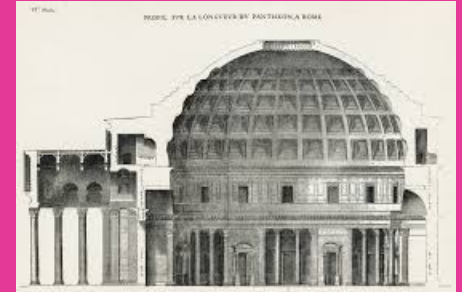


MATEMATICA E... ARCHITETTURA

Liliana Curcio

**Corso di Orientamatica
Università Bocconi
06-03-2020**

liliana.curcio@unibocconi.it



PRIMA DEL NOVECENTO

FORME PERFETTE

IL CERCHIO

LA SFERA

Forma sferica e movimento circolare del mondo (l'architettura del mondo)

“E diede ad esso una forma che gli era conveniente ed affine. Infatti, al vivente che deve comprendere in sé tutti i viventi è conveniente quella forma che comprende in sé tutte quante le forme. **Perciò lo tornò arrotondato, in forma di sfera che si stende dal centro agli estremi in modo eguale da ogni parte, ossia la più perfetta di tutte le forme** e la più simile a se medesima, ritenendo il simile più bello del dissimile”.

dal *Timeo* (360 a.C.) di Platone

L.C.

Cicerone (106 – 43 a.C.)

«Avete affermato [si rivolge agli Epicurei] che il cono, il cilindro e la piramide ci appaiono più armoniosi della sfera... Io non sono d'accordo; tuttavia, concediamo pure che queste forme siano più armoniose, per lo meno nel loro aspetto. **Ma cosa vi può essere di più bello di questa figura che sola iscrive tutte le altre, non presenta nessuna asperità né irregolarità, non ha angoli né spigoli, non ha sporgenze né cavità? Sono due le forme che più eccellono, il globo fra i solidi e, fra le figure piane, il circolo o cerchio. Solo queste due forme possiedono la proprietà per la quale ogni loro parte è somigliante alle altre e che il loro centro sia equidistante da tutti i punti del contorno, il che è segno della perfezione in tutto.** E se voi non siete in grado di comprendere ciò, è perché non avete mai calpestato la polvere erudita della geometria»

tratto da
Sulla natura degli dei

LA SFERA

... La sfera è una forma che presenta lo stesso margine comunque cambi il punto di vista. Essa è protesa in tutte le direzioni senza alcuna preferenza...

Nella sfera ogni punto è ugualmente prezioso ed ugualmente trascurabile, è un punto qualunque della sfera privo di ogni singolarità. Tutti gli spostamenti la ritrovano identica negli infiniti piani di simmetria, nell'unica faccia che ne nasconde la perfezione. Non saprà mai piegarsi da un lato o dall'altro. Non sa negare, non sa consentire: anche quando sembra sporgersi, riflettere, cadere.

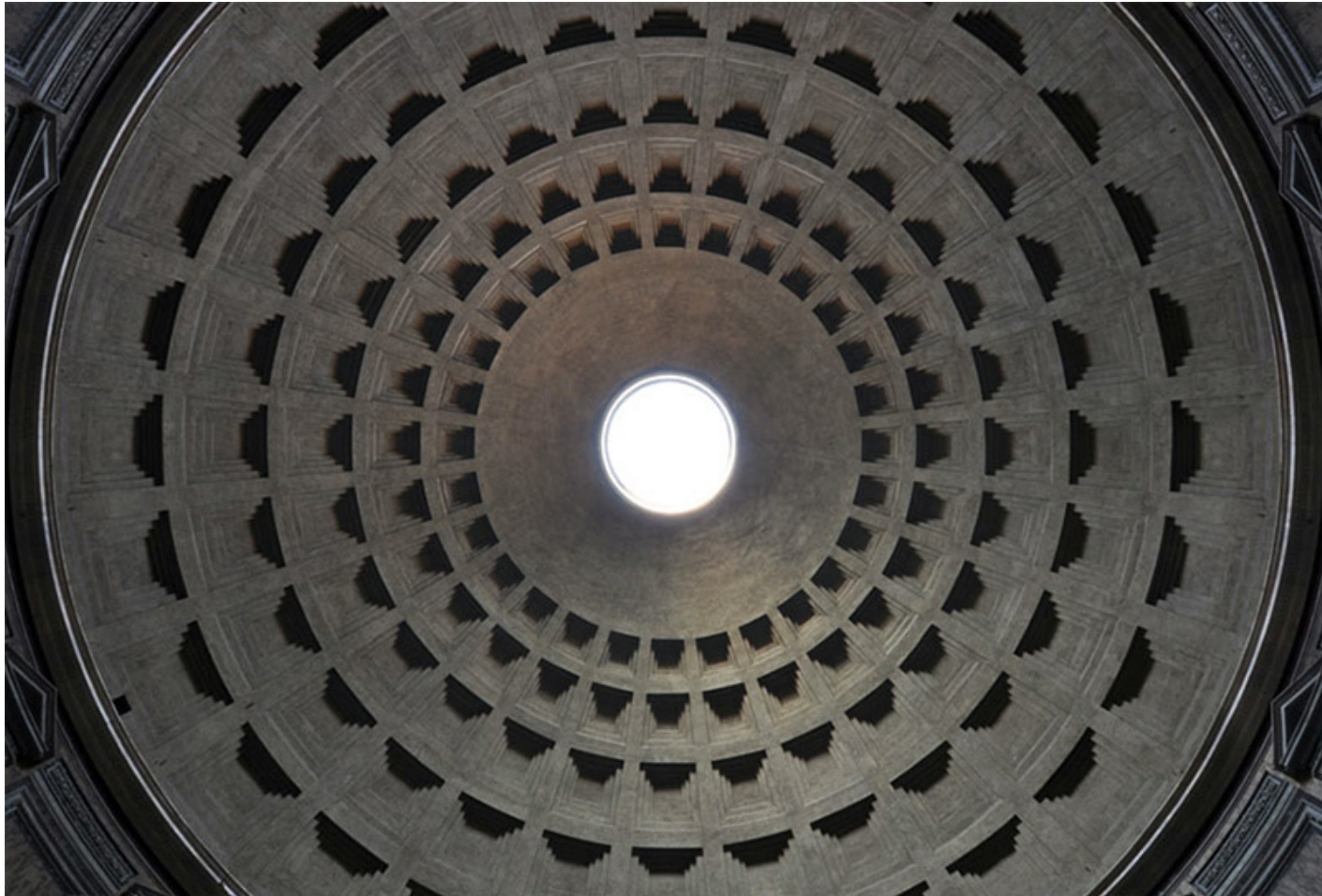
Una sola misura la determina: *un raggio!*, questa parola che sposa l'idea di una forma incantevole a una delizia celeste.

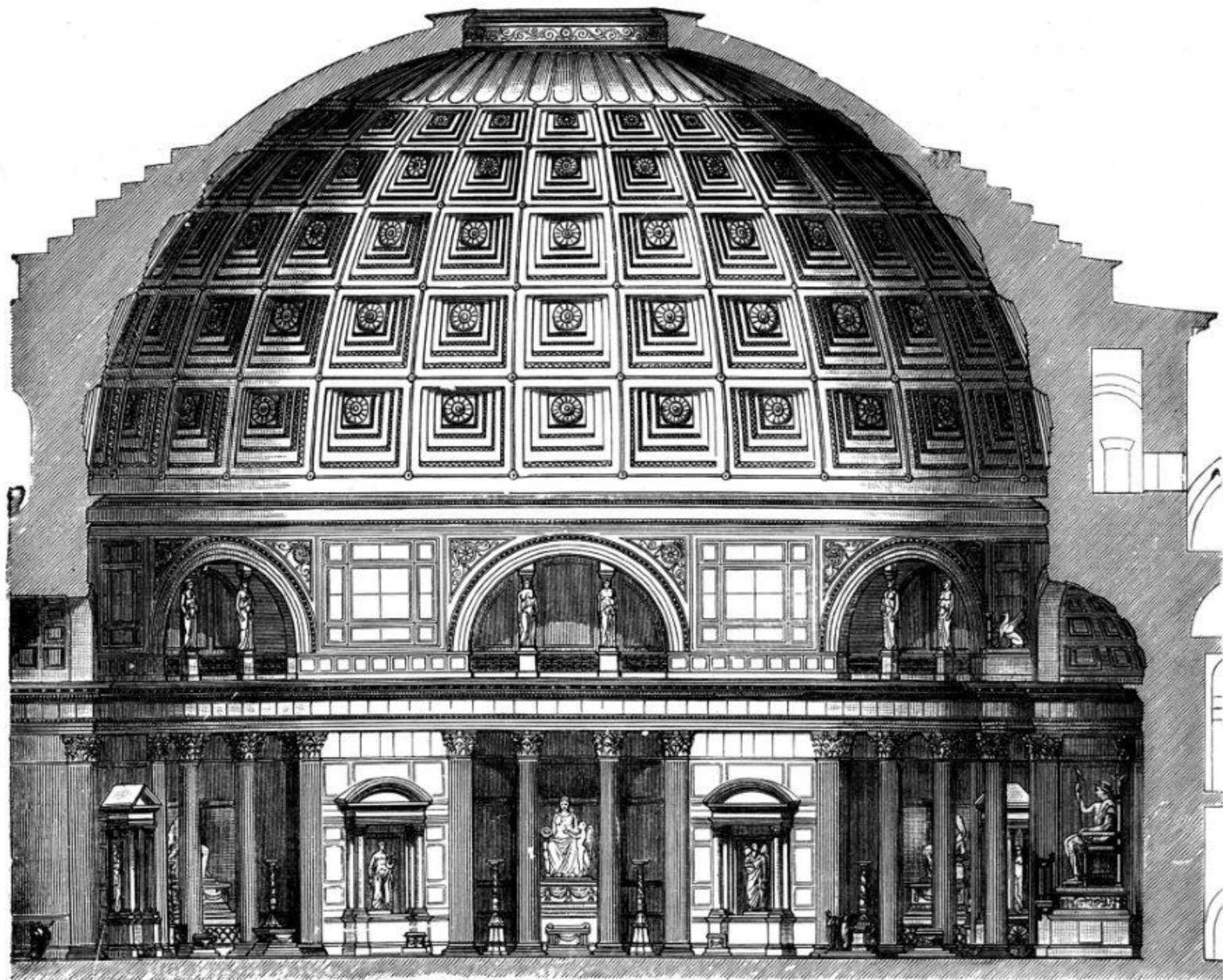
Tratto da *Horror Vacui* (1945) di Leonardo Sinisgalli

ALCUNI ESEMPI...

