

LA MAREA EN LA NAVEGACIÓ COMERCIAL MEDITERRÀNIA (SEGLES XIV-XVI)

ARCADI GARCIA I SANZ
Universitat Jaume I (Castelló)

SUMARI

1. El cicle diari del curs de la marea.- 2. El cicle mensual del curs de la marea.- 3. L'establiment de port.

En la historiografia de l'art de navegar no és habitual relacionar els mètodes nàutics amb rutes determinades del comerç marítim, tot i que potser molts d'aquests mètodes tenen aquest origen.

Ara examinarem un exemple que sembla molt clar, d'aquesta relació, que és el de la cronografia nàutica de la marea, la qual sembla haver tingut l'origen en la ruta atlàntica del comerç marítim de les ciutats mediterrànies del segle XIV.

És un fenomen natural ben conegut que la major oscil·lació de l'aigua a la mar, en què consisteix la marea, es produeix als oceans, on la massa líquida és major. A les mars tancades aquesta diferència és molt menor, fins a arribar a fer-se imperceptible en alguns llocs.

També és un fenomen natural ben conegut que l'acció gravitatòria preponderant, en la determinació de la marea, és la de la Lluna i que, durant els equinoccis, aquesta acció gravitatòria combinada amb la del Sol fa major l'oscil·lació del nivell de l'aigua a la mar. Així, a la badia de Mont-saint-Michel, a la costa bretona del Nord-Est, aquesta oscil·lació és de 15 metres, i a l'estret de Magallanes, a l'extrem meridional d'Amèrica, la mateixa oscil·lació és de 18 metres.

Aquestes característiques naturals de la marea fan que aquesta sigui més intensa a les costes atlàntiques d'Europa que no pas a les mediterrànies. Un indret característic de marea intensa és la costa de Bretanya, on genera, a vegades, durant la marea viva, un corrent marí, denominat *ras* o *raz*, que s'afegeix al creixent de la mar. En el *ras* de Sein, al golf de Morbihan, aquest corrent arriba als 10 o 12 nusos de velocitat¹.

Aquesta diferent importància que tenia la marea per a la navegació a les costes atlàntiques i a les mediterrànies, es tradueix clarament en el dret marítim comercial dels segles XIII i XIV, propi d'unes costes i unes altres. Així, els *Rôles d'Oléron*, que són la col·lecció jurídic-marítima més representativa d'aquests segles a l'Europa atlàntica, en les regles de balisament de les àncores, quan el vaixell fondeja, distingeixen la situació de la baixamar (*où il i a poi d'ewe* "on hi ha poca aigua") del cas de la plenamar (*au plein*)². En canvi, el *Llibre del Consolat de Mar*, que és la col·lecció jurídic-marítima més característica dels mateixos segles a l'Europa mediterrània, ni al capítol 246, que tracta dels senyals de les àncores, ni als capítols 200 a 203, que contenen les regles del fondejament del vaixell, no fa cap referència a la marea³.

Sembla, doncs, força clar que, el darrer quart del segle XIII, quan els vaixells mediterranis arribaren en els seus viatges comercials a les costes bretones, angleses i flamenques, es trobaren amb una dificultat nova, que no hi havia a les costes mediterrànies, on el fenomen natural de la marea no suposava una dificultat greu per a la navegació.

Contràriament, però, al que hom podria pensar d'antuvi, es dona el fet, aparentment paradoxal, que les fonts històriques més antigues conegudes a la costa atlàntica d'Europa sobre la cronografia nàutica de la marea són més tardanes que les mediterrànies, ja que la més antiga que en sabem és al *Routier de la mer*, de Pierre Garcie-Ferrande, datat el 1483-1484 i, la seva primera edició, el 1487⁴. En canvi, a les ciutats marítimes medi-

¹Enrique MARTÍNEZ JIMÉNEZ i Ricardo RUIZ, s.v. *marea*, dins *Enciclopedia general del mar*, dirigida per José MARTÍNEZ-HIDALGO, Barcelona, 1968, V, col. 877-918.

²*Rôles d'Oléron*, edic. de Karl-Friedrich KRIEGER. *Ursprung und Wurzeln der Rôles d'Oléron*, Colònia, 1970, pp. 122-145, capítol 16.

³*Llibre del Consolat de Mar*, edic. de Germà COLON i Arcadi GARCIA, Barcelona, 1981-1987, I, pp. 188-195 i II, pp. 31-33.

⁴Michel MOLLAT, *La vie quotidienne des gens de mer en Atlantique (IXe-XVIIe siècle)*, Paris, 1983, pp. 183-184, mab referència a D. W. WATERS, *The Rutters of the Sea. The Sailing Directions of Pierre Garcie*, New Haven-Londres, 1967.

terrànies, d'aquestes fonts històriques, n'hi ha del segle XIV i de la primera meitat del XV.

Tot seguit ho veurem, a l'exàmen que en farem, amb base heurística en les fonts que semblen més expressives, durant l'època de vigència del calendari julià, que és l'anterior a la reforma gregoriana d'aquest, de l'any 1582.

1. EL CICLE DIARI DEL CURS DE LA MAREA

Diàriament, la marea fa quatre fases, dues marees altes o plenamars i dues baixes o baixamars, les quals alternen, de manera que després d'una plenamar ve una baixamar i viceversa. La plenamar ve determinada pels passos de la Lluna pel meridià del lloc i per l'antimeridià, i la marea baixa la determina el pas del mateix astre pels límits de longitud de la seva sortida i de la seva posta.

Com que aquests quatre moments, en realitat, són conseqüència del moviment de rotació de la Terra, la successió d'aquestes quatre fases de la marea és diària, que el dia natural no és altra cosa que el període de temps que hi ha entre dos passos consecutius del Sol, en el seu moviment aparent, per un mateix meridià o, cosa que és igual, el temps que triga la Terra a fer una volta completa sobre el seu eix de rotació.

Cal dir, però, que la Lluna, en aquest seu moviment aparent, ha d'esmerçar més temps que el Sol per situar-se, altra vegada, en relació a la Terra, en la mateixa posició de pas pel meridià d'un lloc, i això fa que el dia solar i el luna no siguin iguals.

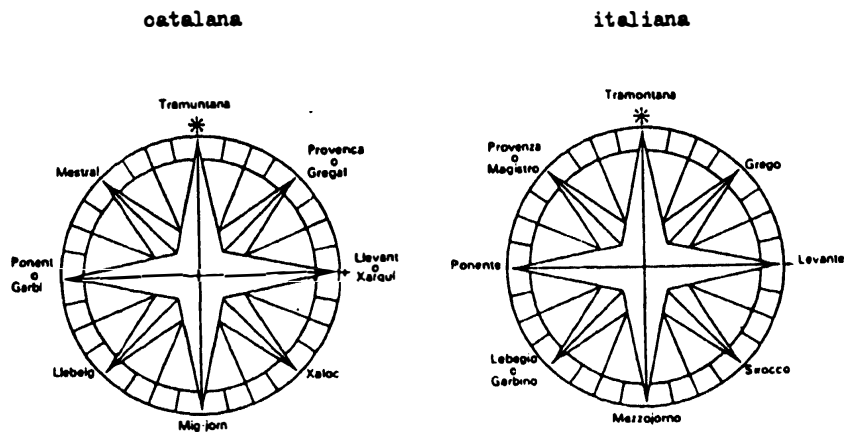
Aquesta diferència entre el dia solar i el lunar era valorada en 4/5 d'una hora solar equinoccial, motiu pel qual el pas de la Lluna pel meridià d'un lloc s'esdevenia 48 minuts més tard per dia que el pas del Sol pel mateix meridià. I això mateix, aplicat a la marea, significava que, en còmput d'hores solars equinoccials, cada fase de la marea diària es retardava cada dia de 48 minuts d'hora, en relació a la mateixa fase del dia abans.

