

# PhD KORE review

RIVISTA DEI DOTTORATI DI RICERCA IN ARCHITETTURA DEI SISTEMI PER LA MOBILITÀ E TECNOLOGIE E MANAGEMENT DELLE INFRASTRUTTURE AERONAUTICHE

## COLOPHON

direttore responsabile  
Giovanni Tesoriere

comitato di direzione  
Tullio Giuffrè\_  
dottorato in architettura dei sistemi per  
la mobilità  
Fabio Naselli\_  
dottorato in architettura dei sistemi per  
la mobilità  
Ivano Di Benedetti\_  
dottorato in tecnologie e management  
delle infrastrutture aeronautiche  
Andrea Alaimo\_  
dottorato in tecnologie e  
management delle infrastrutture aereo-  
nautiche

in copertina  
Jean-Michel Basquiat  
Leeches (Part of the Daros Suite consist-  
ing of 32 Drawings), 1982-1983  
Mixed media on paper  
57 x 76.5 cm  
Daros Collection, Svizzera

curatore  
Maurizio Oddo  
redattore e impaginatore  
Alice Albanese

progetto grafico  
Alice Albanese  
Alessandro Barracco

fotografie  
Alessandro Romano

contributi di  
Maurizio Oddo\_Professore Associato  
Giovanna Acampa\_PhD Student  
Alice Albanese\_PhD Student  
Alessandro Barracco\_PhD Student  
Tiziana Campisi\_PhD Student  
Antonino Canale\_PhD Student  
Mario Denaro\_PhD Student  
Carmelo Giacchino\_PhD Student  
Manuela Grasso\_PhD Student  
Giuseppina Nicolosi\_PhD Student  
Giovanni Pau\_PhD Student  
Valerio Salerno\_PhD Student  
Gianfranco Scatà\_PhD Student  
Giuseppe Tumminelli\_PhD Student  
Maurizio Volpe\_PhD Student  
Giovanna Vella\_PhD Student

ospiti  
Alfrado Ureña Uceda\_PhD  
Roberta Restivo\_Archologa  
Marta Abate\_Dottore in Architettura

sede amministrativa  
Facoltà di Ingegneria e Architettura  
cittadella universitaria - 94100 Enna  
korephdreview@unikore.it

ISSN 2039-5434

Siamo al quarto numero di PhD Kore Review, a due anni dall'avvio di questo ambizioso progetto, oggi possiamo dire che la rivista interdottorato si è conquistata un posto tra le produzioni scientifiche della Kore e gode ormai di un certo seguito.

La rivista per i giovani ricercatori, ma anche per la Kore tutta, svolge due ruoli fondamentali: il primo, interno, è quello di riuscire a fungere da elemento catalizzatore tra i diversi settori scientifico-disciplinari dei dottorandi della Facoltà di Ingegneria e Architettura, regalando loro un momento di confronto e offrendo la possibilità di scambi transdisciplinari per le loro ricerche; il secondo, esterno, è quello di essere strumento di comunicazione e scambio con le altre realtà di ricerca scientifica; infatti, la nostra rivista, ormai dal suo secondo numero, ospita studiosi e ricercatori da tutte le parti del mondo, offrendo ancora una volta una imperdibile opportunità di scambio. Nella convinzione che la ricerca si nutra dello scambio, questa rivista rappresenta lo strumento per una rete flessibile e interdisciplinare.

Per queste ragioni un plauso va ai dottorandi di Architettura dei Sistemi per la Mobilità e di Tecnologie e Management per le Infrastrutture Aeronautiche che in questi due anni hanno creduto in questo progetto e lo hanno portato avanti con grande serietà e dedizione. Oggi PhD Kore Review ha anche avviato percorsi di ricerca per la sua composizione grafica ispirandosi alle storiche riviste di architettura (Domus, Casabella) e gode di un alto grado di internazionalizzazione grazie all'utilizzo della lingua inglese, indispensabile nel settore dell'ingegneria, in particolare per quella Aeronautica.

Un saluto va ai nuovi dottorandi del XXVII ciclo, che da questo numero entrano ufficialmente a far parte della squadra.

Ogni numero è curato da uno dei giovani docenti della nostra Facoltà, che brillantemente di volta in volta, attraverso la cura dell'editoriale, offre un tema su cui far confrontare i dottorandi, fornendo un motivo di sviluppo ulteriore per le loro ricerche.

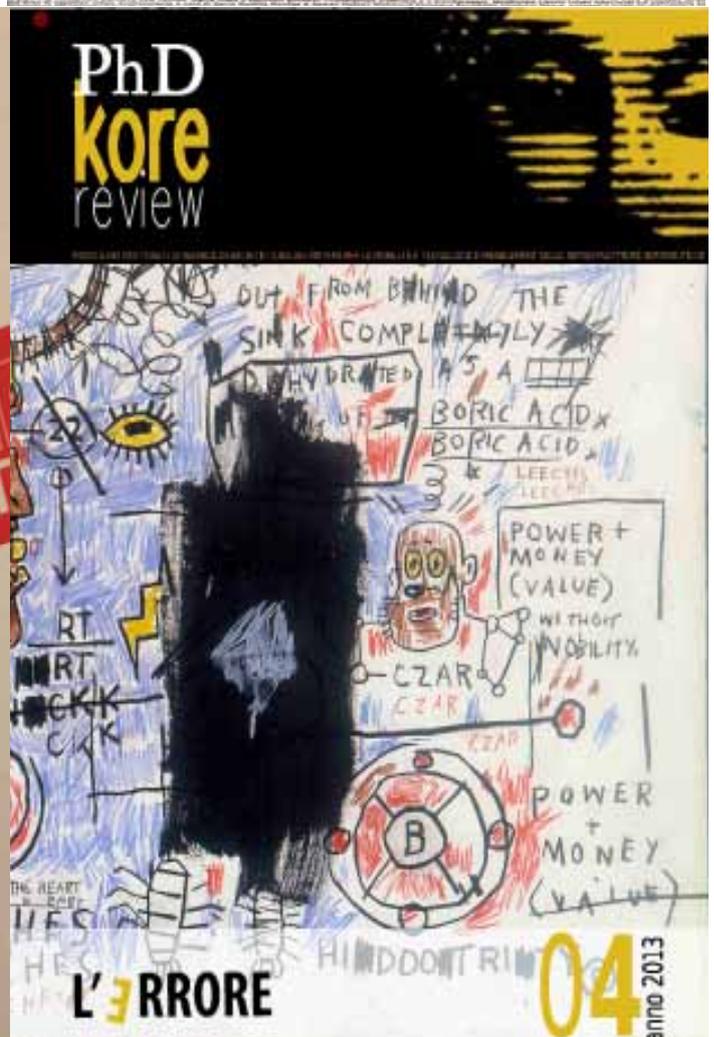
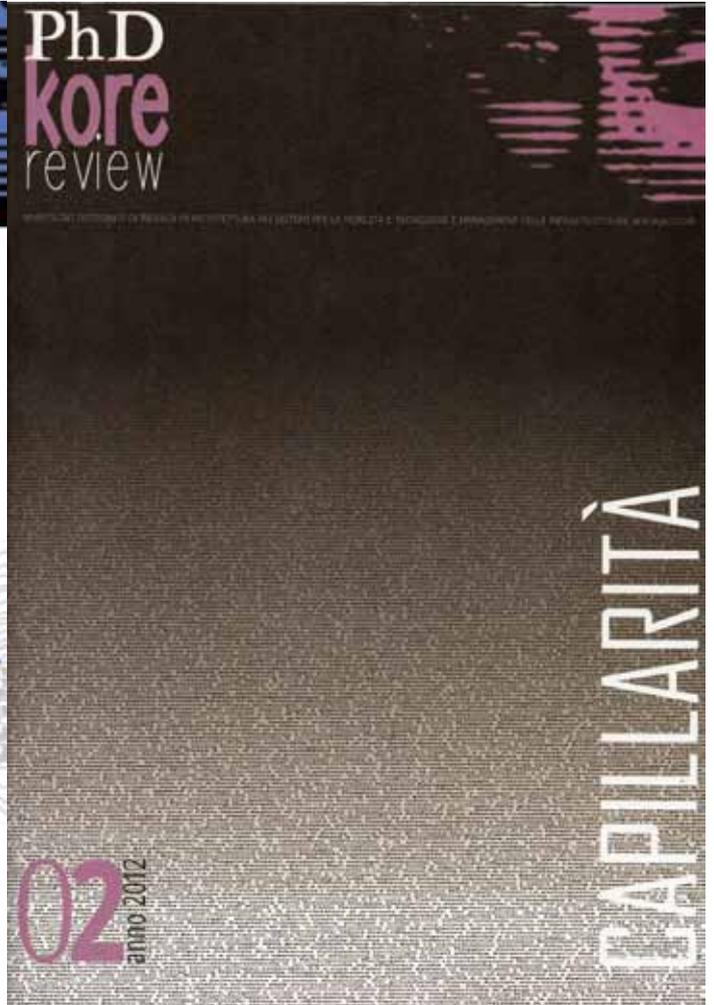
Questo numero, curato dal Prof. Arch. Maurizio Oddo, tratta il tema dell'ERRORE, tema fortemente caro ad ogni ricercatore, sia quando si tenta di dominarlo e controllarlo (come nel caso delle scienze più tecniche), sia quando lo si ricerca volutamente per farlo diventare caratteristica di unicità (come nel caso dei settori più artistici).

Voglio prendere a riferimento una frase di *Oscar Wilde*, già citata nell'editoriale di Maurizio Oddo, "*chi dice la verità prima o poi viene scoperto*", infatti leggendo le pagine di questo numero di PhD Kore Review non si può fare a meno di scoprire quanta passione e amore per la ricerca ci sia nel lavoro quotidiano di questi giovani ricercatori.

**Giovanni Tesoriere**

## INDICE

- |   |   |
|---|---|
| <p>3 <b>Composizione grafica di PhD Kore Review. Una ricerca in evoluzione</b><br/>a cura di Alice Albanese</p> <p>4 <b>Editoriale parte prima</b><br/>a cura di Maurizio Oddo</p> <p>7 Alice Albanese<br/>La città antifrangibile</p> <p>12 Alessandro Barracco<br/>Mario Denaro<br/>Artificial Neural Network in Structural Health Monitoring: Genetic Algorithm and Gradient Based methods for the minimization of the network mapping error function</p> <p>14 Giovanna Acampa<br/>Il margine di errore nei procedimenti di stima</p> <p>17 Giovanna Vella<br/>L'errore negli interventi sul patrimonio costruito</p> <p>21 <b>Photoessay</b><br/>Fotografia_versus viaggio ERRANTE</p> | <p>29 Tiziana Campisi<br/>Intervista a Tomaž Tollazzi</p> <p>31 Alfrado Ureña Uceda<br/><b>Correctable errors. Cultural Landscape vs. Cultural Property or the desirability of reviewing categories of The World Heritage List. The case of Venice and its Lagoon</b></p> <p>33 Roberta Restivo<br/><b>Parlare di Paesaggio Culturale all'interno della Pianificazione Territoriale è un errore?</b></p> <p>36 Marta Abate<br/><b>Tracce di contemporaneità. Un progetto per il castello di Lombardia di Enna</b></p> <p>40 <b>Editoriale parte seconda</b><br/><b>E(O)RROR E ARCHITETTURA</b><br/>a cura di Maurizio Oddo</p> <p>44 Presentazione XVII ciclo di Dottorato<br/>Architettura dei Sistemi per la Mobilità</p> <p>47 Presentazione XVII ciclo di Dottorato<br/>Tecnologia e Management delle Infrastrutture Aeronautiche</p> |
|---|---|



# Composizione grafica di PhD Kore Review

## Una ricerca in evoluzione

a cura di Alice Albanese

*“Comporre significa mettere insieme varie cose per farne una sola. Ma diverse cose possono diventare, tutte insieme, una sola perché tra le componenti si stabilisce una relazione, dove esse si influenzano reciprocamente, stabilendo una sintesi, attraverso un interno rapporto dialettico”*

**Ernesto Nathan Rogers**

Da mesi ormai ci interroghiamo su quello che PhD Kore Review rappresenta come oggetto.

Lo spazio fisico destinato alla comunicazione per le ricerche scientifiche di Architetti, Ingegneri e non solo.

Uno spazio che coglie l'occasione del suo essere oggetto per offrire alle ricerche scientifiche un'opportunità di relazione, dove diventare un unicum, dove stabilire una sintesi comunicativa.

La composizione grafica è design, progetto; il progetto è ricerca. La sintesi è interpretazione. Lasciare al lettore la possibilità di costruire una sintesi a partire dall'offerta aseptica del materiale scientifico prodotto dai ricercatori? Oppure offrire un percorso di lettura come occasione ulteriore per la sperimentazione?

Abbiamo deciso di mettere al servizio di tutti i ricercatori, che offrono il proprio impegno in questo spazio collettivo, il lavoro di ricerca grafica offerto dai giovani architetti dottorandi di questa Facoltà.

Siamo partiti dalla storia, per poter attraversare le esigenze comunicative del presente.

Abbiamo guardato a Gae Aulenti, a cui va il nostro omaggio, architetto illuminato che ha saputo fondere il sapere culturale con l'attenzione alla grafica al design e all'architettura.

Abbiamo visto nel progetto, dell'oggetto rivista non un momento per dare spazio al bello, ma un mezzo per una comunicazione efficace. Nella convinzione che qualsiasi cosa abbia un fine non sia da attribuirsi alla sfera dell'arte (Adolf Loos) abbiamo deciso di occuparci della grafica con approccio scientifico e non artistico.

A volte timidamente, come nel caso della copertina n.2, dove il colore unico di sfondo era il frutto dell'accostamento dei titoli delle nostre ricerche; a volte più coraggiosamente, come nel caso della copertina n.3, dove si è voluto provocatoriamente “imballare” la copertina “etichettandola” come sostenibile in opposizione ad un utilizzo a volte improprio del termine; a volte abbiamo voluto far parlare l'arte, come nella copertina di questo numero.

Vi riproponiamo (a sinistra) le quattro copertine che hanno accompagnato la ricerca in questi anni e che rappresentano per noi solo il punto di partenza di questo ambizioso percorso.

For several months we wonder about what is the object PhD Kore Review

Physical space for the communication to the scientific research of architects, engineers and others.

A space that takes the opportunity of his being object, to offer an opportunity for scientific research report, which become unique, where to establish a synthesis of communication.

Graphics is design, project, and the project is research. The synthesis is interpretation. Leave the reader free to build a synthesis offering aseptically scientific material produced by researchers? Or offer a path to reading as an opportunity for further experimentation?

We decided to put at the service of all researchers who offer their collective efforts in this area, the research graphics offered by the young architects PhD student of this faculty. We started from the history to cross the communication needs of the present.

We have referred to Gae which is our tribute to the great architect has combined the cultural knowledge with attention to graphic design and architecture. We have seen in the design of the object-magazine is not a time to make room for beauty, but a means of effective communication. In the belief that everything has an aim is not to be attributed to the sphere of art (Adolf Loos) we decided to take care of the graphics with a scientific approach and not artistic.

Sometimes timidly, as in the case of the cover 2 where the unique color of background was the result of the combination of the titles of our research, sometimes more courageously, as in the case of the cover 3 where it is wanted provocatively “pack “cover” labeling it “as sustainable in contrast with a sometimes improper use of the word sometimes we wanted to talk art, like the cover of this issue. We propose you (to the left) the four covers that have accompanied the research in recent years and are for us only the starting point of this ambitious path.



# Editoriale a cura di Maurizio Oddo

Tutti chiamano esperienza i propri errori  
Oscar Wilde

*Sorry, I've send an invitation by mistake.* Scusami, per errore ti ho spedito un invito, recita un messaggio inviati da K. Frampton, Columbia University, 30 luglio 2012. L'idea, non certo per errore, parte da qui.

*Se si chiude la porta all'errore, come farà la verità a entrare?* - chiede provocatoriamente Rabindranath Tagore. A dire errore si fa presto ma, appena sillabato, esso suscita provocatoriamente altri interrogativi, richiedendo alternative e risposte nella certezza di una violazione della norma. Un tema tanto intrigante quanto difficile da affrontare; una specie di flusso oceanico dove perdersi continuamente andando incontro all'azzardo nel tentativo di trovare risposte originali.

I dubbi posti dall'errore sono sempre troppi. Non potendo essere certi di non sbagliare, ci troviamo di fronte al problema dell'errore che riguarda la conoscenza del mondo esterno; per affrontarlo, è necessario volgere lo sguardo anche verso l'interno - conosci te stesso, superando l'errore, è la raccomandazione attribuita a Socrate e a Talete ritenuto, quest'ultimo, padre della filosofia - spingendoci oltre, accettando il disordine causato dall'errore, le mescolanze e la variabilità della fantasia. Spesso dobbiamo intuire alla cieca dove l'errore ci porta, magari superando le difficoltà iniziali a patto di non avere fretta e di accogliere il senso oggettivo degli accadimenti.

Dalla sfera umana al mondo delle macchine, gli errori servono anche a misurare la qualità tecnologica e, di conseguenza, a misurare il percorso della civiltà. Che significa? La tecnologia, ogni volta che risolve un problema ne crea di nuovi, molto più numerosi; un vero e proprio sistema per moltiplicare le possibilità di errore e fare avanzare la ricerca e il livello di civiltà.

Un famoso metodo, caro agli antichi greci, era la *reductio ad absurdum*. Per dimostrare la verità di qualcosa, assumiamo innanzitutto che sia falsa, e procedendo da quell'assunto, deduciamo un'affermazione contraddittoria (per esempio  $2=1$ ). Da ciò, possiamo concludere che il nostro assunto originale deve essere errato. Questo ragionamento si basa sulla presunzione che, a partire dall'errore, un enunciato debba essere o vero o falso.

Esiste un antico racconto, forse apocrifo, del modo in cui Pitagora, per errore, scoprì il legame fra numero e armonia. Una volta, stava riflettendo sulla musica, ragionando sulla possibilità di ideare qualche aiuto strumentale al senso dell'udito, per rendere sistematiche le sue operazioni, proprio come la vista e' resa precisa dal compasso e dal regolo; mentre pensava a queste cose, gli capitò di passare accanto alla bottega di un calderaio, dove sentì i martelli battere un pezzo di ferro su un'incudine, producendo suoni che, per errore e senza alcuna regola o canone, armonizzavano tutti fra loro. Entrato nella bottega, scoprì che gli intervalli musicali prodotti dai martelli erano proporzionali al rapporto dei loro pesi. L'unione pitagorica fra musica e matematica venne poi ripresa da Platone e, insieme alla descrizione matematica dei movimenti dei corpi celesti, divenne la base di un quadro cosmologico nel quale le armonie della musica, la matematica e i movimenti degli astri erano inestricabilmente legati. L'antica credenza di un cosmo composto di sfere era ancora fiorente in epoca elisabettiana. Essa è esposta con grande efficacia da Shakespeare nel *Mercante di Venezia*. Avvicinandosi alla casa di Porzia, Lorenzo descrive a Lancillotto l'armonia celeste; il nostro errare e essere sordi a questa armonia è una conseguenza della nostra mortalità.

Cambiano i temi, accomunando tutto e tutti, l'importanza riconosciuta all'errore permane; gli svariati campi del sapere, le teorie singolari, i linguisti, gli ingegneri, gli astronomi, i fisici, gli artisti, i trasmettitori del pensiero, gli architetti, i fotografi, i cineasti, i poeti, gli inventori, i profeti, i visionari, i politici, i letterati e i quadratori del cerchio non rinunciano all'errore.

*Errare humanum est perseverare autem diabolicum*, recita il celeberrimo adagio scolastico che ha contribuito, non poco, all'insuccesso degli errori; quest'ultimi, però, parafrasando Salvador Dalí, continuano a mantenere il loro duraturo e incancellabile carattere di sacralità. Ogni errore, infatti, non è che un mezzo, subordinato allo scopo che aiuta a ottenere. Esso, nell'incertezza, può anche condurre verso l'orrido e il fantastico, magistralmente tracciati da Jurgis Baltrušaitis (Cfr., J. Baltrušaitis, *Anamorfoosi o Thaumaturgus opticus*, Adelphi, Milano 1978; Id., *Il Medioevo fantastico. Antichità ed esotismi nell'arte gotica*, Adelphi, Milano 1993), e può, addirittura, assegnare vantaggio: *così mi trovo in amorosa erranza*, scrive Dante Alighieri, successivamente celebrato da Giosuè Carducci: *Dante errava pensoso peregrin la selva fiera*. Se il *sacro orrore* testimonia, in taluni casi, la venerazione di un luogo architettonico, la trasgressione della regola, dall'errore conduce al capriccio - *Los Caprichos* di Goya o le grottesche *Teste Composte* di Arcimboldi - all'opera estrosa di architettura, bizzarra, fantastica fino al mostruoso, sottratta all'imitazione naturalistica e alle leggi compositive rigorose, verso la licenza poetica dell'errore voluto, destinato a rendere la composizione più incisiva.

Per Wittgenstein bisogna addirittura partire dall'errore e arrivare alla verità trasformandolo in ciò che è vero; in altre parole, l'inizio del processo conoscitivo parte dall'errore perchè connesso all'uomo; non è esterno, non è superficiale ma intimamente connesso. L'errore, quindi, è dentro il soggetto; di conseguenza, il processo conoscitivo non è una mera operazione intellettuale ma è un processo di trasformazione della personalità che coinvolge l'errore. Per il celebre filosofo austriaco, non bisogna isolare il momento conoscitivo e intellettuale dal problema dell'errore che è un processo più complesso; non si tratta, infatti, di un mero errore di calcolo o teoretico ma è la condizione prima della personalità. Le uniche questioni di cui avere paura sono i pregiudizi e l'ignoranza, non certo l'errore.

Pur ritenendo difficile una univoca definizione preliminare di errore tenderemo, forti degli assunti wittgensteiniani, di descriverlo in termini logici, osservandolo dal di fuori, rischiando di ritrovarci al punto di partenza, scompaginando e ricomponendo azioni nella forma di regole che cambiano se stesse, o nell'assenza di regole che generano disegni infiniti nella trama imprevedibile ma obbligata tessuta dall'errore: da una parte, l'errore inteso come *mistake* il cui senso è mettere le cose fuori posto; contro questo errore, rimettiamo le cose a posto; dall'altra, gli errori che non sono provocati da limitazione intellettuale ma da sollecitazioni dell'animo, da un interesse o da una passione come il *lapsus* di Freud. In entrambi i casi, però, conoscere l'errore indica una disposizione dell'animo a orientare l'intelletto come già avvertiva Immanuel Kant.

Errori, infine, provocati dalla ignoranza e da una incalcolabile superficialità come di recente, con grande perizia, ha mostrato Umberto Eco nella sua "Bustina di Minerva" intitolata *Errata scorige: da tempo immemorabile - scrive il celebre semiologo - salto sulla sedia ogni qual volta leggo su giornali e riviste inaccettabili svarioni: può per esempio un quotidiano, come è avvenuto più di una volta, scrivere nella pagina culturale "Beaudelaire" invece di Baudelaire? La mia generazione imparava dai giornali come si scrivevano certe parole, e imparava dallo speaker del giornale radio (e mi scuso se non faccio trascrizioni fonetiche come si dovrebbe ma vado giù alla buona tanto per farmi capire) che si diceva "Cièrcil" e non "Scerscill" - come leggevano i nostri maggiori, che pronunciavano tutti i nomi stranieri come se fossero francese. E invece i giornali scrivono oggi "suspence" invece di "suspense" e radio e televisione ci abitua a dire "sàspens" (o addirittura "süspsans" alla francese) invece di "suspéns"; per non dire dell'orrido "manàgment" che appare spesso anche sulle bocche di un manager. Persone amiche mi segnalano (detto in tv) un Descartes con la "s" ben evidenziata, ed è peraltro memoria storica il caso dell'annunciatrice che, credendola espressione inglese, ha pronunciato "sine die" come "sain dai". Ho pertanto consigliato ad "Alfabeta" di raccogliere dai suoi redattori e dai suoi lettori segnalazioni di tutti i casi del genere e aprire una rubrica, che volgarmente intitolerei "Errata scorige". Vedremo. Per quali ragioni giornali e radio-televisioni svirgolano così? Ammettiamo pure casi di crassa ignoranza o di lapsus fatale (chi tra noi che scriviamo non ne ha mai commesso alzi la mano), ma almeno sulla carta stampata esisteva una volta il *proto*, che verso la chiusura del giornale con estrema pignoleria rileggeva ogni articolo, ogni titolo, e era di solito persona dal sicuro mestiere che sapeva tutto, e Dio sa come faceva. La *delineatio* di una officina tipografica, incisa in apertura della *Orthotypographia* (Lipsia 1608) di Hieronymus Hornschuch, insieme ai torchi e gli operai che stendono a asciugare i fogli già stampati, mostra il compositore e dietro di lui, seduti a un tavolo, tre uomini intenti a scrivere e a discutere; sono i correttori ai quali spettavano compiti che andavano oltre al semplice correggere le bozze - preparare il testo per la stampa, a partire spesso dall'incomprensibile copia composta dall'autore, eliminando gli errori e normalizzando dal punto di vista grammaticale: *quei che correggono è come impossibile che possano in una volta sola vedere e correggere tutti gli errori che in gran copia ne sono spesso nelle stampe che si danno a correggere essendo questo pessimo uso fra gli stampatori che una sola volta danno a correggere la stampa da questi errori* (Cfr., A. T. Grafton, *Humanists with inky fingers. The Culture of Correction in Renaissance Europe*, Leo S. Olschki, Firenze 2012).*

Ma oggi che un quotidiano ha sessanta e più pagine questo controllo non è più possibile e inoltre l'articolo arriva già formattato dall'autore e non occorre più controllare gli errori del compositore tipografo; ma con questo non si controllano gli errori del giornalista.

Ma cosa accade con le macchine?

A differenza della mente umana, che vede solo se stessa e può sbagliare, nel campo più squisitamente tecnologico, le macchine dotate di intelligenza artificiale possiedono in memoria milioni di situazioni analoghe, offrendo, ma solo apparentemente, basse percentuali di errore. Primato indiscusso della mente artificiale? Certamente no.

Curando questo numero di Phd, uno degli obiettivi che mi sono prefisso è spingere il lettore a affrontare questa "presunta" contraddizione, talvolta trascurata, tra ciò che è corretto e ciò che è sbagliato, capovolgendola – come è avvenuto in molti casi noti della storia – smontandola, "navigandoci dentro" in modo da allenare nuove capacità di scandaglio oltre il precipizio, forse invalicabile, tra il formalizzato e il non formalizzato, tra il vero e il falso, tra elasticità e intransigenza. Un editoriale inevitabilmente incompleto ma esemplificativo di quanto oggi e nei secoli passati l'uomo abbia fatto e detto per dare ragione o torto agli errori di tutti i tempi e di tutti i paesi.

Il tema dell'errore è trattato già dalla copertina, sapientemente scelta da Alice Albanese, con un'opera significativa di Jean-Michel Basquiat, l'artista *writer* per antonomasia la cui ricerca coincide con la propaganda di idee ermetiche, rivoluzionarie, a volte apparentemente insensate e sempre indirizzate a sottolineare gli errori comuni: messaggi senza punteggiatura, brani ripresi dai quotidiani, trascrizioni cariche di errori grammaticali e lessicali, artisticamente cancellati, slogans e onomatopee come nelle opere futuriste di Marinetti che alla trascrizione di suoni aggiunge calibrati effetti grafici. Come Andy Warhol, Basquiat realizza un vero e proprio *readymade* letterario, ponendo al centro l'errore, segnato dall'inserimento di fonti inaspettate, pur sempre controllate dal progetto d'artista, il grande manipolatore che fa dell'opera la base d'ascolto nella trasgressione continua della norma.

D'altro canto, se l'errore è l'allontanamento, figurato e non, da un canone, da un percorso considerato come giusto ma soltanto pregiudizialmente (anche se sopraggiungono le prove che quel che sappiamo è sbagliato, la nostra mente tende a difendere l'errore, specie se universalmente condiviso), il contrario di errore è strettamente legato al concetto di regolarità ovvero, come restituito dal dizionario, *conformità alle regole o a un regolamento, legittimità, correttezza; la condizione e la qualità di ciò che è regolare* (Cfr. voce *Regolarità*, *Il vocabolario della lingua italiana Treccani*, 2010). Errore, quindi, inteso come ciò che non è conforme alla norma, alla canonicità – soprattutto in campo specificatamente architettonico – alla conformità, alla regola fondamentale, al precetto; contro l'ortodossia. A ben vedere, cioè, assegnati una norma, una regola, una legge, una responsabilità, una rotta, un percorso, una meta, l'errore che li viola genera una storia, una nuova scoperta, un nuovo e inedito risultato.

Come si vedrà a breve, negli scritti che seguono e attraverso i diversi contributi dei Dottorandi della Facoltà di Ingegneria e Architettura, qui pubblicati, sbagliare diventa una scelta che presuppone sempre una temporalità come già ammoniva Leonardo da Vinci: *per giudicare l'opera propria bisogna riguardarla dopo lungo intervallo; così lo studio su una medesima materia, fatto con lunghi intervalli di tempo, il giudizio s'è fatto più perfetto, e meglio giudica il suo errore* (Leonardo da Vinci, *I pensieri*, f. 29, 1472).

Ingegneri da un lato, architetti dall'altro; errore assoluto e errore relativo per gli uni; errore come eccezione e contraddizione voluta per gli altri. La complessità posta dall'errore dimostra l'impossibilità di una base certa di partenza, di cose rigide e elementari che, però, ci sono e ci devono essere per evitare regressi all'infinito: ogni regola, per essere applicata, ha bisogno di una regola che spieghi come si applica e questa a sua volta va sperimentata attraverso l'errore, *per errori successivi*. In altre parole, come ha spiegato Henri Bergson, *si usa l'errore per affermare la regola*; esso rivela significati nascosti (Henry Bergson, *Saggio sui dati immediati della coscienza*, in *Id., Opere 1889-1896*, Ed. Italiana, Mondadori, Milano 1986). Eppure, noi nutriamo una (in)naturale e ingiustificata avversione nei confronti dell'errore. Al contrario, una persona saggia dovrebbe diffidare da ciò che appare o è esatto (L. Bürgin, *Gli errori della scienza*, Bompiani, Milano 2002).

Come è possibile che la scienza, terreno dell'oggettività e dell'indipendenza di giudizio per definizione, soffra il dogmatismo e la faziosità? Il computer consente rischio zero ma solo in apparenza. Rischio zero. Senza la sua guida, ci sentiamo persi. Impossibile farne a meno al pari dell'errore, come potrebbe recitare uno spot accompagnato dalle note della celebre canzone di Paolo Conte, **Un vecchio errore**: un vecchio errore vuole inseguirmi e incatenarmi e trascinarli lì davanti a ogni specchio; un vecchio errore pagato caro, un gesto avaro, avevo il cuore duro allora ero più giovane niente di niente spiega alla gente cosa vuol dire, cosa vuol dire amare l'amore, senza mai fare neanche un errore. Impossibile!

*Gli errori sono allegri, la verità è infernale*, scrive Albert Camus. È vero. I primi, infatti, fanno crescere vorticosamente le nostre conoscenze facendo diventare la fallibilità norma e non l'eccezione. Considerato che la nostra educazione, quella corrente, induce a giudicare male l'errore e cattivo chi sbaglia, è necessario smettere di considerare l'errore come un problema morale.

*Per quale ragione* – si chiede Cesare Garboli – *Pinocchio ci appare sempre di più come un capolavoro?* In ogni fiaba, è vero, si nasconde una foresta di simboli come avviene nel libro di Collodi, contraddistinto da una grande facilità inventiva: la freschezza del letterario guida lo scrittore senza che egli sappia con precisione – come spesso accade in campo architettonico – quale «figura» si stia disegnando sul foglio. Collodi avvia il racconto, spinto da un'idea semplicissima: l'idea che dappertutto, per errore, anche in un pezzo di legno, abiti e risieda la vita. È una trovata che si accorda genialmente col sentimento infantile, fatto di meraviglia «mistica» e di errori. Appena intagliato, il naso del burattino cresce a dismisura, pur puro istinto di vitalità e immerso nella propria contraddizione offrendoci, di fatto, un racconto eternamente dialettico, diviso senza possibilità di soluzione tra l'universo del piacere e il principio della realtà: una costituzionale contrapposizione fra gli errori del burattino e la sua tardiva redenzione (Cfr., C. Garboli, *Storie di seduzione*, Einaudi, Torino 2005). È, dunque, un errore avvicinarsi a *Pinocchio* – una marionetta come le altre, ma animata di vita propria – come a un insieme compatto senza considerarne la complessa progressione caratterizzata da errori evidenti e voluti.

Dalla letteratura, dall'arte alla vita, l'uomo è esposto all'errore contro una presunta geografia della regola che lo allontana dal centro: proprio per questo deve prendere le distanze da se stesso e dal mondo. *La vie humaine est impossible*; l'uomo è intriso di contraddizioni e, essendo contraddittorio, è aperto alla possibilità delle possibilità, alla verità in quanto opposizione tra vero e falso; in ragione di questo, egli è soggetto all'errore. Già Tolstoj aveva posto l'accento su questo dilemma – conoscenza e errore – accusando la scienza di studiare tutto. Una frase di Einstein può venirci incontro: la nostra epoca si caratterizza per la perfezione dei suoi strumenti e per la confusione dei suoi scopi. Analogamente al celebre scrittore e filosofo russo, per lui, neppure l'umanità può occuparsi di tutto e cedere all'errore, tentando di andare contemporaneamente in cento direzioni diverse, rispettando l'esigenza di una gerarchia di valori culturali su cui, a tutt'oggi, non ci siamo ancora messi d'accordo.

La validità del Teorema di Gödel, composto da codici arbitrari e da livelli alti di interpretazione, è ancora presente nonostante sia passato quasi un secolo dalla sua ideazione: la fine del sogno leibniziano, poi tardo ottocentesco, di catturare tutta la conoscenza umana in un linguaggio universale, un insieme fissato di simboli così aderente alla struttura del reale da potere essere usato per scoprire la verità; di fatto, la sua rigida sintassi sarebbe stata garanzia di salvaguardia dall'errore ritenuto, dalla matematica pura alla realtà fisica e biologica, non dimostrabile.

Riferendoci all'impossibile impresa di Galileo Galilei – fare convivere scienza e fede sotto il segno della libertà: rendere sempre più plausibile il copernicanesimo eliminando non poche obiezioni e fornire una dimostrazione della sua verità contro gli errori dell'epoca – la morale della storia rimane quella di Oscar Wilde: *chi dice la verità, prima o poi viene scoperto*. A nostro avviso, però, non è tanto questione di scienza e fede o di assolutezza della verità scientifica, quanto di diritto politico all'errore anche da parte dei grandi scienziati. Da Galileo in poi, la scienza considera l'errore quale unico strumento di ricerca della verità, operando *per tentativi e errore*. Non sappiamo, infatti, com'è il mondo davvero ma solo come ci appare. E tale apparenza viaggia nell'errore: nessun dispositivo cerebrale permette di distinguere l'allucinazione dalla percezione, il sogno dalla veglia, l'immaginario dal reale, il soggettivo dall'oggettivo. Per Edgar Morin, uno dei più importanti filosofi e sociologi francesi, noto per il suo originale approccio transdisciplinare, *è meglio una testa ben fatta che una testa ben piena*. Egli distingue tra *una testa ben piena*, nella quale il sapere è accumulato e non dispone del principio di organizzazione che gli dia senso, e *una testa ben fatta* che, al contrario, comporta il principio di selezione dell'errore e un'attitudine generale a porre e a trattare i problemi, collegando i saperi e assegnando loro un senso più generale. Secondo Morin, quest'ultima, mettendo fine alla separazione tra le due culture, consentirebbe di rispondere alle formidabili sfide della globalità e della complessità nella vita quotidiana, sociale, politica, nazionale e mondiale. *In primis*, l'umanizzazione delle città e la lotta alla desertificazione delle campagne (E. Morin, *Il Gioco della Verità e dell'Errore*, Erickson Editore, Trento 2009; *Id., La testa ben fatta. Riforma dell'insegnamento e riforma del pensiero*, Cortina Raffaello Edizioni, Milano 2000).

Allora, se è vero, come lo è, che l'errore implica tutto e il contrario di tutto, per il campo di senso della costruzione di prassi tecnologiche e di teorie artistiche e di pensiero – architettura compresa – storiche e filosofiche si rende necessario accettare il principio di non contraddizione: *come Livio scrive che non erra*, annota Dante.

I filosofi ambiscono alla coerenza, fornendo motivazioni per il loro argomentare; la filosofia, infatti, è una forma d'Illuminismo democratica che non si limita a contemplare meramente la verità ma propone o confuta principi e teorie, rischiando volutamente di infrangersi con l'errore. Il principio di non contraddizione, ridimensionato dalle teorie einsteiniane, non regna più sul tutto: in primo luogo, perché non c'è qualcosa come *il tutto* e, in secondo luogo, perché esistono i "maledetti" e contraddittori errori. Non solo. Anche la *teoria ingenua* degli insiemi è contraddittoria; gli esseri umani, secondo Bertrand Russell, si contraddicono di continuo, commettendo errori, talvolta senza nemmeno rendersene conto.

Come suggerisce Gianni Rodari, è necessario convincersi che *gli errori non stanno nelle parole, ma nelle cose ed è necessario soprattutto correggere il mondo*.

Ci riusciremo veramente? *Ammirò la facilità con cui aveva creato nella mente razionale del droghiere una piccola zona di errore. Fin allora, aveva pensato che il linguaggio doveva enunciare la verità e il silenzio nasconderla, mica delle zone di errore che formerebbero, ma delle zone di turbamento dove l'illusione potrebbe restare in sospenso fino alla fine di una vita* (Raymond Queneau, *La domenica della vita*, Einaudi, Torino 2009).

