

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.
È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

IL CONCETTO DEL MONDO NELL'ASTRONOMIA MODERNA.

Discorso del Socio G. CELORIA

pronunciatosi nell'Adunanza solenne del 1° giugno 1902

Sire, Regina graziosissima,
Signori, Signore,

In nessuna Accademia di scienze si potrebbe dire dei concetti moderni intorno al mondo con sentimento di intima soddisfazione pari a quello che è lecito in questa dei Lincei, sorta per iniziativa di giovani a quel tempo audaci, che primi pensarono quanto dovesse tornar utile studiare con forze unite e senza preconcetti i fatti naturali, illustrata all'origine sua dal nome e dalle opere di Galileo, genio complesso, inventore della scienza, riformatore in filosofia, agitatore principe di idee, eroe di una grande instaurazione scientifica, primo uomo veramente moderno, primo ad ergersi risolutamente con scienza e coscienza contro tutto un mondo, tutta una filosofia, a proclamare che a fecondare gli studi bisognava aprire il libro della natura, interpretare il linguaggio nel quale è scritto.

Non è possibile ignorare l'esistenza di sì gran libro, e sottrarsi alle impressioni vive della Terra e del Cielo, del giorno e della notte, della luce e delle tenebre, dei fenomeni tutti che senza posa in cielo e in terra si susseguono. Sono sensazioni troppo complesse per essere abbracciate in una frase, troppo une per essere divisibili col pensiero, che attraggono l'anima come l'abisso attrae chi lo riguarda, e che pur sui primi uomini esercitarono il loro fascino potente.

Per giungere ad una spiegazione razionale di così mirabili fenomeni, gli antichi, pochi eccettuati, avevano finito per pensare che il mondo fosse governato da leggi geometriche, che tutto in esso dovesse spiegarsi con moto circolare e uniforme, che centro d'ogni moto fosse la Terra, che di questa la immobilità fosse la più sicura condizione di esistenza e di durabilità. Erano per tal modo riusciti a un dogmatismo astronomico il quale meglio che sui fatti cosmici poggiava sui principi astratti ammessi *a priori*; erano riusciti a ingombrare lo spazio di immaginarie sfere solide, cristalline, destinate a portare le stelle, questo o quell'altro astro errante, a trasformare il problema dell'Universo in un complesso problema geometrico, irto di cerchi, di epiceli, di sfere, e che quanto più cercavano di adattare ai fatti anche imperfettamente noti, tanto più andavano complicando.

Ad abbattere il secolare, intricato, pur sapiente edificio dovea Copernico ritornare sulle difficili e recondite vie, per le quali, nei secoli aurei dell'antica coltura, l'ingegno umano aveva tentato avvicinarsi alla cognizione del vero sistema del mondo; dovea il genio italico riprendere le tradizioni

perdute dei primi filosofi greci, di quei vergini e potenti ingegni, di quei primi eroi del pensiero umano, farsi attraverso alle nebbie della Scolastica maestro e guida all'Europa, e piegare all'osservazione positiva e sistematica dei fatti le menti troppo proclivi al ragionamento puro ed astratto.

Ebbe allora l'Italia riputazione gloriosa di maestra di ogni sapere, di terra sacra al bello e al vero, e, a dimostrare il vincolo che lega fra loro tutte le attività dell'intelletto, ebbe artisti scienziati, scienziati artisti e filosofi, animati tutti dallo stesso sentimento vivo e profondo della natura; persuasi i primi che per raggiungere l'eccellenza nell'arte era indispensabile l'osservazione diretta della natura e la razionale conoscenza delle sue forme; portati i secondi ad affermare scientemente che dalla natura dev'essere attingere gli elementi del sapere, che l'osservazione diretta della natura può solo svelare i misteri del mondo e della vita. Dalla contemplazione estetica della natura si passò così allo studio di essa e all'osservazione sua scientifica; da Leonardo si arrivò a Galileo, e in questi si integrò quel movimento meraviglioso delle menti italiane, che svincolar doveva per sempre il pensiero umano dalle scienze occulte, dalle entità metafisiche, dai preconcetti. Rivolgersi direttamente alla natura, verificare coll'esperimento le nostre cognizioni e le nostre teorie, tale fu lo spirito che animò Galileo, che condusse lui a creare una scienza nuova, la scienza del moto, un nuovo metodo di indagine, il metodo al quale solo si devono le grandi scoperte della scienza moderna.

Alla sola scienza del moto può essere soggetta l'estensione incommensurabile degli spazi cosmici, e colla scienza del moto appunto Galileo « all'angolo che tant'ala vi stese primo aperse le vie dei cieli ». Fu Galileo a dare i concetti fondamentali della scienza meccanica, ignoti agli antichi; ed essi concetti guidarono Newton alla legge fisica della gravitazione universale, che tolse al problema dell'Universo il carattere geometrico dall'antichità affermato e lo trasformò, così come esso è realmente, in un problema meccanico, anzi dinamico.

Sulla terra ogni corpo a cui venga meno il proprio sostegno, cade; ogni corpo pesa. Sulla terra un grave lanciato prende a muoversi governato dall'attrazione reciproca della propria massa e della massa terrestre. Si innalza nello spazio, si libra in esso, si allontana dal punto di partenza, e, trascorso un certo tempo, ricade. Se cresce la velocità iniziale del suo moto, esso descrive una linea più lunga nello spazio, si libra in questo più a lungo. Se ha forma diversa dalla sferica, o se la massa sua non è omogenea, esso si muove, cambia di posto nello spazio, e ad un tempo ruota su sè medesimo. Se fosse possibile comunicare ad esso, con urto iperumano, una velocità iniziale grandissima tale da farlo, astrazione fatta dall'atmosfera, allontanare di poco più che undici chilometri nel primo minuto secondo del suo moto, esso continuerebbe ad andare, a ruotare, a librarsi senza più ricadere.

La terra è essa pure un proiettile. Per un impulso iniziale, di cui la natura e il modo rimangono pur sempre un arcano, essa si muove, si trasporta nello spazio, ruotando insieme intorno a sè medesima. Si muove sotto l'azione complessa del sole, dei pianeti e di tutte le altre masse che fan parte del sistema solare, non esclusa la propria. Si muove, e muovendosi libra non sorretta, senza cadere verso nessuna delle masse attraenti, senza cadere nel sole, che fra le masse attraenti è la preponderante. Non cade perchè si muove colla velocità vertiginosa di trenta chilometri circa per ogni minuto secondo di tempo, nè a perturbare questo potente moto orbitale e cosmico valgono le terrestri energie gagliarde, le quali pur bastano a deformare leggermente la terra ancora dotata al tempo nostro di una certa plasticità, a produrre nella corteccia detta rigida del nostro globo le vaste ondulazioni che furono paragonate ad un'immensa pulsazione della terra, gli sconvolgimenti, le squarciature, le eruzioni infuocate, alto spavento agli uomini, argomento di meditazione e di studio alla fisica terrestre.

Gli altri pianeti pure si librano sospesi nello spazio, perchè tutti si muovono ruotando, proiettili immani, cosmici, le cui masse pesano milioni di tonnellate, le cui velocità si contano a chilometri e chilometri per minuto secondo. Il sole anch'esso si libra, perchè esso pure si muove intorno ad un punto che è il centro di gravità di tutte le masse del sistema planetario, punto che giace vicinissimo al centro di figura del sole, la massa solare di molto superando tutte le altre insieme unite.

