

Els camins de l'aigua de les

Illes Balears

Aqüífers
i fonts



Coordinació:

Rosa María Mateos Ruíz
Concepción González Casasnovas



Instituto Geológico
y Minero de España



GOVERN DE LES ILLES BALEARS

Conselleria de Medi Ambient

Els camins de l'aigua de les Illes Balears

Aqüífers i fonts

Coordinació:

Rosa María Mateos Ruiz
Concepción González Casasnovas



Els camins de l'aigua de les Illes Balears. Aqüífers i fonts I

Mateos, R.M. y González Casanovas, C., coord. - Madrid: Instituto Geológico y Minero de España i
Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears, 2009.

280 pgs., figs., 260 x 240 mm

Recull de definicions hidrogeològiques

ISBN: 978-84-7840-807-8

NIPO: 474-09-034-3

Depósito Legal: M-

Coordinació

Rosa María Mateos Ruiz (*IGME- Balears*)

M^a Concepción González Casanovas (*Conselleria Medi Ambient*)

Text

Rosa María Mateos Ruiz

Pròleg

Alfredo Barón Périz

Col·laboracions especials en el text

Margalida Comas Colom - Hidrogeologia de Formentera

Jordi Giménez García - Hidrogeologia de Ibiza

Angel Ginés Gràcia - Carst

Jose María López García - Aigües termals i assaigs de bombament

Jose Manuel Murillo Díaz - Ús conjunt i recàrrega artificial

Antonio Castillo Martín - Recull de definicions hidrogeològiques

Equip de treball

IGME- Balears

Rosa María Mateos Ruiz

Inmaculada García Moreno

Jose María López García

Pedro Agustín Robledo Ardila

Ana Sevillano Matilla

Kelly Jane Wallis

Esperanza Palmer Gómez

Catalina Bauzá García

IGME- Madrid

Loreto Fernández Ruiz

Jose Manuel Murillo Díaz

DGRH- Conselleria Medi Ambient

Concepción González Casanovas

Alfredo Barón Périz

Jordi Giménez García

Margalida Comas Colom

HIDROMA S.L.

Antonio Galmés Díaz-Plaja

Margarita Juncosa Darder

Begoña Pau Blasco

EPTISA

Alberto Batlle Gargallo

Begoña García Pardo

Óscar Blasco Herguedas

Assessor científic

Bernadí Gelabert Ferrer

(*Universitat de les Illes Balears*)

Assessora didàctica

Maria de los Ángeles Mateos Vázquez

(*Asociación Española para la Enseñanza de
Ciencias de la Tierra. AEPECT*)

Fotografia

Rosa María Mateos Ruiz

José Rodríguez Fernández

Jose María López García

Benito Martín Ballesteros

Juan José Pons Petrus

Antonio Merino Juncadella

Antonio Galmés Díaz-Plaja

Óscar Blasco Herguedas

Jose Luis Cantón Ávila

Alfredo Mateos Ruiz

Margarita Juncosa Darder

Disseny de figures

Inmaculada García Moreno

Begoña Pau Blasco

Antonio Galmés Díaz-Plaja

Maquetació i disseny

Manuel Navas Cernuda

Traducció al català

Margarita Juncosa Darder

Revisió lingüística

Eurotranslation S.L.

Agraïments

Juan Antonio López-Geta

Juan José Durán Valsero

Joan J. Fornós Astó

Antonio Rodríguez Perea

Lluís Pomar Gomà

Luis Mateos Canelo

Carmen Barceló Ventayol

Enric Juncosa Canals

Jose Miguel Azañón Hernández

Francisco J. Roldán García

José Rodríguez Fernández

Bruno Ballesteros Navarro

Helen Brown

Alexander Sepasgosarian

Impressió

Taravilla S.L.

**Siento un vago rumor... Toda la tierra
está cantando dulcemente... Lejos
los bosques se han cargado de corolas,
desbordan los arroyos de sus cauces
y las aguas se filtran en la tierra**

Esta tarde (Alfonsina Storni)

El present llibre forma part dels treballs previstos al Conveni de Col·laboració entre la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears i el Instituto Geológico y Minero de España, firmat l'any 2005.

*Els camins de l'aigua de les Illes Balears.
Aqüífers i fonts*



Instituto Geológico
y Minero de España



GOVERN DE LES ILLES BALEARS

Conselleria de Medi Ambient

PRESENTACIÓ



Miquel Àngel Grimalt i Vert

L'estreta col·laboració entre la Conselleria de Medi Ambient i l'Institut Geològic i Miner d'Espanya ha fructificat en nombrosos estudis dirigits a la millora del coneixement hidrogeològic de les Illes. Els nostres tècnics i científics treballen plegats des de fa gairebé tres dècades, investigant sobre els nostres aqüífers, aportant solucions davant de les puntuals mancances d'aigua i assessorant els gestors sobre els nombrosos aspectes relacionats amb les aigües subterrànies. Una tasca incessant que avui presenta els seus resultats amb aquest llibre que, d'alguna manera, inclou bona part del coneixement adquirit al llarg d'aquests anys.

Les aigües subterrànies són vitals a les Balears, ja que en constitueixen el 80% dels recursos hídrics. Sense cap dubte, els aqüífers continuen essent un dels principals motors del desenvolupament de la nostra societat i el seu paper ha estat tan important que no podríem entendre el progrés d'aquesta regió sense tenir en compte aquest recurs natural.

Hem de recuperar el respecte que totes les cultures que ens han precedit sentien per l'aigua. No ha de ser en cap cas moneda de canvi, no és una mercaderia. És la protagonista del paisatge balear, de la majoria dels seus ecosistemes i la clau per entendre la nostra naturalesa. Vetllar per la recuperació dels aqüífers, per la permanència de les fonts i per la conservació dels aiguamolls, és una tasca fonamental d'aquesta Conselleria, i volem fer-la extensiva a tots els ciutadans i ciutadanes de les Balears.

És difícil valorar i protegir tot allò que no és prou conegut. Per això, un dels objectius primordials de la Conselleria de Medi Ambient és contribuir a la divulgació del coneixement natural del nostre territori, ja que constitueix la manera més efectiva de fomentar la seva protecció i conservació. Ens sentim orgullosos d'haver participat activament en l'elaboració i presentació d'aquest llibre, que pretén apropar el meravellós món de les aigües subterrànies a tothom que s'interessi pel medi natural.

Malgrat que existeixen moltes publicacions científiques sobre els valors naturals de les Illes, fins ara ens ha mancat la visió, des del punt de vista geològic, de tots aquells aspectes relacionats amb les aigües subterrànies. Aquest llibre aspira a mostrar el paper de la geologia en els camins de l'aigua. Obtindrem resposta a un munt de preguntes que tots ens hem fet qualche vegada: Per què sorgeix una font? Com es mou l'aigua a l'interior dels nostres aqüífers? Què és un pou surgent? Moltes de vegades, les respostes a aquestes qüestions ens les han donat durant segles la tradició i la cultura popular, prescindint, innocentment, de la veritat i del rigor científic.

Pretenem que la lectura d'aquest llibre contribueixi a la difusió del coneixement del medi subterrani, dels paisatges que l'aigua ha obrat a les Illes, del paper dels aqüífers en l'agricultura, en el proveïment urbà, etc. Per això s'ha fet servir un llenguatge planer, un text assequible, acompanyat de nombroses figures i fotografies. Esperam que aquest llibre, de vocació didàctica i divulgativa, vos ajudi a gaudir i a entendre millor aquesta part més oculta de la nostra natura.

Miquel Àngel Grimalt i Vert

Conseller de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears

PRESENTACIÓ



Jose Pedro Calvo Sorando

Amb la publicació d'aquest llibre s'assoleix una fita important en la col·laboració existent entre l'Institut Geològic i Miner d'Espanya i la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears. Són més de vint anys de treball conjunt, amb el resultat de nombrosos estudis científics en el camp de la hidrogeologia, cosa que ha permès disposar d'un excel·lent coneixement del subsòl en general de les Illes i, en particular, dels seus aqüífers. La maduració de tota aquesta informació per part de l'equip de treball, ha donat com a resultat una exposició senzilla, didàctica i amena de tots els aspectes relacionats amb les aigües subterrànies de l'arxipèlag balear.

D'ençà dels temps d'Al-Andalus, les construccions necessàries per a la captació, la utilització i la distribució de l'aigua han estat molt lligades a l'existència d'aqüífers i de fonts. L'enorme patrimoni d'elements de petita enginyeria hidràulica —molins, sínies, síquies, aljubs, basses i safareigs, *qanats*, etc.—, del qual caldria destacar els camps de molins de vent del pla de Sant Jordi i del pla d'Eivissa, així com el sistema medieval de síquies i de sínies de la vall de Sóller, forma part indiscutible del paisatge rural de les Illes. El segle xx va aportar els sistemes moderns de perforació, que van «semmar» el camp balear d'una munió de pous, dels quals s'extreuen uns 200 milions de metres cúbics d'aigua, poc més del 80% de la demanda urbana i agrícola de les Illes. Per tot això, l'aigua subterrània ha estat des de sempre un element fonamental en el desenvolupament de la societat insular.

Malgrat que el medi geològic es manté en bona part ocult a la nostra visió, de vegades la naturalesa ens mostra el seu interior. Les fonts constitueixen la sortida natural de l'aigua dels aqüífers. Entendre els camins que ha fet l'aigua abans del

seu naixement i els condicionants geològics que en determinen la sortida, és un dels capítols més reveladors d'aquest llibre. Els impressionants cabals d'aigua que sorgeixen de manera esporàdica a les Fonts Ufanas de Gabellí; la sortida de la font de sa Costera als espadats del litoral de la Tramuntana mallorquina; les fonts de Santa Galdana a Menorca, o la surgència d'aigües termals a Sant Joan de la Font Santa. Tots aquests fenòmens tenen la seva explicació dins del coneixement geològic de l'illa.

A l'aigua subterrània, els límits entre el que és inert i el que és viu no són nítids. Tot forma part del substrat del qual sorgeix la vida. La interacció entre la descàrrega de l'aigua dolça dels aqüífers i l'entrada d'aigua salada de la mar dona lloc a ecosistemes singulars —els aiguamolls—, plens de vida silvestre. L'aigua també contribueix a la formació del paisatge. Excava profundes valls, dissol i modela les roques calcàries, endinsant-se davall de la superfície terrestre, on continua la seva tasca. L'extensió regional del carst a les Balears, la diversitat i la singularitat de les seves cavitats, així com la bellesa d'aquest modelat, determinen un dels patrimonis naturals més rellevants del nostre país.

Aquesta publicació vol enfortir un dels principals objectius de l'Institut Geològic i Miner d'Espanya: la divulgació de les ciències de la Terra. Estem convençuts que, a més de fer gaudir els lectors, contribuirà a ampliar els seus coneixements sobre l'aigua subterrània i la ciència hidrogeològica, una parcel·la de gran interès dins del món de la geologia.

El plaer d'apropar-nos a la natura mitjançant el seu coneixement, ens fa ésser molt més respectuosos i humils amb ella.

Jose Pedro Calvo Sorando
Director General del Instituto Geológico y Minero de España



PRÒLEG
ALFREDO BARÓN PÉRIZ

«...De cim en cim va de Rubió á Pentina,
y, sota Bresca en Collegats, li ensenya
la rica Argenteria que en la penya
pará algun geni amb enciseres mans.

Cortinatges de tosca y brodadures,
cascades d'argent fos en l'ayre preses,
garlandes d'eura en ríchs calats suspeses,
d'alguna fada finestró diví,
de lliri d'aygua y de roser poncelles,
com ulls closos de virgens que hi somian,
tot hi es blanch, com los coloms que hi nían,
papallones gentils d'aquell jardí.

Volant als cingles del Monsèn, li ensenya
les cascades bellísimes de Gerri,
y en Cabdella, en Espot y Biciberri
constelacions d'estanys d'atzur y vert:
les tres valls del Pallars, que la calitja
de boyrina ab so ròssech enmantella,
li semblen solchs que gegantina rella
a les tres branques del Nogra ha obert.»