Anche nella vita, la realtà è parzialmente contraddittoria; per questo ci si sforza, attraverso la correzione (impossibile) dell'errore di eliminare le contraddizioni, come nella *Biblioteca di Babele* di Borges dove «a rigore, basterebbe un solo volume, di formato comune, composto d'un numero infinito di fogli infinitamente sottili»: lo spazio infinito di una biblioteca immaginaria che raccoglie disordinatamente tutti i libri con sequenze di caratteri senza ordine, in tutte le possibili combinazioni (J. L. Borges, *La biblioteca di Babele*, in Id., *Finzioni*, Einaudi 2006, pag.78; titolo originale, *La biblioteca de Babel*, 1944). Senza dimenticare che il celebre poeta argentino avrebbe voluto che i suoi libri conservassero tutti gli errori di battitura della dattilografia, come testimonianza di apertura a altri significati o al nonsenso.

Esistono infiniti campi di senso e infinite forme dell'errore. L'errore, inquadrando il tema, e l'azione dell'*errare*, si dicono in molti modi. *Errabondo*, che vaga instancabilmente e senza una meta; *errante*, che si sposta ora in una direzione ora in un'altra, senza un palese punto di riferimento; *errante*, vagante, incerto, smarrito: *ove l'errante fantasia mi porta*, recita Ugo Foscolo; *errante*, che abbandona la verità e la virtù e vive nell'errore. In letteratura, chi infrange la regola è condannato a errare. Ma non solo. L'errore mostra la sua ineludibile contingenza; l'uomo è, dunque, l'essere errante alla ricerca di una impossibile via certa, costretto a tentare ogni possibile percorso per rintracciare quello più affidabile e sicuro e per questo soggetto all'errore, ma proprio per questo capace di aprirsi vie alternative. *Erratico*, che muta di continuo luogo e direzione, vagabondo randagio, soggetto a variazioni frequenti e imprevedibili. In letteratura, peregrinazione penosa: gli errori di Ulisse; percorso incerto. Odisseo ha come meta un'isola, la sua, ma gli tocca raggiungerne tante altre, perchè prima ha sbagliato lui, poi i suoi compagni. Il personaggio omerico e il suo equipaggio hanno avuto in dono il vento giusto, da Eolo, per tornare a Itaca, ma la voglia di sapere spinge i compagni dell'eroe a aprire l'otre in cui sono chiusi gli altri venti, quelli sbagliati: *Lieto del vento, distese le vele Odisseo luminoso. Così col timone drizzava il cammino sapientemente, seduto: mai sonno sugli occhi cadeva, fissi alle Pleiadi, fissi a Boote che tardi tramonta, e all'Orsa, che chiamano pure col nome di Carro, e sempre si gira a Orioné guarda paurosa, e sola non ha parte ai lavacri d'Oceano* (Omero, *Odissea*, libro V, 269-275; trad. it. Di Rosa Calzecchi Onesti, Einaudi, Torino 1972). La dritta via è nuovamente smarrita e Omero, a partire dall'errore, ha una nuova storia da raccontare come accade nella contemporanea letteratura errante di viaggio; si pensi a Chatwin (Cfr., Bruce Chatwin, *Sentieri tortuosi*, Adelphi, Milano 1998) e all'*Ulisse* di Joyce, impegnato in una rinnovata peregrinazione epica ambientata a Dublino piuttosto che da un punto all'altro del Mediterraneo; Leopold Bloom, il nuovo Ulisse, è l'uomo medio, moderno, che continuamente fa i conti con gli errori commessi nel rapporto, richiamato da Socrate, tra il dentro e il fuori nell'individuo contemporaneo. È il liberatorio disordine della vita, rispetto alle regole trasgredite dall'errore, perchè le percezioni esterne e quelle interne si mescolano, concedendo all'individuo moderno molti momenti d'un pensiero non condizionato (J. Joyce, *Ulisse*, Mondadori, Milano 1989, trad. it. G. De Angelis; ed. Orig., *Ulysses*, 1922).

Dal caos degli errori, come mostrano le numerose mutazioni registrate dall'evoluzione naturale, scaturisce il mondo; a fronte dell'errore, infatti, l'uomo costruisce reti per aggrapparvisi e renderlo abitabile.

*Gli errori* – scrive Gianni Rodari, nella prefazione al suo libro, *Il libro degli errori*, del 1964 – sono necessari, utili come il pane e spesso anche belli: per esempio, la torre di Pisa. Deformando e sovrapponendo parole, attraverso l'errore sia di natura ortografica, sia di natura fonetica, egli mescola fonemi creando rime bizzarre, volutamente cariche di errori che diventano non solo uno strumento comunicativo e costruttivo ma persino un mezzo attraverso cui attribuire valore e essenza alle cose. Raccontando l'ideazione del libro, Rodari commenta se stesso: *per molti anni mi sono occupato di errori di ortografia: prima da scolaro, poi da maestro, poi da fabbricante di giocattoli. Talune di quelle filastrocche, per l'appunto dedicate agli accenti sbagliati, ai "quori" malati, alle "zeta" abbandonate, sono state accolte perfino nelle grammatiche*. Questo vuol dire, dopotutto, che l'idea di giocare con gli errori non è del tutto eretica. Gli errori sono dovuti; alcuni sono visibili a occhio nudo, altri nascosti. Non tutti sono errori infantili, e questo risponde assolutamente al vero.

*Gli errori in rosso* e *gli errori in blu* dello scrittore di Omegna mostrano l'affascinante complessità del mondo. Agli errori, però, corrisponde sempre una magistrale grammatica della fantasia in modo da consentire a tutti il pieno possesso delle azioni. Allo stesso modo, in chiave artistica, i maggiori esponenti del Surrealismo, interessati non poco, ai temi dell'errore - dalla pittura alla fotografia, all'architettura - mostrano come le loro sperimentazioni, legate agli stessi temi, possano risultare utili strumenti per evocare altre realtà, magari per conoscerle meglio. Anche attraverso l'uso del vecchio vocabolario cartaceo, strumento insostituibile per avviare agli errori o, se il caso, per amplificarli.

Ma torniamo all'errore di partenza – all'errare nell'orrore dell'errore – e alla sua etimologia, ai suoi possibili sinonimi, lasciando da parte i contrari di errore. In ogni modo, nell'incertezza e nella casualità dell'azione, essi mostrano una possibile progettualità; lo stimolo verso la ricerca. L'errore è una "condizione olimpica" – *Soltanto l'errore è vita*, scrive Friedrich Schiller – al di sopra del bene e del male, lontana da un modo di pensare che tendenzialmente tutti rispettano.

*Errare*, spostarsi senza direzione o meta certa; *sviarsi*, errare dal sentiero della rettitudine. *Errare*, sbagliare in ciò che si crede o si afferma: *ecco il giudizio uman come spesso erra!* (Ariosto).

L'uomo, a ben vedere, deve apprendere e andare a tentoni, tentare e errare, cominciando a interrogare il mondo attraverso gli enunciati d'osservazione, tenendo presente che ogni regola tende a essere sostituita da uno dei suoi errori.

*Errato*, non corrispondente al vero o al giusto: idee, informazioni, forme errate. *Erroneità*, assoluta mancanza di adeguatezza sul piano della verità logica. *Erroneo*, assolutamente inadeguato sul piano della verità logica; cambio di identità come avviene ne *La commedia degli errori* (*The Comedy of Errors*, 1590) di William Shakespeare, composta, in aggiunta ai giochi di parole e alle paronomasie, sugli errori dovuti allo scambio d'identità dei protagonisti: due coppie di gemelli identici separati dalla nascita, Antifolo di Siracusa e il suo servo, Dromio di Siracusa, e Antifolo di Efeso e il suo servo, Dromio di Efeso.

L'errore è anche l'abbandono della verità (logica o etica), della convenienza, provocato da un fraintendimento o travisamento di valori: cadere in errore; deviazione morale, colpa; falsa credenza in materia di fede o di giudizio: vivere nell'errore. Infrazione nei confronti di una regola o di una consuetudine: un errore di grammatica, di linguaggio architettonico, sommarariamente assunto come licenza poetica!

*Errore*, sbaglio, sproposito: una versione zeppa di errori. Azione inopportuna e svantaggiosa.

In metrologia, *errore di osservazione* o di misura o sperimentale: la differenza fra il valore vero della grandezza e quello misurato, di solito presente in valore assoluto, mai nota esattamente, ma valutabile in parte dagli scarti fra più misure ripetute e in parte da una stima effettuata a priori; *errore relativo*, in contrapposizione al precedente, detto *assoluto*, il rapporto fra l'errore e il valore della grandezza. *Errore sistematico*, che si ripete ugualmente in ogni misurazione perchè dovuto – in campo specificatamente architettonico, *VOLUTO*, come si vedrà in seguito – a un difetto dello strumento o del metodo; *errore accidentale o casuale* – spesso, ahimè, involontariamente presente in architettura – dovuto alla sovrapposizione di tante piccole cause; *errore probabile*, tale che sono uguali le probabilità di avere un errore maggiore o minore di esso.

Come probabili sono i nostri errori. Facciamo le stesse cose ogni giorno. Tutti i giorni della nostra vita. Cambiamo poche cose, molti sono gli errori. Piccole distrazioni che, a loro volta, diventano abitudini radicate e fonti di nuovi e inaspettati errori. Le cose mutano, lentamente, talvolta insensibilmente come quando arriva la morte di cui non abbiamo coscienza; per errore, la sua percezione diventa insopportabilmente lenta. Se dovessimo assegnare una forma geometrica alla vita, potremmo affermare che la vita è un quadrato, con quattro lati tutti uguali all'interno dei quali potere muoversi. Fuori dal quadrato, le cose che non abbiamo mai posseduto.

Ma dov'è l'errore?

### **Gli errori possono essere corretti (?)**

In una accorata lettera aperta, pubblicata sul «New Yorker» e indirizzata a Wikipedia, Philip Roth si scaglia contro la nota enciclopedia online. *Non mi lascia correggere gli errori* – denuncia lo scrittore statunitense – *avrei voluto modificare una voce ma per loro non sono credibile. Di recente ho letto un grave errore che avrei voluto vedere corretto: un errore entrato in Wikipedia non dal mondo della verità ma dal bla bla del pettegolezzo letterario. E che non ha alcun fondo di verità*. Philip Roth contesta la voce dedicata dall'enciclopedia libera al suo romanzo *La Macchia Umana* e, soprattutto, il fatto che quando lui ha cercato di correggerla si è sentito rispondere picche dagli amministratori del sito: *sappiamo che l'autore è la massima autorità sul suo lavoro, ma le nostre regole richiedono il conforto di "fonti secondarie"*. Paradosso dei paradossi? Ma gli errori possono essere corretti? E perchè?

Per quindici anni, dal 1985 al 2000, Garry Kasparov, un sovietico azeri di madre armena e padre ebreo, ha dominato gli scacchi dell'era della globalizzazione battendo tutti i records: campione mondiale a ventidue anni, al massimo punteggio Elo (2851). A un certo punto, nel tentativo di superare ogni errore commesso umanamente nel gioco, Kasparov ha sentito il bisogno di passare a avversari non umani, diventando il protagonista di alcune mediatiche sfide col computer, fino alle prime epocali sconfitte di un campione del mondo da parte di una macchina. La perfezione non esiste, secondo Kasparov. Avere successo – sostiene il celebre giocatore multietnico – non significa che siamo riusciti a fare tutto perfettamente ma solo che è stato il nostro avversario a fare l'ultimo errore. Per questo bisogna sempre tornare indietro, per scoprire i probabili errori che abbiamo fatto e evitare di ripeterli. E per scoprirli prima dell'avversario che sicuramente li sta cercando anche lui.

Errori se ne fanno di continuo; reali e di percezione. Lo dimostra magistralmente M. C. Escher con il suo mondo immaginifico, segnato da scale impossibili e trame che si ripetono all'infinito. I suoi disegni, bidimensionali, prendono vita e si muovono erroneamente a quattro

dimensioni (R. Hofstadter Douglas, *Gödel, Escher, Bach. Un'eterna ghirlanda brillante. Una fuga metaforica su menti e macchine nello spirito di Lewis Carroll*, Adelphi, Milano 1990) analogamente alle gerarchie aggrovigliate che compongono il DNA la cui replica conduce, accumulando un errore ogni cento milioni di basi, a mutazioni continue per la nascita di nuove specie.

Errori impossibili ma calcolati sono quelli riprodotti nei quadri di René Magritte: *L'impero delle luci*, tela del 1935, mostra due idee diverse e contraddittorie; la contemporaneità di un paesaggio notturno e di un cielo di giorno sorprende non poco. Per il dadaista Francis Picabia, addirittura *l'arte è il culto dell'errore*. Dietro a questa accettazione dell'errore c'è la convinzione che esso avrebbe portato molto anche alla scienza: sul piano della persona, Freud aveva fondato sulla disamina dei nostri errori un'evidenza dei nostri veri desideri, dei quali i lapsus, le mancanze e le gaffe sarebbero elementi rivelatori.

Una realtà enigmatica, fatta di errori, tra l'onirico e l'immaginazione - giochi linguistici, anagrammi e acronimi come la caccia agli errori della *Settimana Enigmistica* nella doppia lettura tipografica e aritmetica delle formule logiche della letteratura, in bilico tra verità assoluta e calcolo dell'errore: Fu allora che vidi il Pendolo. La sfera, mobile all'estremità di un lungo filo fissato alla volta del coro, descriveva le sue ampie oscillazioni con isocrona maestà. Io sapevo che il periodo era regolato dal rapporto tra la radice quadrata della lunghezza del filo e quel numero  $p$  che, irrazionale alle menti sublunari, per divina ragione lega necessariamente la circonferenza al diametro di tutti i cerchi possibili. Ancora sapevo che sulla verticale del punto di sospensione, alla base, un dispositivo magnetico, comunicando il suo richiamo a un cilindro nascosto nel cuore della sfera, garantiva la costanza del moto, artificio disposto a contrastare le resistenze della materia, ma che non si opponeva alla legge del Pendolo, anzi le permetteva di manifestarsi, perché nel vuoto qualsiasi punto materiale pesante, sospeso all'estremità di un filo inestensibile e senza peso, che non subisse la resistenza dell'aria, e non facesse attrito col suo punto d'appoggio, avrebbe oscillato in modo regolare per l'eternità. Come avrebbe ruotato se il punto fosse stato fissato al sommo della cupola del Tempio di Salomone? Forse i Cavalieri avevano provato anche laggiù. Comunque l'esperienza sarebbe stata perfetta solo al Polo, unico luogo in cui il punto di sospensione sta sul prolungamento dell'asse di rotazione terrestre. Ma non era questa deviazione dalla Legge, che peraltro la Legge prevedeva, non era questa violazione di una misura aurea che rendeva meno mirabile il prodigio. Io sapevo che la terra stava ruotando, e io con essa, e Saint-Martin-des-Champs e tutta Parigi con me, e insieme ruotavamo sotto il Pendolo che in realtà non cambiava mai la direzione del proprio piano. La terra ruotava, ma il luogo ove il filo era ancorato era l'unico punto fisso dell'universo. Dunque non era tanto alla terra che si rivolgeva il mio sguardo, ma lassù, dove si celebrava il mistero dell'immobilità assoluta. E io partecipavo ora di quell'esperienza suprema, io che pure mi muovevo con tutto e col tutto, ma potevo vedere Quello, il Non Movente, la Rocca, la Garanzia, la caligine luminosissima che non è corpo, non ha figura forma peso quantità o qualità, e non vede, non sente, né cade sotto la sensibilità, non è in un luogo, in un tempo o in uno spazio, non è anima, intelligenza, immaginazione, opinione, numero, ordine, misura, sostanza, eternità, non è né tenebra né luce, non è errore e non è verità (Cfr., U. Eco, *Il pendolo di Foucault*, Bompiani, Milano 1988).

Anche se la vita dell'uomo dipende da fenomeni complessi come la produzione giornaliera dei globuli rossi, egli può, in svariati modi, influenzare quel livello inaccessibile che attraverso l'errore, come dimostra il sistema formale della genetica molecolare, è anche il principio della vita. Il DNA - una stringa interpretabile a diversi livelli che contiene il programma per l'attività cellulare e i dati manipolati dagli enzimi - procede per errore. L'intero meccanismo cellulare, con la trascrizione e trasmissione del codice genetico parte, infatti, da un filamento di DNA che indirettamente dirige la sua autoreplicazione come, nel trasposto musicale del *Paesaggio Immaginario n. 4* di John Cage, notoriamente tra i più sperimentali autori di musica colta contemporanea. Come avviene in biologia, la musica crea ordine dal caos, dall'errore; infatti, sottolinea Yehudi Menuhin, il ritmo impone unanimità al divergente; la melodia continuità al disarticolato; l'armonia compatibilità all'incongruo, considerando che il secondo membro dei citati binomi è sempre un derivato dall'errore.

Non c'è arte senza vincoli. Dire che la musica è un'arte significa affermare che obbedisce a delle regole. L'errore o il puro caso rappresentano la totale libertà e la parola creare significa precisamente ribellarsi al caso. Un'arte è esattamente definita dall'insieme di regole che segue. Il ruolo dell'estetica considerata come scienza, è quello di enumerare tali regole e di legarle alle leggi universali della percezione. Ritornando alla composizione di Cage, essa è tra le più radicali in assoluto perché prevede ventiquattro esecutori che, invece di suonare uno strumento, girano ciascuno le manopole di una radio, aumentando o diminuendo il volume e cambiando le stazioni. È estremamente improbabile, se non addirittura impossibile, la ripetizione dello stesso brano senza errori, derivati soprattutto dalla contraddizione tra il messaggio in quanto tale e il caos della sua struttura interna. Se nel pezzo di Cage ci sono pochi elementi a cui appigliarsi, al contrario, in un pezzo di Bach ci sono molti attacchi - strutture, strutture di strutture e così via - che allontanano la ripetizione dell'errore. E così, ciò che emerge è l'idea che non sia possibile affidare una semantica universale alla musica, ma solo una sintassi; estrarre un significato estetico dalla musica potrebbe rappresentare un'esigenza universale legata alle probabilità prospettate dall'errore come analogamente avviene in molte altre espressioni artistiche. Prendiamo in considerazione la fotografia. Immagini distorte e stampe alterate o mosse venivano scartate come erronee dai primi fotografi. Poi, Man Ray e Laszlo Moholy-Nagy si accorsero che potevano esprimere nuovi messaggi e una rinnovata figuratività: quelli che un tempo erano apparsi come errori fotografici diventano lo spunto per una nuova grammatica fotografica (C. Chéroux, *L'errore fotografico. Una breve storia*, Einaudi, Torino 2013).

Commentando la sua messinscena dell'*Anitra selvatica* di Ibsen, Cesare Garboli scriveva: *Come sempre, la genialità di Ronconi è di natura semplice*; un'osservazione curiosa, se applicata a un regista noto e discusso per la complessità dei suoi spettacoli e per l'inventiva imprevedibilità delle sue scelte culturali: l'uso della macchina fotografica diventa lo spunto intorno a cui costruire la regia, destinata a suggerire una riflessione critica sul rapporto tra il medium della continuità - il teatro - e il medium dell'istantaneità - la fotografia - oltre il naturale impeto della vita che scorre tra gli errori. L'elenco degli azzardi ronconiani è lungo; egli ama rischiare e la possibilità dell'errore, da sempre, è parte integrante del suo percorso di ricerca. Basti pensare all'antologia delle sue strabilianti invenzioni per il *Riccardo III* di Shakespeare interpretato, nel 1968, da Vittorio Gassman (Cesare Garboli, *Un'po' prima del piombo*, Sansoni, Milano 1998).

Gli anni Ottanta, a cui si riferisce l'articolo, sono il nostro attuale orizzonte degli eventi, ancora così giovani da bruciare vivi nel ricordo. Oltre si sprofonda in un buco nero: *a guardarli adesso* - scrive Paolo Giordano - *i Novanta non sono altro che una confusione di errori e pessimismo*. È soltanto a partire dall'inizio del terzo millennio che ci strofiniamo gli occhi stravolti per convincerci che sul serio due aerei sono scomparsi non dietro ma dentro le Torri Gemelle e non certo per errore.

Questo scritto, in definitiva, è anche un invito a guardare tutto ciò che di sbagliato c'è intorno a noi e, in un certo senso, a lottare per rendere questo mondo, come suggerisce Gianni Rodari, *un po' migliore*: la nostra vita è una sfida perenne perché ci mette continuamente alla prova con gli errori e noi dobbiamo essere sempre pronti a vincere.

*Errata-corrige*, attinente al linguaggio bibliografico - *correggi questi errori* - locuzione usata per indicare l'elenco degli errori riscontrati in un libro, a stampa ultimata, che si colloca dopo l'indice, talvolta in apposita scheda aggiunta.

Gli errori - riprendendo Salvador D'Alì dell'apertura - hanno quasi sempre un carattere sacro. Non tentare mai di correggerli. Essi aiutano a scoprire la verità. Chi rinuncia alla verità, scarta criticamente l'errore e, confondendosi con esso, si abbandona alle tirannie sofistiche. Al contrario, è necessario aprirsi al dialogo con l'errore; un dialogo in cui la posta in gioco è sempre la verità stessa. Forse si tratterà di una fatica improba, dal punto di vista intellettuale, ma ne vale la pena. La curiosità verso l'errore è come uno strano anello che si chiude sul suo inizio. Del resto, le cose non sono mai tanto semplici. *Prova ne è* - sottolinea John D. Barrow (J. D. Barrow, *L'universo come opera d'arte. La fonte cosmica della creatività umana*, Rizzoli, Milano 1997; ed. Orig., *The artful universe*, Oxford University Press, New York 1995) - *che i matematici custodiscono gelosamente un segreto - il fatto che nemmeno loro sanno che cosa sia la matematica*. Per apprezzare la profondità dell'abisso fra matematica e musica, nonostante le loro somiglianze superficiali e le antiche tradizioni, dobbiamo scrutare più a fondo la straordinaria utilità dell'errore e il modo migliore di interpretarlo anche attraverso la matematica. Gli scienziati sono così profondamente convinti della struttura matematica della Natura che hanno mutato ogni errore in un atto di fede verso la matematica come componente necessaria a descrivere qualunque cosa: dallo spazio interno delle particelle elementari allo spazio esterno delle stelle e delle galassie lontane. Una vasta trama di connessioni logiche risultante dalla manipolazione di tutti gli errori di partenza. Noi inventiamo la matematica; non la scopriamo: una concezione comune soprattutto tra gli studiosi di scienze sociali e gli economisti, sia a causa del loro interesse per le costruzioni sociali artificiali, sia perché essi si dedicano a problemi talmente complicati da rendere necessarie, per affrontarli, molte approssimazioni e idealizzazioni.

Contrariamente a ciò che è avvenuto in passato, non bisogna bloccare il pensiero con il *paradosso del mentitore*, ma lasciarsi trasportare attraverso i meandri intricati dell'errore che contribuisce a allenare l'intelligenza e a sviluppare la vita. Proprio come è accaduto nei giorni del passaggio su New York dell'uragano Sandy: la soluzione degli errori commessi prima ha salvato molte vite umane.

Ma attenti, *Non sibi*, sottolinea con Cicerone. Ovvero non è un monito per il piacere di un singolo ma per ricordare il potere intrinseco dell'errore di fronte ai fatti del mondo.

# La città “antifragile”

## The city “antifragile”

DI ALICE ALBANESE

**Prevedere l'errore, irrobustire la struttura in previsione di possibili scosse, gestire gli sviluppi, pianificare il futuro, questi sono stati gli obiettivi della pianificazione territoriale e della progettazione a scala urbana.**

**Ma se invece di irrobustire, dovessimo semplicemente alleggerire l'intervento umano, il progetto, fino a renderlo flessibile e in certi casi addirittura reversibile? Forse riusciremmo a tenere bassi i costi dell'errore. La società è sottoposta a continui e repentini cambiamenti che nessuna équipe specializzata può prevedere in toto. Forse il mondo dell'architettura dovrebbe rivedere il proprio modo di progettare; forse bisognerebbe guardare al progetto come vero e proprio processo, inserendo in fase di progetto finanche la dismissione dello stesso, in modo da renderlo praticamente reversibile. Molti sono gli esempi di progetto/processo che riscuotono già numerosi successi.**

*[...] non accogliere mai nulla per vero che non conoscessi esser tale per evidenza: di evitare, cioè, accuratamente la precipitazione e la prevenzione; e di non comprendere nei miei giudizi nulla più di quello che si presentava così chiaramente e distintamente alla mia intelligenza da escludere ogni possibilità di dubbio.[...]*  
Renè Descartes, 1637  
da *Le quattro regole del metodo cartesiano*



L'errore è per definizione il nemico. Ciò che bisogna fuggire, scampare, evitare. Eppure la scienza è basata sull'errore. Ovvero sulla capacità di riconoscere, immagazzinare e rielaborare l'errore. L'errore è parte indispensabile per la selezione, la scelta. Dunque l'errore è attore protagonista nella ricerca.

In questo Elogio dell'errore, il mio saggio sarà un Elogio di quanti, per nostra fortuna, hanno commesso errori, in questo lungo viaggio dell'umanità. A loro, augurandomi lo stesso destino, va il mio riconoscimento.

Volatilità, incertezza e stress, questi sono i connotati della vita che si svolge dentro la città del XXI secolo. Ma facciamo un passo indietro e vediamo come fino ad oggi abbiamo progettato lo sviluppo delle città secondo quali logiche e con quali elementi.

Tutta la struttura della pianificazione oggi è basata sulla "Previsione". Si prevedono sviluppi, decrescite, incrementi, flussi. Tutto ciò che si può prevedere si può gestire. Più accurata e attenta è la previsione, migliore sarà la gestione.

La previsione, a sua volta, è basata sull'analisi e dunque sui fatti che racchiudono gli elementi per gli sviluppi futuri<sup>1</sup>. Analizzando le risorse, è possibile rispondere alle esigenze attuali, prevedendo, in fase di progetto, eventuali risposte ad esigenze venture.

Su questo criterio logico-deduttivo sono basati tutti gli strumenti che regolano, normano e gestiscono le città e i loro territori.

E proprio su questa logica la città, nel corso degli anni, è diventata creativa, sostenibile, smart e finanche resiliente. È su quest'ultima che vorrei soffermare il focus di questo articolo.

La città resiliente, ovvero la città che resiste agli shock, la città che non si piega. La città resiliente ha bisogno di urbanisti in grado di fortificare e irrobustire eventuali punti deboli, nell'ottica di creare le condizioni tali per cui il sistema urbano, sottoposto alle sollecitazioni, non crolli, bensì resista; la città resiliente è capace di ripristinare le condizioni iniziali di equilibrio del sistema.

Lo sforzo è quello di irrobustire una fragilità, propria del sistema, a fronte di possibili traumi,



Sono lo spazio più versatile della città. Puoi vedermi cambiare aspetto rapidamente e anche più volte al giorno. Posso essere vuota e silenziosa al crepuscolo, ma nelle ore di punta divento molto chiassosa. In realtà non sono io ad essere rumorosa ma le mie vicine, le strade, si riempiono incredibilmente nelle ore di punta. Fumi e rumori mi pervadono e mi sembra di impazzire. Ma poi all'improvviso, come per magia, restiamo sole, di nuovo e, in quel silenzio, riscopriamo il piacere di stare insieme. Lo so, esistono piazze nel mondo che non vorrebbero mai vivere a contatto con le strade, preferiscono farsi cullare dal suono dei violini degli artisti di strada e dal chiacchierio dei turisti che passeggiano. Se l'invidia? Veramente no. Credo che sia una questione culturale, non riuscirei a vivere senza le mie strade. Certo...non ho mai tutta quella gente che passeggia e spesso rimango sola e, forse, senza quel frastuono giornaliero, morirei di solitudine...

Intendiamo una questione di punti di vista, io so per certo che gli abitanti della mia città mi amano molto. Purtroppo non sono più i tempi in cui venivano a trovarmi per gli scambi, per gli incontri, per le trattative, so bene che ci sono molti luoghi più attraenti oggi per queste attività, qualcuno le chiama pure piazze (anche se virtuali), ma io no, io credo che di piazza ce ne sia una sola. Dov'è che vanno i cittadini quando vogliono farsi sentire davvero? Dove guardi per sapere se va tutto bene in città? Io sono lo specchio di questa civiltà e lo sarò sempre.

Sono giovane? Dipende dai punti di vista. Io ci sono da sempre e sono il collegamento per eccellenza. Tutti hanno bisogno di andare da qualche parte, prima o poi. In quel momento, devono interfacciarsi con me. Ho dovuto riadattarmi a tante nuove esigenze: zoccoli, scarpe, ruote, ferri. C'è chi studia come rendermi sicura, c'è chi studia come rendermi comoda, c'è chi studia come rendermi veloce. Io ci sono e ci sarò sempre. Il mio obiettivo è sempre lo stesso da millenni oramai, collegare i luoghi. Noi strade siamo molto solidali l'una con l'altra, ci colleghiamo per estenderci il più possibile e per soddisfare ogni esigenza di percorso. Facciamo rete. Siamo le prime a subire le critiche da parte di tutti...siamo troppo strette nelle ore di punta...non abbiamo mai abbastanza svincoli...abbiamo troppi svincoli...ci vorrebbe un semaforo... questo semaforo dura troppo...ma noi siamo sempre lì, a svolgere con serietà il nostro lavoro, a servire la società. Se un giorno sparissimo tutte, cosa succederebbe? I luoghi sarebbero isole senza possibili imbarcazioni. Credevamo che finalmente, dopo l'arrivo delle reti virtuali, avremmo potuto goderci un po' di pace. E invece la situazione è solo peggiorata. La gente ha ben pensato di aumentare i flussi, i contatti, gli scambi! E così ci ritroviamo tutti congestionati e con il doppio del lavoro da fare!



attraverso la previsione dell'evento imprevisto.

A questa logica rispondono un elenco cospicuo di interventi, a grosso impatto economico-sociale-ambientale, il cui scopo è quello di irrobustire l'ossatura del sistema città<sup>2</sup>. Il sistema stradale, il sistema metropolitano, l'alta velocità, grandi infrastrutture che si tarano sulla stima di un flusso reale, attualizzato alla crescita prevista. Il risultato (dopo grandi sforzi in fase di progettazione, approvazione e realizzazione) è quasi sempre stato lo stesso: l'infrastruttura ha aumentato esponenzialmente il carico dei flussi e si è quasi subito resa necessaria una nuova infrastruttura. A quel punto il processo ricomincia.

Nulla da dire, se non per il fatto che, mentre noi cerchiamo di prevedere il futuro, avvengono periodicamente eventi totalmente imprevisti. Come una improvvisa crisi finanziaria, una calamità naturale, eventi inattesi, non previsti, che espongono immediatamente il sistema a criticità di difficile gestione.

Mentre osserviamo le fragilità del sistema urbano (complesso e multiforme), nell'affannoso tentativo di irrobustirne i punti deboli, mettiamo sotto stress il sistema che, indebolito in alcuni punti, rischia di crollare a causa dell'evento inatteso.

Il contrario di fragile, dunque non è robusto (in questo caso) ma "antifragile"<sup>3</sup>. Mentre il resiliente sotto stress resiste, l'antifragile migliora. Una logica darwiniana che se applicata al sistema urbano ne rivoluzionerebbe totalmente l'approccio gestionale e progettuale.

Nel mondo ci sono settori antifragili e settori fragili, settori in grado di rigenerarsi (imparando dagli errori) e settori che (in caso di errore/criticità) minacciano l'intero sistema, vedi il caso della città.

La città per definizione è un aggregato spaziale di socialità e sulla base dell'evoluzione della società e della sua civiltà si rigenera e si irrobustisce, come ogni organismo vivente.

Equipe di fragilisti indeboliscono il sistema bloccando il naturale sviluppo auto-rigenerativo.

L'industria, ad esempio, impara dai propri errori; il settore della comunicazione impara dai propri errori; la sociologia e la pedagogia imparano dai propri errori. La città, nell'ultimo secolo, ha appesantito il sistema di assistenzialismo a suo favore, indebolendo il proprio sistema immunitario. È giunto il momento di riguardare alla naturale vocazione di sistema della città, ripristinando logiche di autogestione urbana che sono già di fatto consolidate in forme di attivismo spontaneo non strutturato e che riportano in grembo i dati per la soluzione del problema.

Prevedere l'errore, irrobustire la struttura in previsione di possibili scosse, gestire gli sviluppi, pianificare il futuro, questi sono stati gli obiettivi della pianificazione territoriale e della progettazione a scala urbana.

Ma se invece di irrobustire dovessimo semplicemente alleggerire l'intervento umano, il progetto, fino a renderlo flessibile e in certi casi addirittura reversibile, forse riusciremmo a tenere bassi i costi dell'errore. La società è sottoposta a continui e repentini cambiamenti che nessuna equipe specializzata può prevedere in toto. Forse il mondo dell'architettura dovrebbe rivedere il proprio modo di progettare; forse bisognerebbe guardare al progetto come vero e proprio processo, inserendo in fase di progetto finanche la dismissione dello stesso, in modo da renderlo praticamente reversibile. Molti sono gli esempi di progetto/processo che riscuotono già numerosi successi.

La progettazione, soprattutto quella a grande scala, dovrebbe rigenerarsi a partire da queste logiche, proponendo un approccio al progetto più flessibile e adattabile alle mutevoli esigenze della società, per attivare virtuosi meccanismi di re-identificazione della cittadinanza nei contesti urbani di riferimento, meccanismo che oggi è fortemente vacillante.

Se la risposta 2.0 ai processi di democrazia è stata la rete, la risposta 2.0 al progetto dello spazio reale è lo spazio pubblico, che si presta ad esigenze rapidamente mutevoli.

Se vogliamo tenere bassi i costi potenziali dell'errore, dobbiamo imparare a progettare "flessibile".

**Predict the error, reinforce the structure in view of possible shock, manage the development, planning the future, these were the goals of the planning and design at the urban scale. But if instead to strengthen we were simply lightening human intervention, the project, to make it flexible and in some cases even reverse, perhaps we would be able to keep low costs of error. People are subject to constant and rapid changes that no specialized team can fully predict. Perhaps the world of architecture should reconsider its approach to design, maybe we should look at the project as a real process, entering in the design phase even death of the same, so that it is practically reversible. There are many examples of project / process that already collect many successes.**

The error is defined as the enemy. What you need to get away, escape, avoid. Yet science is based on the error. Or the ability to recognize, store and reprocess the error. The error is

...continua

Voglio fare una premessa: il mio mestiere non è per nulla semplice! Qualcuno potrebbe pensare: "che problemi hai tu? Messo lì, non devi far nulla, la gente va e viene e tu sei comodo e tranquillo." E invece no! Io sono il luogo del privato! La gente quando è in pubblico è tutta composta, per bene... ma quando arriva dentro, se ne vedono di tutti i colori.

Ah! Quante ne so, io! Ah! Se queste mura potessero parlare! E poi sulla facciata tutto deve essere perfetto, qualsiasi cosa accada al mio interno. La città mi chiede decoro, compostezza. Ma per il pubblico appartengo al privato. Per il privato conta solo il dentro. Non è per nulla semplice. Adesso il problema è quello della stabilità. Fino ad oggi nessuno si è curato di me. Per chi stava dentro contava solo lo spazio, più sfruttabile, più vendibile, più armonioso, più decoroso. Per chi stava fuori veniva prima l'infrastruttura. E poi il cemento armato, le speculazioni edilizie... Adesso che si sono accorti dei miei problemi e forse era anche arrivato il mio turno, ecco che è venuta la crisi! Non c'è fortuna!

ispirato a  
*Building Stories* di Chris Ware

NOTE

1 "Il problema non si risolve da solo ma contiene però tutti gli elementi per la sua soluzione, occorre conoscerli e utilizzarli nel progetto di soluzione." Bruno Munari, da cosa nasce cosa, Biblioteca di cultura moderna, 1981

2 Entro il 2020 circa il 70% della popolazione mondiale vivrà nelle città.

3 Taleb N. N. 2012



indispensable part for selection, the choice. So the error is actor in research.

In Eulogy this error, my writing will be a Eulogy of those who, fortunately for us, made mistakes, in this long voyage of humanity. To them, wishing the same fate, I extend my recognition.

Volatility, uncertainty and stress, these are the characteristics of life that takes place in the city of the XXI century. But let's step back and see how until today we have planned the development of the city according to which logical and what elements.

Entire structure of the planning is now based on the "Provision". Developments are expected, increases, flows. All that can be expected to be governed. More accurate and careful is the provision, the better the management.

The provision, in turn, is based on analysis of the facts and therefore contain elements for future developments. Analyzing resources can meet the current needs in providing phase project any responses to future needs.

On this criterion, logical-deductive are all based instruments that regulate and manage cities and their territories.

And just on this logic the city, during the years, has become creative, sustainable, smart and even resilient. I will focus on the latter definition (the resilient city).

The resilient city, or the city that is resistant to shock, the city that does not bend. The resilient city planners need to be able to fortify and strengthen any weaknesses, in order to create the conditions in which the urban system, which is subjected to stress, not collapse, but resist, the resilient city is able to restore the initial equilibrium of the system.

The effort is to strengthen a weakness, its own system against possible trauma, through the provision unexpected event.

According to this logic has been made a large number of actions, to big economic impact-social-environmental, whose purpose is to strengthen the backbone of the city system. The road system, the metro system, high-speed, large-scale infrastructures that are designed on the estimation of a real flow, assuming the expected growth. The result (after great efforts in design, approval and implementation) is almost always the same: the infrastructure has increased exponentially the load flows and almost immediately made necessary new infrastructure. Then the process begins again. Nothing to say, except for the fact that, while we try to predict the future, totally unexpected events occur periodically. As a sudden financial crisis, natural disasters, unexpected, unforeseen, that expose the system immediately to critical difficult to manage.

