

## Recupero architettonico e strutturale del “mastio” e del suo cortile della fortezza nuova di Volterra

Architectural and structural recovery of “mastio” and its courtyard of the new fortress of Volterra

Domenico Taddei<sup>a</sup>, Caterina Calvani<sup>b</sup>, Roberto Pistolesi<sup>c</sup>, Antonio Taddei<sup>d</sup>, Andrea Martini<sup>e</sup>

<sup>a</sup>DESTeC - Università di Pisa, Pisa, Italy, [d.taddei@ing.unipi.it](mailto:d.taddei@ing.unipi.it)

<sup>b</sup>DESTeC - Università di Pisa, Pisa, Italy, [caterina.calvani@libero.it](mailto:caterina.calvani@libero.it)

<sup>c</sup>Freelance Architect, Forlì, Italy, [info@architettopistolesi.it](mailto:info@architettopistolesi.it)

<sup>d</sup>Freelance Engineer, Florence, Italy, [antonio.taddei@gmail.com](mailto:antonio.taddei@gmail.com)

<sup>e</sup>Istituto Italiano dei Castelli - Sezione Toscana, Italy, [am.mac@libero.it](mailto:am.mac@libero.it)

### Abstract

The recovery of the “mastio” and the surrounding courtyard of the new fortress of Volterra (1472-1474) has as its objective the opening to the public of this fortified work, after 542 years from its construction, with the possibility of being enjoyed without interposing with the prison function of the complex, it also represents the possibility of knowledge and study of a constructive typology in the context of the Renaissance fortified architecture of the Italian school called “transition” with the use of the first artillery. The fortress was born as a military garrison and at the time of Lorenzo the *magnificent* only a part was used as a prison, it will be definitively transformed into a House of Imprisonment during the Grand Duchy of Lorraine in the middle of the eighteenth century. It is the first work by Francesco di Giovanni di Matteo called the Francione (1428-1495), it has an almost square shape with large cylindrical towers at the corners (rondelle) and at the center of the inner courtyard, a large cylindrical tower like of “mastio” (*donjon*) and inserted the artillery in the walls. The “mastio” consists of a basement and five floors above ground with a domed roof and connected by a narrow spiral staircase. After the cognitive essays carried out on the internal domes of the “mastio”, placed in the first three floors including the cistern, the presence of “hemispherical domes” emerged, made by workers of the Opera del Duomo in Florence, built entirely in bricks without the carpentry of “centina” (self-supporting), with the system called “alla fiorentina”, as well as the dome of Santa Maria del Fiore in Florence by Filippo Brunelleschi. This construction system is also applied in the fortified structures of Pietrasanta, Poggibonsi, Sarzanello, Castrocaro, Pisa and Terra del Sole.

**Keywords:** Volterra, Mastio, fortress, hemispherical domes.

### 1. Introduzione

Il recupero del “mastio” e del cortile circostante della fortezza nuova di Volterra (1472-1474) ha come obiettivo l’apertura al pubblico di questa opera fortificata, dopo 542 anni dalla sua costruzione, con la possibilità di essere fruita senza interpersi con la funzione carceraria del comples-

so, rappresenta anche la possibilità di conoscenza e di studio di una tipologia costruttiva nell’ambito dell’architettura fortificata rinascimentale di scuola italiana detta di “transizione” con l’impiego delle prime artiglierie. È il risultato della politica espansionistica di Lorenzo *il*

*Magnifico* a seguito della guerra dell'*allume*, per l'egemonia sulla città di Volterra e per rafforzare il controllo dei confini verso la Repubblica di Siena. La fortezza nuova è nata come presidio militare con un capitano, un bombardiere, nove soldati e al tempo di Lorenzo solo una parte era adibita a carcere, sarà definitivamente trasformata in Casa di Reclusione durante il Granducato dei Lorena alla metà del '700.

