

Sulla progettazione degli appartamenti piramidali

Memoria di RICCARDO MANZINI
presentata dal Socio corrispondente Silvio CURTO
nell'adunanza del 10 maggio 2006

RELAZIONE DELLA COMMISSIONE
approvata nell'adunanza del 13 dicembre 2006 sulla Memoria
Sulla Progettazione degli appartamenti piramidali

Riccardo Manzini ha ravvisato nelle prime Piramidi menfite – la cosiddetta «a doppia pendenza» e la «ottusa» del faraone Snefru, circa 2720 a.C., – la «perfetta» di Cheope, 2690 a.C., la successiva di Chefren, 2650 a.C. due fattori costanti:

- a) Il corridoio in discesa dalla parete nord alle camere sepolcrali forma sempre, all'impatto col pavimento delle camere, il medesimo angolo.
- b) La sezione verticale nord-sud delle camere è sempre compresa in un «abaco» formato di cinque quadrati uguali affiancati.

Ha quindi additato la probabilità che il progetto della Piramide a «doppia pendenza» sia stato tenuto ad archivio e ripreso per le piramidi successive. Con riguardo alle tesi suddette, l'archeologo osserva che esse si basano su descrizione recente delle Piramidi menfite considerata dagli egittologi definitiva. Inoltre il discorso dell'abaco trova riscontro nella quadrettatura del piano grafico sempre usata dagli artisti egizi onde proporzionare le figure secondo canone, e ancora nella notizia di Thutmosi III restauratore circa al 1460 di un tempio su progetto «ripescato» in archivio del tempo di Cheope. A sua volta, lo specialista nella scienza delle costruzioni, constata correttezza nella struttura matematica del lavoro.

Pertanto la Commissione giudica il lavoro del Manzini meritevole di pubblicazione nelle Memorie dell'Accademia.

La Commissione:

Silvio Curto
Alberto Conte
Piero Marro

Riassunto. *Attraverso l'analisi delle prime piramidi canoniche egizie, che sono anche quelle di maggiori dimensioni, questo lavoro ha cercato di risalire da quanto realizzato alle effettive volontà progettuali. Basandosi esclusivamente sui dati rilevati dagli archeologi, l'indagine di questi appartamenti funerari ha evidenziato un'inattesa comune progettazione modulare di moderno concetto, basata sulla ripetitività in tutti i casi di un abaco formato da 5 moduli quadrati affiancati, di dimensioni identiche e costanti. Pur essendo tutti questi appartamenti di differente spazialità e conformazione, si è rilevato che il punto principale della progettazione e della sua applicazione in cantiere, era rappresentato dall'intersezione del corridoio discendente di ingresso con la linea di terra. Inoltre si è dimostrato che la ripetitività di questa modalità progettuale, con misure ricorrenti identiche, in edifici collocati in aree e tempi differenti, non può che essere legata all'esistenza di insospettati archivi progettuali. A riprova di queste deduzioni si è confrontata la ricostruzione degli appartamenti di Cheope in base ai dati forniti dagli studiosi, con quella derivante dall'applicazione del modulo ipotizzato, evidenziando differenze del tutto trascurabili. La constatazione che questa modularità progettuale è significativamente presente in tutte le piramidi che ospitano gli appartamenti funerari nella sovrastruttura, mentre è molto labile in quelle che hanno gli appartamenti sotto il livello del suolo, ha portato a concludere che solamente nel primo caso era indispensabile poter disporre di un progetto ben definito, onde limitare gli inevitabili errori realizzativi, che in questa situazione non si sarebbero potuti correggere senza alterare grandemente quanto già realizzato.*

Parole chiave: progettazione, piramidi, moduli, Snefru, Cheope, Chefren.

Abstract. *Drawing on the data established by archaeologists, this analysis of major pyramidal apartments has revealed an unexpected common modular design of modern conception, based on the repetition of an abacus made of five square modules of identical and constant dimensions, which makes it possible to assume the existence of unsuspected planning archives. On the basis of such research, we learn that the main point of the design and of its application on the building yard was represented by the intersection of the declining entry corridor with the ground line, and that the irrelevant differences between the supposed planning intention and its effective application were due to understandable slight building errors. The fact of having incidentally found an even more exact correspondence between the abacus and all the measures of the funeral apartments in the Pyramid of Chefren is a final and probably definitive confirm of this hypothesis, which demonstrates that the actual structure is the result of some incidental necessity. Realizing that such modularity of design exists in all the pyramids having funeral apartments in the external structure, while it is vague in those pyramids with the apartments under the ground level, got to conclude that only in the first case it was essential to have an extremely exact design.*

Keywords: planning, pyramids, modular design, Snefru, Cheope, Chefren.

1. Premessa

Per quanto la civiltà egizia sia caratterizzata dalla grandiosità delle sue realizzazioni architettoniche poco si conosce dell'arte della progettazione che in tali costruzioni si concretò, in quanto scarsi sono i documenti espliciti in nostro possesso. Tra questi merita una particolare menzione il papiro conservato al Museo egizio di Torino recante la planimetria della tomba di Ramesse IV nella Valle dei re, per la sua notevole corrispondenza con quanto realizzato, ma soprattutto perché costituisce il più antico documento progettuale noto. Purtroppo però, a parte questo esempio e pochi altri molto meno specifici, le nostre conoscenze su questo importante aspetto della civiltà egizia sono solo indirette, potendole derivare unicamente dall'analisi dei monumenti.

Da queste indagini molto si è compreso sulle tecniche costruttive egizie, mentre ancora molto scarse e poco approfondite sono le nostre conoscenze riguardo alla loro arte progettuale; ma il rilievo di numerose singolari coincidenze negli appartamenti piramidali pare aprire nuovi spiragli sulla progettazione egizia, lasciando intravedere concetti di estrema modernità.

Cercando di risalire dalle realizzazioni alla progettualità che le aveva concepite, la prima difficoltà riscontrabile è l'approssimazione dei dati su cui ci si deve basare per procedere ad un'analisi attendibile. Tale inevitabile imprecisione deriva da molteplici e sovente insuperabili fattori quali l'impossibilità di definire esattamente i limiti di strutture più o meno deteriorate (e quindi di stabilirne inconfutabilmente le dimensioni ed i valori), le difficoltà oggettive in alcuni casi a rilevarne con precisione le spazialità, la scarsa importanza metodologica di alcuni di questi rilievi, l'approssimazione di alcuni dei metodi utilizzati in passato per la loro rilevazione, ecc.

Tutti questi motivi hanno sovente vanificato ogni tentativo di ricostruire i progetti originari degli edifici antichi, in quanto i dati forniti dagli studiosi sono risultati piuttosto variabili ed a volte sensibilmente contrastanti, anche nell'ambito dello stesso lavoro.

A complicare il tentativo di superamento di queste difficoltà "archeologiche" si devono inoltre aggiungere gli inevitabili errori commessi dagli antichi costruttori per fattori intrinseci, oltre che per carenze tecniche, o per variazioni ed adattamenti in corso d'opera. Bisogna infatti considerare che alcune di queste lavorazioni (quali la costruzione delle piramidi) si prolungavano per molti anni durante i quali potevano andare perse le volontà esatte dei progettisti, o si doveva far fronte al mutare di condizioni oggettive.

In ultimo non va sottovalutato che nello studio dell'architettura egizia si è sempre riscontrata una variabilità ed un'ampia tolleranza nella riproduzione effettuata dagli antichi delle loro unità di misura, anche in relazione a luoghi e tempi differenti. Per quanto infatti sia certo che l'unità di misura lineare

fosse il cubito, il suo valore, pur con la tolleranza dovuta all'imprecisione degli strumenti dell'epoca, sembra abbia subito col tempo una variazione di tendenza, in quanto la sua misura media, considerando tutto l'arco della storia egizia, oscilla tra $0,527 \div 0,523$ m. Dalle indagini sembra però di rilevare nei monumenti costruiti fino alla IV dinastia compresa, la tendenza ad utilizzare la misura di 0,524 m, e valori leggermente superiori nei periodi successivi.

Esemplificativa a riguardo è la cripta di Cheope (**tavola 1**), la cui perfetta costruzione e conservazione hanno consentito di rilevarne con estrema precisione le dimensioni: lunghezza 10,48 m (**AB**), larghezza 5,24 m (**AC**), e diagonale della faccia minore 7,84 m (**AD**). Poiché è presumibile che per una struttura di tale importanza, quale questa che doveva ospitare il feretro regale, siano stati scelti multipli interi del cubito, si può supporre che il progetto prevedesse una lunghezza di 20 cubiti, una larghezza di 10 cubiti, ed una diagonale della faccia minore di 15 cubiti. Ovviamente tale supposizione si basa sul fatto che i rilievi effettuati in questa cripta presentano valori del sistema metrico decimale, esprimibili con multipli interi del cubito esclusivamente se si considera il cubito di valore 0,524 m. A possibile conferma della correttezza di questa deduzione è da rilevare che anche la diagonale **DB** di questa stanza (compresa tra gli angoli diametralmente opposti) misurerebbe esattamente 25 cubiti, cioè costituirebbe l'ipotenusa del triangolo "perfetto" **ABD**¹.

Questo dato, lungi dal sottintendere l'antesignana conoscenza del Teorema di Pitagora, ci sembra si debba mettere in relazione con una scelta di armonia estetica che sembra dominare tutto il progetto di Cheope. Poiché infatti il gusto estetico è inequivocabilmente conseguente alla cultura in cui si è sviluppato, si può comprendere che la stessa armonia per noi risultante da rapporti "ottimali" (quali appunto quelli legati al triangolo "perfetto") fosse percepita anche dai progettisti egizi che, scegliendo questi rapporti, vollero realizzare un vano esteticamente "perfetto" anche secondo i loro canoni. Se generalmente questa minima variabilità esistente tra le varie rilevazioni del cubito (4 mm) non può comportare alcuna sostanziale differenza sulle grandi dimensioni², nel tentativo di ricostruire la metodica progettuale a volte questa differenza può invece divenire importante nei vani interni, come verrà evidenziato nel prosieguo. Cercando infatti un'eventuale correlazione tra i dati rilevati sui monumenti ed eventuali legami tra di essi che potrebbero essere tradotti in rapporti elementari ricorrenti, si può rilevare che il mutare dei valori metrici del cubito altererebbe sensibilmente tali ricorrenze.

¹ Per triangolo "perfetto" si intende il triangolo rettangolo in cui le lunghezze dei cateti e dell'ipotenusa sono costituite da valori interi.

² Sui 441 cubiti di base della piramide di Cheope tale differenza si tradurrebbe al più in circa 90 cm.

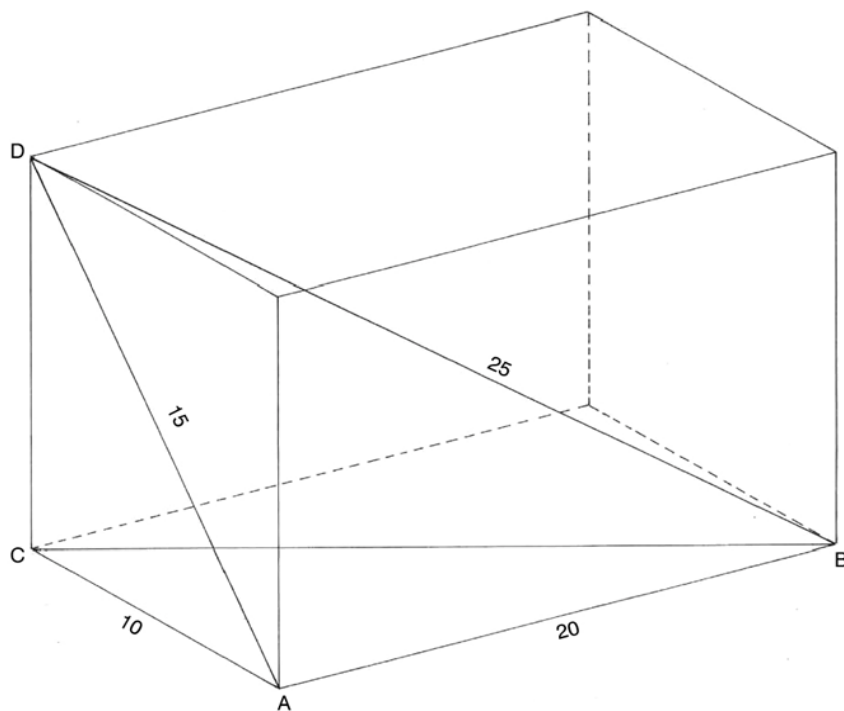


Tavola 1. Cripta di Cheope.