**FORME PERFETTE (CLASSICHE)
NELL'ARTE E
NELL'ARCHITETTURA**

Pantheon (tempio di tutti gli dei 27 a.C.) - Roma





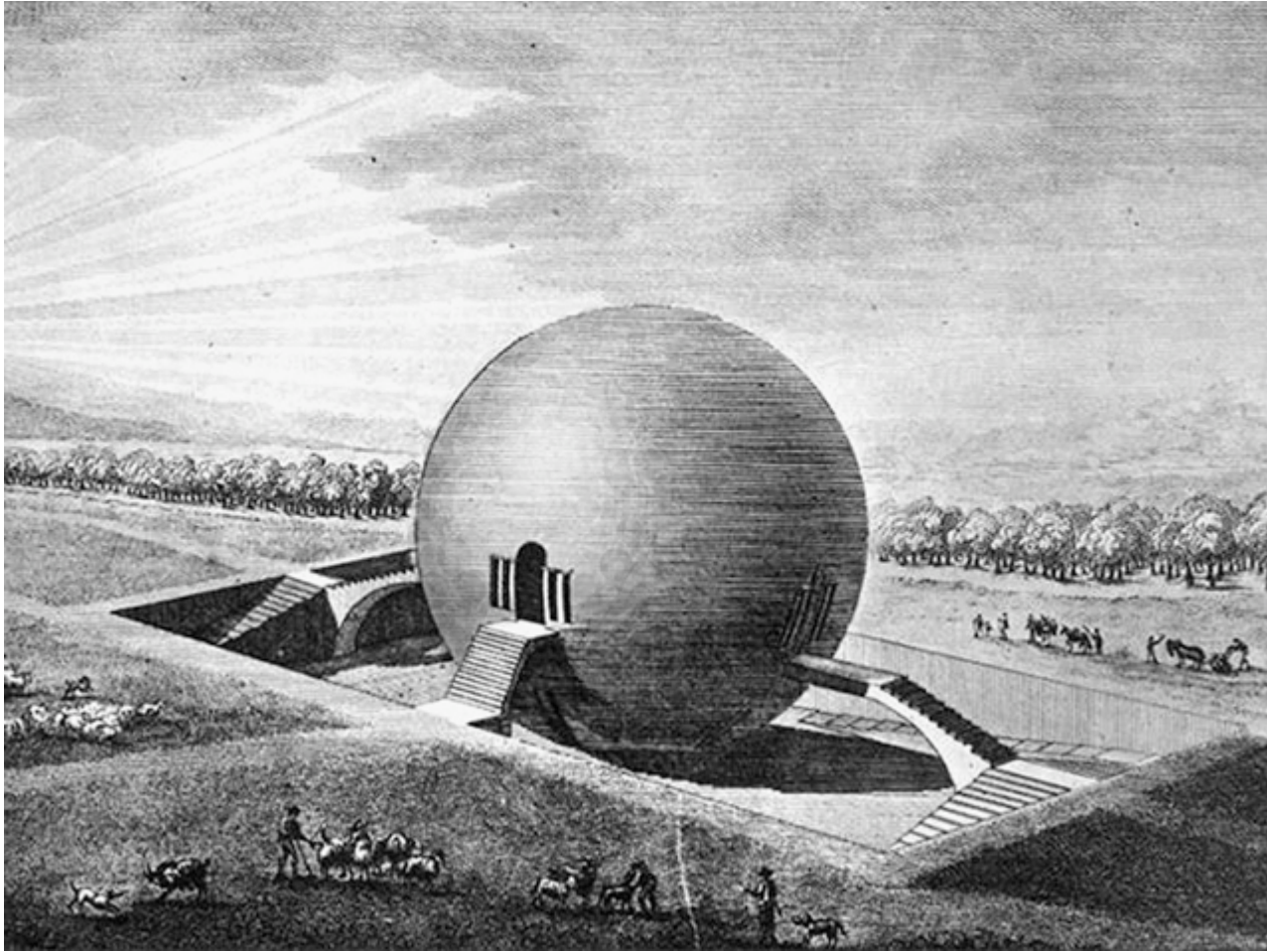
Claude Nicolas Ledoux
Saline di Chaux - Arcsenans Bésançon.
Patrimonio dell'Umanità.
(dal 1771 al 1793 ispettore delle Saline)



Claude Nicolas Ledoux
Saline di Chaux - Arcsenans Bésançon
Patrimonio dell'Umanità

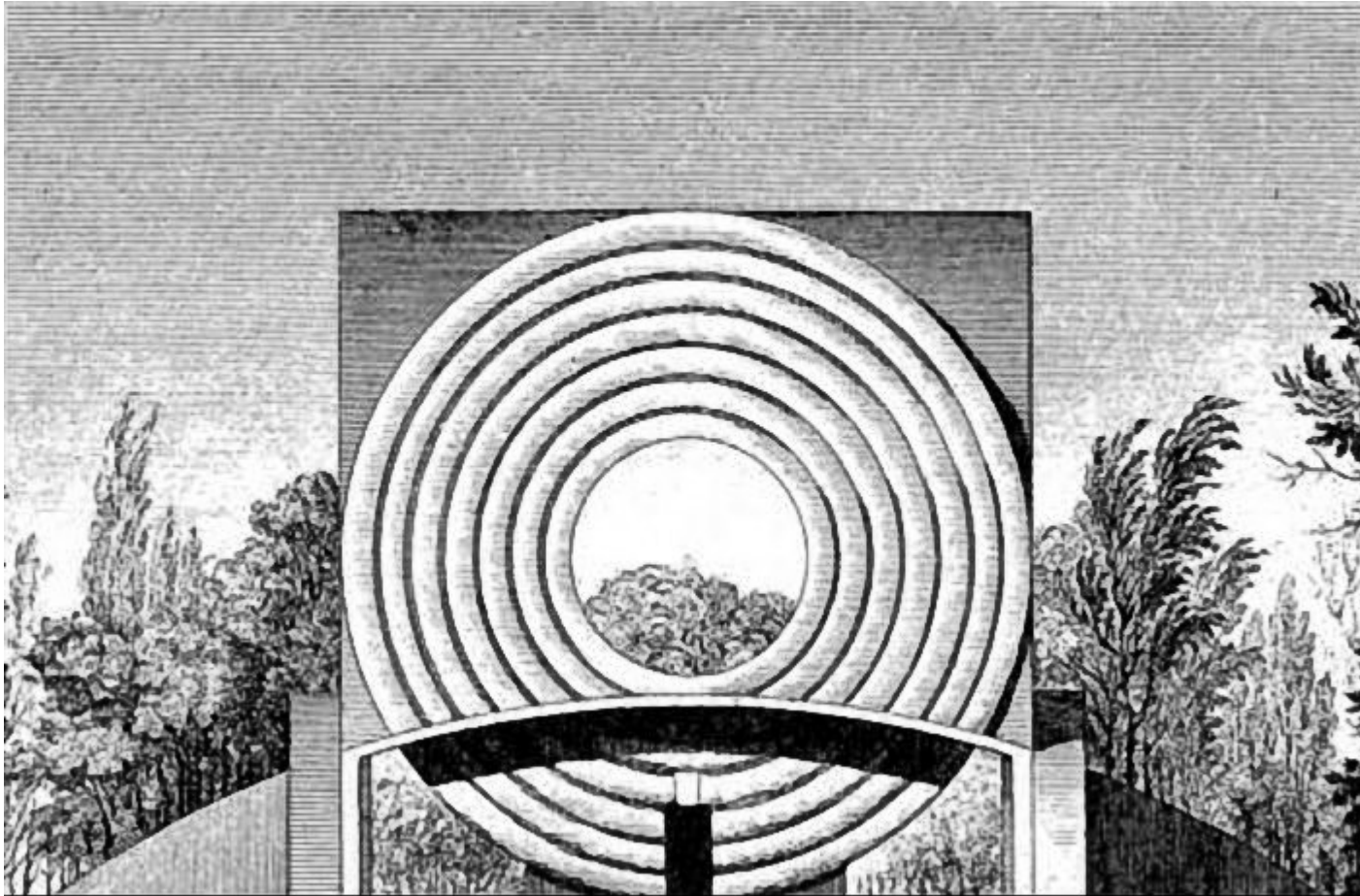


Claude-Nicolas Ledoux (1736-1806)



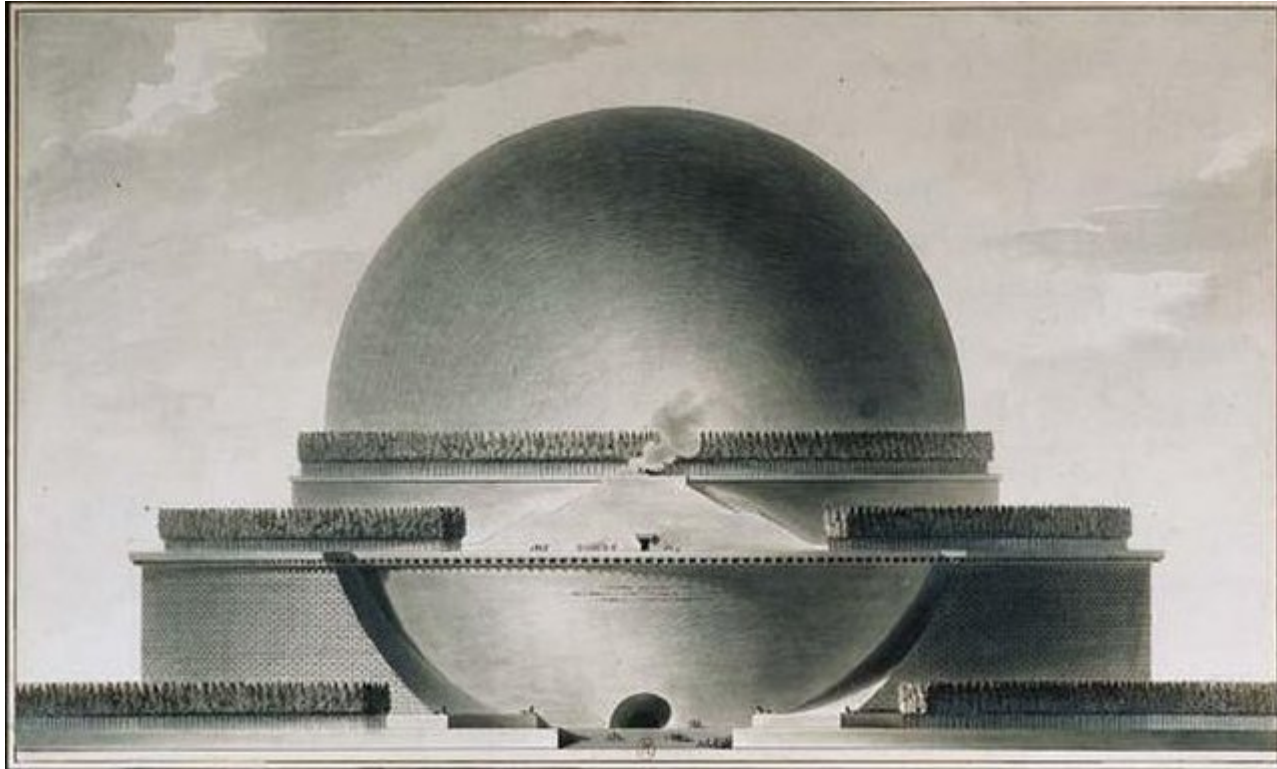
L.C.

Claude-Nicolas Ledoux: "Casa dei Cerchi"



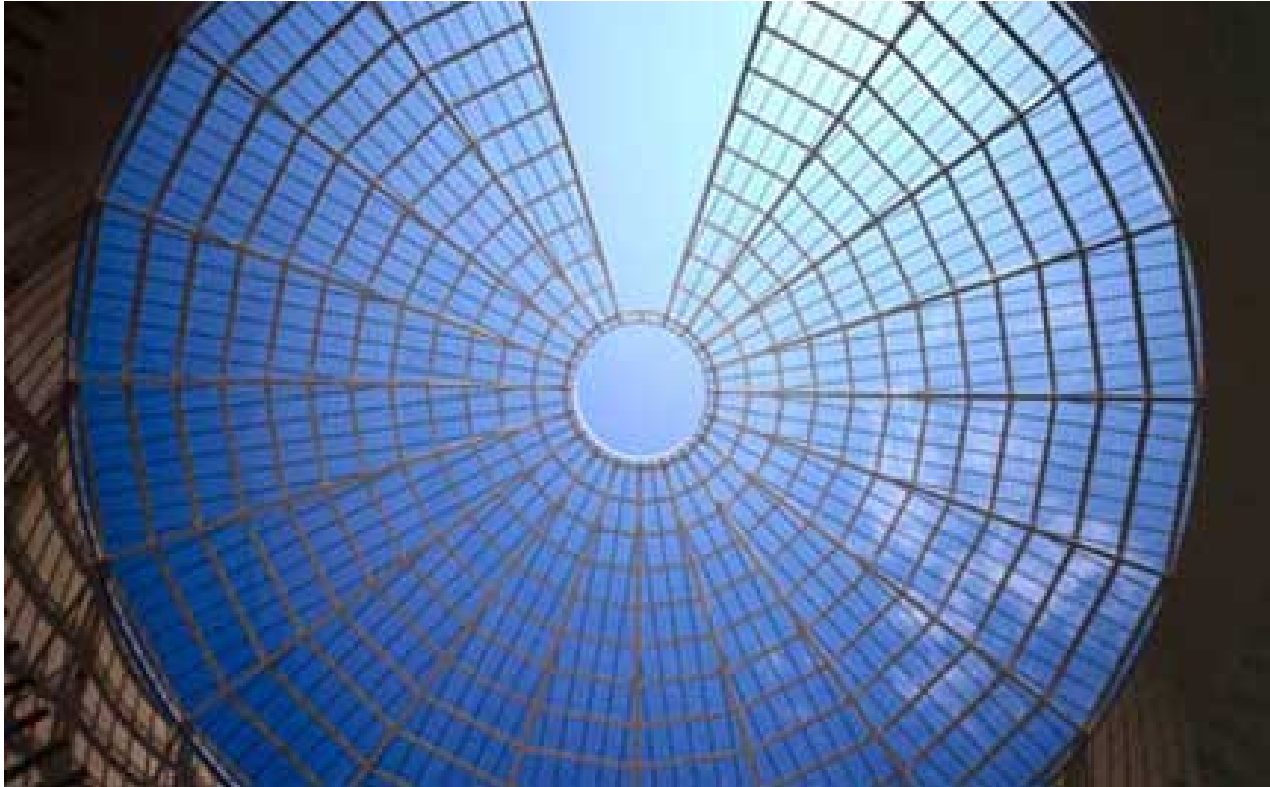
L.C.

