
Anàlisi del comportament de la tortuga babaua

Canvis en el comportament de la “*Caretta caretta*”, efectes del canvi climàtic i estudi d'àrees potencials de nidificació a la illa de Menorca com escenari de futur

Sergio Diaz Garcia

Tutoritzat per Josep Pintó Fusalba

Grau en Geografia, Ordenació del Territori i Gestió del Medi Ambient

Curs 2022 – 2023

Resum

Ens endinsarem en el comportament i en els costums de la tortuga marina més abundant en el mar Mediterrani, la *Caretta caretta* o comunament coneguda com a tortuga babaua. L'observació recent de presència de nius a les costes occidentals mediterrànies, i en concret a Balears l'any 2019 i 2020, motiva aquest cas d'estudi. Les accions humanes i les condicions climàtiques limiten l'àrea de distribució d'aquesta espècie tan internacional. Les tortugues marines, com moltes altres espècies, passen per processos de migració climàtica forçada en vista d'un nou paradigma climàtic. En aquest estudi, profunditzarem en aquesta problemàtica i generarem escenaris de futur per poder donar resposta a aquest fet incipient a les nostres costes. Les mesures de gestió basades en l'anàlisi d'escenaris de futur, proporciona unes línies d'actuació cabdals per poder mitigar els efectes sobre aquesta gran espècie animal, tan abundant a les nostres costes.

Abstract

*We will delve into the behavior and customs of the most abundant sea turtle in the Mediterranean Sea, the *Caretta caretta*, commonly known as the Loggerhead sea turtle. The recent observation of nests along the western Mediterranean coasts, specifically in the Balearic Islands in 2019 and 2020, has motivated this case study. Human activities and climatic conditions are limiting the distribution range of this international species. Like many other species, sea turtles undergo forced climate migration processes in response to a changing climate. This study aims to address this issue and develop future scenarios to effectively respond to this emerging phenomenon on our coasts. Implementing management measures based on the analysis of future scenarios is crucial in mitigating the effects on this abundant marine species found along our coasts.*

Conceptes clau

Caretta caretta, Tortuga babaua, Nidificació, Platja, Actors de canvi, Escenaris de futur, Cartografia.

Key Words

Caretta caretta, Loggerhead sea turtle, Nesting, Beach, Change Actors, Future scenarios, Cartography.

ÍNDIX

0. Motivacions pel cas d'estudi	4
1. Introducció:	5
1.1 Descripció de l'espècie	5
1.2 Morfologia	6
1.3 Àrea de distribució	7
1.3.1 Alimentació	8
1.3.2 Moviments migratoris	9
1.4 Reproducció i cria	9
1.5 Grau de protecció y conservació	11
1.5.1 UICN i la <i>Caretta caretta</i> :	11
1.5.2 Menorca com a Reserva de la Biosfera	14
1.5.3 Menorca com a Xarxa Natura 2000 (LIC/ZEPA)	14
1.5.4 Menorca com a Espai Natural Protegit (ENP)	15
2. Objectius	17
3. Metodologia	18
3.1 Àrea d'estudi	18
3.2 Consideracions per a l'estudi cartogràfic d'escenaris de futur	20
3.3 Mètode cartogràfic de les capes	22
4. Resultats	25
4.1 Mapes d'àrees potencials de nidificació de la <i>Caretta caretta</i> a Menorca com escenari de futur	25
4.1.1 Escenari A1	31
4.1.2 Escenari A2	31
4.1.3 Escenari B1	32
4.1.4 Escenari B2	32
4.2 Resultat d'escenaris	33
4.3 Propostes de conservació i millora de l'espècie entorn a la nidificació	36
5. Conclusions	37
6. Bibliografia	38
Bibliografía	38

0. Motivacions pel cas d'estudi

Com a geògraf en formació, el treball de final de grau em serveix per endinsar-me de forma científica i analítica en una temàtica d'aspectes biogeogràfics, aplicar els meus coneixements dels SIG i aproximar-me a l'estudi dels costums d'una espècie en un estat de conservació vulnerable.

Sempre m'ha fascinat la biodiversitat lligada a l'illa de Menorca i les possibles relacions biològiques entre les illes Balears i el medi marítim. En resum, una forma d'introduir-m'hi en una temàtica molt enriquidora quant a aplicació dels coneixements adquirits al llarg de tot el grau de Geografia i poder profunditzar en la problemàtica actual de les tortugues marines. La observació recent de l'augment en la nidificació a platges de Balears els anys 2019 i 2020, impulsa la meva motivació pel cas d'estudi.

Aquest treball seria impensable sense el vincle afectiu que tinc amb el cas d'estudi, l'illa de Menorca. La proximitat, a més de facilitar-me l'accés a la informació necessària per elaborar el treball, fa que me'l faci meu, que per mi sigui un cas atractiu. Fent aquest treball puc brindar informació que considero rellevant per la preservació i la gestió de zones d'alt valor biològic per a la espècie *Caretta caretta*. Sempre m'han fascinat les tortugues marines; trobo curiós que passin tota la vida viatjant i retornin a la platja natal per la cria.

1. Introducció:

1.1 Descripció de l'espècie

Taula 1. Categoria Taxonòmica de la Tortuga marina *Caretta caretta*. Font: elaboració pròpia a partir de l'Informe Mar Balear 2021

Categoria Taxonòmica	Clades
Regne	<i>Animalia</i>
Fílum o divisió	<i>Cordata (Vertebrata)</i>
Classe	<i>Reptilia</i>
Ordre	<i>Testudines</i>
Família	<i>Cheloniidae</i>
Gènere	<i>Caretta</i>
Espècie	<i>caretta</i>

La tortuga babaua o *Caretta caretta* (Linnaeus 1758), és un rèptil marí que prové de la família dels *Cheloniidae*, com gairebé el total de les tortugues marines (Báez & Camiñas, 2004). Actualment trobem un total de set espècies diferents de tortugues marines distribuïdes arreu del món, de les quals sis es troben dins el llibre vermell d'espècies amenaçades de la UICN (Unió Mundial per la conservació de la Natura) i tres d'aquestes espècies amenaçades es troben en estat crític (*Lepidochelys kempii*, *Eretmochelys imbricata* i *Trionyx triunguis*); el que indica a grans trets, que les tortugues marines es troben en un procés de regressió (Casale & Tucker, 2015).

A les costes mediterrànies s'han pogut diferenciar sis de set espècies de tortugues, sent la tortuga babaua la testudina més abundant al nostre litoral. No es pot quantificar el número de individus, ja que es tracta de una espècie migratòria en constant moviment i per tant el seu rang de distribució és molt ampli. La distribució d'aquesta espècie a la conca mediterrània és gairebé uniforme; concretament la façana oriental de la península ibèrica, Mar d'Alboran, Illes Balears i el sud de França en fase d'alimentació. També es troba freqüentment a les costes de Itàlia, Grècia, Líbia, Egipte i Turquia en fase reproductora (Camiñas, y otros, 2020).

1.2 Morfologia

És una tortuga de grandària mitjana que pot superar 1 metre de longitud de closca i entre 150 i els 200 kg de massa corporal. Amb una longevitat d'entre uns 47 a 67 anys. La part del cap, situat entre les dues extremitats davanteres, compta amb un coll molt robust i una forta mandíbula en forma de bec. Té una coloració dorsal marró amb vores vermelloses o ataronjats més visibles en la zona anterior. El ventre és blanquinós amb tonalitats color crema o groc pàl·lid. Les tortugues joves i els adults solen tenir la closca dorsal coberta amb diferents tipus d'organismes vius com a algues, cucs tubícoles, balanos o altres crustacis que a la vegada genera un petit ecosistema similar a un escull mòbil. Així doncs, la closca de la *Caretta caretta* actua com agent dispersant, com a font d'aliment i com a cau d'espècies marines.

Es caracteritza per presentar dos parells d'escates prefrontals al cap. La closca dorsal mostra 5 escates vertebrals, 5 escates costals a cada costat, d'11 a 13 marginals a cada costat i 2 escates supracabinals. L'escata nugal està en contacte amb les dues primeres escates costals a diferència de la tortuga verda o carei (Dodd & Kenneth, 1988).



Il·lustració 1. Esquema de identificació de la tortuga bobau (*Caretta caretta*). Font: Instagram @martaunderwater.

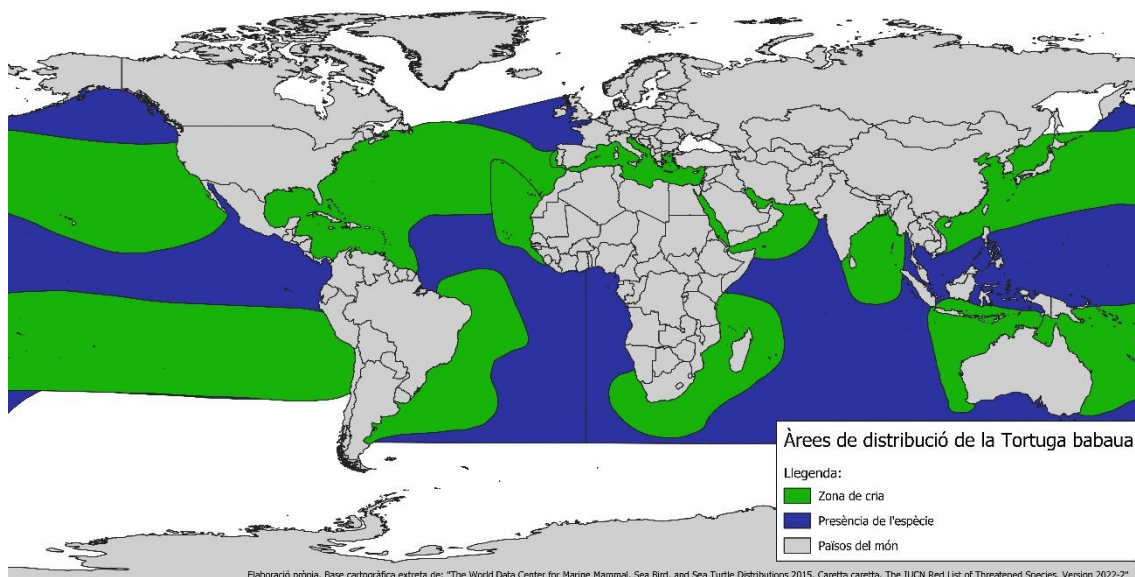
Una característica física destacable, són les extremitats en forma d'aleta, les quals són molt útils per al propi desplaçament aquàtic i poc pràctiques en entorns terrestres. Les aletes davanteres i posteriors compten amb dues urpes situades a la part interior de l'aleta.

Referent a dimorfismes sexuals els mascles acostumen a ser més voluminosos que les femelles. Una altra característica molt distintiva dels mascles és que compten amb una cua molt més llarga que les femelles. Aquesta cua pot arribar a superar els 30 centímetres, mentre que la cua de les femelles no acostuma a sobresortir de la closca.

Aquests dimorfismes no es poden apreciar fins que la tortuga arriba a la maduresa sexual (Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears, 2021).

1.3 Àrea de distribució

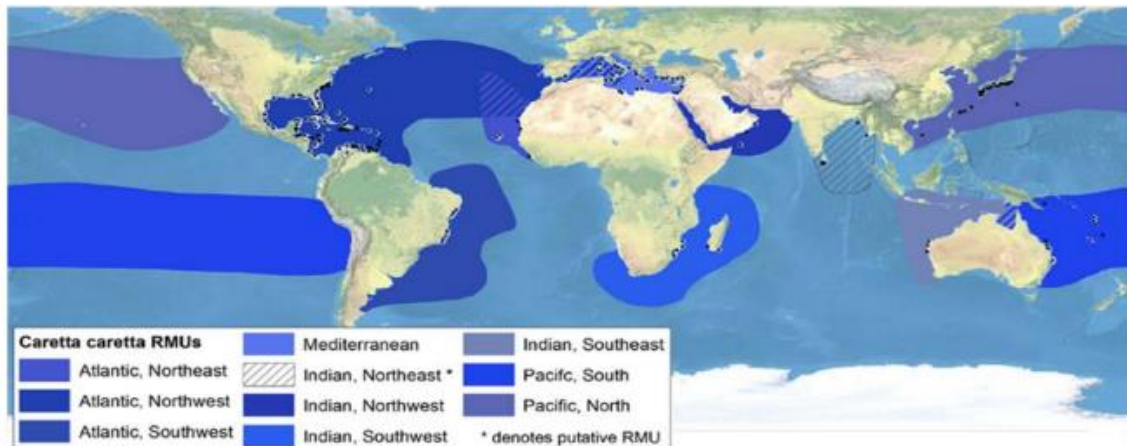
A escala global, la distribució de la tortuga babaua s'estén pels oceans Pacífic, Índic i Atlàntic i el Mar Mediterrani. Delimita la franja situada aproximadament entre els 60° de latitud Nord i els 40° de latitud Sud. La tortuga babaua té presència per les aigües temperades i càlides; per tant presenta característiques euritèrmiques.



Mapa 1. Àrea de distribució de la *Caretta caretta*. Rang global. Diferenciació entre àrees de presència de l'espècie i les àrees de cria. Elaboració pròpia a partir de les dades extretes de: UICN – redlist.

Per la pròpia gestió de la distribució, el grup d'especialistes de les tortugues marines (*IUCN-SSC, Marine Turtle Specialist Group*) ha establert 10 unitats denominades RMU's (Unitats Regionals de Maneig) els quals representen la diferenciació entre poblacions i delimiten uns sectors basats en: llocs de cria, estudis d'ADN mitocondrial i nuclear, moviments de l'espècie dins un rang determinat i ús d'hàbitat per a totes les etapes de la vida. La *Caretta caretta* compta amb una àmplia àrea de distribució i això connecta de manera directa els diversos RMU's; la qual cosa implica que molts individus presents en una RMU, pot tenir com a punt d'origen les antípodes, altres bioregions o altres Unitats Regionals de Maneig.

Les 10 RMU's corresponen a: Nord-oest de l'Oceà Atlàntic, Oceà Atlàntic Nord-oriental, Sud-oest Atlàntic, la Mar Mediterrània, Nord-est de l'Oceà Índic, Nord-oest de l'Oceà Índic, el sud-est de l'Oceà Índic, l'Oceà Índic Sud-occidental, l'Oceà Pacífic Nord i l'Oceà Pacífic Sud (Wallace, 2010).