Prima di procedere all'analisi dettagliata delle piramidi esaminate al fine di tentare di ricostruire la volontà progettuale dei loro appartamenti funerari, riteniamo utile accennare brevemente al sistema utilizzato dagli egizi per misurare le ampiezze degli angoli, in quanto si sono rilevate anche per questi parametri suggestive correlazioni che sembrano concorrere ad un'interpretazione progettuale unitaria. D'altronde definire con la maggior precisione possibile le ampiezze degli angoli stabilite dai progettisti è di estrema importanza, poiché le grandi dimensioni di alcuni di questi vani comportano che a differenze di inclinazione anche minime sarebbero seguite notevoli variazioni nelle realizzazioni definitive. A tal fine è utile quindi ricordare che gli egizi esprimevano l'ampiezza di un angolo per mezzo del rapporto tra i cateti di un triangolo rettangolo che lo comprende; in tal modo angoli anche complessi se formulati con le nostre unità di misura in gradi e centesimi risulterebbero molto semplici con tale sistema. Così ad esempio l'inclinazione di gran parte delle piramidi della V e VI dinastia ($53^{\circ},13$), risulta essere pari ad un semplice rapporto di $4/3$; allo stesso modo, come vedremo successivamente, le inclinazioni dei corridoi di accesso degli appar-

tamenti di tutte le piramidi, rilevate dagli archeologi con valori approssimativamente compresi tra $25^\circ \div 27^\circ$, probabilmente furono previste con un semplice rapporto $\frac{1}{2}$, corrispondente all'angolo di $26^\circ,565$.

Questa metodica, di estrema semplicità, garantiva loro anche una notevole precisione, ma soprattutto la facilità a realizzare le maschere in legno con cui verificare costantemente la corrispondenza tra quanto si stava realizzando e quello che era stato progettato³. Onde ovviare a gran parte delle difficoltà sopra segnalate si è quindi cercato di ricostruire la volontà progettuale manifestata negli edifici esulando (in rari casi) anche dai dati forniti dagli studiosi, per privilegiare la ricerca del progetto teorico. A volte si sono infatti adottati valori minimamente differenti da quelli riportati, preferendo optare per una presunta fedeltà ai concetti tipicamente egizi di semplicità e di razionalità, piuttosto che ad imprecisi (ed incoerenti) dati "archeologici" evidentemente estranei ad essi. Per altro i dati assunti in queste circostanze non sono stati adottati arbitrariamente, ma solamente quando i valori ottenuti si discostavano da quelli rilevati per minime percentuali (accettabili per i motivi su menzionati), oppure avevano giustificate spiegazioni.

L'analisi è quindi partita dai dati riferiti dagli archeologi, e si è sviluppata per cercare di ricostruire la possibile volontà progettuale teorica, procedendo infine ad una revisione dei dati iniziali alla luce di tale confronto (evidenziando possibili errori di costruzione), e solamente se le misure dedotte si discostavano per valori poco rilevanti. Procedendo con tale metodica si sono rilevate singolarissime concordanze, le quali fanno ritenere che l'arte progettuale delle piramidi avesse raggiunto una maturità, e quindi sia stata standardizzata definitivamente, già all'epoca del concepimento della prima piramide canonica⁴ (Snefru Sud)⁵.

L'identico canone progettuale è infatti chiaramente ravvisabile anche nelle tre piramidi immediatamente successive (Snefru Nord, Cheope e Chefren), per poi perdersi progressivamente negli edifici seguenti di Micerino e Shepseskaf, ed essere poco rilevabile nelle rimanenti. Tale rapido declino è legato a nostro avviso allo spostamento in quelle piramidi di gran parte degli apparati funerari dalla sovrastruttura⁶ al sottosuolo, il quale infatti procede di pari passo con il distacco da questi canoni progettuali.

³ La credibilità della scelta di questo semplice rapporto sembra confermata anche da una importante osservazione che verrà illustrata nel paragrafo 3.

⁴ Per piramide canonica, in egittologia si intende una piramide con le facce lisce, in contrapposizione con quelle scalari (più antiche) il cui profilo è a gradoni.

⁵ Il faraone Snefru, padre di Cheope, edificò due piramidi nella medesima area di Dahshur, per cui i due edifici sono usualmente indicati come "Snefru Nord" e "Snefru Sud" per la rispettiva collocazione nell'ambito di questo sito.

⁶ In egittologia si è usi indicare come sovrastruttura di una piramide tutta la sua muratura posta al di sopra del suolo.

La motivazione tecnica dell'abbandono di questo canone progettuale può quindi essere ravvisato nel fatto che nel primo caso era impossibile discostarsi da un rigido progetto, mentre nel secondo vi poteva essere un'ampia tolleranza dovuta all'estraneità degli appartamenti alla sovrastruttura, la quale avrebbe consentito anche sensibili correzioni senza compromettere la muratura realizzata.

2. Analisi

Il presente lavoro si è sviluppato esaminando separatamente gli appartamenti funerari di numerose piramidi canoniche in base ai soli dati forniti dagli studiosi, e successivamente analizzandone le caratteristiche comuni. Da questo confronto è balzato evidente che tra gli appartamenti delle prime tre piramidi canoniche (Snefru Sud, Snefru Nord e Cheope) esistono analogie, tanto strette da non poter essere il frutto di casualità, che riguardano le disposizioni dei vani, ma sono anche riscontrabili in significative ricorrenze nelle misure.

In seguito a queste osservazioni si è quindi dedotto ipoteticamente che esistesse un identico schema progettuale modulare (abaco), in base al quale era possibile procedere alla progettazione con semplicità e rapidità, dovendo soltanto adattarlo alla composizione desiderata. Definito questo schema teorico si è infine rivisitata la descrizione di questi appartamenti fornita dagli archeologi, confrontandola con i dati del nostro abaco, rilevando che esistevano alcune differenze, per altro generalmente molto contenute⁷. Riesaminando quindi gli appartamenti di Cheope, e confrontandone i dati oggettivi con quelli derivati dalla volontà progettuale presunta, si è compreso che tali differenze, sempre che non siano conseguenti ad errori di rilevamento, derivano da minimi errori di costruzione che comportarono una deviazione dal progetto teorico.

Questi errori, sommandosi, produssero contenute ma progressive differenze rispetto al dato teorico prospettato, per le quali è però possibile fornire una spiegazione obiettiva che sembra confermare proprio il dato teorico. Il fatto che le misure rilevate nella piramide di Cheope costituiscano il prodotto di verosimili errori costruttivi, confermando l'originaria volontà di realizzare il progetto teorico ipotizzato, sembra convincentemente indicato dall'esprimibilità di quest'ultimo per mezzo di valori e dimensioni semplici ed intere, a differenza dei dati rilevati. Per altro va considerato che la disposizione spaziale dei vani più interni delle piramidi, essendo sovente desunta dagli archeologi in funzione di molti altri rilievi, può risultare discordante tra gli au-

⁷ Come detto nella premessa, raramente i dati rilevati possono avere il carattere di certezza, per cui differenze molto contenute tra i valori teorici proposti e quelli rilevati sono sembrati più che accettabili.

tori per una difficoltosa od errata valutazione di alcuni parametri, le cui imprecisioni verrebbero a sommarsi.

A conferma dell'ipotesi prospettata va infine notato che la disposizione dei vani di questa piramide presenta molte somiglianze con quella delle altre due piramidi precedenti, per cui le minime diversità riscontrate (soprattutto se rapportate alle enormi dimensioni degli edifici) non sembrano attribuibili a deliberate differenze progettuali. Va comunque ricordato che in questa ricostruzione si sono a volte assunti valori minimamente differenti da quelli forniti dagli studiosi (senza per altro discostarsi da essi in modo significativo), motivandone però la scelta.

Quale esemplificazione a riguardo va notata l'inclinazione della parte intima del corridoio Ovest della piramide di Snefru Sud, che gli autori indicano con valori variabili compresi tra i 24°,28 (Rinaldi e Maragioglio)⁸ ai 26°,60 (Perring): dal confronto con quasi tutti i corridoi d'ingresso degli appartamenti piramidali si è ritenuto che anche questo dovette essere previsto con l'inclinazione di 26°,56, pari ad un rapporto di 1/2 la cui motivazione verrà illustrata nel prosieguo. In ogni caso se venisse confermato il dato di 24°,28 sarebbe invece credibile ritenerlo un errore di realizzazione rispetto al progetto previsto, in quanto del tutto anomalo nel panorama architettonico egizio, e non esprimibile con un rapporto semplice.

Per quanto riguarda poi l'analisi di queste analogie si sono ovviamente riportate le misure rilevate alle unità egizie, adottando per queste tre piramidi un identico valore del cubito pari a **0,524 m** (accertato nella cripta di Cheope), in quanto vicine temporalmente (IV dinastia) e geograficamente (area menfita).

Si può quindi dire che si è semplicemente cercato di intuire le intenzioni dei progettisti prescindendo dalla effettiva realizzazione, la quale può talvolta risultare leggermente differente per motivi contingenti o per imprecisioni di rilevazione. Ciò che importa è convincersi che doveva necessariamente esistere un progetto ed un disegno in scala sul quale ragionare in base alle esigenze della committenza, nonché per prevedere i tempi e le modalità di costruzione.

Alcune particolarità che sembrano legate a schemi progettuali identici, fanno supporre la credibile esistenza non solo di un'arte progettuale particolarmente sviluppata, ma anche di (finora insospettati) archivi di queste progettazioni. Risulterebbe infatti altrimenti incomprensibile, ad esempio, la continuità manifestata dai sarcofagi regali del Medio Regno nel rispettare

⁸ Nel prosieguo si indicheranno con il richiamo "(R.M.)" i valori indicati da questi studiosi, oggi ritenuti i più autorevoli a riguardo.