*CANIGÓ. Llegendes pirenaica del temps de la reconquesta.
Mossèn Jacint Verdaguer, 1886. Cant quart. Lo Pirineu.*

Il·lustració: Nívola Uyá

PRÒLEG

Aigua: font de vida, modeladora del paisatge, creadora de bellesa, de cultura, font de purificació i de ritus iniciàtics. Aigua, remor, música, bellesa... misteri.

Quan na Rosa M. Mateos, impulsora d'aquest llibre, em va proposar d'escriure'n el pròleg, vaig considerar, de bon principi, que havia de preparar un text feixuc, ple de continguts tècnics. Mentre m'ho anava rumiant, com sol passar als qui ja hem passat de llarg allò que Ramon Llull va anomenar «el bell mig de la vida», el meu pensament va anar cap als records passats, potser cercant una justificació del perquè em trobava en aquest tràngol.

Records lligats a un poble, capital dels raiers, entre dos rius i un pantà, arrecerat per les serres de Sant Aventí, del Boumort, de Sant Corneli... i el Congost i Collegats; les riuades com a espectacle i drama. La Verge patrona, segons la llegenda trobada per camperols dins una cova propera al riu. Les baixades pels barrancs molt abans del barranquisme i pels rius abans del ràfting; els descensos en piragua cap al Segre seguint la ruta dels raiers; les primeres coves: la por i l'atracció; les fonts de l'Us i de la O al peu de Sant Corneli; les escalades pel Roc de Queralt i, un cop a dalt... que bona l'aigua de la font de Montsor! Però... com així hi ha una font aquí dalt? Les primeres recollides de fòssils. L'estany de Montcortès amb els seus mites i llegendes: Per què hi ha un llac aquí? Les primeres repetides preguntes per què? Els mestres del meu poble, les seves explicacions, les passejades amb ells. I el meu pare, que em va ensenyar a «ser» al camp i amb el camp. I la meva mare, que ja practicava de manera natural el que ara es coneix com a «nova cultura de l'aigua».

I més tard els Monegros: «*Polvo, niebla, viento y sol... y donde hay agua, una huerta*», segons paraules de Labordeta. Aridesa esquerra, tallada com a gani-vetades sobre l'horta del Cinca. Les basses per abeurar el ramat i, de nou, per què tanta vegetació i fauna enmig de l'espartar?

I el Pirineu: roca i aigua, bellesa. Les primeres acampades, travesses i pujades. Les acampades i travesses en solitari. Les aventures de la supervivència.

I conèixer en Joan Rosell, que als quinze anys em va fer descobrir que existien els estudis de Geologia, els quals em van permetre de cristal·litzar totes aquelles vivències i passió d'infància i d'adolescència, en professió. I més endavant, Ramón Llamas i Emilio Custodio, que em van ensenyar a «veure» l'aigua subterrània i a estimar-la.

I les Illes Balears, la meva segona terra. Els primers estudis sobre recursos hídrics. Dos terços de la meva vida dedicats a la geologia i a les aigües subterrànies de les Illes i encara tantes qüestions per respondre! Tots els qui em van ajudar a conèixer millor les Illes i els seus habitants, i amb els qui vaig compartir discussions i treballs de camp. Els meus companys. La gent de fora vila amb què tantes hores he xerrat, el seu seny i la seva tenacitat. La immersió dins la realitat social de les aigües subterrànies i del concepte de «les aigües cercades», tan descriptiu i precís.

Quan brollen aquests records a la meva memòria, comprenc que hauria pogut triar qualsevol professió, però possiblement no podria ésser altra cosa que geòleg.

De sobte, m'he adonat que s'ha de prologar un llibre. L'objectiu previst de donar-hi a conèixer l'aigua subterrània i la seva relació amb el medi i l'home, s'assoleix àmpliament gràcies al treball de tot l'equip que hi ha participat. Poques vegades s'han explicat les coses de l'aigua amb tanta claredat i senzillesa i, alhora, amb tant de rigor científic.

Si aquest llibre aconseguix despertar en els lectors el respecte envers l'aigua i envers la terra i —per què no—, els ensenya a estimar-les, la seva publicació haurà estat un èxit. Però si a més, la seva lectura fa que qualcú, qualche dia, pugui recordar vivències lligades a la integració amb el medi i el seu coneixement, sense haver perdut la humilitat de preguntar-se el perquè, i compregui que la Terra no pertany a l'home, sinó l'home a la Terra, s'hauran ultrapassat totes les expectatives.

Alfredo Barón Périz
Hidrogeòleg

LES ILLES BALLEARS: MEDI FÍSIC I HUMÀ

1



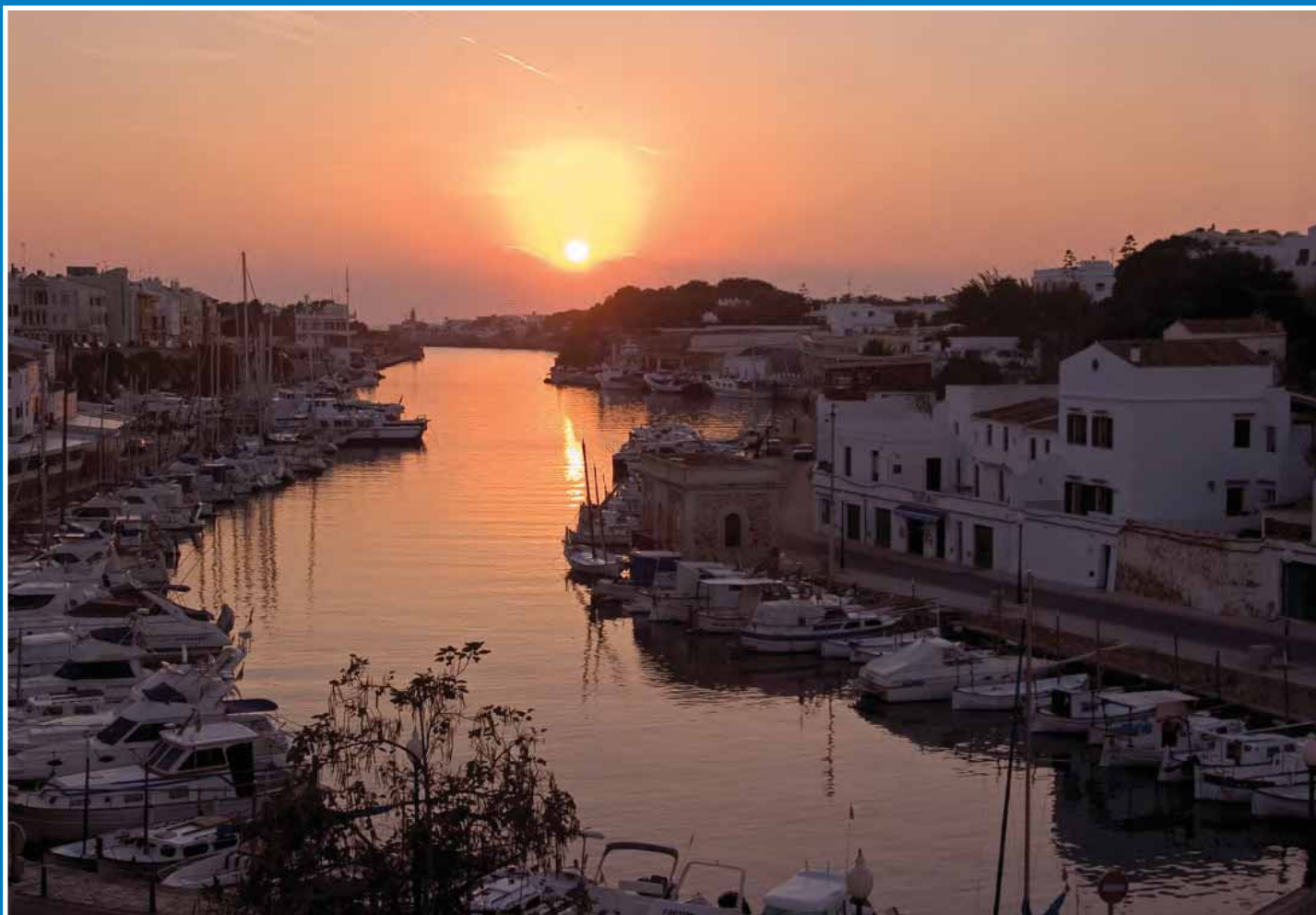


Foto: J.J. Pons

Apropa't més al mar. Aquí, les barques.
Escolta el vent damunt les roques planes.
I continua l'aigua, i continua.
Si, l'aigua, l'aigua.

El tràngol

Joan Brossa

En aquesta primera part introductòria del llibre es pretén apropar el lector a tots els aspectes del medi físic i humà relacionats amb el cicle de l'aigua. La presència d'aquest líquid preuat, la seva distribució, qualitat, quantia i explotació, dependran de nombrosos factors relacionats tant amb les característiques físiques del territori, com amb la seva població.

En primer lloc, l'aigua es troba íntimament relacionada amb el clima de la regió i, molt directament, amb el règim de precipitacions i temperatures. Tothom sap que durant els anys plujosos les fonts i els aqüífers brollen i els pantans s'omplen. No és així en anys de sequera, quan l'escassetat d'aigua arriba a ser un greu problema per a la nostra societat. La quantitat de pluja que cau directament sobre les Illes i la seva distribució determinen d'entrada els recursos hídrics de l'arxipèlag.

En segon lloc, és molt important conèixer els factors que condicionen el medi físic de les Balears, com ara el relleu, la geologia, la xarxa hidrogràfica, la coberta vegetal, etc., tots aspectes fonamentals que controlaran com, on i en quina quantitat s'infiltrarà l'aigua de pluja al terreny per passar a formar part del domini de les aigües subterrànies.

En darrer lloc, es volen exposar tots els aspectes relacionats amb la demanda, l'explotació i l'ús de l'aigua: la població i la seva evolució en els darrers anys, l'economia i la seva dependència del sector terciari, l'evolució de l'agricultura, etc. Tot un conjunt de peces, l'anàlisi prèvia de les quals és necessària per poder encaixar el trencaclosques que ens farà entendre el camí que realitza cada gota d'aigua.

Les Illes Balears. Generalitats

Les Illes Balears formen un arxipèlag situat a la Mediterrània occidental, enfront de les costes del llevant de la península Ibèrica. Estan constituïdes per quatre illes principals: Mallorca, Menorca, Eivissa i Formentera, i una sèrie d'illes i d'illots menors: Cabrera, Dragonera, l'illa de l'Aire, es Vedrà i s'Espalmador, entre d'altres. La superfície de l'arxipèlag és de gairebé 5.000 km. L'illa més gran és Mallorca, amb 3.640 km². Com a qualsevol conjunt d'illes, el domini costaner és predominant, amb una longitud de costa propera als 1.500 km, cosa que equivaldria a 300 m de costa per cada quilòmetre quadrat de superfície.

L'illa de **Mallorca** és la major de les Illes Balears. Les seves dimensions màximes són de 95 km des del seu extrem occidental (Sant Elm), fins l'oriental (Cala Rajada). Uns 10 quilòmetres al sud de l'illa hi ha l'arxipèlag de Cabrera, format per un conjunt d'illes i d'illots, tots deshabitats, i declarat Parc Nacional Marítim i Terrestre l'any 1991.

