

Architecture is not only an ensemble of objects, but a sort of language that not only lives intangibly in our memory and our brain, but also aspires to participate in the organic form of living beings. Architecture grows and reproduces as a set of experiences, ideas, projects, and types that are transformed as they disseminate, in the same way as plants are reproduced through the union of male and female principles communicating by proximity, with the help of insects, of the wind.

La crescita, la metamorfosi Growth, metamorphosis

Paolo Portoghesi

Fu Goethe, nel 1827, a fondare una disciplina da lui stesso definita morfologia, per studiare le forme degli organismi viventi e quindi i rapporti tra crescita e forma. Goethe sosteneva che tutte le piante discendevano da una *Urpflanze*, la pianta originaria costituita da una struttura assiale (lo stelo o tronco) e da appendici laterali (le foglie). Lo sviluppo di questa pianta originaria era da lui considerato come reiterazione di parti successive nel corso della quale si rendeva necessaria una metamorfosi della foglia culminante nella formazione del fiore¹.

Sebbene criticata come 'formalista' in quanto non metteva a fuoco gli aspetti funzionali della struttura vegetale, la teoria di Goethe, che è all'origine della *Naturphilosophie*, ha esercitato una grande influenza anche sulla biologia moderna che alla morfologia però ha dedicato piuttosto approfondimenti settoriali che indagini sistematiche.

Le immagini coeve della *Urpflanze* danno la curiosa impressione che Goethe abbia voluto rintracciare nella natura una sorta di coerenza stilistica, di ricerca programmatica dell'unità nella complessità, simile a quella che è propria del processo compositivo dell'artista. I petali che si atteggiano come foglie, l'obbedienza delle parti a una regola astratta ripropongono inconsciamente il mito, cantato da Ovidio², di una natura che imita l'arte.

La nozione di crescita, tipica della biologia, sembra dapprima sostanzialmente estranea a una disciplina come l'architettura riguardante oggetti composti di materia inerte che può degradarsi ma non certo crescere in senso letterale; ma è pur vero che architettura non è solo un insieme di oggetti, ma una sorta

In 1827 Goethe founded a discipline which he termed morphology, for studying the forms of living organisms and therefore also the relationship between growth and form. Goethe affirmed that all the plants descended from an *Urpflanze*, the primordial plant which was constituted by an axial structure (the stalk or stem) and lateral appendages (the leaves). The development of this original plant was considered by him as the repetition of successive parts, during which a metamorphosis of the leaves became necessary, culminating in the formation of the flower¹.

Although criticised as 'formalist', since it did not focus on the functional aspects of the plant structure, Goethe's theory, which lies at the origin of his *Naturphilosophie*, has had a great influence on modern biology which, however, has devoted to morphology sectoral analyses rather than systematic research.

The coeval images of the *Urpflanze* give the curious impression that Goethe wished to find in nature a sort of stylistic coherence, a programmatic search for unity in complexity, similar to the artist's compositional process. Petals posing as leaves, and the obedience of the parts to an abstract rule unconsciously re-propose the myth, sung by Ovid², of a nature that imitates art.

The notion of growth, typical of biology, at first seems essentially alien to a discipline such as architecture, which concerns objects composed of inert matter that can degrade, but certainly not grow in a literal sense; it is also true, however, that architecture is not only an ensemble of objects, but also a sort of language which, in addition to the series of buildings constructed by man, lives in an intangible manner in our memory and our brain, and aspires to participate in the organic form of living beings who, as D'Arcy



Corpo ligneo, 2021
Foto © Antonio Biasiucci

di linguaggio e oltre che nelle serie di edifici costruiti dall'uomo vive in modo immateriale nella nostra memoria e nel nostro cervello e aspira a partecipare della forma organica degli esseri viventi che, come afferma D'Arcy Thompson, è sempre «funzione del tempo», così che la crescita e la metamorfosi possono considerarsi «eventi spazio-temporali».

