



HAL
open science

Tempo e cronologia a Bisanzio

Fabio Acerbi

► **To cite this version:**

Fabio Acerbi. Tempo e cronologia a Bisanzio. Il tempo nell'Alto Medioevo. Atti della LXX Settimana di Studio, Spoleto, 13 – 19 aprile 2023, Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo, pp.235-268, 2024, 978-88-6809-411-9. hal-04262098

HAL Id: hal-04262098

<https://hal.science/hal-04262098v1>

Submitted on 31 Jul 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Tempo e cronologia a Bisanzio

FABIO ACERBI

CNRS, UMR8167, ‘Orient et Méditerranée’, équipe ‘Monde byzantin’, Paris

1. INTRODUZIONE

Nel tempo, l’eredità scientifica greca si trasferì a Bisanzio¹. All’ombra di Tolomeo, e *in primis* delle sue *Tavole Facili*², si svilupparono i due luoghi classici di riflessione e sistematizzazione cronologica: le tavole astronomico-cronologiche (che nei manoscritti sono normalmente presentate insieme) e le piccole enciclopedie cronologiche comunemente denominate ‘Computi pasquali’. Né i Computi né buona parte delle tavole cronologiche sono originali tolemaiche, ma frutto di elaborazioni tardo-antiche o proto-bizantine. Propongo in questo contributo una guida per immagini a questi due tipi di elaborazione. Le immagini sono annotate, affinché siano messe in evidenza le informazioni cronologiche su cui di volta in volta si concentrerà la mia esposizione; talvolta, una stessa tavola offrirà più motivi di interesse. Le annotazioni si spingono talvolta a visualizzare gli algoritmi d’uso delle tavole; queste visualizzazioni traducono in operazioni sulle tavole le procedure che nel testo esporrò discorsivamente. Alcuni algoritmi di calcolo di variabili cronologiche che non si avvalgano di tavole sono esposti per mezzo di testi originali e di una loro traduzione.

Le elaborazioni bizantine altomedievali sono trasmesse in copie manoscritte annotate, e presuppongono un’aderenza incondizionata, e talvolta cieca, al modello epistemico ed espositivo tolemaico. Nella mia prospettiva attuale, è cruciale che i manoscritti di contenuto astronomico o cronologico siano spesso databili. Questi elementi di datazione possono essere costitutivi del testo o delle tavole trasmessi, oppure emergere in annotazioni posteriori [TAV. 1; Leid. B.P.G. 78, f. 55r]. La presenza di questi elementi di datazione è del tutto naturale in manoscritti di contenuto cronologico, in virtù dell’argomento e grazie al fatto che i lettori successivi tendono ad aggiornarne i dati. In casi fortunati – uno in particolare, tra quelli di cui mi occuperò, è eccezionalmente fortunato – è possibile

¹ Praticamente tutti i manoscritti che menzionerò sono accessibili in rete; il modo migliore per raggiungerli è tramite una ricerca nel sito <https://pinakes.irht.cnrs.fr/>. Nella bibliografia relativa ai manoscritti, ometterò di menzionare i cataloghi di riferimento; mi limiterò a segnalare bibliografia essenziale relativa ad aspetti specifici. Indicazioni tra parentesi quadre del tipo ‘[C4]’ rimandano alla sigla assegnata alla tavola in oggetto nella lista di riferimento in A. ΤΙΗΟΝ, *Πτολεμαίου Πρόχειροι Κανόνες*, *Les Tables Faciles de Ptolémée, volume 1a, Tables A1–A2*, Louvain-la-Neuve, 2011 (Publications de l’Institut Orientaliste de Louvain, LIXa). Per le date userò la notazione era – anno – mese – giorno. AM = era mondiale bizantina, calendario giuliano; AD = era corrente nel mondo occidentale, calendario giuliano fino ad AD 1582 ottobre 4, un giovedì, gregoriano da AD 1582 ottobre 15, ovviamente un venerdì. Nel presente contesto non posso che adottare la prospettiva geocentrica di tutta l’astronomia precopernicana.

² Per le *Tavole Facili* di Tolomeo si vedano *Claudii Ptolemaei opera quae exstant omnia*, ed. J. L. HEIBERG, I-II, Lipsiae, 1898-1907, II, pp. CXC-CCIII; B. L. VAN DER WAERDEN, *Die Handlichen Tafeln des Ptolemaios*, in «Osiris», XIII (1958), pp. 54-78; W. D. STAHLMAN, *The Astronomical Tables of Codex Vaticanus Graecus 1291*, PhD Thesis Brown University, Providence (RI), 1959; O. NEUGEBAUER, *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, I-III, Berlin – Heidelberg – New York, 1975 (Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences, 1), pp. 969-1028. ΤΙΗΟΝ, *Πτολεμαίου* cit. (nota 1) costituisce la sintesi di un’intera tradizione di studio e fornisce tutta la bibliografia in merito.

ripercorrere la storia di questi manoscritti, e talvolta spingersi in profondità lungo le loro radici temporali.

La cronologia si fonda su due opposizioni polari: la dialettica fra tempo lineare e tempo circolare, così evidente in prima battuta nelle periodicità di certi fenomeni naturali, e la dialettica fra continuità temporale e discretizzazione calendariale, quest'ultima indotta dalle periodicità appena accennate. Entrambe le opposizioni si risolvono in una riduzione del primo polo al secondo, propulsa da due potenti apparati tecnici: l'astronomia matematica e i Computi pasquali. La scelta epistemologica fondante di Tolomeo, e di chiunque abbia da quel momento contemplato la natura con occhi matematici, dette forma numerica alle regolarità che la modellistica fa soggiacere ai fenomeni, e non alla complessità di questi ultimi³. Dati gli strumenti matematici allora a disposizione, la suddetta regolarità si riduce alla linearità e periodicità dei moti circolari uniformi che caratterizzano i modelli tolemaici, resa esplicita tramite il primo calcolatore analogico: le tavole numeriche. Ma i periodi naturali, immersi nella continuità del flusso temporale, sono in linea di principio incompatibili con la discretizzazione calendariale delle unità temporali, quali anni, mesi, e giorni. Ne consegue che gli unici cicli temporali esatti sono quelli creati artificialmente, di solito allo scopo di approssimare cicli temporali naturali.

2. IL TEMPO LINEARE: ANNI, MESI, SETTIMANE, GIORNI, ORE

Iniziamo dalla dialettica fra tempo lineare e tempo ciclico nelle *Tavole Facili* di Tolomeo come ci sono state trasmesse nei più antichi manoscritti bizantini⁴. Nell'ordine probabile di copia, essi sono⁵:

– CITTÀ DEL VATICANO, Biblioteca Apostolica Vaticana, Vat. gr. 1291, copiato poco dopo il regno di Niceforo I, AD 802-811;

– LEIDEN, Universiteitsbibliotheek, B.P.G. 78, copiato sotto il regno di Leone V, AD 813-820;

– FIRENZE, Biblioteca Medicea Laurenziana, Plut. 28.26, copiato sotto il regno di Leone VI, AD 886-912;

– VENEZIA, Biblioteca Nazionale Marciana, gr. Z. 331 (coll. 552), privo del *Canon Regius* che rende possibile datare gli altri tre (si veda infra) e per altri versi largamente incompleto, ma forse copiato anch'esso sotto il regno di Leone VI.

³ Quest'ultima è un'opzione possibile, come mostrano le effemeridi [TAV. 2; P.Mich. inv. 1454 recto]. Sulle effemeridi antiche e protobizantine si vedano NEUGEBAUER, *A History* cit. (nota 2), p. 1142 s.v.; A. JONES, *Astronomical Papyri from Oxyrhynchus*, I-II, Philadelphia, 1999, I, pp. 40-42 e 173-228, II, pp. 169-317, con bibliografia.

⁴ Va notato – si veda la lista in ΤΙΗΟΝ, *Πτολεμαίου* cit. (nota 1), pp. 47-48 – che, dopo questi manoscritti, si apre una voragine di quasi quattro secoli nella tradizione delle *Tavole Facili*: il testimone recenziore più antico è databile alla fine del XIII secolo. Ritorniamo su questo fatto alla fine.

⁵ Le migliori descrizioni di questi manoscritti si leggono in ΤΙΗΟΝ, *Πτολεμαίου* cit. (nota 1), pp. 19-41. Si veda Ibid., pp. 61-73, per l'elenco di tutte le tavole del trattato di Tolomeo e per la loro collocazione nei quattro testimoni più antichi.

Con la sola eccezione del codice di Leiden, questi sono dei magnifici esemplari d'apparato (le dimensioni spesso ridotte non devono ingannare, ci ritorneremo), sostanzialmente privi di segni di attività esegetica non originaria anteriore al XII secolo⁶.

È evidente e ben noto che le *Tavole Facili* testimoniate in questi manoscritti non corrispondono esattamente a quelle descritte da Tolomeo⁷. In particolare, le tavole cronologiche che ne fanno parte sono state modificate per accrezione e continuazione.

Il tempo lineare trova la sua prima e più ampia espressione nel *Canon Regius* [C1] e nei *Fasti Consulares* [C2]. Il *Canon Regius* presenta l'ere utilizzate da Tolomeo ed elenca le durate parziali e cumulative degli anni di reggenza in una sequenza di dinastie (Assiri e Babilonesi, Persiani, Macedoni e Romani)⁸ a partire da un istante iniziale, detto 'epoca'⁹; le sequenze di dinastie che ammettono un'epoca sono dette 'ere'¹⁰. Occorre ovviamente una struttura calendariale soggiacente: il calendario adottato da Tolomeo (e il più comodo a fini astronomici) si compone di anni egiziani vaghi di 365 giorni, ripartiti in 12 mesi di 30 giorni più 5 ἡμέραι ἐπιπλέοντα 'giorni addizionali'; nessun anno è bisestile¹¹. Per questo motivo, nel *Canon Regius* la data di inizio di ogni regno (d'altronde mai espressa

⁶ Nelle parole di Hermann Usener (*Monumenta Germaniae Historica, Auctorum Antiquissimorum Tomus XIII. Chronicorum Minorum saec. IV. V. VI. VII.*, hrsg. Th. MOMMSEN, III, Berlin, 1898, pp. 364 e 365), che si riferisce al Laur. Plut. 28.26, copiato «iussu ac sumptibus aut ipsius imperatoris aut viri alicuius tunc primatis»: «codicem hominis causa scriptum esse qui splendorem potius quam utilitatem curaret, non solum ut dixi ad spectus ipse indicio est, sed hoc quoque quod nusquam antiquum scholion adscriptum est. neque lectitati olim libri vestigia ante saeculum undecimum medium comparent, quo imperatorum tabula continuari coepta est». Per questi segni di attività si vedano la penultima nota di questo contributo e il testo ad essa associato.

⁷ Si veda già Heiberg, in *Claudii Ptolemaei opera* cit. (nota 2), pp. CXC-CXCIII. NEUGEBAUER, *A History* cit. (nota 2), p. 968, osserva correttamente che la credenza che le *Tavole Facili*, nella forma in cui sono attestate nei testimoni più antichi, risalga a Teone di Alessandria non ha alcun fondamento.

⁸ L'anno di accesso del reggente X sono gli anni cumulativi associati al reggente X – 1 più 1 unità.

⁹ A rigore, l'epoca di un'era è un istante, non un anno o un giorno. L'epoca dell'era Nabonassar (si veda sotto alla nota 12) è BC 747 febbraio 26 a mezzogiorno sul meridiano di Alessandria.

