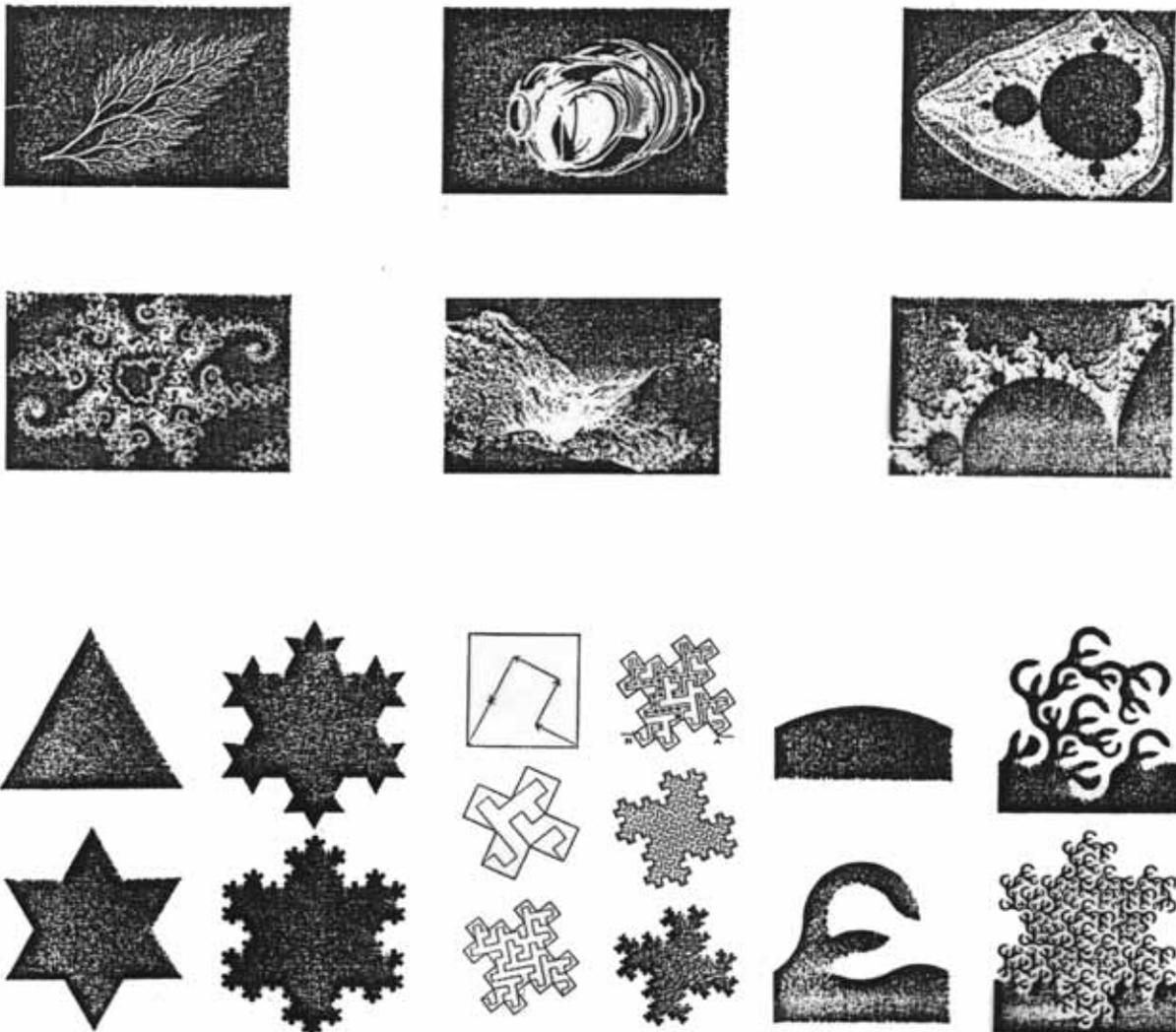


## 1 – LA GEOMETRIA COME STRUMENTAZIONE DELL'ARCHITETTO

Solo impossessandosi dell'universo delle forme è possibile conoscere in modo approfondito il mondo esterno; è infatti attraverso il riconoscimento della struttura interna di ogni figura che nel processo percettivo riusciamo ad identificare e memorizzare le immagini, costruendoci progressivamente un individuale *catalogo* di forme.

Perciò per un architetto è importante imparare a conoscere oggetti e immagini che ci circondano: vuol dire vedere di più e capire di più.

Ma prima e oltre che rappresentare graficamente la realtà costruita in maniera oggettiva, attraverso i sistemi della rappresentazione geometrica convenzionale, è interessante scoprire le proprietà interne di ciascuna figura per poterla padroneggiare, oltre che tecnicamente, anche dal punto di vista della percezione, del significato, del simbolo.

