

statua di Archimede realizzata da Giuseppe Villa  
in atto presso liceo Corbino



CAPITOLO V°

OMAGGIO AD ARCHIMEDE IL PIÙ GRANDE GENIO SIRACUSANO DI TUTTI I TEMPI

Opera n. 113 di A. Randazzo statua di Archimede donata per il parco di Bosco Minniti



OMAGGIO AD ARCHIMEDE

IL PIÙ GRANDE GENIO SIRACUSANO DI TUTTI I TEMPI

Per la statua del nostro Archimede ho scelto volutamente una pietra nostra, "siracusana", ricavata da un grande blocco di oltre 4 tonnellate di calcare semicristallino, cercata e rinvenuta in una Cava di contrada Mostringiano presso la base (cretaceo-miocenica) del Monte Climiti; ciò per significare che il nostro grande antenato, impastato dalla polvere e dal fango di queste contrade, respirò quest'aria, ammirò questo firmamento, queste albe e questi tramonti ed infine per riaffermare l'origine Siracusana del grande scienziato, storicamente acclarata, nei confronti del quale siamo da sempre debitori.

Volevo che con la scultura Archimede continuasse a rivivere, parlarci e invitarci a capire il dono di sapersi meravigliare ancora e gioire, come solo un bambino sa fare, nello scoprire qualcosa di nuovo; immaginare i Suoi sogni, le Sue incertezze, le Sue curiosità.

Così la pietra informe guida gli scalpelli e m'invita ad immaginare il suo spirito (Psichè) personificato, dopo lunga permanenza nel Limbo, in un giovane vecchio serenamente seduto che per risolvere i suoi problemi, superando tutti i preconcetti e dogmatismi del suo tempo, ci appare stralunato e assente nel suo viaggio dello spirito verso la conoscenza ("Odisseo"). Il blocco prende forma e Archimede, "Genius loci", riemerge dalle nebbie del passato qui nella Sua Siracusa, e con il suo mito, come per incanto, gli si materializzano insieme alcuni oggetti dei suoi appassionati studi fisico-matematici che indica con la mano destra mentre sulla mano sinistra li regge metaforicamente: una puleggia all'inizio di un tronco di cono sormontato da un cilindro dal quale "emerge" la sfera inscritta e il tutto è avvolto da una spirale; più in basso, sono posti la squadra ed il compasso, gli antichi strumenti della geometria per un comodo calcolo matematico non sempre possibile, significano la subordinazione dell'antico e rigoroso ordine geometrico ai nuovi e geniali "Metodi" per risolvere i complessi problemi dell'Uomo Archimedeo, il precursore dell'Uomo moderno.

La quaglia in alto, accovacciata sulla sfera, è il simbolo dell'isola d'Ortigia mentre, sul prospetto inferiore, il Teatro "Greco" voluto da Gerone II° rappresenta il legame del potere politico con la tradizionale religiosità e le bellezze artistiche della città; entrambi focalizzano lo scienziato nel luogo di nascita, Siracusa, dove visse per renderla più grande e invincibile, prima di subirvi una morte violenta.

Lo Scienziato Siracusano è oggi, ancora una volta, quasi dimenticato; a ricordare il suo nome solo una piazza, seppur bella ma con altre statue, eppure un genio tanto grande meriterebbe molti toponimi e immagini che darebbero ancora più lustro al suo luogo d'origine.

Con questa statua nella Sua città saldo il mio debito da "Siracusano" che si considera uno dei "figli di Archimede"; ed infine, come un figlio pur indegno, deferente oso salutarLo con questa mia modesta poesia:

O Padre antico  
Nobil d'ingegno,  
Sommo fra i grandi,  
Precursor nelle vie del sapere:  
vivesti volendo,  
scoprisci pensando,  
dicesti facendo.  
Come il sole ch'illumina e dà vita,  
su noi rifletti l'immensa gloria.  
Antonio Randazzo

ROBERTO MIRISOLA COLLABORATO DA ANTONIO RANDAZZO

#### ARCHIMEDE PREMESSA

La biografia di Archimede, il famoso inventore e grande scienziato siracusano (matematico, astronomo, fisico, ingegnere civile-militare, tecnologomeccanico ed altro), cresciuto favorevolmente nell'eccezionale ambiente della rivoluzione scientifico-ellenistica, e le notizie e con illustrazioni delle sue Opere, vaste e difficili, vengono qui ricostruite sinteticamente soprattutto per scopi "divulgativi" finalizzati a risvegliare stima e amore per il nostro celebre concittadino e per la grande storia dell'antica Siracusa e della Sicilia (con auspicabili approfondimenti soprattutto degli studenti delle Scuole medie).

Perciò e per il luogo di destinazione (schede presso la statua di Archimede in un parco), verranno brevemente trattate le vicende storiche e lo straordinario ambiente della cultura ellenistica che influirono sulla vita e sullo sviluppo scientifico del grande Archimede; la scienza antica verrà riscoperta solo dopo molti secoli (in particolare dal XIV al XVII) e farà nascere la nuova scienza moderna.

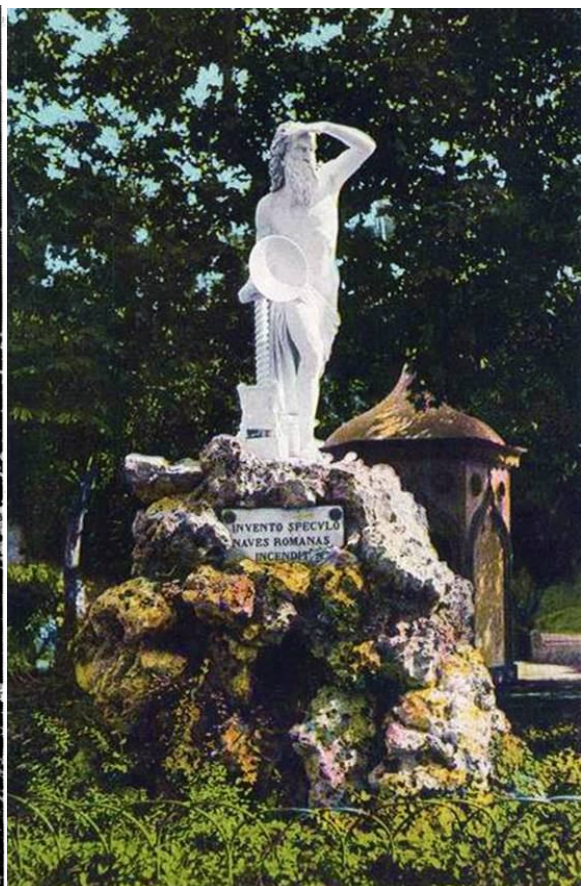
Per elaborare le varie notizie si è fatto riferimento alle fonti antiche che sembrano più attendibili e a relative pubblicazioni scientifiche di autori moderni.

Questi testi (elaborati in collaborazione con Antonio Randazzo) sono stati estratti dalla più vasta pubblicazione, più adatta per studi superiori: "Archimede di Siracusa: genio ellenistico alle basi della scienza moderna" di Roberto Mirisola.

Foto primo novecento: Siracusa, una statua di Archimede alla villetta Aretusa.



Foto primo novecento: Siracusa, una statua di Archimede alla villetta Aretusa



## LA VITA E LA STORIA

Archimede nacque a Siracusa, forse nel 287 a.C., la più grande e bella città della Magna Grecia; di origini umili e nobili, per una probabile discendenza dal re Gelone I°, ebbe fin dalla geniale infanzia gli insegnamenti del padre, il matematico e astronomo Fidia. Dopo la prima formazione nella sua città, pur culturalmente e tecnicamente avanzata, proseguì i suoi studi nell'amica e ben collegata Alessandria, la nuova capitale d'Egitto.

Alessandria, posta alla periferia deltizia del Nilo, era allora già famosa, oltre che come fiorente centro portuale, per numerose varie e avanzate produzioni tecnologiche e "chimiche" (composti e reazioni per coloranti tessili vari, per il raffinamento e imitazione dei metalli preziosi, per cosmetici e profumi, per medicine) utili alle peculiari attività artigianali, industriali ed artistiche di tradizione egizia; tutto ciò moltiplicava le attività commerciali (soprattutto granaglie) e i viaggi marittimi fra Oriente ed Occidente perché la capitale egiziana, ancora più di Siracusa e Rodi, era anche il più grande polo del sapere ellenistico del Mediterraneo. Alessandria, l'enorme città cosmopolita governata dal re Tolomeo II° (Filadelfo), aveva, infatti, sviluppato un grande centro di studi e di ricerche per varie discipline, paragonabile ad una moderna Università, dove confluivano scienziati e studiosi di vari paesi che venivano accolti in strutture varie nel contesto di una città splendida per le arti e urbanisticamente avanzata un grande teatro, un ippodromo e con altre innovative costruzioni dominate poco lontano, fra i due porti artificiali creati con dighe (in analogia con il grande "Porto piccolo" di Siracusa), dall'altissimo e luminosissimo "Faro" considerato in antico come una delle sette "meraviglie" del mondo (per un metallico riflettore parabolico). Tra questi edifici, presso il centro degli studi, fondamentali e monumentali erano il Ginnasio e il "Museo" (prima Accademia di Scienze, Lettere ed Arti pubblica costruita, come il Faro, dal celebre architetto Sostrato di Cnido) con annesso un osservatorio astronomico e la famosa fornitissima enorme "Biblioteca" che con quella di Pergamo raccoglieva la maggior parte dei testi esistenti, trattati specialistici e redazioni in greco (allora la lingua "internazionale") degli scritti di un sapere millenario provenienti da gran parte del "nuovo mondo" allora conquistato da Alessandro Magno, dalla Grecia all'Egitto e dal Mediterraneo all'oriente sino ai confini dell'attuale India. Dai conseguenti progressi scientifici, ricerche e innovazioni tecnologiche dell'Accademia, la lungimirante politica della regnante dinastia dei fondatori Tolomei traeva potere e vantaggi con applicazioni monopolizzate in vari campi: agricolo, civile, tecnologico e militare.