Tale è il sistema del sole; in esso non cieli lapidei, non sfere cristalline, non volte che ingombrino, ma astri liberamente librantisi nello spazio e in questo moventisi con velocità grandissime. A sì mirabili risultati l'astronomia teorica già era pervenuta nel 1800, e da ciò che i risultati stessi erano appieno confermati dall'osservazione diretta dei fatti cosmici, veniva ad essa astronomia grande lustro, nè altra scienza mai sarà per gli uomini sorgente di maggiore e più legittimo orgoglio. L'edificio di cui Galileo aveva gettate le basi, che Newton con genio insuperabile aveva abbozzato in ogni sua parte, era venuto rapidamente completandosi per opera di matematici sommi e di astronomi geniali. Appena sarebbesi allora pensato che il sistema del sole, che alcuni chiamavano anche il sistema del mondo, potesse essere campo di scoperte non lontane. Si capiva, si ammetteva che lo studio del movimento di questo e di quel pianeta lasciava tuttora qualcosa a desiderare, che perfezionamenti ulteriori della teoria di questo e quel corpo del sistema planetario erano possibili; si presentiva la necessità dei lavori posteriori di Plana, di Delaunay, di Leverrier, di Hansen, di Adams, di Simon Newcomb oggi festeggiato ospite nostro, ma che il sistema stesso, preso nel suo insieme, potesse da non lontane scoperte essere ampliato, reso più complesso, pur restando un miracolo di ordine e di armonia, pochi avrebbero ammesso e forse nessuno avrebbe detto. Il sistema del sole, quale era uscito dalle menti e dalle osservazioni degli scienziati d'allora, aveva una semplicità grande, quasi ideale.

Nel centro il sole; attorno, attorno, e press'a poco nel piano in cui la terra si muove, i pianeti antichi, Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, il pianeta allora di recente scoperto, Urano. Attorno alla Terra la Luna; attorno a Giove le quattro stelle medicee; attorno a Saturno un anello mirabile e al di là di questo ben sette satelliti; attorno ad Urano, Titano ed Oberon. Venne la scoperta di Cerere, scoperta italiana; vennero le scoperte incessanti, e non per anco esaurite, di piccoli pianeti; venne la scoperta di Nettuno, uno dei trionfi più notevoli dell'astronomia matematica, ma per siffatte e per altre minori scoperte il si-

stema planetario nè perdè l'anteriore uniformità e semplicità di costruzione, nè i corpi suoi noti cessarono di muoversi in piani pochissimo diversi. Si sarebbe detto che il regno del sole si estendeva in una direzione sola dello spazio cosmico che lo circonda. Ciò non era; e proveniva da questo che intorno al mirabile mondo solare si conosceva parte del vero, non tutto il vero.

Ancora una volta era riservato all'ingegno italiano di aprire la via che a questo vero doveva condurre. Nel 1866 da questa nostra terra antica, non stanca nè arida, nella quale neppure secoli di sventure immeritate valsero a soffocare i severi esercizi del pensiero, un astronomo sapiente, pensatore forte e solitario, Giovanni Schiaparelli, riusciva a dimostrare che le orbite descritte dalle stelle meteoriche nello spazio sono analoghe per natura, forma e disposizione alle orbite delle comete; che la velocità assoluta delle meteore, quando percuotono l'atmosfera della terra, è generalmente assai prossima alla velocità che corrisponde al moto parabolico intorno al sole, e sta alla velocità della terra nella sua orbita nella proporzione di 141 a 100; che certe comete sono associate a certe piogge meteoriche in modo da descrivere con esse nello spazio orbite identiche; che infine molto probabilmente le meteore sono il prodotto della dispersione dei materiali che formano le masse delle comete. Sarebbe contrario alla verità storica affermare che degli enunciati principî non esistessero tracce anteriori nei libri astronomici e scientifici, ma dire od affermare per via di analogia una cosa, avere di un principio scientifico una intuizione felice, esprimere opinioni al vero molto vicine, non è ancora dare del vero, come lo Schiaparelli diede, una dimostrazione ineccepibile, la quale convinca e conquida gli intelletti, chiuda per sempre in un dato argomento l'era delle opinioni, e crei rispetto al medesimo quel consentimento universale delle menti che è la caratteristica della verità della scienza.

Fu la nuova scienza delle meteore cosmiche, congiunta ai fatti posti in piena evidenza dall'osservazione incessante delle comete, quella che tolse al sistema del sole quella semplicità di costruzione che le osservazioni e gli studi anteriori gli assegnavano.

Grandissimo è il numero delle comete esistenti nel sistema solare, ed esse errano, per la massima parte non viste, in ogni direzione attraverso agli spazi interplanetari. A sciami lunghi e sottili, simili a fiumane che serpeggino nello spazio, vanno le cadenti, e poichè non passa notte, non ora senza che un certo numero di esse appaia, notevole debbe essere il numero degli sciami che incessantemente percorrono gli spazi attigui alla terra, e indefinitamente maggiore quello degli sciami che invisibili si muovono negli spazi fra pianeta e pianeta.

Il sistema o mondo del sole è ben più complesso di quanto, or non sono ancora quarant'anni, si pensasse. Comete innumerevoli lo percorrono in ogni verso; grandi e innumeri fiumane di materiali cosmici lo invadono da ogni parte e si svolgono in ogni sua plaga. Sole, pianeti, satelliti, comete, correnti meteoriche costituiscono un immenso meccanismo cosmico nel quale tutto si muove e tutto è governato da leggi meccaniche immutabili. A leggi meccaniche obbedisce ogni parte dell'immane meccanismo in sè e per sè considerato; a leggi meccaniche obbedisce il loro insieme, e nel moto ogni singola parte del sistema e l'intero sistema stesso trovano la ragione necessaria di loro esistenza e durabilità. Leggi meccaniche invariabili dominano il sole, la terra, i pianeti, le comete, le meteore, i fenomeni speciali e propri di ciascuno di essi; leggi meccaniche invariabili dominano il loro insieme; una è la legge che in tutte parti impera, una la legge che regge il regno solare.

Non basta. I materiali onde la terra è formata sono essenzialmente gli stessi che formano il sole e gli altri corpi del suo sistema. Non è questa un'affermazione audace, pari a tante che si impongono pur caducamente nel regno sconfinato delle opinioni. È dessa invece una verità di fatto, irrevocabilmente dimostrata dall'astronomia spettroscopica, una di quelle scienze nuove e intermedie che sono il vanto della seconda metà del secolo appena trascorso. Nel vasto e meraviglioso sistema del sole una è la materia, una la forza che ad essa dà moto.

Ma il sistema o mondo solare non è tutto il mondo; al di là del più lontano pianeta, al di là dell'estremo limite a cui la più eccentrica delle orbite possa portare una cometa, molto e molto al di là, altre regioni dello spazio cosmico si svolgono, le regioni delle stelle. Scuotono esse, agitano la mente più inerte; paiono quasi il vincolo che collega il presente al futuro, il segno ultimo della vita di oggi, il primo dell'avvenire ignoto. Un intimo senso del vero ci avverte che le stelle si inabissano nelle profonde plaghe dell'universo; che di questo universo il sistema del sole è una angusta regione; che le leggi alle quali esso sistema obbedisce sono quelle ancora che governano i mondi stellari; che con una scienza sola, la scienza del moto, la mente dell'uomo pur di questi mondi stellari può rendersi padrona.

« Non occorre grand'arte, o Simmia, a dire le cose come stanno, ma provare che così stieno realmente è assai più difficile, e forse io non ne sarei capace, e quando lo fossi, o Simmia, non basterebbe la vita alla grandezza dell'argomento ». Queste parole diceva Platone divino nel Fedone a proposito della terra e della sua forma rotonda; identiche parole possiamo oggi ripetere a proposito dei mondi stellari, di quelli che per noi oggi costituiscono l'universo mondo.

È verosimile che in questo mondo universo tutto sia moto così come nell'angusto mondo solare a cui la terra appartiene, ma che così sia realmente è difficile provare. Certo le cognizioni che rispetto all'universo oggi abbiamo, sono maggiori di quelle che Platone avesse intorno alla terra, ma ancora non riuscimmo a strappare a natura tutti i suoi arcani, pur non ispregievole essendo il numero delle verità cosmiche che già possiamo dimostrare.