In the meantime, we see the fragility of the urban system (multi-faceted) in an attempt to strengthen the weak points, we stress the system, weakened in some places, is liable to collapse due to an unexpected event.

The opposite of fragile, so it is not robust (in this case) but "antifragile". While the resilient under stress resists the antifragile improves. A Darwinian logic that if applied to the urban system will totally revolutionize the approach to management and planning.

In the world there are areas antifragili and fragile sectors, sectors that can regenerate themselves (learning from mistakes) and sectors (in case of errors / problems) threaten the entire system, as in the case of the city.

The city is an aggregate of social space and on the basis of changes in society and its civilization regenerates and strengthens, like any living organism.

Team fragilisti weakens the system by blocking the natural development self-regenerative.

The industry, for example, learn from your mistakes, the communication sector learn from your mistakes, sociology and pedagogy learn from their mistakes. The city, in the last century, has weighed the welfare system in its favor by weakening the immune system. The time has come to regard the natural vocation of the city system, restoring the logic of urban self-management which are in fact already established in forms of activism spontaneous and unstructured data that bear on her lap for the solution of the problem.

Predict the error, reinforce the structure in view of possible shock, manage the development, planning the future, these were the goals of the planning and design at the urban scale. But if instead to strengthen we were simply lightening human intervention, the project, to make it flexible and in some cases even reverse, perhaps we would be able to keep low costs of error. People are subject to constant and rapid changes that no specialized team can fully predict. Perhaps the world of architecture should reconsider its approach to design, maybe we should look at the project as a real process, entering in the design phase even death of the same, so that it is practically reversible. There are many examples of project / process that already collect many successes.

The design, especially the on a large scale, should regenerate from this logic by proposing an approach to design more flexible and adaptable to the changing needs of the societies, to activate virtuous mechanisms of re-identification of citizenship in urban reference mechanism.

If the 2.0 answer to the processes of democracy was the network, the response to the 2.0 project of real space is public space that lends itself to rapidly changing needs.

If we want to keep low the potential costs of error, we must learn to design "flexible".

Se vogliamo tenere bassi i costi potenziali dell'errore, dobbiamo imparare a progettare "flessibile".

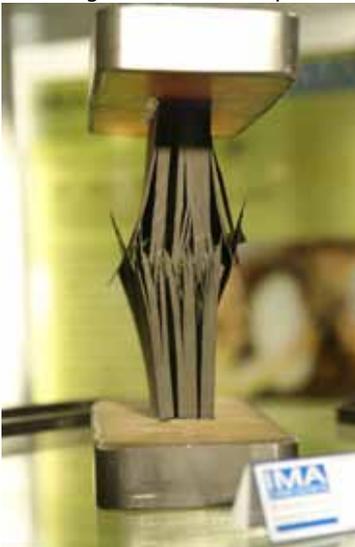
# Artificial Neural Network in Structural Health Monitoring: Genetic Algorithm and Gradient Based methods for the minimization of the network mapping error function.

DI ALESSANDRO BARRACCO, MARIO DENARO

In the last years composite materials have been received widely attention due to their high strength-to-weight ratio, stiffness-to-weight ratio, path-loads management capability and excellent corrosion resistance. Moreover the ability in manufacturing large size panels with less riveted joints, so leading to a reduction of weight, complexity and overall structural manufacturing costs made these materials to be suitable for aerospace, automotive, nautical and industry applications.



However the lack of homogeneity and strong anisotropy of composite materials result in a complex damage mechanisms. In a composite structural element micro-cracking, ply fractures, laminate fracture and delamination are probably the most frequently occurring damage found in the composites - especially if caused by fatigue, low velocity impacts or originating as disbonds between stiffeners and skin undergoing dynamic or post-buckling loads - because of the lack in the through-the-thickness direction. These damages are usually barely visible and can easily escape visual inspections and thus can remain undetected and may lead to severe degradation of the mechanical characteristic of the structure and can grow till catastrophic events.



Deterioration of structures becomes a critical issue with regards to both safety and economic aspects with aerospace vehicles<sup>1-2</sup>.

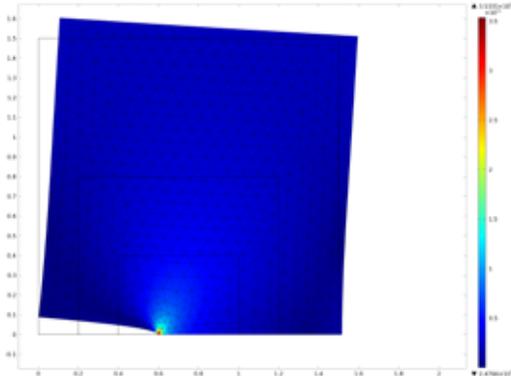
Built-in Structural Health Monitoring systems have been proposed in order to solve the problem of the undetected damages.

Generally there are two schools of thoughts in structural damage detection:

- the model-based methods
- the signal-based methods.

Normally the first method involves first the construction of a mathematical model for the structure, and then applying that method to elucidate structural behavior and establish correlations between specific damage

conditions and changes in structural dynamic properties such as natural frequencies and mode shapes<sup>3-5</sup>. Usually the reference or base-line response of an intact structure model is first established. Difference between this response and the damaged structure response is then used as indicator of the damage presence: a damage algorithm is then used to determine the damage classification, location and severity description. Usually this algorithm uses a Finite Element Method (FEM) model<sup>6</sup> or a Boundary Element Method (BEM)<sup>7</sup>. Despite their attractive features, in practice the implementation of a model-based method may encounter some difficulties. In a typical dynamical analysis using modal informations the base-line model usually uses a linear vibrating system: the local structural non-linearities could pose great challenge for such procedure; furthermore the accuracy of modeling for such procedure is not guaranteed (difficulties in modeling of damping factor, meshing features, crack tip refinement, etc)<sup>8</sup>. In general for these type of methods a complicated model-updating



process has to be first established. Furthermore the damage identification algorithms are costly and time-consuming inverse processes which could be a problem in real-time health monitoring applications.

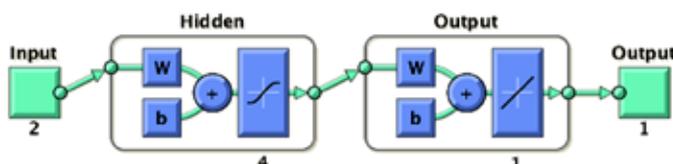
The signal-based approach uses different vibration, strain, acoustical and ultrasonic signals for damage detection: it is usually based on a relationship between a structure condition and a damage symptoms of features where the problem is to find symptoms which are sensitive to damage but insensitive to noise.

Sensor technology constitutes a crucial point in the effectiveness of a Structural Health Monitoring (SHM) system because all the process of diagnostic and prognostic rely upon the capability of the sensing devices of detecting changes in the structure response due to damage presence respect to the assumed undamaged state. In this context piezoelectric material – in force of the direct piezoelectric effect – can be effectively used as strain sensor devices able to implement a SHM system.

Recent studies show that signal-based damage detection often



requires advanced processing techniques. Delaminations may occur far from the sensor position, the structure and the sensors may operate under different load conditions and environmental conditions – temperature, humidity – during service lifetime: all these factors can result in noisy and complex data from sensors. Therefore intelligent processing of sensors data is one of the most important elements of a SHM system for composite structures<sup>9</sup>. Features that are related to damage can be expressed using continuous, discrete or discrete-binary variables and are arranged into vectors or matrices: damage detection can be regarded as a problem of pattern recognition. Patterns represent different damage condition and/or types of damage: the major task in pattern recognition is to distinguish between different classes of patterns representing these conditions. Neural Networks have been established in recent years as a powerful tool for patterns recognition<sup>10</sup>. Artificial Neural Networks (ANNs) map (during the training phase) the input data into selected output categories using artificial neurons and learning processes that simulate the biological nervous system. The most desirable feature of this approach is that it is able to detect damage without any prior knowledge of the model of the structure. Instead of detecting the damage information through a complicated reconstruction of the structure model, the pattern identification is realized through a trained network which does not involve heavy computation such as a large scale finite or boundary element analysis. Clearly the most important step in a neural network based SHM system is to train the network efficiently so that it can perform the mapping correctly. The training of neural network can be seen as an optimization process to find a set of network weights that minimize the cost function, which is usually a function of the network mapping errors<sup>11</sup>. The usual learning algorithm is for training layered feed-forward neural network (the most common used ANN in SHM researches) is the Standard Error Back-Propagation Algorithm<sup>12</sup>, which incorporates the steepest gradient method for searching the minimum of the multidimensional error surface. Because of the complexity of this error surface, such as flat “plate” areas and long narrow “canyons”, the standard constant learning steepest descent (SSD) algorithm could suffer from convergence problem. In order to improve the performance, new algorithms have been explored: including a momentum term in the weights updating or adopting a variable learning rate<sup>13</sup>, such as the Dynamic Learning Steepest Descent (DSD) algorithm<sup>14</sup> or using Fuzzy Logic, as in the Fuzzy Steepest Descent (FSD) algorithm<sup>15</sup>, or in the Tunable Steepest Descent (TSD) algorithm<sup>16</sup>. Other approach looks to the Genetic Algorithms as a power-tool for the training of a neural network. This idea can be found since 1975<sup>17</sup>. The application of genetic algorithms to simple weight training for neural networks has been hampered by two main factors. First gradient methods are highly effective for weight training in supervised learning network, where input-output training examples are available and where the net is a simple feed-forward one. Secondly due to the Competing Conventions Problem or Permutation Problem: there can be numerous equivalent symmetric solutions to a neural network weight optimization problem. Figure 5 shows a simple feed-forward neural network. Now assume



that the vector

$$\underline{w} = [w_{a,1} w_{a,2} w_{a,3} w_{b,1} w_{b,2} w_{b,3} w_{c,1} w_{c,2} w_{c,3} w_{d,1} w_{d,2} w_{d,3}]$$

is an arbitrary assignment of weights to this neural network where:

- $w_{a,i}$  passes through hidden node  $a$ ;
- $i=1, i=2$  are input connections;
- $i=3$  is the output connection.

Note that for every vector of this form there are  $4! = 24$  equivalent vectors representing exactly the same solution. All permutations over the set of hidden unit indices,  $\{a, b, c, d\}$  are equivalent vectors in terms of neural network functionality and in terms of the resulting evaluation function. This is because rearranging the order of the hidden neurons has no effect on the functionality of the network. Thus given  $H$  hidden units in a simple fully connected feed-forward neural network, there are  $H!$  Symmetries and up to  $H!$  Equivalent solutions.

The problem this creates for a genetic algorithm that uses simple recombination is as described in the following. If one does simple crossover on a permutation such as

then the offspring will duplicate some elements of the permutation and will omit others. Similarly if different strings try to map functionality of hidden nodes in different ways, then recombining these strings will result in duplication of some hidden units and omission of other hidden units (let remember the the hidden layer is the really decision maker layer). In this case, using a population-based form of search can be a disadvantage, since different strings in the population may not map functionality to the different hidden units in the same way.

In the past some researchers attempted to identify functional aspects of hidden units during recombination in order to perform a type of intelligent crossover<sup>18</sup>, or the “killing-off” any offspring that do not meet minimal fitness requirements, which might filter out offspring from incompatible parents<sup>19</sup>. Overall however it is very difficult to find cases where genetic algorithms have been shown to yield results better than gradient base methods for supervised learning applications.

At least<sup>20</sup> is suggested one alternative way to use a genetic algorithm: find an initial set of good weights and then turn the search over to a gradient based method. This methodology is better than using gradient methods alone for complex problems involving large weight vectors.

In conclusion the challenge facing researchers interested in combinations of genetic algorithms with neural networks is to show how genetic algorithms can make a positive and competitive contribution in the neural network area. It appears that using genetic algorithms to find a set of initial weight before applying gradient methods may be advantageous for supervised learning classification problems. The application of genetic methods to the development of neural network is, of course, susceptible of further research.

## References

1. Bois, C., Herzog, P., Hochard, C., Monitoring a delamination in a laminated composite beam using in situ measurements and parametric identification, *Journal of Sound and Vibration*, 299, 786-805 (2007).
2. Zhou, G., Sim, L. M., Damage detection and assessment in fibre reinforced composite structures with embedded fibre optic sensor-review, *Smart Materials and Structures*, 11, 925-939 (2002).
3. Kim, J.T., Stubbs, N., Crack detection in beam-type structures using frequency data, *Journal of Sound and Vibration*, 259(1), 145-160 (2003).
4. Khiem, N. T., Law, S.S., Zhang, L.M., The dynamic stiffness matrix method in forced vibration analysis of multiple-cracked beam, *Journal of Sound and Vibration*, 254(3), 541-555 (2002).
5. Shi, N. T., Law, S. S., Zhang, L. M., Damage localization by directly using incomplete mode shapes, *Journal of Engineering Mechanics*, 126(6), 656-660 (2000).
6. Zhang, C., Grafe, H., Imergum, M., Frequency-domain criteria for correlating and updating dynamic finite element models, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 15(1), 139-155 (2001).
7. Alaimo, A., Milazzo, A., Orlando, C., Boundary element analysis of adhesively bonded piezoelectric active repair, *Engineering Fracture Mechanics*, 76, 500-511 (2009).
8. Zou, Y., Tong, L., Steven, G. P., Vibration based model dependent damage (delamination) identification and health monitoring for composite structures: a review, *Journal of Sound and Vibration*, 230, 357-378 (2000).
9. Staszewski, W. J., Intelligent signal processing for damage detection in composite materials, *Composites Science and Technologies*, 62, 941-950 (2002).
10. Bishop, C. M., *Neural Networks for pattern recognition*, Oxford, Clarendon Press (1995).
11. Leonde, C. T., *Algorithms and architectures*, Academic Press (1998).
12. Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., Williams, R. J., Learning internal representations by error propagation, In: *Proceedings of the AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC 34th structures, structure dynamics and material conference*, AIAA, 3551-3560 (1993).
13. Teng, F. C. (2001), *Application of neural networks to adaptive control of nonlinear systems*, by G. W. Ng, Research Studies Press Ltd, Taunton, U.K. (1997).
14. Luo, H., Hanagud, S., Dynamic learning rate neural network training and composite structural damage detection, *AIAA Journal*, 35(9), 1522-1527 (1997).
15. Luo, H., Hanagud, S., Fuzzy learning rate neural network training and structural health monitoring, In: *Proceedings of the 38th AIAA/ASME/ASCE/AHS SDM conference*, vol. I, 634-644 (1997).
16. Fang, X., Luo, H., Tang, J., Structural damage detection using neural network with learning rate improvement, *Computers&Structures*, 83, 2150-2161 (2005).
17. Holland, J. H., *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, (1975).
18. Montana, D. J., Davis, L., Training feed-forward neural networks using genetic algorithms, In: *Proceedings of 11th international Joint Conference on Artificial Intelligence*, 762-767, San Matteo, CA: Morgan Kaufmann (1989).
19. Korning, P. G., Training of neural networks by means of genetic algorithm working on very long chromosomes, Technical Report, Computer Science Department, Aarhus C, Denmark (1994).
20. Skinner, A., Broughton, I. Q., *Neural Network in Computational Materials Science: Training Algorithms Modeling and Simulation*, Materials Science and Engineering, 3, 371-390 (1995).

# Il margine di errore nei procedimenti di stima

## The margin of error in evaluation methods

DI GIOVANNA ACAMPA

Il campo delle valutazioni si sta sempre più ampliando.

Con il termine valutazione infatti si intende quel procedimento che permette di attribuire un determinato valore ad un progetto, prodotto o processo, ma ciò può avvenire a livelli diversi.

In un'ottica volta ad allargare il punto di vista, anche nella normativa sugli appalti pubblici si fa riferimento a valutazioni estimative, finanziarie ed economiche. Se l'estimo classico misurava input ed output in un tempo definito ed in condizioni ordinarie, la tendenza, con le valutazioni finanziarie ed economiche, è quella di considerare anche scenari alternativi, usi diversi e condizioni non necessariamente ordinarie.

Questo è dovuto al fatto che l'economia negli ultimi anni è considerata la scienza fonte di conoscenza della realtà con la quale tutto si deve misurare anche la politica. Ma siamo sicuri che questa scienza, così come insinua il dubbio Maurizio Ferraris in un suo articolo su *La Repubblica*<sup>1</sup>, debba essere considerata fondamento e riferimento anche per quelle che erano considerate facoltà superiori come il diritto, la medicina e la teologia? Tutto sembra legittimato se fondato su basi economiche, che vengono considerate basi certe, reali.

È opportuno, a questo punto, fare alcune osservazioni sul concetto stesso di errore. Errare è sinonimo di allontanarsi, di andar lontano dal giusto cammino. Esistono, come risaputo, due tipi di errore: uno di natura teorica; l'altro di natura pratica.

Nel primo caso, l'errore dipende dall'insanabile separazione che esiste tra il pensiero ed i fatti della realtà. L'altro tipo, la cui natura è facilmente intuibile, è l'errore pratico. Questa tipologia deriva da svariati motivi tra i quali l'insufficienza di dati, la distrazione e gli errori strumentali sono i più ricorrenti.

Facciamo un passo indietro e torniamo a considerare le procedure proprie dell'estimo, quelle procedure cioè che si riferiscono a contesti definiti e dove l'errore è unicamente di tipo pratico. Non ci sono interpretazioni e scenari da supporre, sono definiti, infatti, l'oggetto da stimare, lo scopo per cui si deve effettuare la stima ed il tempo in cui si effettua.

Secondo la recente letteratura estimativa e gli standard internazionali<sup>2</sup> tali procedure possono essere suddivise in tre gruppi: quelle basate sulla rilevazione dei prezzi di mercato (*Market approach*), quelle basate sui costi di produzione (*Cost approach*) e quelle basate sulla redditività del bene (*Income approach*). Facciamo alcune considerazioni sull'errore per ogni raggruppamento.

Le metodologie basate sull'osservazione dei prezzi di mercato, utilizzate per stabilire il valore immobiliare di un bene, in Italia vedono ancora una forte prevalenza di procedimenti empirici, legati all'*expertise* immobiliare. Generalmente sono basate sull'impiego di un unico parametro di confronto e nel migliore dei casi la superficie commerciale viene considerata come frequenza, ossia il prezzo medio è calcolato attraverso la rilevazione di un numero  $n$  di compravendite con superficie nota.

$$V = \frac{\sum^n p_i S_i}{\sum^n S_i}$$

V = valore dell'immobile da stimare  
 $p$  = prezzo medio €/mq  
 $S$  = consistenza commerciale

Il margine di errore di questa tipologia di stime può essere molto elevato in quanto è legato fortemente all'esperienza dell'estimatore. Non c'è una regola uniforme ma generalmente viene tollerato un margine di errore fino al 10%.

Volendo usufruire di una procedura che prenda in considerazione più caratteristiche dell'immobile si può utilizzare il *Market Comparison Approach*. L'MCA è un procedimento di confronto che si basa su aggiustamenti sistematici dei prezzi di mercato noti in base alla differenza tra le caratteristiche tra immobili rilevati e immobili og-



getto di stima. Generalmente la difficoltà di questo metodo consiste nel rilevamento dei dati reali, difficilmente disponibili. Si tratta poi di una metodologia che si basa sulla soluzione di sistemi lineari; cosa questa che richiede generalmente calcoli complessi, per i quali si utilizza l'ausilio di strumenti di calcolo automatici. Spesso dietro questa ammantata scientificità si nasconde il rischio di banalizzare l'inserimento dei dati, con la possibilità di una facile manipolazione dei risultati. Nel caso di una corretta utilizzazione di questo metodo si considera, comunque, accettabile un margine di errore fino al 5%. Se si utilizzano metodi indiretti di valutazione, come nel caso delle Stime a Valore Complementare (che si esprime attraverso la differenza tra il valore di mercato dell'intera proprietà e quello della parte residuale) e delle Stime a Valore di Trasformazione (che si esprime attraverso la differenza tra il valore di mercato ed i costi di costruzione), è abbastanza evidente che il margine di errore può crescere sensibilmente in quanto funzione degli errori parziali<sup>3</sup>. Nel caso delle stime basate sui costi di produzione (*Cost Approach*) le più diffuse sono quella analitica del costo di costruzione basata sull'analisi dei prezzi unitari delle unità di lavorazioni elementari o CME, e la stima a valore di sostituzione che si basa sul principio per il quale un compratore non è disposto a pagare un immobile più di quanto non spenderebbe a costruirne uno con uguali caratteristiche.

### STIMA ANALITICA DEL COSTO DI COSTRUZIONE

$$C_c = \sum q_i p_i$$

$C_c$  = costo di costruzione  
 $q_i$  = quantità delle lavorazioni  
 $p_i$  = prezzo unitario delle lavorazioni

### STIMA A VALORE DI SOSTITUZIONE

$$V = C_t + C_e - D$$

$V$  = valore di mercato immobile  
 $C_t$  = costo del terreno edificabile  
 $C_e$  = costo di edificazione  
 $D$  = deprezzamento

In entrambe i casi il margine di errore è legato agli errori parziali che possono riguardare non solo le misurazioni, ma anche la previsione dei tipi di lavorazione o di deprezzamento. Per avere un'idea di quale possa essere il margine di errore di questi metodi di stima, si riportano i dati pubblicati da *AA Recommended Practice*, nella quale vengono classificati 5 livelli di preventivazione, comunemente usati nell'industria di processo e per analogia riportati nell'industria delle costruzioni. Naturalmente c'è una precisa correlazione tra lo stato di definizione

LIVELLO	METODO	DEFINIZIONE DEL PROGETTO	ACCURATEZZA DEL PREVENTIVO	MISURA DELL'IMPEGNO
V	Stima analogia	< 2%	-20 +50%	1
IV	Modelli parametrici	1 + 15%	-15 +30% +20 +50%	Da 2 a 4
III	Costi stimati elenco materiali sommario	10 +40%	-10 +20% +10 +30%	Da 3 a 10
II	Costi unitari dettagliati elenco materiali stimato	30 +70%	-5 +15% +5 +20%	Da 4 a 20
I	Costi unitari ed elenco materiali dettagliato	50 +100%	-3 +10% +3 +15%	Da 5 a 100

Tabella "Project management in edilizia" Gianluca di Castri AACCE International Recommended Practice

del progetto, l'accuratezza del preventivo e l'impegno nella preparazione del preventivo stesso. Nella nostra realtà se si confrontano le previsioni dei costi di costruzione con i costi a consuntivo di un qualsiasi manufatto edilizio, ci si rende conto del fatto che ci dobbiamo confrontare con un margine d'errore spesso sconcertante, tanto da ritenere comunemente tollerabile anche un errore del 30%<sup>4</sup>. L'ultimo raggruppamento di procedure (*Income approach*) si basa sulla trasformazione del reddito di un immobile in valore immobiliare attraverso il saggio di capitalizzazione. Anche se prendiamo in considerazione la capitalizzazione diretta, e quindi il caso più semplice<sup>5</sup>, che prescinde dalle considerazioni finanziarie intorno alla serie dei redditi e alla durata dell'investimento, si ha che:

$$V = \frac{R_n}{r}$$

V valore di mercato immobile  
 Rn = rendite nette  
 r = saggio di capitalizzazione

È evidente che in questo caso necessitano approfondimenti e ricerche sia sui redditi netti, futuri, ordinari e costanti sia sul saggio di capitalizzazione. Nella pratica estimativa italiana non è raro il caso in cui vengano effettuate le stime per questi due valori basandosi sull'*expertise* e quindi riferendosi a stime empiriche che non permettono neanche di essere in qualche modo verificate. Da quanto detto si evince chiaramente che più variabili si inseriscono nelle valutazioni, più il giudizio di valore diventa arbitrario. Quindi se già le procedure estimative, specialmente quelle indirette, sono soggette ad un margine di errore molto elevato, a maggior ragione le valutazioni finanziarie ed economiche in cui si ipotizzano usi alternativi delle risorse e archi temporali variabili rischiano di essere poco attenibili. D'altro canto in questo momento le valutazioni finanziarie ed economiche sono diventate il sostegno logico per scelte di investitori, attuatori e gestori, ma dobbiamo abbandonare l'idea per la quale l'economia sia una scienza esatta. Dobbiamo invece maneggiarla con la consapevolezza che i risultati, troppo spesso considerati incontrovertibili, derivano da interpretazioni in cui prevale la soggettività di chi li manipola. La realtà che viene esaminata attraverso parametri economici viene di fatto "trascritta"; si tratta di una traduzione da un linguaggio ad un altro e forse dobbiamo tenere presente che traduzione e tradimento hanno una radice comune.

The field of evaluation is increasingly expanding. "Evaluation" means to give a certain value to a project, product or process, but this can be done at different levels. Even our public procurement legislation refers to appraisal, financial and economic evaluations broadening the horizons. In the classical appraisal we

measure input and output in a definite time and under ordinary conditions, while in the new trend, with the financial and economic assessments, we consider alternative scenarios, different uses and not necessarily ordinary conditions. Recently, economy is considered the source of knowledge of reality; everything must be measured by using economic parameters; even the policy. But are we sure that this science, as Maurizio Ferraris wrote in his article in La Repubblica, must be considered foundation and reference even for faculties such as law, medicine and theology? Everything seems legitimate if it is based on economic fundamentals, which are considered incontrovertible bases. It is necessary for us to examine the concept of error. To err is synonymous with to wander, to leave the right path. There are two types of errors: the first one is of theoretical nature, and the other one of practical nature. In the first case, the error depends on separation between thought and reality. In the second, as we can easily understand, the error is practical. This error results from different reasons that can be summed up in inadequate data, diversion and instrumental errors. If we take a step back to consider the appropriate procedures of appraisal; we can see that those procedures which are based on defined scenarios can only have practical errors. There are not interpretations and different scenarios. We have the object to be estimated, the purpose for which it must perform the evaluation, and the time in which it performs. According to recent literature and international valuation standards, appraisal methods can be divided into three groups: market approach (oriented on sales comparison), cost approach (based on production costs), or income approach (based on the capitalization of housing rents). The error for each grouping is described as follows: in Italy market approach methods are used to determine the property value; mostly they are empirical procedures, related to real estate expertise. Generally in our country the evaluation is based on a single parameter of comparison: the square meter. The price is the average of known transaction prices.

$$V = \frac{\sum^i p_i S_i}{\sum^i S_i}$$

V = value of the property to estimate  
 p = average price € / sqm  
 S = consistency commercial

The margin of error for this type of evaluation can be very high, as strongly linked to the experience of the estimator. There is not an uniform rule, but generally a margin of error of 10% is tolerated. If we want to introduce more elements of comparison we can use the Market Comparison Approach method. The MCA is a comparison process that is based on systematic adjustments of market prices and on the difference between the characteristics of detected properties and the ones of the property which is being valued. Detection of real data is the main difficulty to apply this method which is based on the solution of linear systems. The presence of complex calculations requires the aid of a computer and this presumed scientificity often masks the risk of trivializing the insertion of data, with the possibility of changing the outcome of the results. However, for a correct use of this method an acceptable margin of error of 5% is considered.

If you use indirect methods of assessment, as in the case of "Stime a valore complementare" which is expressed by the difference between the market value of the whole property and that of the remainder or "Stime a valore di trasformazione" which is expressed through the difference between the market value and the cost of construction it is quite evident that the margin of error may increase significantly as a function of partial errors.

In the case of estimates based on production costs (cost approach) the most common are the analytic construction costs based on the price of elementary processing units CME (bill of quantity) and the "Stima a valore di ricostruzione" (replacement value). This is based on the principle that a buyer is not willing to pay more for a property than he would spend to build one with the same characteristics.

ANALYTICAL ESTIMATE THE COST OF CONSTRUCTION

$$C_c = \sum q_i p_i$$

C<sub>c</sub> = cost of construction  
 q<sub>i</sub> = quantity of work  
 p<sub>i</sub> = price per unit of work

ESTIMATED VALUE OF REPLACEMENT

$$V = C_t + C_e - D$$

V = market value of property  
 C<sub>t</sub> = cost of land  
 C<sub>e</sub> = cost of building  
 D = depreciation

In both cases, the margin of error is related to partial errors that can affect not only the measurements, but also the prediction of the kind of works or deteriorations.

We can have an idea of the relation between estimate costs and project level from the published image (n.1). If we compare the prevision of costs with effective costs, the final margin of error is often discouraging, in fact an error of 30% is usually accepted. The last group of procedures is based on income approach. The property value depends on capitalization rate. We consider direct capitalization, which is the simplest case, and is independent from the financial considerations and the lease of investment:

$$V = \frac{R_n}{r}$$

V = market property value  
 R<sub>n</sub> = net income  
 r = capitalization rate

Net income which are considered futures, ordinary and constant, and capitalization rate require studies and research, while in Italy both values are based on expertise, and subjective and synthetic estimate. It does not allow revisals.

Therefore, more variables inserted in the evaluations, more the value judgment becomes arbitrary. If the estimation procedures, especially indirect ones, are subject to a very high margin of error, The financial and economic assessments, which suggest alternative uses of resources and timeframes, are not reliable.

On the other hand, the financial and economic evaluations have become the base for investors, operators and actuators' choices, but we do not have to believe that economy is an exact science.

We have to manipulate the results with awareness. They are too often considered incontrovertible, while they come from interpretations and subjectivity that can be altered

When reality is examined through economic parameters we can say "tra-scritta" that means a translation from one language to another. Perhaps we should keep in mind that "tra-duzione" and "tra-dimento" have the same roots.

**Note**

- 1 Maurizio Ferraris, *L'illusione economica*, in "La Repubblica" del 12.01.2013
- 2 *Codice delle Valutazioni Immobiliari. Italian Property Valuation Standard*, Tecnoborsa 2011
- 3 Marina Ciuna, *The Valuation Error in the Compound Values Evaluation*, in Ce.S.E.T. 41° Meeting, Appraisals evolving proceedings in global change, Roma 14-15 novembre 2011.
- 4 Gianluca Di Castri, *Project management per l'edilizia*, Dario Flaccovio Editore, Palermo 2009.

# “L’errore” negli interventi sul patrimonio costruito

## “Mistake” in building heritage interventions

DI GIOVANNA VELLA

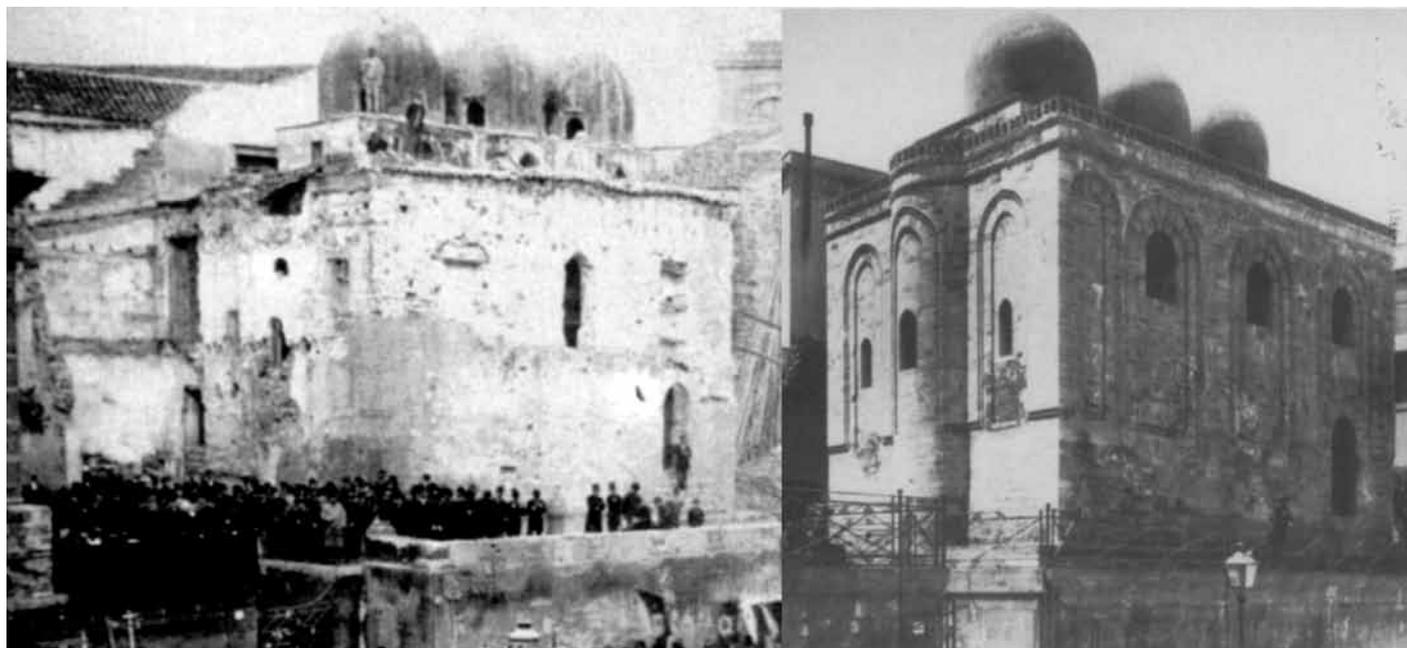
Nell'intervento sul costruito, ancor più quando si tratta di manufatti di rilievo storico-architettonico, il concetto di “errore” si declina in plurimi significati connessi alla necessità di confrontarsi con realtà stratificate. L'approccio all'intervento – che solitamente va dal progetto alla realizzazione – risulta qui invertito, il punto di partenza è l'oggetto esistente, il manufatto, sul quale vanno effettuate tutte quelle indagini gnoseologiche che possano, da un punto di vista storico, tecnologico e costruttivo, rivelare l'edificio stesso, le sue peculiarità, le caratteristiche dei materiali e le eventuali “manomissioni” subite dalla struttura nel tempo. In secondo luogo si identificano i “problemi”, degradi e dissesti che lo stato di fatto denuncia, e solo a questo punto si individuano gli obiettivi procedendo alla redazione del progetto<sup>1</sup>. Proprio in ragione delle peculiarità del progetto di recupero, circoscrivere il significato e la valenza del termine “errore” risulta così più complesso. L'intervento sul costruito si configura per sua natura quale momento di ricerca e di apertura ed è proprio a partire dal primo approccio, dal progetto del cosiddetto “cantiere della conoscenza”, che si presentano le prime criticità, nonché le delicate, e talvolta controverse, questioni sulla scelta di materiali e tecniche di intervento<sup>2</sup>. Non meno importante, al contrario centrale, risulta infine la scelta della destinazione d'uso, non necessariamente “affine, se non uguale”<sup>3</sup> all'originaria, ma indubbiamente compatibile con la natura e la morfologia della fabbrica stessa. Tali premesse porterebbero immediatamente l'attenzione verso interventi, anche contemporanei, segnati da grandi gesti, da innesti di nuovi elementi e materiali, oppure verso momenti storici che con le loro peculiarità ed urgenze hanno infervorato il dibattito culturale ponendo al centro questioni quali la compatibilità – fisica, chimica, etico-culturale – di materiali e tecniche. Non risulta quindi immediato, tali e tanti sono gli spunti di riflessione sull'argomento, inquadrarne il fulcro attraverso dei casi studio, ragion per cui si ritiene opportuno indirizzarsi in prima istanza verso quegli esempi caratterizzati da una critica ormai storicizzata.

Un tema certamente forte e sempre attuale è quello del “falso storico”, che si declina inoltre nel concetto d'intervento pregresso che, stratificandosi e storicizzandosi sul manufatto, pone ulteriori quesiti metodologici. Su questo argomento non si indulgeva troppo nei primi decenni della seconda metà dell'Ottocento, quando la rivalutazione del patrimonio architettonico, infervorata ancor più dal rinnovato patriottismo, si traduceva in terra siciliana in una esaltazione dei monumenti arabo-normanni, declinata attraverso le neonate teorie e pratiche del restauro in una sorta di “ri-fondazione”. È noto che molte testimonianze sono infatti frutto di accuratissimi rifacimenti, processi di liberazione e “ritorno al primitivo splendore” operati con tecniche e materiali equivalenti a quelli della fondazione. Emblematici risultano in tal senso gli interventi operati a Palermo da Giuseppe Patricolo, dal 1895 Direttore dell'Ufficio Regionale dei Monumenti di Sicilia, volti a rimediare alle storture barocche che celavano l'animo antico dei manufatti locali. Fra tanti si ricordano i lavori nella chiesa di San Cataldo, con le note cupolette rosse<sup>4</sup> ormai annoverate tra i simboli

del capoluogo siciliano. Realizzata certamente prima del 1154<sup>5</sup>, la chiesa fu sede della Regia Posta a partire dai primi anni del XIX secolo e solo dopo il trasferimento di questa<sup>6</sup> e la demolizione dei fabbricati adiacenti (fig.1), in parte appartenenti all'ex monastero della Martorana, iniziarono i lavori di restauro<sup>7</sup>. Questi contemplavano il “completamento” del materiale lapideo, conci squadrati di calcarenite compatta a grana finissima, che rivestiva le facciate, sebbene risulterebbe improprio definirlo completamento, laddove il paramento superstito si attestava su una percentuale del dieci per cento del totale<sup>8</sup>. Modanature ed archi originari venivano dismessi, impiegati come modelli per agevolare le operazioni di ripristino e poi ricollocati in maniera talvolta arbitraria, parimenti alla ricostruzione di brani – la parte superiore dell'abside ed il raccordo con la copertura – dei quali non si aveva più alcuna contezza. Questa quindi la prassi consolidata che interessava buona parte dei manufatti Palermitani e che, più o meno mitigata, si sarebbe tramandata negli anni successivi, in cui si è teso ancora una volta a “correggere” l'antico piuttosto che tutelarlo. Mutamenti ideologici ed evoluzione delle teorie di tutela concorsero al coacervo di stili che segna la cattedrale palermitana (fig.2), innalzata nel 1170 dall'Arcivescovo Offamilio sui resti di un'antica basilica profanata dai Saraceni. Interventi successivi, operati con “lo stile del tempo”, avevano portato alla costruzione del campanile barocco dell'Amico e alla travagliata realizzazione della cupola, progettata nel 1767 dal Fuga e realizzata nel 1781 con l'intervento di G.V. Marvuglia e S. Attinelli. Il progetto, caldeggiato dall'Arcivescovo<sup>9</sup>, aveva comportato la distruzione della Grande Tribuna dei Gagini, avviando la riconfigurazione neoclassica degli interni che si è mantenuta sino ai giorni nostri. La complessa vicenda della cupola fu caratterizzata ancora una volta dall'emissione di un giudizio di valore sul costruito e così, se da una parte si era rimproverato al disegno del Fuga di non essersi emancipato “dai pregiudizi dell'epoca, che abborriva qualunque genere di architettura del medio evo, dispregiata come strana e fantastica”<sup>10</sup>, dall'altra, una volta realizzata la struttura, si era cercato poi il modo di “riparare a siffatto sconcio [...] giudicandosi dai più non essere tollerabile”<sup>11</sup>.