Étienne-Louis Boullée (1728-1799)
Cenotafio per Newton



L.C.

**MART – CUPOLA AEREA
ROVERETO (MARIO BOTTA) 2002**





L.C.

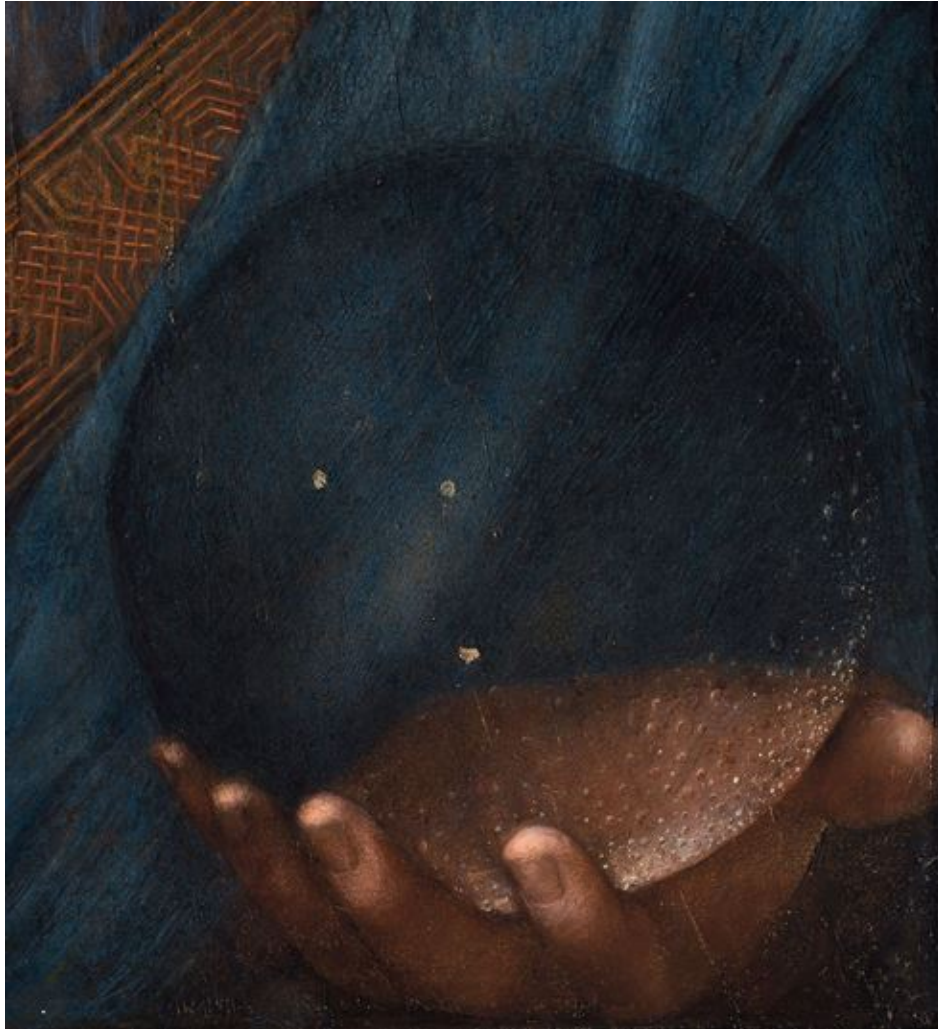


L.C.



L.C.

(Leonardo da Vinci – *Salvator Mundi*)



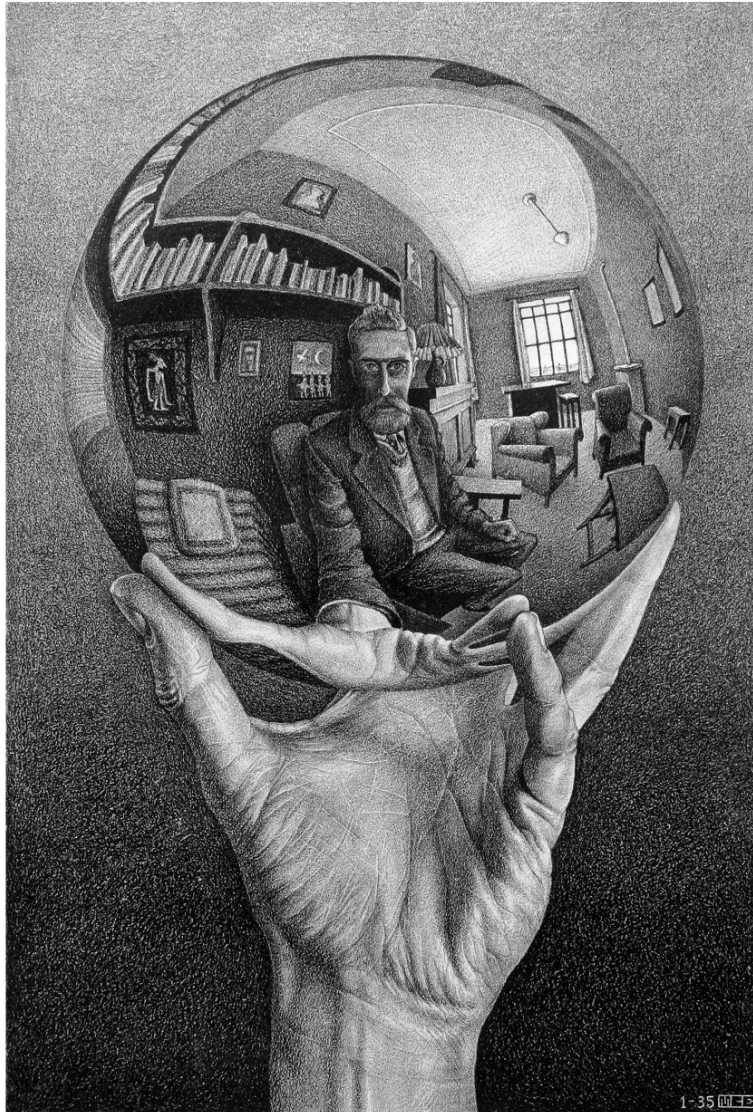
Alcuni cerchi 1926
Vasilij Kandinskij



Cerchi in un cerchio

Vasilij Kandinskij





Maurits Cornelius Escher
(1898 – 1972)

Specchio sferico...
Sfera riflettente...
Selfie...

SFERA di Arnaldo Pomodoro



L.C.

ALCUNE REGOLE PER LA RICERCA DELLA BELLEZZA E DELLA PERFEZIONE

SEZIONE AUREA

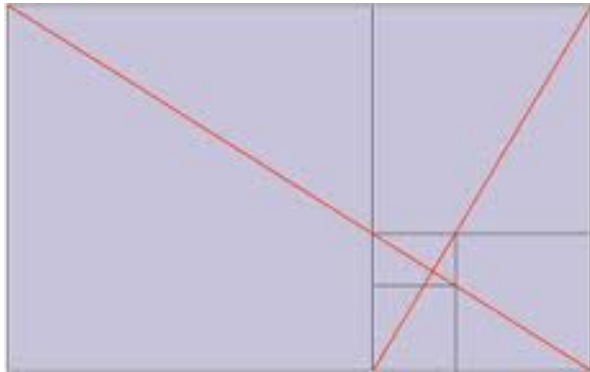
SIMMETRIA

RETTANGOLO AUREO

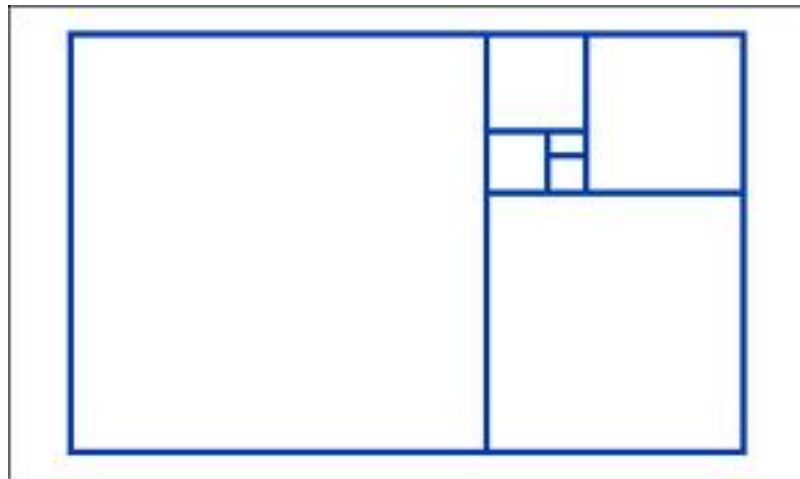
**Si chiama così il rettangolo che ha base e altezza in rapporto aureo
(l'altezza è la sezione aurea della base)**

Il rettangolo aureo si può iterare.

RETTANGOLO AUREO

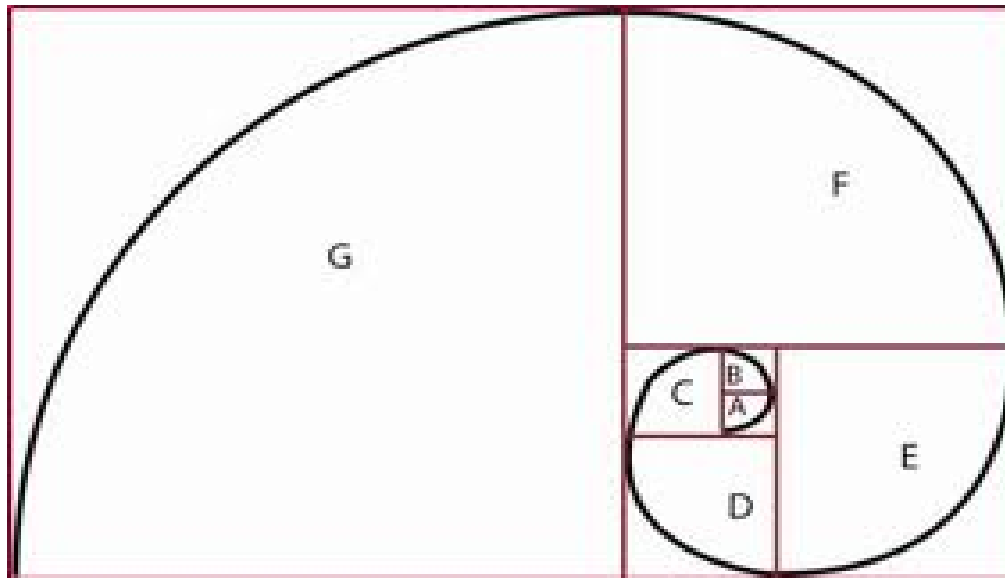


I rettangoli iterati sono tutti rettangoli aurei.

