

La misura del Tempo tra arte e scienza

Laura Farroni
Manuela Incerti
Alessandra Pagliano

Abstract

Se la conoscenza delle dimensioni di ciò che dev'essere rappresentato è condizione necessaria per poterlo relazionare scientificamente con il mondo fenomenico, la conoscenza della misura del fenomeno osservato è condizione necessaria per l'attribuzione di senso, ruolo e significato dell'artefatto creato sulla terra per misurare il cosmo e il trascorrere del tempo.

Sin dai tempi antichi, l'umanità, limitata nel proprio ciclo di vita nel flusso eterno degli eventi passati e futuri, ha desiderato proiettarsi nell'eternità, cercando di dominare il tempo attraverso la sua misurazione e la capacità di prevedere il ritorno ciclico di ogni istante trascorso. Questo desiderio ha portato al primo tentativo di oggettivizzare il passare del tempo basandosi sull'osservazione dei corpi celesti, specialmente il Sole, la cui mutevole posizione determinava l'ombra e le sue continue variazioni nel mondo fenomenico.

Così nell'ambito più ampio della misura del tempo, l'evoluzione degli strumenti creati, dei simboli adottati nei quadranti, dell'uso che nel tempo si è fatto della lettura dei fenomeni naturali luminosi fino ad arrivare alla stretta relazione tra arte e scienza, testimoniano come il concetto di dimensione e misura possano essere il filo conduttore di apparati narrativi scientifici e artistici, attraverso i secoli e lo sviluppo di tecnologie fino al contemporaneo.

Parole chiave

Misura, tempo, orologi solari, gnomonica, rilevamento.



Palazzo Spada a Roma,
cortile centrale.

Sotto un unico cielo

Fin dall'antichità il fenomeno dell'alternarsi della luce al buio è sempre stato oggetto di indagine, cercandone ragione attraverso l'osservazione di quanto era sopra l'uomo e, quindi, il cielo e i suoi astri, e col passare dei secoli, anche da sopra, osservando la Terra stessa, a dimostrazione del progressivo prendere atto della dimensione dell'Universo (o degli Universi) [Capozziello 2023] (fig. 1). Nell'ambito della misurazione del tempo che interessa in questa sede, gli strumenti prodotti dalla scienza gnomonica, localizzati in tutto il mondo e frutto di culture diverse, hanno in comune il fatto che registrano un unico fenomeno: il movimento apparente del Sole attraverso l'ombra prodotta da uno gnomone.

Il sistema infografico utilizzato e codificatosi nel tempo, ha mostrato che l'astronomia e la misura del Tempo sono strettamente collegati perché dipendenti, appunto dalla rotazione della Terra intorno al suo asse e del suo moto annuale intorno al Sole, in relazione anche alla presenza dei pianeti.

Quanto misurato da questi strumenti è espressione della diversità dei luoghi, della qualità informativa dovuta agli intenti prefissati dalla registrazione in termini scientifici e simbolico-artistici. Essi rivelano ritmi e registrano la misura finita antropizzata della dismisura dell'infinitamente lontano (un tempo ignoto) di cui l'uomo esige da sempre la rappresentazione. Ma non solo, assolvono, infatti, il compito di dare contezza delle diverse forme di registrazione attraverso, ad esempio, manufatti con scala dimensionale diversa. Possono presentarsi come elementi solidi disposti sul suolo, lasciando alla Terra il ruolo di quadrante della mutevole geometria della luce legata al moto apparente del Sole [Pagliano 2022], o costituirsi in artefatti che prendono sembianza attraverso la penetrazione del raggio solare nel suolo, come il pozzo sacro nel Parco archeologico di S. Cristina a Paulilatino in Sardegna, legando la propria identità anche all'orientamento geografico; o anche di opere funzionali all'osservazione del cielo, posti in punti strategici del pianeta, che nel corso dei secoli possono aver mutato forma e funzione, ma che proprio per la loro peculiare localizzazione sono siti e/o oggetti privilegiati. Ancora possono manifestarsi come singoli oggetti caratterizzati da forme articolate, da ingranaggi anche complessi e da forme scultoree, come ad esempio la meridiana tetracycla del Quirinale.

Scienza, arte e cultura dei popoli, quindi, distinguono questi artefatti dell'umanità in cui la registrazione della luce è azione/processo dell'identificazione del locale nel globale, in una dimensione planetaria [Morin 2001] e ciclica, che riporta a riconsiderare, nella storia dell'umanità, l'importanza della dimensione cosmologica, in quanto caratterizzata da viventi sotto uno stesso cielo (fig. 2). Se alle tipologie dimensionali aggiungiamo anche gli strumenti portatili, si introduce la transitorietà dei luoghi da cui il tempo viene registrato, sempre sotto un unico cielo. Solo la sua rappresentazione si diversifica, ma il suo accadimento permane e si ripete (fig. 3). Se spostiamo la questione in termini di studio delle civiltà emerge che alla volontà di concretizzare il controllo del territorio da parte dell'uomo attraverso limiti territoriali di *barriere fisiche reali* e di segni lineari su rappresentazioni grafiche o digitali, ovvero la definizione di confini geopolitici, si oppone una volontà di comprendere e rappresentare le diverse manifestazioni che rendono possibile la vita sulla Terra intesa come unità, come

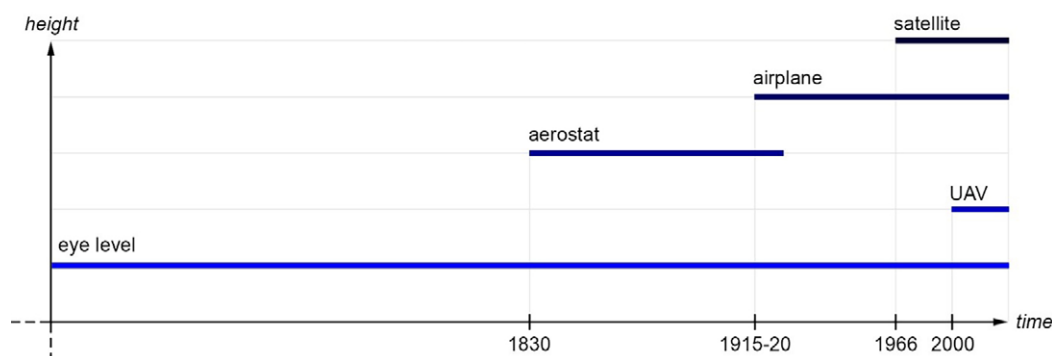


Fig. 1. Progressivo innalzarsi del punto di osservazione. Elaborazione degli autori.



