

PROPOSTA PER A UN PLA DE ZONIFICACIÓ DELS USOS EN L'ÀMBIT MARÍ DEL PARC NATURAL DEL MONTGRÍ, LES ILLES MEDES I EL BAIX TER



Desembre 2017



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Parc natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter – Universitat de Barcelona

Proposta per a un pla de zonificació dels usos en l'àmbit marí del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

Comanda :

Parc Natural del Montgrí, les illes Medes i el Baix Ter, comanda núm. 72/17
Passeig del Port, s/n, Espigó de Llevant
17258 L'Estartit
Tel.: 972 75 17 01
Fax: 972 75 20 04

Realització:

Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències ambientals, Universitat de Barcelona.
Diagonal 643, 08028 Barcelona
Tel. 934 021 509 Fax : 934 111 438 <http://www.ub.edu/ecologia>
Corresponsal per aquest estudi: hereu@ub.edu

Direcció del projecte i coordinació:

Bernat HEREU

Investigadors involucrats:

Nur ARAFEH i Cristina LINARES

En cas d'utilització total o parcial d'aquest document, citar com:

ARAFEH-DALMAU N, LINARES C, HEREU B, 2017. Proposta per a un pla de zonificació dels usos en l'àmbit marí del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. *Parc Natural del Montgrí, les illes Medes i el Baix Ter i Universitat de Barcelona*, 33 pp.

INTRODUCCIÓ

Les mesures de protecció a les illes Medes van entrar en vigor el 1983, amb una Ordre de la Generalitat de Catalunya que establia la Reserva Marina de les illes Medes i que comportava restringir l'activitat en aquest indret de gran interès per a la biodiversitat marina. Al 1985 una resolució establia normes de compliment obligatori a la zona vedada i el 1990 i la Llei 19/1990 va convertir-se en el marc jurídic de la protecció i conservació de la flora i fauna del fons marí de les illes Medes i del tros de costa del Montgrí, entre la roca del Molinet i la Punta Salines.

Finalment, El Parc Natural del Montgrí, les illes Medes i el Baix Ter es va crear per la llei 15/2010, de 21 de maig de 2010, amb l'objectiu principal d'unificar la normativa de protecció dels tres espais que conformen el Parc Natural (massís del Montgrí, les illes Medes i el Baix Ter).

En l'àmbit marí d'aquest espai protegit la llei 15/2010 defineix diverses zones amb diferents nivells de protecció: la zona de Parc Natural (PN), la Zona Perifèrica de Protecció (ZPP), i la Reserva Natural Parcial (RNP). Pel que fa a l'àrea protegida de les illes Medes, i mentre no s'aprovi una altra normativa, la normativa específica dels usos i activitats a estan regulats pel Pla Rector d'Usos i Gestió recollit aprovat el 2008 (en el Decret 222/2008, d'11 de novembre), i que recentment ha estat modificat en els seus annexes 1 i 6 (ORDRE AAM/112/2015, de 30 d'abril).

No obstant, encara no hi ha cap normativa específica per a la regulació dels usos a la zona de Parc Natural, la zona compresa entre Punta Salines i la Punta de Trencabraços, tot i que els instruments de planificació han de regular les activitats que es desenvolupen en l'àmbit marí del Parc Natural. L'ordenació i la planificació de l'ús i la gestió del Parc Natural s'han de dur a terme per mitjà de a) El Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge, b) El Pla rector d'ús i gestió (PRUG), c) Plans, normes i programes específics.

Aquests instruments de planificació, no obstant, s'han de definir des d'un coneixement dels hàbitats que es troben a la zona i la seva distribució, i els diferents usos i activitats que poden repercutir d'una manera significativa en la conservació de l'àmbit protegit.

La conservació marina busca protegir la diversitat biològica, i per tant les espècies, hàbitats i processos ecològics. Però, obtenir informació detallada sobre la distribució de les espècies i el funcionament dels processos ecològics pot ser costós. Habitualment s'utilitza la distribució dels hàbitats com una bona aproximació de la diversitat biològica, una informació que pot ser obtinguda de forma més efectiva i sense un cost molt elevat (Ward *et al.*, 1999; Roberts *et al.*, 2001). Tanmateix, la implementació de una zona protegida i les restriccions que si puguin adoptar poden provocar un rebuig per els diferents usuaris, i per tant generar conflicte (Naidoo *et al.*, 2006). En molts casos per quantificar aquest conflicte s'estima el cost socioeconòmic que representaria aquesta nova regulació per els pescadors locals (e.x. esforç pesquer, captures pesqueres). En les

regions costaneres dominades per múltiples usos humans (e.x. turisme), com el cas de la Mediterrània (Giakoumi *et al.*, 2017), és primordial incloure altres activitats socioeconòmiques per proposar mesures de conservació que siguin consensuades pels diferents sectors (Giakoumi *et al.*, 2013; Mazor *et al.*, 2013; Arafeh-Dalmau *et al.*, 2017).

Per identificar zones potencials per la conservació s'utilitza la prioritització espacial marina (Moilanen *et al.*, 2009), una aproximació quantitativa, sistemàtica i repetible que analitza la informació disponible (ecològica i socioeconòmica) per triar zones prioritàries per la conservació que compleixin amb els criteris de conservació marcats i minimitzin els possibles conflictes dels diferents usuaris.

L'objectiu d'aquest projecte és desenvolupar un pla de zonificació dels usos comercials i turístics a la costa del Montgrí compresa dins el Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Aquesta proposta es farà tenint en compte la extensió i distribució dels diferents hàbitats presents a la zona i la seva distribució en base a la cartografia bionòmica desenvolupada l'any 2012 (Hereu *et al.*, 2010; Hereu i Quintana, 2012), la seva importància en el manteniment de la biodiversitat i la seva sensibilitat als diferents usos i possibles perturbacions en base a les evidències científiques, així com tenint en compte els actuals usos que s'hi fan, amb l'objectiu de prioritzar la conservació fent-la compatible amb els usos que s'hi donen.

Aquesta proposta es farà de utilitzant mètodes de decisió objectius en funció de la informació disponible, mitjançant l'ús de sistemes d'informació geogràfica (SIG) i programes analítics de distribució espacial (MARXAN).

METODOLOGIA

Regió de Planificació

La regió de planificació compren als límits de la part no regulada del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter (PNMMT), amb una àrea de 14,56 km² des de Punta de les Salines (latitud 42,062°, longitud 3,216°) fins a la Punta de Trencabraços (latitud 42,113°, longitud 3,178°).

En aquesta zona s'han identificat 27 hàbitats (Hereu *et al.*, 2010), i es caracteritza per una gran complexitat orogràfica, amb abundància de zones rocoses de blocs, parets verticals, cales, túnels, coves i amb diverses orientacions, que fa que hi hagi una gran diversitat de condicions que permeten aquesta diversitat d'hàbitats. Tanmateix, durant la temporada d'estiu s'incrementa de forma exponencial el nombre d'usuaris i les diferents activitats que si desenvolupant. Creant així, una forta pressió antròpica sobre aquests hàbitats marins.

Per a poder implementar una gestió espacial en funció dels hàbitats i els usos a una escala el més precisa possible, tota la zona del parc natural es va dividir en 364 unitats de planificació (UPs) quadrades de 250x250 m² (tot i que en les zones que limiten amb la

línia de costa i del parc aquests valors varien) (Figura 1, Annex 1). Les 263 UPs de la part no regulada del PNMMT es van caracteritzar amb el percentatge de cada un dels hàbitats presents, i amb un valor dels diferents usos calculats (veure més endavant). Aquesta mida de gra es va determinar fent un balanç entre poder treballar en unitats el més petites possibles, i que alhora cada unitat tingués el mínim d'informació com per a poder implementar els anàlisis i criteris de decisió.

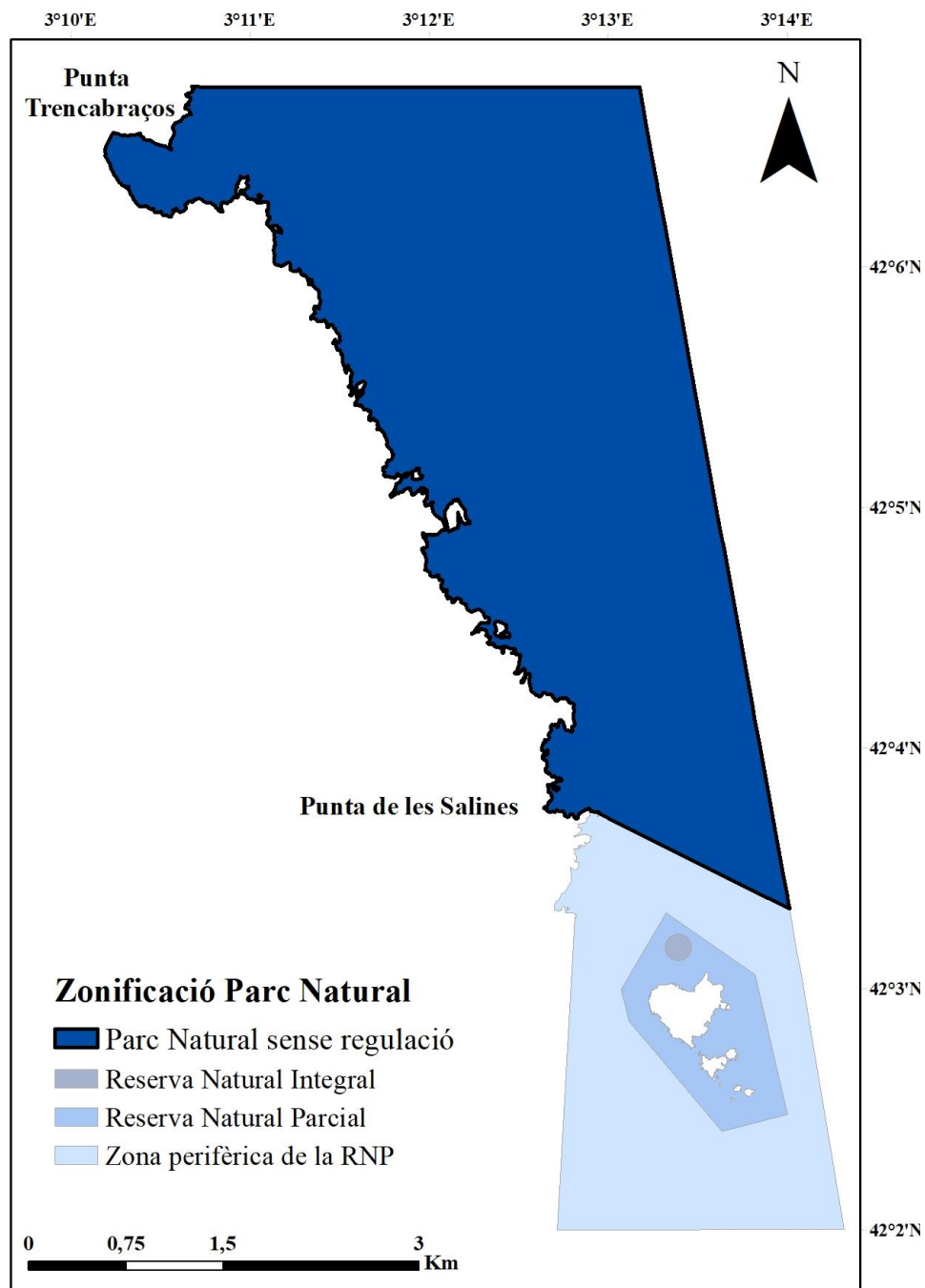


Figura 1. Zonificació del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. La zona blau fosc representa la Regió de Planificació (part no regulada del parc), que s'estén des de la Punta de les Salines fins a la Punta de Trencabraços.

