

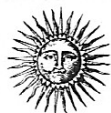
Atti del X Convegno SIA

SOCIETÀ ITALIANA DI ARCHEOASTRONOMIA

*Trinitapoli, Parco Archeologico degli Ipogei
22-23 Ottobre 2010*

a cura di

Elio Antonello



LA CITTÀ DEL SOLE

INDICE

Presentazione	p. 1
Elio Antonello, Vito F. Polcaro, Anna M. Tunzi, Mariangela Lo Zupone, <i>Buche cultuali e stelle</i>	3
Riccardo Balestrieri, <i>L'orientamento delle chiese romaniche in Liguria. I. Metodi</i>	15
Ettore A. Bianchi, <i>Storiografia e astronomia in Berosso da Babilonia (III secolo avanti Cristo)</i>	31
Enrico Calzolari, Vincenzo Di Benedetto, <i>L'allineamento equinoziale di 'Pian Brès' nel territorio di Andrate (Torino)</i>	49
Cristina Cåndito, <i>Strumenti per la misurazione della terra e del cielo tra XVI e XVII secolo</i>	59
Francesco Castaldi, <i>La precisione nelle coordinate astronomiche prima del telescopio</i>	71
Silvia Cernuti, <i>Sull'identificazione di asterismi e costellazioni</i>	85
Mario Codebò, Henry De Santis, <i>Indagine archeoastronomica relativa all'orientamento degli ingressi di alcune sepolture del periodo Hafit nel Sultanato di Oman</i>	95
Marina De Franceschini, Giuseppe Veneziano, <i>Archeoastronomia nella Villa Adriana di Tivoli</i>	105
Luciana De Rose, <i>Il volo della tartaruga</i>	121

Adriano Gaspani, <i>Criteria astronomicamente significativi nella costruzione delle cloighteach altomedioevali irlandesi</i>	133
Domenico Ienna, <i>Integrazione tra culture e apporti individuali nella denominazione mitopoietica 'globalizzata' di stelle e costellazioni</i>	155
Manuela Incerti, <i>Modelli e fonti astronomiche nel rinascimento ferrarese: la Certosa e il De Sphaera estense</i>	173
Nicoletta Lanciano, Jody Morellato, <i>Il regolo lunare di Palazzo Spada, Roma. Indagine su un errore</i>	187
Leonardo Magini, <i>The astronomical foundations of the Romulean calendar, its relationship with the Numan calendar and the slippage of the winter solstice: an hypothesis</i>	199
Vito Francesco Polcaro, <i>Alcor, la Volpe e il 'Signore che Uccide'</i>	207
Marcello Ranieri, <i>Le diagonali e gli orientamenti archeoastronomici</i>	213
Adriana Rossi, <i>Il rilievo della porta dello zodiaco</i>	227
Eva Spinazzé, <i>Spazio e luce nelle architetture sacre. L'orientazione delle chiese monastiche benedettine medioevali nel Veneto</i>	243
Maria Luisa Tuscano, <i>Riflessioni sulla valorizzazione museale degli Strumenti Astronomici extra moenia</i>	261

Indagine archeoastronomica relativa all'orientamento degli ingressi di alcune sepolture del periodo Hafit nel Sultanato di Oman

Mario Codebò, Henry De Santis

info@archaeoastronomy.it, <http://www.archaeoastronomy.it>

Abstract. In this paper the authors describe the results of a preliminary survey about three archaeological sites in the Sultanate of Oman: Ra's al Jinz 6 (RJ6), Ra's al-Hadd 6 (HD6) e Ra's al-Hadd 10 (HD10). Those sites are necropolis, with cylindrical shaped ruined tombs made of dry stones, dated at III millennium B.C. (Hafit period). The astronomical measurements that were made with surveyor's spherical cross have determined the orientations of the middle axes of all the thresholds of tombs and, subsequently, the subtended declinations. From the results it is possible to argue two alternative conclusions: 1) the tombs have no astronomical alignments, or 2) almost all the thresholds may be aligned with the rise of brilliant stars or main constellations, whereas only very few orientations are toward Sun or Moon. In this last case, these orientations can be related with the paths of Enlil, Anu and Ea, cited by the Mesopotamian astronomy. However, further studies and field surveys are needed to confirm this hypothesis.