Ma per apprezzare ulteriormente in quale eccezionale e fecondo ambiente della cultura ellenistica si svilupparono le capacità geniali e multiformi di Archimede si deve ricordare che il "Siracusano" ebbe modo di seguire e frequentare, fra gli altri, i seguenti famosi scienziati.

Ipparco di Nicea della scuola di Rodi, astronomo tra i più grandi (scoprì persino la precessione degli equinozi e misurò accuratamente la distanza media Terra-Luna), e matematico-fondatore della trigonometria, introdusse le coordinate geografiche e astronomiche ideando strumentazioni terrestri e celesti per l'osservazione; Ctesibio di Alessandria, ingegnere-tecnologo costruttore di innovativi strumenti idraulici (come "moderne" pompe aspiranti-prementi ed esatte clessidre ad acqua, veri orologi) e meccanici di precisione (automi e macchine da guerra ad aria e vapore) che ebbe come allievo l'altrettanto noto Filone di Bisanzio, poi specializzato in armi da lancio (catapulte) nella scuola di Rodi; Aristarco di Samo (Astronomo che calcolò la rotazione inclinata giornaliera e il diametro dell'orbita annua di rivoluzione terrestre intorno al Sole anticipando la gravitazione universale e la teoria eliocentrica), Eratostene di Cirene, il grande Geografo che disegnò la prima carta scientifica del mondo conosciuto (con le coordinate geografiche, latitudine e longitudine), un'ipotesi geocentrica complessa e che scoprì fra l'altro l'obliquità dell'eclittica e la lunghezza quasi precisa del meridiano terrestre; i Matematici discepoli dell'appena scomparso e celebre Euclide (il celebre teorico della geometria) fra i quali eccelleva Appollonio di Perge che sviluppò la teoria e delle sezioni "coniche" (proprietà di cerchio, ellisse, iperbole e parabola, poi con sviluppi fondamentali per le nuove opere archimedee); il grande Conone da Samo, maestro e amico di Archimede Matematico e Astronomo notevole.

Ad una così straordinaria comunione scientifica erano infine collegate discipline umanistiche (principalmente rappresentate da Teocrito, poeta di origine siracusana, e da Crisippo, filosofo della scuola ateniese) e naturalistiche, con maggiori rapporti con le scienze esatte e la tecnologia; in tal centro di studi esisteva finanche una straordinaria scuola di Medicina "moderna" (con laboratorio per operazioni chirurgiche) che si fondava sugli studi di Erofilo di Calcedonia ed Erasistrato di Coo, veri precursori della patologia diagnostica e terapeutica, con avanzatissimi risultati in anatomia e fisiologia umana. Lasciato l'Egitto e probabilmente visitati anche altri centri culturali del Mediterraneo, certamente anche

per nostalgia, ritornò nella sua Siracusa ma mantenendo una corrispondenza scientifica con gli studiosi e amici Alessandrini conosciuti.

I motivi della sua partenza furono almeno due: l'aver ritenuto di aver ormai superato gran parte della scienza Alessandrina, limitata da pregiudizi teorici e filosofici che la isolavano dai problemi pratici della società; sicuramente l'invito del suo re Gerone II°, forse anche suo parente, che gli richiedeva di dedicare il suo sapere, ancora fondato su rigorosi studi teorici, ad applicazioni tecnologiche per l'amata Siracusa per altro già coinvolta nella prima guerra Punica.

FIG. 2. Archimede immerso nei suoi studi  
(quadro ad olio di Niccolò Barabino, XIX sec.).



Archimede, infatti, sviluppò nella sua città altri originali metodi di ricerca con applicazioni pratiche nei campi civile, agricolo, militare e navale. In quest'ultimo campo progettò nuove navi, poi costruite nei grandi cantieri dei famosi arsenali sui Porti Siracusani e varate con grande facilità grazie ai suoi congegni, sino a far costruire con tecniche d'avanguardia una nave a tre alberi gigantesca, pure per quei tempi con costruzioni di navi enormi, per la quale occorsero venti ordini di remi.

nave Syrakosia ricostruzione congetturale di Guido Vallone



Tale nave da guerra (armata come un castello con una grande catapulta e con la parte immersa foderata di piombo) era però sontuosamente arredata con mosaici, marmi, una piscina, un tempio, una biblioteca, un orologio solare, ed altro; fu battezzata la "SYRAKOSIA" ("la Siracusana") e fu inviata da Gerone II°, in seguito ad una carestia in Egitto, con un enorme carico di vettovaglie, smisurate nel grano, insieme a dieci splendidi cavalli di razza come doni al nuovo re dell'amica Alessandria, Tolomeo III° Evergete.

Durante i 18 mesi d'assedio romano a Siracusa, che poco dopo l'inizio della seconda guerra punica (218 a.C.) morto Gerone II° si era alleata con Cartagine, Archimede terrorizzò gli assalitori con numerose e potenti invenzioni per le difese della città e con macchine da guerra che miglioravano quelle della già raffinata tecnologia ellenistica. Fra queste ultime ricordiamo: le catapulte e le balliste\* per scagliare frecce e massi anche enormi; congegni simili a grandi gru capaci di lanciare un terminale articolato con artigli (manus ferrea) per agganciare, afferrare e sollevare con contrappesi, per poi rilasciare e far schiantare, le navi romane; dispositivi per farle incendiare a grande distanza, forse un nuovo congegno di tecnologia militare\* identificato con gli ormai leggendari "specchi ustori"\* (secondo alcuni esistiti, come si dirà più avanti, per interpretazioni di fonti storiche e per verifiche limitate con esperimenti moderni). Dopo vani attacchi per terra e per mare, le scoraggiate armate romane si disposero rassegnate a circondare l'enorme perimetro fortificato della grande città (in totale 27 km di mura "dionigiane" che facevano capo alla più inespugnabile fortezza del cosiddetto "Castello Eurialo") per un lungo assedio di posizione; ma dopo poco tempo, per tradimenti e circostanze particolari durante la grande festa "siracusana" della protettrice Artemide, riuscirono comunque a penetrare a notte fonda nella città e progressivamente a conquistarne i vari quartieri (212 a.C.). Durante il saccheggio e le stragi seguenti, un rozzo soldato romano uccise il nostro Archimede perché (come è stato anche scritto) "sordo" alle richieste di identità, forse distratto dai suoi studi.

Secondo un'altra versione storica "ufficiale" (e "politica" come quella precedente), il generale romano Marcello, che aveva ordinato di catturarlo, dopo essersi addolorato molto per quell'efferato delitto, dispose una onorevole cerimonia funebre con una degna sepoltura; questa era sormontata da una stele o colonnetta su cui, per volontà testamentarie erano

incise, come simbolo primario delle sue scoperte, una sfera inscritta in un cilindro con una enunciazione epigrafica di quel teorema.

Con quel ricordo e solo dopo molti anni (circa 140) il sepolcro, di cui i siracusani non avevano più notizie, fu ritrovato presso la Porta "Agrigentina" (ma forse "Akradina") da Cicerone, allora Questore romano della Sicilia (che poi "difese", come oratore dell'accusa contro il saccheggiatore Verre) che, essendo anche letterato e studioso di vasta cultura evoluta anche "scientificamente", venerava Archimede tanto da chiamarlo: "un genio divino"; purtroppo a tutt'oggi non si riconosce ancora il sepolcro del grande scienziato siracusano.

FIG. 3. Mosaico "pompeiano" con l'uccisione di Archimede (falso del XIX sec.)



FIG. 4. Cicerone scopre la tomba del siracusano (B. West, Yale University Art Gallery).





## RISCOPERTE DELLA SCIENZA ARCHIMEDEA E PROSPETTIVE FUTURE

Dopo Siracusa, che decadde notevolmente, anche altri centri di influenza greca subirono la stessa sorte per eliminare i principali ostacoli al dominio di Roma nel bacino del Mediterraneo (praticamente nel 145 a.C. con le distruzioni di Corinto e Cartagine); così fu bloccato lo sviluppo, soprattutto tecnico e scientifico, della cultura ellenistica.