La fortezza nuova (Fig. 1) è l'opera prima di Francesco di Giovanni di Matteo detto il Francione (1428-1495: falegname, intarsiatore, mastro d'ascia, "architetto" fiorentino), ha una forma quasi quadrata con agli spigoli grossi torrioni cilindrici (rondelle) e, al centro del cortile interno, un grosso torrione cilindrico a mo' di "mastio" (*maschio* o *donjon*) e ha inserito nelle murature le artiglierie, dalle bombarde alle colubrine, dalle spingarde agli archibugi. Il "mastio" (Fig. 3) è costituito da un piano interrato e da cinque piani fuori terra, che per ragioni logistiche hanno subito delle alterazioni, e da ambienti con coperture a cupola, collegati da una stretta scala a chiocciola.

Dopo i saggi conoscitivi effettuati sulle cupole interne del "mastio", in quelle poste nei primi tre piani, compresa la cisterna posta sotto il piano di campagna, è emersa la presenza di "cupole emisferiche", realizzate da maestranze dell'Opera di Santa Maria del Fiore di Firenze, costruite totalmente in mattoni senza carpenteria di centina (autoportanti), con il sistema del cono di rotazione mobile, a "spina pesce" dette alla fiorentina, "senza cervello" di chiusura, così come era stata costruita la cupola di Santa Maria del Fiore da Filippo Brunelleschi. Questo sistema costrut-

tivo è applicato anche in altre strutture fortificate: Pietrasanta, Poggibonsi, Sarzanello, Castrocaro, Pisa e Terra del Sole.

Al termine dei lavori di recupero architettonico-strutturale del "mastio" (fine lavori dicembre 2016 e inaugurazione per l'accesso al pubblico il 31 marzo 2017) possiamo fare una serie di considerazioni che avvalorano le ricerche teorico-scientifiche già enunciate nel 2014 in *La spina di pesce e la corda blanda: tradizione fiorentina nelle cupole (autoportanti) di rotazione* (Taddei, Taddei, 2014, pp. 83-95).

La "fortezza nuova" risulta essere una grandiosa macchina da guerra fissa sul territorio, con le prime sperimentazioni di armi che usano la polvere da sparo, appartiene alla tipologia architettonica delle fortificazioni rinascimentali (architettura fortificata di transizione 1453 ca., caduta di Costantinopoli e la fine dell'Impero Romano d'Oriente - 1529 ca., torrione di San Viene a Siena). Le proporzioni della scarpatura e dell'elemento verticale sono completati nella sommità da un elegante coronamento a sporgere, mensola in "panchino di Volterra", beccatelli in cotto ad arco ogivale e caditoie, come camminamento di ronda che non solo è presente nella parte di fortezza attribuita al Francione, ma si sviluppa sia nelle cortine murarie che delimitano il Campo d'Armi, sia nel perimetro della costruzione più antica chiamata "Rocca pisana o Femmina" (torrione rotondo interno al recinto e bastione poligonale esterno al perimetro della Città), dando una immagine di grande coerenza stilistica e omogeneità formale a tutto il complesso della fortificazione (Fig. 2).



Fig. 1. La "fortezza nuova". Veduta della fortificazione dal parco urbano (Archivio Taddei, 2016).



Fig. 2. Veduta aerea delle fortificazioni di Volterra con le indicazioni delle unità che la compongono: Rocca pisana o “femmina”, Fortezza Nuova, Piazza d’Armi. (Archivio Taddei, 2018).

I contenuti di forma e funzione dell’architettura fortificata del Francione hanno riferimenti stilistici che ritroviamo anche in altre fortificazioni coeve: Ravenna (1457-1470), Imola (1472-1499), Pesaro (1474-1476), Senigallia (1474-1480), Urbino (1474-1479), San Leo (1475), non necessariamente conosciute direttamente dal Francione, ma che rispecchiano la cultura fortificatoria dell’epoca.

