



Adriana Rossi,
summa cum laude degree in Architecture. PhD, currently Full Professor (Drawing) and Vice Director of the Civil Engineering, Design, Building and Environment Department at Unicampania "Vanvitelli".
Visiting Professor at UPV (2014, 2015, 2016) and visiting researcher at Nanyang University in Singapore (2017).

From the bas-relief to the 3D model. A hypothesis for the reconstruction of an Armenian fortress.

Dal bassorilievo al modello 3D. Ipotesi ricostruttiva di una fortezza armena.

The study examines three artifacts, found in the Urartu area, which show depictions of the external shape of a fortified building (VIII century BC) which is assumed to be the same in all three. Building typology considerations suggest the possibility of carrying out accurate metric investigations from remote for the purpose of comparative study. The floor plans were obtained in bi-univocal correspondence to the different heights using observations of active and passive.

A hypothesis of the internal space organization is formulated based on iconographic sources and military treatises.

The 3D model broadens the traditional operative/cognitive scenario and highlights the need for a holistic approach capable of addressing critical issues such as the lack of interoperability, data retrieval, visualization adaption and interfaces suitable to divulge, protect and enhance cultural heritage.

Si esaminano tre reperti rinvenuti nel territorio urarteo, figurazioni dell'esterno di una dimora fortificata (VIII sec. a.C.).

Le osservazioni di carattere castellogico insistono sulla possibilità di compiere a distanza accurate indagini metriche per studi comparativi. Alla luce delle fonti iconografiche e dei testi della trattativa militare, si ricostruisce un'ipotesi organizzativa dello spazio interno.

Le piante si sono ottenute mediante una corrispondenza biunivoca in relazione ad altezze differenti utilizzando osservazioni di difesa militare attive e passive.

Il modello 3D, ampliando i tradizionali scenari operativi/cognitivi, invita all'opportunità di un approccio olistico capace di superare alcune criticità quali la mancanza di interoperabilità, la reperibilità di dati, la possibilità di adattare visualizzazioni ed interfacce adatte a divulgare, tutelare e valorizzare i beni ereditati.

Key words:

Image-based technologies, architectural elements of military defense, Armenian fortresses, Archaeological drawings.

Parole chiave:

tecniche Image based, elementi architettonici di difesa; fortezze armena, disegno archeologico

1. INTRODUCTION

The evolution of digital technologies and the advent of image based optic sensors have changed the way small and medium size objects are surveyed. Software solutions, many of which low cost and open source, broaden the traditional operative scenario and allow to use photographs taken with non professional cameras. The reconstruction algorithms are programmed to recognize homologous points between adjacent and, to a certain percentage, juxtaposed images which is a key feature for the automatic computation of the internal image orientation. With minimum user interaction, image matching recording offers many opportunities such as the observation of high and ultra resolution pixels and the modeling of non structured point clouds recorded via automatic triangulation. Digital cataloguing is therefore the first step toward 'seeing clearly'. At the different levels of the analysis the acquired data transform the symbolic into the geometric so as to examine what is hidden, to guide interpretation and to enhance scientific enquiry. The alphanumeric denotation system allows to manipulate the outcome for analytical and design purposes. The sequence of bits, codified in structured form, manages the inserted or elaborated models and as a result the applications become innovative and the data flexible. The operative procedure and the investigation modes improve the processes linked to the conservation, enhancement and documentation of heritage.

A case in point is the reconstruction of the Urartu Palace (8th century BC): the palace was represented on three different and physically distant artifacts, therefore the possibility of visualizing them on a single computer monitor allowed for a survey accuracy which would not have been possible otherwise due to the fragility and preciousness of the archaeological relics.

2. FIELD OF INQUIRY

This comparative study analyses three relics depicting fortresses in relief (Fig.1):

a) A volume of approximately 1m³ in stone, representing the god Teisheba standing on a lion, dating to the reign of Rusa II (685-645 B.C.), currently in the Museum of Anatolian Civilizations in Ankara (Turkey), to be considered as a tri-mensional model in scale;

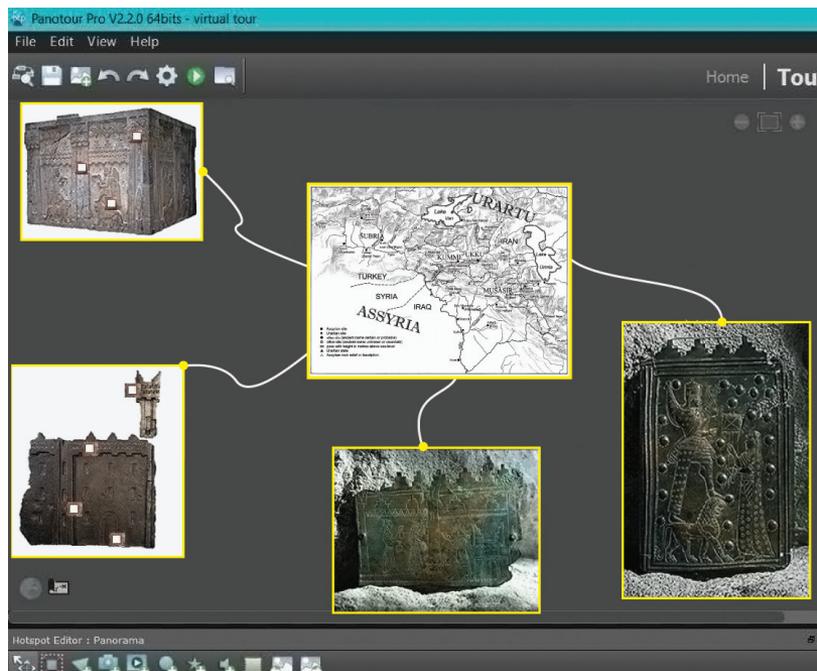


Fig.1

a) Basalt stone column pinth, VIII century BC Museum of Anatolian Civilization, Ankara (Turkey). In the forefront Haldi, the warrior god, in the background a fortified wall;

b) Fused bronze (28x36x 16 cm) found in Toprakkale, ancient Rusahinili, end of VIII century BC British Museum, London (Great Britain). In evidence the projection apparatus and the crenellated crowning;

c) Copper votive plaque (h 14 cm), VIII century BC, Louvre, Paris, France. The superior edge is crenellated just like the top of a fortification;

d) Map of the region bordering Asia Minor, Mesopotamia and Caucasus. Comparison between the extension of the Urartu kingdom (743-700, shades of grey) and state boundaries until 2008.

b) A bronze fragment (28x36x16 cm) from the same historical period, now in the British Museum in London (England), providing greater details than contemporary defense architecture notwithstanding its small size;

c) A votive tablet in bronze, of the same era, about 14 cm high, currently in the Louvre in Paris (France) that, even if only symbolically, provides identifying elements. The similar features of all three items provide a sort of view or elevation, a 'straight' design to use the words of Vitruvius¹, deriving from the much older custom of sketching something while advancing in the direction of the object, invalidating its depth. Comparative studies can therefore be carried out on the bas reliefs, representing the façade of the palace of Kef Kalesi² for some scholars while for others the palace of Risakhinili³, both conquered by the Assyrians in the VII century B.C.

The relics of Tuspa, the Urartian capital, of Altintepe, Toprakkale, Patmos and Cavustepe, testify, in the 'country of mountains', or Urartu in the original language, to the existence of a prosperous farming and

mining economy protected by a powerful defensive system. Among the structures intended to ensure the safety of the people built in the IX c. B.C., near the Van and Biainili lakes (Fig.2), the lightly fortified palace is an innovative type of structure of great historical interest: like the Greek tetrapirgos of the future or the Roman quadriburgium, or those built a millennium later along the boundaries of the Empire, the turreted structure that was certainly capable of protecting its residents from the sackings of marauders was not as effective in preventing sieges by an armed force. The differences between the relics used for the analysis seem to be slight in light of their principal ornamental function: the squared block of stone is destined to act as the plinth for a column; the fragment of bronze sculpture, found damaged and broken judging from the traces along its borders, immortalized the features of the government residence; the votive tablet, like the faces of the plinth of basaltic stone with the depiction in relief of the god Haldi standing on a lion, in the background,



Fig.2. Ruins of Urartu fortresses. a) Kef caste (625 m sea level), north of the city of Adilacevaz, capital of the first Urartu Kingdom in the IX century BC before Sarduri transferred the capital to Tushpa; b) Van Tushpa Castello urarteo (VIII sec. a.C.); c)-d) Van Fortress (sec. IX-VII a.C.), the biggest epitome of its kind;

of a fortified structure, celebrates the god of war Khaldi (or Haldi, also known as Hayk) who, together with Teisheba (god of storms) and Shiwini (god of the sun) identifies the frequently invoked trinity.

3. AIMS AND METHODS.

Upon remote observation the recurrence of certain elements emerges and when enlarged they become clearly recognizable and ascribable to the same defensive logic. Therefore the contribution concentrates on the possibility of thoroughly comparing the artifacts without constraints of time or museum regulations to analyze the traits assumed to be distinctive of the forerunner of the local military architecture handed down in its tactical criteria through the images engraved in bas-relief on the relics of the VIII century.

Starting from the source material and thanks to automatic digital technologies it was possible to generate and study high and ultra resolution enlargements ai-

med at measurement investigations. The sequence of views were acquired with "shape from video" software which was preferred to stereoscopic photogrammetry (which requires two or more cameras to completely retrieve the entire scene) and to the silhouette system which requires the object to be photographed in controlled rotation. All of the above mentioned surveying techniques employ passive sensor technology which was deemed preferable, in our case, to 3D scanner. Having taken the photographs, a partial panorama was produced stretching "stitch" technology to its limits. The tonal richness achieved, unimaginable until a few years ago, was optimized by inserting, into the photographed scene, an X-Rite card for color elaboration (Color Checker Passport and Color Rendition software). With a few more adjustments (reference measurements) the same digital photo sets were used to produce continuous surfaces, and then scale geometric components and color the meshes with the recorded point clouds. Thus the data images generated with

the aid of complex sets of multidimensional information oriented the study and offered a way to penetrate what was hidden and as a result enhanced the process of scientific discovery. The high geometric objectivity characteristics entail that the reference system provide information on materials and details. As a result a two-fold description is required on the one hand the measurable geometry which in alignment with the scientific idea method and the concept of space posited by Merleau-Ponty is exclusively referred to man and his work, and on the other hand real geometry which as claimed by Fermat is set in a specific historical process and is never fixed as an a priori and timeless category. It is, in fact, true that according to the way analogical information is perceived, used and communicated, the models do no longer simply prefigure but become data management systems capable of integrating heterogeneous and fragmentary sources of information, of connecting different subjects/objects (private or public) and of governing an entire product lifecycle which in our case is referred to conservation and safeguard projects and therefore museum exhibitions aimed at divulging and communicating specific contents.

