

Estudi meteorològic i oceanogràfic de les Illes Balears. Proposta de guia per a la navegació en aquestes aigües

Treball Final de Grau



Facultat de Nàutica de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya

Treball realitzat per:
Joan Mingot Caldentey

Dirigit per:
Francesc Xavier Martínez de Osés

Grau en Nàutica i Transport Marítim

Barcelona, 11 de setembre de 2022

Departament de Ciència i Enginyeria Nàutiques



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat de Nàutica de Barcelona

Resum

L'objectiu del treball és conèixer les característiques de les aigües que banyen les illes, a més dels trets meteorològics més comuns a cada època del any, amb el propòsit final d'aportar els coneixements necessaris en forma d'una guia de navegació per que el navegant dugui a terme una navegació sense perills en aquesta part del Mediterrani.

El treball inclou un estudi sobre les característiques meteorològiques i oceanogràfiques de la conca occidental del Mar Mediterrani que influeixen les aigües de les Illes Balears. En aquest estudi es tracten temes com el clima, les propietats físiques de l'aigua i els corrents marins.

Més endavant, es profunditza en les característiques pròpies de les illes, amb dos capítols independents sobre la meteorologia i l'oceanografia. Al capítol de meteorologia es descriu les característiques climàtiques de les illes en detall amb les seves corresponents causes i conseqüències. Al capítol d'oceanografia, es tracten tant les característiques físiques principals de les aigües balears com la formació i recorregut del Corrent Balear.

El treball conclou una proposta de guia per a la navegació en aquestes aigües, on es pot trobar una sèrie de consells sobre la navegació a les costes insulars basats en les característiques meteorològiques i oceanogràfiques més pràctiques del estudi previ.

Abstract

The purpose of this TFG is to describe the characteristics of the seas that surround the Balearic Islands, as well as the general meteorological features of each season of the year in order to provide the sailor with the necessary knowledge to navigate this part of the Mediterranean safely.

The work includes a study on the meteorological and oceanographic characteristics of the western basin of the Mediterranean Sea that influence the waters of the Balearic Islands. This study deals with topics such as climate, the physical properties of water and ocean currents.

Later on, the specific characteristics of the islands are explored in depth, with two independent chapters on meteorology and oceanography. The meteorology chapter describes the climatic characteristics of the islands in detail with their corresponding causes and consequences. In the chapter on oceanography, both the main physical characteristics of the Balearic waters and the formation and route of the Balearic Current are discussed.

The work concludes with a proposed guide for navigation in these waters, where you can find a series of advice on navigation on island coasts based on the most practical meteorological and oceanographic characteristics of the previous study.

Taula de continguts

Resum	2
Abstract	3
Taula de continguts	4
Llistat de figures	6
Llistat de taules	8
Introducció	9
1.Meteorologia i oceanografia del Mediterrani	10
1.1 Meteorologia del Mediterrani.....	11
1.2 Oceanografia del Mediterrani.....	17
2. Meteorologia de les Illes Balears	24
2.1 L'atmosfera sobre les illes.....	24
2.2 Temperatura.....	26
2.3 Pressió.....	33
2.4 Nivells d'humitat.....	36
2.5 Vents i masses d'aire típiques.....	40
2.6 Nuvolositat i precipitacions.....	48
3. Oceanografia de les Illes Balears	57
3.1 Propietats físiques	57
3.2 Corrents properes.....	67
3.3 Onatge.....	71

4. Proposta de guia per a la navegació a les Illes Balears.....	73
4.1 Generalitats.....	73
4.2 Navegació en Mallorca.....	76
4.3 Navegació en Menorca.....	82
4.4 Navegació en Eivissa i Formentera.....	88
Conclusions.....	95
Bibliografia i referències.....	98

Llistat de figures

Figura 1: Zones amb clima mediterrani [16]	12
Figura 2: Característiques climàtiques de Palma de Mallorca [16]	13
Figura 3: Característiques climàtiques de Roma [16]	13
Figura 4: Anticicló de les Açores [19]	14
Figura 5: Borrasca [20]	14
Figura 6: Sistema de baixa pressió [3].....	15
Figura 7: Esquema de la salinitat al Mediterrani [21]	18
Figura 8: Esquema de la temperatura de l'aigua al Mediterrani [21].....	19
Figura 9: Equilibri de forces que donen lloc a la trajectoria del flux [22]	20
Figura 10: Esquema de la convecció [13]	21
Figura 11: Circulació dels corrents al Mediterrani Occidental [14]	22
Figura 12: Simulació dels corrents del Mediterrani per la NASA [11].....	22
Figura 13: Esquema de les diferents masses d'aigua al Mediterrani [13].....	23
Figura 14: Sentit general de la circulació dels corrents al Mediterrani [22]	23
Figura 15: Circulació general de les masses d'aire al globus terraquí [22]	24
Figura 16: Corrents de Doll [22].....	25
Figura 17: Cinturó Subtropical d'altres pressions [22]	26
Figura 18: Anticicló de les Açores [1]	26
Figura 19: Temperatura mitjana anual a les Illes Balears [1]	27
Figura 20: Temperatura mínima mitjana anual a les Illes Balears [1].....	28
Figura 21: Temperatura màxima mitjana anual a les Illes Balears [1]	28
Figura 22: Termòmetre de mercuri [22]	31
Figura 23: Termòmetre de màxima i mínima [22]	31
Figura 24: Esquema del termòmetre bimetàl·lic [22]	32
Figura 25: Termistor [22].....	32
Figura 26: Piròmetre [22]	32
Figura 28: Sensor baromètric [22]	35
Figura 29: Baròmetre aneroide [22]	35
Figura 27: Baròmetre marí [22]	35
Figura 30: Barògraf [22]	36
Figura 31: Relació de la tensió amb la temperatura [22]	37
Figura 32: Sensació tèrmica per humitat [22]	38
Figura 33: Higròmetre [22]	39
Figura 34: Situació que dona lloc al vent de Tramuntana [3].....	41
Figura 35: Situació que dona lloc al vent de Gregal [3].....	42
Figura 36: Situació que dona lloc al vent de Llevant [3]	42
Figura 37: Situació que dona lloc al vent de Ponent [3].....	43
Figura 38: Situació que dona lloc al vent de Mestral [3].....	43
Figura 39: Esquema del vent Terral [24]	44
Figura 40: Esquema de l'embat [24]	44
Figura 41: Sensació tèrmica amb l'efecte del vent [20]	47
Figura 42: Anemòmetre de recorregut [20]	48

Figura 43: Grímpola [20]	48
Figura 44: Radar meteorològic de l'AEMET [1].....	56
Figura 45: Esquema general de la salinitat al Mediterrani occidental [8].....	57
Figura 46: Nivells de salinitat al estiu de 2021 (específicament 15 de juliol) [8]	58
Figura 47: Nivells de salinitat a la tardor de 2021 (específicament el 15 de novembre) [8].....	58
Figura 48: Nivells de salinitat a l' hivern de 2021-2022 (específicament a 1 de febrer 2022) [8]	59
Figura 49: Nivells de salinitat a la primavera de 2022 (específicament el 15 d'abril) [8]	59
Figura 50: Exemple de la variació mensual de la salinitat [8].....	61
Figura 51: Esquema general de la temperatura al Mediterrani occidental [8]	61
Figura 52: temperatura superficial de l'aigua a l'estiu de 2021 [8]	62
Figura 53: temperatura superficial de l'aigua a la tardor de 2021 [8]	63
Figura 54: Valors de temperatura superficial de l'aigua al hivern de 2021-2022 [8]	63
Figura 55: temperatura superficial a la primavera de 2022 [8].....	64
Figura 56: Termòmetre reversible [22]	65
Figura 57: Botella Niskin [22].....	66
Figura 58: Orografia de l'arxipèlag balear i el Golf de València [15].....	67
Figura 59: Esquema general dels corrents a les Balears [15]	68
Figura 60: Zones de responsabilitat SAR al Mediterrani [5].....	74
Figura 61: Zones d'exercicis militars [5]	75
Figura 62: Illa de Mallorca [5].....	76
Figura 63: Zona restringida a la navegació de bucs mercants [5].....	77
Figura 64: Costa sud-oest de Mallorca [5].....	78
Figura 65: Costa sud-est de Mallorca [5].....	79
Figura 66: Costa nord-est de Mallorca [5].....	80
Figura 67: Costa nord-oest de Mallorca [5].....	81
Figura 68: Illa de Menorca [5].....	82
Figura 69: Costa est de Menorca [5]	84
Figura 70: Costa nord de Menorca [5]	85
Figura 71: Costa oest de Menorca [5].....	86
Figura 72: Costa sud de Menorca [5]	87
Figura 73: Illes d'Eivissa i Formentera [5].....	88
Figura 74: Costa nord-est d'Eivissa [5]	90
Figura 75: Costa nord-oest d'Eivissa [5]	90
Figura 76: Costes oest i sud-oest d'Eivissa [5]	91
Figura 77: Costa sud-est d'Eivissa [5]	92
Figura 78: Freu entre Eivissa i Formentera [5]	92
Figura 79: Costa oest de Formentera [5]	93
Figura 80: Costes sud i est de Formentera [5].....	94

Llistat de taules

Taula 1: Temperatura mitjana per mes de l'any a cada illa. Font pròpia.....	29
Taula 2: temperatura mínima mitjana per mes de l'any a cada illa. Font pròpia.....	29
Taula 3: Temperatura màxima mitjana per mes de l'any a cada illa. Font pròpia	29
Taula 4: Pressió atmosfèrica mitjana i al nivell del mar a Mallorca. Font pròpia	33
Taula 5: Pressió atmosfèrica mitjana i al nivell del mar a Menorca. Font pròpia	33
Taula 6: Pressió atmosfèrica mitjana i al nivell del mar a les Pitiüses. Font pròpia	34
Taula 7: Humitat relativa i tensió del vapor a Mallorca. Font pròpia	37
Taula 8: Humitat relativa i tensió del vapor a Menorca. Font pròpia	37
Taula 9: Humitat relativa i tensió del vapor a Eivissa. Font pròpia.....	37
Taula 10: Humitat absoluta a les illes. Font pròpia.....	38
Taula 11: Sensació tèrmica a l'estiu a les illes. Font pròpia	39
Taula 12: Escala Beaufort [22]	40
Taula 13: Direcció i intensitat màxima del vent a Mallorca. Font pròpia	45
Taula 14: Direcció i intensitat màxima del vent a Menorca. Font pròpia	46
Taula 15: Direcció i intensitat màxima del vent a Eivissa. Font pròpia	46
Taula 16: Nuvolositat i boira a l'illa de Mallorca. Font pròpia.....	49
Taula 17: Nuvolositat i boira a l'illa de Menorca. Font pròpia	49
Taula 18: Nuvolositat i boira a Eivissa. Font pròpia	50
Taula 19: Precipitacions a Mallorca. Font pròpia	51
Taula 20: Precipitacions a Mallorca. Font pròpia	51
Taula 21: Neu, calamarsa i dies de tempesta a Mallorca. Font pròpia	52
Taula 22: Precipitacions a Menorca. Font pròpia	52
Taula 23: Precipitacions a Menorca. Font pròpia	53
Taula 24: Neu, calamarsa i tempesta a Menorca. Font pròpia	53
Taula 25: Precipitacions a Eivissa. Font pròpia	54
Taula 26: Precipitacions a Eivissa. Font pròpia.....	54
Taula 27: Neu, calamarsa i tempesta a Eivissa. Font pròpia	55
Taula 28: salinitat de les diferents zones del Mar Balear al llarg de l'any. Font pròpia.....	60
Taula 29: temperatura superficial de les diferents zones del Mar Balear al llarg de l'any. Font pròpia	65
Taula 30: Altura d'onada segons varis paràmetres [25].....	71

Introducció

L'objectiu del treball és descriure les característiques de les aigües que banyen les Illes Balears i els trets meteorològics més comuns a cada època del any, amb el propòsit final d'aplegar en forma d'una guia per a la navegació, els coneixements necessaris perquè el navegant dugui a terme una navegació sense perills en aquesta part del Mediterrani.

Els treballs sobre la meteorologia balear fins al moment, són estudis de recopilació de dades al llarg del temps, el que significa que aquest camp està molt treballat. També existeixen estudis oceanogràfics, enfocats principalment en l'aspecte biològic i geològic i no tant en les branques físiques o químiques ja que l'aigua del mar balear no es diferencia de la resta del Mediterrani. D'altra banda, s'han realitzat guies de navegació a les Balears que s'enfoquen principalment en la indicació de ports, waypoints, ancoratges, boies d'amarrament, derroters, etc.

Per tant, la motivació d'aquest treball és la de proveir una guia per a la navegació que serveixi no només per indicar al patró/na, per exemple on pot fondejar, sinó també per ajudar a realitzar una navegació al voltant de les Illes professional, tot tenint en compte els aspectes meteorològics i oceanogràfics.

La finalitat és abordar el problema meteorològic consistent en el mal temps que es pot originar de manera sobtada i violenta a l'hivern en el Mediterrani, amb repercussions sobre l'estat del mar, cosa que pot posar en problemes fins i tot al navegant més experimentat.

El treball s'estructura de la següent manera. En primer lloc, es tracta la matèria de la meteorologia i la oceanografia de forma general, explicant els fenòmens més importants al Mediterrani per així poder comprendre millor perquè es donen determinades situacions a les Balears. El segon capítol versa específicament sobre la meteorologia balear, exposant les dades més rellevants sobre la matèria en aquesta zona del Mediterrani. En el tercer capítol es tracta l'oceanografia balear. El quart capítol recull la proposta de guia per a la navegació, on es dona un enfocament pràctic als dos capítols anteriors. El darrer capítol tracta els canvis climàtics que ha patit el clima balear, per així conèixer quines repercussions futures tindrà sobre la navegació en aquesta zona. Finalment en el capítol de conclusions, es resumeixen les dades exposades i se n'extreuen conclusions. També s'expliquen breument les idees més importants de la guia per a la navegació.

1. Meteorologia i oceanografia del Mediterrani.

Al llarg d'aquest estudi es veuran els diferents trets meteorològics típics de les Illes Balears, a més de les característiques de les aigües que les banyen. D'aquesta manera, es comprendrà el perquè de la guia de navegació, la qual està basada en les dades prèviament exposades.

Però abans d'entrar en un anàlisi concret del punt geogràfic al qual s'enfoca aquest treball, les Illes Balears, és important conèixer les característiques principals del clima predominant de l'àrea on es troba, que en aquest cas es tracta del Mediterrani. La raó de que sigui important és que el clima específic que es tractarà a posteriori es basa en aquest clima predominant, i per tant les dades a estudiar seran més comprensibles. A més, el lector podrà diferenciar entre els diferents climes mediterranis i comprendre que la meteorologia no és exactament igual a tota la zona, per tant podrà apreciar les peculiaritats del temps Balear.

D'igual manera, ja que també s'estudiarà tots els paràmetres definitoris de les aigües Balears, és important conèixer les característiques de les aigües del Mediterrani, les seves corrents i l'onatge.

Encara que es tractin per separat aquestes dues matèries, l'atmosfera i la mar estan íntimament relacionades, ja que el comportament d'un d'aquests sistemes influeix sobre l'altre. Quan examinem l'atmosfera que cobreix els oceans observem que hi ha un enorme flux de massa, d'energia i d'impuls a l'interfície mar-aire, entre un sistema fluït i l'altre. Un dels intercanvis de massa més important en aquesta interacció és l'evaporació d'aigua, la qual influeix tant en les condicions atmosfèriques, encalentint l'aire i aportant aigua, i també sobre l'estat del aigua, influint en els nivells de salinitat, i per tant en els corrents marines, a més de que aquesta salinitat també acaba a l'atmosfera alterant les precipitacions. Un altre intercanvi de massa entre el mar i l'atmosfera és oxigen i diòxid de carboni.

En quant als intercanvis d'energia, cal saber que l'atmosfera i els oceans constitueixen un motor tèrmic, és a dir, els dos circulen gràcies a l'escalfament diferencial de la Terra entre els pols i l'Equador. L'energia provinent de l'espai, travessa l'atmosfera i és absorbida pels oceans, els quals escalfen l'atmosfera que els cobreix, i després l'atmosfera transporta l'energia a les regions polars on pot ser emesa al espai en forma de radiacions. Un altre intercanvi d'energia important torna a ser el vapor d'aigua, que a més de les funcions que s'han mencionat abans, comporta un consum d'unes 600 calories per gram evaporat.

També influeix l'escalfament directe com a intercanvi d'energia, quan per exemple l'aire fred passa sobre aigua amb temperatura superior, formant convecció, la qual cosa és un dels factors ciclogènètics com veurem més endavant. El darrer punt a senyalar sobre l'intercanvi d'energia entre aire i mar és l'energia mecànica que afecta sobre la superfície de l'aigua, la qual resulta en la formació d'onatge.

1.1 Meteorologia del Mediterrani

Comencem definint breument la meteorologia, com la ciència que estudia l'estat del temps, l'atmosfera i els fenòmens meteorològics. I la climatologia, com la ciència o branca de la geografia que s'ocupa de l'estudi dels fenòmens meteorològics i les seves variacions al llarg del temps cronològic. La meteorologia de les Illes està marcada per els trets meteorològics típics del clima mediterrani, el qual és al mateix temps, un subtipus de clima temperat.

El clima mediterrani es caracteritza per hiverns temperats i plujosos, amb més pluja com més fred, estius secs i calorosos, més secs com més calorosos, i tardors i primaveres que poden variar en temperatures i precipitacions segons l'any. A diferència d'altres climes, on les precipitacions es concentren a l'hivern, el clima mediterrani es caracteritza per repartir-se les precipitacions entre les estacions de tardor i primavera, sent el mes més plujós més tardà quant més a l'est del Mediterrani es trobi el punt geogràfic.

Com indica el nom, és el clima predominant a les zones que banya el Mar Mediterrani, però també es pot trobar a altres punts del planeta, com a la costa de Califòrnia (Estats Units), a la costa central de Chile, al sud d'Àfrica, i al sud-oest d'Austràlia. Tot i que podem trobar el clima en qüestió en aquests altres punts, l'hivern al Mediterrani pot ser més perillós per a la navegació, ja que el clima es torna més dinàmic degut a que el mar està envoltat de masses de terra.

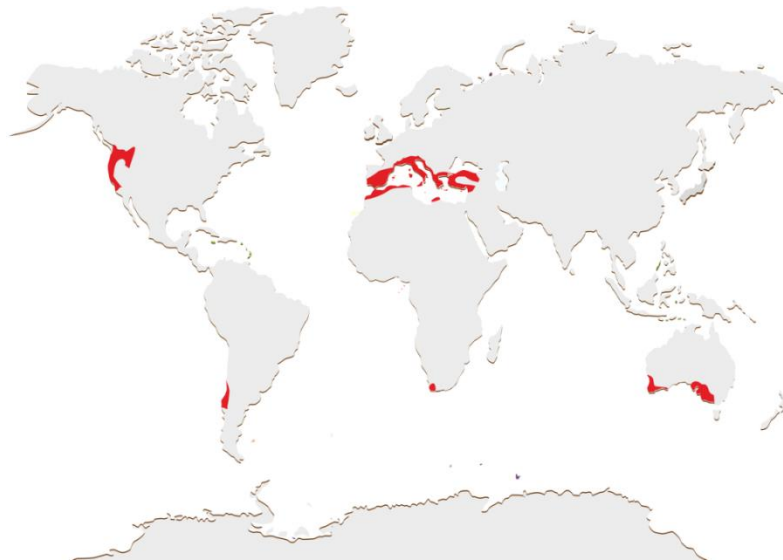


Figura 1: Zones amb clima mediterrani [16]

El clima mediterrani també es pot definir com una combinació de clima oceànic i clima desèrtic, sent predominant el component oceànic més cap als pols, i el desèrtic més cap a l'Equador. En el cas de les Illes Balears, que es troben en un punt mig, influeixen per igual els climes oceànic i desèrtic, amb major predomini al hivern i a l'estiu respectivament.

Per tant, a les Illes hi ha un clima mediterrani típic o marítim, caracteritzat per estius llargs, secs i calorosos, amb temperatures mitjanes sobre els 22°C i hiverns curts, humits i plujosos, amb temperatures suaus. El clima mediterrani típic o marítim acostuma a una temperatura mitjana anual de entre 16°C i 19°C, amb amplituds de 13,5°C, i precipitacions irregulars entre 400mm i 700mm anuals.

Una vegada sabem com és el clima predominant de les Illes, procedim a trobar diferències dins d'aquest en la geografia mediterrània, per així treure conclusions i poder comprendre les particularitats de la meteorologia balear.

Com es veu al següent exemple, una comparació entre dos ciutats amb clima mediterrani típic o marítim (Palma de Mallorca i Roma), es pot apreciar la quantitat de precipitacions a cada mes de l'any, essent el màxim més tardà quant més cap al est es troba la ciutat, degut al predomini dels vents de l'oest. També, observant les temperatures es pot apreciar la diferència entre estiu i hivern que es comentava anteriorment, no sols en l'amplitud de la temperatura sinó també en la llargària temporal.

Parámetros climáticos promedio de Palma de Mallorca ¹													[ocultar]
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	15.4	15.5	17.2	19.2	22.5	26.5	29.7	29.8	27.3	23.7	19.3	16.5	21.9
Temp. mín. media (°C)	8.3	8.4	9.6	11.7	15.1	18.9	21.9	22.5	19.9	16.6	12.3	9.7	14.6
Precipitación total (mm)	36	32	37	34	27	16	7	16	48	68	48	46	421

Figura 2: Característiques climàtiques de Palma de Mallorca [16]

Parámetros climáticos promedio de Roma (Italia)													[ocultar]
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	11.9	13.0	15.2	17.7	22.8	26.9	30.3	30.6	26.5	21.4	15.9	12.6	20.4
Temp. mín. media (°C)	3.1	3.5	5.2	7.5	11.6	15.3	18.0	18.3	15.2	11.3	6.9	4.2	10.0
Precipitación total (mm)	66.9	73.3	57.8	80.5	52.8	34.0	19.2	36.8	73.3	113.3	115.4	81.0	804.0

Figura 3: Característiques climàtiques de Roma [16]

En aquesta comparació veiem com la temperatura màxima mitjana a diferents punts amb clima mediterrani marítim és similar, 21,9°C a Palma i 20,4°C a Roma, però en canvi la temperatura mínima mitjana és molt diferent, 14,6°C a Palma i 10°C a Roma. Per tant es tracta de punts geogràfics amb amplituds de temperatura molt dispars, sent de 7,3°C a Palma i de 10,4°C a Roma. La principal raó d'aquesta diferència d'amplituds és el factor de la continentalitat, que tendeix a augmentar aquest paràmetre. Així doncs, Roma té una amplitud major degut a la seva proximitat amb el continent europeu i en general degut a la massa terrestre que la envolta, però en canvi l'illa de Mallorca està envoltada de mar, la qual estabilitza les temperatures amb el resultat de tenir una amplitud de temperatura menor.

Una vegada entesos les temperatures, precipitacions, i trets típics del clima mediterrani, podem tractar altres característiques com les masses d'aire que acostumen a envoltar el Mediterrani.

La meteorologia mediterrània és famosa per ser violenta i sobtada, malgrat l'aparença de ser tranquil·la a l'estiu, que és el que ve a la ment normalment quan es pensa en el temps en aquesta zona. Als mesos d'octubre a maig, les condicions meteorològiques poden ser molt adverses per a la navegació degut a que es formen tempestes de forma local i en molt poc temps, el que significa que es requereix uns coneixements meteorològics propis de cada zona del Mediterrani per fer una interpretació acurada de les previsions.

En aquesta època de l'any existeixen dos factors principals que fan del temps un problema per a la navegació. En primer lloc, l'anticicló de les Açores que proveeix altes pressions i per tant bon temps durant gran part de l'any, es fa notar amb menys intensitat, cosa que permet a les borrasques que es troben més al nord fer-se notar.



Figura 4: Anticicló de les Açores [19]

L'antre factor que fa del Mediterrani un mar perillós és la ciclogènesis, que significa el naixement i intensificació de ciclons o baixes pressions. Això és un comportament que es dona a tot el món, però al Mediterrani es fa notar especialment a l'hivern, de forma sobtada i violenta. Durant la ciclogènesis, augmenta la vorticitat del vent horitzontal que gira al voltant d'un centre, augmenta l'ascendència d'aire, per tant es retira de la superfície i això produeix una caiguda de la pressió. Aquesta caiguda de pressió crea un gradient de pressió entre el centre i el voltant, produint vents horitzontals que giren per l'efecte Coriolis, i el fregament en superfície produeix un gir en espiral del vent cap al centre, aportant més aire i compensant el que puja verticalment pel centre.



Figura 5: Borrasca [20]

Existeixen àrees amb característiques particulars on la ciclogènesis es reforça i dues d'elles les podem trobar al Mediterrani, per això és comú la formació de borrasques a l'hivern. Una d'elles és on l'aire fred es desplaça sobre superfícies humides i càlides, on la forta evaporació aporta més vapor a l'aire i la calor en superfície desestabilitza l'atmosfera. L'altra són àrees allunyades de l'Equador on l'efecte Coriolis es manifesta, i al nostre cas el Mediterrani es troba entre els paral·lels 30º i 45º. Aquesta combinació d'àrees ciclogènètiques dona freqüentment a l'hivern mediterrani perquè les masses de terra d'Euràsia més septentrionals es refreden ràpidament, mentre que la temperatura a la vessant mediterrània es manté encara alta. Per tant les masses d'aire polar i àrtic arriben al nostre mar, que es troba molt més calent i això produeix una intensa convecció. Aquestes masses polars i àrtiques són empeses al sud normalment degut a una baixa que es situa entre Escandinàvia, el nord de França i l'oest d'Alemanya.

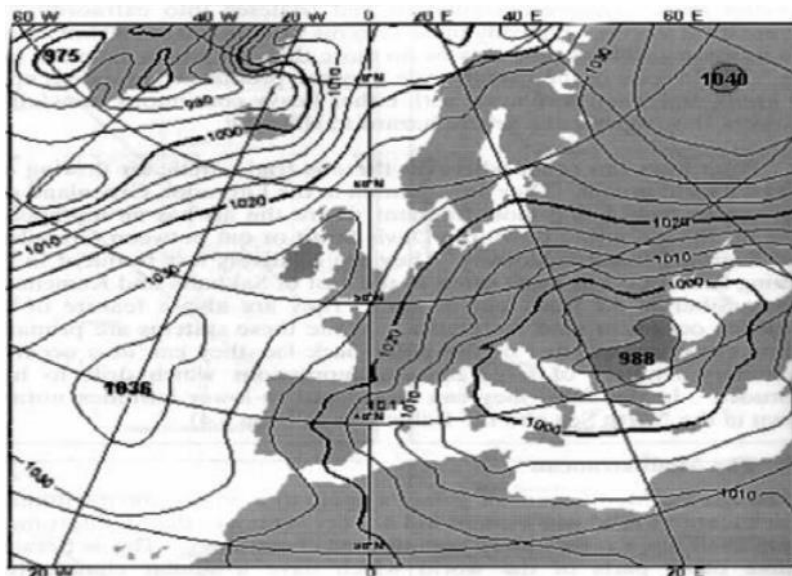


Figura 6: Sistema de baixa pressió [3]

En conclusió, la combinació d'aigua càlida envoltada de terreny montuós és perfecta per a la creació de sistemes de baixes pressions principalment al Golf de Gènova, al sud del Mar Jònic i al voltant de Xipre, que resulta en una Mediterrània molt turmentosa sobretot al hivern. Cal indicar que aquestes tempestes es formen de manera local, ja que menys del 10% provenen de l'Atlàntic i el seu desenvolupament és molt ràpid. Per tant es requereix previsions acurades i un coneixement local per a una navegació segura des del punt de vista meteorològic.

Finalment, informació a tenir en compte al navegar pel Mediterrani són les àrees amb intensitat màxima del vent, cosa que repercuteix a l'altura significativa de les onades. Els vents màxims, de 25 nusos, els podem trobar sobre el mes de gener a l'oest de les illes de Còrsega i Sardenya, podent arribar a veure's vents huracanats si es dona el cas de que una depressió es formi de manera ràpida, que com hem esmentat anteriorment és comú al Mediterrani. Aquets vents es mouen cap al golf de Lleó al mes de març, amb una velocitat una mica reduïda, 20 nusos, i arriben a la costa espanyola sobre el mes de maig ja dissipant-se. Una altra zona de forts vents es dona sobretot al hivern a l'àrea des del sud del Mar Egeu al sud de Creta, on els vents tenen una intensitat mitjana de 25 nusos i una altura significativa d'onada de metre i mig, dada que és reduïda per la presència de terra al voltant. Al estiu en canvi, els vents més forts es produeixen per efectes locals i a la tardor els vents més forts es troben a l'estret de Gibraltar amb intensitats de fins 25 nusos al novembre, mentre les zones més obertes de la Mediterrània experimenten vents mitjans de 15 nusos.

1.2 Oceanografia del Mediterrani

Oceanografia, és la ciència que estudia l'aigua de mar, els seus constituents, distribució, comportament de les masses d'aigua i les seves propietats físiques. De les quatre branques que constitueixen aquesta ciència, oceanografia química, oceanografia física, oceanografia geològica i oceanografia biològica, ens enfocarem en les dues primeres.

Per començar, definirem algunes de les propietats fisicoquímiques del aigua del mar, el seu funcionament i el seu paper en els canvis que poden resultar. Així, l'exposició de dades en el capítol de oceanografia Balear serà més comprensible i coneixerem els seus efectes sobre la seva mar. De la mateixa manera que en l'apartat de meteorologia, es veuran algunes de les característiques oceanogràfiques del Mar Mediterrani que poden influir en el mar Balear o que directament les comparteixen. El mar Mediterrani cobreix un àrea de 2.542 milions de km², sent la conca occidental només 860.000 km² del total, mentre que el volum total és de 3.700.000 km³.