Quella che ho definito altrove³ «la faccia nascosta dell'architettura» non è meno importante della faccia illuminata che forma, secondo la nota espressione lecorbusieriana, «il gioco corretto e magnifico dei volumi sotto la luce». Nel momento in cui l'architettura è solo pensiero e linguaggio, dentro la nostra mente e la nostra memoria, essa può crescere e formarsi in un processo temporale, così come, una volta uscita dal nostro cervello e materializzata in oggetti concreti, l'architettura cresce e si riproduce in quanto insieme di esperienze, di idee, di progetti, di tipi che si diffondono trasformandosi, proprio come avviene per le piante che si riproducono dall'unione dei principi maschili e femminili messi in comunicazione dalla contiguità, dagli insetti, dal vento. Intesa come pensiero progettante l'architettura raggiunge la sua forma con un processo mentale che attinge alla memoria e alla percezione dell'ambiente e delle materie impiegate nella costruzione.

Può ben dirsi che l'idea della casa, per esempio, cresce da un centro che è uno spazio privilegiato, «il cuore della casa», come lo definirà Leon Battista Alberti nel suo trattato⁴. Nella casa primitiva, così come nelle Prairie Houses di Wright, questo centro è il focolare, avvolto in un involucro protettivo e intorno al quale gli ambienti minori si aggregano. Nell'edificio religioso il centro può essere la statua del dio o l'altare dei sacrifici e ancor prima l'atto del sacrificare. Nelle religioni monoteiste l'ecclesia, come comunità impegnata nel rito e nella preghiera, è alla base della configurazione dello spazio sacro inteso come involucro e poiché per esempio nella Chiesa cristiana la liturgia antica esigeva che i fedeli si muovessero in processione, l'idea del procedere frontalmente informò la metamorfosi della basilica romana e le sue infinite interpretazioni.

Negli edifici centrali non di rado la struttura architettonica si sdoppia e lo sviluppo parallelo delle due parti produce un fenomeno di concrescita. Può verificarsi infatti che tra lo sviluppo e le articolazioni delle parti (la cupola e il baldacchino, la crociera e la sua copertura a tiburio) si determini uno sfasamento o talvolta una rotazione, un disassamento che suggeriscono un processo di traslazione o di rotazione talvolta prodotto da esigenze di orientamento. È questo il caso del parlamento di Dakka di Louis Kahn, dove la moschea per orientarsi verso la Mecca ruota rispetto agli assi primari dell'edificio. A esigenze simboliche, invece può riferirsi la rotazione delle chiese medievali in cui il capocroce si inclina alludendo al capo del Cristo reclinato sulla croce o quella operata da Francesco di Giorgio Martini nella fortezza di Sassocorvaro, modellata sull'immagine della tartaruga con il capo (un torrione) deviato rispetto all'asse. Uno degli aspetti della crescita biologica si esprime in forme dinamiche che implicano un processo temporale. La temporalizzazione di modelli spaziali si evidenzia nella disposizione dei semi del fiore di girasole o nelle scaglie della pigna che nascondono i semi. Osservato dall'alto il girasole presenta nella massa dei semi disposti su un piano una sorta di torsione evidenziata da spirali che si avvolgono. Il numero delle spirali che si intersecano ruotano in due direzioni che generalmente si conformano ai due numeri adiacenti della serie 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21..., la cosiddetta serie di Fibonacci nella quale ciascun membro coincide con la somma dei due precedenti⁵.

Nel germoglio apicale delle piante, nel quale si formano gli

Thompson affirms, is always a “function of time”, in such a way that growth and metamorphosis can be considered as “spatio-temporal events”.

What I have called elsewhere³ “the hidden face of architecture”, is no less important than the illuminated face that forms, in Le Corbusier's well-known expression, “the correct and magnificent play of volumes under the light”. At that moment when architecture is only thought and language, inside our mind and memory, it can grow and shape itself through a temporal process, just as, once out of our brains and crystallised into concrete objects, architecture grows and reproduces as a set of experiences, ideas, projects, and types that are transformed as they disseminate, in the same way as plants are reproduced through the union of male and female principles communicating by proximity, with the help of insects, of the wind. Architecture, understood as projecting thought, achieves its form through a mental process involving memory and the perception of the context and of the materials used in its construction.

It could well be said that the house, for example, derives from a centre which is a privileged space, “the heart of the house”, as defined by Leon Battista Alberti in his treatise⁴. In the primitive house, as in Wright's Prairie Houses, this centre is the hearth, enveloped in a protective shell and around which the minor spaces aggregate. In religious buildings the centre can be the statue of the god or the altar of sacrifices or, even earlier, the act of sacrificing. In monotheist religions the ecclesia, as community involved in the ritual and in prayer, is at the base of the configuration of the sacred space understood as shell and since, for example, in the Christian Church ancient liturgy required the faithful to move in procession, the idea of proceeding forward guided the metamorphosis of the Roman basilica and its infinite interpretations.