There are several digital tools available for aided design, data base or archive organization and also video game platforms adapted to the purposes of museum fruition and all are suitable to access multimedia, and interactive contents in innovative waysx.

4. ICONIC INTERPRETATION

Compared to an actual military fortress the preemptive devices that characterize the civil residences of politicians, administrators and the clergy of Urartu can be condensed into three principal features: a) greater planimetric development made possible b) by an orography that was accessible from the plateau; c) less recourse to devices for active and passive defence. In light of these observations the first relic, the stone plinth, with identical images on its four sides, indicates a square layout resting on a solid foundation capable

of resisting the seismic stress to which Anatolia was frequently subjected. The construction of multi-level buildings, resting on a cyclopean or polygonal structure elevated using burnt bricks for the first level and mud bricks for subsequent ones, protected by four corner towers and four median towers, is the common factor of the relics compared.

The necessary renunciation of the preventive advantages provided by the tactical edge (the border of a precipice or a riverbed), irreconcilable with domestic use, was ostensibly imposed by the need for large and comfortable accesses. Nevertheless, these principal weak points of the building were subordinate, in number and size, to specific needs and probably the reason for the dyssymmetries between the isotropic facades. The arched gateways were shaped according to the width of the carts and measured about 1.60-1.80 m, as the interaxis of the wheels was about 1.40 mxi. This measurement is fundamental for the sizing of the entire fortress. The base side of the palace, in proportion, is about thirty meters long, or, considering the overall width of the entry way to be 2.3, equal to approximately 4.14m. The simple relationship with the 4 m base gives a height equal to approximately 4 times the width, reaching the surface of the place d'armes, that is about 16 m, to which we must add about one meter for the crenellated parapet.

Although we cannot tell from the square stone blocks at the corners, the towers must have been tapered and cantilevered. This is confirmed by the bas reliefs sculpted on the square base boundary stones, of the Kuduru Cassitaxii, period, in which the four angular towers, cantilevered in length and in width, are much taller than the enclosures finished with merlons (Fig.3).

On a tactical level the summital projection allowed for vertical defence while the side projection permitted flank defence, as is evident both from the sole tower remaining (Fig.4), sculpted in cast bronze, and from the Assyrian bas reliefs (Fig.5) that celebrate the destruction of the Urartu fortresses, depicting the salient features of the architecture. It is thus probable that the rectification of the corners of the plinth fulfil functional needs, primarily the need to avoid weakening it. This solution, doubtlessly the more correct for preventive purposes, will also prove to be the most suitable in imagining the organization of the interior space of the palace-fortress, as implicitly confirmed by treatises of



Fig.3,a,b

a) Boundary markers (British Museum);

b) Meli-Spk stele (Louvre museum).



Fig.4
Fused bronze (28x36x 16 cm) found in Toprakkale, ancient Rusahinili, end of VIII century BC British Museum, London, Great Britain (cfr. Fig.1b).



Fig.5
Assyrian bas-reliefs (VII century BC) depicting the armed occupation of Urartu fortresses b) towered wall: at the top the projecting apparatus is visible, towards the left impaled prisoners. On the forefront a rotated armored palanquin, archers and fighters, double gate flanking, towers with projecting apparatus

western military architecture (Fig.5). Returning to an analysis of the item in cast bronze (Fig.4), the cantilevering of the towers is supported by two projections, double compared to that of the curtains, where the cantilever is supported by a single projection, sufficient for vertical defence through the embrasures behind the battlement.

Their dimension allows for calculating the size of the projection. Considering such openings to be at least about thirty centimeters wide and the battlement at least forty we have a total jetty of about 70 cm, which, doubling at the top of the towers for the reasons specified, reaches about 1.5 m.

A jetty imposed by the tapered contour of the towers whose shape, without this cantilevered excess, would have invalidated the firing.

Also according to an analysis of the cast bronze relic the tower, visibly tapered on both sides, displays openings for light distributed evenly on three orders, both internally (issuing from the courtyard) and externally, visible on all three relics.

Rather than windows the light seems to issue from embrasures structured in steps in order to block the arrows without deviating them inward, given their slow speed¹³ (fig.7).

The design of the coping must also be attributed to the power of the rope powered telekinetic weapons (bows). The decision to juxtapose bricks laid edge on is certainly not for ornamental purposes and fulfills specific tactical requirements: the parapet, a valid protection from the firing coming from the plains, had openings to allow the archers to fire downward xiv.

There were also static reasons for this decision (fig.8): the openings lessened the weight of the structure resting on the cantilevered projections, not incidentally consisting of massive double tree trunks (on a single order in the bronze relic, on two orders on the stone one) intended to support the continuous framework (of wood or stone little did it matter) upon which rested the topmost parapet, most likely made of two row of inclined bricks in opposition to each other, forming the above mentioned openwork.

The same static criteria may be the reason for other morphological features, such for example as the size of the reinforcing bands or lintels, significantly larger compared to openings for light and scrupulously indicated in both the bronze and the stone relics.

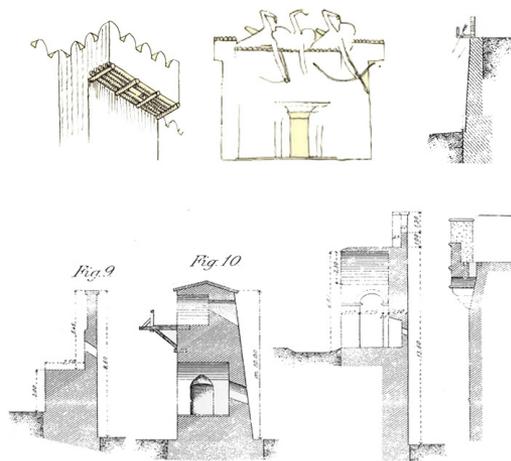


Fig.6. a-b-c) Up. projecting apparatus reconstructed by observing Assyrians bas-reliefs; under comparison between schematics extracted from the first table concerning the permanent fortifications (Sardi 1618, T.1).

5. CONSTRUCTION OF THE MODEL .

In the chronological period extending from the III millennium B.C. to the XVI century, when fire arms are found even in the remote districts of the Near East, the features of fortress or military architecture, whatever one might say, did not undergo any obvious formal and conceptual mutations. Wartime technology, in fact, was limited to achieving greater ranges and larger projectiles. Consequently there are almost no differences from fortification made of raw bricks built in the II millennium B.C. in Mesopotamia or in Egypt in the subsequent centuries. Many of the characteristics remain as formal citations as are emblematic the very similar ones built in the XVI century in Morocco (fig.9), also made of raw bricks, and that still exist today. Their longevity may be attributed to such factors as the climate, as there was little rain, and the simple plundering nature of attacks which hindered the development and evolution of a rational military architecture, as occurred in the West. These factors led to a persisting lack of changes in the construction of defensive structures, justifying, in reading the remaining structures, the inter-

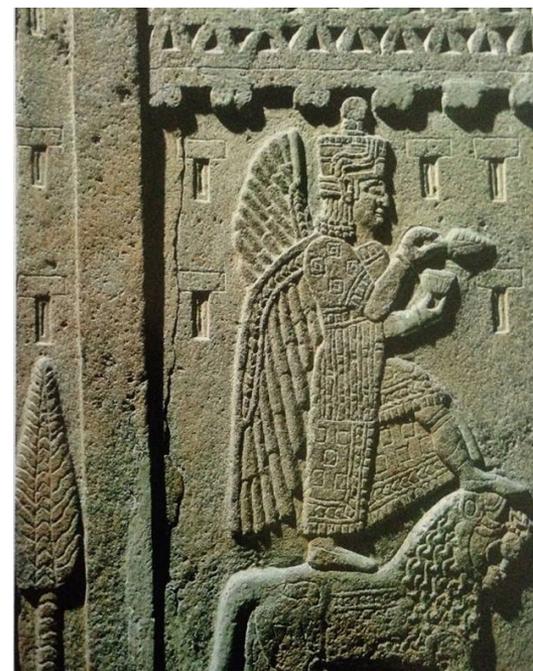


Fig7. a) The characters of the slit opening have been derived from basalt stone column;
b) planimetric detail (from Cassi Ramelli, 1964: 257-263).

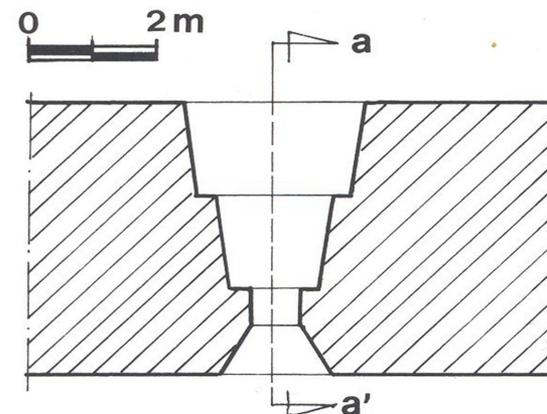




Fig.8



Fig.9

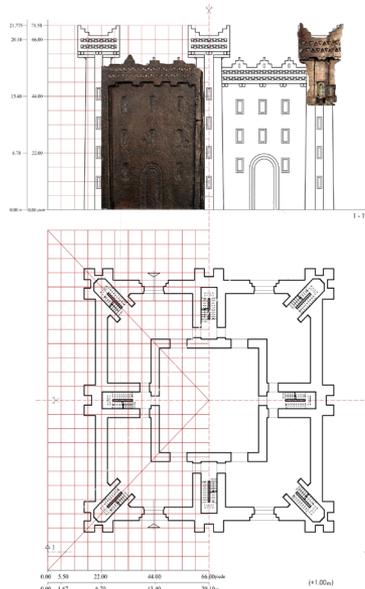


Fig.10 a-b

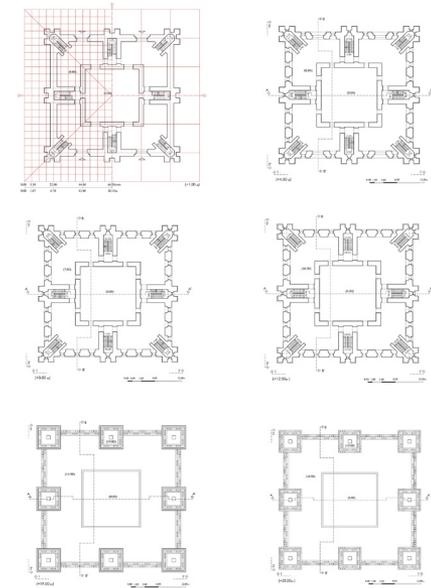


Fig.10 c-d



pretation of the most archaic fortresses, now in ruins. It must be noted that apart from the significant technical analogies found in the three relics, and especially in the first two, the most valid from a castle building perspective, the proportions do differ. The reconstructed drawing was proportioned according to the cast bronze relic (Fig.1a,1b), in some details the best depicted and defined, as this was, as pointed out, the one least bound to function. It is enlightening to note in the interior of the palace that the three rows of windows-embrasures are perfectly aligned along the façade but not near the towers: the two ramps connecting with the landing could therefore be the reason (Fig.10). This observation has led to reconsideration, in light of this hypothesis, of the distance between the towers, which appear to be very close and relatively low. The «distance between towers, explained Vitruvius, must be such that one is not distant from the other more than a bowshot, so that if one is attacked, the enemies will be pushed back by the scorpions (catapults) and the launching of other arrows issuing

Fig.8. Comparison between the tower tops depicted on the two relics considered most representative due to their wealth of details: copper fusion the median tower (to the left) of the stone plinth (to the right). The projecting apparatus is made of two massive heading of trunk couples surmounted by a continuous wooden or stone trusses supporting a parapet. The tower base is supported by a single order of wooden shelves, in the plinth there are two orders of shelves with different sequences.