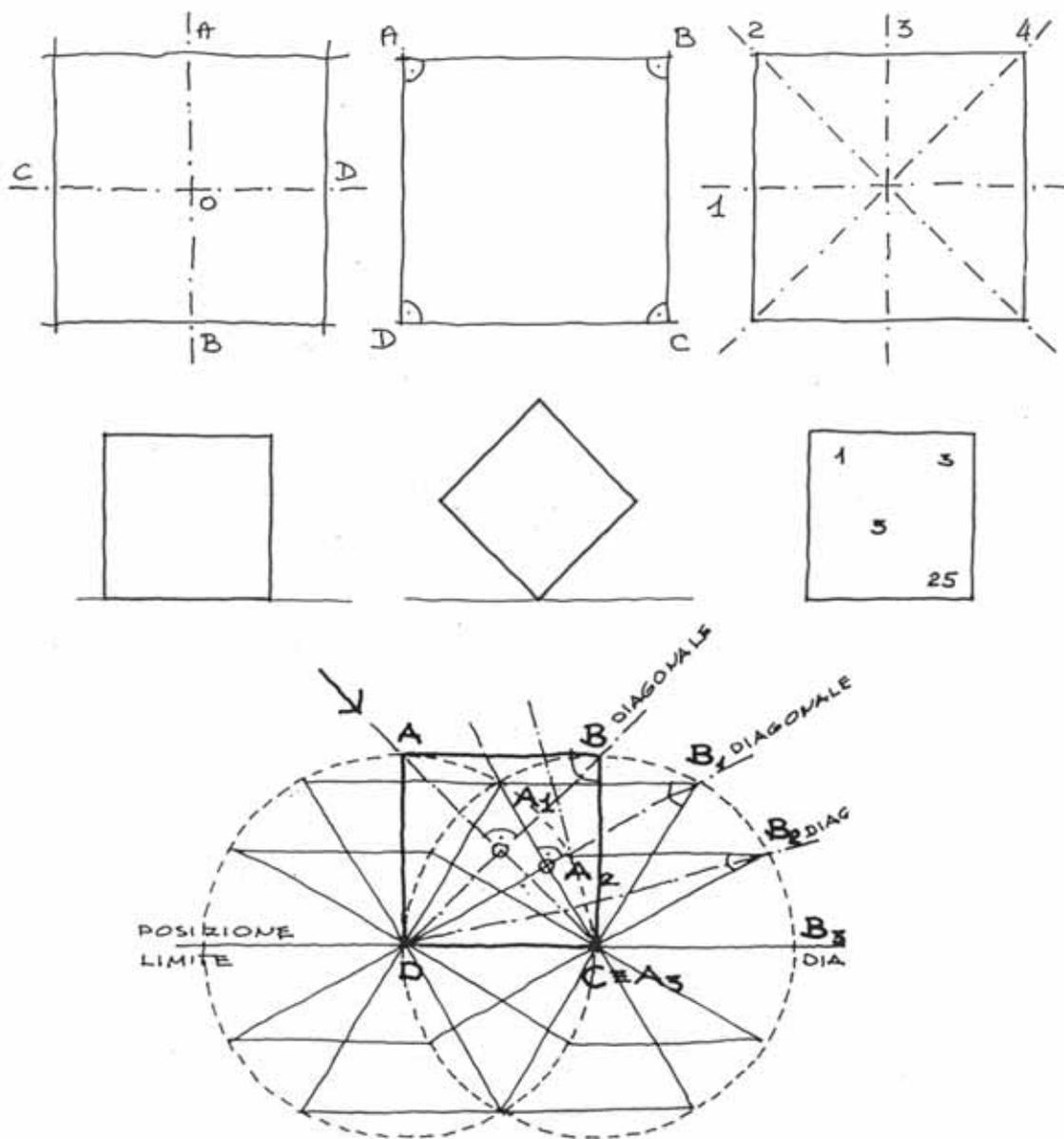


1.1 – La geometria delle forme naturali: i frattali

**La grammatica del disegno: le figure piane**

Guardiamo, per esempio, le figure che conosciamo meglio, perché sono le più diffuse e le più elementari, quelle che anche un bambino sa disegnare: il quadrato, il triangolo, il cerchio. Potrebbe sembrare semplicistico o banale: cosa c'è da sapere in più sul quadrato, sul triangolo, sul cerchio?