1. Introduzione¹

Questo articolo è la relazione della nostra campagna di misurazioni condotta nel 2009 al seguito della missione archeologica dell'Università di Bologna diretta dal prof. Maurizio Tosi². Le sepolture, tutte riferibili

¹ H. De Santis ha scritto i paragrafi 1, 2, 4.1, 4.2, 6, 7. M. Codebò ha scritto i paragrafi 3, 4.3, 5, 6.

² Nello svolgimento della missione, H. de Santis, recatosi sul posto, ha eseguito le misurazioni di ciascuna tomba, i calcoli (col Metodo Nautico) per la determinazione degli azimut relativi e delle declinazioni sottese al giorno d'oggi. Ha inoltre eseguito una prima identificazione degli allineamenti stellari mediante il software Skyglobe. Ha inoltre raccolto le informazioni archeologiche necessarie. M. Codebò ha ridotto le declinazioni odierne alla data fittizia del 01/01/3000 a.C. mediante formula di Laskar, ha calcolato le declinazioni di ciascuna stella riportata nella Tabella 1 ed ha eseguito

all'inizio del III Millennio a.C. (periodo Hafit), sono quelle scavate, consolidate ed ubicate nei siti HD7 e HD10 in Ras al Hadd (Salvatori 2001) e RJ6 in Ras al Jinz. Mediante squadro sferico graduato e GPS Garmin mod. Geko 301, dall'ingresso di ogni sepoltura ne è stato misurato l'azimut dell'asse e successivamente ne è stata determinata la declinazione sottesa con il metodo nautico (Codebò 1997, pp. 39-109). Le declinazioni lunisolari sono state poi riportate agli inizi del III millennio a.C mediante formula di Laskar (Meeus 2005, pp. 147-148), mentre le declinazioni stellari, utilizzando gli algoritmi FK4 B1950.0 (Meeus 1990, pp. 61-73)³ e programmati da Codebò nella calcolatrice Casio FX-9700GE (Codebò 2012), sono state trasformate nelle posizioni apparenti del sorgere delle singole stelle all'epoca di utilizzo del sito.

2. I siti

2.1. HD7

Tomba a W (vicina ad un edificio in costruzione): di questa tomba non è stato possibile misurare con precisione l'orientamento a causa delle sue condizioni di conservazione⁴; 22°30'13,4"N; 59°47'56"E; m 15; azimut: 161°08'; declinazione sottesa: -61°18'.

Tomba a E (più lontana da un edificio in costruzione): 22°30'13,6"N; 59°47'57,2"E; q. m 15; azimut: 77°00'; declinazione sottesa: 11°48'.

2.2. HD10

Tomba 10.4.1: 22°29'44,2"N; 59°48'29,1"E; m 16; azimut: 129°39'; decl. sottesa: -35°14'.

Tomba 10.4.2: 22°29'44,9"N; 59°48'29,3"E; m 15; azimut: 82°04'; declinazione sottesa: 7°09'.

Tomba 10.3.1 (allineamento non preciso): 22°29'41,8"N; 59°48'28,9"E; m 18; azimut: 109°55'; declinazione sottesa: -18°09'.

Tomba 10.3.2: 22°29'42,4"N; 59°48'29"E; m 18; azimut: 61°01'; declinazione sottesa: 26°24'.

uno screening più approfondito degli orientamenti stellari mediante software CyberSky 3.3.1.

³ Nel calcolo della posizione apparente FK4 B1950.0 delle stelle si è utilizzata la formula di Laskar invece di quella UAI, a differenza e modifica della procedura indicata da Meeus.