Fig.9. References for the construction of the figurative details of the defense works traced in the area though not necessarily of the same period due to the invariance of the features and building technologies. a-b) The fortified city of Ait-Ben_Haddou; c) The castle of Ksar Tammougait in Morocco (XVI century).

Fig.10. a-b) reconstructive hypothesis of the elevation assuming as reference the width of the gate confirmed by the standard measurements of the carriages, the height of the parapet confirmed by military treatises sources; c-d) for the projecting apparatus the slit holes were considered as reference. In bi-univocal correspondence the plan development was suggested by the redundant number of closely positioned towers necessary for cover during sieges. Renconstruction at different quotas.

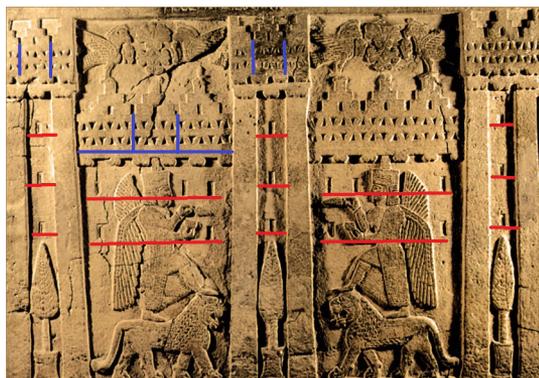


Fig.11 The alignment of the rooms and their displacement in correspondence to the towers from which the interpretative hypothesis concerning the internal space organization was derived

from the towers to the right and left»xv. The distances necessary for cross fire defense are undoubtedly brief, especially if one considers that the bows of the VIII century were less powerful than the Greek ones, and the presence of smaller units of defenders. The number of played embrasures on the interior and exterior layouts would have required, in the event of a siege, a conspicuous defensive force: approximately two hundred men, if one considers also cover defense, from the battlement and from the place d'armes on the towers. A quantity such that, given the freedom of movement required during combat, would justify the use of many stairways, even of a minimal width, more easily defensible and even easier to isolate in case of enemy intrusionxvi.

Because of their modest height, but principally their abundant number, the towers that only at first glance are located too close to each other were in reality necessary, in the event of siege, to aid movements under cover as this was the site of first defence. It is their excessive number, in addition to the fact that they were staggered, that led to considering the towers as staircases whose primary function was to allow mass influx to the glacis (Fig.11). The axonometrically controlled dimensions demonstrate a size barely sufficient to contain the series of supporting arches for the rock steps (Fig.12-13). It is much more likely that a wood framework, easy to assemble and especially to cut off in case of emergency, was the system used.

<http://disegnarecon.univaq.it>

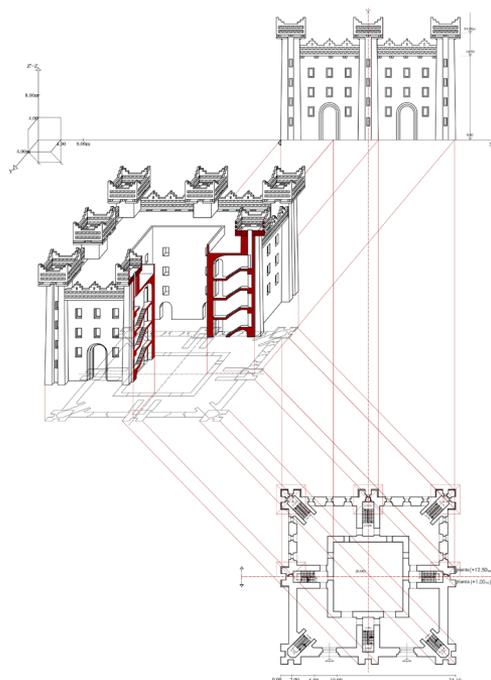


Fig.12 Verification of the hypothesis via parallel projections

On a formal level, however, the most original structural innovation is provided by the projection system, very obvious in the bronze drawing. The solution, that will debut in the West only at the end of the XIII centuryxvii in Angevin military architecture, will be attained with filling joints of small arches on scarp walls, behind which the machicolation, open holes on the pavement, allowed them to throw stones and hot liquids upon attackers reaching the curtain wallxviii.

6.STATE OF THE ART AND POSSIBLE DEVELOPMENTS

The analyses carried out are in alignment with the traditional concepts and experimental practice but, at the same time, they broaden the scenarios of the scientifically extracted data.

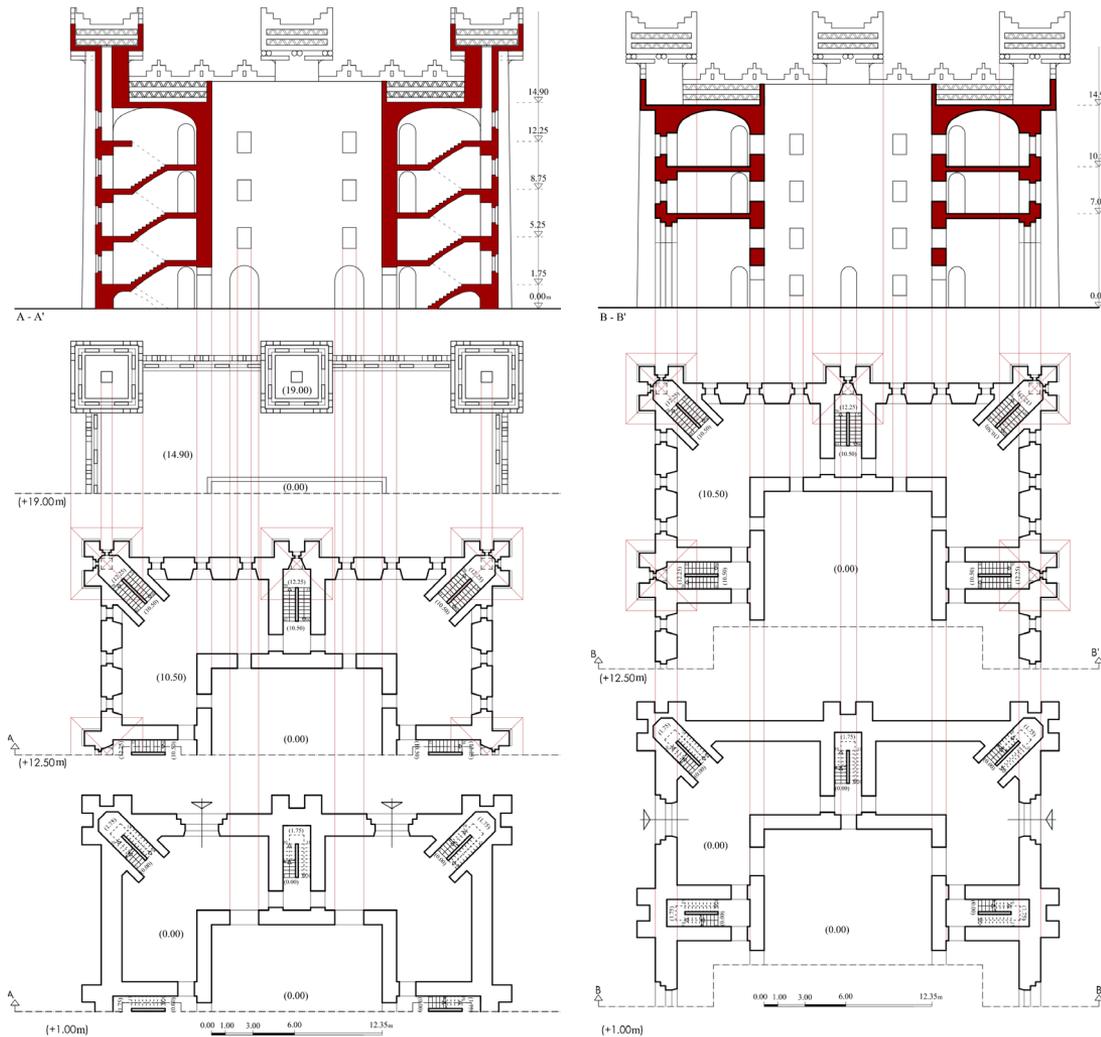
The Cartesian system guided the construction of the reasoning into digital format so as to make it always available and accessible at any time and in any place. The modalities connected the physical reality and the intelligible world in a closed uninterrupted cycle like parallel fragments connected into an integrated process which changed the imitation conditions.

The possibility of reconstructing what is missing starting from the sources and the integrated output of a technology that extrapolates analogical characteristics into a serially transmitted discrete data set, makes the re-representations and the applications new. Assuming as given the difference between figuration and symbolix, and therefore between representation and surveying model yieldxx, dealing with the nodal points was useful in revivifying long lost architectures and also in identifying and defining a set of defense solutions based on a design idea that can be traced also in military history to precursor architecture. The modus operandi resulting from this uses schematizations and interprets the typological data as a first synthesis phase in architectural composition starting from the "functionalist" order subtly elaborated by Quatremere de Quincyxxi.

The evidences found on the boundary markers of the VIII century, on the Assyrian bas-reliefs of the VII century and in the middle-eastern building style types of the same period support the argument. The outcome allows to shift from iconic figuration to faithful reconstruction. The digital denotation system allows to di-

From the bas-relief to the 3D model. A hypothesis for the reconstruction of an Armenian fortress.