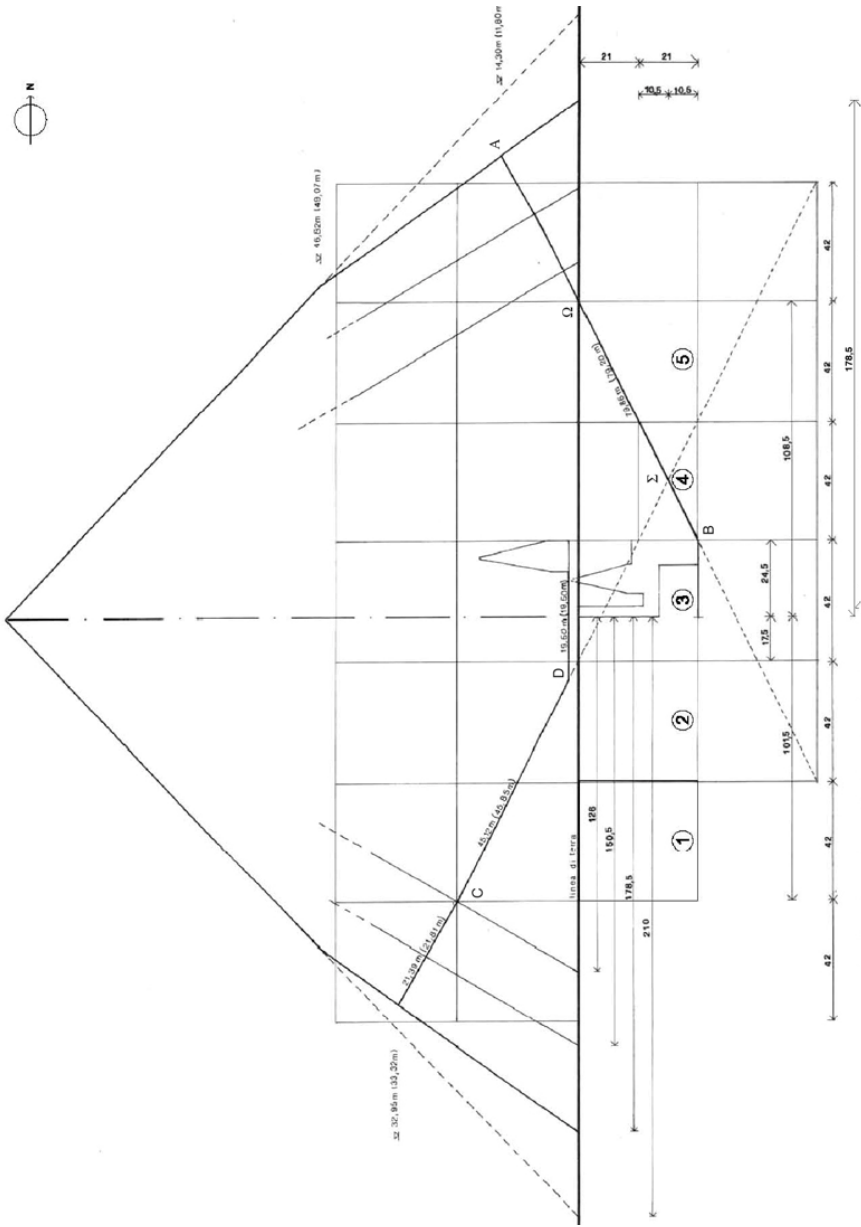


Tavola 2. Piramide di Snefru Sud a Dahshur con suddivisione in moduli

dimensioni costantemente crescenti, ad onta di lontananze geografiche o temporali. Poiché queste componenti venivano definitivamente occultate dopo le esequie, con la chiusura delle tombe che le ospitavano, sarebbe altrimenti inspiegabile come gli addetti alla realizzazione dei sarcofagi regi fossero a conoscenza di quanto avvenuto anche a distanza di tempo e di luogo. La tecnica artigianale veniva tramandata oralmente, e quindi gli artigiani che realizzarono questi sarcofagi avrebbero dovuto informare i propri allievi sulle misure realizzate, ma non sarebbe credibile che queste indicazioni venissero rigorosamente osservate se non nell'ambito di un documentato progetto "ufficiale" molto ampio.

Venendo più direttamente alla questione in esame, ritengo di aver rilevato in questi monumenti delle relazioni progettuali che venivano replicate in edifici successivi (pur con qualche variante), prospettando quindi anche in questi casi l'esistenza di archivi. Prescindendo comunque da ciò, l'identica replicazione di queste relazioni, ma soprattutto l'estrema rispondenza ad uno schema a moduli, ha evidenziato che fossero il prodotto di un'attenta scienza progettuale modulare di concetto estremamente moderno.

Questa sorprendente conclusione si basa sull'analisi di numerose piramidi canoniche; ma se in tutte si sono ottenuti risultati piuttosto suggestivi, solamente nelle prime tre (Snefru Sud, Snefru Nord, e Cheope) questi sono stati talmente sovrapponibili da far pensare all'esistenza di un identico modulo architettonico replicabile ed ampliabile. Per questa ragione si analizzeranno separatamente queste tre piramidi in ordine cronologico, proprio per meglio evidenziare quanto le caratteristiche di una siano presenti nelle successive.

Snefru Sud (piramide originaria)

Questa piramide (**tavola 2**)⁹ costituisce il prototipo di quelle a pareti lisce e di forma canonica¹⁰, e deve la propria singolare forma a doppia pendenza proprio alle incertezze conseguenti alla mancanza di esperienza, che comportarono numerosi cambiamenti di progetto in corso d'opera.

Allo stato attuale la piramide è alta 200 cubiti, ha una base di 357 cubiti e la sua sovrastruttura è nettamente divisa in due parti, di cui l'inferiore è alta mediamente 93 cubiti ed ha le facce inclinate secondo un rapporto 7/5, mentre la superiore ha una base lunga mediamente 226 cubiti, è alta 107 cubiti ed ha le facce inclinate secondo un rapporto 10/10,5.

Le singolarità di questa piramide comprendono anche gli appartamenti funerari che sono (unico esempio in tutto il panorama piramidale, a confer-

⁹ Come verrà precisato nel prosieguo, nella tavola si è proiettato l'appartamento occidentale sull'asse N-S dell'edificio, collocando a Sud l'ingresso che nella realtà è ad Ovest.

¹⁰ Fino a questo edificio tutte le piramidi erano a profilo scalare.

ma del suo carattere di prototipo) doppi e pressoché indipendenti¹¹: un appartamento inferiore con ingresso sulla faccia Nord della piramide, asse N-S, e sviluppo per gran parte ipogeo, ed un appartamento superiore con ingresso sulla faccia Ovest, asse O-E, e sviluppo totalmente compreso nella parte inferiore della sovrastruttura.

Se attualmente si presenta come un edificio in pietra di grandi dimensioni caratterizzato esteriormente dalla doppia pendenza e dal sorprendente stato di conservazione della sovrastruttura¹², abbiamo ragione di credere che esso racchiuda al suo interno due piramidi coassiali di dimensioni crescenti, appartenenti a progetti abbandonati quando si erano già completati gli appartamenti interni.

Se però l'esistenza di una piramide di 301 cubiti di base ed una pendenza esterna di 6/3,5, inglobata nell'attuale, era già stata ipotizzata negli anni '60 del secolo scorso da Rinaldi e Maragioglio¹³, alcune osservazioni fanno sospettare che al momento della sua costruzione già esistesse un'originaria piramide di 252 cubiti di base e di identica pendenza.

Senza dilungarsi nei dettagli delle motivazioni che portano a questa supposizione (per altro confermata dalla congruenza della successiva analisi), vale la pena accennare che parte di questa ipotesi è stata generata dalla constatazione che il corridoio d'ingresso dell'appartamento superiore presenta a circa 100 cubiti dall'asse dell'edificio (C) un altrimenti immotivato cambiamento di pendenza.

Tale brusca e sensibile variazione (da 30°,15 a 24°,28) corrisponderebbe secondo la mia supposizione all'originario ingresso del corridoio situato sulla faccia della presunta piramide, la quale risponderebbe ottimamente anche alle altre caratteristiche rilevate.

Prendendo quindi in considerazione unicamente questo presunto edificio, in quanto l'ampliamento dei suoi appartamenti nella costruzione delle successive piramidi non poteva ovviamente far parte del progetto originario, si sono rilevate le seguenti caratteristiche e deduzioni principali:

- 1) entrambi gli appartamenti funerari erano necessariamente già previsti in questo progetto
- 2) il punto C di cambiamento di pendenza del corridoio discendente Ovest (come detto da me ritenuto l'ingresso originario) dista

¹¹ Sono collegati solamente da un angusto cunicolo scavato estemporaneamente a lavori ultimati, ma sicuramente dalle stesse maestranze regie.

¹² È l'unica piramide in cui si sia conservato gran parte del rivestimento esterno, probabilmente per l'impossibilità a rimuoverlo senza provocare estesi crolli, a causa delle enormi dimensioni dei blocchi utilizzati.

¹³ Si veda bibliografia: Rinaldi e Maragioglio, volume III.

101,5 cubiti dall'asse della piramide, ed è posto a 42 cubiti di altezza dal suolo

- 3) il tratto **CD** del corridoio discendente Ovest è indicato con una pendenza variabile tra $24^{\circ},28 \div 26^{\circ},60$ a seconda degli autori, ma da una ricostruzione grafica sembra credibile sia di $26^{\circ},56$ (pari ad un rapporto di $\frac{1}{2}$) e termini in prossimità del livello del suolo
- 4) il corridoio discendente Nord (**AB**) termina a 42 cubiti di profondità
- 5) il corridoio discendente Nord¹⁴ è indicato con un'inclinazione di $26^{\circ},16$ (R.M.), ma dalla ricostruzione grafica, e per analogia con la maggior parte dei corridoi di accesso, è presumibile che fosse previsto di $26^{\circ},56$
- 6) il punto di intersezione del corridoio discendente Nord (**AB**) con la linea di terra (**Ω**), dista esattamente 84 cubiti dalla verticale del suo termine, e 108,5 cubiti dall'asse dell'edificio.

Analizzando questi dati l'attenzione è stata subito attratta da alcune singolarità quali la quota di inizio dell'originario corridoio Ovest (**C**) e quella di termine di quello Nord (**B**), che sono di identico valore (42 cubiti) ma opposte rispetto alla linea di terra, le inclinazioni dei corridoi discendenti che sono praticamente identiche e la ricorrenza di 42 cubiti (o suoi multipli) in molte misure.

In particolare da un rapido confronto è risultato che un'ampiezza di $26^{\circ},56$ (o ampiezze prossime a questo valore) è pressoché costantemente riscontrabile nei corridoi ascendenti o discendenti di tutti gli appartamenti funerari piramidali. Ma poiché l'ampiezza di $26^{\circ},56$ è quella esprimibile con il rapporto più semplice ($\frac{1}{2}$), si è ritenuto credibile che, per tutti questi particolari, fosse intenzione dei progettisti adottare un tale angolo per la facilità con cui si poteva costantemente verificarne l'esattezza: questo rapporto infatti definisce l'inclinazione della diagonale di un rettangolo "perfetto"¹⁵.

Ricostruendo quindi graficamente questi appartamenti alla luce dei dati forniti dagli studiosi, ma proiettando gli appartamenti occidentali secondo un asse S-N per facilità di illustrazione (tavola 2), si può notare che un tale rettangolo "perfetto" ricorreva anche in altri particolari. Considerando quindi che le quote di inizio dell'originario corridoio discendente Ovest (**C**) e quella

¹⁴ In effetti questo corridoio presenta nella sua porzione più esterna una pendenza maggiore, e su questa variazione si basa l'ipotesi di Rinaldi e Maragioglio dell'esistenza di una piramide di 300 cubiti.

¹⁵ Per rettangolo perfetto si intende quello il cui lato maggiore è il doppio di quello minore.

di termine del corridoio discendente Nord (**B**) corrispondevano esattamente (42 cubiti), si è provato a supporre che nella progettazione si fosse utilizzato un reticolo costituito da un teorico modulo rettangolare “perfetto” con il lato minore di 42 cubiti, pari appunto alle quote in questione.

PARTICOLARE	RILIEVO RINALDI MARAGIOGLIO	NOSTRO DATO TEORICO	DIFFERENZA
Appartamento superiore			
Inclinazione corridoio originario	24°,28 – 26°,60 ¹⁶	26°,56 (= ½)	2°,28 ÷ 0°,44
Distanza punto C dall’asse piramide ¹⁷	52,40 m	53,19 m	0,79 cm
Quota ingresso C	22,36 m	22,00 m	- 0,36 m
Appartamento inferiore			
Corridoio discendente ipogeo (Ω B)	50,79 m	49,19 m	1,60 m
Quota ingresso (A)	11,80 m	14,30 m	2,50 m
Quota termine corridoio (B)	-22,40 m	-22,00 m	- 0,40 m
Inclinazione corridoio	26°,16	26°,56 (= ½)	+0°,40
Distanza cripta dall’asse piramide	0,80 – 0 m ¹⁸	0 m	

Tabella 1

Pur avendo con ciò raggiunto significativi risultati, si è notato che, se si fosse ulteriormente diviso ogni rettangolo “perfetto” in due quadrati identici di 42 cubiti di lato, si sarebbe ottenuta una quadrettatura ancora più coincidente con i punti caratteristici degli appartamenti.