La molècula de l'aigua és un dipol magnètic. Això la proveeix d'una alta constant dielèctrica i per això és un gran dissolvent. Aquesta capacitat per dissoldre, explica la gran quantitat d'ions que hi ha a l'oceà i per tant la seva salinitat. La naturalesa polar de l'aigua, facilita la formació de polímers, i per això es requereix energia, cosa que explica el seu alt poder calòric, el que provoca que les oscil·lacions tèrmiques del propi oceà siguin molt baixes, sent transportada aquesta energia tèrmica pels corrents oceàniques, jugant un paper important en l'equilibri tèrmic de les diferents latituds. L'escalfament i el refredament de l'aigua, provoquen l'expansió i contracció de les seves molècules, la qual cosa explica que la màxima densitat del aigua pura estigui als 4°C.

Una propietat clau del aigua de mar és la salinitat, que és la mesura de la quantitat de sòlids dissolts a l'aigua, i es defineix com la quantitat total de material sòlid en grams continguts en 1 quilogram d'aigua marina, contemplant el total de sulfats, clorurs i carbonats. La salinitat s'expressa en parts per mil (en pes), i la salinitat mitjana de l'aigua marina és de 35 grams per quilogram, que es podria escriure com a "35 ppt" o "35‰". L'amplitud total de la salinitat a l'oceà obert va des de 33 a 38ppt, sent la seva distribució ni uniforme ni constant, variant tant vertical com horitzontalment.

Al Mediterrani, els nivells de salinitat són més alts que als altres mars, 38 grams de sal per quilogram de mitjana a tot el mar, però aquest valor varia depenent de quina part del Mediterrani s'estudiï. A la conca occidental, la salinitat és del 36%, mentre que a la oriental és molt més alta amb el 39%. La raó de que el Mediterrani sigui un mar més salat es basa en l'evaporació d'aigua. El vapor provinent del mar que es va a l'atmosfera és molt major que l'aigua aportada per les precipitacions i els rius, per tant es veu forçada l'entrada d'aigua de l'Atlàntic per l'estret de Gibraltar, cosa que també explica en menor nivell de salinitat de la conca occidental en comparació amb la oriental, ja que l'aigua del Atlàntic és molt menys salada. En resum, la combinació d'entrada d'aigua salada amb l'evaporació d'aigua dolça explica els alts nivells de salinitat.

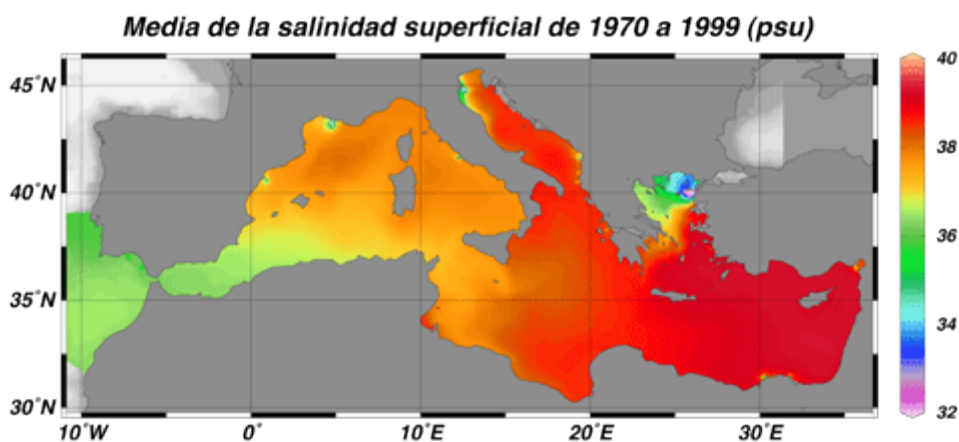


Figura 7: Esquema de la salinitat al Mediterrani [21]

El valor de salinitat del aigua es pot obtenir a partir de la quantitat de clorurs dissolts, ja que són fàcils de obtenir per mitjans químics utilitzant nitrat de plata. La relació de la salinitat respecte la clorinitat s'expressa de la següent manera: $Salinitat = 1,80655 \times Clorinitat$, sent la distribució de sals la següent: Cl- 55.0 % de material dissolt, SO₄ 7.7%, Na⁺ 30.6%, Mg⁺² 3.7%, K⁺ 1.1%, representant el 98.1 % del total dissolt on la resta (1.9 %) són altres elements. Amb la fórmula anterior, podem saber els nivells de clorinitat que s'han obtingut al laboratori per saber la salinitat del aigua Mediterrània: $Clorinitat (conca occidental) = Salinitat / 1,80655 = 36\% / 1,80655 = 19,927\%$. $Clorinitat (conca oriental) = Salinitat / 1,80655 = 39\% / 1,80655 = 21,588\%$. Una altra manera de conèixer la salinitat és mitjançant la conductivitat elèctrica del aigua, on influeix en gran mesura la temperatura.

Una altra propietat del aigua marina és la temperatura, la qual varia al mar tant horitzontal com verticalment. La distribució vertical de la temperatura funciona de la següent manera: a mesura que augmenta la profunditat disminueix la temperatura, ja que l'aigua freda és més densa. A més, existeixen diferents capes amb característiques pròpies. Baix la superfície hi ha una capa d'aigua amb temperatura isoterma, creada per l'acció del vent i la convecció, que refreda l'aigua superficial tornant-la més densa. Aquesta capa pot arribar fins als 125 metres de profunditat als tròpics, però més avall trobem la termoclina, on la temperatura decreix ràpidament amb la profunditat. En creuar els 400 metres de profunditat, la temperatura és menor de 15°C, i es pot arribar als casos on la profunditat és suficient per que les masses d'aigua polar amb densitat màxima circulin pel fons marí a -2°C. La temperatura màxima registrada és de 32° al Golf Pèrsic al estiu, mentre que la mínima es de -2°C a les regions polars.

Al Mediterrani, la temperatura de la capa superficial oscil·la entre els 21°C i els 30°C al estiu, i entre 10 i 15°C al hivern. En quant a temperatura mitja, depèn igual que al cas de la salinitat, de la part del Mediterrani que s'estudiï. A la conca occidental, la temperatura mitjana al estiu és de 23°C, mentre que al hivern és de 13°C. A la conca oriental, les temperatures mitjanes són més altes, 29°C al estiu i 16°C al hivern.

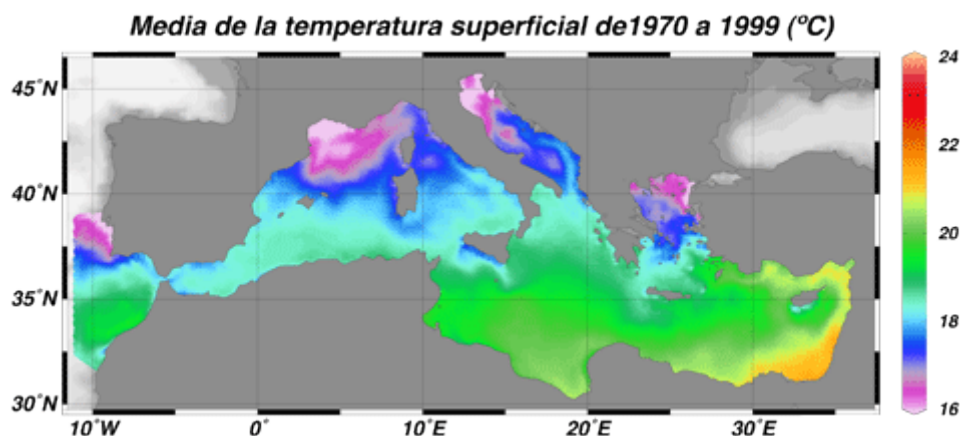


Figura 8: Esquema de la temperatura de l'aigua al Mediterrani [21]

La següent propietat física del mar és la pressió, i funciona d'igual manera a tots els mars i oceans. La unitat més emprada pels oceanògrafs és el kiloPascal (kPa), on $1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa}$, sent cada pascal equivalent a 1 Newton per metre quadrat (N/m^2). Per altra banda, també s'utilitza el bar, el qual equival a una atmosfera. La utilitat del bar, és que cada columna d'aigua d'1 metre exerceix una pressió d'un decibar, per tant la pressió en decibars és aproximadament la mateixa que la profunditat del aigua en metres.

Una altra de les propietats claus del aigua és la densitat, la qual és el quocient entre la massa y el volum (Kg/m^3). La densitat del aigua marina depèn de les tres propietats exposades abans, salinitat, temperatura i pressió. A 0°C i $P=1013\text{hPa}$, la densitat oscil·la entre $1021 \text{ Kg}/\text{m}^3$ a la superfície i $1070 \text{ Kg}/\text{m}^3$ a 10.000 metres de profunditat. Al Mediterrani, la densitat de l'aigua és de $1028 \text{ Kg}/\text{m}^3$, que s'explica gràcies als alts valors de salinitat. Com veurem posteriorment, la densitat és el motiu de l'existència dels corrents marines.

Finalment, descriurem breument algunes de les altres propietats físiques de l'aigua. La compressibilitat, la qual és inversament proporcional a la temperatura, es fa notar de manera molt subtil ($0,000046$ per bar). La viscositat, que és la resistència a fluir. L'aigua de mar és més viscosa quant més salada i freda. La llum que travessa l'aigua, és parcialment absorbida, per tant augmenta la temperatura de l'aigua, i altra part es dispersa, la qual cosa li dona color. El color, depèn de la riquesa biològica, sent el blau el menys ric i els verds els més rics. El color vermell o marró en canvi, indica un excés de nutrients excessiu que resulta en un aflorament anormal.

Per acabar d'explicar l'informació més rellevant sobre el Mediterrani, tractarem els corrents marines que circulen per aquest mar i els motius de la seva circulació. D'aquesta manera, entendrem molt millor els corrents que circulen al voltant del mar balear quan tractem la oceanografia d'aquestes aigües.

Els corrents marines deuen el seu funcionament als gradients de densitat del aigua, el que es coneix com a circulació termohalina, i es degut a diferències en la salinitat i/o temperatura. Això crea un gradient de pressió des de la zona més alta a la més baixa. També es té en compte l'acceleració de Coriolis, la qual s'ha d'equilibrar amb el gradient de pressió, amb el resultat de que el flux d'aigua és perpendicular a aquestes forces.



Figura 9: Equilibri de forces que donen lloc a la trajectòria del flux [22]

Com hem mencionat abans, el Mediterrani té un dèficit d'aigua degut a l'evaporació, que és de 1734 Km³/any, i que no es compensa suficientment per precipitacions ni aportació dels rius, per tant es veu forçada l'entrada d'aigua del Atlàntic per l'estret de Gibraltar, que és el principal aportador d'aigua al Mediterrani. També entra aigua en quantitats més limitades des de el Mar Negre pels estrets del Bòsfor i dels Dardanelos i des del Mar Vermell pel canal de Suez.

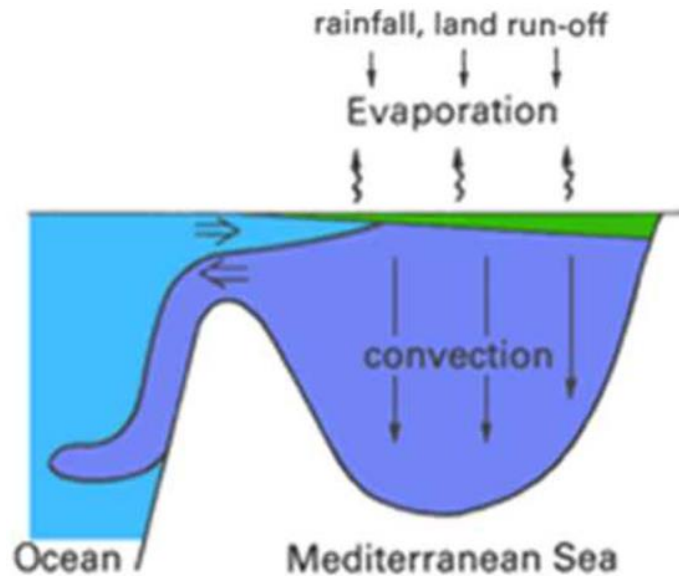


Figura 10: Esquema de la convecció [13]

L'entrada d'aigua per Gibraltar, genera un corrent superficial de aproximadament fins 125m de profunditat i entre 2 i 3 nusos de velocitat cap a l'interior del Mediterrani, degut a que l'aigua del Atlàntic és menys densa, ja que la seva salinitat és aproximadament del 36%. A la vegada que entra aigua per l'estret, també en surt per les zones més profundes, ja que aquesta aigua és provinent del Mediterrani, sent molt més densa. El corrent superficial avança per la vora de la costa Africana degut a la força de Coriolis, però també realitza diversos girs que poden arribar a les Illes Balears i l'illa de Sardenya i que poden arribar a cobrir tota la Mediterrània sud-occidental. En arribar a les costes de Tunísia el corrent ascendeix cap al Mar Lìgur i el Golf de Gènova per la costa occidental de les Illes de Còrsega i Sardenya i també pel Mar Tirrè. És una circulació de tipus ciclònic en sentit contrari a les agulles del rellotge. Així mateix, una part d'aquesta massa d'aigua flueix cap a la conca oriental.

Aquesta aigua provinent de l'Atlàntic, durant el seu recorregut pel Mediterrani Occidental, s'evapora parcialment i es calenta, donant lloc a una aigua atlàntica modificada, que també augmenta la seva salinitat a uns 38 grams i flueix cap al Golf de Lleó, la costa catalana y finalment pels canals de Mallorca i Ibiza per acabar una altra vegada al mar d'Alboran.

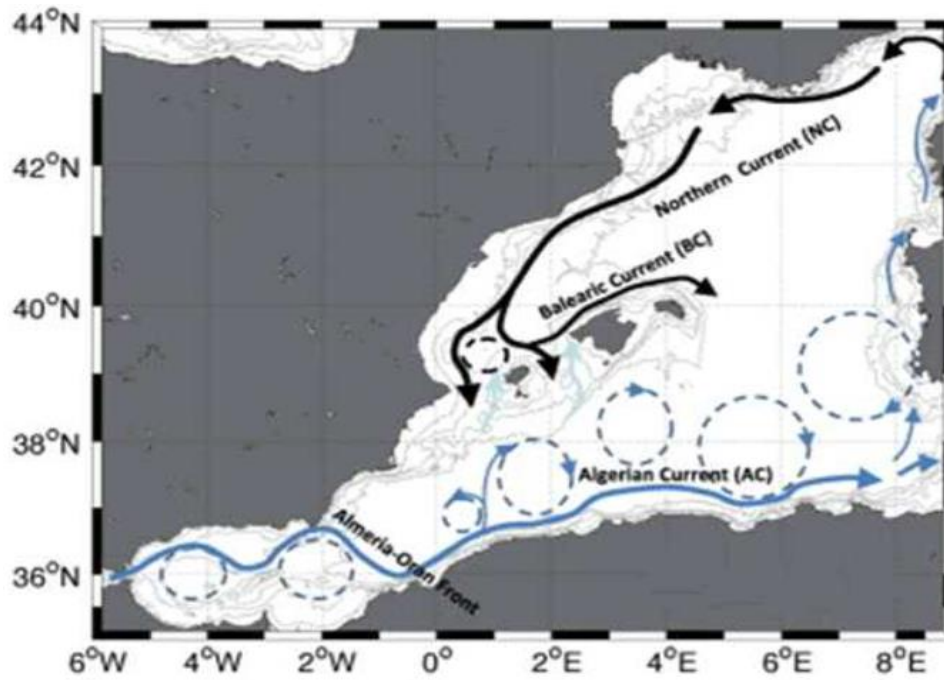


Figura 11: Circulació dels corrents al Mediterrani Occidental [14]

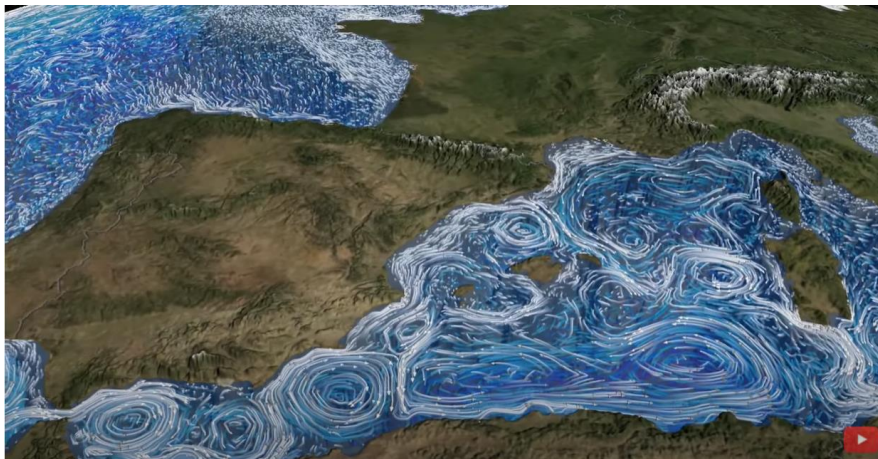


Figura 12: Simulació dels corrents del Mediterrani per la NASA [11]

També existeixen altres masses d'aigua a les capes inferiors, que funcionen de manera semblant però que tenen les seves peculiaritats. Una de les masses intermèdies que trobem prové del Golf de Lleó i el Mar de Lligur a l'hivern, on l'aigua en superfície es refreda fent-se més densa i per tant s'enfonsa per sota l'aigua atlàntica i l'aigua atlàntica modificada. Una altra massa d'aigua una mica més profunda és la coneguda com a aigua levantina intermèdia, que és una massa provinent del Atlàntic que arriba fins a la conca oriental del Mediterrani, on es calenta però també augmenta la seva salinitat de forma substancial fins als 38,5 grams per quilo. D'aquesta manera, en tornar al Mediterrani occidental la seva densitat la fa situar-se per sota l'aigua atlàntica i l'aigua d'hivern. Finalment, a partir dels 850 metres de profunditat s'acumula l'aigua profunda del mediterrani occidental, que és més freda (sota els 13°C) i més salada, sobre els 38,4 grams.

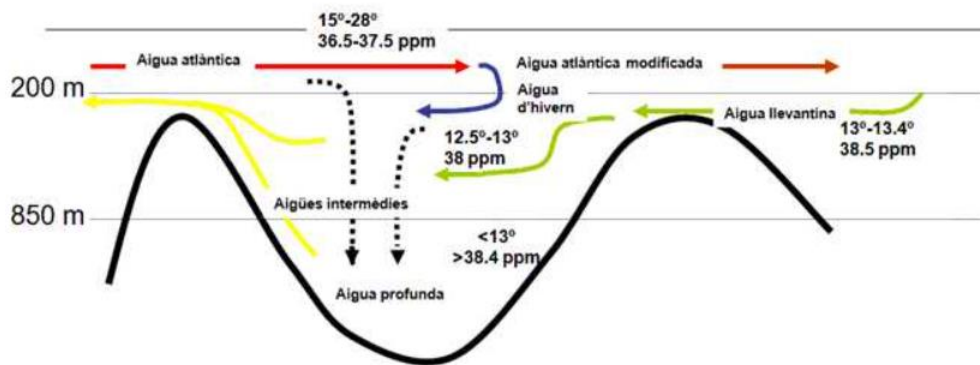
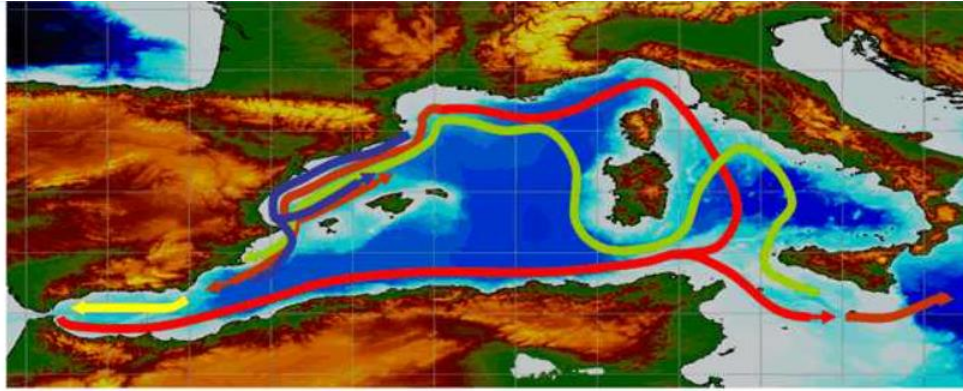


Figura 13: Esquema de les diferents masses d'aigua al Mediterrani [13]

Totes aquestes masses d'aigua són d'amplitud variable, organitzades a profunditats també variables i conformen els corrents del Mediterrani sent impulsades pels gradients de densitat, l'entrada d'aigua del Atlàntic i també pels sistemes de vents, sempre sota la influència del efecte Coriolis, que les fa circular en sentit contrari a les agulles del rellotge.

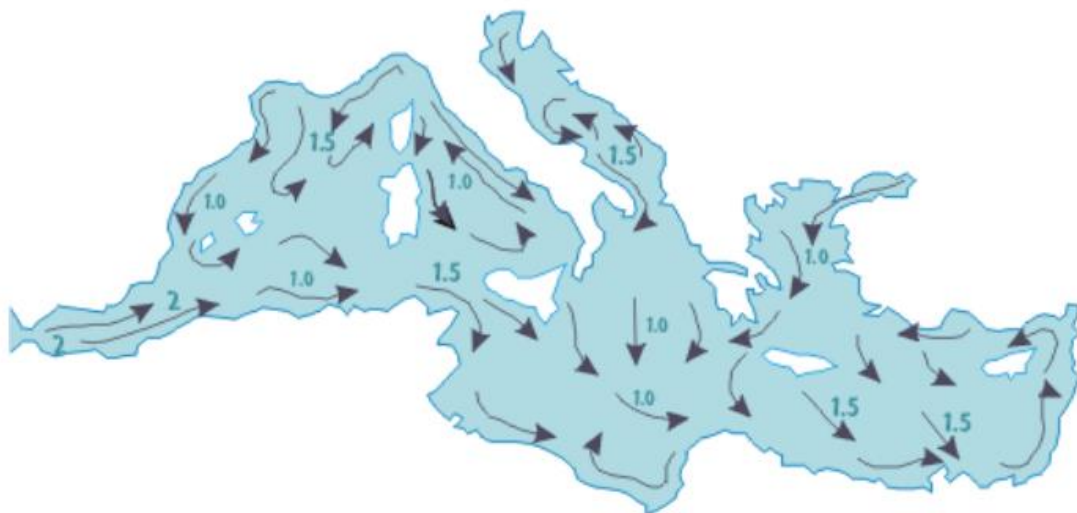


Figura 14: Sentit general de la circulació dels corrents al Mediterrani [22]

2. Meteorologia de les Illes Balears

2.1 L'atmosfera sobre les Illes

La meteorologia varia molt segons el punt geogràfic que s'estudiï, ja que el temps en cada zona reacciona d'una manera determinada segons el seu paper en el moviment global de les masses d'aire. La circulació general atmosfèrica defineix un moviment de les masses d'aire simètric a cada hemisferi de la terra, que es basa en el equilibri energètic de l'atmosfera.

La radiació solar aporta energia de manera diferent a cada latitud del planeta, sent les latituds més afectades les equatorials. Aquesta radiació provoca un escalfament de la superfície, i la terra ajusta de forma natural el desequilibri entre les latituds equatorials i les polars. El resultat és una circulació d'aire de nord a sud, i de sud a nord, a cada hemisferi de la terra, on l'aire calent de les latituds més baixes circula cap als pols, i l'aire fred d'aquells circula cap a l'equador.

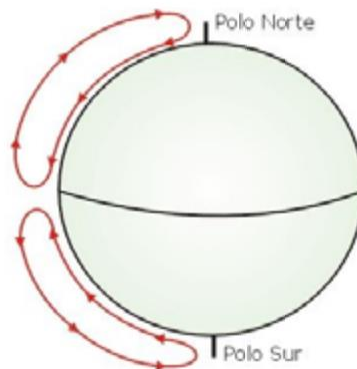


Figura 15: Circulació general de les masses d'aire al globus terraquí [22]

Al mateix temps, aquesta circulació experimenta diferents girs que conformen una circulació tricel·lular, degut a l'influència dels "jet stream" o corrents de doll. Aquets corrents són producte de la desigualtat a les capes de l'atmosfera: l'altura de la troposfera és de 9 km als pols, mentre que a l'equador és de 15 km, i a les latituds intermèdies de 11 km. Entre les tres capes mencionades de la troposfera, queden espais buits on es "cola" l'aire d'altres capes de l'atmosfera, formant un corrent tubular, pla i horitzontal de mils de quilòmetres de longitud i de varis quilòmetres d'espessor. En haver-hi tres altures diferents a la troposfera, existeixen per tant dos corrents de doll a cada hemisferi del planeta, un és el corrent polar, situat sobre les latituds 55° i 60°, i l'altre és el corrent subtropical. Aquets corrents es caracteritzen per la menor temperatura respecte l'aire circumdant i la seva major velocitat respecte aquest, podent arribar als 150 nusos, amb una circulació en sentit oposat a les agulles del rellotge al hemisferi nord degut a la rotació de la terra.

El model tricel·lular per tant es forma de la següent manera. Al Equador, l'aire s'eleva i es dirigeix cap als pols, però en arribar als 30º de latitud es veu afectat pel corrent de doll de component oest i baixa. Als pols, l'aire circula cap a l'equador i es veu afectat de la mateixa manera pel altre corrent de doll. Finalment, entre les latituds 30º i 60º, conegut com a zona de ponents, els vents en superfície estan desviats de la seva trajectòria per un fort component oest.

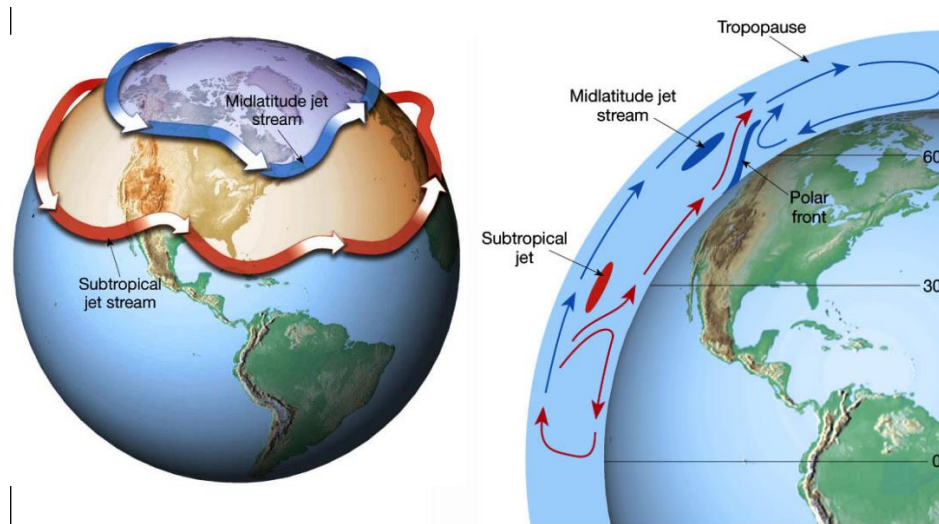


Figura 16: Corrents de Doll [22]

Les Illes Balears es troben entre les latituds 40º5'48"N i 38º40'30"N, el que les situa a la cèl·lula intermèdia o cèl·lula de Ferrel, nom donat per William Ferrel (1817-1891). La localització de les Balears per tant, estarà condicionada pels trets meteorològics que es donen en aquesta secció de l'atmosfera, que són els Westerlies, vents de ponent alimentats per les baixes polars i el front polar, que entre els 40º i 50ºN bufen entre 11 i 18 nusos, i al hivern entre 25 i 30 nusos, encara que a la franja sud són més entaulats, per tant a les Balears s'aplicarien ambdues situacions.

A més, aquestes latituds es caracteritzen per estar cobertes del cinturó subtropical d'altres pressions, com es mostra al següent esquema. Concretament les Balears es veuen afectades per l'anticicló de les Açores, que proveeix de bon temps les Illes.

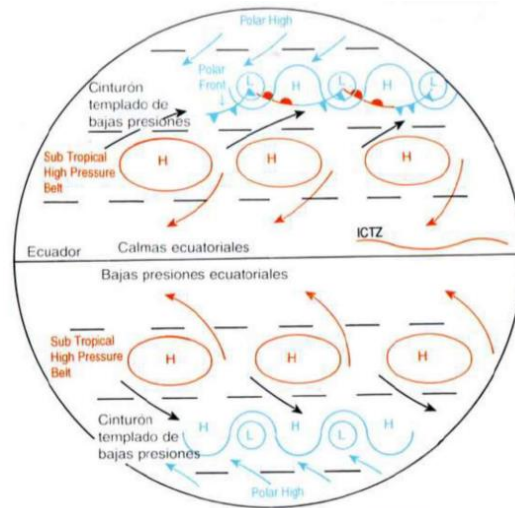


Figura 17: Cinturó Subtropical d'altres pressions [22]

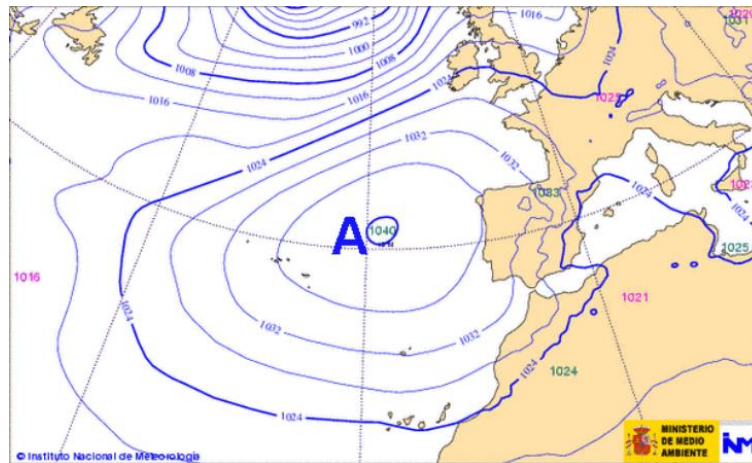


Figura 18: Anticicló de les Açores [1]

2.2 Temperatura

A continuació s'exposa la temperatura a les Balears en un ampli ventall de circumstàncies, des de temperatures anuals a temperatures a cada mes de l'any. A més, veurem els valors extrems que s'han donat. Totes les dades són extrems de la Agència Estatal de Meteorologia (AEMET), tenint en compte els valors compresos entre els anys 1981 i 2010 per als valors normals, i els compresos entre els anys 1953 i 2022 per als valors extrems.