Fig. 2. Stampa giapponese (da: Spring Rain Surimono Album (Harusame surimono-jō, vol. 3) 1806). Immagine di dominio pubblico.

pianeta. Gli standard unificatori, e la definizione di caposaldi di riferimento, che la storia delle scienze attesta, ed utilizzati nelle attuali misurazioni sono la concreta espressione di voler rendere il vivere sulla Terra un abitare in un'unica casa. L'uomo abitante sotto un unico cielo. Fondamentale, quindi, diviene mantenere in vita la ricerca scientifica delle tracce planetarie della misurazione del Tempo, perché la cultura possa contribuire a far ritrovare il senso dell'unità su questo pianeta abbattendo barriere tra i popoli e riequilibrando il percorso di antropizzazione con il sistema naturale. Naturalmente, la complessità delle testimonianze è emblematica dell'identità territoriale e culturale, che comunica il processo di antropizzazione di un evento naturale, e quindi,



Fig. 3. Orologio solare portatile del XVII, conservato al Metropolitan Museum of Art. Immagine di dominio pubblico.

l'intento dell'attraversare la storia, è per rilevare, ricostruire e restituire i segni di questi artefatti, attraverso la verifica delle distanze tra gli elementi, la misura delle loro superfici e il comportamento della luce nell'intercettarli. Ritrovare gli sguardi della cultura [Belting 2010] per riconoscere i diversi approcci, i modi e gli strumenti con cui l'uomo concepiva il cosmo, attraverso i suoi fenomeni naturali, la luce, l'ombra, le stelle, dove scienze, matematica, geometria e astronomia hanno percorso insieme le teorie della visione e dell'apparire per esigenze funzionali, rituali e artistiche. Quindi, la conoscenza degli strumenti per la misura del tempo, è l'occasione per sviluppare una coscienza ecologica sostenibile, poiché mostra la consapevolezza della complessità dei sistemi che ruotano intorno alla cadenza dei fenomeni naturali che garantiscono la sopravvivenza dell'Uomo sulla Terra.

Pensare il presente, guardando il passato per progettare il futuro, una successione di categorie temporali necessaria all'uomo di oggi per misurare il Tempo, il suo Tempo.

Geometrie della luce per scandire il tempo odierno

L'uomo, nel corso della sua storia, ha interpretato lo spazio e il tempo in relazione al costante cambiamento della luce solare, che segna l'alternanza tra il giorno e la notte. Anche nelle civiltà primitive, pur senza una comprensione scientifica, si è sviluppata una consapevolezza dei fenomeni temporali. Tuttavia, antiche comunità avevano l'ambizione di andare oltre il breve arco di vita individuale, cercando di comprendere, controllare e partecipare a processi temporali più ampi. Sin dai tempi antichi, l'umanità, limitata nel proprio ciclo di vita nel flusso eterno degli eventi passati e futuri, ha desiderato proiettarsi nell'eternità, cercando di dominare il tempo attraverso la sua misurazione e la capacità di prevedere il ritorno ciclico di ogni istante trascorso. Questo desiderio ha portato al primo tentativo di oggettivizzare il passare del tempo basandosi sull'osservazione dei corpi celesti, specialmente il Sole, la cui mutevole posizione determinava l'ombra e le sue continue variazioni nel mondo fenomenico [Agnoli 2004]. La regolarità ciclica dei moti celesti offriva la possibilità di interpretare razionalmente i cambiamenti degli eventi, poiché erano inseriti nell'ambito della durata ciclica dei fenomeni naturali.

Grazie all'utilizzo della gnomonica, antiche civiltà in tutto il mondo [Arnaldi 2006] hanno acquisito la capacità di calcolare e rappresentare i complessi movimenti del Sole, consentendo così di controllare tali fenomeni attraverso la previsione della loro ciclicità. Ciò è stato possibile mediante l'ombra proiettata da uno gnomone, che ha reso misurabile in termini

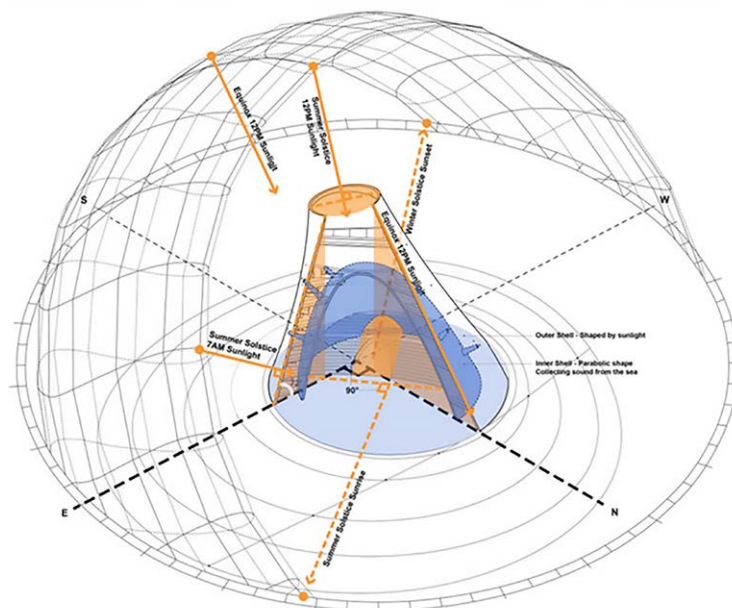


Fig. 4. Open, Sun tower, Yantai 2022: la relazione delle forme architettoniche con il moto apparente del sole sulla sfera celeste (da: <<https://www.designboom.com/architecture/sun-tower-open-architecture-yantai-china-02-14-2022/>>).

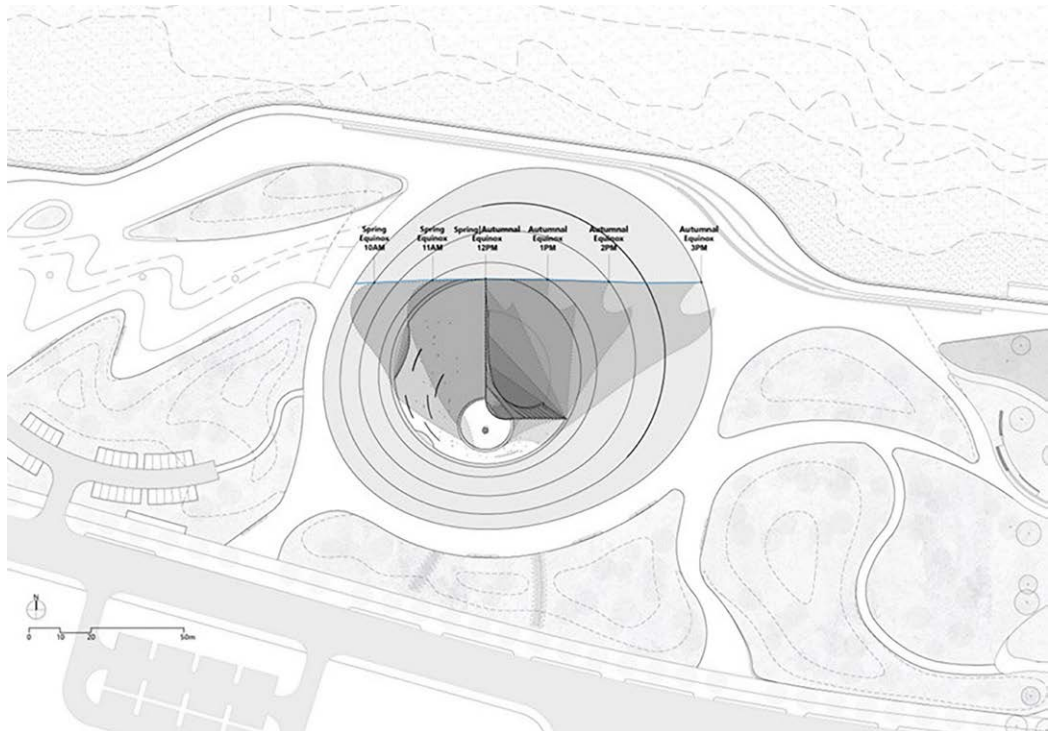


Fig. 5. Open, Sun tower, Yantai 2022: la torre funge da gnomone per la misura del tempo nel giorno degli equinozi (da: <<https://www.designboom.com/architecture/sun-tower-open-architecture-yantai-china-02-14-2022/>>).

spaziali al suolo ciò che altrimenti sarebbe stato intangibile e lontano nel cielo specialmente considerando le limitate tecnologie dell'epoca. Con l'introduzione di strumenti ottici, meccanici e successivamente digitali, la misurazione del tempo è divenuta indipendente dalla gnomonica, superando il suo più oggettivo limite di segnare il tempo di un luogo specifico in base alla latitudine.