In una tale quadrettatura infatti tutti i punti significativi di questi appartamenti cadono sui lati o sui vertici di questi quadrati, o comunque mostrano stretti legami con essi: il punto d’ingresso (**C**) del corridoio discendente Ovest (**CD**) ed il punto di intersezione del corridoio discendente Nord (**AB**) con la linea di terra (Ω) coincidono con gli angoli dei quadrati estremi di

¹⁶ Il secondo dato è quello rilevato da Perring.

¹⁷ Il punto C corrisponde a quello di cambiamento di pendenza, da noi ritenuto il possibile ingresso originario.

¹⁸ Il secondo dato è quello rilevato da Perring.

questo reticolo, mentre i corridoi si sovrappongono con le diagonali dei rettangoli “perfetti”.

In particolare si nota che l'intersezione (Σ) del corridoio discendente Nord (**AB**) con il prolungamento teorico di quello Ovest (**CD**), come detto proiettato a Sud, sarebbe caduto esattamente ad una quota di 10,5 cubiti ¹⁹ al di sopra della base di uno di questi quadrati (-31,5 cubiti dalla linea di terra): in pratica suddividendo il quadrato in questione in due rettangoli “perfetti” minori sovrapposti, questa intersezione cadrebbe esattamente al centro di quello inferiore.

Ovviamente non tutti i punti caratteristici di questi appartamenti trovano una precisa correlazione con una simile quadrettatura, ma pochi di essi ne sono esclusi, e gli altri risultano di valori pressoché identici a quelli indicati dagli archeologi. Data la suggestiva corrispondenza con quasi tutti i valori indicati, tanto frequente da non poter essere casuale, si sono riconsiderati gli appartamenti alla luce di questa modularità, in funzione della quale se ne sono dedotte alcune dimensioni teoriche.

Queste nuove dimensioni, a mio avviso frutto della possibile volontà progettuale, si sono dimostrate talmente prossime a quelle rilevate dagli studiosi da sembrar confermare l'esattezza della deduzione.

A conforto di quanto illustrato, per ogni componente di questi appartamenti sono riportati nella Tabella 1 il confronto tra i valori indicati dagli studiosi, quelli da me ottenuti graficamente, e la deviazione tra di essi.

Snefru Nord

Gratificato dai risultati ottenuti dagli appartamenti della piramide di Snefru Sud, ho quindi proceduto ad analizzare allo stesso modo gli appartamenti della successiva piramide di Snefru Nord (**tavola 3**).

Questa piramide in pietra, con lato di base lungo 420 cubiti, facce inclinate di 10/10,5 e altezza di 197,6 cubiti, presenta (per la prima ed unica volta nel panorama architettonico egizio) gli appartamenti funerari interamente contenuti all'interno della sovrastruttura. Secondo i dati forniti dagli studiosi (R.M.) questi sono composti da un corridoio discendente (**AΩ**) lungo 63,60 m, ma di non univoca pendenza ($28^{\circ},00 \div 27^{\circ},93$, a seconda degli autori), il cui ingresso (**A**) è posto ad una quota di 28,65 m rispetto al suolo.

Questo corridoio, che termina a livello del suolo (**Ω**), conduce a due stanze poste in successione N-S con pavimento alla medesima quota, dalla seconda delle quali un corridoio (posto a circa 7,80 m dal pavimento) conduce infine ad una cripta interamente racchiusa nella muratura.

¹⁹ Cioè ad $\frac{1}{4}$ della sua altezza.

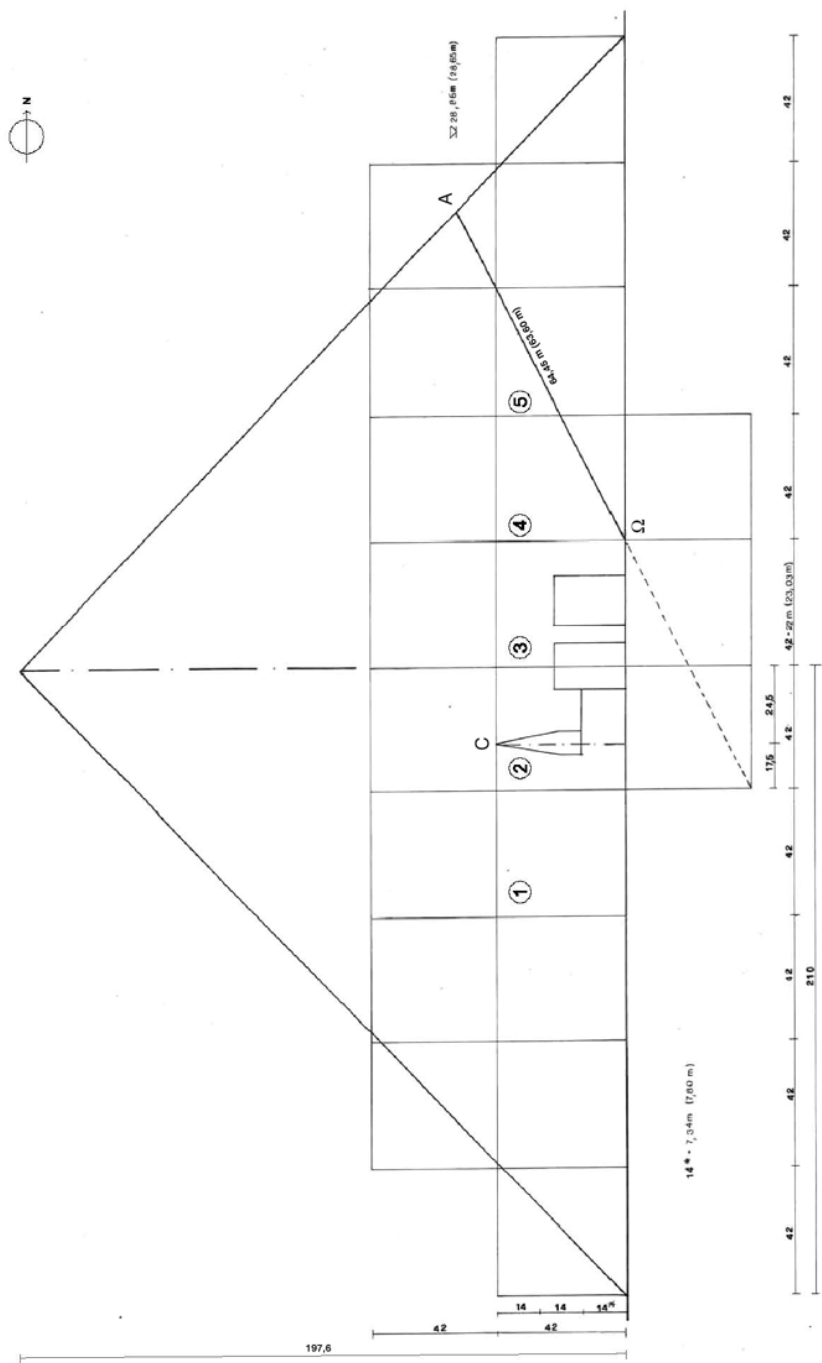


Tavola 3. Piramide di Snefru Nord a Dahshur con suddivisione in moduli

In questi appartamenti, seppur di progetto molto più semplice di quelli precedenti, si può notare che alcune misure erano simili a quelle ricorrenti nella piramide precedente, quali l'inclinazione del corridoio o, ancor più, la distanza tra la fine di questo (Ω) e l'asse della piramide. Trasformando infatti questi dati in unità di misura egizia, è possibile notare che questi valori si avvicinavano a quelli rilevati nella piramide precedente (rispettivamente un rapporto di $\frac{1}{2}$ ed una lunghezza di 42 cubiti) che potevano costituire l'esatta volontà progettuale teorica. Suddividendo graficamente quindi questo edificio secondo la quadrettatura utilizzata in precedenza di 42 cubiti di lato, si è rilevato che anche in questo caso si poteva pensare al suo utilizzo per prevedere teoricamente la disposizione e le dimensioni dei vani.

Così il termine del corridoio discendente (Ω) sarebbe coinciso con un angolo del quadrato di 42 cubiti, l'apice del soffitto della cripta (C) con il lato superiore di un altro quadrato, il corridoio discendente ($A\Omega$) avrebbe costituito la diagonale di un rettangolo "perfetto", e l'asse della piramide con il lato di un quadrato. Anche gran parte delle (per altro poche) misure apparentemente estranee a questo artificio grafico mostrano comunque una correlazione con i quadrati teorizzati: la quota del corridoio che conduce alla cripta è infatti con buona approssimazione pari a 14 cubiti (cioè $\frac{1}{3}$ di 42 cubiti) e l'asse della cripta dista da quello della piramide 24,5 cubiti (come la distanza B-asse della piramide, nella precedente piramide di Snefru Sud).

Ricostruendo con tale artificio grafico la presunta volontà progettuale, anche in questa piramide si sono ottenuti risultati molto prossimi a quelli indicati dagli studiosi, il cui confronto è illustrato nella Tabella 2.

PARTICOLARE	RILIEVO RINALDI MARAGIOGLIO	NOSTRO DATO TEORICO	DIFFERENZA
Corridoio discendente	63,60 m	64,45 m	0,85 m
Inclinazione corridoio discendente	28° - 27°,93 ²⁰	26°,56 (= $\frac{1}{2}$)	
Quota ingresso	28,65 m	28,86 m	0,21 m
Quota termine	0 m	0 m	0 m
Quota cripta dalla linea di terra	7,80 m	7,34 m	- 0,46 m
Distanza punto Ω dall'asse piramide ²¹	23,03 m	22 m	- 1,03 m

Tabella 2

²⁰ Il secondo dato è quello rilevato da Perring.

²¹ Il punto Ω corrisponde al termine del corridoio discendente.

Cheope

Questa mirabile piramide in pietra di 440 cubiti di base (R.M.), 280 cubiti di altezza ed inclinazione delle facce $7/5,5$, costituisce non solo l'edificio più grande e la massima espressione dell'architettura egizia, ma risulta anche la più raffinata evoluzione dello schema progettuale a moduli individuato nelle due piramidi precedenti.

Analizzando infatti le sue caratteristiche (**tavola 4**) non si può non rilevare che è l'unica a presentare 3 cripte²², che queste sono dotate di altrettanti corridoi indipendenti che si sviluppano armoniosamente da un ingresso comune, che è l'unica ad avere un corridoio ascendente e che, malgrado la sua complessità, ha una quasi perfetta rispondenza al modulo di 42 cubiti di lato.

Prima di procedere all'illustrazione degli appartamenti è opportuno precisare che Rinaldi e Maragioglio riferirono le loro quote alla faccia superiore del lastricato perimetrale, considerandola (pur con qualche dubbio) la linea di terra di riferimento, la quale è 53 cm più alta della linea di terra assunta da Perring; ciò comporta fra l'altro che la lunghezza del lato della piramide, secondo Perring, sarebbe di 441 cubiti. Le mie quote faranno riferimento a quella stabilita da Perring²³, poiché questa si riferisce all'effettiva base geometrica dell'edificio ed il livellamento degli spigoli doveva necessariamente avvenire a questa quota (altrimenti gli spigoli non si sarebbero incontrati al vertice), mentre la pavimentazione è parzialmente adagiata contro la faccia esterna dei blocchi di rivestimento e quindi era posta in opera ad edificio ultimato. Oltre tutto la quota indicata da Perring è l'unica in cui la modularità prospettata si verifica con notevole precisione.

Partendo come sempre dai dati forniti dagli studiosi (R.M.), i suoi appartamenti sono composti da un ingresso (**A**) indicato a 17,50 m dal livello del suolo, cui segue un corridoio (**AB**) di 105,36 m discendente con un angolo di $26^{\circ},41$, il quale incontra il suolo (**Ω**) a 67,20 m dall'asse della piramide, e termina a circa -30 m dal livello di terra, con un breve corridoio orizzontale che conduce alla cripta inferiore. Secondo questi autori²⁴, ad una quota di 5,06 m dal suolo, dal corridoio discendente ha origine (**Σ**) il corridoio ascendente (**ΣC**)²⁵ inclinato di $26^{\circ},30$, lungo 85,40 m, il quale termina a 42,80 m

²² Oltre alle cripte del re e della regina, in questa piramide vi è una terza cripta, ipogea e mai terminata, posta al termine Sud del corridoio orizzontale che ha inizio dal punto **B**.