En la representació angular de les hores equinoccials a l'astrolabi, cada una d'aquestes equivalia a 15^{os} i, per tant, el valor angular d'aquests 48 minuts d'hora era de 12° en la circumferència zodiacal de l'astrolabi.

Com que el còmput amb aquests 12° resultava enutjós, perquè 15 i 12 no són divisibles entre si, fou ideat un altre mètode de representació cronogràfica, que era només aproximatiu, però que resultava familiar per a la gent de mar i permetia operar amb números enters i amb hores solars equinoccials.

Aquest mètode era el de la rosa nàutica, usada com a instrument cronogràfic, en substitució de la corona zodiacal de l'astrolabi. En aquesta rosa, igual que a la rosa del compàs, els 360° de la circumferència eren dividits en 32 *quartes de vent*, d' $11^{\circ} 15'$ cadascuna, 8 de les quals fan els 90° que hi ha de diferència angular entre els quatre *vents cardinals*: cada *vent* principal en fa 45° i el *mig vent* en fa $22^{\circ} 30'$, tal como ho mostra gràficament la figura següent:

Rosa nàutica



Perquè el còmput cronogràfic a la rosa resultés exacte, només calia atribuir al retard diari del pas de la Lluna pel meridià i, consegüentment, al retard diari de la marea un valor cronològic de 45 minuts d'hora, en comptes dels 48 o, dit d'una altra manera, fer l'esmentat retard de $3/4$ d'hora,

⁵Arcadi GARCIA i Francesc de ROCAFIGUERA, *Cronografia tòpica del calendari julià*, Castelló, 1993, pp. 93-94.

en comptes dels 4/5 en què el valorava l'Astrologia tradicional, puix que $3/4$ d'hora x 32 quartes = 24 hores.

D'aquesta manera, el còmput horari del dia lunar era molt fàcil i, a més, era possible fer-lo amb hores solars equinoccials, amb les següents equivalències cronològiques dels valors angulars.

Una *quarta* equivalia a $3/4$ d'hora, *mig vent* equivalia a 1 hora i mitja, un *vent* principal a 3 hores i un *vent* cardinal, que són dos de principals, a 6 hores. En conseqüència, la distància angular entre dues fases consecutives de la marea diària era de dos vents (=8 quartes= 90°), les dues plenamars de cada dia eren a la rosa en vents oposats, les dues baixamars, igualment, i el retard diari de la marea a la rosa era d'una quarta (=3/4 d'hora).

Aquest mètode permetia també relacionar la posició azimuthal del Sol amb la de la Lluna, puix que cada dia aquesta s'allunyava d'aquell una quarta i, per tant, en tot moment, la distància azimuthal d'un astre a l'altre era de tantes quartes de vent com dies tenia l'*edat de la Lluna*.

En l'expressió angular de les fases de la marea diària a la rosa dels vents, coneixem dues formes diferents, l'una veneciana i l'altra catalana o, en general, occidental.

La forma veneciana, continguda en diversos manuscrits de la primera meitat del segle XV⁶, posava el començament del primer creixent de la marea a Llevant de la rosa, amb la qual cosa el segon quedava a Ponent i l'inici de les baixamars, a Tramuntana i Migjorn.

⁶Biblioteca Nazionale Centrale, de Florència, ms. itla. c. XIX, c. 7, intitulat "Fabrica di galere" (vers l'any 1410), fol. 122 v. "Ragione del fluxo et refluxo de le aque marine.- Sapi che quan la Luna sie in Levante, l'acqua comenza a crescere in fin che la Luna sie in Ostro et sie andando hore 6, per che la Luna si ha cerchado 2 venti. Da poi che la Luna sie in Ostro in fin ch.ela.ndara in Ponente, l'acqua andara zoxo et serra.ndata hore 6. Da poi ch.ela sera in Ponente in fin ch.ela sera in Tramontana, l'acqua cresce et sie andata hore 6. Da poi ch.ela e in Tramontana in fin ch.ela va in Levante, l'acqua va zoxo et sie andata hore 6".

Es troba també aquesta forma de representació cronogràfica del curs diari de la marea al ms. Cotton Titus A. 26, fol. 17 v., de la British Library, de Londres, titulat facticiament "Note di architettura navale", obra de Zorzi da Modone, datada vers l'any 1445.

Devem i agraïm la comunicació d'ambdós al Dr. Laureà CARBONELL I RELAT, el qual transcriví en la seva tesi doctoral titulada *La marina en el Mediterráneo del siglo XV*, llegida a la Facultat de Geografia i Història de la Universitat de Barcelona, el 17 de juny de 1991.

La forma occidental o catalana, continguda dins el *Mapamundi* d'Abraham Cresques⁷, de l'any 1375, i en diverses obres nàutiques castellanes i occidentals, dels segles XV i XVI⁸, posava la primera plenamar a Gregal, amb la qual cosa la segona quedava a Llebeig i les baixmars, a Mestral i Xaloc.

Tot i i que, aparentment, entre l'una forma i l'altra hi ha una diferència angular d'un vent a la rosa, que són tres hores, en realitat es tracta de la mateixa forma de representació angular, car la diferència és només de la *radix* del còmput, el qual la forma veneciana inicia a Llevant de la rosa cronogràfica i, que en canvi, la forma catalana o occidental estableix a Gregal la mateixa rosa.

La finalitat d'aquesta darrera forma de representació cronogràfica sembla que era la de fer coincidir, d'una manera ostensible, el S amb les 12 del migdia, que a l'hemisferi Nord és la posició aparent del Sol a l'horitzó en aquesta hora, cosa que permetia fer el còmput amb les hores equinoccials del dia.

Per aconseguir aquest resultat, emperò, la rosa cronogràfica no podia estar en el pla de l'horitzó, perquè en aquesta posició les hores que marcava eren les temporals o desiguals, les quals només eren iguals els dies dels equinoccis i, la resta de l'any, de banda de primavera i d'estiu, les diürnes eren més llargues que les nocturnes i, de banda de tardor i d'hivern, al contrari.

Calia, doncs, variar el pla de la rosa per fer-lo coincidir amb el pla de l'equador, on totes les hores són iguals. Ho diu molt clarament Pedro Medina⁹, segons el qual "estos vientos (els de la rosa) no se han de ymagi-

⁷CRESQUES, *Mapamundi*, edic. de Georges GROSJEAN. *Mapamundi. The catalan atlas of the year 1375*, Dietikon-Zurich, 1978, p. 43 (transcripció revisada): "devets saber que, con la Luna és per Grech, les mares comensen a muntar, tro que la Luna és per Exeloch, que són .VIII. quartes de vent e són .VI. hores. Item, con la Luna és per Axeloch, les aygües comensen a muntar, tro que la Luna és per Lebeg, e són .VIII. quartes de vent, que són .VI. hores. Item, con la Luna és per Lebeg, les aygües comensan a muntat, tant tro que la Luna és per Mestre, e són .VIII. quartes de vent, que són .VI. hores. Item, con la Luna és per Mestre, les aygües comensan a muntar, tant tro que la Luna és per Grech. E axí aquestes mares del ras Sant Maen tro en Boqua d'Aver fan aquest cors nit e jom, dues mares muntants i qrexents e dues mares muntants e baxants, e quascuna .VI. hores, si que quatre veguades .VI. veln e són .XXIII. hores".

⁸Martín CORTÉS, *Breve compendio de la Sphera y de la Arte de Navegar*, Sevilla, 1551; Pedro de MEDINA, *Arte de Navegar*, Valladolid, 1545, i *Regimiento de navegación*, Sevilla, 1563, reedic. anast., València, 1993.

⁹MEDINA, *Regimiento de navegación*, abans citat, fols. 53-53 v.

nar en el horizonte, donde la aguja los enseña, mas hanse de ymaginar sobre el Norte puesto que el ángulo debaxo del horizonte", que és tant com dir que la rosa cal imaginar-la en un pla paral·lel al de l'equador.