Les temperatures exposades coincideixen, com s'ha parlat al primer capítol, amb les del clima Mediterrani marítim, però també existeixen petites diferències respecte cada illa degut a la diferència de latitud, sent més notables a les precipitacions que a la temperatura. També es reflecteixen als valors de temperatura l'influència de l'aire calent procedent del nord d'Àfrica al estiu, a més de l'aire fred procedent del continent europeu al hivern, el que resulta en una amplitud de temperatura força ampli.

La temperatura mitjana anual és de 15 graus a la majoria de la superfície Balear, però varia una mica en alguns punts concrets. A Mallorca, la zona de la Tramuntana experimenta les temperatures més baixes del arxipèlag, amb una mitjana anual de 12,5 graus, arribant als 10 graus als punts més alts. En canvi, les zones de costa nord-est i sud-oest tenen mitjanes anuals de 17,5 graus, també a la meitat oest de la badia de Palma. A Menorca l'única excepció de la mitjana de 15 graus es troba a la costa oest, amb una temperatura mitjana anual de 17,5 graus. Finalment a les illes Pitiüses la temperatura mitjana és en general superior a les altres illes, de 17,5 graus, però la meitat nord d'Eivissa sí coincideix amb les 15 graus de mitjana Balear. El següent esquema tret de la web de la AEMET reflecteix de forma gràfica i clara aquestes dades.

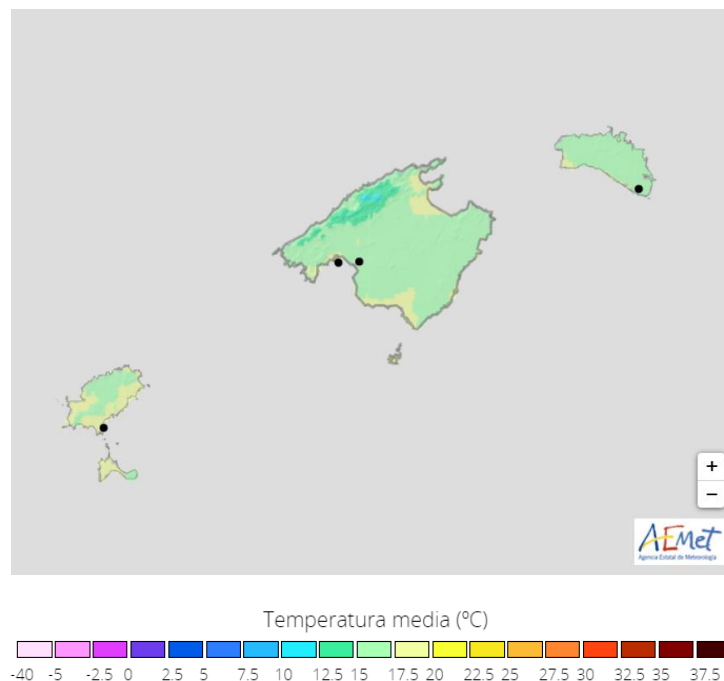


Figura 19: Temperatura mitjana anual a les Illes Balears [1]

La temperatura mínima mitjana anual varia una mica a cada illa. A Mallorca, l'efecte termoregulador de la mar es nota menys degut a la major superfície terrestre d'aquesta illa i la seva major altitud, amb el resultat de tenir una mitjana mínima anual de 10 graus a la majoria de la superfície, i una vegada més sent molt menor a la Serra de Tramuntana (2,5º - 7,5º) però 2,5 graus superior a les zones de costa NE i SO. A Menorca aquesta mitjana és uniforme a tot el territori, sent de 12,5 graus. A les Pitiüses la temperatura mínima mitjana es diferencia a les zones nord i sud, sent de 10 i 12,5 graus respectivament.

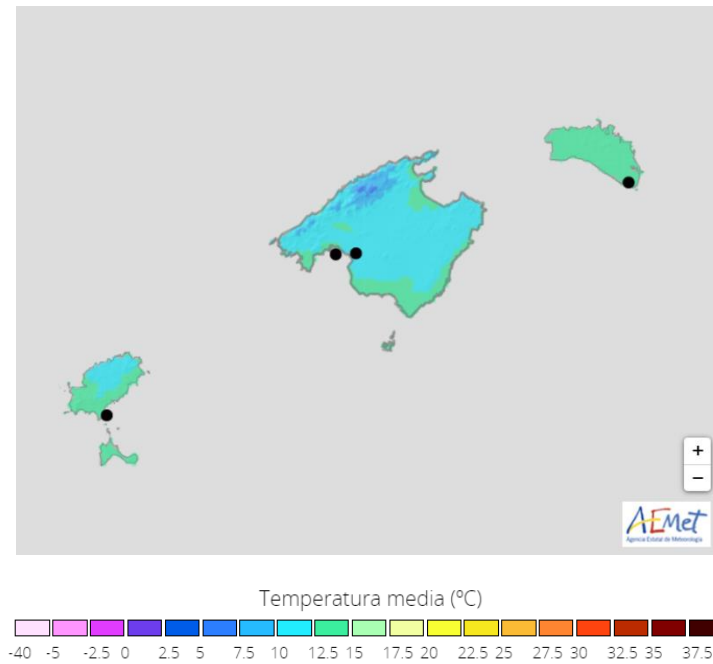


Figura 20: Temperatura mínima mitjana anual a les Illes Balears [1]

La temperatura màxima mitjana anual és de 20 graus a la majoria de la superfície Balear, encara que les Illes de Mallorca i Eivissa tenen zones on aquest valor es supera. A Mallorca, la zona nord (Alcúdia i Pollença) i varis punts centrals de l'illa sofreixen temperatures mitjanes màximes superiors, de 22,5 graus. El mateix passa a Eivissa a la zona est, on les temperatures màximes mitjanes anuals són de 22,5 graus.

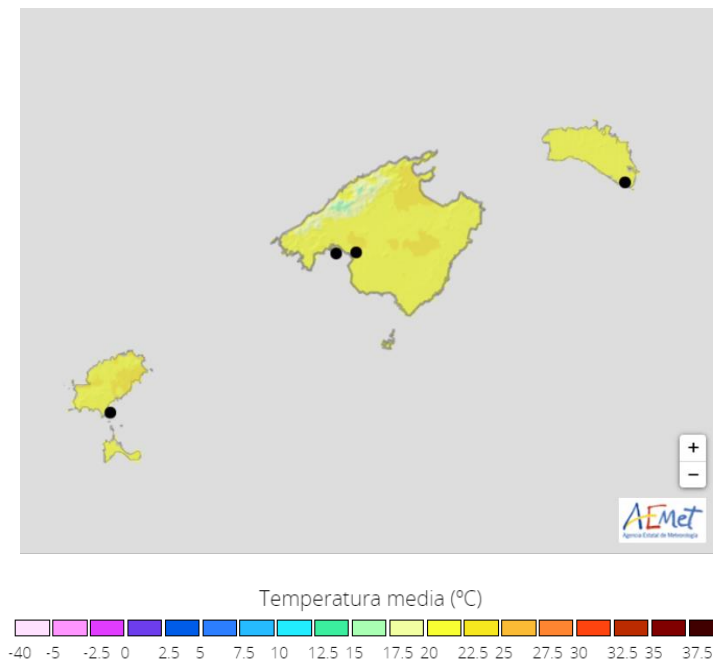


Figura 21: Temperatura màxima mitjana anual a les Illes Balears [1]

La següent taula mostra les temperatures mitjanes de cada illa a cada mes de l'any, feta a partir dels mapes de temperatura proporcionats per l'AEMET, en graus Celsius (°C). Alguns valors resulten de l'interpolació entre les diferents temperatures de les zones de cada illa, ja que la temperatura no acostuma a ser la mateixa a tota la superfície.

	G	F	MÇ	AB	MG	JN	JL	AG	S	O	N	D
Mallorca	8,75	9	11	13	17	21	23,5	24	21	17	12	9,5
Menorca	10	10	10,5	12,5	17	20	23	24,5	21,5	17,5	13	10
Eivissa	9,5	10	12	13,75	17	21	24	25	22	18	13,5	11
Formentera	10	10	12	14	17	20	24	24,5	22	17,5	14	10

Taula 1: Temperatura mitjana per mes de l'any a cada illa. Font pròpia

La temperatura a cada lloc de la terra registra un mínim i un màxim a cada any. El mínim es dona de 1 a 2 mesos després del solstici d'hivern, i el màxim de 1 a 2 mesos després del solstici d'estiu. A les Balears, el solstici d'estiu es dona el 21 de juny, per la qual cosa trobem les temperatures màximes a l'agost. Per altra banda, el solstici d'hivern es dona al 21 de desembre, per el que les temperatures mínimes es troben al gener.

A continuació s'exposen els valors de temperatura mínima mitjana a cada mes de l'any a cada illa, extrets d'igual forma que a l'anterior taula.

	G	F	MÇ	AB	MG	JN	JL	AG	S	O	N	D
Mallorca	4	4,5	6	7,5	11	14	17,5	19	16	12,5	8	6
Menorca	6	6	7,5	10	12,5	16	20	20	17,5	15	10	7,5
Eivissa	5	6	7	8,5	11,5	16	18,5	19	16,5	13,5	9	6,5
Formentera	6	7	7,5	10	12,5	17	19	20	17,5	14	10	7,5

Taula 2: temperatura mínima mitjana per mes de l'any a cada illa. Font pròpia

De la mateixa manera, es presenten els valors de temperatura màxima mitjana a cada mes de l'any a cada illa.

	G	F	MÇ	AB	MG	JN	JL	AG	S	O	N	D
Mallorca	13,5	14,5	16,5	19	22	26,5	29	29,5	26	22	17	14
Menorca	12,5	12,5	15	17,5	20	25	27,5	28	25	21,5	17	13,5
Eivissa	14	14,5	16,5	19	22	26,5	29	30	27	22,5	17,5	15
Formentera	14	14,5	15,5	17,5	22	25	27,5	29,5	25	22,5	17,5	15

Taula 3: Temperatura màxima mitjana per mes de l'any a cada illa. Font pròpia

Per acabar amb la recopilació de dades de temperatura a les Balears es mostren els valors extrems que s'han donat lloc, registrats a les diferents estacions meteorològiques de l'AEMET.

Començant per Mallorca, l'estació ubicada al port de Palma la qual proporciona dades des de l'any 1978, va registrar una temperatura màxima absoluta de 38 graus, el 21 de juliol de 2003. En canvi, la temperatura mínima absoluta es va registrar el 4 de febrer de 2012 amb un valor de -0,1 graus. La temperatura mitjana més alta és de 29,4 graus i es va donar a lloc durant el mes d'agost de 2003, i la temperatura mitjana més baixa és de 8,5 graus i es va donar a lloc durant el mes de febrer de 2012. Els valors de temperatura màxima i mínima mitjana més extrems coincideixen amb les dates de temperatures mitjanes més altes i més baixes, sent la màxima de 33,7 graus i la mínima de 4,6 graus.

L'altra estació ubicada a l'illa de Mallorca, la de l'aeroport, que capta valors de temperatura des de l'any 1954, va registrar una temperatura màxima absoluta de 41,4 graus el 25 de juny de 2001. En canvi, la temperatura mínima absoluta es va registrar el 12 de febrer de 1956 amb un valor de -10 graus. La temperatura mitjana més alta és de 27,7 graus i es va donar a lloc durant el mes d'agost de 2003, i la temperatura mitjana més baixa és de 5 graus i es va donar a lloc durant el mes de febrer de 1956. La temperatura màxima mitjana més alta és de 34,6 graus i es va donar a lloc durant el mes d'agost de 2003, mentre que la temperatura mínima mitjana més baixa es va donar a lloc durant el mes de gener de 1976 amb un valor de 0,1 graus.

A l'illa de Menorca, la qual estació ubicada a l'aeroport registra dades de temperatura des de l'any 1965, ens dona una temperatura màxima absoluta de 39,6 graus al 26 de juliol de 1983, mentre que la temperatura mínima absoluta és de -2,4 graus i es va donar a lloc el 9 de gener de 1985. La temperatura mitjana més alta és de 28,9 graus durant el mes d'agost de 2003, i la temperatura mitjana més baixa és de 7,6 graus durant el mes de gener de 1985. Per altra banda, la temperatura màxima mitjana més alta es va donar a lloc a l'agost de 2003 amb un valor de 33 graus, mentre que la temperatura mínima mitjana més baixa va ser durant el febrer de 2012 amb un valor de 4,5 graus.

Finalment a l'illa d'Eivissa, que també té l'estació meteorològica ubicada al seu aeroport i que proporciona dades de temperatura des de l'any 1953, ha registrat una temperatura màxima absoluta de 38,4 graus al 5 setembre de 2016, i una mínima absoluta de -3 graus al 12 de febrer de 1956. La temperatura mitjana més alta és de 28,6 graus durant el mes d'agost de 2003, mentre que la temperatura mitjana més baixa és de 7,4 graus i va ser durant el febrer de 1956. La temperatura màxima mitjana més alta és de 33,1 graus i es va donar una vegada més a l'agost de 2003, i la temperatura mínima mitjana és de 3,7 graus i es va donar a lloc durant el mes de febrer de 2012.

En conclusió, els valors extrems obtinguts reflecteixen una sèrie d'efemèrides (esdeveniments meteorològics rellevants tant pel seu valor històric, anecdòtic o pel seu propi valor climatològic) importants succeïdes a les Illes Balears. Una d'elles és l'onada de calor que va repercutir en màximes a tota Espanya durant l'agost de 2003. Al febrer de 2012, a les Balears hi va haver una gran nevada que va tallar varies carreteres, arribant fins al nivell de la mar, sent la segona nevada més important després de la de febrer de 1956, que també té repercussió en les temperatures obtingudes. El mes de juliol de 1983 va ser especialment calorós a Mallorca i Menorca. Finalment al mes de setembre de 2016 es va experimentar una onada de calor a totes les Balears, arribant a temperatures màximes absolutes a l'illa de Formentera.

De totes maneres, es pot registrar la temperatura al vaixell en tot moment, mitjançant els termòmetres d'abord. El seu funcionament es basa en la dilatació volumètrica del líquid que conté l'instrument, que correspondria a la temperatura que es vol mesurar. El més bàsic és el convencional de mercuri, que consisteix en un tub de vidre graduat amb escala i de poca secció, amb un depòsit de Hg a la part inferior.



Figura 22: Termòmetre de mercuri [22]

Els termòmetres també poden ser especialitzats en indicar la temperatura màxima o mínima en un interval de temps. En el cas dels termòmetres de mínima, s'utilitza una solució alcohòlica. Existeix la possibilitat d'un termòmetre de màxima i mínima, que funciona segons els principis dels termòmetres de mínima, però unint les característiques d'ambdós.



Figura 23: Termòmetre de màxima i mínima [22]

També existeixen els termòmetres coneguts com a bimetàl·lics, formats per dues làmines de metalls amb un coeficient de dilatació molt diferent i enrotllats entre ells, deixant el coeficient més alt a l'interior. Aquesta mena de termòmetre es sol utilitzar als termògrafs i termohigrògrafs, el qual objectiu és registrar la temperatura durant un interval de temps a un paper, mitjançant una agulla.

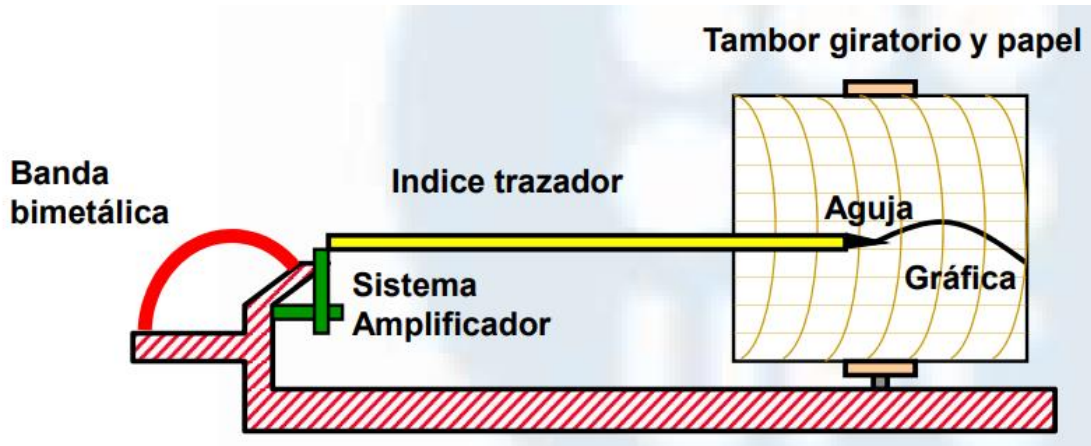


Figura 24: Esquema del termòmetre bimetàl·lic [22]

Un altre tipus de termòmetre que es pot utilitzar a bord és el termistor, que consisteix en un material semiconductor que varia la seva resistència elèctrica en funció de la temperatura.



Figura 25: Termistor [22]

Finalment es pot utilitzar el piròmetre, que és un dispositiu capaç de mesurar la temperatura d'una substància sense cap necessitat d'estar en contacte amb ella. El seu rang d'efectivitat va des de els -50°C als 4000°C .



Figura 26: Piròmetre [22]

2.3 Pressió

En aquesta secció es veuran els nivells típics de pressió atmosfèrica que experimenten les Illes Balears al llarg de l'any, a més del motiu que origina aquets valors i les seves repercussions. Els valors són els registrats per les estacions de l'AEMET entre els anys 1981 i 2010.

Començant per l'illa de Mallorca, es mostren els valors de pressió atmosfèrica mitjans i al nivell del mar en hectopascals (hPa).

Estació/mes	Port de Palma	Aeroport de Palma
Gener	1019,9 / 1020,6	1020,2 / 1020,8
Febrer	1018,4 / 1019,1	1018,7 / 1019,3
Març	1017 / 1017,7	1017,3 / 1017,9
Abril	1013,6 / 1014,4	1013,9 / 1014,5
Maig	1014,4 / 1015,1	1014,7 / 1015,3
Juny	1015,6 / 1016,3	1015,9 / 1016,5
Juliol	1015,5 / 1016,2	1015,8 / 1016,4
Agost	1015 / 1015,7	1015,3 / 1015,8
Setembre	1015,6 / 1016,3	1016 / 1016,5
Octubre	1015,9 / 1016,6	1016,2 / 1016,8
Novembre	1016,2 / 1016,9	1016,6 / 1017,2
Desembre	1017,8 / 1018,5	1018,1 / 1018,8
Anual	1016,3 / 1017	1016,5 / 1017,2

Taula 4: Pressió atmosfèrica mitjana i al nivell del mar a Mallorca. Font pròpia

A continuació, els valors per l'illa de Menorca:

Estació/mes	Aeroport de Menorca
Gener	1010,4 / 1020,9
Febrer	1008,7 / 1019,2
Març	1007,4 / 1018
Abril	1004,3 / 1014,6
Maig	1005,4 / 1015,6
Juny	1006,8 / 1016,7
Juliol	1006,8 / 1016,6
Agost	1006,3 / 1016,1
Setembre	1006,7 / 1016,8
Octubre	1006,8 / 1016,9
Novembre	1006,7 / 1017
Desembre	1008,1 / 1018,4
Anual	1007,1 / 1017,2

Taula 5: Pressió atmosfèrica mitjana i al nivell del mar a Menorca. Font pròpia

Finalment, els valors de pressió atmosfèrica per les illes Pitiüses:

Estació/ mes	Aeroport d'Eivissa
Gener	1019,3 / 1021,5
Febrer	1017,7 / 1019,7
Març	1016,3 / 1018,2
Abril	1012,9 / 1014,8
Maig	1013,6 / 1015,5
Juny	1014,7 / 1016,6
Juliol	1014,5 / 1016,3
Agost	1014 / 1015,8
Setembre	1014,7 / 1016,5
Octubre	1015 / 1016,9
Novembre	1015,6 / 1017,5
Desembre	1017,3 / 1018,9
Anual	1015,6 / 1017,5

Taula 6: Pressió atmosfèrica mitjana i al nivell del mar a les Pitiüses. Font pròpia

El valor normal de pressió atmosfèrica al nivell del mar és de 1013,2 hPa, que és el mateix que dir 1013,2 mb, i prové de l'equivalència a hPa dels 760 mm de mercuri que va obtenir Torricelli a l'any 1643 tenint en compte una temperatura de 20°C i 45º de latitud geogràfica, factors que pràcticament es repliquen a les illes Balears. Com podem observar a les taules de pressió de les illes, els valors a nivell del mar són superiors als 1013 hPa, amb mitjanes anuals al voltant de 1017 hPa.

El motiu d'aquestes pressions altes és l'anticicló de les Açores, que es tracta d'un anticicló permanent, i aquets es caracteritzen per cobrir una gran extensió i fer circular els vents en sentit horari (hemisferi nord) i del interior cap a fora, a més de proporcionar bon temps. Per tant, encara que el centre del anticicló es trobi sobre les illes Açores, que es situen a gran distància de les Balears, l'efecte del anticicló es fa notar degut a la seva naturalesa permanent, proporcionant d'aquesta manera les característiques i efectes del temps anticiclònic.

L'efecte de l'anticicló a les illes es pot apreciar en el bon temps local i en l' influència que té sobre la direcció dels vents, a més de l' intensitat d'aquets depenent del gradient horitzontal de pressió que ofereixi l'anticicló en un moment donat. Segons l'AEMET, la direcció mitjana anual del vent a les estacions del port de Palma i Aeroport de Palma és de 330 i 320 respectivament, cosa que coincideix amb l' incidència del vent segons l' interpretació de les isòbares.

La velocitat màxima dels vents en aquets rumbos son de 108 i 118 km/h, encara que es poden calcular en un moment donat ja que són proporcionals al gradient de pressió, que es pot calcular amb la següent equació:

$$G.Pressió = \text{Dif.Pressió} / \text{Dif.distància} (\theta) = (P1 - P2) / \text{distància (en milles nàutiques)} : 160$$

Cal destacar les diferències de pressió entre les diferents illes, sent els valors majors a Eivissa degut a la major proximitat amb l'anticicló de les Açores. En quant als valors baixos de pressió mitjana a Menorca, és degut a que la estació que registra les dades es troba a 91 metres d'altitud, mentre que les estacions a les altres illes es troben a escassos metres sobre el nivell del mar.

Finalment, es mostren els instruments que podem utilitzar per mesurar la pressió a bord. És important tenir un a bord ja que si es registra una caiguda de pressió amb antelació es pot evitar veure's atrapat en una tempesta.

El baròmetre és l'instrument que s'utilitza per mesurar la pressió i n'existeixen dos tipus, líquids i aneroides. Els líquids funcionen en base a l'equilibri de forces, i poden ser de gaveta o de sifó. Els aneroides funcionen utilitzant les forces elàstiques de tubs o càpsules, i poden ser de tub de Bourdon o càpsula de Vidi. Avui en dia es coneix com a baròmetre marí el de gaveta, amb un estrenyiment de secció capil·lar al seu tub per esmorteir les oscil·lacions i una suspensió Cardan per garantir la verticalitat. Aquest és molt precís però requereix de correccions per temperatura, gravetat i altura. També s'utilitza molt el baròmetre aneroide per no requerir suspensió i ser petit, però és menys exacte. Un altre instrument de mesura que també es pot utilitzar a bord és el sensor baromètric d'estat sòlid, que pot ser capacitiu o piezoelèctric.

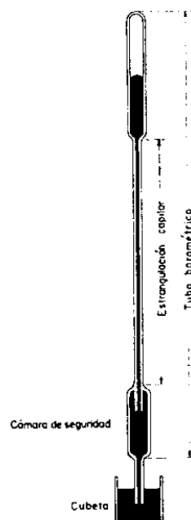


Figura 27: Baròmetre marí [22]



Figura 29: Baròmetre aneroide [22]



Figura 28: Sensor baromètric [22]

El darrer instrument que es fa servir a bord és el barògraf, que és un instrument que registra la corba de variació de la pressió atmosfèrica. Consta d'un element sensible, sistema amplificador y un mecanisme registrador. Normalment conté una pila de càpsules de Vidi que són l'element registrador i un tambor o cilindre mogut per un mecanisme de rellotgeria.



Figura 30: Barògraf [22]

2.4 Nivells d'humitat

L'humitat és la magnitud referida a la quantitat de vapor d'aigua que conté l'aire, i es seu límit es coneix com a saturació. A partir del punt de saturació, l'excés de vapor es condensa formant precipitacions. El 90% del vapor de l'atmosfera prové dels oceans, el que demostra l'estreta relació entre aquets dos. Factors que generen l'evaporació d'aigua dels oceans són la temperatura i el vent, ja que aquest últim renova les masses d'aire properes al mar. En canvi, les pressions altes dificulten l'evaporació, ja que el vent circula d'alt a baix.

En estudiar el vapor d'aigua, és important tenir en compte la tensió del vapor "e". Aquesta és la pressió parcial del vapor continguda a l'aire en un instant donat, i generalment es mesura en mm d'Hg o mbar, encara que l'AEMET fa servir els hPa. En estar saturat l'aire, aquesta tensió és màxima (E), i depèn en gran part de la temperatura, la qual té el nom de punt de rosada en arribar a "E".

La relació de la tensió amb la temperatura funciona de la següent manera: a temperatures baixes, s'origina condensació del vapor per refredament, i també es condensa augmentant la tensió, que es produeix amb més contingut de vapor. Ambdues maneres per tant arriben al punt de saturació.

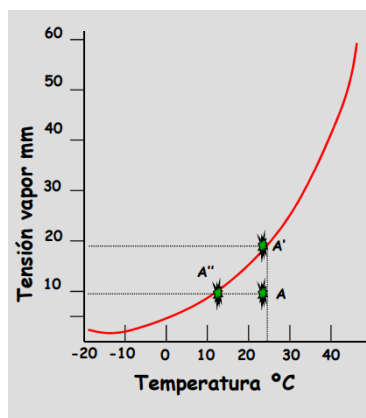


Figura 31: Relació de la tensió amb la temperatura [22]

L'humitat es pot mesurar de diferents maneres, i una d'elles és amb l'humitat relativa, que és el quocient entre la tensió real e i la tensió saturant E .

$$Hr = 100 \cdot e/E$$

Aquesta és la dada que ens proporciona l'AEMET, juntament amb els valors de tensió del vapor e . A continuació s'esposen aquestes dades per després poder calcular altres maneres d'expressió de l'humitat com són l'humitat absoluta i l'humitat específica, a més de la sensació tèrmica.

Per començar, es mostren els valors d'humitat relativa (en %) i tensió del vapor (en hPa) obtinguts a l'illa de Mallorca, específicament a l'estació meteorològica del port de Palma. Els valors corresponen a les mitjanes mensuals des de 1981 fins 2010, juntament amb la corresponent mitjana anual.

	G	F	MÇ	AB	MG	JN	JL	AG	S	O	N	D	Anual
Hr	73	72	70	68	69	69	68	70	72	74	74	74	71
e	10,4	10,3	11,2	12,5	15,8	19,7	23,4	24,5	21,4	17,7	13,5	11,3	16

Taula 7: Humitat relativa i tensió del vapor a Mallorca. Font pròpia

De la mateixa manera, es mostren els valors obtinguts a l'estació de Menorca:

	G	F	MÇ	AB	MG	JN	JL	AG	S	O	N	D	Anual
Hr	77	76	73	72	70	64	63	65	70	75	75	77	72
e	10,2	10	10,8	12,2	14,8	17,6	20,7	21,9	19,8	17,2	13,1	11,1	14,9

Taula 8: Humitat relativa i tensió del vapor a Menorca. Font pròpia

Finalment, es mostren els valors obtinguts a l'estació d'Eivissa:

	G	F	MÇ	AB	MG	JN	JL	AG	S	O	N	D	Anual
Hr	75	73	72	70	70	67	67	69	71	73	73	74	71
e	10,7	10,7	11,7	13,2	16,1	19,9	23,7	25	21,7	17,8	13,5	11,5	16,3

Taula 9: Humitat relativa i tensió del vapor a Eivissa. Font pròpia

Una altra manera d'expressar l'humitat és amb l'humitat absoluta, que és la densitat del vapor d'aigua expressada en grams per metre cúbic (g/m³). És per tant la representació del volum d'aigua contingut en 1 m³ d'aire. L' AEMET no ens proporciona aquesta dada, així que per obtenir-la utilitzarem la fórmula $a = k \cdot e/T$, on a correspon a l'humitat absoluta, k és una constant que val 2,17 (K.g/J) per e en hPa, i T és la temperatura.

A la següent taula es mostren els valors d'humitat absoluta en g/m³ calculats a partir de l'equació exposada i tenint en compte les temperatures mitjanes i els valors de e de les anteriors taules. Ja que no es tenen dades de tensió del vapor a Formentera, no s'ha pogut realitzar el càlcul en aquesta illa.