Il numero delle stelle oggi visibili coi nostri cannocchiali sale a non meno che venti milioni, e maggiore deve essere quello delle realmente esistenti.

La luce in 8^m e 17^s,78 di tempo attraversa la media distanza che separa la terra dal sole; in 4 ore e 10 minuti ci arriva dal pianeta Nettuno; impiega tre anni e mezzo per venire a noi dalla stella più vicina, e questi numeri bastano a darci delle dimensioni del sistema solare un concetto vasto, ma accessibile, delle distanze stellari e delle dimensioni dell'universo un concetto letteralmente sbalorditivo.

Le stelle libransi sospese nello spazio a grandi distanze fra loro; il cielo stellato è una pura parvenza; la distribuzione apparente delle stelle in cielo non è uniforme: le stelle si addensano nella regione della via lattea in causa del punto dello spazio da cui le guardiamo.

Il cielo stellato visto invece che dalla Terra, o, ciò che in questo argomento torna tutt'uno, dal Sole, visto ripeto da un'altra stella apparirebbe tutt'altra cosa, e tanto più diversa quanto più la stella, nuovo punto di vista, fosse lontana e dalla terra e dal sole.

Il grande sistema della nostra via lattea veduto da un punto cosmico lontano e convenientemente situato non apparirebbe altro che come uno dei tanti cumuli di stelle in cielo visibili, e questi cumuli sono probabilmente vie lattee dello spazio cosmico viste in iscorcio.

Le stelle sono altrettanti soli; gli stessi materiali formano il sole, i pianeti, le stelle; fra astro e astro è solo di-

verso lo stato dei materiali componenti, diversa la temperatura e la conseguente combinazione chimica.

Vi sono stelle a temperatura elevatissima; altre a temperatura più bassa ma ancora assai elevata; altre a temperatura molto bassa. La temperatura nei pianeti è più bassa di molto e molto che nella più fredda stella.

Le stelle non sono fisse ma hanno moti propri dei quali sappiamo misurare il valore reale nel verso delle visuali lunghesso le quali esse appaiono, il valore apparente nel verso ad esse visuali perpendicolare. I moti propri delle stelle non sono tutti uniformi; la stella Sole e con essa la Terra e tutto il sistema planetario si muovono di conserva e di un identico moto di traslazione attraverso allo spazio cosmico.

Vi sono stelle che hanno colori diversi, e che a periodi e con varia legge mutano di splendore; vi sono gruppi di due o più stelle che si aggirano le une intorno alle altre, o, ciò che torna lo stesso, intorno al centro di gravità comune; stiamo osservando stelle che si muovono intorno ad un astro oscuro, o meglio che insieme ad un corpo oscuro si rivolgono intorno ad un punto ideale di gravità.

Queste ed altre cose sappiamo, ma troppe al paragone sono quelle che ancora ignoriamo: « vi hanno più cose in cielo, Orazio, di quelle che sognate sono da nostra filosofia ».

Possiamo affermare che una è la materia dell'universo, che energie potenti agitano ogni astro; osservate abbiamo stelle che si sono trasformate in nebulose, ma quale veramente sia la vita, l'evoluzione voglio dire fisica delle stelle, per quali stadi di formazione, di esistenza, di dissoluzione esse passino, ignoriamo.

Sconfinato sono le dimensioni degli spazi interstellari, ma appena abbozzate sono al riguardo le cognizioni nostre.

Del grande viaggio del sole e del sistema planetario attraverso allo spazio cosmico interstellare sappiamo solo che si compie; come, con quale velocità precisamente si compia, quale ne sia il passato, quale l'avvenire, non sappiamo.

Anche le stelle si muovono; è probabile che ciascuna di esse compia un suo proprio viaggio nella vastità degli spazi interstellari, ma dimostrato non è.

Alla legge di gravitazione, alla quale tutto obbedisce nel sistema del sole, obbediscono ancora i moti delle stelle multiple; ma se essa legge regga sola e assoluta tutti i corpi disseminati nello spazio universo sarebbe presunzione affermare.

Certo la scienza del moto è pur sempre la sola dalla quale noi possiamo sperare di pervenire un giorno a dominare gli spazi celesti; certo il mondo stellare è un sistema meccanico, ma quale realmente esso sia è un nodo ancora da sgrovigliare.

Dalla distribuzione apparente delle stelle nello spazio ancor non potemmo risalire alla distribuzione loro reale. Non sappiamo le leggi che tale distribuzione governano, e dalle quali dipende il meccanismo cosmico del sistema delle stelle al quale il nostro Sole appartiene e noi con esso apparteniamo. Che questo sia il solo sistema stellare esistente non è probabile; ma se esistano sistemi stellari diversi e quali, nessuno sulla terra finora lo sa con certezza.

Questo che riguarda l'ordinamento e il meccanismo del sistema delle stelle nostre, e forse dei sistemi diversi di stelle, mondi di tanto più vasti di quello solare, costituisce oggi il più arduo ed elevato, il vero problema dell'astronomia, problema laboriosissimo, atlantico nel senso letterale della parola, che solo da ricerche di carattere secolare può ricevere una soluzione anche parziale; intorno ad esso da secoli lavoriamo, da quasi due secoli, in modo sistematico e, ciò malgrado, l'astronomia odierna deve ancora legarlo alla ventura.

Di non poche fra tante questioni ancora arcane si può essere certi che, pur coi soli mezzi di indagine oggi a disposizione sua, l'astronomia saprà venire a capo, ma che tutte essa riescirà a risolvere sarebbe altrettanto temerario affermare o negare, e temeraria l'astronomia non è, pure essendo audacissima, maestra anzi di audacia, di un'audacia vigorosa che aleggia sulle cime più alte, che non patisce vertigini, che edifica, crea, non si arresta a distruggere e di questo fare lascia al tempo e al vero la cura.

Una grande forza venne e viene all'astronomia dall'esercizio del libero pensiero, che in essa non traligna mai in anarchia di pensiero. Dallo studio obiettivo dei fatti trae essa la conoscenza dei loro rapporti e delle leggi loro, e inoltre un alto carattere di impersonalità e di equanimità, uno spirito di concordia, di tolleranza, di benevolenza, di pace che il subbiattivismo poco conosce e spesso distrugge.

Alla scuola grande dei fatti, maestri insuperabili, gli astronomi da tempo impararono a non dar peso alle incerte, indeterminate, molteplici opinioni personali. La sterile pluralità e l'opposizione cieca dei sistemi, le dispute interminabili da tempo cedettero in astronomia il posto all'accordo fecondo delle opinioni, frutto di consenso unanime nelle proporzioni stabilite dall'esperienza. Così l'astronomia divenne la negazione di ogni sistematismo, e, pur essendo scienza positiva e sperimentale per eccellenza, al positivismo non piegò mai sua fronte, nè mai pretese di integrare in breve formola cielo e terra, passato e avvenire, cause prime e fini ultimi delle cose. Prende essa il mondo così com'è, e nei suoi studi modestamente sperimentali finisce per tutto abbracciarlo, e, poichè l'idealità proviene dalla conoscenza del più profondo, intimo, riposto significato del vero, essa finisce per essere altamente ideale; e poichè la poesia è pensiero e sintesi, e poichè il cielo è la più grande delle sintesi, la sintesi dell'universo, essa finisce per essere altamente poetica. Ovunque nell'universo è vita, luce, poesia: « ogni dove in cielo è paradiso ».