¹⁰ In generale, un'era è un conteggio non ciclico di anni calendariali che inizia da un anno 1, detto appunto 'epoca'; non esiste un anno 0. Il conteggio degli anni è 'prolettico' quando sia usato per anni che precedono l'epoca. In questo caso, gli anni sono contati a ritroso a partire da quello che precede l'anno 1; questi anni sono differenziati da un opportuno prefisso, come BC (che userò al posto di AC) invece di AD. Storici della scienza hard-core e astronomi considerano le ere prolettiche infantilismi da 'storici' in quanto l'assenza di un anno 0 le rende aritmeticamente incongrue. Di fatto, un anno 0 è un nonsenso cronologico, così come lo sono le ere che contano a ritroso: la maniera corretta di affrontare il problema è concatenarle, dopo aver fissato un qualche anno 1 nel passato più remoto: questa è l'idea di Tolomeo; questa è l'idea che sta alla base dei 'giorni giuliani' introdotti da Scaligero e formalizzati da Ideler. Introdurre un anno 0 e usare numeri negativi per anni che precedono l'epoca introduce – con buona pace delle suddette categorie di studiosi – due nonsensi cronologici. L'anno 0 nell'era AD fu introdotto in J. CASSINI, *Tables Astronomiques du soleil, de la lune, des planètes, des étoiles fixes, et des satellites de Jupiter et de Saturne; Avec l'explication et l'usage de ces mêmes tables*, Paris, 1740, p. 5 del capitolo III. L'epoca dei giorni giuliani BC 4713 è determinata usando lo stesso criterio che fu usato dai Bizantini per introdurre la loro era AM (epoca BC 5509 settembre 1, un sabato; anni giuliani): sincronizzazione dei cicli lunare, solare e indizionale (si veda sotto la sezione 5). A parte la differente data ad epoca (gennaio 1, un lunedì, i giorni giuliani; settembre 1, l'era AM bizantina), le due epoche non possono coincidere perché derivano da ere soggiacenti asincrone: l'era AD e l'era AM alessandrina (epoca BC 5493 agosto 29, un martedì); si veda la derivazione in NEUGEBAUER, *A History* cit. (nota 2), pp. 1062-1064 (si tratta di un'applicazione del Teorema Cinese del Resto). Dal momento che i giorni giuliani sono quantità continue, la data ad epoca è il giorno giuliano 0. Sulle ere, si veda la sinossi in V. GRUMEL, *La Chronologie*, Paris 1958 (*Traité d'Études Byzantines*, 1), pp. 207-226 e 279-296. Si veda anche NEUGEBAUER, *A History* cit. (nota 2), p. 1143 s.v., e specialmente pp. 1047-1048, 1064-1067 e 1074-1076 (con bibliografia), e le sezioni dedicate in O. NEUGEBAUER, *Ethiopic Astronomy and Computus*, Wien, 1979 (*Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften*, 347) e O. NEUGEBAUER, *Abu Shaker's "Chronography". A Treatise of the 13th Century on Chronological, Calendrical, and Astronomical Matters, written by a Christian Arab, preserved in Ethiopic*, Wien, 1988 (*Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften*, 498). Va da sé rimandare allo studio di riferimento F. K. GINZEL, *Handbuch der Mathematischen und Technischen Chronologie*, I-III, Leipzig, 1906-14.

¹¹ Il calendario civile egiziano usava anni vaghi di 365 giorni; si vedano L. DEPUYDT, *On the Consistency of the Wandering Year as Backbone of Egyptian Chronology*, in «Journal of the American Research Center in Egypt», XXXII (1995), pp. 43-58; L. DEPUYDT, *Calendars and Years in Ancient Egypt: The Soundness of Egyptian and West Asian Chronology in 1500-500*

in dettaglio al di là dell'anno) è convenzionale, e coincide con l'inizio dell'anno calendariale in cui ha avuto luogo il cambio di reggenza ('anno di accesso al regno'). Le ere adottate da Tolomeo sono l'era Nabonassar nell'*Almagesto*, l'era Filippo Arrideo nelle *Tavole Facili*¹². Il *Canon Regius* può includere entrambe, e l'inclusione del periodo da Nabonassar a Filippo dipende dal manoscritto: le *Tavole Facili* di Leiden, ff. 54r-55r and 64r-65v (due volte la 'stessa' tavola), e quelle vaticane, ff. 16v-17r, lo includono, mentre quelle di Firenze, f. 39r-v, non lo fanno; nel primo caso, il conteggio inizia di nuovo da Filippo 1¹³.

Le ere sono sincronizzate agganciandole una dopo l'altra, con l'accortezza che si possono agganciare soltanto ere che usino lo stesso tipo di anno calendariale (vago o di tipo giuliano o lunare). Lo snodo tra due ere può avvenire all'interno di una tavola, oppure implicare un cambio di tavola, come nel passaggio dall'era Nabonassar all'era Filippo nelle *Tavole Facili* di Leiden [TAV. 3; Leid. B.P.G. 78, f. 64r]. All'interno di una dinastia, le ere sono talvolta prolungate oltre la data di copia del manoscritto [TAV. 4; Laur. Plut. 28.26, f. 39v]. Per converso, l'ultimo reggente il cui nome sia copiato dalla mano principale ma i cui anni di regno siano lasciati in bianco fornisce un intervallo temporale sicuro per la copia del manoscritto¹⁴. Ci sono due *Canones Regii* nelle *Tavole Facili* conservate a Leiden. Sono arricchiti da annotazioni datate o databili, che rivelano le stratificazioni di questo importantissimo manoscritto, e cioè la sua dimensione temporale [TAV. 5; Leid. B.P.G. 78, f. 65v].

I *Fasti Consulares*, cioè gli elenchi dei consoli romani, ci sono giunti in due redazioni differenti e attestate in due manoscritti differenti¹⁵. La prima, nelle *Tavole Facili* di Firenze, copre il periodo da AD 138/9 ad AD 372/3; gli anni sono elencati secondo le ere Filippo ed Augusto; sono presenti due cruciali colonne con i quadrienni bisestili (chiamati ἐπακτὰ ἡτοὶ ἐμβόλιμοι '<giorni> addizionali ovvero intercalari') e i loro cicli [TAV. 6; Laur. Plut. 28.26, f. 43r]. La seconda, nelle *Tavole Facili* di Leiden,

BC and the Consistency of the Egyptian 365-Day Year, in *Calendars and Years: Astronomy and Time in the Ancient Near East*, ed. J. M. STEELE, Oxford 2007, pp. 35-81; S. STERN, *Calendars in Antiquity*. Oxford 2012, pp. 125-142 e 161-166. L'inizio di questi anni 'vaga' a ritroso lungo le stagioni fino a che ritorna a cadere nello stesso giorno (periodo 'sotico'); questa peregrinazione dura $365 \times 4 + 1 = 1461$ anni vaghi (ovviamente, lo 'stesso giorno' va fissato in modo indipendente). In virtù della loro uniformità, solo gli anni vaghi potevano essere usati nell'astronomia matematica antica per tabulare la periodicità delle componenti cinematiche dei moti dei corpi celesti.

¹² Era Nabonassar: epoca BC 747 febbraio 26, un mercoledì; anni vaghi. Era Filippo: epoca BC 324 novembre 12, una domenica; anni vaghi.

¹³ I *Canones Regii* sono editi da Usener in *M.G.H.* cit. (nota 6), pp. 438-455. Usener non impiegò il Vat. gr. 1291.

¹⁴ Per il *Canon Regius* nel codice Laurenziano e per i suoi aggiornamenti ad opera di mani tardo-medievali o rinascimentali si veda D. BIANCONI, *Il Laur. Plut. 28.26 ovvero la storia di Bisanzio nella storia di un codice*, in *Alethes Philia. Studi in onore di Giancarlo Prato*, a cura di M. D'AGOSTINO, P. DEgni, Spoleto, 2010 (Collectanea, XXIII), pp. 39-63. Per il *Canon Regius* nel codice Vaticano, lo studio di riferimento è ormai T. JANZ, *The Scribes and the Date of the Vat. gr. 1291*, in «Miscellanea Bibliothecae Apostolicae Vaticanae», X (2003), pp. 159-180. Si vedano anche I. SPATHARAKIS, *Some Observations on the Ptolemy MS. Vat. gr. 1291: Its Date and the Two Initial Miniatures*, in «Byzantinische Zeitschrift», LXXI (1978), pp. 41-49, e D. H. WRIGHT, *The Date of the Vatican Illuminated Handy Tables of Ptolemy and of its Early Additions*, in «Byzantinische Zeitschrift», LXXVIII (1985), pp. 355-362, ma JANZ, *The Scribes* cit. (qui sopra), pp. 160-161, osserva giustamente che i dati astronomici inclusi nella ruota al f. 9r del codice vaticano possono essere usati per datare la ruota, non la produzione del manufatto. Su questa ruota si veda A. TIHON, 1993. *L'astronomie à Byzance à l'époque iconoclaste (VIII^e-IX^e siècles)*, in *Science in Western and Eastern Civilization in Carolingian Times*, ed. P. L. BUTZER, D. LOHRMANN, Basel, 1983, pp. 181-203: 194-200.

¹⁵ I *Fasti Consulares* sono editi da Usener in *M.G.H.* cit. (nota 6), pp. 359-381 e 386-410. Per i quadrienni bisestili nei *Fasti Consulares* si veda anche NEUGEBAUER, *A History* cit. (nota 2), pp. 966-967.

copre il periodo da AD 222/3 ad AD 630/1; gli anni sono elencati secondo le ere Augusto, Diocleziano e Filippo¹⁶; sono indicati gli anni bisestili e l'indizione [TAV. 7; Leid. B.P.G. 78, f. 63v]¹⁷.

Non possono mancare, in un'enciclopedia cronologica degna di questo nome, tavole che formalizzano la dialettica fra tempo proprio e tempo altrui. Nelle *Tavole Facili* si trovano infatti degli splendidi *Hemerologia* [C6] [TAV. 8; Laur. Plut. 28.26, f. 45r]¹⁸. Questi sono tavole di concordanza tra i mesi in differenti calendari; l'anno è necessariamente quello di 365 giorni, ma la periodizzazione giuliana è sottintesa. Nella prima colonna si trova ovviamente il calendario della provincia centrale dell'Impero, nelle altre i calendari regionali¹⁹. Nell'*Hemerologion* fiorentino compare una colonna aggiuntiva, detta 'selenodromo', su cui ritorneremo. Nel manoscritto di Leiden è presente un'ulteriore tavola di concordanza tra i calendari egiziano-alessandrino, romano e antiocheno [C7] [TAV. 9; Leid. B.P.G. 78, f. 151r]. In calce ad ognuna di queste tavole, mese per mese, viene eseguita la somma del numero di giorni denominati per mezzo di Idi, None e Calende; essa fornisce ovviamente, volta per volta, il numero di giorni del mese in questione. Un calendario concepito diversamente contiene annotazioni sull'inizio dei mesi nell'anno ebraico e tirio, sulla lunghezza del giorno e della notte e su fenomeni astronomici e terrestri rilevanti che hanno luogo a date fisse. Esso è tradito nel Computo detto *Anonymus* 686²⁰, attestato fra gli altri nel LEIDEN, Universiteitsbibliotheek, Scal. 33 (XI s.), ff. 22r-23r [TAV. 10; Laid. Scal. 33, f. 22v], e su cui ritornerò a più riprese.

Questi *Hemerologia*, che costituiscono la variante strettamente cronologica delle tavole del moto solare secondo i modelli tolemaici, non si possono continuare o agganciare l'uno all'altro: siamo entrati nel regno del tempo ciclico.

La ciclicità si perde nell'unità calendariale mensile²¹, ma viene recuperata nell'unità calendariale giornaliera e, soprattutto, nella periodicità del tutto fittizia della settimana. La determinazione del giorno della settimana di una data assegnata è complicata dall'adozione dell'anno giuliano, caratterizzato dal periodo bisestile di quattro anni. Dato che 7 e 4 sono primi tra loro e che 365 non è multiplo di nessuno

¹⁶ Era Augusto: epoca BC 30 agosto 31, una domenica; anni alessandrini (anni vaghi in *Almagestum*, III, 7). Era Diocleziano: epoca AD 284 agosto 29, un venerdì; anni alessandrini o giuliani.