Des d'un punt de vista orogràfic, Mallorca està constituïda per un conjunt de serres i de planes. Els relleus principals es troben a la serra de Tramuntana, una alineació muntanyosa paral·lela a la costa nord-occidental de l'illa. La serra és abrupta, amb nombrosos cimals que superen els 1.000 m d'altitud, entre els quals destaca el Puig Major (1.445 m) com el punt més elevat de l'arxipèlag. Cap a l'est, l'illa presenta una sèrie de relleus més suaus (puig de Morey, 562 m) que constitueixen les serres de Llevant, que arriben des del cap de Capdepera i el cap Ferrutx, al nord, fins a les proximitats del poble de Santanyí, al sud. El contacte d'aquesta serra amb la mar s'estableix mitjançant una franja litoral plana coneguda com la Marina de Llevant, solcada per torrents fortament encaixats, a la desembocadura dels quals s'originen

cales i platges, algunes de les quals constitueixen importants indrets turístics. Entre la Serra de Tramuntana i la de Llevant, s'estira la part central de l'illa, el Pla de Mallorca, enmig del qual s'alcen les anomenades serres Centrals, conjunt de turons que presenten la seva màxima cota al massís de Randa (puig de Randa, 543 m). Entre les principals serres de l'illa queden delimitades zones planes i de relleus suaus que constitueixen les principals terres de conreu i on l'ús de l'aigua per a l'agricultura ha format un paisatge molt característic de molins, sínies i safareigs: els principals, per la seva tradició agrícola, són el pla de Palma, entre la Serra de Tramuntana, les Serres Centrals i la costa sud-oest (badia de Palma); el Pla d'Inca-Sa Pobla, entre la Serra de Tramuntana, les Serres Centrals i la costa nord-est (badia d'Alcúdia); el Pla de Campos, situat entre les Serres Centrals i la costa del Migjorn, i el pla de Manacor, entre les Serres Centrals i les de Llevant.

Menorca, l'illa més septentrional i alhora més oriental de les Balears, abraça una superfície d'uns 700 km², amb poc més de 53 km de longitud entre les ciutats de Maó i Ciutadella, i una amplària màxima de 19 km. S'hi poden distingir dues grans unitats geomorfològiques, que divideixen l'illa en dues meitats: la regió de Tramuntana, al nord, i la regió de Migjorn, al sud, separades per un traç sinuós que uneix cala Morell, a ponent, amb la ciutat de Maó, a llevant.

La Tramuntana és una regió accidentada, formada per turons que rarament superen els 250 m d'alçària, el cim més elevat dels quals és el Toro (358 m). La costa és retallada i rosta, amb nombroses cales de gran bellesa, de colors foscos i rogencs.

El Migjorn constitueix una plataforma extensa, poc elevada i lleugerament inclinada cap a la costa, solcada per barrancs profunds, sinuosos i molt encaixats. La costa és escarpada, retallada per nombroses cales d'arena blanca, que contrasta amb el blau turquesa de la mar.



Foto: R. M. Mateos

Serra de Tramuntana de Mallorca.
Muntanyes de més de 1.000 m d'alçària que s'alcen sobre el Mediterrani.



Entrada al port de Maó.

Amb una longitud de més de 5 km, el port de Maó ha estat des de l'antiguitat un refugi natural per als navegants



Foto: J. J. Pons

Eivissa i Formentera, conegudes com les Pitiüses, formen el conjunt més meridional de l'arxipèlag balear. Amb uns 541 i 82 km² de superfície, respectivament, es troben separades per un canal marí de menys de 50 m de fondària.

Eivissa presenta dues zones muntanyoses: els relleus més septentrionals de l'illa, la Serra dels Amunts i la Serra de Sant Vicent, amb alçades de fins a 400 m (Fornàs, 410 m) i que formen espectaculars penya-segats marins; i les serres meridionals: Sant Josep-Serra Grossa, menys extenses però amb alçàries més importants (Sa Talaiassa, 475 m), inclòs l'illot del Vedrà, el qual, amb gairebé 1 km² d'extensió, arriba als 380 m d'alçària, la qual cosa el fa destacar clarament a la costa occidental de l'illa. De la mateixa manera que a Mallorca, les àrees compreses entre les serres, les principals a les zones meridional i oriental de l'illa, acostumen a ser planes o amb relleu suau. És el cas de la depressió de Sant Jordi-Ses Salines, a l'extrem sud, o de la franja costanera de Santa Eulària, al sector oriental.

Formentera i els illots propers presenten un relleu molt suau. De fet, gairebé són plans, amb barres arenoses que tanquen llacunes (o estanys) d'aigua de mar o salabrosa. Les zones elevades de la Mola (201 m) i Guillen (108 m) són petites plataformes constituïdes per esculls coral·lins fòssils, una mena de contraforts naturals que defensen aquest sector de l'illa de la força de les ones.



Foto: O. Blasco

Les Salines d'Eivissa, amb els relleus de la Serra Grossa al fons.



Foto: O. Blasco

Molí de la Sal a Formentera, paradís natural de mar i arena.

La població

La població censada a les Illes Balears supera per poc el milió d'habitants. L'illa més poblada és Mallorca, amb 790.763 habitants, i la menys habitada és Formentera, amb menys de 8.000 habitants censats. Ara bé, la característica principal de les Balears és que reben més de 12 milions de visitants cada any, situació que obliga a disposar d'una població treballadora —mà d'obra temporal— que, sumada a la població fixa, dóna com a resultat una població equivalent a 1.262.913 persones. Els mesos d'estiu, els de major aflluència turística, la població estacional arriba a superar els 600.000 habitants.

La densitat real de població, és a dir, tenint en compte la població equivalent, és d'uns 250 hab/km², xifra molt superior a la mitjana nacional, propera als 90 hab/km² l'any 2007.

El 55% dels habitants de l'illa de Mallorca es concentren a la badia de Palma. La ciutat de Palma és la més poblada de tot el territori insular (376.000 habitants censats). La ciutat d'Eivissa, amb 42.884 habitants, representa el municipi amb major densitat de població del territori balear (3.848 hab/km²) a causa de la seva petita extensió. A Menorca, els dos municipis principals de l'illa —Maó i Ciutadella—, tenen poblacions semblants, que no superen els 25.000 habitants.

El desenvolupament turístic de Menorca ha estat inferior al de la resta de l'arxipèlag, per la qual cosa presenta una menor ocupació del territori i del litoral, i els principals nuclis turístics es concentren als municipis de Ciutadella, Sant Lluís i es Mercadal.

| POBLACIÓ FIXA I ESTACIONAL (ANY 2006) | | | |
|--|------------------|-------------------|------------------|
| | FIXA | EQUIVALENT | PUNTA |
| MALLORCA | 790.763 | 944.202 | 1.156.081 |
| MENORCA | 88.434 | 112.758 | 187.977 |
| EIVISSA | 113.908 | 192.343 | 259.900 |
| FORMENTERA | 7.957 | 13.610 | 24.481 |
| BALEARES | 1.001.062 | 1.262.913 | 1.628.439 |

(Font: Conselleria de Medi Ambient)

L'illa de Formentera presenta la densitat més baixa pel que fa a població fixa, malgrat que durant la temporada turística la població es multiplica. L'illa està constituïda per un sol municipi, amb cinc nuclis principals de població.

És notori, a tot el conjunt de les Balears, un increment poblacional als municipis litorals, una població jove que impulsa amb dinamisme aquests municipis i que a la vegada requereix més infraestructures i recursos hídrics.



Foto: J. J. Pons

Ciutadella de Menorca, meravellós indret turístic de la Mediterrània occidental.

La Comunitat Autònoma de les Illes Balears té el deure de garantir amb prou recursos hídrics la demanda, tant de la seva població resident, com de la població flotant que visita l'arxipèlag. L'activitat turística requereix el consum d'importants volums d'aigua, que a les Balears s'estima entorn als 300 litres per turista i dia, dotació que inclou, a més del consum directe, el reg de jardins, les piscines, les pèrdues de la xarxa, etc.

En els països en vies de desenvolupament, una persona consumeix uns 10 litres diaris d'aigua. A les Balears, la dotació mitjana per habitant i dia és d'uns 270 litres d'aigua.

L'economia

Les Balears és una de les regions amb major renda per càpita, 25.000 € l'any, aproximadament un 10% superior a la mitjana espanyola. El sector serveis és el que més contribueix al PIB, relacionat directament amb l'activitat turística de l'arxipèlag. El sector primari, lligat a l'agricultura, la pesca i la ramaderia, representa només l'1,1% de l'economia balear.

La macroeconomia de les Balears és un clar exemple de terciarització, la qual cosa té com a conseqüència un transvasament de mà d'obra des dels altres sectors a les activitats de serveis, que es converteixen en els principals generadors d'ocupació. Les Balears, territori del qual en el passat la població marxava, d'ençà dels anys cinquanta ha passat a ser receptora d'una població immigrant cada vegada més important. Actualment el percentatge de ciutadans estrangers supera el 20% de la població i les Balears s'han convertit en una de les regions d'Espanya amb el creixement poblacional més alt dels darrers anys.

La indústria balear es desenvolupa en els sectors de l'energia, de l'aigua i de l'alimentació. La indústria més tradicional —calçat, pell, mobles i bijuteria—, encara arrelada a algunes comarques, creix a menor ritme que el sector serveis.

La construcció presenta una relació directa amb el principal motor del desenvolupament econòmic de les Balears —el turisme— i pateix oscil·lacions en funció de la seva variabilitat i de la situació econòmica nacional i internacional.

El clima

Les Balears presenten un clima típicament mediterrani, amb hiverns suaus i estius molt calorosos i secs. Les temperatures extremes es veuen atenuades per la proximitat de la mar. Hi ha un augment clar de l'aridesa a l'arxipèlag, des del nord (Menorca) cap al sud (Formentera), així com un evident control orogràfic dins de cada illa.

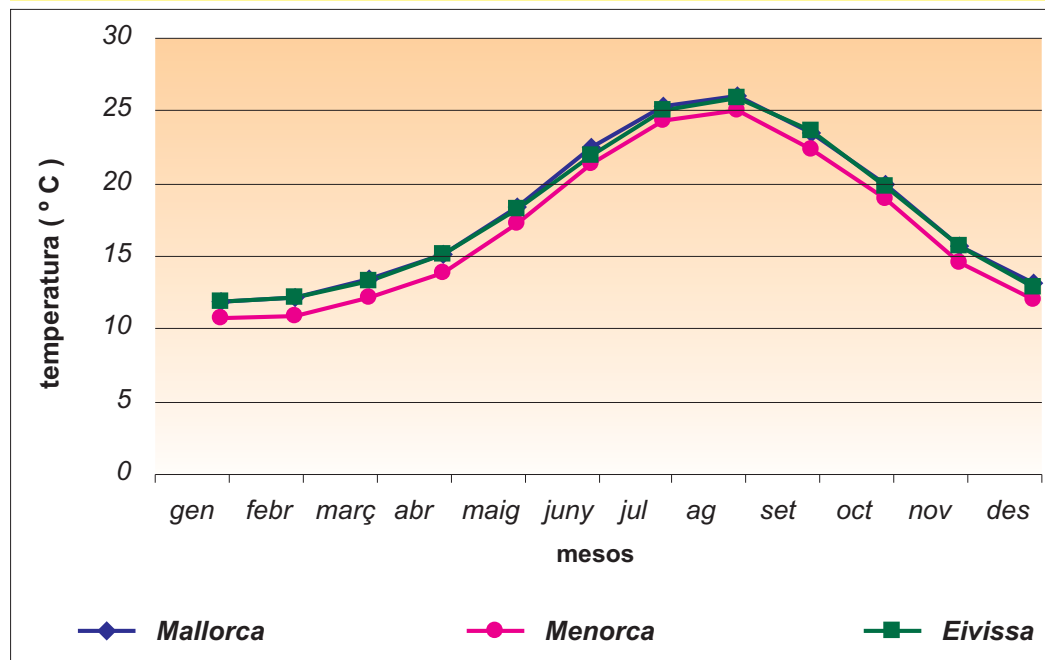
Els episodis de gota freda són freqüents els mesos de tardor, a causa de l'arribada de les primeres masses d'aire fred en alçada que es troben amb l'encara elevada temperatura de l'aigua de la mar. Conseqüentment, les inundacions constitueixen el principal risc natural del territori balear i, quan es produeixen, els danys són considerables.

Temperatures

La temperatura mitjana anual varia entre els 16,9°C de Maó i els 17,9°C de Formentera, si bé a la serra mallorquina baixa fins als 13,6°C. El mes més fred és gener, amb temperatures mitjanes entorn dels 11°C, i el més càlid, l'agost, en què se superen els 25°C. Les temperatures màximes augmenten des dels 33°C que es registren a Menorca fins als 38°C de Formentera. Deixant de banda les zones més altes (serra de Tramuntana mallorquina), a la resta del territori gairebé mai no es produeixen gelades.