	G	F	MÇ	AB	MG	JN	JL	AG	S	O	N	D	Anual
Mallorca	2,57	2,48	2,20	2,08	2,01	2,03	2,16	2,21	2,21	2,25	2,44	2,58	2,31
Menorca	2,21	2,17	2,23	2,11	1,88	1,90	1,95	1,93	1,99	2,13	2,18	2,40	2,15
Eivissa	2,44	2,32	2,11	2,08	2,05	2,05	2,14	2,17	2,14	2,14	2,17	2,26	2,35

Taula 10: Humitat absoluta a les illes. Font pròpia

També es pot mesurar l'humitat segons la relació entre la massa del vapor i un kilogram d'aire humit, el que es coneix com a humitat específica. Es mesura en g/kg i es calcularà a partir de l'equació $q = 625 \cdot (e/P)$, ja que també es una dada que no surt a l' AEMET. La variant q equival a l'humitat específica, e és la tensió del vapor i P és la pressió atmosfèrica.

A més de produir condensació d'aigua en estar saturat l'aire, l'humitat afecta a la percepció de la temperatura, el que es coneix com a sensació tèrmica. Amb valors baixos d'humitat, la sensació és d'una temperatura inferior a la real, mentre que amb valors alts s'amplifica la sensació de calor, com mostra aquesta taula.

Temp. [°C]	Humedad																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
20	16	16	17	17	17	18	18	19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21
21	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	22	22	23
22	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	23	23	24
23	20	20	20	20	21	21	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	25
24	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	24	25	25	25	25	26	26	26	26	26
25	22	23	23	23	24	24	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28
26	24	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	29	30
27	25	25	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	31	31	33
28	26	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	31	32	32	33	34	34	36
29	26	26	27	27	27	28	28	29	29	29	30	30	31	32	33	34	35	35	37	38	40
30	27	27	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	37	39	40	41	45
31	28	28	29	29	29	29	30	31	31	31	33	34	35	36	37	39	40	41	45	45	50
32	29	29	29	29	30	31	31	33	33	34	35	35	37	39	40	42	44	45	51	51	55
33	29	29	30	30	31	33	33	34	34	35	36	38	39	42	43	45	49	49	53	54	55
34	30	30	31	31	32	34	34	35	36	37	38	41	42	44	47	48	50	52	55		
35	31	32	32	32	33	35	35	37	37	40	40	44	45	47	51	52	55				
36	32	33	33	34	35	36	37	39	39	42	43	46	49	50	54	55					
37	32	33	34	35	36	38	38	41	41	44	46	49	51	55							
38	33	34	35	36	37	39	40	43	44	47	49	51	55								
39	34	35	36	37	38	41	41	44	46	50	50	55									
40	35	36	37	39	40	43	43	47	49	53	55										
41	35	36	38	40	41	44	45	49	50	55											
42	36	37	39	41	42	45	47	50	52	55											
43	37	38	40	42	44	47	49	53	55												
44	38	39	41	44	45	49	52	55													
45	38	40	42	45	47	50	54	55													
46	39	41	43	45	49	51	55														
47	40	42	44	47	51	54	55														
48	41	43	45	49	53	55															
49	42	45	47	50	54	55															
50	42	45	48	50	55																

Figura 32: Sensació tèrmica per humitat [22]

Per tant, a partir de les temperatures mitjanes de cada illa i els valors d'humitat relativa, podem deduir la sensació tèrmica que s'experimenta a les Illes Balears a l'estiu, excepte a Formentera ja que no disposem de les corresponents dades d'humitat relativa.

	Juny	Juliol	Agost	Setembre
Mallorca	21	25	25	21
Menorca	20	23	26	22
Eivissa	21	25	26	22

Taula 11: Sensació tèrmica a l'estiu a les illes. Font pròpia

Finalment es mostren els instruments que ajuden al navegant a mesurar l'humitat a bord. Aquets són l'higròmetre i el psicròmetre. Els higròmetres químics obtenen l'humitat absoluta, l'higròmetre d'absorció l'humitat relativa, mentre que el de condensació obté la temperatura de punt de rosada. L'higrògraf en canvi serveix per registrar les dades d'humitat al llarg d'un temps determinat, i normalment registra l'humitat relativa. El psicròmetre pot ser de varis tipus també, podent ser de garita, de carraca o aspiro psicròmetre.



Figura 33: Higròmetre [22]

En conclusió, la mesura de l'humitat és important per que a l'hora de transportar càrregues a diferents latituds, on les temperatures son molt diferents del punt de partida, es pot generar condensació i això pot perjudicar la càrrega.

2.5 Vents i masses d'aire típiques

El vent és una magnitud vectorial, entès com al desplaçament horitzontal d'una massa d'aire. És un dels factors més importants a tenir en compte abans de donar-se a la mar, ja que té efectes sobre l'estat de la mar, el rumb i l'estabilitat del vaixell. Per comprendre un vent, s'ha de conèixer la seva intensitat i direcció. Aquests els podem identificar en un part meteorològic amb les línies isòtaques i isògones, respectivament.

L' intensitat del vent es mesura en nusos, metres per segon o quilòmetres per hora, sent els nusos més habituals en l'àmbit mariner. Les diferents intensitats estan organitzades de manera evolutiva a l'escala Beaufort, on a més s'assigna un nom a cada tram d'intensitat. Aquesta escala es feia servir per saber a quina velocitat arribaria un vaixell de línia, però avui en dia es manté sobretot per relacionar-la amb l'escala Douglas, que com es veurà al capítol d'oceanografia, compara l' intensitat del vent amb l'altura de l'onada.

Escala Beaufort			
Grado	Denominación	Denomination	Velocidad (nudos)
0	CALMA	CALM	<1, media de 0
1	VENTOLINA	LIGHT AIR	1-3, media de 2
2	FLOJITO	LIGHT BREEZE	4-6, media de 5
3	FLOJO	GENTLE BREEZE	7-10, media de 10
4	BONANCIBLE	MODERATE BREEZE	11-16, media de 15
5	FRESQUITO	FRESH BREEZE	17-21, media de 20
6	FRESCO	STRONG BREEZE	22-27, media de 25
7	FRESCACHÓN	MODERATE GALE	28-33, media de 30
8	TEMPORAL	FRESH GALE	34-40, media de 35
9	TEMPORAL FUERTE	STRONG GALE	41-47, media de 45
10	TEMPORAL DURO	WHOLE GALE	48-56, media de 50
11	TEMP.MUY DURO	STORM	57-63, media de 60
12	TEMP.HURACANADO	HURRICANE	64, media de 70

Taula 12: Escala Beaufort [22]

A l'hora d'indicar la direcció d'un vent, es fa servir els noms locals, a més dels graus de circumferència, deixant enrere les quartes que s'empraven en temps passats. Tots aquets indiquen el punt de l'horitzó d' on prové el vent. Els noms locals, es relacionen amb la direcció en graus de circumferència, la majoria replegats dins la rosa dels vents, i altres sent exclusius d'una zona geogràfica.



Figura 34: Rosa dels vents. Nomenclatura de les illes [23]

La majoria de les perturbacions que circulen per la Mediterrània es formen a la seva meitat occidental, per tant la costa Espanyola es veu molt afectada per aquestes. A més, aquesta zona es veu sotmesa amb freqüència als efectes de les borrasques atlàntiques, d'una forma distorsionada per la orografia i per la temperatura de l'aigua. Els principals vents de component nord, el Mestral, la Tramuntana i el Gregal són els que estadísticament provoquen les situacions més atemporalades.

El vent de Tramuntana, és aquell que prové de direcció nord. Aquest és un vent que es sol originar al Mar Balear i al Golf de Lleó amb la presència d'una borrasca al nord d'Itàlia, ja que d'aquesta manera el vent segueix les línies isobàriques del oest de la borrasca i l'est del anticicló de les Açores, coincidint en direcció en la zona esmentada.



Figura 34: Situació que dona lloc al vent de Tramuntana [3]

La borrasca sobre Itàlia acostuma a esdevenir de l'evolució d'un front atlàntic que s'ondula en arribar a les aigües càlides del Mediterrani, o de l'evolució d'una situació NW on la borrasca principal es desplaça des de les illes britàniques en el sentit NW-SE gràcies a la manca de força del anticicló de les Açores sobre la península. Degut a que el vent prové de latituds més altes, s'origina un descens important de les temperatures, a més de condicions desfavorables per a la navegació sobretot a la zona compresa entre el Mar Balear i el Golf de Lleó.

El vent de Gregal, és aquell que prové de direcció NE. És un vent que sol bufar a la primavera, a l'estiu i la tardor, formant-se a partir de l'evolució d'un vent de Tramuntana o de Llevant. Per tant, el seu origen en les illes britàniques i la borrasca situada sobre Itàlia és comú amb el de Tramuntana, amb els mateixos efectes sobre la temperatura. La diferència és que aquest aire és relativament sec, per la qual cosa genera pocs núvols i per tant poques precipitacions. De mitjana, dura uns 4 dies i el vent no sol sobrepassar els 20 nusos.



Figura 35: Situació que dona lloc al vent de Gregal [3]

El vent de Llevant, és aquell que prové de direcció E. S'origina per la presència d'un anticicló situat a França o Alemanya, amb forma més o menys oval, i una depressió situada al nord d'Àfrica, coincidint les isòbares en direcció E-W sobre el Mar Mediterrani. Aquest vent en recórrer l'aigua de la mar, es carrega d'humitat, podent originar fortes precipitacions quan el vent humit arriba a les capes altes de l'atmosfera, on hi ha aire fred, donant a lloc a inestabilitat.



Figura 36: Situació que dona lloc al vent de Llevant [3]

El vent de Xaloc, conegut també com a Siroco, és aquell que prové de direcció SE. És un vent temperat, carregat de polsim i de migjorn que prové del Sàhara normalment encapçalant un front fred, comú a la primavera i la tardor.

El vent de Llebeig, és aquell que prové de direcció SW. És un vent càlid, sec i de migjorn que bufa a la costa SE d'Espanya pel davant d'una depressió que avança.

El vent de Ponent, és aquell que prové de direcció W. És un vent poc freqüent, i es dona a l'hivern quan una borrasca es situa sota les illes britàniques, de tal manera que les isòbares de la part inferior de la borrasca creuen el Mediterrani en direcció W. El Ponent és especialment intens quan varies borrasques consecutives es situen a l'Atlàntic, entre les latituds 40° i 50°, sent aquestes les condicions ideals. Aquest vent origina temperatures altes i un ambient sec, sobretot a la costa del Llevant, mentre que a les Balears es crea un fort onatge.

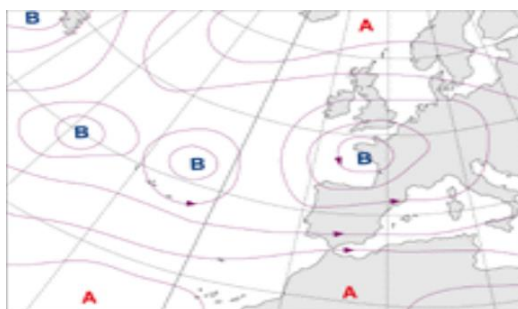


Figura 37: Situació que dona lloc al vent de Ponent [3]

El vent de Mestral, és aquell que prové de direcció NW. Aquest vent és degut a la presència d'una borrasca a la Península Escandinava, al mateix temps que l'anticicló de les Açores es troba a la seva posició habitual. El Mestral bufa amb especial intensitat al vall de l'Ebre, podent arribar amb força a la zona mitjana del Mar Balear. Al Golf de Lleó, aquest vent provoca ràfegues de més de 30 nusos i temporals amb vents de més de 40 nusos.



Figura 38: Situació que dona lloc al vent de Mestral [3]

A l'hora de relacionar l'intensitat del vent amb la seva direcció, es pot utilitzar la nomenclatura consistent en la *gropada de vent de...* per a vents de més de 60 km/hora i el sufix “-ada” per a vents d'entre 30 i 60 km/hora. Per exemple, si ens trobem en una situació de vent de Llevant de 40 km/h diríem que és una *llevantada*, mentre que si fos de 70 km/h seria una *gropada de vent de llevant*. Entre 15 i 30 km/h, és només vent de Llevant.

Els darrers vents que s’han de tenir en compte són el Terral i l’Embat. Aquets són de naturalesa diferent als esmentats anteriorment, ja que deuen el seu origen al contrast tèrmic que es produeix al llarg d’un dia entre una franja de terra i la superfície marítima pròxima a la costa. A vegades, la seva circulació es veu emmascarada per la situació sinòptica general, mentre que altres vegades la reforça.

El Terral es forma durant les hores vespertines, quan la franja costera perd el calor acumulat durant el dia més ràpidament que la mar, formant-se una alta relativa sobre la primera que provoca una circulació de l’aire en sentit terra-mar. No acostuma a penetrar més enllà de 20 milles mar endins.

L’embat en canvi, es forma durant les hores diürnes, quan la franja costera guanya temperatura més ràpidament que la mar, formant una baixa relativa sobre la primera que provoca una circulació de l’aire en sentit mar-terra. El seu efecte a terra es veu més limitat que al cas del Terral degut al fregament amb la superfície.

Aquets fenòmens són periòdics cada 12 hores, i com es tracten de velocitats baixes i recorreguts curts, l’efecte Coriolis no els afecta.

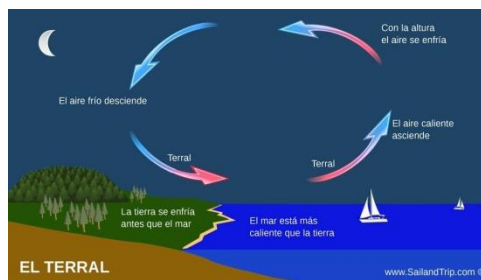


Figura 39: Esquema del vent Terral [24]



Figura 40: Esquema de l'embat [24]

Segons la regió d’origen d’una massa d’aire, aquesta tindrà unes característiques específiques i una repercussió sobre el temps. A les Balears, les regions font de masses d’aire més properes són la de l’Atlàntic i la del nord d’Àfrica, que són fredes i càlides respectivament. La massa freda de l’Atlàntic tendeix a provocar inestabilitat en l’atmosfera, vent ratxejat, bona visibilitat, núvols de tipus Cu i Cb, i precipitacions en forma de xàfec, mentre que la massa càlida provinent del nord d’Àfrica proveeix d’estabilitat l’atmosfera, vent constant, visibilitat regular, núvols de tipus St, Sc, i Ns i precipitacions en forma de plugim.

Durant la navegació, els aparells que registren el vent donen les dades del vent aparent, que és el resultant de la suma vectorial d'alguns dels vents reals descrits anteriorment més el moviment del vaixell. El càlcul funciona de la següent manera: quan el vent bufa de proa, el vector moviment del vaixell i el del vent coincideixen en direcció, amb el resultat de que es sumen les velocitats, per tant el vent aparent serà més intens que el real. En el cas del vent que bufa de popa, els vectors també coincideixen en direcció però en aquest cas es resten perquè el sentit es el mateix, per tant el vent aparent és de menor intensitat. Per al qualsevol altra marcació del vent, s'ha de fer un càlcul més complex que una simple suma o resta. Es pot calcular el vent real per a qualsevol intensitat i direcció del vent aparent de manera gràfica o analítica. El mètode gràfic utilitza els vectors i és més senzill, mentre que el mètode analític fa servir els teoremes del sinus i cosinus.

A continuació, es mostren els valors d'intensitat màxima del vent registrats a les Balears per l'AEMET, juntament amb la corresponent direcció. Les dades són corresponents per el període de 1981 a 2010 a les estacions de cada illa a cada mes del any.

Direcció i intensitat màxima del vent a Mallorca, segons l'estació meteorològica del port de Palma:

Mes de l'any	Direcció (graus circ.)	Intensitat (Km/h)
Gener	310	97
Febrer	310	105
Març	320	93
Abril	310	94
Maig	340	81
Juny	60	70
Juliol	350	74
Agost	250	68
Setembre	230	91
Octubre	190	109
Novembre	330	95
Desembre	330	108
Anual	330	108

Taula 13: Direcció i intensitat màxima del vent a Mallorca. Font pròpia

Direcció i intensitat màxima del vent a Menorca, segons l'estació meteorològica de l'aeroport:

Mes de l'any	Direcció (graus circ.)	Intensitat (Km/h)
Gener	310	125
Febrer	280	126
Març	10	109
Abril	20	111
Maig	260	111
Juny	360	89
Juliol	80	87
Agost	10	79
Setembre	350	98
Octubre	40	96
Novembre	350	103
Desembre	340	118
Anual	N/A	N/A

Taula 14: Direcció i intensitat màxima del vent a Menorca. Font pròpia

Direcció i intensitat màxima del vent a Eivissa, segons l'estació meteorològica de l'aeroport:

Mes de l'any	Direcció (graus circ.)	Intensitat (Km/h)
Gener	270	122
Febrer	290	103
Març	280	89
Abril	290	94
Maig	260	85
Juny	290	76
Juliol	80	74
Agost	30	76
Setembre	260	91
Octubre	220	96
Novembre	40	99
Desembre	270	130
Anual	N/A	N/A

Taula 15: Direcció i intensitat màxima del vent a Eivissa. Font pròpia

Com podem veure, a Mallorca els vents més intensos són els de Mestral durant l'hivern i la primavera, la Tramuntana i el Gregal al estiu, i el Llebeig a la tardor. A Menorca també predomina el Mestral a l'hivern, però a la primavera bufa la Tramuntana amb gran força. Al maig el vent més intens que s'ha donat és de Ponent, a l'estiu principalment el de Tramuntana i el Gregal al mes d'octubre. A Eivissa en canvi, durant gran part de l'any els vents més forts són els de Ponent, a excepció dels mesos de juliol, agost i novembre que bufa aproximadament de Gregal.

El vent és molt important per a la navegació no només per el seu efecte directe sobre el vaixell, sinó també pel seu efecte sobre la mar, la qual pot suposar un major problema per a la navegació que el vent en sí. La manera en que el vent afecta la mar és aplicant energia mecànica sobre aquesta, o dit d'una altra manera, l'aixeca empenyent-la. Per quantificar i prevenir l'aixecament d'onades, es tenen en compte tres variables, l'intensitat del vent, el fetch i la persistència. El fetch és la distància marítima sobre la qual el vent té efecte amb la mateixa direcció i intensitat, mentre que la persistència és el temps que el vent afecta la mar, de manera creixent fins arribar al punt en el qual la "mar esta plenament desenvolupada". En el cas de les Balears, a les aigües compreses entre les diferents illes el vent aixecaria una onada menor degut el seu menor fetch, mentre que al mar Balear, una vegada ens allunyem de les illes, l'altura de l'onada por ser màxima.

Finalment, es te en compte el vent per calcular la sensació tèrmica, de la mateixa manera que amb l'humitat, però en aquest cas la sensació és d'una temperatura menor. Per tant, l'efecte del vent sobre la temperatura és més notable quan les temperatures són baixes. A les balears s'hauria d'aplicar el càlcul a l'hivern, ja que a la resta del any la sensació tèrmica seria en tot cas major degut als alts nivells de temperatura i humitat relativa. A continuació s'adjunta la taula de temperatures que fa servir l'AEMET pels seus càlculs.

TABLA DE VALORES DE SENSACIÓN TÉRMICA POR FRÍO (WIND CHILL)

		TEMPERATURA DEL AIRE EN GRADOS CELSIUS (C)										
		0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
VIENTO A 10 m (Km/h)	5	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
	10	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
	15	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-47	-54	-60	-66
	20	-5	-11	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
	25	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
	30	-6	-13	-19	-26	-32	-39	-46	-52	-59	-65	-72
	35	-7	-13	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
	40	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-47	-54	-61	-67	-74
	45	-8	-14	-21	-28	-35	-41	-48	-55	-62	-68	-75
	50	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
	55	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-56	-63	-70	-77
	60	-9	-16	-23	-29	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
	65	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
	70	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
	75	-9	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
	80	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-67	-74	-81

Figura 41: Sensació tèrmica amb l'efecte del vent [20]

A bord, podem mesurar el vent amb l'ajuda dels corresponents instruments. N'hi ha de dos tipus, els que mesuren la direcció del vent i els que mesuren l'intensitat, i normalment els vaixells utilitzen una combinació per obtenir tota la informació. Per mesurar la direcció del vent, es fan servir el catavents, la grímpola, el penell, o altres mètodes menys imprecisos però pràctics com l'observació d'una xemeneia o una cinta al mastil. Per mesurar la intensitat de vent a bord, s'utilitza els anemòmetres, que poden ser de creu o de recorregut en el cas de ser de recorregut, o de tub de Pitot o anemocinemògraf si es tracta d'un anemòmetre de pressió.



Figura 42: Anemòmetre de recorregut [20]



Figura 43: Grímpola [20]

2.6 Nuvolositat i precipitacions

Un núvol és una porció d'aire poblat per vapor d'aigua ja condensat o sublimat. Aquest pot generar precipitacions quan les gotes d'aigua de l'interior creixen i aporten densitat al núvol, fins arribar a un punt en que els corrents ascendants no les poden sostenir i cauen.

La nuvolositat depèn del tipus de front que circuli en una situació donada. Quan un front fred associat a un sistema de baixa pressió procedent de l'Atlàntic o del continent europeu baixa en latitud, els núvols que cobriran les Illes seran de tipus Cumulonimbus, els quals tenen la característica de generar precipitacions en forma de xàfec. En canvi, quan es tracta d'un front càlid, la nuvolositat consistirà en Nimbostratus a les capes baixes, i Estratus, Altostratus, Cirrostratus i Cirrus a les capes més altes, amb precipitació en forma de plugim.

Un altre hidrometeor a tenir en compte és la boira, que es defineix com una massa d'aire que es troba a la superfície (màxim 1 km) plena de gotes d'aigua que dificulten la visió, i també per tant la navegació segura. Aquesta és típica de la tardor i l'hivern, però rarament s'experimenta a l'estiu.

Segons les estacions meteorològiques de l'AEMET a les Illes, aquestes són les quantitats de dies a l'any que es sol experimentar nuvolositat i boira, començant per l'illa de Mallorca:

	Nº de dies de boira	Nº de dies clars	Nº de dies ennigulats	Nº de dies coberts
Gener	0,6	4,1	21	5,9
Febrer	0,7	3,4	18	6,8
Març	1	4,1	19,9	7
Abril	0,4	4,1	19,7	6,1
Maig	0,5	5,1	19,8	6,1
Juny	0,1	8,9	18,7	2,5
Juliol	0	16,2	13,6	1,1
Agost	0	11	18,6	1,4
Setembre	0	4,9	21	4,1
Octubre	0,2	3,3	23	4,8
Novembre	0,2	3	21,2	5,8
Desembre	0,4	4	21,2	5,8
Anual	4,2	71,6	235	58,6

Taula 16: Nuvolositat i boira a l'illa de Mallorca. Font pròpia

Nuvolositat i boira a Menorca:

	Nº de dies de boira	Nº de dies clars	Nº de dies ennigulats	Nº de dies coberts
Gener	2,1	2,8	21,3	6,9
Febrer	2,2	2,2	18,6	7,5
Març	3,6	3,8	19,2	8
Abril	2,4	3,5	18,1	8,3
Maig	2,5	5	19,1	6,9
Juny	1,2	8,3	18,7	3
Juliol	0,7	15,3	14,5	1,2
Agost	0,4	11,4	18	1,6
Setembre	0,2	4,1	22,1	3,7
Octubre	1,1	2	22,4	6,6
Novembre	0,9	1,6	21,6	6,8
Desembre	1,1	2,1	22,4	6,5
Anual	19,2	63,3	234,6	67,3

Taula 17: Nuvolositat i boira a l'illa de Menorca. Font pròpia

Nuvolositat i boira a Eivissa:

	Nº de dies de boira	Nº de dies clars	Nº de dies ennigulats	Nº de dies coberts
Gener	0,7	6	19,8	5,2
Febrer	0,8	4,9	18,3	5
Març	1	7,1	18,3	5,6
Abril	0,6	6,1	18,4	5,6
Maig	0,2	6,8	18,5	5,7
Juny	0,1	10,5	17,9	1,7
Juliol	0,1	15,9	14,6	0,5
Agost	0	13	16,7	1,4
Setembre	0	6	21,1	2,9
Octubre	0,2	4,1	22,6	4,3
Novembre	0,1	4	20,7	5,3
Desembre	0,3	4,7	21,6	4,7
Anual	4,5	89,7	227,8	47,7

Taula 18: Nuvolositat i boira a Eivissa. Font pròpia

Com podem veure, la quantitat de dies en que trobem núvols és molt semblant a les tres illes, amb un total de dies ennigulats de 235, 234,6 i 227,8 a les illes de Mallorca, Menorca i Eivissa respectivament. Però varien els valors quan es tracta de dies clars i dies coberts, sent Menorca l'illa que té més dies coberts al any (67,3) i per tant menys dies clars, seguida per Mallorca (58,6) i finalment Eivissa amb les millors condicions per a la navegació amb només 47,7 dies coberts. També cal destacar la gran quantitat de dies de boira que experimenta Menorca en comparació amb les altres illes, amb un valor mitjà de 19,2 dies mentre que a la resta d'illes és pràcticament inexistent.

A continuació, es mostra la repercussió de la nuvolositat abans esmentada sobre les precipitacions a les Balears, amb valors registrats entre els anys 1981 i 2010, començant per l'illa de Mallorca:

	Prec. mensual mitjana (mm)	Prec. Mensual màxima (mm)	Prec. Mensual mínima (mm)	Prec. Diària màxima (mm)
Gener	42,5	137,4	lp	55,4
Febrer	36,6	112,8	2,7	39,9
Març	27,9	68,9	3	42,1
Abril	39,1	151,7	lp	36
Maig	35,7	196,9	1,6	112,5
Juny	11,3	65,5	0	25,1
Juliol	6,2	57,5	0	57,5
Agost	21,6	119,3	lp	80,7
Setembre	51,5	207,3	1,3	43,7
Octubre	69,4	219	3,4	66,9
Novembre	59,4	148,7	0,6	50
Desembre	48,2	121,7	5,5	50,4
Anual	449,3	702,2	201,3	112,5

Taula 19: Precipitacions a Mallorca. Font pròpia

	Nº dies prec. apreciable	Nº dies prec.>=1mm	Nº dies prec.>=10mm	Nº dies prec.>=30mm
Gener	8,4	5,8	1,2	0,2
Febrer	7,9	5,6	1	0,1
Març	6,9	4,5	0,7	0,1
Abril	7,5	5,1	1,2	0,1
Maig	5,9	3,6	1	0,2
Juny	3	1,7	0,3	0
Juliol	1,5	0,7	0,2	0
Agost	3,4	1,9	0,5	0,2
Setembre	6,6	4,7	1,8	0,4
Octubre	9,4	6,7	2,1	0,5
Novembre	9,5	6,4	2,1	0,2
Desembre	10	6,5	1,5	0,2
Anual	80	53,1	13,7	2,2

Taula 20: Precipitacions a Mallorca. Font pròpia

A més, es mostra la precipitació d'altres tipus d'hidrometeors, com la neu i la calamarsa, i els dies de tempesta.