¹⁷ L'indizione è un ciclo di 15 anni introdotto a scopi fiscali nel tardo impero romano. Esistono più varianti regionali del ciclo indizionale, e la sua storia iniziale è intricata. AD 312/3 è l'anno 1 del ciclo indizionale usato a Bisanzio, che fu convenzionalmente anticipato a coincidere con AM 1. Si vedano R. S. BAGNALL, K. A. WORTH, *Chronological Systems of Byzantine Egypt*, 2nd ed., Leiden – Boston, 2004, per la fase iniziale, GRUMEL, *La Chronologie* cit. (nota 10), pp. 192-206, per le varianti regionali. Si veda anche A. A. MOSSHAMMER, *The Easter Computus and the Origins of the Christian Era*, Oxford, 2008, pp. 20-24.

¹⁸ Edizione in W. KUBITSCHKE, *Die Kalendarbücher von Florenz, Rom und Leiden*, Wien, 1915 (Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Phil.-hist. Klasse, LVII.3).

¹⁹ Sui calendari antichi, e in particolare su quelli regionali, si veda A. E. SAMUEL, *Greek and Roman Chronology. Calendars and Years in Classical Antiquity*, München, 1972 (Handbuch der Altertumswissenschaft, I.7). Si veda anche la tavola in GRUMEL, *La Chronologie* cit. (nota 10), pp. 300-301.

²⁰ Per i Computi che qui menziono si veda F. ACERBI, *Byzantine Easter Computi*, Città del Vaticano, 2024 (Studi e Testi, XXX), con edizione di tutti i Computi la cui edizione non sia indicata, e lo studio preliminare F. ACERBI, *Byzantine Easter Computi: An Overview with an Edition of Anonymus 892*, in «Jahrbuch der Österreichischen Byzantinistik», LXXI (2021), pp. 1-62, con edizione del Computo detto *Anonymus* 892 (nelle note successive citerò solo il libro). Denomino i Computi anonimi datati facendo seguire '*Anonymus*' dalla data, per la quale si veda sotto la sezione 6.

²¹ Il motivo è semplicemente che l'unità calendariale mensile è un residuo dei calendari lunari: non ha un fondamento in ciclicità associate al 'moto' solare, ed è anzi incompatibile con la durata di ogni approssimazione ragionevole dell'anno tropico. La ciclicità 'lunare' mensile è recuperata nei cicli lunari, come vedremo nelle sezioni 4 e 5.

di questi due numeri, ne risulta un ciclo settimanale di $7 \times 4 = 28$ anni²². Nei manoscritti più antichi, la determinazione del giorno della settimana è affidata a due complessi di tavole. Il primo, che si trova nelle *Tavole Facili* di Leiden e che non lavora all'interno del ciclo calendariale giuliano, combina due sottotavole [TAV. 11; Leid. B.P.G. 78, f. 52r-v]: si determina, nella sottotavola al f. 52r, la sequenza di lettere dell'alfabeto che corrisponde all'anno corrente in un ciclo settennale che inizia AM 6349 [= AD 840/1] (anno 1 di un ciclo bisestile; gennaio 1 = ottobre 1 è un sabato, da cui l'iscrizione ἡμέραι κατὰ σάββατον 'giorni secondo il sabato' nella tavola ai ff. 52v-53r, che rappresenta solo anni non bisestili), si inseriscono mese e giorno nella sottotavola ai ff. 52v-53r e si ricava la lettera che corrisponde alla data assegnata. In testa alla riga che contiene questa lettera nella sequenza della prima tabella si legge il giorno della settimana della data assegnata [C5]. Gli anni bisestili non sono tenuti in conto. Nella stessa pagina, il testo seguente spiega come usare le due tavole per trovare il giorno della settimana di una data assegnata; le istruzioni sono quelle che ho appena descritto (ma la tavola annotata è più perspicua delle mie istruzioni).

σύντομος ἐρμηνεία τοῦ προκειμένου κανόνος

εἰ ζητεῖς ἐπιγνῶναι τὴν ποستاίαν τοῦ μηνὸς ποία ἡμέρα τῆς ἐβδομάδος ἐστί, ποίει οὕτως. ἀπὸ τοῦ ,στμθ ἔτους κράτει ἕως τοῦ χρόνου οὗ ἐπιζητεῖς, καὶ τούτοις πρόσθετος τὸ δ' αὐτῶν, καὶ τὰ γινόμενα μέρισον παρὰ τῶν ζ, καὶ τὸ καταλειφθὲν ἐκεῖνο εἴσαγε εἰς τὸ σελίδιον τὸ ἄνω τὸ ἐπιγράφον 'ἔτος', καὶ ἴσθι ὅτι ἐν ἐκείνῳ δεῖ σε πραγματεῦσθαι. εἶτα ὄρα τὴν ἐπιζητουμένην σοι ποستاίαν τοῦ μηνὸς ποῖον ἔχει στοιχεῖον εἰς τὴν ἡμέραν τοῦ σαββάτου, καὶ ἐκεῖνο τὸ στοιχεῖον ὄρα ποῦ ἐστὶν ἐν τῷ σελιδίῳ τοῦ καταλειφθέντος ἀριθμοῦ, καὶ ἐξωθεν ἐξ ἴσου εὐροις γεγραμμένην τὴν ἡμέραν.

Spiegazione concisa della tavola appena posta

Se vuoi sapere un giorno del mese quale giorno è della settimana, fai così. A partire dall'anno 6349, tieni gli anni fino all'anno che cerchi, e a questi somma $\frac{1}{4}$ di essi, e dividi il risultato per 7, e quello che resta inseriscilo nella colonna intitolata 'anno', e sappi che devi lavorare in quella <colonna>. Poi considera quale lettera ha il giorno da te cercato del mese nel <la tavola del> giorno del sabato, e considera dove si trova quella lettera nella colonna del 'numero che resta', ed all'esterno, allo stesso livello, troverai scritto il giorno <della settimana>.

All'interno del ciclo calendariale giuliano, si può utilizzare una tavola [C3] che indica il giorno della settimana di una data assegnata all'interno del periodo calendariale (detto normalmente 'solare') di 28 anni; la troviamo ancora nelle *Tavole Facili* di Leiden e, in forma leggermente modificata, in *Anonymus*

²² Affinché il ciclo settimanale più breve sia di 28 anni, non è necessario che un anno calendariale superi un numero intero di settimane di 1 unità: ogni calendario in cui l'anno comune e quello bisestile si compongono di un numero di giorni che non sia multiplo di 7 dà origine allo stesso ciclo. Sarà opportuno ricordare che è falso affermare che tutte le date di un anno cadono negli stessi giorni della settimana solo dopo 28 anni: AD 2019 dicembre 10 era un martedì, come lo era AD 2013 dicembre 10, e ciò implica – poiché nessuno di questi due anni è bisestile – che tutte le date corrispondenti in questi due anni cadono negli stessi giorni della settimana. Ciò che distingue AD 2013 da AD 2019 è la loro posizione nel ciclo quadriennale bisestile: AD 2013 è il primo anno in questo ciclo, AD 2019 è il terzo. Solo dopo un periodo di 28 anni la stessa sequenza di combinazioni di date e giorni della settimana si ripete negli anni che occupano la stessa posizione nel ciclo bisestile. In particolare, il giorno addizionale degli anni bisestili cade di nuovo nello stesso giorno della settimana dopo 28 anni.

686 [TAV. 12; Leid. B.P.G. 78, f. 1v; Leid. Scal. 33, f. 24v]²³. Una tavola di questo genere, con le colonne a indicare il giorno della settimana di inizio di ogni mese, avrà un'immensa fortuna a Bisanzio, dove sarà comunemente nota come 'tavola del trovagiorno' (καρόνιον τοῦ ἡμεροεὐρεσίου). L'era di riferimento della tavola nel manoscritto di Leiden non è specificata (la sequenza di anni bisestili si adatta solo all'era Augusto); forse la tavola era intesa come un calendario perpetuo, oppure rappresenta un segmento di anni specifico e non un ciclo calendariale paradigmatico. L'impiego come tavola perpetua del trovagiorno è suggerito dal fatto che i mesi non compaiono. La tavola può infatti essere usata come segue. In un anno x di un ciclo solare che inizia con l'ultimo anno di un ciclo bisestile, se il giorno della settimana della data corrente è y , il giorno della settimana della stessa data in un altro anno z del ciclo solare è dato dal numerale che si trova nella cella identificata dalla riga intestata z e dalla colonna in cui si trova y . Per date differenti da quella corrente, basta calcolare la distanza in giorni tra le due date, ridurre modulo 7^{24} , sommare il risultato a y e ridurre ancora modulo 7. I due numerali in ogni cella della riga marcata come anno bisestile devono essere rispettivamente usati per date che precedono e seguono il giorno addizionale.

Dato che i numerali sono solo dei segnaposto, la tavola nel manoscritto di Leiden può essere usata nell'era AM bizantina sottraendo due unità dall'anno del ciclo solare associato a quest'era. *Anonymus* 686 usa lettere alfabetiche, e non numerali, e indica gli anni multipli di 4 come bisestili: la tavola è direttamente sincronizzata con l'era AM bizantina.

Nell'*Enarratio de paschate* di Massimo il Confessore, una ruota e una tavola a entrata variabile vengono utilizzate per trovare il giorno di inizio di un mese assegnato in un anno assegnato: dopo aver ridotto l'anno al ciclo calendariale 'solare' alessandrino²⁵, si inseriscono il mese nella tavola posta all'interno della ruota (a marzo sono assegnate due righe, una per gli anni bisestile e l'altra per quelli non bisestili) e l'anno del ciclo solare nella ruota; la parte intera delle epatte associate all'anno del ciclo solare viene inserita nella prima riga della tavola all'interno della ruota²⁶; la cella identificata dal valore delle epatte e da quello del mese fornisce il giorno della settimana [TAV. 13; Leid. Scal. 33, f. 12r].

Nessun manoscritto delle *Tavole Facili* contiene tavole cronologiche che permettono di determinare l'ora, anche se in una copia parziale del 'piccolo commentario' di Teone associata alle *Tavole Facili* di Leiden sono elencati i loro nomi [TAV. 14; Leid. B.P.G. 78, f. 161r]. Nei Computi sono frequenti brevi

²³ Fra i manoscritti delle *Tavole Facili*, queste due tavole si rintracciano solo nel codice di Leiden, che si conferma, a differenza degli altri, un vero manuale di istruzioni astronomico e cronologico.

²⁴ Ai nostri scopi, è sufficiente sapere che una riduzione modulo n di un numero k consiste nel prendere il resto della divisione di k per n . Si veda anche sotto la sezione 5.

²⁵ Si veda la sezione 5 per questa operazione, che consiste nel ridurre modulo 28 gli anni dell'era impiegata.

²⁶ Le epatte solari sono la differenza accumulata tra il numero di giorni di un anno calendariale e il multiplo intero di settimane più vicino. Epatte solari superiori a 7 sono ridotte modulo 7. Le epatte associate all'anno 1 del ciclo solare sono fissate convenzionalmente, e gli standard variano. Se, come nel caso dell'*Enarratio*, la differenza accumulata è calcolata usando l'approssimazione canonica dell'anno tropico a $365\frac{1}{4}$ giorni, e non l'anno calendariale, le epatte solari includono parti frazionarie.

sezioni in cui sono elencate le suddivisioni di 1 ora. Un esempio ci viene dal Computo detto *Anonymus* 1092A, che elabora sicuramente materiale più antico²⁷:

[doppia-]ora	punto	minuto	grado	momento	indicazione	atomo
1	5	10	150	1200	14400	864000
	1	2	30	240	2880	172800
		1	15	120	1440	86400
			1	8	96	5760
				1	12	720
					1	60

Per una data assegnata, le ore stagionali erano quantificate grossolanamente negli *Horopodia* [TAV. 15; Vat. gr. 342, f. 18r], che indicano ora per ora e mese per mese la lunghezza dell'ombra di un oggetto di altezza assegnata (di solito 6 piedi)²⁸. Sono normalmente forniti anche la lunghezza del mese in giorni e la durata del giorno e della notte in ore equinoziali; i mesi sono quasi sempre accoppiati, come se i solstizi e gli equinozi fossero collocati al volgere di un mese e non al suo interno. Una sequenza di lunghezze d'ombra vale per l'intero mese. Le lunghezze delle ombre sono fornite in numeri interi, secondo uno schema aritmetico: la lunghezza minima (quella per il mezzogiorno) dipende ovviamente dalla latitudine e nelle nostre tavole è di norma fissata a 2 piedi, per una lunghezza del giorno massima di 15 ore equinoziali; le lunghezze associate ad una stessa ora differiscono normalmente di 1 unità mese dopo mese; in un mese assegnato, le differenze prime sono 10, 4, 3, 2, 1; la sequenza di lunghezze dell'ombra è simmetrica con centro il mezzogiorno; alla 12^o ora non è associata una lunghezza, il che mostra che le lunghezze delle ombre sono tabulate per tempi compiuti (si veda la prossima sezione). Non stupisce trovare *Horopodia* di forma circolare [TAV. 16; Leid. Scal. 33, f. 26r]. Queste tavole sono talvolta associate a Computi pasquali²⁹, e spesso presenti nei Salteri; talvolta sono usati i nomi dei mesi nel calendario antiocheno [TAV. 17; Oxon. Bodl. Auct. D.4.1, ff. 29v-30r].