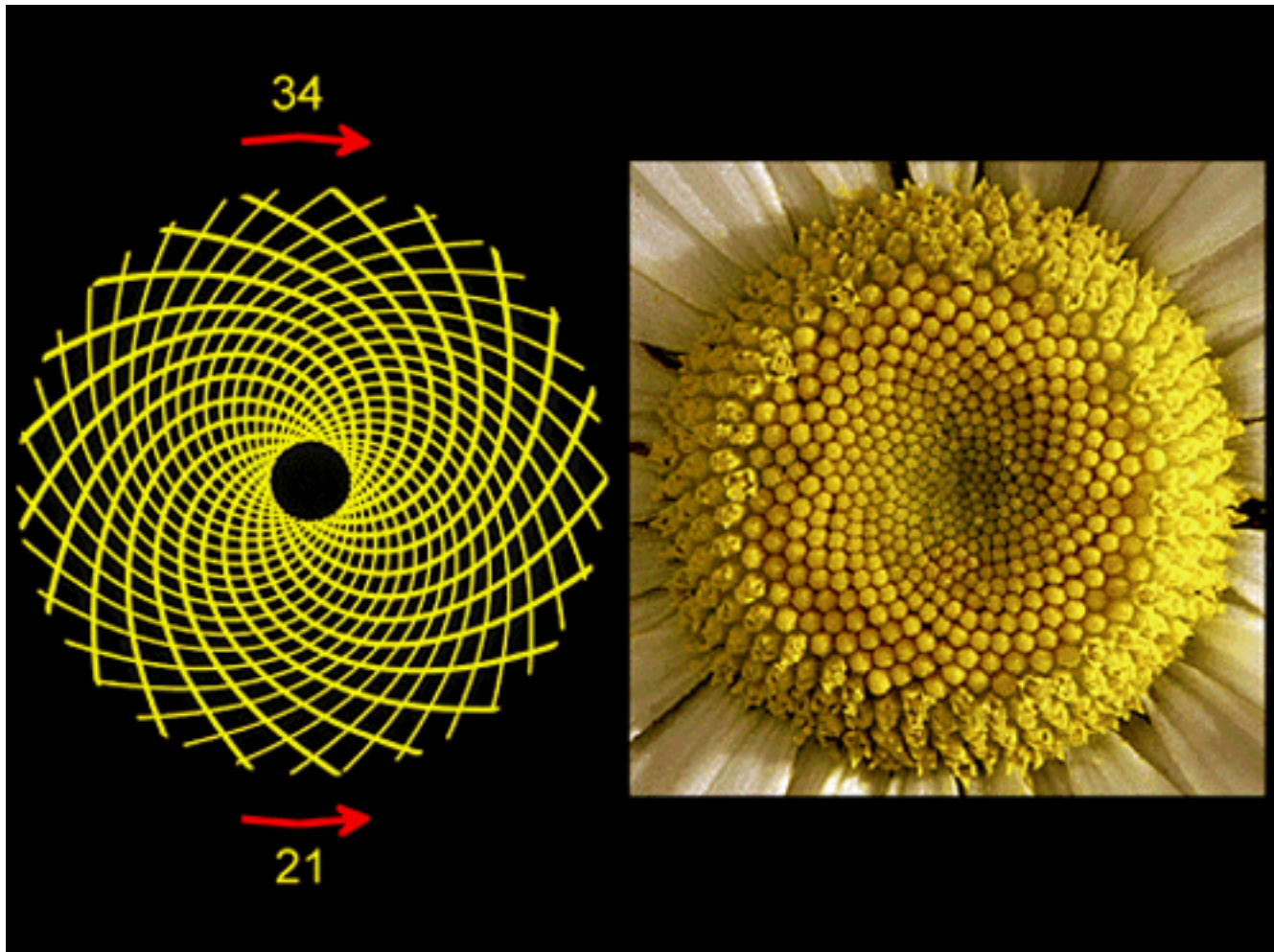


SPIRALE AUREA

I vertici dei rettangoli iterati sono su una spirale che viene detta spirale aurea, è una spirale logaritmica.

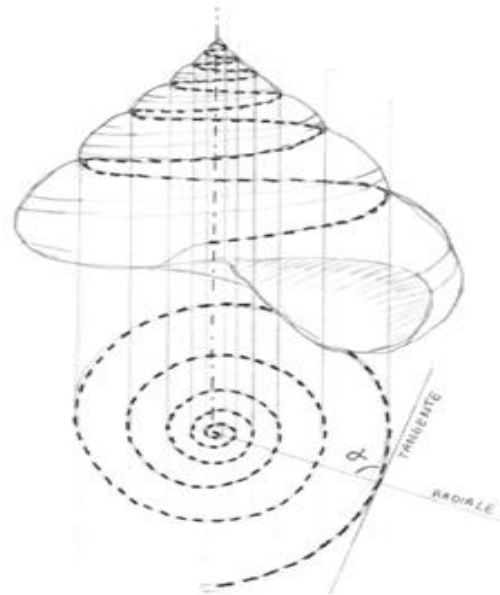


... nelle forme vegetali...





elispirale



... nelle forme animali...



Ammonite e sezione



L.C.

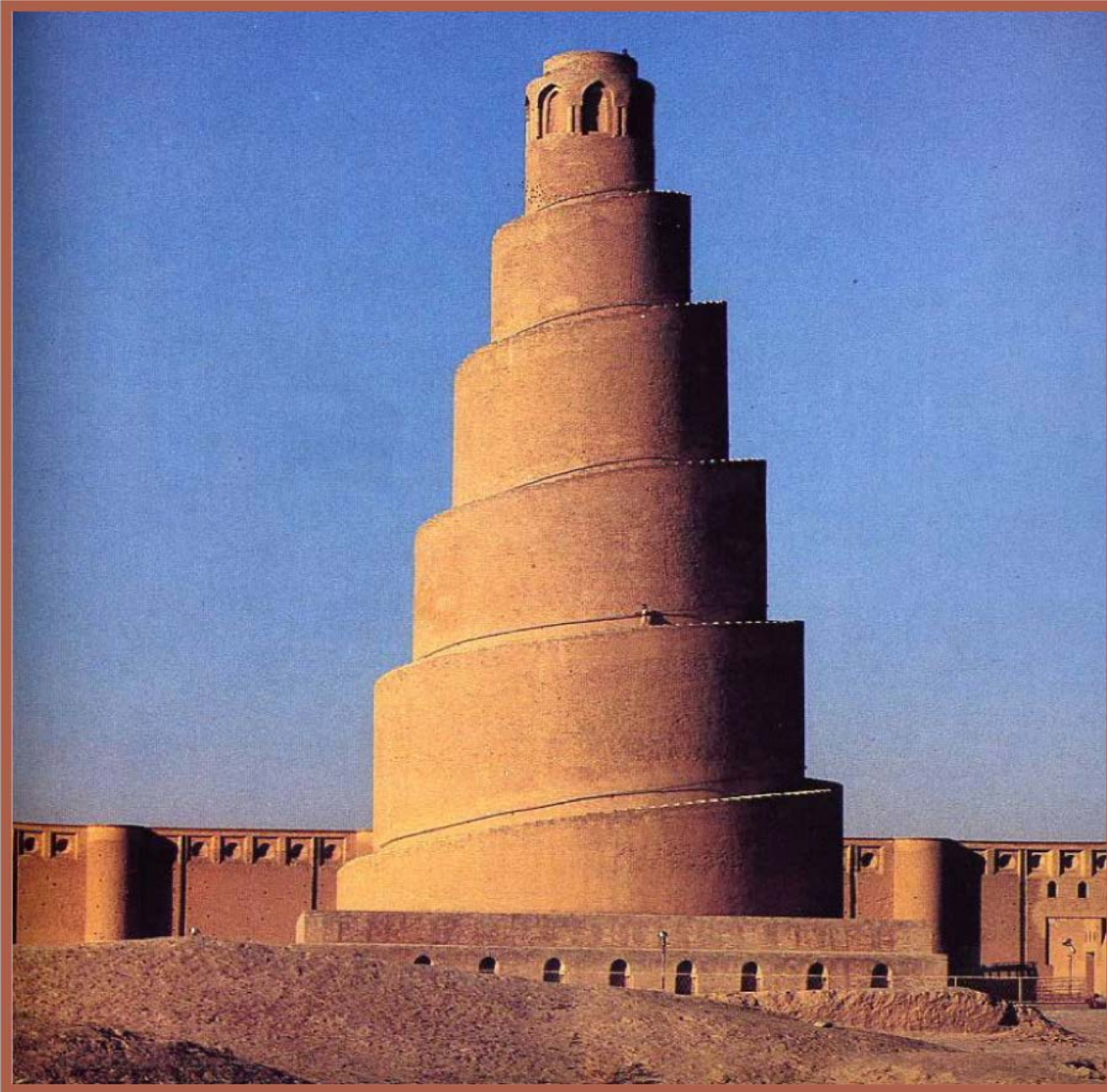
Nautilus e sezione



Turritella (elicoide)



... forme costruite...



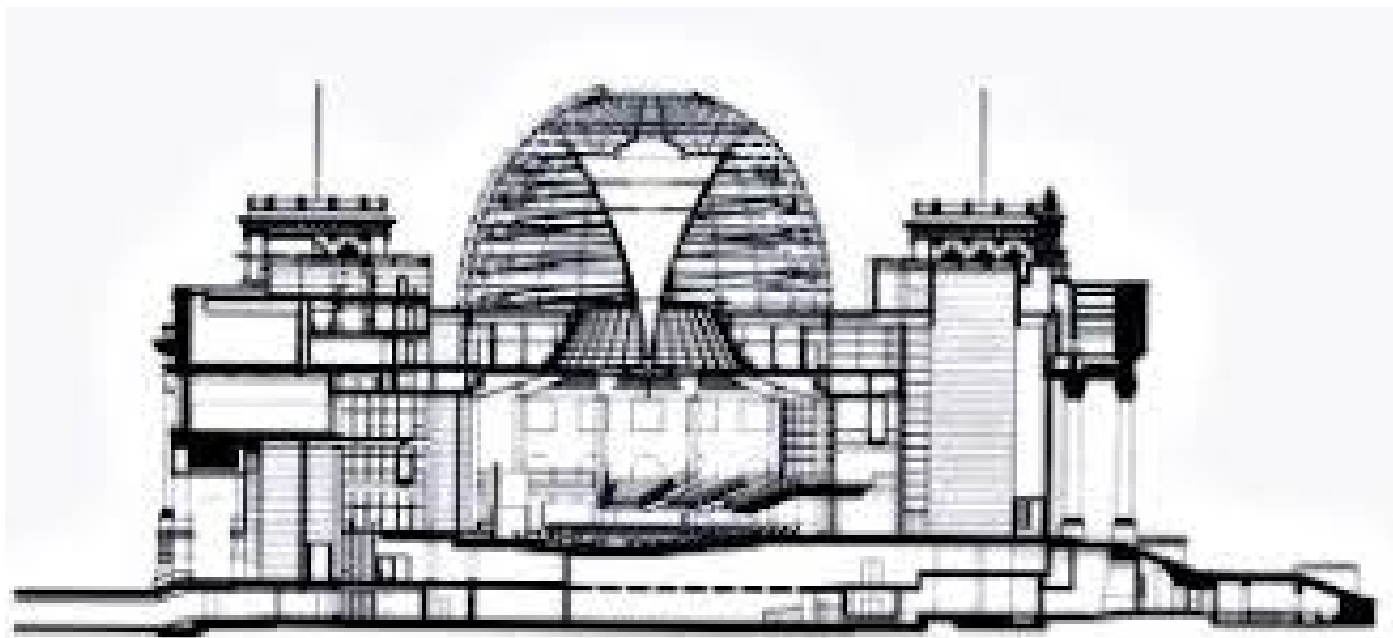
**IRAQ - la Torre
di Samarra
(851 d.C.)
La Malwiyya
(Spirale),
minareto
elicoidale della
grande
Moschea
del califfo Al
Mutawakkil,
spesso
erroneamente
identificata con
la leggendaria
torre di Babele.**

FRANCESCO BORROMINI (1599 – 1667)
SANT'IVO ALLA SAPIENZA (LANTERNINO) – ROMA
(INIZIO 1642)



DEUTSCHER BUNDESTAG

Parlamento tedesco (Berlino) – N. Foster - 1999



DEUTSCHER BUNDESTAG

Parlamento tedesco (Berlino) – N. Foster - 1999



DEUTSCHER BUNDESTAG

Parlamento tedesco (Berlino) – N. Foster





Leonardo 1516

**Chateaux De La
Rochefoucauld**

URBINO – RAMPA ELICOIDALE



L.C.

Bernini – Santa Maria Maggiore



**Scala a chiocciola nella Certosa di Padula (SA)
in marmo bianco autoportante**



BARCELONA – SAGRADA FAMILIA



BARCELONA – SAGRADA FAMILIA



L.C.

Istituto di Ricerca Salute e Medicina dell'Australia del Sud (Woods Bagot)





Scala elicoidale

cantina Antinori

Guggenheim – New York



Guggenheim – New York
Frank Loyd Wright



Guggenheim – New York (interno)



Marcello D'Oliva (1921 – 1991)
Monumento al milite ignoto a Baghdad (Iraq).