Tutto ciò ci fa percepire oggi il tempo come oggettivo e preciso, misurabile con approssimazioni che raggiungono ormai i miliardesimi di secondo, generando una sensazione rassicurante di dominio e controllo. La gnomonica appare così obsoleta poiché non è più utilizzata per la misurazione del tempo. Ma questa scienza millenaria conserva ancora oggi la sua rilevanza grazie all'immutata solidità scientifica dei rapporti geometrici tra la luce solare e le ombre proiettate. Questi rapporti, basati sull'antica astronomia di posizione, continuano a permettere la previsione della forma e delle dimensioni delle ombre, offrendo così un contributo prezioso, sebbene non più nel contesto specifico della misura del tempo per le attività quotidiane. La nostra esistenza continua ad essere profondamente connotata dal suo continuo e inarrestabile cambiare all'interno di un ciclo di eventi naturali per il quale il mutare stesso è un "cambiare permanendo".

Le geometrie della gnomonica sono state dunque adottate da alcuni architetti e artisti contemporanei non più ai fini cronometrici, ma come strumenti per comprendere sia l'ambiente terrestre che quello cosmico, evidenziando il nostro ruolo all'interno di questi millenari contesti. La geometria della luce solare e le ombre da essa proiettate assumono così un significato simbolico di grande potenziale comunicativo ed emotivo, che mettono in evidenza la connessione intrinseca tra l'uomo e l'universo. Questo sottolinea la nostra capacità non solo di comprendere e controllare la mutevolezza dei fenomeni naturali, ma anche di influenzarli e plasmarli attraverso la creatività. Le ombre diventano, quindi, una manifestazione tangibile della nostra capacità di interpretare e trasformare la realtà attraverso espressioni artistiche e architettoniche.

È il caso della Sun Tower [1] (2022) a Yantai di Open architecture (fig. 4). La forma dell'edificio è determinata essenzialmente dal suo rapporto con la luce solare durante l'anno con le cui proiezioni umbratili registra affascinanti fenomeni di coincidenza delle proprie strutture in alcuni progettati momenti dell'anno (fig. 5). "It is a place for people to experience natural

phenomena in different light, to contemplate the meaning of time, and the mystery of our universe... Nature has always been there, the difference is how we see it, and how we co-exist with it on this planet" [2]. Le architetture basate sul rapporto con la luce solare sono caratterizzate dalla natura mutevole dei fenomeni luminosi e si concentrano inevitabilmente sul concetto di tempo che passa. La variabilità della luce solare, in termini di direzione dei raggi e di intensità luminosa, genera un lento e graduale cambiamento delle ombre o delle figure luminose proiettate che rende esperibile ed evidente il movimento di rotazione altrimenti impercettibile del nostro pianeta. Gli osservatori possono riconoscere le coincidenze tra le forme statiche dell'architettura (fontane circolari, linee per la misura del tempo agli equinozi, forma e inclinazione delle bucatore e dei fori di ingresso dei raggi luminosi) solo per un tempo limitato, in alcuni specifici giorni a causa della perenne variabilità dei raggi solari,

la cui direzione, durante il giorno, cambia in base alla velocità di rotazione della Terra. Il tempo, quindi, interviene come dimensione ulteriore della narrazione e la sua misura come strumento di celebrazione della connessione geometrica dei moti celesti con le forme del nostro abitare. Il tempo ciclico annuale, che torna sempre indietro, celebra il giorno per cui la proiezione d'ombra o di luce è stata progettata attraverso la sua progettata misura.

Strumenti e tecniche digitali per interpretare il passato e progettare il futuro

Il rapporto tra architettura e cielo percorre ininterrottamente tutta la storia dell'architettura ed ha investito ambiti fisici, geometrici, tecnologici ma anche percettivi, filosofici e simbolici. Da sempre gli architetti si sono interessati alle leggi che regolano il cielo per migliorare le caratteristiche e la vivibilità dello spazio da loro ideato, per intenzionalità artistiche, e anche per renderlo "misura del tempo". Le fonti storiche che riferiscono sulle tecniche utilizzate nel passato per progettare architetture e città in rapporto con il cielo sono state spesso campo di ricerca. Il *De Architectura* di Vitruvio è certamente la testimonianza più remota e significativa che documenta l'attenzione con cui gli antichi costruttori dell'occidente guarda-

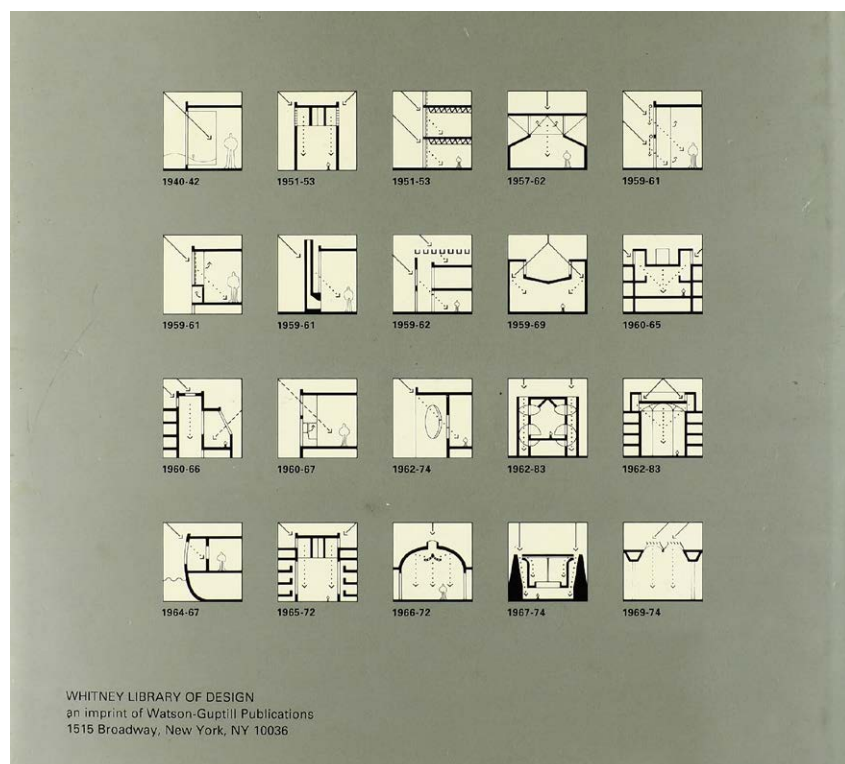


Fig. 6. Schemi grafici sulle modalità d'ingresso della luce nello spazio (da: Buttiker; Kahn 1994).

vano alla volta celeste [Incerti 2010; Bettini 2011] e attesta le competenze scientifiche allora richieste e messe in campo. Che gli architetti avessero rapporti stretti con gli astronomi anche in epoca moderna è testimoniato alcuni casi eccellenti: l'astronomo Paolo dal Pozzo Toscanelli fu molto vicino a Brunelleschi, così come a Leon Battista Alberti [Manetti 1976, p. 70; Vuilleumier 2000, pp. 608-611].