²⁷ F. P. KARNTHALER, *Die chronologischen Abhandlungen des Laurent. Gr. Plut. 57, Cod. 42. 154-162v*, in «Byzantinisch-neugriechische Jahrbücher», X (1933), pp. 1-64: p. 5, ll. 20-26. Per dettagli ulteriori si veda ACERBI, *Byzantine Easter Computi* cit. (nota 20), Parte V, Sezione 3. Se la durata della giornata (e della notte) di una data assegnata è suddivisa in 12 ore di uguale lunghezza, esse sono dette 'stagionali', e la loro lunghezza dipende dalla data e dall'essere ore diurne oppure notturne. Se la durata di un giorno intero è suddivisa in 24 ore di uguale lunghezza, esse sono dette 'equinoziali', e la loro lunghezza non dipende dalla data. Le ore stagionali ed equinoziali coincidono, appunto, nei giorni dei due equinozi.

²⁸ Si vedano C. WESSELY, *Bruchstücke einer antiken Schrift über Wetterzeichen*, in «Sitzungsberichte der Philos.-hist. Cl. der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften», CXLI(1), I. Abhandlung, Wien, 1900; O. SCHISSEL, *Antike Stundentafeln*, in «Hermes», LXXI (1936), pp. 104-117; O. NEUGEBAUER, *Über griechische Wetterzeichen und Schattentafeln*, in «Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Philos.-hist. Kl. Sitzungsberichte», CCXL(2) (1962), pp. 27-44; NEUGEBAUER, *A History* cit. (nota 2), pp. 736-748, che elenca *Horopodia* catalogati o pubblicati, con riferimento specifico al *Catalogus Codicum Astrologorum Graecorum*; NEUGEBAUER, *Ethiopic Astronomy* cit. (nota 10), pp. 209-215. Per dettagli ulteriori, e per un database più ampio di quello di Neugebauer, si veda ACERBI, *Byzantine Easter Computi* cit. (nota 20), Parte VII, Sezione 3.

²⁹ Molti *Horopodia* sono preceduti da un breve testo esplicativo, in forma di epistola prefatoria (talvolta scorciata) indirizzata ad un re Filippo da uno *hōrocratōr* il cui nome è talvolta Sesto talvolta Dionisio. Si vedano le edizioni in *Catalogus Codicum Astrologorum Graecorum*, ed. F. V. M. CUMONT, I-XII, Bruxelles, 1898-1953, V, 3, pp. 76-78 (Dionisio); *Ibid.*, VII, pp. 188-190 (Sesto); SCHISSEL, *Antike Stundentafeln* cit. (nota 28), pp. 114-117; ACERBI, *Byzantine Easter Computi* cit. (nota 20), Parte X. Si veda anche la discussione in NEUGEBAUER, *A History* cit. (nota 2), pp. 739-740.

3. TAVOLE E RUOTE; DISCRETO E CONTINUO

È tempo di introdurre un intermezzo formale. Discuterò brevemente due aspetti: (1) la forma delle tavole, cronologiche e non; (2) una conseguenza capitale della discretizzazione delle unità temporali.

Quanto alla forma delle tavole, ve ne sono due in competizione: tavole rettangolari e tavole circolari, le cosiddette ‘ruote’; le seconde – nient’altro che tavole rettangolari due dei cui lati siano ‘incollati’ – rendono esplicito il carattere ciclico della variable tabulata. Tavole circolari sono in uso anche in ambito strettamente astronomico, una volta che il luogo in cui si producono i fenomeni tabulati abbia una forma circolare; il caso più noto è quello del ‘diagramma degli orizzonti’ [TAV. 18; Laur. Plut. 28.26, f. 83r]³⁰.

Fra le *Tavole Facili* di Leiden e quelle vaticane [TAV. 19; Leid. B.P.G. 78, f. 2r; Vat. gr. 1291, f. 47r] si trovano due redazioni differenti di una ruota delle epatte lunari [C4]; queste sono la differenza accumulata, modulo 30, fra i 365 giorni dell’anno calendariale e i 354 di 12 mesi lunari schematici (cioè di 29 giorni e mezzo l’uno)³¹; le epatte associate ad un anno sono quelle accumulate alla fine dell’anno precedente. La prima ruota copre l’intervallo Diocleziano 30-238 [= AD 313/4-521/2]; la seconda, che doveva essere presente anche nel monumentale *Almagesto* CITTÀ DEL VATICANO, Biblioteca Apostolica Vaticana, Vat. gr. 1594 (IX³ s.)³², in quanto la troviamo in tutti i suoi apografi precedenti alla perdita di alcuni fascicoli, copre l’intervallo Diocleziano 30-257 [= AD 313/4-540/1]. Nella ruota del codice di Leiden manca un raggio; in quella vaticana (e in quella che troviamo negli apografi del Vat. gr. 1594) ce n’è uno di troppo, riempito di segni 0. All’origine di questo fenomeno curioso deve risiedere il fatto che dividere un cerchio in 18 o in 20 parti è molto più semplice che dividerlo in 19 parti. I copisti di antenati dei nostri due manoscritti dovettero scegliere tra due modi di essere infedeli al contenuto e alla concezione della ruota, e adottarono soluzioni complementari.

Nel Vat. gr. 1291 e negli apografi del Vat. gr. 1594 la ruota è accompagnata da due scolii. Il primo è attestato solo nei testimoni dell’*Almagesto* e coordina le epoche delle ere Filippo e Diocleziano, dichiarando che l’anno corrente è Diocleziano 541 [= AD 824/5], il secondo formula un algoritmo per trovare le epatte lunari nell’era Diocleziano, e lo esemplifica per l’anno corrente Diocleziano 239 [= AD 522/3].

ἀπὸ Ἀδάμ ἕως τοῦ πρώτου ἔτους τῆς βασιλείας Φιλίππου τοῦ μετὰ Ἀλέξανδρον τὸν κτίστην γίνονται ἔτη ,ερπδ· ἀπὸ τοῦ πρώτου ἔτους Φιλίππου ἕως ἀρχῆς Διοκλητιανοῦ ἔτη χζ· σύνθεσ· γίνονται ἀπὸ Ἀδάμ ἕως τῆς ἀρχῆς τῆς βασιλείας τοῦ Διοκλητιανοῦ ἔτη ,εψφα· γίνονται ἀπὸ Διοκλητιανοῦ ἕως ἐνισταμένης γ^{ης} ἐπινημήσεως ἔτη φμα.

τὰ ἀπὸ Διοκλητιανοῦ ἔτη κατέχων ἐν τῇ χειρί σου ἀφαίρησον ἐξ αὐτῶν ἓν· τὰ λοιπὰ μέρισον παρὰ τὸν δεκαεννέα, καὶ τὰ λοιπὰ πολυπλασίασον ἐπὶ τὸν ιθ {lege ια}, καὶ ρίψον τριακοντάδας, καὶ τὰ

³⁰ Su questo diagramma si veda A. TIHON, *Le diagramme des horizons et les prosneuses des éclipses dans l’astronomie de Ptolémée*, in «*Almagest*», IX (2018), pp. 61-87.

³¹ Lo standard delle epatte è qui quello alessandrino.

³² Una descrizione completa di questo manoscritto si trova in F. ACERBI, *Topographie du Vat. gr. 1594*, in *La «collection philosophique» face à l’histoire. Péripéties et tradition*, publ. D. BIANCONI, F. RONCONI, Spoleto, 2020, pp. 239-321.

καταλειπόμενα λέγε ἑπακτὰς εἶναι. ὑποδείγματος χάριν ἔστω ἔτος σλθ· ἀφ' ὧν α· λ<οιπὰ> σλη· παρὰ τὸν ἰθ· δεκάκις δεκαεννέα, δις δεκαεννέα· λοιπὰ ἰ· ταῦτα ἐπὶ τὸν ἑνδεκά· γίνεται {δεκάκις δεκαεννέα} ρι· ῥίπτομεν τρὶς τριάκοντα· λοιπαὶ κ{ατὰ}. ταύτας λέγομεν ἑπακτὰς.

Da Adamo fino al primo anno del regno di Filippo, quello dopo Alessandro il Fondatore, ci sono 5184 anni³³; dal primo anno di Filippo fino all'inizio di Diocleziano, 607 anni; somma: da Adamo fino all'inizio del regno di Diocleziano ci sono 5791 anni; da Diocleziano fino alla corrente 3^a indizione ci sono 541 anni.

Tenendo a mente gli anni da Diocleziano, sottrai loro uno; dividi il resto per diciannove, e moltiplica il resto per 11, e getta trentine, e di' che quanto resta sono le epatte. Per esempio, sia l'anno 239; dai quali 1: resto 238; diviso 19: dieci volte diciannove, due volte diciannove: resto 10; questi per undici: viene 110; gettiamo tre volte trenta: resto 20. Queste diciamo <essere> le epatte.

Il primo scolio fa semplicemente la somma degli anni che intercorrono tra l'epoca di un'era e la successiva, e somma ancora gli anni trascorsi, nella seconda era, fino a quello corrente; questo fornisce l'anno corrente nella prima era. Il secondo scolio espone in tutta generalità l'algoritmo di calcolo delle epatte lunari nell'era Diocleziano, e lo applica poi ad un esempio specifico. La differenza stilistica tra le due formulazioni è evidente, è di origine greco-antica ed è stata studiata in dettaglio in un contesto del tutto generale³⁴. L'algoritmo generale (che adotta il codice stilistico 'procedurale') si formalizza come segue³⁵:

$$(a_D) \rightarrow (a_D - 1) \rightarrow (a_D - 1) \bmod 19 \rightarrow 11[(a_D - 1) \bmod 19] \rightarrow 11[(a_D - 1) \bmod 19] \bmod 30 = e_l.$$

Le due immagini nella [TAV. 19] evidenziano il difetto delle ruote: non si possono frazionare (come è invece possibile fare con le tavole rettangolari), e per questo diventano inutilizzabili quando devono contenere troppi dati. Come possiamo dunque 'intavolare' la ciclicità – che nelle ruote è costitutiva del *layout* – nelle tavole rettangolari³⁶? Ad esempio per mezzo di un'immersione in tavole di ordine superiore, se si realizza un'identità dei valori alla fine di una tavola di ordine inferiore e all'inizio di quella di ordine superiore. Semanticamente, la ciclicità si esprime assegnando un nome ad un'unità discreta (ad esempio, il 'mese') che si compone di unità discrete di ordine inferiore, come il 'giorno' e l' 'ora'. Vediamo come esempio la tavola del moto medio in longitudine del Sole nell'*Almagesto* PARIS, Bibliothèque nationale de France, gr. 2389 (IX s. in.), ff. 69v-70r: il valore del moto medio associato a

³³ Gli anni dovrebbero essere 5185.