Amb aquesta disposició, el volt del Sol a la rosa marcava les hores solars equinoccials: al *N* les 12 de la nit, al *NE* les 3, a l'*E* les 6, al *SE* les 9, al *S* les 12 del migdia, i així les hores restants als altres vents de la rosa.

Acaba de fer patent aquesta funció cronogràfica de la rosa dels vents una tabulació de l'hora solar de la plenamar diària, que porta el mateix Medina, feta per als 30 dies del mes lunar, d'acord amb aquest mètode de la rosa dels vents.

La tabulació es la següent¹⁰:

<u>Dia</u>	<u>rumb del sol</u>	<u>hores</u>	<u>quarts</u>	<u>Dia</u>	<u>rumb del sol</u>	<u>hores</u>	<u>quarts</u>
1	NE 1/4 E ¹⁰	3	3	16	SW 1/4 W	3	3
2	ENE	4	2	17	WSE	4	2
3	E 1/4 NE	5	1	18	W 1/4 SW	5	1
4	E	6	-	19	W	5	-
5	E 1/4 SE	6	3	20	W 1/NW	6	3
6	ESE	7	2	21	WNW	7	2
7	SE 1/4 E	8	1	22	NW 1/4 W	8	1
8	SE	9	-	23	NW	9	-
9	SE 1/4 S	9	3	24	NW 1/4 N	9	3
10	SSE	10	2	25	NNW	10	2
11	S 1/4 SE	11	1	26	N 1/4 NW	11	1
12	S	12	-	27	N	12	-
13	S 1/4 SW		3	28	N 1/4 NE	-	3
14	SSW	1	2	29	NNE	1	2
15	SW 1/4 S	2	1	30	NE 1/4 N	2	1

¹⁰Tot i que MEDINA, *Regimiento*, f. 54, hi posa clarament *Norte quarta al Nordeste*, aquest rumb és errat, tal com ho mostra l'hora de les 3 i 3/4 i ho mostren també els rumbos següents dels dies posteriors, a la mateixa taula, i cal llegir, per tant, *Nordeste quarta al Leste*, tal com ho esmenem. Vegu també les observacions sobre aquest mètode cronogràfic que fa Salvador GARCÍA FRANCO, *Historia del arte y ciencia de navegar*, II, Madrid, 1947, p. 165.

En realitat, aquesta tabulació horària conté dues taules iguals juxtaposades i simètriques en llur posició a la rosa: l'una del dia 1 al 15 i l'altra del 16 al 30 del mes lunar. Són els dies del "punt" de la marea viva, que després examinarem, i les hores de la plenamar, les quals a la rosa dels vents resulten oposades.

Tot i que a la taula no hi ha expressats els vents *NE* i *SW*, que són per a la Lluna els de la plenamar, precisament, cal dir que en els dies sí que hi són comptats perquè, dels dies 15 i 30 fins a l'endemà de cada un, el retard de la plenamar no hi és comptat per 3/4 d'hora sinó per 1 hora i mitja, que és el retard corresponent a dos dies o dues quarts de vent a la rosa.

Aquesta irregularitat és deguda al fet que els vents de la rosa són 32, però els dies del mes lunar són només 30 i, per tant, hi sobraven 2 vents, els quals hi són expressats només d'aquesta manera implícita.

Les hores que s'hi expressen són hores solars equinoccials, representades pel rumb del Sol a la rosa dels vents equatorial, i el seu còmput és fet pel mètode astrològic, que després explicarem, i per *dies completi*.

La *radix* d'aquest còmput és posada a les hores de plenamar dels dies de marea viva, quan la Lluna és al *NE* o al *SW* de la rosa i el Sol una quarta de vent més enllà, girant ambdós astres a la rosa en el sentit dels rellotges mecànics actuals. El dia 1, quan la Lluna és al *NE* i el Sol al *NE 1/4 E*, l'hora solar que li pertoca és la pròpia de la posició del Sol en aquest rumb de la rosa, que és la de les 3 hores i 3 quarts després de la mitjanit; i el dia 16, quan la Lluna és al *SW* i el Sol al *SW 1/4 W*, el còmput és el mateix, segons el qual l'hora solar és la de les 3 hores i 3 quarts després del migdia. Ambdues hores resulten oposades -a distància cronològica de 12 hores- perquè els rumbos a la rosa també ho són.

El caràcter més geomètric que experimental d'aquesta tabulació, que ara ens ocupa, resulta evident, motiu pel qual en la seva aplicació pràctica freturava de correcció, perquè, de fet, no pas tots els novilunis s'escauen a la mateixa hora solar, ni menys encara a les 3 hores i 3 quarts després de la mitjanit, tal com ho posa la taula. Per aixó, si hom disposava d'un llunari on s'expressés l'hora del noviluni, la diferència d'hores que hi hagués amb l'hora tabulada, bé de més o bé de menys, calia sumar-la o restar-la d'aquella.

El mètode, finalment, feia necessari -és clar- el coneixement de l'*edat de la Lluna*, per saber quin era el dia del mes lunar. Però això també

tenia els seus mètodes propis, no solament a la Cronografia tòpica, sinó també a la nàutica, tal com ho examinarem seguidament.

2. EL CICLE MENSUAL DEL CURS DE LA MAREA

Ja hem dit abans que, en la determinació del curs de la marea, la intensitat gravitatòria preponderant és la de la Lluna i, per això, la cadència cronològica de la marea segueix sensiblement el curs d'aquest astre.

Mensualment, la Lluna segueix el curs de les fases o quarts (lluna nova, creixent, plena i minvant) i cada cicle complet forma un mes lunar, el qual en els mesos senars és de 30 dies i en els parells de 29, de manera que l'any lunar té 12 mesos, igual que el solar, però només 354 dies. La diferència entre l'un any i l'altre és, doncs, d'11 dies i rep el nom d'epacta¹¹.

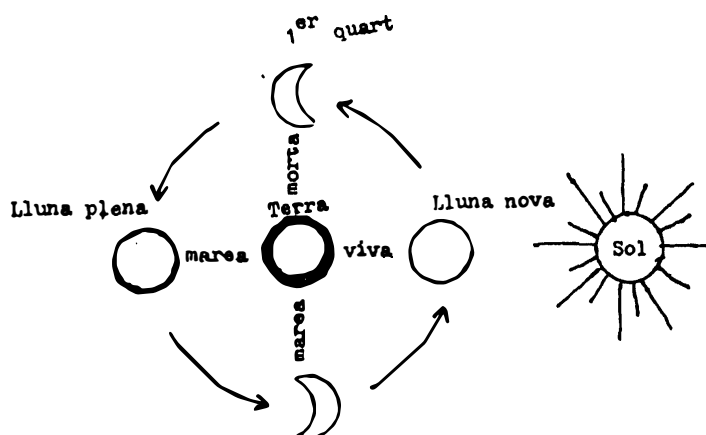
La marea, mensualment, segueix aquest curs de les fases de la Lluna, de tal manera que quan aquesta, la Terra i el Sol es troben en línia recta (*sizigia*), bé en conjunció o bé en oposició entre la Lluna i el Sol, cosa que s'esdevé en noviluni i en el pleneluni, les accions gravitatòries del Sol i de la Lluna se sumen i donen lloc al màxim d'elevació del nivell de l'aigua, que és denominat *marea viva* o *aigües vives*. En canvi, quan la Lluna i el Sol es troben en posició de *quadratura* -formant angle recte amb el vèrtex a la Terra- cosa que s'esdevé en el quart creixent i en el minvant, les accions gravitatòries del Sol i de la Lluna es contraresten i donen lloc al mínim d'elevació del nivell de l'aigua, que és denominat *marea morta* o *aigües mortes*¹².

¹¹GARCIA I ROCAFIGUERA, *Cronografia tòpica* (cit. *supra*, n. 5), p. 188.

