

Dalla macchina al cantiere-macchina materiali di lavoro (pregiato...) per i robot

Con le attuali lavorazioni a controllo numerico, unitamente ai nuovi montaggi robotizzati, va da sé che ci sarà un forte salto di paradigma nell'applicazione del legno in senso costruttivo. In effetti, i pezzi lavorati su CNC sono sempre più accurati e i sistemi robotizzati sono sempre più evoluti e sofisticati. Ma mentre si è avanti nel settore degli arredi, in quello delle costruzioni si è ancora ai primi passi. Inoltre, potrebbe darsi che in prospettiva i due fronti si coagulino formando un nuovo composto tecnologico. Anche di questo si è parlato a Rimini in occasione del 2° Congresso Italiano "Edifici di legno, tanta moda poca cultura".

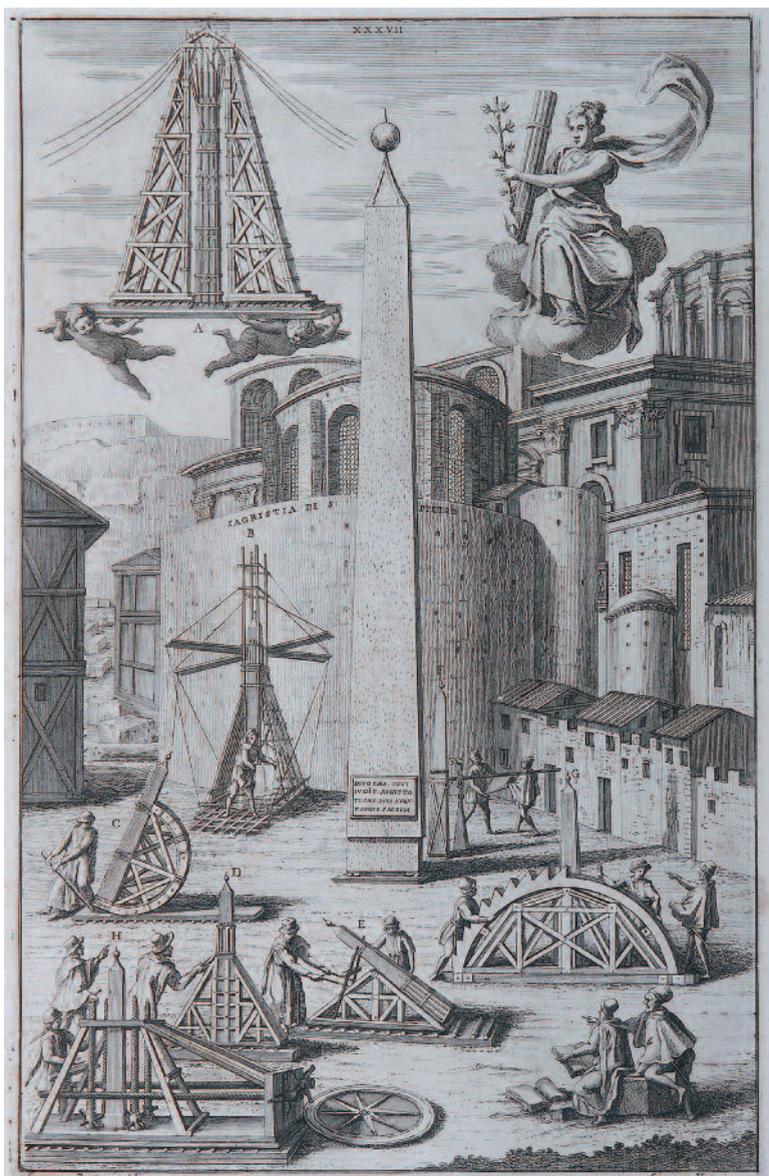


Fig. 1 - N. Zabaglia, Castelli e Ponti, Tav. XXXVII. Angeli come robot che librano nell'aria spezzoni di carpenterie.

Il 15 e 16 novembre scorso si è tenuto il 2° Congresso Italiano "Edifici di legno: tanta moda poca cultura" di GQL presso l'Ecoarea better living a Rimini; l'occasione relativa alla sessione sulla prospettiva di industria 4.0 è stata buona per avanzare la seguente tesi: con la maturazione tecnologica oramai raggiunta sul piano delle lavorazioni a controllo numerico, unitamente all'accelerazione che stanno assumendo in questa fase i processi di montaggio robotizzati, ci si deve aspettare un'accentuazione del salto di paradigma – rispetto alle prassi consolidate – nell'applicazione del legno in senso costruttivo. Questa tesi trova fondamento nel fatto che, con il livello tecnologico raggiunto dagli attuali CNC, i pezzi sono sempre più perfetti e nel fatto che, i sistemi robotizzati sono sempre più evoluti e sofisticati (addirittura taluni si possono "indossare"...) e che tutto quindi è nelle condizioni di fare passi avanti.