Lo stesso Marvuglia, dietro incarico di Ferdinando I, studiò soluzioni atte a reintegrare la struttura ricodificandola nel linguaggio medievale della fabbrica, ma solo successivamente, nel 1854, queste proposte furono effettivamente vagliate. All'epoca il Cardinal Pignatelli fece istituire un'apposita commissione – composta da Giachery, Schirò, Caldara, Cavallari e Palazzotto – che potesse occuparsi degli aspetti statici, in quanto secondo il progetto era “necessità aggiungere nuovo peso all'esistente cupola”<sup>12</sup>. Pur smentendo la possibilità di realizzare l'intervento, in quanto la resistenza dei piloni si era rivelata insufficiente, l'istituzione della commissione consentì al Cavallari di prodigarsi nel dimostrare la compatibilità tra la cupola e l'impianto chiesastico, purché si operasse “in modo da porla in armonia con il resto dell'edificio, senza bisogno di aggiungerle nuovo peso”<sup>13</sup>. Fu presto redatto un progetto in cui il tamburo cilindrico veniva convertito in un prisma di 16 lati coronato da una merlatura. Le grandi aperture si

fig.1 La chiesa di San Cataldo prima e dopo gli interventi



fecero bifore ed altri accorgimenti furono operati per dissimulare l'altezza della cupola, facendola apparire sferica. In luogo del lucernario il Cavallari aveva infine previsto "un finimento in ferro fuso leggerissimo ed ornato con in cima una croce"<sup>14</sup>. In tal modo si sarebbero risolte le problematiche di natura statica, conferendo al contempo un aspetto proprio al manufatto, completato operando le medesime trasformazioni sui cupolini delle navate laterali. Il progetto, che pure era stato approvato, non fu mai realizzato, sebbene nel 1867 il dibattito sull'opportunità di procedere fosse ancora aperto. L'idea di correggere cupola fu nuovamente rilanciata nel Novecento, con un concorso nazionale incentrato su di essa e sulla riconfigurazione delle coperture della cattedrale<sup>15</sup>. Tra le variegate proposte raccolse maggiore consenso proprio quella, concepita da A. Zanca, di mantenere la cupola ricostituendone la connessione all'insieme architettonico utilizzando il linguaggio connotativo del manufatto stesso, riproponendone temi e forme reiterate attraverso un'operazione di "mascheramento" (fig.3), sebbene in modo ben diverso dalla visione del Cavallari: la cupola si sarebbe così rivestita di cuspidi e temi piramidali che ne avrebbero inglobato la calotta. Più orientata al ripristino filologico la soluzione proposta da F. Valenti<sup>16</sup>, che aveva raccolto in buona misura l'eredità del Patricolo e proponeva la demolizione totale della cupola, seguita da un vero e proprio ripristino dello status antecedente l'intervento di nuova costruzione. Il concorso finì con l'arenarsi e le proposte diedero nuovamente adito a polemiche, al punto che anni dopo lo stesso vincitore decise di allinearsi alle nuove concezioni del restauro, che rifiutavano ormai falsi storici e mascheramenti, motivando le proprie ragioni nello scritto "La Cattedrale di Palermo: 1170-1946". Se in questo caso era prevalsa in ultima battuta la scelta di preservare il valore storico-documentale del manufatto a fronte di nuovi falsi o demolizioni, esiti differenti si riscontrano in casi altrettanto eclatanti che vedono protagonisti manufatti dalla storia già controversa in cui si avvicendano interventi di recupero interpretanti di volta in volta teorie e prassi apparentemente consolidate, ma successivamente "smentite". Questo avvicinarsi di interventi animati da spirito e scopi ben differenti pone l'attenzione sul concetto di irreversibilità, che certamente caratterizza alcune operazioni proprie dell'intervento di restauro e che in tal senso ne connota particolarmente il progetto. In quest'ottica emblematico è il caso, proprio poiché racchiude in sé parecchie delle questioni accennate, del Palazzo Chiaramonte, detto Steri, a Palermo. Su questo manufatto si avvicendano infatti sia i protagonisti di grandi restauri siciliani, sia usi e destinazioni differenti che ne modificano la compagine, testimonianza dell'architettura residenziale aristocratica del XIV secolo. Sede oggi del Rettorato e da sempre di istituzioni pubbliche di grande prestigio, dalla Corte Vicereale al Sant'Uffizio, il manufatto si configurava nell'Ottocento come un macroscopico palinsesto architettonico, sul quale in ciascuna occasione si era operato costruendo o distruggendo, ma in ogni caso piegando la fabbrica alle esigenze e convenienze dettate dalla contingenza. In particolare durante il periodo dell'Inquisizione si era costruito un piccolo campanile che campeggiava in cima all'edificio ed un ampio orologio, giustapposto al prospetto, scandiva il tempo dei prigionieri rinchiusi nelle nuove carceri imprimeandosi nell'immaginario collettivo come nuovo elemento connotativo dello Steri<sup>17</sup>. I lavori di consolidamento condotti a partire dal 1726 da G. Amato furono i primi di una lunga serie; da quel momento gli interventi si susseguirono in maniera quasi continuativa sino agli anni '70 del Novecento. Ai lavori seguiti dal Patricolo nei primi anni del 900, una serie di interventi che interessavano i solai lignei della fabbrica, succedette il Valenti nel 1927. Tanta era l'attenzione dell'opinione pubblica che gli obiettivi del nuovo progetto vennero sintetizzati in un articolo del *Giornale di Sicilia*, che riportava di

fig.2 La cattedrale di Palermo (archivio Alinari)



lavori volti all'isolamento dell'edificio, al restauro di interni ed esterni nonché al completamento del palazzo, mai terminato. Non poche furono le polemiche che si addensarono intorno agli intenti della Soprintendenza, denunciando l'attenzione rivolta allo Steri e, finalmente, alla valenza storico-documentale delle stratificazioni (fig.4). Ne è certamente testimonianza l'appassionata invettiva di Nino Basile che, nell'opporsi strenuamente alla rimozione degli interventi di G. Amato e dell'orologio che campeggiava sul prospetto, paragonava lo Steri ad un manoscritto sui cui ogni secolo aveva impresso la propria traccia. Tali osservazioni, che pure furono supportate da un primo parere inviato dal Ministero alla Soprintendenza, non servirono a bloccare il progetto che, mitigato in alcuni propositi da pareri successivi ed ostacolato da una serie di lungaggini, culminò anni dopo concretizzandosi nella demolizione delle trasformazioni operate nel tempo. Gli interventi non furono peraltro limitati alla rimozione di quanto aveva reso irriconoscibili parti significative del manufatto, ma si spinsero sino alla distruzione della copertura, di solai e controsoffitti lignei decorati, talvolta sostituiti da elementi in calcestruzzo armato, invalidando quanto fatto dal Consiglio Superiore dell'Antichità e Belle Arti, che aveva subordinato l'approvazione del restauro a precise condizioni volte a tutelare l'autenticità del manufatto. Una nuova querelle per l'incipiente demolizione della scala cinquecentesca interruppe i lavori, infine affidati all'Università. Il testimone fu raccolto da R. Calandra, C. Filangeri e N. Vicari con la consulenza di Carlo Scarpa ed il team dovette misurarsi con gli "errori" e gli scempi precedentemente perpetrati. Le emblematiche parole di Calandra, riportate sul primo numero *Demetra* del 1991, danno la misura dell'onere di cui si erano fatti carico, studiando un intervento i cui "criteri di base sono stati quelli di operare modernamente"<sup>18</sup> con materiali compatibili e leggibili nonché "proporzioni rispettose del carattere e del senso di robustezza che il monumento impone"<sup>19</sup>. Quest'ultimo restauro, del quale si è qui fatto semplicemente cenno, era finalmente teso ad una nuova valorizzazione del manufatto ed esprime ancora una volta le complessive e problematiche dell'intervento sul costruito e di come "l'errore" si declina in esse, perpetrandosi nella qualità di eredità storica, talvolta meritevole di tutela quale testimonianza e concretizzazione dello spirito del tempo, più spesso incolombabile negazione quando ha operato demolizioni e distruzioni dalle quali non si può tornare indietro. Ed è proprio riallacciandosi a concetto di distruzioni che torna alla memoria una controversa pagina del restauro, quello cosiddetto di necessità, certamente non trascurabile in un pur breve compendio di "errori" e peculiarità che segnano il costruito storico. In quel periodo alle repentine distruzioni causate dalla seconda grande guerra, si volle porre rimedio con ricostruzioni, spesso altrettanto repentine, forzate da motivazioni ascrivibili a diversi valori, talvolta più strettamente attinenti alla sfera emotiva, per la quale la ricostruzione voleva costituire quasi una rinascita. Il monumento resuscitato nell'immediato, vivo ancora nei ricordi di coloro che lo avevano vissuto, acquisiva quasi a pieno titolo il diritto di riaffermarsi nella memoria collettiva<sup>20</sup>. In quest'ottica il dibattito sulle ormai mature teorie del restauro si assopiva dietro la spinta della necessità, pressato dall'urgenza di una sorta di ri-affermazione morale. Allo status emotivo del tutto eccezionale corrispose inoltre l'impiego diffuso e talvolta indiscriminato del calcestruzzo armato. Spesso dissimulato sotto rivestimenti che ne celavano la natura, questo venne applicato in condizioni anche ardite, guidate da un consapevole empirismo, configurandosi d'altro canto, per rapida realizzabilità e ridotto costo, come unica alternativa perseguibile. Variegata l'eredità lasciate alla città di Palermo da quest'ultimo periodo, inclusi squarci tuttora persistenti. Emblematico il caso della Casa Professa, con la sua cupola, ad oggi un *unicum* nel panorama



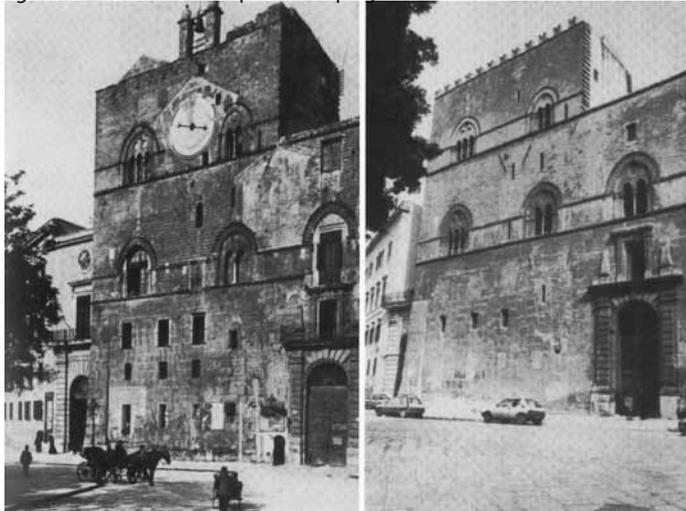
locale, interamente ricostruita in calcestruzzo armato con un sistema a doppia calotta nervata vestito di sembianze barocche<sup>21</sup> e realizzato in un complesso cantiere in cui si avvicendano ancora una volta il Valenti, G. Margiotta ed infine G. Crinò, il progettista. Indubbiamente documento della perizia personale di quest'ultimo la cupola (fig.5), che portava con sé una lunga storia di crolli e ri-costruzioni sin dalla fondazione della chiesa, era anche figlia delle aspirazioni dell'ordine dei gesuiti che, pressando per la realizzazione di un'opera grandiosa quasi a rivalersi dei passati "errori" di progettazione, avrebbero spinto verso una soluzione cautamente in bilico tra empirismo ed innovazione. Altri interventi coevi lasciano intendere quanto variegata fossero le motivazioni che indirizzavano la natura del restauro, più o meno dissimulato, basti pensare a titolo di esempio alle opere condotte dal Soprintendente M. Guiotto presso la basilica della Real Magione, ove l'operazione di ricostruzione risultava sapientemente denunciata nella differente lavorazione dei conci impiegati. Emerge a questo punto quella che è la maggiore complessità nell'approccio all'edificio storico, complessità che è insita nel continuum che caratterizza la persistenza dei manufatti, con la propria storia e le proprie ragioni da considerarsi di volta in volta unicum. Questo assunto si sostanzia nella banale considerazione che, pur consapevoli delle scelte arbitrarie del passato, mai tenderemo oggi di porvi rimedio, se non dietro motivazioni di natura eccezionale, così come mai fu rimossa la citazione che Viollet le Duc fece di sé stesso a Notre Dame. Di fatto sino a quando il monumento può definirsi "vivo" nella sua funzione, nella sua relazione con il contesto, ma anche e soprattutto nella memoria di quella generazione che lo ha vissuto, esso continuerà a proiettarsi e declinarsi nel presente. E se è vero che è nostro primo dovere tutelarlo e garantire la trasmissione di questa stessa "memoria" ai posteri è altrettanto vero che – ove l'intervento si renda necessario – occorre accostarsi all'intera storia della fabbrica con umiltà e ricordare che "com'era, dov'era", slogan ancora caro a qualcuno, assume un qualche significato solamente nella dimensione e nella visione ridotta dell'uomo.

In dealing with building heritage, specially monuments and historical pieces, the idea of "mistake" has multiple meanings, which are related to the need to compare stratified realities.

The intervention approach, from design to implementation, in this case is reversed: the starting point is the existing object. The artifact should be subject to all those epistemological investigations which can reveal the building itself and its peculiarities, both from an historical-technological point of view and an architectural one, dealing with the "metamorphoses" the structure went through over time. The second step is identifying the "problems", degradations and damages which emerge from the state of the preexistence, and then setting the objectives which the project has to fulfill. So, delineating the significance and meaning of "mistake" results more complex because of the peculiarities of a restoration project.

Designing on preexisting heritage is a moment for research and openness by nature. Since the first approach - the so-called "knowledge construction" - first criticalities and thorny and sometimes controversial problems about which materials and intervention to choice start. The choice of the new function is not less important, but it is a key issue. It should be not necessarily "similar, if not identical" to the original one, but surely compatible with the nature and morphology of the building itself. These assumptions lead the attention to interventions, contemporary or not, marked by remarkable actions and insertions of new elements and materials, or also to historical moments which enhanced the cultural debate on restoration with their peculiarities and needs, focusing on issues such as compatibility - physical, chemical, ethical

fig.4 Palazzo Chiaramonte prima e dopo gli interventi



and cultural - of materials and techniques. Thereby defining the cornerstone of the issue through some case studies is not so simple, since there are so many causes for reflection on the subject. For these reasons in the first place it is more appropriate taking into consideration those historical cases characterized by an historical critical perspective.

Falsehood is surely a central and recurring theme, moreover the "historical forgery" also become itself a previous intervention and poses further methodological questions about how new interventions have to relate with it. Restorations realized in the nineteenth century weren't yet mature to answer these questions. At that time the reevaluation of the architectural heritage became more fervent because of the renewed patriotism. This one grew itself in Sicily as an exaltation of Arab-Norman monuments, so these buildings live a sort of "re-foundation" through the newborn doctrine of "preservation".

It's known that many monuments are in fact the result of accurate reconstructions, processes of "liberation" and "return to the original splendor" made with techniques and materials equivalent to those of the foundation. From this point of view Patricolo's intervention in Palermo are emblematic. Director of the Regional Monuments of Sicily since 1895 Patricolo tried to remedy to the baroque distortions that concealed the medieval soul of ancient local artifacts. There are a lot of interesting examples as the emblematic interventions in the church of San Cataldo, which became with its famous red domes one of the symbols of Palermo. Certainly built before 1154, the church was the site of the Royal Post Office from the early years of the nineteenth century. The restoration started only after the transfer of this one and the demolition of adjacent buildings (Fig.1), partly belonging to the former convent of Martorana. The restoration project contemplated the "completion" of the facades, covered with squared ashlars of compact fine-grained limestone, although would be improper to call it completion, where original stone was barely ten percent of the total. Moldings and original arches were removed, used as models to facilitate recovery operations and then relocated. The disposal of these artifacts was sometimes arbitrary as also the reconstruction of some parts. For instance the top of apse and the connection with the coverage were rebuilt, although there was no longer any knowledge about the preexistences.

This was the practice that affected most of the local artifacts and that, more or less mitigated, would be handed down in the following years. The aim was more to "correct" building heritage rather than preserve it. Evolution of the theories of preservation contributed to the wide range of styles that characterizes the Cathedral of Palermo (Fig.2,3), built in 1170 by the Archbishop Offamilio over the ruins of a basilica profaned by the Saracens. Following interventions were operated with "the style of the time". These ones had led to the construction of the baroque tower by G. B. Amico and the complex construction of the dome. The dome was designed in 1767 by F. Fuga and realized in 1781, with the cooperation of G.V. Marvuglia and S. Attinelli. The project, supported by the Archbishop, caused several destructions and the loss of the Great Gagani's Tribune. In the same period started the neoclassical reconfiguration of the interior, maintained to the present day. Once again the problematic history of the dome was characterized by a value judgment on the building. So if from one side Fuga's design was criticized for haven't emancipated "from the prejudices of the time, which abhorred any kind of medieval architecture, despised as strange and fantastic", on the other side they were trying to "fix such a mistake [...] judged as no longer tolerable". Solutions for a new restoration of the dome was committed to Marvuglia by Ferdinand I. Marvuglia studied a method to re-encode the dome in medieval language. These solutions were evaluated only later,

fig.5 La cupola di Casa Professa prima e dopo gli interventi



in 1854. At the time, Cardinal Pignatelli had set up a committee – composed by Giachery, Schirò, Caldara, and Cavallari and Palazzoto – to deal with static aspects of Marvuglia's project. In fact, according to this one there was "the need to add new weight to the existing dome". There was no chance to realize the project, because of the weak resistance of the columns. Despite of this the reunion of the Commission allowed Cavallari to generously demonstrate the compatibility between the dome and the whole ecclesiastical complex. With his work he proved that there was "a way to put the dome in harmony with the rest of the building, without the need to add new weight". In the new project the cylindrical tambour has to be converted into a 16-sided prism crowned by battlements. Mullioned windows and other devices were provided to disguise the height of the dome. The main goal was to make it appear spherical. Finally, where take place the preexisting skylight, Cavallari proposed to put a "coverage in cast steel decorated with a cross on top". In this way the static problems were solved and moreover the dome would assume a proper language. The same morphological changes were planned for the little domes of the aisles.

Despite the consent the project was never realized, although in 1867 the debate on how to proceed was still open. The idea of a new proper dome was proposed again in the twentieth century, with a national competition. The theme focused on the dome and the reconfiguration of the coverage of the cathedral. Among the varied proposals the one which gathered greater consensus was designed by A. Zanca. The idea was to keep the dome reconstituting a connection through a connotative language, using themes and shapes to "hide" (fig. 4) the structure. Although in a different vision, the aim was similar to Cavallari's project: the dome would be covered with pyramidal spires. F. Valenti, Patricolo's successor, proposed a solution more oriented to philological restoration. The project aimed to the complete demolition of the dome and a real return to the status ante, before the new construction. The contest stranded giving rise to a controvert debate. A few years later the same winner decided to embrace new conceptions of restoration, which now refused historical forgery and disguises. Zanca explained his reasons in writing "The Cathedral of Palermo: 1170-1946".

In this case study finally prevailed the choice to preserve the historical value of building, despite the "need" of historical forgery and demolition. However different results are found out in cases which involved artifacts characterized by a controversial history. In this cases several interventions occurred, embodying from time to time theories and practices apparently consolidated and after "retracted".

Different spirit and purposes deals furthermore with the concept of irreversibility, which certainly characterizes restoration projects. From this point of view is emblematic the case of the Palazzo Chiaramonte, called Steri, in Palermo. Both the protagonists of major restoration in Sicily and different uses and destinations affected this building, testimony of residential aristocratic architecture of the fourteenth century. Seat of the Rector and always of great public institutions, as the Viceregal Court or the Holy Office, this building was configured in the nineteenth century as a macroscopic architectural palimpsest. The artifact was subdued to needs and conveniences of the events. During the period of the Inquisition a small tower was built on the top of the building and a large clock was juxtaposed to the prospectus. This one, scanning the time of the prisoners, imprinted itself in the collective imagination as a new connotative element of Steri. The consolidation works conducted since 1726 by G. Amato were the first of a long series that followed in an almost continuous until the 70s of the twentieth century. In the early 900 a new restoration managed by Patricolo started, a series of interventions on the wooden floors of the building. Then he was succeeded by Valenti in 1927. New project's points were summarized in an article of the *Giornale di Sicilia*, reporting of building insulation, restoration of interior and exterior as well as the completion of the building, that was never finished. A strong debate denounced how many people were interested in Steri's restoration and also in its historical values (Fig. 5) as shown by the passionate invective of Nino Basile. He strenuously opposed the removal of G. Amato intervention and of the clock, comparing the Steri to a manuscript on which each century had posed its mark. These observations didn't stop the project which culminated, in spite of successive opinions and delays, with the demolition of the preexistences. Moreover the demolitions were not limited to the removal of what was covering significant parts of the building, but went up to the destruction of the roof, floors and ceilings in decorated wood, sometimes replaced by reinforced concrete elements. These choices nullified the High Council of Antiques and Fine Arts' guideline, which approved the restoration under strict conditions to guard the authenticity of the Steri. A new debate rise up for the incipient demolition of the five century stair. The works were interrupted and finally entrusted to the University. R. Calandra, C. Filangeri and N. Vicari with the assistance of Carlo Scarpa picked up the baton, and the team had to face with the "mistakes" previously committed. Calandra's emblematic words are the measure of the burden: studying an intervention whose "basic criteria were to operate modernly" with compatible and readable materials as well "proportions respectful of the character and sense of robustness that the monument requires". This restoration, here simply mentioned, was finally drawn to a new value of the building. Once again the history expresses the complexities and challenges of intervention on building heritage and how the "mistake" deals with them: perpetrating itself as historic heritage, sometimes worthy of preservation as a document and realization of the spirit of the time, more often deep denial when it operated demolition and destruction from which there is no way back.

Exactly the concept of destruction relate to another controversial period of restoration, not negligible in a short compendium of "mistakes" and peculiarities that characterized the historical buildings. At that time it was decided to remedy with rebuilt at destruction caused by the Second World War. The rebuilt process was forced by reasons dealing with different values, more related to the emotional sphere, to which rebuilt means rebirth. The monument still alive in the memories, almost acquired the right to reassert itself in the collective memory if it was immediately revived. So the debate restoration was turned off behind the urge of need and moral re-affirmation. The rebuilt was sometimes totally different from that of the original structure, as a result of the use both of new materials and techniques, corresponding to indiscriminate use of reinforced concrete. This was applied in conditions even daring driven by a conscious empiricism, armoured concrete must have seemed the only possible solution to the need of rebuilding quickly and economically. This period leave a complex heritage to the city of Palermo, including laceration still persistent. Emblematic is the case of the church Casa Professa with its dome: the only one in the local landscape entirely rebuilt in reinforced concrete. The dome is composed of a dual cap covered with a baroque appearance. It is due to a complex interaction between once again Valenti, G. Margiotta and finally G. Crinò, the designer. The dome is an admirable example of the designer competence (Fig. 6) and is characterized by a long history of collapses and re-constructions from the establishment of the church. Due to this background were also the ambitions of the Jesuit Order, which wanted an impressive work as a recovery of previous design "mistakes". The results were carefully balanced between empiricism and innovation. Other contemporary interventions suggest how varied were the motivations that determined the nature of restoration, performed in a more or less hidden way. For example the actions headed by the Superintendent M. Guiotto at the Basilica of the Royal Mansion were characterized by a rebuilding operation carefully emphasized by the different surfaces of employed blocks.

Emerges at this point the major complexity in the approach to the historical heritage, which lies in the continuum characterizing the persistence of monuments. With both its own history and reasons every building is unique. This assumption is embodied in the consideration that, while aware of arbitrary choices of the past, no one today would attempt a remedy but in exceptional occasions, the same way the quote Viollet le Duc made about himself was never removed from Notre Dame. In fact until the monument can be defined as "alive" in its function and its relationship with the environment, as well as in the memory of the generation that experienced it, it will continue to prolong and persist in the present. And if it is true that our first duty is to preserve it and ensure the transmission of this "memory" to posterity, is also true that we must approach the whole history of the building with humility and remember that "how it was, where it was", a slogan yet beloved to some people, assumes some significance only in the size and reduced vision of man.

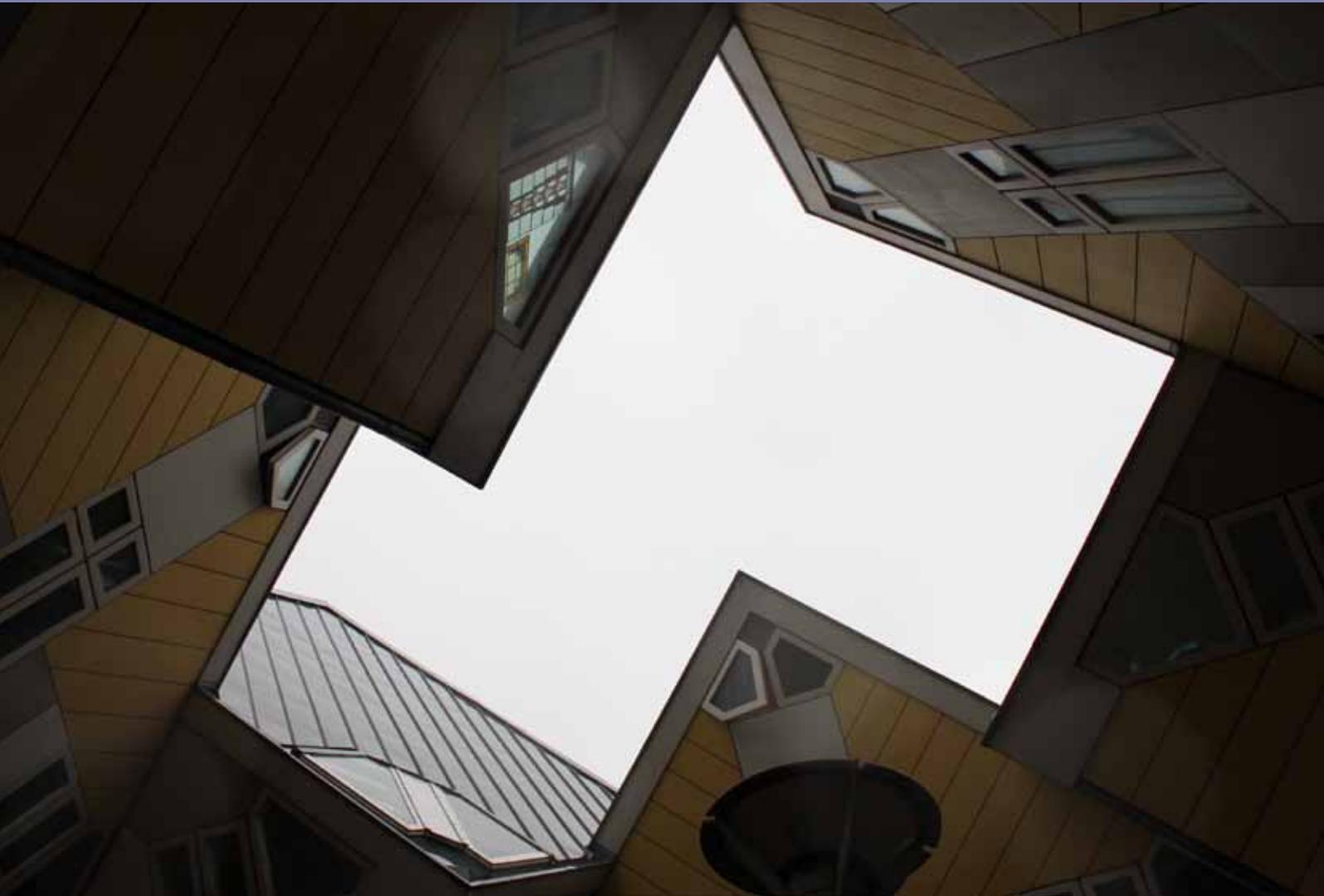
#### Note

1. B. De Sivo, Presentazione, in "La valorizzazione degli edifici antichi", a cura di M. Fumo, Clean Edizioni, Napoli, 1995
2. Ricordiamo le dichiarazioni del Segretario Generale del Ministero per i beni e le attività culturali a pochi giorni dal terremoto dell'Aquila, combattuto tra "il ricostruire esattamente l'originario come è avvenuto" o "operare integrando" vecchio e nuovo
3. Ci si riferisce chiaramente alle teorie di Gustavo Giovannoni (1873-1947) storico, critico dell'architettura ed ingegnere urbanista
4. Le cupole di San Cataldo, rosso cupo nella memoria e nell'immaginario collettivo sono state a lungo oggetto di dibattito proprio per il rifacimento dell'intonaco data l'incertezza tra la coloritura rossa o "biancaccia"
5. Documenti attestano l'appartenenza della chiesa all'ammiraglio Majone da Bari
6. Il trasferimento fu innescato a seguito del parere, richiesto proprio al Patricolo, circa l'apertura di un vano nelle antiche mura della chiesa. Il parere, negativo, avviò le procedure di esproprio e restauro del manufatto
7. Le demolizioni furono estese quasi un secolo dopo al palazzo della Corte Capitaniale, che pure era sopravvissuto ai bombardamenti
8. Cfr. F. Tomaselli, "Il ritorno dei Normanni", Sedigraf, Roma, 1994, pp.118
9. L'Arcivescovo Filangeri, di origini napoletane
10. G. Perez, "La cupola del duomo di Palermo", in L'Arte Rivista della Filarmonica Bellini, Palermo, 1869, anno 1, n. 17, pp. 265-268
- 11-14. Ivi
- 15 Cfr. A. Maniaci, "Palermo capitale Normanna", Flaccovio, Palermo, 1994, pp.135
16. Architetto straordinario presso l'Ufficio Regionale per la Conservazione dei Monumenti in Sicilia e successivamente Soprintendente
17. Cfr. S. Pennisi, "L'area dello Steri. Analisi e proposte progettuali", tesi di laurea Prof. A. Cottone, Prof. D. Faconti, Palermo, 1994
18. R. Calandra, "Il Palazzo Chiaramonte o lo 'Steri' di Palermo", in Demetra, semestrale degli architetti di Enna, n. 1, dicembre 1991, pp. 26, 35
19. Ivi
20. Cfr. S. Bertorotta, "Bombardate Palermo!", fotograf edizioni, Palermo, 2008
21. Cfr G. Vella, S. Bertorotta, A. Cottone, "La ricostruzione della cupola della Chiesa del Gesù a Casa Professa," Quadrimestrale dell'Ordine degli Architetti Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori di Agrigento, 2011, n. 28, pp. 23-27

# Photoessay

# Fotografia\_versus Viaggio ERRANTE

Alessandro Romano



# Fotografia\_ versus Viaggio ERRANTE

## Introduzione

di Maurizio Oddo

Nell'errore il viaggio. L'uomo, essere errante, attraverso il viaggio si mette alla prova; è in perenne cammino. Il viaggio alla ricerca delle idee – ci ricorda Hidetoshi Nagasawa, il celebre artista/architetto giapponese che del viaggio ha fatto la sua regola di vita - è il più pericoloso; devi raggiungere luoghi inesplorati, dove nessuno può indicarti la via del ritorno. D'altro canto, l'idea che nell'errore sia intimamente feconda l'erranza rende più ricco l'andare di ognuno. L'atto dell'errare, infatti, a partire da Odisseo e, ancor prima, con i commessi viaggiatori dell'Olimpo, è impresa valida soltanto se siamo disponibili alle conseguenze che esso comporta. A ben vedere, quindi, una rivalutazione dell'errore non può che essere una disposizione a riconoscere l'importanza del viaggio. Una rivalutazione che induce a scappare dalla mentalità che non prevede la possibilità di commettere errori. La mia terra, che è anche la terra di ognuno, d'origine, è ordinata e precisa però, in profondità, è alla ricerca dell'errore: Dimmi, o luna: a che vale al pastor la sua vita, la vostra vita a voi? dimmi: ove tende questo vagar mio breve, il tuo corso immortale? (...) infin ch'arriva colà dove la via e dove il tanto affaticar fu vòlto: abisso orrido, immenso, ov'ei precipitando, il tutto obblia. Vergine luna, tale è la vita mortale. Nasce l'uomo a fatica, ed è rischio di morte il nascimento (...) O forse erra dal vero, mirando all'altrui sorte, il mio pensiero. Nel Canto notturno di un pastore errante dell'Asia, la poesia del dubbio

A. Siza, Biblioteca dell'Università di Aveiro, Aveiro (PT)



e delle domande esistenziali, Giacomo Leopardi considera il mistero delle cose e dell'esistenza universale, attraverso la figura di un pastore errante, costretto a viaggiare nel paesaggio asiatico, desolato e stepposo, sovrastato dalla misteriosa vastità del cielo stellato. Come allora, l'uomo di oggi deve apprendere e provare, tentare e errare, cominciando a interrogare il mondo, errando verso l'ignoto anche quando si torna su una terra conosciuta. Egli, per sua natura, è l'essere errante: senza scampo, è costretto a tentare ogni possibile percorso per rintracciare quello più sicuro. Rimane soggetto all'errore ma, proprio per questo, capace di aprirsi ogni via e di indirizzare il proprio errare per evitare l'errore. Oggi, nel panorama architettonico contemporaneo, gli errori sono stati sostituiti dal concetto di erranza, nel doppio significato offerto dal verbo errare, ovvero vagare e sbagliare, senza forti conflittualità nelle scelte etiche ma nel tentativo di estetizzare ogni oggetto di conoscenza. Immersi, come siamo, in un mondo di viaggi imperativi e identificativi, diventa essenziale la proposizione di profondi errori compositivi in grado di contrastare l'iconografia architettonica delle riviste patinate e alla moda e di aprire verso l'erranza di un viaggio istruttivo come quello che qui viene proposto. Il viaggio, infatti, citando Bruce Chatwin, scrittore/viaggiatore per definizione, non soltanto allarga la mente: le dà forma.

**MVRDV, El Mirador de Sanchinarro, Madrid (ES)**





S. Holl, Sarphatistraat Office, Amsterdam (NL)

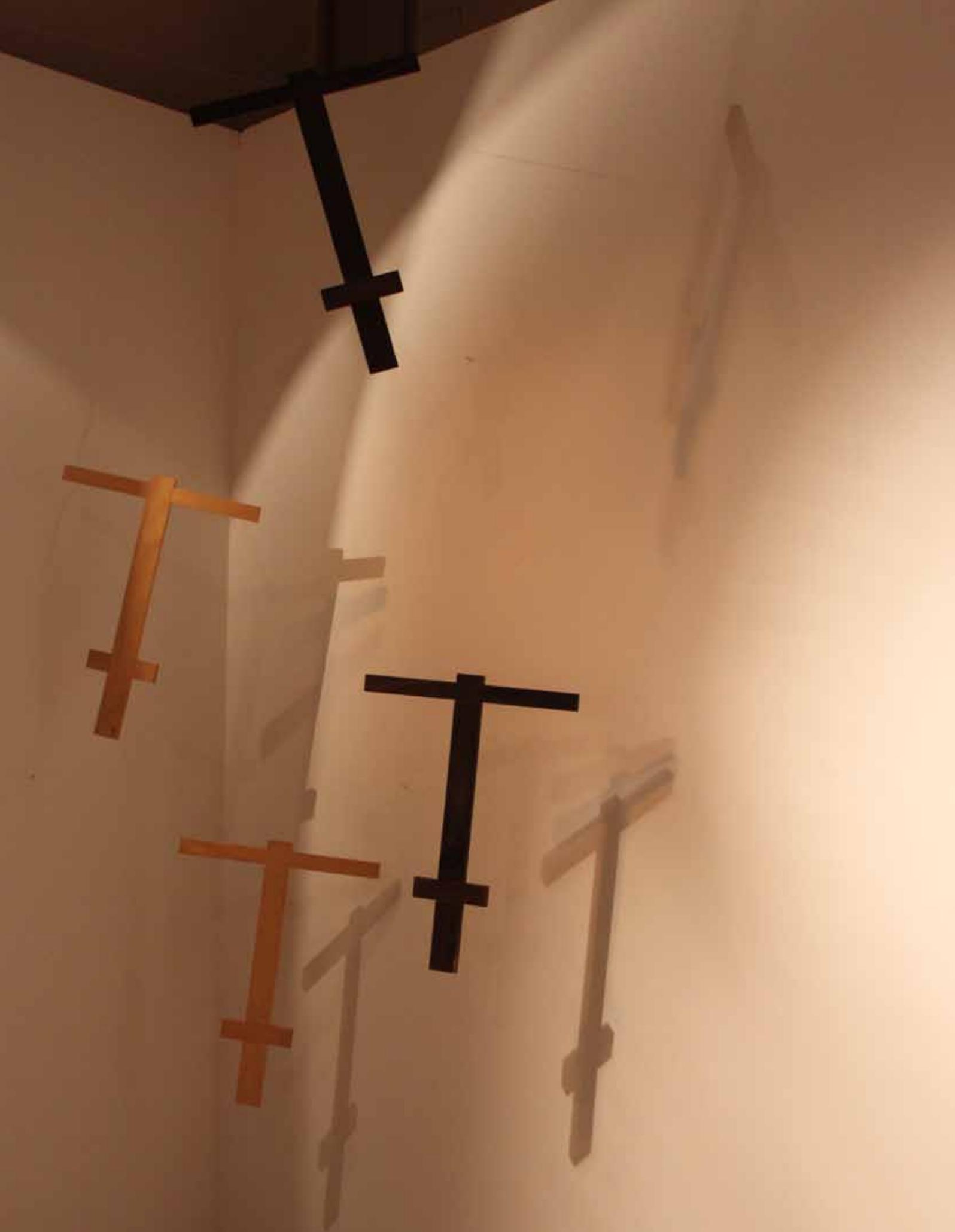




Le Corbusier, Casa del Giardiniere Ville Savoye, Parigi (FR)



T. Rietveld, Schröder House, Utrecht (NL)



M. Oddo (a cura di), Mostra antologica Alvaro Siza, Enna (IT)

# TOMAŽ

# TOLLAZZI



a cura di TIZIANA CAMPISI

Tomaz Tollazzi, PhD, is a Full Professor at the UNIVERSITY OF MARIBOR, Faculty of Civil Engineering, SLOVENIA.