Objectius de conservació

El nostre objectiu de conservació fou incloure dins de les noves zones de regulació una àrea representativa de tots els hàbitats marins del mediolitoral, infralitoral, i circalitoral de la costa del Montgrí identificats en la Cartografia Bionòmia del Litoral Submergit de la Costa del Montgrí (Hereu *et al.*, 2010). Per a cada un dels hàbitats descrits, es va determinar un percentatge mínim de la seva extensió total a la costa del Montgrí que hauria d'estar present dins les noves zones de protecció. Per això, es va determinar que les noves zones de protecció incloguin un 10%, 20% o 30% de cada hàbitat en funció de la seva representativitat a tota la costa del Montgrí, la seva diversitat i complexitat estructural, i la seva fragilitat davant les diferents activitats que es duen a terme a la costa del Montgrí (Taula 1).

Pels hàbitats més abundants, més dinàmics, amb una complexitat estructural menor vàrem assignar com a fita que el 10% de la seva extensió estigui dins de les noves zones protegides. Aquests són els fons sedimentaris, que ocupen la major part de la zona protegida.

Per a tots els substrats durs, vàrem assignar un 20% de inclusió dins les noves zones protegides. A diferència dels fons sedimentaris, els fons amb substrat dur són menys abundants, i només es troben en els primers metres de la franja litoral. És en aquests fons rocosos de la costa del Montgrí on es desenvolupen la major part de les activitats (pesca tant esportiva com professional, submarinisme, navegació i oci, etc.).

Per a una sèrie d'hàbitats amb una major complexitat estructural (presència de blocs i grans blocs), els hàbitats biogènics i les coves vàrem assignar com a fita que el 30% de la seva extensió estigui dins de les noves zones protegides. Considerem que aquests hàbitats mereixen una especial protecció i representativitat dins de les noves zones protegides per diversos motius. Per una part, els hàbitats amb una major complexitat estructural, amb blocs i infructuositats, permeten una major diversitat de microhàbitats (zones planes exposades, parets, forats, extraploms etc.) que generen una major diversitat d'hàbitats, i una major abundància de peixos (Coll *et al.*, 2013). Per altra banda, els hàbitats biogènics, com el coral·ligen, els boscos de *Cystoseira* i les praderies de *Posidonia oceanica* també generen una estructura espacial amb una gran diversitat associada i, a més, són hàbitats molt fràgil a les diverses pertorbacions a les que són susceptibles d'estar sotmesos a la costa del Montgrí. Les coves són hàbitats confinats molt especials, i molts rars a tota la costa catalana, dominats per una gran diversitat d'espècies de creixement molt lent i, per tant, d'una gran fragilitat i una baixa capacitat de recuperació en el cas que estiguin sotmesos a pertorbacions.

Taula 1. Hàbitats marins, procedents de la cartografia bionòmica del litoral submergit de les costes del Montgrí, i les metes de conservació assignades depenen del tipus d'hàbitat.

ID Hàbitat	Hàbitat	Metes (%)
Substrat tou		
112211+	Fons detrítics costaners	10
112214+	Fangs terrígens costaners	10
112223+	Sorres fines ben calibrades, infralitorals	10
112226+	Sorres grosses i graves fines infralitorals afectades per corrents de fons	10
112227+	Fons sedimentaris inestables, infralitorals	10
Substrat dur		
112412+	Fons infralitorals rocosos, batuts per l'onatge i ben il·luminats, sense <i>Cystoseira</i>	20
112413	<i>Fons infralitorals rocosos, calms, amb algues fucals</i>	20
112414+	Fons infralitorals rocosos, calms, sense algues fucals	20
112414+	Medilitorals rocosos, calms, sense algues fucals	20
112416+	Fons infralitorals rocosos, calms i mitjanament il·luminats, sense algues fucals	20
11.2418+	Medilitorals rocosos, batuts per l'onatge i poc il·luminats	20
112419+	Fons infralitorals rocosos, calms i poc il·luminats	20
112421+	Fons circalitorals rocosos no concrecionats, dominats per algues, sense <i>Cystoseira</i>	20
Substrat rugós		
112412+ Rug	Fons infralitorals rocosos, batuts per l'onatge i ben il·luminats, sense <i>Cystoseira</i>	30
112414+ Rug	Fons infralitorals rocosos, calms, sense algues fucals	30
112416+ Rug	Fons infralitorals rocosos, calms i mitjanament il·luminats, sense algues fucals	30
112421+ Rug	Fons circalitorals rocosos no concrecionats, dominats per algues, sense <i>Cystoseira</i>	30
Hàbitats biogènics		
11.2411+	Medilitorals rocosos, batuts per l'onatge, amb <i>Cystoseira</i>	30
112420+	Fons circalitorals rocosos, amb <i>Cystoseira</i>	30
112422+	Fons circalitorals rocosos no concrecionats, colonitzats sobretot per animals	30
112511+	Coral·ligen sense gorgònies, circalitoral	30
112512+	Coral·ligen amb gorgònies, circalitoral	30
11.252	Trottoir	30
11254	Muscleres (comunitats de <i>Mytilus galloprovincialis</i>) de la Mediterrània	20
1134	Alguers de <i>Posidonia oceanica</i> , mediterranis	30
Coves		
11261+	Coves i túnels submarins semifosc	30
11262+	Coves submarines fosques	30

Conflicte socioeconòmic i caracterització dels usos

En el PNMMT s'hi desenvolupen diverses activitats humanes. En el cas que s'implementés una nova regulació en certes zones, els diferents usuaris podrien rebutjar les noves restriccions i, per tant, generar conflicte. Amb l'objectiu de poder estimar aquests possibles conflicte, vàrem fer una caracterització dels diferents usos mitjançant entrevistes i sortides en embarcació.

Dins del parc, la única pesca comercial permesa és l'artesanal. Per obtenir un llistat dels pescadors que habitualment pesquen dins del parc, es va fer una consulta amb la Confraria de pescadors de L'Estartit i els propis pescadors. Com a resultat vàrem entrevistar de forma individual a 6 patrons amb embarcació pròpia tant de L'Estartit com de L'Escala (agost de 2017). En aquestes reunions se'ls va presentar 4 mapes del parc amb les quadrícules de 250x250 m² (Unitats de Planificació) i se'ls va demanar que assignessin a cada UP un valor de 0 a 4 en funció de la pèrdua econòmica que representaria per ells si aquella UP fos tancada a la pesca (Figura 2, Annex 1).

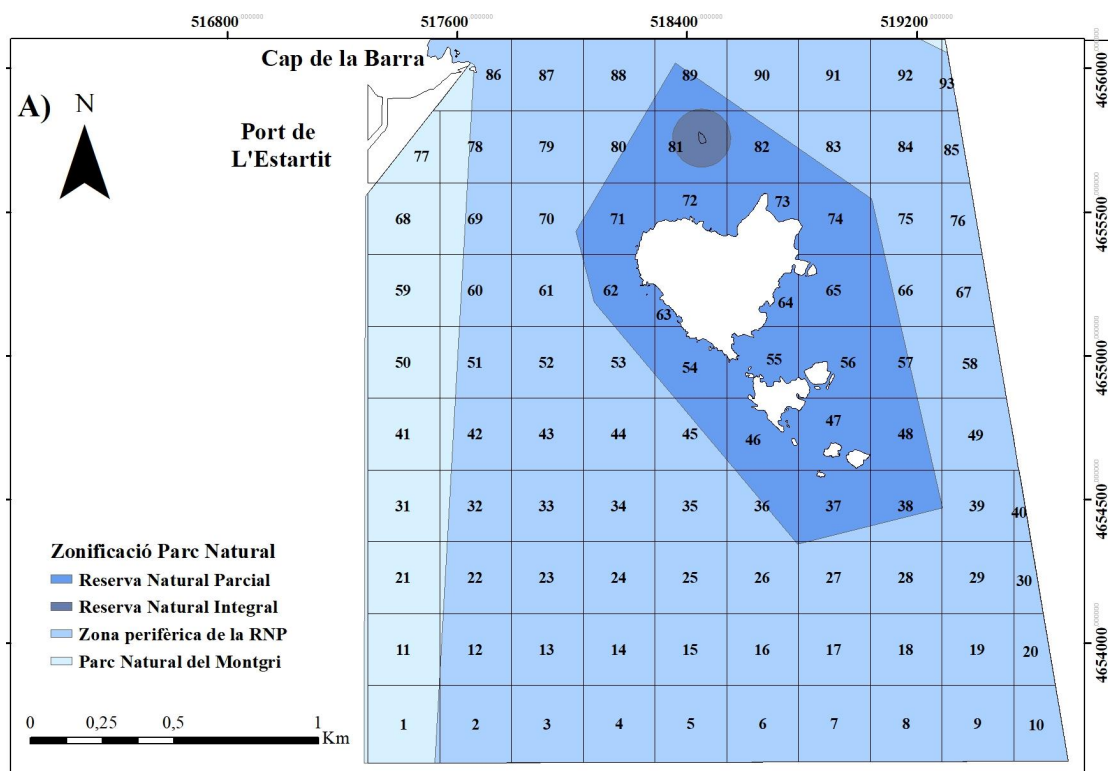


Figura 2. Exemple del mapa amb les Unitats de Planificació (UP) amb el seu identificador, del PNMMT, presentat als pescadors artesanals de L'Estartit i L'Escala durant les entrevistes.

La resta d'usos del parc es varen caracteritzar mitjançant censos visuals al llarg de la costa. Es varen fer un total de 8 sortides entre agost i setembre de 2017, a bord de les embarcacions de vigilància del parc, i amb col·laboració amb alumnes de la Universitat de Cardiff. En cada sortida es va fer el mateix recorregut, començant per la punta de

Pesca Comercial

En base a la informació obtinguda de las entrevistes als pescadors, vàrem estimar el cost comercial (C_i) com el valor mitjà aritmètic assignat per els pescadors a cada unitat de planificació:

$$C_i = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n C_{ip}$$

on C_{ip} és el valor econòmic assignat a la unitat de planificació i per el pescador p, i n el numero de pescadors. Es va normalitzar els valors en cada UP de 0 a 100.

Usos

Es van seleccionar aquells usos que podrien ser afectats per la regulació de una reserva parcial i/o integral, i que per tant els usuaris podrien generar conflicte sobre la seva futura implementació. En base a la caracterització feta en las sortides en embarcació, es va estimar el cost de 7 usos (X_i) com el valor mitjà aritmètic (numero de pescadors, embarcacions, o persones) registrat en cada sortida a cada unitat de planificació:

$$X_i = \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n X_{is}$$

on X_{is} és el valor registrat del us X en la unitat de planificació i en la sortida s, i n el numero de sortides realitzades.