**Vladimir Tatlin -
Monumento alla Terza
Internazionale**

**Il monumento non fu mai
realizzato restando allo
stadio di modello.**



**La forma
elicoidale diventa
simbolo
dell'equilibrio tra
natura e uomo
nel progetto
CityTrees, edifici
che producono
più energia di
quanta ne
consumino**

**Marilyn Monroe Towers, Mississauga – Toronto 2012 –
MAD Ltd e Burka Architects**





FINE OTTOCENTO E INIZIO NOVECENTO

ANTON GAUDI (1852 – 1926)
**Il precursore di ogni cambiamento
nella forma architettonica**



PARABOLA E CATENARIA

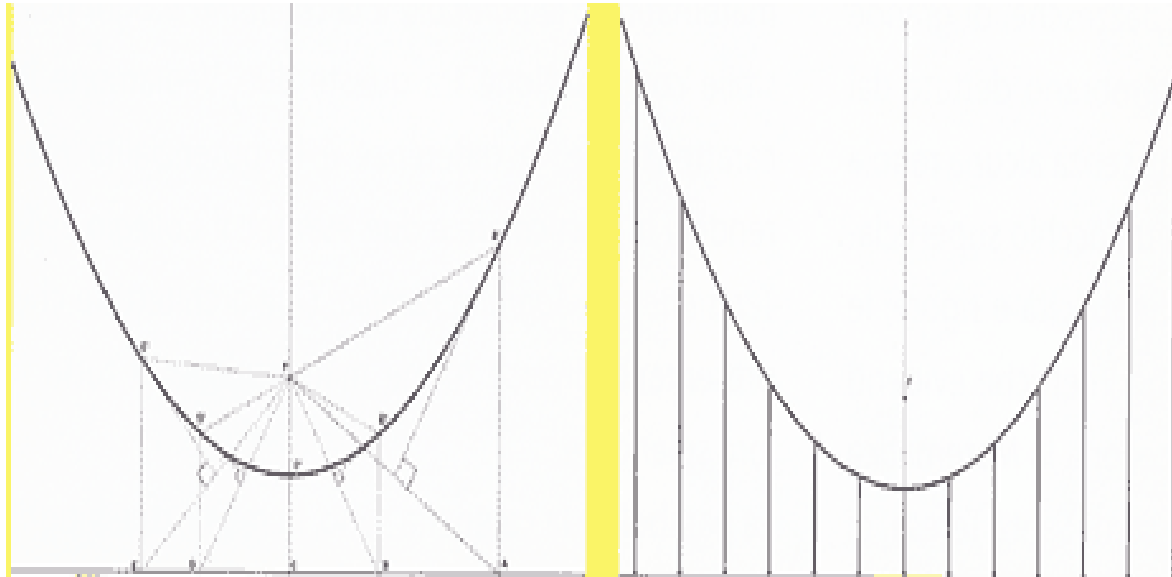
ANTON GAUDI

L'architetto utilizza fondamentalmente due curve matematiche: la **parabola e la catenaria** e ogni possibile combinazione tra queste due.

La parabola e la catenaria sono, in realtà, due luoghi geometrici. Sono anche **due configurazioni di grande stabilità dal punto di vista dell'equilibrio**.

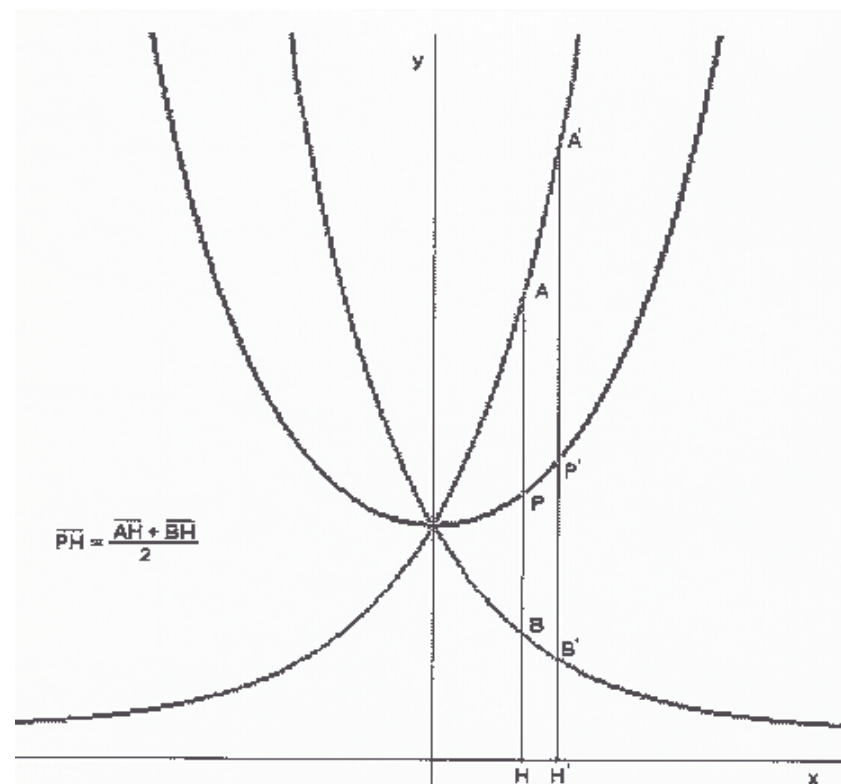
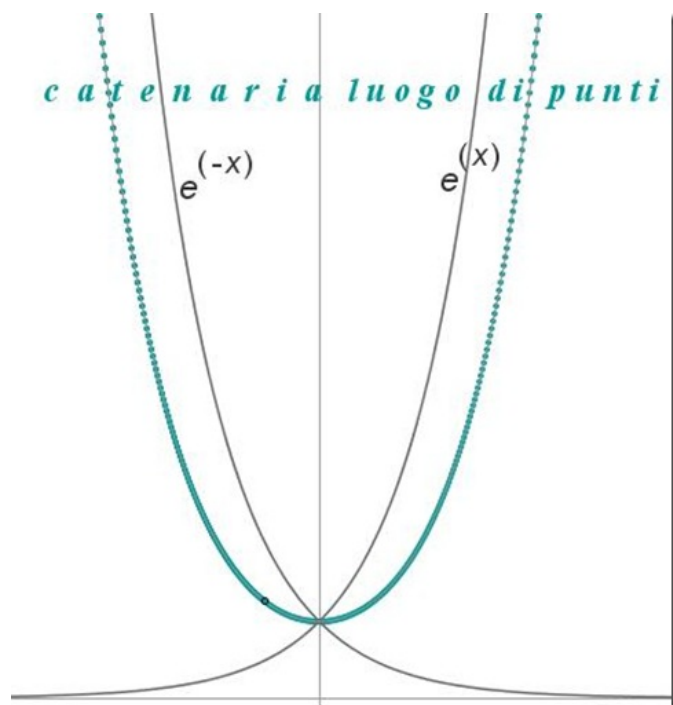
La grande innovazione che Gaudì introduce è quella della costruzione, attraverso l'uso combinato di queste due curve, di **modelli statici** dei quali controllava la stabilità progettandoli e costruendoli **capovolti**. Solo dopo aver concluso l'indagine, li raddrizzava e li utilizzava.

Parabola



luogo geometrico dei punti aventi uguale distanza da un punto e da una retta.

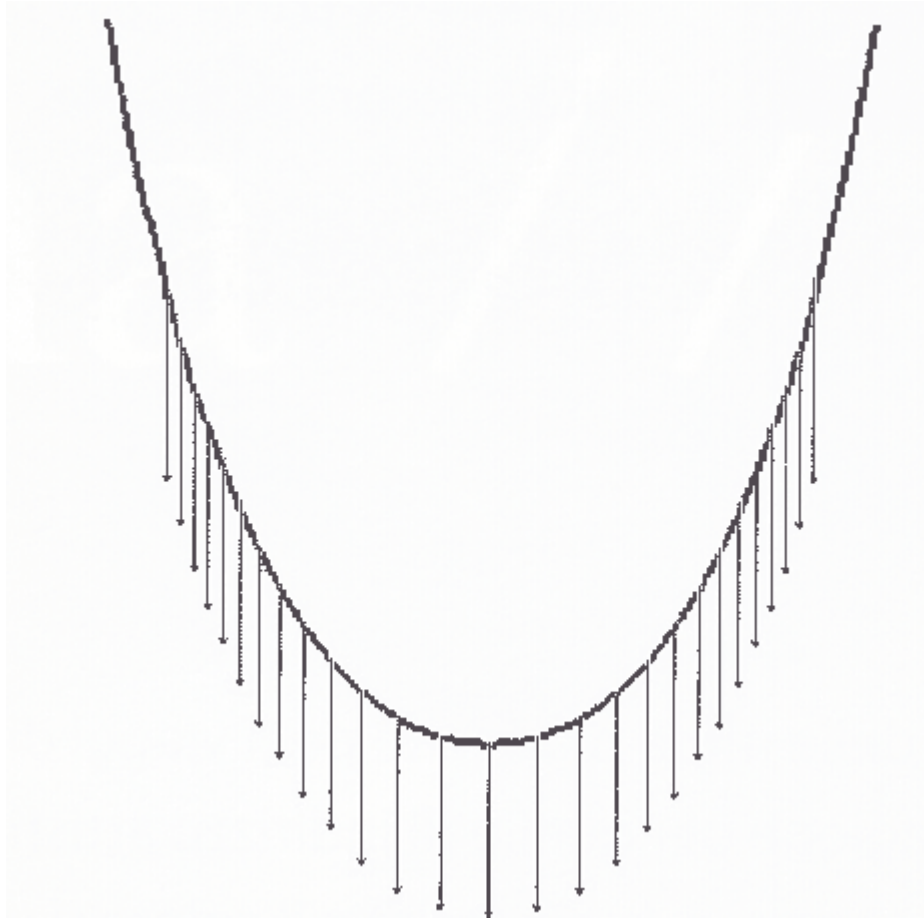
Catenaria (la funzione coseno iperbolico)