²³ Per tale ragione le quote riferite da Rinaldi e Maragioglio sono aumentate di 0,53 m (differenza tra i due livelli di terra) rispetto a quanto effettivamente indicato da quegli autori.

²⁴ Si veda la tavola 8.

²⁵ La parte superiore di questo corridoio è la cosiddetta "Grande galleria".

di quota (C), cui segue un gradone alto 90 cm che raggiunge la quota di 43,70 m, dove inizia il corridoio orizzontale che conduce alla cripta regale.

Il terzo appartamento è costituito dal cosiddetto corridoio “della regina” (DE) lungo 41,32 m, il quale inizia dal corridoio ascendente alla quota di 22,34 m (in corrispondenza del punto in cui questo si espande nella Grande Galleria) e termina nella cripta detta “della regina”, la cui mezzeria è posta sull’asse E-O della piramide. Anche in questo edificio quasi tutte le misure riportate dagli studiosi, trasformate nelle unità egizie, sono subito apparse molto prossime a quelle ottenibili con una quadrettatura di 42 cubiti di lato, e gran parte dei punti caratteristici coincidenti con quelli di questi quadrati teorici. In particolare, per quanto si tratti di un artificio grafico, “regolarizzando” minimamente lo schema di questi appartamenti alla quadrettatura proposta si ottengono notevolissime somiglianze che non si possono ritenere fortuite. Così soltanto supponendo che le inclinazioni dei corridoi discendente (AB) ed ascendente (ΣC) fossero uguali, pari ad $\frac{1}{2}$, cioè $26^{\circ},56$ (ampiezza molto prossima a quelle proposte)²⁶, si otterrebbe una pressoché totale coincidenza tra la disposizione, le quote, e le dimensioni dei vani riportate dagli autori e quelle desunte dalla mia analisi teorica.

Prolungando verso Nord il tratto iniziale del corridoio discendente (AΩ), precedente l’intersezione con la linea di terra (Ω), questo coincide con la diagonale di un rettangolo orizzontale di 84 cubiti (pari a 2 moduli di 42 cubiti) per 42 cubiti.

Ricorrendo all’artificio grafico di suddividere questo rettangolo orizzontale nei due quadrati uguali che lo compongono, ognuno dei quali è di 42 cubiti di lato, è possibile notare che suddividendo il più meridionale di questi in due rettangoli uguali sovrapposti, alti ognuno 21 cubiti, il corridoio discendente coinciderebbe con la diagonale del rettangolo inferiore. Ma con questo accorgimento grafico risulta altresì evidente che l’intersezione del corridoio ascendente con il corridoio discendente (Σ) cadrebbe esattamente al centro del medesimo rettangolo ad una quota di 10,5 cubiti dal lato inferiore²⁷, che il tratto iniziale di questo corridoio ascendente (ΣC) costituirebbe una metà dell’altra semidiagonale del medesimo rettangolo, e che quindi il prolungamento oltre al punto di intersezione coinciderebbe con l’angolo inferiore destro di questo stesso rettangolo.

Queste affascinanti relazioni presuppongono ovviamente che i due corridoi abbiano la medesima inclinazione di $26^{\circ},56$ (ovvero $\frac{1}{2}$), mentre Rinaldi e Maragioglio indicano il corridoio discendente con un’inclinazione di $26^{\circ},41$ e quello ascendente di $26^{\circ},30$ (per altro valori poco dissimili da quelli teori-

²⁶ Per altro va sottolineato che le inclinazioni indicate dagli autori (R.M.), ma anche ampiezze prossime a quei valori, non sono esprimibili con il semplice sistema utilizzato dagli egizi.

²⁷ Pari a $42 / 4$ cubiti.

ci). Ma poiché in Egitto tutto dimostra la veridicità delle scelte più semplici, le variazioni proposte sembrano assolutamente compatibili con il progetto teorico ricercato, in quanto minimamente differenti dai dati archeologici.

Oltre a queste relazioni molto suggestive per supporre una progettualità modulare, altre concordanze sembrano confermare questa ricostruzione e la non artificiosità dell'ipotesi.

PARTICOLARE	RILIEVO RINALDI MARAGIOGLIO	DATO TEORICO	DIFFERENZA	DATO TEORICO IN MISURE EGIZIE
Quota ingresso corridoio discendente (A)	17,50 m	17,77 m	0,22 m	-
Livello di terra della piramide	+ 0,53 m	0	-0,53 m	0 c
Inclinazione del corridoio discendente (AB)	26°,41	26°,56	0°,15	1/2
Quota incrocio corridoi (Σ)	5,06 m	5,50 m	0,44 m	10,5 c
Distanza asse piramide incrocio linea di terra	67,20 m	66,00 m	1,20 m	126 c
Quota termine corri- doio discendente ²⁸	- 33,15 m	- 33,00 m	0,15 m	63 c
Corridoio ascendente (ΣC) inclinazione	26°,30	26°,56	0°,26	1/2
Quota cripta del re	43,70 m	44,00 m	0,30 m	84 c
Lunghezza corridoio “della regina” (DE)	41,32 m	44,00 m	2,68 m	84 c
Quota corridoio “della regina”	22,34 m	22,00 m	0,34 m	42 c
Quota relativa tra cor- ridoio “della regina” e cripta del re	21,36 m	22,00 m	0,64 m	42 c

Tabella 3

Così anche la “Grande galleria” (ultima parte del corridoio ascendente) costituisce a sua volta la diagonale di un rettangolo “perfetto” di 84 cubiti orizzontali²⁹ per 42 cubiti verticali, e con tale artificio grafico è evidente che il corridoio “della regina” (DE) costituirebbe il lato comune tra i rettangoli

²⁸ Dato virtuale ottenuto proiettando il corridoio fino ad incontrare l'asse della piramide.

²⁹ Pari a 2 moduli di 42 cubiti.

meridionali essendo equidistante dal termine della “Grande galleria” e la linea di terra.

Inoltre il punto (**D**) di origine di questo corridoio “della regina” (corrispondente al punto in cui il corridoio ascendente si amplia nella Grande galleria), coincide con il nodo comune ai 3 rettangoli “perfetti”.

Il confronto tra i dati di Rinaldi e Maragioglio, quelli dedotti dalla ricostruzione teorica, e quelli risultanti dalla trasformazione di questi ultimi nelle unità di misura egizie, sono riassunti nella Tabella e le cui conclusioni sembrano estremamente significative.

È da notare che, come evidenziato nella Tabella 3, anche molte misure egizie differenti dai 42 cubiti costituiscono comunque multipli o frazioni intere del supposto dato ricorrente modulare di 42 cubiti.

È evidente che gli unici dati sensibilmente discordanti sono alcuni di quelli riferiti al corridoio “della regina”, sia per quanto riguarda la sua quota relativa al termine del corridoio ascendente, che quelli riguardanti la sua lunghezza (pur tenendo presenti le riserve sull’esattezza del loro rilevamento). Ma poiché la maggior parte delle altre misure corrispondono quasi esattamente ai dati desunti teoricamente, non è credibile che si siano commessi errori nel rilevare la lunghezza di un corridoio e tutte queste misure degli appartamenti “della regina” sono strettamente correlate, se ne è dedotto che, come vedremo in seguito, nella costruzione di questo appartamento si commisero errori rispetto al progetto teorico.

3. Confronto

Date le notevoli analogie emerse dalla precedente analisi dei singoli appartamenti delle tre piramidi e la loro ricorrente relazione con quadrati di 42 cubiti di lato, si è quindi pensato di confrontare i punti più significativi delle tre sezioni, ottenendo interessanti risultati.

Avendo rilevato in ognuna di queste sezioni che l’incontro del corridoio discendente con la linea di terra (**Ω**) sembra costituire un punto fondamentale nella progettazione, e che questo punto coincide esattamente con uno dei vertici dei moduli teorici, si sono confrontati gli schemi grafici di 5 identici moduli (**tavola 5**), estrapolandoli dalle tavole precedenti.

Già da un’analisi superficiale di queste spazialità si sono evidenziate non solo le analogie progettuali, ma addirittura la scelta dei medesimi rapporti che hanno portato ad interpretare le molteplici concordanze come non attribuibili a semplici coincidenze. In particolare sembra molto suggestivo rilevare come l’intersezione grafica della proiezione dei due corridoi della piramide di Snefru Sud (**Σ**) riproduca esattamente e con le identiche quote relativamente al suolo (seppur con disposizione inversa rispetto a quello) l’intersezione dei corridoi di Cheope (**Σ**).

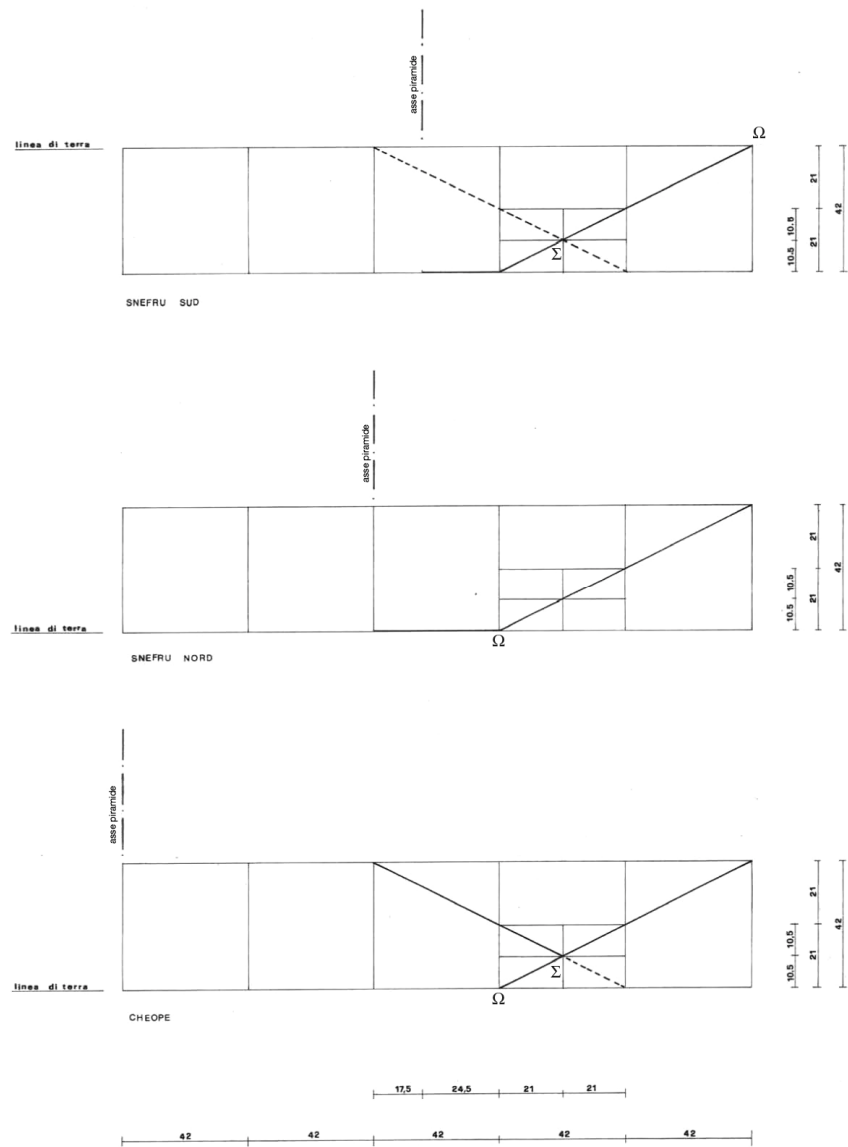


Tavola 5. Abaci a 5 moduli delle piramidi di Snefru Sud, Snefru Nord e Cheope.