Questa, con la cultura e le arti classiche, dopo lunghe e travagliate vicende, viene riscoperta compiutamente nel corso del Rinascimento (XIV - XVII sec.), soprattutto per varie applicazioni pratiche, da vari umanisti, scienziati, artisti e studiosi (emblematica sintesi Leonardo da Vinci, al quale mancò un'approfondita teoria e la tecnologia necessaria). Ciò avvenne principalmente: per le acquisizioni in Italia e in Europa occidentale di testi classici dall'Oriente e con le traduzioni scientifiche dagli originali; per le rielaborazioni delle culture arabe, bizantine ed ebrae; ma soprattutto per le successive divulgazioni (dalla fine del XV sec.) con la stampa a carattere mobili.

La vera rivoluzione culturale, e in conseguenza anche ideologica che demolì le consolidate strutture medievali, partì (XVI sec.) dalla riscoperta dell'astronomo polacco "Copernico" della teoria eliocentrica (derivata da Aristarco) e delle idee sulla gravità (derivata in primo luogo da Archimede) confermate e integrate dal tedesco "Keplero"; le innovazioni e dinamiche celesti vennero poi consolidate nel XVII sec. con le scoperte e le conferme con il cannocchiale inventato dal nostro Galileo Galilei, anche fondatore della Fisica moderna (reintroduzione della Meccanica archimedeica e della nuova Cinematica con il metodo sperimentale-dimostrativo). Infine decisive per il prevalere delle "nuove idee" furono le innovazioni matematiche, principalmente del francese "Cartesio" (risoluzione di problemi generali con lo studio delle curve-equazioni) e la definitiva sintesi generale dell'autorevole matematico e fisico inglese J. Newton che elaborò gli originali calcoli infinitesimali (contemporaneamente al tedesco Leibniz), e le leggi della dinamica con quella di gravitazione universale.

La nuova scienza moderna nasce così in Europa e dal successivo XVIII secolo (iniziato con la rivoluzionaria stagione del movimento illuministico) ad oggi, i progressi scientifici e tecnici si sono diffusi in maniera iperbolica e straordinariamente futuristica nel mondo. Per diversi motivi si è dimenticato che essi derivano dalla ricerca di conoscenza delle antiche teorie archimedee; ma Archimede, con altri scienziati ellenistici alle radici della scienza moderna, è ancora oggi (dopo più di 22 secoli) letto e approfondito con grande interesse da studiosi e scienziati di tutto il mondo che sperano si faccia ulteriore luce sulle Opere perdute, anche con nuove fortunate scoperte archeologiche di papiri e manoscritti; problemi interpretativi delle opere frammentarie e cronologia verranno allora risolti con metodi moderni analoghi a quelli che hanno rivelato le notizie nascoste e inedite già ritrovate nei "palinsesti" (pergamene, provenienti da copie di manoscritti con opere greche, poi raschiate, tagliate e rilegate per poi riscrivere di nuovo altri testi bizantini nell'XI° e XII° sec.). Questi sono attualmente analizzati e saranno poi anche conservati, con altri testi antichi, nel "Museum of art" di Baltimora U.S.A. con avanzatissimi metodi fisici (come la luce ultravioletta e le immagini multispettrali) e con tecniche digitali da specialisti universitari statunitensi (Baltimora e Standford), italiani (C.N.R. di Pisa), giapponesi (K. Saito di Osaka) e di altre nazioni facendo vedere, nelle nuove traduzioni fedeli dal greco del "Codice C", novità interessantissime; sarà allora possibile riprendere sin dalle fondamenta gli studi archimedei per una nuova e profonda conoscenza delle "Opere" con i vantaggi che ne potrebbero ancora venire e per valutare la loro effettiva enorme influenza sullo sviluppo delle Matematiche e della Fisica per il progresso della Scienza moderna.

Tali ricerche darebbero indirettamente anche risonanza alla fama di Siracusa e della Sicilia che, a breve, potrebbero ricavare così altri vantaggi culturali ed economici: promuovendo già con la prima educazione scolastica anche gli studi storico-scientifici locali nel contesto di quelli Regionali, Nazionali ed Europei; proponendo una nuova comprensione nella "lettura" delle aree archeologiche e dei luoghi storici siracusani (anche con isole di "parchi letterari"); e istituendo in essi facili connessioni (monumenti con schede didascaliche, tabelle esplicative o "posters") con la vita e le opere dello scienziato siracusano che possano istruire preliminarmente i visitatori così indotti a visitare nella città un grande Museo o "Domus Archimedeica" per un sicuro e grande incremento dei flussi turistici nella città e nel territorio siciliano con il rilancio di attività connesse.

Per le suddette iniziative è quindi fondamentale importante che le varie classi sociali (soprattutto quelle politiche-amministrative) prendano coscienza, con la stima e l'amore per Archimede, delle enormi potenzialità culturali e storiche della antica città e territorio di Siracusa.

In attesa, e con la speranza di tali realizzazioni, i siracusani e i siciliani rammentino comunque sempre con orgoglio, che il nome di Archimede è popolarmente ricordato, insieme a quello della Sua città, con grande ammirazione in gran parte

del mondo, sebbene alcuni aneddoti ed esclamazioni lo dipingono come un inventore distratto e bizzarro: ma ad Archimede, lo scienziato per antonomasia, vengono attribuite anche molte altre invenzioni perché il suo nome, con altri avvenimenti della gloriosa storia della grande Siracusa, è ormai entrato nella leggenda.

#### LE OPERE

Fra i numerosi manoscritti di Archimede, dopo le vicende del passato, ci sono alla fine pervenute (edizione 1910-1915 con la traduzione di Heiberg) le seguenti opere qui elencate in ordine non cronologico.

Le Opere, non in ordine cronologico, sono qui ridotte o appena accennate perché o meno interessanti o vaste e/o con molte problematiche in genere comprensibili con difficoltà solo dopo studi finali nella Scuola Media Superiore: tali Opere, insieme a quelle prima citate nel testo ("Metodi", "Catapulte" e la "Tecnologia militare"), sono trattati in un'altra e più vasta pubblicazione (citate alla fine della "Premessa").

Sull'equilibrio dei piani I° e II°

Vi vengono trattati complessivamente i fondamenti della statica geometrica applicati alla meccanica: la legge della leva (ridotta ora ad un segmento con il fulcro in un punto), con i momenti e le condizioni d'equilibrio che, per una leva data, dipendono soltanto dai pesi applicati e dalla posizione dei centri di gravità. Questi ultimi, determinati in generale sull'asse o sul diametro di figure esistenti, vengono trovati in particolare per il triangolo, trapezio, parallelogramma, segmento e tronco di parabola.

Nel periodo ellenistico esistevano già molte macchine, progettate e costruite in serie, composte dal gruppo della leva (come carrucole fisse e mobili, taglie, argani e verricelli) e del piano inclinato (come cunei, viti ottenute con torni, a volte fornite di madrevite, autofilettanti, continue e di precisione). Archimede perfezionando tale tecnologia e sfruttando anche l'invenzione della ruota dentata, utile a trasferire il moto e per ottenere ingranaggi demoltiplicatori, inventò diverse macchine composite (come l' "Elice", una vite continua collegata a rocchetti dentati), con dati parametri e vantaggi voluti, che furono impiegate soprattutto nel campo militare per le macchine belliche e le applicazioni navali.

Proprio in occasione di una di queste, dopo il varo di una grande nave reale eseguita da solo ma con i suoi congegni, Archimede esclamò, la frase famosa: "Datemi un punto d'appoggio e vi solleverò il mondo".

FIG. 5

Traduzione latina dei Codici di Archimede (A e B, XIII sec.)



FIG. 6.

Autografo di Moerbeke conservato presso la biblioteca Vaticana.