La sensació tèrmica depèn molt del grau d'humitat relativa, que a les Balears és força elevat, amb valors mitjans que ronden el 74%

Temperatures mitjanes mensuals a les illes de Mallorca, Menorca i Eivissa.
 Font: Institut d'Estadística de les Illes Balears. Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació.

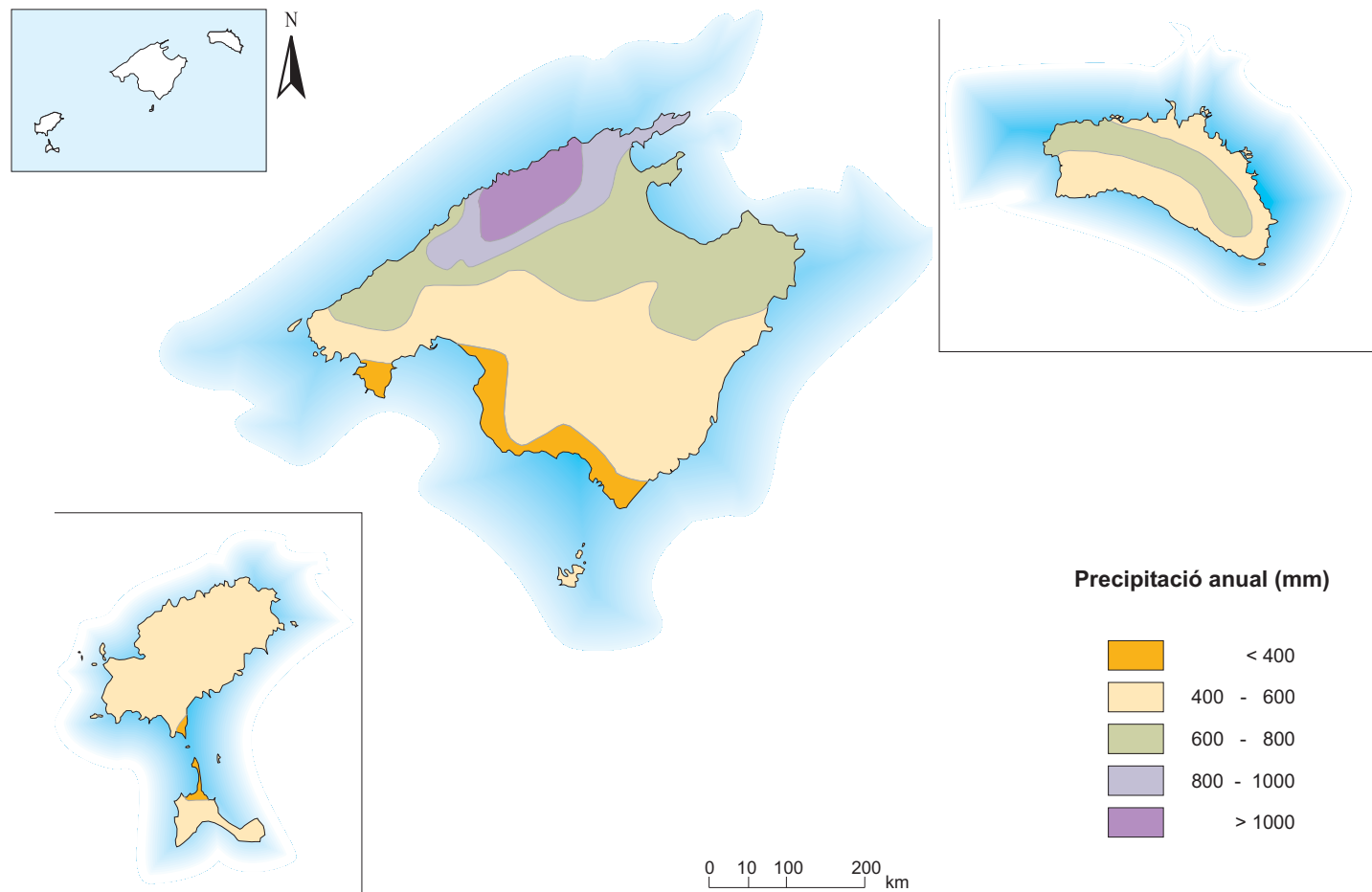


Precipitacions

Les precipitacions es produeixen gairebé sempre en forma de pluja; la neu hi és molt escassa i localitzada gairebé en exclusiva a la Serra de Tramuntana de Mallorca. La pluviometria disminueix de nord a sud i es troba molt influenciada per l'orografia de cada illa. Així, a Mallorca es registren precipitacions mitjanes anuals de 1.400 mm al sector central de la Serra de Tramuntana, però cap al sud (Llucmajor-Campos) no se superen els 350 mm. A Menorca, les precipitacions més elevades es produeixen a la part central, especialment al nord-oest, i disminueixen cap a la costa; la precipitació mitjana anual és de 600 mm. Eivissa i Formentera són les illes més seques; no s'hi superen els 450 mm de precipitacions mitjanes anuals.

| PRECIPITACIONS MITJANES ANUALS | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| | SUPERFÍCIE (km²) | PRECIP. MITJANA (mm) |
| MALLORCA | 3.604 | 625 |
| MENORCA | 693 | 600 |
| EIVISSA | 569 | 458 |
| FORMENTERA | 81 | 437 |

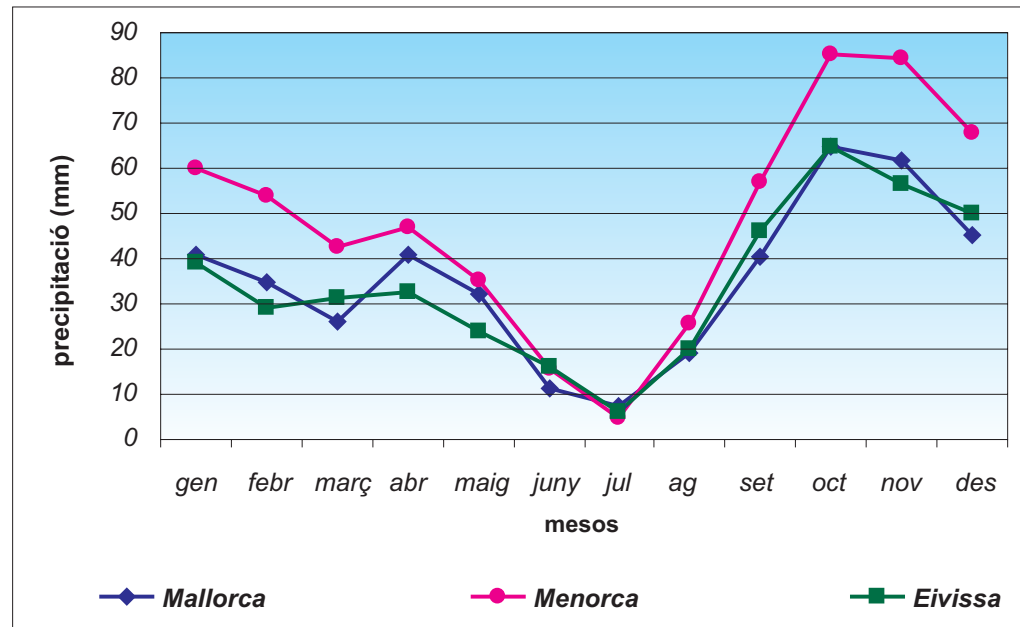
La distribució anual de les precipitacions a les illes fa palès el seu caràcter mediterrani. Els mesos d'octubre i de novembre són els més plujosos, amb pluges intenses que es concentren en curts períodes de temps i episodis de més de 300 mm en 24 hores. A l'hivern i a la primavera, els episodis plujosos donen pas a un estiu amb absència pràcticament total de precipitacions. El 60% de les precipitacions registrades es produeix en el període comprès entre octubre i gener.



Distribució de les precipitacions mitjanes anuals a l'arxipèlag balear.

Pluviometria mitjana mensual de Mallorca, Menorca i Eivissa.

Font: Institut d'Estadística de les Illes Balears. Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació.



El clima mediterrani també es caracteritza per la presència de llargs períodes de sequera i per la irregularitat del règim de precipitacions segons l'any. Encara es conserva a la memòria el record de la sequera de mitjans de la dècada dels noranta, quan es va transportar aigua de l'Ebre en vaixell, des de l'any 1996, per proveir l'illa de Mallorca. Els aqüífers constitueixen excel·lents "embassaments" subterranis capaços d'esmoreir els efectes dels períodes de sequera, ja que la seva resposta a l'absència de precipitacions no es manifesta tan aviat com en el cas dels recursos superficials.

Els vents

Un altre element important del clima insular és el vent. A la tardor bufen des de la mar vents carregats d'humitat, llevant (E) i gregal (NE); a l'hivern, i fins i tot a la primavera, ens arriben els vents del nord, freds i de gran intensitat, molt freqüents a la costa nord de Mallorca i sobretot a l'illa de Menorca: la tramuntana (N) i el mestral (NW). En contraposició, el xaloc (SW), el llebeig (SE) i el migjorn (S), són vents càlids que bufen durant l'estiu i fan pujar les temperatures a tot el territori insular. Així mateix, cal recordar les brises de mar cap a terra (a Mallorca anomenades embat), importants reguladors tèrmics a les zones costaneres, on es concentra la major part de la població.

Vegetació i usos del sòl

La vegetació de les Balears es troba condicionada per la predominança de les roques calcàries, pel seu caràcter insular, que afavoreix els endemismes, pel clima mediterrani i per una intensa pressió humana que es remunta a temps històrics. En general, a les serres de l'arxipèlag predomina el bosc mediterrani d'alzines, amb dues varietats: l'alzina carrasca (*Quercus rotundifolia*), molt resistent a la sequera i present a Mallorca i Eivissa, i l'alzina comuna (*Quercus ilex*), pròpia d'ambients més humits i ombrívols, present a les illes de Menorca i Mallorca. La degradació de l'alzinar a causa de les tales, dels incendis i de l'activitat carbonera, entre d'altres, ha condicionat una substitució progressiva d'aquest pel bosc de pins.

Els pinars de pi blanc (*Pinus halepensis*) són molt freqüents a les Balears. Es troben a totes les illes, però creixen millor a llocs més secs i assolellats que l'alzinar. Sovint presenten un sotabosc molt dens i ric en espècies típicament mediterrànies, com el romaní, el xiprell i la mata (*Pistacia lentiscus*). A Eivissa, els pinars són molt extensos, generalment acompanyats de savines i ginestes. Els navegants relataven que «d'ençà que el vaixell arribava a l'illot de Tagomago, es deixava sentir una flaire de pi i romaní inconfusible».

A les zones baixes de les Balears, la garriga (a Menorca coneguda com la marina) és la comunitat vegetal predominant. Ocupa extenses zones a totes les illes i està formada per comunitats arbustives denses, típiques d'indrets secs i afectats per l'activitat humana. És una comunitat rica en espècies vegetals, entre les quals destaca l'ullastre (*Olea europaea*) i el pi (*Pinus halepensis*), que hi acostumen a conviure amb



Conreu de secà a les marjades de Son Bunyola (Banyalbufar), a la serra de Tramuntana de l'illa de Mallorca.

Les marjades arriben fins a cotes situades molt amunt als vessants.

Foto: A. Mateos

una vegetació arbustiva típicament mediterrània de mata, ginesta, romaní, xiprell i estepa blanca. Curiosament, a Menorca, sobre el substrat silici de la regió de Tramuntana, trobem una comunitat arbustiva amb predomini del bruc, fet pel qual se l'anomena «les marines de brucs».

La vegetació costanera i de les zones humides, malgrat que ocupa extensions relativament reduïdes, té un valor excepcional. Destaquen els savinars (*Juniperus phoenicea*) a les costes arenoses d'Eivissa i de Formentera, així com espècies endèmiques com ara els coixinets de monja a les costes rocalloses. No ens hem d'oblidar de la vegetació que es desenvolupa a les llacunes salabroses i a les albuferes de les illes, on podem trobar el canyís i el càrritx als terrenys inundats, i les jonqueres i la salicòrnia a les zones salabroses.