- **Pesca recreativa**

Dins del parc si desenvolupant tres tipus de pesca recreativa: pesca submarina amb fusell, pesca amb canya des de embarcació, i pesca amb canya des de las roques. Per estimar el cost de pesca recreativa en cada unitat de planificació (R_i) es va estimar com una sumatòria ponderada de Ps_i , Pe_i , Pr_i (tots ells quantificats en la formula general dels usos):

$$R_i = Ps_i * (\omega) + Pe_i * (\omega - 1) + Pr_i * (\omega - 2)$$

on Ps_i és el conflicte estimat de pesca submarina per la unitat de planificació i, Pe_i el conflicte estimat de pesca amb canya des de embarcació, i Pr_i el conflicte estimat de pesca amb canya des de las roques, i ω un paràmetre ponderat inclòs per assignar el valor relatiu de cada un dels tipus de pesca recreativa. En base al treball que quantifica la inversió que fan els diferents pescadors recreatius dins de parcs naturals de la Mediterrània (Font *et al.*, 2012) es va assignar una importància relativa major a la pesca submarina, seguida de la pesca amb canya des de embarcació, i per últim la pesca amb canya des de las roques. Per tant, vàrem assumir que a major inversió major podria ser el conflicte resultant de tancar una zona a aquests usuaris.

- **Busseig**

Dins del parc el busseig és una de las activitats econòmiques mes importants. La estimació del cost de busseig per cada unitat de planificació (B_i) només inclou un us (embarcacions de busseig) i per tant es va quantificat en la formula general dels usos.

- **Altres usos**

A part de la pesca i el busseig, dins del parc es realitzat altres activitats que podrien esta afectades per la implementació de mesures restrictives. Per tant, vàrem estimar la intensitat dels altres usos per cada unitat de planificació (U_i) com una sumatòria de (E_{bi} , E_{ai} , G_i) (tots ells quantificats en la formula general dels usos):

$$U_i = E_{bi} + E_{ai} + G_i$$

on E_{bi} és el conflicte estimat de las embarcacions amarrades a boies en la unitat de planificació i , E_{ai} és el conflicte estimat de les embarcacions ancorades i G_i és el conflicte estimat per la gent que està a las roques i/o cales.

Per finalitzar es van normalitzar els valors de les diferents estimacions de cost (pesca comercial, pesca recreativa, busseig, i altres usos) per cada UP de 0 a 100.

Cost d'oportunitat

Per poder quantificar el conflicte socioeconòmic que representaria si una unitat de planificació fos triada dins de la solució, com a reserva marina, vàrem estimar el cost de oportunitat com una sumatòria ponderada de la pesca comercial, la pesca recreativa, les activitats de busseig, i altres usos del parc.

$$S_i = C_i * (\gamma) + R_i * (\gamma-1) + B_i * (\gamma-1) + U_i * (\gamma-1)$$

on γ és un paràmetre ponderat inclòs per assignar el valor relatiu de cada activitat. Assumint que la pesca comercial és la activitat que podria generar major conflicte si es restringís el seu us (els pescadors depenen parcialment o totalment del parc per la seva fons de ingressos), vàrem assignar un valor de $\gamma=2$. El busseig és una activitat econòmicament important dins del parc, per tant li vàrem assignar el mateix valor relatiu que la pesca recreativa i els altres usos, tot i que (B_i) només inclou un ús, mentre que (R_i i U_i) n'inclouen tres (Taula 2). Per tant, vàrem obtenir una aproximació per el cost d'oportunitat que inclou la pesca comercial i recreativa, el busseig, i els altres usos dins de la regió de planificació.

Taula 2. Percentatge del cost de oportunitat que cada activitat representa sobre el total.

Usos	Cost d'oportunitat (%)	Activitat	Cost d'oportunitat (%)	Reserva Parcial	Reserva Integral
Pesca Comercial	40	Pesca Artesanal	40	√	√
		Pesca Sub	10	√	√
Pesca Recreativa	20	Pesca Canya: Embarcació	6,6	√	√
		Pesca Canya: Roques	3,33	√	√
Busseig	20	Busseig	20	x	√
Altres Usos	20	Embarcació: boia	6,66	x	√
		Embarcació: ancora	6,66	√	√
		Persones a les roques	6,66	√	√

√=activitat que generaria conflicte per la implementació de una reserva parcial i/o integral.

x= activitat que no generaria conflicte per la implementació de una reserva parcial i/o integral.

Escenaris de planificació

Per l'exercici de zonificació de la part no regulada del PNMMT vàrem utilitzar el software Marxan, una eina comunament utilitzada en la planificació sistemàtica de la conservació (Margules i Pressey, 2000). Marxan és un sistema de suport de decisions (SSD) (Ball i Possingham 2000; Ball *et al.*, 2009) que es basa en algorismes heurístics per generar diverses solucions quasi òptimes de zones prioritàries que compleixen amb els objectius de conservació marcats, alhora que es minimitzen els perímetres i costos (Ball *et al.*, 2009). A més, també vàrem utilitzar Marxan amb zones (Watts *et al.*, 2009), una versió modificada de Marxan que ens permet trobar solucions amb múltiples zones.

Utilitzant com a model la regulació actual de les Illes Medes (Reserva Integral i Reserva Parcial) (Figura 1) i amb l'objectiu de generar diferents escenaris de zonificació per la regió de planificació que compleixen amb els objectius de conservació i representi el mínim cost d'oportunitat socioeconòmic per els diferents usuaris, vàrem generar quatre escenaris amb Marxan i un amb Marxan amb Zones (Taula 3). L'objectiu va ser identificar una zona prioritària per a una Reserva Parcial i una Reserva Integral que representin dos terços i un terç respectivament de la zona protegida (Taula 4). En els primers tres escenaris vàrem fer un exercici per identificar aquella zona que millor complís amb els objectius, sense diferenciar entre la zona integral i la parcial. En l'escenari 1 (Ecològic) només vàrem considerar els objectius de conservació (hàbitats) amb les diferents metes (10, 20, 30%), i el cost el vàrem igualar a l'àrea de cada UP. En l'escenari 2 (Cost artesanal) vàrem incorporar la mesura del cost comercial (Ci) amb

l'objectiu de minimitzar el cost que representaria per als pescadors artesanals del parc. L'escenari 3 (cost combinat) incorpora la mesura del cost de oportunitat combinat de tots els usos. L'escenari 4 (zona integral), amb l'objectiu de planificar la zona integral, incorpora només els objectius de conservació per la zona integral (Taula 4) i el cost combinat de totes les zones. En l'escenari 5 vàrem utilitzar Marxan amb zones per planificar dues zones diferents (Parcial i Integral). Aquest escenari incorpora metes de conservació i costos diferents segons la zona (la zona parcial no inclou el cost de busseig ni el de embarcacions amb boia).

Taula 3. Cinc escenaris de planificació, per la part no regulada del PNMMT, basats en diferents consideracions ecològiques, socioeconòmiques, i de zonificació. Els objectius de conservació (% de hàbitats a conservar) són diferents depenent de si es planifica per tota la zona protegida, la zona parcial o la integral (veure Taula 4).

Escenari	Objectius Conservació	Pesca Comercial	Busseig	Pesca Recreativa	Usos
1. Ecològic	Zona protegida	x	x	x	x
2. Cost Comercial	Zona protegida	√	x	x	x
3. Cost combinat	Zona protegida	√	√	√	√
4. Integral	Només zona integral	√	√	√	√
5. Zones	Zona integral i parcial	√	√ a la zona integral x a la zona parcial	√	√ a les dues zones menys les embarcacions amb boia en la zona parcial

√=inclòs en el escenari x=no inclòs en el escenari

Taula 4. Objectius de conservació (% hàbitats a conservar) específics per cada zona (Parcial i integral), segons les metes de conservació generals (10, 20, o 30%) de tota la zona a protegir.

Zones	Metes de Conservació (%)		
Total zona Protegida	10	20	30
Parcial	6,66	13,33	20
Integral	3,33	6,66	10

Per cada escenari amb Marxan vàrem generar 100 solucions, cada una amb una distribució espacial diferent. Vàrem avaluar els resultats utilitzant tant la "millor solució" (la millor solució de les 100 generades amb Marxan), com la freqüència de selecció (número de cops que una unitat de planificació fou seleccionada en les 100 solucions). A major freqüència de selecció d'una unitat de planificació, aquestes es consideraran de

major prioritat per la seva conservació. En base als resultats de Marxan vam fer una proposta final per la ubicació de una reserva integral i una parcial

RESULTATS

Distribució dels diferents usos

Com a resultat de la caracterització socioeconòmica de la zona no regulada del parc, vàrem obtenir quatre capes de cost individuals i una que combina tots els usos.

Per la pesca comercial observem que els caps, les puntes, i les zones adjacents a la costa presenta el cost comercial més alt, sent la zona de Cap d'Utrera la més important pels pescadors (Figura 4). Per la pesca recreativa, la distribució de les activitats és més heterogeni, ja que la pesca amb fusell i amb canya des d'embarcació són activitats molt mòbils (Figura 5). L'activitat de busseig és concentra en les parts protegides dels caps i les puntes, ja que aquestes són zones més resguardades dels vents dominants de Tramuntana i Garbí (Figura 6). La resta d'usos es desenvolupen sobretot a les cales o zones protegides, sent Cala Montgó la zona de major número d'embarcacions ancorades, i gent a les roques (Figura 7). El cost combinat mostra que el Cap d'Utrera, el Cap de Castell, i Cala Montgó son las zones amb major activitat (Figura 8).