¹²MARTÍNEZ I RUIZ, art. *marea*, cit. *supra* n. 1.

L'esquema següent ho mostra d'una manera gràfica:

Curs mensual de la marea



La representació cronogràfica d'aquest curs de la marea era molt simple: com que els novilunis eren assenyalats al calendari per mitjà del *numerus aureus* de l'any en què s'esdevenia el dia solar assenyalat, eren fàcils d'establir el noviluni de cada mes i els quarts restants de la Lluna d'aquell mes, per tal de precisar els dies de marea viva i els de marea morta.

Cal fer, però, algunes puntualitzacions sobre els mètodes cronogràfics tòpics del calendari lunar, per tal d'identificar els susats per la cronografia nàutica per a l'establiment dels novilunis, i per tal de fer entenedora la clara diversitat, que s'observa d'antuvi, en l'escaiença solar dels mateixos novilunis a la cronografia de la marea.

Tal com ho exposarem en una altra ocasió¹³, l'establiment dels novilunis en el Calendari Julià es basava en el cicle metònic segons el qual, de cada 19 anys solars, es repetien els novilunis els mateixos dies del calendari solar. Això donava lloc a un cicle cronològic de 19 anys, en el qual aquests eren numerats ordinalment de l'1 fins al 19 per mitjà del que hom en deia el *numerus aureus*. El dia assenyalat al calendari solar amb aquest *numerus aureus* era el del noviluni dels anys d'aquell *numerus aureus*, el

¹³GARCIA I ROCAFIGUERA, *Cronografia tòpica*, pp. 219-220.

qual era el dia 1 del mes lunar. Els dies restants del mateix mes lunar eren comptats successivament per l'ordre dels números naturals fins al darrer del mes, que era o bé el 29 o bé el 30. Aquest còmput era denominat de *l'edat de la Lluna*.

Cal dir, però, que en el Calendari Julià, com a conseqüència de la precessió dels novilunis, de cada 312'5 anys el noviluni real s'anticipava d'un dia, en relació amb el que hi havia assenyalat al calendari, motiu pel qual, a partir del segle XIV, són coneguts exemplars del calendari lunar amb la sèrie dels novilunis anticipada, en relació a la del calendari lunar tradicional. I no solament això, sinó que alguns d'aquests exemplars precisen no solament el dia del noviluni, sinó també l'hora i el minut.

Parió del cicle del *numerus aureus* era el cicle de l'epacta, que era format per la progressió aritmètica determinada per la diferència d'11 dies, que hi havia entre l'any solar i el lunar, la qual s'anava acumulant d'any en any. Quan la dita progressió superava els 30 dies, que són un mes lunar complet, hom la simplificava, amb subtracció de 30 unitats, afegint un mes al calendari lunar (*embolisme*).

Cal dir, però, que de l'epacta metònica són coneguts tres cicles diferents, el primer dels quals és el romà, el segon el vulgar i el tercer el que seguia el calendari¹⁴.

A la taula següent hi ha la correlació entre el cicle del *numerus aureus* i aquestes tres formes del cicle de l'epacta.

Formes del cicle de l'epacta

Numerus aureus	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
forma romana	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20
forma vulgar	29	11	22	3	14	25	6	17	28	9
forma del calendari	18	29	11	22	3	14	25	6	17	28

Numerus aureus	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	
forma romana	1	12	23	4	15	26	7	18	29	
forma vulgar	20	1	12	23	4	15	26	7	18	
forma del calendari	9	20	1	12	23	4	15	26	7	

¹⁴*Ibidem*, p. 191.

En la Cronografia tòpica del Calendari Julià, el mètode més simple d'obtenció de la data solar del noviluni de cada mes era el dels *regulars lunars*, que són uns números que, sumats a l'epacta pròpia de l'any objecte de còmput, donen per a cada mes solar la datació lunar del dia¹⁵. Són diferents -és clarper a cada forma del cicle de l'epacta. Per a la forma romana¹⁶, que és la que ara ens interessa, aquests regulars lunars són els següents:

Regulars lunars

gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novbre.	desbre.
1	2	1	2	3	4	5	6	8	8	10	10

Per a l'establiment del curs mensual de la marea, en la Cronografia nàutica del Calendari Julià els mètodes tòpics, que acabem de resumir, eren emprats tot sovint d'una manera simplificada i especial, motiu pel qual val la pena d'examinar-los amb una mica d'atenció.

El cicle del *numerus aureus* era seguit per la Cronografia nàutica d'una manera molt pura, sense simplificacions ni irregularitats. L'única singularitat que s'hi troba, a vegades, és la de la manera d'obtenir-lo, la qual en la Cronografia tòpica consistia a obtenir el residu de la divisió $N+1$, on N és l'any de Crist¹⁷. La Cronografia nàutica, en canvi, comptava aquesta constant anual del còmput cronològic a partir d'un any determinat, de *numerus aureus* conegut, bo i afegint-hi una unitat cada any, fins al 19, que recomençava el còmput.

Així, Abraham Cresques¹⁸ el compta a partir de l'any 1375, que té el *numerus aureus* 8, i Pedro de Medina¹⁹ el compta a partir de l'any

¹⁵*Ibidem*, pp. 141-142.

¹⁶Les 8 unitats de diferència, que hi ha entre els regulars lunars comuns i aquests de la forma romana del cicle de l'epacta, són pels 8 dies de diferència que hi ha al calendari entre el noviluni de l'any del *numerus aureus* I i el del *numerus aureus* III, que inicien, respectivament, el còmput de l'any lunar en l'una forma i l'altra del cicle de l'epacta, tal com es pot somprovar al calendari luna (*Ibid.*, pp. 165-166).

¹⁷*Ibidem*, p. 220.

¹⁸CRESQUES, *Mapamundi* (ed. cit. *supra* n. 7), p. 38.

¹⁹MEDINA, *Regimiento* (cit. *supra* n. 8), fol. 51 v.

1501, que té el *numerus aureus* 1. Quan hi havia més d'un cicle i, per tant, els anys comptats passaven de 19, s'hi restaven aquests, una vegada o més, per mantenir el *numerus aureus* entre 1 i 19.

En el còmput de l'edat de la Lluna, la Cronografia nàutica seguia amb molta fidelitat el còmput astrològic i el feia per *dies complet*²⁰, és a dir, comptant els dies sencers i de migdia a migdia, de tal manera que el dia assenyalat al *llunari* o calendari lunar s'acabava al migdia d'aquella mateixa data solar. Pedro de Medina posa l'exemple del noviluni d'un dia 2 del mes solar, que s'escau en dilluns, i precisa que aquell dia s'acabava el mateix dilluns a migdia i, si es tractava d'un *llunari*, que determinava els novilunis per dies i hores, les hores eren després d'aquell migdia²¹ i, per tant del dia lunar següent.

Aquest sembla que era un mètode d'ús general en els llunaris, perquè Bernat de Granollachs²² (c. 1485) també l'explica. És per això que pot servir com a criteri general d'interpretació dels calendaris lunars, tant nàutics com tòpics.

Aquest criteri és important perquè, del segle XIV ençà, tal com ho hem dit abans, són relativament corrents els calendaris lunars que anticipen els novilunis, en relació a llur escaiença en el tradicional, i molts ho fan assenyalant-hi, no solament el dia, sinó també l'hora i el minut.

Aquesta anticipació era conseqüència de la precessió dels novilunis, abans esmentada, d'acord amb la qual en el Calendari Julià, de cada 312 anys i sis mesos, el noviluni s'anticipava d'1 dia.

A la Cronografia nàutica aquesta anticipació dels novilunis és molt patent, perquè té valors diversos, segons l'època de composició de cada obra. És per això que sembla haver estat aquesta Cronografia l'estímul permanent que donà lloc a aquestes actualitzacions del Calendari lunar Julià, que són les que portaren a la reforma gregoriana d'aquest, l'any 1582.