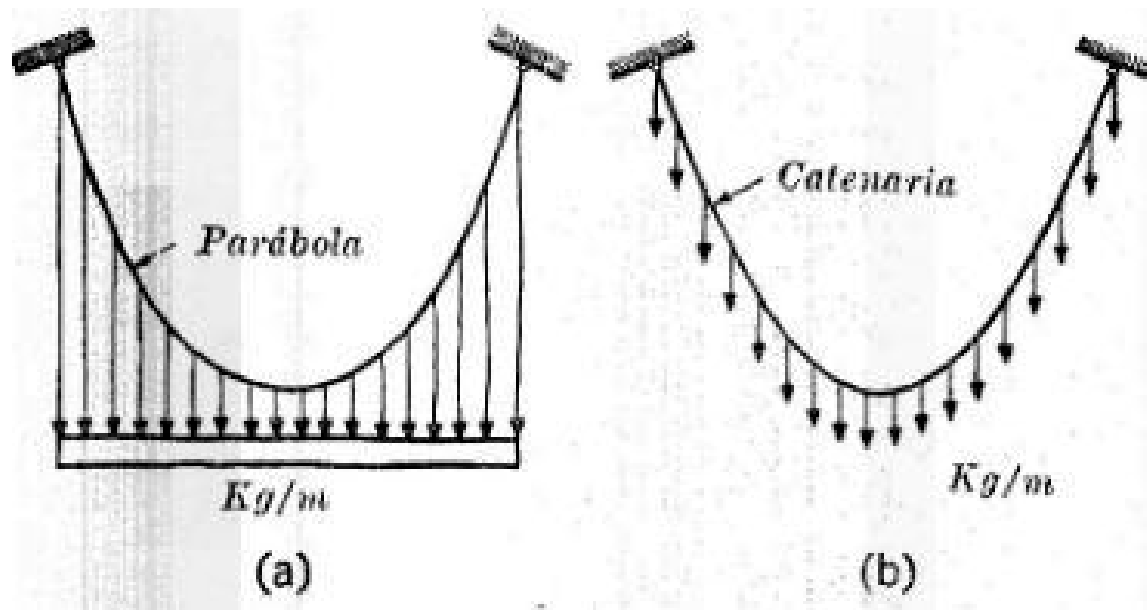
media aritmetica tra due esponenziali

$$y = \frac{e^x + e^{-x}}{2}.$$

Catenaria



parabola e catenaria





Gaudí
Collegio teresiano
Barcellona

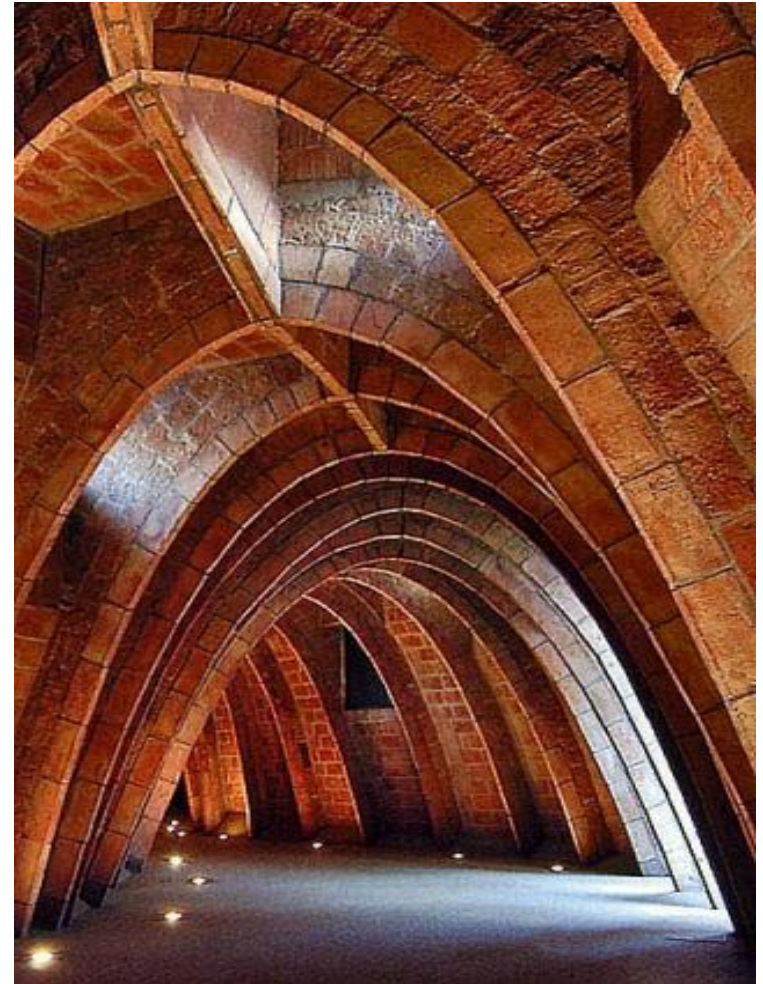


GAUDI



**Collegio di Santa Teresa
corridoio
Barcellona**

Casa Milà - Barcellona



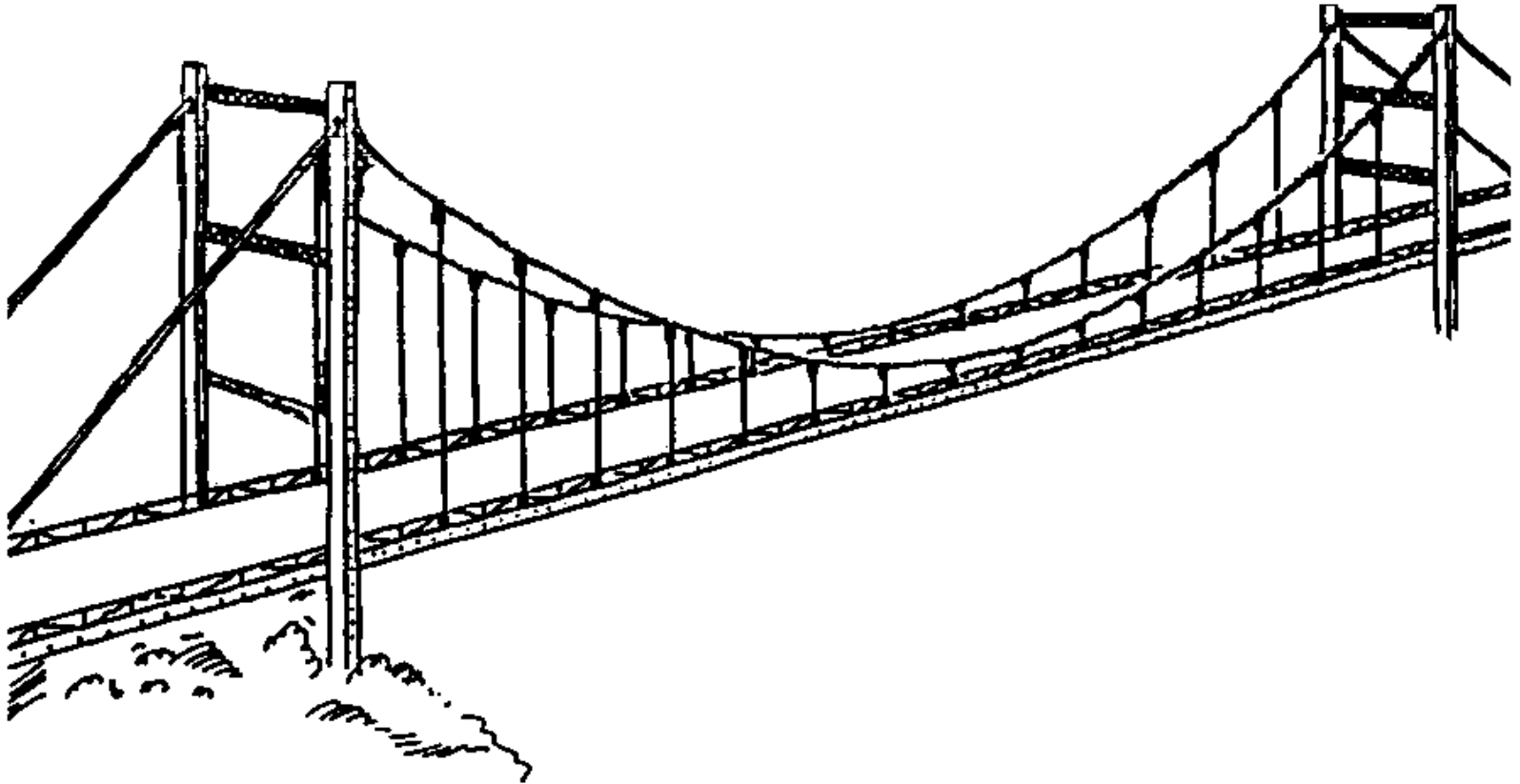


GAUDI
Casa Battlò
Barcellona





A proposito di catenarie e di parabole



A proposito di catenarie e di parabole...

CALATRAVA – REGGIO EMILIA



Ponte Bisantis – Catanzaro (ing. Morandi)



DOPO IL NOVECENTO

FORME COMPLESSE

**Poche informazioni sono
sufficienti per produrre con
estrema libertà forme
complesse e apparentemente
caotiche.**

**In questo modo progettava uno
dei più grandi architetti
contemporanei: Zaha Hadid.**

ZAHA HADID (Baghdad 1950 – Miami 2016)



**Zaha nasce a
Bagdad nel 1950 e,
dopo essersi
laureata in
Matematica a
Beirut, approda
alla prestigiosa
*Architectural
Association* di
Londra, dove si
fermerà.**

ZAHA HADID

“Le linee generano forme sinuose che si rincorrono, si incontrano e si "sposano" riempiendo in modo unico e "importante" il territorio”.

Fondamentali sono la trasparenza e la fluidità: obiettivi che riesce a raggiungere adattando, alle sue forme, materiali non sempre "domabili" come, ad esempio, il cemento.

ZAHA HADID

Zaha genera la forma partendo dal segno, dalla linea. Una sorta di atto creativo che poi riempie tutto lo spazio attraverso strutture avveniristiche, dove l'architetto osa anche l'impossibile e il matematico spazia all'interno delle geometrie.

ZAHA HADID 2006



ZAHA HADID



**Stazione di Afragola (NA)
apertura 2017**

Torre Espiral Barcellona

ZAHA HADID 2006 - 2012



Centro culturale progettato da Zaha Hadid (Azerbaijan)



Galaxy Soho - Zaha Hadid (Cina)

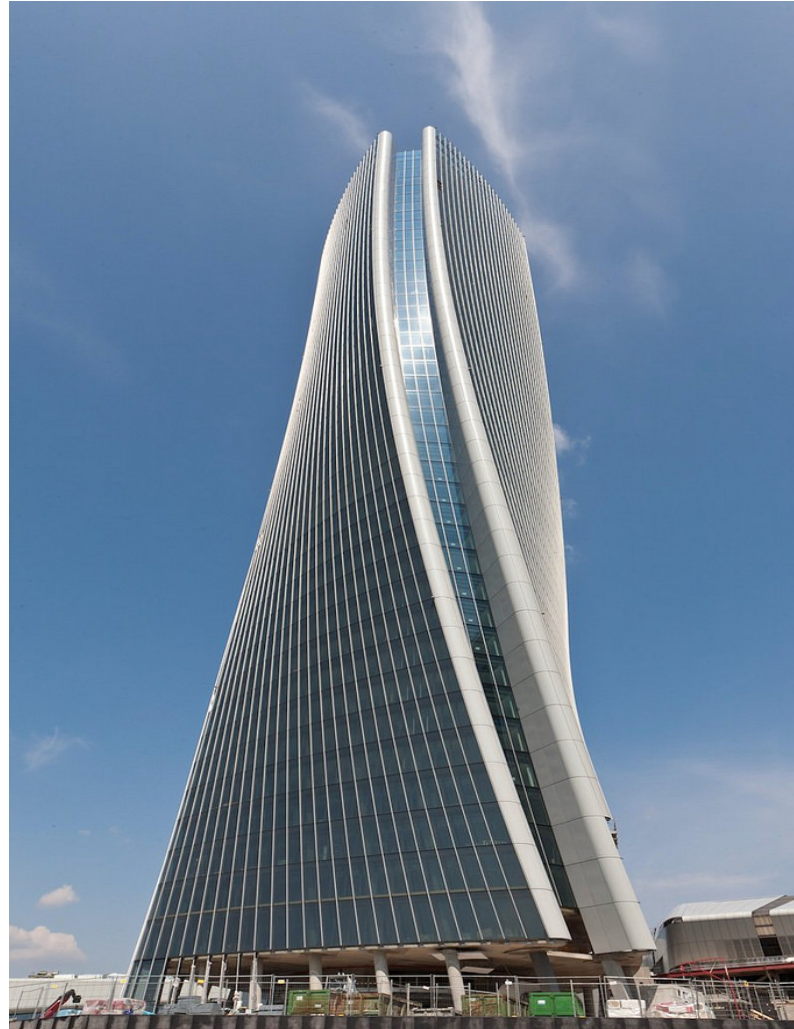


Zaha Hadid – City Life – Milano - 2017





Zaha Hadid - *Lo Storto* – Milano



ZAHA HADID

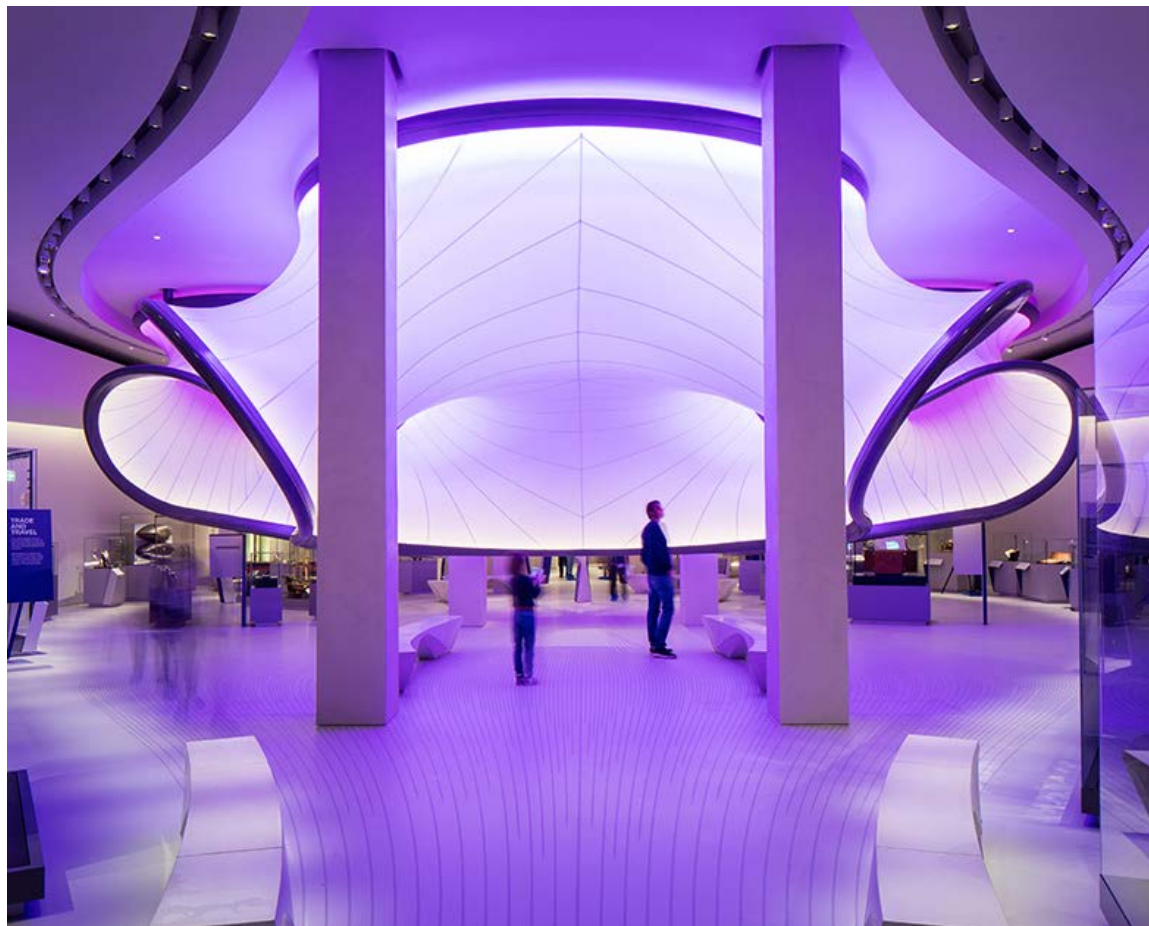
**Alla domanda che le abbiamo rivolto
*"Quanto la sua conoscenza della
Matematica ha inciso nella sua
creatività e nelle sue scelte
progettuali?"*, Zaha - carismatica e
mediatica, ma allo stesso tempo
evanescente e sfuggente – risponde
laconicamente, con un sorriso,
*"Molto!"***

Ha detto una volta Zaha Hadid:

“Mentre crescevo in Iraq, la matematica faceva parte della mia vita quotidiana. I miei genitori mi hanno trasmesso la passione per la scoperta, senza mai distinguere fra scienza e creatività.

