del port de Maó a l'illa de l'Aire, d'una banda, i de Bajolí a cala Morell, de l'altra, que són costa de Migjorn només des del punt de vista geològic.

L'observatori de l'aeroport de Menorca, que té els sensors de vent situats cap a la capçalera de pista "01", clarament més a prop de la costa sud que de la divisòria entre Migjorn i Tramuntana, en terreny pla i obert, s'ha de considerar, en principi, prou representatiu del Migjorn de Menorca. Les Taules 5 i 6 resumeixen les dades de 30 anys d'observacions. La Taula 2.5 es refereix al vent sostingut, vent mitjà al llarg de deu minuts en torn a l'hora d'observació, que és el vent pròpiament dit, des del punt de vista meteorològic. Es combinen les observacions fetes a quatre hores fixes representatives de cada dia, 00, 07, 13 i 18 hores UTC. La Taula 2.6 es refereix a les ratxes màximes diàries o vent instantani màxim diari. Naturalment, el vent màxim és molt més fort que el vent mitjà.

Tant per al vent mitjà com per al vent màxim, la freqüència de la direcció nord (tramuntana) és sensiblement major que la de cap altra direcció, en general. Però si ens fixam en vents moderats o forts, per damunt d'un cert llindar, les diferències de freqüència entre la tramuntana i els altres vents enca-

Estació B893 - Aeroport de Menorca - 1971-2000									
Any (43794 observacions de les 00, 07, 13 y 18 hores UTC)									
km/h	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total
0-5	24	11	22	11	20	13	42	15	158
5-10	29	16	22	10	22	16	31	17	163
10-15	45	25	39	14	41	30	40	13	247
15-20	26	17	20	7	21	19	21	6	137
20-25	23	14	12	4	11	16	17	3	100
25-30	35	12	12	3	9	13	16	3	103
30-35	15	5	2	1	1	4	5	1	34
35-40	13	3	1	0	1	2	4	1	25
40-45	12	1	1	0	0	1	2	0	17
45-50	4	0	0	0	0	0	0	0	4
50-55	4	0	0	0	0	0	1	0	5
55-60	1	0	0	0	0	0	0	0	1
60-65	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65-70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70-75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	231	104	131	50	126	114	179	59	994
Vel.mit.	20.0	16.1	13.2	11.3	12.8	15.7	13.0	10.6	15.0

Taula.2.5. Freqüència del vent sostingut (en tant per mil). Font de dades: Instituto Nacional de Meteorología.

ra s'exageren. Per exemple, els vents sostinguts de 30 o més km/h són més freqüentment de tramuntana que de totes les altres direccions juntes i els vents màxims de 60 km/h o més són gairebé el doble de vegades de tramuntana que de totes les altres direccions juntes.

Tot i la importància relativa del vent de tramuntana, també al Migjorn de Menorca, l'illa, com a mínim el Migjorn, no és tan ventosa com es podria pensar o com es podria deduir d'un paisatge on sovintegen els arbres i arbusts de formes abanderades. De fet la velocitat mitjana del vent, 15 km/h, no és elevada, la freqüència de vents sostinguts moderadament forts (de 30 o més km/h) no és alta, és del 9% de totes les observacions (tot i que de dia és bastant més elevada que el

vespre), i la freqüència de puntes de vent (màxims diaris) per damunt de 60 km/h tampoc és exagerada, tot i que supera el 12% del dies. Dies que el vent arriba a ser francament fort en algun moment del dia, podem dir que n'hi ha un de cada nou o deu, aproximadament. Els vents amb puntes de més de 100 km/h són realment rars, amb una freqüència del tres per mil, una vegada cada any, com a mitjana.

El notable abanderament de la vegetació natural, dels ullastres i les mates en particular, l'orientació cap al sud d'aquest abanderament, també al Migjorn, fins i tot a prop de la costa (tot i que just devora la costa sud hi ha marcats canvis d'orientació), requereix una explicació addicional. Les pures dades de vent no ho justifiquen prou.