L'identità di alcune misure e di alcuni punti caratteristici (come l'intersezione tra i corridoi (Σ) o con la linea di terra (Ω) in questi 3 edifici vicini temporalmente, sembrano confermare con evidenza l'esistenza di una modularità progettuale, anzi di una identica modularità.

Per verificare questa ipotesi ho quindi riportato nel medesimo disegno alcuni dei moduli rilevati nei singoli appartamenti, limitando il confronto ai 5 moduli affiancati che a mio avviso costituiscono il fulcro della progettazione (già indicati nelle tavole 2, 3, 4).

Come è facilmente rilevabile infatti da questo abaco³⁰ (**tavola 6**), costituito da un rettangolo di 210 cubiti di lunghezza per 42 cubiti di altezza, composto da 5 quadrati uguali, tali coincidenze sembrano trovare un'esatta corrispondenza.

Da questo disegno, in cui la scala è identica e le misure reali, è evidente che le inclinazioni di tutti questi corridoi ($1/2$) corrispondono a quella della diagonale del rettangolo "perfetto" composto dai due quadrati più a destra. Inoltre gli assi delle piramidi di Cheope e di Snefru Nord distano tra loro esattamente 84 cubiti³¹, mentre quello della piramide di Snefru Sud non avrebbe una corrispondenza esatta con lo schema presentato.

In effetti anche questo asse presenta un'elaborata relazione con i moduli, ma questo rapporto non corrisponde a valori interi secondo il modulo maggiore, ma solamente applicando il modulo piccolo³².

A possibile conferma del legame progettuale tra queste piramidi, dalle tavole 2, 3, 4 si può notare come in ambedue le piramidi di Snefru le cripte superiori siano poste ad una analoga distanza dall'asse dell'edificio, e tra la piramide di Cheope e quella di Snefru Sud le intersezioni dei due corridoi (Σ) in entrambi gli edifici³³ coincidano esattamente ma a quote opposte rispetto alla linea di terra.

Un ultimo punto che lega strettamente la progettazione di questi tre edifici, ma come vedremo in seguito anche di quello di Huni³⁴, è che sovrapponendo il punto di intersezione dei corridoi discendenti con la linea di terra (Ω), e presumendo che questi (**AB**) fossero previsti con un'inclinazione di $26^{\circ},565$, pari ad un rapporto "semplice" di $1/2$, variando solamente la posizione dell'abaco e i parametri degli edifici si otterrebbero esattamente le quote d'ingresso rilevate dagli archeologi.

³⁰ In questo grafico la linea superiore corrisponde alla linea di terra della piramide di Snefru Sud, mentre quella inferiore coincide con la linea di terra delle piramidi di Snefru Nord e Cheope.

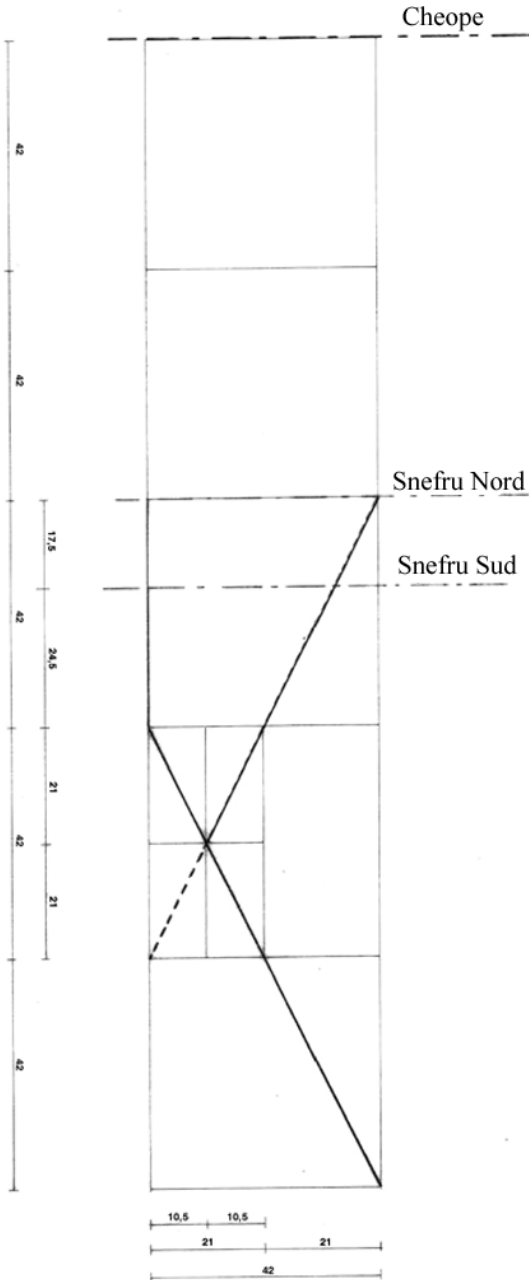
³¹ Pari a 2 moduli di 42 cubiti.

³² Per il modulo "piccolo" si veda più oltre.

³³ Ricordiamo che nella piramide di Snefru quello occidentale è stato analizzato in proiezione teorica S-N.

³⁴ Ultimo sovrano della III dinastia, la cui piramide si trova a Meydum.

Tavola 6. Abaco con la sovrapposizione dei 5 moduli principali delle piramidi esaminate



In alcuni casi le variazioni di pendenza di questi corridoi rispetto al dato teorico sono deliberate, evidentemente per recuperare le quote stabilite, correggendo eventuali errori costruttivi. Esemplicativi a riguardo sono la pendenza accentuata dei tratti più esterni di alcuni corridoi per raggiungere la quota indicata dal progetto teorico, o la presenza di un inspiegabile gradone alto circa 1 m al termine superiore della Grande galleria di Cheope, il quale sembrerebbe creato appositamente per correggere gli errori precedenti che avevano portato a raggiungere una quota inferiore a quella teorica che, evidentemente, si voleva raggiungere. Per inciso è da segnalare che tale identità progettuale lascerebbe presumere non solo l'esistenza di insospettati archivi progettuali, ma che si facesse ricorso ad un abaco di 42 cubiti per definire le quote relative.

Sembrerebbe quindi esistere un'analogia progettuale in evoluzione tra la piramide di Snefru Sud e quella di Snefru Nord, mentre quella di Cheope³⁵ sarebbe il prodotto finale delle sperimentazioni precedenti: anche l'inclinazione delle facce di quest'ultima ($51^{\circ},84$) è infatti una media fra quella delle due costruzioni di Snefru (rispettivamente $59^{\circ},74$ e $43^{\circ},60$) ed identica all'ultimo ampliamento della piramide di Huni a Meydum, attribuito a Snefru, realizzato dopo le due piramidi di Dahshur.

Questi ultimi dati assumono una particolare importanza, in quanto la piramide di Snefru Sud costituisce un evidente prototipo, nell'ambito delle piramidi canoniche, in cui si commisero errori: inizialmente si scelsero inclinazioni troppo instabili³⁶ per le facce ($59^{\circ},74$), corrette poi eccessivamente ($43^{\circ},60$) nel completamento superiore, ma poi riproposte nella successiva piramide di Snefru Nord³⁷.

Da questi confronti sembra evidente che la piramide di Cheope è la "summa" dei progetti precedenti: da Snefru Sud è derivato il concetto e la disposizione dei due appartamenti, da quella Nord la perfezione costruttiva ed i rapporti, mentre da entrambe la modularità.

L'abbandono di questa modularità progettuale dopo l'edificio di Cheope sarebbe giustificata da mutate scelte architettoniche. Poiché tutte le piramidi successive a quella di Cheope presentano infatti appartamenti totalmente o in grandissima parte estranei alla sovrastruttura³⁸, non sarebbe più stata necessaria un'attenta progettazione di questo tipo, in quanto le eventuali modifi-

³⁵ La successione cronologica di questi tre edifici è: Snefru Sud, Snefru Nord, Cheope.

³⁶ La parte inferiore di questa piramide mostra infatti evidenti fratture da assestamento, restaurate già in epoca antica.

³⁷ Tali inclinazioni costituiscono i due estremi tra cui furono scelte le inclinazioni di tutte le piramidi egizie successive.

³⁸ Al più il solo breve tratto iniziale del corridoio discendente di accesso attraversa la sovrastruttura di queste piramidi.

che in corso d'opera sarebbero avvenute solamente nel sottosuolo, e quindi con ampi margini di correzione senza dover intervenire sulla muratura in elevazione. Per le prime tre piramidi canoniche invece una parte notevole degli appartamenti è ospitata nella sovrastruttura, per cui sarebbe stato indispensabile disporre fin dall'inizio di un progetto di facile lettura ed attentamente studiato quale il sistema modulare prospettato, per l'impossibilità di correggere errori strutturali. A conferma di queste nostre deduzioni è da segnalare che il tentativo di replicare questo stesso schema nelle piramidi successive fornisce concordanze poco significative, se non per quanto riguarda il ricorrente ricorso alla diagonale del rettangolo "perfetto" per stabilire l'inclinazione di quasi tutti i corridoi discendenti.

Se la mia attenzione si è principalmente concentrata sulle piramidi maggiori della IV dinastia, in quanto la modularità dei loro appartamenti appare più evidente, si è anche esaminata l'esistenza di una simile modularità nella sola altra piramide che presenta gli appartamenti nella sovrastruttura.

Questa *piramide di Meydum*, attribuita ad Huni (ultimo sovrano della III dinastia), ha una collocazione molto particolare nel panorama delle piramidi egizie, in quanto è l'ultimo edificio realizzato e portato a compimento a gradoni (E2), ma soprattutto perché questa costruzione fu successivamente trasformata in piramide canonica (verosimilmente ad opera del successore Snefru), inglobando quanto già realizzato in una nuova muratura (**tavola 7**).

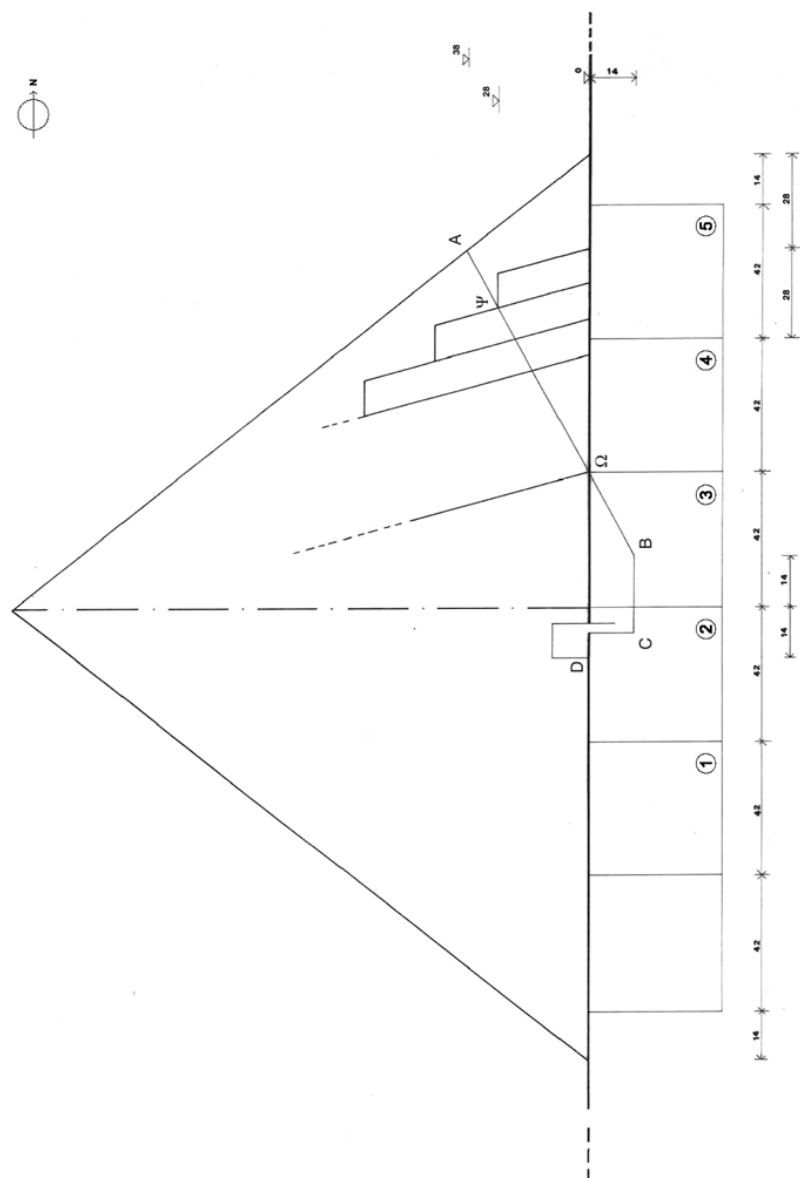
L'ampliamento non interessò la parte più interna degli appartamenti funerari, composta da un corridoio discendente (**AB**) che si approfonda nel sottosuolo, seguito da un tratto orizzontale che termina con un pozzo verticale ascendente che conduce alla cripta, il cui pavimento è posto pressoché sulla linea di terra.