In epoca contemporanea ricordiamo, tra tutti, l'opera di Luis Kahn che a questo proposito afferma: "the structures is a design in light. The vault, the dome, the arch, the column are structures related to the character of light. Natural light gives mood to space by the nuances of light in the time of the day and the seasons of the year, as it enters and modifies the space" [Buttiker, Kahn 1994]. Nel solco di questa tradizione si collocano dunque gli esempi attuali citati nella prima parte del saggio, logicamente sostenuti oggi non solo da conoscenze astronomiche, ma anche da strumenti e tecniche digitali. Il numero di studi storici e scientifici inerente questi temi, in continua crescita con il trascorrere del tempo [Steane 2011; Mondini, Ivanovici 2014], stimola nuove riflessioni su come le tecnologie digitali possono realmente innovare i processi e i risultati della ricerca sull'esistente e sulla progettazione del futuro. Mentre nel recente passato, anche in fase di ideazione e sviluppo del progetto, era possibile avvalersi di semplici schemi grafici che illustrassero il comportamento della luce nell'architettura (fig. 6), la grafica digitale ha reso diffusi motori di rendering in grado di simulare, anche in modo iperrealistico, la diffusione della luce negli spazi interni e il suo comportamento sui materiali.

In questo contesto di ricerca il contributo del Disegno rappresenta un valore aggiunto grazie ai vari ambiti che compongono il settore scientifico disciplinare: rilievo, geometria, rappresentazione, comunicazione.

Nell'ambito dell'analisi dei reperti storici un grande cambiamento è avvenuto grazie allo sviluppo delle tecnologie digitali del rilievo morfometrico e materico (laser scanner e fotogrammetria digitale). I modelli 3D dello spazio architettonico e dell'ambiente circostante, partendo da un dato affidabile e validato, rendono così possibile la valutazione della precisione delle intenzionalità astronomiche espresse dal progettista. La lettura del dato ottenuto,

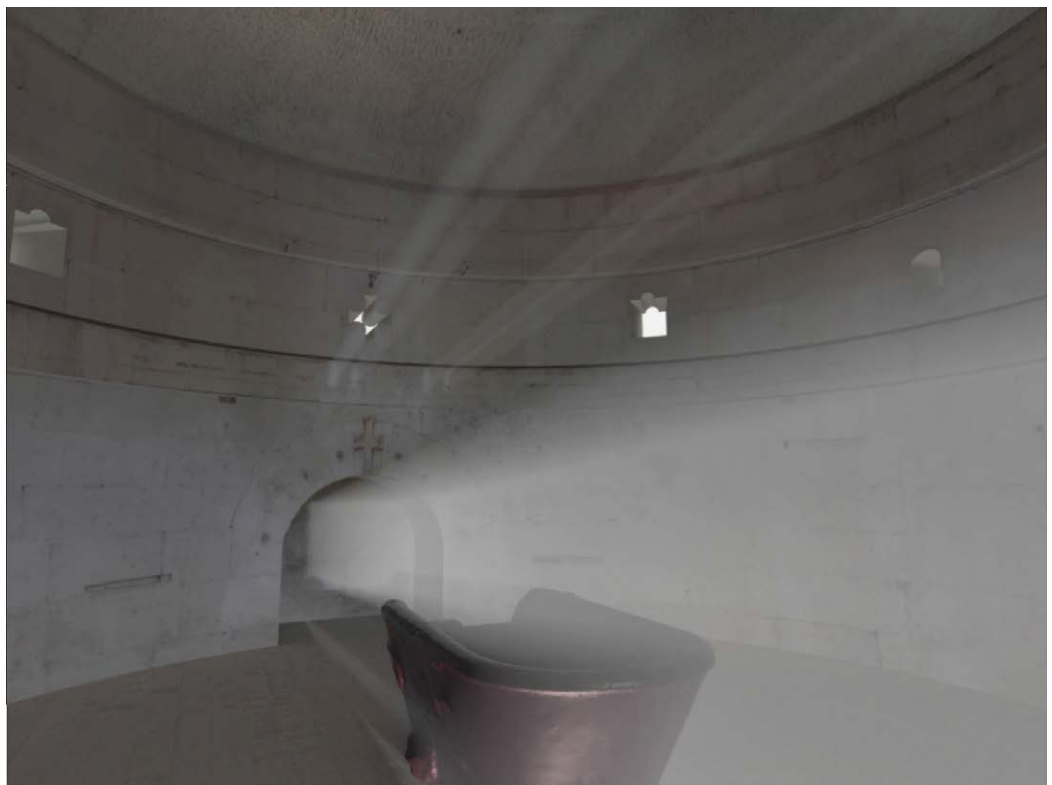


Fig. 7. Simulazione della luce nel Mausoleo di Teodorico per l'analisi archeoastronomica. Elaborazione degli autori.

cioè la sua misura, deve poi essere posta in relazione con il livello di precisione possibile al momento della costruzione dell'opera, mettendo in gioco tecniche, procedure, strumenti e accuratezze stimate dagli storici dell'astronomia e della scienza. Dobbiamo inoltre essere consapevoli che la scelta di un motore di rendering non deve essere casuale sia nell'analisi dei reperti storici, sia nella progettazione *ex-novo*. Le sperimentazioni sul campo ci hanno infatti permesso di apprezzare le potenzialità e i limiti di precisione dei vari software per questo particolare tipo di studio. Alcuni di questi strumenti, che simulano il percorso della luce sulle superfici, sono adatti principalmente all'ambito divulgativo in cui è fondamentale garantire un'efficace rappresentazione visiva dei risultati per coinvolgere maggiormente il pubblico, piuttosto che assicurare una precisione scientifica.

A questo particolare e specialistico ambito di ricerca interdisciplinare si rivolge la collana AGA che, da oramai un biennio, raccoglie contributi non solo del Disegno, con la finalità far crescere il dibattito scientifico sulle procedure e metodologie di ricerca, per una loro progressiva standardizzazione e validazione [Farroni, Incerti, Pagliano 2023].

Conclusioni

La necessità di mantenere vivo il sapere millenario legato alla misura del tempo e di attualizzarne il dibattito transdisciplinare mediante l'inclusione di nuovi campi e strumenti, come l'arte e le tecnologie digitali ha portato le tre autrici del presente paper a fondare la collana AGA_Architettura Geometria Astronomia, nei tipi di Libreria universitaria, dedicata a questo particolare e specialistico ambito di ricerca interdisciplinare. AGA da oramai un biennio, raccoglie contributi non solo dell'area disciplinare Disegno, con la finalità far crescere il dibattito scientifico sulle procedure e metodologie di ricerca, per una loro progressiva standardizzazione e validazione [Farroni, Incerti, Pagliano 2023]. La collana editoriale, promossa inoltre da un convegno itinerante che avviene ormai dal 2022 tra le tre diverse sedi universitarie delle tre autrici, intende convocare tre macro ambiti del sapere apparentemente distanti, la cui sinergica relazione sin dall'antichità ha utilizzato la geometria come strumento e il disegno come preferenziale linguaggio adatto a descriverne l'essenza.