È importante fare un passo indietro e partire da Zabaglia¹. Sono importanti alcune immagini del libro "Castelli e Ponti", a partire dall'effigie di copertina, dove un angelo è intento a legare due murali a un putto con una cordicella e la protagonista è la cordicella... perché è con essa che **Zabaglia** sviluppa il suo ingegno. È significativa l'immagine in cui due carpentieri sono intenti a perfezionare un incastro a Dardo di Giove. Il processo è: un taglio, un colpo al cuneo; un taglio, un colpo al cuneo... fino al raggiungimento della tolleranza voluta. Insomma, un metodo a controllo manuale... È significativa l'immagine in cui degli angeli librano nell'aria spezzoni di carpenterie dando l'idea di virtuale (Fig. 1).



È infine significativa (ma non sarebbe l'ultima) l'immagine di macchine ammassate in una vasta piazza volte al sollevamento di un grande obelisco.

Oggi, che gli angeli zabagliani si sono trasformati in CNC e Robot e il digitale si è ulteriormente potenziato, possiamo ben parlare di Realtà Aumentata.

Un corollario implicito della tesi poco sopra avanzata è che l'associazione tra stereotomia digitalizzata e robotizzazione di assemblaggio finirà per diventare un tutt'uno. Un esempio toccato con mano? Il Padiglione ligneo installato presso l'Istituto Svizzero a Roma e realizzato presso l'ETH di Zurigo a cura del Gruppo Gramazio – Kohler (Fig. 2).

Naturalmente nuovi problemi, da mille punti di vista, tra uomo e lavoro sorgeranno che, in altre sedi, ma anche in questa, non potranno essere elusi.

Per quanto riguarda le giunzioni, un punto tecnologico-tecnico qualificante oramai assodato consiste nella liscezza delle superfici di contatto, oggi possibile grazie ai CNC (Fig. 3). Il salto di paradigma detto prima, nell'associazione tra CNC e Robot, si carica di significato proprio passando da giunzioni poliedriche a giunzioni a-poliedriche. Il passaggio non è soltanto dallo spigoloso al liscio, ma molto più significativamente, tra il complicato e il semplice, dal farraginoso all'assoluto; da un sistema di sfaccettature a delle superfici rigate, come è per esempio un iperboloide parabolico.

Un grande stimolo ad approfondire per modernizzare i sistemi di collegamento a tutto legno ci può venire da alcuni storici, ma anche contemporanei esempi, tra cui: Il Trattato di architettura cinese **Ying Zao Fa Shi**, del XII secolo, scritto da **Li Jie**; La "religione" dei **Giunti Giapponesi**; La **Pala di San Gerolamo**, attribuita ad **Antonello Da Messina** (un vero e proprio progetto tecnico del legno); **Le Nouvelles Inventions pour Bien Bastir**, di **Philibert De**



L'Orme (incentrato sull'utilizzo di pezzi corti); **La Carpinteria de lo Blanco** di **Diego Lopez de Arena** (1633), così come trascritto da **Enrique Nuere**; **L'Enciclopedia o Dizionario ragionato delle scienze, delle arti e dei mestieri** di **Diderot e D'Alembert**; **L'Architettura del legno di Bartolomeo Saldini** (1884); **Il Manuale del Recupero del Comune di Roma**, a cura di **Paolo Marconi**; ma anche da tutti i **tetti** e tutti i **solai** che capita di visionare; il meraviglioso **sgabello** della regione etiopica dei **"Surma"** (Fig. 4); le rotture dei tondini di **Franco Laner**. Io guardo anche cosa fanno le **formiche** nel **Parco di Aguzzano** di Roma: sono incessantemente operose; movimentano ordinatamente frammenti vegetali, a volte percorrendo vere

Fig. 2 - Padiglione ligneo presso l'Istituto Svizzero in Roma, realizzato presso l'ETH di Zurigo a cura del Gruppo Gramazio – Kohler (a sinistra nella foto a colloquio con l'autore, ritratto anche durante la sua relazione il 16 novembre scorso a Rimini in occasione del II Congresso di GQL).

Fig. 3 - Esempio di plastica intersecatio tra pezzi lignei non squadri, perfettamente lavorabili su CNC di fascia medio-alta.