⁴ Sono indicate nell'ordine rispettivamente: la latitudine, la longitudine e la quota sul livello medio del mare.

2.3. HD10-1

Tomba sul terrazzo a sud di HD6 (verso il mare): 22° 29'42,4"N; 59°48'24,4E; m 20; azimut: 84°51'; declinazione sottesa: 4°34'.

2.4. HD10-2

Tomba sul terrazzo a sud di HD6 (verso monte), orientata N-S; l'allineamento è verificato mediante il passaggio del Sole al meridiano superiore al mezzodì vero: 22° 29'38,7"N; 59°48'19,1"E; m 25; azimut 0°-180°.

2.5. RJ6

Coordinate centrali del sito: 22°24'56,9"N; 59°49'31,2E; m 3-5⁵.

Tomba 1: azimut 94°41'; declinazione sottesa: -4°29'.

Tomba 2: azimut 131°34'; declinazione sottesa: -36°54'.

Tomba 3: azimut 113°01'; declinazione sottesa: -20°52'.

Tomba 4: azimut 128°27'; declinazione sottesa: -34°12'.

Tomba 5: azimut 95°47'; declinazione sottesa: -5°30'.

Tomba 6: azimut 116°21'; declinazione sottesa: -24°24'.

Tomba 7: questa tomba non è stata misurata compiutamente a causa dell'ingresso non ben definito; l'asse è stato quindi individuato approssimativamente con azimut pari a 79°49' e declinazione sottesa 9°14'.

Tomba 8 (esterna al gruppo delle precedenti)⁶: 22°25'00,1"N; 59°49'32,5"E; m 7; azimut 103°26'; declinazione sottesa: -12°34'.

3. Il calcolo della precessione delle stelle

Dopo una grossolana identificazione degli allineamenti stellari possibili mediante i programmi Skyglobe 3.6 e Planetario 2.0, per il calcolo preciso (nei limiti consentiti da questi algoritmi sulle lunghe distanze di tempo) ci siamo avvalsi delle classiche formule di Newcomb (Meeus 1990; pp. 63-65). I dati relativi a ciascuna stella – ascensione retta α , declinazione δ , moti propri FK4 in α e δ all'epoca standard B1950.0 – sono stati presi dal catalogo stellare dello Smithsonian Astrophysical Observatory sul sito <http://www.alcyone.de/SIT/bsc/bsc.htm> e confrontati con quelli del sito <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=I/149A>, con l'avvertenza che i moti propri in ascensione retta sul primo sito sono dati in

⁵ In questo sito tutte le tombe, tranne una, sono a brevissima distanza l'una dall'altra e pertanto ci si è avvalsi delle coordinate centrali del sito.

⁶ Essendo questa tomba più lontana dalle altre, se ne sono definite le coordinate geografiche.

arcosecondi, mentre in realtà corrispondono a quelli in cronosecondi dell'altro (e di altri) sito. Per passare dalla posizione vera così calcolata alla posizione apparente si sono apportate le correzioni per la nutazione e l'aberrazione annua secondo le formule descritte in Meeus (1990; pp. 67-73).