Note

[1] <<https://www.openarch.com/index.php/en/task/567>>.

[2] *Ibidem*.

Ringraziamenti e crediti

Benché i risultati della ricerca siano dell'intero gruppo di lavoro, il paragrafo *Sotto un unico cielo* è da attribuire a Laura Farroni, il paragrafo *Geometrie della luce per scandire il tempo odierno* ad Alessandra Pagliano, il paragrafo *Strumenti e tecniche digitali per interpretare il passato e progettare il futuro* a Manuela Incerti.

Riferimenti bibliografici

Agnoli P. (2004). *Il senso della misura. La codifica della realtà tra filosofia, scienza ed esistenza umana*. Roma: Armando.

Arnaldi M. (2006). Le ore italiane. Origine e declino di uno dei più importanti sistemi orari del passato. In *Gnomonica italiana*, Anno IV, n. 11, luglio 2006, pp. 10-18.

Belting H. (2010). *I canoni dello sguardo. Storia della cultura visiva tra Oriente e Occidente*. Torino: Bollati Boringhieri.

Bettini S. (2011). Ricerche sulla luce in architettura: Vitruvio e Alberti. In *Annali di architettura - Rivista del Centro Internazionale di Studi di Architettura Andrea Palladio*, vol. 22, 2010 (2011), pp. 21-44.

Buttiker U., Kahn L. I. (1994). *Louis I. Kahn: light and space*. New York: Whitney library of design.

Capozziello S. (2023). Tempo & Cosmologia. In Farroni L., Incerti M., Pagliano A. (a cura di). *Misurare il Tempo. Strumenti e tecniche tra storia e contemporaneità*, pp. 26-29. Limena (PD): Libreria Universitaria.

Farroni L., Incerti M., Pagliano A. (a cura di) (2023). *Misurare il Tempo. Strumenti e tecniche tra storia e contemporaneità*. Limena

(PD): LibreriaUniversitaria.

Incerti, M. (2010). Prefazione. L'architettura e il cosmo nelle fonti. In Incerti M. (a cura di). *Mensura caeli. Territorio, città, architettura strumenti*, pp. 17-33. Ferrara: UnifePress.

Manetti A. (1976). *Vita di Filippo Brunelleschi. Preceduta da La novella del grasso*. Milano: Il polifilo.

Mondini D., Ivanovici V. (a cura di) (2014). *Manipolare la luce in epoca premoderna: aspetti architettonici, artistici e filosofici. Manipulating light in premodern times: architectural, artistic, and philosophical aspects*. Cinisello Balsamo: Mendrisio Academy Press-Silvana Editoriale.

Morin E. (2001). *I sette saperi necessari all'educazione del futuro*. Milano: Raffaello Cortina.

Pagliano A. (2022). *Le ore del sole. Geometria e astronomia negli antichi orologi solari romani*. Roma: Paparo.

Steane M.A. (2011). *The Architecture of Light: Recent Approaches to Designing with Natural Light*. London: Routledge.

Sun Tower <<https://www.openarch.com/index.php/en/task/567>> (consultato il 29 luglio 2024).

The 'sun tower' celebrates the coastal sunrise <<https://www.designboom.com/architecture/sun-tower-open-architecture-yan-tai-china-02-14-2022/>> (consultato il 29 luglio 2024).

Vuilleumier F. (2000). Oriona et istiusmodi signa micantia: l'hémisphère céleste de la Sagrestia Vecchia de San Lorenzo. In Leon Battista Alberti: *Actes du Congrès International de Paris, 10-15 avril 1995*, pp. 599-621. Paris: Aragno.

Autrici

Laura Farroni, Università degli Studi Roma Tre, laura.farroni@uniroma3.it

Manuela Incerti, Università degli Studi di Ferrara, manuela.incerti@unife.it

Alessandra Pagliano, Università di Napoli "Federico II", pagliano@unina.it

Per citare questo capitolo: Laura Farroni, Manuela Incerti, Alessandra Pagliano (2024). La misura del Tempo tra arte e scienza/The measurement of time between art and science. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (a cura di). *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 1367-1384.

The measurement of time between art and science

Laura Farroni
Manuela Incerti
Alessandra Pagliano

Abstract

If knowledge of the dimensions of what must be represented is a necessary condition for being able to relate scientifically with the phenomenal world, knowledge of the extent of the observed phenomenon is a necessary condition for the attribution of meaning, role, and meaning of the artifact created on earth to measure the cosmos and the passage of time.

Since ancient times, humanity, limited in its life cycle in the eternal flow of past and future events, has desired to project itself into eternity, trying to dominate time through its measurement and the ability to predict the cyclical return of every moment spent. This desire led to the first attempt to objectify the passage of time based on observing celestial bodies, especially the Sun, whose changing position determined the shadow and its continuous variations in the phenomenal world.

Thus, in the wider context of the measure of time, the evolution of the instruments created, of the symbols adopted in the quadrants, of the use made over time of the reading of natural luminous phenomena up to the close relationship between art and science, testify how the concept of dimension and measure can be the leitmotif of scientific and artistic narrative apparatuses, through the centuries and the development of technologies to the contemporary.

Keywords

Measurement, time, sundials, gnomonic, survey.



Under the same sky

Since ancient times the phenomenon of the alternation of light to dark has always been the subject of investigation, looking for reason through the observation of what was above man and, therefore, the sky and its stars, and over the centuries, even from above, observing the Earth itself, a demonstration of the progressive taking note of the dimension of the Universe (or Universes)[Capozziello 2023] (fig. 1).

As part of the time measurement that interests us here, the instruments produced by gnomonic science, located all over the world and the result of different cultures, have in common the fact that they record a single phenomenon: the apparent movement of the Sun through the shadow produced by a gnomon. The infographic system used and encoded over time showed that astronomy and the measurement of time are closely linked because they depend, precisely on the rotation of the Earth around its axis and its annual motion around the Sun, in relation also to the presence of the planets.

These instruments measure an expression of the diversity of places and the quality of information due to the intentions set by the recording in scientific and symbolic-artistic terms. They reveal rhythms and record the finite measure anthropized of the vastness of the infinitely distant (an unknown time) of which man has always demanded representation. But not only, do they fulfill, in fact, the task of giving insight into the different forms of recording through, for example, artifacts with different dimensional scales. They can present themselves as solid elements placed on the ground, leaving the Earth the role of quadrant of the changing geometry of light linked to the apparent motion of the Sun [Pagliano 2022], or form themselves into artifacts that take shape through the penetration of the solar ray into the soil, such as the sacred well in the Archaeological Park of S. Cristina in Paulilatino in Sardinia, linking their identity to the geographical orientation; also of works functional to the observation of the sky, placed in strategic points of the planet, which over the centuries may have changed form and function, but that precisely because of their peculiar location are privileged sites and/ or objects. They can also be manifested as individual objects characterized by articulated shapes, even complex gears, and sculptural forms, such as the Quirinale tetracyclic sundial. Science, art, and culture of peoples, therefore, distinguish these artifacts of humanity in which the registration of light is an action/ process of identification of the local in the global, in a planetary dimension [Morin 2001] and cyclic, which leads to reconsider, in the history of humanity, the importance of the cosmological dimension, as characterized by living under the same sky (fig. 2).