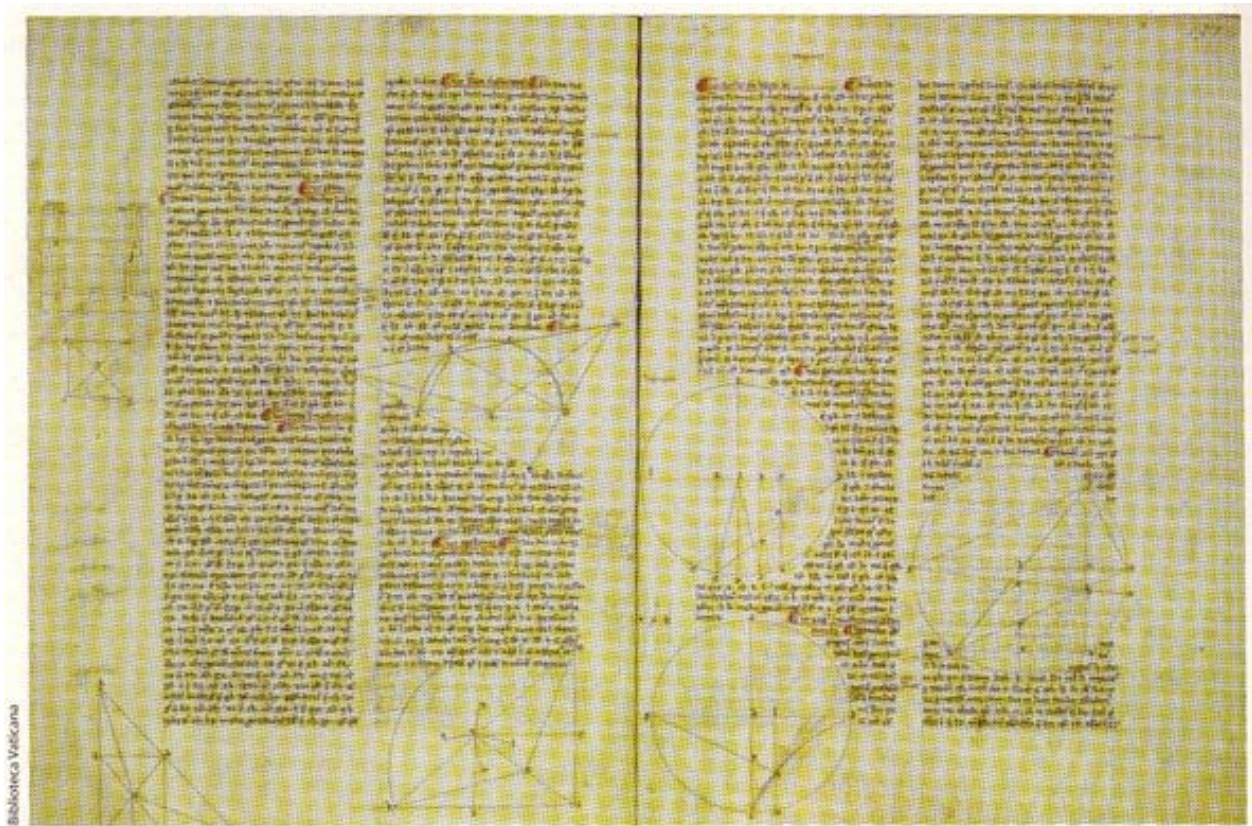
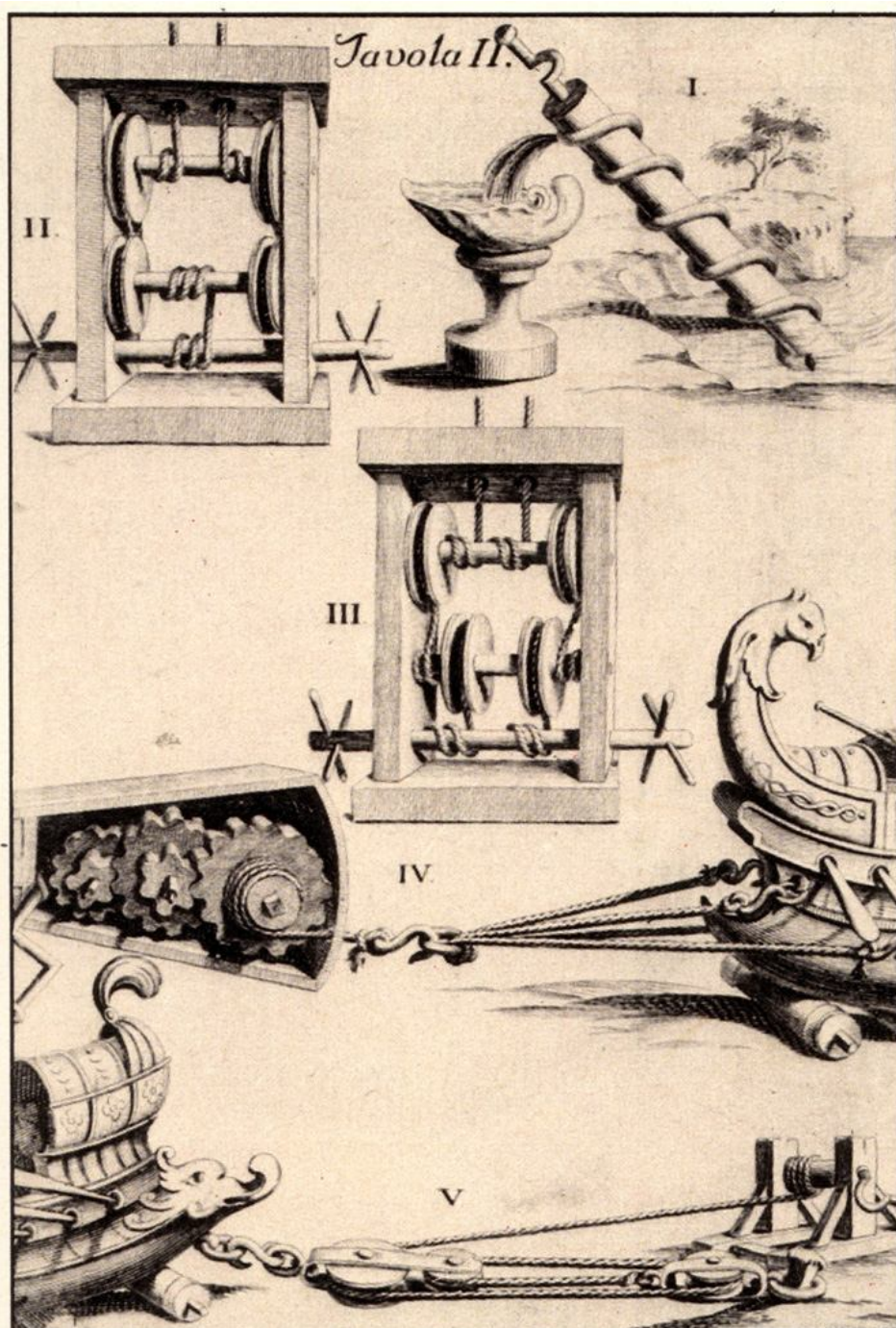


FIG. 7 e FIG. 8.

Francobolli commemorativi: "La sfera e il cilindro", simbolo delle Opere archimedee, per l'Anno Mondiale della Matematica"; Archimede, il grande scienziato e inventore, precursore della Scienza d'Europa (raffigurazione erronea ora attribuita ad Archidamo III, re di Sparta).



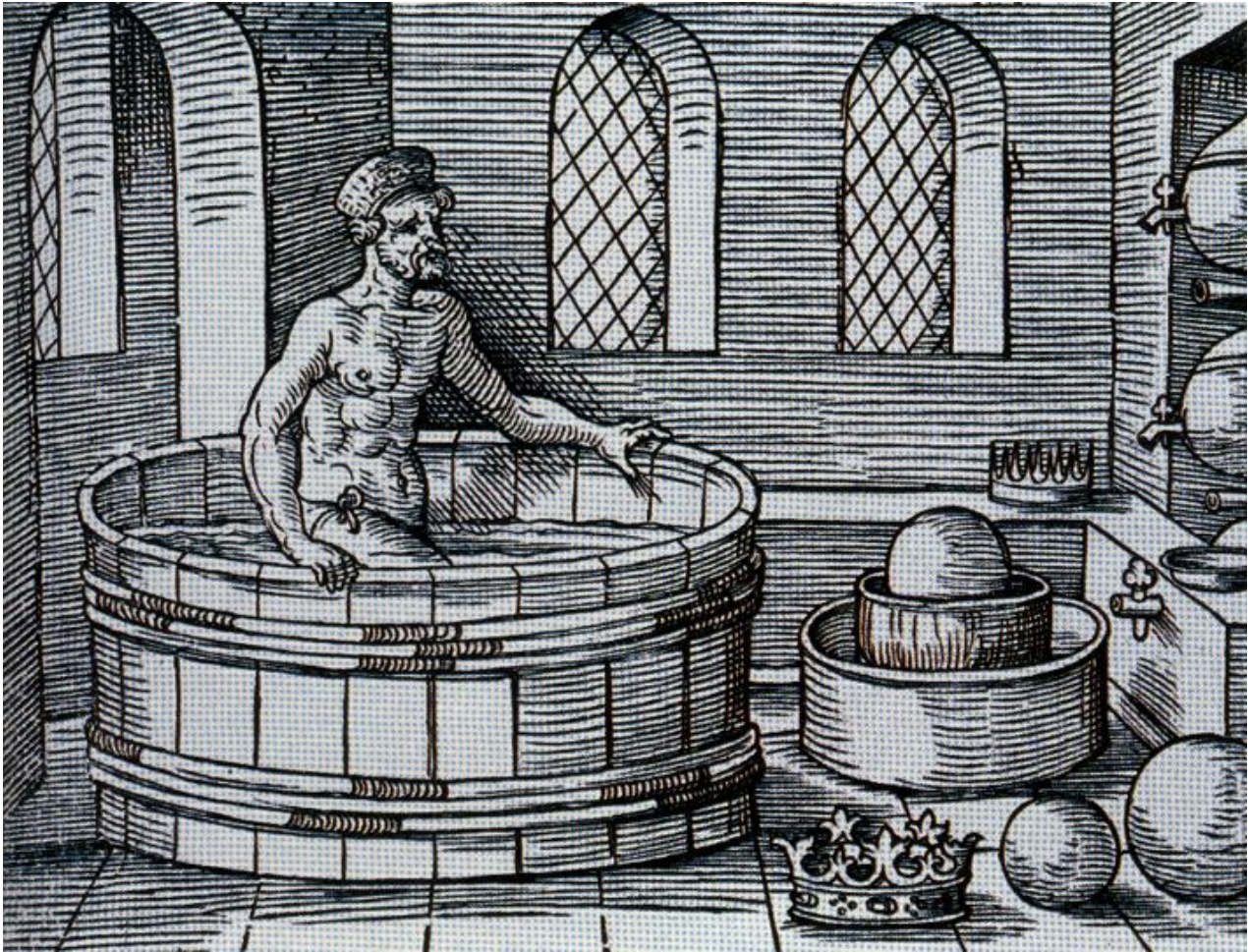
FIG. 9. Macchine archimedee, disegni dell'erudito G.M. Mazzucchelli (metà del XVIII sec.) ispirati dal Codice Atlantico di Leonardo da Vinci.