nome	stella	α	δ	nome	stella	α	δ
Achernar	α Eri	19h 23m	-82°38'	Fomalahut	α PsA	17h 30m	-44°14'
Acrux	α Cru	8h 55m	-37°51'	Gacrux	γ Cru	08h 50m	-31°35'
Adharaz	ε CMa	3h 47m	-33°33'	Gienah	ε Cyg	17h 28m	+25°45'
Agena(= Hadar)	β Cen	09h 49m	-33°41'	Graffia	β Sco	11h 41m	+03°51'
Aldebaran	α Tau	0h 12m	-05°03'	Hamal	α Ari	21h 49m	-02°59'
Algol	β Per	22h 38m	+14°56'	Kiffa Australis	α_2 Lib	10h 33m	+10°18'
Alhena	γ Gem	2h 02m	+04°51'	Miaplacidus	β Car	7h 40m	-52°40'
Al Nath	β Tau	0h 41m	+10°01'	Mimosa	β Cru	09h 03m	-33°58'
Alnilam	ε Ori	1h 33m	-17°17'	Mintaka	δ Ori	1h 28m	-16°51'
Alnitak	ζ Ori	1h 39m	-17°33'	Mirach	β And	21h 02m	+09°52'
Rigil Kentaurus	α Cen	10h 12m	-35°19'	Pollux	β Gem	2h 41m	+22°41'
Antares	α Sco	11h 56m	-03°53'	Procion	α CMi	3h 17m	+02°59'
Alpheratz	α And	20h 07m	+05°46'	Regolus	α Leo	5h 21m	+23°53'
Altair	α Aql	15h 47m	+09°54'	Rigel	β Ori	1h 22m	+25°46'
Arcturus	α Boo ⁷	10h 10m	+48°34'	Shaula	λ Sco	12h 35m	-18°15'
Bellatrix	γ Ori	1h 11m	-11°12'	Sheat	β Peg	19h 20m	+08°25'
Betelgeuze	α Ori	1h 38m	-07°34'	Sheratan	β Ari	21h 38m	-05°39'
Canopus	α Car	4h 41m	-56°18'	Sirio	α CMa	3h 07m	-22°29'
Capella	α Aur	0h 07m	+25°56'	Spica	α Vir	9h 07m	15°01'
Castor	α Gem	2h 22m	+24°41'	Theta1 Orionis	Θ^1 Ori	1h 39m	21°16'
δ Crucis	δ Cru	8h 43m	-34°00'	Theta Scorpii	θ Sco	12h 28m	24°00'
Deneb	α Cyg	17h 53m	+36°15'	Vega	α Lyr	15h 52m	44°04'
ε Scorpii	ε Sco	12h 08m	-12°37'				

Tabella 1. α e δ delle stelle al 01/01/3000 a.C.

⁷ α Bootis: il genitivo di Bootes è attestato sia come Bootis che come Bootae; l'accusativo come Booten e l'ablativo come Boote (Calonghi 1950³).

Il calcolo dei moti propri è stato effettuato nel modo classico, moltiplicandoli per la differenza di tempo in secoli giuliani. I risultati sono quindi meno precisi del calcolo che tiene conto della distanza e della velocità radiale in parsec descritto in Meeus (2005; pp. 140-142). È stata scelta la data convenzionale del 01/01/3000 a. C., ossia il JD 625674, dato che le tombe appartengono agli inizi del III millennio a. C. L'intero algoritmo di calcolo è stato programmato, come detto nell'introduzione, nella calcolatrice Casio FX-9700GE. I risultati finali sono mostrati nella Tabella 1, nella quale sono state comunque incluse tutte le venti stelle di 'prima grandezza' visuale apparente.

4. Analisi degli orientamenti

4.1. Orientamenti solari

Come si evince dai diagrammi di azimut (Figura 1), quasi tutte le tombe sono orientate verso le direzioni ENE-E-ESE, cioè entro l'arco di orizzonte dove sorge il Sole tra i due solstizi (che per la latitudine $22^{\circ}30'$ va da 64° a 116°). Questi orientamenti sono molto frequenti in monumenti funerari dello stesso periodo in Spagna, Francia, Corsica, Sardegna e Maghreb. A parte l'orientamento della tomba n. 6 del sito RJ6, che pare volgere verso il sorgere del Sole al solstizio d'inverno e della tomba posta sul terrazzo a sud di HD6 (HD10-2), orientata verso il transito del Sole al suo mezzogiorno vero, tutti gli altri orientamenti non sono esattamente verso solstizi o equinozi ma sembrano puntare verso la levata ed il cammino ascendente del Sole (Sun Rising/Sun Climbing; cfr. Hoskin 2006, p. 33). Si può ipotizzare che tali orientamenti dipendano anche dall'assenza di ostacoli sull'orizzonte del Golfo di Oman, assenza che poteva aggiungere sacralità alla direzione del sorgere e ascesa del Sole nel corso dell'anno.