If we add portable instruments to the dimensional typologies, we introduce the transience of the places from which time is recorded, always under the same sky. Only its representation diversifies, but its occurrence remains and repeats (fig. 3). If we move the question in terms of the study of civilizations it emerges that the desire to concretize the control of the territory by man through territorial limits of real physical barriers and linear signs on graphic or digital representations, or the definition of geopolitical boundaries, opposes a desire to understand and represent the different manifestations that make life possible on Earth as a unit, as a planet. The unifying standards, and the definition of landmarks, that the history of

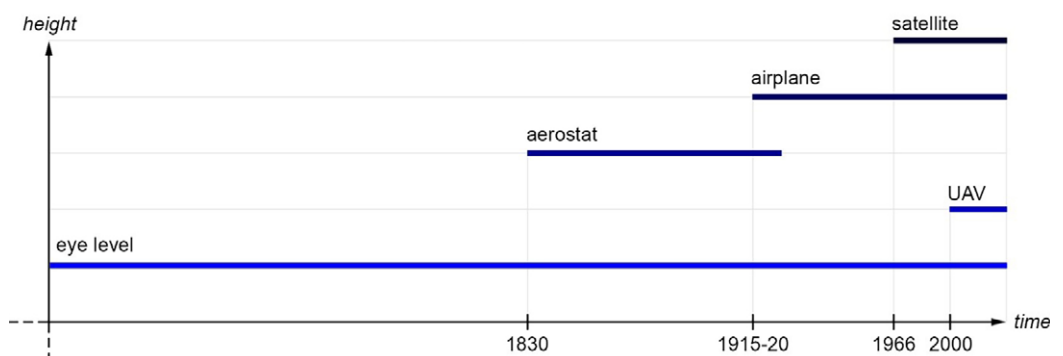


Fig. 1. Progressive rise of the observation point. Elaboration by the authors.



Fig. 2. Japanese press (from: Spring Rain Surimono Album (Harusame surimono-jō, vol. 3) 1806). Public domain image.

science attests, to and used in current measurements are the concrete expression of wanting to make living on Earth a dwelling in a single home. Man living under one sky. Therefore, it becomes fundamental to keep alive the scientific research of the planetary traces of the measurement of Time, so that culture can help to rediscover the sense of unity on this planet by breaking down barriers between peoples and rebalancing the path of anthropization with the natural system.

Of course, the complexity of the testimonies is emblematic of the territorial and cultural identity, which communicates the process of anthropization of a natural event, and therefore, the intent of crossing history, is to detect, reconstruct and return the signs of these ar-



Fig. 3. Portable 17th century sundial, housed in the Metropolitan Museum of Art. Public domain image.

tifacts, through the verification of the distances between the elements, the measurement of their surfaces and the behavior of light in intercepting them. Rediscover the gaze of culture [Belting 2010] to recognize the different approaches, ways and tools with which man conceived the cosmos, through its natural phenomena, light, shadow, and stars, where science, mathematics, geometry, and astronomy have traveled together the theories of vision and appearance for functional, ritual and artistic needs. Therefore, the knowledge of the tools for measuring time, is an opportunity to develop a sustainable ecological consciousness, because it shows the awareness of the complexity of the systems that revolve around the cadence of natural phenomena that guarantee the survival of Man on Earth. Thinking about the present, looking at the past to plan the future, a succession of temporal categories necessary for today's man to measure Time, his Time.

Geometries of light to mark present time

Humans have, throughout history, interpreted space and time about the constant variation of sunlight, which marks the interchange between day and night. Even primitive civilizations, though without scientific understanding, had developed a conscious awareness of temporal phenomena. However, even ancient communities had ambitions to go beyond the short individual life span, aiming at understanding, controlling, and participating in broader temporal processes.

And so, limited in its short life cycle, human beings have projected themselves into the eternal flow of past and future events, desiring to project themselves into eternity by dominating the eternal flow of time through its measurement and the ability to predict the cyclical return of each elapsed moment. This desire led to the first attempt to objectify the passage of time based on observing celestial bodies, especially the Sun, whose changing position causes the shadows and their continuous variations in the phenomenal world [Agnoli 2004]. The cyclical regularity of celestial motions offered the possibility of rationally interpreting changes in events, as they were placed within the cyclical duration of natural phenomena. Through the use of gnomonics, ancient civilizations around the world [Arnaldi 2006] acquired the ability to calculate and represent the complex apparent movements of the Sun, thus being able to control through the prediction of their cyclicity. This was possible through the shadow cast by a simple rod, the gnomon, which made measurable on the ground, in geometrical-spatial terms, what would otherwise have been intangible and distant in the

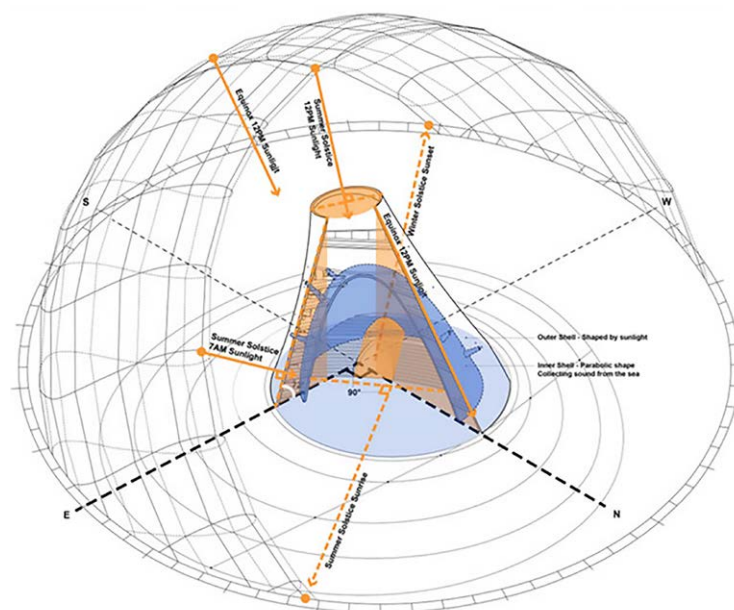


Fig. 4. Open, Sun tower, Yantai 2022: the relationship between architectural shapes and the apparent motion of the sun on the celestial sphere (from: <<https://www.designboom.com/architecture/sun-tower-open-architecture-yantai-china-02-14-2022/>>).