Sui galleggianti I° e II°

Il famoso e scolastico "Principio": «un corpo immerso in un liquido (fluido) riceve una spinta verticale dal basso verso l'alto uguale al peso del volume di liquido (fluido) spostato» che Archimede, avrebbe scoperto immerso nel bagno uscendo nudo e urlando più volte "Eureka", è in effetti dedotto da Galileo da due Postulati, premessa al 1° libro della statica dei liquidi (Meccanica), da cui si possono dedurre anche altri principi come quelli della forma delle superfici grandi e piccole dei liquidi, dei vasi comunicanti e del concetto di "peso specifico" (assoluto e relativo). Fu proprio tale concetto a far risolvere ad Archimede un problema sottopostogli dal Re Gerone II° che aveva dei dubbi sulla purezza dell'oro impiegato in una corona commissionata ad un orafo.

FIG. 10. Archimede scopre l'inganno della corona di Ierone II;  
riproduzione di xilografia del tardo medioevo; I protagonisti della civiltà n. 20 pag. 41.

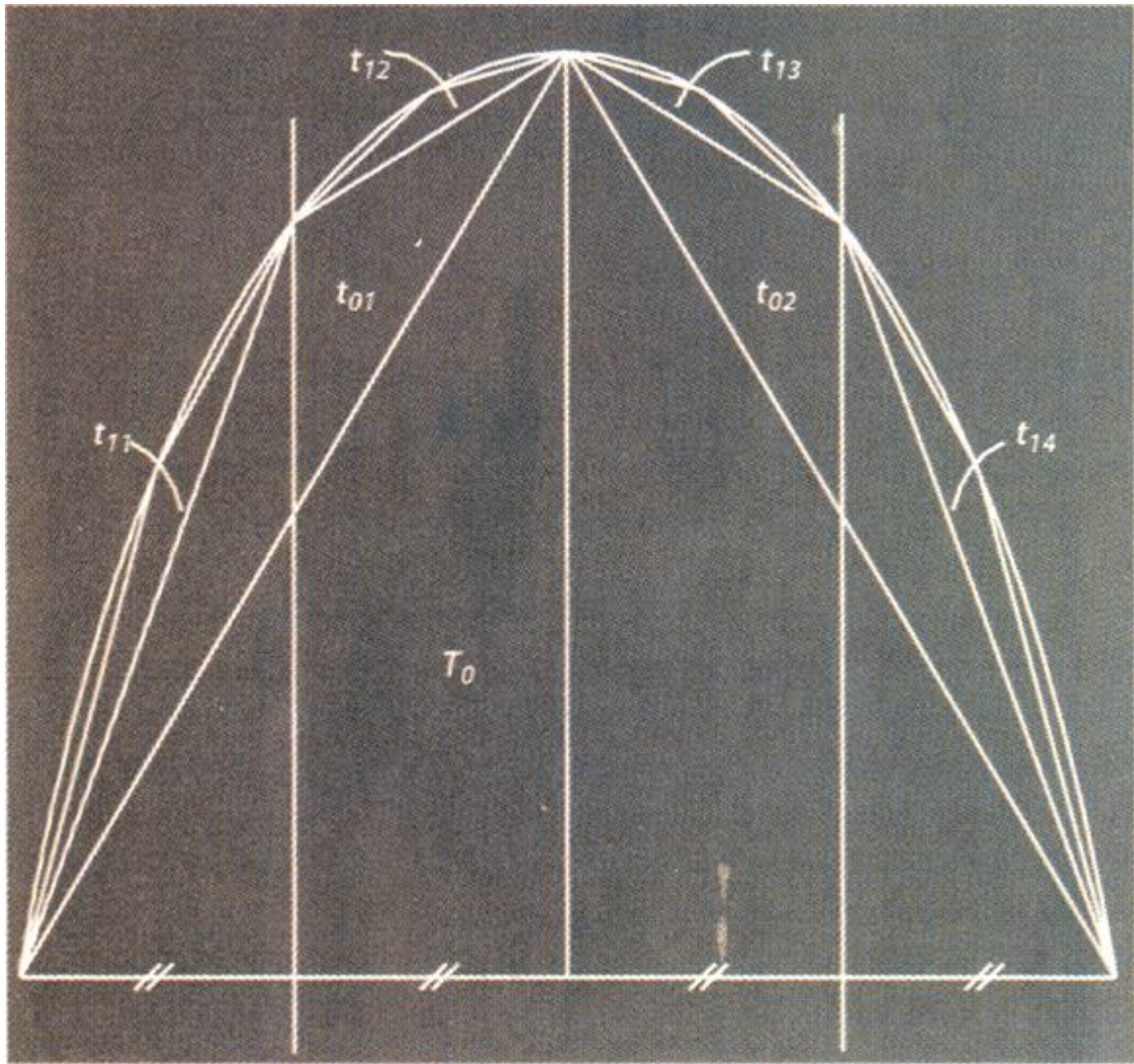


Per scoprire l'inganno bastò calcolare, con una bilancia idrostatica (riutilizzata ancora da Galileo), due pesi uguali d'oro e d'argento nei rapporti con i relativi pesi e/o volumi dell'acqua spostata; poi ripetendo le stesse operazioni con la corona d'oro ottenne un "peso specifico" diverso, minore dell'oro puro e maggiore di quello dell'argento, che gli fece capire subito la frode; per individuare alla fine con precisione anche la percentuale d'oro sottratta, piuttosto che con un calcolo teorico, Archimede avrà probabilmente confrontato il "peso specifico" della corona contraffatta (in lega) con i vari "pesi specifici" di varie percentuali di oro con argento ottenute sperimentalmente.

#### QUADRATURA DELLA PARABOLA

"Quadrare" una data area significava letteralmente trovarla con un quadrato equivalente calcolato con riga e compasso; un problema a volte non risolvibile come in questo caso. Archimede estende qui la definizione, applicando una possibile dimostrazione euristica-geometrica, ad un poligono equivalente; quindi, in questo caso, significò calcolare col "Metodo meccanico" e geometricamente la misura reale di un segmento di parabola, nel rapporto dei 4/3, con quella di un triangolo di uguale base e altezza.

FIG. 11. Quadratura della parabola.



#### Sulla sfera e il cilindro I° e II°

Archimede volle che fosse ricordata sulla sua tomba, come simbolo delle varie e laboriose Opere, per le complessità dimostrative superate per calcolare la Superficie e il Volume della sfera.

All'inizio, intuendo una tecnica analoga a quella usata nella "Spirale" per "quadrare" con un triangolo il cerchio, stabilisce che il Volume deve essere equivalente a quello di un cono (già calcolato da Eudosso) con altezza e base uguali al raggio e alla superficie del cerchio; quindi facendo ruotare il cerchio con i poligoni approssimanti (usati in precedenza per trovare la circonferenza col Metodo di Esaustione) ottiene una sfera e i relativi solidi approssimanti, somiglianti all'unione di due mezze "mele sbucciate", composti da coni e tronchi di cono. Per calcolare questi ultimi volumi composti, genialmente e con un complicato apparato dimostrativo ridusse tutto ad una somma di corde sul cerchio massimo della sfera. Così brillantemente trovò che la cercata area di base del cono, fondamentale per il calcolo del suo volume, è uguale a 4 cerchi massimi della sfera.

Concluse poi con una semplice dimostrazione che volume e superficie del cilindro circoscritto alla sfera, cioè con base e altezza uguali al diametro del cerchio massimo, sono equivalenti ai  $3/2$  di quelli della stessa sfera.

FIG. 12.b La "mela sbucciata".