Fig.13. a,b. Development of vertical elevations.



stinguish the interpretation from the premises in all phases and therefore makes the procedure scientific as it can be repeated and compared in any place at any time. It is worth pointing out that part measurements were made possible due to a conventional language which is still recognizable after millennia in an almost completely objective way. Unlike the writing of the time whose cuneiform characters are still of dubious interpretation, the perceivable graphical description has proven to be the most long lasting invariant elaborated by man. Upon close scrutiny, the set of defense solutions adopted by the “mountain people” in the VIII century is a two millennia forerunner of what would later appear in Italy under Federico II of Svevia (1194-1250) (fig 8b) The active and passive means of defense became standardized and would be adopted in the rest of Europe between the XIII and the XVI centuriesxxii. This observation supporting the idea that historically the architectural characters of military defense originated in the Middle-East, confirms the invariance of the criteria at least until the underlying techniques remained telekinetic regardless of the type of arm. As mentioned earlier, between the III millennium BC and the XVI AD fortified architecture does not exhibit

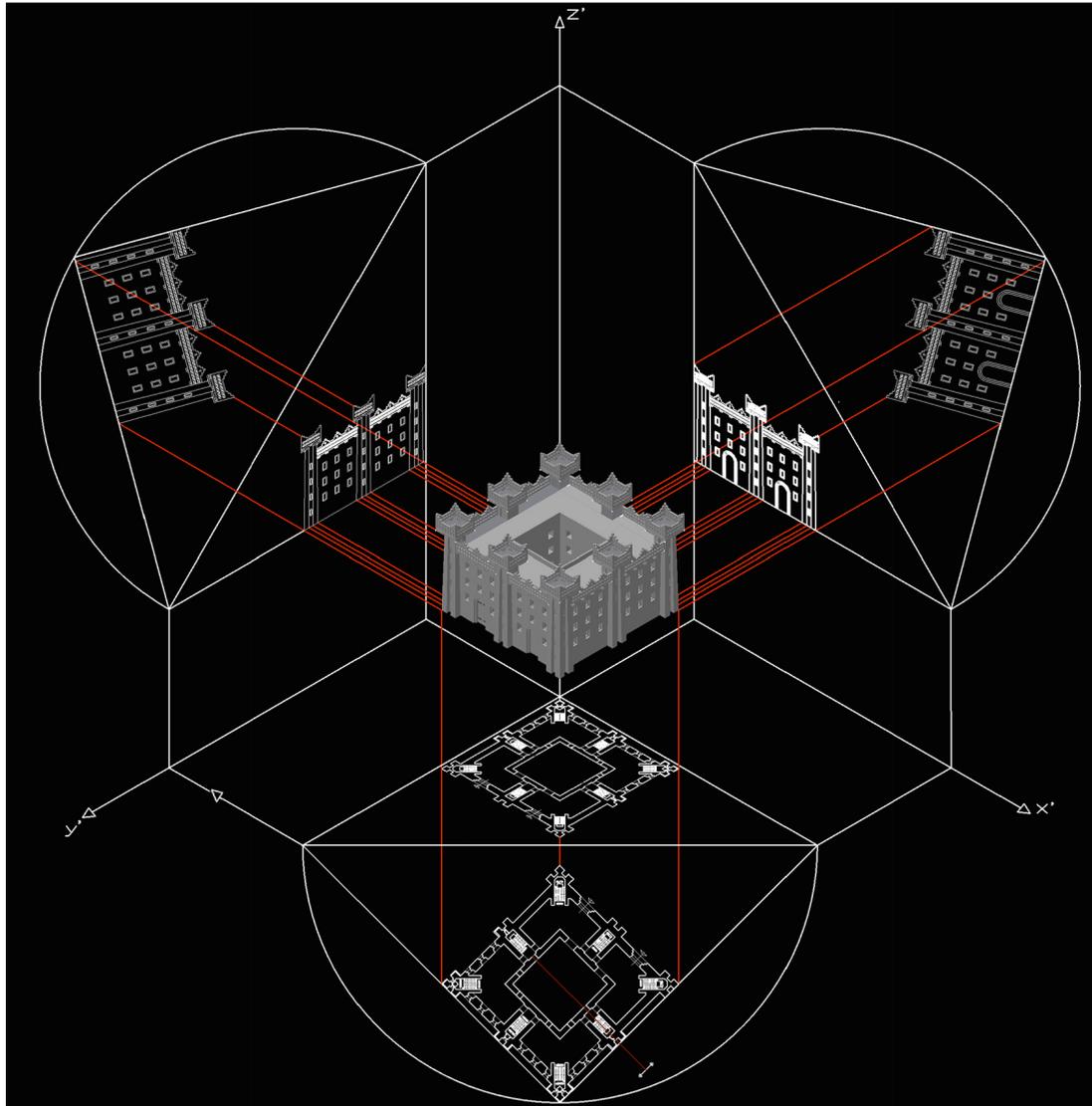


Fig.14 Geometric configuration of the 3D space: plan and front elevation. In the activation of a computer aided representation system, the visual transposition of the observations that convey descriptive and analytical geometry guides the transcription in digital format of the reasoning through which the real model is comprehended.

outstanding changes at least until arms differ only in terms of size and projectile trajectory. Conceptually there is little difference between a raw brick fortification built in ancient Egypt or Mesopotamia or a mediaeval castle. The invariance discloses the possibility of abolishing cultural barriers and bridging the distances between peoples to implement projects involving ordinary users and specialized researchers. With the advantage of a simple and intuitive form of communication which can be interactive and accessible via the net, the 3D model can be chosen as a matrix of data, information and model archive suitable for different types and levels of fruition and for different purposes. Amongst the wide range of software-hardware solutions aimed at presenting a finished product, the model presented is just a first fundamental step proposed in default mode (fig.14) and lacking construction details concerning building materials. Further development requires a means capable of organizing the acquired data and the information obtained so as to show the choices made, the sources and the inductive verification. Such a need would be addressed by a much desired integrated and versatile information system. A data management platform would allow to overcome some critical technologic and applicative problems. The idea of using ICT platforms for data management is not new, but it is becoming increasingly clear that it is necessary to have a platform capable of providing adequate support to operators and users to establish an "extended system with many applications which in our case these concern education, research and tourism."²²

NOTES

[1] Vitruvius, *De Architettura* Books X, Book I, chapt. II [Bossalino, 2002].

[2] Identifying label of stone relic, Museum of Anatolian civilizations, Ankara.

[3] Identifying label of bronze relic, British Museum, London.

[4] Harutyunyan, Nicolay. 1985. Toponymy of Urartu. Yerevan (Turkey): Publishing House of the Academy of Sciences of Armenia. 308p

[5] Kroll et al., 2012: 38-45.

[6] The color of the points of the dense point cloud is transferred to the polygons of the mesh; texture mapping, i. e. the images used in the survey are applied on the polygons of the mesh.

[7] Baracchini, C., Fabiani, F., Grilli, R., Vecchi, A.: SiCaR w/b, un Sistema Informativo per la progettazione, il monitoraggio e la condivisione delle attività di restauro: verso un network della conservazione. In: *Atti del Convegno di Studi Scienza e Patrimonio Culturale nel Mediterraneo*. Diagnostica e conservazione: esperienze e proposte per una Carta del Rischio. pp. 507-519 (2009)

[8] Baracchini, C., Boscaino, I., Levi, D., Maffei, A.: ARISTOS: Archivio informatico per la storia della tutela delle opere storico artistiche. *Bollettino d'informazioni del centro Ricerche Informatiche per i Beni Culturali* 12 (2), pp. 57-81 (2002)

[9] [Anderson, E.F., McLoughlin, L., Liarokapis, F., Peters, C., Petridis, P., & De Freitas, S.: Developing serious games for cultural heritage: a state-of-the-art review. *Virtual Reality*, 14(4), pp. 255-275 (2010)]

[10] [Mirri, S., Prandi, C., Rocchetti, M. and Salomoni, P.: Handmade-Narrations: Handling Digital Narrations on Food and Gastronomic Culture. *Journal on Computing and*

Cultural Heritage (JOCCH), 10(4), Art. No. 20 (2017); Mirri, S., Salomoni, P., Pizzinelli, A., Rocchetti, M. and Palazzi, C.E.: "di Piazza in Piazza": Reimagining cultural specific interactions for people-centered exhibitions. In *IEEE International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC)*, pp. 1-5 (2016)]

[11] Confirmed by the incisions (from I millennium B.C.-1800) left by the hubs along the walls. Regarding the city gates which were always monumental and were built upon the roads, the width could often be the same as the underlying roadway, usually about 10 feet (3 m).

[12] Attribuiti da York Stever V. Niekrenzal regno di Melishipak (1186-1172)

[13] Cassi Ramelli, 1964: 257-263.

[14] Ivi, 253. The holes between the bricks, in fact, disappeared near the firing from below at an inclination of 45°, becoming a continuous wall from which the defenders could fire arrows at minimal risk. Nothing indicates the existence of elastic or mechanical weapons with sufficient power and when a few centuries later the Assyrian armies will subjugate the kingdom, the destruction of its many castles will take place using battering rams that, however, will not succeed in tearing down the powerful base walls, totally immune to such attacks, but they will reveal the superstructure, fragmenting it using long iron poles similar to giant crowbars, maneuvered from inside six-wheeled armored carts.

[15] Vitruvio, *De Architettura Libri X*, Libro I, cap. X [Bossalino, Franca (a cura di), 2002. Marco Vitruvio Pollione, *De Architettura Libri X*, Roma Edizioni Kappa.415p.]

[16] Russo, 1999: 29-65.

[17] Hogg, 1982: 8-38.

[19] Millon Henry A.- Magnago LampugnaniVittorio. 1994. Rinascimento da Brunelleschi a Michelangelo. La rappresentazione dell'architettura. Milano: Bompiani, 1994.

Sardo, Niccolò 200.La figurazione plastica dell'architettura, modelli e rappresentazione. Roma: Edizioni Kappa;

Scolari Massimo. 2005. L'idea di modello, in I.D. Il disegno obliquo. Una storia dell'antiprospettiva. Venezia: Marsilio, 2005.

Ugo Vittorio, 1991. Sistemi e modelli. In: ID. I luoghi di Dedalo. Elementi teorici dell'architettura. Bari: Edizioni dedalo, pp. 36-56.

Maldonado, Tomas. 1987. Questioni di similarità. In *Rassegna*, n.32 (1987).