In central buildings the architectural structure is often split into two and the parallel development of the two parts produces a phenomenon of co-growth. It can occur, in fact, that between the development and articulation of the parts (the cupola, the baldachin, the cross-vault and the lantern atop the dome, or tiburium) a shift takes place, or on occasion a rotation or misalignment which suggest a process of translation produced by orientation requirements. This is the case of Louis Kahn's Dhaka Parliament House, whose mosque rotates with respect to the primary axes of the building in order to be oriented towards Mecca. The rotation which takes place in mediaeval churches so that the head of the cross is tilted, in allusion to Christ's head reclining on the cross, may refer instead to symbolic requirements, as perhaps is the case as well of the fortress of Sassocorvaro, which Francesco di Giorgio Martini modeled on the image of the turtle with its head (a tower) deviated from the axis.

One of the aspects of biological growth is expressed in dynamic forms which imply a temporal process. The temporalisation of spatial patterns is evident in the arrangement of the seeds of the sunflower flower or in the scales of the pine cone which conceal the seeds. Viewed from above, the sunflower presents the mass of its seeds arranged in a plane in a sort of twisting pattern highlighted by coiling spirals. The number of spirals that intersect while rotating in two directions generally conform to the two adjacent numbers in the series 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, and so on, in other words the so-called Fibonacci series in which each number is the result of the sum of the previous two⁵.

At the apical sprout of plants, where the embryos of leaves are formed, a helix cuts transversely through the points where the leaves are attached, while their geometric centres rest on two spirals which turn in opposite directions, again in accordance with the Fibonacci series. This geometrical arrangement of the leaves

embrioni delle foglie, un'elica taglia trasversalmente i punti di attacco delle foglie mentre i loro centri geometrici giacciono su due spirali che girano in direzione contraria, sempre in accordo con la serie di Fibonacci. Questa disposizione geometrica delle foglie si definisce filotassi e allo studio matematico di questo modello di crescita ha contribuito in modo determinante la possibilità di usare il computer.

Nel 1968 Astrid Lindenmayer mise a punto il cosiddetto L-System per studiare lo sviluppo di semplici organismi multicellulari. Oggi con questo sistema non solo si possono studiare organismi vegetali complessi, ma è anche possibile simulare in modo realistico ogni forma di pianta. Nel libro *The Algorithmic Beauty of Plants*, pubblicato dopo la morte di Lindenmayer, nel 1990 da Przemyslaw Prusinkiewicz, sono illustrati modelli di crescita e di metamorfosi di grande interesse e di evidenti potenzialità in campo progettuale. In particolare oltre agli studi sui pattern ramificati e sulla filotassi va ricordata la simulazione operata da Ned Greene della crescita di un rampicante su una struttura lignea a pianta centrale⁵.

Il tema della spirale e dell'elica tanto congeniale alla struttura delle scale ha trovato nella storia dell'architettura innumerevoli applicazioni decorative, dai blocchi incisi dei templi di Malta fino al capitello ionico e alle volute tipiche del repertorio plastico barocco; ma ha trovato anche applicazioni più astratte nei tracciati regolatori geometrici che ordinano schemi planimetrici e determinano i rapporti e le proporzioni tra le parti architettoniche.

Chi ha studiato la storia delle città può rendersi conto della stretta analogia tra la crescita del nucleo urbano e la crescita di un tronco; anche la crescita lineare e per direttrici radiali frequente nella storia urbana ha il suo corrispettivo fitologico nella logica dell'accrescimento primario, che proveremo a descrivere perché il lettore ritrovi nella descrizione le infinite analogie e le differenze rispetto a un 'pezzo di città', una strada affiancata da case ed edifici di uso pubblico, servita da impianti e da veicoli che portano alle case acqua e nutrimento, una strada con crocicchi e diramazioni più o meno adatti per frenare o accentuare il processo di crescita.

A differenza degli animali che si muovono e possono cercare, spostandosi, ciò che serve loro per la sopravvivenza, le piante devono stabilire con il luogo in cui sorgono un rapporto di alleanza che consenta loro il continuo rifornimento della luce, dell'acqua e dei sali minerali, in essa disciolti, indispensabili per la loro crescita. Le due parti della pianta destinate al rifornimento sono le radici per l'acqua e le foglie per la fotosintesi, che attraverso una reazione chimica trasforma l'energia solare luminosa catturata in energia chimica⁷.