Munari<sup>1</sup>, tra gli altri, ci ha insegnato ad avventurarci sui sentieri meno battuti della geometria ed a guardare in maniera diversa all'universo di forme che attraversano il nostro sguardo tutti i giorni, ponendosi in quella prospettiva insolita che ci rivela dell'altro e ce ne fa scoprire gli aspetti

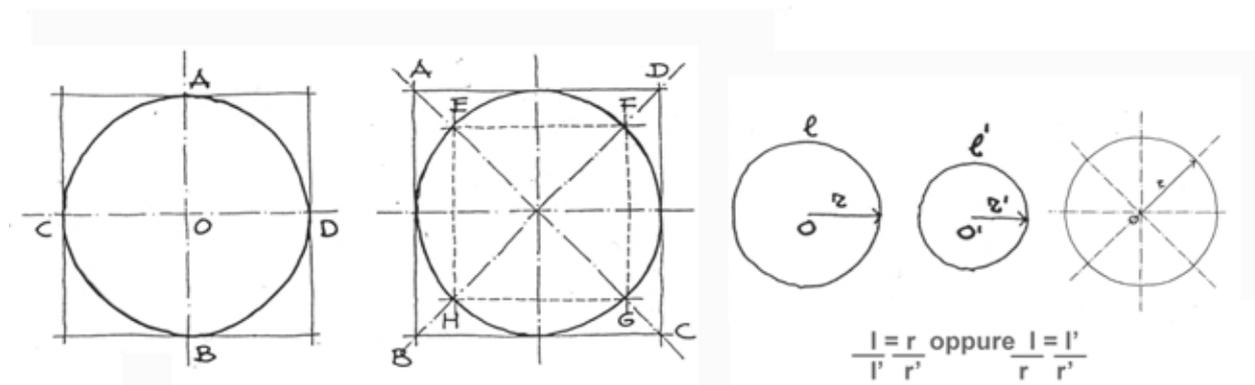


più nascosti e, se vogliamo, più divertenti: così la breve esplorazione della geometria piana che segue inizia proprio in modo insolito, sulle orme dell'inusuale.

Il quadrato è simmetrico rispetto a due assi ortogonali -che a loro volta lo dividono in altri quattro quadrati- ha quattro lati uguali, quattro angoli uguali, due diagonali uguali.

Ma nonostante quest'abbondanza di simmetria il quadrato non è una figura rigida: tenendo fisso un lato e muovendo una diagonale, può trasformarsi in un rombo sempre più schiacciato, fino a diventare una linea.

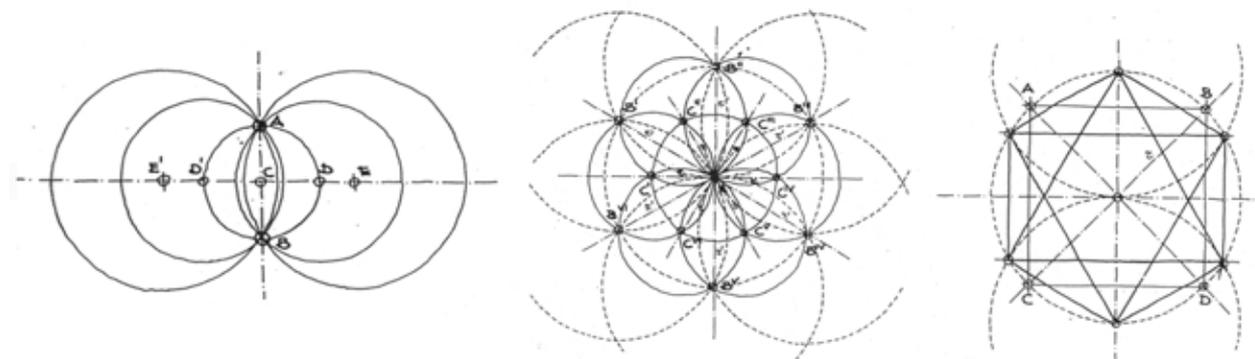
Così il quadrato risulta statico se appoggiato su un lato, dinamico se appoggiato su un angolo con le due diagonali in posizione orizzontale e verticale, "pericolosamente" in bilico se, appoggiato su un angolo, ha la diagonale inclinata.