L'explicació és la salinització eòlica d'impacte, la gran càrrega de sals marines que transporta l'aire, sobretot els vents forts de tramuntana. Per a esbrinar alguna cosa sobre aquest aspecte dels efectes del vent a Menorca, es va realitzar, durant 1981-82 un experiment de camp, amb el suport del Consell Insular de Menorca i amb la participació de biòlegs, analistes, agrònoms i pagesos (Jansà *et al.*, 1982). Per a aquest experiment es van establir una sèrie d'estacions dotades de captadors verticals de sal i d'anemòmetre, arreu de l'illa de Menorca, cap d'elles a vorera de mar.

Resulta que l'aerosol salí i, en conseqüència, l'impacte salí sobre les superfícies exposades, és, en condicions normals (de vent fluix, com a molt moderat), molt poc important, si exceptuem, tal vegada, la immediatesa de la costa. La densitat de l'aerosol salí i la magnitud de la salinització per impacte creixen de sobte quan bufa vent fort de tramuntana, a partir de velocitats mitjanes de l'ordre dels 30-35 km/h, a les que poden correspondre màxims de 70 a 80 km/h. A partir d'aquest límit aproximat, la salinització sembla augmentar ràpidament en augmentar la velocitat del vent. Tot simplificant les dades experimentals, amb vents de tramuntana de 30-35 km/h de velocitat mitjana, la salinització d'impacte (sal dipositada sobre superfícies verticals oposades al vent) és d'entre 2 i 12 g/m<sup>2</sup>/dia, mentre per a 45-50 km/h tenim de 9 a 25 g/m<sup>2</sup>/dia. S'ha pogut comprovar també que vents igualment forts, que no siguin de tramuntana, no produeixen salinització important.

Valors de salinització de l'ordre dels 10 g/m<sup>2</sup>/dia, encara que sigui un sol dia, s'ha comprovat que han produït la mort d'un 50% dels folíols de mata exposats al nord. Així és com la mata o l'arbre perden massa en el seu costat nord, en relació al sud, i adquireixen la forma abanderada. És un modelat a cops, fet a base d'episodis puntuals de tramuntana forta o molt forta. En els períodes intermedis, entre temporal i temporal, hi ha un procés de recuperació de la forma arrodonida, però que no arriba a completar-se si ve prest una altra tramuntanada.

Hi ha diferències significatives de salinització d'impacte entre diferents punts de l'illa de Menorca. Això depèn de la densitat de l'aerosol salí i de la velocitat del vent local. Fent càlculs aproximats s'ha pogut establir, a partir de les mesures experimentals, que la densitat de l'aerosol salí pot ser el doble a Tramuntana que a Migjorn. Això és conseqüència de que, mentre el vent va travessant l'illa precipita sal, perd sal, tot i que no molta. Quant a la velocitat mitjana del vent hi ha, també, diferències significatives. Si prenem com a referència l'observatori de l'aeroport (100%), que està situat a Migjorn en terreny pla, però bastant elevat (a 80 m s.n.m.), el vent mitjà pot ser un 120% als turons de Tramuntana, mentre que a les planes baixes de Migjorn pot ser 80-90% i al fons dels barrancs orientats de llevant a ponent, només 50-60%. En algunes terres altes de Migjorn, més altes que l'aeroport, com Bellver (a Alaïor) el vent seria 110%.

Com a resultat, tenim que l'abanderament de la vegetació natural és més accentuat a Tramuntana que a Migjorn, però a Migjorn la vegetació també està abanderada, també marca la direcció nord-sud, a unes zones més exageradament que a d'altres.