Nè finge l'astronomia di ignorare i grandi orizzonti delle speculazioni metafisiche; solo sul limitare della metafisica si arresta, perchè sente e sa che trasformandosi in questa perderebbe sè stessa. Mirabilmente temperata di rigore scientifico e di equità umana, essa riconosce che è troppo difficile astenersi da questioni che tutto l'uomo coinvolgono, da affermazioni che sono un grido dell'anima; rassegnarsi ad ignorare se l'universo abbia una meta ideale, o se nato dal caso vada innanzi a caso senza che una coscienza amorevole lo segua nelle sue evoluzioni; se una causa inconoscibile presiede alle energie fisiche che muovono il Sole e le altre stelle; se qualche intervento arcano non sia all'origine avvenuto nell'universo; se una fine e quale sia ad esso riservata.

Questi ed altri sono dubbî i quali stanno a provare contro tutti e contro tutto che la concezione meccanica del mondo, perfetta dal punto di vista astronomico e fisico, non basta ad appagare appieno l'inquieta curiosità umana; sono argomenti sui quali l'astronomia non si pronunzia, pure ammettendo che sovr'essi l'uomo non voglia, non possa, non debba tacere, perchè da essi erompono gli alti ideali umani, che, appunto perchè umani, non possono spegnersi senza che la civiltà stessa ne vada miseramente offuscata.

E me conforta il pensiero che al progresso ulteriore di questa astronomia comprensiva, suggestiva, affascinatrice non verrà meno mai il contributo nè dell'ingegno italiano mirabilmente versatile ed equilibrato, nè della terra nostra, terra di civiltà alle ricerche astronomiche predisposta con invidiato privilegio dalla sua atmosfera diafana e azzurra, dal suo cielo così splendido, così in pace. La forza delle cose, le esigenze dell'alta coltura intellettuale fattrice di ricchezza,

eccitatrice di ogni progresso, il concorso fors'anche di illuminate iniziative private daranno, lo spero, alle specole nostre, già ricche di tradizioni nobilissime, i potenti mezzi odierni coi quali tutti si possono indagare i vasti problemi della moderna astronomia, perchè il moto astronomico che di qui si dipartiva, che qui riceveva quel sicuro e potente impulso che ancor oggi dura, è giusto che qui all'origine sua debba un giorno tornare; perchè all'astronomia portano un culto speciale i popoli che per sapere, per potenza economica, per ordinamenti sociali stanno fra i più inciviliti; perchè infine a lato delle grandi Università, delle officine potenti, delle industrie intensamente produttrici, dei commerci ogni giorno più vasti, grandi specole ovunque oggi lavorano.

ARCHITETTURA

LA CERTOSA DI PAVIA ED IL SUO PRIMITIVO PROGETTO.

La Certosa di Pavia non è solamente uno dei monumenti dell'arte italiana degno della maggiore ammirazione, ma fornisce pure inesauribile getto a discussioni del maggior interesse per la critica storica. Intorno alle sue belle e vive cose molte menti preziose, quali api industri ed avide, s'affaticano a ricercare la storia, a leggere il segreto della grazia che portano seco, a tessere l'elogio che ispirano, ad elevare inni fervorosi che d'ogni parte salgono poi verso il cielo purissimo dell'arte e si fondono in quella vibrante canzone che il genio latino ebbe la ventura di potere in ogni tempo consacrare alla bellezza!

E' un complesso vastissimo di fabbriche, questa nostra Certosa, destinato già a Monastero di Certosini, onde contiene, oltrechè piazzali e palazzi, una chiesa, due chiostrini intorno a cui sono le celle monacali, il refettorio, la biblioteca, le sacrestie, la Prioria e gli annessi capitolari. Tanta vastità di mole non poteva essere condotta a termine d'un sol colpo, ed infatti mentre tutta la parte destinata ad abitazione si compì alacramente, la parte principale, cioè la chiesa, richiese lunghi anni e selezione; onde avvenne che, sia perchè la costruzione accadeva in un periodo di arte in cui eccezionalmente ferveva in Italia quel lavoro attivo e diverso che accompagna le rinnovazioni, sia perchè le tendenze dei valorosi che furono preposti ad essa, pur essendo contrastanti fra loro, furono lasciate ad estrinsecarsi senza nesso sufficiente, avvenne, diciamo, che la chiesa ebbe le caratteristiche dei tre potenti stili architettonici che si disputavano il campo: il lombardo, il gotico, il rinascimento. Ma quale era stato, di questi tre, lo stile che aveva informato il progetto?

Non crediamo siasi pronunciata la parola definitiva intorno a cotesta disputa, e mentre generalmente si accetta che il primitivo piano del tempio sia stato il *gotico italiano*, seguendo in ciò l'autorevole opinione del BELTRAMI, che ne scrisse con amore e scienza grandissimi, presentiamo noi alcune brevi considerazioni in contrario, nella speranza che vogliano essere prese ad esame e vagliate.

*

Innanzitutto è bene, anzi ci è necessario rappresentare, alla mente del lettore, l'edificio su cui cade l'esame, onde lo spirito ne sia inteso con tutta evidenza; ne facciamo adunque descrizione e cominceremo, come è naturale, dalla *pianta*.

La pianta della Certosa di Pavia adunque, si presenta (figura 105) a croce latina: ha nel maggior braccio tre navate longitudinali e due file di cappelle adiacenti; posteriormente ha una sola navata trasversa ed il coro. Propriamente la *parte anteriore* della chiesa si compone, oggi, di una navata maggiore, fatta di quattro campate quadrate; due navate minori adiacenti ad essa con equal numero di campate, che mentre hanno la stessa lunghezza nel senso longitudinale, hanno poi, nel senso trasversale, metà larghezza di quella della centrale — per cui la pianta di ciascuna campata risulta qui *rettangolare* — e, finalmente, delle due file di cappelle — che ten-

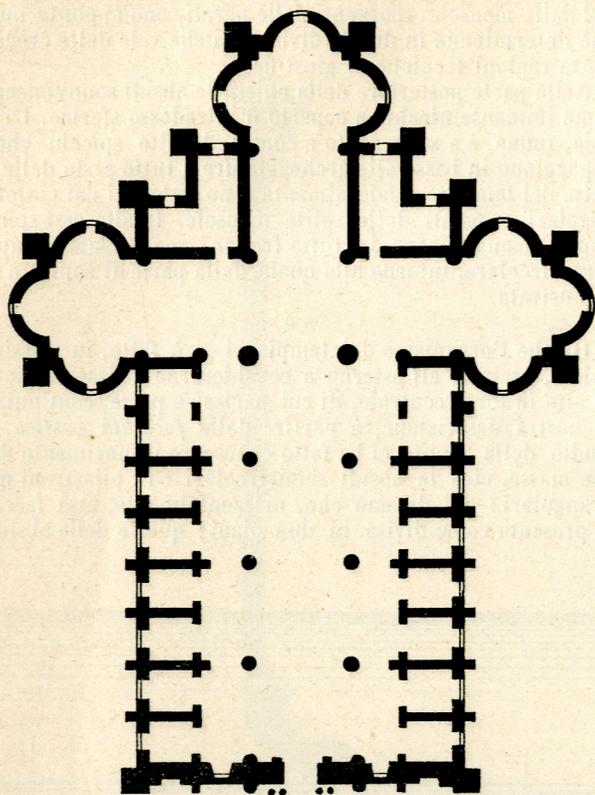


Fig. 105. — Certosa di Pavia. Pianta della Chiesa.

gono luogo di altre due navate estreme, di ugual misura delle precedenti — costituite di otto cappelle da ciascuna parte, due a due contenute nella lunghezza corrispondente alle arcate longitudinali delle navate adiacenti, sicchè per ciascuna di dette cappelle la pianta torna ad essere quadrata, come è nelle campate della navata centrale, ma di lato *metà*.