4.2. Orientamenti lunari

Nel sito HD10 le due tombe 10.3.1 e 10.3.2, adiacenti tra loro, sono orientate rispettivamente verso i punti di levata al lunistizio intermedio minore ed al lunistizio massimo⁸. Questa particolarità, che potrebbe essere

⁸ Per lunistizio (o stazione) massimo e minimo della Luna intendiamo le due declinazioni estreme raggiunte dall'astro, pari, rispettivamente, a $\pm 28^{\circ}35'21,45''$ J2000.0. Per lunistizio (o stazione) intermedio maggiore e minore intendiamo le declinazioni raggiunte dalla Luna nove anni dopo quelle massima e minima, pari, rispettivamente, a $\pm 18^{\circ}17'21,45''$ J2000.0.

statisticamente casuale, andrebbe maggiormente indagata, anche archeologicamente, mediante lo scavo completo e la relativa misura archeoastronomica delle altre tombe che si trovano sul terrazzo.

4.3. Orientamenti stellari

Lo studio degli orientamenti stellari si è rivelato molto più complesso del previsto. Perciò abbiamo deciso di pubblicare in questa Sezione soltanto le costellazioni⁹ e le principali stelle che sorgevano davanti a ciascun allineamento dalla mezzanotte della data convenzionale del 01/01/3000 a.C. alla mezzanotte successiva. Non abbiamo cioè effettuato alcuna distinzione tra costellazioni recenti ed antiche, né sulle magnitudini stellari coinvolte, rimandando questo aspetto del nostro studio ad un prossimo articolo nel quale ci riproponiamo anche di effettuare un confronto con il firmamento descritto nel MUL.APIN (Hunger, Pingree 1989).

HD7

Tomba a W più vicina ad un edificio in costruzione: Pavo, Grus, Eridanus, Caelum, Pictor, Carina (Canopus?), Volans, Chamaleon. Tomba ad E più lontana da un edificio in costruzione: Aquila, Pegasus, Andromeda, Perseus, Auriga, Gemini, Cancer, Sextans, Virgo (Spica?), Lybra, Ophiuchus.

HD10

Tomba 10.3.1: Sagittarius, Capricornus, Aquarius, Pisces, Cetus, Taurus, Orion (cintura), Antlia, Centaurus, Lupus, Scorpius. Tomba 10.3.2: Cygnus (Gienah), Lacerta, Perseus (Mirfak), Auriga (Capella), Gemini (Castor e Pollux), Cancer, Leo (Regulus), Virgo, Serpens, Ophiuchus. Tomba 10.4.1: Sagittarius, Microscopium, Aquarius, Cetus, Eridanus, Lepus, Canis Major, Puppis, Vela¹⁰, Centaurus (Rigil Kentaurus e Hadar o Agena), Crux, Circinus, Ara. Tomba 10.4.2: Aquila (Altair), Delphinus, Pegasus, Andromeda (Alpheraz), Triangulum, Perseus, Taurus (Al Nath), Gemini (Alhena), Hydra, Sextans, Crater, Corvus, Libra, Ophiuchus. Tomba HD10-1: Delphinus, Pegasus, Andromeda (Alpheraz), Triangulum, Taurus, Gemini (Alhena), Canis Minor (Procyon?), Hydra,, Sextans, Crater, Corvus (Giena e Algorab?), Libra, Scorpius (Graffias), Ophiuchus (Sabik? v Ophiuchi), Scutum, Aquila. Tomba HD10-2: essendo orientata

⁹ Per *costellazioni* intendiamo le figure che esse rappresentano e non i confini loro attribuiti attualmente dalla IAU.