[20]Carte du relief architectural Paris 1999 "Science et technologie pour la sauvegarde du patrimoine culturel dans les pays du basin méditerranéen".

[21] Quatremère de Quincy, Antoine-Chrysostome. 1832. *Dictionnaire historique d'architecture*, 2 vols. 1832. [Tr. it. Farinati Valeria, Teyssot Georges (a cura di), 1985.

Quatremère de Quincy Antoine-Chrysostome. *Dizionario storico di architettura*. Venezia: Marsilio, 1985 s.v.

[22] CAD re-workings students Salvatore Affinito, Patrizio D'Alessandro, Dario Paduano. First year of the degree course Civil Engineering (DlCDEA, professor A. Rossi SUN).

REFERENCES

Armand, Jacques.1989. *La Guerre Antique De Sumer A' Rome*. [Trad. It. Enzo Navarra, Enzo. *L'arte della guerra nel mondo antico*. Dalle città-stato sumeriche all'impero di Roma. Roma: Newton Compton, 1989.

Barnett, Richard D. 1950. The excavations of the British Museum at Toprakale, near Van, Iraq, 12 (1950), pp. 1-43.

Barnett, Richard D. 1954b. The excavations of the British Museum at Toprakale, near Van Addenda. Iraq,16 (1954),pp. 3-22

Barnett, Richard D. 1963. The Urartian cemetery at Gdgyr. *Anatolian Studies*, 13 (1963), pp. 153-198.

Biscione, Raffaele. 2012. Urartian fortifications. In: *Iran: an attempt at a hierarchical classification*.

Burney, Charles A. 1957. Urartian fortresses and towns in the Van Region. *Anatolian Studies*, 7 (1957), pp. 37-53.

Cassi Ramelli, Antonio. 1964. La fortificazione primitiva e dell'antichità In: *Dalle caverne ai rifugi blindati: trenta secoli di architettura militare*. Milano: Nova Accademia Editrice. Cap.I, p.17-48 di 462p. ISBN: non esiste.

D'Amato Raffaele. 2014. *Le grandi dinastie che hanno cambiato la storia*. Roma: Newton Compton Editori 2014, 528p.ISBN 978-88-541-7053-7

Giorgi Enrico, Vecchietti Erika, Bogdani Julian (a cura di) 2007. *Groma 1. Archeologia tra Piceno, Dalmazia ed Epiro*. Bologna: Ante Quem, 2007. ISBN 9788878490246.

Herzfeld, Ernst. 1974. *Archaeologische Mitteilungen aus Iran (und Turan)*. Berlin: ISBN: 1135231931 | ISBN-13: 9781135231934.

Hogg, Ian Vernon. 1982. Il "mondo

antico" In [Conti Flavio 1982. *Storie delle fortificazioni*. Novara: Istituto Geografico de Agostini. pp.8-38 di 255p. ISBN-10: 0312378521 | ISBN-13: 978-0312378523 [ed. orig. Hogg1982 *The history of fortification*. St Martins.

Hogg, Ian Vernon. 1982. *The history of fortification*. St Martins Pr [trad. di Flavio Conti. *Storie delle fortificazioni*. Novara. Istituto Geografico de Agostini. 255p. ISBN-10: 0312378521 | ISBN-13: 978-0312378523.

KrollStephan; GruberClaudia; Hellwag Ursula; Roaf Michael, Zimansky Paul (a cura di). 2012. *Bianili-Urartut (The Proceedings of the Symposium held in Munich 12-14 October 2007)*. Leuven (Belgium): Peeters, p p.77-88.

Lloyd, Seton. Wolfgang Muller, Hans. Martin, Roland.1972. *Architettura Mediterranea preromana*. Milano: Electa Editori. ISBN: non esiste.

Muller Hans W.; Lloyd Seton; 1972. *Architettura delle origini*. Milano: Electa1972, pp.51-53d 195 p.

Pecorella, Paolo Emilio. 1997. *Urartea, Arte*. S.v. In *Enciclopedia dell'Arte Antica*. Treccani, vol. VII, p. 1060.

Ramelli, Antonio. 1964. *Dalle caverne ai rifugi blindati: trenta secoli di architettura militare*. Milano: Nova Accademia Editrice. 462p. ISBN: non esiste.

Russo, Flavio. 1999. *XX Secoli di fortificazione in Campania*. Piedimonte Matese (CE) Istituto italiano di Castelli. 305p. ISBN: non esiste. Russo, Flavio. 2005. *Ingegno e paura: 30 secoli di fortificazione*, cap.I. Roma: Stato Maggiore dell'Esercito. Ufficio storico,319pp.

Sardi Pietro. 1618. *Corona imperiale dell'architettura militare.... Divisa in due trattati*. Venezia: Stamperia di Barezzo Barezzi, 1618. 299p.

Vitruvius Marco Pollione, I sec.a.C.,

De Architettura Libri X, I, II [Bossalino Franca (a cura di), Roma, 2002]

Dal bassorilievo al modello 3D. Ipotesi ricostruttiva di una fortezza armena.

1. INTRODUZIONE

Con l'evoluzione delle tecnologie digitali, l'impiego dei sensori ottici basati sulla cattura passiva della luce (image-based) ha trasformato la prassi del rilevamento di oggetti di piccola e media grandezza. Soluzioni software, molte delle quali lowcost e open source, permettono oggi di modellare uno spazio virtuale utilizzando esclusivamente fotografie catturate con camere null'affatto metriche o semi-metriche. Gli algoritmi di ricostruzione sono programmati per riconoscere punti omologhi tra immagini attigue e sovrapposte per una certa percentuale, chiavi per il successivo calcolo automatico della cosiddetta geometria di presa. Con un'interazione minima da parte dell'utente, la registrazione d'*image matching* dischiude ad una gamma di opportunità, quale l'osservazione di pixel ad alta e ultra risoluzione e/o la modellazione di nuvole di punti non strutturati, registrati mediante triangolazione automatica. La catalogazione digitale è, pertanto, il pri-

mo passo verso la possibilità di "vedere chiaramente" ai diversi livelli dell'analisi: i dati acquisiti trasformano il simbolico in geometrico per "perspicere" il nascosto e indirizzare l'interpretazione, arricchendo in tal modo il processo della scoperta scientifica. Il sistema di denotazione alfanumerico, ben lontano dall'essere una semplice prefigurazione, permette di manipolare gli esiti ai fini analitici e progettuali. La sequenza di bit codificati in forma strutturata, gestendo i modelli inseriti o elaborati, rendono le applicazioni innovative, i dati agili e flessibili. La prassi operativa e le modalità di indagine, per conseguenza, rinnovano e migliorano i processi legati alla conservazione, valorizzazione e documentazione del patrimonio ereditato.

La problematica dei modi della comprensione del reale nei termini posti trova un'applicazione significativa nella ricostruzione del palazzo urarteo (sec. VIII a.C.) figurato in tre reperti distanti fisicamente e, in virtù della vision grafic, confrontati sulla medesima schermata di un computer con l'accuratezza che un rilievo diretto

non potrebbe certamente dare, stante la delicatezza e la preziosità dei reperti archeologici.

2. CAMPO DI INDAGINE

Lo studio comparativo analizza tre reperti, figurazioni di opere fortificate in rilievo (Fig.1).

Si tratta di:

1. a) Un volume di circa 1 m³ in pietra, su cui è raffigurato il dio Teisheba in piedi su di un leone, datato al regno di re Rusa II (685-645 a.C.), oggi al Museo della Civiltà Anatolica ad Ankara (Turchia) che andrebbe considerato un modello tridimensionale in scala;
2. b) un frammento in bronzo (28x36x16 cm), sempre dello stesso periodo storico, conservato presso il British Museum di Londra (Inghilterra) che, nonostante le sue ridotte dimensioni, conserva i maggiori dettagli della contemporanea architettura difensiva;
3. c) una lamina votiva in bronzo, ancora coeva, alta circa 14 cm, oggi al Museo del Louvre di Parigi (Francia)

che, sia pure in maniera simbolica, fornisce ogni elemento identificativo.

Stando ai caratteri analoghi delle figurazioni si tratterebbe in tutti e tre i casi di una sorta di prospetto, un disegno "retto" per dirla con Vitruvio¹ derivati dalla consuetudine, ben più antica di abbozzare quanto osservato avanzando nella direzione dell'oggetto per annullarne la profondità. Indagini comparative possono dunque condursi sulle parvenze dei bassorilievi, la facciata del palazzo di Kef Kalesi², per alcuni studiosi, per altri di Rusakhinili³, entrambi espugnati dagli Assiri nel VII secolo a.C.

Le vestigia di Tuspa, la capitale urartea, di Altintepe, Toprakkale, Patnos e Cavustepe, testimoniano nel 'paese di montagna', Urartu in lingua originale⁴, l'esistenza di una prospera economia agricola e mineraria protetta da un poderoso sistema difensivo⁵. (Fig.2)

Tra le architetture destinate a garantire la sicurezza del popolo stanziatosi nel IX sec. a.C. in prossimità dei laghi di Van e di Biainili, il palazzo blandamente fortificato costituisce una tipologia inedita di grande interesse nella prospettiva storica: come i futuri tetrapirgos greci o i quadriburgium romani, quali quelli eretti un millennio più tardi lungo i Limes dell'Impero, la costruzione turrita sicuramente in grado di proteggere i residenti dai saccheggi dei predoni, non era altrettanto ostativa per gli investimenti ossidionali di una forza armata.

Le differenze tra i reperti eletti a campione dell'analisi appaiono lievi, alla luce della loro precipua funzione ornamentale: il blocco squadrato di pietra è destinato a fungere da plinto per una colonna; il frammento scultoreo bronzeo, pervenutoci spezzato, a giudicare dalle tracce sui bordi immortalava i caratteri della residenza governativa; la lamina votiva, infine, al pari delle facce del plinto in pietra basaltica dove sbalza in rilievo l'icona del dio Haldi in piedi su di un leone, sullo sfondo di un'opera fortificata, celebra il dio della guerra *Khaldi* (o *Haldi*, noto anche come Hayk), che, con Teisheba (dio della tempesta) e Shiwini (dio del sole), identifica la trinità ricorrentemente invocata.

3. FINALITÀ E METODI

Ciò che colpisce scrutando a distanza i tre reperti è la ricorrenza di elementi che ingranditi appaiono ben riconoscibili e imputabili alla medesima logica difensiva. Il contributo si concentra perciò sulla possibilità di

confrontare scrupolosamente e senza limiti di tempo o restrizioni imposte dalle regole ferree dei musei in cui i reperti sono custoditi, le distinte caratteristiche ritenute a ragione caratteri salienti dell'antesignana architettura militare urartea, tramandata nei suoi criteri tattici organizzativi attraverso le figurazioni incise in bassorilievo sui reperti dell'VIII secolo.