$$\frac{l}{l'} = \frac{r}{r'} \text{ oppure } \frac{l}{r} = \frac{l'}{r'}$$

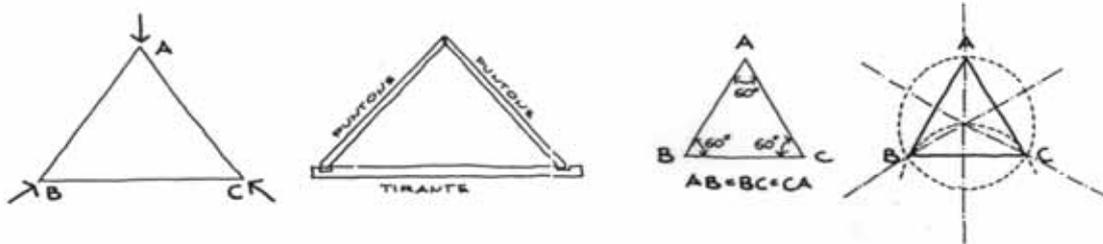
**infiniti cerchi passano per A e B**

**infiniti insiemi di cerchi passano per il punto A**

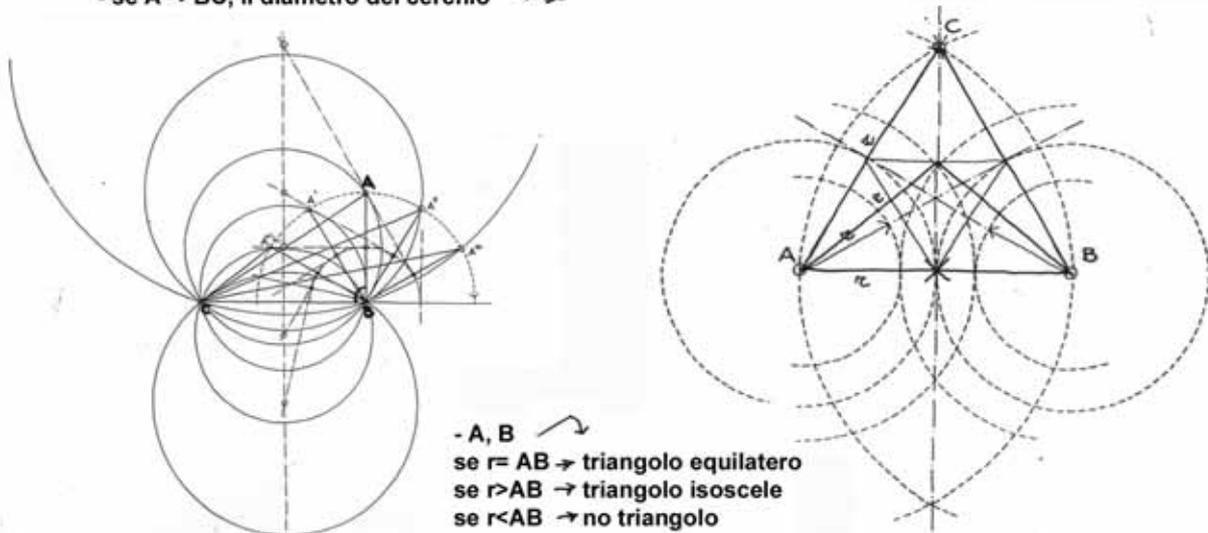


Passiamo al triangolo, il più "antipatico" dei tre; perché è una figura spigolosa, perché ha i lati in numero dispari, perché, tranne quello equilatero, il triangolo ha poche simmetrie che ci aiutino a *governarlo*; eppure al triangolo sono associati in tutte le religioni importanti simboli o entità raffigurate con tale disposizione, data la proprietà ascendente comunicata dall'aver un vertice superiore.

Il cerchio inscrive o circoscrive un quadrato; il cerchio possiede infiniti assi di simmetria costituiti dai diametri; nel cerchio sono inscritti i poligoni regolari, che da esso derivano e attraverso il raggio si costruiscono geometricamente; il cerchio è al tempo stesso figura dinamica ma conclusa, in un certo senso statica: è per questo che è sempre stata considerata la figura perfetta?



- per tre punti A, B, C passa sempre un cerchio
- se il triangolo ABC è rettangolo → è iscritto in un cerchio
- se  $A \rightarrow BC$ , il diametro del cerchio →  $\infty$