He is Member of Institute of Transportation Engineering, USA, Member of Slovenian National Road Association and Member of the council of HZDP, Croatia.

He published many original scientific articles in SCI journals with impact factors. He is also author of Slovenian Guidelines for Roundabouts and Turbo Roundabouts and co-author of Croatian and Bosnian Guidelines or Roundabouts.

**Observing the intersections of today's busy roads, you can see the complexity of the cases in front of which brings us the reality of urban and road engineering manuals which spent seems unconcerned.**

**The guarantee of a good standard safety while in the wide variety of existing intersections is a problem that can not be resolved on the basis of geometric patterns rigidly defined. It is important that the new design of the intersection follow some basic criteria that must be carefully adapted to the geometry of different places and still not overlook the need to ensure a good flow to vehicle traffic. These criteria should be applied bearing in mind the crucial issue of these intersections of the great urban roads: the need to enhance the infrastructure of crossing pedestrians and cyclists, giving equal dignity than that intended for motor vehicles.**

**WHAT ARE THE BIGGEST RISKS AT INTERSECTIONS? (DIFFERENT FOR SIGNALIZED INTERSECTIONS, NOT SIGNALIZED AND ROUNDABOUT)**

The most important is a traffic safety of vulnerable participants, children and elderly people. But we usually talk about cyclists and pedestrians. So, in all kinds of intersection we must pay a lot of attention to these road users. Usually, capacity and traffic safety are contrary, so every time we need to find a solution how to eliminate this contrary. That is a reason why we, in Slovenia, use the methodology for selecting the optimal type of intersection. The methodology for selecting the optimal type of intersection is not an "officially prescribed" methodology that must be used in the making of the "Study on suitability of implementation of individual types of grade intersection". However, lately it was adopted by investors on the national and on the municipal level.

The most important part of the methodology for selecting an optimal type of intersection is the assessment (verification) of global criteria for justifying the implementation of a certain type of crossing.

**YOU ARE ONE OF THE LEADING SCHOLARS ROUNDABOUTS UNCONVENTIONAL, WHAT ARE THE MAIN EXTREMELY BENEFICIAL IN THE CONSTRUCTION OF UNCONVENTIONAL ROUNDABOUTS?**

The alternative types of roundabouts are usually more recent and implemented only in certain countries. It is typical for them that they differ from "classic" or standard roundabouts in one or more design elements, while the purpose of their implementation is also specific.

Why the alternative roundabout types? Especially because of particular disadvantages of "classic" or standard roundabouts in particular actual circumstances and changes of "actual circumstances" which in past lead to roundabout implementation. The alternative types of roundabouts include mini – roundabout, double mini – roundabout, "dumb – bell" roundabout, square-shaped roundabout, roundabout with a square-shaped central island, roundabout with the transition central island (the "hamburger" roundabout), up-grade (two-level) roundabout, roundabout with the spiral course of the circulatory carriageway ("turbo roundabout"), double roundabout with joint splitter island ("dog-bone"), roundabout with traffic lights, assembled (prefabricated) roundabout, roundabout with a central island accessible to pedestrians, cyclist's roundabout ...

**WHAT ARE THE MAIN DESIGN POPULAR ERRORS IN THE WORLD THOSE CONCERNING THE CONVENTIONAL AND UNCONVENTIONAL ROUNDABOUTS?**

Very short: wrong locations, lack of traffic safety (especially of pedestrians and cyclists) and bad traffic signalisation.

**DEFINE MORE MISTAKES DURING THE DESIGN OF TURBO-ROUNDABOUTS**

The roundabout with a spiral course of the circulatory carriageway (shorter "turbo roundabout") is a special type of the multilane roundabout, where some direction flows are separated or run on physically separated traffic lanes. In the turbo roundabout the traffic flows run separately even before the entry into the roundabout, they occupy separate lanes all the way throughout the roundabout, whereas traffic flows run separately also at the exit from the roundabout. Physical separation of traffic lanes is interrupted only in places of entry into the inner roundabout traffic lane. Physical separation is achieved by specially shaped elements, which hinder (but not prevent) the change of traffic lanes in the roundabout

It is necessary to know that turbo roundabout is not solution for all circumstances. There are four basic and two additional conditions in order for a roundabout to be considered as a turbo roundabout. The turbo roundabout is an appropriate solution on locations and intersections outside the urban environment, when there is normally one main and one side traffic route, regarding the intensity of the traffic flows.

The turbo roundabout in the urban environment in just a conditionally appropriate solution. If a roundabout with two entry and two exit lanes is considered, which would be located in the urban environment, we must first solve the problem of traffic-safe leading of non-motorised traffic participants.



dali



Les erreurs ont presque toujours un caractère sacré.  
N'essaye jamais de les corriger.

# ERRORES SUBSANABLES.

## paisaje cultural versus bien cultural o la conveniencia de revisar categorías de la lista del patrimonio mundial.

### el caso de venecia y su laguna

## CORRECTABLE ERRORS. Cultural Landscape vs. Cultural Property or the desirability of reviewing categories of The World Heritage List. The case of Venice and its Lagoon.

ALFREDO UREÑA UCEDA

Los bienes de la Lista del Patrimonio Mundial declarados como paisajes culturales, esto es “las obras combinadas de la naturaleza y el hombre”, según el párrafo 47 de las *Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial*<sup>1</sup>, suman en la actualidad un total de 99, distribuidos por 44 naciones del mundo. Esta cifra apenas supone un 10.6% de los 936 bienes incluidos a día de hoy en tal elenco, de los cuales 725 son bienes culturales, 183 naturales y 28 sitios mixtos, pertenecientes a 153 países.

La explicación de este bajo porcentaje, aunque creciente<sup>2</sup>, se debe a que la categoría de Paisaje Cultural fue contemplada sólo a raíz de la 16ª Sesión Ordinaria del Comité del Patrimonio Mundial (Santa Fé, Estados Unidos, 1992), mientras que el resto existen desde 1972, año en el que la UNESCO adoptó la Convención concerniente a la Protección del Patrimonio Cultural y Natural. Todo ello implica que algunos de los bienes inscritos en la Lista con anterioridad a la Sesión de Santa Fé podrían haber sido declarados o ser declarados en la actualidad –en el caso de que el Estado Parte lo demandase– como Paisajes Culturales. En este sentido, el primero que experimentó tal reconversión, en 1993, fue precisamente un bien anteriormente contemplado como Patrimonio Natural (1990): el Parque Nacional de Tongariro (Nueva Zelanda).

La inclusión de la categoría de Paisaje Cultural dentro de las definiciones de Patrimonio Mundial responde a la más que conocida conveniencia de apelar a una visión integral del Patrimonio, concibiendo como una unidad su doble vertiente Natural y Cultural, tal y como se ha venido estipulando desde el propio Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO. No en vano, es justamente en los paisajes donde tal integración se manifiesta de la mejor manera y encuentra todo su sentido. No obstante, “el paisaje no es nada nuevo. A lo largo de la Historia de la Humanidad, consciente o inconscientemente, el paisaje ha formado parte de la vida de los seres humanos y su presencia se ha manifestado en múltiples formas de expresión, ya sea en relación directa con el territorio o a través de representaciones artísticas. Así, con el paso del tiempo y a medida que se han producido avances significativos en el terreno del conocimiento, diversas disciplinas han ido incorporando el paisaje a sus idearios y se han aplicado en el desarrollo de técnicas para su tratamiento”<sup>3</sup>.

De hecho, el término paisaje se ha usado con diferentes significados y es una palabra habitual del lenguaje cotidiano. Sin embargo, no es hasta el siglo XIX cuando en el campo del Arte y de la Ciencia éste empieza a adquirir el sentido que determinará su significado actual, convirtiéndose en objeto de estudio y en recurso patrimonial. “Desde una perspectiva geográfica el paisaje constituye un atributo del territorio, una peculiar manera de manifestarse y ser visto, una configuración que se genera desde la aparición del hombre sobre la Tierra y se proyecta hacia el futuro; en el paisaje hay huellas de su historia, está el presente y se perciben las señales de sus probables cambios. Cultura y naturaleza se integran en la imagen final y cambiante del paisaje”<sup>4</sup>. Esta nueva aproximación al paisaje es posible al contemplarlo y comprenderlo como un sistema en el que se integran diversos factores geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrológicos..., pero también sociales y culturales: “Es la presencia del hombre en sociedad, su interacción secular con los sistemas que funcionan en la superficie de la tierra, su mirada y las imágenes que de ella se derivan, su desarrollo científico y técnico, sus pensamientos, sus gustos y preferencias y hasta sus sentimientos, los que han transformado el territorio habitado, visitado, o imaginado del paisaje”<sup>5</sup>. Teniendo en cuenta estas premisas, en el caso que nos ocupa dirigimos nuestra atención a un bien, de entre los de la Lista de Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO, susceptible de poder ser re-declarado como Paisaje Cultural por su singularidad y por configurarse como un ejemplo señero de integración de Patrimonio Cultural y Natural. Se trata de *Venecia y su Laguna*, inscrito como bien cultural en 1987, aduciendo los seis criterios existentes en ese momento para tal categoría. Este aspecto evidencia, por una parte, las altas cualidades que caracterizan al bien,

**Dottore di Ricerca Europeo in Storia dell'Arte presso l'Università degli Studi di Bologna, Master in Patrimonio Cultural y Natural: Investigación, Desarrollo e Innovación presso l'Universidad Internacional de Andalucía (España), Profesor contratado doctor di Storia dell'Arte presso l'Università de Almería (España)**

#### NOTE

- 1 Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial, UNESCO, Comité Intergubernamental de Protección del Patrimonio Cultural y Natural, Centro del Patrimonio Mundial, París, 2011. [en línea] <http://whc.unesco.org/archive/opguide08-esp.pdf>.
- 2 Ha aumentado un 3 % en poco más de un año. Fuente: página web oficial del Centro de Patrimonio Mundial, UNESCO. <http://whc.unesco.org/en/list>.
- 3 L. Cruz Pérez, M. Ortega Delgado y L. Sánchez Benz, “Crónica de cuatro años en materia de paisaje”, Cuadernos de Ordenación del Territorio, 1, 2008, pp. 7-11.
- 4 C. Sanz Herráinz, “Panorama del Paisaje en España”, Cuadernos de Ordenación del Territorio, 1, 2008, pp. 29-30.
- 5 Ibidem.
- 6 Ficha del bien cultural Venecia y su Laguna en la Lista del Patrimonio Mundial, página web oficial del Centro del Patrimonio Mundial, UNESCO. <http://whc.unesco.org/en/list/394/>.
- 7 Con antelación a la 6ª Sesión Extraordinaria del Comité del Patrimonio Mundial (París, 2003) estos dos últimos criterios formaban parte de la serie correspondiente al Patrimonio Natural.

mientras que por otro lado llama poderosamente la atención que a pesar de que se incluya dentro de la delimitación y de la denominación la Laguna Véneta, no se contemplara, en cambio, la consideración de sitio mixto y que, por tanto, tampoco se esgriman criterios relacionados con el medio natural que constituye.

Conocidas las cualidades peculiares y excepcionales de los valores históricos, artísticos, culturales y naturales del entorno que compone la delimitación del bien, y a la vista de la definición recogida en el artículo 47 de las *Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial*, no cabe duda de que Venecia y su Laguna responden a la perfección al perfil de Paisaje Cultural. Efectivamente, son bienes que representan “obras conjuntas del hombre y la naturaleza” que “ilustran la evolución de la sociedad humana y sus asentamientos a lo largo del tiempo, condicionados por las limitaciones y/o oportunidades físicas que presenta su entorno natural y por las sucesivas fuerzas sociales, económicas y culturales, tanto externas como internas”. Teniendo igualmente en cuenta las reflexiones expuestas previamente en relación al valor y significado del paisaje y a las características propias de tal categoría dentro de la Lista del Patrimonio Mundial, podemos afirmar que en ningún sitio como en Venecia queda plenamente integrada la trascendencia de la obra del hombre con la fuerza del medio natural que la envuelve. En el caso veneciano aparte de los valores medioambientales y de biodiversidad propios de la laguna, su singular configuración urbana, la variedad y riqueza de sus tipologías arquitectónicas y su compleja trayectoria histórica, con momentos de especial preponderancia política, social y económica, vienen determinadas por su peculiar emplazamiento acuático. Hasta el propio elemento natural más característico de la laguna, el agua, se convierte en el elemento más característico de la propia ciudad. Pero el Paisaje Cultural de Venecia y su Laguna es mucho más que su imponente patrimonio histórico-artístico y natural, de preclaro valor universal excepcional. A ello se suman particulares formas de vida, adaptadas a la peculiaridad del entorno, así como especiales y característicos modos de producción e incluso de medios de transporte. No cabe duda de que Venecia y su Laguna se ajustan a la perfección a los requisitos que el artículo 49 de las *Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial* estipula para la consideración de Valor Universal Excepcional, puesto que encierran una importancia cultural y natural tan extraordinaria que ha trascendido fronteras, cobrando “importancia para las generaciones presentes y venideras de toda la Humanidad”. De hecho, como es sabido, Venecia es una ciudad lacustre configurada sobre 118 islotes separados por canales y unidos por puentes y emplazada en el extremo septentrional del Mar Adriático que se extiende sobre una superficie de cerca de 550 kilómetros cuadrados, de los que en torno al 8% está ocupada por tierra (la propia Venecia y otras islas menores, varias de las cuales también están habitadas). Desde su fundación, en el siglo V d. C., “Nature and History have been so closely linked”<sup>6</sup>. Como señalábamos con anterioridad, este peculiar emplazamiento, prácticamente único en el Mundo, ha determinado su característica configuración urbana y ha favorecido el determinante peso político y económico que el enclave bizantino, primero, y la ciudad estado, después, ha experimentado en algunos de los periodos más significativos de la Historia, como la Edad Media, el Renacimiento y el Barroco. Esto explica que Venecia constituya una obra cumbre de la Arquitectura universal, enriquecida además con la producción de los más grandes artistas plásticos de todas las épocas. Asimismo, la armónica integración de los elementos de su Patrimonio Cultural y Natural nos depara uno de los Paisajes Culturales más excepcionales, característicos y difundidos del planeta. Por lo que, como exige el artículo 49 sobre el Valor Universal Excepcional, “la protección permanente de este Patrimonio es de capital importancia para el conjunto de la comunidad internacional”.

En cuanto a la justificación de los criterios de inscripción del bien como Paisaje Cultural recogidos en el artículo 77 de las *Directrices*, dada la trascendencia de sus valores culturales habría que mantener los seis primeros, que eran los mismos que recoge la inscripción de 1987 (i, ii, iii, iv, v y vi). Así pues, Venecia y su Laguna representan “una obra maestra del genio creador humano” plasmada en las excepcionales obras arquitectónicas y artísticas que atesora (criterio i); las cuales atestiguan “un intercambio de valores humanos considerable”, durante la Edad Media y Moderna, en los ámbitos de la arquitectura, las artes plásticas y suntuarias, la planificación urbana y la creación de paisajes (criterio ii). Todo ello aporta un testimonio único y excepcional sobre la tradición cultural propia de la vida en la ciudad, en las islas menores y en la Laguna (criterio iii), siendo al mismo tiempo, y como fruto de tal tradición cultural, un ejemplo eminentemente representativo de un tipo de construcción, de conjunto arquitectónico y de paisaje que ilustra los mencionados periodos significativos de la historia humana (criterio iv). En la Laguna de Venecia encontramos muy significativas formas tradicionales de asentamiento humano y de utilización de la tierra y del mar, así como de interacción del hombre con el medio (criterio vi). Además, la trascendencia de este Paisaje Cultural va mucho más allá de lo estrictamente material o tangible, puesto que está directamente ligado con acontecimientos y tradiciones vivas, ideas y creencias, y sus valores han quedado plasmados en obras artísticas y literarias. A ellos habría que añadir el criterio vii, puesto que Venecia y su Laguna constituyen un área de belleza natural e importancia estética excepcionales, y el criterio ix<sup>7</sup>, ya que la Laguna Véneta es un ejemplo eminentemente representativo “de procesos ecológicos y biológicos en curso en la evolución y el desarrollo de los ecosistemas terrestres, acuáticos, costeros y marinos y las comunidades de vegetales y animales terrestres, acuáticos, costeros y marinos”, que también determinan los valores excepcionales de este paisaje cultural.

Los puntos 6 a 9 del anexo 3 de las *Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial* nos recuerdan que los Paisajes Culturales, tal y como encontramos en el caso que nos ocupa, representan “obras conjuntas del hombre y la Naturaleza, ilustran la evolución de la sociedad y de los asentamientos humanos a lo largo de los años, bajo la influencia de las limitaciones y/o de las ventajas que presenta el entorno natural y de fuerzas sociales, económicas y culturales sucesivas, internas y externas”, comprendiendo “una gran variedad de manifestaciones de la interacción entre la Humanidad y su entorno natural”.

En cuanto a las categorías de Paisaje Cultural, de las tres estipuladas en el punto 10, y como fruto de todo lo que hemos expuesto hasta el momento, Venecia y su Laguna responden a la segunda o “Paisaje que ha evolucionado orgánicamente”. De hecho, la configuración del paisaje veneciano ha sido fruto de una exigencia originalmente social, económica y administrativa “que ha alcanzado su forma actual por asociación y, como respuesta a su entorno natural”. Más complicado resulta, en cambio, insertarlo en alguna de las dos subcategorías previstas (paisaje relicto o fósil/paisaje vivo). Si en un primer momento podemos pensar que las características esenciales del Paisaje de Venecia y su Laguna siguen siendo materialmente visibles pero su proceso evolutivo “se ha detenido en algún momento del pasado” –en el siglo XVIII–, entonces habría que incluirlo en la categoría de Paisaje Relicto. Sin embargo, en realidad el Paisaje de Venecia sigue conservando “una función social activa en la sociedad contemporánea”, vinculada al modo de vida tradicional, a pesar de las amenazas medioambientales, de conservación y de musealización que está sufriendo la ciudad. Pero precisamente, sus indiscutibles valores urbanos, y por tanto sociales y humanos, indisolublemente unidos a toda la biodiversidad ligada al medio acuático, determinan que la declaración como Paisaje Cultural de este bien no pueda concebirse bajo otro paraguas que el de la categoría de “Paisaje que ha evolucionado orgánicamente”, en su dimensión de “Paisaje Vivo”.

# Parlare di Paesaggio Culturale all'interno della Pianificazione Territoriale è un errore?

**ROBERTA RESTIVO**

## Premessa

L'archeologia e l'urbanistica hanno diverse cose in comune: ambedue studiano il territorio, le sue trasformazioni e quanto queste hanno influenzato o sono state influenzate dalla vita delle popolazioni che lo abitano, e ambedue tengono in considerazione il fattore tempo. L'archeologia ricercando ciò che è stato, l'urbanistica ipotizzando ciò che sarà; tuttavia, questo diverso modo di leggere il costruito in funzione del tempo, ha segnato per tanti anni la quasi incompatibilità tra le due discipline. L'archeologia è stata spesso considerata portatrice di un retaggio percepito come estraneo alla società che l'ha scoperto: una comunicazione basata, per troppo tempo, su un linguaggio specialistico indirizzato solo ai professionisti ha creato un senso di straniamento e l'unico presidio territoriale, la soprintendenza, non ha garantito un monitoraggio costante, causando una gestione regolata dall'emergenza e una tutela vincolistica, in cui è stato chiaro solo quello che non si poteva fare. Questo modo di agire, espressione da un lato di una cultura troppo astratta e dall'altro, da un atteggiamento di difesa per una mancata attuazione delle disposizioni legislative<sup>1</sup>, non si è posto il problema di confrontarsi con le esigenze dell'urbanistica, molto più pragmatica e tesa a semplificare, pianificare e regolamentare un territorio. Per gli urbanisti la pianificazione del paesaggio è una parte della pianificazione del territorio e l'analisi del paesaggio si fonda sulla rappresentazione cartografica, che ben identifica i cambiamenti morfologici, cioè geometrico-spaziali di un territorio<sup>2</sup>. Spesso i ritrovamenti, soprattutto in ambito urbano, sono stati considerati un ostacolo alla diffusione del cemento o, nel migliore dei casi, come un altro spazio da riconnettere al contesto esistente, cercando di migliorarne la fruizione e la valorizzazione con la programmazione di attrezzature e servizi, per poi trasformarlo in una merce di uso turistico<sup>3</sup>. Ma oggi è possibile creare una relazione attiva tra un'area di interesse culturale e il territorio che la circonda, attraverso una pianificazione capace di integrare le esigenze della conservazione con quelle della crescita economica, aperta a tutte le istituzioni presenti nel territorio?

Il rapporto tra il territorio, il paesaggio e l'ambiente

Facciamo un passo indietro cercando di capire di quale tipo di territorio parliamo. Per troppo tempo si è fatta confusione tra i concetti di territorio, paesaggio e ambiente: sia perché sono oggetto di più di una disciplina (ecostoria<sup>4</sup>, scienza del paesaggio<sup>5</sup>, archeologia del paesaggio<sup>6</sup>...) e questo ha dato vita ad una pluralità di informazioni, rimaste distinte, che non hanno contribuito a degli studi organici sia perché, da un punto di vista giuridico, l'Unione Europea ha elaborato solo recentemente una nozione unitaria di ambiente e di paesaggio<sup>7</sup>. In passato con la parola ambiente si è indicata quella parte del territorio che conservava le caratteristiche di flora e fauna "originarie", cioè non alterate dalla presenza dell'uomo: nasce così l'esigenza di una tutela che, dopo essersi espressa in diverse forme<sup>8</sup>, viene riunificata sotto l'istituzione dell'Area Protetta e di una sua classificazione<sup>9</sup>, impostata secondo rigidi criteri vincolistici perché sottolineava l'inconciliabile rapporto tra uomo e natura.

In Italia, visto il grande impatto antropico, la sola tutela della parte naturale del territorio non è sembrata sufficiente e, durante il periodo fascista, si riscontra un cambiamento<sup>10</sup> inserendo, all'interno della legislazione in materia ambientale, il termine paesaggio: con cui si è indicata quella parte dell'ambiente modificata in maniera mirabile dall'uomo e degna di essere tutelata solamente per i suoi lati estetici di bellezza panoramica. Dopo la II guerra mondiale, visti i gravi danni causati al territorio, si sente l'urgente necessità di una riforma dell'amministrazione e della normativa<sup>11</sup>.

Si denuncia il degrado di quartieri, l'abusivismo e lo snaturamento dei paesaggi storici e delle bellezze naturali e si presenta una riforma soprattutto improntata ad un'azione dello Stato non più vincolata alla sola tutela e conservazione, ma ad un ampliamento stesso del concetto di bene culturale e territoriale ad ogni bene che costituisca testimonianza avente valore di civiltà<sup>12</sup>. Un pensiero ripreso negli anni '70, quando l'inquinamento ambientale causato dall'industrializzazione, dal massiccio utilizzo delle risorse naturali e dalla crescita demografica ha portato una maggiore attenzione sull'uomo e sul suo stile di vita: le modifiche apportate su un territorio non sono più considerate solo opera della natura, questa dà solo le materie prime necessarie a compierle, quando si parla di paesaggio non bisogna più intenderlo scisso in due elementi, l'uomo e la natura, perché l'uno ha influito sull'altro e parlare di paesaggio riferendosi solo alla sua parte naturale è qualcosa che realmente non ha valore<sup>13</sup>.

Il paesaggio appare come un concetto complesso rispetto all'ambiente. I suoi cambiamenti devono essere spiegati includendo l'uomo, come agente della trasformazione, con le sue cause economiche, sociali, storiche che lo hanno portato ad agire, il paesaggio viene definito "culturale": è espressione della cultura che lo ha prodotto<sup>14</sup>. Alla luce di queste ideologie, in Italia, si ha la consapevolezza del limite di una gestione focalizzata su un'area da proteggere da ciò che le sta intorno e si fa strada l'esigenza di una politica ambientale che riguardi tutto il territorio. Il legislatore, visti fallimenti di un'amministrazione del territorio decentrata alle Regioni<sup>15</sup>, nel 1991 realizza la legge quadro n. 394 che istituisce i "parchi culturali", per restituire importanza alle caratteristiche storiche, culturali e ambientali di un territorio, anche alle sue aree più degradate,

Laureata in archeologia presso l'Università Degli Studi di Siena nel 2005, ha conseguito un master in archeologia subacquea in intesa con il MIUR e l'Università Suor Orsola Benincasa di Napoli.

per un restauro e una valorizzazione in relazione ad obiettivi economici e sociali all'interno della vita stessa di un territorio (art.1). Il parco è inteso come un luogo costituito anche da aree urbanizzate e zone coltivate dove sperimentare uno sviluppo sostenibile, in cui hanno un ruolo rilevante gli Enti Locali, che siedono all'interno dell'Organo di Gestione, perché il parco è inteso come un mezzo per la valorizzazione e lo sviluppo delle proprie realtà locali. Questa è una prima riflessione di un dibattito che nascerà in Europa sul ruolo del paesaggio nel governo di un territorio<sup>16</sup> e che confluirà nel documento introduttivo alla Conferenza Nazionale Sul Paesaggio (1999), che descrive quest'ultimo "come insieme di elementi naturali, interrelati alle componenti storiche dovute alla presenza dell'uomo sul territorio: rappresenta in Italia parte fondamentale della nostra identità culturale e ne costituisce, ..., l'immagine caratterizzante, una delle maggiori ricchezze del Paese,..." La Convenzione fu firmata da 36 Stati a Firenze nel 2000, l'Italia la ratificò nel 2006, e l'art. 5 impegna i paesi membri a "riconoscere giuridicamente il paesaggio in quanto componente essenziale del contesto di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro comune patrimonio culturale e naturale e fondamento della loro identità". Gli orientamenti emersi si ritrovano solo parzialmente recepiti nel Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.Lgs.42/2004), che sottolinea l'importanza delle pubbliche amministrazioni nella gestione dei beni nella prospettiva di uno sviluppo sostenibile (art.132), attuato tramite una pianificazione paesistica che deve essere estesa all'intero territorio delle Regioni (art. 135), che già a livello di progettazione devono definire le zone dove conservare le qualità paesistiche esistenti, le zone dove sono possibili trasformazioni compatibili con i valori paesaggistici e le zone dove sono necessari interventi di riqualificazione e di valorizzazione (art.143).

Una possibile integrazione tra paesaggio e pianificazione Malgrado, da un punto di vista culturale, ci sia stata una lunga e approfondita elaborazione del concetto di paesaggio che si è tradotta in molte proposte legislative, in cui si è cercato di ricostruire un'unione tra la normativa urbanistica e quella specifica sul paesaggio, stabilendo di prendere in considerazione i vincoli ambientali, in pratica non si è riuscito a definire un chiaro rapporto tra ambiente-territorio-paesaggio. Una prova è la riforma del titolo quinto della parte seconda della Costituzione<sup>17</sup>, che ha attribuito alla potestà legislativa esclusiva dello Stato la "tutela dell'ambiente, dell'ecosistema e dei beni culturali" (art. 117, comma 2, lettera s) ed ha inserito nella potestà legislativa concorrente (cioè le Regioni) "la valorizzazione dei beni culturali e ambientali e promozione e organizzazione delle attività culturali" e il "governo del territorio" (art. 117, comma 3), tralasciando di nominare il paesaggio. Questa nuova norma ha portato dei dubbi interpretativi: se considerare il paesaggio di tutela dello Stato, inglobandolo all'interno della nozione di ambiente; o ricondurre il paesaggio nell'area del governo del territorio e della pianificazione territoriale; oppure considerarlo autonomo sia dalla tutela dell'ambiente che dal governo del territorio e dall'urbanistica, facendolo ricadere all'interno della legislazione residuale delle Regioni (art.117, comma 4)<sup>18</sup>. Tutta questa confusione ha portato di fatto ad un'immobilità sia della tutela del territorio che della sua valorizzazione in funzione di uno sviluppo sostenibile, perché non si è mai capito chi doveva intervenire e in che modo. E' chiaro che la complessità del paesaggio non può essere catturata utilizzando le attuali strategie di pianificazione e una soluzione dall'alto, dalle amministrazioni, si è rivelata fallimentare perché troppo complicata e confusa; mentre c'è una crescente consapevolezza di relazioni sempre più ampie tra le discipline che studiano il paesaggio<sup>19</sup>, che parte dal basso, risultato di un'intrinseca crescita di connettività. Fino ad oggi la differente formazione degli specialisti ha impedito un lavoro di équipe ma una comunicazione globalizzata, grazie all'utilizzo di nuove tecnologie, ha permesso la diffusione di singole risorse culturali, che stanno accelerando dei processi di cambiamento in atto<sup>20</sup>, e la loro trasformazione in benefici collettivi. A questo cambiamento di comunicazione corrisponde un cambiamento nel modo

di vivere, verso un ritmo sempre più accelerato, che non riguarda solo l'area urbanizzata ma anche il paesaggio che, in quanto espressione della società che lo abita, è soggetto ad un costante mutamento. Se dobbiamo pensare a delle governance in grado di gestire questo meccanismo, dobbiamo puntare ad una pianificazione in continua evoluzione che possa garantire uno sviluppo duraturo<sup>21</sup> e ciò è attuabile attraverso un approccio collaborativo che passa attraverso enti, leggi e discipline diverse. Esempi positivi vengono dai paesi asiatici e dall'Australia<sup>22</sup>: in cui si è cercato di gestire le peculiarità dei luoghi, a seconda che si tratti di un ambiente naturale, di un'attività produttiva, come quella mineraria o l'agricoltura, oppure di beni immateriali come leggende, musica o importanti rievocazioni del passato, attraverso la collaborazione e la condivisione della proprietà. Nello stesso tempo, la necessità di raccogliere e scambiare le informazioni riguardanti il paesaggio, in funzione di cambiamenti molto impattanti sul territorio, ha spinto alcuni enti ed università olandesi a riunirsi in un consorzio, per creare un'infrastruttura di dati spaziali sulla storia e il patrimonio, in modo da connettere diverse tematiche, periodi storici e aree geografiche<sup>23</sup>.

Nella storia dell'archeologia si è sempre guardato allo sviluppo dell'elaborazioni cartografiche dei ritrovamenti: passando dalla raffigurazione delle sole strutture architettoniche, all'elaborazione della Carta Archeologica d'Italia fino all'utilizzo del GIS, che ha permesso la realizzazione di esperienze impostate su dimensioni spaziali a diversa scala (regionale, territoriale e singoli siti) che dialogano tra di loro<sup>24</sup>. Proprio l'utilizzo della tecnologia GIS ha traghettato l'archeologia all'interno dei nuovi media, con il suo potenziale di dati spaziali e relativi attributi, con la capacità di elaborare analisi per gestire e distribuire informazioni a contenuto geografico<sup>25</sup> che, in ambito archeologico, sono tra le più varie. L'aiuto di numerose scienze, infatti, permette di avere informazioni sulla vegetazione, il clima, la composizione del suolo, ma anche sulla produzione, la tecnologia utilizzata e la provenienza dei materiali, collocandoli all'interno di contesti datati. Proprio la numerosa mole di dati ottenuti, dopo una ricerca archeologica, ha spinto gli archeologi ad elaborare data base relazionali, in cui tabelle, campi e relazioni sono studiati in modo da rappresentare il maggior numero di informazioni significative possibili che, grazie all'ancoraggio ad una piattaforma GIS, sono georeferenziati. La successiva analisi dei dati, impensabile senza l'utilizzo del GIS, darà la chiave di lettura dell'area scavata, non più ristretta al sito archeologico ma molto più complessa, perché legata ai numerosi fattori che hanno composto il paesaggio antico: come i siti di produzione, le vie di comunicazione, la geomorfologia della zona; permettendo uno studio sull'evoluzione delle dinamiche insediative e, più in generale, sul rapporto tra sito e territorio. Con lo sviluppo del Web (e il WebGIS<sup>26</sup>) e la conseguente condivisione dell'informazione geografica, si può essere coinvolti all'interno di un sistema di dialogo attraverso lo scambio di dati, integrando competenze diverse. La ricerca archeologica sta sperimentando metodologie di raccolta di dati che, se correttamente implementate, possono essere utili a diverse tipologie di utenti: turisti, abitanti, amministratori e ricercatori<sup>27</sup> e, nello stesso tempo, sottolinea l'importanza del lavoro d'équipe: archeologi, storici, geologi, geomorfologi, matematici che, ad esempio, lavorano insieme nel Laboratorio MAPPA<sup>28</sup>, mettendo costantemente a confronto le proprie esperienze per un impiego nella gestione del territorio.

Attualmente l'archeologia si rivela utile alla pianificazione territoriale soprattutto per la realizzazione di cartografia archeologica, in grado di supportare le valutazioni di impatto archeologico di progetti edilizi e permettendo di ipotizzare il potenziale archeologico di un'area<sup>29</sup>; ma può suggerire una metodologia di indagine multidisciplinare, in grado di ricostruire analisi sincroniche o diacroniche di un territorio per cercare di migliorarne il governo, puntando su una valorizzazione del capitale culturale e ambientale che l'Italia sembra sfruttare meno di quanto riescano a fare paesi come gli Stati Uniti, il Regno Unito e la Francia<sup>30</sup>.

## BIBLIOGRAFIA

- Albanese A. 2011, Dal processo di meccanizzazione dell'uomo all'esigenza di naturalizzazione dei collegamenti, in INU Atti del Convegno "Città senza Petrolio".
- Baldassarri M. - Mogorovich P. - Salvatori E. 2008, Database, WebGIS, storia e archeologia: riflessioni metodologiche dietro un progetto sulla Lunigiana medievale, in Geografie del Popolamento, Vol.30, Grosseto.
- Besio Dominici M.L. 1981, La parcellizzazione fondiaria come componente strutturale del paesaggio agrario: metodi e tecniche di analisi, in Martinelli N. - Nuti L. (a cura di) Fonti per lo studio del paesaggio agrario. Atti del III Convegno di Storia Urbanistica. Lucca 3-5-ottobre 1979, CISCU, Lucca.
- Bigliardi G. 2007, Il sistema informativo territoriale archeologico della città di Parma, in Archeologia e Calcolatori n.18.
- Bon A. 1991, (a cura di) Guida d'Italia. Natura, ambiente, paesaggio, Touring Club Italiano, Milano.
- Bozzetti L. 1995, Pianificazione territoriale ed ambientale: il contributo della geografia, in Brandis P. - Scanu G. (a cura di) La Sardegna nel mondo mediterraneo: quarto convegno internazionale di studi, pianificazione territoriale e ambiente. Sassari-Alghero, 15-17 aprile 1993, Pàtron Editore, Bologna.
- Cambi F. - Terrenato N. 1994, Introduzione all'archeologia dei paesaggi, La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- Caracciolo A. 1988, L'ambiente come storia: sondaggi e proposte di storiografia dell'ambiente, Il Mulino, Bologna.
- Carpentieri P. 2004, La nozione giuridica di paesaggio, in Rivista Trimestrale di Diritto Pubblico n.2.
- Ceccarelli P. 2002, Nuove tendenze e nuovi strumenti della pianificazione urbanistica: rapporti virtuosi o perversi nella co-pianificazione, in Archeologia e Urbanistica. XII Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano, 2001), All'Insegna del Giglio, Firenze.
- D'Alessio D. 2004, Obbligatoria la pianificazione paesistica locale, in Guida al Diritto, dossier mensile n.4, pp.128-132.
- Di Prinzio L. 2004, Sistemi informativi geografici, in Atlante dei Tipi Geografici, Istituto Geografico Militare.
- Ferrara G. - Vallerini L. 1996, (a cura di) Pianificazione e gestione delle aree protette in Europa, Maggioli Editore, Rimini.
- Gambi L. 1972, I valori storici dei quadri ambientali, in Storia d'Italia, vol. I, Einaudi, Torino.
- Kolen J. 2011, Rediscovering Landscape, Research institute CLUE & SPINlab, VU University Amsterdam.
- Lička L. 2009, Landscape - Great Idea!, in Lička L. - Schwab E. (a cura di) Landscape - Great Idea! X - Larch III, Conference Proceedings April 29th - May 1st, 2009, Wograndl Druck GmbH, Mattersburg.
- Moreno D. 1990, Dal documento al terreno, Il Mulino, Bologna.
- Picozza E. 2003, Il difficile cammino fra istituzione e società civile, in Graziani C.A. (a cura di) Un'utopia istituzionale. Le aree naturali protette a dieci anni dalla legge quadro. Atti del Convegno, Macerata 8-9 dicembre 2001, Giuffrè Editore, Milano.
- Pierotti P. 1982, Introduzione all'ecostoria, Franco Angeli, Milano.
- Sereno P. 1981, L'archeologia del paesaggio agrario: una nuova frontiera di ricerca, in Campagna e industria, i segni del lavoro, Touring Club Italiano, Milano.
- Settis S. 2010, Paesaggio Costituzione Cemento, Einaudi, Torino.
- The European House-Ambrosetti 2010, Studio strategico. L'economia dei Beni Culturali e Ambientali: una visione sistemica e integrata, realizzato per il Comitato Promotore di Florens 2010.
- Turri E. 1998, Il paesaggio come teatro, Marsilio, Venezia.
- Valenti M. 2002, Dai contesti ai reperti: un sistema informatico per la gestione della memoria storica, in Archeologia e Urbanistica. XII Ciclo di Lezioni sulla Ricerca applicata in Archeologia (Certosa di Pontignano, 2001), All'Insegna del Giglio, Firenze.
- Vecchio B. 1999, Cosa è il paesaggio, in Vecchio B. - Capineri C. (a cura di) Museo del paesaggio, Protagon editori toscani, Siena.
- Zerbi M. C. 1993, Paesaggi della geografia, Giappichelli, Torino.