A partire dalle fonti, set di immagini generate con tecnologie elettroniche automatizzate hanno permesso di studiare ingrandimenti ad alta e ultra risoluzione (giga pixel) per compiere indagini di misura. La sequenza di viste è stata acquisita con riprese shape from video, preferite alla fotogrammetria stereoscopica (che richiede due o più camere per acquisire contemporaneamente la stessa scena) e al sistema silhouette in cui l'oggetto viene fotografato in rotazione controllata. Queste ultime due tecniche di rilievo, benché al pari della prescelta impiegano sensori passivi, sono state preferite per ragioni logistiche (o del caso) alle riprese con sensori attivi (scanner 3D). A tavolino, software di cucitura, con un uso estremo della tecnica "stitch", hanno generato un panorama parziale: pochi scatti in formato RAW, sono stati più che sufficienti ad ottenere un perfetto legame tra le immagini. La ricchezza tonale, impensabile fino a pochi anni or sono, è stata ottimizzata con l'inserimento nella scena fotografata di una carta X-Rite. I dati sono stati elaborati con software Color Checker Passport e Color Rendition.

Con qualche accorgimento in più (misure di riferimento), gli stessi set di fotografie digitali sono stati impiegati per restituire superfici continue e quindi elaborare componenti geometriche in scala per poi colorare le mesh ancorando ai vertici dei poligoni le nuvole di punti riprese⁶. In tal modo le immagini di dati generati o creati con l'ausilio di complessi insiemi di informazioni multidimensionali, hanno orientato la capacità di designare quanto simulato elettronicamente. I caratteri a elevata oggettività geometrica demandano al sistema di riferimento per fornire informazioni sui materiali e i relativi dettagli. Conseguono la necessità di una duplice descrizione: da un lato la geometria misurabile che in linea con l'idea del metodo scientifico e con il concetto di spazialità affermato da Merleau-Ponty è riferita esclusivamente all'uomo e alla sua opera, dall'altro una geometria reale che, nell'ottica di Fermat, è inserita in un determinato processo storico e non è posta come categoria a priori e a-temporale. In conformità col

modo di percepire, usare e comunicare informazioni analogiche, i modelli non sono più semplici prefigurazioni ma sistemi per gestire i dati, possono integrare fonti di informazioni eterogenee e frammentarie, collegare diversi soggetti-oggetti privati o pubblici, governare l'intero ciclo di vita dei manufatti che nel nostro caso attingono principalmente a progetti di conservazione e tutela e allestimenti espositivi/museali per la divulgazione e la comunicazione di specifici contenuti. A questo fine diversi sono i pacchetti informatici messi a disposizione per la progettazione assistita⁷, l'organizzazione di data-base o archivi informatici⁸, piattaforme per i video-giochi in ambito museale⁹ per la fruizione multimediale e interattiva in modo innovativo¹⁰.

4. INTERPRETAZIONE ICONICA

Rispetto a una vera e propria fortezza militare, gli espedienti ostativi che caratterizzano le residenze ad uso civile di governanti, amministratori e sacerdoti urartei possono riassumersi in due caratteristiche principali:

a) un maggiore sviluppo planimetrico reso possibile da una orografia accessibile dal piano campagna;
b) un più blando ricorso ai dispositivi di difesa attiva e passiva. Alla luce di queste osservazioni il primo reperto, il plinto di pietra, con raffigurazioni identiche sui quattro lati, lascia intendere una pianta quadrata solidamente fondata per resistere alle sollecitazioni sismiche che di frequente squassano la regione anatolica. La costruzione di palazzi multipiano, fondati su opera ciclopica o poligonale elevati in mattoni cotti per il primo livello e crudi i successivi, protetta da quattro torri d'angolo e quattro mediane, costituisce il fattore comune dei reperti confrontati.

La necessaria rinuncia ai vantaggi ostativi forniti dal ciglio tattico (l'orlo di un precipizio o il letto di un fiume), inconciliabile con l'uso domestico, sarebbe stata imposta proprio dalla necessità di comodi e larghi accessi. Tuttavia, questi, rappresentando i principali punti deboli dell'edificio, erano subordinati per numero e dimensione alle strette esigenze causa probabile della dissimmetria tra le facciate isotrope. I portoni ad arco si attestavano intorno alle larghezze dei carri pari a circa 1.60-1.80 m, essendo l'interesse delle ruote di circa 1.40 m. La misura¹¹ è fondamentale per il dimensionamento dell'intera fortezza. Il lato di base del palazzo, per proporzione, risulta lungo una trentina di metri

essendo la larghezza complessiva di circa 2,3 il vano d'ingresso, assunto pari a circa 4,14 m. Ne deriva, per semplice rapporto con la base, l'altezza pari a circa 16 m fino al calpestio della piazza d'armi (ovvero circa 4 volte) ai quali deve essere aggiunto circa un metro corrispondente all'altezza del parapetto merlato.

Benché non lo si possa evincere dal blocco di pietra squadrato agli spigoli, le torri dovettero essere in realtà rastremate e aggettanti. Lo testimoniano i bassorilievi scolpiti sui cippi confinari a base quadrata, del periodo Kudurru Cassita¹², in cui le quattro torri angolari, aggettanti in lungo e in largo, sono ben più alte dei recinti rifiniti con i merli. (Fig.3)

Sul piano tattico lo sporto sommitale consentiva la difesa piombante, il laterale la difesa di fiancheggiamento, come emerge evidente, tanto dall'unica torre superstite scolpita nella fusione di bronzo, quanto dai bassorilievi assiri che celebrano la distruzione delle fortezze urartee riassumendone i caratteri salienti dell'architettura. (Fig.5) Questa soluzione, senza dubbio la più corretta ai fini ostativi, si mostrerà anche la più idonea all'organizzazione dello spazio interno del palazzo-fortezza. Appare, pertanto, probabile che la rettifica degli spigoli del plinto in pietra risponda ad esigenze funzionali, prima fra tutte, la necessità di non indebolirlo.

Ritornando all'analisi della fusione in bronzo (Fig.4), l'aggetto delle torri è sostenuto da uno sporto doppio rispetto all'unico lungo le cortine. La ragione si ascrive alla cacciata congrua alla difesa piombante, attraverso le caditoie retrostanti alla merlatura. La loro misura guida al calcolo del dimensionamento dell'aggetto. Considerando le piombatoie larghe almeno una trentina di cm e la merlatura almeno una quarantina, si ottiene uno sporto complessivo di circa 70 cm, che raddoppiandosi sulla sommità delle torri per quanto anzidetto, raggiunge la sporgenza di circa 1,5 m necessario a causa della rastremazione dei profili delle torri la cui forma, senza questa eccedenza a sbalzo, avrebbe inficiato il tiro.

Sempre dall'analisi della fusione in bronzo, si evince che la torre, visibilmente rastremata su ambo i lati, ostenta vani luce regolarmente distribuiti sui tre ordini, sia nello spazio interno (perché derivato dalla corte), sia in quello esterno immortalato nei bassorilievi dei tre reperti. Più che finestre, le luci appaiono feritoie lavorate a gradoni (Fig.7), così da bloccare i dardi, stante la loro bassa velocità¹³.

Alla stessa potenza delle armi telecinetiche a corda va imputata anche il disegno del coronamento. I matton-

cini, giustapposti di coltello, sono tutt'altro che un motivo ornamentale; rispondono, infatti, a precise ragioni tattiche: il parapetto, una protezione valida contro i tiri dal piano di campagna¹⁴, era forato (Fig.6) per consentire agli arcieri i tiri ficcanti verso il basso. Tra le ragioni della scelta formale quella statica in considerazione che i fori alleggerivano il peso della struttura che di fatto insisteva sullo sporto a sbalzo. Il momento flettente era non a caso contrastato da massicce testate di coppie di tronchi (di un unico ordine nel reperto di bronzo, di due ordini in quello in pietra) destinate a sorreggere la travatura continua (di legno o di pietra poco importa) sulla quale insisteva il parapetto di colmo e, per quanto anzidetto, realizzato con due corsi di mattoni inclinati a mutuo contrasto, così da ricavare il premesso motivo traforato.

Ai medesimi criteri statici potrebbero imputarsi altri caratteri morfologici quale, ad esempio, la dimensione delle piattebande, notevolmente eccedenti rispetto alle luci aperte e scrupolosamente marcate, sia nel reperto in bronzo, sia in quello in pietra. (Fig.7)

5. COSTRUZIONE DEL MODELLO

Nell'arco cronologico che va dal III millennio a.C. al XVI secolo della nostra era, quando cioè le armi da fuoco arrivarono anche nelle remote contrade del Vicino Oriente, i caratteri dell'architettura fortificata o militare, che dir si voglia, non subirono vistose mutazioni formali o concettuali. La tecnologia bellica, infatti, si limitò a ricercare maggiori gittate dei proiettili e loro maggiori dimensioni. Quasi nulla, per conseguenza, diversifica una fortificazione in mattoni crudi, eretta in Mesopotamia o in Egitto. Nei secoli successivi molti dei caratteri formali permangono come citazioni; tra quelle emblematiche, le similari ancora esistenti in Marocco del XVI sec., anch'esse sempre in mattoni crudi. (Fig.9)

La longevità delle conformazioni è stata garantita dalla permanenza di fattori quali le condizioni climatiche con scarse precipitazioni o il carattere raziatorio delle aggressioni. Il combinato disposto di entrambi i fattori giustifica nella lettura delle strutture superstiti l'interpretazione delle più arcaiche ormai allo stato di ruderi. Va osservato, tuttavia, che al di là delle notevoli analogie tecniche riscontrate tra i tre reperti, i più validi dal punto di vista castellologico sono i primi due (Fig.1a,1b). Il prospetto ricostruito è stato proporzionato sulla base della fusione in bronzo, per alcuni dettagli il meglio definito, essendo, come si è sottolineato, il

meno vincolato alla funzione.