¹⁰ In questa fase conserviamo la moderna distinzione tra Puppis, Vela e Carina che però, come noto, formavano in precedenza la grande costellazione della Navis Argo.

esattamente a Sud, vi culminano tutte le costellazioni e le stelle visibili da questa latitudine agli inizi del III millennio a.C. Canopo, a bassa altezza sull'altopiano pietroso nella stagione invernale, è la più luminosa tra esse.

RJ6

Tomba 1: Pegasus, Pisces, Aries (Hamal e Sheratan), Taurus (Aldebaran), Orion (Betelgeuse), Monoceros, Hydra, Libra, Scorpius (Antares), Ophiucus. Tomba 2: Microscopium, Aquarius, Cetus, Eridanus, Lepus, Canis Major, Puppis, Vela, Carina¹¹, Crux (Acrux), Circinus, Triangulum Australe, Ara, Telescopium, Piscis Austrinus. Tomba 3: Sagittarius, Capricornus, Aquarius, Pisces, Cetus (Menkar), Taurus, Orion, Eridanus, Canis Major (Sirius), Pyxis, Antlia, Centaurus, Lupus, Scorpius (Shaula e l'intera coda). Tomba 4: Sagittarius, Aquarius, Cetus, Eridanus, Lepus, Canis Major (Adhara), Puppis, Pixis, Vela, Crux (Mimosa), Centaurus (Rigil Kentauri e Hadar), Ara. Tomba 5: Pegasus (Markab), Pisces, aries, Taurus (Aldebaran), Orion (Betelgeuse), Monoceros, Hydra, Scorpius (Antares), Ophiucus. Tomba 6: Sagittarius, Capricornus, Aquarius, Pisces (α Piscium), Cetus, Orion (Rigel), Canis Major (Sirius), Puppis, Pixis, Vela, Antlia, Centaurus (γ Cen), Lupus, Scorpius (θ Sco e tutta la coda). Tomba 7: Aquila (Altair), Delphinus, Pegasus (Sheat), Andromeda (Mirach), Perseus, Taurus (Alnath), Gemini (Tejat Posterior e λ Gem), Cancer (Altarf), Hydra (ϵ e ζ Hya), Sextans, Crater, Libra (Zubenelgenubi?), Ophiucus, Serpens (η Ser). Tomba 8: Sagittarius (λ Sgr), Aquarius (Albali e Sedalmelik), Capricornus (Algiedi), Pisces, Taurus, Orion (Bellatrix), Monoceros, Hydra, Centaurus, Lupus (θ Lup), Scorpius (ϵ Sco).

5. Conclusioni

Da ciò che si può dedurre dai valori sopraelencati sono presenti: un allineamento solare quasi esatto, un allineamento sulla linea cardinale N-S, due allineamenti lunari e svariati allineamenti stellari. L'esigua quantità di allineamenti luni-solari induce a considerarli, dal punto di vista statistico, casuali anziché intenzionali, anche se ciò non esime da ulteriori studi ed approfondimenti, anche archeologici, specialmente per quello che concerne gli orientamenti lunari di HD 10-3. Quello che invece risalta immediatamente è l'emergere di una grande quantità di possibili allineamenti stellari. Infatti, praticamente ogni tomba misurata sottende il sorgere di almeno una stella brillante o di un asterismo significativo.

¹¹ Cioè l'intera Navis Argo.