Un flusso continuo di acqua penetra nei peli radicali, ramificazioni periferiche delle radici, e scorrendo attraverso le radici e il fusto arriva fino alle foglie, cosparse di piccole bocche (gli stomi) che permettono di assorbire anidride carbonica e ossigeno, aprendosi e chiudendosi in funzione delle necessità. Nella *Urpflanze* di Goethe la foglia era considerata l'elemento primario dal quale fusto e radici derivavano per differenziazione; ora i biologi attribuiscono questo ruolo al fusto che assolve il compito di trasportare acqua e nutrimento attraverso due sistemi vascolari, lo xilema per l'acqua e il floema che diffonde per tutta la pianta le sostanze prodotte dal lavoro delle foglie⁸. La crescita delle piante è dovuta alla particolare attività di alcune zone circoscritte costituite da tessuti che si mantengono sempre allo stato embrionale. Queste zone in cui si concentra la vocazione alla crescita si chiamano meristemi e si collocano anzitutto in cima al fusto e agli apici delle radici; per mezzo di

is known as phyllotaxis, and the mathematical study of this growth model contributed considerably to the development of computers. In 1968 Astrid Lindenmayer elaborated the so-called L-System for studying the development of simple multicellular organisms. With this system it is possible today to study complex plant organisms, as well as to realistically simulate every type of plant. The book *The Algorithmic Beauty of Plants*, published after Lindenmayer's death, in 1990 by Przemyslaw Prusinkiewicz, illustrates a series of growth and metamorphosis patterns which are of great interest and obvious potential for the field of design. In addition to the studies on branching patterns and phyllotaxis, is worth mentioning in particular Ned Greene's simulation of the growth of a creeper on a centrally planned wooden structure⁵.

The theme of the spiral and helix, which has proven to be so suitable to the structure of staircases, has found countless decorative applications in the history of architecture, from the engraved blocks of the temples of Malta to the Ionic capitals and volutes typical of the Baroque repertoire; but it has also found more abstract applications in the geometric patterns which give order to planimetric layouts and determine the relationships and proportions between architectural parts.

Whoever has studied the history of cities can recognise the close analogy between the growth of an urban nucleus and the growth of a tree trunk; the linear and radial growth that is so common in urban history also has its phytological counterpart in the process of primary accretion, which we shall attempt to describe so that the reader may find in the description the infinite analogies and differences with respect to a 'section of a city', such as a street flanked by houses and public buildings, served by service installations and vehicles which supply the houses with water and nourishment, a street with crossroads and branches more or less suited to curb or foster the process of growth.

Unlike animals, whose mobility permits them to move and therefore to search for what they need for their survival, plants must establish an alliance with the place where they stand that allows them a steady supply of light, water and the minerals it contains, all of which are essential for their growth. The two parts of the plants involved in the supply process are the roots for water and the leaves for photosynthesis which, through a chemical reaction transforms the captured solar energy into chemical energy⁷.

A continuous flow of water penetrates the root hairs, peripheral ramifications of the roots, and flowing through the roots and stem reaches the leaves, which are sprinkled with small mouths (the stomata) that absorb carbon dioxide and oxygen, opening and closing as needed. In Goethe's *Urpflanze* the leaf was considered the primary element, from which stem and roots derived by differentiation; today, biologists ascribe the role of transporting water and nutrients to the stem, a task which it undertakes through two vascular systems, the xylem in the case of water, and the phloem for the substances produced by the leaves through photosynthesis⁸. Plant growth is the result of the special activity of certain specific areas consisting of tissues which always remain in the embryonic state. These areas that are mainly involved in the process of growth are called meristems and are located above all at the top of the stem and at the extremity of the roots; using these enterprising hunters, the plant tends on the one hand toward light and sky, and on the other toward darkness and the bowels of the earth. This linear expansion in two directions ('foundation' and 'elevation' could be an analogy with the building process) is one of the most eloquent symbols of life.

The stem, which houses the vascular system, is divided into nodes and internodes. The node is the place where one or more leaves are attached. The buds usually form at the 'armpits', where the

questi intraprendenti cacciatori la pianta tende da una parte verso la luce e il cielo, dall'altra verso le tenebre e le viscere della terra. Questa dilatazione lineare in due sensi ('fondazione' ed 'elevazione' si potrebbe definire per analogia con il processo costruttivo) è uno dei simboli più eloquenti della vita.