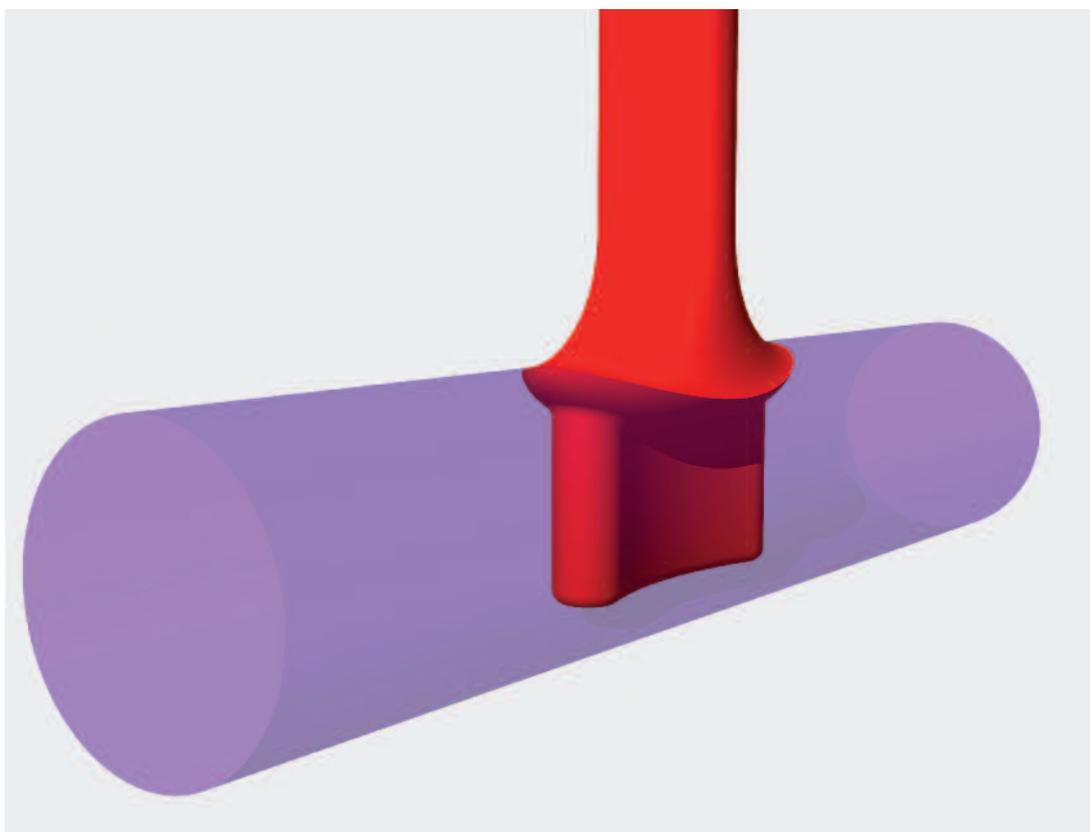


Fig. 4 - Sgabello ligneo monopezzo realizzato in seno alla comunità etiopica dei Surma. Qui a occhio nudo di giunzioni non si scorge traccia. Per percepire intrecci leganti di tessuti e fibre tra struttura primaria e membrature secondarie bisognerebbe scendere a scala di microscopio. Per gentile concessione di Grazia Menna.



e proprie superstrade; a tempo loro erigono sorprendenti crateri a grappoli; sembrano tanti piccoli robot, tuttavia viventi, quindi dotati di un'intelligenza irraggiungibile con mezzi digitali.

Nel campo del legno – in termini di robotizzazione – si possono distinguere i seguenti settori, **in grassetto gli argomenti qui di stretta pertinenza:**

- Abbattimento e prime lavorazioni in foresta;
- **Azioni di stereotomia in officina e a bordo CNC;**
- Azioni di verniciatura e finitura in officina e a bordo macchina;
- **Azioni di montaggio parziale in officina;**
- **Azioni di montaggio definitivo in cantiere;**
- **Azioni di stereotomia – montaggio parziale – montaggio definitivo in cantiere;**
- **Gestione delle informazioni tra progetto e cantiere.**

Attualmente che cosa succede, punto per punto – riferiti al costruire – con la robotizzazione?

In officina e a bordo CNC:

- Trova applicazione nella movimentazione dei pezzi tra un "magazzino intermedio" e l'altro e tra questi e la rete di CNC;
- Trova per lo più applicazione nella movimentazione di carico e scarico dei pezzi in un CNC;
- Trova applicazione nella movimentazione e nella stereotomia dei singoli blocchi (non per i telai) destinati a formare le partiture verticali e orizzontali.