	Nº dies de neu	Nº dies de calamarsa	Nº de dies de tempesta
Gener	0,3	0,2	0,7
Febrer	0,1	0,2	0,7
Març	0	0,3	0,9
Abril	0	0,5	1,3
Maig	0	0,1	1,2
Juny	0	0,1	0,8
Juliol	0	0	0,6
Agost	0	0	1,5
Setembre	0	0,1	3
Octubre	0	0,1	2,1
Novembre	0	0,4	1,8
Desembre	0	0,4	1,3
Anual	0,4	2,5	15,9

Taula 21: Neu, calamarsa i dies de tempesta a Mallorca. Font pròpia

Els valors per l'illa de Menorca són els següents:

	Prec. Mensual mitjana (mm)	Prec. Mensual màxima (mm)	Prec. Mensual mínima (mm)	Prec. Diària màxima (mm)
Gener	52,5	132,1	lp	42,6
Febrer	53,7	156,2	3,6	71,4
Març	38,3	108,2	0,3	34,1
Abril	45,1	129,1	3,8	55,9
Maig	37,2	107,1	2,2	80
Juny	13,5	78,1	0,1	50,1
Juliol	2,8	29,9	0	17,1
Agost	19,8	140,6	lp	77,4
Setembre	61,2	193,1	0,8	64,9
Octubre	78,3	170,7	8,6	67,6
Novembre	88,4	251,4	3,4	96,5
Desembre	61,2	138,1	16,2	73,7
Anual	546,5	780,5	275,2	96,5

Taula 22: Precipitacions a Menorca. Font pròpia

	Nº dies prec. apreciable	Nº dies prec. >=1mm	Nº dies prec. >=10mm	Nº dies prec. >=30mm
Gener	10,9	7,1	1,6	0,2
Febrer	9,7	6,9	1,5	0,3
Març	8,7	5,8	1,1	0,1
Abril	9,3	6	1,5	0,1
Maig	7,4	4,4	1,1	0,2
Juny	3,6	2	0,4	0
Juliol	1,6	0,6	0	0
Agost	3,2	2	0,6	0,1
Setembre	7,7	5,4	2,1	0,4
Octubre	10,8	7,4	2,6	0,5
Novembre	11,6	8,1	2,6	0,5
Desembre	12,4	8,8	1,7	0,2
Anual	96,8	63,6	16,6	2,6

Taula 23: Precipitacions a Menorca. Font pròpia

	Nº dies de neu	Nº dies de calamarsa	Nº de dies de tempesta
Gener	0,2	0,3	1,5
Febrer	0,4	0,4	1,8
Març	0,1	0,4	1,3
Abril	0	0,4	2
Maig	0	0	1,6
Juny	0	0	1,3
Juliol	0	0	0,7
Agost	0	0,1	2,2
Setembre	0	0	4,7
Octubre	0	0	4,3
Novembre	0	0,3	3,8
Desembre	0,1	0,4	2,2
Anual	0,9	2,4	27,3

Taula 24: Neu, calamarsa i tempesta a Menorca. Font pròpia

Finalment es mostren els valors de l'illa d'Eivissa:

	Prec. Mensual mitjana (mm)	Prec. Mensual màxima (mm)	Prec. Mensual mínima (mm)	Prec. Diària màxima (mm)
Gener	37,3	147,6	0	49,2
Febrer	35,8	97,9	0	49
Març	27,3	122	0,7	85,3
Abril	30,6	110,4	lp	63,3
Maig	27,4	98,6	1,4	58,7
Juny	10,8	45	0	43,4
Juliol	5,2	74,2	0	74,2
Agost	17,5	92,7	0	78
Setembre	56,6	244,8	lp	156,5
Octubre	58,4	179,8	0,9	109,2
Novembre	53,2	170,7	0,8	73,6
Desembre	51,8	163,4	2,8	72,7
Anual	412,6	663,1	196,8	156,5

Taula 25: Precipitacions a Eivissa. Font pròpia

	Nº dies prec. apreciable	Nº dies prec. >=1mm	Nº dies prec. >=10mm	Nº dies prec. >=30mm
Gener	8	4,9	1,1	0,1
Febrer	7,4	5	1	0,1
Març	6,1	3,3	0,8	0,1
Abril	5,9	4,1	0,9	0,1
Maig	5,6	3,2	0,9	0,2
Juny	2,5	1,4	0,3	0
Juliol	1	0,5	0,1	0
Agost	2,7	1,5	0,4	0,2
Setembre	5,5	4,2	1,4	0,4
Octubre	8	5,6	2	0,3
Novembre	8,2	5,6	2	0,2
Desembre	9	5,4	1,8	0,3
Anual	69,9	44,7	12,6	2

Taula 26: Precipitacions a Eivissa. Font pròpia

	Nº dies de neu	Nº de dies de calamarsa	Nº de dies de tempesta
Gener	0,1	0,1	1
Febrer	0	0,1	0,6
Març	0	0,1	0,7
Abril	0	0	1
Maig	0	0,1	0,8
Juny	0	0	0,9
Juliol	0	0	0,5
Agost	0	0	1,5
Setembre	0	0,1	3,1
Octubre	0	0,1	2,9
Novembre	0	0,1	1,6
Desembre	0	0,2	0,8
Anual	0,2	1	14,8

Taula 27: Neu, calamarsa i tempesta a Eivissa. Font pròpia

Comparant els valors obtinguts de les diferents illes, podem veure que les precipitacions mitjanes són majors a l'illa de Menorca amb un valor anual de 546,5 mm, seguit per Mallorca amb una precipitació de 449,3mm, i Eivissa la que experimenta menor precipitació amb 412,6 mm. D'igual manera succeeix amb les precipitacions màximes i mínimes i el nombre de dies de precipitació apreciable, però en canvi la precipitació diària màxima mostra el contrari, sent l'illa d'Eivissa la que experimenta dies concrets amb major precipitació (156,5mm al setembre), seguit per Mallorca (112,5mm al maig) i en últim lloc Menorca (96,5mm al novembre). Les precipitacions en forma de neu segueixen el patró de les precipitacions de pluja, sent l'illa de Menorca on neva més (0,9 dies al any), seguit per Mallorca (0,4 dies a l'any) i Eivissa (0,2 dies a l'any). En el cas de la precipitació de calamarsa, Mallorca té el valor més alt (2,5 dies a l'any) molt semblant a Menorca (2,4 dies a l'any), però Eivissa només en té 1 dia a l'any de mitja. Finalment els dies de tempesta, que són especialment rellevants per a la navegació, mostren una gran diferència entre l'illa de Menorca i les altres dues, Mallorca i Eivissa. Aquesta última experimenta menys dies de tempesta, amb un valor mitjà anual de 14,8 dies, molt semblat als valors de Mallorca que té 15,9 dies de mitjana, però Menorca sofreix una mitjana de 27,3 dies de tempesta.

En resum, Eivissa i Formentera són les illes que gaudeixen de millor temps, mentre que Menorca és la que menys, estant Mallorca en un punt entremig. Això és degut a que Menorca es troba a una latitud lleugerament més alta, de tal manera que li afecta més els sistemes de baixa pressió del continent europeu. A més, és l'illa que es troba més allunyada del anticicló de les Açores, per tant la que gaudeix en menor mesura del bon temps que proporciona l'anticicló.

Durant la navegació, un mateix pot registrar la quantitat de precipitació mitjançant el pluviòmetre, el nivòmetre, i el totalitzador. També es pot utilitzar el pluviògraf si l'objectiu és registrar les precipitacions al llarg del temps. Finalment es pot accedir a l'informació que proporcionen els radars meteorològics de les diferents agències de meteorologia per conèixer la precipitació a certa distància.

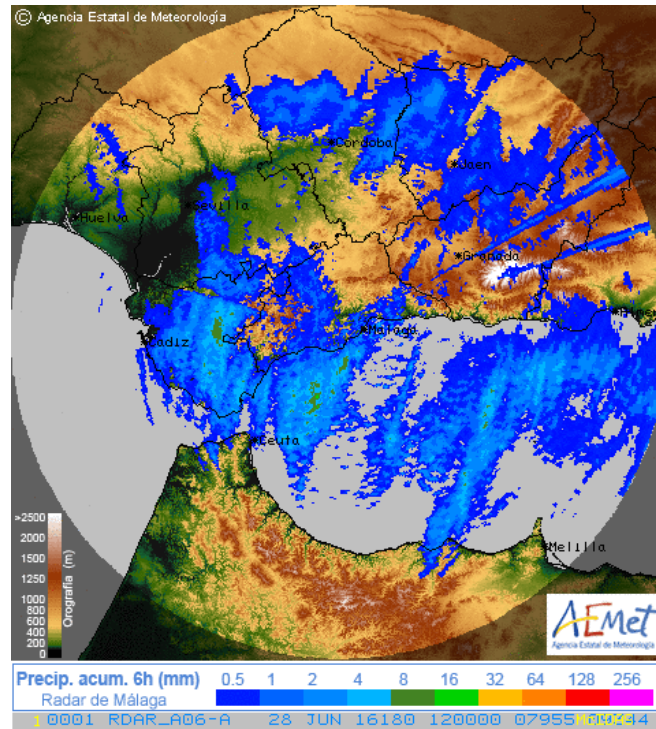


Figura 44: Radar meteorològic de l'AEMET [1]

3. Oceanografia de les Illes Balears

3.1 Propietats físiques

En aquest apartat cobrim les propietats físiques principals del Mar Balear, les quals es basen en les propietats del aigua de la conca occidental del Mediterrani, però amb particularitats que es mostraran en detall. Com s'ha mostrat al capítol 1, les característiques que defineixen l'aigua del mar són la salinitat, la temperatura, la pressió, la densitat, la compressibilitat, la viscositat i el color, però en aquest apartat ens enfocarem a les dues primeres, ja que són objecte d'estudi per ser les principals característiques, i per variar al llarg de l'any.

La salinitat del Mar Balear està molt influenciada pels corrents que hi circulen, ja que les masses d'aigua de les diferents situacions, provenen de punts on la salinitat és molt diferent. Al sud del Mar Balear, trobem masses d'aigua provinents dels girs irregulars de l'aigua del l'Atlàntic que entra per l'estret de Gibraltar. Aquesta aigua del Atlàntic té una salinitat de 36 grams per kilogram, i en arribar a les Balears mesclant-se amb l'aigua local, obté uns valors del voltant de 36,5 grams. A la situació nord en canvi, l'aigua és molt més salina degut a que les masses d'aigua que hi circulen són aigua atlàntica modificada. Aquesta aigua, com s'ha explicat al capítol 1, ha circulat per tota la conca occidental, evaporant-se i guanyant temperatura i salinitat. A la situació nord per tant, l'aigua prové del Golf de Lleó amb uns valors del voltant de 38 grams.

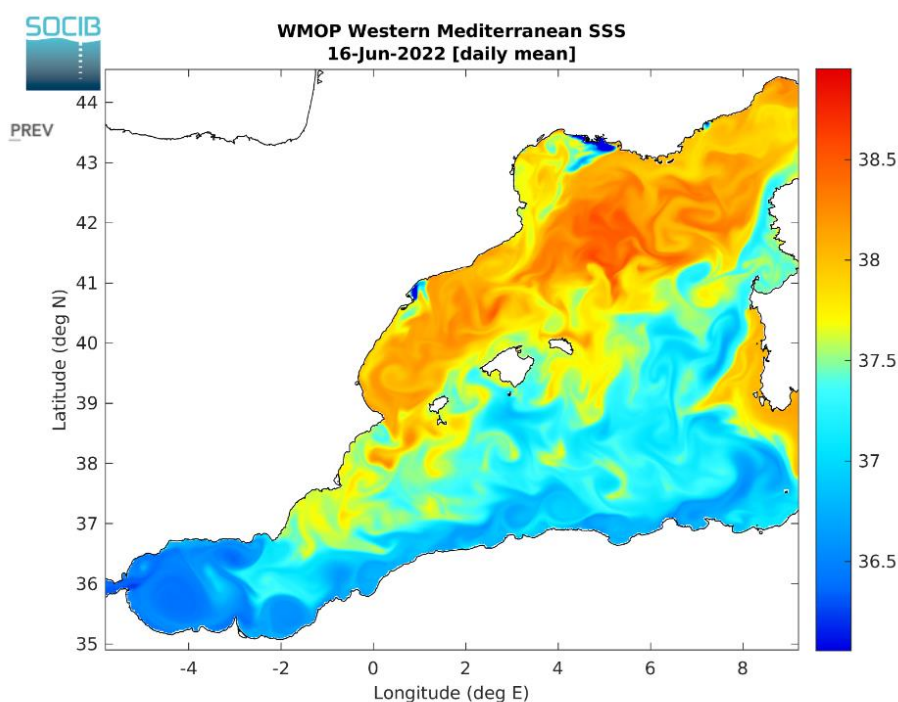


Figura 45: Esquema general de la salinitat al Mediterrani occidental [8]

A continuació es presenten imatges que mostren la salinitat al Mar Balear a cada estació de l'any, segons el radar meteorològic del Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System (SOCIB).

Nivells de salinitat al estiu de 2021 (específicament 15 de juliol):

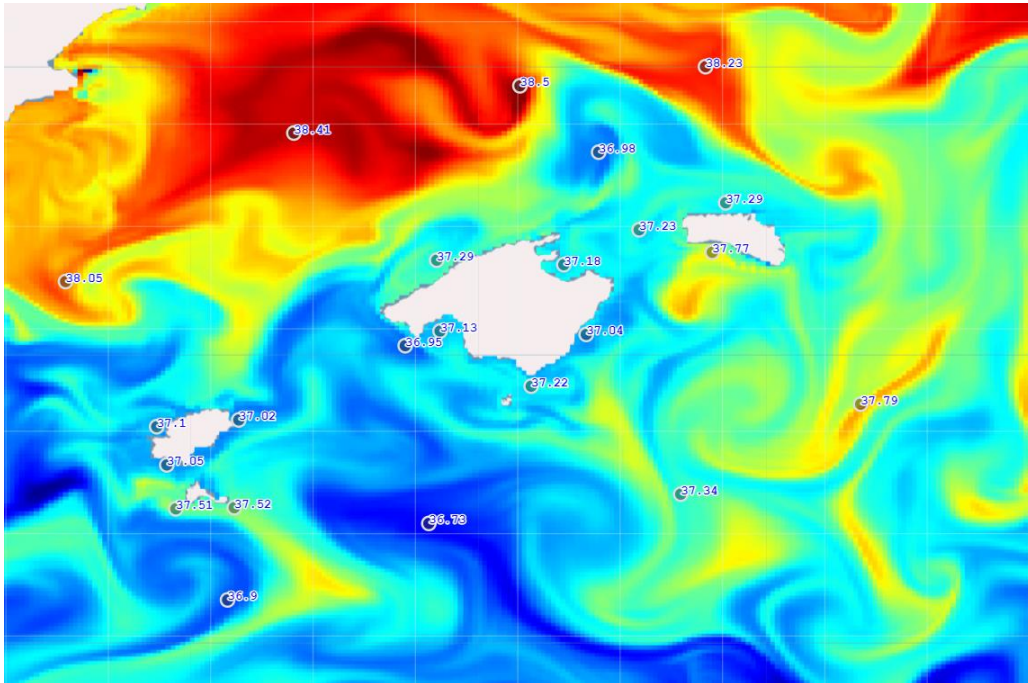


Figura 46: Nivells de salinitat al estiu de 2021 (específicament 15 de juliol) [8]

Nivells de salinitat a la tardor de 2021 (específicament el 15 de novembre):

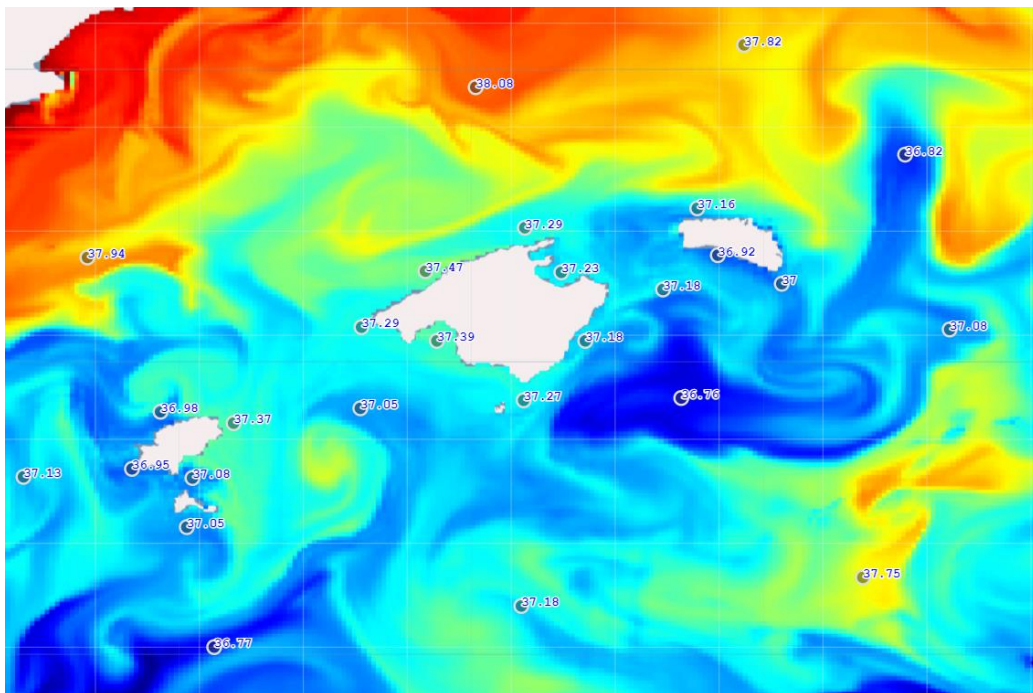


Figura 47: Nivells de salinitat a la tardor de 2021 (específicament el 15 de novembre) [8]

Nivells de salinitat a l' hivern de 2021-2022 (específicament a 1 de febrer 2022):

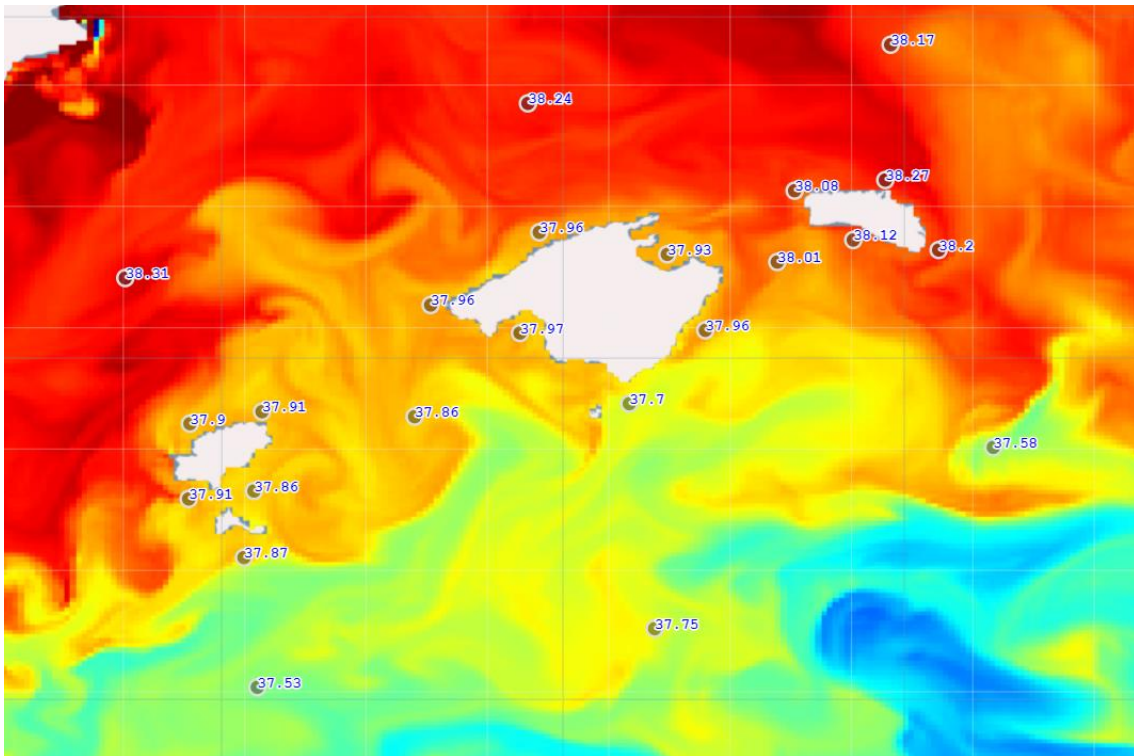


Figura 48: Nivells de salinitat a l' hivern de 2021-2022 (específicament a 1 de febrer 2022) [8]

Nivells de salinitat a la primavera de 2022 (específicament el 15 d'abril):

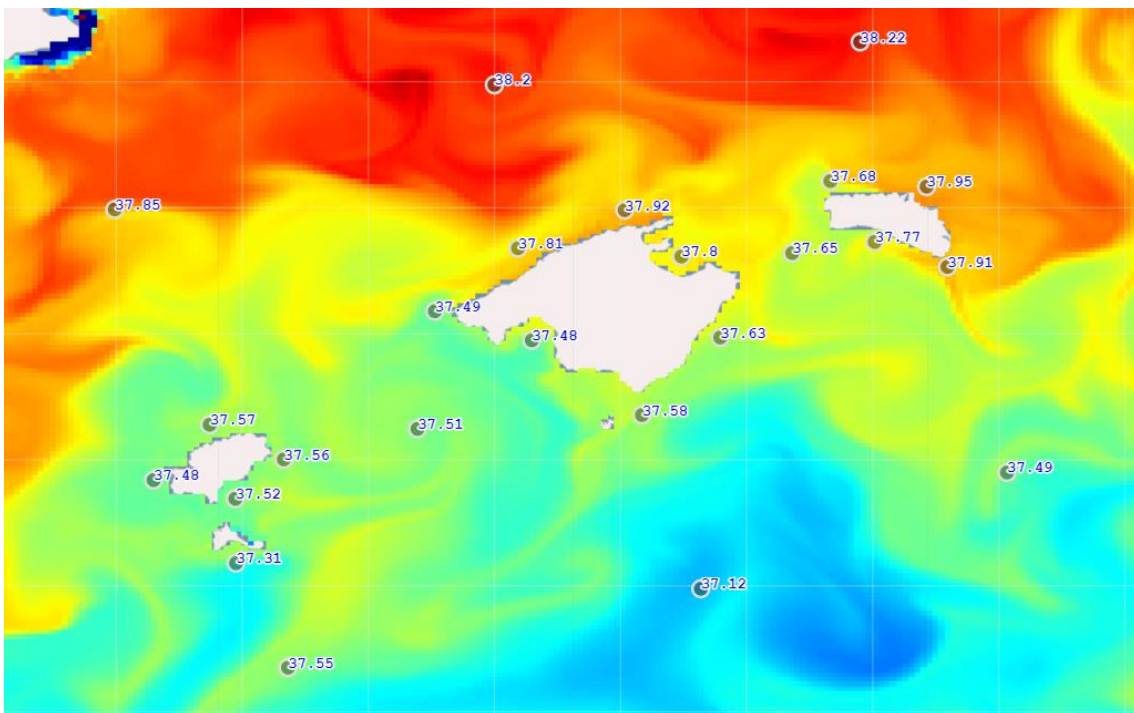


Figura 49: Nivells de salinitat a la primavera de 2022 (específicament el 15 d'abril) [8]

Com es pot veure, els nivells més alts es troben al nord de les illes, sobretot durant l'hivern, ja que al Golf de Lleó l'aigua en superfície es refreda i s'enfonsa de manera que l'aigua menys salina no es queda en la superfície, per tant arriba amb nivells molt alts al Mar Balear. Al llarg de l'any en aquesta zona els nivells de salinitat baixen fins a 37 grams, encara que l'aigua més propera a la península sempre es manté sobre els 38 grams. Quan arriba un altre cop l'hivern, els valors són de 38,5 grams a tota la zona nord. Al sud de les Balears l'aigua també és més salina a l'hivern amb valors de 37,5 grams, degut a que l'aigua de la zona nord baixa i es mescla amb l'aigua atlàntica. Però d'igual manera que a la situació nord, els nivells de salinitat són molt menors a mesura que avança l'any, perquè l'aigua del Golf de Gènova es fa notar amb menys intensitat i per tant circula majorment aigua del Atlàntic, que té valors del voltant de 36,7 grams a l'estiu. A l'est i l'oest de les illes, la situació al llarg de l'any és semblant a la situació nord, encara que amb nivells de salinitat lleugerament més baixos degut a que l'aigua es mescla amb la de l'Atlàntic. Cal destacar, que a excepció de la situació a l'hivern, l'aigua més propera a la costa tendeix a ser menys salina. A continuació es mostra una taula que compara la salinitat de les diferents zones al llarg de l'any.

	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
Nord Mar Balear	38,3	38,2	38,5	38
Zona costera nord	38	37,7	37	37,1
Sud Mar Balear	37,5	37,2	36,7	36,9
Zona costera sud	37,9	37,5	37	37
Est Mar Balear	38,3	38	37,5	37
Zona costera est	38,1	37,9	37,2	37
Oest Mar Balear	38,3	37,9	37	37,2
Zona costera oest	37,9	37,4	37	37

Taula 28: salinitat de les diferents zones del Mar Balear al llarg de l'any. Font pròpia

A més, la salinitat varia unes dècimes periòdicament cada pocs dies, com es mostra al següent exemple del mes de maig a juny de 2022:

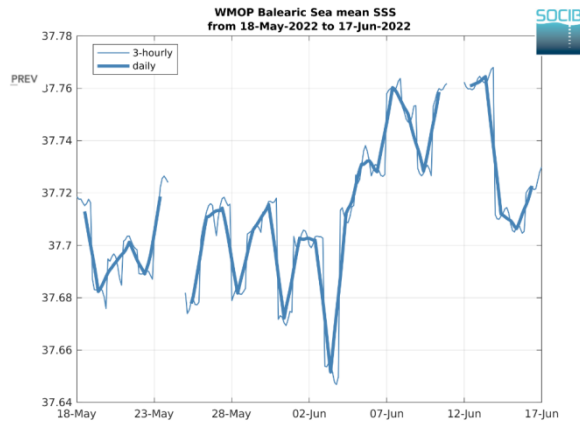


Figura 50: Exemple de la variació mensual de la salinitat [8]

La temperatura també es veu influenciada pels corrents marins. Per una banda, el corrent provinent del Golf de Lleó sempre aporta aigua freda, el que significa que la zona amb aigua més freda del Mar Balear és la nord-est. En canvi, l'aigua a la zona nord i nord-oest és la més calenta, degut a que prové de la costa peninsular on es troba l'aigua més calenta del Mediterrani occidental. La darrera massa d'aigua que influeix en la temperatura és la provinent de l'Atlàntic, que encara que entra al Mediterrani estant freda, en arribar a les Balears s'ha escalfat el suficient per ser el segon punt notable d'entrada d'aigua càlida. Aquest esquema mostra la temperatura de les aigües que envolten el Mar Balear.

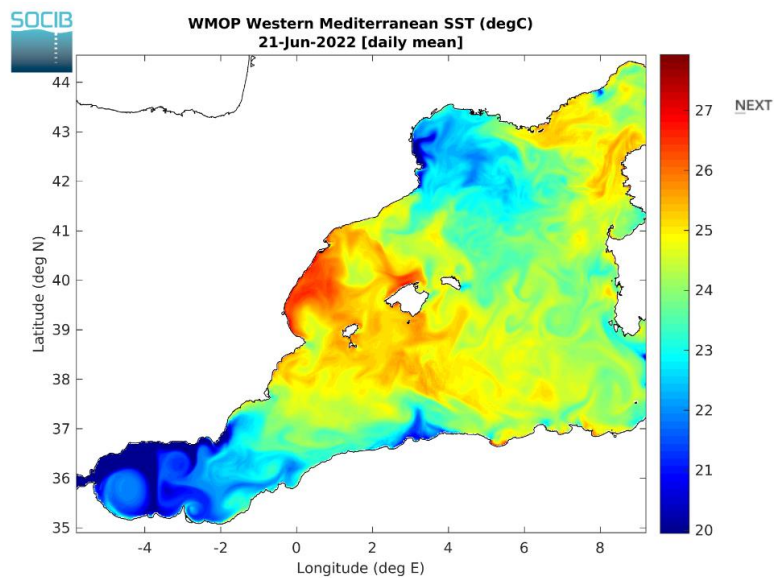


Figura 51: Esquema general de la temperatura al Mediterrani occidental [8]

A continuació es presenten imatges que mostren la temperatura superficial del Mar Balear a cada estació de l'any, segons el radar meteorològic del Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System (SOCIB). Els colors més vermellors indiquen l'aigua més càlida, mentre que els blaus més intensos indiquen la més freda. Cal mencionar que aquets colors estan ajustats a cada tram de temperatura per poder apreciar les diferències, el que significa que cada imatge té unes temperatures diferents associades a cada color.