Il fusto, in cui il sistema vascolare è ospitato, è diviso in nodi e internodi. Il nodo è la parte a cui sono attaccate una o più foglie. Le gemme generalmente si formano alle 'ascelle', dove le foglie si dipartono dal fusto: altra collocazione strategica dei meristemi. Non vogliamo imprigionare la fantasia del lettore levandogli la gioia di cogliere da sé le 'corrispondenze', in senso baudelairiano, tra crescita urbana, il funzionamento di un edificio con i suoi impianti tecnici, le sue finestre e le sue scale, e crescita primaria nel mondo vegetale. Le illustrazioni insieme all'attenta lettura della nostra descrizione, vogliono essere il punto di partenza per una riflessione analogica aperta. Qui ci limitiamo a offrire un ulteriore catalizzatore di metafore e analogie: la descrizione poetica della casa, di Valerio Magrelli, una casa che è insieme microcosmo e piccola città:

Considera come
la forma della casa
sia la sua religione
e dunque richieda
immagini liturgiche.
Come se tutta l'abitazione
dimorasse all'interno
di un'unica credenza
e di questa non fosse che l'arredo.
[...]
La cucina è gremita di oggetti
e veramente può sembrare un bosco.
Ogni pianta è al suo posto
sorge là dove è messa
con pazienza infinita riposa.
Pensate alle cose
alla flora
metallica delle posate.
Lampada fluorescente
la luce che in campagna
precede il temporale
e lo apparecchia.
Lume pomeridiano
che abolisce il mattino
e fissa il giorno nella rotazione
fermo sul filo come un saltatore.
Se l'attesa potesse
esser trasfigurata
avrebbe la sembianza della sedia.
È una città che aspetta
di venire abitata
è l'unico animale della casa.
[...]
L'acqua che attende nelle condutture
ferma come una bestia nella tana.
La casa nella casa
è questa casa d'acqua.
Circumvicina e immobile
temporale sospeso⁹.

Non meno suggestiva della chiave della crescita è quella della metamorfosi, illustrata in tema di morfologia biologica nel libro di D'Arcy Thompson¹⁰. Il rapporto topologico o di deformazione

leaves separate from the stem: another strategic placement of the meristems. It is not our wish to imprison the reader's imagination or to take away from him or her the joy of grasping the 'correspondences,' in the Baudelairian sense, between urban growth, the functioning of a building with its technical installations, windows, and staircases, and primary growth in the plant world. The illustrations, together with a careful reading of our description, should be the starting point for an open analogical reflection. We will simply offer here one more catalyst for metaphors and analogies: Valerio Magrelli's poetic description of a house that is both microcosm and small city:

Considera come
la forma della casa
sia la sua religione
e dunque richieda
immagini liturgiche.
Come se tutta l'abitazione
dimorasse all'interno
di un'unica credenza
e di questa non fosse che l'arredo.
[...]
La cucina è gremita di oggetti
e veramente può sembrare un bosco.
Ogni pianta è al suo posto
sorge là dove è messa
con pazienza infinita riposa.
Pensate alle cose
alla flora
metallica delle posate.
Lampada fluorescente
la luce che in campagna
precede il temporale
e lo apparecchia.
Lume pomeridiano
che abolisce il mattino
e fissa il giorno nella rotazione
fermo sul filo come un saltatore.
Se l'attesa potesse
esser trasfigurata
avrebbe la sembianza della sedia.
È una città che aspetta
di venire abitata
è l'unico animale della casa.
[...]
L'acqua che attende nelle condutture
ferma come una bestia nella tana.
La casa nella casa
è questa casa d'acqua.
Circumvicina e immobile
temporale sospeso⁹.

The theme of metamorphosis, as illustrated in connection to the subject of biological morphology in D'Arcy Thompson's book¹⁰, is no less suggestive than that of growth. The topological or regular deformation relationship that connects different animal species and especially fish, leaves, and the osteological structures of vertebrates, is the same one that allows buildings or parts of buildings to be grouped into typological, stylistic, or geographical families, and if the discipline of architectural morphology were more advanced it would not have overlooked a field of comparative analysis that has been made easier today through the use of computers. Metamorphosis in architecture, in addition to the comparison of

regolare che lega tra loro diverse specie animali e in modo particolare i pesci, le foglie e le strutture osteologiche dei vertebrati è lo stesso che consente di raggruppare edifici o parti di edifici in famiglie tipologiche, stilistiche o geografiche e se la morfologia architettonica fosse più matura non avrebbe trascurato un campo di analisi comparativa enormemente facilitata oggi dall'uso del computer.