El per què de tanta sal acompanyant les tramuntanades, el per què l'efecte de la salinització d'impacte, tot i que minvat, arriba tan profundament i plenament al Migjorn, s'ha de buscar en la pròpia meteorologia de la tramuntana. La tramuntana de Menorca és, en general, no un vent local, sinó un vent regional, que fa part del sistema mestralt-tramuntana, que abasta des de la vall del Roine i les planes rosselloneses fins a les Balears i més i tot. Abans d'arribar a Menorca, aquest vent és considerablement més fort que quan toca l'illa. En el seu recorregut marítim relativament llarg aquest vent aixeca grans onades i arrabassa a la mar gran quantitat d'aigua polvoritzada. Com que la tramuntana sol ser, a més, un vent sec, l'aigua es va evaporant i es van acumulant en l'aire minúscules partícules de sal, que arriben a Menorca en gran quantitat, prou per a travessar l'illa de banda a banda sense grans pèrdues.



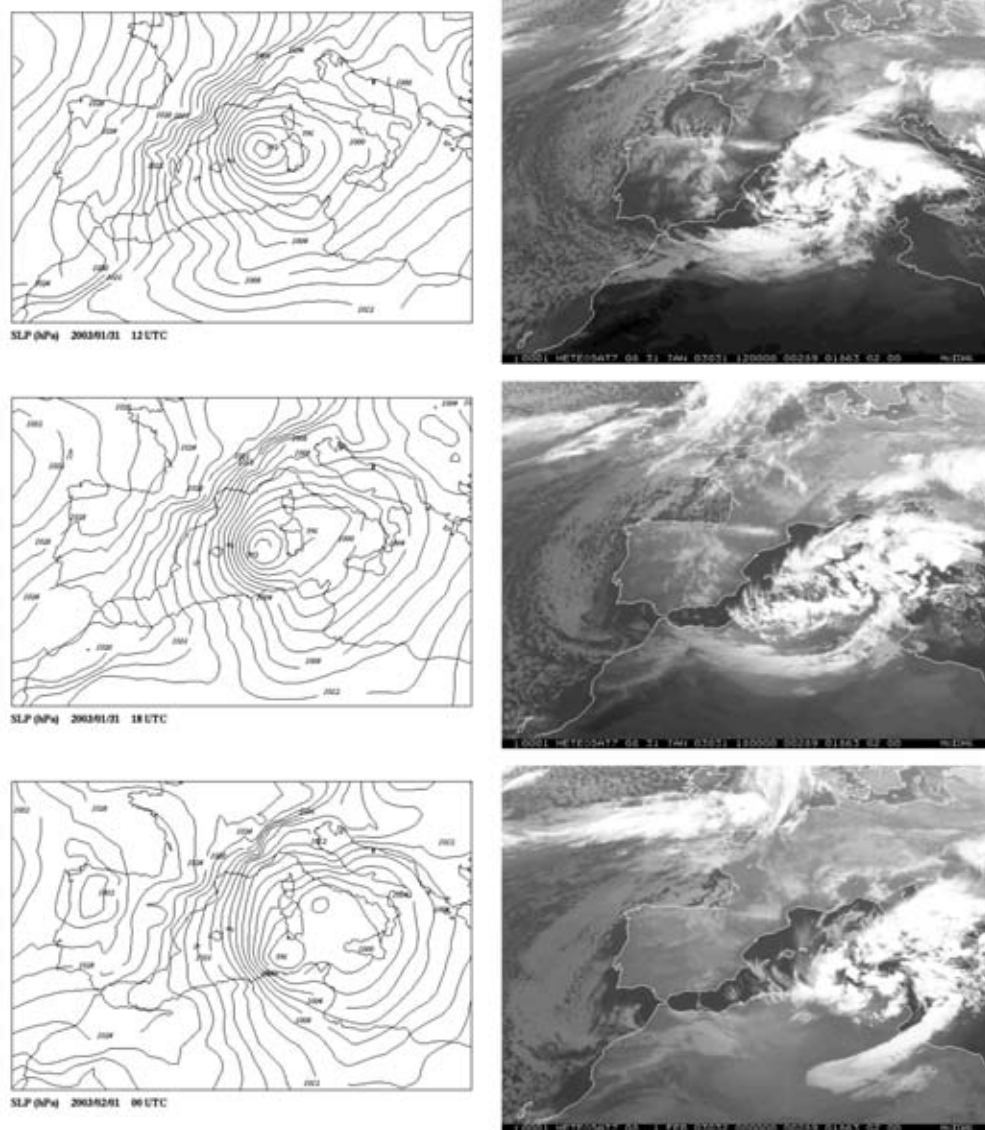


Fig. 2.2. Temporal de Tramuntana de 31-Gen a 01-Feb 2003. Evolució entre les 12 h UTC de dia 31 i les 00 h UTC de dia 1, cada sis hores. Anàlisi a nivell de la mar (HIRLAM-INM, esquerra) i imatge de satèl·lit (Meteosat-IR, dreta). Font: Institut Nacional de Meteorologia).