Il·lustració 2. Mapa global de les 10 Unitats de Maneig (RMU's) de la *Caretta caretta*. Font: (Wallace, 2010)

1.3.1 Alimentació

La seva distribució va molt lligada a dos factors determinants; l'alimentació i els moviments migratoris. Els individus adults (mascles i femelles) ocupen una àmplia àrea la qual engloba diverses localitzacions i hàbitats. En les primeres fases de la seva vida, presenten preferències per els hàbitats pelàgics amb alta concentració de vitel¹, i per tant, és més freqüent trobar-nos un individu jove en alta mar; mentre que arribant a la maduresa, tenen preferència per les zones nerítiques o costeres. Un punt a tenir en compte quant a la seva distribució, en l'etapa adulta, és la presència de la *Caretta caretta* a desembocadures dels rius i als esculls coral·lins -ja que es donen factors com alta concentració d'aliment. En la seva fase adulta es poden alimentar bàsicament de petits invertebrats, ous d'espècies marines o invertebrats, insectes terrestres i altres substàncies com fibres, plomes o material biològic inert a la deriva (Richardson & McGillivray, 2001).

Al mediterrani, la majoria dels individus tenen una vida predominantment oceànica i s'alimenten principalment d'animals petits de la zona pelàgica. Els exemplars joves d'aquestes espècies es nodreixen d'una gran varietat d'éssers marins, entre els quals s'inclouen crustacis, mol·luscs, equinoderms i peixos. En el cas de les tortugues mediterrànies, s'ha observat que la seva dieta pot arribar a contenir fins a 50 espècies d'animals marins diferents (Revelles, Cardona, Aguilar, & Fernández, 2007). Les tortugues que es troben a les aigües espanyoles es nodreixen principalment de preses que es mouen a una velocitat lenta, ja que la seva capacitat de natació limita la captura d'espècies marines molt mòbils. La tortuga babaua, que és la més comuna a les nostres

¹ Conjunt o dipòsit de material nutritiu constituït, sobretot, per proteïnes, greixos (lecitina, colesterol), glicogen, etc, acumulats en el citoplasma dels ous de la majoria d'animals per a la nutrició de l'embrió.

costes, sol consumir meduses sense patir els seus efectes tòxics, i es creu que això es deu a la seva associació amb les corrents del Mediterrani, on es concentren les meduses. Les tortugues joves tenen la capacitat de capturar i d'ingerir meduses tòxiques sense mostrar cap mena de rebuig o intolerància (Tomás, Aznar, & Raga, 2001). Així doncs trobem que és una espècie que varia el seu geoposicionament al llarg del seu cicle vital, donant resposta a la necessitat alimentaria i reproductora.

1.3.2 Moviments migratoris

La migració² és un gran factor determinant de la distribució específica de la *Caretta caretta*. Els adults són capaços de realitzar grans moviments migratoris des de la zona de nidificació cap a les zones abundants d'aliment, les quals es solen trobar a milers de quilòmetres de distància i fins i tot a altres continents (Marco, Carreras, & Abella, 2009).

Algunes de les rutes més freqüents són les que tenen lloc de Cabo Verde en direcció a les costes Africanes i tota la costa oriental de tot el continent Americà en direcció el Mediterrani. S'han trobat individus a les Illes Balears que provenen del golf de Mèxic o del Mar Carib. Aquests probablement han set capaços de creuar l'estret de Gibraltar i endinsar-se al mar Mediterrani (Revelles, et al., 2007).

1.4 Reproducció i cria

La tortuga babaua té una dinàmica reproductora biennal. La gran majoria dels individus femella es reproduïxen cada 2 o 3 anys. Hi ha evidències sobre els condicionants de la durada entre períodes reproductius. Trobem que aquesta xifra oscil·la i afecta a nivell poblacional i individual en funció de les condicions ambientals referents a la temperatura del mar o la escassetat d'aliment. D'altra banda, els mascles, tenen una rutina reproductora anual ja que s'ha observat gran concentració d'exemplars propers a la costa esperant a les femelles, en fase d'ovulació, poques hores després de cada posada. Els ous són esfèrics, blancs i amb textura rugosa. Tenen un diàmetre de uns 4cm i un pes entre 25/50 grams.

Els hàbitats susceptibles de nidificació son les dunes de les platges. Aquesta ha de presentar característiques sorrenques específiques. Estudis publicats a la revista científica *Oryx* (2007) indiquen que tant la granulometria, com la inclinació i distància de

² Canvi espacial significatiu fet per una població. Perquè sigui significatiu, aquest canvi ha de comportar un desplaçament d'un volum considerable de població, una distància notable o una diferència qualitativa entre l'espai de partença i el d'arribada, unes motivacions més o menys homogènies.

la duna han de ser concrets. Algunes cales o platges presenten característiques físiques molt adverses per a la creació dels nius amb substrats poc adequats per la incubació i la pròpia creació del niu. Tanmateix la facilitació d'accés a les dunes, determina l'èxit reproductiu. Si les dunes presenten molta pendent o inclinació, aquest procés es pot veure afectat per la inaccessibilitat de l'entorn.

Una curiositat notable en quant a la reproducció de la *Caretta caretta*, és el seu estret lligam amb la platja originària o de naixement. Gairebé la totalitat dels individus amb suficient maduresa sexual, retornen a la seva platja originària, per tal de nidificar i tancar el cicle reproductiu. Trobem excepcions de tortugues perdudes que tenen conductes no-filopàtriques, és a dir; que no retornen a nidificar al lloc de naixement. Aquesta conducta, respon a la necessitat de colonització de nous espais i la diversificació genètica pròpia de l'espècie (Vaquer & Barrientos, 2021).

La quantitat d'ous per posta varia geogràficament. A Florida, solen posar entre 100 i 125 ous per niu, mentre que a Cap Verd o Grècia solen posar entre 65 i 95 ous. Les femelles nord-americanes són notablement més grans que les africanes o europees. De manera excepcional, algunes femelles poden construir nius amb molt pocs ous, només 30, o amb una quantitat considerablement gran d'ous, amb un total de 180. S'ha observat una important variabilitat entre anys, en el número de mitja a cada nidificació correlacionat amb el geoposicionament. Probablement a causa de factors ambientals (variabilitat notable de marea, proximitat a aigües càlides i prolíferes...) i que afecten l'adquisició d'aliment per part de les femelles de l'espècie (Marco, Carreras, & Abella, 2015).

La temperatura del niu i del període de incubació, donarà raó de sexes. El fet de tenir una temperatura mitja d'uns 29,5°C fa que la relació mascle/femella sigui equilibrada, mentre que les temperatures elevades per sobre aquesta xifra, el període d'incubació disminueix ja que s'accelera el desenvolupament embrionari dels ous i produeixen més femelles. D'altra banda trobem que condicions tèrmiques inferiors a l'establerta, condiciona novament el temps d'incubació, augmentant-lo i com a resultat produeix més mascles. Amb temperatures superiors a 32°C o inferiors a 27°C es produiran més individus d'un sol sexe respectivament.

Recentment s'ha pogut documentar la seva presència -en aquesta fase reproductora- a les costes Balears. Trobem que al 2019 es va descobrir per primer cop la presència de dos nius de tortuga marina, tots dos situats a Eivissa. El 2020 es van detectar tres nius

més: dos a Menorca i un altre a Eivissa. Aquests nous nius podrien ser fruit de tortugues que s'hagin extraviat o que no siguin filopàtriques³.

En aquests dos anys, es van comptabilitzar 160 ous l'any 2019 i 340 ous l'any 2020, és a dir, 180 ous més que l'any anterior. L'èxit d'eclosió dels ous, en percentatges pels anys 2020 i 2019, va ser del 46,8% i del 23,1% respectivament (Vaquer & Barrientos, 2021). Gairebé tots els individus nous, es varen traslladar a centres de cria o “*head starting*” per tal de garantir la seva supervivència i posterior alliberament al medi natural en el període d'un any. Per tant, els percentatges d'èxit reproductor varien segons el número real de tortugues alliberades després del procés per garantir la seva supervivència (Veure Taula 2).

Taula 2. Nius de tortuga trobats a les platges de les Balears els anys 2019 i 2020: data de posta, localització dels nius, número d'ous en cada niu, número d'ous que van eclosionar. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Servei de Protecció d'Espècies de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears

Data de nidificació	Illa	Localització niu	Nº d'ous	Ous eclosionats	% d'èxit d'eclosió
25/07/19	Eivissa	Platja d'en Bossa	58	37	63,8%
29/07/19	Eivissa	Platja des Cavallet	102	0	0,0%
19/06/20	Menorca	Punta Prima	132	58	43,9%
14/07/20	Eivissa	Cala Nova	100	17	17,0%
05/09/20	Menorca	Cala del Pilar	108	88	81,5%

1.5 Grau de protecció y conservació

1.5.1 UICN i la *Caretta caretta*:

Segons la llista vermella de la UICN⁴, entitat encarregada de donar dades en referent a l'estat de conservació de les espècies, trobem que la *Caretta caretta* es troba en un estat de “Vulnerabilitat”. L'escala de classificació té un rang que va des de “Extint” fins a “Preocupació menor” o “Insuficiència de dades”. Aquest estat de vulnerabilitat l'ha adquirit el 23 d'Agost del 2015; però si mirem l'historial d'avaluacions d'espècie per la UICN, trobem que al 1996 es va catalogar com a “En perill d'extinció”, que ha set vigent fins al 2015. L'informe elaborat per la UICN cita textualment la següent afirmació: “*Els resultats indiquen que la tortuga babaua, com a entitat taxonòmica única, no s'extingirà globalment en la propera generació segons cap criteri de la llista vermella. Tanmateix, la llista global no és una representació adequada de l'estat de conservació de les subpoblacions*”.

³ Conducta d'una espècie basada en el desplaçament vital d'un individu per buscar parella, aliment o d'altres, i retorn al territori on va néixer per criar. Retorn al lloc de naixement.

⁴ La Unió Internacional per a la Conservació de la Natura, és una organització internacional que treballa en la conservació de la biodiversitat i la utilització sostenible dels recursos naturals a través de la ciència, la política i l'acció pràctica.

Segons uns criteris avaluats específics, la *Caretta caretta* compta amb una població abundant en quant a xifres globals; però amenaçada quan ens referim a subpoblacions i zones més limitades o específiques. S'han avaluat les diverses dinàmiques de nidificació de la tortuga i aspectes clau com: nidificacions, edat, proporció de sexes entre adults, la longevitat... i s'ha observat que l'àmplia variabilitat de dades favorables en algunes regions i desfavorables per altres subpoblacions, dota de certa inestabilitat el seu estat de conservació. L'avaluació d'aquest estat s'ha portat a terme a 6 de les 10 àrees marítimes d'influència global, subpoblacions o RMU's. (Veure Taula 3)

Criteris d'avaluació UICN:

A. Reducció del tamany poblacional. Reducció de la població basada en qualsevol dels subcriteris A1 a A4. El nivell de reducció es mesura considerant el període més llarg, ja sigui 10 anys o 3 generacions.

A1. Reducció del tamany de la població observada, estimada, inferida o sospitada, en el passat on les causes de la reducció són clarament reversibles i enteses i conegudes i han cessat.

A2. Reducció del tamany de la població observada, estimada, inferida o sospitada, en el passat on les causes de la reducció podrien no haver cessat o no ser enteses i conegudes o no ser reversibles.

A3. Reducció del tamany de la població que es projecta, s'infereix o es sospita que es produirà en el futur (fins a un màxim de 100 anys)

A4. Reducció del tamany de la població observada, estimada, inferida, projectada o sospitada on el període de temps considerat ha d'incloure el passat i el futur (fins a un màxim de 100 anys en el futur), i on les causes de la reducció poden no haver cessat o no ser enteses i conegudes o no ser reversibles.

B. Distribució geogràfica representada com a extensió de presència (B1) i/o àrea d'ocupació (B2).

B1. Extensió de presència

B2. Àrea de ocupació

C. Petit tamany de la població i disminució.

C1. Una disminució continuada, estimada o projectada (projeccions de 100 anys vista)

C2. Una disminució inferida

D. Població molt petita o restringida.

D1. Nombre de individus madurs

D2. (només aplicable a la categoria Vulnerable). Àrea d'ocupació restringida o sota amenaça imminent que pugui elevar el estat de perill a CR o EX.

E. Anàlisi quantitatiu. Probabilitat d'extinció en estat salvatge.

Informació d'avaluació UICN:

NE o *Not Evaluated*: No s'ha avaluat.

DD o *Data Deficient*: Mancança de dades per poder avaluar.

LC o *Least Concern*: Preocupació menor. Les dades mostren uns criteris estables i beneficiosos per les espècies.

NT o *Near Threatened*: Poca amenaça. La problemàtica present, afecta a l'espècie, però molt poc.

V o *Vulnerable*: Vulnerabilitat: Els efectes de les perturbacions o amenaces sobre l'espècie comencen a ser notables.

E o *Endangered*: En perill. Minvament o regressió en l'abundància de la població.

CE o *Critically Endangered*: Perill crític. Procés de desaparició d'espècie.

EW o *Extinct in the Wild*: Extinta en entorns salvatges o naturals. Desaparició total d'una espècie en entorns naturals. Encara es conserven alguns individus en situacions de captiveri.

E o *Extint*: Extinció total de l'espècie.

Taula 3. Quadre resum, realitzat i extret de la informació suplementària del informe de l'UICN. Observem els resultats de les avaluacions de subpoblacions i avaluació global de la tortuga babaua l'any 1015 (Caretta caretta) per a tots Criteris de la Llista Vermella de la UICN. Les cel·les ombrejades en vermell i taronja indiquen "Amenaça" i "a prop de amenaça"

SUBPOBLACIÓ	Criteri A1, A2	Criteri A4	Criteri B	Criteri C	Criteri D	Criteri E	Categoria UICN oficial i Criteri
Atlàntic Nord-oest	LC	NA	LC	LC	LC	NA	LC
Atlàntic Nord-est	DD	NA	E	LC	V	NA	E
Mediterrani	LC	NA	LC	LC	LC	NA	LC
Atlàntic Sud-oest	LC	NA	LC	LC	LC	NA	LC
Índic Nord-oest	E	CE	LC	LC	LC	NA	CE
Índic Nord-est	DD	NA	E	DD	CE	NA	CE
Índic sud-oest	LC	NA	NT	LC	LC	NA	NT
Índic sud-est	DD	NA	NT	DD	LC	NA	NT
Pacífic Nord	LC	NA	LC	LC	LC	NA	LC

Pacífic Sud	CE	NA	LC	NA	LC	NA	CE
Global	V	NA	LC	LC	LC	NA	V

1.5.2 Menorca com a Reserva de la Biosfera

L'illa de Menorca, va ser declarada Reserva de la Biosfera l'any 1993 per l'UNESCO i renovat al 2003 i 2013, a hores d'ara vigent. Aquesta figura de protecció amb reconeixement internacional, posa en valor aspectes com: valors ecològics dels hàbitats i les espècies, valors culturals i socials, gestió dels hàbitats per part de les entitats locals, entre d'altres. L'objectiu primordial d'aquesta figura de protecció a l'illa de Menorca, és impulsar i protegir tots aquests valors ecològics i socials, per tal de afavorir el desenvolupament sostenible (UNESCO, 2023).