La metamorfosi in architettura oltre che nella comparazione di forme simili è intenzionalmente evocata in edifici e decorazioni che presentano la stessa immagine in versioni differenziate: colonne che si trasformano in figure, timpani che si spezzano, si inflettono o si raddoppiano suggerendo sempre all'osservatore l'archetipo e la sua trasformazione. Esempio il caso dell'erma e della cariatide, figure colte nell'attimo fuggente in cui si compie la trasfigurazione (altrimenti perché graverebbe un capitello sulla testa delle cariatidi?), o quello degli ovoli della cornice classica trasformati in cherubini in una tavola di Villalpando che descrive il tempio di Gerusalemme nella profezia di Ezechiele¹¹ e più tardi nella cornice borrominiana del tiburio di Sant'Ivo alla Sapienza, o ancora quello dei due portali avvinghiati uno dentro l'altro pensati da Michelangelo per la porta interna della sala di lettura della Biblioteca Laurenziana a Firenze.

La stessa regola della sovrapposizione degli ordini è una regola metamorfica in quanto nella lettura verticale permette di assistere a una variazione stilistica e insieme alla permanenza della legge di sovrapposizione che identifica, qualunque sia l'ordine, gli elementi codificati più generali: la base, il fusto, il capitello, la trabeazione. Sotto questo aspetto di 'metamorfosi in atto' si può parlare a proposito della scala bramantesca del cortile di Belvedere in Vaticano, dove le colonne tuscaniche si trasformano via via in doriche, ioniche, corinzie e composite senza soluzione di continuità. Solo nella visione dal basso la metamorfosi sembra coincidere con la canonica sovrapposizione dando all'osservatore l'illusione di aver conciliato la discontinuità con l'obbedienza alla regola, che invece è stata elusa o aggirata in un precoce esempio di *agudeza* architettonica¹².

similar forms, is intentionally evoked in buildings and decorations that present varying versions the same image: columns that turn into figures, tympana that break, bend, or double, while always suggesting to the observer the archetype and its transformation. The case of the herm and the caryatid is exemplary in this respect, figures caught in the fleeting moment in which the transfiguration takes place (otherwise why would a capital weigh down on the heads of the caryatids?), as well as the ovoli of the classical frame transformed into cherubs in a panel by Villalpando that describes the temple of Jerusalem in Ezekiel's prophecy¹¹, and later Borromini's frame for the tiborium of Sant'Ivo alla Sapienza, or the two portals wrapped one around the other, designed by Michelangelo for the inner door of the reading room of the Laurentian Library in Florence.

The rule of superimposing the orders is itself a metamorphic rule in the sense that the vertical reading allows for stylistic variation while maintaining the said rule of superposition which identifies, whatever the order, the most general codified elements: the base, the shaft, the capital, the trabeation. In this sense, one could speak of 'metamorphosis in process' when describing Bramante's staircase in the Belvedere courtyard at the Vatican, in which the Tuscan columns gradually transform into Doric, Ionic, Corinthian and composite columns without interruption. Only viewed from below does the metamorphosis seem to coincide with the canonical superimposition which gives the observer the illusion of having achieved a balance between discontinuity and obedience to the rule, which instead has been evaded or circumvented through an early example of architectural *agudeza*¹².