## NOTE

- (1) Settis, 2010.
- (2) Besio Dominici, 1981.
- (3) Ceccarelli, 2002.
- (4) Pierotti, 1982; Caracciolo, 1988; Moreno, 1990
- (5) Sereno, 1981; Zerbi, 1993; Bozzetti, 1995
- (6) Cambi - Terrenato, 1994
- (7) Nel 1979 compare per la prima volta in Europa la nozione di habitat e l'esigenza di creare delle zone di protezione, però solo nel 1992 l'Unione Europea inizia a parlare di politica ambientale e con il Trattato di Maastrich si promuovono misure per la salvaguardia dell'ambiente (Picozza, 2003); mentre il concetto di paesaggio è codificato nel 2000, dalla Convenzione Europea del Paesaggio.
- (8) Il primo tentativo di salvaguardia di un territorio si riferisce all'istituzione del parco di Yellowstone negli Stati Uniti (fondato nel 1872), nel tentativo di salvaguardare la flora e la fauna di un eccezionale paesaggio naturale; nel 1910 si attua un tentativo simile in Europa con il parco dell'Engadina in Svizzera. In Italia, nel 1919, Vittorio Emanuele III dona la riserva reale del Gran Paradiso per istituire il primo parco nazionale: che vede la sua realizzazione nel 1922 con la legge n. 778 "per la tutela delle bellezze naturali e degli immobili di particolare interesse storico", che consentiva l'istituzione anche degli altri parchi nazionali storici (d'Abruzzo, dello Stelvio e del Circeo).
- (9) Ideata da E. Bourdelle e pubblicata nel 1948, anno in cui è stato fondato l'UICN (Unione Internazionale per la Conservazione della Natura) e poi adottata per la redazione, nel 1967, del primo Elenco Mondiale dei Parchi e delle Riserve Analoghe (World List of National Parks and Equivalent Reserves) (Ferrara, Vallerini, 1996)
- (10) Nel 1938 il Ministro Bottai riscontra l'esigenza di un cambiamento nella tutela dell'Ambiente tanto che, nel 1939, viene promulgata la legge n. 1497 sulla tutela delle "bellezze naturali", cioè ville, parchi, giardini, singolarità geologiche e le "bellezze d'insieme", cioè i panorami e i complessi paesistici (art.1). Sempre nello stesso periodo la "legge urbanistica" n.1150 del 1942, all'articolo 5, stabilisce la formazione di "piani territoriali di coordinamento" all'interno dei quali devono collocarsi le direttive da seguire nel territorio considerato, anche in rapporto "alle zone da riservare a speciale destinazione e a quelle soggette a speciali vincoli o limitazioni di legge".
- (11) La Costituzione Italiana, all'art. 9, sancisce che la "Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e della ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio artistico della Nazione" e, con lo stesso spirito viene istituita, nel 1955, Italia Nostra, un'associazione nazionale per la difesa del patrimonio storico, artistico e naturale della nazione. In realtà la ricostruzione post-bellica ha messo in disparte la tutela e la necessaria riforma amministrativa.
- (12) Nel 1964 viene istituita una Commissione di indagine per la tutela e valorizzazione del patrimonio storico, artistico, archeologico e del paesaggio, nota come "Commissione Franceschini" dal nome del presidente. Questa dichiarò che la trasformazione degli insediamenti urbani "non può farsi unicamente in funzione delle condizioni economiche e sociali emergenti, ma deve essere considerata come un bene culturale in fieri, che esige particolari tutele ed interventi" mediante "l'inscindibile ed irrinunciabile presenza delle istanze culturali" che possono condurre "alla creazione di significativi paesaggi urbani" (Atti, I, p.73).
- (13) Gambi, 1972.
- (14) Bon 1991; Turri, 1998; Vecchio, 1999.
- (15) Con l'art.117 e 118 della Costituzione si assegnano alle Regioni tutte le funzioni amministrative in materia urbanistica e, inserendovi anche il paesaggio, a discapito dell'art.9 della Costituzione: comprendendo l'approvazione dei piani territoriali, intercomunali e comunali previsti dalla legge urbanistica del 1942, e la redazione e approvazione dei piani territoriali paesistici di cui all'art.5 della L.1497/1939. Con l'art. 82 della legge 616 del 1977 lo Stato delega alle Regioni "le funzioni amministrative esercitate dagli organi centrali e periferici dello Stato per la protezione delle bellezze naturali per quanto attiene alla loro individuazione, alla loro tutela e alle relative sanzioni". Successivamente, per limitare i danni del primo condono edilizio (L.47 del 1985), si creò un unico corpo normativo per la difesa del territorio, la "legge Galasso" (1985), relegando alle Regioni il controllo delle modifiche territoriali tramite il rilascio di un nulla-osta. Il vincolo paesaggistico della legge 1497 del 1939 fu esteso a nuove categorie (coste, fiumi, boschi, cime dei monti, parchi, vulcani, aree archeologiche) e fu imposta alle Regioni l'immediata redazione di piani paesistici o di piani urbanistico-territoriali con specifica considerazione dei valori paesistici ed ambientali, che le Regioni non attuarono.
- (16) Carpentieri, 2004, nota n.29
- (17) Legge Costituzionale n. 3 del 18 ottobre 2001
- (18) D'Alessio, 2004; Carpentieri, 2004
- (19) Lička, 2009
- (20) Naselli, 2012
- (21) Albanese, 2011
- (22) Pollock-Ellwand, 2012
- (23) Kolen, 2011
- (24) Valenti 2002
- (25) Di Prinzio, 2004
- (26) <http://archeogis.archeo.unisi.it:8080/pmapper/map.phtml>, <http://www.archeofirenze.unisi.it/index.php>
- (27) Baldassarri - Mogorovich - Salvatori, 2008
- (28) <http://mappaproject.arch.unipi.it/>
- (29) Bigliardi, 2007
- (30) The European House-Ambrosetti, 2010.



Architectural floor plan



Architectural floor plan



Architectural floor plan



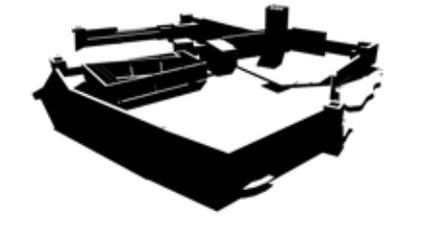
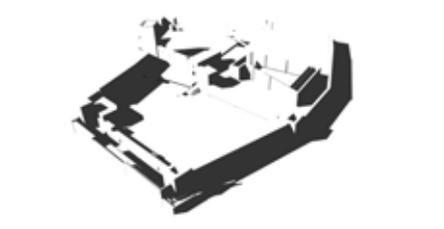
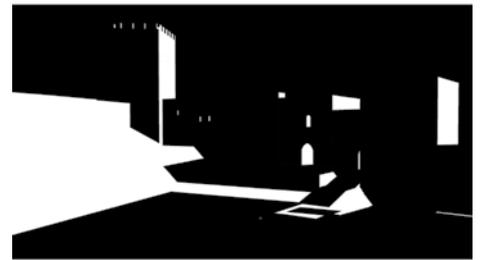
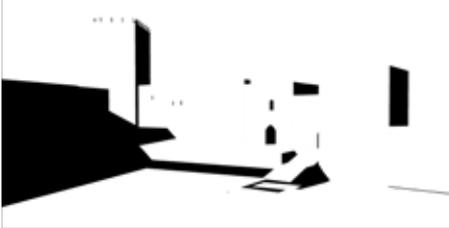
Architectural floor plan



Architectural floor plan



Architectural floor plan



# TRACCE DI CONTEMPORANEITÀ. Un progetto per il Castello di Lombardia di Enna

**NOTA INTRODUTTIVA**  
a cura di Maurizio Oddo

Enna è il suo castello, immerso nel paesaggio a segnare lo skyline.

Senza interposizione del basamento, esso sorge sul punto più alto del monte che calibratamente si traduce in una forma più controllata e complessa.

Consapevoli che il vero avanzamento – come evidenzia Vittorio Gregotti<sup>1</sup> – è sempre discontinuità e disarticolazione, la tesi è stata definita rispettando la sedimentazione storica del castello ma immerso nel presente rivelando, in rapporto alla definizione di modernità, problematiche sia di natura epistemologica che di natura metodologica.

La conservazione del patrimonio storico, d'altro canto, non è una battaglia combattuta soltanto dai conservatori. Anche gli architetti del Movimento Moderno, tra i loro obiettivi fondamentali, hanno incluso la conservazione delle testimonianze del passato e quando, nel secondo dopoguerra, si profilava la prosecuzione di alcuni sventramenti devastanti, furono proprio gli architetti, maggiormente impegnati nell'affermazione della modernità, a battersi perché i monumenti storici venissero integralmente salvati.

Considerato che ogni architettura costituisca una scrittura stratificata, un palinsesto di segni sovrapposti, raccolti in insiemi razionali, con la *Carta di Venezia*<sup>2</sup>, del 1964, gli architetti si allontanavano dal restauro mimetico degli anni Cinquanta per dichiarare le loro scelte attraverso il linguaggio utilizzato nelle loro opere, come negli allestimenti di Franco Albini nei progetti di Carlo Scarpa.

In particolare, è stato preso a riferimento uno dei più celebri restauri del maestro veneziano: il museo di Castelvecchio di Verona. L'architettura di Scarpa è fatta di accostamenti: materiali e storie diverse le quali, avvicinandosi ma rimanendo distinte, iniziano a dialogare; un colloquio che si avverte soprattutto nei suoi numerosi interventi di restauro che, nel distacco rispettoso della preesistenza, segnalano la loro appartenenza alla loro contemporaneità che è il tempo del restauro. Al linguaggio del passato, come nelle proposte di Carlo Scarpa, il progetto per il Castello di Lombardia innesta i valori della contemporaneità attraverso un criterio che non è mai formalista ma atto a far ri-nascere a nuova vita la preesistenza.

Un progetto operato per parti/ frammenti, che si collegano attorno a nuclei preesistenti, nella consapevolezza della situazione dialogica entro cui si muove l'idea di progetto e il riconoscimento dell'appartenenza dell'opera al suo contesto.

L'evidenza conferita alla stratificazione storica delle strutture del castello – la cui articolazione in nuclei distintivi viene chiarita anziché celata – è puntualmente coerente alla logica, estetica e museografica, della variazione e della rottura: la sistemazione delle corti amplifica la frammentazione del percorso museale.

Per il Castello di Lombardia, dove le mura, gli spazi esterni e interni sono opera intera che di Enna narrano la storia, la civiltà delle forme e la bellezza dei luoghi, la tesi propone un complesso sistema di camminamenti, volutamente distinti dall'involucro storico.

La millenaria accumulazione dei tempi è conservata; un monumento di vita, una forma in atto di storia che vive nel tempo dell'oggi.

## MARTA ABATE

La città di Enna per la sua particolare posizione, ha da sempre una forte importanza strategica, quasi nel baricentro dell'isola, a sorveglianza di grandi linee di comunicazione. Secondo la leggenda il castello di Lombardia fu costruito da Sicano, marito di Cerere, che vi abitò. Durante la colonizzazione bizantina vi era già la presenza di un borgo e di un castello<sup>1</sup>, e una sorta di acropoli del centro abitato. Attraverso altri studi condotti dall'archeologo Paolo Orsi è stato ipotizzato che l'area attualmente occupata dal castello e dalla rupe, costituiva il luogo dedicato al culto di Cerere e di Demetra; in particolare la rupe doveva costituire il luogo sacrificale e il tempio dedicato al culto con ogni probabilità, doveva essere costituito dal castello, che doveva costituire anche il luogo di accampamento dei pellegrini. Il Castello di Lombardia sorge quasi all'estremità orientale dell'altopiano ennese. Il vasto complesso fortificato costa essenzialmente di una cinta esterna irregolare poligonale con sei torri superstiti collocate in corrispondenza di altrettanti vertici del perimetro. La cinta racchiude una superficie di ca. 26.600 mq è suddivisa all'interno di tre grandi cortili isolati da cortine murarie e comunicanti fra loro tramite porte interne. Un quarto cortile di perimetro rettangolare assai stretto e allungato è creato dall'esistenza di un lungo antemurale a difesa dell'ingresso principale sul lato ovest. Altre quattro torri si ergono all'interno del complesso, in corrispondenza di punti chiave delle mura che delimitano i tre cortili. La presenza dei tre cortili assicurava una difesa a sezioni separate, utile in caso di espugnazione di uno dei settori. Il castello ennese doveva offrire la possibilità di accasermare grossi contingenti di truppe. Fino all'espugnazione della città da parte dei musulmani, la roccaforte rappresentò il più importante punto di concentrazione di milizie bizantine che da quella posizione centrale potevano accorrere rapidamente laddove fosse divenuto necessario. La funzione del ballium normanno, del castello di Lombardia sarebbe quindi paragonabile a quella del balio del castello di Erice, il cui ruolo di rifugio per la popolazione cristiana è evidenziato con chiarezza dalla testimonianza di Ibn Jubayr. Altro parallelo potrebbe proporsi con la cinta del castello di Milazzo<sup>2</sup>, la cui datazione è difficilmente precisabile. Sul piano storico la realizzazione ad Enna di una grande cinta turrata racchiudente al suo interno vastissimi spazi scoperti si adatterebbe a due esigenze da un lato la difesa bizantina contro l'avanzata islamica e la cristianizzazione e latinizzazione dell'isola nel corso del XI XII secolo. Anche sul piano architettonico e costruttivo la situazione sembra non molto chiara. Un esame anche superficiale dei paramenti murari esterni suggerisce l'ipotesi di una vicenda costruttiva piuttosto tormentata. A lunghi tratti murari rivestiti da blocchetti calcarei regolarmente tagliati, si alternano settori in conci più grandi ed ancora risarciture frequenti in opera incerta ed altri evidenti

### NOTE

1 V. Gregotti, Storia e progetto.  
2 In particolare, recita l'art. 9: "Il restauro è un processo che deve mantenere un carattere eccezionale (...). Il restauro deve fermarsi dove ha inizio l'ipotesi: sul piano della ricostruzione congetturale qualsiasi lavoro di completamento, riconosciuto indispensabile per ragioni estetiche e tecniche, deve distinguersi dalla progettazione architettonica e dovrà recare il segno della nostra epoca". A questo, si aggiungono le indicazioni dell'art. 11: "Nel restauro di un monumento sono da rispettare tutti i contributi che definiscono l'attuale configurazione di un monumento, a qualunque epoca appartenente, in quanto l'unità stilistica non è lo scopo di un restauro".

1 B. Pace, Arte e civiltà della Sicilia antica, Roma 1949, vol.IV

2 F.Maurici, Federico II e la Sicilia, i castelli dell'imperatore, G.Maimone Editore 1997.

3 G.Bellafore, La civiltà artistica della Sicilia, Firenze 1963.

4 F.Maurici, Federico II e la Sicilia, i castelli dell'imperatore, G.Maimone Editore 1997.

5 G.Agnello, l'architettura sveva in Sicilia, Roma 1935

6 Gropius conferenza del 1934 Roma

7 Karina Mitens, "Teatri greci e teatri ispirati all'architettura greca in Sicilia e nell'Italia meridionale, c. 350-50 a. C.", in *Analecta Romana Instituti Danici*, suppl. XIII, 1987;

8 Milan Kundera, L'insostenibile leggerezza dell'essere, Gli Adelphi 1989

inserti, fino ai recenti restauri. L'ingresso alla cittadella si apre sul fronte occidentale, un tratto rettilineo di muraglia lungo circa 80 m, bloccato alle estremità da due torrette quadrate e difeso da un contromuro che corre parallelo a breve distanza, formando così lo stretto ed allungato recinto, questo potrebbe essere definito come il primo cortile, seppur di modeste dimensioni un rivellino o bastione, le cui murature dovevano essere munite di camminamenti di ronda utili al controllo del settore, nel muro interno di questo che oggi è uno spazio unico, originariamente diviso in due dalla presenza di un corpo turrito di cui rimangono alcune tracce ancora innestate su di esso si aprono due porte di accesso al cortile degli Armati o di San Nicolò il secondo cortile, il più vasto. Nell'angolo nord ovest del cortile si trova il complesso delle residenze della guarnigione fin dal '700 adibite a carcere, e per questo, molto trasformate e restaurate. Da questi ambienti si accede a quelli sviluppatissimi nello spazio della torre della Campana, perché in essa era contenuta una campana che dava l'allarme alla città in casi particolari e di evasione di qualche prigioniero, uno inferiore e del tutto privo di luce, coperto da una volta a botte una superiore al quale si accedeva attraverso una scala addossata al muro esterno della torre che con i gradini portava al piano terrazzato. Dal cortile di San Nicolò denominato così dalla chiesa omonima si accede al cortile delle Vettovaglie o della Maddalena attraverso la porta della catena<sup>3</sup>. Essa è controllata a sud da una piccola torretta quadra a piani non comunicanti e collegata a nord, alle terrazze della torre doppia che doveva ospitare gli appartamenti reali comunemente nota come torre dell'Harem. Il cortile delle vettovaglie dove venivano ospitati i terrazzani in caso di assedio, è definito dal suo perimetro da una torretta posta all'estremo sud alla confluenza delle murature esterne ed interne dei due cortili, completamente ricostruita ed oggi abbandonata da un'altra torretta angolare posta a difesa dell'angolo di Sud est del castello e della quale oggi rimane solo il basamento, da un'ultima torretta sul fronte orientale, a cui segue la Porta detta Falsa che era controllata da una torre e da un camminamento di ronda. Il terzo e ultimo dei cortili denominato di San Martino, di forma quasi quadrangolare, costituisce il fulcro del castello, il luogo della residenza reale e dei servizi della corte ma contemporaneamente il Maschio della difesa militare. La porta che immette al cortile gemellare a quella della catena era sormontata da un camminamento di ronda definito alle estremità dalla Torre reale e da una piccola torretta che poteva essere il luogo di posa delle scale lignee che dovevano consentire la discesa del camminamento. Il fronte orientale prospiciente la rocca di Cerere è definito agli estremi da una torre a base quadrangolare e da un torrione nell'angolo nord est conosciuto con il nome di Torre della Zecca. Tra le due torri si estende una sala di forma rettangolare alla quale si poteva accedere oltre che dalle torri anche da una porta sul cortile. Il fronte settentrionale si chiude con la Torre Pisana la più alta delle torri del castello, sopravvissuta quasi integra. La sua funzione sembra essere quella del mastio posto ad assicurare l'ultima difesa del castello, capace di controllare dall'alto tutto il castello e il territorio circostante. La struttura della torre si compone di tre diversi piani al piano terra collegato ad un passaggio segreto o ad un pozzo che leggendariamente viene considerato uno strumento di tortura denominato fossa dei dannati, ma che appare soprattutto come il luogo di approvvigionamento idrico di una eventuale guarnigione assediata. Su questo segnato da un grande arco si innestava una scala che conduceva direttamente alla porta del primo piano della torre, oggi ridotta a finestra oltre che a camminamento di ronda sul muro di delimitazione tra il cortile di San Martino e quello di San Nicolò, che doveva collegarsi alla Torre doppia. All'interno è evidente che la rampa di scale dal piano terra al primo piano è recente si deve ai restauri degli anni '60 originale, anche se superfetata nei gradini quella verso i piani superiori, la quale si caratterizza per la risega a sezione triangolare con il taglio obliquo degradante verso il basso e con un andamento che segue lo sviluppo dei gradini. Tale soluzione è frequentissima in molti monumenti del trecento e del quattrocento siciliano. All'interno la torre presenta un piano terra un unico ambiente dall'altissimo soffitto ligneo moderno, sorretto da una serie di raffinate mensoline litiche. Subito dopo a destra dell'ingresso si snoda una scala a più rampe appoggiate ai muri perimetrali della torre. I gradini di una di queste rampe poggiano su

un arco a tutto sesto altri sono decorati nella testata esterna da una doppia cornice cordonata. Un ballatoio consente l'accesso al primo piano coperto da una volta a crociera e illuminato da una finestrella ogivale. A destra una porticina consentiva il passaggio a un piccolo ambiente ricavato nello spessore murario. Uscendo dalla Torre pisana scendendo alcuni gradini a destra si imbecca un percorso delimitato da pietre squadrate che conduce ai resti degli ambienti nobili del castello, in particolare si possono osservare le rovine di un'aula a pianta rettangolare molto allungata. Questa struttura la cui funzione è contemporaneamente difensiva, abitativa e di rappresentanza, si compone di quest'aula a pianta rettangolare nel quale attraverso una porta si accede ad una sala di cui rimangono solo le murature perimetrali sulle quali sono ancora evidenti gli avanzi di arcate a sesto acuto su cui doveva poggiare il soffitto ligneo a travoni su mensole ancor oggi individuabili sul prospetto. Tale sistemazione sarebbe del tutto uguale alla sala del castello di Gioia del Colle di Bari alla cosiddetta sala dell'armeria del castello di Mussomeli<sup>4</sup>. Dalla sala attraverso uno stretto corridoio ed una porta si accede agli appartamenti reali detti dell'Harem, al piano terra costituiti da due ambienti. Il primo piano che doveva essere coperto da un soffitto ligneo del quale restano solo alcune mensole, oggi è aperto verso il cortile degli armati e verso quello delle vettovaglie rispettivamente da una porta e da una grande finestra. Questa sala sembra poter avere una funzione di disimpegno con la sala degli archi e probabilmente conteneva la scala di accesso ai piani superiori. Dalla sala superiore si accedeva da un lato attraverso una porta oggi murata ai locali sovrastanti dall'altro attraverso un piccolo corridoio munito di doppia porta a sesto acuto, ad un'altra sala più piccola ma sempre quadrangolare, voltata a crociera che poteva costituire la stanza del re con un armadio a muro costituito da una nicchia quadrangolare mensolata in pietra. Da questa sala attraverso un corridoio che si apre sul muro di settentrione si giunge alla scala che serviva le terrazze superiori della torre, questo corridoio si divide in due una parte verso ovest e un'altra verso est. Le finestre della torre degli appartamenti reali, rappresentano un unicum rispetto al resto del fortilizio sono a luce quadrangolare iscritta in un arco a sesto acuto che forma una sorta di architrave a piattabanda e che ha i suoi piedritti all'altezza del davanzale della finestra stessa. Le terrazze della torre reale secondo quanto testimoniano alcune rappresentazioni iconografiche e dalla forma dei resti della stessa torre dovevano essere sfalsate su due livelli, il primo più basso sopra la zona della stanza del soggiorno l'altro più alto di qualche metro sopra la sala che poteva costituire la camera da letto del re. Poco più a nord è l'area sulla quale sorgeva la chiesetta di san Martino più volte ricostruita e definitivamente demolita nel '600, con l'acquisizione dei resti scultorei ed architettonici da parte della chiesa madre della città. Quasi al centro del cortile si apre l'imboccatura di un pozzo molto largo e profondo, legato leggendariamente a Demetra ed al suo marito celeste Sicano, ma in realtà esso costituiva l'approvvigionamento idrico del castello attraverso l'utilizzazione della falda che sino a qualche anno addietro alimentava il pozzo stesso e alcune sorgive poste ai piedi del castello. Ai piedi della torre Pisana si aprono alcuni imbocchi ad ambienti sotterranei di vaste dimensioni, tali ambienti sembrano essere enormi cisterne per la conservazione di acqua. Altri sotterranei sono posti sotto il cortile delle vettovaglie, così come dimostrano sia gli imbocchi a livello del piano di calpestio, sia le feritoie esterne che si vedono aprirsi nella muratura est del castello probabilmente anch'essi costituiti da cisterne di acqua. L'opinione più comunemente accettata è che l'opera sia stata quasi completamente ricostruita da Federico II di Svevia che utilizzò le costruzioni preesistenti modificandone l'aspetto. Dell'antica costruzione accettò il piano difensivo generale allargandolo in più armonico sviluppo utilizzando la natura accidentata del luogo. Ha carattere diverso dagli altri castelli federiciani in Sicilia in cui troviamo pianta geometricamente perfetta ed armonico sviluppo delle varie parti. In esso è la pianta irregolare, la parte centrale, che serviva da abitazione, ha sviluppo minimo, al contrario molto sviluppate sono le mura ricche di torri. Invece presenta analogia con i castelli costruiti in Puglia per volere di Federico II di Svevia ed in particolare con il castello di Lucera analogia che risulta evidente dalle due planimetrie. Ha forma quasi quadrata, con un angolo

un po' curvo con una fascetta alla base la quale è elevata dal terreno in tutti i punti su pietra massiccia tagliata ascarpa meno che nella parte per la quale si entrava nel castello per mezzo di un ponte. Ben venti erano nell'antichità, di esse oggi otto in tutto sono coperte, e visibili, al centro una alta è scoperta ed altre cinque alla periferia sono demolite per più che metà, delle altre sono visibili soltanto i ruderi fondamentali. Un numero non minore di torri è presente nel castello di Lucera che sorge sulla spianata di un colle in forma di vasto pentagono con una grandiosa cinta di mura, ricche di torri di cui tredici ad angolo retto e due in forma di poligoni irregolari.

Come ad Enna il lato meno difeso che guarda la città era munito di ampio fossato e difeso da più torri. Le costruzioni all'interno della cinta muraria sono andate distrutte quindi s'ignora se tali fabbriche seguissero lo sviluppo di quelle all'interno di Enna. Il piano architettonico dei due castelli presenta diverse analogie che fanno pensare ad una medesima mente creatrice<sup>5</sup>.

L'architettura federiciana si qualifica come il risultato di uno specifico atteggiamento culturale: cioè come il frutto di operazioni intellettuali riflesse ed in un certo senso critiche, prodotte da una elite laica ed in parte cosmopolita che ha il suo centro nella corte dell'imperatore. Una corte mobile che assorbe influenze e nello stesso tempo influenza molti centri delle comunità civili con cui è in rapporto, senza tuttavia mai identificarsi con nessuna di esse. Nonostante i molteplici studi esistenti, un problema ancora in larga misura da approfondire è quello che riguarda l'individuazione dei limiti e della precisa consistenza dei caratteri specifici, linguistici e distintivi dell'architettura federiciana. Se si escludono pochi casi, molto spesso risulta particolarmente difficile distinguere con sicurezza gli interventi di Federico II dalle opere precedenti o conseguenti, oppure da quelle coeve realizzate senza il suo interessamento. In ogni caso la contemporanea presenza nelle costruzioni federiciane di spunti e di elementi diversi e di differente origine, in parecchi esempi completamente fusi tra loro rende arduo un giudizio globale e specifico di queste opere. Una necessità per uno studio preciso dell'architettura federiciana consiste nel superare le trattazioni regionali, cioè l'abitudine ancora diffusa di considerare gli interventi federiciani attuati in un ambito geografico definito, come un problema autonomo e quasi privo di nessi con la restante produzione. L'architettura federiciana si configura come un fenomeno tutt'altro che provinciale, poiché trascende da qualsiasi limite regionale e locale, poiché essa si muove attorno alla figura di un imperatore e di una corte in continuo movimento a seconda delle esigenze, entrando in contatto con ambienti, culture e situazioni assai differenti.

Il lavoro di tesi condotto parte dallo studio del manufatto architettonico e delle diverse trasformazioni che nel tempo ha subito. E' stato preso a riferimento il restauro di Castelvecchio a Verona condotto da Carlo Scarpa intorno agli anni '60. Scarpa si pone nei confronti della preesistenza con un atteggiamento rispettoso e distaccato nei confronti della preesistenza. La trasformazione viene inclusa nel ciclo delle azioni naturali come una metamorfosi. Il principio fondamentale che Carlo Scarpa vuole esprimere in questo lavoro è quello dell'accostamento, tra materiali differenti, tra i quali si instaura un dialogo nel quale il vecchio e il nuovo diventano un tutt'uno pur rimanendo separati e distinguibili. Il progetto parte dalla valorizzazione e sistemazione dei percorsi esistenti; Gli ingressi al Castello di Lombardia sono tre, situati rispettivamente a nord a sud e a est. In uno di questi ingressi alla scala esistente è stata affiancata una rampa, in acciaio cor-ten, per garantire l'accesso al castello da parte di tutti i visitatori, superando le barriere architettoniche. Una scelta decisiva per la risistemazione di questo complesso architettonico monumentale. L'idea è quella di ricollegare i due ingressi a nord e a sud, attraverso un sistema di rampe anch'esse in acciaio cor-ten; rampe che scorrono come un nastro per tutto il primo cortile (Il Rivellino) prospettando la vista al di sotto degli scavi archeologici situati ad una quota inferiore. Il percorso attraverso gli scavi continua nel secondo cortile (San Nicolò) caratterizzato da un sistema di scale, rampe e passerelle che si elevano fino ad una quota di 2,80 metri al di sopra del complesso ipogeico ubicato nella parte settentrionale del piazzale, risultato di una serie di interventi realizzati in epoche differenti: una cavità a pianta

quasi rettangolare che immette ad una vasca semicircolare collegata ad un sistema di canali e vasche che dovevano costituire il sistema idrico medioevale. L'attuale piano di calpestio del cortile è costituito da numerosi affioramenti rocciosi, rinvenuti attraverso una recente campagna di scavi. Un secondo sistema di rampe accompagna il dislivello del cortile, segnato da questo camminamento e da piccoli punti di sosta. La sequenza delle diverse rampe consente l'accesso al Palatium, il cui interno è interamente dedicato all'allestimento di mostre temporanee. Il percorso del museo così individuato, culmina all'esterno in uno spazio allungato rettangolare che collega il quarto cortile. Lo spazio per le mostre, sia quello interno, sia quello esterno, è dedicato a una antologia di Henry Moore, scultore britannico di opere astratte in bronzo, di grandi dimensioni ispirate al corpo umano. Nel cortile centrale si arriva attraverso una rampa affiancata alla scala esistente, rimodulata. Qui vi è lo spazio dedicato al teatro; La progettazione del teatro è stata preceduta da una lunga fase di studio della tipologia teatrale, attraverso esempi molto differenti: il teatro totale di Gropius, del 1927, concepito per soddisfare, nel miglior modo possibile le esigenze di un palcoscenico "biomeccanico" e creare uno spazio per un teatro d'azione. Il teatro secondo Gropius, non deve essere considerato culturalmente indipendente. Il palcoscenico deve essere usato come un foro o come la simulazione di un'intensa esperienza sociale. Nella sua soluzione eccezionalmente raffinata e flessibile, offrì un auditorium che poteva essere trasformato rapidamente nelle tre forme classiche di palcoscenico: il proscenio, il proscenio del teatro elisabettiano, in diretto contatto con il pubblico, o con l'arena. Si ottiene una completa trasformazione dell'edificio girando la piattaforma del palcoscenico, e parte dell'orchestra<sup>6</sup>, di 180 gradi. Il teatro rimase un progetto irrealizzato. Un altro teatro che viene preso a riferimento è il Globe's Shakespeare Theatre di Londra, costruito per la prima volta nel 1599 e poi più volte ricostruito in seguito a un incendio. Il globe era una struttura poligonale in legno chiamata anche the Wooden O, con all'incirca 24 lati; all'interno si trovava una corte larga circa 17 metri. Il teatro poteva contenere fino a 3000 persone. Lo spazio scenico dei teatri inglesi era molto complesso. Il palcoscenico esterno consisteva in un rialzo rettangolare, che proiettava nel cortile dal muro di fondo. Un tetto di paglia ricopriva il palco in caso di maltempo. Il palco era decorato con stoffe ma non aveva quinte né sipario; Dietro il palcoscenico esterno si trovava il palcoscenico interno, che era provvisto di due quinte laterali, esso veniva usato per rappresentare scene che si svolgevano in un interno. Sotto il pavimento c'era una grande cantina chiamata Hell (inferno), da dove aprivano due botole nel pavimento del palco per permettere l'apparizione di fantasmi o di altre creature. Recentemente il teatro Globe è stato ricostruito nell'area di Bankside vicino a dove si trovava in origine; questo si inserisce in un complesso intervento urbano che include il teatro progettato da Inigo Jones.

L'ultimo teatro che viene preso come riferimento è la cavea del teatro di Morgantina (Enna); fu costruita verso la metà del III sec. a. C., sul sito di un più antico e modesto edificio teatrale. Il teatro fa parte di un grande progetto unitario per l'abbellimento dell'agorà. Il koilon o cavea, costruito in opera quadrata con blocchi di calcare locale, ha un diametro massimo di m. 57,70 ed è suddiviso orizzontalmente in due sezioni: l'ima cavea, composta da sedici ordini di sedili, e la summa cavea, in terra battuta, che non presentava posti a sedere. L'ima cavea, è suddivisa in sei kerkides o settori da sette klimakes o scale, di cui due costruite a ridosso degli analemme. I restauri che sono stati effettuati nel '63, fino ai più recenti negli anni novanta, sono riusciti a portare in luce l'originaria forma teatrale<sup>7</sup>.

Il teatro, nel lavoro di tesi, è pensato all'aperto con una struttura reclinata in acciaio cor-ten e rivestita con pannelli di legno. Questo per garantire l'aspetto dell'allestimento temporaneo all'interno di un contesto monumentale di così grande rilevanza. L'allestimento deve avere un valore di leggerezza e non sovrapporsi con l'esistente che per sua natura è "pesante", se per pesante intendiamo ciò che è frutto della sedimentazione di anni di storia che si sono succeduti. Pesante è tutto quello che è terreno, reale e autentico e che si trova in perenne confronto con il leggero che per quanto tale non tarda a rivelare il proprio peso insostenibile<sup>8</sup>.

# E(O)RROR\_E\_ARCHITETTURA

a cura di Maurizio Oddo

Come anticipato nell'Editoriale, anche per uscire dall'eccessiva generalità della esposizione precedente, resta ora da affrontare il tema specifico del rapporto essenziale e ineliminabile tra errore e architettura. Si cercherà, infatti, di visualizzare meglio tale binomio nel passaggio tra la casistica storica e le esigenze direttive dell'interpretazione intese, quest'ultime, come *apriori storici*, richiamando la definizione di Georg Simmel e le *costanti universali* di Walter Benjamin.

A partire dalla considerazione che tali riflessioni possano risultare sufficientemente disponibili a una lettura più possibile poliedrica. Non è la definizione di un tema – peraltro noto anche se non efficacemente scandagliato – né di un genere: è il tentativo di definizione di uno sguardo, di un modo di accostarsi alle cose e alle discipline di cui sono parte essenziale. L'architettura, in fine dei conti, è non è un laboratorio degli errori?

*Gli errori ci mantengono in attività* - chiosa Lawrence M. Krauss, professore di fisica e astronomia alla Case Western Reserve University di Cleveland – e questo vale anche per gli architetti (L. M. Krauss, *La fisica di Star Trek*, TEA Edizioni, Milano 2009).

Attenzione, però; il mondo dell'errore non è l'opposto del mondo dell'esattezza; esso non si sviluppa solo in ampiezza ma soprattutto nel senso della profondità della conoscenza. Il filosofo Ernst Mach ha detto che la conoscenza e l'errore hanno le stesse origini mentali. L'errore è soltanto l'altra faccia della prestazione corretta; esso rappresenta la fonte insostituibile di conoscenza per capire come pensiamo e agiamo.

Gli errori, infatti, rivelano il valore spirituale della regola; la loro è una intensità che stimola la ricerca a differenza dell'esattezza che, parafrasando Calvino delle *Lezioni americane*, non ha cornice; nulla la delimita, se non le pause della nostra attenzione o la misura fisica della nostra capacità di assimilarla (I. Calvino, *Lezioni americane*, Mondadori, Milano 1988 – 1 ed.).

L'errore, si è detto, è una delle questioni più complesse e intricate sul piano filosofico che, dopo Platone e Aristotele, al sorgere del pensiero moderno, si impone alla speculazione intellettuale; quando, cioè, si rivelarono gli enormi errori scientifici e se ne analizzò la natura. In architettura, eliminare la possibilità di commettere errori – magari contrastandola attraverso improbabili e cogenti dimostrazioni – significa limitare, se non addirittura annullare, la libertà di ricerca. *Sbaglia, sbaglia ancora, sbaglia meglio*, raccomanda Beckett.

La possibilità di sbagliare, di commettere errori è stata, e continua a essere, infatti, il punto di partenza per artisti e per architetti. Nell'iniziare un nuovo progetto l'errore diventa parte integrante di esso. Nella contemporaneità, se muoversi nella presunta esattezza implica giocare sul sicuro, esplorare il terreno disordinato dell'errore è più azzardato e, forse proprio per questo, più stimolante. Significa, infatti, contribuire alla creazione del canone di domani – come sta avvenendo attraverso l'opera di importanti architetti di oggi – e contribuire con il proprio lavoro ostinato e difficile, anche all'interno delle aule universitarie, spesso poco riconosciute, a testimoniare che il mondo dell'errore, dopo tutto, esiste ancora.