L'etiqueta de Reserva de la Biosfera, estesa a la totalitat de la illa, pren mesures aplicables relacionades amb la conservació de la biodiversitat. L'UNESCO recull un seguit de punts que donen resposta a la conservació d'espècies marines i costeres, donant unes directrius de gestió als actors locals, regionals i internacionals per aconseguir els objectius. El cas concret de Menorca estableix com a objectiu la preservació d'espècies vulnerables o en perill d'extinció, com és el cas de la *Caretta caretta* (Ley 3/2023, de 17 de febrero, de Menorca Reserva de Biosfera, 2023).

A la Llei 3/2023, de 17 de febrer o "Llei de Menorca Reserva de Biosfera" cita textualment aquesta mesura per la protecció de la biodiversitat: "*Planes de conservación para especies marinas amenazadas, en el ámbito establecido por el artículo 6.4 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del patrimonio natural y de la biodiversidad*".

Llavors la figura de protecció, ens dóna unes bases molt generals per al guiatge de la gestió. Trobem que la llei ha set creada amb finalitats de desenvolupament sostenible i no tan de caire conservacionista. Tot i així, la titularitat de Reserva de la Biosfera, té en compte les vulnerabilitats de les espècies i la fragilitat dels seus entorns en línies generals; es a dir: no es centra exclusivament en un llistat d'espècies, sinó que busca la correlació entre espècies i entorns de manera general.

1.5.3 Menorca com a Xarxa Natura 2000 (LIC/ZEPA)

La Xarxa Natura 2000, és un ens europeu de caràcter ecològic, creat per a la protecció de la biodiversitat i promoure la conservació de la natura i els hàbitats. Trobem figures tal com Zones d'Espècial Conservació (ZEC), que defineixen els Llocs d'Importància Comunitària (LIC); i també trobem la figura de Zones d'Espècial Protecció per les Aus

(ZEPA). A l'illa de Menorca es varen establir aquestes figures a l'any 1995 per la Directiva hàbitats i compta amb 15 espais LIC i 12 espais ZEPA delimitats en àrees o hàbitats específics.

La protecció de la Xarxa Natura 2000 implica l'aplicació de mesures per a garantir la conservació i la recuperació d'hàbitats i espècies d'interès comunitari. Planteja plans de gestió concrets per els hàbitats, basats en estudis científics. Aplica mesures de prevenció o reducció d'impactes negatius antròpics sobre el territori, per tal de afavorir la proliferació, comoditat i preservació de les espècies (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

No trobem cap punt específic que parli sobre les tortugues marines o la conservació de les platges, però sí que trobem àrees de influència marítime-terrestres rodejant l'illa de Menorca. Això dona un caire més restaurador i conservador de les costes i les zones marítimes, creant espais un poc més vigilats i gestionats. Aquest espai, situat al Nord de l'illa, amb una figura com a Zona d'especial Conservació, vol donar resposta als estudis realitzats per l'organització OCEANA. Aquesta entitat ha realitzat estudis d'impacte sobre la *Caretta caretta* i les pràctiques pesqueres poc ajustades a la conservació del medi i d'espècies. L'encallament a les costes mediterrànies és causat per l'ús de xarxes més llargues de l'establert o per la col·locació de malles molt més temps del permès, i com a resultat tenim un increment del perill d'encallar. Les solucions que proposa la Xarxa Natura 2000 són dos; l'ús d'altres tècniques pesqueres tradicionals i molt més especialitzades, com les nanses⁵ de pesca i la limitació de la longitud de xarxa i durada de temps de pesca (Menorca Reserva de la Biosfera, sense data).

1.5.4 Menorca com a Espai Natural Protegit (ENP)

Menorca disposa de diversos Espais Naturals Protegits (ENP) amb l'objectiu de salvaguardar la biodiversitat i els valors naturals de l'illa. La seva protecció es regeix per la legislació autonòmica de les Illes Balears i el seu nivell de protecció varia segons la categoria de l'ENP.

La categoria d'ENP amb major nivell de protecció és la de Parc Natural, com és el cas del Parc Natural de l'Albufera d'es Grau que es va declarar el 1995. Aquest parc ocupa

⁵ Una nansa és un antic parany de pesca. Encara s'utilitza en la pesca artesanal, n'hi ha de diversos tipus, depenent de la zona i el tipus de presa. Els dos tipus principals de nansa són: de *campana* i de *barril*. Tots dos es basen en un coll d'ampolla d'entrada que obliga els peixos, atrets per l'esquer, obligant a passar pels bucles per entrar. D'aquesta manera, la presa no és capaç de sortir del parany.

una extensió de 5.000 hectàrees que inclouen zones humides, boscos d'alzines i pins, i un important hàbitat d'aus migratòries.

Pel que fa a la protecció de les tortugues marines, és important destacar que Menorca compta amb una població important d'aquestes espècies, especialment la *Caretta caretta*, que es troba en estat vulnerable. Per aquesta raó, el Parc Natural de l'Albufera d'es Grau ha posat en marxa un programa per al seguiment i la conservació de les tortugues marines que habiten les seves aigües. Concretament el programa de protecció es va iniciar el 2002 amb l'objectiu de conèixer millor la biologia i ecologia de les tortugues marines que habiten aquesta zona protegida. Aquest programa, liderat per la Fundació Menorca Reserva de Biosfera, s'ha desenvolupat en col·laboració amb altres institucions i entitats, com ara la Universitat de les Illes Balears, el Consell Insular de Menorca, i la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears (Menorca Reserva de la Biosfera).

2. Objectius

Aquest treball té com a objectius:

- **Analitzar i profunditzar en les característiques i costums de la tortuga careta** a escala global. Posteriorment en el seu pas pel Mediterrani i finalment centrar-nos en els seus comportaments i costums a l'illa de Menorca.
- **Investigar les problemàtiques relacionades amb les tortugues marines** i com aquestes poden afectar i han afectat al comportament de les mateixes.
- **Generar cartografia d'hàbitats potencials de nidificació per aquesta tortuga a l'illa de Menorca com escenari de futur** i d'aquesta manera poder evidenciar quines àrees són susceptibles a la nidificació de la tortuga careta.
- **Donar propostes de gestió entorn a la nidificació de l'espècie.** Establir unes directrius bàsiques per tal de brindar informació i així poder generar programes o plans de conservació de l'espècie.

3. Metodologia

3.1 Àrea d'estudi

Les àrees susceptibles d'estudi són totes les platges de l'illa de Menorca. Oficialment compta amb un total de 75 platges declarades i amb un conjunt de 128 platges i cales (Roig i Monar, 2003). Realitzarem l'estudi amb una cartografia base on es reflexa la batimetria i la divisió municipal, i una capa vectorial. S'analitzaran la tipologia de un total de 101 platges i cales geolocalitzades (*Veure Mapa 2*) y classificades en:

Tipus A: Platja urbana amb serveis

Tipus B: Platja no urbana amb accés rodat i serveis mínims

Tipus C: Platja sense accés rodat ni serveis

Considerablement, aquesta classificació tan resolutive, ens dóna una imatge general de l'estat de les platges i la seva proximitat a els nuclis urbans, xarxes de transport i serveis.

Juntament amb la tipologia d'ús de les platges, ha estat analitzada la granulometria de cada una de les platges implicades i s'ha afegit aquesta informació a las metadades de manera manual. (*Veure Mapa 3*)

Classificació segons granulometria de la platja:

-Tipus/valor 1: Platges que reuneixen les condicions de sorra òptimes per la nidificació.

-Tipus/valor 0: Platges que no reuneixen les condicions de sorra adequades per la nidificació.

Especificacions bàsiques de la capes base:

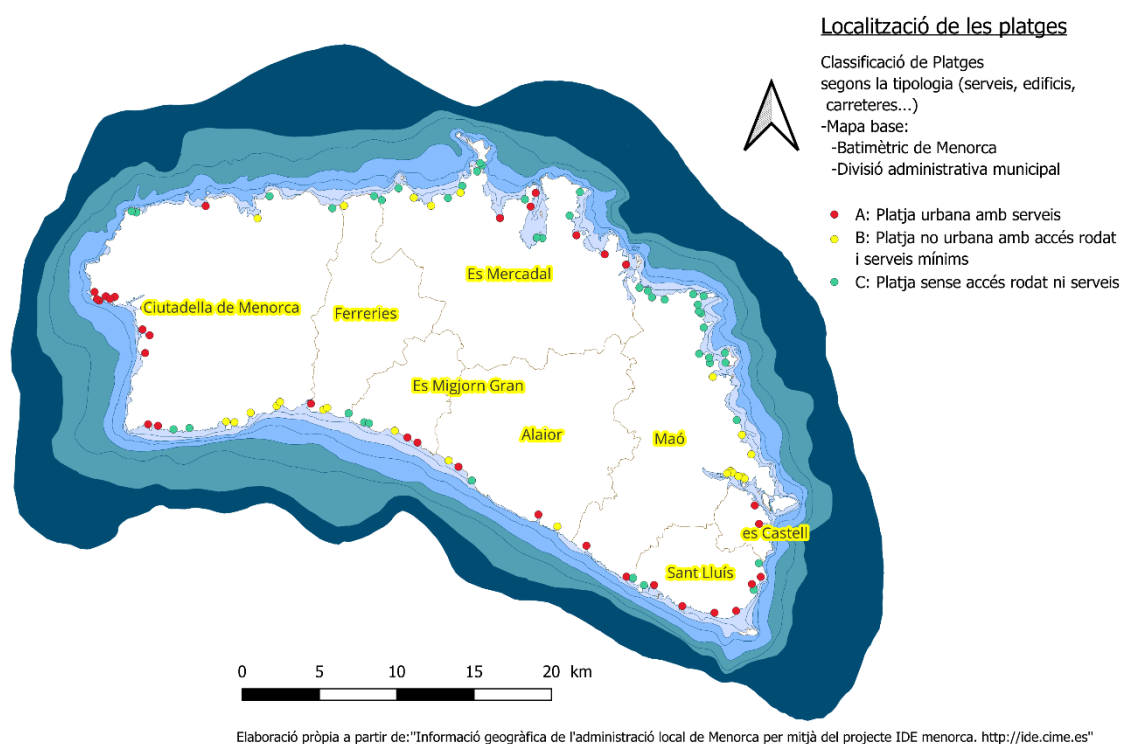
Taula 4. Dades bàsiques sobre el arxiu "Shapefile" objecte d'estudi. La capa reflexa la gran majoria de platges i cales de l'illa de Menorca amb la classificació segons tipologia, serveis i proximitat a nuclis urbans. extreta del visor cartogràfic web IDEmenorca.

CAPA BASE DE PLATGES	
Nom de la capa original	<i>am007pla_platge</i>
Naturalesa de la capa	<i>Vectorial (SHP)</i>
Font	<i>Informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE menorca. http://ide.cime.es</i>
Extensió	<i>Menorca</i>
CRS	<i>EPSG:25831 - ETRS89 / UTM zone 31N</i>

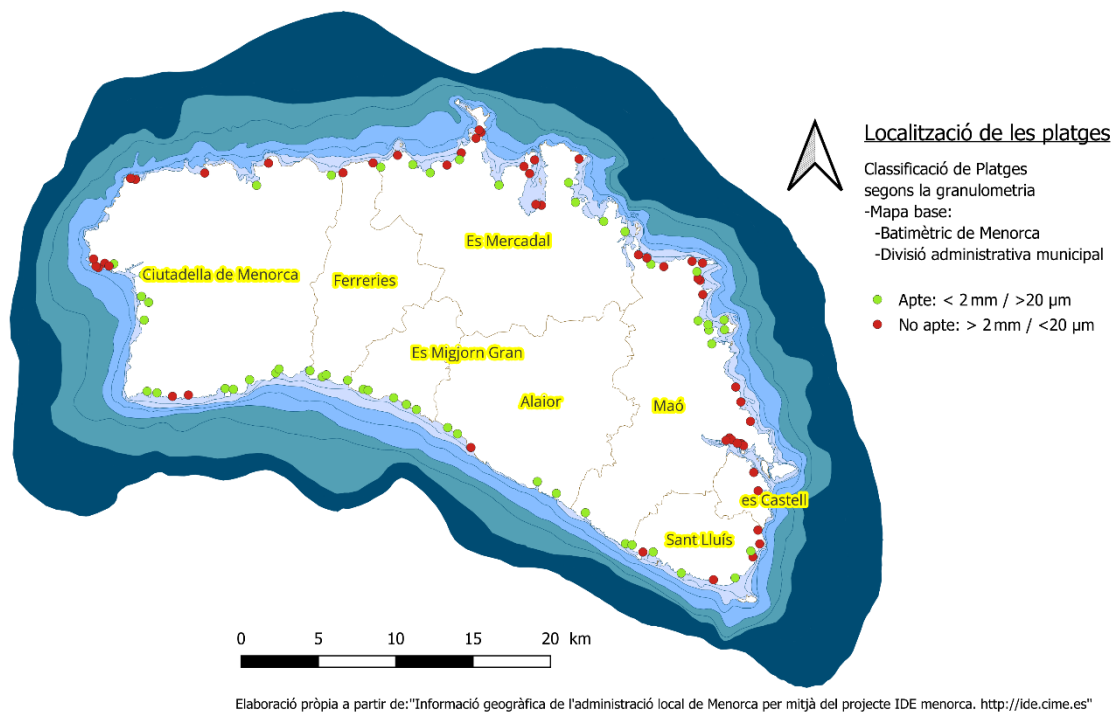
Taula 5. Dades bàsiques sobre el arxiu "Shapefile" objecte d'estudi. La capa reflexa la batimetria i la divisió administrativa de l'illa de Menorca. extreta del visor cartogràfic web IDEmenorca

CAPA BASE DE BATIMETRIA I DIVISIÓ MUNICIPAL	
Nom de la capa original	Batimetria
Naturalesa de la capa	Vectorial (SHP)
Font	Informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE menorca. http://ide.cime.es
Extensió	Menorca
CRS	EPSG:25831 - ETRS89 / UTM zone 31N

Per tant, tenim una base cartogràfica que presenta les característiques actuals i generals de les platges objectiu d'estudi.