Notiamo subito che l'insieme delle cappelle e delle navate minori ha una disposizione identica a quella che ci mostra il San Petronio di Bologna, con queste due differenze: 1^a che nel tempio di Bologna il numero delle campate che si seguono a formare il braccio maggiore della croce è più grande di quello che si riscontra nel tempio di Pavia, cioè è di *sei*, per cui il braccio stesso acquista sveltezza assai più grande che non in Pavia, ove è alquanto raccorciato; 2^a che, nel tempio di Bologna, il numero degli ingressi sulla facciata è di tre, mentre a Pavia è uno solo.

Nella *parte posteriore*, poi, la navata trasversale ed il coro si presentano fatti la prima di *cinque*, il secondo di *due* campate quadrate delle dimensioni delle campate della navata maggiore e non accolgono all'ingiro nè navate minori, nè cappelle, onde il loro insieme, risultando ampio e spazieggiato, contrasta con l'insieme anteriore del tempio. Ciascuna campata estrema, di questa parte posteriore, verso l'esterno porta tre absidi semicircolari sui lati del quadrato che ne costituisce la pianta, absidi fiancheggiate ai vertici liberi, del quadrato stesso, da pilastri.

E' importante per noi dire qui una parola dei piloni e dei contrafforti, giacchè essi costituiscono sempre una delle maggiori caratteristiche delle costruzioni. La sezione adottata per il fusto dei piloni risulta (fig. 106) di un nucleo a *croce greca* alle quattro estremità di cui, si aggiunga una mezza circonferenza destinata alle arcate e nei cui angoli esterni, cioè compresi fra due braccia adiacenti della croce, si inseriva un minor cerchietto, destinato alle nervature diagonali della volta. L'organismo, adunque, di questa pianta è di tradizione *lombarda*, « per modo da riprodurre la sezione dei piloni delle basiliche a volte, quali troviamo, per esempio, » nella basilica di Sant'Ambrogio » (BELTRAMI).

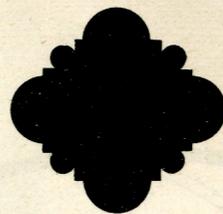


Fig. 106. — Sezione orizzontale dei piloni.

Un'altra caratteristica degna di nota è questa, che, cioè, i piloni liberi, che si trovano all'incrocio della navata longitudinale con quella trasversale, hanno una sezione più estesa di quella che non l'abbiano i restanti piloni della navata principale.

Ciascun fianco longitudinale per la parte anteriore del tempio è fatto di contrafforti sporgenti all'esterno, in corrispondenza delle divisioni interne fra cappella e cappella, e, come attualmente si nota, per la parte che sporgono dal filo del muro, sono, essi contrafforti, a sezione rettangolare disposta col lato lungo parallelo al muro stesso. Per la parte posteriore del tempio i pilastri citati sono a sezione quadrata ed assai massiccia.

*

Detto così della pianta, passiamo ad esaminare la *elevazione interna*. E' alquanto difficile dare in poche parole la descrizione degli spaccati che la Certosa dimostra, poichè l'organismo non vi si rivela unico e deciso.

Seguendo la pianta, discorriamo intanto della *parte anteriore*, guardando una campata della sezione longitudinale (fig. 107). A cominciare dal basso, la fronte per ciascuna cappella è costituita da un'arcata a tutto sesto, gettata su pilastri continui con quelli che raccolgono l'arcata della cappella adiacente, onde, essendo due le cappelle corrispondenti ad una campata sola delle navate, tanto minori che maggiore, il motivo architettonico *fondamentale* o di base, diciamo così, che informa lo spaccato longitudinale, qui è *doppio* o bipartito e con un pieno nel mezzo. Così segue esso motivo, montando in alto: due bifore sormontano le due arcate tonde delle cappelle e due finestrette a luce quadriloba sono sopra di esse bifore, ed una *nervatura* verticale si pronunzia fra di esse, prendendo origine da una mensola e salendo verso la volta.

L'arcata che separa la navata minore dalla maggiore è a tutto sesto e, superiormente alla sua serraglia, vi si riproduce, da una seconda mensola, il motivo della *nervatura* montante verso la volta, mentre la parete verticale, lateralmente a detta nervatura, accoglie due piccole finestre romboidali a luce stellata.

Guardando poi la sezione trasversale, si nota che, mentre in ciascuna navata minore le arcate che separano fra loro le successive campate sono a tutto sesto, quelle che separano fra loro le campate della navata maggiore sono a sesto acuto, ciò che non è indizio di completa organicità.

Nella *parte posteriore* della chiesa notiamo subito che l'incrocio delle braccia è costituito da quattro arcate a sesto acuto, sulle quali si innalza una cupola. E, propriamente, al disopra dei pilastri di sostegno ai vertici dell'incrocio quadrato di base, e sostenuti dalle arcate a sesto acuto, che collegano detti pilastri, partono alcuni controarchetti circolari depressi, che, a sbalzo l'uno sull'altro, conducono a restringere la sezione orizzontale del vaso in ottagonale. Spiccasi, adunque, il tamburo della cupola in prisma ottagonale, ed ha, negli spigoli, otto cordoni su mensole e, nei lati, otto logge affacciate all'interno, fatte, ciascuna, di tre colonne e quattro archetti a tutto sesto e sormontate, le logge, da lunette semicircolari, di cui, quelle disposte sugli assi della chiesa, sono decorate da finestre bifore e le altre da occhio tondo a quadrilobo. Su queste lunette si appoggia poi la cupola propriamente detta, siccome vedremo.

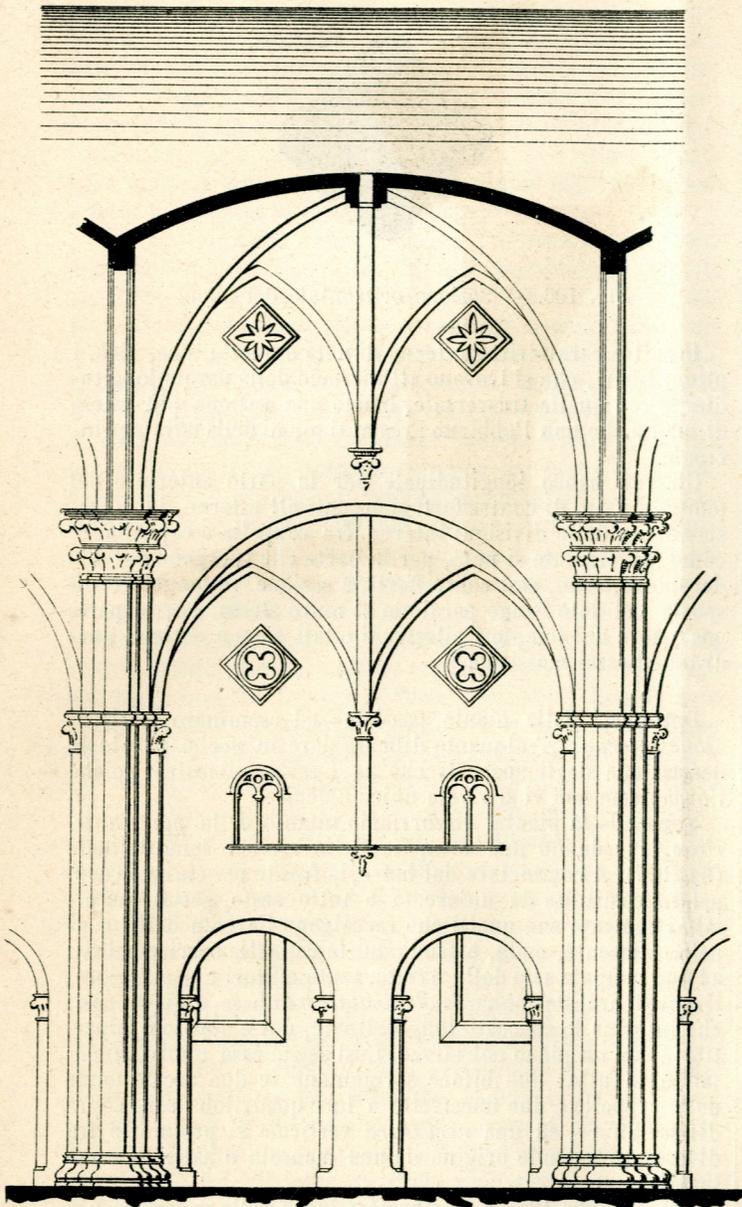


Fig. 107. — Sezione longitudinale di una campata.