Aquest ús nàutic dels cicles del *numerus aureus* i de l'epacta fa també explicable, en aquests calendaris lunars corregits, la persistència de les 235 llunacions tradicionals del cicle metònic²³, puix que, mantenint

²⁰GARCIA I ROCAFIGUERA, *Cronografia tòpica* (cit. *supra* n. 5), pp. 114-115.

²¹MEDINA, *Regimiento*, fol. 45.

²²Josep CHAVAS i Antoni ROCA, *El "Lunari" de Bernat de Granollachs. Alguns aspectes de la història de l'astronomia a la Catalunya del Quatrecent*, Barcelona, 1985, p. 111.

²³GARCIA I ROCAFIGUERA, *Cronografia tòpica* (cit. *supra* n. 5), p. 227.

aquest cicle, no calia variar ni el cicle del *numerus aureus* ni el de l'epacta, encara que variés la datació solar dels novilunis.

Per tal que hom es faci càrrec d'aquesta variació de la datació solar del novilunis, a la taula següent mostrem juxtaposades les datacions solars dels novilunis de cada mes de l'any del *numerus aureus* 5, tal com són al calendari lunar tradicional²⁴, del qual coneixem exemples documentats des del segle X, al calendari de Cresques²⁵, de l'any 1375, al *llunari* de Granollachs²⁶, del 1485, i al de Medina²⁷, del 1563.

Variació de la datació solar del novilunis
Any de "numerus aureus" 5

Tradic.		Cresques			Granollachs			Medina
mesos	dies	dies	hores	minuts	dies	hores	minuts	dies
gener	9	6	0	58	5	13	55	4
febrer	7	4	11	46	4	5	22	3
març	9	5	20	42	5	18	--	4
abril	7	4	5	17	4	3	55	2
maig	7	3	13	19	3	11	49	2
juny	5	2	--	--	1	18	35	1
juliol	5	1	--	--	1	1	28	-
"	-	30	21	56	30	9	31	29
agost	3	29	13	8	28	19	47	28
setembre	2	28	7	4	27	8	58	27
octubre	2	28	0	28	27	1	6	27
"	31	--	-	--	--	-	-	--
novembre	30	26	8	27	25	19	45	25
desembre	29	26	11	14	25	15	15	25

²⁴*Ibidem*, pp. 165-166.

²⁵*Ibid.*, pp. 229-240.

²⁶Cit. *supra* n. 22.

²⁷MEDINA, *Regimiento*, fol. 49 v.

Al *llunari* de Medina hi ha l'anomalia que, de l'1 de juny al 29 de juliol solars, no hi ha cap noviluni. Si hom compara aquest *llunari* amb els altres tres de la taula, troba que, efectivament, al de Medina hi manca el 13è noviluni d'aquell any. Sembla doncs, que cal llegir-hi un altre noviluni el 29 de juny.

A la Cronografia nàutica, el cicle de l'epacta era seguit d'una manera especial, i fins i tot manipulada, tant en el cicle mateix com en els regulars lunars, motiu pel qual val la pena d'examinar-los amb una mica d'atenció.

La primera irregularitat que hom hi pot observar és que, dels tres cicles de l'epacta, que abans hem exposat, la Cronografia nàutica no en segueix el de l'epacta vulgar, sino el de la romana, tal com es pot comprovar a la correlació que segueix, on hi ha la del *numerus aureus* amb l'epacta, tal com l'estableix Medina²⁸.

Correlació del "numerus aureus" amb l'epacta, segons Medina

<i>Numerus aureus</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Epacta</i>	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20
<i>Numerus aureus</i>	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	
<i>Epacta</i>	1	12	23	4	15	26	7	18	29	

Tot i que aquest autor, de l'epacta d'aquest cicle, en diu *concurrente*, la sèrie numèrica precedent no és del *concurrent* del cicle solar²⁹, sinó de l'*epacta minor* o epacta lunar del cicle metònic. La discrepància d'aquests números epactals amb els del cicle de l'epacta vulgar, que era cosa corrent ací, sembla haver estat el motiu que induí Medina adonar-li aquest nom.

²⁸*Ibidem*, fol. 52.

²⁹GARCIA I ROCAFIGUERA, *Cronografia tòpica*, pp. 133-134.

No contradiu l'ús d'aquest cicle romà de l'epacta el fet que algun manuscrit venecià del segle XV³⁰ atribueixi a l'any del *numerus aureus* I l'epacta 10, i no pas l'11; això és degut a la circumstància que, si hom feia el *saltus Lunae*, en el qual l'epacta és 12³¹, l'any del *numerus aureus* III, tal com el fa el cicle epactal del calendari, en comptes de fer-lo l'any del *numerus aureus* XIX, que és el que pertoca en aquest cicle romà, l'any del *numerus aureus* I resultava d'epacta 10, car $29+11-30=10$, i el del *numerus aureus* III, en canvi, quan hom feia el *saltus Lunae*, la sèrie dels números epactals tornava a coincidir amb la romana, perquè $21+12-30=3$.

A Venècia històricament és explicable l'ús d'aquest cicle romà de l'epacta, però als països hispànics, fins ara, no l'hem vist mai usat a la Cronografia tòpica. El nom de *concurrante*, que li dóna Medina, ja indica la seva raresa entre nosaltres i fa pensar en una procedència veneciana, o almenys italiana, d'aquest mètode.

Un altre índex cronogràfic de procedència veneciana d'aquest mètode, que sembla molt expressiu, és el dels *regulars lunars*, com a mitjà per a l'establiment dels dies de noviluni en el calendari solar i per al còmput de l'edat de la Lluna.

Els regulars lunars usats per la Cronografia nàutica són -és clar- els propis del cicle romà de l'epacta, que acabem d'exposar. Però la seva sèrie no coincideix exactament amb la que hem mostrat abans, sinó que presenta dues particularitats molt característiques.

La primera d'aquestes particularitats és que, d'acord amb l'estil venecià del canvi de l'any, muda aquest el dia 1 de març i, per tant, la sèrie dels regulars és ordenada des de març fins al febrer següent, amb la qual cosa, segons el estil actual del canvi d'any l'1 de gener, aquest mes i el de febrer són els de l'any immediatament següent.

La segona particularitat és que aquests regulars lunars de la Cronografia nàutica només coincideixen amb els de la Cronografia tòpica fins al mes d'agost, i que en els mesos posteriors segueixen la numeració correlativa fins al 12, tal com ho mostra la taula següent:

³⁰Piero de VERSI, "Raxon de marineri". Biblioteca Nazionale Centrale, de Venècia, ms. ital., cl. IV, cod. 5379, fols. 3-4 r., de l'any 1445. Devem i agraïm la comunicació al Dr. Laureà Carbonell, el qual el transcriví en la seva tesis doctoral, cit. *supra* n. 6.

³¹GARCIA I ROCAFIGUERA, *Cronografia tòpica*, (cit. *supra*) n. 8), fols. 153-154 i 190-196.

Regulars lunars de la Cronografia nàutica

març. abr. maig. juny. jul. ag. set. oct. nov. des. gen. feb.

 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

És evident que aquesta sèrie dels regulars lunars, els mesos de setembre i novembre discrepa de la sèrie de la Cronografia tòpica en 1 unitat. Pel gener i febrer no hi ha discrepància, perquè les 10 unitats de diferència que hi ha entre un sèrie i l'altra són les que s'arrosseguen de desembre, que en aquest còmput és del mateix any. La inexactitud que això suposava era, doncs, poca.

La finalitat d'aquesta manipulació de la sèrie dels regulars lunars era la d'obtenir una regla simple per trobar la datació solar del noviluni de qualsevol mes sense necessitat de calendari.