Valors de temperatura superficial de l'aigua a l'estiu de 2021 (valors màxims pertanyents al 15 d'agost) :

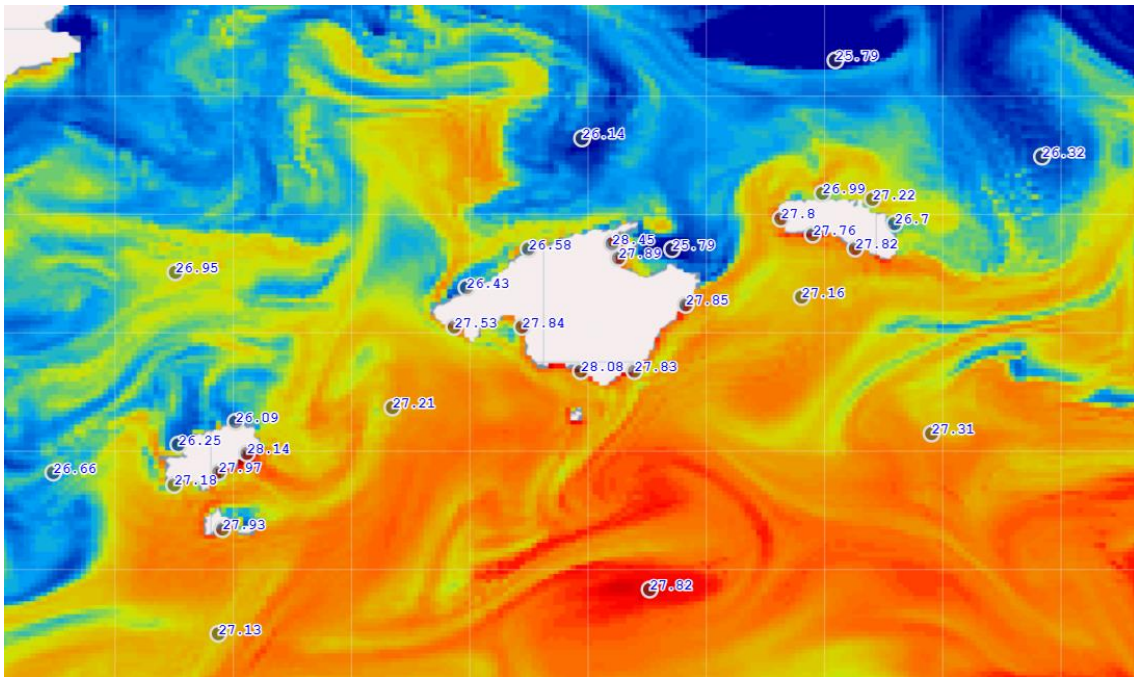


Figura 52: temperatura superficial de l'aigua a l'estiu de 2021 [8]

Valors de temperatura superficial de l'aigua a la tardor de 2021 (exactament 1 de novembre):

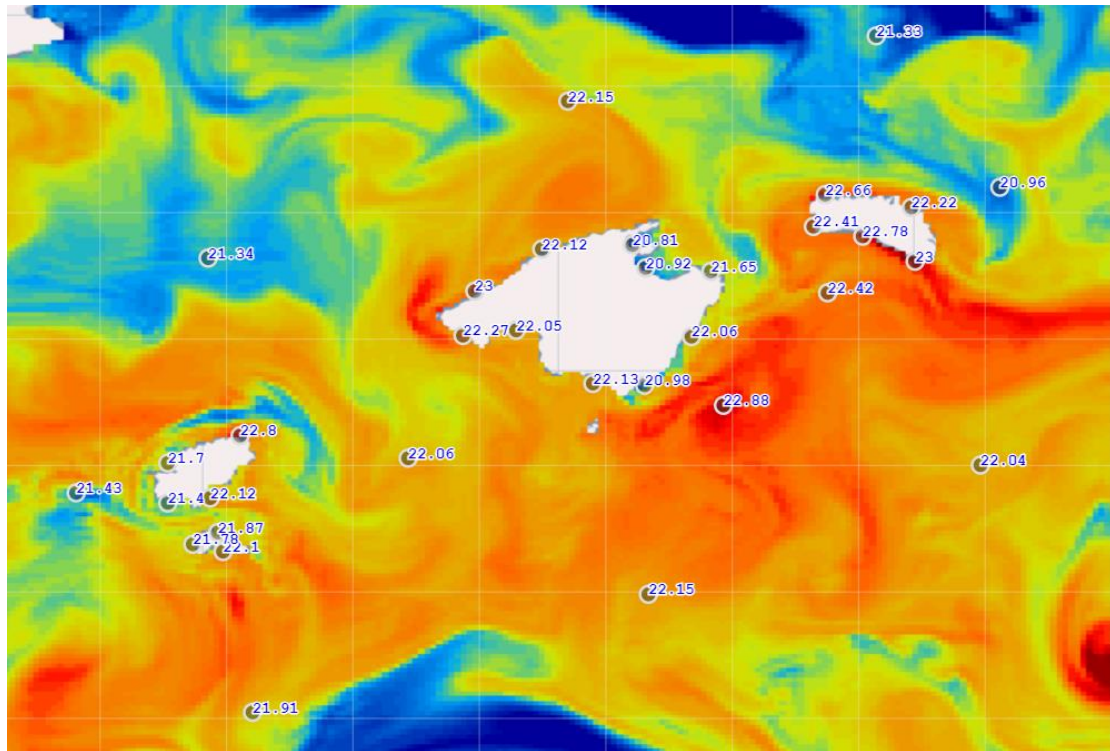


Figura 53: temperatura superficial de l'aigua a la tardor de 2021 [8]

Valors de temperatura superficial de l'aigua al hivern de 2021-2022 (valors mínims al 1 de febrer de 2022):

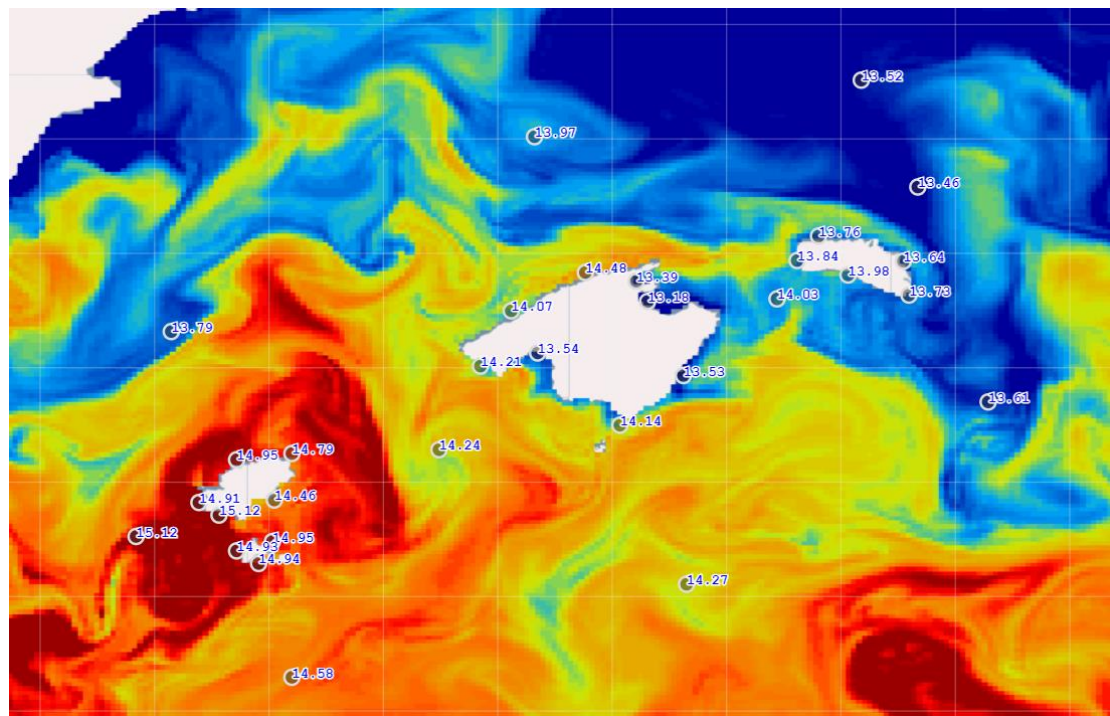


Figura 54: Valors de temperatura superficial de l'aigua al hivern de 2021-2022 [8]

Valors de temperatura superficial a la primavera de 2022 (específicament el 15 d'abril):

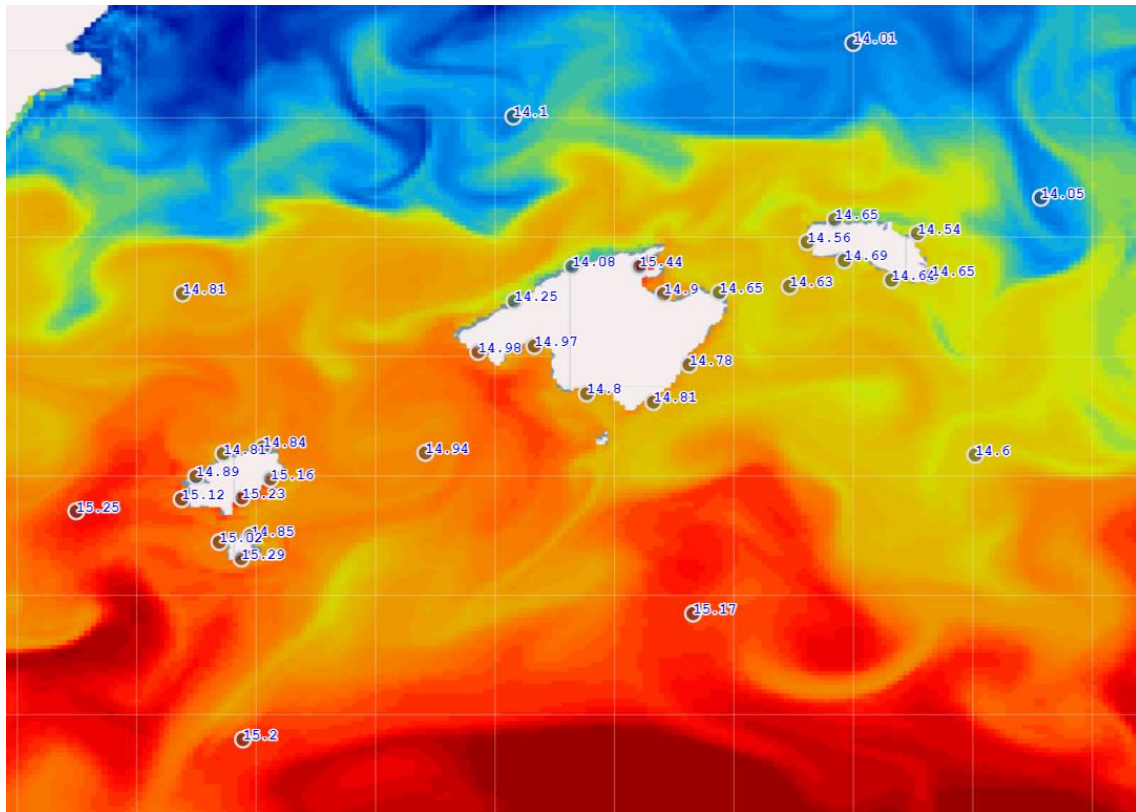


Figura 55: temperatura superficial a la primavera de 2022 [8]

Com és lògic la temperatura de l'aigua varia en funció de l'estació de l'any. L'aigua més freda la podem trobar a principis de febrer, mentre que la més càlida a mitjans d'agost. A l'hivern, l'aigua provinent del Golf de Lleó arriba especialment freda, sobre els 13,5 graus, el que fa estar sobre aquesta temperatura tota la zona N, NW i sobretot la NE. A la zona S i SW en canvi, la temperatura és de 14,5 graus, el que ens deixa una amplitud d' 1 grau. A la primavera, la situació és idèntica a l'hivern, però amb valors lleugerament més alts, 14 graus a les zones més fredes i 15 a les més càlides. En arribar l'estiu, la temperatura de l'aigua puja en gran mesura, sent la zona més freda la NE amb 25,7 graus i la més càlida de 28 graus al sud del Mar Balear i les aigües costeres. En aquesta època del l'any, es nota més l'escalfament de l'aigua atlàntica que arriba al sud balear i l'aigua càlida del sud de la península, cosa que crea una amplitud de més de 2 graus entre l'aigua freda del Golf de Gènova i l'aigua càlida. A la tardor, la situació és similar al estiu però amb temperatures de 21 graus a les zones més fredes i 22 graus a les més càlides.

	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
Nord	13,9	14	26,1	22,1
Nord-est	13,5	14	25,8	21,1
Est	13,5	14	26,3	21
Sud-est	13,6	14,6	27,3	22
Sud	14,3	15,2	27,8	22,1
Sud-oest	14,6	15,2	27,1	21,9
Oest	15,1	15,3	26,6	21,4
Nord-oest	13,7	14,8	26,9	21,3
Canal Mallorca - Menorca	14	14,6	27,1	22,4
Canal Eivissa - Mallorca	14,2	14,9	27,2	22

Taula 29: temperatura superficial de les diferents zones del Mar Balear al llarg de l'any. Font pròpia

Per acabar amb aquest apartat, es mostren els instruments que fan servir els oceanògrafs per mesurar les propietats físiques de l'aigua.

Per mesurar la temperatura de l'aigua a diferents profunditats s'utilitza el termòmetre reversible. Consisteix en un tub de vidre, envoltat amb una espiral de mercuri que el cobreix 360 graus. El seu funcionament es basa en que el mercuri puja en funció de la temperatura exterior, a mesura que s'augmenta la profunditat. La particularitat d'aquest aparell és que en arribar a la profunditat desitjada, s'inverteix 180 graus, de manera que el mercuri es queda situat a la posició en que es troba a certa profunditat, amb la finalitat de que en tornar a la superfície la persona que pren les mostres pot apreciar la pujada del mercuri.

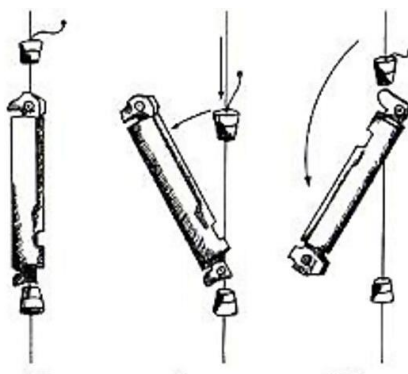


Figura 56: Termòmetre reversible [22]

Per mesurar altres paràmetres com la salinitat, la concentració d'oxigen i de nutrients, s'utilitza la botella Niskin, que és una botella per obtindre mostres d'aigua, i és l'evolució de la botella Nansen.



Figura 57: Botella Niskin [22]

3.2 Corrents properes

Els corrents al Mar Balear estan afectats en gran mesura per la circulació general de corrents al Mediterrani occidental, que com s'ha exposat en apartats anteriors és condicionat principalment pels fluxos d'aigua procedents de l'Atlàntic, via Estret de Gibraltar, i del Golf de Lleó, coneguda com a corrent del nord. Però com es veurà a continuació, els corrents a les Balears tenen característiques pròpies degut a la seva localització geogràfica dins el Mediterrani, la qual juga un paper important dins la circulació general del Mediterrani, i a més per la orografia única que conforma l'arxipèlag.

Descrivint breument la situació geogràfica on circulen els corrents a estudiar, es pot dir que les àrees més importants són els canals d'Eivissa i Mallorca, que es situen entre el cap de La Nao i Eivissa, i entre Eivissa i Mallorca respectivament. L'amplada del canal d'Eivissa és de 80 km a la superfície, però s'estreny en gran mesura als 800 metres de profunditat. El de Mallorca en canvi, és menys profund amb 500 metres. Per altra banda esta el Golf de València, un àrea còncava al nord del canal d'Eivissa, on la profunditat arriba als 1000 metres.

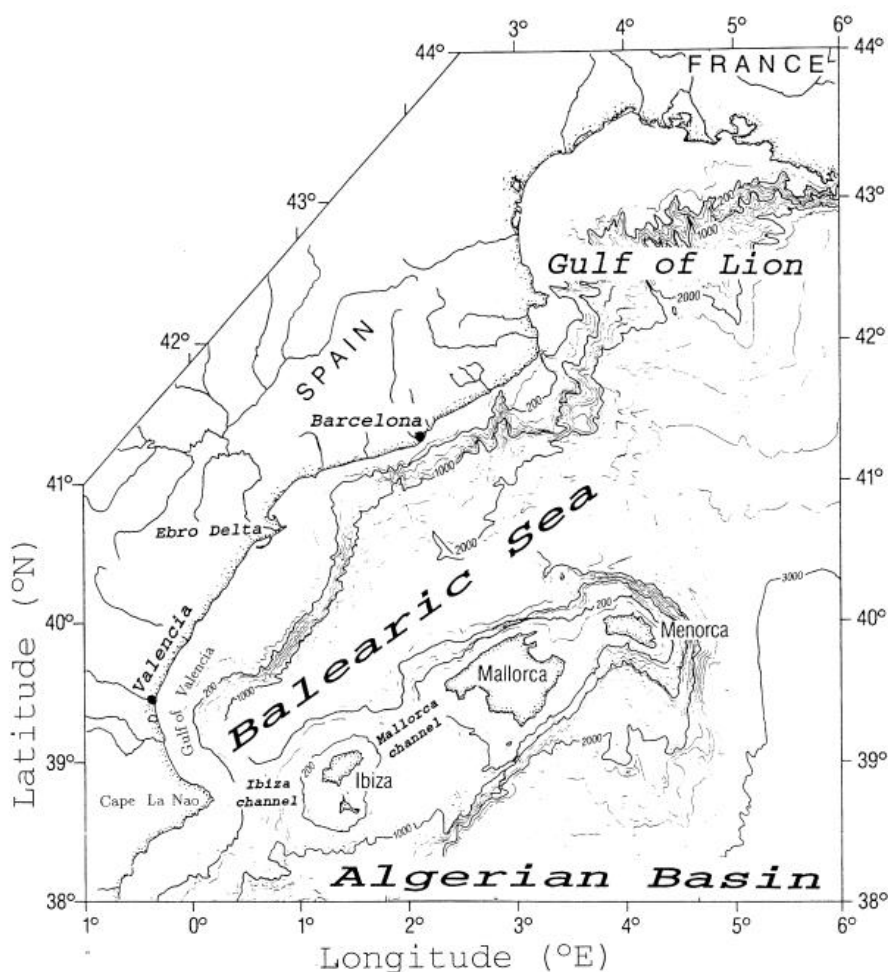


Figura 58: Orografia de l'arxipèlag balear i el Golf de València [15]

Els canals de les Balears són un punt d'especial importància per a la mescla de les diferents masses d'aigua que es troben al Mediterrani Occidental. En ells, es troben les aigües fredes i salines procedents del Golf de Lleó amb les aigües més calentes procedents de la conca algeriana, que consisteixen en aigües atlàntiques.

El corrent del nord transporta les aigües del Golf de Lleó cap al sud, al llarg del talús continental del Mar Balear. Aquesta corrent es bifurca en arribar al extrem nord del canal d'Eivissa, on la rama principal avança cap al sud fins arribar a la conca algeriana, mentre que l'altra rama menor forma remolins generalment en sentint anticiclònic que fan circular la massa d'aigua en direcció nord-est, formant el corrent de les Balears el qual travessa el talús continental de les illes. En aquest punt, la massa d'aigua provinent del nord es mescla amb les aigües del sud, que com s'ha vist al capítol d'oceanografia del Mediterrani, poden arribar al Mar Balear degut als remolins que es formen gràcies a l'acceleració Coriolis.

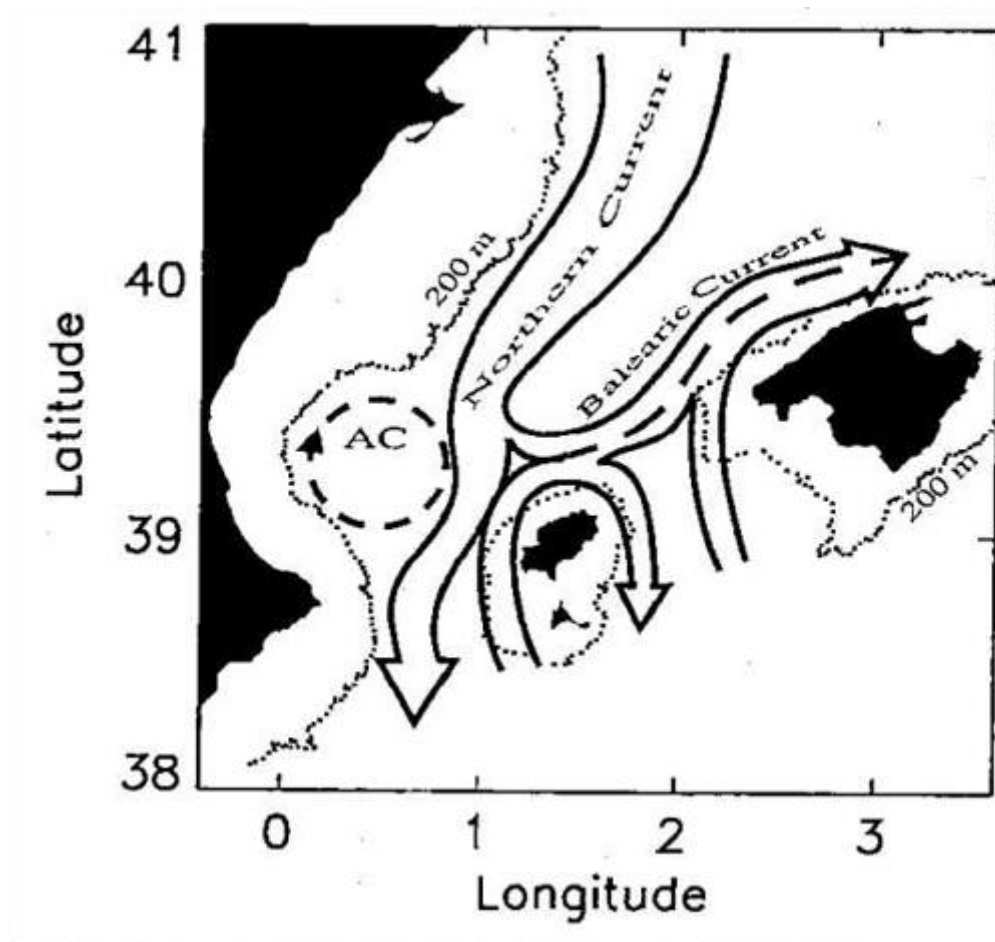


Figura 59: Esquema general dels corrents a les Balears [15]

Al Mar Balear per tant, es poden trobar diferents aigües depenent de la seva procedència. Les aigües superficials (SW) contenen tant aigües de baixa salinitat d'origen atlàntic (AW) com aigües mediterrànies més salades (MW). També podem trobar les aigües intermèdies del Mediterrani Occidental (WIW), que es caracteritzen per mínims de temperatura de 12,5°C, les aigües intermèdies llevantines (LIW) caracteritzades per màxims de temperatura de 13,3°C i salinitat de 38,5 grams, i finalment les aigües profundes del Mediterrani Occidental (WMDW). Cal destacar que cada tipus d'aigua te unes sigles en anglès segons la seva denominació acordada internacionalment.

Les velocitats d'aquests corrents, varien en funció de la capa que s'estudii. Normalment la velocitat disminueix en un factor de dos entre els 80m i els 200-250m, i el mateix passa fins arribar als 400-500m. Però el flux a peu de pendent, a uns 800-900m de profunditat iguala o inclús supera la velocitat de la capa intermèdia, cosa que és comú a tot el Mediterrani Occidental (Millot, 1994). Les velocitats del corrent oscil·len entre 0-20 cm/s als 100m més superficials, 0-10 cm/s als 200-250m de profunditat, 0-5 cm/s als 450-500m i 5 cm/s als 800-900m.

El flux d'aigua al Canal d'Eivissa està afectat principalment pel Corrent del Nord, que com hem dit transporta les aigües septentrionals cap al sud, però que també es bifurca cap al nord-est formant el corrent de les Balears. Aquesta bifurcació esta condicionada principalment per la topografia i l'elevació del fons del canal. En el canal de Mallorca es produeix una bifurcació similar, on part del flux d'aigua creua el canal cap al sud, mentre que l'altra part de l'aigua es dirigeix cap al nord-est al llarg de la costa mallorquina. Per tant, la principal diferència entre els dos canals és que al Canal d'Eivissa la circulació és principalment cap al sud, sent les seves aigües procedents del nord, mentre que al Canal de Mallorca la trajectòria de les aigües és principalment de sud cap al nord.

Segons els estudis en aquesta matèria, hi ha indicis de que el patró de circulació a les diferents corrents és el mateix a totes les profunditats, tenint en compte que a major profunditat més estrets són els canals, i per tant major és la fracció d'aigua del nord que es retro-flecta.

Aquests corrents varien cíclicament al llarg de cada any, i això és degut a que la corrent del nord, no arriba a les Illes amb la mateixa intensitat a totes les èpoques de l'any. Aquest fenomen es fa notar majorment al Canal d'Eivissa, que com s'ha mostrat, és el més exposat a les aigües procedents del nord. El transport d'aigua de nord a sud decreix en un factor de tres entre març i juliol, cosa que permet a les aigües del sud aventurar-se dins el canal d'Eivissa tres vegades més del que farien normalment. El Canal de Mallorca experimenta un fenomen similar, però amb una amplitud molt menor, ja que no està condicionat tant per les aigües del nord.

Alguns anys aquesta variabilitat estacional es veu emmascarada pels remolins. Sobre el Canal d'Eivissa es troben els remolins de sentit anticiclònic que bifurquen el corrent del nord formant el corrent de les Balears. Aquets, solen tenir un diàmetre entre 20 i 70 km, però poden arribar als 150 km de diàmetre; poden mantenir-se durant mesos si són de gran dimensió, i es poden infiltrar pel canal si són de menor diàmetre, mesclant les diferents aigües mediterrànies que hi es troben. El Canal de Mallorca es veu més afectat pels remolins creats per l'efecte Coriolis sobre la costa africana.

En conclusió, la circulació cap al sud de les aigües del nord predominen al Canal d'Eivissa, mentre que al Canal de Mallorca principalment hi circulen aigües del sud en direcció nord. Només a la primavera-estiu, quan la intensitat del corrent del nord decreix, és que les aigües del sud envaeixen el Canal d'Eivissa. A més, es creen remolins a la badia de València que bifurquen el corrent del nord creant la de Balears, i altres més petits s'infiltra pels canals mesclant les aigües del nord i del sud.

Finalment, s'inclou en aquest apartat l'explicació de dos fenòmens que afecten a les masses d'aigua a les Balears. Aquests són les mareas i les rissagues, veurem la diferència entre aquests i perquè un es fa notar molt més que l'altre.

Les mareas són un moviment periòdic d'ascens i descens del nivell del mar, principalment per l'atracció gravitatòria del sol i sobretot de la lluna. Això es coneix com a marea astronòmica, però també existeix una component que depèn de l'estat meteorològic de la zona, que es coneix com a marea meteorològica.

La marea astronòmica es comporta com una onda que es propaga pels oceans de forma sincronitzada amb el moviment dels astres anteriorment esmentats. L'entrada i sortida d'aquesta onda de marea astronòmica al Mediterrani, on es troben les Balears, es realitza a través de l'Estret de Gibraltar, i degut a les seves dimensions, tant el pas d'entrada com el de sortida de la massa d'aigua necessària no arriba a realitzar-se completament. És per això que el fenomen de les mareas astronòmiques observades als ports del Mediterrani són de poca importància i es veuen emmascarades per la component meteorològica.

La component meteorològica, coneguda tècnicament com a "seiches" es coneix a les Balears com a Rissagues. Són elevacions i descensos del nivell del mar de notable amplitud, acompanyades de fortes corrents, produïts per efectes meteorològics. L'altura d'onda típica varia entre els 60 cm i 120 cm, però pot arribar als 3 metres, mentre que el període és de 10 minuts. Quan la rissaga té una altura d'onda de 1,5 metres o més, pot arribar a produir importants destrosses. Aquest fenomen afecta especialment el port de Ciutadella, Menorca.

3.3 Onatge

L'onatge és una translació de moviment ondulatori, i existeix transport de moviment però no de massa. La generació d'onatge és deguda al vent, i consta de tres variables definitòries: el període (T), l'altura (H) o amplitud (A), i la longitud d'ona (L).

Les ones tenen una major velocitat quan la profunditat és considerable, i en el cas del Mar Balear on les profunditats disminueixen constantment degut a la orografia de l'arxipèlag, les ones no seran gaire ràpides. Aquest fenomen s'anomena refracció de la ona, i a les ones afectades se'ls anomena ones d'aigües someres.

A més, les característiques de l'onatge, altura (H) i període (T) depenen de variis factors: la velocitat del vent (W), l'extensió lineal de la zona generadora d'onatge (fetch) (F) i la persistència del vent (T), la qual és el temps en que el vent ha bufat en la mateixa direcció i velocitat.

El fetch a les Balears és molt limitat, sobretot entre illes, ja que les distàncies no superen les 100 milles. Només en direcció cap a mar obert el fetch és apreciable, i per tant un onatge potencialment superior. En quant a la persistència del vent, sabem que a l'estiu balear predomina l'embat, que és un vent que apareix cada 12 hores, i a més guanya intensitat progressivament, i en disminueix de la mateixa manera, cosa que no es defineix com a un vent precisament persistent. A la resta de l'any, els vents són d'altra naturalesa, més persistents, per tant poden originar un potencial onatge superior.

A continuació es mostra una taula del famós llibre "American Practical Navigator Bowditch 2002" on compara la força Beaufort del vent amb els paràmetres anteriorment descrits, per mostrar l'altura d'onada que resultaria.