Le navate minori, larghe, come si è veduto, metà delle campate maggiori, si immettono nella navata trasversale, bisecando, dalla parte del prospetto principale, le campate quadrate della stessa navata trasversale, mentre i piloni, che costituiscono l'asse di tale bisezione, non trovano corrispondenza nella parete di contro, cosa notevolissima questa e sulla quale torneremo in seguito. La sezione trasversale delle braccia minori della croce presenta poi, verso il fondo, un'arcata a tutto sesto che incornicia l'abside, e su di essa ha un rosone tondo.

*

Veniamo ora a discorrere delle *coperture* interne o *vòlte*. Per la parte anteriore della chiesa, le vòlte adottate, nella Certosa, sono:

- 1) Nelle cappelle laterali: vòlta a crociera, cioè a quattro spicchi;
- 2) Nelle navate minori: vòlta a crociera con vela doppia dal lato pieno, cioè a cinque spicchi;
- 3) Nella navata maggiore: vòlta a crociera con due vele doppie, cioè a sei spicchi.

Si vorrà notare la progressione del numero degli spicchi assai artificiosa; intanto, ricordando l'esposizione fatta dello

alzato interno, aggiungeremo che i cordoni salienti spiccati dalle mensole sporgenti dalle pareti sono appunto quelli che determinano in due la divisione delle vele delle crociere senza ragioni tecniche di giustifica.

Nella parte posteriore della chiesa le absidi sono concepite come immense nicchie a coperto d'intradosso sferico. La cupola, infine, è a sesto acuto e consta di otto spicchi che si appoggiano in basso alle archeggiature a tutto sesto delle lunette del tamburo e lateralmente sono sostenuti dai costoloni angolari, sorgenti dalle solite mensole. In alto essi spicchi non si ricongiungono del tutto fra loro, ma lasciano un'apertura circolare, intorno alla quale, dalla parte di sopra, è una balaustrata.

*

Or che l'organismo del tempio ci si è fatto, in massima, palese, usciamo all'esterno a considerarne l'alzato e, notata in alto la torre centrale, di cui parlasi a parte, continuiamo la nostra descrizione, a partire dalla *facciata postica*. Lo studio della pianta ci ha fatto conoscere il movimento delle sue masse, cioè le absidi semicircolari ed i pilastri quadrangolari: qui diremo che, orizzontalmente, essa facciata si presenta come divisa in due piani: quello delle absidi e

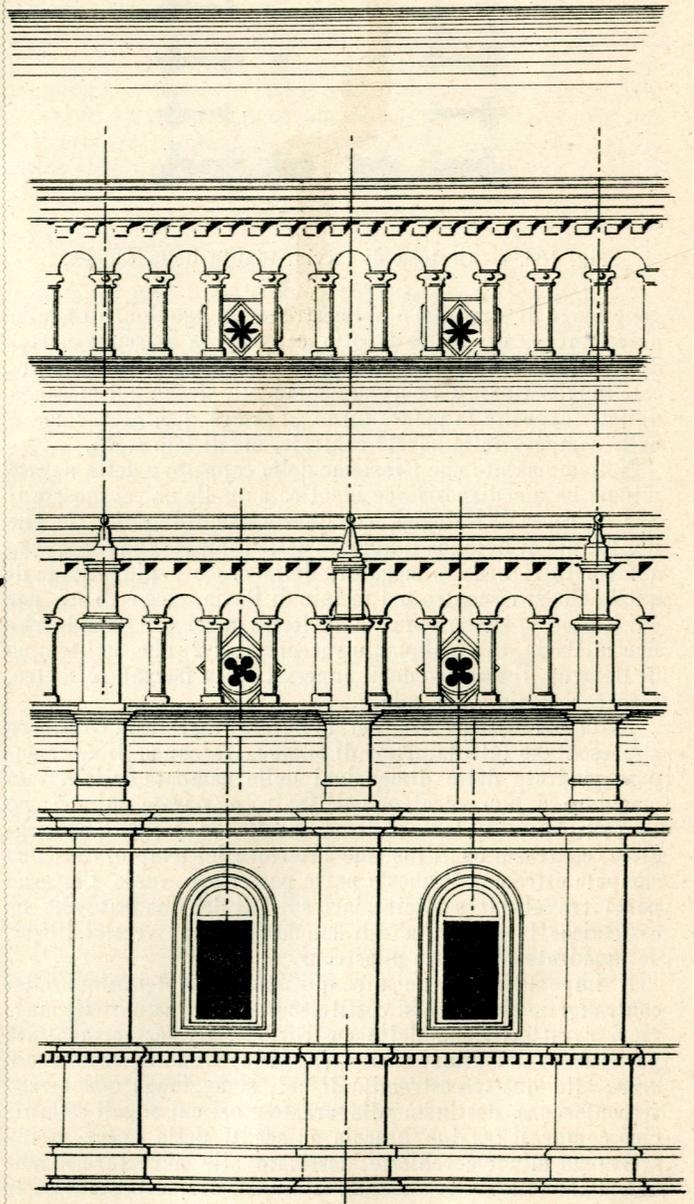


Fig. 108. — Prospetto laterale esterno di una campata.

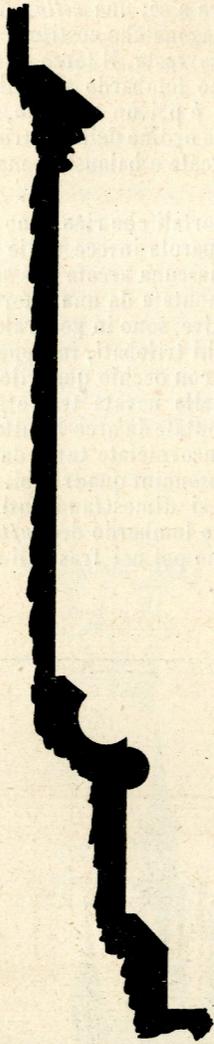


Fig. 109. — Profilo del basamento sul fianco.

quello superiore delle navate dei bracci minori. Ciascun piano è decorato, alla maniera toscana, da una galleria e coronato da un caratteristico cornicione fuor di stile: interrotti, le gallerie ed i cornicioni, solo dall'elevarsi dei pilastri, che terminano pure a cuspidi *aggiunte*. La fronte avanzata, cioè quella disposta sull'asse longitudinale, si presenta a finimento triangolare, ma priva di cornice, le absidi hanno tetto conico.

Passando all'esame del fianco longitudinale (fig. 108 e 109), si nota subito che, mentre l'alzato della parte posteriore del tempio concorda con quello della facciata postica già esaminata, e si equilibra perfettamente nelle sue masse, quello corrispondente alla parte anteriore del tempio non conserva equilibrio alcuno. Esso fianco si divide, infatti, orizzontalmente, non più in *due* piani, ma in *tre*, giacchè l'ordine che corrisponde in altezza alle absidi, si suddivide, qui, fra quello che spetta alle cappelle e quello che accoglie la loggia delle navate minori. Questa suddivisione porta seco l'inconveniente che le cappelle scompaiono quasi del tutto, specie a fronte delle absidi colossali.