Anche l'analisi di questa piramide ha evidenziato la ricorrenza del modulo di 42 cubiti e dei suoi sottomultipli, confermando la mia deduzione che un progetto dettagliato, facilitato dalla modularità, fosse necessario nel caso di appartamenti contenuti nella sovrastruttura. Come si deduce dalla Tabella 4 infatti questa misura è evidente in molti punti caratteristici.

La ricorrenza del modulo di 42 cubiti consente quindi di inserire questi appartamenti nell'abaco proposto, ma è da notare che in molti casi ricorre come sottomultiplo di questa misura, in accordo con la collocazione di questo edificio come prototipo di questa metodica progettuale.

In base a queste osservazioni si può ipotizzare che una modularità basata su di un quadrato di 42 cubiti sembrerebbe essere comparsa nell'ultimo edificio piramidale scalare³⁹, il quale è anche il primo in cui compaiono appartamenti nella sovrastruttura.

³⁹ Si veda nota 4.



	RINALDI E MARAGIOGLIO
Distanza asse piramide – intersezione corridoio/terreno (Ω) ⁴⁰	42 c.
Distanza asse piramide-inizio corridoio orizzontale (B)	14 c (cioè 1/3 di 42 c)
Distanza asse piramide – parete Sud cripta (D)	14 c (cioè 1/3 di 42 c)
Quota corridoio orizzontale (BC)	- 14 c (cioè 1/3 di 42 c)
Quota ingresso corridoio su E2 (Ψ) ⁴¹	28 c (cioè 2/3 di 42 c)
Semibase di E2	112 c (cioè 2 moduli di 42 c + 2/3 di 42 c)

Tabella 4

A questo seguirono gli edifici di Snefru Sud e Nord in cui tale metodica progettuale venne affinata, per culminare infine con l'edificio di Cheope, dopo il quale tale sistema venne abbandonato in quanto non si ricorse più agli appartamenti nella sovrastruttura.

Come si può notare dalle tabelle precedenti l'estrema vicinanza risultante dal confronto dei dati teorici da me ricavati con quelli riportati dagli studiosi (R.M.) confermerebbe la correttezza del sistema dell'abaco per interpretare l'esatta volontà progettuale.

Ad esempio la minor lunghezza del corridoio “della regina” (**DE**) riportata da Rinaldi e Maragioglio rispetto a quella proposta dalla mia previsione teorica sarebbe quindi spiegabile rivedendo analiticamente le misure riportate dagli studiosi (**tavola 8**):

- 1) la linea di terra indicata da Rinaldi e Maragioglio è posta ad una quota di 53 cm più in alto di quella riportata da Perring, che costituisce l'effettiva base geometrica dell'edificio, da noi scelta come linea di base
- 2) il punto di inizio del corridoio ascendente (**Σ**) fu realizzato ad una quota più bassa di quella prevista teoricamente
- 3) il corridoio discendente (**AB**) è indicato con una inclinazione media di 26°,41, mentre per quello ascendente è segnalata una inclinazione di 26°,30, la quale differisce talmente poco da quella precedente da sembrar evidente trattarsi di un errore costruttivo (o di rilievo).

⁴⁰ Tale distanza corrisponde a quella rilevata nella piramide di Snefru Nord.

⁴¹ Si indica come E2 l'ultimo ampliamento a gradoni di questa piramide, effettuato da Huni.

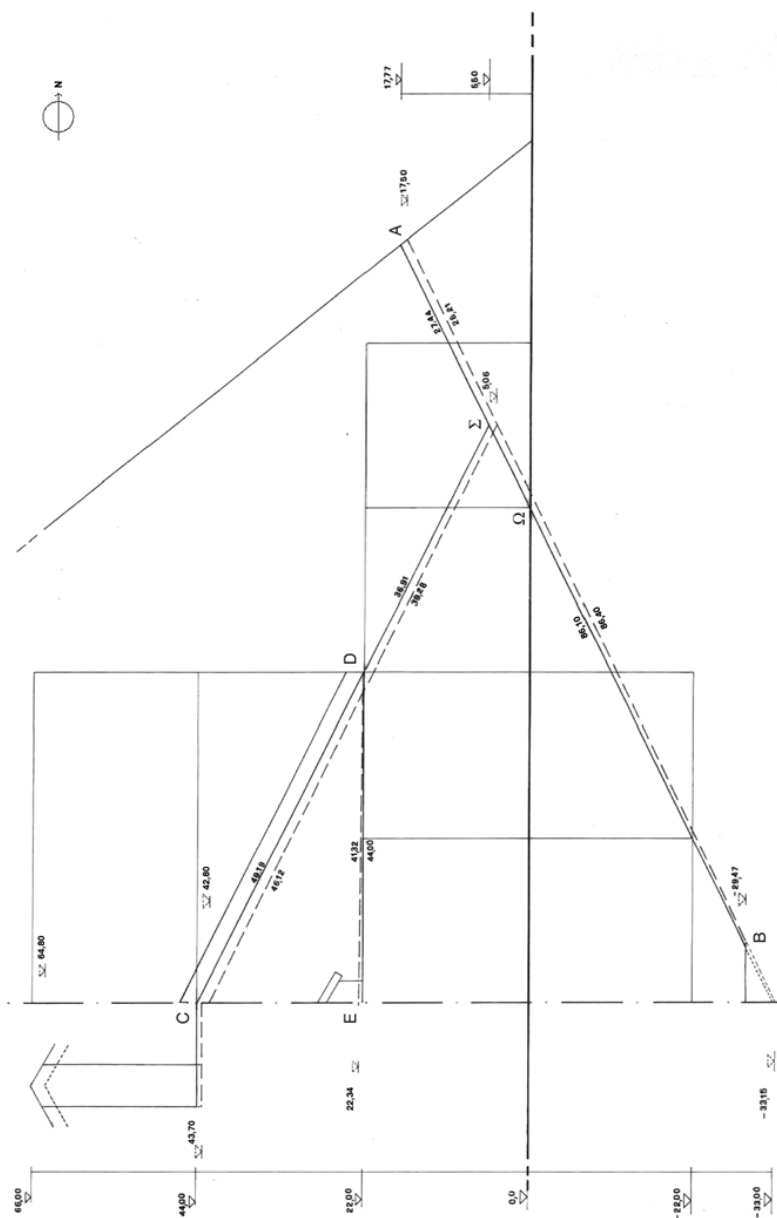


Tavola 8. Appartamenti di Cheope a Giza suddivisi in moduli, con il confronto tra il presunto progetto teorico (indicato in linea continua) e quello rilevato da Rinaldi e Maragioglio (indicato con linea tratteggiata), correlati di relative misure espresse in metri.

La linea di terra è quella indicata da Perring

In conseguenza di ciò il corridoio “della regina” (**DE**) inizierebbe più a Sud di quanto previsto, e ad una quota maggiore, e ciò spiegherebbe la minore lunghezza rispetto a quanto previsto teoricamente.

Tuttavia anche in questo caso la lunghezza complessiva rilevata del corridoio ascendente (**ΣC**) (85,40 m) differisce poco da quella teorica (86,10 m), ed ancor meno per quanto riguarda il corridoio discendente (**AB**) che risulta di 113,61 m a fronte di un dato teorico di 113,56 m.

Poiché dall’abaco è evidente che il punto di intersezione tra il corridoio e la linea di terra (**Ω**) doveva costituire il fulcro principale della progettazione, in quanto esattamente definito in tutti i casi con proporzioni esatte ed identiche, si può dedurre che la sua definizione sul terreno doveva costituire il primo atto della costruzione della piramide. Tale deduzione è basata, oltre che per l’importanza rilevata nella progettazione, perché era il punto più facilmente definibile sul terreno fin dall’inizio della costruzione (anzi era l’unico punto, in quanto al momento non esisteva ancora la sovrastruttura), ma soprattutto perché da esso dipendevano sia la collocazione dell’asse della piramide che della base della faccia Nord dell’edificio. Inoltre giustificerebbe un’oscura particolarità della cosiddetta “Grande fossa” di Zawiet el-Aryan in cui le uniche parti realizzate in muratura⁴² sono le fondazioni della cripta, ed appunto un lungo tratto (ben rifinito) di pavimentazione del corridoio discendente situato in prossimità della linea di terra, e non nella parte più profonda come ci si dovrebbe attendere altrimenti.

Riassumendo brevemente in base alla mia deduzione queste iniziali fasi lavorative, nella costruzione della piramide dovevano succedersi i seguenti avvenimenti:

- 1) individuazione del punto in cui il corridoio discendente avrebbe incontrato la linea di terra per poter stabilire le esatte disposizioni e collocazioni degli elementi della piramide
- 2) individuazione dei punti di intersezione dei lati di base per poter definire le facce⁴³
- 3) scavo degli appartamenti ipogei, e contemporaneamente precoce realizzazione del pavimento del corridoio discendente nella parte adiacente la linea di terra per poter procedere da questo punto alla esatta definizione della disposizione dei principali elementi del monumento.

⁴² La costruzione di questo edificio fu interrotta in fase precoce, residuandone appunto solamente la fossa che doveva ospitare gli appartamenti (e che diede il nome al monumento).

⁴³ Secondo Rinaldi e Maragioglio queste due prime fasi sarebbero avvenute in ordine inverso.