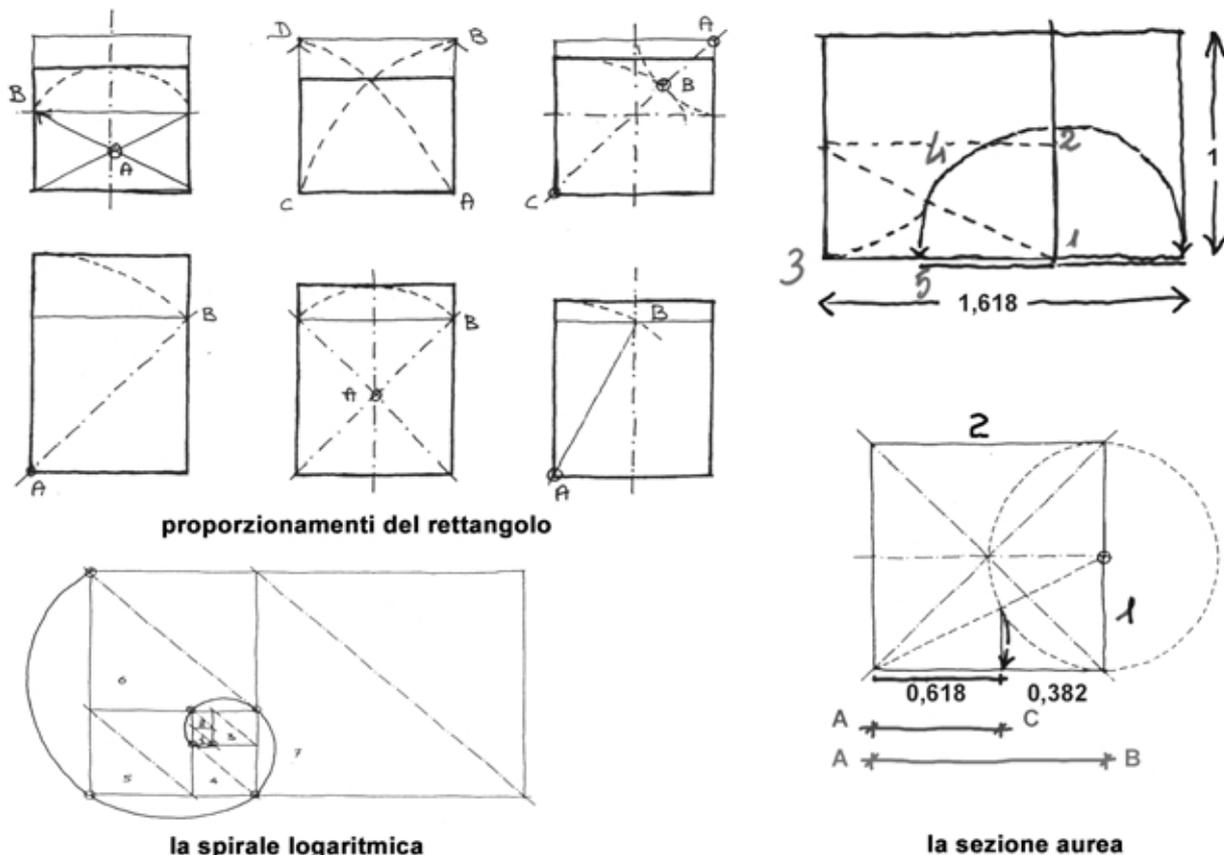
- A, B ↗
- se  $r = AB$  → triangolo equilatero
- se  $r > AB$  → triangolo isoscele
- se  $r < AB$  → no triangolo

Da tempi lontanissimi l'uomo ha usato queste figure per inventare le forme più giuste, più belle, più armoniche<sup>2</sup>.

In tutte le epoche possiamo trovare esempi di nobili architetture dimensionate sul quadrato -le piramidi, i tracciati urbani romani basati sull'incrocio tra cardo e decumano, i chiostri conventuali, i cortili dei palazzi rinascimentali e così via- o sul cerchio -basti pensare alle tipologie greche e romane come anfiteatri e templi o alle coperture a volta.

E anche quando ci troviamo di fronte ad altre forme possiamo riconoscervi la matrice del quadrato o del cerchio: se l'impianto è rettangolare, alla base della figura c'è sempre un quadrato aumentato o diminuito attraverso opportune operazioni geometriche, valga per tutti l'esempio del rettangolo aureo; se si guarda un teatro, che si tratti di un'ellisse o di un ovale, la matrice è sempre il cerchio.

Oltre, quindi, le proprietà più immediatamente riconoscibili, quelle morfologiche e visive, ve ne sono altre ancora più importanti, quelle simboliche: perché stare sotto una cupola significa in qualche modo stare sotto il cielo; perché la piramide egiziana ha i quattro spigoli orientati sui punti cardinali; perché, con Leonardo, la stessa figura umana sta proporzionalmente inscritta in un quadrato a sua volta inscritto in un cerchio.