Fetch	BEAUFORT NUMBER																								Fetch				
	3			4			5			6			7			8			9			10				11			
	T	H	P	T	H	P	T	H	P	T	H	P	T	H	P	T	H	P	T	H	P	T	H	P		T	H	P	
10	4.4	1.8	2.1	3.7	2.6	2.4	3.2	3.5	2.8	2.7	5.0	3.1	2.5	6.0	3.4	2.3	7.3	3.9	2.0	8.0	4.1	1.9	10.0	4.2	1.8	10.0	5.0	10	
20	7.1	2.5	3.0	6.2	3.7	3.0	5.2	4.9	3.3	4.7	7.0	3.8	4.2	8.6	4.3	3.9	10.0	4.4	3.5	12.0	5.0	3.2	14.0	5.2	3.0	16.0	5.9	20	
30	9.8	3.0	3.8	8.3	3.9	3.6	6.7	5.2	3.7	6.2	8.0	4.2	5.8	10.0	4.6	5.2	12.1	5.0	4.7	15.8	5.5	4.4	18.0	6.0	4.1	19.8	6.3	30	
40	12.0	3.0	4.0	10.3	3.9	3.6	8.9	6.2	4.1	7.8	9.0	4.6	7.1	11.2	4.9	6.5	14.0	5.4	5.8	17.7	5.9	5.4	21.0	6.3	5.1	22.5	6.7	40	
50	14.0	3.0	4.2	12.4	4.0	3.8	11.0	6.5	4.4	9.1	9.8	4.8	8.4	12.2	5.2	7.7	15.7	5.6	6.9	19.8	6.3	6.4	23.0	6.7	6.1	25.0	7.1	50	
60	16.0	3.0	4.3	14.0	4.0	4.0	12.0	6.8	4.6	10.2	10.3	5.1	9.6	13.2	5.5	8.7	17.0	6.0	8.0	21.0	6.5	7.4	25.0	7.0	7.0	27.5	7.5	60	
70	18.0	3.0	4.4	15.8	4.0	4.1	13.5	7.0	4.8	11.9	10.8	5.4	10.5	13.9	5.7	9.9	18.0	6.4	9.0	22.5	6.8	8.3	26.5	7.3	7.8	29.5	7.7	70	
80	20.0	3.0	4.5	17.0	4.0	4.2	15.0	7.2	4.9	13.0	11.0	5.6	11.0	14.5	6.0	11.0	18.9	6.6	10.0	24.0	7.1	9.3	28.0	7.7	8.6	31.5	7.9	80	
90	23.6	3.0	4.6	18.8	4.0	4.3	16.5	7.3	5.1	14.1	11.2	5.8	13.0	15.0	6.3	12.0	20.0	6.7	11.0	25.0	7.2	10.2	30.0	7.9	9.5	34.0	8.2	90	
100	27.1	3.0	4.7	20.0	4.0	4.4	17.5	7.3	5.3	15.1	11.4	6.0	14.0	15.5	6.5	12.8	20.5	6.9	11.9	26.5	7.6	11.0	32.0	8.1	10.3	35.0	8.5	100	
120	31.1	3.0	4.8	22.4	4.1	4.7	20.0	7.8	5.4	17.0	11.7	6.2	15.9	16.0	6.8	14.5	21.5	7.3	13.1	27.5	7.9	12.3	35.5	8.4	11.5	37.5	8.8	120	
140	36.6	3.0	4.9	25.8	4.2	4.9	22.5	7.9	5.8	19.1	11.9	6.4	17.6	16.2	7.0	16.0	22.0	7.6	14.8	30.0	8.3	13.9	38.5	8.8	13.0	40.0	9.2	140	
160	43.2	3.0	4.9	28.4	4.2	5.2	24.3	7.9	6.0	21.1	12.0	6.6	19.5	16.5	7.3	18.0	23.0	8.0	16.4	30.5	8.7	15.1	37.0	9.1	14.5	42.5	9.6	160	
180	50.0	3.0	4.9	30.9	4.3	5.4	27.0	8.0	6.2	23.1	12.1	6.8	21.3	17.0	7.5	19.9	23.5	8.3	18.0	31.5	9.0	16.5	38.5	9.5	16.0	44.5	10.0	180	
200		3.0	5.0	33.5	4.3	5.6	29.0	8.0	6.4	25.4	12.2	7.1	23.1	17.5	7.7	21.5	25.5	8.5	19.3	32.5	9.2	18.1	40.0	9.8	17.1	46.0	10.5	200	
220	36.5	4.4	5.8	31.1	8.0	6.6	27.2	12.3	7.2	25.0	12.9	8.0	22.9	24.0	8.8	20.9	34.0	9.6	19.1	41.5	10.1	18.1	47.5	10.6	18.2	50.0	11.6	220	
240	39.2	4.4	5.9	33.1	8.0	6.8	29.0	12.4	7.3	26.8	12.9	8.0	24.4	24.5	9.0	22.0	34.5	9.8	20.5	43.0	10.3	19.5	49.0	10.8	18.3	52.0	12.0	240	
260	41.9	4.4	6.0	34.9	8.0	6.9	30.5	12.6	7.5	28.0	13.0	8.4	26.0	25.0	9.2	23.5	34.5	10.0	21.8	44.0	10.6	20.9	50.5	11.1	18.6	54.0	12.6	260	
280	44.5	4.4	6.2	36.8	8.0	7.0	32.4	12.9	7.8	29.5	13.0	8.8	27.7	25.0	9.4	25.0	35.0	10.2	23.0	45.0	10.9	22.0	51.5	11.3	18.8	56.0	13.2	280	
300	47.0	4.4	6.3	38.5	8.0	7.1	34.1	13.1	8.0	31.5	13.0	8.8	29.0	25.0	9.5	26.5	35.0	10.4	24.3	45.0	11.1	22.1	53.0	11.6	19.0	58.0	13.8	300	
320	42.4	8.0	7.1	40.5	8.0	7.1	36.0	13.3	8.2	33.0	13.0	9.0	30.0	26.0	9.6	27.5	35.0	10.6	25.5	45.0	11.3	23.5	54.0	11.9	19.3	60.0	14.4	320	
340	44.2	8.0	7.3	42.4	8.0	7.3	37.6	13.4	8.3	34.2	13.0	9.0	31.6	25.0	9.8	29.0	36.0	10.8	26.7	46.0	11.4	25.5	55.0	12.0	19.4	62.0	15.0	340	
360	44.2	8.0	7.4	43.8	8.0	7.4	38.8	13.4	8.4	35.7	13.1	9.1	33.0	25.0	9.9	30.0	36.5	10.9	27.7	46.5	11.6	26.6	55.0	12.2	19.6	64.0	15.6	360	
380	46.1	8.0	7.5	46.2	8.0	7.5	40.2	13.5	8.5	37.1	13.2	9.3	34.2	25.0	10.1	31.5	37.0	11.1	29.1	47.0	11.8	27.7	55.0	12.5	19.8	66.0	16.2	380	
400	48.0	8.0	7.7	48.2	8.0	7.7	42.2	13.5	8.6	38.8	13.4	9.3	35.6	26.0	10.2	32.5	37.0	11.2	30.2	47.5	12.0	28.9	56.0	12.8	20.0	68.0	16.8	400	
420	50.0	8.0	7.8	45.5	8.0	7.8	43.5	13.6	8.7	40.0	13.7	9.6	36.9	26.5	10.3	33.5	37.5	11.4	31.5	47.5	12.2	29.6	56.5	12.9	20.2	70.0	17.4	420	
440	52.0	8.0	7.9	44.7	8.0	7.9	44.7	13.7	8.8	41.3	13.8	9.7	38.1	27.0	10.4	34.8	37.5	11.5	32.5	48.0	12.3	30.9	57.0	13.2	20.4	72.0	18.0	440	
460	54.0	8.0	8.0	46.2	8.0	8.0	46.2	13.7	8.9	42.8	14.0	9.8	39.5	27.5	10.6	36.0	37.5	11.7	33.5	48.5	12.5	31.8	57.5	13.4	20.6	74.0	18.6	460	
480	56.0	8.0	8.1	47.8	8.0	8.1	47.8	13.7	9.0	44.0	14.0	9.9	41.0	27.5	10.8	37.0	37.5	11.8	34.5	49.0	12.6	32.9	58.0	13.6	20.8	76.0	19.2	480	
500	58.0	8.0	8.2	49.2	8.0	8.2	49.2	13.8	9.1	45.5	14.1	10.1	42.1	27.5	10.9	38.3	38.0	11.9	35.5	49.0	12.7	33.9	58.0	13.8	21.0	78.0	19.8	500	
550								53.0	13.8	9.3	48.5	14.5	10.3	44.9	27.5	11.1	41.0	38.5	12.2	38.2	50.0	13.0	36.5	59.0	14.1	21.2	80.0	20.4	550
600								56.3	13.8	9.5	51.8	15.0	10.5	47.7	27.5	11.3	43.3	39.0	12.5	40.3	50.0	13.3	38.7	60.0	14.4	21.4	82.0	21.0	600
650											55.0	15.0	10.7	50.3	27.5	11.6	46.4	39.5	12.8	43.0	50.0	13.7	41.0	60.0	14.7	21.6	84.0	21.6	650
700											58.5	15.0	11.0	53.2	27.5	11.8	49.0	40.0	13.1	45.4	50.0	14.0	43.5	60.0	15.0	21.8	86.0	22.2	700
750											56.2	15.0	11.2	51.0	27.5	12.1	51.0	40.0	13.3	48.0	51.0	14.2	45.8	61.0	14.8	22.0	88.0	22.8	750
800																	53.8	40.0	13.5	53.8	40.0	15.0	51.5	61.5	15.0	22.0	90.0	23.4	800
850																	56.3	40.0	13.8	56.3	40.0	15.8	52.5	62.0	15.2	22.2	92.0	24.0	850
900																	58.2	40.0	14.0	58.2	40.0	16.0	54.6	62.0	15.3	22.4	94.0	24.6	900
950																				57.2	40.0	15.1	54.0	63.0	15.3	22.6	96.0	25.2	950
1000																				59.3	40.0	15.3	56.3	63.0	16.0	22.8	98.0	25.8	1000

Taula 30: Altura d'onada segons variis paràmetres [25]

Quan l'onatge originat pel vent abandona la zona generadora, continua propagant-se sense aportació d'energia, per la qual cosa s'anirà reduint. En aquest cas, es diu que la mar de vent s'ha convertit en mar de fons, i aquesta pot recórrer grans distàncies gràcies a la "velocitat de grup" de les ones. Una altra vegada, l'orografia de l'arxipèlag dificulta la mar de fons als canals de les diferents illes, ja que l'espai és molt limitat, per tant en ells predomina la mar de vent. A les aigües balears que donen directament al Mediterrani obert, s'experimenta en major mesura el mar de fons.

4. Proposta de guia per a la navegació a les Illes Balears

La següent guia té com a objectiu proporcionar al navegant una sèrie de recomanacions i advertències sobre la navegació a les Illes Balears, enfocant-se en els aspectes meteorològics i oceanogràfics exposats en els apartats anteriors. Cal destacar que és una guia purament de navegació, on no es profunditza mostrant les característiques orogràfiques de la costa, ni s'especifica els serveis que ofereixen els diferents ports i clubs nàutics, per la qual cosa es recomana el derroter nº8 del Ministeri de Defensa "Derrotero de las Islas Baleares y Costa Norte de África".

4.1 Generalitats

La navegació al llarg de la costa insular és fàcil i atracable en condicions meteorològiques favorables, degut a la orografia alta i tallada al litoral septentrional i més baixa i escarpada al meridional, però sobretot pel clima del que gaudeixen les illes. La navegació pels canals en canvi pot ser més incòmoda, sobretot al de Menorca, ja que té unes 20 milles d'amplada amb fons menors a 100 metres, on els temporals procedents del primer i quart quadrant poden dificultar la navegació. [5]

És a tenir en compte a l'arxipèlag l'embat, que és un vent que es fa notar amb especial força a les illes, i com apareix periòdicament cada dotze hores guanyant gran intensitat al migdia, pot agafar de sorpresa al navegant que no hi està avesat.

Un altre aspecte meteorològic comú a les diferents illes són els alts nivells d'humitat, cosa que s'ha de tenir en compte a l'hora de transportar càrregues des de les illes cap a una destinació de diferent clima, degut a que la condensació del vapor podria deteriorar la càrrega. Per la qual cosa, es recomana prevenir l'humitat del lloc de destinació, i portar deshumidificadors a les bodegues en cas de que els valors siguin menors. A més, l'alta humitat a les Balears agreuja les temperatures especialment baixes o altes, de manera que els navegants que han fet una previsió meteorològica per visitar les Balears, poden esperar unes temperatures més altes o baixes a les previstes.

També és important saber a l'hora de navegar per una illa o una altra que existeix una notable diferència de pressió atmosfèrica entre l'illa de Menorca i la resta d'illes. Una diferència de 10 hectopascals menys de mitjana anual, significa que es pot esperar pitjor temps a les aigües menorquines.

Aspectes no meteorològics a tenir en compte són els límits territorials de les capitànies marítimes de les illes. Existeixen dues capitànies marítimes a les Balears, la de Palma de Mallorca te com a límit territorial les aigües costeres de Mallorca i Menorca, amb els districtes marítims de Palma, Alcúdia, Maó i Ciutadella. La capitania marítima de Eivissa/Formentera te com a límit territorial les aigües costeres de Eivissa i Formentera, dividit en els districtes marítims de Eivissa, San Antoni Abad i Formentera.

Com a la resta de les aigües espanyoles, els bucs petrolers monocasc que transporten mercaderies perilloses o contaminants no poden entrar als ports de les Balears, terminals ni zones de fondeig.

Altra informació important són les zones de responsabilitat de recerca i salvament marítim (SAR). Al Mediterrani la zona de responsabilitat espanyola arriba fins els límits del Mar Balear, de la manera que s'ensenya a la següent imatge.



Figura 60: Zones de responsabilitat SAR al Mediterrani [5]

Els contactes del Centre de Coordinació de Salvament Marítim de Palma segons el derroter nº8 són:

VHF: 16-10

Telèfons: 971 728 322 971 722 011

Fax: 971 728 352

e-Mail: palma@sasemar.es

Finalment, cal saber que existeixen tres zones d'exercicis militars a les aigües balears, la "LED 26" que es troba entre Alacant i Eivissa, on es realitzen exercicis aeris i de tir A/A, i les zones M-21 i M-22 on es realitzen exercicis submarins i de fondeig de mines, formació MCM i de bussejadors.

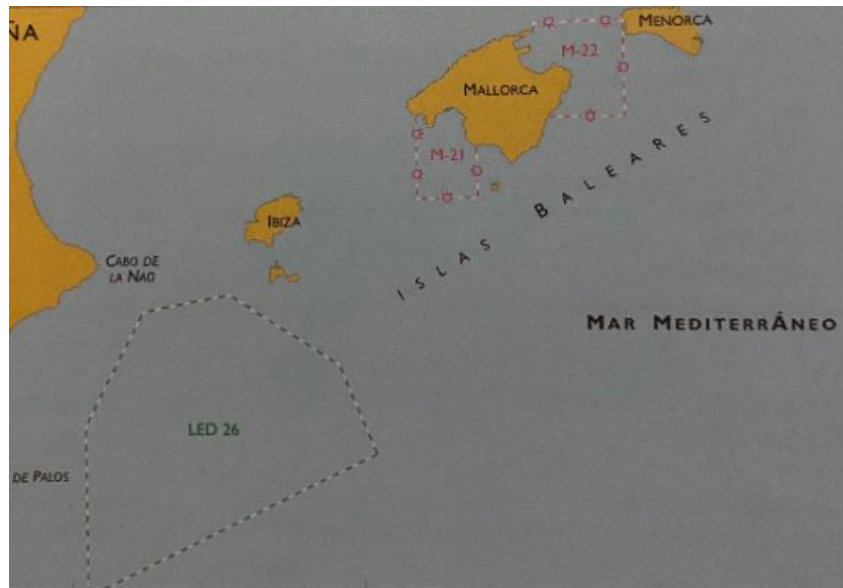


Figura 61: Zones d'exercicis militars [5]

A més de les recomanacions d'aquesta guia de navegació, es recomana al navegant fer previsions meteorològiques mitjançant Meteonav, d'AEMET, i recórrer als serveis meteorològics GMDSS, INMARSAT SafetyNET o el NAVTEX.

4.2 Navegació a Mallorca

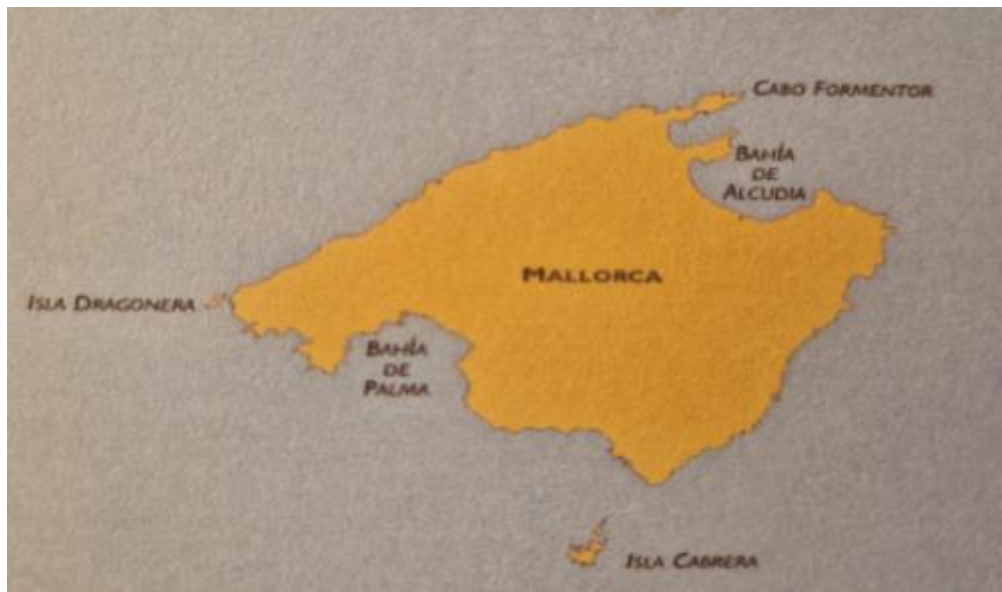


Figura 62: Illa de Mallorca [5]

L'illa de Mallorca és la major de totes, amb ribes altes i penya-segats sobretot a la part septentrional. En canvi, a la part E i SE les muntanyes van descendint lleugerament i gradualment fins acabar en la costa en forma de ribes baixes, que poques vegades són platja d'arena. Les altures principals que es distingeixen des de la mar i per tant poden servir de marca al navegant són les següents, a partir del SW cap al N: [5]

Puig Esclop (926m), Puig Galatzó (1026m), Els Puntals (892m), Mola de Planície (939m), Fontanellas (874m), Tex (1064m), Puig de la Comuna (806m), Puig de l'Ofre (1090m), Puig Major (1436m), Massanella (1349m), Tomir (1103m), Ternelles (838m), Cornavaques (544m), Atalaya d'Alcúdia (444m), Farrutx (519m), Morey (562m), Recó (385m), Puig San (510m), Puig Randa (543m), Bendinat (485m). [5]

En aquesta illa trobem les espaioses badies de Palma, Alcúdia i Pollença, a més dels ports naturals de Sóller, Andratx, Porto Colom i Porto Cristo. Excepte el de Sóller, aquests ports naturals només poden proporcionar refugi a embarcacions de mitjana eslora. [5]

El temps meteorològic és especialment dur a l'hivern, quan bufen principalment vents de component nord, però també els vendavals de Llebeig (SW), que travessen l'Estret de Gibraltar entrant al Mediterrani i es caracteritzen per una pluja intensa.

Els dies ennuvolats i les precipitacions poden dificultar la navegació, tant per la reducció de visibilitat, com per les interferències en els sistemes ARPA. A Mallorca els mesos que es poden esperar les pluges més intenses són de setembre a gener, i de manera semblant els mesos amb dies més ennuvolats són d'octubre a gener. A més, el mes de març és el més propens a trobar boira, amb almenys un dia d'aquest mes, per la qual cosa s'hauria de prevenir abans de sortir a navegar al mes de març.

A l'hora de realitzar treballs o activitats esportives dins l'aigua, s'ha de tenir en compte que la temperatura de l'aigua més baixa la trobem durant l'hivern i la primavera, quan ronda entre 13.5°C i 14°C. L'aigua és especialment freda durant aquestes estacions al nord-est de l'illa i a la badia d'Alcúdia.

Per a la navegació de bucs mercants a la illa de Mallorca, s'ha de saber que existeix una zona a evitar entre l'illa de la Dragonera i el port de Palma. Aquesta es delimita entre el Dic de l'Oest i el Cap de Llebeig de la Dragonera, passant a 1 milla al SW del Cap de Llebeig, seguint a 1,2 milles al SSE de Punta Cala Figuera i a 1 milla al SSW de l'illot El Toro.

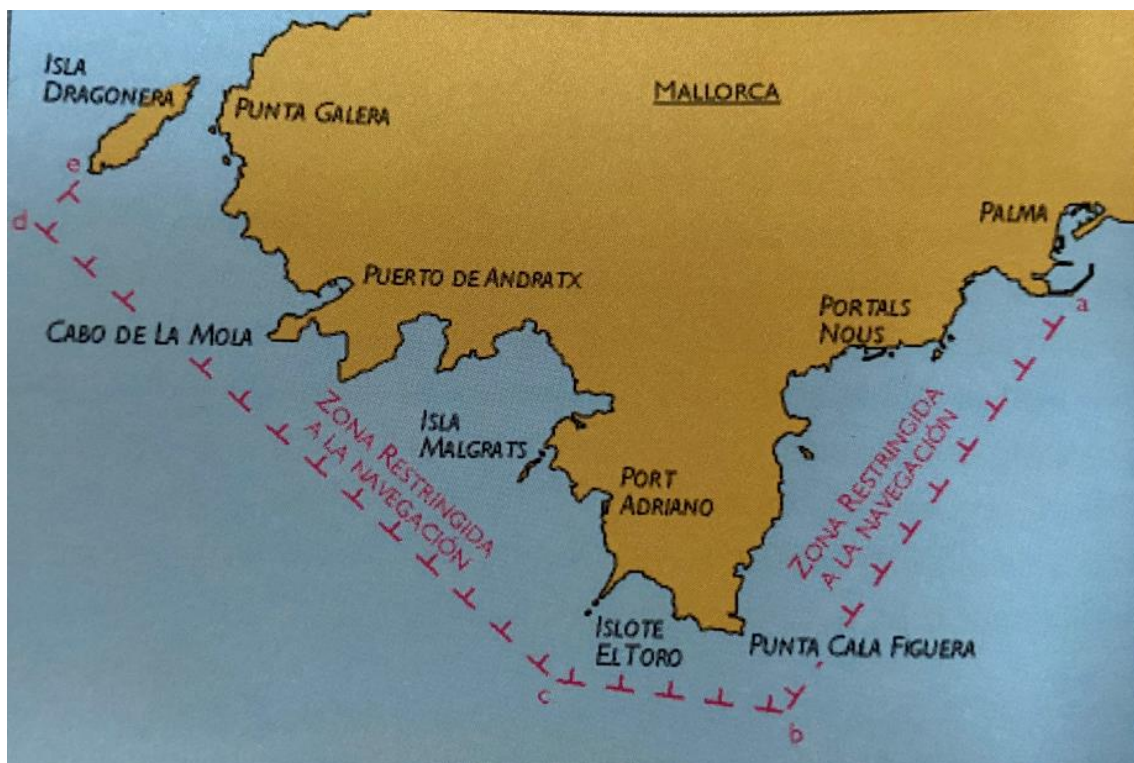


Figura 63: Zona restringida a la navegació de bucs mercants [5]

Navegació costa SW:

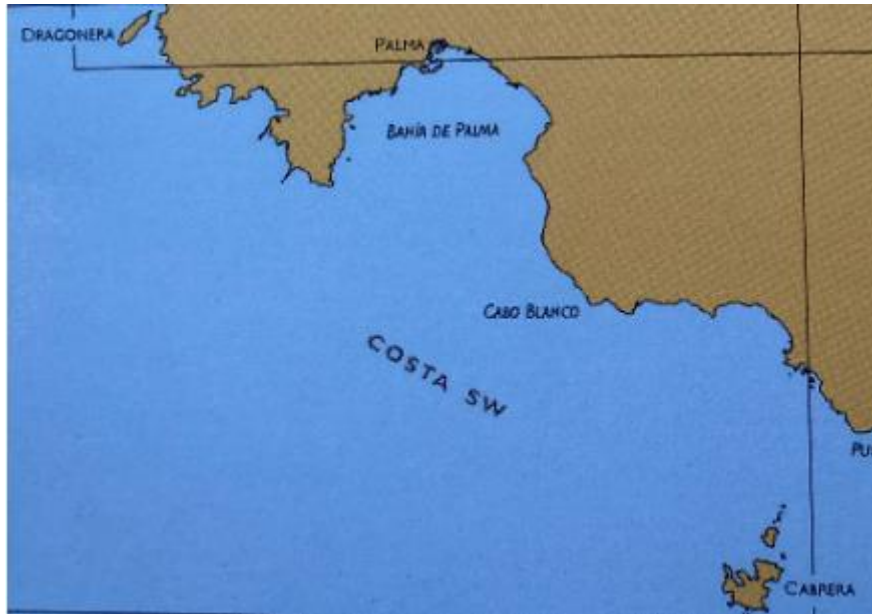


Figura 64: Costa sud-oest de Mallorca [5]

El corrent en aquesta part de l'illa té direcció SE-NW, excepte al extrem nord, a l'illa de la Dragonera, on predomina la branca principal del Corrent Balear, la qual té direcció NE. Per tant, a l'hora de planificar una ruta respecte al corrent en aquest costat de l'illa, és preferible navegar de sud a nord, tenint en compte que en arribar al extrem nord el corrent canvia a direcció NE, amb més intensitat.

Els vents que més afecten les aigües costeres d'aquesta part de l'illa són el Ponent, el Garbí-Llebeig i el Migjorn, ja que les onades entrarien per amura, través, i d'aleta respectivament quan es bordejia la costa, a més de que no hi hauria cobertura de terra. Per tant, s'ha de prestar especial atenció per aquests vents en fer la previsió meteorològica. A més, el Ponent és un vent que provoca onatge especialment fort a les Balears.

Navegació costa SE:



Figura 65: Costa sud-est de Mallorca [5]

El corrent en aquesta part de l'illa circula en direcció SW-NE, ja que hi ha una aportació d'aigües del sud pels remolins que es troben sobre la costa africana. Per tant, a l'hora de creuar aquesta cara de l'illa, és preferible fer-ho en la direcció de la corrent, ja que així es guanya velocitat i s'estalvia combustible.

Els vents a evitar són el Migjorn, el Xaloc i el Llevant, ja que l'embarcació rebria les onades per l'aleta, el través i l'amura quan es bordejia la costa, a més de la falta de protecció del vent pel relleu. El Xaloc, com s'ha vist al apartat de meteorologia balear, és un vent característic de la primavera i la tardor, que ve del Sàhara carregat de polsim. El Llevant en canvi, sol venir acompanyat de precipitacions i d'una atmosfera inestable.

Navegació costa NE:



Figura 66: Costa nord-est de Mallorca [5]

El corrent en aquesta part de l'illa circula cap al sud-est, ja que el corrent balear circula per la cara nord de l'illa amb gran intensitat cap al nord-est, empenyent les aigües cap al canal de Menorca. Per el costat sud de la cara nord-est de l'illa ascendeixen les aigües del sud, per tant entren en contacte amb el corrent balear en aquesta zona, de manera que depèn de l'estació de l'any quina massa d'aigua s'endinsa més dins aquesta cara de l'illa, sent entre març i juliol quan hi ha més moviment de masses d'aigua de sud a nord, degut a que el corrent balear té una tercera part de l'intensitat normal. Per tant, es recomana navegar de sud a nord entre els mesos de març a juliol, mentre que a la resta de l'any es recomana navegar de nord a sud.

Els vents que es recomana evitar quan es bordeja aquesta cara de l'illa són la Tramuntana, el Gregal i el Llevant, ja que es rebria l'onada per l'aleta, el través i l'amura. La Tramuntana és especialment perillosa per a la navegació degut a que les masses d'aire provenen del nord, suposant un important descens de la temperatura, a més de que les condicions meteorològiques solen ser adverses. El gregal en canvi no sol venir acompanyat de precipitacions ni sol superar els 20 nusos. Amb el vent de Llevant sí es poden esperar precipitacions i una atmosfera inestable.

Navegació costa NW:

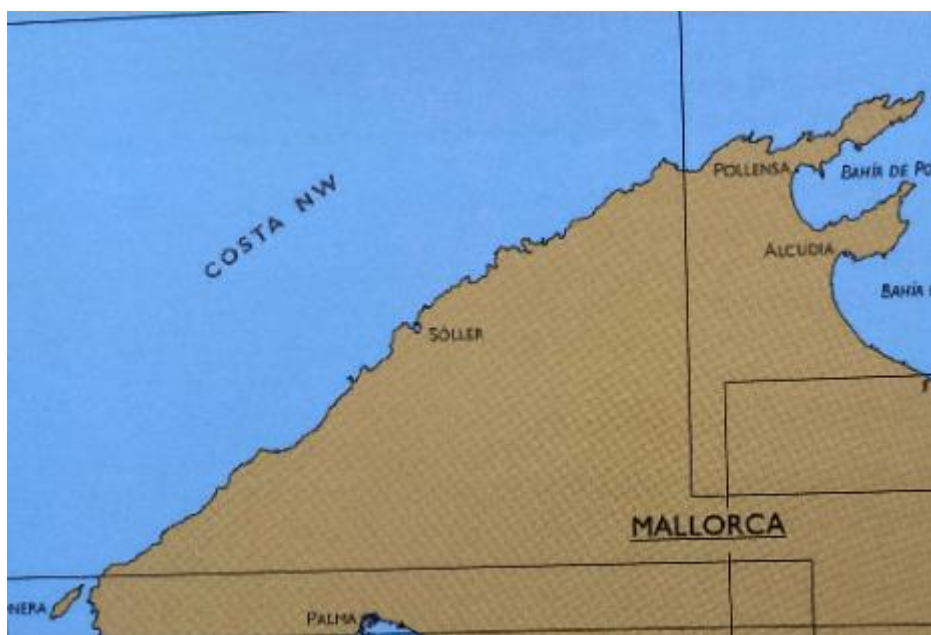


Figura 67: Costa nord-oest de Mallorca [5]

El corrent en aquesta part de l'illa circula en direcció NE amb gran intensitat, ja que es tracta de la branca principal del Corrent Balear. Es recomana navegar de l'oest cap a l'est per estalviar combustible i guanyar velocitat.

Els vents a evitar durant la navegació són el Ponent, el Mestral i la Tramuntana, ja que es rebrien les onades per l'aleta, el través i l'amura. A més, el ponent provoca un fort onatge a les Balears, mentre que el Gregal pot arribar amb gran intensitat a les illes, sent aquesta part de Mallorca la més exposada. El vent de Tramuntana també pot ser especialment perillós per les condicions adverses que l'acompanyen i el descens de temperatures.

4.3 Navegació a Menorca:



Figura 68: Illa de Menorca [5]

L'illa de Menorca es troba al NE de Mallorca separant-se pel Canal de Menorca, que té 20 milles d'amplada i uns 70 metres de profunditat al punt intermedi. Les seves ribes faciliten el fondeig i no existeixen gaire illots ni baixos. Per a la marcació es pot utilitzar el Puig Toro (358m) i el Puig Inclusa (276m). [5]

A causa de que es troba al sud de la desembocadura del Golf de Lleó, rep directament els temporals del nord i nord-est, a més de rebre freqüentment els vents del nord-oest provinents de San Jorge. [5]

En aquesta illa s'experimenten les rissagues de forma notable, degut a l'influència dels vents que hi afecten, com per les masses d'aigua que aquests posen en moviment. Aquests vents poden venir del oest, creuant l'Estret de Gibraltar o del nord quan els vents surten del Golf de Lleó. Quan el nivell de l'aigua és més alt de l'habitual és signe de mal temps, mentre que si és més baix la previsió és de temps favorable. En canvi, quan el nivell de l'aigua es mou constantment amb petites elevacions i depressions, es pot esperar un dur temporal.

Al hivern els vents de NW són també durs acompanyats de pluges, però no solen passar de tres o quatre dies. Els vents del SW i S són poc freqüents al hivern, però quan entren ho fan amb gran força i sempre acaben rolant al nord per l'oest. Durant l'estiu en canvi, aquests vents del segon i tercer quadrant són els més freqüents a l'illa i no provoquen mal temps. [5]

De mitjana segons l'AEMET, setembre, octubre i novembre són els mesos de l'any amb més dies de tempesta, per tant els navegants poden esperar els vents més intensos i les pitjors condicions per a la navegació en aquests mesos. La quantitat de mesos amb considerable precipitació és una mica major, sent de setembre a febrer.

La visibilitat es pot veure especialment afectada entre gener i maig per la boira, sent el mes de març el més perillós, per tant es recomana portar dispositius d'ajuda a la navegació en aquestes aigües ja que la boira està més present que a les altres illes. Els dies ennegulats, que també poden reduir la visibilitat a l'hora de navegar, es poden esperar amb especial freqüència entre setembre i gener.

Per realitzar treballs o activitats aquàtiques a les aigües menorquines, cal tenir en compte que la temperatura mínima de l'aigua es troba entre 13,5°C i 14°C a l'hivern, sobretot a la part NE de l'illa, ja que és on prové el corrent del nord que aporta aigua freda des del Golf de Lleó. A la primavera, l'aigua no és molt més calenta, amb una temperatura mitjana de 14,5°C.