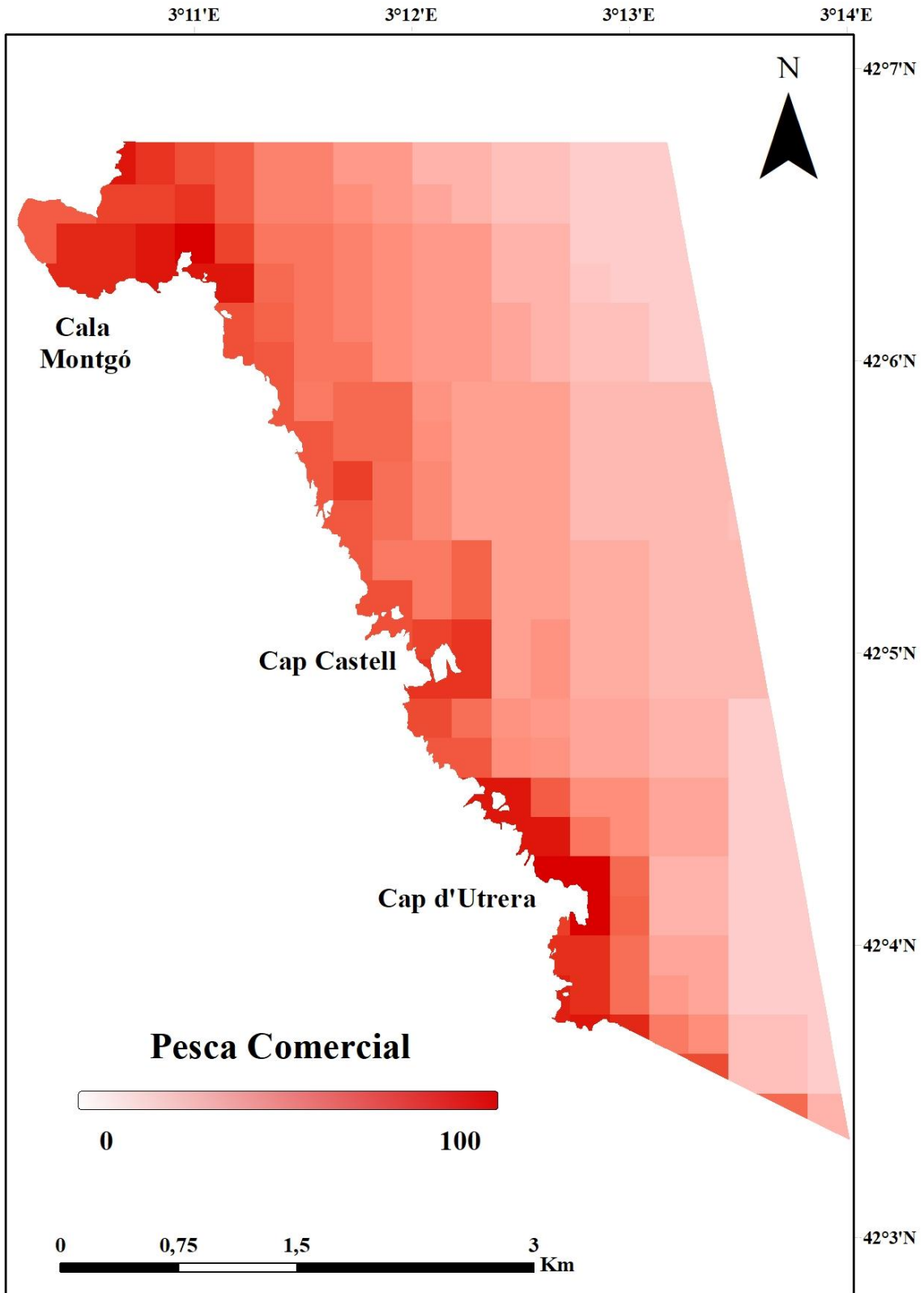


Figura 4. Distribució del cost de la pesca comercial de la part no regulada del PNMMT.

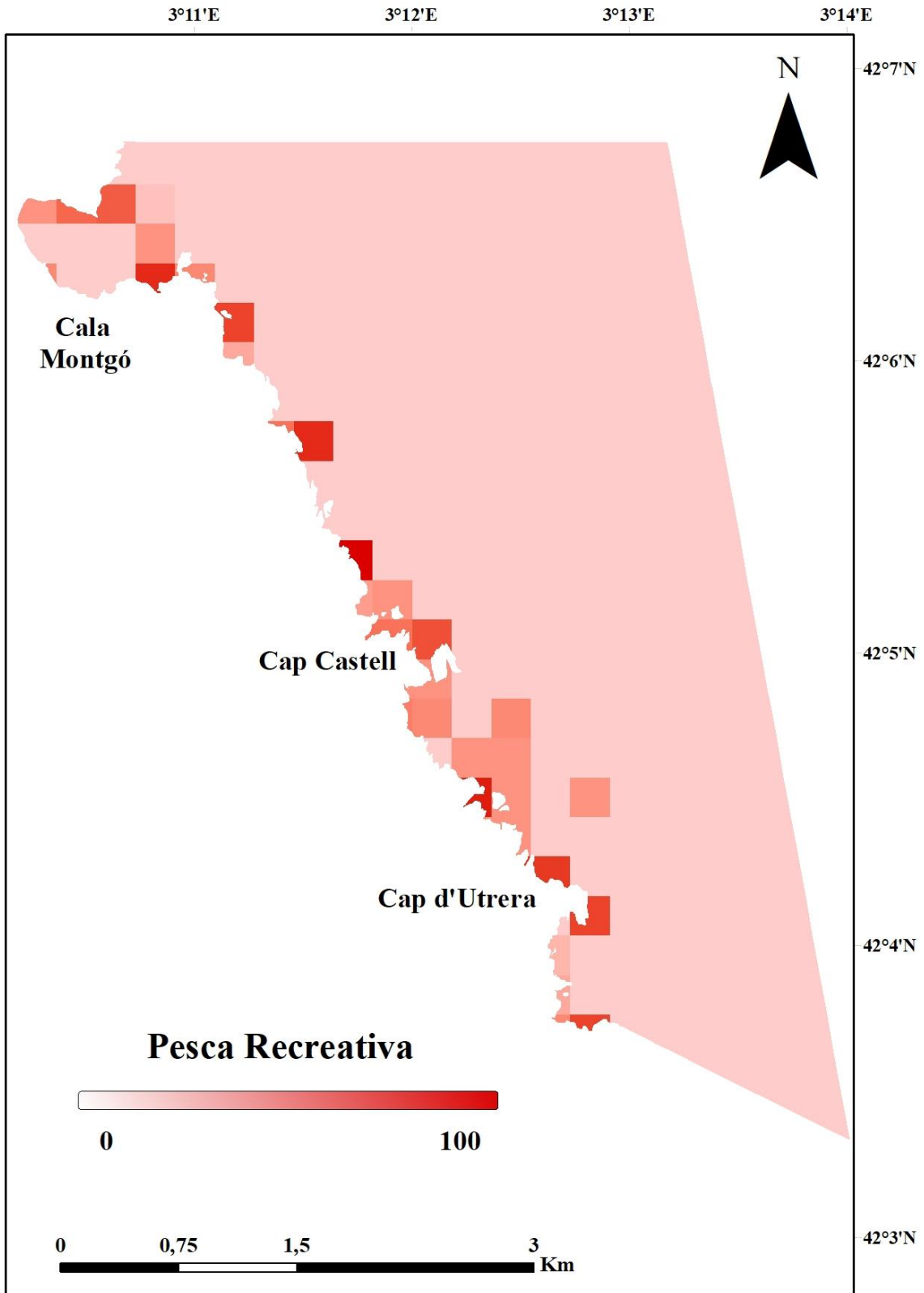


Figura 5. Distribució del cost de pesca recreativa de la part no regulada del PNMMT.

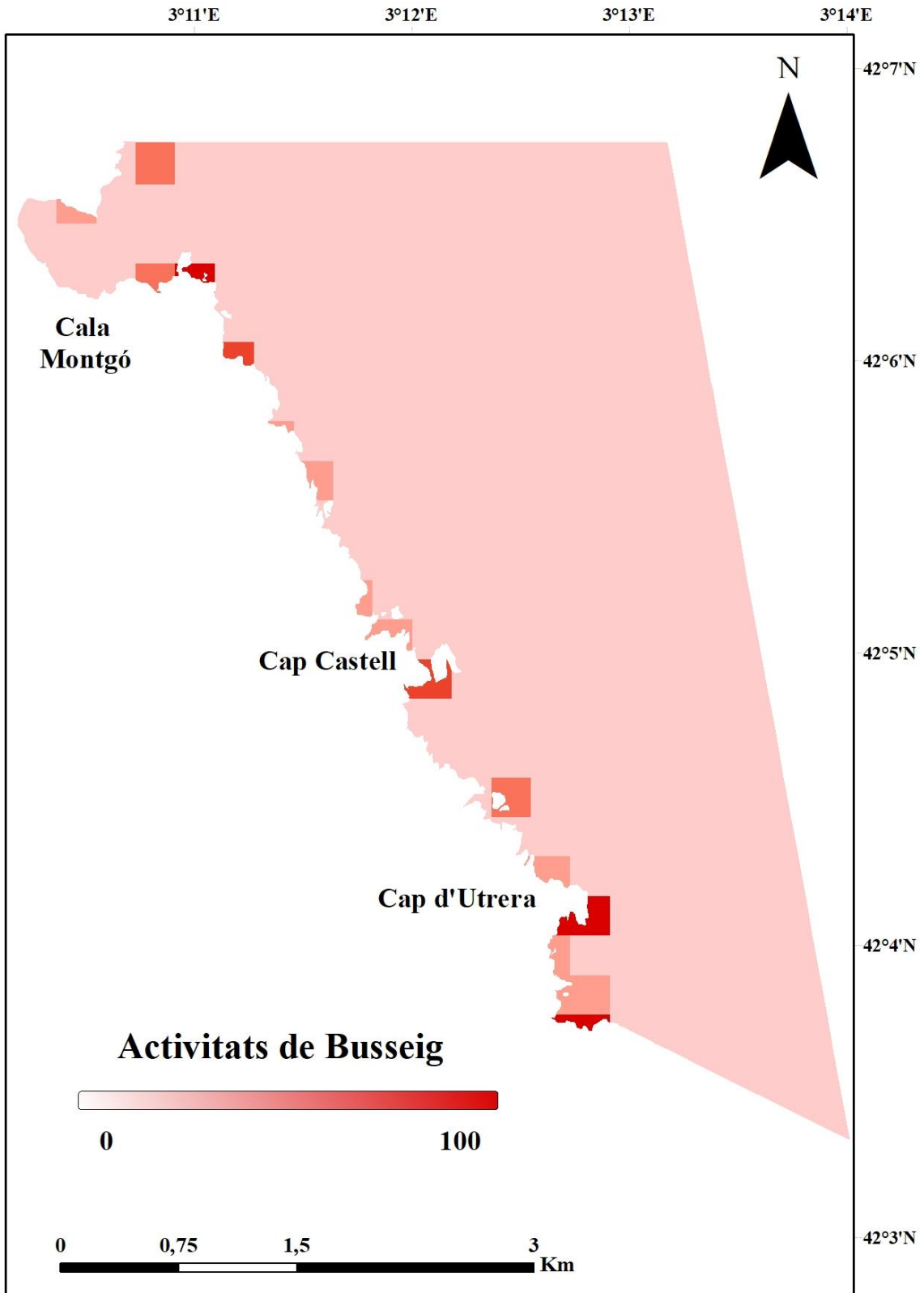


Figura 6. Distribució del cost de las activitats de busseig de la part no regulada del PNMMT.