Tuttavia, un raffronto con analoghe misure prese da Michael Hoskin nel bacino occidentale del Mediterraneo deve metterci in guardia dai facili entusiasmi: i grafici a torta delle tombe rivolte ad Est da lui ottenuti (Hoskin 2006, p. 5, cap. 15 e passim) sono spesso sovrapponibili ai nostri quattro, ma egli li considera orientamenti verso la levata e gli archi di levata del Sole - per inciso, dichiara anche di non avere trovato nessuna tomba con orientamenti lunari, ad esclusione della necropoli minoica di Armenoi (Hoskin 2006, pp. 241-246) - mai di stelle, con esclusione delle tombe di Malta e delle Baleari, per le quali identifica specifici asterismi. Dobbiamo chiederci se ciò dipenda da antiche differenze culturali tra aree e culture differenti o, invece, da un suo diverso approccio al problema. Qui ci limitiamo ad accennare al fatto che, ad una prima impressione, la serie di stelle e costellazioni sottese dalle sepolture da noi studiate sembrerebbe poter avere una qualche relazione, compatibilmente con le diverse epoche, con i cosiddetti “sentieri di Enlil, Anu ed Ea” dell’astronomia mesopotamica (Hunger e Pingree 1989, pp. 137-138; Pettinato 1998, pp. 91-93). Ci riproponiamo quindi di ridiscutere questo argomento in un prossimo lavoro.

6. Appendice. L’orientamento della pianta di scavo del sito HD6

Nell’ambito dello scavo di HD6, diretto dal prof. Maurizio Tosi, è stato inoltre definito l’esatto orientamento della pianta di scavo mediante la misura dell’ombra del Sole al momento del suo passaggio al meridiano superiore: operazione semplice ma essenziale, che dovrebbe essere eseguita sempre in ogni scavo. Da tale determinazione è stata estrapolata la declinazione magnetica del sito, che consta di circa $0^{\circ}45'$. Se ne deduce che la determinazione magnetica del nord effettuata all’apertura dello scavo di HD6 fu sostanzialmente corretta. Successivamente, mediante stazione totale, sono state rilevate le posizioni dei due picchetti indicanti il N-S astronomico per poter successivamente referenziare, tramite elaboratore e con la massima precisione, la pianta globale di scavo. Tale operazione resta affidata al team archeologico che scava il sito.

Bibliografia

- Calonghi F. (1957³) *Dizionario Latino – Italiano*, Rosembreg & Sellier, Torino.
- Codebò M. (1997) *Problemi generali del rilevamento archeoastronomico*, Atti del I Seminario A.L.S.S.A. di Archeoastronomia, Genova.
- Codebò M. (2012) *Il calcolo FK4 B1950.0 della precessione delle stelle*, atti del XIV Seminario ALSSA di Archeoastronomia, Genova.

Hoskin M. (2006) *Stele e Stelle*, Ananke, Torino.

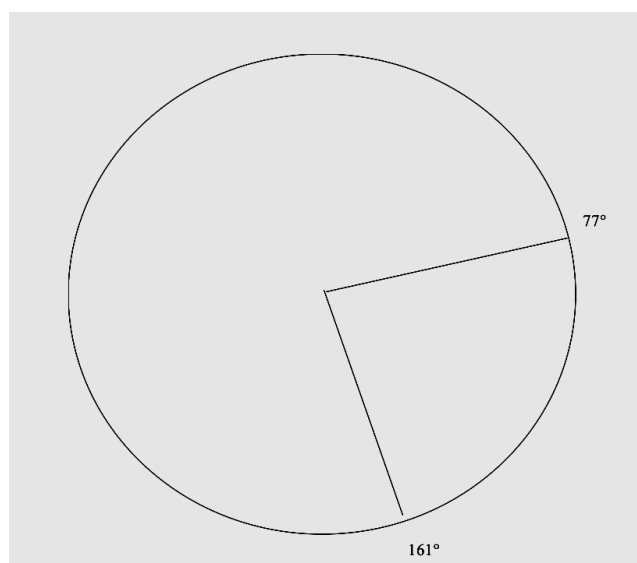
Hunger H., Pingree D. (1989) *MUL.APIN: an astronomical compendium in cuneiform*, Archiv für Orientforschung, 24.

Meeus J. (1990) *Astronomia con il computer*, Hoepli, Milano.