## 2. Il “mastio” della “fortezza nuova”

Nel corso degli studi preparatori per il recupero del “mastio” eravamo a conoscenza che insieme al Francione (con bottega a Fiorenza) erano presenti, come in tutte le opere fortificate caldeggiate dalla Repubblica fiorentina (San Gimignano 1470-1480, Colle Val d’Elsa 1479-1480, Pietrasanta 1479-1480, Brolio 1484, Poggibonsi 1488-1492, Sarzana 1488-1492, Sarzanello 1492-1502, Castrocaro 1499-1504), le maestranze (capi mastri) provenienti dall’Opera di Santa Maria del Fiore e pertanto avevano non solo l’esperienza della costruzione di una cattedrale (1296-1369, Arnolfo di Cambio, Francesco Talenti), ma anche quella di un campanile (1334-1359, Giotto, Andrea Pisano, Francesco Talenti), e ancor più della realizzazione della doppia cupola ottagonale (1420-1436) di Filippo Brunelleschi.

All’interno del mastio (Fig. 4) troviamo: nel piano interrato una grande cisterna di forma circolare adibita al recupero dell’acqua piovana, nel

piano terra, oltre ad un piccolo ambulacro (galleria di contromina), la stanza detta “delle macine” di forma circolare, nel piano primo quella detta “delle armi”, sempre di forma circolare, con caminetto e lavabo, nel piano secondo la stanza “dei soldati”, di forma esagonale, con un lavabo e caminetto, ed inoltre una porta armata di collegamento con l’ex ponte levatoio (in corrispondenza del capo-ponte), nel piano terzo la stanza “del capitano”, sempre di forma esagonale, con un *evacuatio* (cesso) e nel quarto una stanza, ancora di forma esagonale (dove era stato costruito in cemento armato una cisterna per l’acqua della Casa di Reclusione, oggi demolita) per il deposito degli strumenti di segnalazione e forse anche di armi, circondata dal camminamento di ronda con apparato a sporgere in beccatelli. Tutte le stanze, nel perimetro esterno, presentano delle bombardiere per il puntamento in varie direzioni delle artiglierie con bocche esterne a chiave rovesciata (a piano terra una, a piano primo tre, a piano secondo tre, a piano terzo tre). Le stanze sono collegate anche dall’approvvigionamento dell’acqua, un vano verticale, di forma semicircolare, che dalla cisterna arriva fino al terzo piano e che si riduce nell’ultimo tratto del quarto piano, divenendo un piccolo incavo ospitante la puleggia (Fig. 4). In questa occasione di restauro è stato riscoperto e recuperato.

Tutte le coperture dei vani sono cupole in mattoni, più precisamente quelle del vano cisterna, del piano terra e primo sono calotte sferiche ribassate a “faccia vista”, quella del piano secondo è



Fig. 3. Il “mastio” della “fortezza nuova” (Archivio Taddei, 2016).

una cupola a padiglione esagonale a “faccia vista”, quelle del terzo e quarto sono sempre a padiglione esagonale (in parte ricostruite nella metà del secolo scorso) totalmente intonacate. La tecnica costruttiva delle coperture dei primi tre livelli e in parte di quella a padiglione del quarto è riferibile alle cupole emisferiche di rotazione, costruite senza l’uso di carpenteria di centina (cupole autoportanti), con il sistema del “cono di rotazione mobile a spina pesce” e “senza cervello” (dette alla fiorentina), è stato trovato aperto solo quello della cisterna (Fig. 6), così come era stata costruita la cupola di Santa Maria del Fiore a Firenze dal Brunelleschi. Il sistema costruttivo, anche se rispetto alla cupola di Firenze, diametro di 43 metri e di forma ottagonale, quelle del mastio di Volterra sono molto più piccole, è lo stesso sia per forma, sia per tecnica costruttiva (Figg. 7 e 8), è divenuto successivamente, fino all’assedio di Firenze del 1529, il punto di riferimento per altre fortificazioni realizzate dai componenti della bottega del Francione come:

Giuliano da Maiano a Montepoggiolo (1471-1482), Baccio Pontelli a Ostia (1483-1486), Francesco d’Angelo detto la Cecca a Ripafratta (1498-1504), Luca del Caprina alla Verruca (1503) e le esperienze dei fratelli Antonio e Giuliano da Sangallo a Brolio, a Poggibonsi, a Castrocara. Esempi questi che risultano essere, insieme con le opere dell’“architetto fiorentino” (San Gimignano, Volterra, Colle val d’Elsa, Pietrasanta, Sarzana, Sarzanello) la rappresentazione della massima creatività e sperimentazione dell’epoca.

Le cupole emisferiche in mattoni senza carpenteria di centina (Fig. 5), ossia senza la necessità di costruire una contro cupola in legno per la posa del mattone e del calcestruzzo, sono rese possibili, in quanto, oltre a murare il mattone nel perimetro con un letto di posa inclinato verso l’interno secondo un cono di rotazione mobile, perché si applica il sistema della “spina di pesce”, cioè con l’inserimento di mattoni, ogni 43

cm a Volterra (braccio senese), per coltello secondo una elicoide in modo da dare auto portanza fino al “cervello”, così che non ha bisogno di essere chiuso con la chiave di volta. Questa tecnologia, già conosciuta nell’antichità, era stata studiata e rilevata dal Brunelleschi, insieme a Roma con Donatello agli inizi del’400, sia nel Panteon e ancor più nella sala grande della Domus Aurea di Nerone e anche nelle cupole emisferiche, alleggerite con “pignatte” di vetro o di cotto, delle moschee orientali (da quelle presenti in Dalmazia fino a quella di Santa Sofia a Costantinopoli). La genialità del Brunelleschi, poi ripresa dai successivi costruttori (architetti e ingegneri), non è stata solo quella di adoperare meno carpenteria (legname) per la costruzione, più veloce e più economica, ma quella di inserire nel letto di posa del mattone inclinato insieme all’elicoide (auto portanza dovuta alla spina pesce) e anche quella di inserire una segmentatura nella posa circolare inclinata della muratura, il sistema detto a “corda blanda”, adoperato tra un costolone e l’altro della cupola di S. M. del Fiore (Corazzi, Conti, 2011). Questa tecnologia costruttiva da origine ad un particolare sistema di spinte delle forze che si scompongono in due componenti, in modo che la proporzione tra quelle orizzontali (ascisse) e quelle verticali (or-

dinate) danno origine ad un particolare diagramma dei momenti (Fig. 5). Con questo sistema si accentuano le forze di scarico della struttura più su quelle verticali – verso il basso (si forma un angolo di novanta gradi tra il letto di posa e la curvatura della cupola) rispetto a quelle orizzontali. Pertanto i pesi e le spinte diventano in maggioranza assiali verso le fondazioni e quindi non c’è bisogno di “chiudere” la volta con una “chiave” (spingente) né di costruire all’esterno dei sostegni: “archi rampanti”. Con questa tecnica costruttiva il centro della cupola (occhio) rimane vuoto e può assumere la forma circolare o poligonale e dato il tipo di costruzione specialistica, una fortificazione, è assai importante avere la possibilità di smaltire velocemente e in modo verticale i “fumi di volata” delle artiglierie posizionate all’interno delle bombardiere (molto freddo all’interno delle “troniere” “a cielo chiuso” rispetto al grande calore prodotto dallo sparo dalle bocche delle artiglierie). È stato verificato, dopo innumerevoli sperimentazioni, che questo sistema di smaltimento dei fumi non riesce a risolvere il problema, bisognerà arrivare a portare le artiglierie fuori dalle fortificazione, “a cielo aperto” (prima metà del ‘500), posizionate nella “gola del bastione” e nascoste dall’“orecchione traditore”.