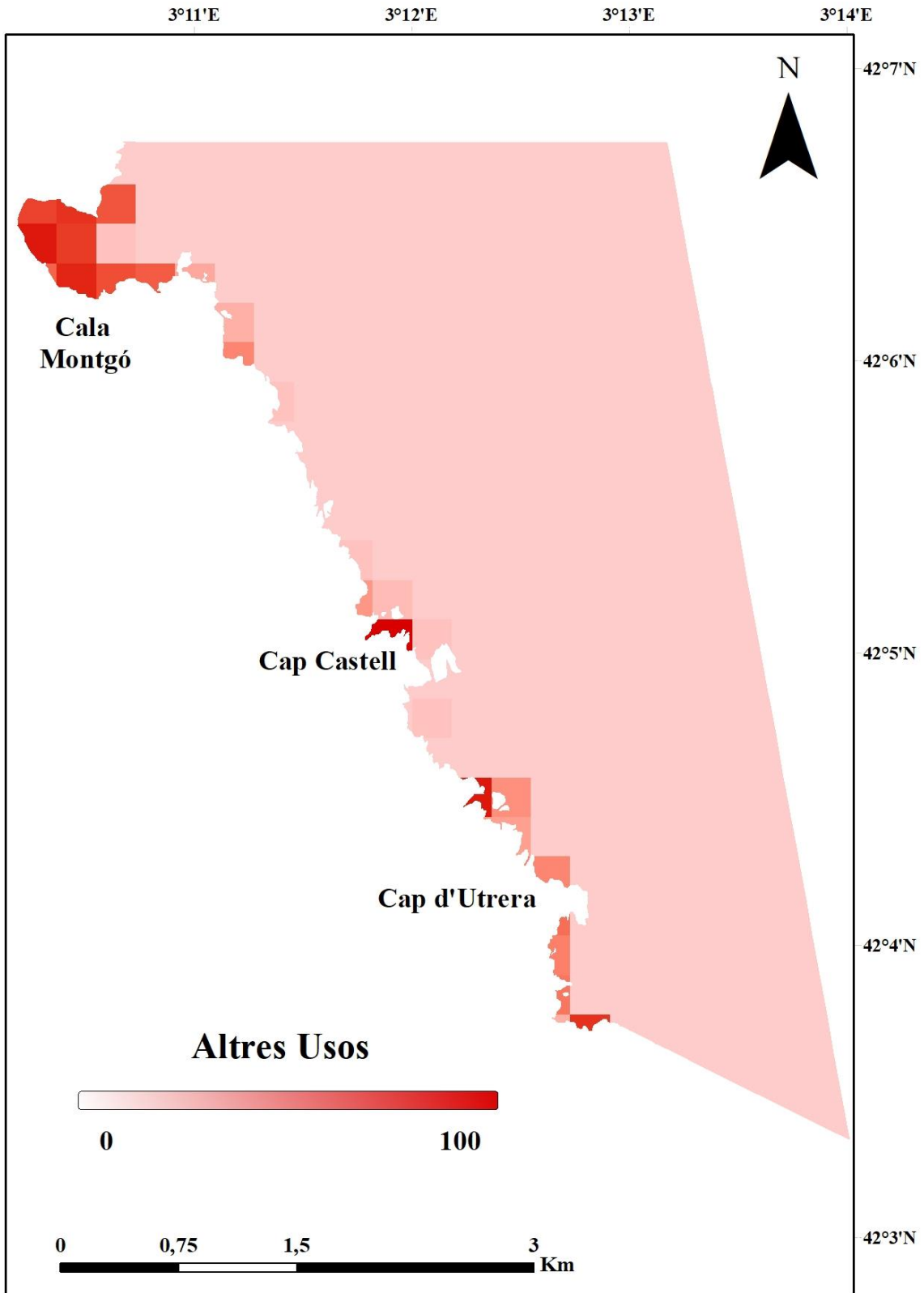


Figura 7. Distribució del cost dels altres usos de la part no regulada del PNMMT.

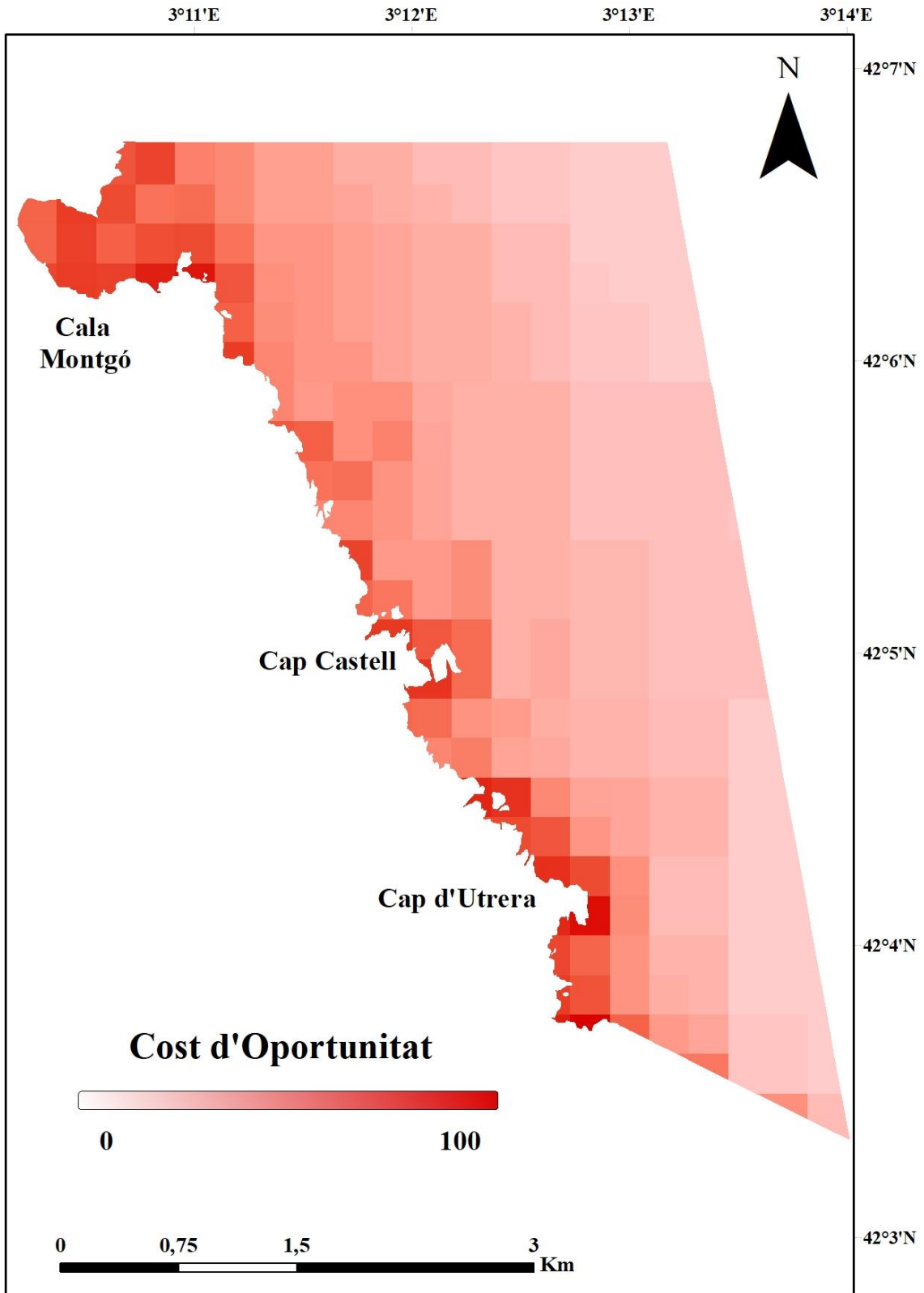


Figura 8. Distribució del cost d'oportunitat (cost combinat dels usos) de la part no regulada del PNMMT.

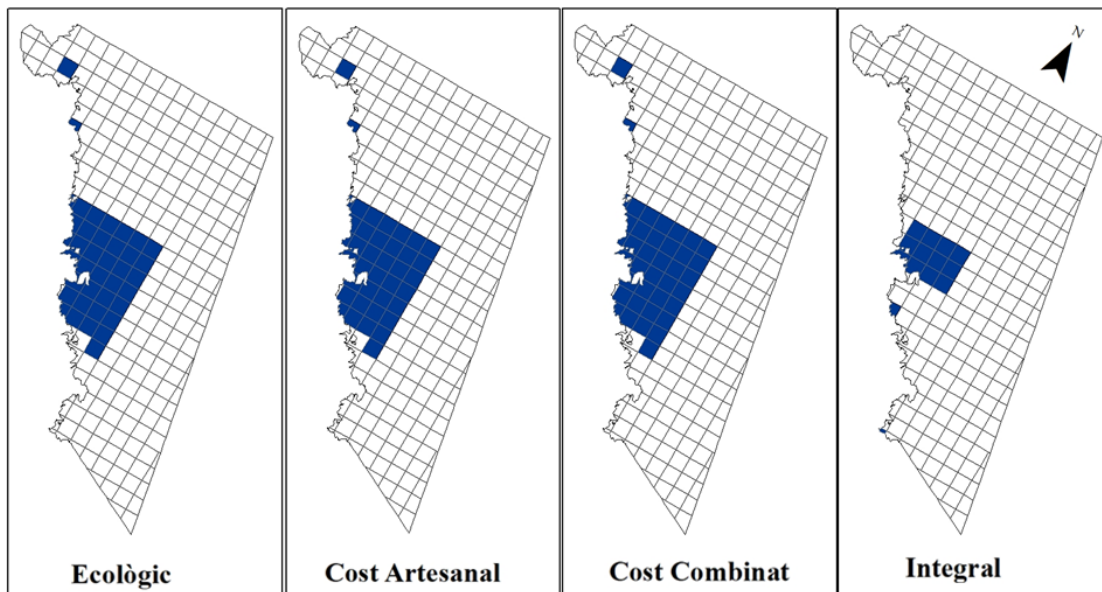
Escenaris i zones prioritàries

En els tres primers escenaris generats amb Marxan, observem que la millor solució de la zona protegida per a cada us considerat independentment coincideix espacialment (Figura 9). Tant en el primer escenari (Ecològic), que només inclou els objectius de conservació (la protecció de un cert percentatge de cada hàbitat), com el segon i tercer, que inclouen el cost de la pesca comercial i el combinat (ecològic més pesca comercial) respectivament, Cap Castell és la zona que sempre surt seleccionada. Això vol dir que aquesta zona no només és la que millor compleix amb els objectius de conservació (conservar els hàbitats) sinó que alhora representa un menor cost per als diferents usuaris de la part no regulada del parc. A més, en aquests primers tres escenaris la freqüència de selecció (ens indica que tan prioritària és una zona) de la zona de Cap Castell és molt alta. És a dir, els escenaris generats amb Marxan no troben una àrea que sigui tan òptima per la conservació com la de Cap Castell. En l'escenari 4 (selecció de la reserva integral) observem com la zona de reserva integral també s'ubica en la zona de Cap Castell, a la part nord (Figura 9). Degut a que aquesta és una àrea menys protegida, i més allunyada dels ports de l'Estartit i l'Escala, s'hi desenvolupen menys activitats de busseig.

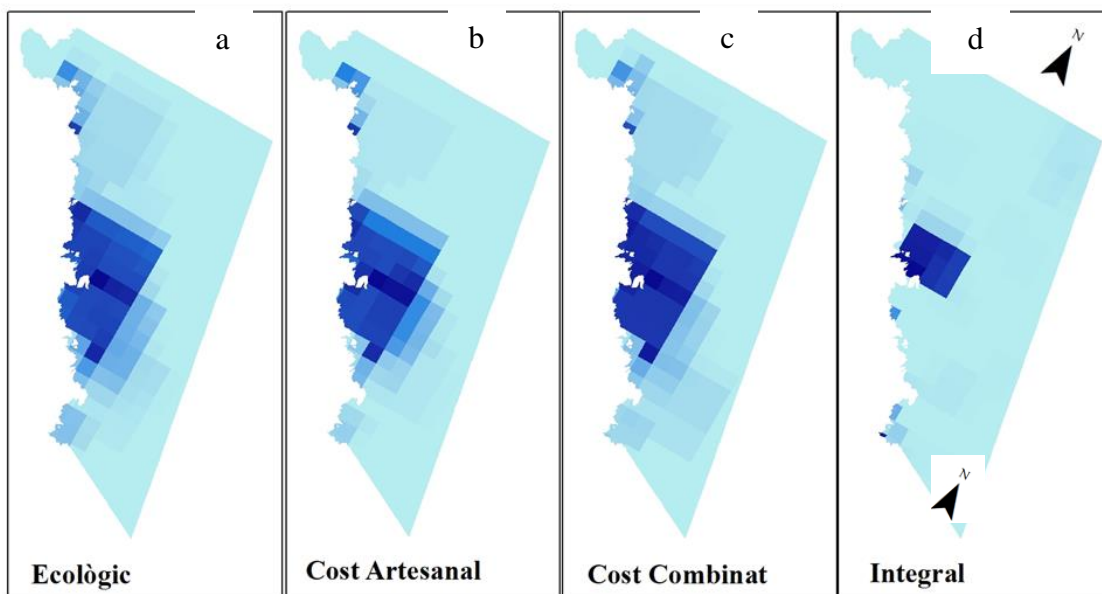
En l'escenari generat amb Marxan amb zones (Escenari 5), observem que la zona parcial i integral juntes comprenen aproximadament la mateixa àrea que la zona protegida dels escenaris anteriors (Figura 10). A més, la zona integral és pràcticament la mateixa que en l'escenari 4 (Integral). És important remarcar que en aquest escenari les zones inclouen diferents costos, és a dir en la zona parcial s'hi podria practicar activitats de busseig i embarcacions en boia (cost no inclòs), mentre que en la integral no (inclòs el cost).