Le gallerie che decorano, di fuori, le pareti della chiesa sono completamente analoghe alle romaniche d'Italia, specialmente alle toscane. Esse corrono orizzontalmente nelle pareti lunghe, mentre nelle tre fronti dei bracci minori della croce, al di sopra delle absidi sporgenti, salgono a logge inclinate o convergenti, cioè seguono la costituzione del frontone. Esse sono, di più, ricavate nello spessore del muro, ma considerandone la sezione (fig. 110), risultano in istra-
piombo delle arcate sottoposte che non hanno la grossezza

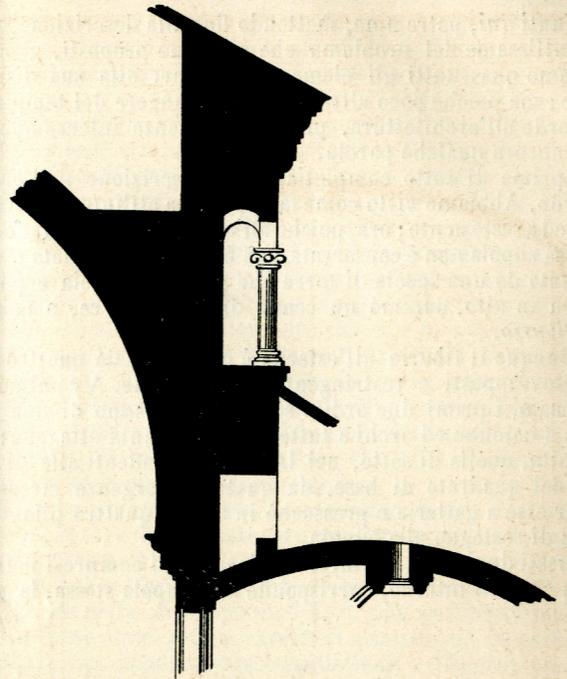


Fig. 110. — Particolare delle gallerie.

necessaria a sostenerle; hanno passeggiatoio interno, e, verso l'esterno, colonne ed archi: a tutto sesto nelle logge orizzontali, ed a collo d'oca in quelle inclinate. In queste gallerie s'aprono i piccoli vani di luce quadrangolari e lobati delle navate; pure, esse navate, non compiono un vero e proprio ufficio in sussidio dell'organismo interno. Il passeggiatoio è ininterrotto, cioè praticabile in giro in giro, poichè l'interruzione prodotta sui prospetti dai pilastri sporgenti è solamente fittizia, mentre nel pieno dei pilastri la galleria continua.

*

Passiamo infine ad esaminare il prospetto principale. Nelle sue linee schematiche ed estremamente semplificando, la descrizione della facciata principale si ricollega a quella della facciata postica, poichè la ripartizione orizzontale vi si riproduce alla stessa guisa, mentre solo la natura dello stile ne è diversissima, come vedremo.

Detto che la facciata, come è attualmente, si arresta *incompiuta* ad una linea orizzontale, aggiungeremo che essa si può considerare architettonicamente divisa prima di tutto in due parti: *inferiore* e *superiore*.

La parte inferiore, che ha, nel centro, l'unico portale che immetta nel tempio dall'esterno, s'innalza fino all'altezza delle absidi e conseguentemente del primo ordine di loggie. Essa consta di tre suddivisioni: l'alto *basamento*, la *parete* propriamente detta, che porta due finestroni bifori per ciascun lato, e l'*attico* superiore, il quale consta di uno spartimento a pilastri ed arcate a tutto sesto, richiamante, nello stile del rinascimento però, il primo ordine di logge laterali, ed interrotte solo da pilastri di maggior mole salienti dal basso.

La parte superiore dell'attuale facciata, poi, che ha nel centro un finestrone rotondo in cornice quadrata sormontata da frontone triangolare, si presenta come accennante più vigorosamente una ripartizione verticale in cinque campi, corrispondenti a quelli interni. Di questi cinque campi, quelli laterali si sviluppano a poca altezza, morendo in pinacoli e fastigi leggiadramente frastagliati; i tre del centro, seguitando ad elevarsi, presentano ancora uno spartimento a pilastri ed arcate a tutto sesto, sommesse alla linea orizzontale dell'attuale coronamento. Tutta questa facciata è vivificata poi dall'ornamentazione più ricca, siccome accenneremo parlando della *decorazione*.

*

Giunti qui, potremmo, mettendo fine alla descrizione, passare all'esame del problema che ci siamo proposti, giacchè abbiamo quasi tutti gli elementi necessari alla sua discussione; ma poichè poco altro vi è da aggiungere del tempio in riguardo all'architettura, preferiamo, senza interromperci, dire ancora qualche parola.

E prima di tutto completiamo la descrizione dell'alzato esterno. Abbiamo visto come la cupola sia all'interno ottagonale ed a sesto acuto; ora, poichè all'esterno (fig. 111) la forma di essa cupola non è conservata, ma è invece circondata e sormontata da una specie di torre che prima la fascia e poi si spicca in alto, daremo un cenno di questa torre, o meglio del *tiburio*.

Adunque il tiburio all'esterno è costituito da quattro ordini sovrapposti e restringentisi verso l'alto. A cominciare dal basso, i primi due ordini sono fatti ciascuno di una galleria a colonne ed archi a tutto sesto, di pianta ottagonata: arricchita, quella di sotto, nei lati corrispondenti alle diagonali del quadrato di base, da quattro sporgenze circolari, ancor esse a galleria e pressochè in asse ai quattro piloni interni di sostegno alla cupola.

Questi due primi ordini di gallerie sono compresi nell'altezza che, all'interno, corrisponde alla cupola stessa, la qual

cupola, siccome sulla cima porta l'apertura circolare altrove detta, ha, di sopra a sè, una *cella*, circondata, di fuori, da doppia galleria ottagonata che costituisce, con il podio a balaustrata, che gli sovrasta, il terzo ordine del tiburio. Qui si arresta l'organismo lombardo del tiburio, poichè, sovrapposto alla cella, vi è poi un *cupolino*, pure ottagonale e che costituisce il quarto ordine della costruzione; a forma di tempio aperto ad arcate e balaustre, ma di arte posteriore.

*

Trascurando i portali che rientrano nel rinascimento, dobbiamo tenere una parola invece delle *finestre*. Abbiamo visto che, all'interno, ciascuna arcata che separa le cappelle dalle navi minori è sormontata da una bifora; ora, queste bifore, puramente decorative, sono in generale a colonnetta centrale sostenente due archi trilobati, incappellati entrambi da una sola cornice tonda con occhio quadrilobo nella lunetta. Nelle pareti del coro e della navata trasversale, le finestre divengono trifore, sormontate da arco a tutto sesto, con due rosoni nella lunetta, ed incorniciato tutto da decorazione quadrangolare con altri rosoncini quadrilobi.

Queste finestre si dimostrano così varie e speciali che, mentre l'organismo lombardo del *tutto sesto* rimane a caratterizzarle, giungono poi nei frastagli a ricordare financo un poco il *flambojant*.