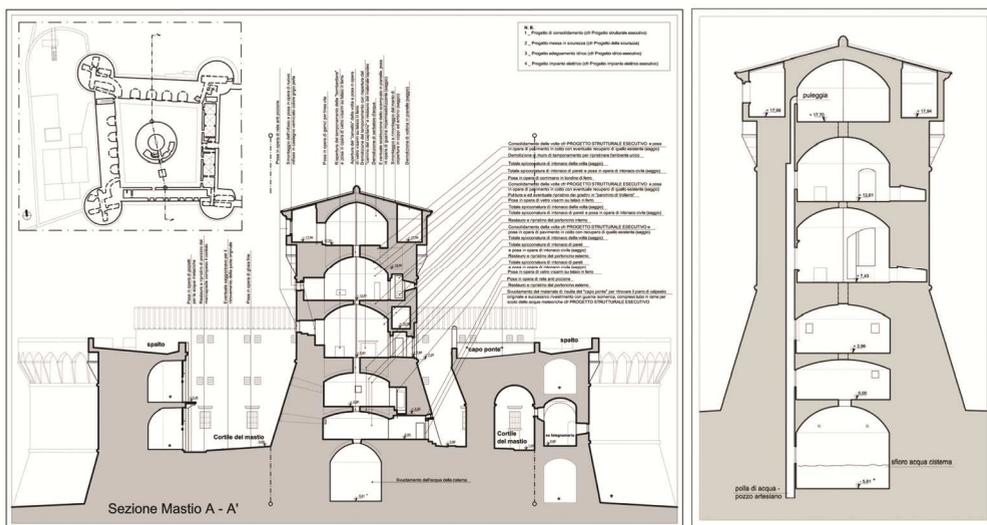


Fig. 4. La “fortezza nuova”. Sezione A-A’ del Progetto Esecutivo. A destra il particolare della sezione del “mastio” (rilievo eseguito durante il restauro) con evidenziato l’approvvigionamento dell’acqua (Archivio Taddei, 2015/2016).

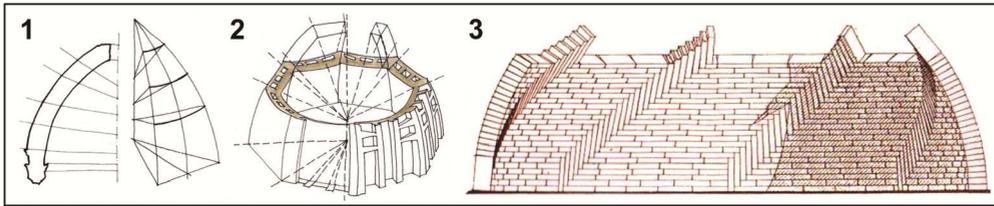


Fig. 5. 1) Schema geometrico del sistema costruttivo con il cono di rotazione mobile; 2) la corda blanda; 3) l'indicazione grafica della messa in opera del mattone a spina pesce (detta alla fiorentina) a forma di elicoidale per ottenere l'auto-portanza della struttura senza carpenteria di centina. (Corazzi, Conti, 2011, pp. 50, 170).

Si realizzeranno così delle fortificazioni, dalla Fortezza da basso (1534-1537) in poi fino a Palmanova (1593-1620), chiamate alla “moderna” (di scuola italiana, poi francese, olandese, spagnola). La tipologia costruttiva applicata nella “fortezza nuova” arriva fino alla costruzione del torrino di San Vienne a Siena ed è chiamata da alcuni storici “di transizione”, vennero perciò apportate, in funzione delle nuove artiglierie, una serie di innovazioni nelle tecniche di assedio e di guerra: la difesa e l'offesa ficcante o di radenza, le geometrie di incrocio dei tiri delle artiglierie tra un puntone e l'altro (codificate da Francesco di Giorgio e dai Sangallo come “fronte bastionato”), le “troniere a cielo chiuso”, l'evoluzione formale e funzionale tra la muratura di perimetro e la rondella o il puntone chiamato “gola del puntone” (prima piana e poi concava), nonché la costruzione di cupole interne di rotazione. Quest'ultimo punto, il sistema detto “alla fiorentina”, si è consolidato e perfezionato divenendo il metodo più veloce e più economico non

solo nelle costruzioni militari, ma anche per le architetture religiose e civili.