³⁴ In F. ACERBI, *The Logical Syntax of Greek Mathematics*, Heidelberg – New York, 2021, sezioni 1.1-4 (includere le regole su come apporre la punteggiatura). Per i codici stilistici impiegati nei Computi si veda ACERBI, *Byzantine Easter Computi* cit. (nota 20), Parte IV.

³⁵ È applicata due volte una riduzione modulare, prima modulo 19 e poi modulo 30; si veda la nota 24 sopra. La prima, dopo sottrazione di 1 unità, riduce gli anni nell'era Diocleziano a quelli del ciclo lunare di 19 anni; la seconda sottrae i giorni di un mese lunare 'pieno', che va a costituire la tredicesima lunazione dell'anno calendariale in corso. Quanto ai simboli, a_D è l'anno nell'era Diocleziano, e_l sono le epatte lunari nell'anno di ciclo lunare l . È necessario sottrarre 1 come primo passaggio in quanto l'era Diocleziano non è sincronizzata con il ciclo lunare canonico di 19 anni.

³⁶ Si faccia attenzione che nessuna tavola tra quelle viste finora è doppiamente ciclica, ha cioè una struttura torica; ovviamente, nelle 'ruote' non è implementabile la ciclicità radiale.

24 ore è uguale a quello associato ad 1 giorno; quello associato a 30 giorni è uguale a quello associato a 1 mese; quello associato a 18 anni è uguale a quello associato al primo ciclo di 18 anni (che rispetta in modo artificioso la regola semantica appena esposta: è una ὀκτώκαιδεκάετηρίς ‘diciottennio’) [Tav. 20; Par. gr. 2389, ff. 69v-70r]³⁷.

I cicli di 18 anni dell’*Almagesto* sono sostituiti nelle *Tavole Facili* da cicli di 25 anni. Come spiega Tolomeo stesso, le lunghezze di questi cicli sono semplicemente dettate da motivi ‘codicologici’: nell’*Almagesto*, il numero di righe standard di una tavola è 45. Tolomeo adduce come motivazione che 45 è un divisore esatto di 360 (διὰ τὸ σύμμετρον ‘per motivi di congruenza’)³⁸; fra gli altri divisori disponibili, 60 righe erano evidentemente troppe per un papiro standard, 40 non si adattavano ad altre tavole proposte nel séguito dell’opera, 30 righe, che implicano un formato ridotto, forse troppo poche vista la lunghezza del trattato e la presenza di numerosi diagrammi. Ne consegue che, διὰ τὸ φανησόμενον σύμμετρον τῆς κανονογραφίας ‘per una presentazione simmetrica del tracciato delle tavole’³⁹, i cicli del moto medio solare sono di 18 anni. Pertanto, in *Almagestum*, III, 2, i valori del moto medio per cicli (45 cicli), anni semplici da 1 a 18, mesi⁴⁰, giorni da 1 a 30, ore da 1 a 24, sono esposti in un insieme congruente di tavole a 45 righe: 45 cicli da 18 anni (+ 1 titolo) = 18 anni all’interno di un ciclo + 24 ore (+ 2 titoli) = 12 mesi + 30 giorni (+ 2 titoli) [Tav. 20]. Nelle *Tavole facili*, le tavole sono ridotte a 30 righe⁴¹, e ve ne sono ammesse che non completano la pagina. Di conseguenza, il ciclo di base dei moti medi passa da 18 a 25 anni, in modo da adattarsi al ridotto numero di righe.

Il principio base di immersione sopra descritto non è applicato nelle *Tavole Facili*. Spiegare il motivo di questa mancata applicazione ci permette di discutere brevemente la dialettica fra tempo continuo e tempo discreto come trova applicazione nelle tavole astronomiche e cronologiche. Quando forniamo una determinazione temporale – ad esempio AD 2023 giugno 21, ore 8 e 17 minuti – l’anno, il mese e il giorno non sono ancora compiuti, mentre l’ora e i minuti lo sono. Questo dualismo, che si è stabilizzato con l’uso, trova origine nella necessità di segmentare una quantità continua (il tempo) in quantità discrete. La nostra ‘epoca’ è AD 1 gennaio 1 a mezzanotte per un opportuno meridiano, e siamo

³⁷ Dato che un anno non è composto da un numero intero di mesi, non si dà l’immersione mese → anno.

³⁸ TOLOMEO, *Syntaxis Mathematica*, I, 10, ed. cit. (nota 2), I, 1, p. 47, l. 3.

³⁹ TOLOMEO, *Syntaxis Mathematica*, III, 1, ed. cit. (nota 2), I, 1, p. 209, ll. 14-15

⁴⁰ In gruppi di 30 giorni, denominati semplicemente per mezzo dei multipli di 30 fino a 360; i 5 giorni addizionali dell’anno egiziano vago sono trascurati in quanto irrilevanti in questo contesto.

⁴¹ La riduzione delle dimensioni e del dettaglio tecnico sono la conseguenza di esigenze di maneggevolezza materiale e d’impiego (il πρόχειροι del titolo), che coincidono con quelle dei fruitori di riferimento, quasi sicuramente astrologi: A. JONES, *The Place of Astronomy in Roman Egypt*, in *The Sciences in Greco-Roman Society*, ed. T. D. BARNES, Edmonton, 1994, pp. 25-51. Si noterà che tre dei quattro manoscritti in maiuscola delle *Tavole Facili* sono di piccole dimensioni: Venezia, mm 165×120; Leiden, mm 190×145; Firenze, mm 230×175. Usener (si veda la citazione nella nota 6) insisteva a buon diritto sul fatto che il codice di Firenze fosse il frutto di una committenza puntuale di altissimo livello; dai medesimi ambienti sarà venuto lo stimolo alla produzione dell’esemplare di Venezia, mentre quello di Leiden è di fattura più ordinaria, ed in effetti mostra i segni d’uso che stiamo vedendo. Non bisogna però accordare peso eccessivo alle ridotte dimensioni: sembra chiaro che i codici delle *Tavole Facili*, il cui numero di pagine è determinato dal contenuto, riproducano in altezza le dimensioni dei papiri originari. In questa prospettiva, il vero esemplare di conservazione sembra il Vat. gr. 1291, inutilmente ingombrante (mm 283×205) se lo scopo è consultare tavole che non contengono più di 30 righe. Sui codici matematici bizantini più antichi come esemplari di conservazione si veda in ultimo F. ACERBI, M. TRIZIO, *Uprooting Byzantium. Ninth-Century Byzantine Books and the Graeco-Arabic Translation Movement*, in «Scandinavian Journal of Byzantine and Modern Greek Studies», VIII (2022), i.c.s., sezione 3.

soliti indicare gli anni nel modo appena visto. Niente impedirebbe però di raggrupparli ulteriormente per secoli e indicare l'anno nella nostra era usando solo tempi non compiuti (o 'incipienti'), come segue: 'ci troviamo nel 23° anno del XXI secolo' (il fatto che si debbano usare ordinali è rivelatore); impiegando quantità compiute, scriveremmo che 'sono trascorsi 20 secoli e 22 anni': già nello scrivere '2023' i secoli sono compiuti, non incipienti, mentre gli anni all'interno di un secolo sono incipienti, non compiuti (questa ripartizione non ha niente di artificiale, come mostrano i μικρὰ ἔτη 'anni piccoli' dei Bizantini, che ritroveremo nella sezione 5).

Queste considerazioni sono cruciali per comprendere la costruzione e l'uso delle tavole numeriche. Una tavola ha un argomento, posto normalmente nella colonna all'estrema sinistra, e uno o più valori che ne sono funzione, posti nelle altre colonne⁴². Nelle tavole astronomiche, l'argomento può essere il tempo o una variabile angolare rappresentata da un arco o da un angolo; il valore tabulato è raramente un tempo e molto frequentemente una variabile angolare⁴³. Nel caso del *Canon Regius*, l'argomento sono i reggenti (si tratta di una variabile temporale!), i valori tabulati sono le durate parziali e cumulative degli anni di reggenza (una variabile temporale solo *per accidens*!). Il canone è organizzato 'per tempi compiuti': ad ogni reggente sono associati gli anni di durata del suo regno e quelli trascorsi da epoca alla fine del regno. È in effetti frequente il caso in cui il *Canon Regius* termina con un nome di reggente non accompagnato dagli anni di regno [TAV. 4]. Analogamente, come abbiamo visto alla fine della sezione precedente, gli *Horopodia* sono organizzati per tempi compiuti. Le epatte, sia lunari che solari, sono invece organizzate 'per tempi incipienti'.

Molte tavole astronomiche approntate da Tolomeo rappresentano moti circolari uniformi – cioè funzioni lineari periodiche, tabulate ad intervalli regolari – che dipendono dal tempo direttamente o tramite altre variabili angolari. La linearità del moto fa sì che – fatte salve alcune eccezioni e trascurando gli arrotondamenti – valori tabulati consecutivi abbiano una differenza costante. Le tavole astronomiche sono quindi tavole di moltiplicazione. La struttura moltiplicativa può essere di due tipi: $a \pm kb$ con $k \geq 0$, oppure mb con $m \geq 1$; in entrambi i casi, il fattore moltiplicativo b è detto 'differenza prima'. Nel primo caso, il valore iniziale (quello 'ad epoca') della variabile tabulata, sopra indicato con a , coincide con il primo valore tabulato; nel secondo, dovrà essere incluso nell'algoritmo che si avvale delle tavole per calcolare la posizione del corpo celeste d'interesse⁴⁴. Nel primo caso, le tavole sono organizzate per tempi incipienti: il valore tabulato è relativo all'inizio dell'unità temporale discreta (anno, mese, giorno) ad argomento; nel secondo, le tavole sono organizzate per tempi compiuti: il valore tabulato è relativo alla fine dell'unità temporale discreta ad argomento, e costituisce semplicemente un 'incremento' (ἐπουσία). Nel primo caso, il valore relativo, ad esempio, all'anno corrente ha come argomento l'anno

⁴² La pluralità di valori tabulati può avere due cause: (1) valori omologhi relativi a corpi celesti differenti dipendono dallo stesso argomento; (2) il moto di certi corpi celesti necessita di più moti di base per essere modellizzato.

⁴³ Queste due fattispecie non esauriscono tutti i casi possibili: ad esempio, i valori tabulati nella tavola delle corde in *Almagestum*, I, 11 sono lunghezze di segmenti di retta, quelli in certe tavole delle eclissi sono numeri puri (le magnitudini di un'eclisse).

⁴⁴ Nel libro III dell'*Almagesto*, le tavole del moto medio del Sole sono costruite e presentate nei capitoli 1-2, cioè prima del calcolo dei valori ad epoca, che è effettuato nel capitolo 7 e che è appunto parte integrante dell'algoritmo di calcolo.

corrente stesso; nel secondo, ha come argomento l'anno precedente. Per questo motivo, le tavole organizzate per tempi incipienti sono più semplici da usare, ma non possono rispettare il principio di immersione. Le tavole dei moti medi del Sole, della Luna, di Regolo e dei 5 pianeti sono (parzialmente: e il motivo è lo stesso che ci fa usare ore e minuti compiuti e giorni, mesi e anni incipienti) organizzate per tempi incipienti nelle *Tavole Facili*, per tempi compiuti nell'*Almagesto*: questo è il motivo principale per cui le *Tavole Facili* sono dette 'facili' (πρόχειροι).