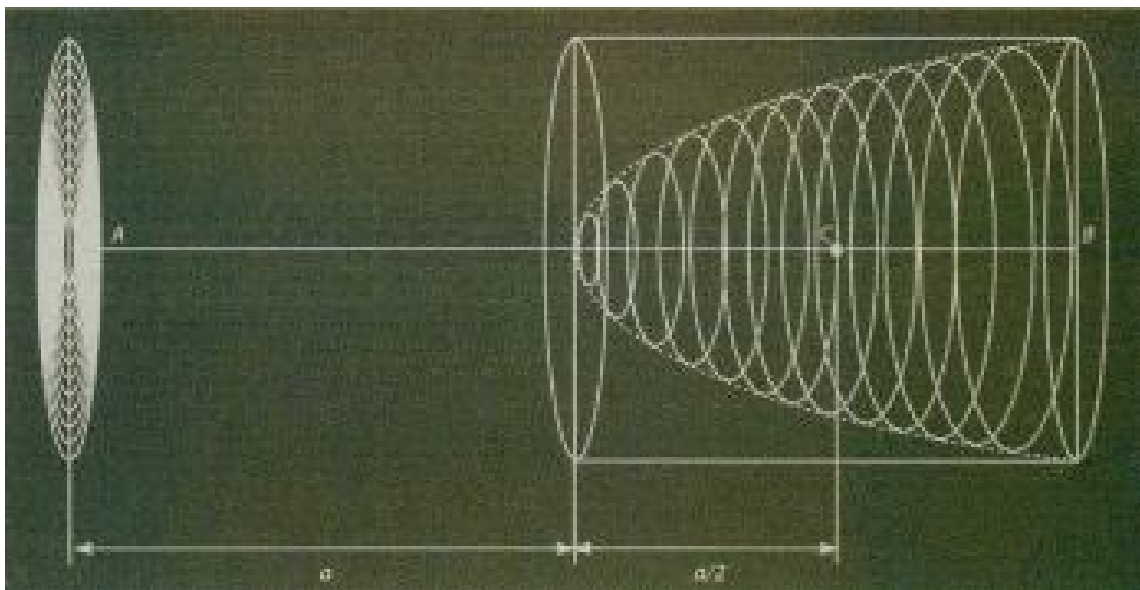
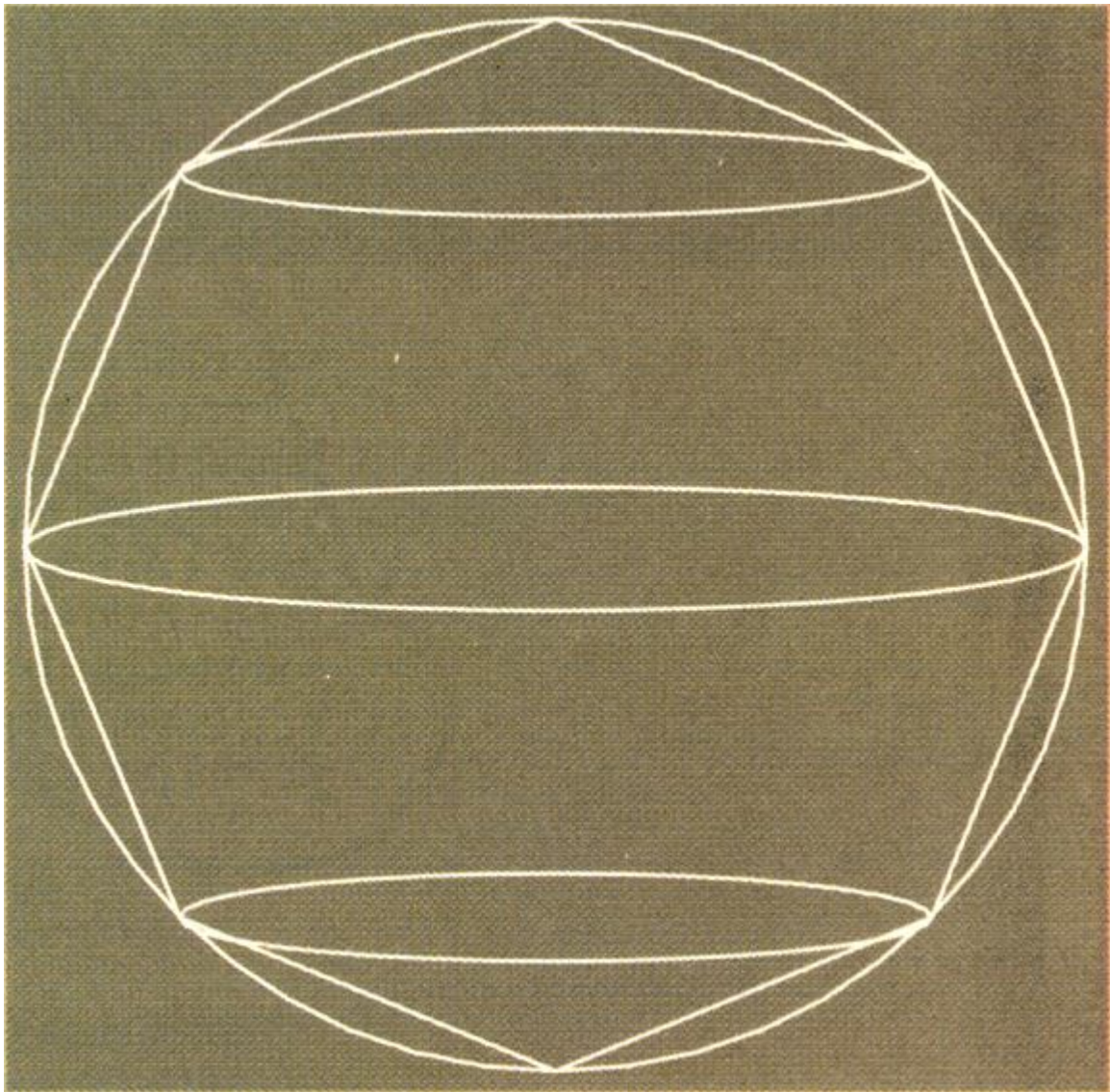
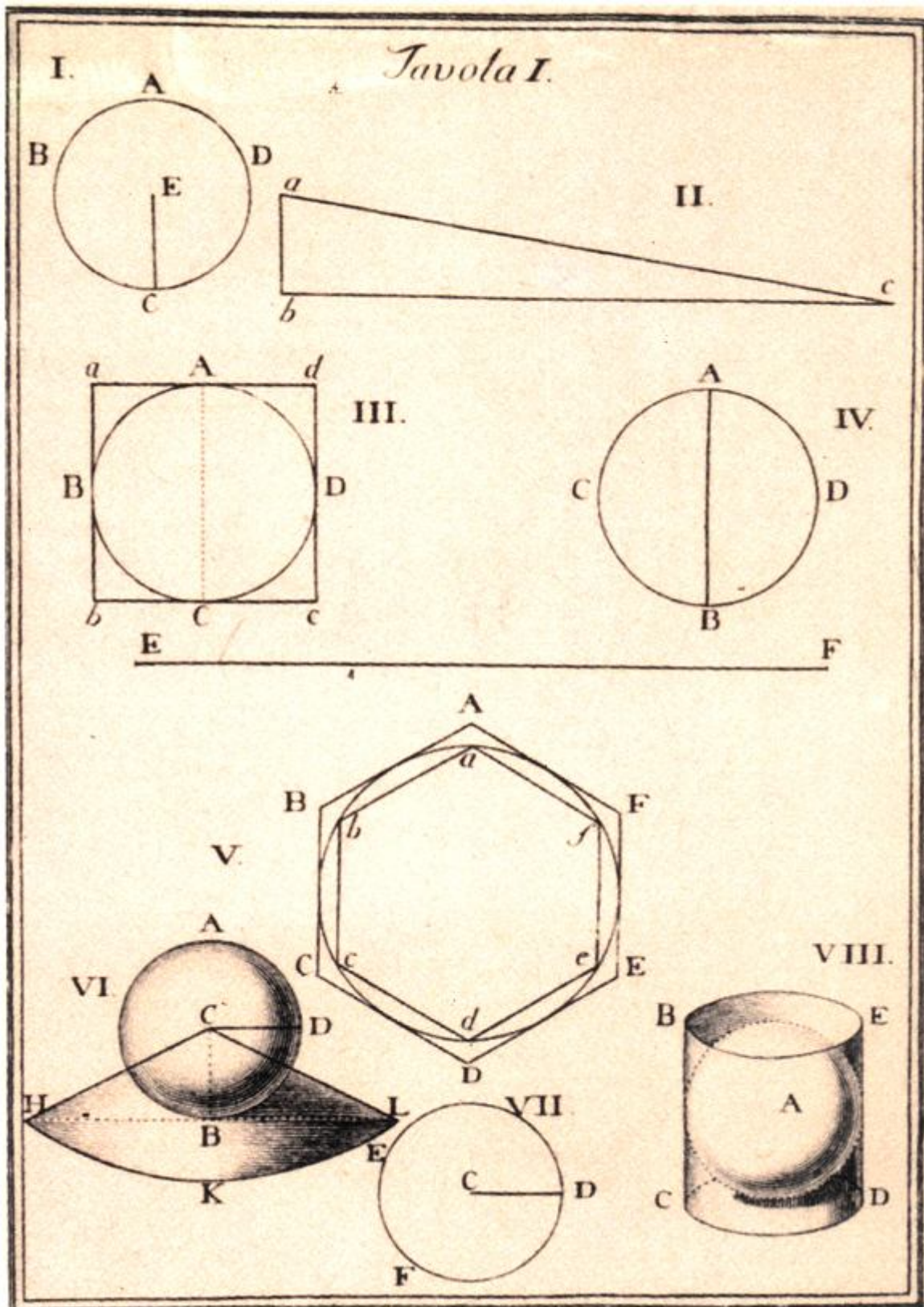


FIG. 12.a Raffigurazioni archimedee della geometria piana e solida  
(tavola redatta da G.M. Mazzucchelli - metà del XVIII sec.)