En efecte, la suma de l'epacta pròpia de l'any i el regular propi del mes, ja hem dit abans que donava la datació lunar del dia 1 del mes solar. En conseqüència, restant aquesta suma dels 29 o 30 dies del mes lunar, la diferència donava la datació solar del noviluni. Però, com que en aquesta forma nàutica de la sèrie dels regulars lunars cada un d'aquests equivalia al número de mesos transcorreguts des de l'1 de març, el substrahend d'aquesta resta era la suma de l'epacta de l'any i el número de mesos transcorreguts des de l'1 de març fins al mes que era objecte de còmput. Així, per exemple, la datació solar del noviluni de juliol de l'any d'epacta 6 era el dia 19 d'aquest mes solar, puix que $30 - (6 + 5) = 19$.

Totes dues particularitats de la Cronografia nàutica, tal com les acabem d'exposar, es troben al manuscrit venecià del segle XV, abans citat³², i al *Regimiento de navegación*, de Pedro de Medina, que prescriu el canvi de l'epacta anual, precisament el dia 1 de març, i assenyala el noviluni de juliol de l'any d'epacta 6, el dia 19 d'aquest mes solar³³.

Per als regulars solars -que són diferents dels lunars- la primera de les dites particularitats, que és la del còmput a partir de l'1 de març, es troba també en algunes obres cronogràfiques catalanes del segle XIV³⁴,

³²Versi. "Raxon de marineri" (cit. *supra* n. 30), fols. 5 v.-6 r.

³³MEDINA, *Regimiento* (cit. *supra*, n. 8), fols. 52 i 49 v.

³⁴GARCIA i ROCAFIGUERA, *Cronografia tòpica*, p. 137.

però la de la sèrie dels regulars lunars sembla específica de la cronografia nàutica.

Un cop establerta la datació solar del noviluni, el còmput de l'*edat de la Lluna* tenia poques dificultats. Es podia fer per còmput manual o digital o bé per mitjà del calendari. D'una manera directa el seu còmput es podia fer també per mitjà dels mateixos regulars lunars, mètode en el qual, per trobar l'*edat de la Lluna* d'un dia qualsevol del mes solar, només calia afegir a la suma del regular i l'epacta els dies transcorreguts fins al que era objecte de còmput, puix que el regular ja donava la datació lunar del dia 1 del mes solar. El mètode és el mateix de la Cronografia tòpica³⁵.

Coneguda la datació solar del noviluni i, per tant, les dels dies restants del mes lunar, el còmput de la marea seguia el curs de les fases de la Lluna, que abans hem exposat, començant per les *aigües vives* del dia 1 del mes lunar, que era el del noviluni.

D'aquestes fases de marea viva i de marea morta, en coneixem tres distribucions mensuals, les quals, si bé coincideixen totes tres amb el cicle de les fases de la Lluna, fan una distribució diferent de les aigües vives i de les aigües mortes dintre dels 30 dies del mes lunar.

El manuscrit venecià de Zorzi da Modone³⁶, del 1445, diu que en els 30 dies del mes lunar hi ha dues marees vives (*aque forte*) i dues de mortes (*aque fele*), de les quals cada marea viva dura 10 dies i cada marea morta en dura 5. Efectivament, $(10+5) \times 2 = 30$.

Un altre manuscrit venecià dels primers anys del segle XV³⁷, que tracta de les galeres venecianes de la ruta comercial de Flandes³⁸ i que, per tant sembla més atent a les marees de la costa atlàntica d'Europa, fa la següent distribució de les fases de la marea entre els 30 dies del mes lunar:

En tot el mes lunar aquest manuscrit posa dos "punts" d'aigua, que són el del dia 1, que és el del noviluni i el *gran ponto*, i un altre *ponto de aqua*, el dia del pleniluni (*tondo* de la Lluna). Evidentment, tant l'un punt com l'altre són els de marea viva. Entre aquests dos "punts" de la marea,

³⁵*Ibidem*, p. 142.

³⁶ZORZI DA MODONE, *Note di architettura navale*, ms. cit. *supra*, n. 6, fol.18 r.

³⁷*Fabrica di galere*, cit. *supra* n. 6, fol. 122 v.

³⁸Sobre aquesta ruta comercial, cf. Francisco SEVILLANO COLOM, *De Venecia a Flandes (via Mallorca y Portugal, siglo XIV)*, "Boletín de la Sociedad Arqueológica Luliana", 33 (1968), pp. 1-33, i Frederic C. LANE, *Venetian merchant Galleys, 1300-1334: private and communal operation*, "Speculum", 38 (1963), pp. 179-205.

després del primer, fa durar les aigües vives del dia 1 al 5 del mes lunar. Del dia 5 al 9, hi posa la marea morta, amb dos dies (del 5 al 7) en què les aigües es mouen poc, i uns altres dos dies (del 7 al 9), que són els màxims de marea morta. Després del segon "punt", aquest manuscrit posa la marea viva del *tondo* de la Lluna (dia 15)³⁹ fins al dia 19 i, del 19 al 23, la marea morta, amb dos dies (del 19 al 21) en què les aigües es mouen poc, i uns altres dos en què posa la major marea morta. Del dia 23 del mes lunar al 30, aquest manuscrit no en diu res, però és evident que hi prossuposa el creixent de la marea, que dura fins al *gran ponto* del dia 1 del mes lunar següent.

L'altra distribució que coneixem, del curs mensual de la marea entre els 30 dies del mes lunar, és la hispànica, de la qual hi ha testimoniatges històrics dels segles XIV al XVI⁴⁰.

En aquesta distribució hi ha també els dos "punts" d'aigua (*cabeça de agua*, segons Medina), el dia 1 del mes lunar i el dia 15, que són també el del noviluni i el del pleniluni, els quals són els de marea viva, i el primer el del major creixent d'aquesta; del dia 1 del mes lunar fins al 8, segons aquesta distribució, minva la marea i, aquest, darrer, ni creix ni minva; del dia 9 fins al 15, torna a créixer la mar; del 16 al 22 minva, una altra vegada, i del 23 al 30 torna a créixer fins al "punt" del dia 1 del mes lunar següent.

Aquests dos "punts" d'aigua, del dia 1 del mes lunar i del dia 15, eren representats a la rosa dels vents cronogràfica per la seva plenamar, la qual, per a la Lluna, el dia 1 del mes lunar quedava al *NE* i el dia 15 al *SW*, tal com ho hem vist abans, quan hem parlat de l'hora de la plenamar en el cicle diari de la marea, i tal com ho veurem potser millor encara, dintre d'un moment, quan parlarem dels retards locals de la marea.

³⁹El calendari lunar tradicional, els mesos de 30 dies, ssenyalava el pleniluni el dia 14 del mes lunar, (GARCIA i ROCAFIGUERA, *Cronografia idpica*, pp. 199-200). L'assenyalament d'aquesta fase el dia 15, tal com ho fa la Cronografia nàutica, significa, doncs, una variació de la distribució tradicional de les fases de la Lluna.

⁴⁰Sembla implícita en l'obra de CRESQUES i l'exposa molt clarament MEDINA, *Regimiento*, (cit. *supra*, n. 8), fols. 52v.-53.

3. L'ESTABLIMENT DE PORT

Fins ara hem examinat el còmput del curs normal de la marea i els mètodes cronogràfics de la seva representació, d'acord amb el Calendari Julià. Però la realitat és que molt sovint hi ha diferència temporal entre l'hora real de la plenamar d'un lloc i l'hora calculada o tabulada per a la mateixa plenamar, i que aquesta diferència temporal no és igual, moltes vegades, ni tan sols en llocs propers d'una mateixa costa.

Aquest retard-o anticipació- de la plenamar és la que actualment s'anomena *establiment de port*, el qual, almenys en principi, és singular per a cada lloc. Els actuals es publiquen als almanacs nàutics i als anuaris de mareas.

Diu Abraham Cresques -que escrivia el segle XIV- que les mareas fan el mateix curs en el creixent i minvant de la mar, del *ras de Saint Merrin (ras Sant Main)* fins a l'estret dels Dardanel (Boca d'Aver), si bé no són iguals a tot arreu⁴¹.