A la figura 2.2 s'il·lustra un cas de tramuntanada excepcional. Va ser entre el 31 de gener i l'1 de febrer de 2003 i el vent va abastar una velocitat punta a l'aeroport de 119 km/h. Aquesta ventada, de les de llarg recorregut i seca a la seva etapa final, va produir una salinització extraordinària. Va morir, no el 50%, sinó gairebé el 100% de la matèria vegetal exposada al nord. Sis mesos després encara es podia veure que la recuperació de la vegetació era tot just incipient. Aquests grans episodis són els més efectius en el modelat de la vegetació natural i permanent de Menorca, també al Migjorn de l'illa.

Hi ha hagut casos de vents més forts de tramuntana, però tal vegada no tan salinitzadors. En algunes ocasions perquè acompanya pluja intensa i això fa que hi hagi un rentatge molt efectiu de la sal. En aquests i en altres casos perquè la situació no és ben bé la típica, amb vent fort des de les costes de França fins a Menorca, sinó que la ventada està lligada a una depressió mòbil, a vegades petita, encara que intensa, a vegades nascuda a les costes africanes.

Tot i que hi ha mesures puntuals, a hora fixa, del vent sostingut des dels anys vint del segle XX (que van permetre els estudis pioners sobre la tramuntana de Josep M. Jansà, 1933), registres continus, que són els que permeten determinar ratxes màximes diàries, no n'hi ha hagut fins als anys seixanta. De llavors ençà, la tramuntanada més forta enregistrada

ha estat la del 18 al 21 de març de 1967. Es van enregistrar ratxes màximes de 133 km/h repetidament, els dies 18 i 21. El vent va ser molt fort tots aquells dies.

Com hem dit abans, si deixam de banda el tram de Bajolí a cala Morell, que és, de fet, costa nord, la tramuntana, tot i ser el vent més fort, no és el que produeix més mala mar a les costes de Migjorn, no és el principal causant de l'erosió d'aquestes costes, ni provoca problemes a les instal·lacions costaneres. Però cal matisar. A llevant, des de la boca del port de Maó fins a la punta Prima, la mar de tramuntana hi és plenament desenvolupada fins i tot bastant a prop de la costa i s'abat de ple, per exemple, sobre la punta de Llevant de l'illa de l'Aire, que sí que està profundament erosionada pel seu embat fort i freqüent. La boia situada per l'ens "Puertos del Estado" front a aquesta costa, encara que ja en mar oberta, a unes cinc milles al sud-est del port de Maó, ha enregistrar, en un curt període que porta de funcionament, altures significatives (mitjana de les ones més altes) de fins a 7,5 m en situacions de forta tramuntana. A la costa mateixa, en aquest sector, les onades de tramuntana giren, es refracten per efecte del fons i baten de mar a terra, fortes i grans encara, tot i que no tant com a la costa de Tramuntana o en mar oberta. La mar girada, refractada, entra també, notablement alta, dins la cala de Ciutadella, tot i que s'esmoreix ràpidament i es pot dir que no arriba a la boca del port.