4. LA LUNA

Il moto della Luna è più complesso di quello solare⁴⁵. La sua rappresentazione in tavole cronologiche è di norma costituita dall'adattamento all'anno calendariale di una sequenza di mesi lunari 'schematici' alternati di 29 o 30 giorni (che in media dà i 29 giorni e mezzo dell'approssimazione più cruda del mese sinodico), cioè dalla combinazione della ciclicità del moto lunare e di quello solare. Un primo esempio è costituito dal 'selenodromo' attestato anche tra le *Tavole Facili* come ultima colonna dell'*Hemerologium* fiorentino [TAV. 8] e, più compiutamente e con meno errori di copia, in *Anonymus* 686 [TAV. 21; Leid. Scal. 33, f. 23v]. I mesi lunari sono immersi uno dopo l'altro nell'anno calendariale per mezzo di 10 lettere dell'alfabeto, da A a K, intervallate da due giorni l'una dall'altra. Risultano così coperti i 30 giorni dei mesi lunari 'pieni'; due lettere intervallate da un giorno soltanto identificano il mese lunare 'cavo' di 29 giorni. Questa tavola è da utilizzarsi in congiunzione con la tavola dei 'giorni secondo la Luna' [C8] [TAV. 22; Laur. Plut. 28.26, f. 44r], che tiene conto delle epatte lunari proprie ad ogni ciclo⁴⁶.

Una tavola del moto lunare che fu pesantemente criticata in età tardo-bizantina è quella del corso della Luna nei segni zodiacali in funzione del mese romano o alessandrino [S1]. La tavola ha sulle ordinate i giorni della Luna da congiunzione ripartiti per gruppi alternati di 2 o 3 (= 12 doppie righe + 2 doppie righe per i mesi + 1 per l'inconsueta intestazione = 15 doppie righe = 30 righe), sulle ascisse i mesi romani e alessandrini. Le celle contengono i nomi dei segni, sempre lo stesso su ogni diagonale che corre per giorni decrescenti. Questa tavola è onnipresente nelle *Tavole Facili* [TAV. 23; Laur. Plut. 28.26, f. 43v; Leid. B.P.G. 78, f. 74v], ed è attestata anche in *Anonymus* 686 (ad esempio nel Leid. Scal. 33, f. 25v).

5. IL TEMPO CICLICO: I COMPUTI PASQUALI

⁴⁵ Per i modelli del moto della Luna nell'astronomia matematica greca e babilonese si vedano le sezioni dedicate in NEUGEBAUER, *A History* cit. (nota 2). Lo studio del moto della Luna permette di determinare le sizigie, e se queste possono dar luogo ad eclissi o meno. La data di Pasqua dipende dall'età della Luna', come vedremo nella prossima sezione.

⁴⁶ L'utilizzo di queste tavole, che presuppongono un ciclo lunare di 30 anni e che sono attestate anche nella *Cronografia* di Elia di Nisibis [*Eliae Metropolitae Nisibeni Opus Chronologicum. Pars Posterior*, ed. J.-B. CHABOT, Romae – Parisiis – Lipsiae, 1910 (Corpus Scriptorum Christianorum Orientalium LXIII. Scriptores Syri. Versio. Series Tertia – Tomus VIII), pp. 125-127 = L.-J. DELAPORTE, *La chronographie d'Élie Bar-Sinaya métropolitain de Nisibe*, Paris, 1910, pp. 319-322], è spiegato in ACERBI, *Byzantine Easter Computi* cit. (nota 20), Parte V, Sezione 8.

Il moto della Luna ci fa convergere sui Computi pasquali, che già nel commentario di Stefano-Eraclio alle *Tavole Facili* furono integrati al materiale astronomico e cronologico. I Computi pasquali sono in realtà piccole enciclopedie cronologiche, in cui sono forniti algoritmi di riduzione degli anni in un'era assegnata ai cicli indizionale, solare e lunare, e algoritmi di calcolo della data della Pasqua legale e di quella cristiana, così come di festività ad esse legate quali la data della domenica di 'Carnevale' (ἀπόκριεως) o la lunghezza del digiuno dei Santi Apostoli, oltre a dati cronologici generali, come le suddivisioni temporali viste sopra nella sezione 2. Sporadicamente, i Computi sono completati con materiale astrologico e con folklore attinente alla filosofia naturale (origine dei venti, inizio delle stagioni)⁴⁷.

I Computi pasquali possono essere parte integrante di molte costellazioni testuali.

Un Computo può essere un trattato immerso in un quadro discorsivo e dottrinale, come l'*Enarratio* di Massimo il Confessore [TAV. 24; Leid. Scal. 33, ff. 7v-8r] e il Computo di Giorgio Presbitero⁴⁸.

Un Computo può essere un'aggiunta ad un trattato più ampio ed articolato, come *Anonymus* 686, che già conosciamo e che completa l'*Enarratio* di Massimo [TAV. 25; Leid. Scal. 33, f. 17r].

Un Computo può essere un'aggiunta (ed un manuale di istruzioni) a tavole pasquali, come *Nicholas* 916 (che ha la forma di una lettera), nei manoscritti di X secolo HAMBURG, Staats- und Universitätsbibliothek, in scrin. 50a [TAV. 26; Hamb., SUB, in scrin. 50a, f. 1r], e LONDON, British Library, Add. 18231, e *Theophylaktos* 956, ancora nel manoscritto di Amburgo.

Un Computo può essere parte di un florilegio, come la sezione computistica del *Florilegium Coislinianum*⁴⁹, ad esempio nel MILANO, Biblioteca Ambrosiana, Q 74 sup. (gr. 681; X s. ex.) e nel PARIS, Bibliothèque nationale de France, gr. 924 (X s.). Un algoritmo nella sezione computistica del *Florilegium Coislinianum* è datato AM 6224 [= AD 716].

Un Computo può essere parte del materiale che accompagna un Salterio, come *Anonymus* 951, nell'OXFORD, Bodleian Library, Auct. D.4.1 (Misc. 5), che termina con un *Paschaliu* mutilo datato AM 6459-64 [= AD 951-56] [TAV. 27; Oxon. Bodl. Auct. D.4.1, f. 33v-34r].

Un Computo può essere parte di un manuale di istruzioni ad una collezione di tavole astronomiche, come gli algoritmi contenuti nelle sezioni 12 e 28-30 del commentario di Stefano-Eraclio alle *Tavole Facili*⁵⁰.

⁴⁷ È questo il caso di *Anonymus* 892.

⁴⁸ Edizioni rispettivamente in D. PETAU, *Uranologion*, Lutetiae Parisiorum, 1630, pp. 313-355 = *P.G.*, XIX, coll. 1217-1279, e in F. DIEKAMP, *Der Mönch und Presbyter Georgios, ein unbekannter Schriftsteller des 7. Jahrhunderts*, in «Byzantinische Zeitschrift», IX (1900), pp. 14-51.

⁴⁹ Per la tradizione del *Florilegium Coislinianum* (pubblicato 'a puntate' sulla rivista *Byzantion* da una quindicina d'anni a questa parte) si veda la sintesi recente in J. MAKSMICZUK, *Florilegium Coislinianum A-Z*, Turnhout, 2022 (Corpus Christianorum. Series Graeca, 91).

⁵⁰ Edizioni (sezione 12) in J. LEMPIRE, *Le commentaire astronomique aux Tables Faciles de Ptolémée attribué à Stéphane d'Alexandrie. Tome I. Histoire du texte. Édition critique, traduction et commentaire (chapitres 1-16)*, Louvain-La-Neuve, 2016 (Corpus des Astronomes Byzantins, XI), e (sezioni 28-30) in L. DINDORF, *Chronicon Paschale*, I-II, Bonnae, 1832, II, pp. 210-219; H. USENER, *Kleine Schriften*, I-IV, Leipzig – Berlin, 1912-14, III, pp. 311-317.

Un Computo può essere parte di un'antologia, che questa sia un brogliaccio ad uso personale come il PARIS, Bibliothèque nationale de France, suppl. gr. 920 (X s.), che contiene *Anonymus* 892 [TAV. 28; Par. suppl. gr. 920, ff. 1v-2r]⁵¹; una collezione dal tono più sostenuto, come il MILANO, Biblioteca Ambrosiana, A 45 sup. (gr. 1), in cui figurano stralci di un Computo alessandrino e *Anonymus* 830; o un'antologia di alto livello formale, come il PARIS, Bibliothèque nationale de France, suppl. gr. 690 (1075-85) [TAV. 29; Par. suppl. gr. 690, f. 249r]⁵².

I Computi pasquali formalizzano il più noto tentativo interamente artificiale di ingabbiare la temporalità lineare in strutture cicliche. Come passo preliminare, i Computi bizantini riducono infatti la sequenza dei numeri interi positivi dell'era mondiale bizantina (gli ἔτη ἀπὸ κτίσεως κόσμου 'anni dalla fondazione del mondo'):

– modulo 19: è il ciclo lunare che consente la migliore approssimazione dell'immersione di un mese lunare 'schematico' nell'anno calendariale giuliano⁵³; questo ciclo andrebbe più propriamente denominato 'lunisolare', in quanto il mese sinodico va da congiunzione a congiunzione [TAV. 30; Harv. Houghton Lib. 3, f. 283r];

– modulo 28: è il ciclo calendariale 'solare' di 28 anni che risulta dalla combinazione della periodicità bisestile giuliana e di quella settimanale.

– modulo 15: è il ciclo dell'indizione; la presenza nei Computi bizantini di algoritmi di riduzione indizionali (del tutto inutili allo scopo di determinare la data di Pasqua) mostra già da sola che i Computi erano concepiti come enciclopedie cronologiche;

⁵¹ Su questo manoscritto si vedano anche *Catalogus Codicum Astrologorum Graecorum* cit. (nota 29), VIII, 4, pp. 89-92; P. SCHREINER, *Die byzantinischen Kleinchroniken*, I-III, Wien 1975-79, I, pp. 326-340 (Corpus Fontium Historiae Byzantinae, XII); F. ACERBI: *How to Spell the Greek Alphabet Letters*, in «Estudios Bizantinos», VII (2019), pp. 119-130.

⁵² Su questo manoscritto si veda G. ROCHEFORT, *Une anthologie grecque du XI^e siècle: le Parisinus suppl. gr. 690*, in «Scriptorium», IV (1950), pp. 3-17.

⁵³ Si veda la discussione in ACERBI, *Byzantine Easter Computi* cit. (nota 20), Parte V, Sezioni 4 e 5. Il ciclo lunare di 19 anni si compone di 19 anni calendariali di 365 giorni, per un totale di 6935 giorni; questi sono organizzati in una sequenza di 228 mesi lunari alternati di 29 o 30 giorni, che fanno 6726 giorni, più 7 mesi 'embolismici' di 30 giorni ciascuno (= 210 giorni) contenuti in anni che, se richiediamo sincronizzazione, si susseguono nella sequenza ciclica CCECCECECCECCECCECE (l'anno di inizio dipende dalle epatte assegnategli; 'C' sta per 'comune', 'E' per 'embolismico'). In totale, il ciclo lunare di 19 anni si compone di $228 + 7 = 235$ mesi lunari di 29 o 30 giorni (ci sono 114 mesi lunari di 29 giorni e $114 + 7 = 121$ mesi lunari di 30 giorni). Questi 235 mesi lunari fanno 6936 giorni: la discrepanza di 1 giorno tra i 6935 giorni contati sul calendario e i 6936 giorni contati per età della Luna è eliminata inserendo il cosiddetto *saltus lunae* – cioè, sopprimendo 1 giorno da quelli che contano l'età della Luna – in qualche punto del ciclo (non necessariamente alla fine). Ne consegue che un 'anno del ciclo lunare' è un anno calendariale il cui inizio è eventualmente sfalsato rispetto all'inizio dell'anno calendariale (a Bisanzio, il primo inizia settembre 1, il secondo gennaio 1). Il ciclo lunare di 19 anni si compone quindi di 19 anni calendariali, di 19 anni del ciclo lunare e di 19 'anni lunari' di lunghezza variabile (12 o 13 mesi lunari), ma nessuno di essi coincide con uno degli altri. In questo schema, non c'è posto per gli anni bisestili. Non si vede come potrebbe essere altrimenti, visto che un anno bisestile può coincidere con ogni anno di un ciclo di 19 anni (il motivo è che 19 e 28 sono primi tra loro), e solo un anno su quattro in un ciclo lunare assegnato può essere bisestile. Questo significa che febbraio ha sempre 28 giorni in calcoli relativi al ciclo lunare. Per definizione, la sequenza di mesi lunari appena descritta è estesa ad anni giuliani lasciandola invariata: il mese lunare in cui cade il giorno bisestile ha anch'esso un giorno in più, ma a questo giorno può (cioè, secondo lo specifico calendario lunare impiegato) essere assegnata un'età della Luna, oppure nessuna, oppure la stessa del giorno prima – e l'estensione del ciclo di 19 anni agli anni giuliani funziona meglio della sua applicazione ad anni calendariali di 365 giorni soltanto. Sul punto cruciale dell'età della Luna assegnata al giorno bisestile si veda già L. HOLFORD-STREVEENS, *Paschal Lunar Calendars up to Bede*, in «Peritia», XX (2008), pp. 165-208, passim.