Els diferents escenaris representen un cost d'oportunitat pels diferents usos de menys del 20% del total. És a dir, els diferents escenaris conserven la biodiversitat i a l'hora minimitzen els possibles conflictes socioeconòmics perquè la pèrdua per aquests seria de menys del 20% del total.

Com a conclusió, tots els escenaris coincideixen amb Cap Castell com la zona prioritària per implementar una reserva marina, i els dos escenaris que busquen identificar la zona integral concorden.



Millor solució



Freqüència de selecció



a b c d

Figura 9. Millor solució i freqüència de selecció de la zona a protegida de 100 propostes que s'elaboren per als quatre escenaris: a) Ecòlogic (només tenint en compte els hàbitats), b) pesca comercial, c) ecològic més comercial i c) selecció de la reserva integral.

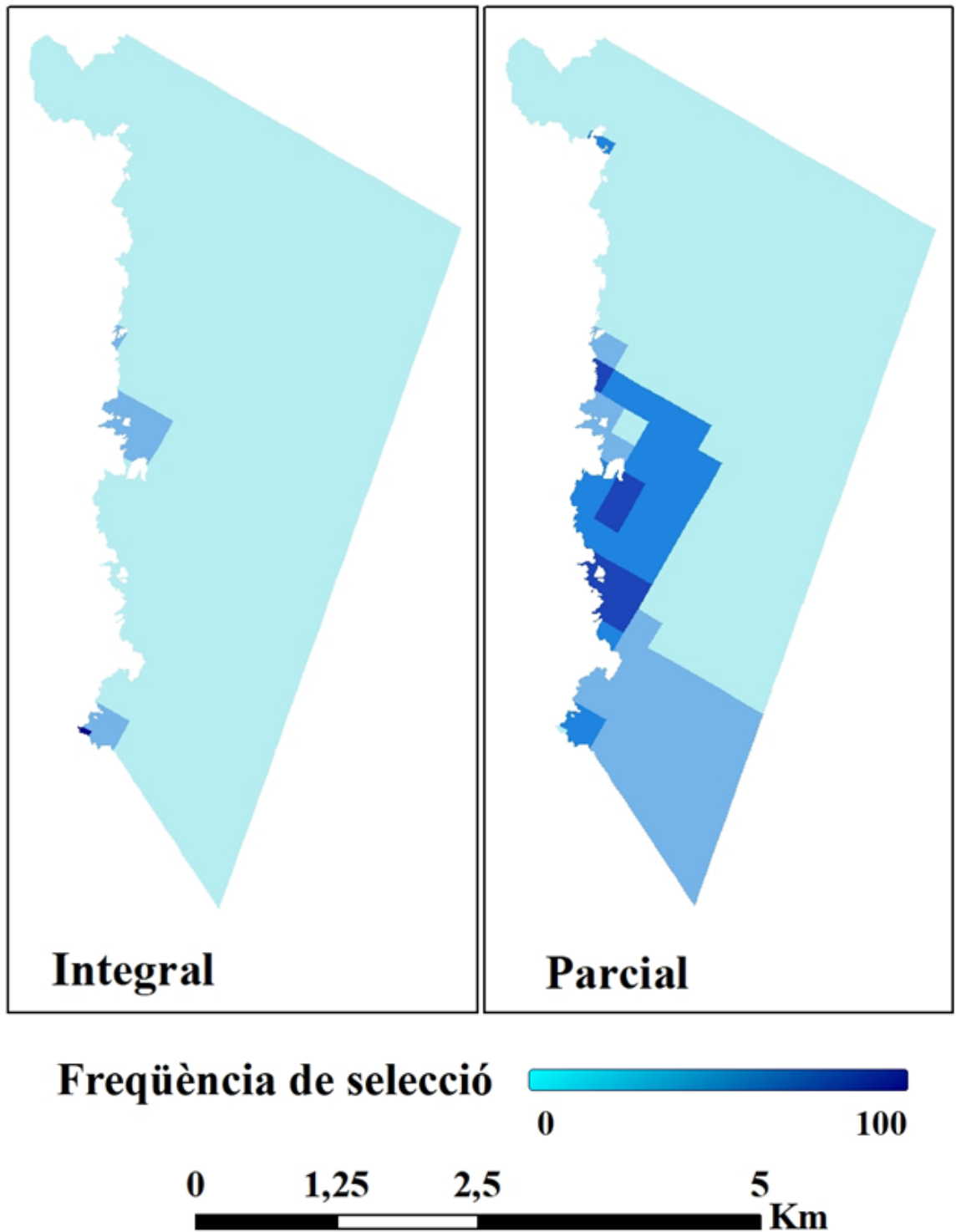


Figura 10. Frequència de selecció de la reserva parcial i integral de 100 propostes de Marxa amb zones per el cinquè escenari.

Proposta final

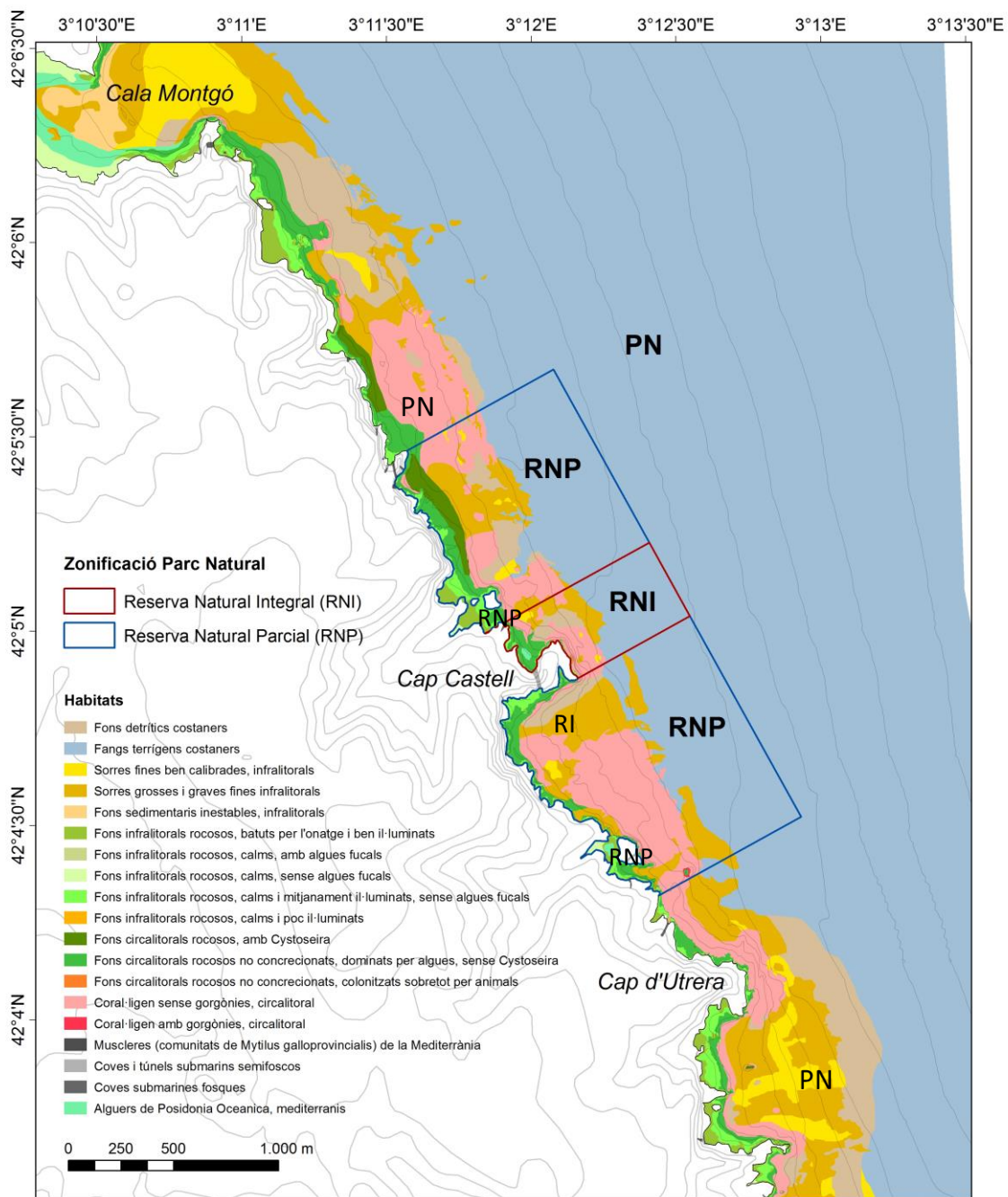
En base als escenaris de Marxan i Marxan amb zones proposem la següent zonificació de la reserva marina parcial i integral de la part no regulada del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter (Figura 11). Aquesta proposta compleix amb 19 dels 24 de les metes dels objectius de conservació (Taula 4), representa una àrea del 15% del parc i un 20% del cost d'oportunitat total.

Aquesta zona protegida estaria delimitada per la part sud per una línia perpendicular a la costa des de la punta de la Sardina (latitud 42,073°, longitud 3,208°) fins a 750 metres mar endins (latitud 42,077°, longitud 3,216°), i s'estendria fins a una línia perpendicular a la costa a les Tres Coves (latitud 42,092°, longitud 3,193°) 780 metres mar endins (latitud 42,096°, longitud 3,202°). Dins d'aquesta zona hi hauria una zona més petita, que seria la reserva integral. Aquesta reserva integral estaria delimitada per una línia perpendicular a la costa entre la punta més septentrional de cap Castell i la punta de Cala Ferriola, ajuntant-se amb la delimitació exterior de la reserva (Figura 11).

D'aquesta forma, la part fins ara no regulada del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, quedaria zonificada amb tres figures de protecció: zona de Parc Natural (PN), zona de Reserva Natural Parcial (RNP) i zona de Reserva Natural Integral (RNI).