Giocavamo con problemi matematici così come ci divertivamo con carta e matita – fare matematica era un po’ come disegnare”

La galleria della matematica Science Museum (Londra) – 2016 - Zaha Hadid



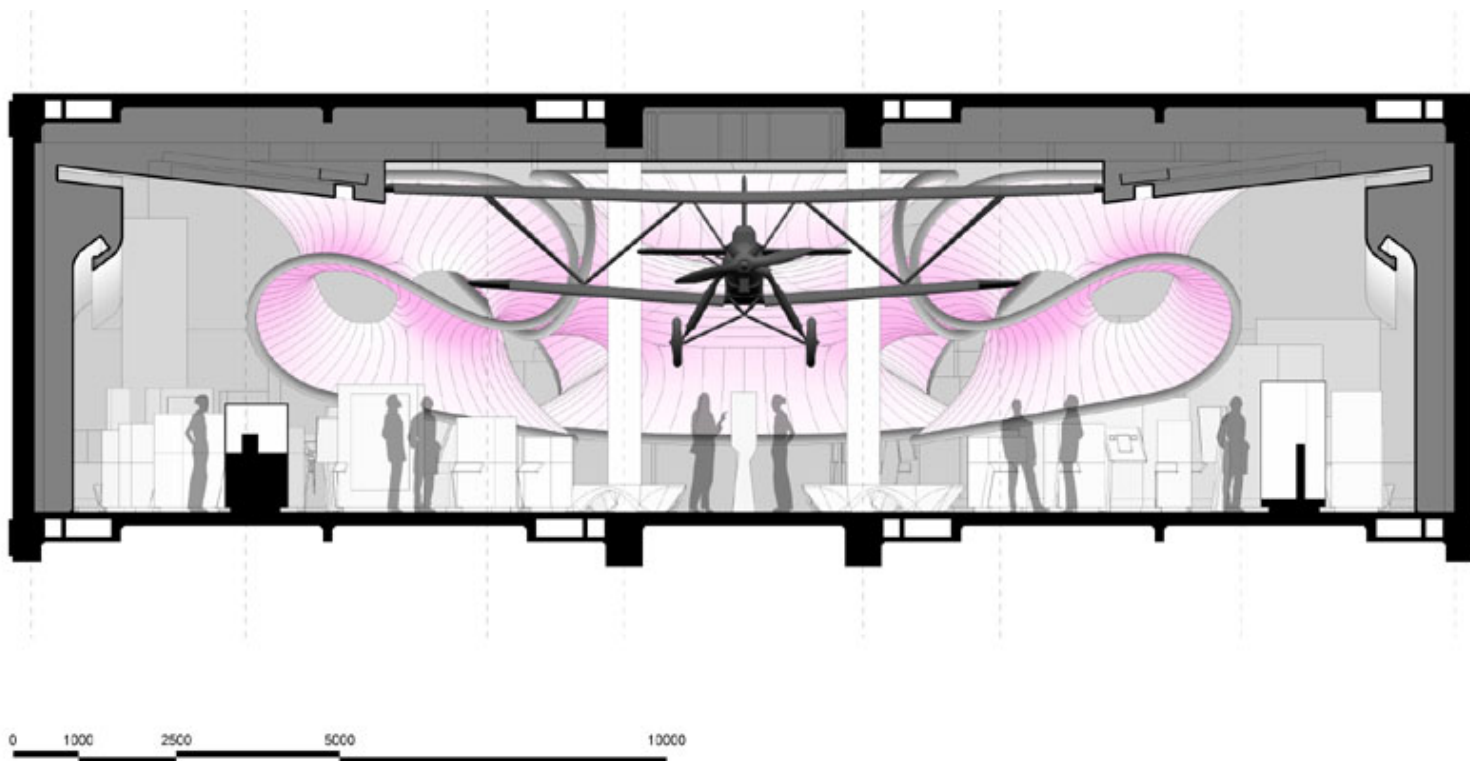
Science Museum Galleria della Matematica

**Spazi che raccontano la storia della Matematica
dal diciassettesimo secolo sino ai nostri giorni.**

**«Questa scienza, insieme con i suoi oggetti, ha
sempre giocato un ruolo centrale nell'evoluzione
del mondo e della capacità umana che influenza la
tecnologia e ci permette di trasformare l'ambiente
che ci circonda». (Z.H.)**

Handley Page «Gugnunc» 1929

Aereo sperimentale britannico con apertura alare di 12 metri

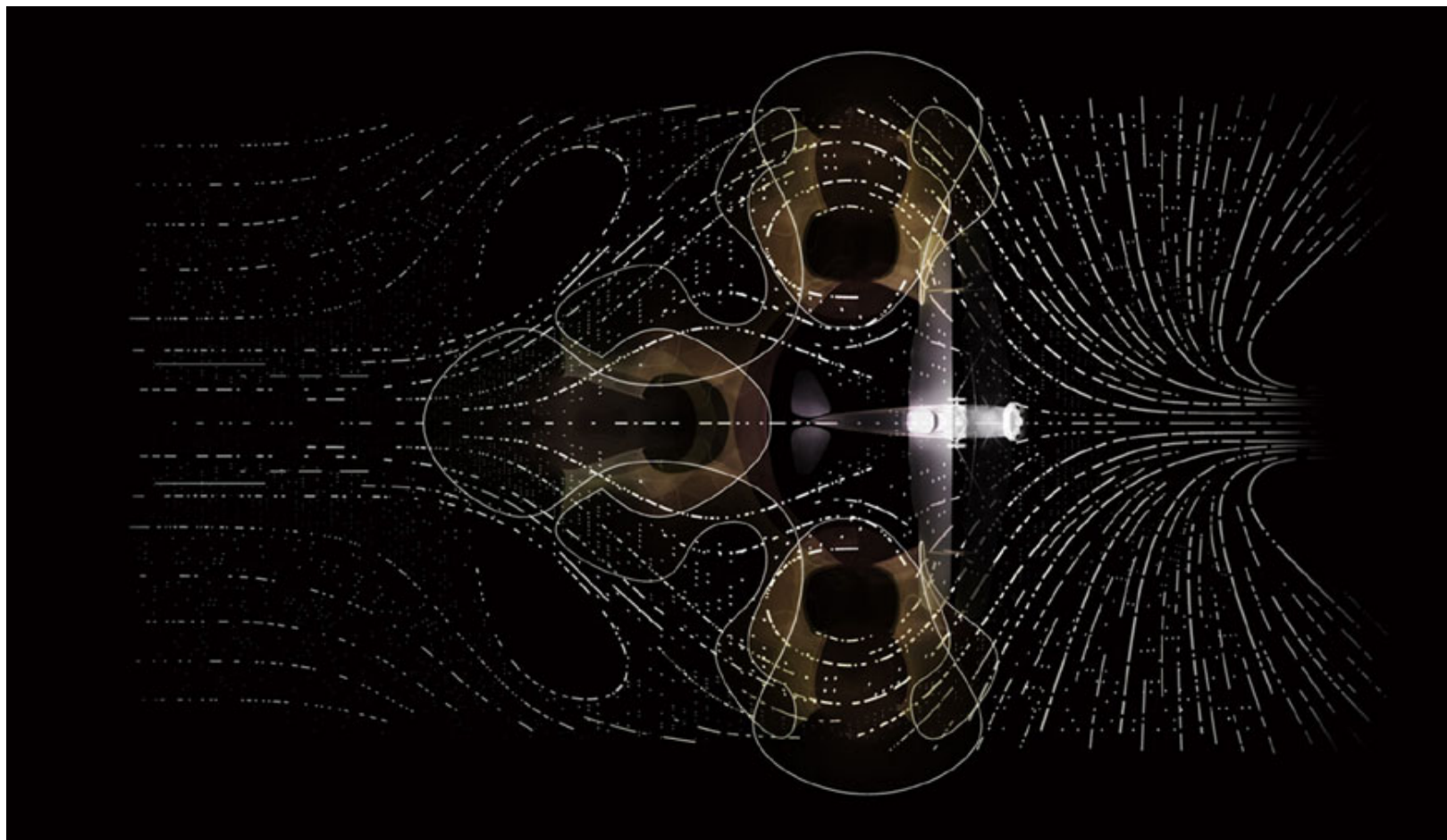


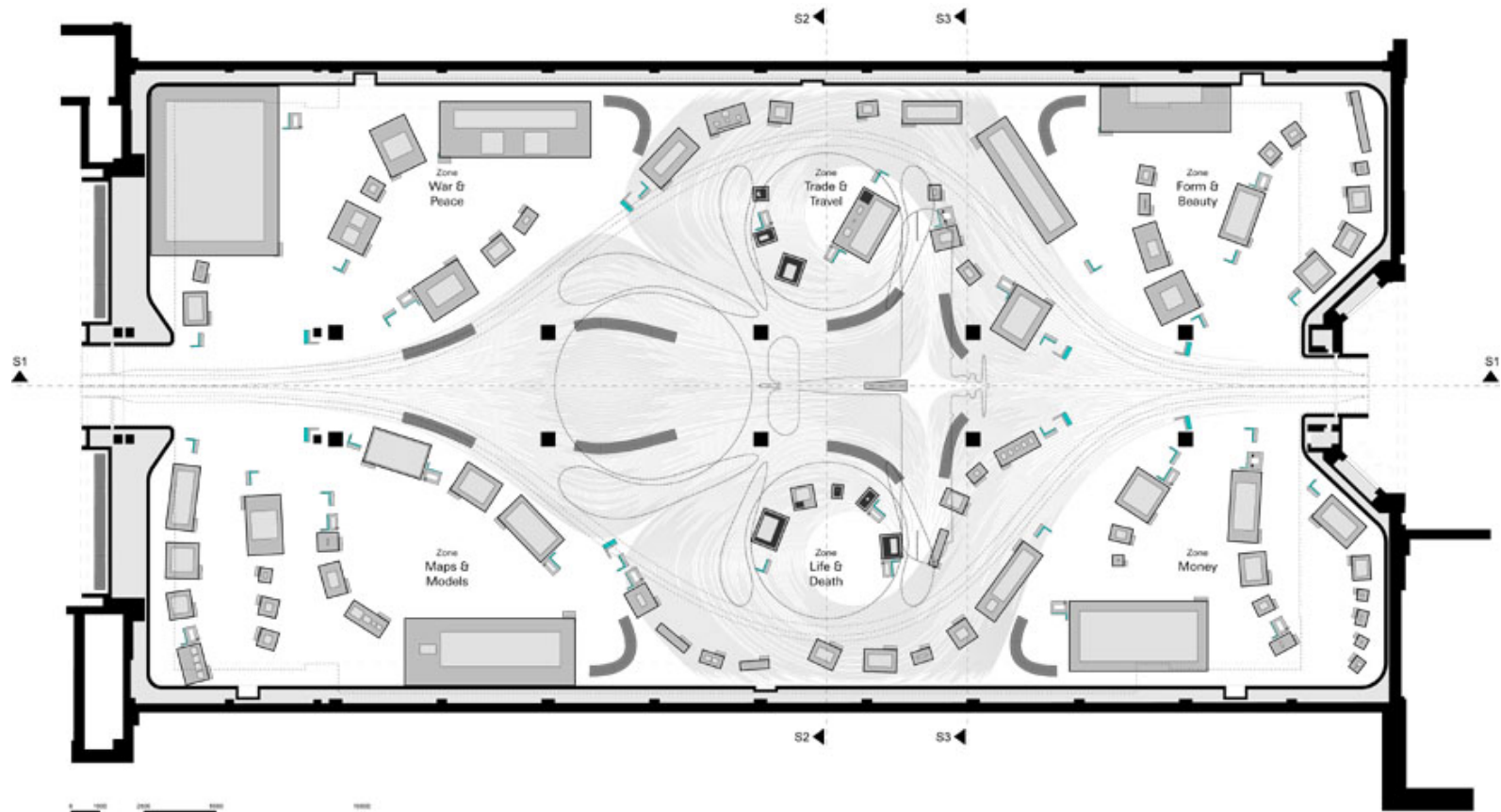
Cross Section S3

Mathematics: The Winton Gallery

Il progetto di Zaha Hadid è ispirato alle geometrie dei flussi d'aria che si creano intorno ad un aereo in volo, sviluppato attraverso programmi di simulazione fluidodinamica.