Aquesta extensa zona marítima, que va de l'extrem sud occidental de la Gran Bretanya fins a l'extrem oriental de la mar Mediterrània, és, sens dubte, la zona marítima de la qual Cresques -que era mallorquí- tenia experiència, bé directa o bé indirecta, per referències obtingudes de la gent de mar.

De tota aquesta extensa zona marítima, durant el segle XIV, les rutes comercials més navegades per italians i catalans eren les de la mar Mediterrània i la de Flandes i d'Anglaterra⁴². Les primeres no tenien dificultats especials de navegació per raó de la marea, perquè aquesta a la mar Mediterrània és poc intensa. Però a la ruta de Flandes i Anglaterra, que vorejava la costa atlàntica d'Europa, les mareas són intenses i, per tant, suposaven una dificultat afegida a la navegació, sobretot al Canal de la Mànega (*Canal de Flandes*), per la proximitat de les costes i pels accidents topogràfics que hi ha en aquestes.

⁴¹CRESQUES, *Mapamundi*, edic. cit. *supra* n. 7, p. 43. GROSJEAN, en aquesta edició, identificà erradament el *ras Sant Mein* amb la Pointe de Saint-Mathieu, i la *Boca d'Aver* amb la badia de Le Havre, cosa amb la qual dislocà greument l'àmbit geogràfic expressat per CRESQUES. Per a la localització d'aquest darrer topònim, cf. Antoni RUBIÓ i LLUCH, *Diplomatari de l'Orient català*, Barcelona, 1947, p. 757.

⁴²Richar W. UNGER, *The Ship in the Medieval Economy. 600-1600*, Montreal, 1980, pp. 175-200.

Aquest sembla el motiu pel qual el mateix Cresques dóna l'establiment de port de 14 llocs d'aquest canal, uns de la costa continental i uns altres de la costa anglesa.

Aquest establiment de port l'expressa Cresques pel mètode cronogràfic de la rosa dels vents, que acabem d'examinar, i ho fa d'una manera gràfica, per mitjà d'un cercle pintat blau amb ones estilitzades, dividit en els 8 vents principals i aquests, en migs vents, on assenyala amb una *P* la posició de la plenamar a la rosa i amb una *B*, la baixamar, després d'haver advertit expressament que la norma de la posició de la Lluna a la plenamar és al *NE* (*Grec*) i al *SW* (*Llebeig*) i la de la baixamar, al *NW* (*Mestre*) i al *SE* (*Vent forà*), tal com abans ho hem explicat.

Aquest mateix mètode de la rosa dels vents, per establir el retard de la marea, es troba també en el manuscrit venecià de Piero da Versi⁴³, de l'any 1445, bé que expressat per escrit i no pas gràficament. Aquest manuscrit dóna l'establiment de port dels llocs més característics de tota la costa atlàntica de la ruta veneciana de Flandes, i no tan sols els del Canal de la Mànega, tal com ho fa Cresques; però els que dóna aquest hi són tots i, per tant, se'n pot fer la comparació sense gran dificultat.

Cresques diu expressament que la zona marítima, d'on registra l'establiment de port, és la que va del Portland Bill (*Mont de Gibetaria*), a Anglaterra, fins a la Pointe de Pomarch (*Stoch de Pomarch*), a la Bretanya. Els llocs extrems d'una riba i l'altra del Canal, d'on registra l'establiment de port, són, a la costa anglesa, Portland a l'*W* i Sandwich a l'*E*, i a la costa continental, la Baie de la Seine al *N* i l'illa de Sein al *S*⁴⁴.

Tant l'un autor com l'altre mesuren el temps de la variació de la plenamar dels dies de marea viva en els seus valors angulars a la rosa dels vents cronogràfica, en la qual la dita plenamar és posada al rumb que pertoca a l'hora que es produeix, de tal manera que aquesta variació temporal la representa la diferència angular que hi ha entre la norma de la plenamar amb la Lluna, bé al *NE* o bé al *SW*, i la posició angular que ocupa en aquesta rosa de l'establiment del port.

⁴³Piero DE VERSI, *Raxon de marineri*, ms. cit. *supra* n. 30, fols. 58 r.-61 r.

⁴⁴GROSJEAN, a la seva edició del *Mapamundi* de Cresques (cit. *supra* n. 7), no va transcriure el cercle expressiu de l'establiment de port, el qual cal consultar directament al facsímil de la mateixa edició i, a més, a l p. 38, identificà erradament el topònim *Mont de Gibetaria* amb el penyal de Gibraltar, cosa amb la qual alterà substancialment l'àmbit geogràfic expressat per Cresques.

En el quadre de la p. 615, donem juxtaposats els valors angulars a la rosa dels vents que donen, per a cada port, Abraham Cresques i Piero da Versi. Per tal d'identificar-ne els llocs, hi expressem el topònim actual de cada lloc, quan el coneixem, i els que donen aquests autors.

La primera observació que hom pot fer, en aquest quadre, és la gran similitud que hi ha en els valors de la variació horària de la plenamar, entre Cresques i Versi, la majoria dels quals són els mateixos en l'un autor i l'altre. Les diferències d'una *quarta* de vent no semblen significatives, perquè Cresques fa la valoració angular per migs vents i, en canvi, Versi la fa per *quartes* de vent, motiu pel qual la diferència de l'un autor a l'altre pot ésser deguda només a la manera d'expressar la fracció als valors angulars de la rosa.

En realitat, les úniques diferències importants entre l'un autor i l'altre són de l'illa de Guernsey, que és de 2 *quartes*, i la de Sandwich, que és de 4 *quartes* a la plenamar i 2 a la baixamar. Aquesta irregularitat, que és a la rosa de Cresques, fa pensar en una possible errada.

Aquesta coincidència entre Cresques i Versi es dona també en el mètode cronogràfic, car tots dos autors donen l'establiment de port per la posició de la Lluna a la rosa dels vents cronogràfica, i no pas per la posició del Sol, tot i que Cresques mateix dona la regla per reduir l'una posició a l'altra⁴⁵, tal com abans l'hem explicada.

Aquestes coincidències plantegen el problema històric de l'origen del mètode de la rosa dels vents cronogràfica per a l'establiment del curs de la marea, sobre el qual hem fet abans algunes observacions particulars i que cal que ara examinem en el seu conjunt.

En aquesta cronografia nàutica de la marea, ja hem observat abans una procedència italiana del cicle epectal romà i dels regulars lunars, dels quals fa ús, i hem observat igualment una influència específicament veneciana de la sèrie d'aquests, en fer-hi el canvi d'any precisament el dia 1 de març, d'acord amb l'estil cronogràfic venecià.

Aquesta procedència italiana del mètode de la rosa dels vents cronogràfica sembla refermada pel cercle que fa Cresques, per a l'establiment

⁴⁵CRESQUES, *Mapamundi*, edic. cit. *supra* n. 7, p. 43: "Vós devets saber de la Luna quantes hores aurà, cor lo comte devets saber, e per quasqun jorn una quarta; donchs si la Luna ha .VIII. jorns, serà luny del Sol .VIII. quartes de vent; donchs si lo Sol és per Ponent, la Luna serà .VIII. quartes de vent luny e serà per Migjorn, donchs podets entendre que les aigües muntan e quexen. E per aytants jorns con la Luna aurà, aytantes quartes de vent ne serà luny del Sol".

de port a les costes del Canal, el qual té les inicials dels noms italians dels 8 vents principals i no pas les inicials dels noms catalans dels mateixos vents, cosa deguda, probablement, al model que utilitzà aquest cartògraf.