La riduzione modulo 19 di un numero come, ad esempio, 6428 consiste nel prendere il resto della divisione di 6428 per 19. Questo resto (nel nostro caso 6) è l'anno del ciclo lunare'. Lo stesso procedimento si applica negli altri due casi. Ne risulta che il ciclo indizionale dura 15 anni, quello lunare 19, quello calendariale giuliano 28. Gli algoritmi di riduzione sono formulati come segue nel Computo detto *Anonymus* 892:

γίνωσκε πόσα ἔτη εἰσὶν ἀπὸ κτίσεως κόσμου μέχρι τοῦ ἐνεστῶτος ἔτους, καὶ ὑφείλε αὐτὰ διὰ τῶν κη, καὶ εἴ τι μένουσιν κάτωθεν τῶν κη, ἔστιν ὁ κύκλος τοῦ ἡλίου· εἴ δε ὑφείλον τοσοῦτον ἀριθμὸν τῶν ἐτῶν πάντων καὶ μένουσιν κη, εἰκο<σ>τὸς ὄγδοος κύκλος ἐστὶν τοῦ ἡλίου.

ὑφείλε ταῦτα τὰ ἔτη ἀπὸ κτίσεως κόσμου διὰ τῶν ιθ, καὶ εἴ τι μένει κάτωθεν τῶν ιθ, ἔστιν ὁ κύκλος τῆς σελήνης.

ὑφείλε ταῦτα τὰ ἔτη ἀπὸ κτίσεως κόσμου διὰ τῶν ιε, καὶ εἴ τι μένει κάτωθεν τῶν ιε, ἔστιν Ἰνδικτός.

Sappi quanti sono gli anni dalla fondazione del mondo fino all'anno corrente, e rimuovili per 28, e se rimane qualcosa al di sotto di 28, è il ciclo del Sole; se invece rimuovo cotanto numero di tutti gli anni e rimangono 28, è il ventottesimo ciclo del Sole.

Rimuovi questi anni dalla fondazione del mondo per 19, e se rimane qualcosa al di sotto di 19, è il ciclo della Luna.

Rimuovi questi anni dalla fondazione del mondo per 15, e se rimane qualcosa al di sotto di 15, è l'indizione.

Gli algoritmi appena letti si formalizzano come segue⁵⁴:

$$(a) \rightarrow a \bmod 28 = s.$$

$$(a) \rightarrow a \bmod 19 = l.$$

$$(a) \rightarrow a \bmod 15 = i.$$

La data di Pasqua è vincolata a quella della cosiddetta Pasqua legale, che formalizza (cioè sottomette ad un algoritmo) la Pasqua ebraica, fissandola al 14° giorno⁵⁵ di un mese lunare schematico che cada non prima dell'equinozio di primavera, la cui data è fissata al 21 marzo. Ad ogni anno all'interno di un ciclo lunare di 19 anni è associata una data di Pasqua legale. La sequenza di date si ripete identica in ogni ciclo. Dal momento che un mese lunare non schematico occupa 30 giorni (anche se il primo e l'ultimo solo in parte), la riduzione del tempo astronomico al tempo ecclesiastico genera una topologia temporale con dei buchi: non tutte le date fra il 21 marzo e il 19 aprile ospitano una Pasqua legale.

Una sequenza isomorfa a quella delle date della Pasqua legale, e a partire dalla quale questa viene calcolata, è quella delle epatte lunari, che, ricordiamolo, è la differenza accumulata, modulo 30, tra i

⁵⁴ Notazione: a è l'anno nell'era AM bizantina, l , s , i sono rispettivamente gli anni dei cicli lunare, solare e indizionale.

⁵⁵ E *non* il giorno della Luna piena!

365 giorni dell'anno calendariale e i 354 di 12 mesi lunari schematici. Come abbiamo visto, fra le *Tavole Facili* di Leiden e del Vat. gr. 1291 [TAV. 19] si rintracciano due redazioni differenti di una ruota delle epatte lunari, la prima che copre l'intervallo Diocleziano 30-238 [= AD 313/4-521/2], la seconda l'intervallo Diocleziano 30-257 [= AD 313/4-540/1].

La Pasqua cristiana cade la prima domenica che segue la Pasqua legale. Il ciclo pasquale canonico combina quindi quello lunare di 19 anni e quello calendariale giuliano di 28 anni. Dato che 19 e 28 sono primi tra loro, il ciclo Pasquale dura $28 \times 19 = 532$ anni. Il suo carattere artificiale è confermato dal fatto che una tavola che rappresenti questa doppia periodicità ha una struttura torica [TAV. 31]. Il 13° ciclo bizantino di 532 anni AM 6385-6916 [= AD 877-1408] è rappresentato per intero in due manoscritti [TAV. 32; Hamb., SUB, in scrin. 50a, f. 2r]; la tavola contiene: anni nelle ere AM e AD, ciclo solare, epatte solari e ciclo bisestile, ciclo lunare, epatte lunari alessandrine, data della Pasqua legale e giorno della settimana in cui cade, data di Pasqua, indizione, data della domenica di 'Carnevale', anni bisestili, *ogdoas* e *hendecas*⁵⁶. Il ciclo bizantino di 532 anni è convenientemente compresso nella cosiddetta tavola damascena, che non sono stato in grado di rintracciare in manoscritti altomedievali. In questa tavola, sulle ordinate si trovano gli anni del ciclo lunare con la relativa data della Pasqua legale, sulle ascisse, 7 gruppi di 4 anni del ciclo solare ciascuno⁵⁷; in ogni cella si legge la data di Pasqua e, in tavole più ricche, il giorno della settimana in cui cade la Pasqua legale, la data della domenica di 'Carnevale' e la lunghezza del digiuno dei Santi Apostoli.

Un genere intermedio fra gli algoritmi computistici e tavole come quella damascena sono i *Paschalia*, le cui unità semanticamente indipendenti associano elementi che pertengono alla datazione di un anno calendariale a punti fermi del calendario ecclesiastico che coincidono con quelli che si calcolano nei Computi: [TAV. 33; Oxon. Bodl. Auct. D.4.1, f. 34v] anno nell'era AM ed eventualmente in altre ere, cicli solare, lunare e indizionale, domenica di 'Carnevale', data della Pasqua legale e giorno della settimana in cui cade, data di Pasqua. I *Paschalia* sono onnipresenti nei manoscritti, sono molto spesso disconnessi da altro materiale computistico [TAV. 34; Laur. Plut. 5.30, f. 285r] e possono essere fortemente connotati da un punto di vista iconografico; anche in forma di lista assumono talvolta un aspetto tabulare, come nel Computo detto *Anonymus* 1105, nel CAMBRIDGE (MA), Harvard University, Houghton Library, gr. 3 [TAV. 35; Harv. Houghton Lib. 3, ff. 285v-286r].

6. DATAZIONE DEI COMPUTI E DEI MANOSCRITTI CRONOLOGICI

⁵⁶ La sequenza di anni comuni ed embolismici che abbiamo visto nella nota 53 si ripartisce naturalmente in due sottosequenze: una contiene 8 anni, l'altra 11, da cui le denominazioni tradizionali *ogdoas* e *hendecas*.

⁵⁷ Il fatto che questo raggruppamento sia possibile ha una spiegazione matematica non banale: si veda ACERBI, *Byzantine Easter Computi* cit. (nota 20), Parte V, Sezione 11.

Come abbiamo visto a più riprese, i manoscritti recanti tavole cronologiche o Computi sono spesso arricchiti di annotazioni datate. Alcuni elementi costitutivi dei Computi sono per loro natura datati; vediamoli partitamente.

Un Computo si data supponendo che l'anno usato nella maggior parte degli esempi numerici che propone – quando ve ne siano – sia quello corrente [TAV. 36; Par. suppl. gr. 920, f. 4v]. Tra i due anni AD che corrispondono ad un anno AM bizantino, l'anno AD corrente è convenzionalmente fissato a quello che include Pasqua. Molti Computi corroborano quest'ipotesi affermando esplicitamente che l'anno dell'esempio è in effetti quello corrente. Di norma, l'anno corrente è indicato negli algoritmi per trovare gli anni dei cicli lunare, solare e indizionale. Se escludiamo Giorgio Presbitero (che svolge i propri calcoli per Eraclio 29 = AM 6147 [= AD 638/9]), il primo computo bizantino conservato che può essere datato in questo modo è quello incluso nel *Florilegium Coislinianum*, datato AM 6224 [= AD 716].

Non è necessario che l'anno corrente sia indicato esplicitamente. Fornire l'anno dei cicli lunare, solare e indizionale identifica univocamente l'anno corrente in un intervallo temporale di $19 \times 28 \times 15 = 7980$ anni a partire da AM 1, un periodo che era ben lontano dal chiudersi alla caduta di Costantinopoli, e al cui interno ci troviamo tuttora. Il primo Computo conservato che può essere datato in questo modo è *Anonymus* 686. Di fatto, gli anni dei cicli lunare e solare sono spesso sufficienti a datare un Computo con certezza. Prendendo un esempio posteriore⁵⁸, *Anonymus* 1360, nel manoscritto ÉVREUX, Bibliothèque municipale 1 (XV s.), f. 295r, dà anno del ciclo solare 8, anno del ciclo lunare 9, bisestile (che è una conseguenza del primo dato). I primi due dati sono soddisfatti da AM $484 + 532k$ (la soluzione ha ovviamente un periodo di 532 anni), e l'unico anno di questa sequenza che si trovi all'interno di un intervallo ragionevole è AM 6868 [= AD 1360].

Un Computo può essere datato ad un intervallo temporale se, negli algoritmi per trovare gli anni dei cicli lunare, solare e indizionale, non fornisce i residui modulo 19, 28 e 15 dell'anno AM, ma solo il multiplo più vicino di ciascuno di questi numeri. Questo è il caso di *Anonymus* 951 (si veda qui sotto per la data), che calcola rispettivamente 6460, 6440 e 6450 come multipli siffatti. Ciò comporta che l'anno corrente deve essere incluso nell'intersezione degli intervalli AM

$$[6460, 6460 + 19] = 6460-79$$

$$[6440, 6440 + 28] = 6440-68$$

$$[6450, 6450 + 15] = 6450-65$$

cioè nell'intervallo AM 6460-65 [= AD 952-57].