### 3. Conclusioni

Nel “mastio” della “fortezza nuova” di Volterra sono state riaperte tutte le “bombardiere” e le “archibugiere”, ai vari piani, che erano state tamponate, inoltre, tutte le cupole emisferiche ribassate e quella a padiglione del secondo piano, sono state lasciate a “faccia vista”, così da poter osservare la disposizione dei mattoni che compongono questo sistema costruttivo, in quanto rappresenta, oltre alla memoria della grandiosa cupola di Firenze realizzata da Brunelleschi, una tecnologia innovativa nella costruzione delle cupole nel periodo rinascimentale (Figg. 8 e 9). Nei vari lavori eseguiti per il recupero del mastio, apertura al pubblico come architettura: “museo di se stesso”, è stata applicata la filosofia (carta sul recupero e sul restauro architettonico-



Fig. 6. Il “mastio” della “fortezza nuova”. La cupola emisferica della cisterna (piano interrato) con evidenziato il “cervello aperto” di forma circolare (Archivio Taddei, 2016).

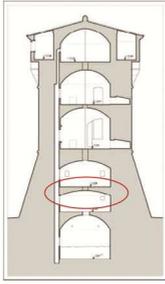


Fig. 7. Il “mastio” della “fortezza nuova”. Particolare della cupola emisferica a piano primo con la realizzazione dell’elicoide in mattoni per coltello con il modulo di 43 cm (braccio senese) (Archivio Taddei, 2016).

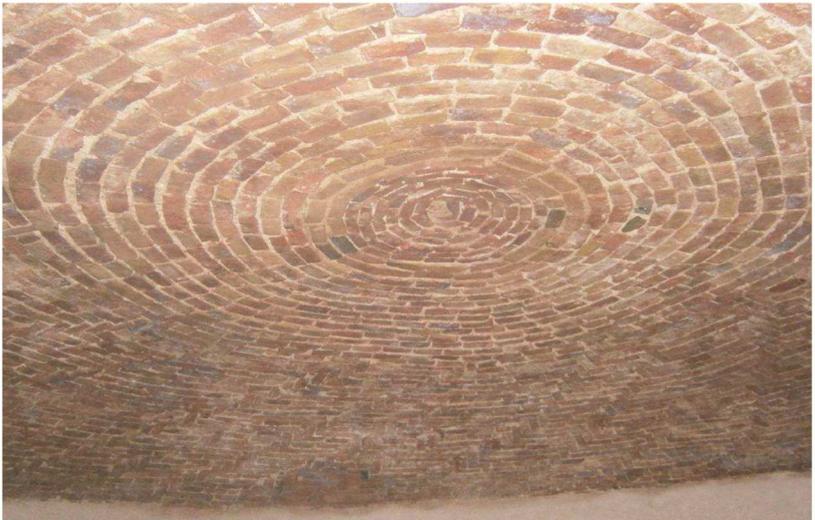
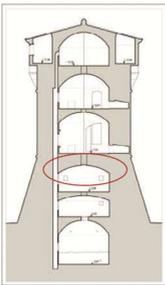


Fig. 8. Il “mastio” della “fortezza nuova”. Particolare della cupola emisferica a piano primo a forma ribassata con il “cervello” (oggi tamponato) facilmente leggibile nell’apparato murario (Archivio Taddei, 2016).

co di Venezia e di Cracovia) di mantenere le caratteristiche stilistiche del manufatto -formali e funzionali- in modo tale da recuperare l’aspetto originale della struttura fortificata con dei mini-

la ricerca di un nuovo modo di fare architettura, ma enfatizza le capacità innovative, guardando e studiando il passato. Questo approccio mentale avviene dalla prima metà del ‘400 in tutte le

mi interventi, cioè si è cercato di lasciare il “profumo” e le caratteristiche peculiari dell’edificio carico di cinque secoli di storia.