Altrament, Cresques només registra l'establiment de port de llocs de la *Canal de Flandes* i Piero da Versi, d'aquestes mareas i de les restants de la costa atlàntica d'Europa, diu *queste sono le aque e le maie de Flandria, la que se truova, la Luna e piena e bassa, per li porti e de fuora i chanali*. I això fa pensar que l'origen del mètode cronogràfic, que ara ens ocupa, es troba en la navegació comercial veneciana del segle XIV a la ruta de Flandes.

Les primeres referències dels vaixells mediterranis a Flandes són d'unes galeres genoveses, documentades allà, els anys 1277-1278⁴⁶. De mallorquines, n'hi ha de documentades a Londres el 1281 i el 1304⁴⁷.

El primer viatge documentat de galeres venecianes a Flandes és de l'any 1315, quan el feren dues o tres galeres d'armadors particulars⁴⁸.

Cal dir, però, que la forma més característica del comerç venecià amb Flandes i Anglaterra eren les *mudue*, organitzades oficialment amb vaixells públics prestats a armadors particulars. La primera ho fou l'any 1317-1318⁴⁹. L'any 1332, el sistema de préstec fou variat pel de subhasta, però, a causa de l'estat de guerra permanent a la mar del Nord i al Canal de Flandes, l'any 1337 la *mudua* veneciana de Flandes fou suspesa i no tornà a reprendre fins l'any 1376. És a partir d'aleshores quan es mantingué amb una certa regularitat o permanència fins l'any 1532, que cessà del tot⁵⁰.

Abraham Cresques, en qui ja hem observat aquestes influències italianes, era mallorquí i escrivia l'any 1375 i, per tant, els models que utilitzava havien de ser anteriors. Però, com que la *mudua* veneciana era suspesa de 1337 a 1376, sembla que aquests models havien d'haver estat

⁴⁶Archibald R. LEWIS, *Northern European Sea Power and the Strits of Gibraltar, 1031-1350*, "Order and Innovation in the Middle Ages. Essays in Honor of Joseph R. Strayer", Princeton University Press, Princeton N.J., 1976, p. 156; reproduït al recull de treballs del mateix autor, *The Sea and medieval Civilizations*, Londres, 1978, estudi X.

⁴⁷SEVILLANO COLOM, *De Venecia a Flandes* (cit. *supra* n. 38), p. 18 i A. RUDDOCK, *Italian Merchants and Shipping in Southampton (1270-1600)*, Southampton, 1951, p. 21.

⁴⁸LANE, *Venetian merchant Galleys* (cit. *supra* n. 38), pp. 191-192.

⁴⁹*Ibidem*, p. 192, i Giuseppe STEFANI, *L'assicurazione a Venezia dalle origine alla fine della Serenissima*. I., Trieste, 1956, p. 37.

⁵⁰STEFANI, *Ibidem*.

originats durant la primera gran època de la *mudua* veneciana, és a dir, entre 1317 i 1337.

Durant aquella època, hi ha documentades a Mallorca, el 1324, onze galeres venecianes, que hi feien escala anant a Flandes i, l'any 1332, hi ha documentada una altra d'aquestes *mudue*, de nou galeres venecianes, que feien escala a Mallorca tornant de Flandes⁵¹. No és, doncs, estrany que el mètode cronogràfic, del qual ens hem ocupat, arribés al coneixement de Cresques, que tenia l'ofici de cartògraf. Aquest seu testimoniatge històric és, per ara, el més antic que coneixem del mètode de la rosa dels vents a la cronografia nàutica de la marea.

És per això que, com a apreciació conclusiva del conjunt d'observacions que acabem de fer, bé podem dir que, tant per la concordança entre la metodologia nàutica veneciana amb la de Cresques com per l'atenció singular que l'una i l'altra presten a les mareas pròpies de les costes de la ruta comercial mediterrània de Flandes i Anglaterra, el mètode cronogràfic de la rosa nàutica de la marea sembla haver-se originat en la navegació comercial d'aquesta ruta, la primera meitat del segle XIV.

La difusió posterior que tingué el dit mètode sembla haver estat deguda a les obres clàssiques de l'Art de navegar renaixentista, tals com la de Pierre Garcie-Ferrande⁵², que hem citat al començament, o la de Pedro de Medina⁵³, que hem fet servir ací també repetidament, les quals, durant el cinc-cents, tingueren edicions i traduccions diverses que en completaren l'efecte difusiu.

⁵¹Marcel DURLIAT i Joan PONS, *Recerques sobre el moviment del port de Mallorca*, "VI Congrés D'Història de la Corona d'Aragó", Madrid, 1959, p. 352.

⁵²WATERS, *The Rutters of the Sea*, cit. *supra* n. 4, pp. 138 i 216, dels anys 1502 i 1521, respectivament.

⁵³Veg. *supra* n. 8.

Establiment de port a les costes del Canal de la Mànega
(Norma: plenamar al NE i al SW)

Topònim actual	Abraham Cresques (1375)					Piero de Veni (1445)				
	Topònim	Plenamar	Baixamar	Variació quartes hores		Topònim	Plenamar	Baixamar	Variació quartes hores	
Scin (illa)	Sayn	N NE, S SW	E NE, WNW	2 1,5		Sain	NE 1/4 N, SW 1/4 S	SE 1/4 E	1 0'75	
Saint-Malo	San Mào	NE, SW	SE, NW	0 0		Samain	NE, SW	SE, NW	0 0	
	Forn d'Artús	ENE, WSW	NNW, SSE	2 1'5		Furno Darnus	NE 1/4 N, SW 1/4 S	SE 1/4 S	1 0'75	
Batz (illa)	Illa de Bas	E, W	N, S	4 3		Ixola de Bas	E, W	N, S	4 3	
	Serúilles	ESE, WNW	NNE, SSW	6 4'5		Sette Ixole		NNE, SSW	6 4'5	
Guernesey (illa)	Guioexo	SE, NW	NE, SW	8 6		Gamarui	ESE, WNW	S, SW	6 4'5	
	Ras Brazard	SE, NW	NE, SW	8 6		Ras de Blanzar	SE 1/4 E, NW 1/4 W		7 5'25	
Portland	Porlan	SE, NW	NE, SW	8 6		Porlan	SE 1/4 S, NW 1/4 N		9 6'75	
Wight (illa)	Ubic	SSE, NNW	ENE, WSW	10 7'5		Ixola Doix	SSE		10 7'5	
Beachy Head	Booccf	N, S	E, W	4 3		Belzef	N, S		4 3	
Winchelsea	Guisalexco	N, S	E, W	4 3		Salareu	N, S	E, W	4 3	
Romney	Romanco	NE, SW	SE, NW	0 0		Romanco	NE, SW		0 0	
Sandwich	Samuir	NE, SW	ESE, WNW	0 0		Saotoich	N, S	E, W	4 3	
Seine (badia)	Sayna	NE, SW	SE, NW	0 0		Sajna	NE, S, SE (sic)		0 0	

RÉSUMÉ

L'article étudie la difficulté que les navigateurs méditerranéens trouvèrent dans les marées quand ils arrivèrent aux rivages atlantiques aux dernières décades du XIIIe siècle et surtout pendant le XIVE siècle. Ils n'étaient pas acoutumés a ce phénomène naturel parce que il est presque inapreciable dans les côtes méditerranéennes. Ils furent donc obligés a connaître et apprendre le comput chronologique des marées, moyennant la rose des vents. L'article explique le fonctionnement de ce méthode et démontre qu'il fut découvert par les venitiens autour de 1317 et 1337 quand ils faisaient la route de Flandre.

SUMMARY

The article explains how difficult it was for the mediterranean sailors to solve the problem of the tides when they reached the Atlantic coasts in the last years of the XIIIth century and during the XIVth century. They were not used to this natural phenomenon because it is scarcely noticed in the Mediterranean Sea. So, they had to learn how to calculate the time by means of the traverse board. The article explains the management of this method and demonstrates that it was discovered by the Venetians between 1317 and 1337, when they began to navigate to Flanders.