Això no obstant, poc més d'un 55% de la superfície balear està ocupada per terrenys conreats per l'home. Destaca el tradicional cultiu de secà, on predomina l'olivera, l'ametller, el garrover i la figuera, així com el cereal. Els conreus de regadiu es localitzen a les zones més planes de l'arxipèlag, on tradicionalment s'ha pogut disposar amb facilitat de l'aigua subterrània. Destaquen a Mallorca el Pla de Sa Pobla, amb el cultiu de la patata; la Vall de Sóller, amb els horts de cítrics; i el Pla de Palma i el Pla de Campos, on encara es conreen farratges. A l'illa d'Eivissa, Santa Eulària del Riu i el Pla d'Eivissa són les dues zones amb major tradició agrícola, i a Menorca predomina a tota l'illa el conreu de farratges per a l'alimentació de les vaques.

A les zones de muntanya, l'afany de l'home durant segles per aconseguir petites zones de conreu en una topografia prou accidentada, ha condicionat el desenvolupament d'una enginyeria popular d'amargenament de vessants, amb la construcció dels tradicionals murs de pedra en sec, els «marges». En aquestes terrenys abancaltas, coneguts com marjades, s'han anat conreant petits horts i arbres de secà, que ajuden a atenuar els processos erosius dels rostos vessants de les serres de les Balears.

La hidrografia i la hidrologia superficial

El règim de pluges, la permeabilitat dels terrenys i la relativament petita dimensió de les conques, fa que gairebé no existeixin cursos superficials permanents a les Illes Balears. La xarxa superficial de drenatge està formada per torrents de cursos relativament curts. L'aigua hi circula estacionalment: tanmateix, la irregularitat de les pluges i la seva concentració en curts períodes de temps, pot donar lloc a cabals punta molt elevats, que poden ocasionar riuades de certa importància.

Al nostre arxipèlag hi ha tres tipus de torrents:

- **Els torrents de muntanya**, que presenten gradients de pendent elevats, cursos molt curts i que drenen ràpidament a la mar. Un exemple d'aquest tipus és el torrent de Sóller, que de vegades ha generat greus problemes d'inundacions en aquesta comarca mallorquina.
- **Els torrents de pla**, amb gradients de pendent baixos i major longitud i superfície de conca. Un exemple d'aquest tipus és el torrent de Muro.
- **Les gorges càrstiques**, torrents molt encaixats a la roca calcària, que configuren estretes valls de parets de gran alçada i gairebé verticals. L'exemple més significatiu és el torrent de Pareis, a la Serra de Tramuntana mallorquina, així com els barrancs de la regió del Migjorn, a Menorca.

La intensa explotació de les aigües subterrànies durant els darrers 40 anys ha contribuït a l'absència d'aigua als torrents, en aquells que són alimentats per la sortida de fonts. L'únic curs d'aigua permanent que es podia trobar a les Balears era el Riu de Santa Eulària, a Eivissa, actualment amb un règim torrencial a causa de l'explotació de l'aqüífer de la zona.

Les úniques obres de regulació superficial construïdes a l'arxipèlag són els embassaments de Cúber i del Gorg Blau, tots dos a la Serra de Tramuntana de Mallorca. La seva capacitat conjunta és d'11,7 hm³ i entre tots dos proporcionen al proveïment de Palma un cabal mitjà aproximat de 7 hm³/any.

Foto: J. J. Pons

Torrent des Puntarró (Menorca).
Torrent de muntanya que alimenta l'albufera des Grau.







El Riu de Santa Eulària a Eivissa,
l'únic amb la denominació «riu» a l'arxipèlag balear.

Foto: O. Blasco

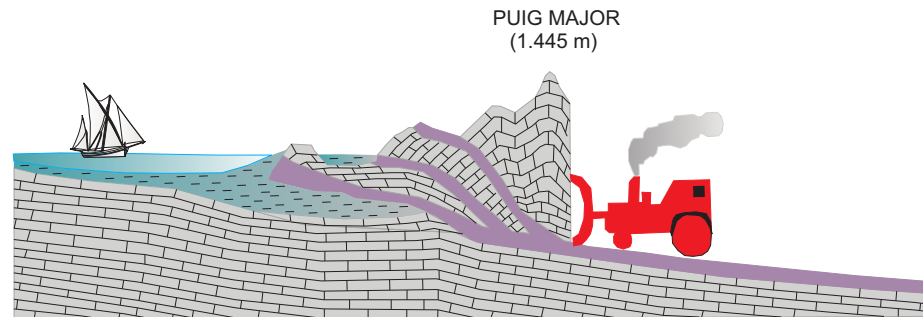
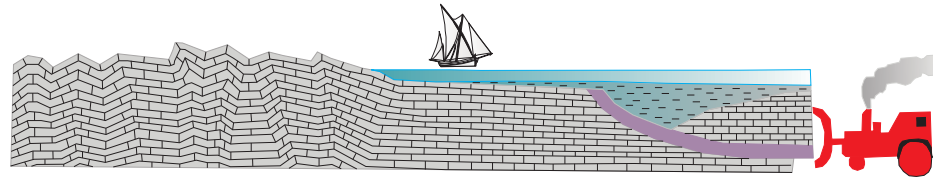


Embassament de Cúber, a la Serra de Tramuntana de Mallorca.
Una de les poques obres de regulació de recursos d'aigua superficial construïdes a l'arxipèlag.

Foto: J. Rodríguez

La geologia

A escala geològica, la fesomia de les Illes Balears tal com la coneixem avui es va començar a formar fa poc temps, uns 20 milions d'anys, en el període geològic conegut com miocè inferior. En aquesta etapa es fa més intens l'apropament entre la placa africana i la placa ibèrica, una "besada" entre dos continents que va donar lloc a la formació d'imponents serralades com els Alps, els Pirineus, les serralades Bètiques i



Esquema conceptual de la formació de la Serra de Tramuntana mallorquina.

Els sediments ja dipositats es van plegar i apilar fins elevar-se a la seva posició actual, mitjançant els esforços compressius generats durant l'orogènia alpina, fa 20 milions d'anys.

la serralada de l'Atlas. En aquesta etapa compressiva, que és coneguda com l'orogènia alpina, es generarà a les Illes Balears l'aixecament i apilament de tots els materials dipositats en èpoques anteriors, originant els principals relleus de les Balears.

Els materials predominants que formen l'estructura principal d'aquests relleus estan constituïts per calcàries i dolomies que es van dipositar a antics fons marins fa aproximadament 200 milions d'anys, al juràssic inferior, mentre en els terrenys emergits dels continents pasturaven enormes dinosaures. Aquests materials carbonatats, elevats per l'orogènia alpina fins a la seva posició actual, configuren un relleu força abrupte a les serres de les Balears (Puig Major, 1.445 m) i determinen l'existència d'imponents espadats marins a la costa nord mallorquina i eivissenca.

Una altra particularitat de les calcàries i dolomies que configuren el nostre substrat geològic és la seva capacitat de dissoldre's amb l'aigua de pluja quan circula per la superfície i quan s'infiltra al subsòl, cosa que produeix espectaculars morfologies càrstiques, tant a l'exterior com a l'interior dels massissos rocosos. El carst és una singularitat del paisatge mediterrani en general i de les Illes Balears en particular i l'aigua hi té un paper fonamental. Els aqüífers càrstics presenten una gran capacitat d'emmagatzematge en el nostre territori, i la seva descàrrega origina importants deus, que han abastat des de temps històrics la població insular.



Cap de Formentor (Mallorca).

Foto: R. M. Mateos

S'observen les diferents làmines de roca calcària que s'han anat apilant durant l'orogènia alpina i que donen lloc a un vessant costaner molt abrupte i accidentat.

Hi ha roques volcàniques a les Balears?

Sí, a les Balears hi ha nombrosos afloraments de roques volcàniques anomenades «ofites», però no procedeixen de volcans actuals, es van formar a volcans que van existir fa més de 200 milions d'anys, al triàsic superior. Actualment no hi ha cap indicatiu de vulcanisme a les Illes Balears.

El millor lloc per veure aquests afloraments d'ofites es troba a l'entorn de cala Tuent, a Mallorca.

La base dels aqüífers de naturalesa càrstica, que predominen a les serres, està constituïda per materials de baixa permeabilitat. Generalment es tracta de les argiles versicolors del Keuper (triàsic superior, 220 milions d'anys), que acostumen a ser-hi amb guixos, molt impermeables, i roques volcàniques. Aquests materials de naturalesa blana constitueixen el fons de nombroses valls, com la Vall de Sóller i la conca de Valldemossa, a l'illa de Mallorca.

Passat el període de formació dels grans relleus, a les Balears comença, fa 15 milions d'anys, una etapa geològica diferent que continua fins als nostres dies. La tectònica regional dóna pas a una fase «distensiva» que origina falles normals, molt extenses, que enfonsen part d'aquestes serres, formant-se importants cubetes que es van omplint progressivament de sediments resultants de l'erosió i de la meteorització dels relleus circumdants. Així es configura l'actual morfologia de les Illes, formada per alts (les serres) i cubetes (els plans). La comarca del Raiguer, per exemple, és una cubeta de sedimentació de grans dimensions i separada de la serra de Tramuntana per una gran falla normal. Sondeigs realitzats a Binissalem posen de manifest una acumulació de més de 1.300 m de sediments al bloc enfonsat d'aquesta falla.



Pedrera de marès a la costa de Santanyí (Mallorca).

Són dunes fòssils cementades, d'edat quaternària, geològicament molt recents.

Foto: J. Rodríguez

La presència de sediments de naturalesa granular a les planes, d'edat quaternària, l'època més recent de la nostra història geològica, hi determina l'existència d'aqüífers detrítics, en què l'aigua s'acumula als buits que queden entre els grans que constitueixen el sediment. La base d'aquests aquífers, constituïda per materials de molt baixa permeabilitat, són les argiles i les margues (argiles amb proporció variable de material calcari), molt abundants al nostre substrat geològic.

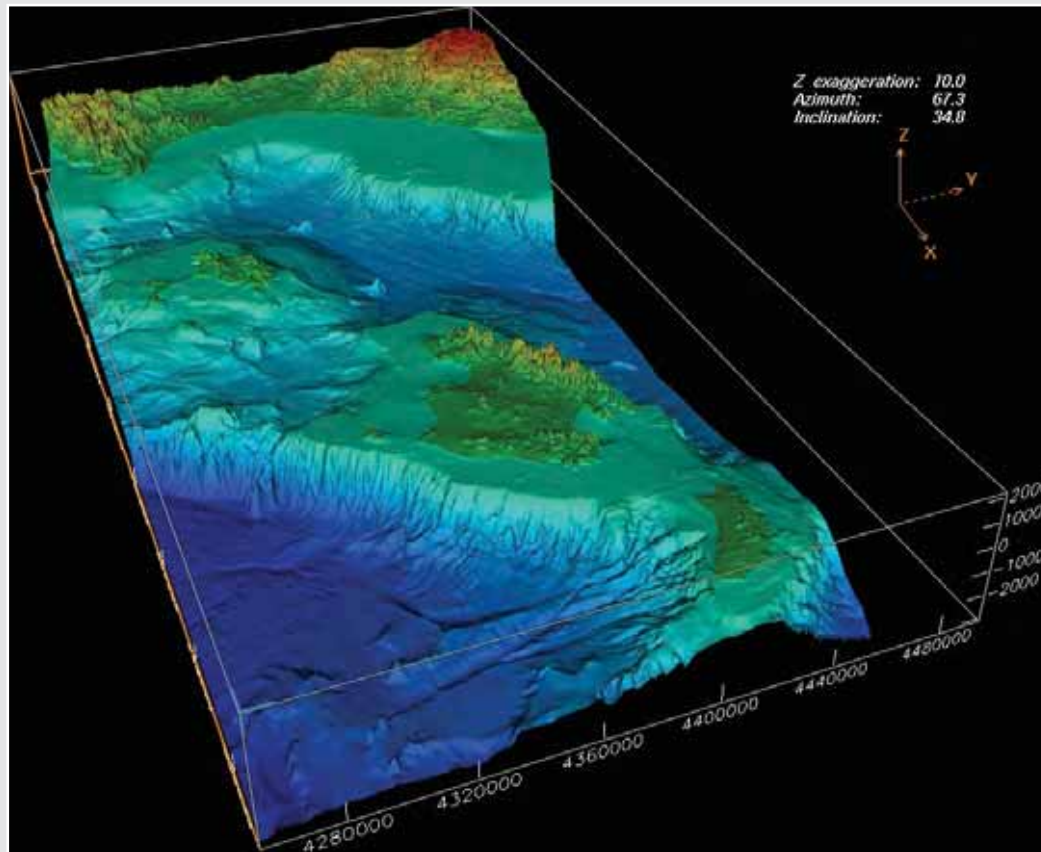
Durant el miocè superior, fa només 6 milions d'anys, les Balears gaudien d'un clima càlid tropical i les seves costes van ser colonitzades per esculls de corall i boscos de manglars. Aquests esculls, avui fòssils, formen part del litoral de les nostres illes i constitueixen el substrat geològic aflorant del Migjorn a Menorca, del sud i del llevant de l'illa de Mallorca (marina de Lluçmajor, marina de Llevant), i de Formentera (sa Mola). La peculiaritat d'aquests esculls fòssils és que constitueixen excel·lents aquífers a causa de la seva porositat i carstificació, essent encara molt importants per al proveïment d'alguns nuclis de població litorals a Mallorca i per a l'illa de Menorca en conjunt.