Questa metodologia fa comprendere, non solo esperienze creative, dalla scultura alla pittura, dalla letteratura alla filosofia e in tutte le arti minori (la riscoperta dell’uomo al centro dell’universo, riscoprendo e studiando Platone)

che arriverà fino ai primi anni del '600. Questa straordinaria epoca, prima dal Vasari e poi in seguito da Voltaire verrà chiamata *renaissance* – rinascimento–, è fatta iniziare proprio dai primi anni del '400, con Brunelleschi, Masaccio e Donatello, per passare poi da Verrocchio, Sangallo, Francesco di Giorgio Martini, Leonardo da Vinci, Perugino, Raffaello, Michelangelo, solo per

citare i più noti e arriverà, Vasari la indica conclusa alla morte di Michelangelo nel 1564, ma che recenti studi e ricerche viene fatta arrivare all'esperienza di Caravaggio (1610), anche l'evoluzione che tra questi due secoli, ha avuto proprio l'architettura fortificata, dalla "piombante" alla "moderna", passando per la "transizionale".

## Bibliography

- Bonatti F., Ratti M., (1991). *Sarzana*, Sagep, Genova.
- Cassi Ramelli, A. (1964). *Dalle caverne ai rifugi blindati*, Adda Editore, Milano.
- Corazzi, R.; Conti, G. (2011). *Il segreto della Cupola del Brunelleschi a Firenze*, A. Pontecorboli editore, Firenze.
- Davidsohn, R. (1977). *Storia di Firenze*, Sansoni, Firenze.
- Fiore, G. de. (1963). *Baccio Pontelli architetto fiorentino*, Edizioni dell'Ateneo, Roma.
- Severini, G. (1970). *Architetture militari di Giuliano da Sangallo*, IGV Lischi & Figli, Pisa.
- Taddei, D. (1977). *L'opera di Giuliano da Sangallo e l'architettura militare del periodo di transito, Sansepolcro*, Sansoni, Firenze.
- Taddei, D. (1987). *Una Fortezza Rinascimentale a Poggibonsi*, Lalli, Poggibonsi.
- Taddei, D. (1992). *La sicurezza dell'esistere. Le architetture fortificate al tempo di Lorenzo*, Grafica l'Etruria, Cortona.
- Taddei, D. (2008). "Giuliano e Antonio da Sangallo il vecchio", in Viganò M. ed., *L'Architettura militare nell'età di Leonardo*, Casagrande Ed., Bellinzona, pp. 231-253.
- Taddei, D. (2018). "Il Francione e la fortezza di Volterra - la sua bottega e i suoi allievi", *Castellum*, 58, IIC, Castel Sant'Angelo, Roma, pp. 31-50.
- Taddei, D.; Naldini, M. (2003). *Architettura Fortificata in Toscana*, Polistampa Ed., Firenze.
- Taddei, D.; Taddei, A. (2012). "The spina-pesce and the corda-blanda fiorentine tradition the (self-supporting) domes totating", in Tampone, G.; Corazzi, R.; Mandelli, E. eds., *Domes in The World*, Ed. Nardini, Firenze.
- Taddei, D.; Taddei, A. (2014). "La spina di pesce e la corda blanda: tradizione fiorentina nelle cupole (auto portanti) di rotazione", *Domes and Cupolas*, 2, 1, pp. 83-95.
- Van Riel, S. (1973). *Terra del Sole città Fortezza Rinascimentale*, Teorema, Firenze.
- Warren, O. (1979). *Raccolta di piante delle principali fortezze del Granducato di Toscana*, Studio Per Edizioni Scelte, Firenze.
- Wilkinson, F. (1971). *Le armi da fuoco*, Mondadori, Milano.
- Young, G.F. (1934). *I Medici*, A. Salani, Firenze.