Translation by Luis Gatt

¹ O. Krätz, *Goethe und die Naturwissenschaften*, Callwey, Monaco 1992, pp. 92-105 e A. Bettex, *La filosofia della natura*, Longanesi, Milano 1965, pp. 146-197.
² Cfr. Ovidio, *Le metamorfosi*, III, V. 157, Einaudi, Torino 1979, p. 100.
³ Cfr. G. Ciucci (a cura di), *L'architettura italiana oggi*, Laterza, Roma-Bari 1989, p. 182.
⁴ Leon Battista Alberti, *L'architettura*, Il Polifilo, Milano 1966.
⁵ Cfr. D'Arcy Thompson, *On Growth and Form* (1917), Cambridge University Press, 1961; H. Weyl, *La simmetria*, Feltrinelli, Milano 1962; P.S. Stevens, *Patterns in Nature*, Brown, New York 1977; A.D. Bell, *La forma delle piante*, Zanichelli, Bologna 1993; A. Lima-De-Faria, *Evolution without Selection*, Elsevier, Amsterdam 1988, pp. 173-174; R. Lawlor, *Sacred Geometry*, Londra, Thames and Hudson, 1982; P. Prusinkiewicz, A. Lindenmayer, *The Algorithmic Beauty of Plants*, Springer, Berlino 1990.
⁶ Cfr. N. Greene, *Voxel Space Entomata: Modelling with Stochastic Growth Processes in Voxel Space*, *Proceedings of Siggraph '89*, in «Computer Graphics», agosto 1989, pp. 175-184.
⁷ Cfr. E. Strasburger, *Trattato di botanica*, a cura di A. Pirola, Delfino, Roma 1991, p. 124.
⁸ Cfr. O. Krätz, cit., pp. 204 sgg.
⁹ Cfr. V. Magrelli, *La forma della casa*, in «Eupalino», n. 2, 1984, pp. 14-15.
¹⁰ Cfr. D'Arcy Thompson, cit.
¹¹ Cfr. J.B. Villalpando, *In Ezchielem explanationes*, Roma 1596.
¹² Cfr. P. Portoghesi, *Bernardo Vittone*, Edizioni dell'Elefante, Roma 1966, pp. 14-17.

¹ O. Krätz, *Goethe und die Naturwissenschaften*, Callwey, Munich 1992, pp. 92-105 and A. Bettex, *La filosofia della natura*, Longanesi, Milan 1965, pp. 146-197.
² See Ovidio, *Le metamorfosi*, III, V. 157, Einaudi, Turin 1979, p. 100.
³ See G. Ciucci (ed. by), *L'architettura italiana oggi*, Laterza, Rome-Bari 1989, p. 182.
⁴ Leon Battista Alberti, *L'architettura*, Il Polifilo, Milan 1966.
⁵ See D'Arcy Thompson, *On Growth and Form* (1917), Cambridge University Press, 1961; H. Weyl, *La simmetria*, Feltrinelli, Milan 1962; P.S. Stevens, *Patterns in Nature*, Brown, New York 1977; A.D. Bell, *La forma delle piante*, Zanichelli, Bologna 1993; A. Lima-De-Faria, *Evolution without Selection*, Elsevier, Amsterdam 1988, pp. 173-174; R. Lawlor, *Sacred Geometry*, London, Thames and Hudson, 1982; P. Prusinkiewicz, A. Lindenmayer, *The Algorithmic Beauty of Plants*, Springer, Berlin 1990.
⁶ See N. Greene, *Voxel Space Entomata: Modelling with Stochastic Growth Processes in Voxel Space*, *Proceedings of Siggraph '89*, in «Computer Graphics», August 1989, pp. 175-184.
⁷ See E. Strasburger, *Trattato di botanica*, edited by A. Pirola, Delfino, Rome 1991, p. 124.
⁸ See O. Krätz, Op. cit., pp. 204 and ff.
⁹ See V. Magrelli, *La forma della casa*, in «Eupalino», n. 2, 1984, pp. 14-15. English translation: Consider how / the form of the house / is its religion / and therefore requires / liturgical images. / As if the whole dwelling / resided within / a single cupboard / of which it was nothing but the furniture. [...] The kitchen is crowded with objects / and truly can look like a forest. / Every plant is in its place / stands where it has been placed / With infinite patience it rests. / Think of the things / of the metal flora / of the cutlery. / Fluorescent lamp, / light that in the countryside / precedes the storm / And sets it up. / Afternoon light / that abolishes the morning / And fixes the day in its rotation / Steady on the edge like a jumping insect. / If waiting could / Be transfigured, / it would have the appearance of the chair. / It is a city waiting / To be inhabited. / It is the only animal in the house. [...] The water waiting in the pipes / Firm as a beast in its den. / The house in the house / Is this house of water. / Surrounding it and motionless, / suspended thunderstorm.
¹⁰ See D'Arcy Thompson, Op. cit.
¹¹ See J.B. Villalpando, *In Ezchielem explanationes*, Rome 1596.
¹² See P. Portoghesi, *Bernardo Vittone*, Edizioni dell'Elefante, Rome 1966, pp. 14-17.