Mapa 2. Classificació de les Platges segons tipologia. Elaboració pròpia en base a la informació extreta de <https://ide.cime.es>



Mapa 3. Classificació de les Platges segons granulometria. Elaboració pròpia en base a la informació extreta de <https://ide.cime.es>

3.2 Consideracions per a l'estudi cartogràfic d'escenaris de futur

L'objectiu primordial és generar una cartografia dels hàbitats potencials de nidificació com a escenari de futur a l'illa de Menorca, resposta d'una necessitat específica, de la *Caretta caretta*. S'han establert uns ítems a partir de la informació analitzada i les preferències de l'espècie.

Un fet per poder elaborar l'anàlisi dels hàbitats potencials, és la presència antròpica constant a les costes menorquines. L'afluència turística durant els mesos d'abril/maig a setembre/octubre a l'illa, i la mateixa proximitat de zones urbanes en àrees de costa; irromp negativament sobre la necessitat de les tortugues de tenir un cicle reproductiu ininterromput. L'enllumenat i els sorolls, producte de l'activitat humana a la costa, representa un petit impediment. Per tant, s'estableix un llinar des de la duna fins a la primera zona urbanitzada (IDEmenorca, sense data). D'altra banda, a través de l'observació de les conductes nidificadores de les tortugues al Mediterrani, podem analitzar la tipologia de les platges adequades per a l'estudi. A través de fonts d'informació com "INaturalist" o "Marine traffic" s'ha extret informació molt precisa sobre els avistaments de l'espècie i sobre el tràfic nàutic de tipus comercial, recreatiu i esportiu. Trobem que a la costa més oriental de Itàlia i la Península Greca, la afluència de tortuga

babaua i de barques és molt elevada. Per tant, tenim que la acció antròpica al mar, no afecta a la tortuga marina i la seva època de reproducció. Així doncs, tenim per un costat que l'acció antròpica pot ésser un impediment si actuem directament sobre el medi o ambient de nidificació, però no irromp en la distribució de l'espècie ni en la selecció específica de la platja per realitzar la cria.

Un altre fet a tenir en compte és l'anàlisi granulomètric de les platges. Per les dinàmiques observades en els costums reproductives de la tortuga, s'estableix un factor continu lligat a la formació del niu i la mida de la sorra. Les platges o zones costaneres amb una granulometria superior a 2 mm, no són considerades òptimes per a la generació d'aquests espais de cria. Les zones de costa amb una granulometria inferior a 20 µm, tampoc es considerarien aptes, ja que són llims i argiles. La ràtio granulomètric òptima establerta fa referència a platges de sorra gruixuda i de sorra fina.

L'estat dunar de la platja ha de ser òptim. La capacitat de desplaçament terrestre de les tortugues és limitat pel fet que les seves extremitats estan especialitzades per al desplaçament aquàtic. Una duna que presenta poca variabilitat altimètrica, facilita molt l'objectiu de nidificar de l'espècie. Per tant, un altre factor cabdal és la inclinació de la duna i la seva proximitat a la línia de costa (Ficetola, 2007).

Les figures de protecció tan a nivell terrestre com marítim juguen un paper important a l'hora de voler generar una cartografia adient. L'illa de Menorca és Reserva de la Biosfera per l'UNESCO. També trobem figures com: Zones de Especial Conservació o "ZEC" i Llocs d'interès Comunitari o "LIC". De l'albufera d'es Grau fins al cap de Cavalleria, trobem un Espai Natural Protegit o ENP sota la figura de Parc Natural i alguna petita àrea de l'albufera des Grau i alguns illots costaners, sota la figura de Reserva Natural. Totes aquestes figures de protecció s'estenen per les zones costeres menorquines i la seva àrea d'influència determina l'estat de conservació, gestió, restricció... de les zones implicades; per tant, és un factor a tenir en compte per la preservació d'espècies presents, com podria ésser la *Caretta caretta*.

El canvi climàtic és un dels majors reptes als quals s'enfronta la biodiversitat marina i terrestre a tot el món. Les tortugues marines del Mediterrani és una de les espècies que podrien veure's afectades pels efectes del canvi climàtic.

La temperatura és un dels factors més importants que influeixen en l'ecologia i el comportament de les tortugues marines.

Les temperatures elevades poden afectar l'èxit de la incubació dels ous i la proporció de sexes de les cries, la qual cosa pot tenir greus conseqüències en la població de tortugues. (Santidrián, 2011). Segons els estudis de "*Intergovernmental Panel on*

Climate Change” en referent a l’Oceà y la Criosfera en un Clima Canviant, la temperatura del Mediterrani augmentarà de 1.1°C a 3.1°C per a finals del segle XXI (Veure Mapa 4 i 5). L’IPCC fa una estimació entorn a l’augment del nivell del mar, amb xifres oscil·lants entre 0,29 y 0,82 metres per l’any 2100 (Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate., 2019).

Un altre dels efectes del canvi climàtic que pot afectar les tortugues marines del Mediterrani és l’acidificació de l’oceà. L’acidificació de l’oceà pot tenir conseqüències greus per a la supervivència i el desenvolupament de les tortugues marines, ja que pot afectar la seva capacitat per formar closques i la disponibilitat d’aliment.

A més, el canvi climàtic també pot influir en la distribució i abundància de les algues i les plantes marines que formen part de la dieta de les tortugues marines. En algunes regions del Mediterrani, el canvi climàtic ja ha provocat canvis en l’abundància i distribució d’algues, la qual cosa pot afectar la disponibilitat d’aliment per a les tortugues. En l’actualitat aquestes zones d’alimentació per a les tortugues marines es localitzen a les costes occidentals del Mediterrani i en especial a les Illes Balears, costa de Catalunya, el golf de Gabés a Tunísia, costes de Líbia i Turquia (Cardona, Cerdà, & Garcia, 2014).

En conclusió, el canvi climàtic i l’augment de les temperatures juntament amb la tipologia de la platja, serà determinant en les properes dècades per la distribució de la tortuga babaua i la seva nidificació. La adaptació de la pròpia espècie i el instint de supervivència pot comportar la migració de zones de confort a altres àrees, com poden ser les del mediterrani nord-occidental.

3.3 Mètode cartogràfic de les capes

Mapa de localització i classificació granulomètrica de les platges de Menorca (Mapa 3):

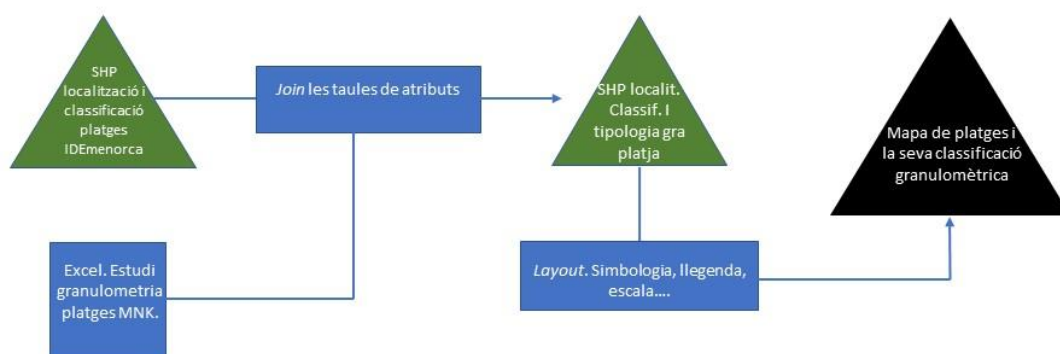


Figura 1. Procés creatiu de les capes cartogràfiques implicades en l'estudi. Mapa de classificació de platges segons la grandària de la sorra.

Mapes de escenificació de futur en base al augment de la temperatura del aire al mesos estivals a l'illa de Menorca (*Mapes 4 i 5*):

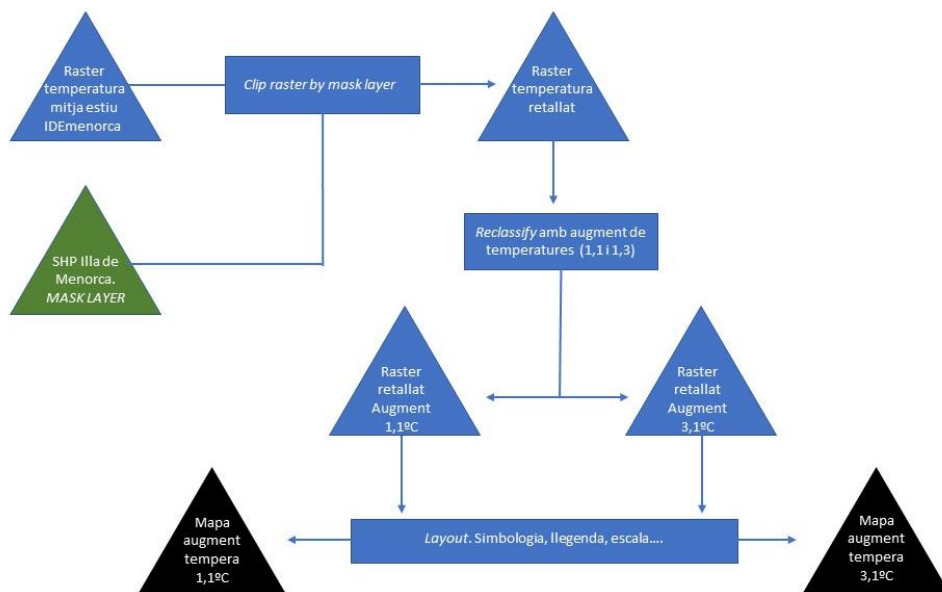


Figura 2. Procés creatiu de les capes cartogràfiques implicades en l'estudi. Mapes de projecció de futur per al 2100. Augment de la temperatura del aire.

Mapes de escenificació de futur en base al augment del nivell del mar a l'illa de Menorca (*Mapes 6, 7, 8 i 9*):

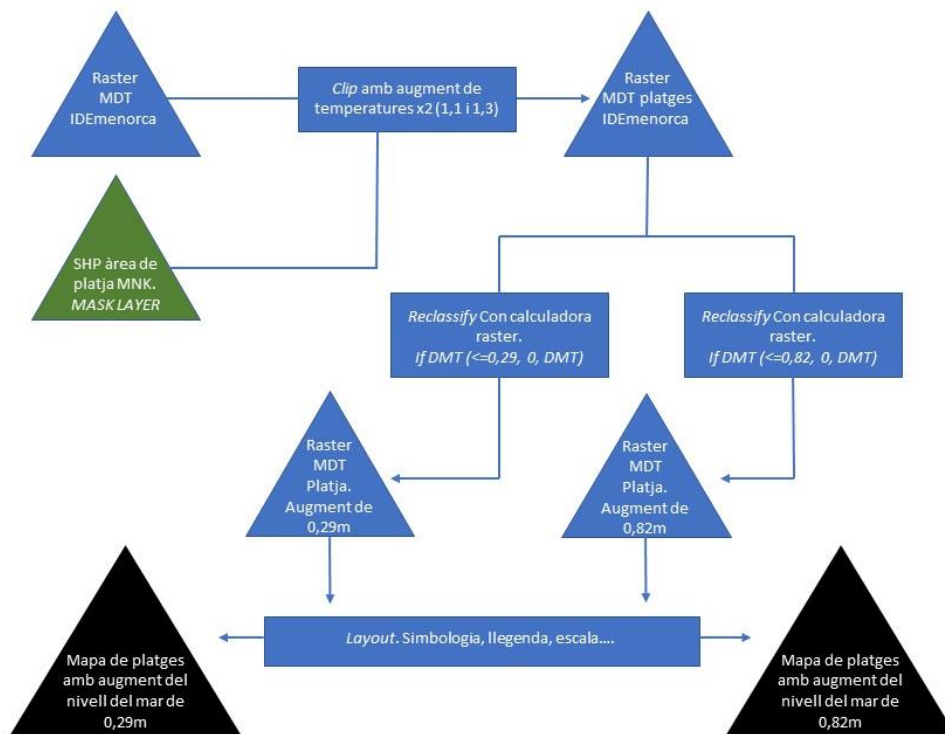


Figura 3. Procés creatiu de les capes cartogràfiques implicades en l'estudi. Mapes de projecció de futur per al 2100. Retrocés de la línia de costa.

Mapes per als escenaris A1, A2, B1 i B2 (Mapes 12, 13, 14 i 15):

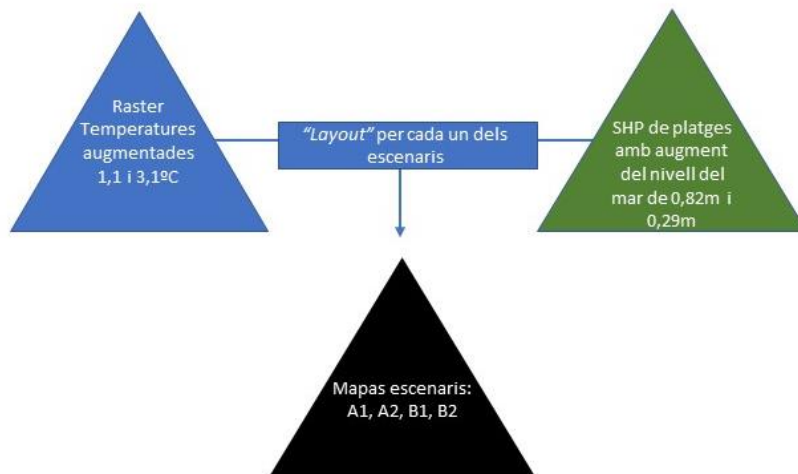


Figura 4. Procés creatiu de les capes cartogràfiques implicades en l'estudi. Mapes de projecció de futur per al 2100 escenaris A1, A2, B1, B2. Presència de la tortuga marina a les costes de Menorca.