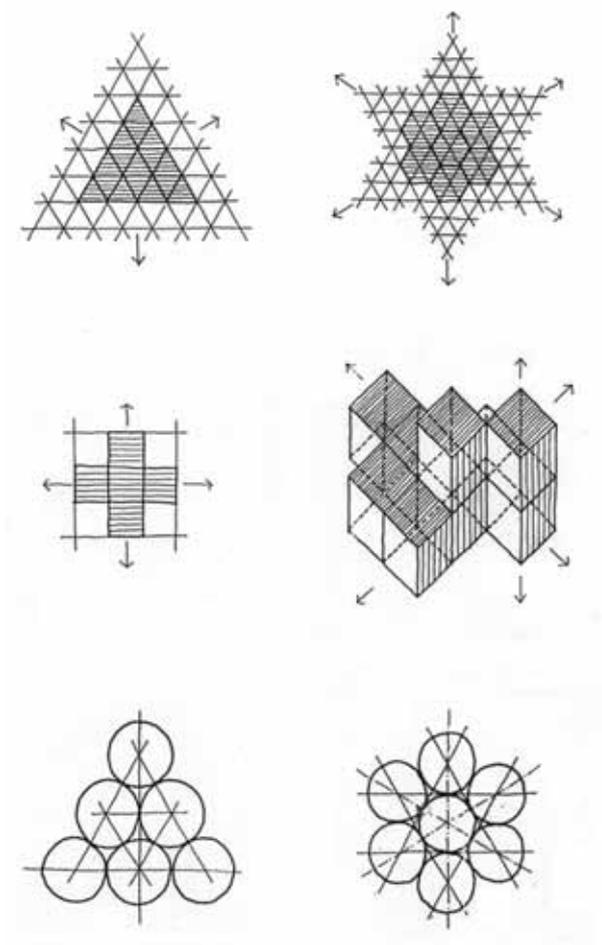
### La grammatica del disegno: le figure solide

Il mondo in cui siamo immersi, viviamo e ci muoviamo è costituito da solidi, naturali o artificiali che siano; per lo studio dell'architettura esistente, ed ancor di più per la prefigurazione di quella che andiamo a progettare e creare, è perciò necessario addentrarsi nella geometria solida: da quella euclidea, a quelle di più recente scoperta come quella -per citarne una- dei frattali, nella quale si sono riconosciute come ordinate anche le forme naturali finora considerate assolutamente irregolari, libere, variabili e non categorizzabili.

In termini più corretti dovremmo in realtà parlare di geometria al plurale: il legame tra l'architettura ed il tipo di geometria praticata nei diversi periodi storici è stato infatti sempre fortissimo; la geometria non è solo tramite tecnico ma soprattutto forma ideativa ed espressiva.

A partire dall'antichità l'architettura può essere ripercorsa seguendo il filo del rapporto tra sviluppo della geometria e progetto, tra progetto e forme costruite.

Senza voler qui compendiare la storia dell'architettura, potremmo citare almeno alcune figure e casi noti, come la chiara rispondenza tra architettura antica -del mediterraneo e non- e geometria dei solidi platonici; l'influenza e l'attualità degli studi di *geometria obliqua* del



1.6 – Aggregabilità bidimensionale di figure piane

Caramuel nella figura di Bernini e la loro applicazione, per esempio, nel portico ellittico di S. Pietro; la ricaduta dello "spirito di geometria" nella essenzialità delle forme architettoniche postilluministe di Ledoux e Boullée o, per arrivare al XX secolo, l'importazione dalle scienze naturali nell'architettura della teoria dei frattali che, grazie all'apporto dell'elaborazione automatica delle immagini, ha aperto una stagione nuova alla ideazione ed all'immagine dell'architettura<sup>3</sup>.

Sarà possibile in uno specifico corso di "Disegno automatico" familiarizzare e sperimentare l'uso della geometria più attuale; nell'ambito di questo corso ci limiteremo alla propedeutica conoscenza della geometria solida euclidea ed in particolare soltanto di una parte dei solidi, i poliedri convessi.

### I poliedri convessi

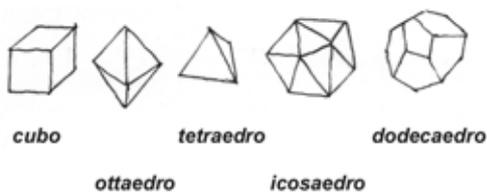
I poliedri sono solidi geometricamente definiti la cui superficie apparente è costituita da poligoni, detti *facce*; sono detti convessi se tali che il piano a cui appartiene una qualunque faccia, lascia il poliedro interamente in una delle due regioni così individuate.