La geologia dels darrers temps (2 milions d'anys) a l'arxipèlag balear ve determinada sobretot per les fluctuacions del nivell de la mar i els canvis al litoral que això produeix. Durant els grans períodes glacials, el nivell de la mar es trobava més baix que ara (fins a 100 m a la darrera glaciació). En conseqüència, les Illes eren més extenses, fins al punt que les illes de Mallorca i de Menorca es trobaven unides. En aquesta etapa, el quaternari, té lloc un revifament de l'activitat dels torrents i de la seva capacitat erosiva, amb la qual cosa s'originen potents dipòsits de tipus col·luvial i al·luvial, que constitueixen aqüífers granulars, superficials.

Durant els períodes interglacials, més càlids, el nivell de la mar puja principalment a causa de la fusió de les glaceres i els casquets polars del planeta. A les Balears hi ha constància d'una pujada del nivell de la mar de més de 40 m fa 300.000 anys. Aquestes pujades del nivell determinen una reducció de la superfície de les Illes i un desplaçament del litoral cap a l'interior.

Un sediment molt característic dels recents temps quaternaris (darrers 1,8 milions d'anys) és el marès. Es tracta d'una roca de pedra arenosa, formada a partir d'antigues dunes fòssils, amb els seus grans cementats i que s'ha fet servir com un dels principals materials de construcció a les Illes Balears: un exemple important podria ser la Seu de Palma de Mallorca.

Des del punt de vista geològic, les Illes Balears constitueixen la prolongació cap al NE de les serralades Bètiques. Fa 30 milions d'anys, les Illes Balears eren part de la península Ibèrica, fins que van girar en el sentit de les agulles del rellotge i van assolir la seva posició actual. Aquesta circumstància ha definit, tant l'existència de l'anomenat Promontori Balear, escorça continental on se situen les Illes, com la geologia del fons marí que envolta el Promontori, on destaca l'existència de volcans extingits, d'importants gorges submarines i de talussos escarpats com el d'Emile Baudot, situat al SE de l'illa de Mallorca i que dona pas a fondalades marines de més de 2.700 m.



El Promontori Balear, escorça continental a la Mediterrània occidental, amb la seva part emergida, les Illes Balears.

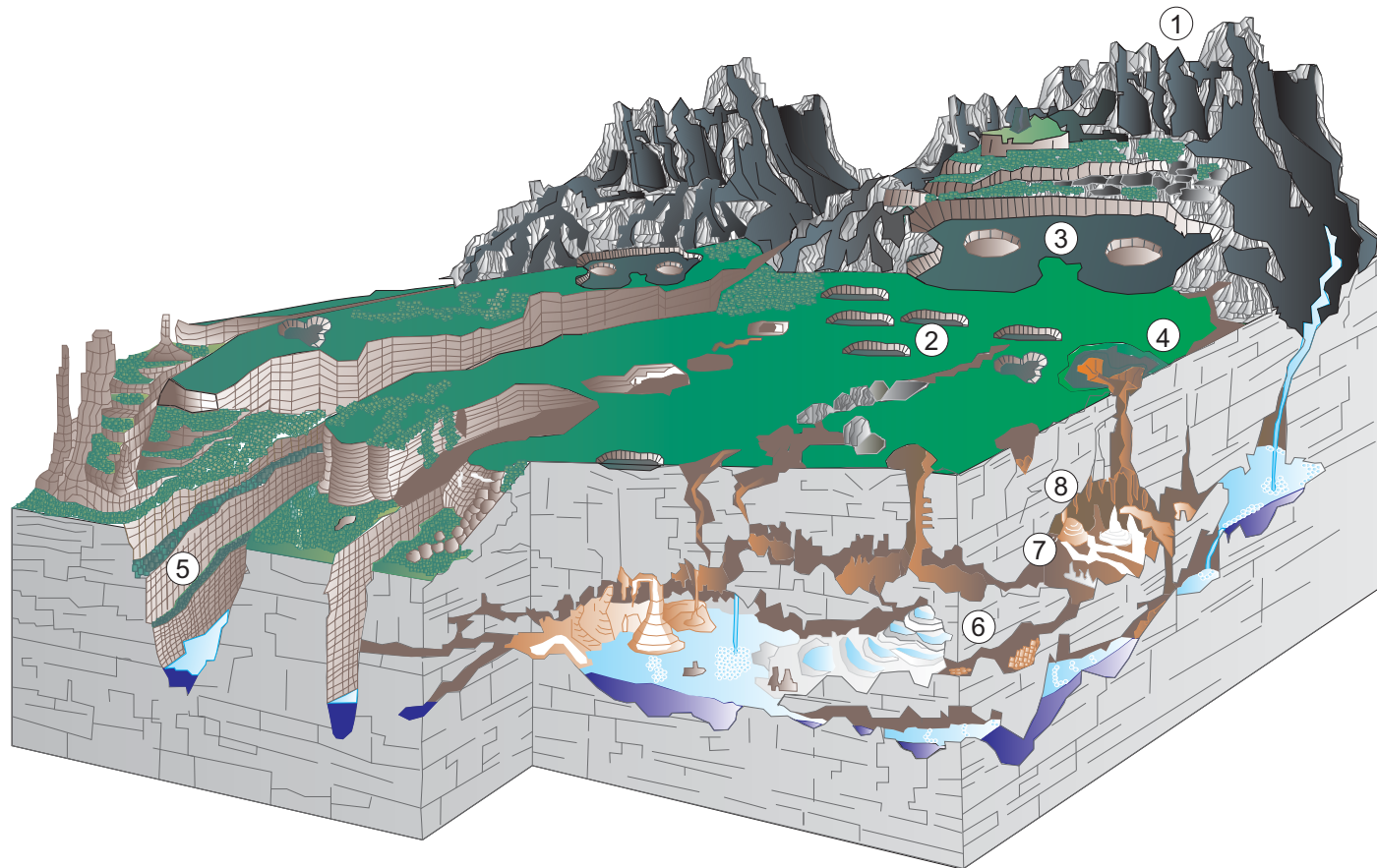
El límit oriental del promontori de Mallorca el formen escarpades gorges submarines, que donen pas a grans fondalades

Cortesia de J. Acosta, 2003

El carst: característiques i distribució a les Balears

Karst és una paraula d'origen serbocroat que significa 'desert rocallós' i defineix un paisatge molt característic d'àrees on predominen les roques calcàries, com és el cas de les Balears. El carst és, a més, el paisatge predominant de les regions mediterrànies, on els factors geològics i climàtics es combinen per formar un relleu dur i auster, alhora que enèrgic, misteriós i sorprenent.

Quan l'aigua de pluja es combina amb l'aire i amb la matèria orgànica que es pot trobar al sòl, es forma un àcid dèbil (l'àcid carbònic) que és capaç de dissoldre lentament les roques calcàries. Aquesta dissolució, que va desfent la roca de mica en mica i al llarg de milers d'anys, configura unes morfologies molt singulars, tant en la superfície del terreny —donant lloc a formes excàrstiques—, com a l'interior del massís rocós -originant les misterioses coves i conductes subterranis- que caracteritzen l'anomenat endocarst.



- 1 RASCLER
- 2 DOLINA
- 3 PÒLIE AMB ENGOLIDORS
- 4 AVENC
- 5 GORJA

**ESPELEOTEMES
A COVES**

- 6 GORGS
- 7 ESTALACTITA
- 8 ESTALAGMITA

Esquema de les morfologies càrstiques presents a les Illes Balears.

Morfologies de superfície (exocarst): rasclers, dolines, pòlies, gorges, etc.; i formes de l'interior del massís rocós (endocarst): coves, avencs, espeleotemes, etc.



Foto: J. Rodríguez

Rascler a la Serra de Tramuntana de Mallorca.

La roca sembla tallada pel cisell d'un escultor, formant capricioses figures que desfermen la imaginació popular.

El procés de dissolució de la roca calcària que aflora a la superfície del terreny produeix camps de rascler, localment coneguts com esquetjars o rellars, indrets gairebé intransitables a causa de l'esquerp treball que ha realitzat l'aigua sobre la roca. Així mateix, podem trobar unes depressions arrodonides, les dolines o clots, així com depressions de fons pla, de dimensions més grans, els pòlies. L'agricultura de muntanya ha fet servir aquestes depressions per poder-se desenvolupar.

L'aigua superficial s'infiltra al subsòl a través d'engolidors i d'avencs, passant a formar part del domini de les aigües subterrànies, on continua el seu procés de dissolució. L'aigua penetra pels plans de debilitat de la roca, eixamplant esquerdes i fractures, originant grans cavitats que, més endavant en el seu procés de formació, s'adornaran amb estalactites, estalagmites, perles de cova, banderes i d'altres formes de precipitació variades i fràgils que reben el nom d'espeleotemes.

La importància del carst a les Balears fa que en aquest llibre se li dediqui un capítol sencer, per tal de poder explicar aquest singular i meravellós «paisatge de l'aigua».

LES AIGÜES SUBTERRÀNIES

2





Foto: J. Rodríguez

La font trascola de la muntanya;
la gent hi conta llegenda estranya.
De remors fondes, columns d'or
i aigua estil.lada que ensurt del cor

Antologia poètica

Maria Antonia Salvà

L'aigua, un element que dona origen a la vida. Formada en estat pur per un àtom d'oxigen i dos d'hidrogen, té la capacitat de refractar la llum, de dissoldre la terra i de vèncer el foc. L'aigua és un element imprescindible, el bé amb més demanda del món. Totes les ciutats creades des de l'antiguitat van sorgir i es van desenvolupar a prop de l'aigua, i és un recurs tan valuós que ha estat i serà motiu de guerres al nostre planeta. Només una centèsima part de l'aigua de la Terra es pot extreure fàcilment per consumir-la, cosa que fa que aquest recurs sigui únic, però no infinit.

Les aigües subterrànies representen el 96% de l'aigua dolça no congelada de tot el planeta, i la seva presència ha estat vital per al desenvolupament de nombroses societats, entre les quals també s'inclou la balear. A les Balears es consumeixen 273 milions de metres cúbics d'aigua, dels quals gairebé el 80% s'extreu dels aquífers. L'aigua subterrània ha tingut, i té, un paper fonamental en la nostra societat, per al desenvolupament de la qual és un dels motors més importants.

Per tot això, és necessari divulgar i donar a conèixer, amb el major rigor científic possible, tots els aspectes relacionats amb les aigües subterrànies i realitzar, conjuntament amb el lector, el viatge que inicia cada gota d'aigua des que s'infiltra al terreny fins que brolla per una font o arriba de bell nou a la mar.