4. Resultats

4.1 Mapes d'àrees potencials de nidificació de la *Caretta caretta* a Menorca com escenari de futur

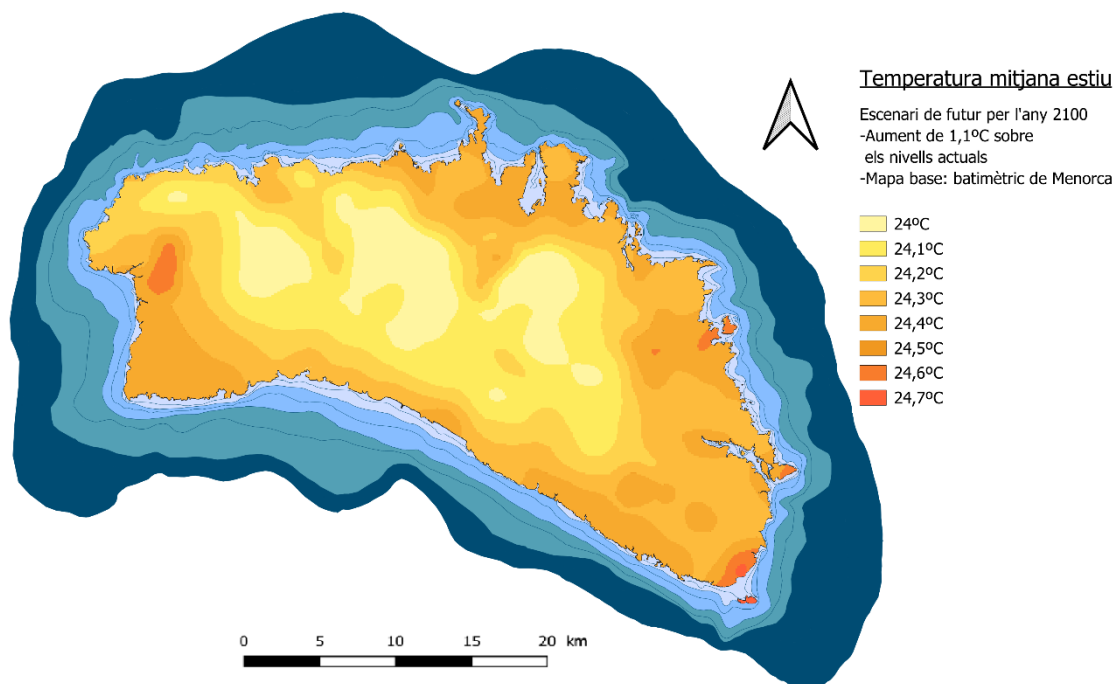
Per l'anàlisi d'aquests escenaris de futur s'ha confeccionat un quadre, el qual expressa els actors de canvi i com afectaria segons la seva tendència per inicis del s.XXII. Ens centrem en les actors de canvi que afecten directament a la *Caretta caretta*.

Taula 6. Actors de Canvi i previsió d'efectes per a inicis del segle XXII.

Actors de canvi	Efectes en el temps (+80 anys)
Augment del nivell del mar	-Desaparició de platges i dunes a causa de la pujada del nivell del mar. Desaparició de alguns hàbitats potencials per la nidificació de la tortuga.
Augment de les temperatures	-Zona oriental del Mediterrani: pèrdua de biodiversitat a causa de la migració climàtica. -Zona occidental del Mediterrani (Menorca): Accentuació de les temperatures extremes; això implica un possible augment de les temperatures estivals i l'augment de la zona de confort per la nidificació de la tortuga.
Acció antròpica	Trobem 3 direccions: -Més acció antròpica implica un augment (en menor grau) de la interrupció del cicle reproductiu de la <i>Caretta caretta</i> . - Estancament de l'acció antròpica : No varia l'estat dels espais implicats. -Menys acció antròpica implica una millora del entorn a nidificar.
Protecció d'espais naturals	Trobem 3 vessants: -Més protecció implica una restricció de espais o una gestió acurada del entorn. Això comporta un control sobre els espais de nidificació i una intervenció més eficaç. -Conservació de les figures actuals: estancament en la gestió. -Disminució de les àrees de gestió i figures de protecció: implica un gestió deficient

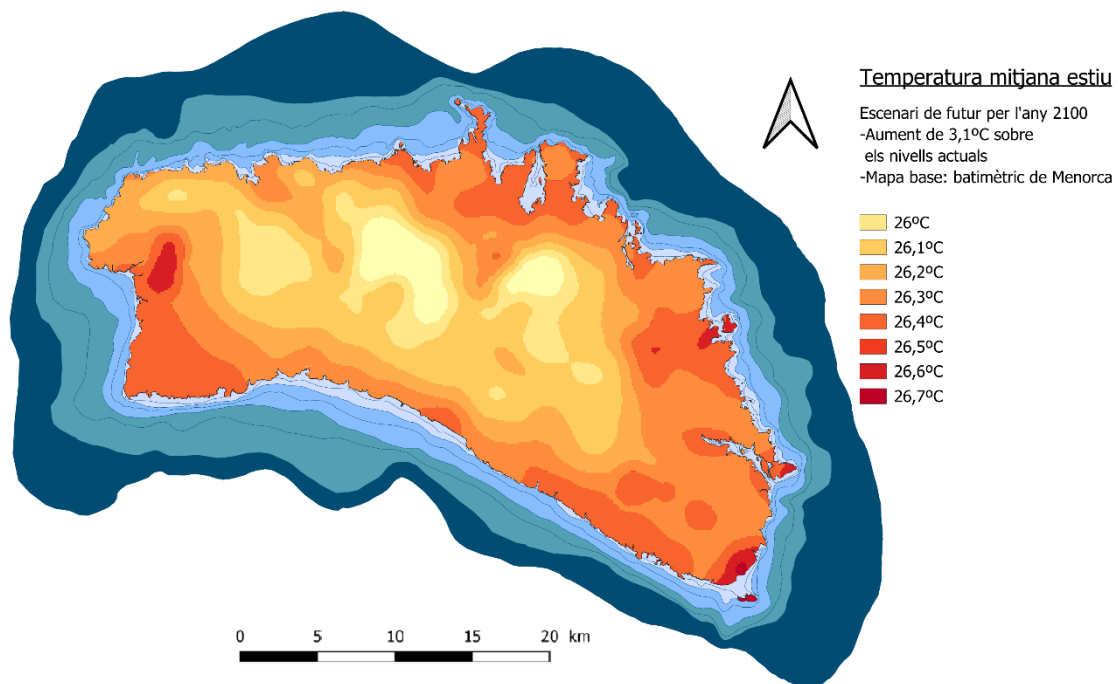
entorn als espais de costa i per tant es genera un entorn més hostil.

Gràcies a l'observació de les necessitats específiques de les tortugues a l'hora de nidificar (Temperatura del mar i ambiental, i presència de sorra fina) hem pogut establir els dos factors indispensables per a la escenificació cartogràfica de àrees potencials de nidificació a Menorca. La presència de sorra fina, va estretament lligada amb l'augment del nivell del mar i el retrocés de la costa, ja que si la platja desapareix en el proper inici de segle, no trobem espais de nidificació. Els altres actors de canvi, com l'acció antròpica o la gestió d'espais naturals, no impliquen notables canvis en l'àrea de distribució. La *Caretta caretta* i les seves dinàmiques de reproducció, es veuen poc afectades per l'afluència de barques i per la presència de nuclis urbans, carreteres, enllumenat... Així doncs, l'àrea d'estudi (les platges de Menorca i la seva classificació) i les característiques granulomètriques que presenten les costes menorquines, es tindran en compte en la creació dels escenaris de futur, però no com actor de canvi, sinó com a escenari.



Elaboració pròpia a partir de: "Informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE menorca. <http://ide.cime.es>"

Mapa 4. Temperatura mitjana a l'estiu. Escenari de futur per a inicis del segle XXII amb un augment de 1,1°C sobre la temperatura mitjana anual estival de Menorca (juny, juliol, agost i setembre). Elaboració pròpia amb les dades dels informes climàtics del mediterrani del IPCC referenciats anteriorment. Base cartogràfica extreta del visor cartogràfic: <https://ide.cime.es>.



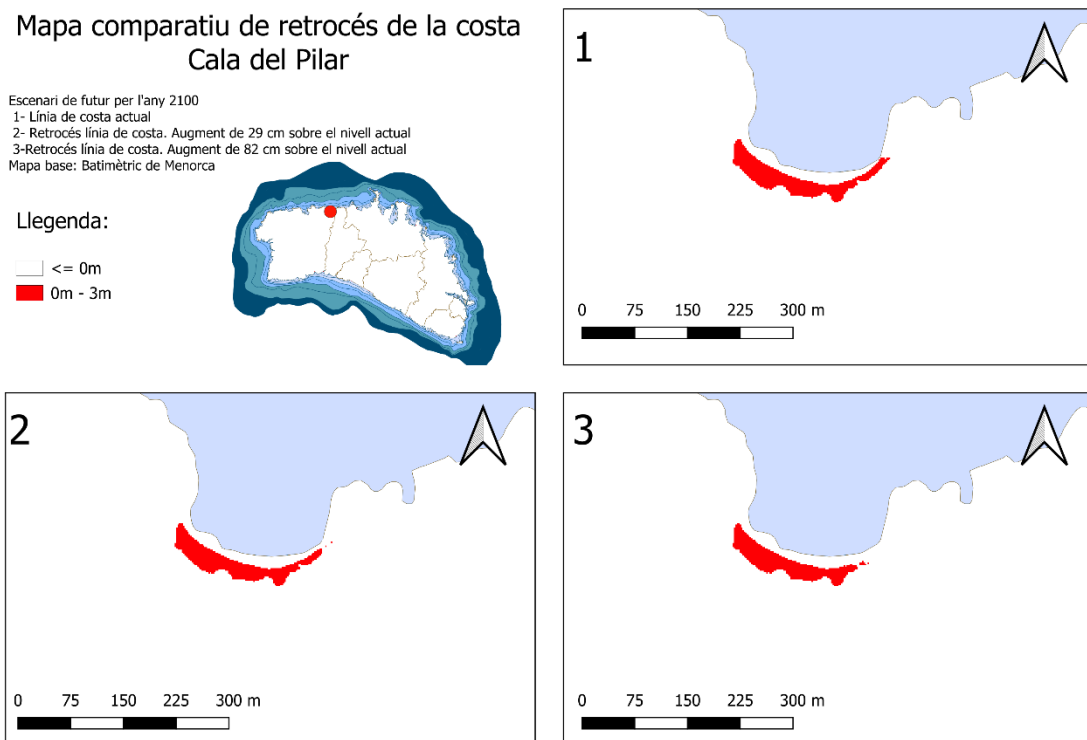
Mapa 5. Temperatura mitjana a l'estiu. Escenari de futur per a inicis del segle XXII amb un augment de 3,1°C sobre la temperatura mitja anual estival de Menorca (juny, juliol, agost i setembre). Elaboració pròpia amb les dades dels informes climàtics del mediterrani del IPCC referenciats anteriorment. Base cartogràfica extreta del visor cartogràfic: <https://ide.cime.es>.

Mapa comparatiu de retrocés de la costa Cala del Pilar

Escenari de futur per l'any 2100
 1- Línia de costa actual
 2- Retrocés línia de costa. Augment de 29 cm sobre el nivell actual
 3- Retrocés línia de costa. Augment de 82 cm sobre el nivell actual
 Mapa base: Batimètric de Menorca

Llegenda:

≤ 0m
 0m - 3m



Elaboració pròpia a partir de: "Informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE menorca. <http://ide.cime.es>"

Mapa 6. Mapa de retrocés de la costa a l'illa de Menorca. Cala del Pilar. Superfície de platja actual, augmentat 29cm i 82cm sobre el nivell del mar. Elaboració pròpia a partir de la informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE Menorca. <http://ide.cime.es>

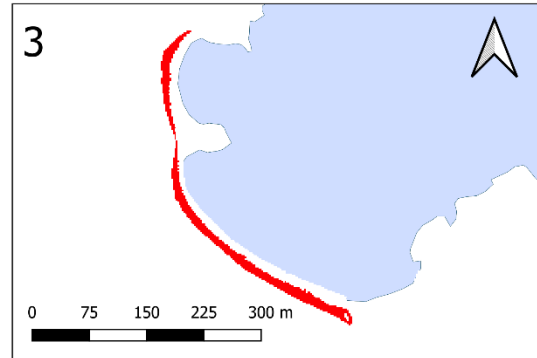
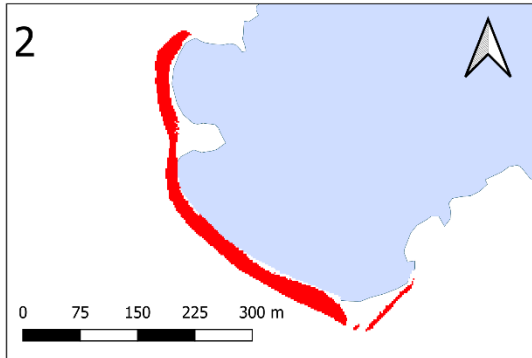
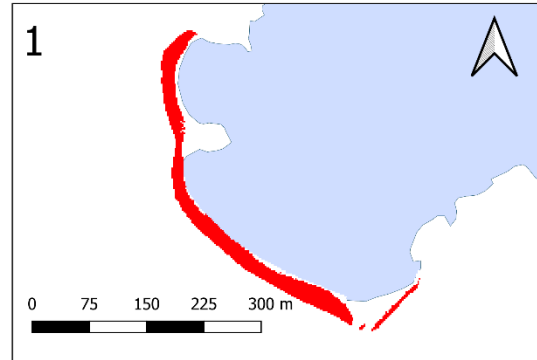
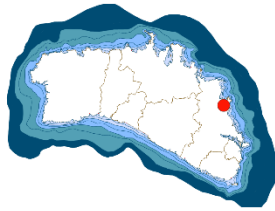
Mapa comparatiu de retrocés de la costa Platja d'Es Grau

Escenari de futur per l'any 2100

- 1- Línia de costa actual
 - 2- Retrocés línia de costa. Augment de 29 cm sobre el nivell actual
 - 3- Retrocés línia de costa. Augment de 82 cm sobre el nivell actual
- Mapa base: Batimètric de Menorca

Llegenda:

- <= 0m
- 0m - 3m



Elaboració pròpia a partir de: "Informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE menorca. <http://ide.cime.es>"

Mapa 7. Mapa de retrocés de la costa a l'illa de Menorca. Platja d'Es Grau. Superfície de platja actual, augmentat 29cm i 82cm sobre el nivell del mar. Elaboració pròpia a partir de la informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE Menorca. <http://ide.cime.es>"