Navegació costa E:



Figura 69: Costa est de Menorca [5]

La costa est és irregular, alta i tallada, amb unes 23 milles d'extensió. A les proximitats del Port de Maó hi ha arena neta per a un bon fondeig, encara que les ribes siguin de pedra. Cal saber que existeix una zona d'exercicis militars submarins al est de l'illa, al Canal de Menorca. [5]

Amb el vent de nord i nord-est es forma una forta corrent cap al sud-oest sobre el Cap de la Mola i l'illa de l'Aire. Només és amb vents durs del tercer quadrant que el corrent circula en direcció nord-est. Durant dues terceres parts de l'any és que aquets vents del nord afecten l'illa de Menorca, bufant en hivern en grups de quinze o més dies. Per tant, durant gran part de l'any es recomana vorejar aquesta part de l'illa en sentit de les agulles del rellotge, en rumb SW, però quan bufa del sud-oest es recomana fer-ho amb rumb NE, amb l'objectiu d'estalviar combustible i guanyar velocitat.

Els vents més perillosos per a la navegació en aquesta zona són el Gregal, el Llevant i el Xaloc, ja que les onades es rebrien per l'amura, el través i l'aleta. El Gregal, sol bufar a la primavera, l'estiu i la tardor, com una evolució de la Tramuntana, per tant te els mateixos efectes sobre la temperatura, suposant un descens important, sobretot en aquesta illa tan propera al Golf de Lleó. El Llevant encara que no és el més freqüent a l'illa, quan entra desestabilitza l'atmosfera i ve acompanyat de precipitacions. Finalment el Xaloc és a considerar per venir carregat de polsim i del migjorn provinent del Sàhara.

Navegació costa N:

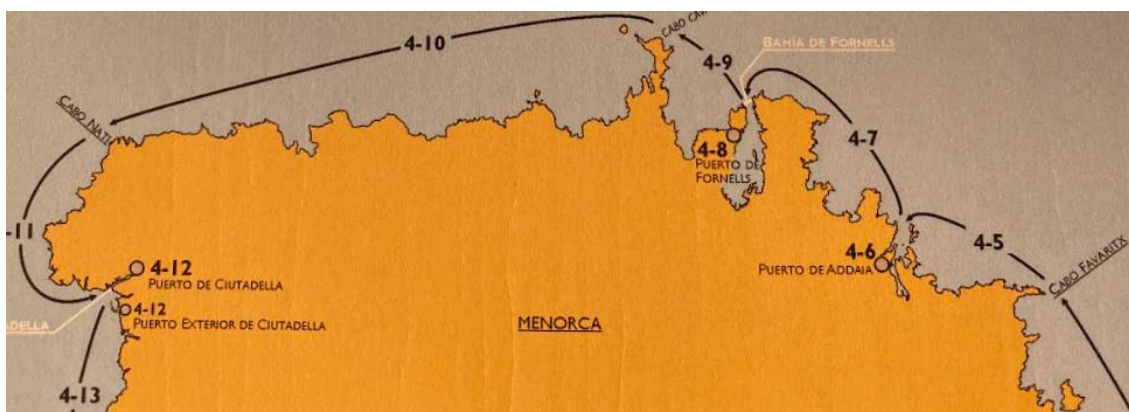


Figura 70: Costa nord de Menorca [5]

La costa nord de l'illa és més accidentada que la costa sud, ja que és més elevada i tallada. Aquesta té una extensió de 35 milles, plena d'illots i baixos, amb poques platges, però es pot trobar el fiable Port de Fornells, el qual pot proporcionar refugi a embarcacions de gran eslora. Per a embarcacions de petita eslora en canvi, existeixen més zones per refugiar-se del temporal. El veril dels 20 metres no passa de la mitja milla de terra, podent trobar-lo moltes vegades a peu de costa. [5]

El corrent en aquesta cara de l'illa circula en sentit SE, ja que el Corrent Balear que entra per la part oest de l'illa es veu afectada per els forts i freqüents vents del nord, que empenyen les masses d'aigua cap al sud. Per tant, es recomana bordejar aquesta part de l'illa en rumb E i SE, de manera que es segueix el sentit de la corrent.

Els vents que es recomana que eviti el navegant són el Mestral, la Tramuntana i el Gregal, ja que es rebrien les onades per l'aleta, el través i l'amura. A més, el Mestral és un vent que al Golf de Lleó provoca ràfegues de més de 30 nusos i temporals amb vents de més de 40 nusos, els quals poden afectar de forma notable la cara nord de l'illa de Menorca degut a la proximitat amb aquest golf. La Tramuntana com s'ha vist, és un dels més freqüents i intensos a l'illa, deixant unes condicions per a la navegació molt desfavorables. Finalment el Gregal, pot originar-se com a una evolució d'un vent de Tramuntana o de Llevant, normalment a la primavera, l'estiu i la tardor.

Navegació costa W:

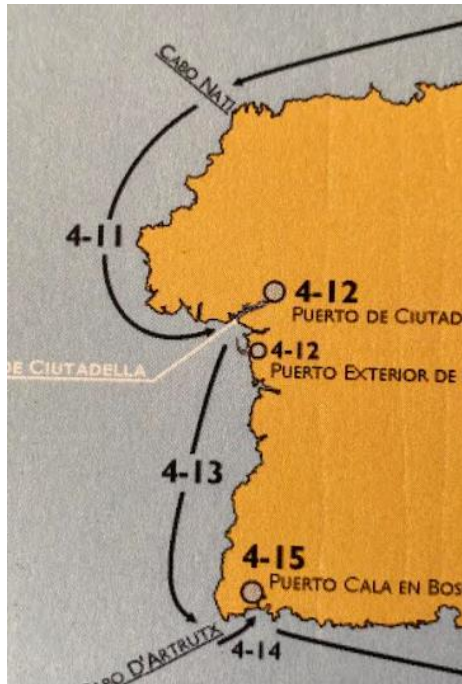


Figura 71: Costa oest de Menorca [5]

La costa oest és menys accidentada que la costa nord, sense illots i baixos. Proporciona refugi a tota classe d'embarcacions, amb bon fondeig sobre el veril dels 20 metres per resguardar-se dels vents del primer quadrant. [5]

El corrent en aquesta part de l'illa circula de nord a sud, degut a que els vents del nord bufen amb gran intensitat durant la major part de l'any, empenyent les masses d'aigua cap al sud. Per tant, es recomana al navegant bordejar la costa en la direcció del vent i del corrent que aquest crea, per així guanyar velocitat i estalviar combustible.

Els vents que més dificulten la navegació en aquesta zona de l'illa són el Mestral, el Ponent i el Garbí Llebeig. Com hem vist, el Mestral és un vent de component nord, per tant bastant freqüent a l'illa, que es caracteritza per vents molt intensos. En canvi, el Ponent és un vent poc freqüent, que acostuma a crear fort onatge a les Balears, però degut a que l'illa de Menorca és la més oriental de l'arxipèlag no es nota tant el seu efecte, a més de que es troba protegida físicament per l'illa de Mallorca.

Navegació costa S:

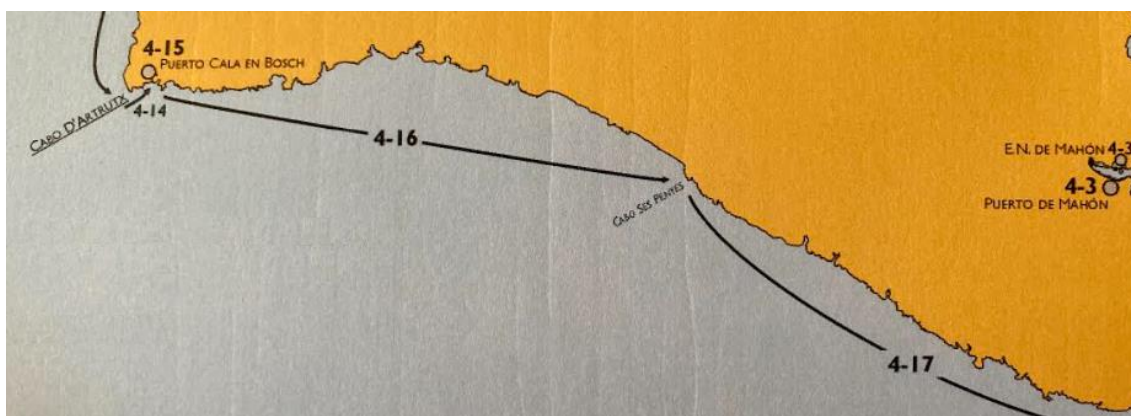


Figura 72: Costa sud de Menorca [5]

La costa sud al igual que la costa oest, és menys accidentada que la costa nord, amb pocs illots i baixos. Té una extensió d'unes 37 milles i facilita refugi a tota classe d'embarcacions, amb bon fondeig sobre el veril dels 20 metres per resguardar-se dels vents del quart quadrant. [5]

El corrent en aquesta part de l'illa, al igual que a la cara est, depèn de quin vent bufi a la zona. Durant tres quartes parts de l'any, predomina el vent de component nord, per tant les masses d'aigua es veuran empeses per aquest vent i el sentit del corrent serà de nord a sud. Però amb vents de Migjorn i Xaloc, encara que poc freqüents, si bufen amb gran intensitat poden formar un corrent en el sentit contrari, de sud a nord. Per aquesta raó, es recomana al navegant que navegui la costa sud de l'illa amb rumb SE, per aconseguir màxima velocitat i estalvi de combustible. Però, és a tenir en compte que aquesta corrent és variable i pot invertir-se amb vents del sud.

Es recomana al navegant evitar quan es bordejia la costa el vent de Ponent si es troba a la zona més meridional, i evitar el Xaloc en la part més septentrional, però en general a la cara sud convé evitar els vents de Llebeig i de Migjorn. L'objectiu és evitar les onades per l'aleta, el través i l'amura, ja que poden causar greus problemes per a la navegació.

4.4 Navegació a Eivissa i Formentera



Figura 73: Illes d'Eivissa i Formentera [5]

L'illa d'Eivissa és la principal de les Pitiüses, es troba a 48 milles al llevant del Cap de Sant Antoni, a la extremitat oriental de l'embocadura meridional del Golf de València, formant el Canal d'Eivissa. Aquest s'estén 21 milles des del SW al NE, amb una amplada màxima de 10,5 milles. En aquesta illa podem trobar varies cales i ports, sent els més importants el d'Eivissa al SE i el de Sant Antoni al NW. [5]

Al sud d'aquesta illa trobem Formentera, amb una extensió d'uns 95 kilòmetres, formada per platges i penya-segats. Aquesta illa conta amb el port de La Savina, situat al NE.

Les muntanyes més destacables que poden servir al navegant com a marques, ordenades des de Cap Roig en sentit antihorari són:

Illa Tagomago (114m), Atalaia de Sant Carles (231m), Furnás (409m), Atalaia de Sant Viçens (303m), Rei (309m), Descuberta (246m), Atalaia de Sant Joan (361m), Creu de Sant Miquel (232m), C.D'Albarca (266m), Campvey (400m), Furnou (348m), Nonó (258m), Illa Conillera (66m), Atalaia de Sant Antoni (138m), Seven (339m), Peix (401m), Puig Sirer (424m), Sa Talaiassa (476m), Puig d'en Serra (432m), Illa Vedral (382m), Llentrisca (414m), Jondal (160m), Falcó (145m), Puig d'Abaix (163m), Palau (260m), Eivissa (103m), Guixá (230m), Castellar (221m), Iglesia de Santa Eulalia (66m), Ribes (219m) i Puig Argentera (141m). [5]

Els mesos de màxima precipitació en aquestes illes són de setembre a desembre, mentre que el període de dies més ennuvolats de l'any són entre setembre i gener, encara que entre febrer i juny la quantitat de dies ennuvolats no és molt menor. El període en què es pot trobar boira a les Pitiüses, és entre gener i abril, sent el mes de març el més propens. La boira però, no és molt comú en aquestes illes, ja que comparant per exemple amb l'illa de Menorca, no es troba ni una tercera part de boira. Els mesos amb més tempestes són setembre i octubre.

Com podem veure, entre els mesos de setembre i gener el navegant pot trobar les pitjors condicions meteorològiques per a la navegació en aquestes illes, per tant és especialment important fer la previsió meteorològica durant aquets mesos. La boira en canvi, es troba amb més freqüència durant els primers mesos de l'any, suposant una important reducció de la visibilitat, el que obliga al navegant a portar equips d'ajuda a la navegació.

A l'hora de realitzar treballs o activitats aquàtiques en aquestes aigües, cal tenir en compte que les temperatures més baixes de l'aigua es troben durant l'hivern, amb gairebé 15°C. A la primavera la temperatura no és molt major, ja que només supera una mica els 15°C. Si es mira en perspectiva, els valors són molt majors que els de Mallorca i Menorca, amb 1,5°C més que aquest últim, per tant és una de les aigües balears més convenientes per submergir-se al hivern.

Navegació costa NE d'Eivissa:



Figura 74: Costa nord-est d'Eivissa [5]

El corrent en aquesta part de l'illa es mou amb rumb sud, per tant es recomana bordejar la costa amb aquest rumb per així guanyar velocitat i estalviar combustible.

Els vents més perillosos per a la navegació en aquesta zona són el Gregal, el Llevant i el Xaloc, ja que les onades produïdes per aquests es rebrien d'aleta, de través i d'amura. A més, el Llevant ve acompanyat de precipitacions i una atmosfera inestable, mentre que el Gregal és relativament sec. El Xaloc per altra banda, ve carregat de polsim.

Navegació costa NW d'Eivissa:



Figura 75: Costa nord-oest d'Eivissa [5]

El corrent en aquesta part de l'illa en mou en direcció NE, ja que és en aquestes aigües on els remolins del golf de València bifurquen el Corrent del Nord donant a lloc al Corrent Balear. Per tant, es recomana navegar amb rumb E si es desitja bordejar aquesta costa.

Els vents que més dificulten la navegació són el Mestral, la Tramuntana i el Gregal, ja que el navegant rebria les onades per l'aleta, el través y l'amura. El Mestral és un vent especialment intens al Vall de l'Ebre i el Golf de Lleó, però en aquesta illa no és gaire perillós. Els vents de Tramuntana i Gregal sí són més perillosos per a la navegació, a més de que provoquen un descens de les temperatures, la diferència és que el Gregal és més sec.

Navegació costes W i SW d'Eivissa:



Figura 76: Costes oest i sud-oest d'Eivissa [5]

El corrent en aquestes costes circula cap al nord, de manera que es recomana al navegant recórrer la costa amb rumb NW i N, per així guanyar velocitat i estalviar combustible.

Els vents més perillosos a la zona són el Ponent, el Garbí Llebeig i el Migjorn, perquè les onades produïdes incideixen al vaixell per l'aleta, el través i l'amura sense cap superfície terrestre que proporcioni refugi. El Ponent crea fort onatge sobretot en aquesta illa, ja que és la més occidental de l'arxipèlag.

Navegació costa SE d'Eivissa:



Figura 77: Costa sud-est d'Eivissa [5]

El corrent en aquesta part de l'illa es mou de nord a sud, per tant es recomana navegar amb rumb sud per seguir aquesta corrent i guanyar velocitat.

Els vents que més dificulten la navegació en aquesta zona són el Migjorn, el Xaloc i el Llevant, ja que les onades les rebria el vaixell per l'aleta, el través i l'amura. El Xaloc és típic de la primavera i la tardor, i ve carregat de polsim, mentre que el Llevant produeix fortes precipitacions.

Navegació al Freu entre Eivissa i Formentera:

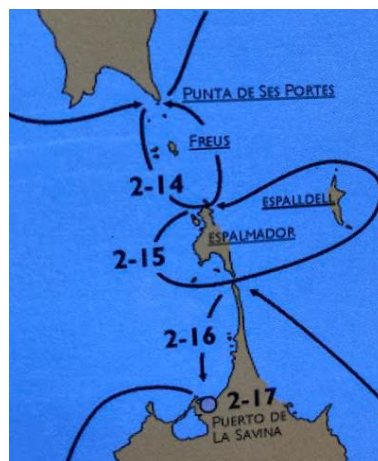


Figura 78: Freu entre Eivissa i Formentera [5]

Localment es coneix al pas entre Eivissa i les illes del Espalmador i Espardell com “Els Freus”. En aquest freu es pot trobar illes, illots i esculls, que juntament amb els corrents de direcció i intensitat irregulars i els temporals es forma una zona molt perillosa per a la navegació.

Aquí es pot trobar el Freu Chico, l'Escull de la Torre, l'illot del Caragoler, el Freu Mitjà, l'illot de La Barqueta, l'illa Ahorcados (el qual té un far), les illes Negres, el baix Enteniment, el Freu Gran (el major de tots, amb una sonda màxima de 8,1m), el baix Ahorcados, i l'illa Los Puercos, són els principals obstacles per a la navegació.

Navegació costa W de Formentera:



Figura 79: Costa oest de Formentera [5]

El corrent en aquesta meitat de l'illa es mou del sud cap al nord, per el que es recomana navegar amb rumb nord en aquesta zona i així seguir el sentit del corrent, amb l'objectiu de guanyar velocitat.

Els vents més perillosos d'aquesta cara de l'illa són el Ponent i el Llebeig.

Navegació costes S i E:

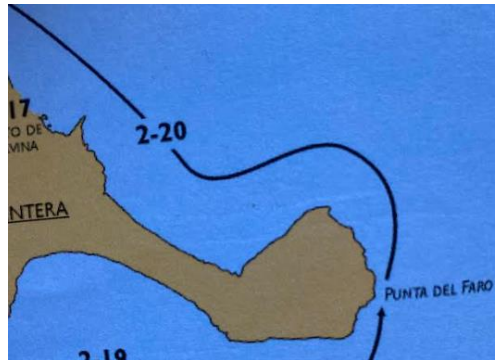


Figura 80: Costes sud i est de Formentera [5]

El corrent en aquesta part de l'illa, al contrari que a la part occidental, circula de nord a sud. Per tant es recomana navegar amb rumb SE a la cara nord i virar cap al SW en arribar a la Punta del Faro, per així seguir el sentit de la corrent.

En aquesta zona tota mena de vents poden ser perillosos per a la navegació, degut a que el terreny formenterenc no és gaire elevat i per tant no ofereix cobertura dels vents. El navegant ha de tenir especial precaució en navegar l'illa de Formentera, tant per els vents, els corrents que varien en funció de la cara de l'illa, i per els perillosos freus del nord de l'illa.

Conclusions

La informació recopilada en aquest estudi indica que la meteorologia de les Illes Balears comparteix aspectes comuns amb la meteorologia del Mediterrani, per tant el navegant avesat a la navegació en aquest mar podrà guiar-se sobre les situacions donades a les Balears. Els aspectes principals que comparteixen les illes i el Mediterrani són l'estabilització de les temperatures degut a l'efecte de la mar, la formació de tempestes violentes i sobtades de forma local en molt poc temps sobretot durant l'hivern, i les altes pressions que ofereix l'anticicló de les Açores.

Al mateix temps, la situació oceanogràfica a les illes deu les seves característiques físiques al Mar Mediterrani. Les principals característiques físiques que comparteixen el Mediterrani amb el seu mar interior, el Balear, són d'una salinitat força alta del 37%, una temperatura de entre 21°C i 30°C al estiu i entre 10°C i 15°C al hivern i una densitat de l'aigua de 1028 Kg/metre cúbic. Els corrents a les Balears, encara que són específics d'aquesta zona, deuen la seva existència a la circulació de tipus ciclònic en sentit contrari a les agulles del rellotge que es dona el Mediterrani, on l'aigua provinent de l'Atlàntic s'evapora parcialment i es calenta, donant lloc a aigua atlàntica modificada, la qual augmenta la seva salinitat a 38 grams i flueix cap al Golf de Lleó, la costa catalana y finalment pels canals de Mallorca i Eivissa.

Les conclusions resultants d'estudiar en profunditat la meteorologia de l'àrea balear són les següents:

-Durant l'any hi ha una gran amplitud de temperatura degut a que les illes reben aire calent d'Àfrica i aire fred del continent europeu.

-La temperatura mitjana anual a totes les balears és de 15 graus, amb 10-12 graus durant l'hivern i 20 graus durant l'estiu.

-Els valors de pressió atmosfèrica són alts degut a l'anticicló de les Açores, que és de naturalesa permanent, i les diferències de pressió entre illes són degudes a la diferent distància respecte aquest anticicló.

-L'humitat en general és molt elevada, amb una humitat relativa anual del 71%, cosa que pot provocar sensacions tèrmiques extremes i fer malbé la càrrega abord degut a la condensació del vapor.

-A les illes, els vents reben noms locals que el navegant estranger ha de conèixer per poder interpretar de forma acurada els parts meteorològics. Aquets són la Tramuntana (N), el Gregal (NE), el Llevant (E), el Xaloc (SE), el Migjorn (S), el Llebeig (SW), el Ponent (W) i el Mestral (NW).

-L'embat, que és un vent diürn en sentit mar-terra, és especialment intens a les Balears i s'ha de tenir molt en compte ja que pot emmascarar la situació sinòptica general.

-Menorca és l'illa que compta amb més dies coberts, precipitacions i tempesta a l'any, seguit per Mallorca i finalment les Pitiüses. Menorca també és la illa amb més presència de boira. Per tant, es pot afirmar que Menorca és l'illa amb pitjors condicions meteorològiques i per tant, pitjors condicions per a la navegació, mentre que les Pitiüses són les més favorables. Això és degut a que Menorca es troba a una latitud lleugerament més alta, de tal manera que li afecta més els sistemes de baixa pressió del continent europeu. A més, és l'illa que es troba més allunyada de l'anticicló de les Açores, per tant la que gaudeix en menor mesura del bon temps que proporciona l'anticicló.

Les conclusions associades a l'estudi del Mar Balear són:

-Al sud d'aquest mar l'aigua és menys salada (36,5 grams) degut a que prové dels girs irregulars que es produeixen sobre la costa Africana, amb origen al Océan Atlàntic. En canvi, al nord l'aigua és molt salada (38 grams) degut a que prové del Golf de Lleó via Corrent de Nord, on l'aigua més salada de les capes intermèdies surt a la superfície degut a les baixes temperatures.

-La zona d'aigua més freda és la nord-est, degut a que és d'on prové el Corrent del Nord, que aporta aigua freda del Golf de Lleó. Aquesta aigua és especialment freda a l'hivern, amb temperatures de 13,5 graus, i no varia gaire durant la primavera. Durant l'estiu en canvi, la temperatura puja a 25 graus en aquesta zona, mentre que la màxima és de 28 graus al sud de les illes.

-El corrent del nord es bifurca en arribar al extrem nord del canal d'Eivissa, on la rama principal avança cap al sud, mentre que l'altra rama menor forma remolins que fan circular la massa d'aigua en direcció nord-est, formant el corrent de les Balears, el qual té una velocitat superficial màxima de 20 cm/s.

-La circulació cap al sud de les aigües del nord predominen al Canal d'Eivissa, mentre que al Canal de Mallorca principalment hi circulen aigües del sud en direcció nord. Només a la primavera-estiu, quan l'intensitat del corrent del nord decreix, és que les aigües del sud envaeixen el Canal d'Eivissa.

-Al Mar Balear no s'experimenta la marea astronòmica, però sí la marea meteorològica, coneguda localment com a Rissaga, i aquesta és molt notable al port de Ciutadella, Menorca.

A la proposta de guia per a la navegació s'ha pres l'informació més pràctica de l'estudi meteorològic i del oceanogràfic per donar al navegant una sèrie de recomanacions per bordejar les costes de les diferents illes.

En general, la navegació és fàcil en condicions meteorològiques favorables, les quals es solen donar durant l'estiu, però és a tenir en compte que l'embat esta present durant tot l'any. Quan es navega des de les balears cap a una latitud diferent, s'ha d'airejar la càrrega per què l'alta quantitat d'humitat no la faci malbé.

La navegació per costa mallorquina es recomana fer-la en sentit horari, de manera que sempre es rebrà la corrent per la popa, guanyant velocitat i estalviant combustible. En fer-ho, s'ha de saber que durant l'hivern bufen principalment els vents de component nord, i també el Llebeig. A més, si cap la possibilitat de certa planificació, és preferible evitar navegar durant els mesos de setembre a gener per ser l'època de pluges i dies més ennigulats. Finalment en sortir a navegar en aquesta illa, s'ha de saber que el mes més propens a trobar boira és el de març.

La navegació per la costa menorquina és la més complicada, ja que aquesta illa es troba al sud de la desembocadura del Golf de Lleó, així que rep directament els temporals del nord i nord-est, a més de rebre freqüentment els vents del nord-oest. A més, s'experimenten les rissagues de forma molt més notable que a la resta de l'arxipèlag. El corrent depèn molt del vent que hi afecti, i com durant gran part de l'any bufa el component nord, es recomana navegar de nord a sud. S'ha d'evitar navegar en aquesta illa durant els mesos de setembre a novembre per la quantitat de temporals, i saber que de gener a maig la boira es fa notar, molt més que a les altres illes.

La navegació a les illes d'Eivissa i Formentera és la més favorable, ja que és l'illa més protegida per l'anticicló de les Açores, el que significa millor temps en forma de menys precipitacions, tempestes i dies ennigulats. A més, la boira és pràcticament inexistent durant tot l'any, i la temperatura de l'aigua és la més elevada durant l'hivern, amb 15°C, cosa que fa les seves aigües les més convenients per submergir-se. No obstant això, el pas entre les dues illes es troba ple d'illots i esculls que juntament amb el corrent irregular d'aquesta zona suposa un gran perill per a la navegació.

7. Bibliografia i referències

- [1] Agencia Estatal de Meteorología (2022). Datos climatológicos. Disponible a: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos>
- [2] Gavidia, Pedro (2018). Las peculiaridades del clima Balear. Disponible a: <https://www.tiempo.com/noticias/divulgacion/las-peculiaridades-del-clima-balear.html>
- [3] Martínez de Osés, Francesc Xavier (2004). Meteorología aplicada a la navegación. ISBN: 9788483016688
- [4] Cuadrat, José Maria i Pita, Maria Fernanda (2006). Climatología. ISBN: 9788437615318
- [5] Instituto Hidrográfico de la Marina (2021). Derrotero de las Islas Baleares y costa norte de África. ISSN: 2530-3236
- [6] Ball, Philip (1999). H2O: Una bibliografía del agua. ISBN 9788475067995
- [7] C.Vetter, Richard (1976). Oceanografía, la última frontera.
- [8] Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System (2022). Sistema de modelado y predicción. Disponible a: <https://www.socib.es/?language=es> ES
- [9] Fundación “La Caixa” i SOCIB (2022). El Mar Mediterráneo. Disponible a: https://medcliv.es/uploads/filer_public/e3/d6/e3d68812-ac14-4035-afc8-3e2db6980583/u1_elmarmediterraneo_medcliv_cast.pdf
- [10] Menorca Nautic (2019). Corrientes marinas del Mediterráneo. Disponible a: <https://www.menorcanautic.com/blog/corrientes-marinas-del-mediterraneo/>
- [11] NASA/Goddard Space Flight Center (2013). Ocean Current Flows around the Mediterranean Sea and Atlantic. Disponible a: <https://www.youtube.com/watch?v=-hJmjoowwGU>
- [12] Almeida Fernando (2022). Características oceanográficas del Mar Mediterráneo. Disponible a: [https://ocw.uma.es/pluginfile.php/1818/mod_resource/content/0/TEMA_5_Oceanografia del Mediterraneo.pdf](https://ocw.uma.es/pluginfile.php/1818/mod_resource/content/0/TEMA_5_Oceanografia_del_Mediterraneo.pdf)
- [13] Oliver, Pere (2016). La dinámica de masas de agua en el Mediterráneo occidental y en el Mar Balear. Disponible a: <http://pereoliver.com/43-la-dinamica-de-masas-de-agua-en-el-mediterraneo-occidental-y-en-el-mar-balear/>

- [14] Balbín Rosa , J. L. López-Jurado, Reglero Patricia Reglero, González-Pola César, Rodriguez Jose Maria , García Alberto, F. Alemany (2013). Interannual variability of the early summer circulation around the Balearic Islands: driving factors and potential effects on the marine ecosystem. Disponible a: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924796313001565>
- [15] J.M. Pinot, J.L. López-Jurado i M. Riera (2002). The CANALES experiment (1996-1998). Interannual, seasonal, and mesoscale variability of the circulation in the Balearic Channels. Disponible a: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079661102001398>
- [16] Wikipedia (2022). Clima Mediterráneo. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Clima_mediterr%C3%A1neo
- [17] Agencia Estatal de Meteorología (2022). Guía práctica del clima. Disponible a: http://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/guia_resumida_2010
- [18] NAUtica (2015). Oceanografía. Disponible a: <https://naut.blogcindario.com/2015/09/00057-oceanografia-fisica.html>
- [19] Portillo, Germán (2022). Anticiclón de las Azores. Disponible a: <https://www.meteorologiaenred.com/anticiclón-de-las-azores.html>
- [20] Meteored (2022). Borrasca. Disponible a: <https://www.tiempo.com/tag/borrasca/>
- [21] Aznar, Roland (2011). Mediterráneo: más cálido y más salino. Disponible a: <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/53603-Mediterraneo-mas-calido-y-mas-salino.html>
- [22] Martínez de Osés, Francesc Xavier (2021). Apunts de l'assignatura Meteorologia i Oceanografia.
- [23] Literatura valenciana. Un poc de cultura sobre la rosa dels vents. Disponible a: <http://literaturavalenciana2.blogspot.com/2011/05/un-poc-de-cultura-sobre-la-rosa-dels.html>
- [24] Sailandtrip (2015). La brisa marina. Disponible a: <https://sailandtrip.com/brisa-marina/>
- [25] Bowditch, Nathaniel 2002. American Practical Navigator. ISBN: 0939837544