PRISMI E ANTISPRISMI  
 POLIEDRI CONVESSI PLATONICI (regolari)  
 ARCHIMEDEI (semiregolari)

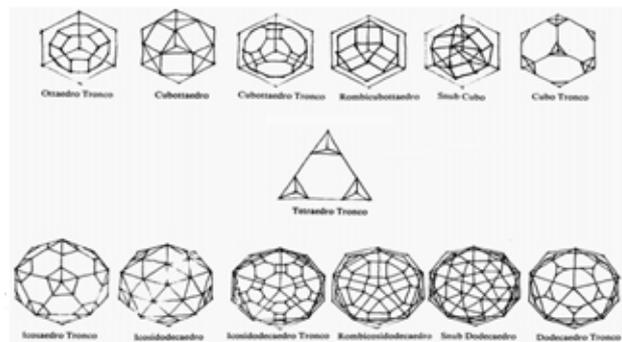
### i 13 solidi archimedei

5 derivano dal troncamento dei solidi platonici  
 sono semiregolari 2 cubottaedro e icosidodecaedro  
 4 derivano dal troncamento di 2 snub cubo e snub dodecaedro  
 facce non uguali  
 angoli uguali

### solidi platonici



- sono 5  
 - sono regolari  
 facce e angoli uguali  
 iscrivibili nella sfera  
 circoscrivono la sfera



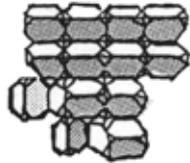
Assemblaggi costituiti da poliedri archimedei



Prodotto Tetraedro Tronco



Ottaedro Tronco



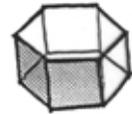
Assemblaggi costituiti da un poliedro regolare e prismi



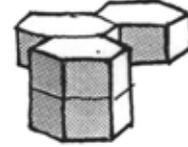
Prisma Triangolare



Cubo



Prisma Esagonale



Assemblaggi costituiti da un poliedro regolare e da un prisma



Ottaedro



Ottaedro



Ottaedro



Tetraedro



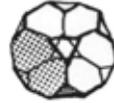
Cubo



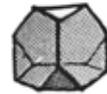
Tetraedro



Cubottaedro



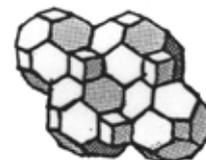
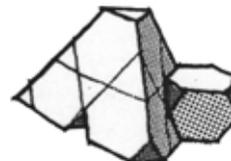
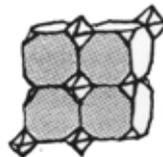
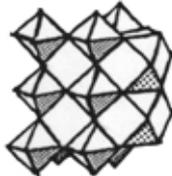
Cubo Tronco



Tetraedro Tronco



Ottaedro Tronco



Assemblaggi costituiti da poliedri derivanti dal cubo



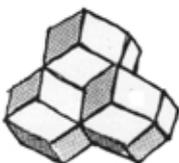
Dodecaedro Rombico



Twist Dodecaedro Rombico



Rombex Dodecaedro



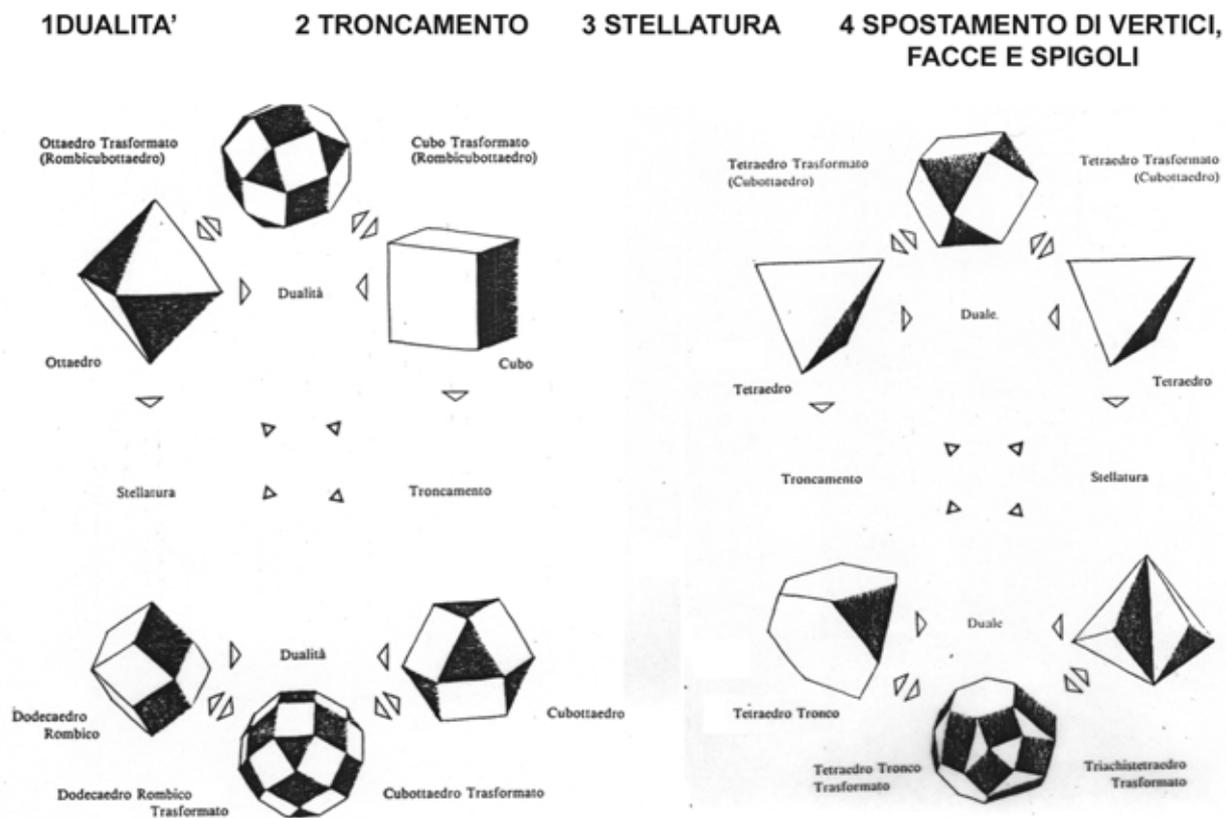
Essi comprendono:

- prismi
- antiprismi
- solidi platonici
- solidi archimedei.

La stragrande maggioranza dei volumi architettonici che ci circondano sono prismi ma, guardandoci intorno con attenzione, possiamo imbatterci in interessantissime strutture di diversa geometria: si pensi alle cupole reticolari (come le strutture di Fuller) o alla produzione architettonica o di industrial design di importanti periodi -per esempio nel decennio 1960/1970- basate sull'assemblaggio di solidi complessi.

Perciò troviamo particolarmente interessanti -e ciò dall'antichità, come ci fa intuire la nomenclatura- gli ultimi due gruppi, che documentiamo nelle illustrazioni: i solidi platonici -in numero di 5, regolari, e tali da risultare inscritti o circoscritti nella sfera- ed i solidi archimedei- in numero di 13 e semiregolari.

Si può già intravedere quanto sia potenzialmente vasto e affascinante il territorio delle forme geometriche e come attraverso operazioni elementari sia possibile, partendo da forme semplici, approdare a geometrie magari difficili da rappresentare, ma estremamente suggestive.

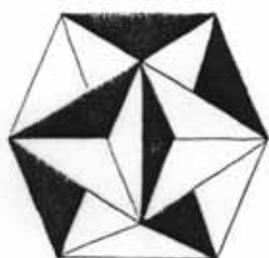


**note**

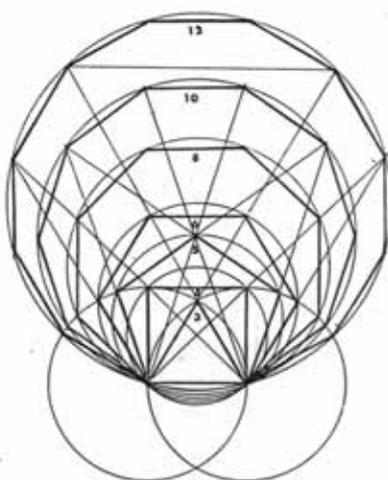
1 – B. Munari, *La scoperta del triangolo*, Zanichelli, Bologna, 1990 e dello stesso autore, *La scoperta del quadrato*, Zanichelli, Bologna, 1978 oppure *Il cerchio*, All'insegna del pesce d'oro, Milano, 1964.

2 – M. T. Bartoli, *Le ragioni geometriche del segno architettonico*, Alinea, Firenze, 1997.

3 – P. Puma, *Evoluzione e influenza delle tecnologie informatiche sui processi ideativi e di rappresentazione dell'architettura*, Firenze, s.e., 1998.



Grande Dodecaedro



Grande Icosaedro



Piccolo Dodecaedro Stellato  
Poliedro duale



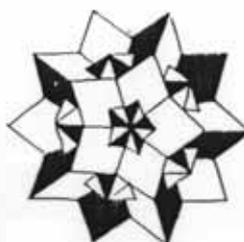
Grande Dodecaedro Stellato  
Poliedro duale



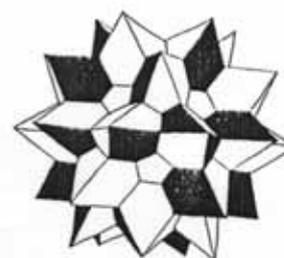
Grande Dodecaedro Stellato



Grande Icosaedro Stellato  
Poliedro duale



Piccolo Triacontaedro  
Stellato V  
Poliedro duale



Grande Icosidodecaedro