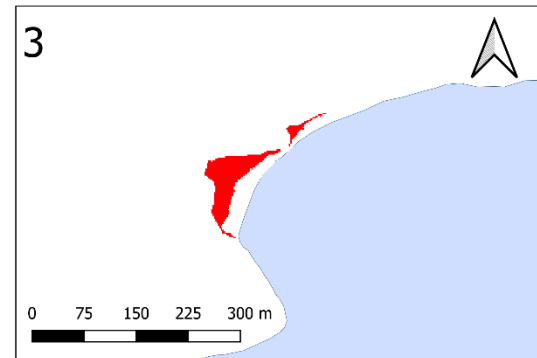
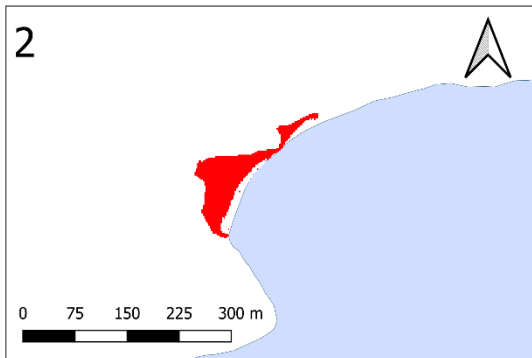
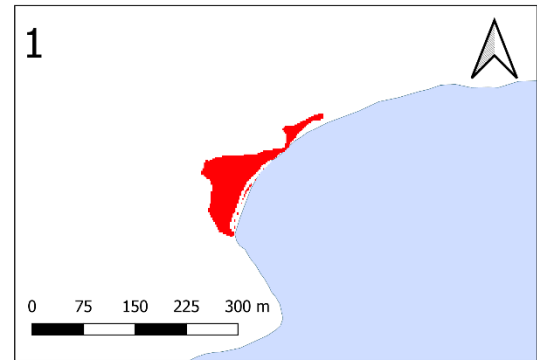
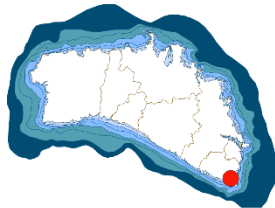
Mapa comparatiu de retrocés de la costa Platja de Punta Prima

Escenari de futur per l'any 2100

- 1- Línia de costa actual
 - 2- Retrocés línia de costa. Augment de 29 cm sobre el nivell actual
 - 3- Retrocés línia de costa. Augment de 82 cm sobre el nivell actual
- Mapa base: Batimètric de Menorca

Llegenda:

- <= 0m
- 0m - 3m



Elaboració pròpia a partir de: "Informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE menorca. <http://ide.cime.es>"

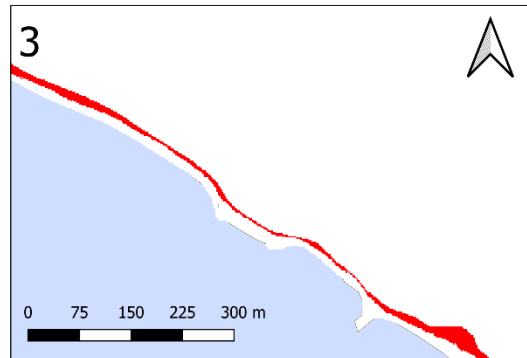
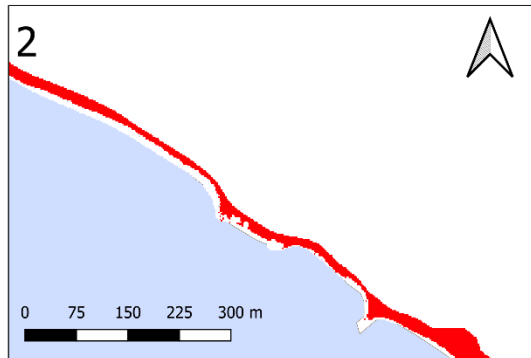
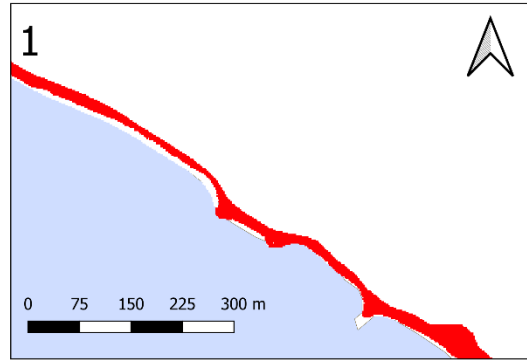
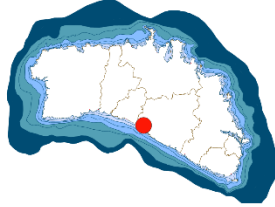
Mapa 8. Mapa de retrocés de la costa a l'illa de Menorca. Platja de Punta Prima. Superfície de platja actual, augmentat 29cm i 82cm sobre el nivell del mar. Elaboració pròpia a partir de la informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE Menorca. <http://ide.cime.es>"

Mapa comparatiu de retrocés de la costa Platja de Son Bou

Escenari de futur per l'any 2100
 1- Línia de costa actual
 2- Retrocés línia de costa. Augment de 29 cm sobre el nivell actual
 3- Retrocés línia de costa. Augment de 82 cm sobre el nivell actual
 Mapa base: Batimètric de Menorca

Llegenda:

□ ≤ 0m
 ■ 0m - 3m



Elaboració pròpia a partir de: "Informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE menorca. <http://ide.cime.es>"

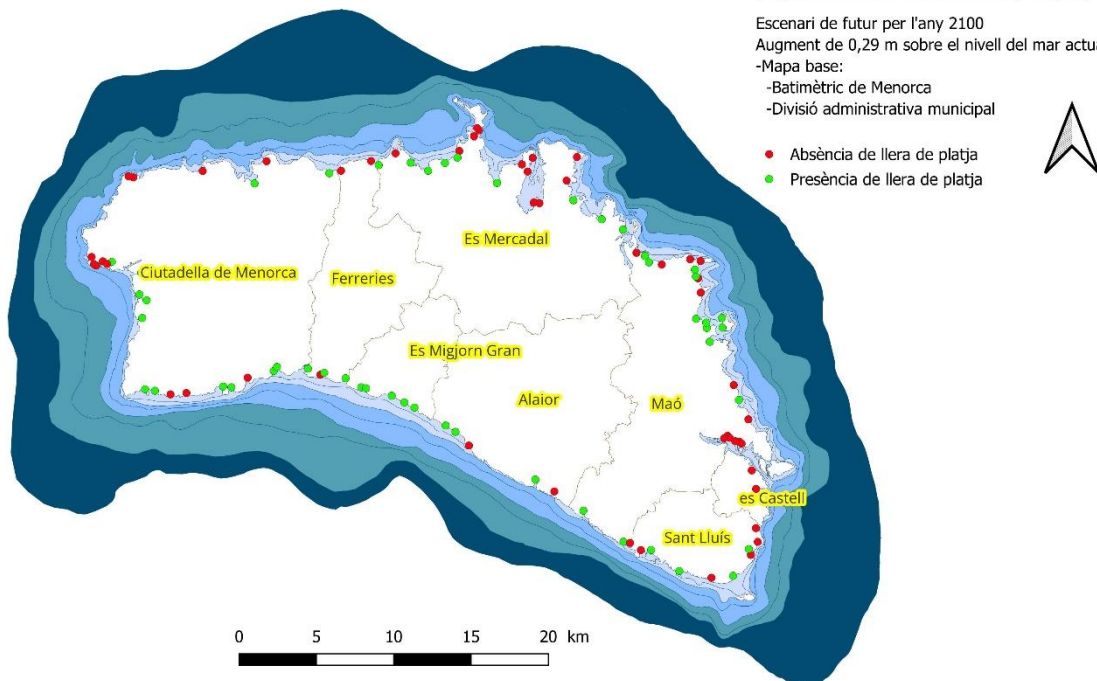
Mapa 9. Mapa de retrocés de la costa a l'illa de Menorca. Platja de Son Bou (Tram urbanitzat i tram sense urbanitzar). Superfície de platja actual, augmentada 29cm i 82cm sobre el nivell del mar. Elaboració pròpia a partir de la informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE Menorca. <http://ide.cime.es>"

Mapa de localització de les platges

Escenari de futur per l'any 2100
 Augment de 0,29 m sobre el nivell del mar actual

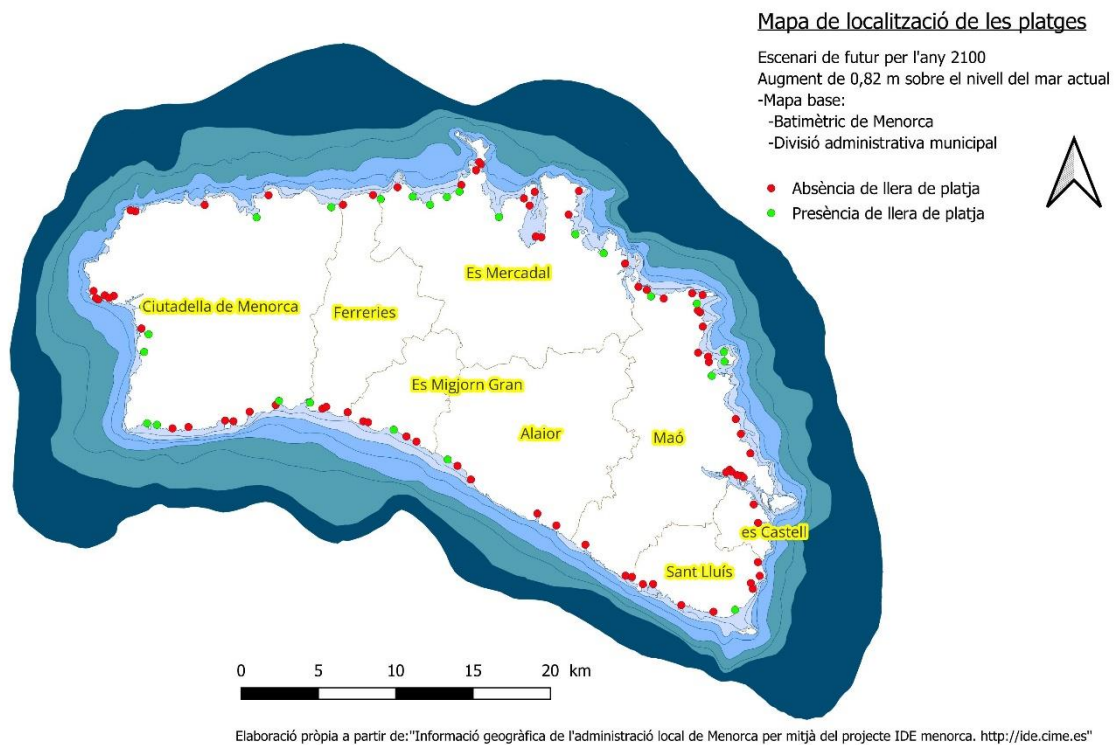
-Mapa base:
 -Batimètric de Menorca
 -Divisió administrativa municipal

● Absència de llera de platja
 ● Presència de llera de platja



Elaboració pròpia a partir de: "Informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE menorca. <http://ide.cime.es>"

Mapa 10. Cartografia com a escenari de futur a l'illa de Menorca per l'any 2100. Representació de l'estat de la platja amb un augment del nivell del mar de 0,29 cm sobre els valors actuals. Font: elaboració pròpia a partir de les capes base del IDE menorca.



Mapa 11. Cartografia com a escenari de futur a l'illa de Menorca per l'any 2100. Representació de l'estat de la platja amb un augment del nivell del mar de 0,82 cm sobre els valors actuals. Font: elaboració pròpia a partir de les capes base del IDE menorca.

El rang tèrmic, mínim i màxim, per a l'augment de la temperatura ambient o de l'aire és molt variable; mentre que les previsions d'augment de les temperatures del mar són més estables. És preveu un augment mitjà de 2,5 graus sobre les temperatures mitjanes actuals en el mar Mediterrani nord-occidental per a inicis del segle XXII (Garcies & Cuxart, 2006).

A la següent figura trobem els valors promitjos actuals de la temperatura de l'aigua a l'illa de Menorca:

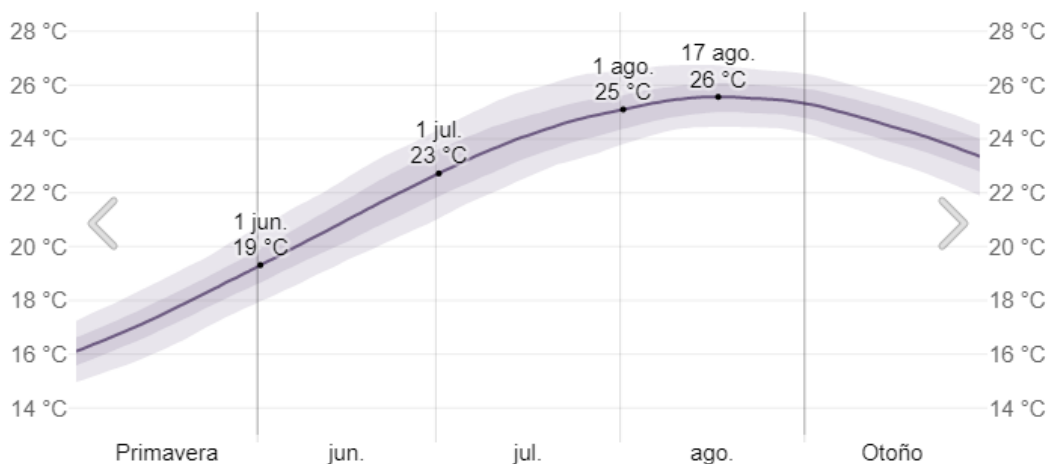


Figura 5. Valor actuals de la temperatura superficial de l'aigua. Màxim, mínim i mitjana. Extrets de WeatherSpark.com

Augmentant els valors representats un total de 2,5 °C sobre els actuals, trobem que els mesos més càlids, presenten qualitats perfectes per a la època de cria de la tortuga babaua a les costes de Menorca.

Taula 7. Estimació de temperatures mitjanes per a inicis del segle XXII al mar mediterrani. Elaboració pròpia

Dia i mes de l'any	Estimació temperatura del mar inicis segle XXII
1 Juny	21,5°C
1 Juliol	25,5°C
1 Agost	27,5°C
17 Agost	28,5°C

Una vegada establerts tots els actors de canvi en els entorns de costa, pròpiament documentats i cartografiats, s'ha redactat un petit text per tal de crear aquests escenaris de futur.