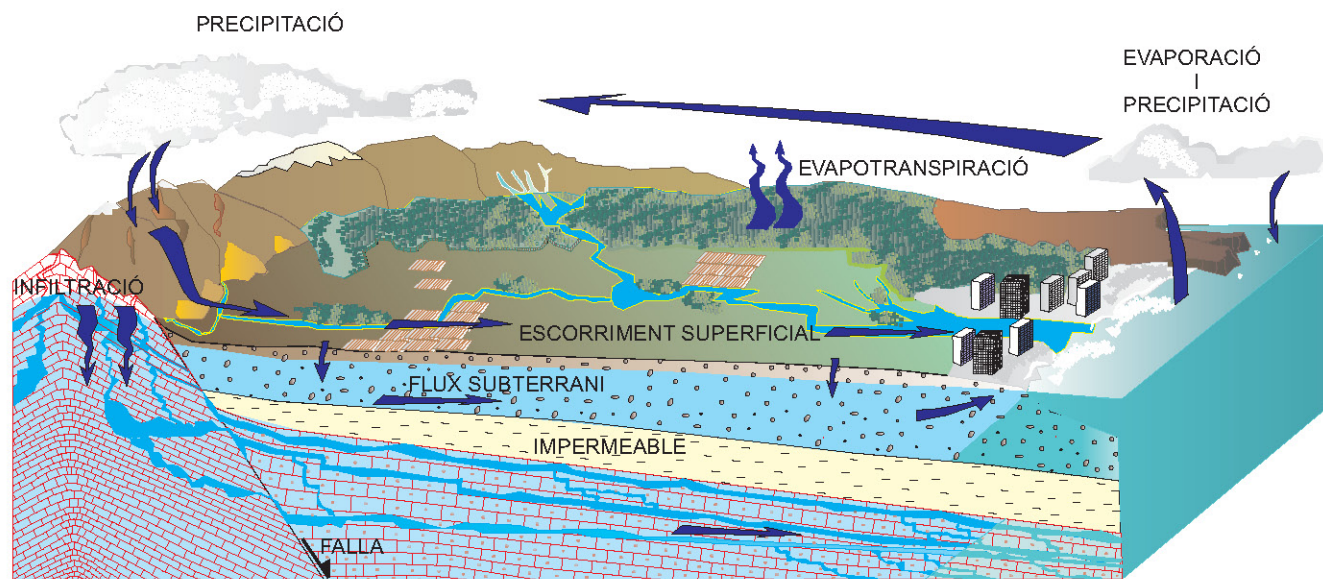
El cicle hidrològic

L'aigua no roman estacionària sobre la Terra, sinó que està en moviment i canvia constantment d'estat, de líquid a vapor, a gel i a la inversa. El cicle de l'aigua és un procés continu, en el qual una gota d'aigua evaporada de l'oceà torna a la mar després de passar per diverses etapes.

El cicle pot començar amb l'**evaporació** de l'aigua dels oceans, dels mars, dels llacs, dels rius i dels embassaments. En aquest cas, el Sol constitueix el principal motor del cicle hidrològic, com succeeix en la major part de processos externs que tenen lloc a la Terra. L'**evapotranspiració** juga un paper fonamental que inclou la transpiració de la vegetació i l'evaporació directa del sòl. D'aquesta manera, l'aigua en forma de vapor passa a les capes inferiors de l'atmosfera, on la temperatura inferior és la causa que el vapor d'aigua es condensi i formi els nívols, que són desplaçats horitzontalment per l'acció del vent. L'aigua retornarà a la superfície de la Terra i als oceans en forma de **precipitació** (pluja, neu o calabruix). Una part de l'aigua que arriba a la superfície serà aprofitada pels éssers vius; una altra part es mourà superficialment pel terreny fins arribar a un riu, a un llac o a l'oceà, fenomen que es coneix com **escorriment superficial**. Així mateix, part de la precipitació pot quedar acumulada durant milers d'anys en forma de gel sobre els casquets polars i les glaceres. Una fracció de la precipitació s'infiltrarà en el terreny i passarà a formar part de les **aigües subterrànies** que, molt lentament, es mouran pel subsòl fins que trobaran una sortida a un riu, a un llac o a la mar. D'aquesta manera, el cicle de l'aigua es tanca i torna a començar.

Així com la circulació de l'aigua a través de l'escorriment superficial és un procés molt ràpid —dies, setmanes—, la circulació subterrània a través dels aqüífers és un procés molt lent, que es pot perllongar durant milers d'anys des que la gota d'aigua s'incorpora al subsòl fins que torna a sortir de bell nou a l'oceà.

El cicle de l'aigua constitueix un procés natural de regeneració i de depuració de l'aigua en el planeta, ja que l'aigua que s'evapora dels oceans és aigua dolça, no incorpora el contingut en sals de l'aigua de la mar.



El cicle de l'aigua. Esquema que representa les diferents fases del cicle hidrològic: precipitació, infiltració, flux subterrani, escorriment superficial, evapotranspiració i evaporació: el llarg viatge que fa una gota d'aigua.

A la taula següent es mostra la distribució de l'aigua a l'hidrosfera. Hi podem veure que la major reserva d'aigua s'acumula als mars i als oceans.

Les aigües subterrànies, malgrat que només constitueixen el 0,76% del total d'aigua del planeta, representen poc més d'un 30% de les reserves d'aigua dolça, valors molt superiors als recursos d'aigua superficials que constitueixen els rius i els llacs. Cal destacar que les reserves d'aigua dolça més grans del planeta es troben en estat sòlid, formant part dels casquets polars i de les glaceres. Al continent antàrtic hi ha gairebé el 65% de les reserves d'aigua dolça de la Terra.

| DISTRIBUCIÓ DE L'AIGUA A L'HIDROSFERA | | |
|--|---------------------------------------|--|
| | % DE L'AIGUA TOTAL DEL PLANETA | % DE LES RESERVES D'AIGUA DOLÇA |
| OCEANS I MARS | 97,5 | -- |
| GLACERES I CASQUETS POLARS | 1,74 | 68,7 |
| LLACS | 0,013 | 0,26 |
| RIUS | 0,0002 | 0,006 |
| AIGÜES SUBTERRÀNIES | 0,76 | 30,1 |
| BIOMASSA | 0,0001 | 0,003 |
| ATMOSFERA | 0,001 | 0,04 |

(Font: Las aguas subterráneas. un recurso natural del subsuelo. IGME, 2001)

Aigües subterrànies i aqüífers

L'aigua subterrània és l'aigua que existeix davall de la superfície del terreny i que es desplaça molt lentament pels aqüífers.

Un **aqüífer** és una formació geològica capaç d'emmagatzemar i de transmetre aigua en quantitats significatives. En un aqüífer l'aigua s'emmagatzema dins dels porus formats entre els grans que constitueixen el sediment o a les esquerdes, fractures i buits que es poden trobar a la roca, i es mou, molt lentament, d'un punt més alt a un altre de més baix, segons allò que es coneix com a **gradient hidràulic**. Els aqüífers poden tenir dimensions molt variables, des d'alguns metres fins a milers de quilòmetres cúbics. La mida i la capacitat d'emmagatzematge dels aqüífers depèn directament de la geologia del terreny i de la porositat del material. Un aqüífer presenta diferents àrees: de recàrrega, de descàrrega i de circulació.

L'**àrea de recàrrega** constitueix aquella zona on es produeix una alimentació de les aigües subterrànies mitjançant la infiltració de l'aigua de pluja (per exemple, zones

Els recursos d'aigües subterrànies a les Illes Balears, és a dir l'aigua que suposadament s'acumula anualment als nostres aqüífers i que té el seu origen en la infiltració de l'aigua de pluja, assoleixen els 400 hm³ a l'any. Aquesta xifra equival a 1.600 camps de futbol com el de Son Moix, plens d'aigua.

de muntanya amb major pluviometria), o bé on l'aigua dels rius i dels torrents s'infiltra cap a l'aqüífer. La **zona de descàrrega** és aquella on es produeix la sortida de les aigües subterrànies, generalment cap a un riu, un aiguamoll, la mar, etc. També són punts de descàrrega els ullals o fonts. La **zona de circulació** és la part compresa entre la zona de recàrrega i la zona de descàrrega.

A l'aqüífer podem parlar de dues zones principals:

- **Zona no saturada:** més propera a la superfície del terreny. Constitueix la zona d'**infiltració**, on els porus del material es troben totalment o parcialment plens d'aire. La part més superficial de la zona no saturada és el sòl.
- **Zona saturada:** a més fondària, els porus del material aquífer ja es troben completament plens d'aigua que es mou de manera natural cap als rius, llacs, mar, surgències, etc., i s'extreu de manera artificial mitjançant captacions d'aigües subterrànies (pous, sondeigs, galeries, etc.).

L'aigua subterrània prové principalment de la infiltració de l'aigua de pluja en el terreny que, una vegada arriba a la zona saturada de l'aqüífer, es desplaça a una velocitat que pot variar de decímetres a fins i tot alguns centenars de metres a l'any. Així, una gota d'aigua que cau a 50 km de la costa i és transportada per un torrent, trigarà un dia a arribar a la mar; si aquesta mateixa gota es mou a través del subsòl, es torbarà mesos o potser anys a arribar a la mateixa destinació.

A les Balears, l'aigua dels aquífers prové únicament de la infiltració de l'aigua de pluja que es precipita sobre el territori balear i no viatja per cap misteriós conducte oceànic des dels Pirineus. Aquesta hipòtesi, molt arrelada a la cultura popular, no té cap fonament científic.

Per què l'aigua subterrània de les Balears no ve dels Pirineus?

Un parell de raons:

- **Caldria suposar que tots els materials geològics entre el Pirineu i les Balears són permeables i tot el fons marí impermeable, si no, l'aigua dolça sortiria cap a la mar. La realitat és que aquestes condicions geològiques no es donen ni a 1 km² del nostre territori..**
- **Considerant una cota mitjana dels Pirineus de 1.000 m damunt del nivell de la mar i de 200 m per a les Balears, si els Pirineus fossin la zona de recàrrega dels nostres aquífers tots els pous serien surgents i l'aigua brollaria per tot arreu (principi dels vasos comunicants).**

Tipus d'aqüífers a les Balears

Els aqüífers es poden classificar segons dos criteris:

- a) En funció del tipus de materials que constitueixen l'aqüífer.
- b) En funció de la pressió a què es troba l'aigua que contenen.

Aqüífers segons la seva naturalesa geològica

A les Balears les característiques geològiques del terreny determinen l'existència de dos tipus principals d'aqüífers:

AQÜÍFERS DETRÍTICS: es localitzen a materials geològics que són el resultat de processos d'erosió -graves, llims i arenes. Són materials permeables per porositat, ja que l'aigua s'acumula als porus que queden entre les partícules del sediment. Les argiles són sediments detrítics però, a causa de la seva baixa permeabilitat, no poden transmetre l'aigua amb facilitat. Les argiles solen formar la base impermeable d'aquests aqüífers detrítics i localment s'anomenen *blau* a Mallorca i *negre* a Eivissa.

A les Balears els aqüífers detrítics són característics de les zones d'escàs relleu i acostumen a ser aqüífers superficials, que corresponen a la cobertura sedimentària d'aquestes zones planes: Pla de Palma, Pla d'Inca-Sa Pobla i Pla d'Eivissa, entre d'altres.