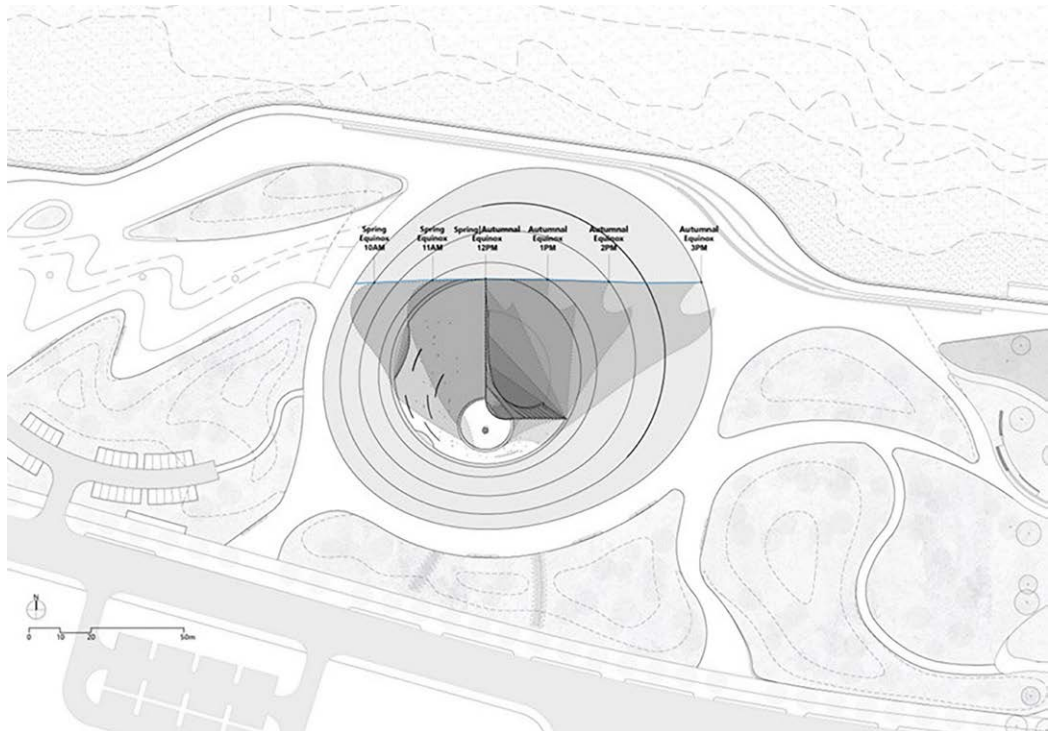


Fig. 5. Open, Sun tower, Yantai 2022: the tower acts as a gnomon for measuring time during the equinoxes day (from: <<https://www.designboom.com/architecture/sun-tower-open-architecture-yantai-china-02-14-2022/>>).

sky, especially given the limited technologies of ancient times in the field of astronomy. With the introduction of optical, mechanical and later digital instruments, the measurement of time broke free from gnomonics, overcoming its most objective limitation, that of marking the time of a single, specific place by its latitude. All this makes us perceive time today as objective and precise, measurable in extremely small approximations that now reach billions of a second, generating a reassuring feeling of dominance and control. Gnomonics thus appears obsolete because it is no longer used for measuring time. But this millennia-old science still retains its relevance today because of the unchanged scientific validity of those geometric relationships between sunlight and projected shadows. These geometric relationships, based on ancient 'position astronomy', continue to allow the prediction of the shape and size of shadows, still offering a valuable geometric contribution, although no longer applied to the specific context of time measurement for everyday activities. Our life existence continues to be profoundly marked by the continuous and unstoppable change of natural events, but the predictable cyclical nature reassures us that the changing itself is a 'changing by being permanent'. The geometries of gnomonics have thus been adopted by some contemporary architects and artists no longer for chronometric purposes, but as tools for understanding both the terrestrial and cosmic environments, highlighting our role as humans within these millennial contexts. The geometry of sunlight and projected shadows thus take on a symbolic meaning of great communicative and emotional potential, highlighting the intrinsic connection between humans and the universe. This underlines our ability not only to understand and control the ever-changing nature of these natural phenomena, but also to influence and shape them through creativity. Shadows, therefore, become a tangible demonstration of our ability to interpret and transform reality through artistic and architectural expressions. This is the case of the Sun Tower [1] (2022) in Yantai by Open architecture (fig. 4). The shape of the building is essentially determined by its relationship with the geometry of sunlight during the year and also with the cast shadows, acting fascinating phenomena of designed coincidence of its structures at certain times of the year (fig. 5). 'It is a place for people to experience natural phenomena in different light, to contemplate the meaning of time, and the mystery of our universe... Nature has always been there, the difference is how we see it, and how we coexist with it on this planet' [2]. Architectures based on the

geometric relationship with sunlight are characterized by the changing nature of light phenomena and inevitably focus on the concept of passing time. The variability of the sun's rays, in terms of direction and light intensity, generates a slow and gradual change in shadows or cast luminous shapes that makes experiential and evident the otherwise imperceptible rotational movement of our planet. Observers can recognize the coincidences between the static shapes of the architecture (circular fountains, lines for measuring time at the equinoxes, the shape and slope of the holes and entry holes for light rays) only for a limited time on certain specific days because of the perennial variability of the sun's rays, whose direction, during the day, changes according to the Earth's rotational speed. Time, then, intervenes as an additional dimension of the storytelling and its measurement as a means of celebrating the geometric connection of celestial motions with the forms of our inhabitation. The annual cyclical time, always returning, celebrates the date for which the projection of shadow or light was designed through its calculated measure.

Digital tools and techniques for interpreting the past and designing the future

The relationship between architecture and the sky has been continuously present throughout the history of architecture, encompassing physical, geometric, and technological aspects, as well as perceptual, philosophical, and symbolic ones. Architects have always been interested in the laws governing the sky to enhance the characteristics and livability of the spaces they design, for artistic intentions, and also to make them 'measures of time'. Historical sources reporting on the techniques used in the past to design architecture and cities in relation to the sky have often been a field of research. Vitruvius' *De Architectura* is certainly the most ancient and significant testimony documenting the attention with which ancient Western builders looked to the celestial vault [Incerti 2010; Bettini 2011] and attests to the scientific skills required and employed at the time. The close relationship between architects and astronomers even in modern times is evidenced by some excellent cases: the astronomer Paolo dal Pozzo Toscanelli was very close to Brunelleschi, as well as to Leon Battista Alberti

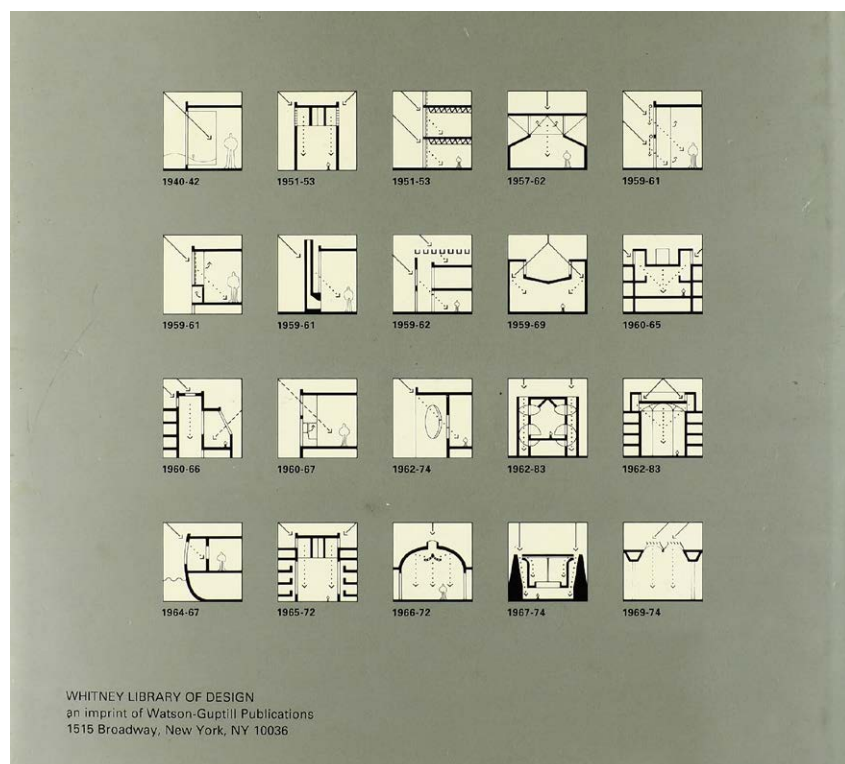


Fig. 6. Graphic schemes on the modes of light entering space (from: Buttiker, Kahn 1994).