Es proposa homogeneïtzar les zones de protecció de la costa del Montgrí amb la Reserva Marina de les Illes Medes, de forma que la zona de Parc Natural de la costa del Montgrí es regularia com la Zona Parcialment Protegida de la Reserva Marina de les Illes Medes, la zona de Reserva Natural Parcial de la costa del Montgrí amb la zona de Reserva Natural Parcial de les Illes Medes, i el mateix amb la zona de Reserva Integral.

No obstant, les activitats regulades dins de cada figura de protecció a la costa del Montgrí, així com la seva intensitat, haurien de determinar-se tenint en compte l'impacte dels diferents usos a cada tipus d'hàbitat, i la capacitat de resistència i recuperació dels hàbitats en front les diferents pertorbacions.



PROPOSTA DE ZONIFICACIÓ DE L'ÀMBIT MARÍ DE LA COSTA DEL MONTGRÍ DEL PARC NATURAL DEL MONTGRÍ, LES ILLES MEDES I EL BAIX TER

Autors: Bernat Hereu, Nur Arafeh Dalmau, Cristina Linares
 Desembre de 2017

Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter
 Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Universitat de Barcelona

Equidistància de les corves altimètriques: 20 m
 Equidistància de les corves batimètriques: 5 m
 Sistema de coordenades: ETRS89, Fus 31 N
 Projectió Transversal de Mercator
 Base planimètrica i altimètrica: 1:5.000
 Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

UNIVERSITAT DE BARCELONA

Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

Figura 11.- Proposta de reserva marina parcial i integral de la part no regulada del PNMMT.

Taula 4.- Hàbitats marins, procedents de la cartografia bionòmica del litoral submergit de les costes del Montgrí, i les metes de conservació assignades depenen del tipus d'hàbitat. Es mostra el percentatge d'hàbitat assolits dins de la proposta i si ha complert o no amb els objectius proposats.

*Hàbitats no inclosos en el exercici de Marxan.

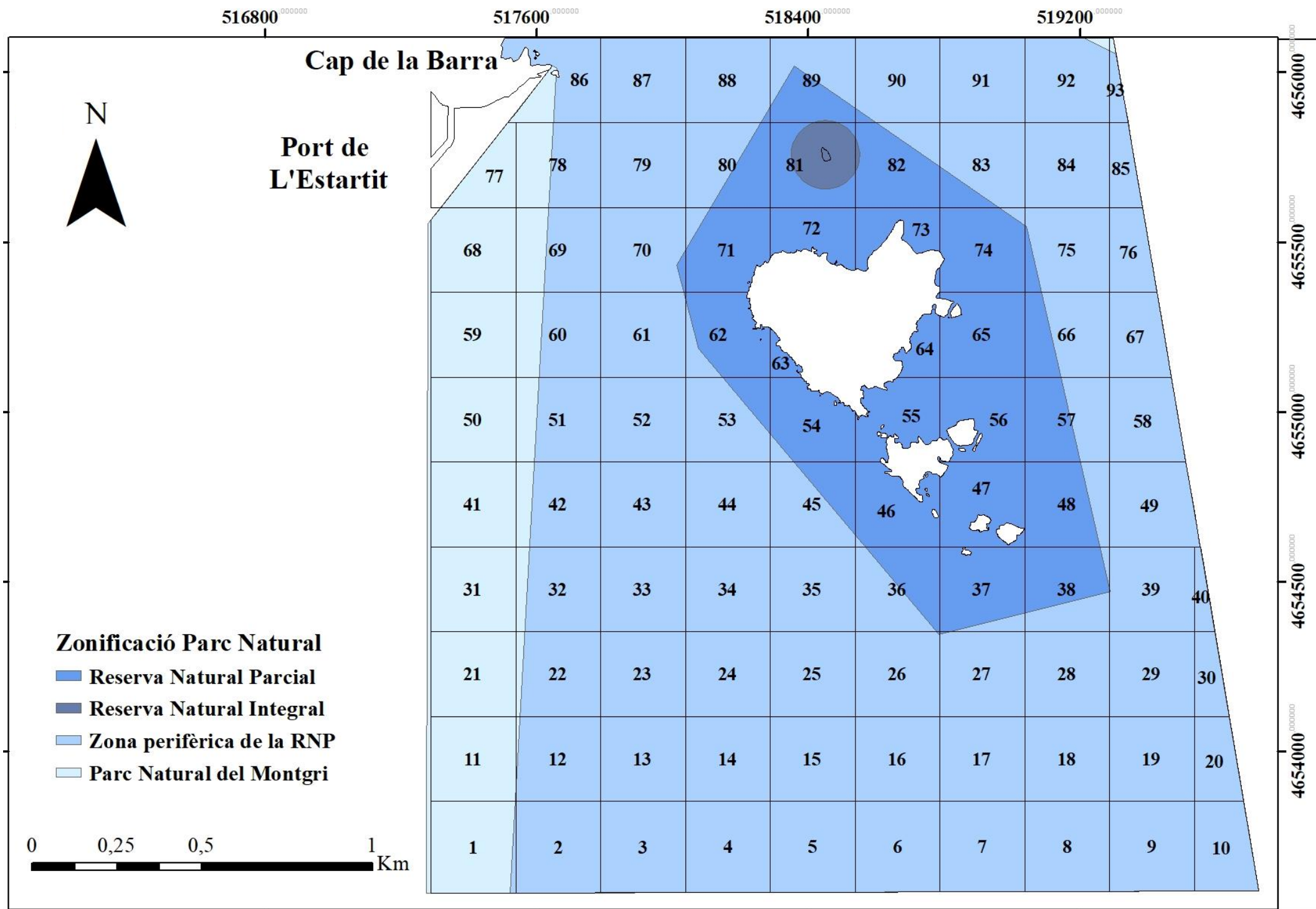
ID Hàbitat	Metes (%)	Dins de la proposta	Compleix
Substrat tou			
112211+	10	17	sí
112214+	10	10	sí
112223+	10	5	no
112226+	10	10	sí
*112227+	10	-	-
Substrat dur			
112412+	20	38	sí
*112413	20	-	-
112414+	20	13	no
*112414+ (Medilitoral)	20	-	-
112416+	20	45	sí
11.2418+	20	30	sí
112419+	20	39	sí
112421+	20	44	sí
Substrat rugós			
112412+ Rug	30	23	no
*112414+ Rug	30	-	-
112416+ Rug	30	25	no
112421+ Rug	30	34	sí
Hàbitats biogènics			
11.2411+	30	53	sí
112420+	30	61	sí
112422+	30	81	sí
112511+	30	56	sí
112512+	30	100	sí
11.252	30	44	sí
11254	20	34	sí
1134	30	5	no
Coves			
11261+	30	60	sí
11262+	30	40	sí