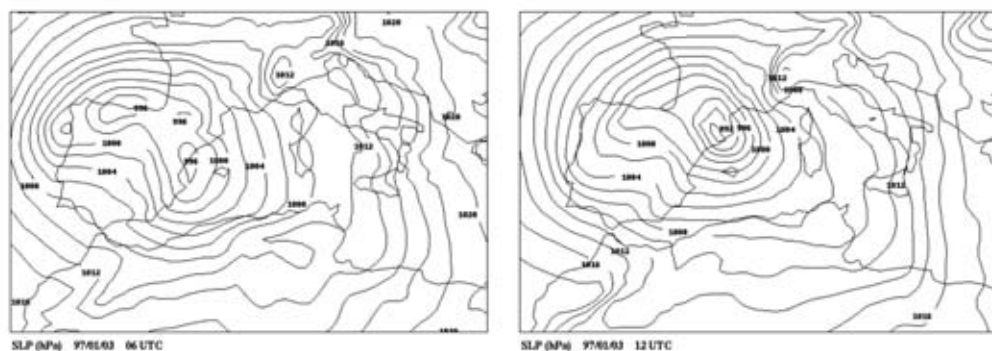


Fig. 2.3. Ventada de llebeig de 3 de gener de 1997. Evolució entre les 06 h i les 12 h UTC. Anàlisi a nivell de la mar (HIRLAM-INM). Font: Instituto Nacional de Meteorología.

Any (10614 ratxes màximes diàries)					Estació B893 - Aeroport de Menorca				
km/h	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Total
0-100	0	0	0	0	0	0	0	0	
10-20	2	5	4	2	7	7	3	1	31
20-30	23	35	33	26	50	51	27	7	252
30-40	44	45	32	22	31	48	34	7	263
40-50	52	32	19	8	13	35	26	10	195
50-60	50	20	9	6	5	19	16	6	131
60-70	32	7	3	1	2	7	9	4	65
70-80	22	2	1	0	0	2	3	3	33
80-90	12	0	0	0	0	1	1	1	15
90-100	6	0	0	0	0	0	1	1	8
100-110	2	0	0	0	0	0	0	0	2
110-120	1	0	0	0	0	0	0	0	1
120-130	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total 246	146	101	65	108	170	120	40	996	
Vel.mit.	51.5	38.6	35.6	33.7	31.3	36.7	41.0	45.8	40.6

Taula.2.6. Freqüència de les ratxes màximes de vent, en tant per mil. (Font: Instituto Nacional de Meteorología)

## ELS VENTS I LA MAR. VENTADES DE GREGAL I LLEBEIG

A les costes de Migjorn pròpiament dites, des de Biniancolla (a Sant Lluís) fins a Ciutadella, les onades més importants, per l'efecte sobre les costes i les instal·lacions costaneres, són les que vénen de llebeig (sud-oest). En el sector de llevant, en canvi, de la boca del port de Maó fins a punta Prima, aquest paper correspon als vents de gregal (nord-est).

Es pot veure a les Taules 2.5 i 2.6 que els vents més importants, després de la tramuntana, a bastant distància, són, precisament els de llebeig i gregal, tot i que no s'han de menysprear gens els de llevant i ponent pur.

El llebeig, encara que pot arribar a ser molt fort, no sol ser tan persistent, ni té un recorregut marítim tan llarg, normalment, com la tramuntana, per la qual cosa les majors onades de llebeig difícilment poden arribar a

superar els 4 o 5 m d'altura significativa, tot i que això ja és molt. Ones majors, semblants a les de les pitjors tramuntanades, es poden donar amb algunes ocasionals i fortes gregalades o guergalades, però la costa afectada és únicament la de llevant.

La llebetjada és, normalment, un fenomen prefrontal, lligat a un front fred que ve més o menys directament de ponent i que moltes vegades s'ondula dins la Mediterrània, formant un nucli depressionari secundari, amb gradients de pressió localment forts. A la figura 2.3 es pot veure un exemple, corresponent al dia 3 de gener de 1997, on la formació de la baixa secundària es ràpida i espectacular. Aquest dia el vent màxim a l'observatori de l'aeroport de Menorca va ser del sud (tot i que es tracta d'una situació típicament de llebeig), amb 82 km/h. El 6 de novembre del mateix any es va enregistrar una altra ventada de llebeig, amb 83 km/h, de 220°.