Illuminante per l'organizzazione interna del palazzo, la constatazione che le tre file di finestre-feritoie sono perfettamente allineate in facciata, ma non in corrispondenza delle torri: due rampe di collegamento con pianerottolo di riposo potrebbero perciò giustificarne la ragione. L'osservazione ha indotto a riconsiderare la distanza delle torri che in prima istanza apparivano assai ravvicinate e basse rispetto alla cortina. (Fig.10) La «distanza tra le torri - spiegava Vitruvio - deve essere tale che una non disti dall'altra più di un tiro di freccia, in modo tale che se una viene assalita, i nemici verranno respinti dagli scorpioni [catapulte] e da lanci di altri dardi provenienti dalle torri che stanno a destra e a sinistra»¹⁵. Se si considera la minore potenza degli archi del VIII secolo a.C., indubbiamente corti sono gli interessi necessari alla difesa con tiro incrociato. Inoltre, il numero delle feritoie strombate sui prospetti interni e esterni avrebbero richiesto, in caso di assedio, di una cospicua forza difensiva; circa duecento uomini, si stima, se si considerano le postazioni di difesa in copertura, dagli spalti e dalle piazze d'armi sulle torri. Un'entità tale che, per la libertà di manovra in fase di combattimento, ben giustificerebbe l'adozione di molte rampe scale, anche se di minima larghezza e quindi difendibili più facilmente o, eventualmente, isolabili in caso d'intrusione nemica. Il che ha indotto a ritenere le torri vani scale, la cui funzione primaria era quella di consentire da più punti l'afflusso in massa agli spalti. (Fig.11-12-13) Le dimensioni controllate in assonometria mostrano la loro ampiezza appena sufficiente a contenere gli archi rampanti di sostegno ai gradoni. E' tuttavia molto più verosimile che una incastellatura lignea, facile da montare e soprattutto da recidere in caso di emergenza, fosse il sistema adottato.

Sul piano formale, però, la più originale innovazione strutturale, è data dal discusso apparato a sporgere, vistosamente presente nel prospetto di bronzo. La soluzione, che debutterà in Occidente soltanto alla fine del XIII secolo¹⁶ nell'architettura militare angioina, sarà ottenuta con fughe di archetti su beccatelli, alle cui spalle le caditoie, buche aperte sul pavimento per lasciar cadere, sugli assediati giunti ai piedi della cortina, pietre e liquidi ustori¹⁷.

6. STATO DELL'ARTE E POSSIBILI SVILUPPI

Le analisi effettuate si inseriscono nel solco concettuale e nella pratica sperimentale tradizionale anche se la

rappresentazione ne ha ampliato gli scenari dei dati scientificamente estratti. Il sistema cartesiano ha, infatti, guidato la costruzione dell'intero ragionamento in forma digitale per averlo disponibile con accessibilità continua, nello spazio e nel tempo. Le modalità hanno collegato, in un ciclo chiuso e ininterrotto, la realtà fisica e il mondo intellegibile quali frammenti paralleli e connessi di un procedimento integrato che ha mutato le condizioni dell'imitazione. La possibilità di ricostruire il mancante a partire dalle fonti e delle risultanze integrate da una tecnologia che astrae le caratteristiche analogiche in un insieme discreto di dati trasmessi serialmente, rende nuove le ri-presentazioni e dunque le applicazioni che conseguono alle forme denotative. In questa prospettiva, data per scontata la differenza tra figurazione e simbolo¹⁸, rappresentazione e restituzione del modello di rilievo¹⁹, la trattazione dei punti nodali non solo è stata utile a far rivivere delle architetture millenni ante Cristo e andate oramai disperse per sempre, ma si adatta alla individuazione e definizione di un campionario di soluzioni ostative fondate sull'idea progettuale rintracciabile anche nella storia militare come architettura in nuce. Da essa deriva un modus operandi che facendo uso di schematizzazioni interpreta il dato tipologico come primo momento di sintesi della composizione architettonica, e ciò a partire dall'ordine "funzionalista" impartito da Quatremère de Quincy nelle sue sottigliezze esplicative²⁰.

In questa prospettiva le testimonianze registrate sui cippi confinari del VIII secolo, nei bassorilievi assiri del VII secolo o nelle coeve risultanze archeologiche e negli elementi architettonici sostengono le strutture argomentative. Queste, per quanto discutibili, permettono di passare dalla figurazione iconica ad una ricostruzione fedele che il sistema di denotazione digitale consente di verificare in ogni fase. Va inoltre precisato che la commisurazione delle parti è stata resa possibile in virtù di un linguaggio convenzionale riconoscibile a distanza di millenni e in modo pressoché oggettivo, a dispetto della coeva scrittura i cui caratteri cuneiformi restano a tutt'oggi d'improbabile decifrazione.

Il campionario di soluzioni ostative messe appunto dal "popolo di montagna" nel VIII secolo a.C. a ben vedere anticipa di circa due millenni il repertorio riesumato in Italia da Federico II di Svevia (1194-1250). Gli espedienti di difesa attiva e passiva, divenuti canonici, si ritrovano infatti adottati in Europa tra il XIII ed il XVI secolo²¹.

Nel sostenere sul piano storico l'origine medio-orientale dei caratteri architettonici di difesa militare, le osservazioni operate con la ricostruzione del modello ribadisce l'invarianza dei criteri, almeno fin quando la tecnica delle armi resta telecinetica; poco importa se a corda o a sparo. Come sopra precisato, nell'arco cronologico che va dal III millennio a.C. al XVI della nostra era, l'architettura fortificata non subisce vistose mutazioni formali almeno fin quando le armi differiscono per la sola gittata dei proiettili e la loro maggiore dimensioni. Sul piano concettuale quasi nulla diversifica una fortificazione in mattoni crudi eretta a.C. in Mesopotamia o in Egitto e nei secoli successivi dai caratteri dei castelli medioevali e successive variazioni. L'invarianza si dispiega alla possibilità di abbattere barriere culturali e ridurre la distanza tra popoli e epoche per realizzare progetti divulgativi che coinvolgono spettatori comuni e i ricercatori specializzati. A vantaggio di una comunicazione semplice e intuitiva, fruibile e interattiva e compatibile con dispositivi divulgabili in rete, lo stesso modello tridimensionale può essere eletto a matrice di un archivio di dati, informazioni e modelli importati e costruiti, idoneo per diversi tipi di fruizione dedicata ad utenti variamente eruditi o per gli scopi molteplici. Nell'ampia gamma di applicazioni e soluzioni software-hardware aventi la finalità di presentare un prodotto finito nel senso sopra accennato, il modello presentato è solo un primo passo, basilare per le argomentazioni esposte, presenta in modalità di default (fig.14) povera di dettagli adeguati, demanda infatti allo sviluppo auspicabile di una definizione che organizza le informazioni raccolte in misura tale da mostrare chiaramente le scelte operate dunque le fonti e le verifiche induttive effettuate: un'esigenza pressante che un sistema integrato e versatile delle informazioni può certamente favorire. Un'auspicata piattaforma disponibile alla gestione dei dati consentirà di superare alcune criticità tecnologiche e applicative.

Didascalie

fig.1: Plinto di una colonna in pietra basaltica, VIII sec. a.C. Museo delle Civiltà Anatoliche, Ankara, Turchia. In primo piano il dio guerriero Haldi, sullo sfondo il muro fortificato; b) Fusione in bronzo (28x36x16 cm) rinvenuta a Toprakkale, antica Rusahinili, fine VIII sec. a.C. British Museum, Londra Gran Bretagna. In risalto l'apparato a sporgere e il coronamento merlato; c) Placca votiva di rame (h.14 cm), VIII sec. a.C. Louvre, Parigi, Francia. [in linea]. Il bordo superiore è merlato, come la sommità di una fortificazione; d) Planimetria della regione compresa tra l'Asia Minore, la Mesopotamia e il Caucaso. Confronto tra l'estensione del regno di Urartu (743-700 a.C.), e i confini degli stati al 2008.

fig.2: Ruedi di fortezze urartee: a) Castello di Kef (625 m sul l.m.) a nord della città di Adilcevaz, capitale del primo regno Urartu nel IX sec. A.C. prima che Sarduri nell'832 a.C. la trasferisse a Tushpa; b) Van Tushpa Urartian Castlec sec. VIII a.C.; c,d) Fortezza di Van, sec. IX-VII a.C. il più grande esemplare nel suo genere; e) Fortezza di Hayk, il leggendario fondatore della nazione armena, VIII sec a.C. nei pressi di Van.)

fig.3: Periodo dei sovrani cassiti di Babilonia (1730-1155 a.C.): a) Cippi confinari (British Museum); b) Stele di Meli-Šipak (Musée du Louvre).

fig.4: Fusione in bronzo (28x36x16 cm) rinvenuta a Toprakkale, antica Rusahinili, fine VIII sec. a.C. British Museum, Londra Gran Bretagna.

fig.5: Bassorilievi assiri (VII sec. a.C.) riferibili all'espugnazione di fortezze urartee: a) Muro turrito: in sommità evidente l'apparato a sporgere, verso sinistra prigionieri impalati. In primo piano, invece, Palanchino ruotato e blindato arcieri e combattenti; b e c) doppio fiancheggiamento di porta, le torri con evidente apparato a sporgere.)

fig.6: a-b-c Apparati a sporgere ricostruiti osservando i bassorilievi assiri; d,e,f) schemi analoghi tratti dalla prima tavola inerente le fortificazioni permanentemente parte da [Sardi Pietro, 1618].

fig.7: a) Dettaglio del plinto in pietra: a) percepibile la grandezza spropositata delle piattabande e il carattere delle feritoie gradonate; b) dettaglio planimetrico [da Cassi Ramelli, 1964: 257-263].

fig.8: Confronto tra le cime delle torri raffigurate nei due reperti ritenuti maggiormente attendibili per la dovizia dei particolari riportati: la fusione in rame la torre mediana del plinto in pietra L'apparato a sporgere è ottenuto con massicce testate di coppie di tronchi, sormontate da una travatura continua di legno o di pietra, sorreggente a sua volta il parapetto traforato. Nella fusione lo sporto delle torri è sostenuto da un unico ordine di mensole lignee, nel plinto gli ordini delle mensole lignee sono due e con diverse sequenze (3-2-3 sotto, 2-2-2-2 sopra).

fig.9: Riferimenti per la costruzione dei dettagli figurativi non necessariamente coeve stante l'invarianza delle soluzioni ostative e delle tecnologie costruttive ad esempio della loro costanza nel tempo si mostra: a) la porta di Mashki e le mura di Ninive rivestite in pietra e protette da torri merlate a nord dell'Iraq (705-681 a.C.); b) La città fortificata Ait-Ben-Haddou c) castello di Ksar Tammougalt in Marocco (sec. XVI).

fig.10: a) Ipotesi ricostruttiva del prospetto assumendo come riferimento l'ampiezza del portone di ingresso attestato sulla misura pressoché standardizzata dei carri e come verifica l'altezza del parapetto dimensioni tattiche attestate dai trattati di architettura militare. Per l'apparato a sporgere si è considerato lo spazio tecnico necessario all'utilizzo delle piombatoie. In corrispondenza biunivoca lo sviluppo planimetrico suggerito dal ridondante numero di torri troppo ravvicinate se non fossero in realtà necessarie ad asservire gli spostamenti in copertura, in caso d'assedio; b) Ricostruzione delle

planimetrie alle diverse quote.