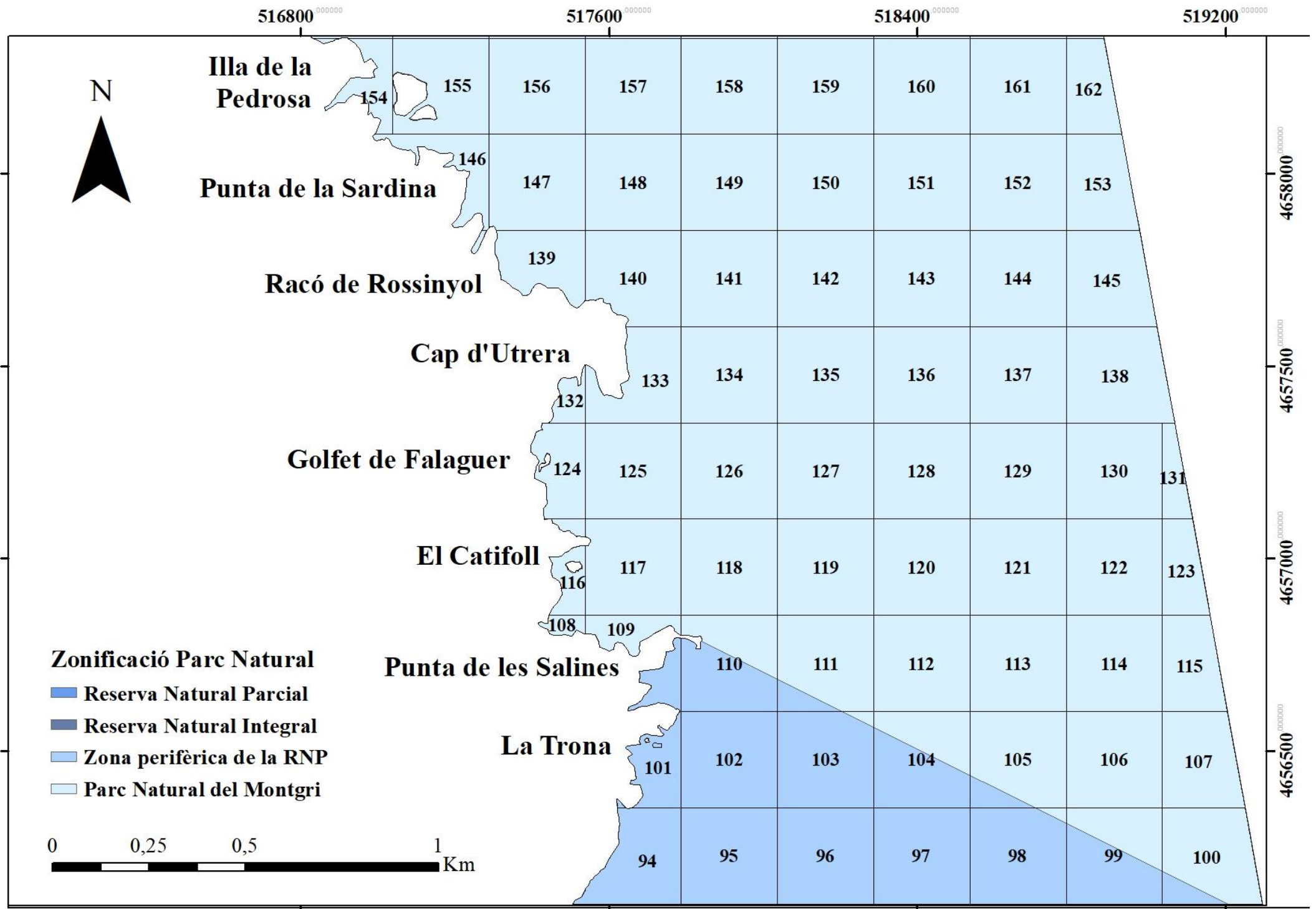
Bibliografia citada

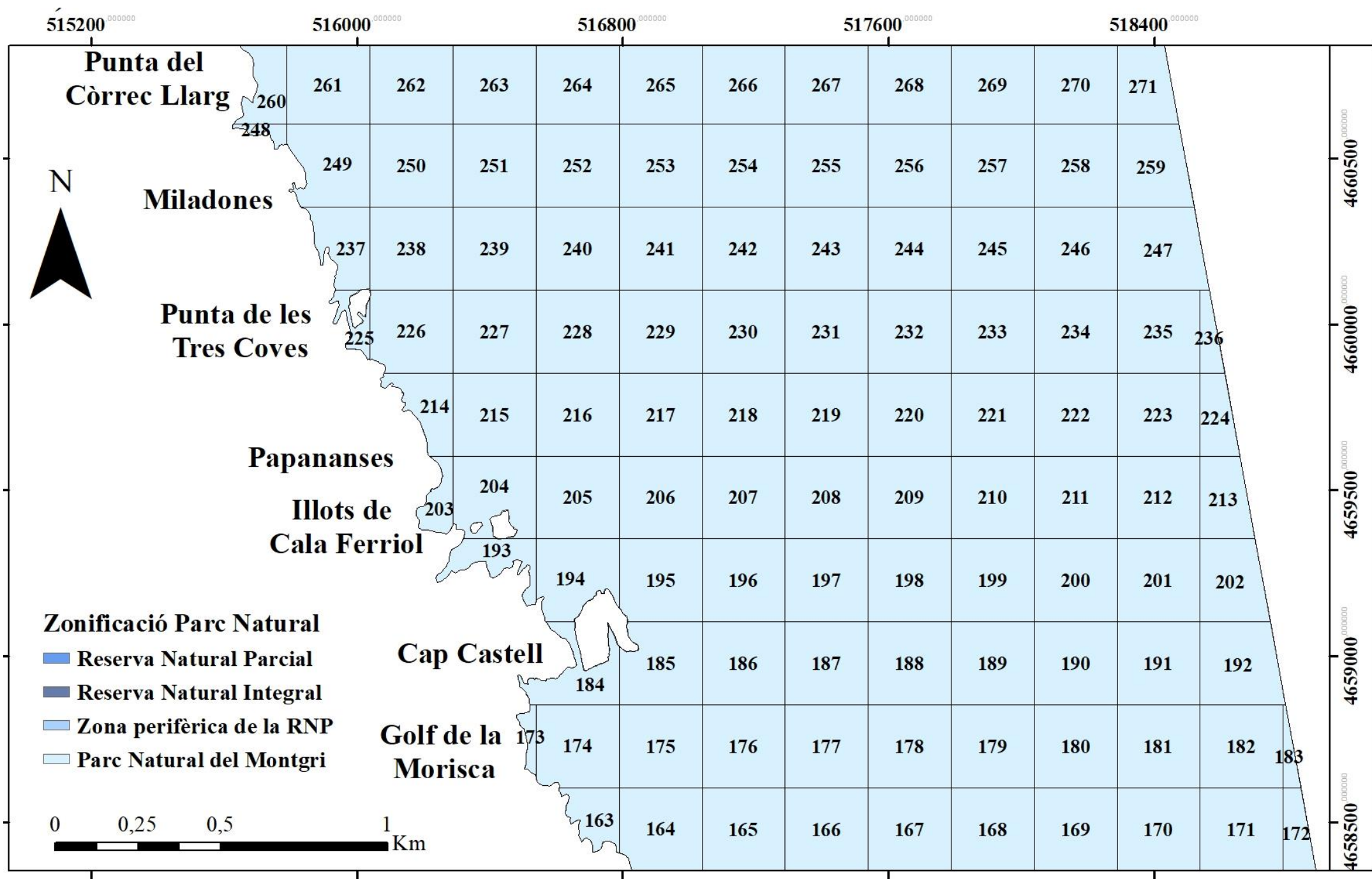
- Arafeh-Dalmau, N., Torres-Moye, G., Seingier, G., Montaña-Moctezuma, G., i Micheli, F. (2017). Marine Spatial Planning in a Transboundary Context: Linking Baja California with California's Network of Marine Protected Areas. *Frontiers in Marine Science*, 4, 150.
- Ball, I. R., i Possingham, H. P. (2000). MARXAN (V1. 8.2). Marine Reserve Design Using Spatially Explicit Annealing, a Manual.
- Ball, I. R., Possingham, H. P., i Watts, M. (2009). "Marxan and relatives: software for spatial conservation prioritisation," in *Spatial Conservation Prioritisation: Quantitative Methods and Computational Tools*, eds A. Moilanen, K. A. Wilson, and H. P. Possingham (Oxford: Oxford University Press), 185–195.
- Font, T., Lloret, J., Piante, C. (2012). La pesca recreativa en las Áreas Marinas Protegidas del Mediterráneo. MedPAN North Project. WWFFrance. 168 pages.
- Coll, J., Garcia-Rubies, A., Morey, G., Renones, O., Alvarez-Berastegui, D., Navarro, O., i Grau, A. M. (2013). Using no-take marine reserves as a tool for evaluating rocky-reef fish resources in the western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 70(3), 578-590.
- Font, T., Lloret, J., Piante, C. (2012). La pesca recreativa en las Áreas Marinas Protegidas del Mediterráneo. MedPAN North Project. WWF-France. 168 pages.
- Giakoumi, S., Sini, M., Gerovasileiou, V., Mazor, T., Beher, J., Possingham, H. P., et al. (2013). Ecoregion-based conservation planning in the Mediterranean: dealing with large-scale heterogeneity. *PLoS ONE* 8:e76449. doi: 10.1371/journal.pone.0076449.
- Giakoumi, S., Scianna, C., Plass-Johnson, J., Micheli, F., Grorud-Colvert, K., Thiriet, P., ... i García-Charton, J. A. (2017). Ecological effects of full and partial protection in the crowded Mediterranean Sea: a regional meta-analysis. *Scientific reports*, 7(1), 8940.
- Hereu, B., Rodríguez, A., Linares, C., Diaz, D., Riera, J.L., Zabala, M. (2010). Cartografia bionòmica del litoral submergit de la costa del Montgrí. Informe tècnic per a la Diputació de Girona.
- Hereu, B., & Quintana, X. (2012). El Fons Marí de les Illes Medes i el Montgrí: Quatre Dècades de Recerca per a la Conservació. Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis.

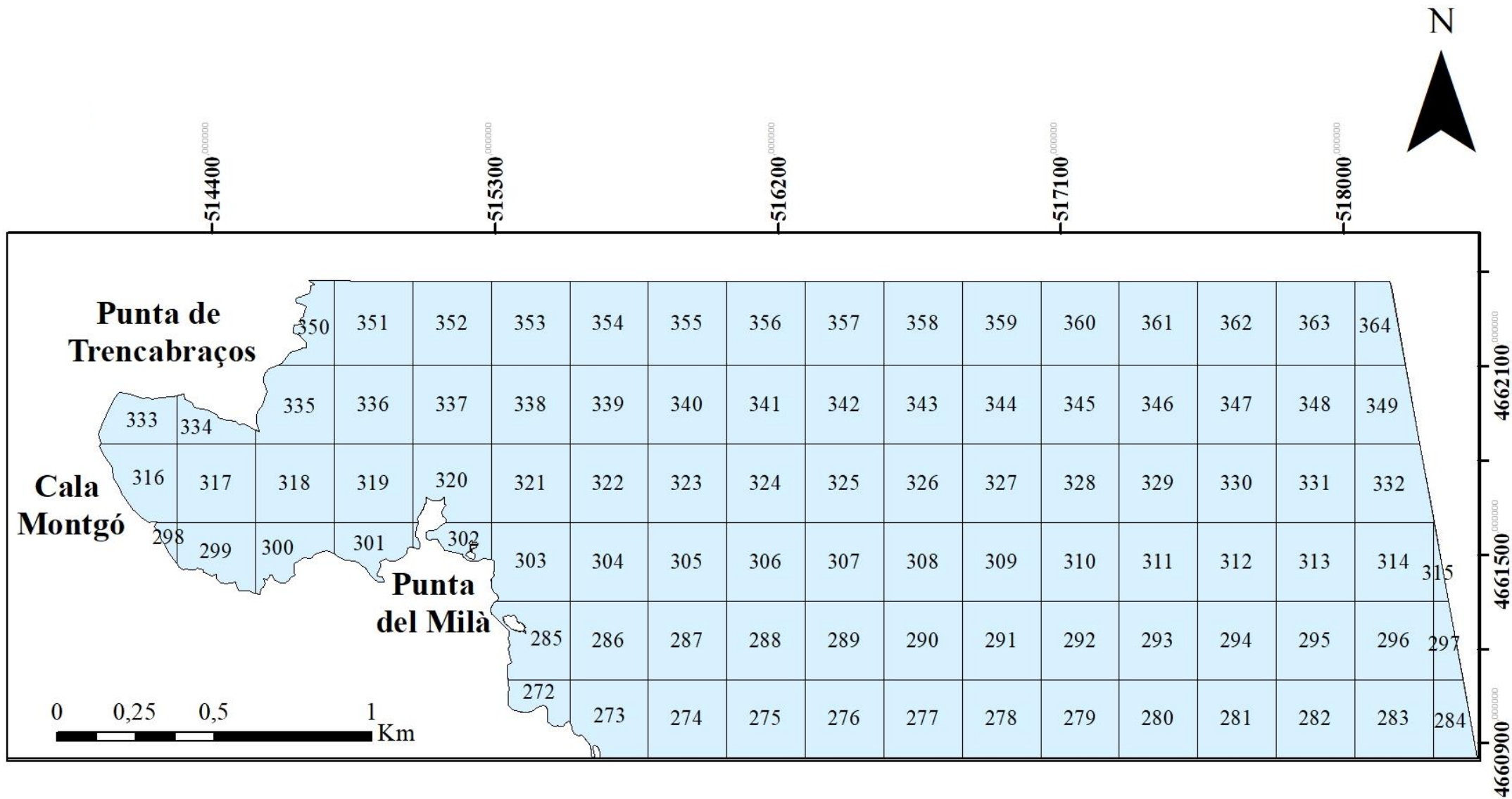
- Margules, C. R., i Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature* 405, 243–253. doi: 10.1038/35012251
- Mazor, T., Possingham, H. P., and Kark, S. (2013). Collaboration among countries in marine conservation can achieve substantial efficiencies. *Divers. Distrib.* 19, 1380–1393. doi: 10.1111/ddi.12095
- Moilanen, A., Wilson, K. A., i Possingham, H. (2009). *Spatial Conservation Prioritization: Quantitative mEthods and Computational Tools*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Naidoo, R., Balmford, A., Ferraro, P. J., Polasky, S., Ricketts, T. H., i Rouget, M. (2006). Integrating economic costs into conservation planning. *Trends in ecology & evolution*, 21(12), 681-687.
- Roberts, C. M., Halpern, B., Palumbi, S. R., i Warner, R. R. (2001). Designing marine reserve networks why small, isolated protected areas are not enough. *Conserv. Pract.* 2, 10–17. doi: 10.1111/j.1526-4629.2001.tb00012.x
- Ward, T. J., Vanderklift, M. A., Nicholls, A. O., i Kenchington, R. A. (1999). Selecting marine reserves using habitats and species assemblages as surrogates for biological diversity. *Ecol. Appl.* 9, 691–698. doi: 10.1890/1051-0761(1999)009[0691:SMRUHA]2.0.CO;2Watts M, Possingham HP,
- Watts, M. E., Ball, I. R., Stewart, R. S., Klein, C. J., Wilson, K., Steinback, C., ... i Possingham, H. P. (2009). Marxan with Zones: software for optimal conservation based land-and sea-use zoning. *Environmental Modelling & Software*, 24(12), 1513-1521.

Annex 1: mapes de delimitació de les quadrícules de 250 x 250 metres utilitzades per a la zonació i quantificació dels usos a la costa del Montgrí.









Zonificació Parc Natural

- Reserva Natural Parcial
- Reserva Natural Integral
- Zona perifèrica de la RNP
- Parc Natural del Montgri