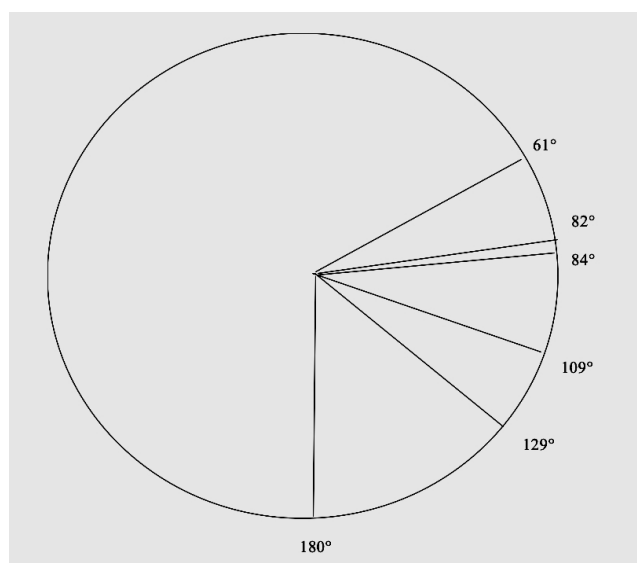
Meeus J. (2005) *Astronomical Algorithms*, Willmann-Bell Inc., Richmond, Virginia, U.S.A.

Pettinato G. (1998) *La scrittura celeste*, Mondadori, Milano.

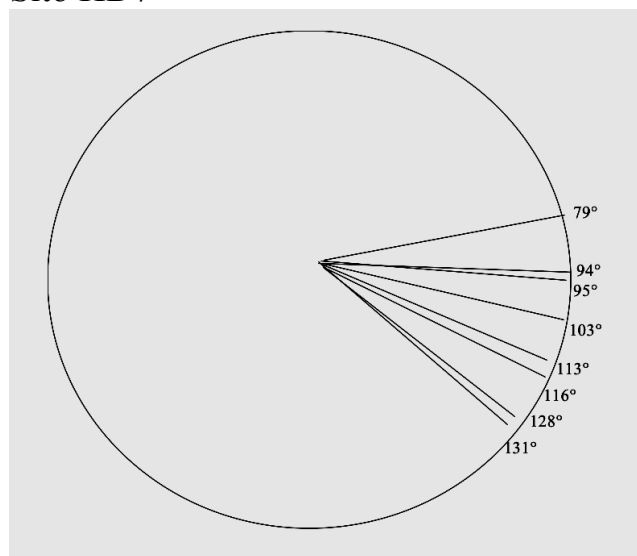
Salvatori S. (2001) *Excavations at the funerary structures HD 10-3.1,3.2,4.1,4.2 and 2.1 at Ra's Al-Hadd*, Rivista Archeologica XXV.



Sito HD7



Sito HD10



Sito RJ6

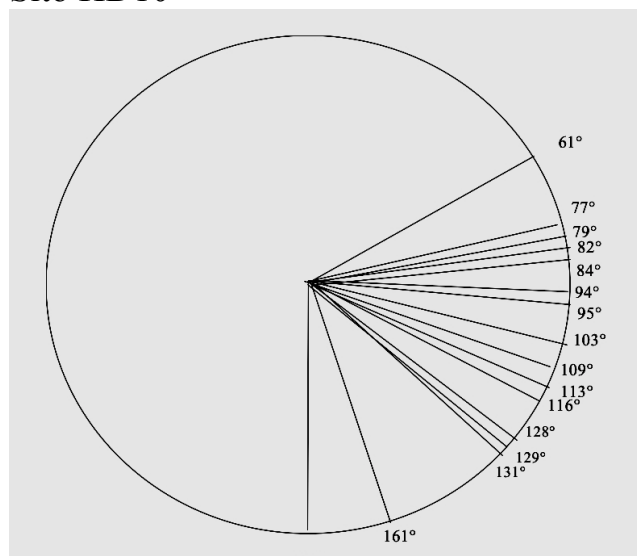


Diagramma cumulativo

Fig. 1. Diagrammi degli azimut delle tombe.



Fig. 2. Sito RJ6: due delle tombe prese in esame.