G. Pons (1999) es refereix a les llebetja-



Fig. 2.4. 27 de setembre de 1965 a les 00 h UTC. Dues hores abans de la ratxa màxima enregistrada mai a Menorca, 230°/144 km/h. Font: Instituto Nacional de Meteorología.

des i ponentades de febrer de 1989 com a causants de nombrosos danys a cases i embarcacions, especialment a les cales de Biniancolla i Binissafüller. De fet els vents màxims enregistrats a l'aeroport van ser de llebeig dia 25, amb 86 km/h, i de ponent els dies 26 i 27, amb 96 i 89 km/h respectivament.

Com és natural, no és rar que una ventada de llebeig acabi en ponent o fins i tot en mestral o tramuntana, ja que darrera del front al que s'associa la llebetjada el vent ha de girar ciclònicament.

A vegades, com en el cas esmentat, la ponentada postfrontal és fins i tot més forta que la llebetjada inicial. Aleshores és la costa de Ciutadella, al sud del port, la que més directament rep l'embat de les onades, tot i que bona part de la costa de Migjorn pròpiament dita no se n'allibera, especialment cap a Sant Lluís. Cal esmentar, en aquest sentit, l'extremadament violenta ponentada de 21 de febrer de 1986, amb 126 km/h (de 280°) enregistrats a l'aeroport.

Cal destacar que el vent més fort enregistrat mai a Menorca, des que hi ha registre continu, no és de tramuntana, sinó de llebeig. A les 02:15 hores del 27 de setembre de 1965 l'observatori principal, situat aleshores a l'Esplanada de Maó, va enregistrar una ratxa de 144 km/h del sud-oest (230°). Un dia s'haurà de mirar d'estudiar aquest cas amb més cura, perquè l'anàlisi meteorològica de nivell

de la mar (figura 2.4) no fa pensar en un vent tan extrem, tot i que els ingredients de llebetjada hi són presents. La situació meteorològica i l'època fan pensar que podria haver conconregut algun fenomen eòlic de tipus convectiu, com una turbonada, un esclafit o fins i tot un cap de fibló.

Els fenòmens eòlics de tipus convectiu, els caps de fibló especialment, associats a tempestes fortes, són, de fet, els que poden donar lloc als més violents cops de vent de la contrada, però la seva petita dimensió (centenars de metres, tan sols) fan que el seu registre instrumental sigui totalment casual, gairebé impossible. Els efectes, d'altra banda, són molt localitzats, mai generals. Hi ha algunes referències indirectes a caps de fibló, com les que donen G. Pons (1999) o, més sistemàticament, Gayá *et al.* (2001), que demostren que el fenomen del cap de fibló no és tan rar al Migjorn de Menorca, tot i que no és freqüent. G. Pons cita, per exemple, els destructors caps de fibló de 12 de novembre de 1925 o de 16 de desembre de 1960. N'hi ha hagut bastants més. Gayá *et al.* (2001) citen 5 caps de fibló a Menorca entre 1989 i 1999, dos dels quals han afectat plenament al Migjorn i dos, parcialment.

Val a dir que el cap de fibló, denominació local del fenomen internacionalment conegut com a tornado, és un gir violent de vents –de fins a 200 o 300 km/h– molt localitzat, formant un embut nuvolós, que pot tenir un recorregut lineal sobre terra d'alguns quilòmetres i que està associat, com hem dit, a una tempesta forta. La versió marina (coneguda com a mànega o tromba) és bastant més freqüent que la terrestre. La visió de mànegues sobre el mar en dies de tempesta, sobretot a la tardor, no és excepcional. Gayá *et al.* (2001) han sabut de 13 trombes a Menorca entre 1989 i 1999, onze de les quals s'han vist des de les costes de Migjorn. Altres visualitzacions poden no haver estat recollides.

Deixant de banda fenòmens tan localitzats com els de tipus convectiu, els altres temporals d'importància a la costa de Migjorn, en particular al seu sector oriental, a part de la tramuntana i el llebeig-ponent, són els temporals de gregal.