[Manetti 1976, p. 70; Vuilleumier 2000, pp. 608-611]. In contemporary times, we remember, among others, the work of Louis Kahn, who stated on this subject: 'the structure is a design in light. The vault, the dome, the arch, the column are structures related to the character of light. Natural light gives mood to space by the nuances of light in the time of the day and the seasons of the year, as it enters and modifies the space' [Buttiker; Kahn 1994]. Following this tradition, the current examples cited in the first part of the essay are logically supported today not only by astronomical knowledge but also by digital tools and techniques.

The growing number of historical and scientific studies on these topics [Steane 2011; Mondini, Ivanovici 2014] prompts reflections on the actual impact of digital technologies on the processes and outcomes of research on present and future architecture. In the past, simple graphic diagrams were relied upon to understand the behavior of light in architecture during the design phase (fig. 6). However, with the advent of digital graphics, rendering engines capable of simulating the diffusion of light in interior spaces and its impact on materials have become common, achieving extremely realistic results.

In this research context, the contribution of Drawing represents added value due to the various fields that make up the disciplinary scientific sector: surveying, geometry, representation, communication.

In the analysis of historical artifacts, a significant change has occurred thanks to the development of digital technologies for morphometric and material surveying (laser scanning and digital photogrammetry). 3D models of architectural space and the surrounding environment, starting from reliable and validated data, make it possible to evaluate the precision of the astronomical intentions expressed by the designer. The interpretation of the obtained data, namely its measurement, must then be related to the level of precision possible at the time of the construction of the work, involving techniques, procedures, tools, and accuracies estimated by historians of astronomy and science.

In addition, we must be aware that the choice of a rendering engine should not be arbitrary, both in the analysis of historical artifacts and in new design projects. Field experiments have indeed allowed us to appreciate the potentials and precision limitations of various



Fig. 7. Simulation of light in the Mausoleum of Theoderic for archaeoastronomical analysis. Elaboration by the authors.

software for this specific type of study. Some of these tools, which simulate the path of light on surfaces, are primarily suited for dissemination purposes, where ensuring an effective visual representation of the results is crucial to engage the audience, rather than certifying scientific precision.

Conclusions

The need to preserve millennia-old knowledge related to the measurement of time and to update its transdisciplinary debate by including new fields and tools, such as art and digital technologies, led the authors of this paper to establish the series *AGA_Architecture Geometry Astronomy*. Published by Libreria Universitaria, this series is dedicated to this particular and specialized area of interdisciplinary research. For the past two years, AGA has collected contributions not only from the Drawing disciplinary area, aiming to enhance the scientific debate on research procedures and methodologies for their progressive standardization and validation [Farroni, Incerti, Pagliano 2023]. The editorial series is also promoted by a traveling conference that has taken place since 2022 among the different Universities of the authors. It aims to bring together three seemingly distant macro areas of knowledge, whose synergistic relationship, since ancient times, has used geometry as a tool and drawing as the preferred language to describe their essence.

Notes

[1] <<https://www.openarch.com/index.php/en/task/567>>.

[2] *Ibidem*.

Acknowledgements and credits

Although the research results are from the entire team, the section *Under a single sky* is attributed to Laura Farroni, the section *Geometries of light to mark present time* to Alessandra Pagliano, and the section *Digital tools and techniques for interpreting the past and designing the future* to Manuela Incerti.

References

<<https://www.openarch.com/index.php/en/task/567>> (accessed 29 July 2024).

Agnoli P. (2004). *Il senso della misura. La codifica della realtà tra filosofia, scienza ed esistenza umana*. Roma: Armando.

Arnaldi M. (2006). Le ore italiane. Origine e declino di uno dei più importanti sistemi orari del passato. In *Gnomonica italiana*, Anno IV, n. 11, luglio 2006, pp. 10-18.

Belting H. (2010). *I canoni dello sguardo. Storia della cultura visiva tra Oriente e Occidente*. Torino: Bollati Boringhieri.

Bettini S. (2011). Ricerche sulla luce in architettura: Vitruvio e Alberti. In *Annali di architettura - Rivista del Centro Internazionale di Studi di Architettura Andrea Palladio*, vol. 22, 2010 (2011), pp. 21-44.

Buttiker U., Kahn L. I. (1994). *Louis I. Kahn: light and space*. New York: Whitney library of design.

Capozziello S. (2023). Tempo & Cosmologia. In Farroni L., Incerti M., Pagliano A. (Eds.). *Misurare il Tempo. Strumenti e tecniche tra storia e contemporaneità*, pp. 26-29. Limena (PD): LibreriaUniversitaria.

Farroni L., Incerti M., Pagliano A. (Eds.) (2023). *Misurare il Tempo. Strumenti e tecniche tra storia e contemporaneità*. Limena (PD): LibreriaUniversitaria.

Incerti, M. (2010). Prefazione. L'architettura e il cosmo nelle fonti. In Incerti M. (Ed.). *Mensura caeli. Territorio, città, architetture strumenti*, pp. 17-33. Ferrara: UnifePress.

Manetti A. (1976). *Vita di Filippo Brunelleschi. Preceduta da La novella del grasso*. Milano: Il polifilo.

Mondini D., Ivanovici V. (Eds.) (2014). *Manipolare la luce in epoca premoderna: aspetti architettonici, artistici e filosofici. Manipulating light in premodern times: architectural, artistic, and philosophical aspects*. Cinisello Balsamo: Mendrisio Academy Press-Silvana Editoriale.

Morin E. (2001). *I sette saperi necessari all'educazione del futuro*. Milano: Raffaello Cortina.

Pagliano A. (2022). *Le ore del sole. Geometria e astronomia negli antichi orologi solari romani*. Roma: Paparo.

Steane M. A. (2011). *The Architecture of Light: Recent Approaches to Designing with Natural Light*. London: Routledge.

Sun Tower <<https://www.openarch.com/index.php/en/task/567>> (consultato il 29 luglio 2024).

The 'sun tower' celebrates the coastal sunrise <<https://www.designboom.com/architecture/sun-tower-open-architecture-yan-tai-china-02-14-2022/>> (accessed 29 July 2024).

Vuilleumier F. (2000). Oriona et istiusmodi signa micantia: l'hémisphère céleste de la Sagrestia Vecchia de San Lorenzo. In *Leon Battista Alberti: Actes du Congrès International de Paris*, 10-15 avril 1995, pp. 599-621. Paris: Arago.

Authors

Laura Farroni, Università degli Studi Roma Tre, laura.farroni@uniroma3.it

Manuela Incerti, Università degli Studi di Ferrara, manuela.incerti@unife.it

Alessandra Pagliano, Università di Napoli "Federico II", pagliano@unina.it

To cite this chapter: Laura Farroni, Manuela Incerti, Alessandra Pagliano (2024). La misura del Tempo tra arte e scienza/The measurement of time between art and science. In Bergamo F., Calandriello A., Ciammaichella M., Friso I., Gay F., Liva G., Monteleone C. (Eds.), *Misura / Dismisura. Atti del 45° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Measure / Out of Measure. Transitions. Proceedings of the 45th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 1367-1384.