La sperimentazione, per sua natura legata all'errore è, quasi per definizione, l'elemento più forte che accomuna scienza e arti moderne. Chiarito il nodo cruciale del metodo scientifico dall'ipotesi all'esperimento, la scienza moderna, da Galileo in poi, è infatti sperimentale. L'architettura, ovviamente, non fa eccezione. Essa nasce, si fa studiare, correggere con i segni della matita e attraversare dalla camera da ripresa del computer; si scopre sbagliata – errata – si fa correggere, rinasce sotto una forma diversa; il disegno che la riproduce si muove tra colpi di gomma e tratti forti di matita o di carboncino che logorano la superficie.

Manfredi Tafuri, nelle sue celebri *Teorie* (M. Tafuri, *Teorie e storia dell'architettura*, Laterza, Bari 1968), dimostra come operare criticamente implica una "deformazione" dell'architettura stessa: da linguaggio, essa deve diventare, infatti, metalinguaggio per calibrare gli errori della sperimentazione. Errori che conducono alla componente fantastica dell'architettura: architettura visionaria; architettura con risonanze magiche, fiabesche e mostruose, giocate sull'errore, l'*inganno* e l'equivoco come testimoniato dai lavori del Vignola a Caprarola e all'interno del *Bosco Sacro* di Bomarzo (M. Calvesi, *Gli incantesimi di Bomarzo. Il sacro bosco tra arte e letteratura*, Bompiani, Milano 2000). Voluti dal principe Vicino Orsini, esso è popolato da statue di animali mostruosi e fantastici, risultato di aberrazioni compositive, immerse in una vegetazione selvaggia: *Tu che entri con l'idea di vedere tutto con attenzione, dimmi allora se tante meraviglie sian state fatte per inganno oppure per arte*, è l'incisione del basamento di una delle due sfingi, poste l'una di fronte all'altra, che accolgono il visitatore. È lo stesso Borromini, a proposito delle

proprie opere, a parlare esplicitamente di *bizzarrie* dovute a capricci, a errori o a *depravazioni ottiche* derivate, quest'ultime, dalla applicazione dell'anamorfo: profili architettonici distorti, immagini mostruose e volutamente indecifrabili che, se viste da un certo punto dello spazio o riflesse attraverso calibrati accorgimenti, si ricompongono, si rettificano, svelando figure prima non percepibili. Trasgredendo il codice e la regola, l'esplosione dell'errore sgretola l'immanenza di un ristretto numero di schemi lineari fissi dando origine, confermando il dialettico rapporto fra necessità architettonica e rigore formale assoluto. Il termine *barocco*, per esempio, viene fatto risalire allo spagnolo *barrueco* e al portoghese *barocco* che stanno ad indicare una "perla irregolare".

D'altro canto, come sottolinea Umberto Eco, l'uso dell'ambiguità e il confronto con l'errore generano un procedimento creativo rispetto a ciò che è norma o codice. E questo vale, in particolare, proprio per l'architettura. Eco immagina la vita di Adamo e Eva nell'Eden. La mela è rossa ma, al tempo stesso, blu. Da qui si generano tutta una serie di esercizi estetici che estendono gli orizzonti espressivi e di contenuto dei nostri progenitori. Essi, nel loro folle sperimentare, nell'errore, hanno perlomeno assodato che l'ordine del linguaggio di cui dispongono non è assoluto, univoco. In altre parole, come avvenuto in particolari momenti della storia dell'architettura, il famoso semiotico suggerisce che il problema della creatività appare legato ai temi dell'ambiguità, dell'errore e della contraddizione: l'opera estrosa, bizzarra, fantastica fino al mostruoso, sottratta all'imitazione naturalistica e a leggi compositive rigorose.

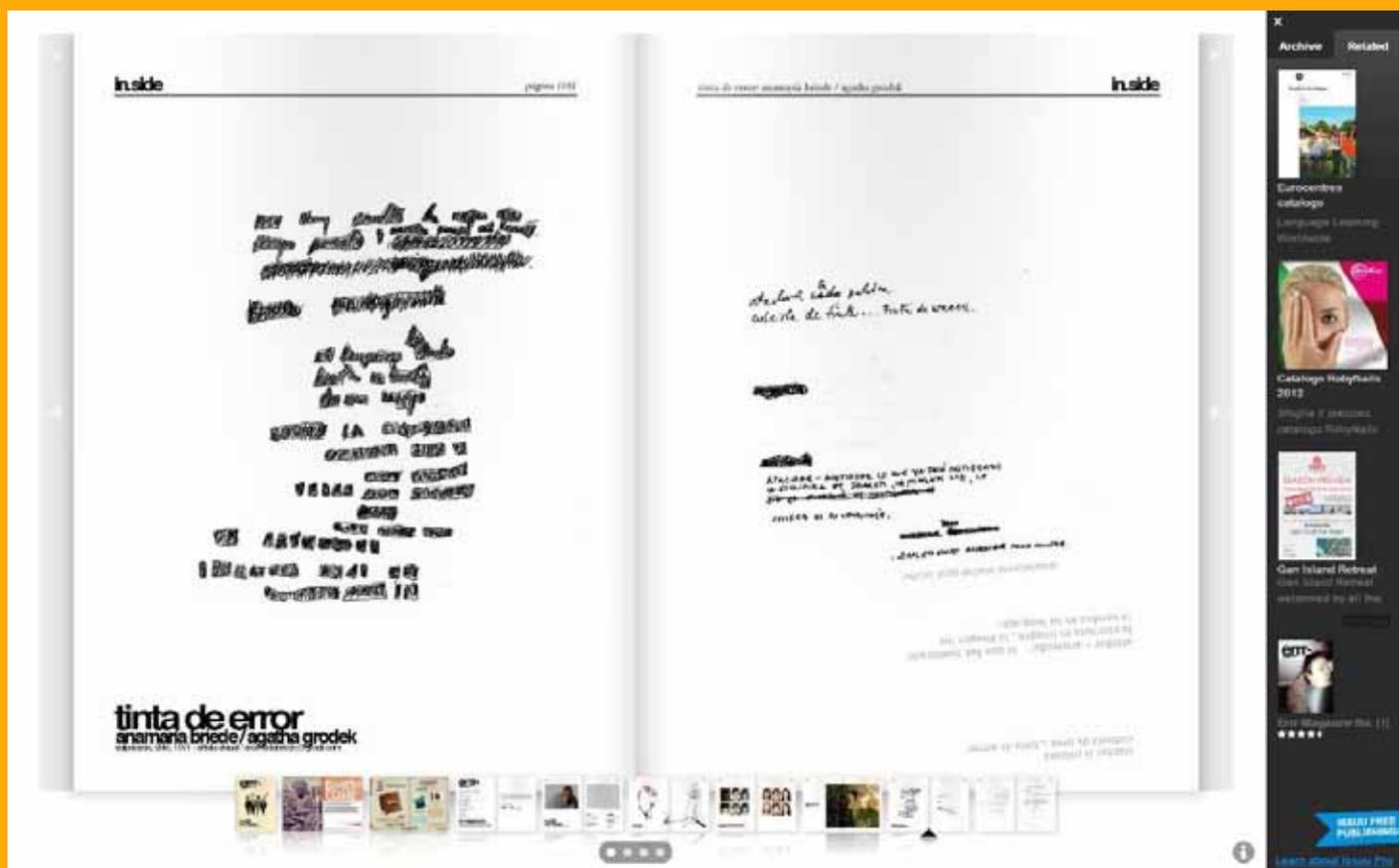
L'apparenza dovuta all'errore è essa stessa errore, inganno, speranza, utopia; un gioco di parole destinato a dimostrare il contrario di ciò a cui si riferisce: *la verità*, scrive Giacomo Leopardi nello *Zibaldone di pensieri*, *ha due facce, anzi infinite, e consiste essenzialmente nel dubbio, ha diversi aspetti, a seconda degli stati d'animo, dipende dalle circostanze*. Temi riemersi, ovviamente in una veste rinnovata, anche all'interno della teoria e della pratica architettonica contemporanea dove, nella maggior parte dei casi, l'errore viene considerato quale deroga voluta rispetto alla regola; passando per esempi celebri della storia dell'architettura universale, dall'Espressionismo tedesco al Modernismo catalano di Antoni Gaudì. Non è casuale, d'altro canto, che negli Ottanta del secolo scorso, il distributo dell'errore viene ripreso come reazione alla *monotonia disumanizzante* di un Razionalismo esasperato. Lontani anni luce dal Classicismo di Bellori – promotore di una estetica del bello che conferisce all'arte una posizione autonoma, intermedia tra l'ambito esclusivamente naturale e quello puramente divinto – e dalla grande severità del Neoclassicismo di Milizia, l'architettura di oggi risente più degli ammonimenti di Teofilo Gallaccini – che, di seguito, prenderemo ampiamente in esame – per il quale l'errore si connota quale necessario contrasto per riconoscere ciò che in architettura è vero e ciò che è possibile.

Già Vitruvio, nel suo celebre trattato *De Architectura* (I sec. a. C.), considerando l'architettura soggetta alle contraddizioni poste dall'ambiente reale in cui viene costruita, dimostra quanto essa sia capace di distaccarsi dalle sue regole costitutive indicate dai teorici dell'architettura ellenistica per scongiurare l'errore. Un passaggio importante in grado di indicare un significativo punto di partenza per una riflessione sul rapporto fra teoria e sistema normativo, fra pratica e realizzazione concreta che, per sua natura, accoglie l'errore e la causalità. Di conseguenza, sia nella sua componente descrittiva sia in quella normativa, l'interesse si sposta sulla presunta separazione fra idealizzazione dell'architettura e realtà architettonica soggetta a equivoci e inesattezze. In tale prospettiva critica, Vitruvio, allo scenario reale e concreto dell'architettura, contrappone modelli ideali e astratti, fino al paradosso di prescrivere – all'interno del *V libro*, dedicato al foro e all'edificio ideale della Basilica – soluzioni costruttive diverse da quelle da lui stesso adottate nella realizzazione della basilica di Fano, segnata da errori evidenti contro la sua teorizzazione ideale (P. Gros, *L'architettura romana. Dagli inizi del III secolo a. C. alla fine dell'alto impero. I monumenti pubblici*, Longanesi, Milano 2001). Nel fornire indicazioni e insegnamenti nel campo della aedificatio, il celebre trattatista romano adotta una strategia comunicativa dove l'errore pur se da evitare, secondo la tradizione consolidata della poesia e della retorica di cui egli è maestro, svolge nella composizione dell'opera un ruolo assai significativo.

Inoltre, considerato l'errore come categoria, attraverso le pagine del trattato vitruviano esso si profila come caso limite in quanto tentativo di realizzare l'impossibile, come sapientemente illustrato nel *I libro* e nel *II libro* quando indica le celebri *Città impossibili*: dall'insalubre *Salapia vetus a Mitilene*, la città troppo esposta al vento, all'infaticabile città progettata da Dinocrate per Alessandro,

descritta nella *Praefatio* al *Il libro* e destinata, secondo Vitruvio, a rimanere pura utopia. Rapportandosi all'errore e a cosa non può essere realizzato, egli consiglia di determinare ciò che è possibile e realizzabile da ciò che non lo è - anche riferendosi a circostanziati elementi del passato - tracciando una delle linee guida delle proposte racchiuse all'interno del suo trattato. L'errore, infatti, aumenta le possibilità di originare nuovi sviluppi dell'architettura, applicando forme desuete o, a torto, ritenute non applicabili in campo architettonico, proprio perché errate. Un atteggiamento analogo, pur se rinnovato alla luce delle tematiche tardo rinascimentali, può essere riscontrato ne *I Quattro libri dell'architettura* (1570) di Andrea Palladio: poche le questioni affrontate prima del cantiere; il *progetto*, descritto da Palladio, si caratterizza per una inevitabile quota di improvvisazione. Talvolta, i disegni appaiono come schizzi poco dettagliati e genericamente quotati, carichi di errori se confrontati con le architetture effettivamente realizzate; molte delle decisioni, tra le più influenti sull'aspetto e sull'immagine dell'edificio finito venivano prese a cantiere aperto (P. Gros, *Palladio e l'antico*, Marsilio, Venezia 2006). Anche il divino Michelangelo commenta l'errore - *gl'infiniti pensier mie d'error pieni, negli ultim'anni della mia vita*, annota nelle *Rime*. Il *David*, una delle sue opere più celebri, nonostante la sua perfezione fisica, tappa di intensi studi di anatomia, presenta un errore: l'assenza, tra la spina dorsale e la scapola, di un muscolo. Questo "buco", sul lato destro della schiena è, in realtà, un errore "voluto" e governato da Michelangelo. Attratto dalla possibilità che tale errore, per contrasto, potesse confermare la perfezione raggiunta, pressoché assoluta egli, in una lettera scritta di suo pugno, testimonia che consapevolmente a causa di un difetto nel blocco di marmo, quel muscolo non poteva essere riprodotto. Di fatto, il *David* fu ricavato da un solo blocco di marmo che altri due scultori, Agostino Duccio e Antonio Rossellino, avevano scartato a causa di quella imperfezione. L'errore, come deroga alla regola è, d'altro canto, uno dei temi conduttori dell'architettura michelangiolesca dalla Biblioteca Laurenziana alla composizione di Porta Pia, dalla Tomba di Giulio II alla Chiesa di Santa Maria degli Angeli: *l' mi credetti, il primo giorno ch'io mira tante bellezze uniche e sole, fermar gli occhi com'aquila nel sole nella minor di tante ch'i' desio. Po' conosciut'ho l'error mio: ché chi senz'ale un angel seguir vole, il seme a' sassi, al vento le parole indarno isparge, e l'intelletto a Dio*. L'analisi dell'opera michelangiolesca, confrontata con la multiforme personalità dell'artista, diventa un'operazione ancora più impegnativa e complessa se rapportata al suo modo singolare di concepire e vedere lo spazio architettonico, l'uso rivoluzionario e anticanonico degli ordini classici, all'assoluta libertà delle sue tecniche grafiche. Michelangelo è consapevole, come altri artisti rinascimentali, di vivere in un'epoca in cui l'arte deve confrontarsi con l'errore, con ciò che non è perfetto, pur rischiando il fallimento.

Egli cerca di risolvere il problema all'origine, negando la necessità di una pianificazione, di un progetto da seguire, perché è perfettamente cosciente che non è possibile seguire alcun progetto, che non è pensabile mantenere un'unica determinazione per il tempo che non sia il battito d'ala di un'interruzione. Sa che il destino di ogni opera è il tradimento dell'idea che l'ha generata. In questa prospettiva, nasce il concetto michelangiolesco di "modello" che non concretizza "l'idea migliore" - non soggetta all'errore che va oltre le capacità dell'artista - ma rappresenta "l'idea fermata", l'istantanea raffigurazione tridimensionale di una immagine in continuo movimento, atta a segnare la lontananza del divino. Negli ultimi anni di vita, tracciando diafani disegni, scolpirà due statue per la propria tomba e brucerà le lettere di una vita, nascondendo errori e malintesi a cui le sue opere interrotte erano irrimediabilmente destinate (F. Tuena, a cura di, *La passione dell'error mio. Il carteggio di Michelangelo. Lettere scelte 1532-1564*, Roma 2002). Il "non finito" appare, pur nel paradosso, come unica soluzione reale, come sarà per Rodin, quale atto volontario di ricerca e di opposizione all'errore: attendere il passaggio del tempo e la sua corruzione. Solo se consci della incompletezza dell'opera, causata dall'errore, è possibile provare interesse vero per la conoscenza e la saggezza. Ancora una volta, la ricerca torna a essere messa in moto dall'incertezza dell'errore e le risposte filosofiche, come quelle scientifiche che mirano a spiegare come stanno le cose, sono intrinsecamente incomplete. Per questo la ricerca oscilla fra incertezza e incompletezza, fra errore e anelito alle regole e alla certezza. Esiste, quindi, la volontà di adesione - registrata, come si è visto, dalla storia - all'errore come allontanamento dalla norma; e quando questa è trasgredita, avviene lo scandalo o la devianza o la reazione di rifiuto. Rompere le formule precostituite di quel mondo diventa la nuova regola. E così, l'errore non è più vincolo ma valida occasione per liberarsi da schemi per nuove decisioni e nuovi percorsi. Soprattutto nelle fasi transitorie, esso stesso diventa norma, consuetudine: l'ordine gigante anticipato da Giulio Romano in *Palazzo Te*, celebrato nella *Caduta dei Giganti* perché trasgressione dell'ordine classico, diventa norma nell'architettura barocca in continua trasformazione e sperimentazione. Quanta parte del valore estetico di una architettura può dipendere dall'errore, magari legato alla scelta non corretta di materiali o di particolari tecniche costruttive? Fermo restando, ovviamente, che l'errore non è un obiettivo da raggiungere ma una premessa necessaria e ineludibile da sviluppare, come abbiamo visto nel campo spiccatamente scientifico. In architettura, però, il quadro cambia radicalmente se si considera che il nostro linguaggio disciplinare non possiede uno statuto paragonabile a quello di una scienza esatta. In altre parole, le fantasie legate alla positivista e politicizzata *Nuova Oggettività* del Movimento Moderno ha dimostrato che in architettura non è



possibile trascurare l'errore a favore di una perfetta corrispondenza tra processo progettuale e analisi prestazionale e economica del progetto. Personaggi importanti che con la loro opera hanno segnato la storia dell'architettura contemporanea; personaggi del calibro di Luigi Moretti o di Pier Luigi Nervi hanno denunciato l'inganno di quegli assunti, dimostrando come il rendimento in campo costruttivo derivi dall'enorme quantità dei fattori che concorrono a determinarlo; errori compresi, di calcolo, di progettazione, di esecuzione. Elevato, il numero di soluzioni possibili che aprono alla soluzione degli errori, altrettanto elevati quanto le eventuali soluzioni. L'errore induce alla scelta. In che modo scegliere? E' necessario affidare la scelta al computer, in modo stocastico come profeticamente scrive Moretti nel 1971?

Quale procedura attivare per conseguire l'auspicata *sintesi tra fattori discordi quali l'armonia formale e le esigenze tecniche, il calore dell'ispirazione e la freddezza del ragionamento scientifico* – non incline all'errore - *la ricchezza della fantasia e le ferree leggi dell'economia*, di cui magistralmente Nervi traccia il quadro? Anche nell'ipotesi più aderente alla oggettività, superata l'approccio per così dire scientifico, è impossibile trascurare la componente intuitiva foriera di errori e incertezze che contribuiscono indubbiamente a una attenta rielaborazione concettuale della osservazione della realtà. D'altro canto, l'intuizione – come riportato nel Vocabolario della Lingua italiana Treccani – è una forma privilegiata di conoscenza che consente una più vera e profonda comprensione. Senza escludere il riferimento a procedure consolidate che non trascurano le componenti non esatte e, di conseguenza, l'errore. Probabilmente, l'odierno mondo dell'informazione è l'esito estremo del tradursi in realtà di questa antica profezia: l'impossibilità di trascurare l'errore. Quanto più esso entra in circolo, tanto più riesce a sapere l'individuo, come se tra le due cose vigesse una legge di proporzionalità diretta; e se mai come oggi i confini tra le discipline sembrano essersi ridotti e le distanze abbattute, spesso paghiamo potenziali possibilità offerte dal trattamento dell'errore con un grado altrettanto alto di superficialità.

Un risultato, quest'ultimo, che riconduce al *Libro degli errori* di Gianni Rodari, già citato, a proposito della Torre di Pisa e del tentativo maldestro di raddrizzamento avanzato da un professore che i Pisani, giustamente, fanno correre alla stazione a prendere il primo treno: La torre di Pisa è certamente sbagliata, perché è storta. Ma il suo fascino non sta in questo?

Del resto, certi errori vanno bene così: pregiudizi, opinioni correnti da combattere, sviste ideali, comportamenti sbagliati. *Sto lavorando duro per definire il mio prossimo errore*, è l'aforisma di Bertolt Brecht che probabilmente, meglio di ogni altro, riesce a sintetizzare la condizione epistemologica del fare architettura.

Per Franco Purini e Laura Thermes errore, invenzione e immaginazione svolgono un ruolo fondamentale come la fantasia che ha le sue regole e che si esprime attraverso una tecnica. L'architettura vera, per loro, deve suscitare curiosità, domande, polemiche, senza applicare mai soluzioni già provate: *siamo ricercatori e forse inventori* – affermano – *nel senso che ci interessa di più sperimentare nuovi orizzonti che perfezionare sempre la stessa idea*, anche a partire dall'errore voluto che uno strumento irrinunciabile del progetto. Dimenticare il mestiere riscoprendo ogni volta le leggi fondamentali dell'architettura secondo lo straniamento teorizzato da Victor Sklovsky. Questo procedimento rafforza il senso del mestiere e, come sottolinea Franco Purini, *consente quegli errori che ci sono in qualsiasi scrittura*. Si pensi alla sintassi oppressiva di Gadda, alla concitazione vertiginosa del verseggiare leopardiano, alle aritmie apparentemente improprie della poesia di Eliot. *L'errore* – continua il celebre maestro romano – *figlio del grande mestiere è a sua volta padre della poesia. Bisogna, però, distinguere tra errore e sbaglio: lo sbaglio è una cosa che va corretta subito, l'errore è un tesoro che la composizione nasconde*. In altre parole, l'errore è sempre voluto nel progetto, è il suo sale: l'errore in architettura considerato, quindi, come atto voluto e consapevole il cui valore è unicamente soggettivo, sia esso di natura conoscitiva (errore = falsità), sia esso di natura etica (errore=colpa), sia esso di natura estetica (errore=bruttezza). *Abbiamo la presunzione* – conclude Franco Purini - *di ritenersi architetti/scienziati che agiscono in un laboratorio compositivo dove si mescolano ingredienti anche pericolosi con la speranza di trovare nuove combinazioni* (F. Purini, *Comporre l'architettura*, Laterza, Roma/Bari 2000; M. Oddo, *Purini\_Thermes*, Edilstampa, Roma 2008).

In architettura, quindi, la caccia agli errori non deve diventare una inutile e rinnovata caccia alle streghe ma, al contrario, deve portare nuova linfa al progetto sin dalle sue prime fasi di ideazione come avviene nelle opere di Bruno Munari dove il rigore, la ricerca e l'esattezza bilanciano l'errore, la fantasia e il movimento inventivo. Due componenti principali - metodo e invenzione – che agiscono contemporaneamente e in maniera chiara e inequivocabile, pur tenendo presenti errori e irregolarità: *la regola e il caso: Come il giorno e la notte la regola e il caso sono due contrari come la luce e il*

*buio come il caldo e il freddo come i negative i positivi come il maschile e il femminile. La regola dà sicurezza il caso è l'imprevisto con la regola si può organizzare un piano il caso dipende dal momento le gocce della pioggia la forma di un sasso la simpatia. La regola da sola è monotona il caso da solo rende inquieti. La combinazione tra regola e caso è la vita è l'arte è la fantasia l'equilibrio* (B. Munari, *Codice ovvio*, Einaudi, Torino 1999; Id., *Fantasia. Invenzione, creatività e immaginazione nelle comunicazioni visive*, Laterza Editore, Roma/Bari 2006). Viene in mente Baudelaire dei *Diari intimi* quando annota: *Quel che non è leggermente difforme ha un'aria insensibile; ne consegue che l'irregolarità, cioè l'inatteso, la sorpresa, lo stupore sono l'elemento essenziale e la caratteristica della bellezza*.

La possibilità di sbagliare, di cui parla Munari nelle sue celebri *macchine inutili* prima e nelle successive *macchine aritmiche* - elementari figure geometriche vengono messe in movimento nello spazio – consente di reinterpretare l'esperienza di coloro che hanno iniziato a lavorare nell'arte, con grande influenza sullo spazio architettonico, introducendovi il movimento, come László Moholy-Nagy che, durante il suo insegnamento al Bauhaus, rinunciò alla fissità della scultura muovendo le sue strutture di metallo sotto la luce adatta a creare *ombre erranti*, continuamente cangianti (L. Moholy-Nagy, *Vision in motion*, Paul Theobald & Co, Chicago 1947). Esperienze che saranno sviluppate, in rapporto all'architettura e al paesaggio, da György Kepes la cui ricerca, debitrice degli assunti della *Gestalt*, è destinata a evidenziare come, dalla piccola alla grande scala, l'occhio non vede se non con l'aiuto di correttivi (György Kepes, *The New Landscape in Art and Science*, Paul Theobald, Chicago 1956).

Lo sappiamo dal tempo dei filosofi greci che i nostri sensi sbagliano e dalle mille illusioni ottiche in cui incorriamo e dai metodi sempre più sofisticati per correggere tali errori o difetti. Un errore, allora, può diventare strumento per esplorare una logica prima sconosciuta.

Quando Gustav Klimt, nella Vienna che generò la psicoanalisi e lo sguardo dentro quel mondo di *errori rimossi* che è pur sempre l'inconscio, chiamò nel suo studio un biologo perché facesse vedere a lui e ai suoi adepti le cellule ingrandite al microscopio; quando poi queste cellule, invisibili a occhio nudo, le riportò sopra i manti dorati delle sue donne come memento mori e come inno alla vita, ciò che andava scoprendo è che i sensi lasciati soli, nel loro errare, ci fanno perdere un mondo visivo meraviglioso e significante (A. Vettese, A. Pinotti, *Oltre l'immagine*, Atlas, Bergamo 2011).

E se E. L. Boulée, definisce l'architettura quale *produzione dello spirito*, contravvenendo alle indicazioni di Vitruvio, artefice di un *errore grossolano*, oggi come allora, è necessario fare alcune distinzioni perché, citando Alain Botton, lo stesso tipo di pensieri banali che in letteratura produce soltanto libri incoerenti e drammi noiosi, se applicato all'architettura può lasciare ferite visibili anche dallo spazio cosmico. La brutta *architettura è un errore raggelato* scritto a caratteri cubitali (A. Botton, *Architettura e felicità*, Guanda Editore, Parma 2008). Una definizione che richiama la celebre profezia di Edoardo Persico - *Da un secolo la storia dell'arte in Europa non è solo una serie di azioni e di reazioni particolari, ma un movimento di coscienza collettiva. Riconoscere questo significa trovare l'apporto dell'architettura attuale. Sostanza di cose sperate* - (E. Persico, *Profezia dell'Architettura*, 1935) o la concezione dell'architettura e l'estetica di rottura, espressa da Jean Baudrillard, strettamente connessa alla definizione del concetto di modernità: *La modernità fa della crisi un valore e suscita un'estetica di rottura* (J. Baudrillard, *La società dei consumi*, Il Mulino, Bologna 2008).

Da un errore può nascere una nuova soluzione? Nella sua *Grammatica della fantasia*, Gianni Rodari fa notare un magnifico errore creativo: quello che rimase, come refuso, nella Cenerentola di Perrault allorché quando la parola *vaire* diventò *verre* trasformando una banale scarpetta di pelliccia in una fantastica scarpetta di vetro. Nel trasposto architettonico, se si guarda per un solo momento alla teoria della composizione o alla teoria dell'architettura come l'universo dell'oggettività disciplinare e alla pratica, come campo dell'azione soggettiva, l'errore è azione positiva e pratica perché negando la teoria di cui è azione, opera combinazioni non conformi alle norme disciplinari che determinano ulteriori avanzamenti. Cartesio ha imposto la questione dell'errore conoscitivo in quanto tale, rintracciando la sua origine essenzialmente nella volontà e nel giudizio. Tanto vale, allora, come accade per esempio in campo medico, accettare l'errore, sia dell'organo di senso o della vista interiore, sia di un singolo o di una collettività culturale; medici, costantemente erranti tra diagnosi e terapie. Loro probabilmente lo sanno, che lo stimolo più forte al cambiamento e quindi alla guarigione sta proprio nello scappare da uno errore: *Siccome della Medicina, scienza veramente salutare, pregiatissima, e per l'origine sua, divina, e vie più antica d'ogn'altra, natural magia meravigliosa, ritrovata per comune salute* – scrive Teofilo Gallaccini, nel *Proemio del suo Trattato Degli errori degli architetti. Insieme con alcuni insegnamenti d'architettura per giovamento degli studiosi di tal professione e di tutti quelli che hanno bisogno di fabbricare - il suo fine, che è l'acquisto, e il conservamento della sanità, e conseguentemente*



la lunghezza della vita, così nell'Architettura, la cognizione di tutti quelli errori, che talvolta accadono, è una di quelle cose per avvertimento della quale avevamo pensato di giovare, non intendendo, che la proposta di essi serva per insegnare a ciascuno il modo di commettere gli errori nell'Architettura; (...) così il fine d'ogn'arte è il non far errore nell'operare, non partendosi giammai dalla diritta ragione della pratica sua (...). Ma per introdurre la cognizione degli errori dell'Architettura male usata, affinché alcuno studioso di tal professione possa imparare a fuggirli, ed in essa divenire eccellentissimo; conciossiachè errando s'impara, ed imparando s'acquista con perfezione qualunque abito di scienza, e d'arte; poichè l'errore, bene osservando, ne conduce alla notizia della cosa mal fatta, e questa ci fa conoscer l'opera buona e perfetta, tale essendo la natura de' contrari, che l'uno si conosca per l'altro. Avendo adunque per le ragioni intese conosciute, di quanto giovamento fosse per essere la cognizione degli errori degli Architetti, mi proposi di restringere in un breve Trattato una parte di essi: non già con animo di formar la censura contro a ciascuno, ma con volontà d'insegnare col mezzo di tal cognizione la buona, e regolata Architettura. Il Trattato sugli errori, pur se composto attorno al 1625, viene pubblicato in Italia, a Venezia, un secolo e mezzo dopo, nel 1767. Il suo autore, *litteratus* come auspicato da Vitruvio e come, due secoli dopo, scriverà Le Corbusier *homme de lettres* alla voce professione, elenca gli errori materiali commessi dal progettista prima, durante e dopo la costruzione dell'edificio. Gli errori di progetto, che aiutano a comprendere la concezione architettonica dell'epoca, sono di svariata natura. Si commettono errori scegliendo male il luogo, i materiali, le imprese e anche programmando male i tempi. Si commettono errori - e qui, fatte le dovute proporzioni, è possibile ravvisare la profetica attualità del Trattato - nel dimensionamento degli spazi, nella loro distribuzione e nella loro disposizione. Alla fine del libro, richiamata la concezione vitruviana dell'architetto come coordinatore, Gallaccini raccomanda: (...) siccome non è bene, nè cosa sicura, che lo Speciale faccia l'ufizio del Medico, così non è bene, nè è cosa giovevole, che il Muratore, lo Stuccatore, il Lavorator di pietre, il Maestro di legname, il Pittore, e lo Scultore, facciano l'ufizio dell'Architetto. L'idea dell'impossibilità di sfuggire all'errore e la conseguente necessità di uno studio puntigliosamente analitico - analogo a quello suggerito dalle questioni elencate da Gallaccini - si è rivelata essenziale per il buon esito del progetto contemporaneo; un'idea novecentesca, influenzata dalle correnti filosofiche, che germina e si sviluppa soprattutto all'interno dei Congressi Internazionali di Architettura Moderna. Sembrano calarsi proprio nel solco di questa tradizione filosofica dell'errore le parole di Gio' Ponti sulla contraddizione: *nell'errore è l'alto segno dell'intelletto umano: un errore di oggi può non esserlo*

*domani. Il pensiero è imperfetto, contiene l'errore; l'istinto è perfetto: non esiste un alveare imperfetto né nido imperfetto, solo le architetture delle grandi civiltà sono disuguali e imperfette. Dio diede soltanto all'uomo le disuguaglianze; cioè il bene e il male, le possibilità dell'errore ma gli diede anche quella di una perfezione creativa individuale (arte), non meccanica: la libertà è in ciò, l'uomo libero, quello dell'errore, può fare una casa più bella: le api non possono fare un alveare più bello. L'uomo, quello dell'errore, ha inventato cose che non erano nella natura, i linguaggi, la poetica, la musica, la pittura, l'architettura (G. Ponti, *Amate l'architettura. L'architettura è un cristallo*, Vitali e Ghianda, Genova 1957, 1 ed.).*

Se si considera l'architettura un atto non sempre riuscito, la sua storia è anche la storia dei tentativi disperati per realizzarla, coltivando errori, componendo impropriamente e senza controllo. E se la radice di ogni errore compositivo risiede anche nella misteriosa realtà empirica, quella dei sensi, occorre osservare quella logica duttile e acuta che essi trasmettono e che la razionalità non sempre riconosce. Notre Dame di Haut a Ronchamp è un errore creativo? Colin Rowe, nel suo libro intitolato *La matematica della villa ideale*, afferma che l'architettura pur servendo finalità pratiche è in grado di cristallizzare e rendere visibili idee e fantasie e proprio attraverso l'utopia delle idee e delle fantasie si realizza quella libertà in cui vivono il probabile, il *plausibilmente astratto e l'errore*. Di fatto, in molte delle idee di Le Corbusier resta implicito ciò che John Summerson definisce *inversioni da Alice nel paese delle meraviglie*, ossia esempi di logica capovolta, pur all'interno di una fitta razionalizzazione (J. Summerson, *Il linguaggio classico dell'architettura*, Einaudi, Torino 1972). Il maestro franco svizzero, infatti, dimostra come l'errore possa diventare uno strumento a servizio della creatività artistica e architettonica: la cappella di Ronchamp, che accomuna architettura, scultura e pittura, rappresenta la sua libertà di espressione. È l'invenzione frutto di un errore creativo - un iperrore - che oscilla tra astrazione e empatia. Un errore determinato da un istinto artistico che ha soppresso la coscienza razionalista o ne ha potenziato le facoltà? Ronchamp è geometria sperimentale che, tra correzione e errore, tenta di verificare quanto sia possibile costruire una geometria naturale attraverso leggi sconosciute. Gli oggetti a reazione poetica che ispirano forme nuove per l'architettura sono selezionati a partire dalla comparazione tra la perfezione della geometria e gli errori della realtà fisica. Nel celebre guscio di granchio, raccolto a Long Island, Le Corbusier rintraccerà gli elementi astratti e morfologici che lo condurranno alla copertura della cappella, risultato di un errore creativo, quasi ludico; anche se tale carattere della sua ricerca, quasi per effetto di quel sortilegio alchemico che troviamo spesso nella pittura surrealista a cui egli guarda come riferimento costante della sua architettura, si trasforma in profonda inquietudine e meraviglia. Per errore, gli oggetti tratti dalla natura mostrano uno stretto legame con l'idea di architettura che dei primi riesce a impossessarsi.

Oggi, i tempi che stiamo vivendo, caratterizzati dalla velocità, dalla rapidità e dalla impossibilità di sbagliare pare non lascino più molto spazio per commettere errori. Forse, in architettura, è ancora possibile intervenire sull'ambiente consapevoli, con la *Teoria dell'errore* di James Reason che non possiamo cambiare l'essere umano ma le condizioni in cui opera. In un mondo liquido, dove liquida sta diventando anche l'architettura, niente può rimanere immobile e mantenere il proprio assetto inalterato a lungo. Neppure l'errore. Dal solido/liquido, infatti, si è passati al liquido/moderno, caratterizzato da una tale velocità di mutamento delle cose, che spesso gli uomini non hanno nemmeno il tempo per potere riflettere sugli errori commessi e eventualmente potere intervenire e cambiare le cose. Con rigore, con la massima chiarezza argomentativa possibile ma anche con la passione per i problemi e le domande. La passione e il senso dei limiti vanno in tandem, realtà fatta di errori e perfezione illusoria a cui tendere: *Spesso - sottolinea Giacomo Leopardi - le verità più profonde si presentano come illusioni; vengono scoperte da uomini di grande immaginazione e solo dopo sanzionate dalla ragione; sono pochissime quelle assolute, anche nel sistema della natura - la filosofia moderna, diversamente dall'antica, dimostra la falsità degli errori ma non vi sostituisce alcuna verità positiva. La verità è scomparsa nel momento in cui si è iniziato a cercarla.*

D'altro canto, se è vero che ogni opera di architettura ha, dietro di sé, una storia fatta di ripensamenti e di superamenti, la passione teorica e costruttiva del fare architettura deve continuare a trasfigurare l'universalità della bellezza nell'unicità eccezionale del particolare e del procedimento per la sua formazione, per fortuna, carico di errori. Solo così, l'architettura non sarà destinata a diventare merce standardizzata ma continuerà a essere il risultato di un processo complesso.