Tot i que el gregal, grec o guergal (nord-est) és un vent freqüent, fins i tot és el vent dominant a l'estiu, només ocasionalment revesteix característiques de ventada o temporal, com es pot veure a les taules 2.5 i 2.6. Quan això succeeix, està associat a profundes depressions, nascudes a la Mediterrània, en concret cap a la mar d'Algèria. En alguns d'aquests casos l'embat de les onades al tram oriental de la costa del Migjorn de Menorca és terrible i es produeixen destrosses a les instal·lacions costaneres i a les cases de vora la mar. S'Algar és especialment sensible. Dues gregalades recents molt notables, causa de danys, són les de 28 de desembre de 1980, amb un registre de 107 km/h a l'aeroport, i 10 de novembre de 2001, amb 122 km/h enregistrats.

### LES RISSAGUES DE CIUTADELLA I ALTRES OSCIL·LACIONS DE NIVELL DE LA MAR

Les onades produeixen localment oscil·lacions de nivell de la mar ràpides, amb períodes de l'ordre de segons, 5 a 10 segons, per a dir alguna cosa. Hi ha, a més de les onades, altres oscil·lacions de nivell de la mar, d'amplitud comparable a onades grans, de fins a un parell de metres entre nivell màxim i nivell mínim, però que tenen un període molt més llarg, de l'ordre de minuts, i que, en lloc d'esmoreir-se als ports i cales, és a aquests indrets on abasten la màxima amplitud. En parlar del Migjorn de Menorca, cal referir-se particularment a les "rissagues" del port de Ciutadella.

A tots els ports i cales hi ha, gairebé continuament, oscil·lacions del nivell de la mar amb períodes de minuts. Són les *seiches*, seixes o seques, que es produeixen amb un període propi per a cada port o cala (funció de les seves dimensions i geometria, llargària i fondària, particularment) i que tenen, normalment, una amplitud molt petita, de l'ordre d'alguns centímetres, de manera que resulten gairebé imperceptibles.

Les seixes o seques, no obstant, poden resultar ocasionalment molt amplificades quan intervé un excitador extern, que força el

moviment oscil·latori del port o cala amb un període igual o proporcional al que li és propi. És produeix aleshores una amplificació per ressonància.

Tot i que ja ho havíem anticipat anteriorment (Jansà & Jansà, 1979), vam deixar establert a principis dels anys vuitanta (Ramis *et al.*, 1983) que les notables oscil·lacions del nivell de la mar observades de tant en tant al port de Ciutadella, acompanyades de forts corrents i conegudes amb el nom de rissagues, són seixes forçades per un excitador d'origen meteorològic, en condicions de ressonància. L'excitador immediat són ones molt llargues, imperceptibles en mar oberta, provocades, al seu temps, per oscil·lacions marcades i ràpides de la pressió atmosfèrica i, en conseqüència, del vent. S'ha de tenir en compte que una baixada de pressió fa pujar la mar i també l'amunteguen vents convergents, mentre els vents divergents i la pujada de pressió la fan baixar.

Les característiques oscil·lacions de pressió i vent associades a les rissagues de Ciutadella presenten un relativament ampli espectre d'energia, però el període de deu minuts, que és el període propi de la seixa del port, hi és clarament present, amb un pes fins i tot dominant, de manera que les condicions de ressonància són presumibles.

Han estat també identificats els grans trets del marc macrometeorològic que possibilita les característiques oscil·lacions de pressió i vent associades a les rissagues de Ciutadella. Es tracta d'una situació preferentment d'estiu, però pertorbada. En nivells atmosfèrics mitjans i alts hi ha un tàlveg o depressió a prop de les Illes, cap a l'oest, cap a la Península Ibèrica, i una dorsal cap a llevant, amb flux del sud, d'aire càlid africà, sobre les Illes, marxant sobre l'aire mediterrani. Aquest corrent càlid és ascendent i, tot i que és aire inicialment prou sec, arriba a formar nuvolositat abundant, mitjana i alta. De fet, si no hi ha núvols, no hi ha rissaga.