Azioni di montaggio parziale in officina:

- Trova applicazione nella intestazione dei pezzi (per lo più a squadratura regolare) e nel contestuale montaggio di blocchi parziali di parti costruttive;
- Trova applicazione nelle forature, per lo più, di tipo sghembo, propedeutiche a montaggi parziali.

Azioni di montaggio definitivo in cantiere:

- Trova applicazione nell'assemblaggio di blocchi parziali.

Azioni di stereotomia – montaggio parziale – montaggio definitivo in cantiere:

- Trova applicazione nei tre tipi di attività.

Gestione delle informazioni tra progetto e cantiere:

- Trova applicazione, per quanto riguarda la stereotomia digitalizzata e la robotizzazione, nelle varie fasi di sviluppo dell'intero processo produttivo, di un linguaggio gestionale pertinente, coerente e congruente.

Attualmente che cosa non è ancora compreso, e che cosa sarebbe auspicabile che lo fosse, nelle metodiche di stereotomia digitalizzata e di robotizzazione, riferiti al costruire?

In officina e a bordo CNC:

Per ridurre l'impatto di accessori metallici e viti (se non quando occlusi nel materiale-legno), sarebbe necessario e utile trovare applicazione di stereotomia digitalizzata e robotizzazione nella realizzazione di giunzioni non poliedriche, magari dotate di lievi sottosquadri e accostando pezzi a differente tasso di umidità, tale da produrre vincoli reversibili al di sopra di un certo sforzo di disinnescamento.

Azioni di montaggio parziale in officina:

Pertanto, sarebbe necessario e utile trovare applicazione di robotizzazione nel montaggio di blocchi parziali di siffatti pezzi speciali; Per altro verso, sarebbe necessario e utile trovare applicazione di stereotomia – a mezzo robot – finalizzata a giunzioni non poliedriche e robotizzazione nel montaggio di blocchi parziali di siffatti pezzi speciali.