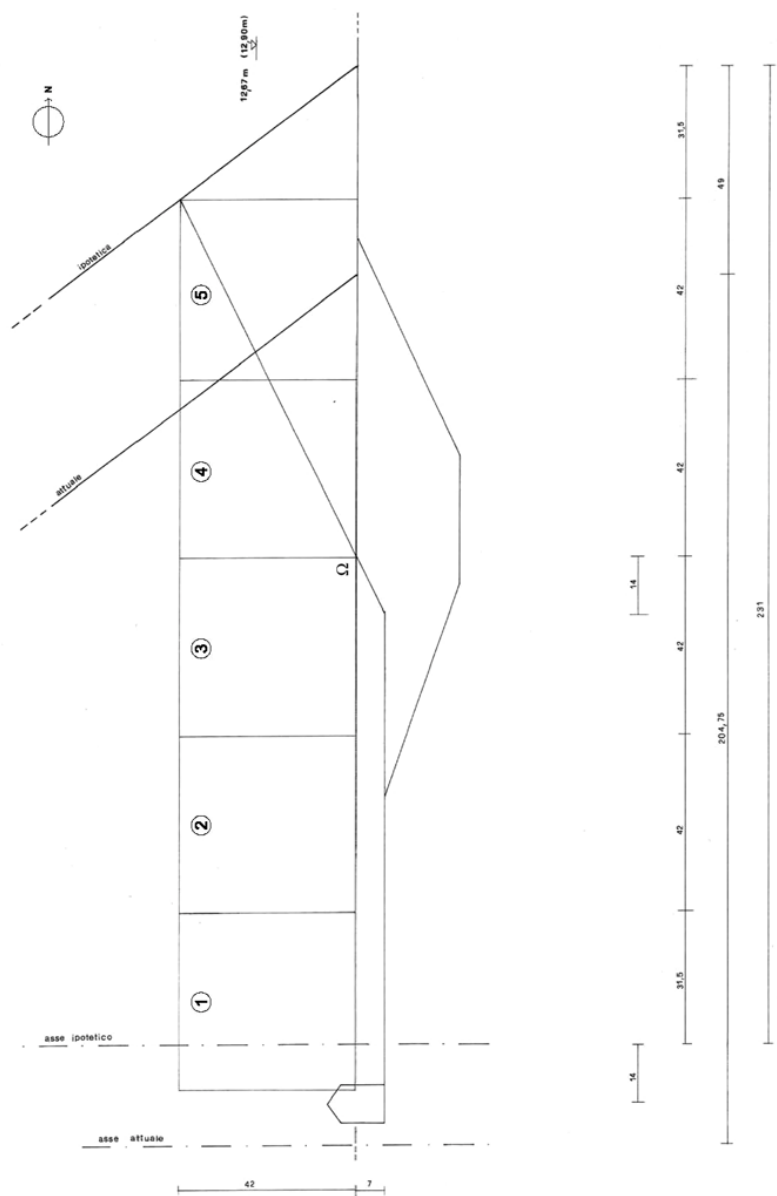


Tavola 9. Appartamento di Chefn con suddivisione in moduli, nell'attuale piramide ed in quella desunta.

A conferma della nostra presunzione dell'importanza di tale punto (Ω), ricordiamo che solo sovrapponendo tale intersezione si sarebbero raggiunte le quote relative stabilite teoricamente.

4. Verifica

Un'ultima e definitiva conferma dell'esistenza di un abaco progettuale con modularità di 42 cubiti, si deriva dall'analisi, emersa casualmente durante la compilazione di un libro sulle piramidi egizie⁴⁴, dell'ultima piramide di grandi dimensioni, quella di Chefren, in cui alcuni particolari appaiono oggi assolutamente "anomali" nel panorama piramidale.

Questa piramide (**tavola 9**) presenta infatti delle caratteristiche estranee alle altre piramidi dell'Antico Regno, quali l'asse degli appartamenti che risulta sensibilmente decentrato verso Est (12,45 m) rispetto a quello N-S dell'edificio, la cripta che è l'unica posta a settentrione dell'asse E-O della piramide e numerosi indizi che hanno fatto ritenere agli studiosi⁴⁵ sia esistita in origine una piramide progettata ed iniziata, ma mai realizzata, più grande dell'attuale verso Nord ed Est di "una trentina di metri". Cercando di comprendere le possibili dimensioni di questo ipotetico monumento, ho semplicemente supposto che l'ingresso degli appartamenti funerari, e quindi il loro asse, per ragioni estetiche e razionali, fosse sulla mezzeria della faccia Nord di questa piramide. Poiché si è evidenziato in precedenza che il punto Ω degli appartamenti avrebbe dovuto essere il primo ad essere definito sul terreno durante la costruzione di una piramide, ne consegue che gli attuali appartamenti siano comuni ad entrambi gli edifici.

Facendo quindi coincidere l'asse degli appartamenti con quello N-S della supposta piramide, ne sarebbe conseguito un edificio maggiore dell'attuale di 49 cubiti verso Nord ed Est (25,6 m), e di 3,5 cubiti (1,8 m) verso Sud ed Ovest, in linea con quanto ipotizzato dagli studiosi ("una trentina di metri"). Ma inserendo in questa piramide gli attuali appartamenti, questi presenterebbero una collimazione assolutamente perfetta con i punti dell'abaco, superiore a quella di tutti gli edifici precedenti (tavola 8).

Applicando infatti le misure rilevate sul posto dagli studiosi (R.M.) a questa ricostruzione ipotetica, si otterrebbero i seguenti valori:

- il punto Ω sarebbe equidistante dal piede e dall'asse verticale della piramide, pari a 115,5 cubiti, cioè $42 + 42 + 31,5$ (2 moduli e $\frac{3}{4}$)
- la quota d'ingresso corrisponderebbe a 42 cubiti (1 modulo)

⁴⁴ Manzini R., *Complessi piramidali egizi...*

⁴⁵ Edwards, Rinaldi, Maragioglio.

- la posizione della cripta rientrerebbe nelle consuetudini, essendo a Sud dell'asse E-O della piramide
- la distanza dell'asse E-O della cripta dal corrispondente della piramide sarebbe di 14 cubiti ($\frac{1}{3}$ di modulo).

Dalla tavola 8 risulta però che l'effettiva quota dal suolo raggiunta dall'attuale corridoio discendente (7 cubiti) è del tutto anomala rispetto all'abaco, ma soprattutto comporta lo spostamento verso Sud di 14 cubiti ($\frac{1}{3}$ di modulo) del termine inferiore del corridoio stesso rispetto al punto Ω , cui consegue un pari spostamento verso Sud dell'asse E-O della cripta, corrispondente alla distanza che separa questo asse da quello verticale della piramide. Tutto ciò, unito alla constatazione che il corridoio orizzontale (ipogeo) è rivestito solamente nella sua parte iniziale, mi sembra possa essere ricondotto ad una situazione contingente, in cui i costruttori si siano visti obbligati a proseguire il corridoio discendente oltre il punto Ω a causa forse della friabilità del terreno incontrato. Riportando infatti il corridoio orizzontale a livello del suolo, facendolo quindi iniziare dal punto Ω come nella precedente piramide di Snefru Nord, l'asse E-O della cripta coinciderebbe esattamente con quello omologo della piramide (con una differenza di 5 cm !). Oltretutto questa ricostruzione, che collocherebbe gli appartamenti interamente al di sopra del livello del suolo, farebbe rientrare questo edificio tra quelli le cui caratteristiche (appunto la presenza di vani nella sovrastruttura) abbiamo supposto richiedessero l'imprescindibile esistenza di un abaco progettuale, il cui ricorso altrimenti sarebbe inspiegabile.

Conclusioni

Fermo restando che anche in epoca moderna durante la costruzione di un edificio si possono verificare discordanze tra il progetto e la realizzazione (la cui sommazione può risultare sensibile), e che quindi è arduo risalire con certezza da quanto realizzato all'esatta volontà dei progettisti, si può concludere questa nostra analisi affermando che dai reperti esaminati sembra trasparire una progettualità molto evoluta. Limitando anzi il discorso alla comparsa delle piramidi canoniche in pietra pare evidente che le prime quattro (le maggiori in assoluto) siano legate da una analoga progettualità modulare, la quale manifesta una costante evoluzione partendo dallo stesso schema. Potrebbe non essere estranea a questa identità progettuale la stretta parentela che sembra legare la figura di Nefermaat (probabile progettista delle piramidi di Snefru) con Hemiunu, verosimile progettista della piramide di Cheope, i quali sembrano essere stati padre e figlio.

Prima di terminare questa disamina mi sembra interessante evidenziare come sarebbe possibile azzardare un'ulteriore legame proporzionale non so-

lo tra gli appartamenti di questi tre edifici, ma che questo coinvolgerebbe anche le sovrastrutture, e troverebbe il suo massimo realizzo nella piramide di Cheope globalmente considerata. Supponendo infatti di ricorrere ad un modulo “piccolo” di 3,5 cubiti (1/12 del modulo “grande”), si potrebbero trovare multipli interi di questo modulo nelle sovrastrutture di queste tre piramidi⁴⁶, e tale rapporto sarebbe altresì ravvisabile anche negli appartamenti.

Nella seguente tabella⁴⁷ mettiamo a confronto i valori indicati dagli studiosi, quelli dedotti teoricamente da noi, e quelli ottenibili con multipli di questo ipotetico modulo di 3,5 cubiti: come è facilmente rilevabile i dati ottenuti con questo artificio sembrano significativamente prossimi a quelli rilevati direttamente misurando la struttura esistente.

PARTICOLARE	MISURE RINALDI MARAGIOGLIO	MISURE TEORICHE	MODULO “GRANDE” (42 c.)	MODULO “PICCOLO” (3,5 c.)
Lato piramide	230,38 m	231,08 m	10,5	126
Quota corridoio regina	22,34 m	22,00 m	1	12
Quota cripta del re	43,70 m	44,00 m	2	24
Quota travi a contrasto	64,80 m	66,00 m	3	36
Quota incrocio corridoi	5,06 m	5,50 m	¼	3
Altezza cripta del re	22,00 m	22,00 m	1	12
Altezza cripta della regina	5,60 m	5,50 m	¼	3
Decentramento cripta del re	11,01 m	11,00 m	½	6
Distanza asse piramide-intersezione corridoio/terreno	67,20 m	66,00 m	3	36

Tabella 5

È ovvio che più piccole sono le dimensioni del modulo esaminato e maggiori sono le possibili concordanze con multipli interi di esso (e quindi meno significative), ma in questo caso questo piccolo modulo di 3,5 cubiti (1,83 m) verrebbe solamente ad ampliare le concordanze già rilevate con il grande modulo di 42 cubiti (22 m), di cui costituisce un sottomultiplo intero.

Si potrebbe quindi ipotizzare che la progettazione di queste piramidi fosse vista in un contesto globale comprendente sia la sovrastruttura che gli ap-

⁴⁶ A conferma della correttezza della quota di base fornita da Perring, tale affermazione è valida per la piramide di Cheope qualora si assuma il conseguente lato di base di 441 cubiti, invece degli attualmente presunti 440 cubiti (R.M.).

⁴⁷ Come esempio si è scelta la sola piramide di Cheope, ma le stesse concordanze sono rilevabili anche nelle altre piramidi in questione.

partamenti interni, ricorrendo ad un piccolo modulo di 3,5 cubiti per definire maggiormente i rapporti dettagliati tra queste due componenti.

Per quanto nulla si possa quindi affermare con certezza sulla progettualità egizia, le evidenti analogie emerse dall'analisi degli appartamenti funerari delle prime tre piramidi canoniche ci sembrano riconducibili ad un medesimo schema progettuale. Questa deduzione richiederebbe ulteriori rilevazioni più approfondite ma soprattutto mirate, in quanto potrebbe dimostrare come sia stato possibile rispettare criteri di estrema semplicità progettuale anche in costruzioni complesse come le piramidi maggiori. Sarebbe altresì evidente il concepimento di un concetto modernissimo come la progettazione modulare fin dagli albori dell'architettura. Ovviamente questo è solamente un passo in questa direzione, ma i dati prospettati e le correlazioni avanzate sembrano indicare che il cammino intrapreso sia quello giusto.

Legenda

Nelle tavole sono indicati tra parentesi i valori in metri rilevati da Rinaldi e Maragioglio, in chiaro i nostri dati dedotti teoricamente.
I dati quotati sono espressi in cubiti.

Bibliografia

- [1] EDWARDS J.E.S., *The Pyramids of Egypt*, Londra 1961.
- [2] FAKHRY A., *The Monuments of Snefru at Dahshur*, Cairo 1959-1961.
- [3] LAUER J.P., *Le Mystère des Pyramides*, 1988.
- [4] LEHNER M., *The Complete Pyramids*, Londra 1997.
- [5] MANZINI R., *Complessi piramidali egizi – Piramidi: genesi ed evoluzione*, Torino 2006.
- [6] PERRING J.S., *The pyramids of Gizeh*, Londra 1839-1840.
- [7] PETRIE W.M.F., MACKAY E., WAINWRIGHT G.A., *Meydum and Memphis*, Londra 1910.
- [8] RINALDI C., MARAGIOGLIO V., *L'architettura delle piramidi menfite*, voll. II-VIII, Rapallo 1964-1972.
- [9] STADELMANN R., *Die Großen Pyramiden von Giza*, ADEVA 1990.
- [10] STADELMANN R., *Die Ägyptischen Pyramiden*, Mainz 1997.