Fig.11: Dettaglio del plinto in pietra. L'allineamento dei vani luce e il loro sfalsamento in corrispondenza delle torri da cui l'ipotesi interpretativa dello spazio interno.

fig.12: Controllo dell'ipotesi organizzativa nel metodo delle proiezioni parallele (assonometria cavaliera).

fig.13: Sviluppo delle sezioni verticali.)

fig.14: Configurazione geometrica dello spazio 3D (per default un'assonometria ortogonale isometrica) restituzione dei prospetti e della pianta. Nell'attivazione di un sistema di rappresentazione assistito dal computer, la trasposizione visuale delle osservazioni che mediando geometria descrittiva e analitica, indirizza la trascrizione in forma digitale del ragionamento attraverso il quale la comprensione del modello reale.

NOTE

[1] Vitruvio, De Architettura Libri X, Libro I, cap. II [Bossalino, 2002]

[2] Targhetta identificativa del reperto in pietra Museo delle Civiltà Anatoliche ad Ankara.

[3] Targhetta identificativa del reperto in bronzo presso il BritishMuseum, Londra.

[4] Harutyunyan, Nicolay. 1985. Toponymy of Urartu. Yerevan (Turchia): Publishing House of the Academy of Sciences of Armenia. 308p

[5] Kroll et al., 2012: 38-45.

[6] Il colore dei punti della dense point cloud viene trasferito ai poligoni della mesh; texturemapping, cioè le immagini utilizzate nel rilievo vengono applicate sui poligoni della mesh.

[7] Baracchini, C., Fabiani, F., Grilli, R., Vecchi, A.: SICaR w/b, un Sistema Informativo per la progettazione, il monitoraggio e la condivisione delle attività di restauro: verso un network della conservazione. In: Atti del Convegno di Studi Scienza e Patrimonio Culturale nel Mediterraneo. Diagnostica e conservazione: esperienze e proposte per una Carta del Rischio. pp. 507-519 (2009)]

[8] Baracchini, C., Boscaino, I., Levi, D., Maffei, A.: ARISTOS: Archivio informatico per la storia della tutela delle opere storico artistiche. Bollettino d'informazioni del centro Ricerche Informatiche per i Beni Culturali 12 (2), pp. 57-81 (2002)]

[9] [Anderson, E.F., McLoughlin, L., Liarokapis, F., Peters, C., Petridis, P., & De Freitas, S.: Developingserious games for cultural heritage: a state-of-the-art review. Virtual Reality, 14(4), pp. 255-275 (2010)]

[10] [Mirri, S., Prandi, C., Rocchetti, M. and Salomoni, P.: Handmade-Narrations: Handling Digital Narrations on Food and Gastronomic Culture. Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH), 10(4), Art. No. 20 (2017); Mirri, S., Salomoni, P., Pizzinelli, A., Rocchetti, M. and Palazzi, C.E.: "di Piazza in Piazza": Reimagining cultural specific interactions for people-centered exhibitions. In IEEE International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC), pp. 1-5 (2016)]

[11] A testimoniario le incisioni (dal I millennio a.C-1800) lasciate dai loro mozzi sui piedritti. Nel caso delle porte urbiche, che ostentano sempre una valenza monumentale e si ergevano al di sopra di un asse stradale, la larghezza poteva spesso raggiungere quella della sottostante carreggiata, pari abitualmente a circa 10 piedi, 3.0 m.

[12] Attribuiti da York Stever V. Niekrenzal regno di Melishipak (1186-1172)

[13] Cassi Ramelli, 1964: 257-263.

[14] Ivi, 253. Le forature esistenti tra i mattoni, infatti, cessavano di esistere all'approssimarsi del tiro dal basso ai 45° d'inclinazione, trasformandosi perciò in muratura continua, dalla quale però i difensori potevano saettare in ogni momento con minimi rischi. Nulla del resto lascia immaginare l'esistenza di armi da lancio elastiche o meccaniche di sufficiente potenza e quando qualche secolo più tardi le armate assire avranno ragione del regno, sottomettendolo, la distruzione dei suoi tanti castelli avverrà con gli arieti che però non ne percuoteranno la poderosa muraglia di base, assolutamente refrattaria a tale offesa, ma ne sveleranno la sovrastruttura con urti e strappi di lunghi pali ferrati, simili a palanchini giganti manovrati dall'interno di carri blindati a sei ruote.

[15] Vitruvio, De Architettura Libri X, Libro I, cap. X [Bossalino, Franca (a

cura di). 2002. Marco Vitruvio Polione, De Architettura Libri X, Roma Edizioni Kappa.415p.]

[16] Russo, 1999: 188-190.

[17] Hogg, 1982: 8-38.

[18] cfr. bibliografia

[19] Cfr. Carta del rilievo architettonico promulgata a Parigi nel 1999 in occasione del congresso internazionale "Science et technologie pour la sauvegardedupatrimoinecultureldanslespaysdubassinméditerranéen".

[20] Quatremère de Quincy, Antoine-Chrysostome. 1832. Dictionnairehistoriqued'architecture, 2 vols. 1832. [Tr. It. Farinati Valeria, Teysot Georges (a cura di), 1985. Quatremère de Quincy Antoine-Chrysostome. Dizionario storico di architettura. Venezia: Marsilio, 1985 s.v. copia, imitazione invenzione, tipo e modello. La parola tipo non presenta tanto l'immagine di una cosa da copiarsi o da imitarsi perfettamente, quanto l'idea di un elemento che deve egli stesso servire di regola al modello... Il modello, inteso secondo la esecuzione pratica dell'arte, è un oggetto che si deve ripetere tal qual è; il tipo è, per lo contrario, un oggetto, secondo il quale ognuno può concepire delle opere che non si rassomigliarono punto fra loro. Tutto è preciso e dato nel modello; tutto è più o meno vago nel tipo (cfr. riferimenti sul quadro teorico).

[21] Si vedano a titolo di esempio ricorrente le tavole nel trattato del 1639 di Pietro Sardi.

[22] La stesura al CAD è degli studenti Salvatore Affinito, Patrizio D'Alessandro, Dario Paduano. Corso Ingegneria Civile - DicDEA- Prof. A.Rossi)

BIBLIOGRAFIA

Armand, Jacques.1989. La Guerre Antique De Sumer A' Rome. [Trad.

It. Enzo Navarra, Enzo. L'arte della guerra nel mondo antico. Dalle città-stato sumeriche all'impero di Roma. Roma: Newton Compton, 1989.

Barnett, Richard D. 1950. The excavations of the British Museumat Toprakale, near Van, Iraq, 12 (1950), pp. 1-43.

Barnett, Richard D. 1954b. The excavations of the British Museumat Toprakkale, near Van Addenda. Iraq,16 (1954),bpp. 3-22

Barnett, Richard D. 1963. The Urartian cemeteryatlgdyr. Anatolian Studies, 13 (1963), pp. 153-198.

Biscione, Raffaele. 2012. Urartian fortifications. In: Iran: an attempt at a hierarchicalclassification.

Burney, Charles A. 1957. Urartian fortresses and towns in the Van Region. Anatolian Studies, 7 (1957), pp. 37-53.

Cassi Ramelli, Antonio. 1964. La fortificazione primitiva e dell'antichità In: Dalle caverne ai rifugi blindati: trenta secoli di architettura militare. Milano: Nova Accademia Editrice. Cap.I, p.17-48 di 462p. ISBN: non esiste.

D'Amato Raffaele. 2014. Le grandi dinastie che hanno cambiato la storia. Roma: Newton Compton Editori 2014, 528p.ISBN 978-88-541-7053-7

Giorgi Enrico, Vecchietti Erika, Bogdani Julian (a cura di) 2007. Groma 1. Archeologia tra Piceno, Dalmazia ed Epiro. Bologna: Ante Quem, 2007. ISBN 9788878490246.

Herzfeld, Ernst. 1974. ArchaeologischeMittelungenaus Iran (und Turan). Berlin: ISBN: 1135231931 | ISBN-13: 9781135231934.

Hogg, Ian Vernon. 1982. Il "mondo antico" In [Conti Flavio 1982. Storie delle fortificazioni. Novara: Istituto Geografico de Agostini. pp.8-38 di 255p. ISBN-10: 0312378521 |

ISBN-13: 978-0312378523 [ed. orig. Hogg1982 The history of fortification. St Martins.

Hogg, Ian Vernon. 1982. The history of fortification. St Martins Pr [trad. di Flavio Conti. Storie delle fortificazioni. Novara. Istituto Geografico de Agostini. 255p. ISBN-10: 0312378521 | ISBN-13: 978-0312378523.

Lloyd, Seton, Wolfgang Muller, Hans. Martin, Roland.1972. Architettura Mediterranea preromana. Milano: Electa Editori. ISBN: non esiste.

KrollStephan; GruberClaudia; Hellwag Ursula; Roaf Michael, Zimansky Paul (a cura di). 2012. Biaminili-Urartut (The Proceedings of the Symposium held in Munich 12-14 October 2007). Leuven (Belgium): Peeters, p p.77-88.

Muller Hans W.; Lloyd Seton; 1972. Architettura delle origini. Milano: Electa1972, pp.51-53d 195 p.

Pecorella, Paolo Emilio. 1997. Urartea, Arte. S.v. In Enciclopedia dell'Arte Antica. Treccani, vol. VII, p. 1060.

Ramelli, Antonio. 1964. Dalle caverne ai rifugi blindati: trenta secoli di architettura militare. Milano: Nova Accademia Editrice. 462p. ISBN: non esiste.

Russo, Flavio. 1999. XX Secoli di fortificazione in Campania. Piedimonte Matese (CE) Istituto italiano di Castelli. 305p. ISBN: non esiste. Russo, Flavio. 2005. Ingegno e paura: 30 secoli di fortificazione, cap.I. Roma: Stato Maggiore dell'Esercito. Ufficio storico,319pp.

Sardi Pietro. 1618. Corona imperiale dell'architettura militare.... Divisa in due trattati. Venezia: Stamperia di Barezzo Barezzi, 1618. 299p. Vitruvius Marco Pollione, I sec.a.C., De Architettura Libri X, I, II [Bossalino Franca (a cura di), Roma, 2002]