### Sui conoidi e gli sferoidi

Opera vasta dove, con lo studio della rotazione di sezioni della superficie laterale di un cono, diversamente inclinata, si calcolano i volumi delle figure ottenute (oltre al cerchio descritto, di parabola, iperbole ed ellisse), trovando i centri di gravità e applicando il Metodo meccanico: tali figure sono oggi chiamate rispettivamente "paraboloide e iperboloide" di rivoluzione, ed "ellissoide".

Con quest'opera tarda lo scienziato (applicando un metodo analogo a quello moderno di "integrazione") riesce ad arrivare semplicemente alle soluzioni generalizzando le tecniche complicate applicate "Sulla Sfera e il cilindro".

### Libro dei Lemmi

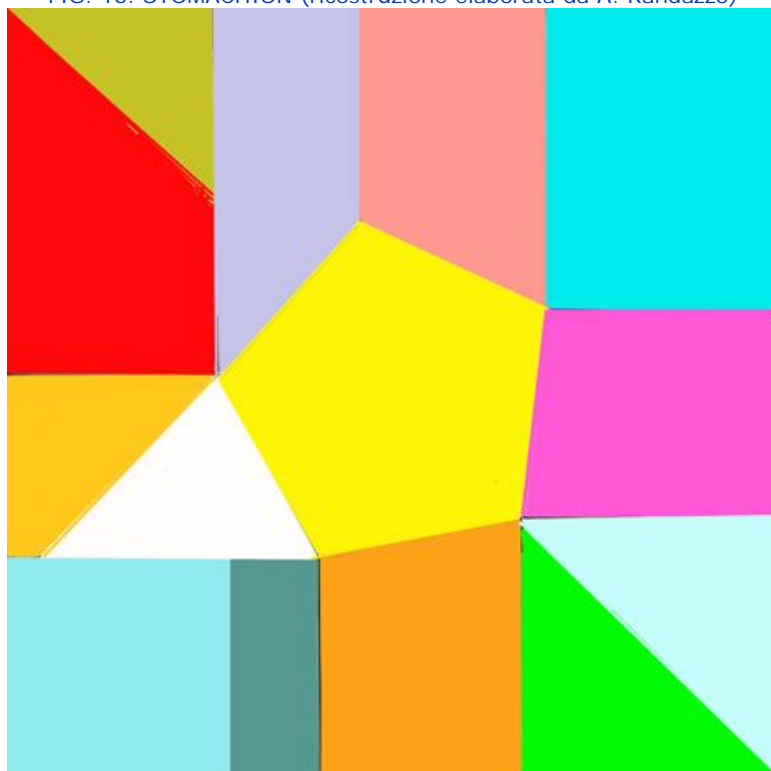
Studi con proposizioni dimostrative e le "quadrature" di particolari e nuove figure geometriche somiglianti ad oggetti comuni, come l'"arbelon" (la "lesina") e il "salinon" (la "saliera"), ottenibili con intersezioni di semicerchi; viene trattata anche la trisezione dell'angolo con una semplice ma artificiosa costruzione geometrica alla base di un pratico e rapido strumento realizzato nel XVII sec. dal geniale scienziato B. Pascal.

Libro dei Buoi Brevissima opera, come sfida o scherno ai matematici alessandrini, per trovare la soluzione impossibile al paradossale problema di calcolare l'enorme numero di vacche e tori, diversi per razze e colori, che (non) potevano essere tenuti al pascolo in Sicilia dal dio Sole.

### Stomachion

Lo STOMACHION, il curioso "problema che fa impazzire" denominato dai romani QUADRATUM o LOCULUS ARCHIMEDIS. Era un gioco abbastanza diffuso tra i greci e i romani perché, oltre che divertente era utile al ragionamento matematico e a rinforzare la memoria. Praticamente una specie di "puzzle" che può essere appena paragonato con il moderno gioco, ma solo con sette elementi, del tangram, di antica origine cinese; lo Stomachion aveva una forma quadrata che accoglieva all'interno 14 parti, fra loro commensurabili, costituite da lamelle d'avorio o legno a forma di triangoli, quadrilateri e anche un pentagono, che separate e ricomposte potevano dare origine alle forme più strane e fantastiche in una diversa combinatoria.

FIG. 13. STOMACHION (ricostruzione elaborata da A. Randazzo)



## MISURA DEL CERCHIO (TT) E SPIRALE

Prima di Archimede, molti matematici antichi ("sicuri" quelli egiziani almeno dal XVIII sez. a.C.), e poi quelli greci, sino ad Euclide, si erano già occupati di cerchio e circonferenza e avevano già trovato il rapporto tra quest'ultima ed il suo diametro, ma i risultati erano stati grossolani o poco precisi.

Solo il nostro scienziato, introducendo il concetto di numero "irrazionale", risolse tali problemi in maniera ancora approssimata, essendo le grandezze incommensurabili (cioè con numeri decimali illimitati e non periodici), ma molto più precisa (sino a 15 decimali), poi dimostrata rigorosamente.

Quindi segue il calcolo, col Metodo di Esaustione, della lunghezza della circonferenza come valore "limite" cui tendono i poligoni approssimanti inscritti e circoscritti (ognuno di 96 lati e forse molto di più); infine dimostra che il rapporto fra circonferenza e diametro, preso come unità, il noto -pi greca- = 3,1416 circa (arrotondando praticamente) è in modo molto preciso di 3 volte più diversi decimali compresi fra un valore minore a 10/70 e maggiore a 10/71, valori limite anche dei poligoni approssimanti circoscritti e inscritti alla circonferenza.

Archimede trova anche, probabilmente col Metodo meccanico, che numericamente: "L'area di un cerchio (o di un settore circolare) è uguale a quella di un triangolo rettangolo con i cateti uguali al raggio e alla circonferenza (o all'arco di settore)".

Nella seconda Opera "Sulla Spirale" si parla appunto dello studio delle spirali, delle loro proprietà e dei rapporti verificanti tra la più semplice spirale con il cerchio e la circonferenza.

La prima e più semplice delle linee spirali è quella studiata da Archimede (e che porta quindi il suo nome) nella lunga e difficile opera "Sulle Spirali" interpretata con sicurezza solo nel XVII° sec. dal gesuita Bonaventura Cavalieri, amico e allievo di Galileo.

Il matematico siracusano definì la sua spirale con la commistione di argomenti geometrici e "cinematici" originali (composizione di moti uniformi, circolare e rettilineo): <<Se una linea retta (o segmento) rimanendo fermo un estremo, viene fatta ruotare nel piano con velocità costante fino a farla tornare di nuovo nella posizione di partenza, e insieme con la retta ruotante viene mosso un punto sulla retta con velocità costante cominciando dall'estremo fisso, il punto descrive nel piano una spirale>>.

I risultati più interessanti dello studio di questa spirale, dopo una prima rotazione, sono due: la superficie della Spirale descritta è 1/3 di quella del cerchio circoscritto; aver poi ottenuto e dimostrato, con una successiva costruzione geometrica (in figura) che il segmento trovato, intersezione fra la perpendicolare abbassata dal centro e la sottotangente alla Spirale, rappresenta la rettificazione vera e propria della circonferenza.

FIG. 14. SPIRALE E CERCHIO



## L'ARENARIO E L'ASTRONOMIA (LA "SFERA")

Archimede fu affascinato sin da ragazzo dall'Astronomia inculcatagli, come già detto, con la connessa Matematica dal padre Fidia; sviluppando i suoi studi alessandrini, dove fu, come detto, molto influenzato dalla frequentazione di grandi astronomi (come Ipparco da Rodi, Eratostene di Cirene, e Aristarco di Samo), fece numerosi studi e scoperte (misure del Sole, Terra, Luna, ecc...) che lasciano sospettare l'aiuto del cannocchiale a riflessione da lui inventato.

Una delle opere del nostro Scienziato, "ARENARIO", è soprattutto uno studio di tipo aritmetico per le suddette scoperte astronomiche dove si dimostra come si possa contare (anticipando il concetto di logaritmo) persino il numero dei granelli di sabbia contenuti nell'Universo; ciò consentì finalmente ai greci di poter eseguire, con la serie dei numeri naturali, nuovi calcoli anche infinitamente grandi come quelli astronomici.

Si attribuisce quindi ad Archimede, come conseguenza dei suoi studi, la costruzione di uno strumento meccanico in rame protetto da un globo di vetro che per la sua forma fu chiamato "la SFERA", un vero e proprio planetario che, ora meccanicamente perfetto rispetto a quelli più antichi, per primo riproduceva e spiegava didatticamente, con le eclissi della terra, le "apparenze" dei moti del sole, della luna e dei pianeti allora conosciuti (solo cinque).

Alcuni esemplari della "Sfera", in grande considerazione presso gli antichi, furono poi trasportate, come bottino di guerra da Siracusa a Roma: una fu posta sul tempio della Virtù militare (o di Vesta) ma nulla è giunto fino a noi.