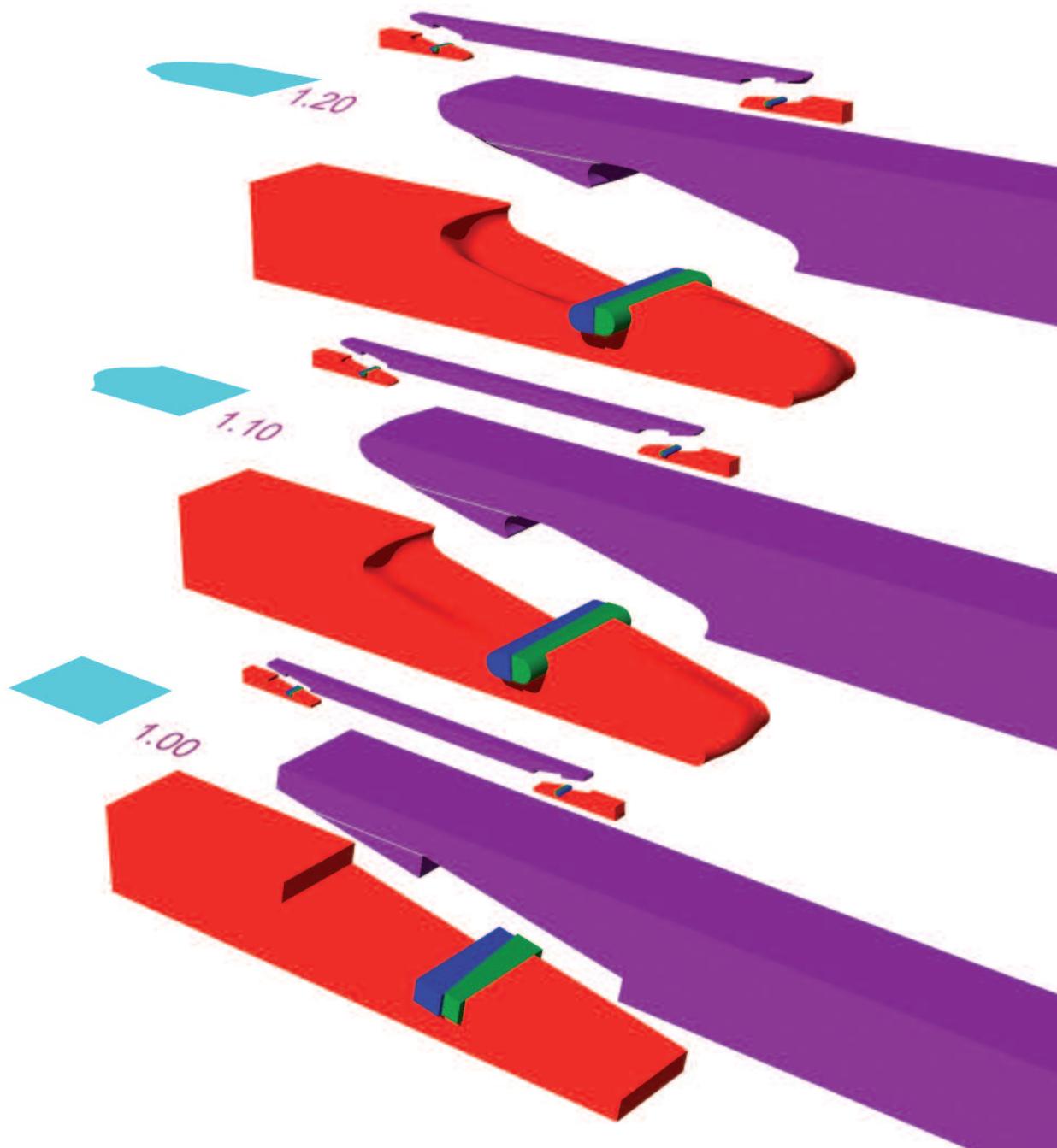


Fig. 5 - Esempio di comparazione tra superfici di sezioni resistenti in differenti forme di incastro a Dardo di Giove, poliedrica la prima e a-poliedriche le restanti. Posta a valore 1 la superficie nell'incastro poliedrico, via via che, con opportuni modelli, si è accentuata la rotondità, si sono registrati i dati di circa 1.1 (+ 10%) e di circa 1.2 (+ 20%). La reale efficienza di queste seconde varianti va poi commisurata alla diminuzione dell'effetto cuneo dato dagli spigoli vivi nella prima.

Azioni di montaggio definitivo in cantiere:

In analogia all'officina, sarebbe necessario e utile trovare applicazione di robotizzazione nel montaggio di blocchi definitivi a partire da blocchi parziali fondati su siffatti pezzi speciali.

Azioni di stereotomia – montaggio parziale – montaggio definitivo in cantiere:

In alternativa all'officina, sarebbe necessario e utile trovare applicazione di stereotomia – a mezzo robot – finalizzata a giunzioni non poliedriche e robotizzazione nel montaggio di blocchi parziali e poi definitivi di siffatti pezzi speciali.

Gestione delle informazioni tra progetto e cantiere:

In considerazione di argomenti progettuali e tecnici non convenzionali, per quanto riguarda stereotomia digitalizzata e robotizzazione, sarebbe utile trovare applicazione di un linguaggio gestionale pertinente, coerente e congruente nelle varie fasi di sviluppo dell'intero processo produttivo.

Un virtuoso programma di lavoro per il futuro sarebbe: Progettare, progettare, progettare... Calcolare, calcolare, calcolare... Prototipare, prototipare, prototipare... Rompere, rompere, rompere... Sperimentare, sperimentare, speri-

mentare... Pubblicare, pubblicare, pubblicare... Collaborare, collaborare, collaborare..., anche con i robot... (Fig. 5.)

CONCLUSIONI

Guardandosi attorno, non può venire meno la netta sensazione di toccare con mano il fatto che il legno aspetta da noi generose iniziative di innovazione e di progresso; che la "salute" dei CNC sia ottima; che progressi di integrazione tra CNC e robotica siano ormai prassi quotidiane nel campo del mobile, degli oggetti d'uso e delle suppellettili, progressi che non aspettano altro che essere trasferiti a maggiore scala al campo delle costruzioni; a Zurigo, ma non soltanto, il braccio a zampa di rapace ci ha fatto capire che non è più ora di indugiare. Tutto ciò al fine migliore per il legno e nell'interesse di chi ci ha studiato; ci ha sperimentato; ci ha provato; ci ha creduto e non ha lesinato il suo sostegno; di tutti coloro che faranno di questo tema un motivo di futuro.

Nota 1. Nicola Zabaglia, (1664 – 1750) celebre inventore, ingegnere, carpentiere romano, tra XVII e XVIII secolo. Pur semi-analfabeta, ma di grande ingegno, ricoprì, tra l'altro, ruoli di primo piano presso la Fabbrica di San Pietro. La prima edizione di Castelli e Ponti (di fatto il suo manuale) risale al 1743 a cura dello stampatore romano Niccolò Pagliarini. Nel 1824 fu pubblicata una edizione più esauriente composta di numerose tavole, unitamente a una biografia curata da Mons. Francesco Maria Renazzi.