4.1.1 Escenari A1

Ens trobem en els mesos d'estiu compresos entre Juny i Agost. La tortuga *Caretta caretta* es troba en el escenari de canvi progressiu. Les temperatures de les zones de nidificació al est del Mediterrani augmenten poc i la comoditat és notable en aquestes noves zones per colonitzar. Després de un llarg viatge, ha passat l'estret de Gibraltar i es dirigeix a aigües més càlides per començar el procés de nidificació. El seu pas pel Mediterrani occidental i la seva abundància d'aliment, fa que la tortuga marina arribi en pocs dies a les costes italianes de "San Benedetto del Tronto". No tot és favorable per a la nostra protagonista. La seva platja on ha posat els ous els darrers 10 anys, ja no existeix. La causa de la desaparició d'aquestes zones de costa és l'augment del nivell del mar. L'estat de la platja ha variat i ara les seves dimensions i condicions de sorra no són adequades per al procés de nidificació. En els darrers 20 anys, la tortuga ja ha hagut de canviar una vegada de zona per niar i ara es troba en el mateix dilema. La costa italiana comença a ser un entorn hostil el qual força a canviar els seus instints constantment. Segurament aquest any no posarà ous; provarà l'any vinent a costes més temperades com les del Mediterrani occidental. Menorca com a possible hàbitat receptor de nous individus.

4.1.2 Escenari A2

Ens trobem en els mesos d'estiu compresos entre Juny i Agost. Novament la Tortuga ha decidit tornar a la platja de procedència a nidificar. El seu pas pel Mediterrani

occidental és profitós per l'alimentació d'aquesta. Aquest any no troba gaires complicacions per tornar a les costes de Grècia. Les barques suposen un petit impediment per accedir a la platja d'origen, però això no condiciona la seva arribada. A la costa es troba amb uns pocs individus mascle (cada vegada menys present) que, conjuntament, iniciaran el procés de reproducció per tal de perpetuar l'espècie. Aquesta temporada de nidificació donarà com a resultat un desequilibri de sexes (més femelles que mascles). Això és producte del lleuger augment de les temperatures. Novament la reproducció ha set exitosa i s'endinsa en un nou viatge arreu del món. Possiblement d'aquí a dos anys tornarà a la mateixa platja per tornar a iniciar el cicle. Això sempre que les condicions ho permetin. Menorca queda exclosa com hàbitat potencial de nidificació, ja que les característiques del Mediterrani han variat mínimament.

4.1.3 Escenari B1

Ens trobem en els mesos de estiu compresos entre Juny i Agost. Una gran agrupació de tortugues acaba de arribar a l'entrada del Mediterrani (estret de Gibraltar). Les condicions climàtiques del mar i del aire, provocant un àrea clímax per la nidificació. Aquest any la *Caretta caretta* torna a la platja originària a nidificar. Aquesta platja la localitzem a cala Rrafalet (Menorca). Fa 30 anys que no tornava a aquest platja, ja que no tenia la suficient maduresa sexual. Ara ja està llesta per poder perpetuar l'espècie. L'augment marcat de temperatures al Mediterrani, dóna com a resultat una migració climàtica reproductora des de l'orient cap a l'occident del Mediterrani 30 anys enrere, però... Aquest any, és possible que no pugui nidificar a causa del augment del nivell del mar. Amb el pas del temps, la platja salvatge i verge on va néixer ha passat per uns processos erosius extrems i ha perdut molts metres de llera de platja. No té espai suficient per posar-hi el niu. Trobem un escenari en què les temperatures de Menorca són òptimes, però la desaparició incipient de punts estratègics de nidificació afecten de manera negativa. Segurament mirarà d'anar a una platja propera a aquesta o simplement marxarà per tornar d'aquí uns anys i provar novament de reproduir-se. Menorca, com a receptora incipient del procés reproductor de l'espècie.

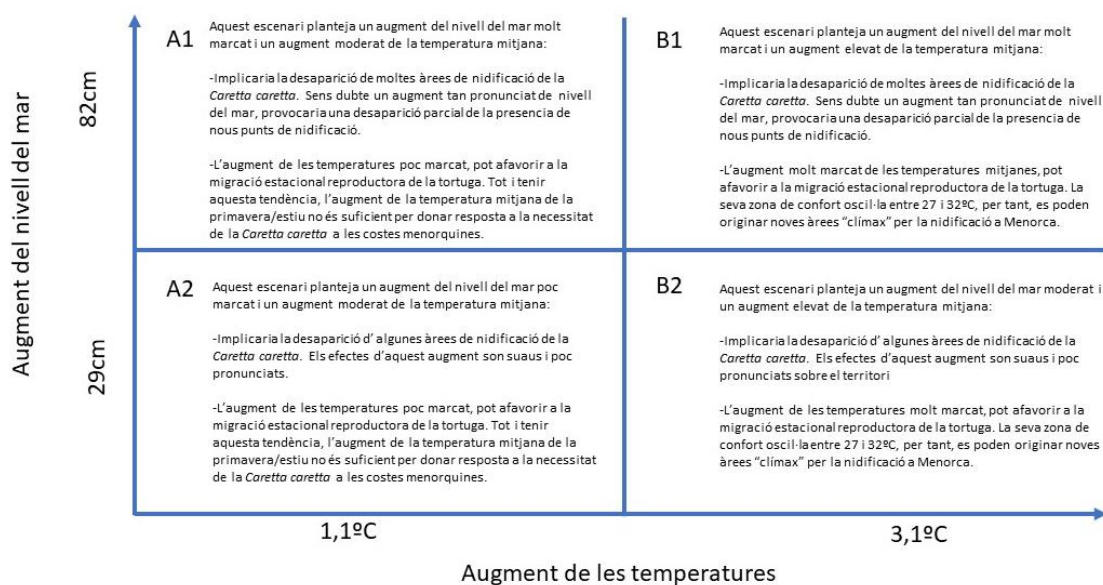
4.1.4 Escenari B2

Ens trobem en els mesos de estiu compresos entre Juny i Agost. Novament la tortuga és present al Mediterrani. Som conscients que ja fa unes dècades que aquesta espècie freqüenta les nostres aigües. La tortuga babaua està preparada per nidificar a la platja originària com cada any. Els seus pares i avis, provenen de les costes italianes, però ella ja va néixer en les costes menorquines. Aquest any serà un bon any per la nidificació. Gairebé la platja conserva les característiques i qualitats òptimes. Fa poc més de 30 anys que la tortuga no tornava a la seva platja originària. Amb les qualitats

perfectes que presenta la costa i les temperatures ambientals, la tortuga es disposa a fer la posta d'ous. 125 ous aquest any. Segurament d'aquí 2 o 3 anys tornarà, ja que l'èxit ha set molt notori. Menorca presenta les característiques perfectes per a la nidificació d'aquesta espècie.

4.2 Resultat d'escenaris

Les evidències climàtiques, presentades al llarg de tot el treball, demostren unes tendències de canvi. Només un de quatre escenaris proposats no és capaç de donar acollida a la tortuga marina a l'illa de Menorca en períodes de reproducció. La probabilitat de que aquesta espècie sigui més present en les nostres costes en les pròximes dècades, és elevada.

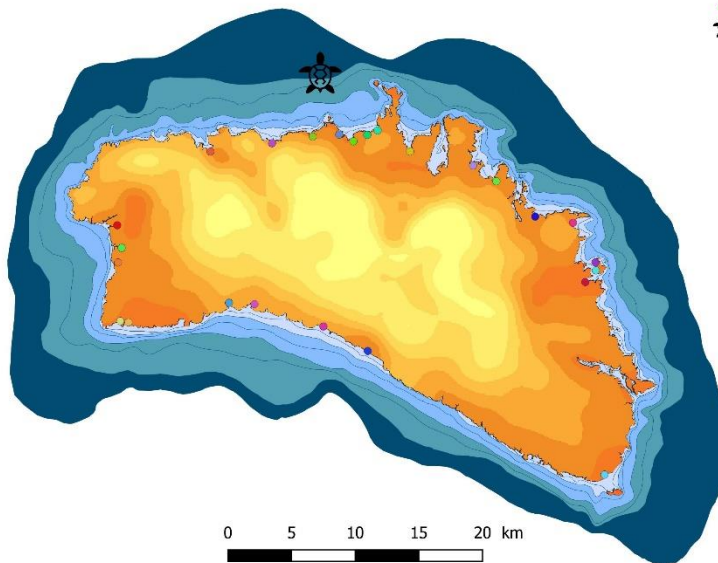


- Previsió per d'aquí 80 anys. Inicis del segle XXI
- Estimació de valors mínims i màxims per al període de 80 anys vista extretes del informe del "Grup Intergubernamental de Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC).

Figura 6. Resum dels escenaris de futur proposats. A la columna de l'esquerra representat el augment del nivell del mar segons estudis del IPCC. A la fila inferior, representat el augment de les temperatures segons estudis del IPCC. A1 i B2 són escenaris mixtes, mentre que A2 i B1 són escenaris extrems.

Com a resultat final s'ha confeccionat el mapa de punts de les platges de Menorca que són susceptibles de nidificació per a l'any 2100.



A1 



Elaboració pròpia a partir de: "Informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE menorca. <http://ide.cime.es>"

Escenari de futur per l'any 2100

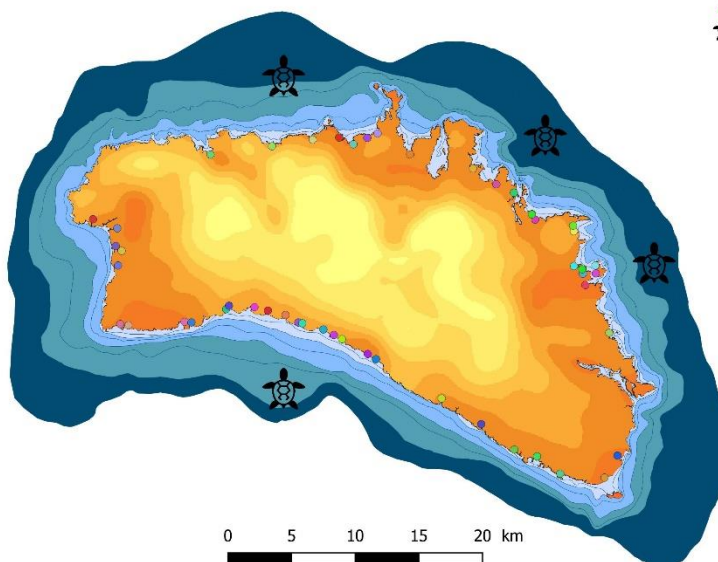
Augment de 0,82 m sobre el nivell del mar actual
Augment de 1,1°C temperatura sobre el nivell actual

-  Localització platja
-  Presència de Tortuga babaua

- | Nom de les platges: | |
|---|--|
|  Algaiarens |  Cala Pilar |
|  Arenal d'en Castell |  Cala Presili |
|  Arenal d'en Moro |  Cala Tirant |
|  Arenal de Cavalleria |  Es Grau |
|  Binigaus |  Illa d'En Colom |
|  Binimel·là |  Macarella |
|  Cala Blanca |  Pregonda |
|  Cala des Degollador |  Punta Prima |
|  Cala en Bosch |  Santa Galdana |
|  Cala en Calderer |  Santandria |
|  Cala Enclusa |  Son Bou (no urbanitzada) |
|  Cala Mica |  Son Parc |
| |  Son Xoriguer |

Mapa 12. Escenari A1. Platges susceptibles de recepció de tortugues marines a Menorca. Temperatura de l'aire per als mesos d'estiu i presència de platja per a inicis del segle XXII.



A2 



Elaboració pròpia a partir de: "Informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE menorca. <http://ide.cime.es>"

Escenari de futur per l'any 2100

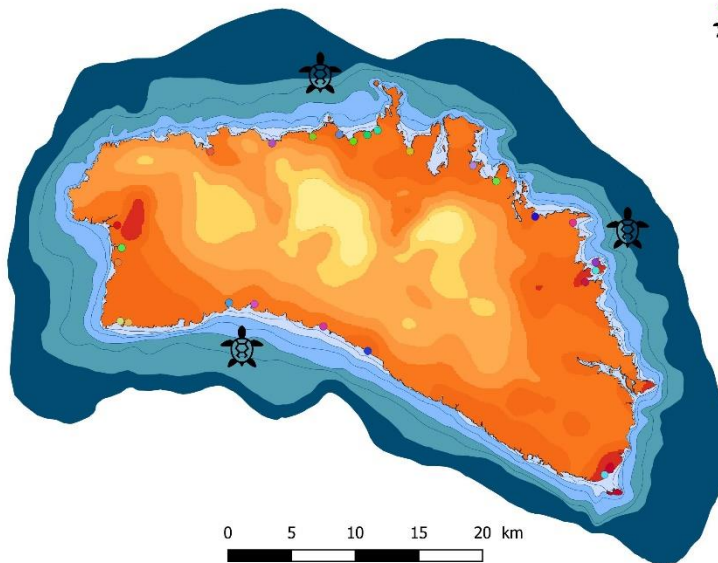
Augment de 0,29 m sobre el nivell del mar actual
Augment de 1,1°C temperatura sobre el nivell actual

-  Localització platja
-  Presència de Tortuga babaua

- | Nom de les platges: | |
|---|--|
|  Alcaufar |  Cala Presili |
|  Algaiarens |  Cala Tirant |
|  Arenal d'en Castell |  Es Grau |
|  Arenal d'en Moro |  Es Talaier |
|  Arenal de Cavalleria |  Illa d'En Colom |
|  Arenal de Morella |  Macarella |
|  Binibèquer |  Macarelleta |
|  Binidali |  Macaret |
|  Binigaus |  Mongofre |
|  Binimel·là |  Pregonda |
|  Binisafüller |  Punta Prima |
|  Cala Blanca |  Sa Caleta |
|  Cala de sa Torreta |  Sa Mesquida |
|  Cala des Degollador |  Sant Adeodat |
|  Cala en Blanes |  Sant Tomàs |
|  Cala en Bosch |  Santa Galdana |
|  Cala en Calderer |  Santandria |
|  Cala en Fustam |  Son Bou (zona urbanitzada) |
|  Cala en Porter |  Son Bou (no urbanitzada) |
|  Cala Enclusa |  Son Parc |
|  Cala es Canutells |  Son Saura |
|  Cala Escorxada |  Son Xoriguer |
|  Cala Mica |  Tamarells del nord |
|  Cala Mitjana |  Tamarells del sud |
|  Cala Pilar |  Trebalúger |

Mapa 13. Escenari A2. Platges susceptibles de recepció de tortugues marines a Menorca. Temperatura de l'aire per als mesos d'estiu i presència de platja per a inicis del segle XXII.