FIG. 15. Copia ellenistica (II° sec. a.C., ora al Museo Archeologico Nazionale di Napoli) saccheggiata in Asia minore e portata da Lucello a Roma:

la statua in marmo rappresenta il gigante Atlante che sostiene il cielo con le costellazioni che sono finemente scolpite e che avvolgono il sistema solare la "Sfera" di Archimede.



FIG. 16 LA COCLEA

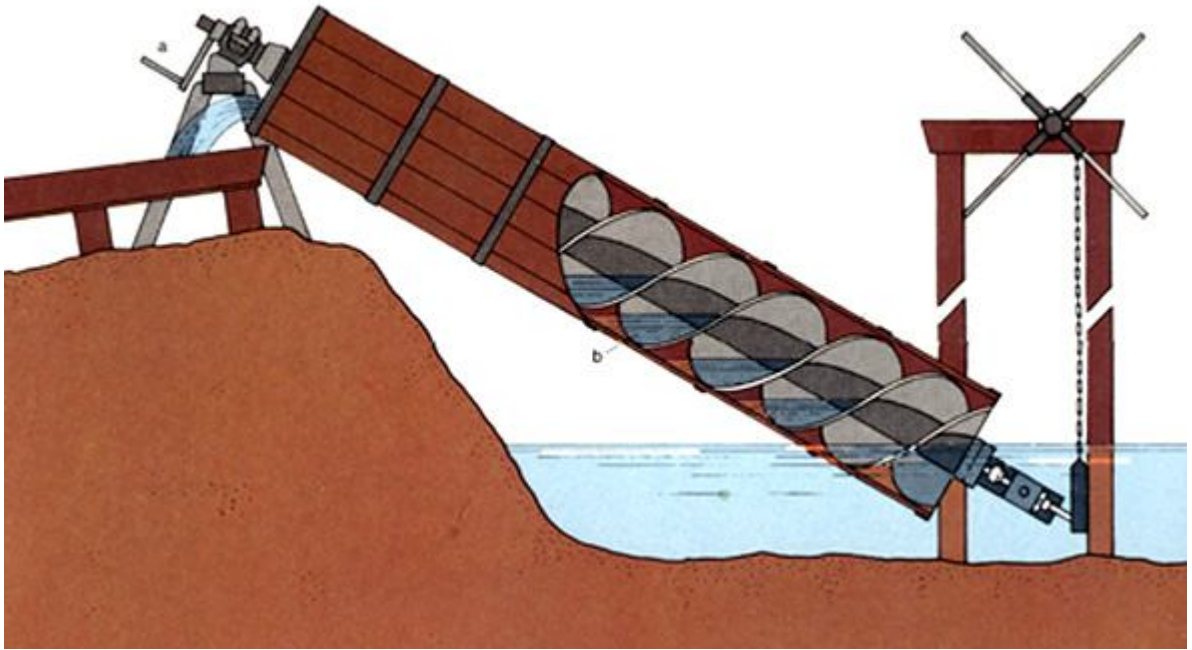
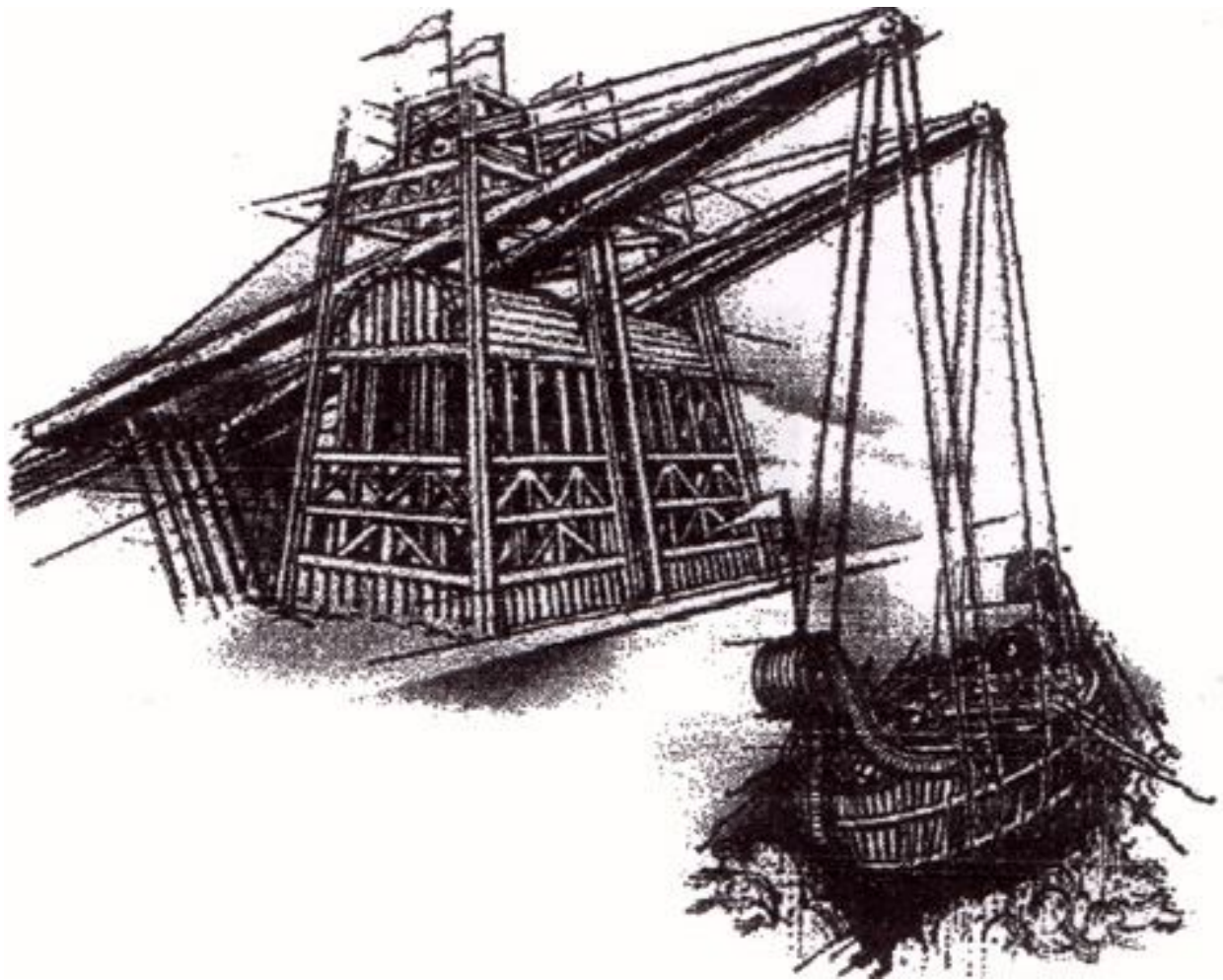


FIG. 17 MANUS FERREA



BIBLIOGRAFIA

- Diodoro Siculo, BIBLIOTHECA HISTORICA, XX, XCI, 1-6;  
Polibio, HISTORIAE, VIII, 7-9;  
Livio, AB URBE CONDITA, libro XXI;  
Plutarco, VITA MARCELLI, XV, 1-3;  
Silio Italico, PUNICA (assedio di Siracusa);  
Cicerone, DE REPUBLICA, I, XIV (21-22); TUSCULANEA, V, XXXIII (64-66);  
DE NATURA DEORUM, II, XXXIV (87-88);  
AA. VV., Siracusa ellenistica; Catanzaro 1997;  
P. Bertezolo, ARCHIMEDE; Verona 1981;  
G. Cavallo, et alii, LE BIBLIOTECHE NEL MONDO ANTICO E MEDIEVALE;  
Roma-Bari 1988;  
C. Dollo, curatore, ARCHIMEDE: Mito, tradizione, scienza; Firenze 1992;  
A. Frajese, ARCHIMEDE; Torino 1974;  
E. Garin, IL RITORNO DEI CLASSICI ANTICHI; Napoli 1984;  
P. Midolo, ARCHIMEDE e il suo tempo; Siracusa 1912 (Rist. Ed. A. Lombardi,  
SR 1989);  
P.D. Napolitani, ARCHIMEDE; Le Scienze n.22, Milano 2001;  
B. Pace, LA NAVE DI GERONE; Palermo 1912;  
L. Polacco e R. Mirisola, L'ACROPOLI E IL PALAZZO DEI TIRANNI  
NELL'ANTICA SIRACUSA; Venezia 1999;  
P. Lawrence Rose, THE ITALIAN RENAISSANCE OF MATHEMATICS; Dror 1976;  
L Russo, LA RIVOLUZIONE DIMENTICATA; Milano 2001;  
E. Zucher, LA MECANIQUE D'ANTICYTHERE, (pp. 54-60 e 89-91); IPAAM, Nice 2004.

N.B. si è anche tenuto conto delle notizie fornite dall'Ing. Umberto Di Marco  
nella interessante Conferenza (Armi da getto ellenistiche e strategie per la  
fortezza del "Castello" Eurialo), tenuta per la Società Siracusana di Storia Patria,  
il 25-05-2004, presso il Palazzo Impellizzeri di Siracusa.

Foto, grafica, elaborazione, impaginazione e stampa: Antonio Randazzo  
Siracusa aggiornamento Luglio 2000