# PRESENTAZIONE

## XXVII CICLO DI DOTTORATO

### ARCHITETTURA DEI SISTEMI PER LA MOBILITÀ



**MANUELA GRASSO.** Tutor: Prof. Arch. Calogero Marzullo  
**Metamorfosi.**

*"A narrar il mutar delle forme in corpi nuovi, mi spinge l'estro".* Con questi versi Ovidio inizia uno straordinario percorso martellante di mutazioni da forme in forme, dall'inizio della creazione della terra sino ai suoi giorni. Quei giorni che a pensarci bene possono essere anche i nostri, caratterizzati non più da vicende mitologiche ma movimenti umani, che imprime con la loro energia una metamorfosi allo spazio urbano. La coesistenza di intrecci dovuti all'irrompere delle potenti reti infrastrutturali e una molteplicità di forme, genera inediti contesti di senso dove il nuovo e il preesistente si ibridano a vicenda con modi che occorre osservare attentamente perché è nel loro apparire che si possono cogliere i caratteri di un *territorio mutante* che comprende *centri storici e aree industriali, terrain vagues e complessi residenziali, periferie storiche e business parks che rappresentano ormai lo scenario della nostra vita quotidiana*<sup>1</sup>. L'apparentamento con

l'opera di Ovidio è riferito al procedimento della *mutazione*, che consiste nel raggiungere forme nuove a partire da *materiali* e forme già note: belve in volti umani, fanciulle in giovenche. Anche le nostre metamorfosi utilizzano costruzioni e materiali già conosciuti e spingono elementi verso nuove architetture. Il termine «infrastruttura», nell'accezione comune, viene utilizzato per indicare la mobilità di persone, di cose, di immagini, di informazioni e di idee: strade, ferrovie, dighe, gasdotti, rientrano in quell'insieme di opere che consentono ad una società e a un'economia di funzionare, crescere e mutare nel tempo. Tese a collegare più rapidamente luoghi tra loro sempre più distanti, le infrastrutture, per superare le ardue orografie dei territori attraversati, si affidano a manufatti imponenti, la cui presenza visiva è in grado di produrre nuovi e positivi valori nella lettura del paesaggio. Il ruolo acquisito dall'infrastruttura, e le conseguenti necessità poste dalla sicurezza, dal confort, dall'impatto ambientale, dalle esigenze di fruizione territoriale ed extra territoriale, hanno esteso i settori che si occupano diffusamente di questi argomenti e incrementato la multidisciplinarietà nella ricerca. Per chi studia i fenomeni architettonici l'interesse è proiettato soprattutto verso quegli aspetti che riguardano tanto la dimensione estetica dei manufatti che si trovano a dialogare con le specificità dei luoghi, quanto lo sviluppo dei sistemi urbani evoluti recentemente attorno ai nodi intermodali. Nel primo caso il pensiero si rivolge principalmente al lavoro svolto da Rino Tami, in particolare per la costruzione dell'autostrada svizzera A2, San Gottardo-Chiasso, in cui l'infrastruttura è pensata come *opera unitaria* capace di condensare il rapporto tra il carattere morfologico del luogo e la concezione tecnico/funzionale dei manufatti<sup>2</sup>. Un'esperienza di notevole interesse che a distanza di alcuni decenni sembra rispondere adeguatamente alle preoccupazioni poste da Mies van der Rohe quando negli anni '30 si confrontava con le trasformazioni conseguenti le realizzazioni autostradali del Terzo Reich: *Esiste dunque un problema artistico delle autostrade? Tale questione non è affatto priva di significato rispetto a una forma così importante dal punto di vista economico e tecnico. Ad essa si deve rispondere affermativamente, se consideriamo che le autostrade, in quanto sono i più importanti canali di traffico del futuro, non soltanto attraverseranno diversi paesaggi, incidendo attivamente sulla loro configurazione con stazioni, incroci, sovrappassi e viadotti, ma anche là dove si inseriscono in essi, ci dischiuderanno nuove visuali quando le percorreremo*<sup>3</sup>. Dall'osservazione di alcuni nodi infrastrutturali in cui confluiscono imponenti flussi di persone e di cose, derivano le occasioni progettuali attraverso cui si sono realizzate le nuove attrezzature di base della città contemporanea, come lo erano state nel XIX secolo il teatro o il mercato. In questo senso tra gli effetti fisici più evidenti della super infrastrutturazione dei territori europei sono esemplari casi di studio i corridoi AV e le sue stazioni, i nuovi grandi hub aeroportuali, l'Euralille, il tunnel di La Haya, ovvero luoghi caratterizzati da spazi dell'attraversamento che si coniugano in modo innovativo con quelli della sosta. Sia le ricerche volte a valorizzare la qualità dei paesaggi percorsi, sia quelle correlate allo sviluppo e lettura della città contemporanea, evidenziano una realtà mutante ormai sintesi di paesaggi urbani e naturali che si compenetrano in una visione *on the road*. È proprio in questa realtà complessa e multidisciplinare, che il progetto architettonico delle connessioni infrastrutturali può ancora trovare fecondi legami con le più recenti ricerche tecnologiche per divenire concreta occasione di riqualificazione, recupero e ridisegno complessivo dei territori.

#### NOTE

1 Mirko Zardini, *Paesaggi ibridi*, Skira, Milano 1996

2 Cfr. Kenneth Frampton, Riccardo Bergossi, *Rino Tami. Opera completa*, Academy Press, Mendrisio, 2008

3 Vittorio Pizzigoni (a cura di), *Ludwig Mies van der Rohe, Gli scritti e le parole*, Einaudi, Torino, 2010 pp. 75-77



**GIUSEPPINA NICOLOSI.** Tutor: Prof. Ing. Giovanni Tesoriere, Prof. Ing. Antonio Messineo  
**Soluzioni innovative per la produzione di energia dalle reti di trasporto.**

L'energia è un bene sempre più pregiato e costoso. Negli ultimi anni è cresciuta in modo esponenziale l'attenzione verso un uso razionale delle risorse energetiche a causa dell'inquinamento sempre maggiore dovuto alle emissioni di inquinanti in atmosfera. A tal proposito, diversi Paesi, con il Protocollo di Kyoto (1997) si sono impegnati ad usare razionalmente l'energia, sviluppando l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili per ridurre così il consumo di combustibili fossili e le emissioni inquinanti in atmosfera, responsabili dell'effetto serra e del riscaldamento globale. Tuttavia anche le reti di trasporto (strade, autostrade, ferrovie...) e i sistemi di trasporto (automobili, treni...), a seguito dello sviluppo che li ha caratterizzati, possono costituire una opportunità per la generazione di energia rinnovabile sfruttando le cosiddette "fonti di energia inesauribili". Infatti, basterebbe, allineare piccole turbine eoliche, o pannelli solari lungo un loro tratto, per poter generare energia in grandi quantità.

La ricerca che si intende portare avanti, proporrà soluzioni tecnologiche finalizzate al miglioramento delle soluzioni esistenti. Nello specifico, si analizzeranno i sistemi di trasporto, in particolare strade e autostrade, al fine di cercare soluzioni innovative e tecnologiche per lo sviluppo di energia rinnovabile, sfruttando l'energia termica prodotta dagli stessi sistemi di trasporto, la radiazione solare, la velocità del vento e i materiali piezoelettrici installati su strada. La ricerca prevede, inoltre, il superamento delle criticità presenti nelle tecnologie già sviluppate, al fine di produrre nuovi percorsi di ricerca scientifica che portino alla produzione di energia "pulita" dalle reti di trasporto che siano, anche, in grado di veicolare con nuovi significati la progettazione ingegneristica, con l'obiettivo di integrare tali sistemi nelle infrastrutture di rete urbane ed extraurbane.

La ricerca si estenderà al monitoraggio del traffico veicolare su una specifica rete stradale, in cui saranno opportunamente installati dei sensori piezoelettrici, che consentiranno la produzione di corrente elettrica: rilevando il numero di autovetture che transitano nelle arterie considerate, nelle diverse ore della giornata, sarà possibile effettuare delle simulazioni e delle previsioni, nel breve e nel lungo periodo, sullo stato del traffico veicolare, e quindi sulla quantità di energia che i piezo collocati su strada saranno in grado di produrre. Sarà possibile, mediante modelli matematici, delineare le caratteristiche di sistemi che siano in grado di adattare l'intensità dell'illuminazione e l'utilizzo dei dispositivi semaforici alla caratterizzazione del traffico nei diversi momenti della giornata, così da contenere i consumi energetici regolandoli in base alla quantità di energia prodotta dai piezo. Sulla base dei dati ottenuti dal monitoraggio del traffico, saranno, quindi, fatte delle previsioni, mediante l'utilizzo di Reti Neurali e Logica Fuzzy, per poter conoscere sia l'evoluzione del traffico, cambiando le condizioni a contorno (condizioni meteorologiche), che il risparmio energetico che si potrebbe ottenere nell'immediato futuro. Scenari di casi reali rappresentati attraverso i modelli proposti, permetteranno di valutare la bontà del metodo proposto mediante la valutazione dell'errore dovuto all'utilizzo di tecniche quali per esempio le Reti Neurali, le quali costituiscono un valido strumento per la previsione dei parametri necessari alla determinazione dei consumi/produzione di corrente elettrica, introducendo un errore che deve essere il più possibile trascurabile.

Tutto ciò sarà possibile sviluppando opportune tecniche per la valutazione dell'"embedding time", ovvero quanti step temporali passati sono necessari per prevedere il futuro, tramite opportuni test di learnig, di validazione e di estrapolazione dei dati elaborati.



**GIANFRANCO SCATÀ.** Tutor: Prof. Ing. Mario Collotta, Prof. Ing. Dario Ticali

**Architetture innovative basate su Reti di Sensori Wireless a supporto di Sistemi di Trasporto Intelligenti.**

Il principale obiettivo dei Sistemi di Trasporto Intelligenti (Intelligent Transportation Systems – ITS) consiste nel poter far riferimento ad informazioni accurate e in tempo reale al fine di ottimizzare la gestione del traffico veicolare. I dati stradali possono essere elaborati ed utilizzati per diversi scopi: monitoraggio, sorveglianza, gestione dinamica dei semafori per ridurre i tempi di attesa in coda, etc. Il continuo aumento di veicoli ha provocato un proporzionale incremento della congestione stradale sia nelle piccole che nelle grandi città. La conoscenza di informazioni dettagliate sul traffico e l'utilizzo di tecniche di Information & Communication Technology (ICT) costituiscono alcune delle tematiche di maggiore interesse della comunità scientifica. Ne è un esempio concreto l'utilizzo delle Wireless Sensor Networks (WSNs). Esse sono state esaustivamente studiate ed utilizzate in diverse aree applicative come home automation<sup>1</sup>, health<sup>2</sup>, agriculture<sup>3</sup> e road monitoring<sup>4</sup>. In quest'ultima tipologia di applicazioni, la

possibilità di conoscere, in tempo reale, informazioni sul traffico veicolare, può aiutare gli utenti delle strade nel prendere decisioni al fine di ottimizzare i tempi di arrivo evitando, allo stesso tempo, le code. Diversi lavori in letteratura trattano l'utilizzo delle WSNs per applicazioni ITS, valutandone diversi aspetti:

- studio di tecniche per la raccolta e l'elaborazione di dati per attività a supporto delle decisioni; per esempio abilitando/disabilitando dinamicamente video camere di sorveglianza sulla base delle informazioni raccolte da sensori dislocati lungo la strada<sup>5</sup>.
- architetture in grado di schedulare il traffico veicolare utilizzando algoritmi per la gestione delle code, per esempio il TRED (Traffic Random Early Detection)<sup>6</sup>; esso è di tipo Active Queue Management (AQM) e viene utilizzato per inoltrare le auto in arrivo verso una strada alternativa in caso di traffic jam.

Nonostante la comunità scientifica si sia dimostrata attenta verso lo studio di tecniche innovative di raccolta e processamento distribuito di informazioni, ad oggi diverse tematiche rimangono "challenges". Ad esempio, l'utilizzo di semafori a ciclo-fisso o manualmente controllati da operatori remote. Ciò comporta diversi svantaggi, tra cui l'errato bilanciamento dei tempi di verde, in quelle intersezioni in cui non è previsto monitoraggio in tempo reale, e il peggioramento di altri problemi correlati come il consumo eccessivo di carburante, l'emissione di inquinanti, incidenti, etc. L'utilizzo di tecniche di monitoraggio distribuito, in grado di valutare in tempo reale i flussi di traffico, rappresenta una soluzione concreta al problema della congestione stradale<sup>7</sup>. Un obiettivo dell'attività di ricerca, nell'ambito del dottorato, sarà quello di sperimentare metodologie innovative a supporto del controllo dinamico di semafori ed in grado di gestire, in tempo reale, le code utilizzando informazioni rilevate attraverso una WSN. Al fine di garantire un servizio affidabile, saranno studiati meccanismi trasmissivi innovativi utilizzando appunto le WSNs che, come noto, sfruttano l'etere come canale di comunicazione. Le trasmissioni sono quindi soggette a problematiche d'errore come interferenze co-canale, interferenze dovute ad ostacoli (naturali e non) e il fading multipath (fenomeno di distorsione del segnale che giunge a destinazione sotto forma di un certo numero di repliche, sfasate nel tempo, originate da vari percorsi che il segnale stesso può aver seguito durante la sua propagazione). L'obiettivo di questa attività di ricerca riguarderà appunto la messa in atto di tecniche che consentano di ridurre l'imprevedibilità e quindi l'errore del canale wireless. Tale studio sarà rivolto alla valutazione sia di algoritmi di scheduling delle stazioni radio, interessate alla trasmissione dei dati, che di accesso al canale wireless, come il CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance), al fine di ridurre l'aleatorietà.

**REFERENCES**

- 1.M. Collotta, V. Conti, G. Pau, G. Scatà, S. Vitabile, "Fuzzy Techniques for Access and Data Management in Home Automation Environments" Journal of Mobile Multimedia, Rinton Press (Princeton, New Jersey) Publisher, ISSN: 1550-4646.
- 2.Changzhan Gu, J.A. Rice, Changzhi Li, "A wireless smart sensor network based on multi-function interferometric radar sensors for structural health monitoring", 2012 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks (WiSNet), pp. 33-36, 2012
- 3.T. Kalaivani; A. Allirani; P. Priya, "A survey on Zigbee based wireless sensor networks in agriculture", 2011 3rd International Conference on Trends in Information Sciences and Computing (TISC), pp. 85-89, 2011
- 4.M. Collotta, G. Pau, V. M. Salerno, G. Scatà "A Novel Road Monitoring Approach Using Wireless Sensor Networks" 2012 Sixth International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS), pp. 376 - 381, 2012
- 5.Xiao Laisheng, Peng Xiaohong, Wang Zhongxia, "Research on Traffic Monitoring Network and its Traffic Flow Forecast and Congestion Control Model Based on Wireless Sensor Network", International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation – ICMTMA '09, pp. 142-147, 2009
- 6.G.F. Ali Ahammed, R. Banu, "Analyzing the Performance of Active Queue Management Algorithms", International Journal of Computer Networks & Communications, Vol.2, No.2, March 2010
- 7.M. Collotta, G. Pau, V.M. Salerno, G. Scatà, "Wireless Sensor Networks to Improve Road Monitoring" from Book "Wireless Sensor Networks – Technology and Applications" Editor: M.A. Matin – Chapter 15 – pp.323-346 - ISBN: 978-953-51-0676-0



**MAURIZIO VOLPE.** Tutor: Prof. Ing. Antonio Messineo

**Progettazione e realizzazione di un reattore continuo di Piro-Gassificazione di biomasse in scala di laboratorio. Ottimizzazione della piro-gassificazione di biomasse ligno-cellulosiche provenienti dagli scarti dell'industria olivicola.**

Una via per limitare l'utilizzo di combustibili fossili e l'incremento dell'emissione di anidride carbonica ed altri inquinanti in atmosfera è l'utilizzo di biomasse e rifiuti organici come combustibile alternativo all'impiego del carbone. Questi bio-carburanti sono principalmente costituiti da carbonio, ossigeno e idrogeno. La differenza tra i combustibili fossili e quelli di origine naturale risiede nell'origine naturale del carbonio che pertanto proviene da un ciclo del carbonio detto breve "short-term carbon cycle" e pertanto quest'ultimo si può ritenere fonte energetica rinnovabile.

Oggi giorno l'utilizzo di terreni agricoli per la coltivazioni di culture specifiche per uso energetico non è più ritenuto sostenibile in quanto, un uso estensivo degli stessi a scopo energetico, ridurrebbe significativamente i terreni disponibili per la produzione alimentare. D'altra parte si sta cercando di massimizzare l'utilizzo della biomassa residuale e di rifiuti organici combustibili, piuttosto che deliberatamente coltivare specie agricole per uso energetico.

Tra le altre tecnologie notevole interesse si sta sviluppando negli ultimi anni per l'utilizzo di processi di pirolisi e gassificazione a letto fluido e a letto fisso per la produzione di energia termica ed elettrica.

I sistemi di gassificazione di biomassa presentano comunque delle problematiche ancor oggi costituiscono un limite alla loro diffusione ed utilizzo. Tra i maggiori problemi: la formazione di miscele complesse di idrocarburi pesanti (chiamati "Tar") a composizione variabile, e la composizione dei gas uscenti dal reattore e da utilizzare come combustibili.

Il presente lavoro di dottorato si pone come primo obiettivo la progettazione e realizzazione, su scala di laboratorio, di un reattore in continuo di piro-gassificazione a letto fisso (*continuous hot-rod fixed bed downdraft gasifier*). La realizzazione del suddetto gassificatore permetterà inoltre di condurre lo studio sull'influenza delle più importanti variabili operative come: pressione, temperatura, umidità e granulometria della biomassa, sulla formazione dei tar e l'ottimizzazione delle rese e composizioni dei gas combustibili prodotti. Lo specifico obiettivo pertanto di questo lavoro è quello dello studio della cinetica di reazione della gassificazione ed ottimizzazione delle condizioni operative per la produzione di combustibile gassoso per mezzo di un processo di gassificazione di biomasse residuali di origine agro-indus triale. In particolare sarà studiata la gassificazione dagli scarti di lavorazione dell'industria olivicola.



**CARMELO GIACCHINO.** Tutor: Prof. Ing. Marinella Fossetti, Cotutor: Ing. Giovanni Minafò

**Comportamento di colonne in marmo e/o in muratura soggette ad azioni sismiche**

Nei secoli, l'architettura storica ha avuto una straordinaria diffusione del sostegno colonnare. Dal Medioevo sino al Settecento una vasta serie di costruzioni è stata caratterizzata da questa scelta, persino alcune piante centriche di chiese complesse, come la chiesa di San Francesco Saverio a Palermo o quella di Sant'Ignazio a Mazara del Vallo, sfruttano in modo virtuosistico la colonna. Per un progettista dell'epoca l'unità di misura da utilizzare e da sfidare era il sostegno, ossia la colonna, la cui sezione e altezza, che condizionavano l'intera costruzione, venivano scelte in modo da soddisfare diversi aspetti quali ad esempio, le consuetudini di utilizzo degli spazi all'interno di una chiesa e la statica dell'intero complesso strutturale. La scommessa era quella di costruire manufatti moderni integralmente coperti da crociere su colonne, poste ad una considerevole distanza e collegate da spregiudicati archi ribassati policentrici. Considerando la diffusione di tale tipologia costruttiva, soprattutto nell'edilizia religiosa, il tema della mitigazione del rischio sismico dei colonnati rappresenta un problema attuale e di notevole importanza scientifica, economica e sociale, specie nelle fasi di emergenza post-sisma. Come è noto, infatti, l'elevata vulnerabilità sismica del nostro patrimonio edilizio esistente, soprattutto di quello storico-monumentale che, in Italia risulta uno tra i più ricchi al mondo, rappresenta uno dei fattori di maggiore rischio in presenza di un terremoto. I colonnati esistenti nel nostro paese, sono principalmente realizzati con marmi e graniti; materiali dotati di un'ottima resistenza a compressione ma caratterizzati da una limitata (o quasi nulla) resistenza a trazione e da una marcata fragilità. Il primo problema che caratterizza le colonne in marmo è proprio legato alla natura del materiale che può portare ad una riduzione delle caratteristiche inerziali della colonna stessa a causa di lesioni che si possono innescare a prescindere dai carichi esterni applicati. Ad esempio, variazioni termiche, piccoli difetti nella fase di messa in opera, presenza di eccentricità e di fuori piombo, possono causare la formazione di lesioni che conducono ad un drastico aumento di snellezza, con diminuzione del valore del carico critico e con possibilità di attivazione di fenomeni di instabilità. Un altro problema che interessa le colonne è legato al loro comportamento in presenza di un'accelerazione impressa al suolo; la loro snellezza geometrica le rende particolarmente vulnerabili a moti di corpo rigido (*rocking*), che nei casi limite possono comportare lo schiacciamento del materiale nelle zone sede di maggiori concentrazioni di sforzi, o al ribaltamento complessivo. Il fenomeno del *rocking* viene amplificato quando la colonna è originariamente fessurata.

L'obiettivo del progetto di ricerca, è quello di sviluppare un modello teorico-sperimentale che simuli il comportamento delle colonne con moto impresso al suolo, al fine di valutare l'efficacia di tecniche tradizionali di rinforzo (cerchiature metalliche e cuciture armate), per le quali, ancora oggi, non esistono prescrizioni normative nonostante siano ampiamente utilizzate nella pratica professionale. Inoltre, lo sviluppo dello studio prevede ulteriori analisi volte alla valutazione della possibilità di impiego di sistemi di rinforzo innovativi da realizzare con materiali altamente performanti. Le analisi teoriche saranno condotte in campo dinamico, sfruttando i concetti base della teoria dei moti di corpo rigido adattati al caso in studio. A tal proposito, si evidenzia che è già stato sviluppato un modello<sup>1,2</sup> che affronta il problema del *rocking* schematizzando la colonna come un blocco rigido costituito da materiale uniforme ed assumendo per semplicità che l'accelerazione agisca ortogonalmente allo sviluppo longitudinale dell'elemento. Lo studio sperimentale si baserà sullo sviluppo di indagini volte a caratterizzare il comportamento statico e dinamico di campioni di colonne in piccola e grande scala, che verranno realizzati con caratteristiche analoghe a quelle maggiormente riscontrabili nel patrimonio storico-monumentale del nostro paese.

**NOTE**

1. M. Fossetti, C. Giacchino, G. Minafò, "Efficiency of steel collars on the seismic behaviour of granite and heavy stone columns", XV Convegno ANIDIS 2013, L'Ingegneria Sismica in Italia.
2. M. Fossetti, C. Giacchino, G. Minafò, "Dynamic behaviour of cracked granite and heavy stone columns with steel collars", in revisione su Engineering Structures, 2013.



**ANTONIO CANALE.** Tutor: Prof. Ing. Tullio Giuffrè

**Road safety study in historical centres**

The Decree no. 35 of 15 March 2011, namely the "Actuation of the Directive 2008/96/EC on road infrastructure safety management" represents an effective instrument in the field of road infrastructure, as it contributes consistently to the reduction of mortality on the roads of Europe. The European Commission, in its White Paper submitted on September 12, 2001 "European transport policy for 2010: time to decide", had already pointed out the need to adopt control measures on road safety in order to locate and manage the stretches with a high concentration of crashes within the Community territory. In the Communication of 2 June 2003 on "European Road Safety Action Programme – Having the number of road accident victims in the European Union by 2010: a shared responsibility" the Commission identified infrastructure as the third pillar of the road safety policy, which should make an important contribution to the Community's accident reduction target. Managing the safety of road infrastructure offers plenty of scope for improvement, which must be used to advantage. In Italy, the need to intervene on roads had been highlighted in the First Report to Parliament on the state of road safety transmitted by the Minister of Public Works in August 1998. On the following year the Law no. 144 of May 17, 1999 was issued, releasing on the Article 32 the National Plan of Road Safety and determining the objectives and the actuation modalities which will have to be submitted for the approval of the Interministerial Economic Programming Committee (Italian CIPE).

In 1999, a Base Document was dedicated to "Gaps and territorial differences in crash rate" in which it is stressed that "the risk level is reduced by measures aimed at improving road safety". In March 2000, a decree signed by 5 Ministers (Public Works, Interior, Transport, Health and Public Education) approved the document "Guidelines for the actuation of the National Road Safety Plan", and in March 2002 CIPE approved the National Road Safety Plan – Priority Actions.

The CIPE has approved five Annual Actuation Programmes to date.

The key role which road construction and management can play is also fully recognized by scientific literature.

A correct road planning contributes significantly to safety improvement and consequently reduces the direct cause of road crashes and the aggravation of their consequences. Therefore, the research is based on the analysis and the improvement of road safety.

Particular emphasis will be placed on the analysis of infrastructure within historic centres, as to focus the study on the implementation of non-conventional geometries (which reduce the existence of points of conflict) and the configuration of the building overlooking them.

This study on the road network of historical centres is aimed at restoring and improving the living conditions of a City.

It is essential to protect users, in such a way that urban planning does not become unsafe or result in an efficiency deficit of road, but that it proves itself to be a precious help for their safety. In order to create similar conditions, it is useful not only to plan with quality, innovation and attention urban road network, but also street furniture, taking into account any possible need of the users.

What needs to be emphasized is that if no innovative approach to the road network plan of historical centres is made, it is going to be hard to reach architectural and social restoration of large areas of Cities. Road network issue is hence all the more important especially because it is worsened by a growing influx of in-service vehicles and by several other reasons intimately connected with the current living conditions that impose private car traffic flow.

# PRESENTAZIONE

## XXVII CICLO DI DOTTORATO

### TECNOLOGIE E MANAGEMENT DELLE INFRASTRUTTURE AERONAUTICHE



**GIOVANNI PAU.** Tutor: Prof. Ing. Andrea Alaimo, Prof. Ing. Mario Collotta  
**VALERIO M. SALERNO.** Tutor: Prof. Ing. Andrea Alaimo, Prof. Ing. Mario Collotta  
**Reti neurali e minimizzazione dell'errore.**

Una rete neurale - o neuronale - è un insieme di semplici unità di elaborazione (chiamate neuroni) altamente interconnesse tra di loro, che interagiscono tra loro e con gli oggetti del mondo esterno mediante lo scambio di segnali in modo simile alle strutture neurali biologiche. Una rete neurale artificiale è un processore distribuito, ispirato ai principi di funzionamento del sistema nervoso degli organismi evoluti, costituito dalla interconnessione di unità computazionali elementari. La conoscenza della rete è acquisita dall'ambiente esterno attraverso un processo di apprendimento o di addestramento; inoltre, essa è immagazzinata nei parametri della rete e, in particolare, nei pesi associati alle diverse connessioni (dette sinapsi) tra i neuroni. La capacità di apprendere rappresenta l'elemento di maggiore attrazione dei modelli neurali. Per qualunque tipo di problema, espresso in una qualunque forma, una rete neuronale ha la capacità d'individuare una soluzione senza dover conoscerne la risoluzione analitica. La rete neuronale impara semplicemente esponendola ad una serie di esempi. Per questo motivo, le reti neurali trovano una vasta applicazione in problemi caratterizzati da relazioni soprattutto non lineari, per le quali è molto difficile (quando non è impossibile) trovare soluzioni ottimali con i metodi analitici o individuare una credibile modellizzazione del sistema sulla base di una serie di esempi di comportamento. Una volta esposta agli esempi, la rete neurale è in grado di generare i risultati corretti, anche se il problema non è esattamente quello imparato. La semplificazione più immediata a cui si può pensare è ovviamente la simulazione del cervello umano; d'altronde, anche le reti neurali artificiali sono composte da semplici elementi operanti in parallelo, così come avviene nei sistemi nervosi biologici. Nel contesto di una rete neurale, l'unità base sulla quale è costruito il modello è il neurone, un elemento computazionale semplice, disposto in un'architettura a rete. Il neurone accetta dei segnali in ingresso, li elabora secondo determinate regole e, sulla base di questi segnali, del proprio stato interno e degli stati precedenti, calcola un segnale in uscita che viene inviato alle unità a cui esso è connesso. Una caratteristica importante delle unità di una rete è il modo in cui vari segnali d'ingresso vengono combinati per determinare il segnale complessivo. La funzione di attivazione associa allo stato e agli ingressi attuali un nuovo stato di attivazione. Un'altra caratteristica importante delle funzioni di attivazione è il loro carattere, che può essere deterministico (stocastico) o non deterministico. La conoscenza di un sistema neurale è codificata dai pesi delle connessioni tra le unità, per cui apprendere equivale a modificare i pesi di tali connessioni. A tal fine, sono state elaborate varie regole che simulano elementari forme di apprendimento per diversi modelli di reti. Un'altra caratteristica molto importante riguarda la topologia della rete neurale. In alcuni modelli le connessioni seguono schemi predeterminati, in altri schemi sono totalmente casuali. Molti modelli vengono organizzati in più livelli di unità, oppure in diversi strati di connessioni tra unità. Alcuni livelli, costituiti da unità d'ingresso o di uscita, sono definiti livelli visibili; tutti gli altri livelli vengono chiamati livelli nascosti. Un problema rilevante nelle reti neurali è quello di caratterizzare il grado di approssimazione, ossia l'andamento dell'errore di approssimazione, in funzione della dimensione dell'ingresso e del numero di unità che costituiscono la rete. Gli algoritmi di addestramento per il calcolo dei parametri dei modelli neurali si basano sulla formulazione di un problema di ottimizzazione consistente nella minimizzazione di una funzione di errore di struttura opportuna rispetto ai parametri della rete. L'efficienza degli algoritmi di ottimizzazione nella soluzione dei problemi di addestramento condiziona quindi l'applicabilità dei modelli neurali. Per costruire una rete multistrato con  $n$  ingressi e  $k$  uscite si deve scegliere l'architettura (numero di strati e numero di neuroni di ogni strato) ed il tipo di addestramento. Fissata un tipo di architettura, la scelta dei parametri viene in genere effettuata definendo un opportuno sottoinsieme dei dati disponibili che è il *training set*:

$$T = \{(x^p, y^p), x^p \in R^n, y^p \in R^k, p=1, \dots, P\}$$

Successivamente si deve risolvere un problema di ottimizzazione del tipo:

$$\min_{w \in R^m} E(w) = \sum_{p=1}^P E_p(w)$$

in cui  $E_p$  è il termine di errore relativo al  $p$ -esimo campione e misura la distanza tra l'uscita desiderata  $y^p$  e l'uscita  $y(x^p; w)$  fornita dalla rete. La definizione di  $E$  e la strategia di addestramento devono tener conto dell'esigenza di assicurare buone capacità di generalizzazione. Spesso le stime teoriche possono essere inadeguate e quindi occorre basarsi su opportune euristiche per la scelta della struttura e la definizione del *training set*. Una strategia che viene spesso seguita, chiamata *stabilizzazione strutturale*, consiste nello scegliere il numero di unità attraverso l'addestramento di una sequenza di reti in cui viene fatto crescere (o diminuire) il numero di neuroni. Per ciascuna di tali reti i parametri vengono determinati minimizzando l'errore sul *training set* e le prestazioni delle varie reti sono confrontate attraverso una tecnica di *cross-validation*, valutando l'errore che ogni rete commette su un altro insieme di dati (*validation set*). Alla fine la rete selezionata è quella che fornisce l'errore minimo sul *validation set*. Un'altra strategia si basa su una tecnica di regolarizzazione e consiste nell'aggiungere alla funzione di errore un termine di penalità sulla norma di  $w$  che ha l'effetto di restringere l'insieme entro cui vengono scelti i parametri. Ciò equivale a imporre condizioni di regolarità sulla classe di funzioni realizzata dalla rete. L'addestramento della rete viene effettuato definendo la nuova funzione obiettivo:

$$E(w) = \sum_{p=1}^P E_p(w) + \gamma \|w\|^2$$

Sostanzialmente,  $\gamma$  è maggiore di zero ed il suo valore ottimale può essere determinato utilizzando una tecnica di *cross validation*. In particolare, in corrispondenza di valori differenti di  $\gamma$ , si addestrano varie reti minimizzando la funzione d'errore  $E$  e viene successivamente prescelto il valore di  $\gamma$  a cui corrisponde il minimo errore sul *validation set*. Un differente approccio si basa sulla tecnica di *early stopping* che valuta periodicamente l'errore che la rete commette su un *validation set* ausiliario durante il processo di minimizzazione. In generale, nelle prime iterazioni l'errore sul *validation set* diminuisce con la funzione obiettivo, mentre può aumentare se l'errore sul *training set* diviene sufficientemente piccolo. Il processo di addestramento termina quando l'errore sul *validation set* inizia ad aumentare, perché ciò potrebbe scaturire l'inizio della fase di *overfitting* della rete, causando quindi l'interpolazione dei dati di training a discapito della capacità di generalizzazione. Indipendentemente dalla strategia di addestramento utilizzata, è necessario ripetere la minimizzazione in corrispondenza di varie architetture o di varie funzioni di errore. Una delle maggiori differenze tra una rete neurale e un algoritmo classico è la capacità della prima di resistere al rumore, intesa come l'abilità della rete di trovare la soluzione anche partendo da dati parzialmente errati o incompleti. In una rete neurale, infatti l'informazione viene scomposta in una serie di *microinformazioni* che vengono elaborate da ciascun elemento in modo indipendente. Per cui una *microinformazione* errata può portare ad un *microerrore* che viene poi annichilito dalla globalità delle altre *microinformazioni* corrette. Sappiamo bene, invece, che un piccolo errore nel flusso di elaborazione di un algoritmo classico può interamente comportare il risultato finale. Un algoritmo utile all'accrescimento della robustezza della rete è il *Winner-Take-All*. Il principio alla base comporta la scelta del neurone da attivare all'interno dello stesso livello. Nella forma classica, soltanto il neurone con l'attivazione più alta rimane attivo mentre tutti gli altri rimangono spenti. Esistono anche soluzioni migliori per l'approssimazione dell'errore, tra cui la possibilità di attivare un numero  $k$  di neuroni (*k-Winner-Take-All*). Nella teoria delle reti neurali, le reti *k-Winner-Take-All* fanno parte della casistica del *competitive learning* delle *reti neurali ricorrenti*. Il *competitive learning* è una forma di addestramento non controllato nella quale i nodi competono tra di loro per il diritto a rispondere ad un certo sottoinsieme di dati in ingresso. La minimizzazione dell'errore di *training*  $E$  e la resistenza al rumore della rete neurale sono dei difficili problemi di ottimizzazione non lineare. In ogni caso, la disponibilità di algoritmi efficienti di ottimizzazione costituisce uno strumento essenziale per la costruzione delle reti neurali.



**GIUSEPPE TUMMINELLI.** Tutor: Prof. Ing. Antonio Messineo

#### **Il futuro dell'energia rinnovabile dalla produzione congiunta di elettricità e calore**

Il progetto di ricerca, in collaborazione con la società **Archimede Srl** di Caltanissetta, riguarda l'implementazione di una tecnologia a concentrazione solare basata su un sistema di parabole, con coefficienti di riflessione pari o superiori al 90%, che riflettono e concentrano la radiazione solare su moduli fotovoltaici ad alto rendimento (*dense array*), per la produzione di energia elettrica, tramite effetto fotovoltaico, ed energia termica, grazie all'utilizzo di scambiatori di calore. Il sistema garantirà un fattore di concentrazione della luce tra i **400** e gli **800 soli**, a seconda delle specifiche di progetto.

Il sistema a concentrazione è così composto:

**PARABOLA RIFLETTENTE** con diametro differente a seconda della taglia di potenza del sistema, ha lo scopo di concentrare la luce proveniente dal sole sul ricevitore fotovoltaico, posto nel fuoco ottico del sistema. La parabola è realizzata in acciaio *super mirror* con spessori dimensionati in relazione alle sollecitazioni meccaniche del sistema.

**DENSE ARRAY:** l'energia elettrica viene prodotta da celle a tripla giunzione in **Arsenurio di Gallio (GaAs)**, collegate elettricamente in serie e in parallelo. Con tale configurazione si raggiungono i valori di tensione e corrente desiderata, compatibile con l'intero sistema di produzione. Il GaAs è uno dei semiconduttori che meglio converte la radiazione dello spettro solare in energia elettrica (circa il 37,5%). Tutta la radiazione viene assorbita in pochi *micron* sotto la superficie. Rispetto alle celle solari al Silicio, quelle al GaAs sono più efficienti, resistono meglio alle radiazioni assicurando una durata maggiore, degradano meno alle temperature cui operano i pannelli solari tradizionali.

**SCAMBIATORE DI CALORE** è realizzato con materiali quale rame, alluminio e/o acciaio e rappresenta la parte di un circuito idraulico dove il liquido circolante viene a contatto con una superficie che si trova ad una temperatura maggiore.

**OTTICA SECONDARIA** è realizzata in quarzo per resistere alle alte temperature. Nella maggior parte dei casi ha una forma a tronco di piramide e serve per ridistribuire, sulla superficie del *dense array*, la radiazione solare che dall'ottica primaria risulta avere un gradiente radiale.

**INSEGUITORE SOLARE:** per rendere possibile il funzionamento del sistema, esso deve essere mantenuto perfettamente ortogonale ai raggi solari lungo tutto il periodo di funzionamento. Per gestire la meccanica che permette la rotazione Est-Ovest e l'inclinazione 0-90° occorre un componente sensibile alla radiazione che la rileva istante per istante e che parallelamente gestisce i motori che muovono il sistema. Questo componente ha forma a tronco di piramide ed è suddiviso in 4 scomparti, ognuno dei quali è sede di una **foto resistenza** o di un **foto diodo**.

**AZIONAMENTO ELETTROMECCANICO XY:** per rendere possibile questo azionamento, fatto salvo il rilevamento e il conseguente azionamento, si utilizzano dei motori accoppiati a dei riduttori.

In particolar modo, dovendo ridurre il più possibile i consumi di energia elettrica, si accoppiano dei micromotori, con coppie che si aggirano sulla decina di *Newton/metro [Nm]* e velocità elevate, con dei riduttori meccanici ad assi paralleli e ortogonali in cascata, che progressivamente abbassano la velocità e aumentano la coppia. Così facendo, il sistema, al comando dei circuiti di controllo, si muoverà puntualmente sulla posizione di "lavoro".

**UNITA TRIGENERATIVA:** il calore recuperato attraverso lo scambiatore di calore viene inviato ad una piccola unità Trigenerativa "domestica" di nuova concezione e già commercialmente disponibile.

L'implementazione di tale progetto consentirà un rientro dall'investimento (*pay-back time*) più basso rispetto a tecnologie affini, giacché sarà possibile accedere all'erogazione di contributi statali relativi alla produzione di energia elettrica e termica. A ciò si aggiunga il vantaggio della produzione di acqua calda che di fatto rende il sistema ancora più competitivo, in quanto, con la tecnologia proposta, si raggiungono sostanzialmente le medesime prestazioni degli specchi parabolici lineari, ma con costi sensibilmente inferiori.