Normalment hi ha una inversió tèrmica entre l'aire africà superior (més càlid) i l'aire mediterrani inferior i per sobre d'aquesta inversió l'atmosfera és verticalment inestable

o poc estable, a més d'ascendent. En aquesta capa superior poc estable hi creixen grans ones atmosfèriques, gravitatòries, que de tant en tant "rompen" i formen nuclis convectius, tempestes altes, que solen desprendre ruixats poc importants, acompanyats de fang. Les ones de l'atmosfera superior indueixen ones a la pròpia inversió tèrmica i aquest moviment ondulatori de la inversió tèrmica es manifesta a terra per les típiques oscil·lacions de pressió que acompanyen les rissagues. Això es deu a que sota la vall de l'ona l'aire africà, més càlid, té més gruix i la columna d'aire resulta més lleugera (menys pressió) que sota la cresta de l'ona. L'oscil·lació de pressió esdevé més àmplia i brusca quan l'ona que passa per sobre ha arribat a rompre, formant un ruixat o tempesta.

Tot i que les rissagues poden durar hores, fins i tot dies, les oscil·lacions de nivell de la mar més fortes solen ser poques i coincideixen just amb oscil·lacions de pressió més marcades, singulars, ordinàriament en coincidència amb un nucli convectiu. Així va ser, per exemple, en la catastròfica rissaga de 21 de juny de 1984: amb l'arribada a Ciutadella d'un nucli convectiu potent, dins del marc típic de les rissagues, es va produir una oscil·lació de la mar de gairebé 3 m d'amplitud; una gran buidada i omplida del port, amb corrents molt forts, que van fer perillar setanta embarcacions. Això no és corrent, però rissagues d'amplitud d'un metre o poc més, que ja produeixen corrents forts, n'hi ha gairebé cada any i de tant en tant es sobrepassa el metre i mig.

A més de les rissagues de Ciutadella, a la costa del Migjorn de Menorca hi ha altres tipus d'oscil·lacions notables de nivell de la mar del tipus de seixes forçades per un excitador periòdic extern, d'origen suposadament meteorològic, tot i que diferent del descrit abans. Quan bufa o ha bufat tramuntana forta durant un temps, les cales de Biniancolla i Alcafar (a Sant Lluís) oscil·len amb amplituds que poden arribar fins a un metre, amb períodes de l'ordre de tres minuts. L'excitador podria ser l'arribada d'ones llargues, girades o refractades al llevant de l'illa.

## BIBLIOGRAFIA

- GAYÀ, M., HOMAR, V., ROMERO, R. i RAMIS, C. 2001. Tornadoes and waterspouts in the Balearic Islands: Phenomena and environment characterization. *Atmos. Res.*, 56, 253-267.
- JANSÀ, A., 1979. Climatologia, a *Enciclopèdia de Menorca*, Primer Tom/ *Geografia Física*, pp. 85-160. Obra Cultural Balear de Menorca, Maó.
- JANSÀ, A. i JANSÀ, X. 1979. Oceanografia, a *Enciclopèdia de Menorca*, Primer Tom/ *Geografia Física*, pp. 161-235. Obra Cultural Balear de Menorca, Maó.
- JANSÀ, A., RITA, J., CALAFAT, A. et al. 1982. *Vent i aerosol salí a Menorca. Avaluació i efectes agraris i ecològics*. Memòria inèdita. Disponible a l'Institut Menorquí d'Estudis, Maó.
- JANSÀ, J.M., 1933. *Contribución al estudio de la Tramontana en Menorca*, Servicio Meteorológico Nacional, Serie A, Núm. 3.
- PONS, G. 1999. *Climatología de San Luis*, IME-s'Auba, Col·lecció Flor de Lis, 15, Maó.
- RAMIS, C. i JANSÀ, A. 1983. Condiciones meteorológicas simultáneas a la aparición de oscilaciones de nivel del mar de amplitud extraordinaria en el Mediterráneo occidental, *Revista de Geofísica*, 39, 35-42.