Computi che non possono essere datati ad anno o ad un intervallo temporale ristretto possono essere datati al secolo AM se formulano anche solo uno degli algoritmi per trovare gli anni dei cicli lunare,

⁵⁸ Per completezza e allo scopo di fornire esempi concreti sono costretto ad usare Computi tardivi.

solare e indizionale per mezzo degli ‘anni piccoli’⁵⁹, cioè le decine e le unità dell’anno corrente. Questo perché, se si usano gli ‘anni piccoli’, gli algoritmi visti nella sezione 5 devono includere il corrispondente residuo del secolo AM trascorso, in accordo con la tabella seguente:

	6200	6300	6400	6500	6600	6700	6800	6900	7000
<i>l</i>	6	11	16	2	7	12	17	3	8
<i>s</i>	12	0	16	4	20	8	24	12	0
<i>i</i>	5	0	10	5	0	10	5	0	10

Ad esempio, un Computo che presenta algoritmi come i seguenti, dove a_p sono gli ‘anni piccoli’, va datato al secolo AM 6500-6600, e quindi approssimativamente all’XI secolo AD:

$$(a_p) \rightarrow a_p + 2 \rightarrow (a_p + 2) \bmod 19 = l.$$

$$(a_p) \rightarrow a_p + 4 \rightarrow (a_p + 4) \bmod 28 = s.$$

$$(a_p) \rightarrow a_p + 5 \rightarrow (a_p + 5) \bmod 15 = i.$$

Anonymus 892 formula gli algoritmi di riduzione con gli ‘anni piccoli’ nel modo seguente:

Εἰ δὲ ὀκτῆς ὑφεῖλαι ἀπὸ κτίσεως κόσμου, ἄφες τὰς ἕξ χιλιάδας τῶν ἐτῶν καὶ τὰ τ ἔτη, καὶ κάτεχε τὰ ἐνεήκοντα ἕξ τὰ παρατρέχοντα ἄρτι, καὶ ὑφείλε αὐτὰ ἐπὶ μὲν τοῦ ἡλίου διὰ τῶν κη, καὶ τὰ μένοντα κάτωθεν τῶν κη δηλοῦσιν τὸν κύκλον τοῦ ἡλίου. ἐπὶ δὲ τῆς ἰνδίκτου ὑφείλε δεκαπέντε, καὶ τὰ κάτωθεν τῶν ιε δηλοῦσιν αὐτήν. ἐπὶ δὲ τῆς σελήνης πρόσθεσ λ ἔτη εἰς τὰ παρατρέχοντα, καὶ ὑφείλε διὰ τῶν ιθ, καὶ τὰ μένοντα κάτωθεν τῶν ιθ δηλοῦσιν τὸν κύκλον τῆς σελήνης.

Se esiti a rimuovere dalla fondazione del mondo, butta via i sei millenni e i 300 anni, e tieni i novantasei attualmente correnti, e quanto al Sole rimuovili per 28, e ciò che rimane al di sotto di 28 mostra il ciclo del Sole. Quanto all’indizione, rimuovi quindici, e ciò che rimane al di sotto di 15 la mostra. Quanto alla Luna, somma 30 anni a quelli correnti⁶⁰, e rimuovili per 19, e ciò che rimane al di sotto di 19 mostra il ciclo della Luna.

Una variazione sui due temi precedenti si trova nel breve Computo contenuto conservato nel PARIS, Bibliothèque nationale de France, gr. 1331 (XIV s.), ff. 466v-467r. Allo scopo di trovare l’anno del ciclo lunare, il testo usa l’‘anno piccolo’ corrente riferito ad AM 6700, e afferma che occorre sottrarre due volte 19. Ciò permette di datare questo Computo ad AM 6738-56 [= AD 1230-48] o, secondo la convenzione adottata⁶¹, ad AM 6739-57 [= AD 1231-49].

⁵⁹ Semplifico le cose, ma il residuo del secolo AM nel ciclo indizionale ha un periodo di soli 300 anni, quello del ciclo solare ne ha uno di 700 anni. Se solo il dato relativo all’indizione oppure al ciclo solare è fornito, il contesto si incarica normalmente di eliminare l’ambiguità.

⁶⁰ Si noti che viene richiesto di sommare $30 \equiv 11 \pmod{19}$. Nella tabella compare l’addendo minimo, cioè 11. Gli addendi relativi ai cicli indizionale e solare sono uguali a zero e quindi non c’è niente da sommare.

⁶¹ Cioè, qualora il dividendo sia un multiplo del divisore n , se il resto valga 0 oppure n .

Un Computo può essere datato ad una sequenza di anni se fornisce l'anno di uno solo dei cicli. Un esempio sono i Computi nel PARIS, Bibliothèque nationale de France, gr. 2022 (XIV s. in.), ff. 176v-177r, 180v e 177v-180r, copiati rispettivamente da Matteo di Efeso e da un suo collaboratore⁶². Matteo propone un esempio per il nono anno del ciclo lunare, mese di marzo, 10° giorno delle Luna. Questo dà AM 6811 [= AD 1303] ± 19n. Dato che questo manoscritto contiene in autografo alcune delle lettere di Matteo, scritte sicuramente nel periodo AM 6818-25 [= AD 1310-17], questi Computi devono essere datati AM 6830 [= AD 1322].

I *Paschalia* sono datati all'intervallo temporale su cui si estendono, o supponendo – un'ipotesi che è talvolta confermata in maniera clamorosa⁶³ – che il primo anno della lista sia quello in cui il *Paschaliu* fu elaborato. *Anonymus* 951 presenta un *Paschaliu* per AM 6459-64 [= AD 951-56] [TAV. 32] (in realtà si estendeva fino ad AM 6512 [= AD 1004]); ho quindi assegnato la data AD 951 a questo Computo. Di solito, i *Paschalia* offrono un'informazione ridondante, in quanto forniscono l'anno AM e gli anni dei cicli lunare, solare e indizionale. Il *Paschaliu* in *Anonymus* 951 dà anche l'anno del ciclo bizantino di 532 anni e quello in un'era la cui epoca è AD 580/1.

Nella maggior parte dei casi, un Computo è copiato così com'è, e la sua data con può essere usata per datare il manoscritto che lo contiene. È anzi la norma che Computi molto antichi siano conservati in manoscritti tardivi. Resta vero che materiale computistico datato permette di specificare la data di copia del manoscritto vettore, se la data computistica si accorda con quella che si ricava dai dati paleografici o codicologici.

Un *caveat*. È scorretto appellarsi a coincidenze numerologiche o astronomiche per mettere in dubbio l'anno corrente dichiarato in un Computo. Computi datati ad una fine secolo AM sono altrettanto infrequenti degli anni di fine secolo. Ciò mostra che nessun Bizantino ha mai osato indulgere in questa forma di bestemmia. Le coincidenze astronomiche possono riferirsi ad eclissi. L'ipotesi che un Computo sia stato datato fittiziamente ad un anno in cui ha avuto luogo un'eclisse non può essere falsificata in quanto, da ogni posizione sulla Terra ad una latitudine ragionevole, è possibile osservare un'eclisse lunare oppure solare quasi ogni anno⁶⁴. Più grande è l'area d'interesse, maggiore è la probabilità. Nell'intero Impero Bizantino altomedievale, e con un numero infimo di eccezioni, è stato possibile osservare almeno un'eclisse all'anno⁶⁵.

Come detto, la data di copia di un manoscritto in maiuscola delle *Tavole Facili* è di poco posteriore alla caduta dell'ultimo imperatore bizantino di cui il copista principale abbia riportato gli anni di regno

⁶² Su questo manoscritto si veda D. R. REINSCH, *Die Briefe des Matthaïos von Ephesos im Codex Vindobonensis Theol. Gr. 174*, Berlin, 1974, pp. 39-45, e pp. 4-5 per la datazione delle lettere di Matteo.

⁶³ Si veda ACERBI, *Byzantine Easter Computi* cit. (nota 20), Parte XI.

⁶⁴ Va ricordato che un'eclisse di Luna è un fenomeno 'oggettivo', ed è osservabile da ogni posizione sulla Terra da cui sia visibile la Luna. In media, da ogni posizione sulla Terra è quindi visibile circa 1 eclisse lunare su 2 (il 'circa' dipende dal fatto che un'eclisse lunare ha una durata, e quindi l'intervallo di visibilità si allarga).

⁶⁵ Si veda la lista, per AD 285-1500, in GRUMEL, *La Chronologie* cit. (nota 10), pp. 458-469, e si vedano alcuni dei calendari lunari presentati in ACERBI, *Byzantine Easter Computi* cit. (nota 20), Parte X. Le due liste che seguono nel libro di Grumel mostrano che questo argomento si applica – sebbene con minore coerenza – a coincidenze con osservazioni di comete e con terremoti.

nel *Canon Regius*. In casi come quello delle *Tavole Facili* di Leiden⁶⁶, il manoscritto è un oggetto vertiginosamente proiettato nel tempo [TAV. 37]⁶⁷: vi si trovano annotazioni e interventi manoscritti datati AD 521/2, 578, 610, 615/6, 630, 775/6, 780/1, 784, 797/8, 798/9, 811/2, 813, 840/1, 913, 1084/5, 1258⁶⁸, 1286, 1290, 1292, 1298, 1302, 1338/9, 1345/6, 1404, 1419/20 – ed ancora i *virii docti* che hanno utilizzato il manoscritto dopo che Jacob van Gool lo acquistò a Costantinopoli tra il 1625 e il 1629: Gerhard Johannes Voss e Johannes Van der Hagen in date imprecisate, Moritz Schmidt nel 1647, Hans Schmidt nel 1867, e poi Hermann Usener e Wilhelm Kubitschek a più riprese tra il 1871 e il 1913, intervallati da Hans Droysen nel 1880 e Hermann Finke nel 1912, le riproduzioni che si fecero approntare Ernst Honigmann nel 1925, Alfred Cordoliani nel 1948, Steven Weinstock nel 1951 e Adolphe Rome nel 1954, e infine ancora il sommo Adolphe Rome, la cui minuziosa descrizione autografa datata 1954 è ormai parte integrante del codice.

Quest'ultimo fatto ci richiama alla necessità di considerare i manoscritti come oggetti incessantemente immersi nel flusso della Storia.

⁶⁶ Quanto agli scolii astronomici che aprono e chiudono il Vat. gr. 1291 (almeno tre mani differenti, di metà e fine IX secolo; elementi di datazione interni a due annotazioni inducono a riferirle ad AD 830 e al periodo AD 704-815), si tratta di due micro-unità codicologiche posticce: si veda la bibliografia menzionata nella nota 14 sopra. Questi scolii sono editi da Heiberg in *Claudii Ptolemaei opera* cit. (nota 2), pp. CXCI-CXCII, e in J. MOGENET, *Les scholies astronomiques du Vat. gr. 1291*, in «Bulletin de l'Institut Historique Belge de Rome», XL (1969), pp. 69-91.

⁶⁷ Nel Laur. Plut. 28.26, i ff. 1-33 (tavole dei cicli di 25 anni dei moti medi di Sole, Luna, di Regolo e dei 5 pianeti, continuate fino a Filippo 1726, e 'piccolo commentario' di Teone) e 51-54 (tavola delle città illustri) furono aggiunti dal 'copista del Metochite'; i *Fasti Consulares* si arrestano ad AD 372/3; ai ff. 31v e 33v un annotatore data se stesso AM 6822 [= AD 1313/4]; al f. 35r, due note sono datate AM 6593 [= AD 1085] maggio 3 e AM 6795 [= AD 1287] giugno 19. Nel Marc. gr. Z. 331, f. 40v, la tavola dei cicli di 25 anni di Regolo, Saturno e Giove è continuata per (ma non fino a) Filippo 1626 e 1651 [= AD 1301/2 e 1326/7]. Nel Vat. gr. 1291, al f. 17r, il *Canon Regius* presentava un 'buco' tra Giustino I et Eraclio (AD 527-610); al f. 47r, la ruota delle epatte va fino a Diocleziano 257 [= AD 540/1], e l'algoritmo per calcolarle è applicato a Diocleziano 239 [= AD 522/3]; al f. 4v si trova una nota di possesso del vescovo Domenico Domenici datata AD 1465 settembre; ai ff. 38v e 58r-v, le tavole dei cicli di 25 anni sono continuata fino a Filippo 1576 [= AD 1251/2], ed è ascritta in margine la data Filippo 1546 [= AD 1221/2]; al f. 39r, è effettuata conversione di ere per AM 6733 [= AD 1224/5]; al f. 47r, si legge una nota con data Diocleziano 940 [= AD 1223/4]

⁶⁸ Si noterà il 'buco' quasi perfetto tra AD 913 e 1258, fatto che può suggerire una quasi completa seclusione del manoscritto, ma che più probabilmente la dice lunga sul fervore scientifico dei Bizantini in questo periodo di tre secoli e mezzo, che coincide quasi esattamente con la voragine nella tradizione manoscritta delle *Tavole Facili* segnalata sopra.