B1 



Elaboració pròpia a partir de: "Informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE menorca. <http://ide.cime.es>"

Escenari de futur per l'any 2100

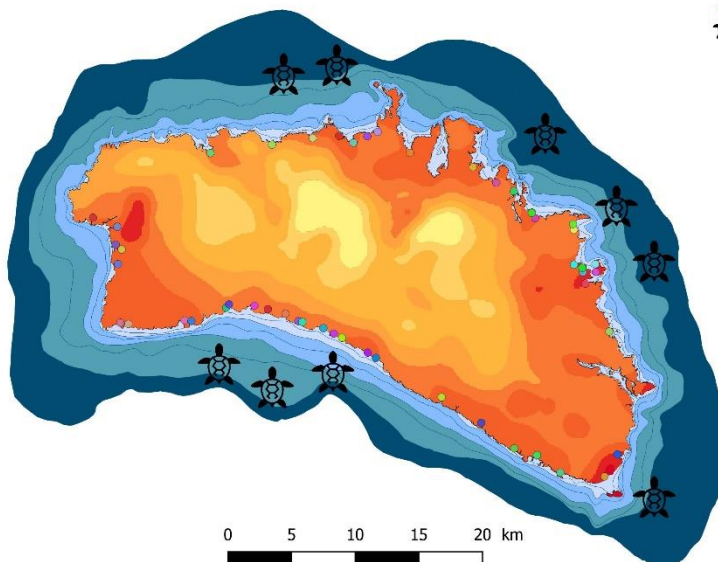
Augment de 0,82 m sobre el nivell del mar actual
Augment de 3,1°C temperatura sobre el nivell actual

- Localització platja
-  Presència de Tortuga babaua

- Nom de les platges:
- | | |
|------------------------|----------------------------|
| ● Algairens | ● Cala Pilar |
| ● Arenal d'en Castell | ● Cala Presili |
| ● Arenal d'en Moro | ● Cala Tirant |
| ● Arenal de Cavalleria | ● Es Grau |
| ● Binigaus | ● Illa d'En Colom |
| ● Binimel·là | ● Macarella |
| ● Cala Blanca | ● Macarella |
| ● Cala des Degollador | ● Pregonda |
| ● Cala en Bosch | ● Punta Prima |
| ● Cala en Calderer | ● Santa Galdana |
| ● Cala Enclusa | ● Santandria |
| ● Cala Mica | ● Son Bou (no urbanitzada) |
| | ● Son Parc |
| | ● Son Xoriguer |

Mapa 14. Escenari B1. Platges susceptibles de recepció de tortugues marines a Menorca. Temperatura del aire per als mesos d'estiu i presència de platja per a inicis del segle XXII.


B2 



Elaboració pròpia a partir de: "Informació geogràfica de l'administració local de Menorca per mitjà del projecte IDE menorca. <http://ide.cime.es>"

Escenari de futur per l'any 2100

Augment de 0,29 m sobre el nivell del mar actual
Augment de 3,1°C temperatura sobre el nivell actual

- Localització platja
-  Presència de Tortuga babaua

- Nom de les platges:
- | | |
|------------------------|------------------------------|
| ● Alcaufar | ● Cala Presili |
| ● Algairens | ● Cala Tirant |
| ● Arenal d'en Castell | ● Es Grau |
| ● Arenal d'en Moro | ● Es Talaier |
| ● Arenal de Cavalleria | ● Illa d'En Colom |
| ● Arenal de Morella | ● Macarella |
| ● Binibèquer | ● Macarelleta |
| ● Binidali | ● Macaret |
| ● Binigaus | ● Mongofre |
| ● Binimel·là | ● Pregonda |
| ● Binisafüller | ● Punta Prima |
| ● Cala Blanca | ● Sa Caleta |
| ● Cala de sa Torreta | ● Sa Mesquida |
| ● Cala des Degollador | ● Sant Adeodat |
| ● Cala en Blanes | ● Sant Tomàs |
| ● Cala en Bosch | ● Santa Galdana |
| ● Cala en Calderer | ● Santandria |
| ● Cala en Fustam | ● Son Bou (zona urbanitzada) |
| ● Cala en Porter | ● Son Bou (no urbanitzada) |
| ● Cala Enclusa | ● Son Parc |
| ● Cala es Canutells | ● Son Saura |
| ● Cala Escorxada | ● Son Xoriguer |
| ● Cala Mica | ● Tamarells del nord |
| ● Cala Mitjana | ● Tamarells del sud |
| ● Cala Pilar | ● Trebalúger |

Mapa 15. Escenari B2. Platges susceptibles de recepció de tortugues marines a Menorca. Temperatura del aire per als mesos d'estiu i presència de platja per a inicis del segle XXII.

4.3 Propostes de conservació i millora de l'espècie entorn a la nidificació

Els escenaris de futur, presenten unes característiques incipients de unes noves dinàmiques ambientals que portaran a la tortuga babaua a les nostres costes. Per tant, és important poder donar resposta a les necessitats de l'espècie i fer petites propostes de millora dels entorns i espais de nidificació i així afavorir el seu desenvolupament.

Protecció de platges i control de l'activitat humana a les àrees susceptibles de nidificació: Establir àrees protegides a les platges on les tortugues marines nien. Aquestes àrees solen estar tancades o vigilades per evitar la interferència humana i reduir la depredació dels nius. Un exemple molt clar, és la gestió que es porta a terme a Costa Rica. Compten amb parcs nacionals com el de "*Tortuguero*", a la costa del mar Carib, les quals restringeixen i limiten l'accés als visitants. Aquest parc, gràcies a les seves condicions climàtiques i ambientals, dóna acollida a quatre espècies de tortuga diferents i la *Caretta caretta* en forma part.

Patrullatge i monitoratge: Realitzar patrulles regulars per monitorar les activitats de nidificació i recopilar dades sobre el nombre de nius i tortugues. Els voluntaris o professionals capacitats poden encarregar-se d'aquesta tasca. Novament trobem el cas de Costa Rica, com a referent en la gestió de la nidificació de la tortuga. Entitats i comunitats locals s'encarreguen de la preservació del medi i les platges. Gràcies a les seves grans capacitats ambientals i d'espècies, trobem que es un gran atractiu per al turisme i un incentiu per a l'economia local, la qual cosa condiciona el bon desenvolupament de la gestió del parc. Així doncs, la implicació de les entitats locals és molt important.

Control de l'enllumenat: Implementar regulacions per minimitzar l'enllumenat artificial a les platges durant la nit. Les llums poden desorientar les tortugues acabades de néixer i dirigir-les cap a zones perilloses en comptes de al mar.

Sensibilització i educació: Conscienciar a la societat a través de programes d'educació ambiental per informar la població local i els visitants sobre la importància de la conservació de les tortugues marines. Si la informació és clara i concisa, podem prevenir totes aquelles accions dels usuaris de les platges, considerades un perill per a les tortugues mares, els nius, el nounats i pròpiament l'entorn.

5. Conclusions

La incertesa i la inestabilitat, són els dos mots que poden definir millor la situació de canvi ambiental. Endinsar-me en l'estudi de les dinàmiques climàtiques del Mediterrani occidental, fet cabdal i condicionant per la nidificació de les tortugues, em fa tenir una visió general de la situació a altres escales. El fet de que l'augment estacional de les temperatures a les Illes Balears provoqui una migració incipient a les nostres costes, no indica un factor positiu; al contrari. Significa que, la *Caretta caretta* ha hagut de emigrar a zones climàtiques més ajustades a les seves necessitats com espècie. Ja hem pogut observar aquest canvi de dinàmiques i distribució de les tortugues marines al Mediterrani a inicis del segle XXI. La tortuga babaua, gràcies a la seva amplitud de distribució i la gran connectivitat del seu ecosistema principal, pot efectuar aquestes migracions amb molt èxit. El seu instint de supervivència com a espècie, fa que pugui perdre la dinàmica filopàtrica o de retorn a la platja nativa, en èpoques de reproducció.

Els escenaris de futur, no són prediccions. Són possibles utopies o distòpies, les quals es basen en uns fets o actors observats amb el pas del temps, generant així unes hipòtesis i situacions. Aquestes escenaris ens poden servir per poder veure una problemàtica o casuística específica, i així poder posar remei o mitigar els efectes. En el cas de aquest estudi, els escenaris de futur ens han pogut donar una visió de com les tortugues poden adaptar els seus instints i necessitats per tal de sobreviure.

Ara la nostra feina és poder donar resposta als possibles canvis en la distribució de moltes espècies i proporcionar, en la mesura de les possibilitats, un ambient òptim.

6. Bibliografía

Bibliografía

- Báez, J. C., & Camiñas, J. A. (2004). La tortuga boba y su conservación. *Spin Cero*, 8, 55-58.
- Camiñas, J., Kaska, Y., S. Hochscheid, Casale, P., Panagopoulou, A., Baez, J., . . . E. Alcázar. (2020). *Conservation of marine turtles in the mediterranean sea*. Malaga, Espanya: UICN.
- Cardona, L., Cerdà, M., & Garcia, B. (2014). Habitat use by juvenile sea turtles in the northwestern Mediterranean. *ournal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 89-97.
- Casale, P., & Tucker, A. (23 de Agost de 2015). *UICN RED LIST*. Obtenido de <https://www.iucnredlist.org/es/species/3897/119333622#assessment-information>
- Casale, P., & Tucker, A. (2018). Impacts of climate change on marine turtles. In *Sea turtles in a changing ocean*. *Academic Press*, 39-64.
- catalana, G. e. (s.f.). *Enciclopèdia*. Obtenido de <https://www.enciclopedia.cat/>
- Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears, e. C.-M. (2021). *Tortuga marina (Caretta caretta)*. Informe Mar Balear 2021. Obtenido de <https://informemarbalear.org/es/especies-emblematicas/imb-tortuga-marina-esp.pdf>
- Dodd, C., & Kenneth, J. (1988). *Synopsis of the biological data on the Loggerhead Sea Turtle Caretta caretta (Linnaeus 1758)*. U.S. Fish and Wildlife Service. . Washington D.C: Biological Report.
- Fallas, J. M. (s.f.). *Area de conservació Tortuguero*. Obtenido de <https://web.archive.org/web/20111020201022/http://www.acto.go.cr/pnt.php>
- Ficetola, G. (2007). The influence of beach features on nesting of the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* in the Arabian Gulf. *Oryx*, 402-405. doi:10.1017/S0030605307000543
- Garcies, L., & Cuxart, J. (2006). Tendenciasfuturasdelatemperaturasuperficialdelmaren elCaribeyelMediterráneoOccidental. *Tethys. Revista de meteorologia y climatologia mediterránea*, 27. doi:10.3369/tethys.2006.3.03
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Guillén, T., Bindi, M., Brown, S., & Matear, R. (2018). *Impacts of 1.5°C global warming on natural and human systems*. In *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of s*. Ginebra: IPCC.
- IDEmenorca*. (s.f.). Obtenido de <http://ide.cime.es>
- Ley 3/2023, de 17 de febrero, de Menorca Reserva de Biosfera. (17 de Febrer de 2023). (*Cap. II, Sec. 4, Art. 16*). Palma: Butlletí Oficial de les Illes Balears. Obtenido de <https://www.pimemenorca.org/gest-docs/pub/124224>
- Marco, A., Carreras, C., & Abella, E. (2009). *Tortuga boba – Caretta caretta*. Obtenido de <http://www.vertebradosibericos.org/>

- Marco, A., Carreras, C., & Abella, E. (16 de Novembre de 2015). *Tortuga boba – Caretta caretta*. (M. N. Naturales, Ed.) Obtenido de Enciclopedia Virtual de los Vertebrados: <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Menorca Reserva de la Biosfera*. (s.f.). Obtenido de Las aguas de Menorca y Almería áreas de descanso para la tortuga boba 'Caretta caretta': <http://www.biosferamenorca.org/>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). Obtenido de Red Natura 2000: <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/red-natura-2000/>
- Revelles, M., Cardona, L., Aguilar, A., & Fernández, G. (2007). The diet of pelagic loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) off the Balearic archipelago (western Mediterranean): relevance of long-line baits. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 805-813.
- Revelles, M., Carreras, C., Cardona, L., Marco, A., Bentivegna, F., Castillo, J., . . . Aguilar, A. (2007). Evidence for an asymmetric exchange of loggerhead sea turtles between the Mediterranean and the Atlantic through the Straits of Gibraltar.
- Richardson, J., & McGillivray, P. (2001). Post-hatchling loggerhead turtles eat insects in Sargassum community.
- Roig i Monar, F. (2003). Identificación de variables útiles para la clasificación y gestión de playas y calas. En *El caso de la isla de Menorca (I. Baleares)* (Vol. 35, págs. 175-190). A.G.E.
- Santidrián, P. (2011). Cambio Climático y tortugas marinas. *Revista de ciencias ambientales*, 5-10.
- (2019). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Ginebra: IPCC. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/2019/08/29/statement-fdg-sroccc/>
- Tomás, J., Aznar, F., & Raga, J. (2001). Feeding ecology of the loggerhead turtle *Caretta*. *Journal of Zoology*(255), 525-532.
- UNESCO. (20 de Abril de 2023). Obtenido de La isla de Menorca celebra su 20º aniversario como Reserva de la Biosfera de la UNESCO: <https://www.unesco.org/es/articulos/la-isla-de-menorca-celebra-su-20deg-aniversario-como-reserva-de-la-biosfera-de-la-unesco>
- Vaquer, R., & Barrientos, N. (2021). *Tortuga marina*. Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears; Fundació Palma Aquarium; Marineland Mallorca; LIMIA; COFIB; Fundació Marilles. Informe Mar Balear 2021. Obtenido de <https://www.informemarbalear.org/wp-content/uploads/2021/02/imb-tortuga-marina-esp.pdf>
- Vives, J., & Jordà, G. (2019). Escenaris de canvi climàtic regionalitzats per al mar Balear. *Revista de Menorca*, 179-217. Obtenido de <https://raco.cat/index.php/RdM/article/view/368911>
- Wallace, B. P.-G. (2010). *Regional Management Units for sea turtles: a novel framework for prioritizing conservation and research across multiple scales*. PLoS ONE 5 (12): e15465.