AQÜÍFERS CÀRSTICS: es localitzen a roques sedimentàries consolidades i cimentades, com ara les calcàries i les dolomies, predominants a tot el territori balear. L'aigua s'acumula a les esquerdes i fissures que es formen en aquestes roques, així com als



Foto: A. Merino

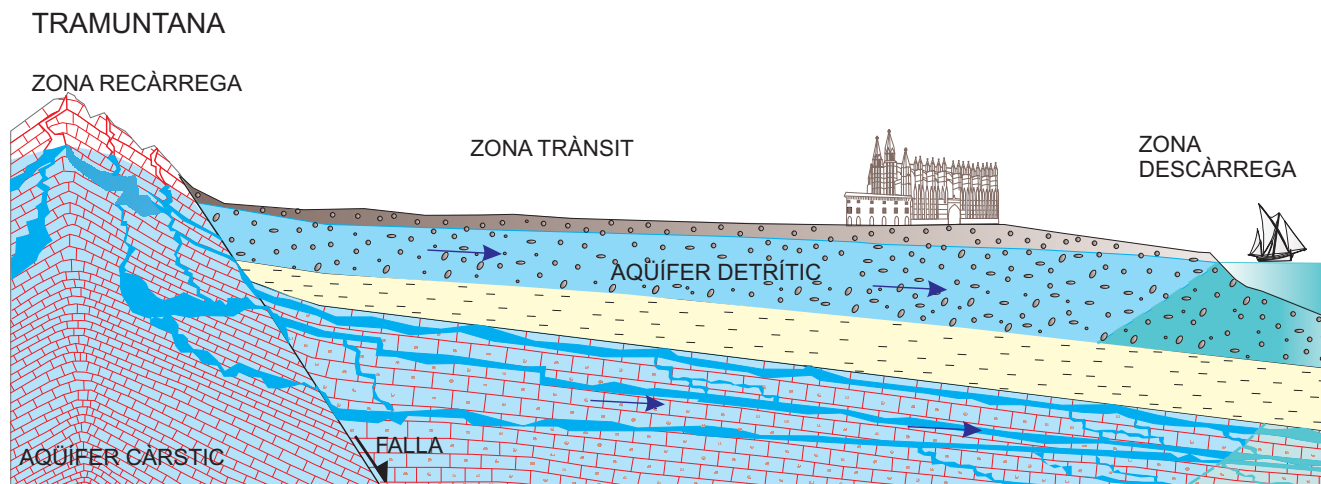
Cova del Pas de Vallgornera (Mallorca).

L'aigua subterrània dissol lentament la roca calcària i forma grans coves al nostre substrat geològic. Imaginau-vos-ho tot ple d'aigua: sou davant d'un aqüífer càrstic!

buits creats pel procés de carstificació que pateixen. Els aqüífers càrstics són de vital importància per a l'abastament de les principals poblacions de les Balears. Podem destacar els aqüífers de s'Estremera, na Burguesa i Crestatx a Mallorca; Serra Grossa, a Eivissa, i es Migjorn a Menorca.

Els aqüífers càrstics es drenen a través de fonts que poden descarregar cabals molt importants, com les Fonts Ufanas de Gabellí i sa Costera, a Mallorca, o el Broll del Buscastell a Eivissa, que constitueixen un patrimoni natural d'enorme rellevància a les Balears.

Els aqüífers de naturalesa càrstica són molt vulnerables a la contaminació, ja que la seva capacitat autodepuradora és molt minsa. Quan un possible agent contaminant penetra per una esquerda o el buit de la roca, entra directament a l'aqüífer, amb la qual cosa passa a formar part de les aigües subterrànies.



Esquema conceptual del Pla de Palma, on es representen els diferents tipus d'aqüífers que existeixen a les Balears segons la seva naturalesa geològica: detrític i càrstic. Així mateix, hi podem veure les principals zones per al funcionament d'un aqüífer, des de la zona de recàrrega (en aquest cas la Serra de Tramuntana) fins a la zona de descàrrega (mar).

Aqüífers segons la pressió a què es troba l'aigua que contenen

AQÜÍFERS LLIURES: són aquells aqüífers en què el límit superior de la massa d'aigua, o zona saturada, es troba en contacte amb l'aire a través de la zona no saturada, i per tant l'aigua que contenen es troba a pressió atmosfèrica.

Permeabilitat

És la facilitat que un cos ofereix a ser travessat per un fluid, en aquest cas aigua. Depèn sobretot de les característiques del material geològic que constitueix l'aqüífer: mida i connexió dels porus, grau de fracturació, de carstificació, etc.

El **nivell freàtic** és el límit superior de la zona saturada d'un aqüífer lliure. Quan es forada un pou en aquest tipus d'aqüífers, l'aigua compareix al pou quan arriba al nivell freàtic de l'aqüífer i es manté en aquesta fondària. És tan senzill com quan a la platja fem un clot amb les mans i al fons surt aigua.

La posició del nivell freàtic es pot mesurar amb facilitat, posant per la boca del pou una sonda mètrica que disposa d'un sistema elèctric que s'activa quan la sonda toca l'aigua.

La recàrrega d'aquest tipus d'aqüífers es produeix principalment per infiltració de la pluja a través del sòl o bé per infiltració de l'aigua que circula pels torrents. La posició del nivell freàtic pot variar segons les èpoques de l'any, plujoses o seques, o bé segons el grau d'explotació de l'aqüífer.

AQÜÍFERS CONFINATS O CAPTIUS: l'aqüífer presenta al sostre un material de baixa permeabilitat que l'aïlla de la superfície i el confina. L'aigua es troba sotmesa a una pressió superior a l'atmosfèrica i ocupa totalment els porus o buits de la formació geològica, saturant-la per complet. Seria comparable a una olla a pressió. En un aqüífer captiu no hi ha zona no saturada. Així, quan es forada un pou que penetra a un aqüífer confinat, s'observa un ascens ràpid del nivell de l'aigua fins que s'estabilitza en una posició determinada. De vegades, el nivell de l'aigua d'un aqüífer

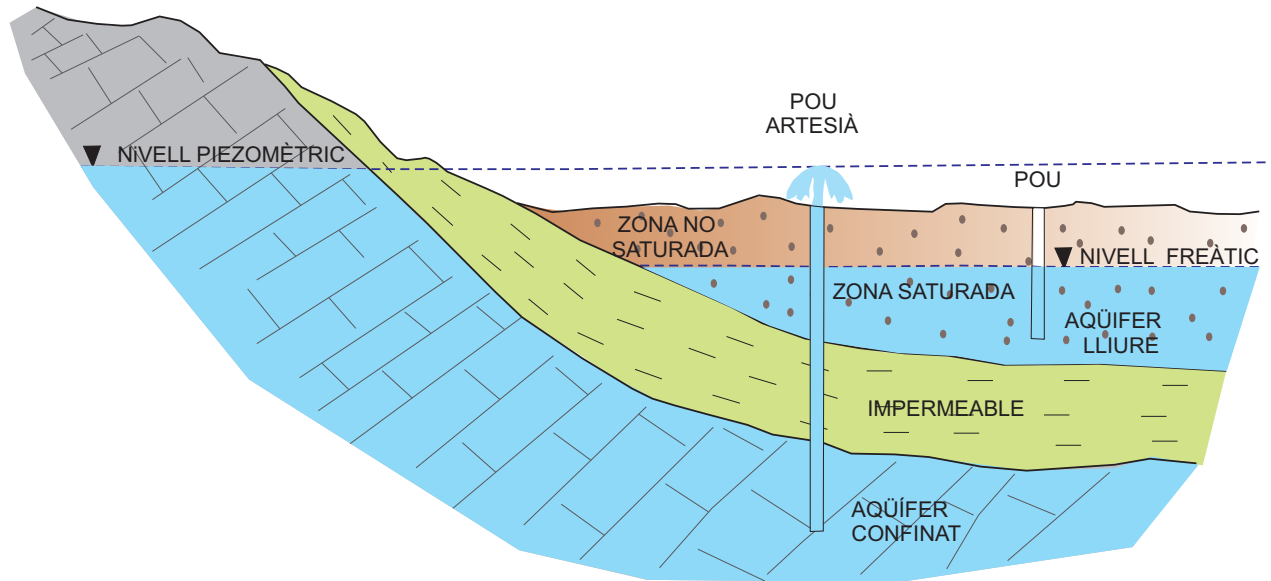
confinat pot pujar fins a cotes superiors al nivell del terreny, brollant a l'exterior, fenomen conegut com pou surgent o «artesià».

El nivell de l'aigua en un aqüífer confinat s'anomena **nivell piezomètric** i coincideix amb el nivell de saturació de l'aqüífer a l'àrea de recàrrega.

Un mateix aqüífer pot ésser lliure o confinat, segons el sector on ens trobem. En una mateixa zona també podem trobar aqüífers lliures i aqüífers confinats, a mesura que approfondim. Un exemple seria el pla de Palma, on tenim un aqüífer detrític a superfície, constituït per graves i llims vermells. Aquest aqüífer és lliure i el nivell freàtic es localitza a una fondària de 20 m. Si continuam foradant, travessam un material impermeable, margós (conegut popularment amb el nom de *blau*); si travessam aquest material, «destapam» un aqüífer confinat que es troba a més fondària. L'aigua d'aquest aqüífer, format per calcarenites molt permeables, es troba a pressió i puja pel pou fins establir-se a una fondària determinada (nivell piezomètric).

De vegades, un pou mal construït pot posar en contacte aqüífers amb qualitats de l'aigua diferents; per exemple, un aqüífer salinitzat amb un altre que no n'està, amb la qual cosa es mesclaria aigua dolça amb aigua salada a través del pou. Per aquesta raó és fonamental conèixer prèviament la geologia del terreny i fer un disseny adequat del pou, aïllant l'aqüífer salinitzat per tal d'evitar aquest problema.

Sostre i mur
d'una formació geològica:
s'anomenen sostre i mur
respectivament la superfície
superior i inferior dels
materials que constitueixen
aquesta formació. Si la
formació constitueix un
aquífer, el mur s'anomena
base de l'aquífer.



Esquema dels diferents tipus d'aqüífers segons la pressió a què es troba l'aigua que contenen: lliures i confinats.

Es mostra un aqüífer superficial lliure, amb un pou que talla el nivell freàtic. A més fondària hi ha un aqüífer confinat per una capa impermeable que, en ser travessada per un sondeig, el "destapa" i l'aigua que es trobava a pressió puja per damunt de la cota del terreny, originant un pou surgent o artesià.



Foto: R. M. Mateos

Pou surgent al costat de les Fonts Ufanes de Gabellí (Campanet, Mallorca). El sondeig «destapa» un aqüífer confinat, el nivell piezomètric del qual se situa més alt que el nivell topogràfic del terreny. En els anys setanta es van realitzar una sèrie de sondeigs profunds per investigar el funcionament de les Fonts Ufanes. Alguns són surgents quan brollen les fonts. Es troben coberts amb una xapa de ferro on s'indica el nom del sondeig (en aquest cas, UF 9).

Composició natural de les aigües subterrànies a les Balears

L'aigua és el dissolvent més universal. Les aigües subterrànies, quan circulen lentament pels aqüífers en contacte directe amb les roques i els sediments que constitueixen el substrat geològic, van incorporant a poc a poc elements d'aquest i es van enriquint progressivament amb ions. Així, les aigües subterrànies presenten més concentració iònica que l'aigua de pluja o que l'aigua que circula pels torrents de les nostres Illes.

| CONCENTRACIÓ DE IONS D'AIGÜES SUBTERRÀNIES AMB DIFERENTS TEMPS DE CONTACTE AMB ELS MATERIALS DE L'AQUÍFER | | |
|--|--|--|
| PARÀMETRES | AIGÜES JOVES (< 1 ANY) | AIGÜES MADURES (> 10 ANYS) |
| CLOURS (mg/l) | 22 | 100 |
| SULFATS (mg/l) | 23 | 50 |
| BICARBONATS (mg/l) | 144 | 340 |
| NITRATS (mg/l) | 2 | 10 |
| SODI (mg/l) | 10 | 60 |
| CALCI (mg/l) | 53 | 100 |
| MAGNESI (mg/l) | 4 | 36 |
| POTASI (mg/l) | 1 | 15 |

Com que el substrat geològic de les Balears és predominantment de naturalesa carbonatada (calcàries i dolomies principalment), l'aigua subterrània s'acostuma a trobar carregada de ions de calci, magnesi i bicarbonats (i en alguns casos, de sulfats), que són els ions propis d'aquest tipus de roques. Com més temps romanguí l'aigua en contacte amb la roca, major serà la seva concentració en aquests tipus d'elements. La taula següent recull una sèrie d'anàlisis químiques d'aigües subterrànies «joves» i «madures», observant-se clarament que, a mesura que l'edat de l'aigua augmenta, major és la seva concentració en cations i anions.

Sovint les aigües subterrànies de les Balears presenten fàcies bicarbonatada calci-comagnèsica, de qualitat excel·lent per al consum humà. Així mateix, localment existeixen aigües de naturalesa sulfatada, quan el substrat geològic és ric en guixos. Malgrat tot, de vegades aquesta qualitat natural es veu alterada a causa de les actuacions humanes, tal com comentarem més endavant.