Una sorta di galleria del vento le cui curve tridimensionali rappresentano le correnti d'aria e la materializzazione delle equazioni dinamiche usate nell'industria aeronautica.





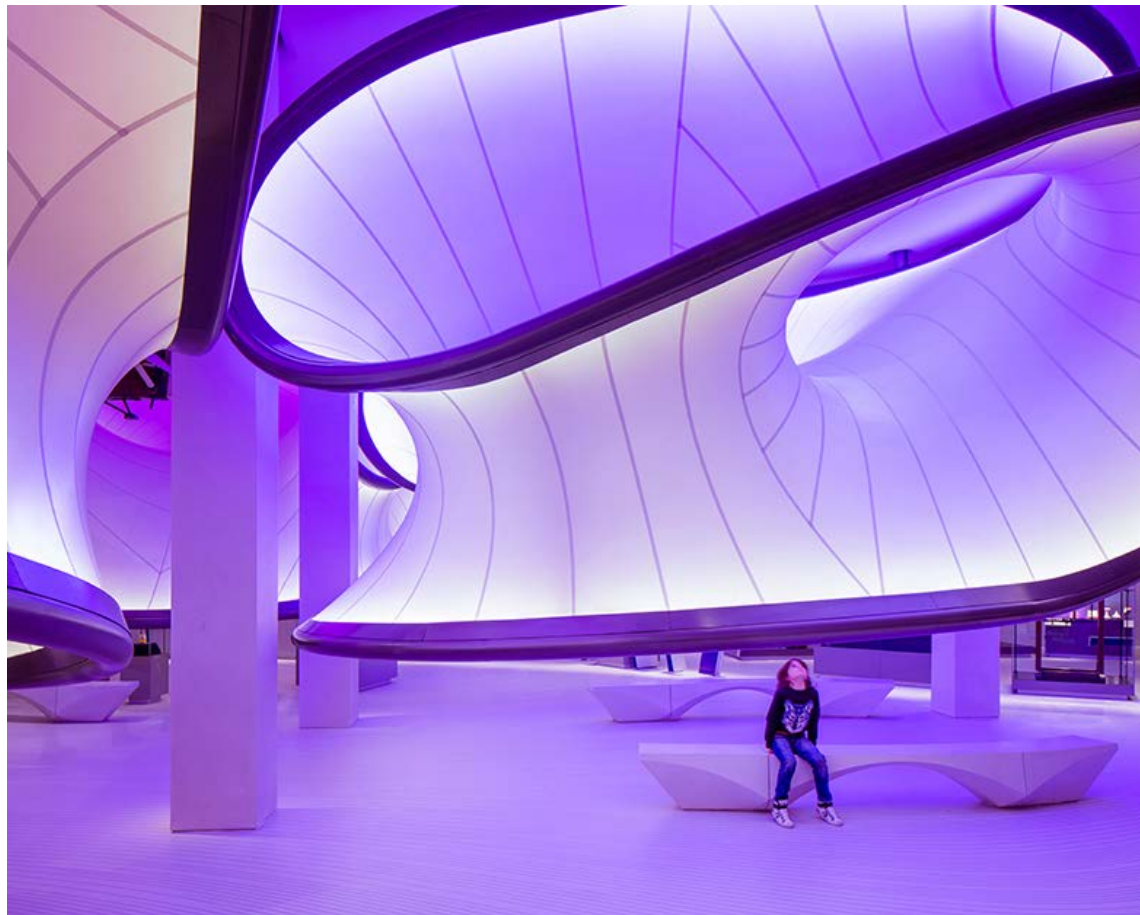
Gallery Layout
Mathematics: The Winton Gallery

Zaha Hadid:

**Non è un'installazione artistica,
è un'installazione scientifica**

La galleria della matematica

inaugurata il giorno 08/12/2016



Zaha Hadid







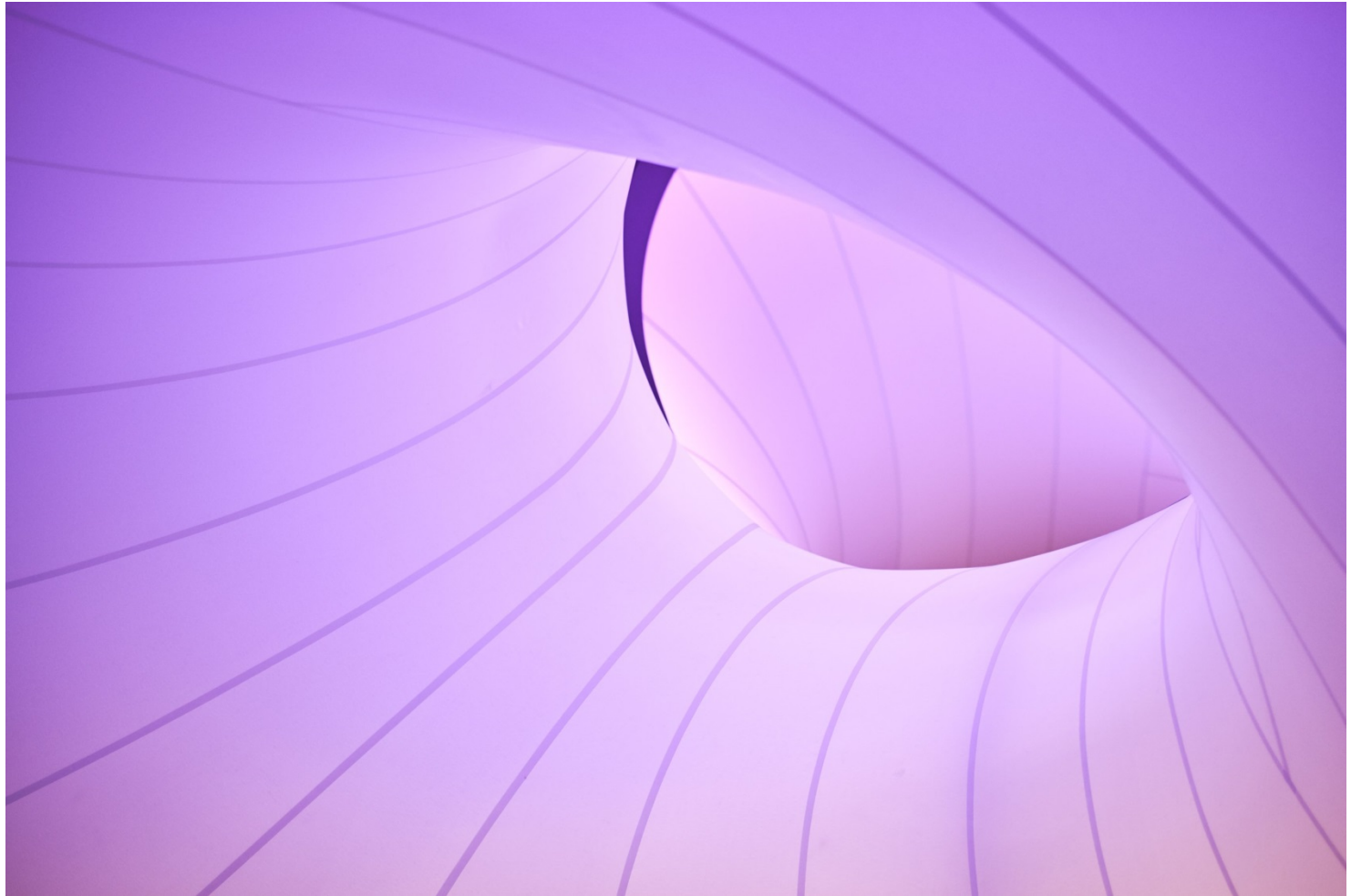








particolare...

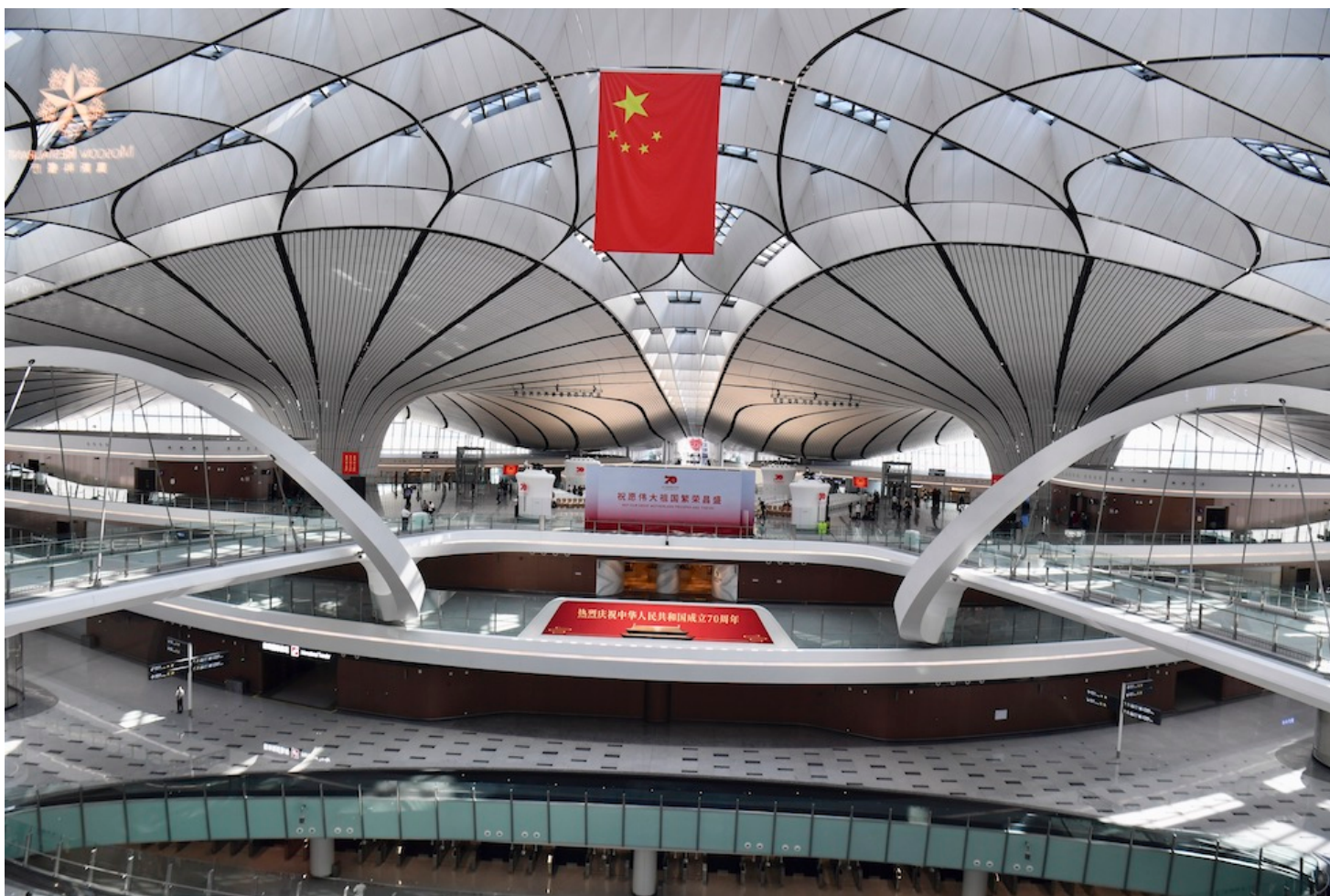


AEROPORTO PECHINO

(appena inaugurato... sarà terminato entro il 2020)









COLONNE PARABOLICHE E SOFFITTI A VOLTA...

ABBIAMO DETTO:

FORME COMPLESSE

COMPLICATO

COMPLESSO

**Non spezziamo quello
che è intero, diventa zero.**

L. Sinisgalli