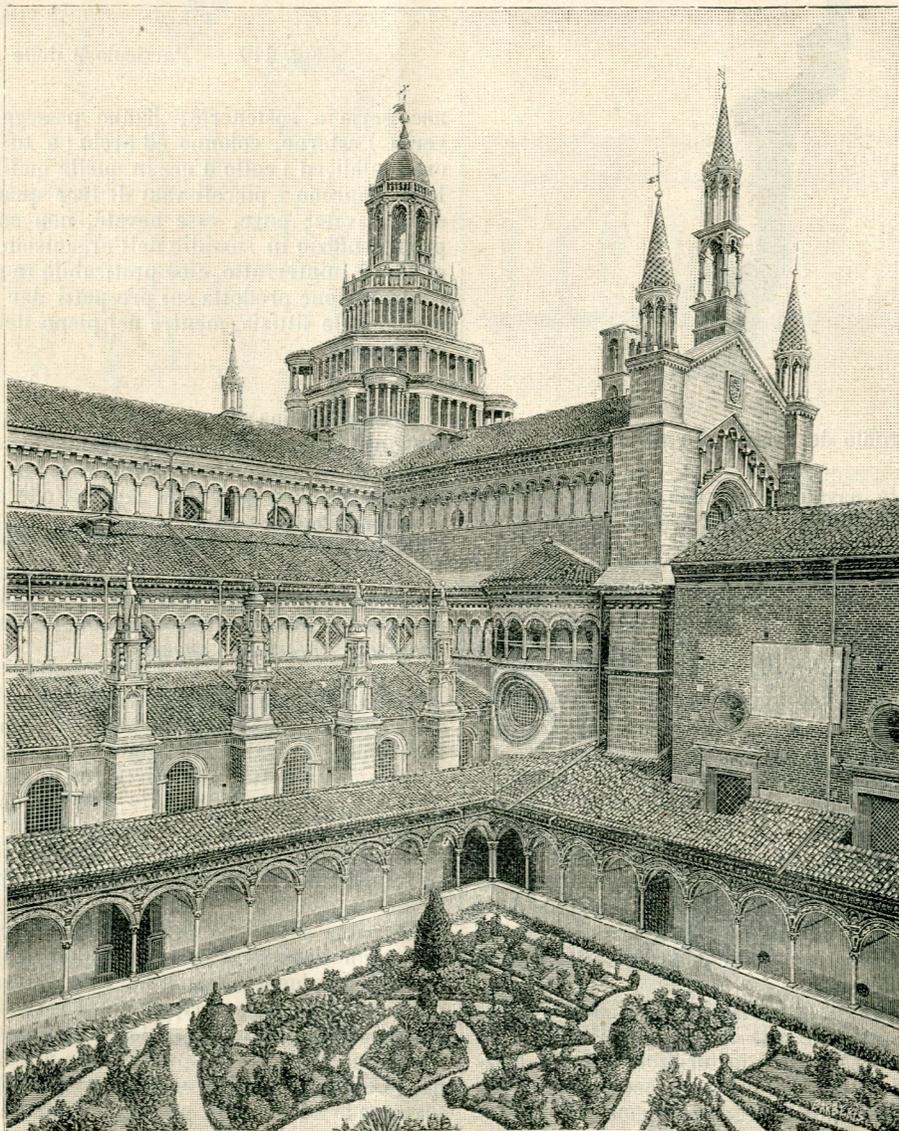


Fig. 111. — La Certosa veduta dal Piccolo Chiostro.

Sulla facciata principale le finestre sono pure bifore ad arco a tutto sesto, ma contenute in cornice rettangolare a frontone, ed hanno la caratteristica speciale delle colonne dette a *candelabro*, cioè riccamente scolpite ed istoriate nel fusto; esse appartengono allo stile del rinascimento. I rosoni tondi che sono in fronte ai bracci minori delle croci sono privi di ruota ed hanno invece ricca cornice di stile rinascimento. Ed eccoci, quasi inavvertitamente, entrati a discorrere della *decorazione*. Completiamo adunque brevemente l'esame.

Gli elementi decorativi di tutto il tempio appartengono ai tre stili: lombardo, gotico e rinascimento in proporzioni differenti così come cercheremo di caratterizzare: 1) Sono del *rinascimento* tutte le decorazioni che appartengono alla facciata principale, i cornicioni laterali coronanti all'esterno le gallerie, i portali interni, i rosoni delle braccia minori della croce; 2) sono *lombarde*, d'influenza toscana, tutte le decorazioni attinenti alle molteplici gallerie (capitelli, basi (fig. 112),

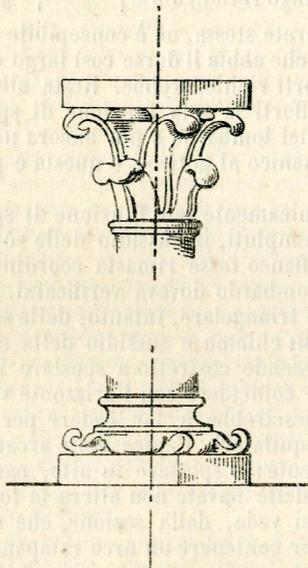


Fig. 112. — Colonnella delle gallerie nelle Absidi.

fregetti, ecc.), alle finestre romboidali ed alle bifore dell'interno; 3) sono d'*influenza gotica* le basi ed i capitelli dei piloni e qualche elemento delle trifore della navata trasversale.

Il principio informatore della decorazione del rinascimento è l'*incrostatura*, cioè il rivestimento applicato al nucleo murario, e però essa non solo artisticamente, ma anche tecnicamente è opera posteriore alla costruzione del nucleo; i capitelli lombardi sono invece applicati durante la costruzione e però coevi ad essa.

Va notato in ultimo che i soggetti decorativi per l'arte del rinascimento sono qui un miscuglio di profano e di antico con religioso e moderno nelle zoccolature; sono motivi tratti da scene bibliche nelle parti superiori; sono statue, gruppi, statuette, medaglioni e fiorami un po' da per tutto e di ricchezza ed abbondanza straordinaria, come del resto è risaputo. Nei cornicioni all'esterno della chiesa si alternano poi i motivi classici degli ovoli, dei modiglioni, dei pianetti scanellati, delle gole le più varie e ricche, ma di pochissimo aggetto.

Completata la descrizione della Certosa risulta evidente che, nella pianta, si contrastano il campo gli indirizzi gotici prevalenti nella parte anteriore, e gli indirizzi lombardi, prevalenti nella parte posteriore, tanto che l'insieme delle due parti dà luogo ad incongruenze che non si possono giustificare pienamente per non essersi accertato in maniera definitiva se fu il piano lombardo a sovrapporsi al gotico o questo a quello.

Secondo l'autorevole parere del BELTRAMI, abbiamo visto che il primitivo piano della Certosa era di stile *gotico italiano*,

il quale trovava nel tempo estrinsecazione nei due grandiosi monumenti di Milano e di Bologna, anzi, a quest'ultimo, dovebbesi l'idea fondamentale del tempio che andava a sorgere in Pavia, dalla quale idea poi, si sarebbe avvertito un *ritorno*, specie per opera di Guiniforte Solari, alla tradizione lombarda, per finire, da ultimo, al più brillante rinascimento.

Or questa via tortuosa che, partendo dal gotico italiano, ritorna al lombardo per finire al rinascimento, sembra già, così espressa, assai poco naturale, e sempre più si addimostra contraria al vero, quanto più da vicino si vagliano gli argomenti che sono pro e contro di essa. Per cotesta via tortuosa, la costruzione sarebbesi condotta su di un organismo *gotico* rimasto in pianta inalterato nella parte anteriore del tempio, mentre il sistema di voltare, attesterebbe la « variante introdotta nell'organismo del concetto primitivo in corrispondenza alla navata trasversale, la quale variante consiste nella caratteristica disposizione di piccole absidi (noi le abbiamo dette colossali, e tali sono rispetto alle cappelle) raggruppate intorno alle testate che conterminano quella navata ed il coro » (BELTRAMI).

Sarebbe adunque questa, domandiamo, la sola variante che avrebbe dovuto trasformare un organismo gotico in romanico? Ma, soppressa che sia, da noi, cotesta variante, cioè immaginate abolite le absidi, che cosa di gotico riacquista la parte posteriore della nostra pianta? E, di più, se l'organismo primitivo fosse stato gotico, sarebbesi passato nel progetto dal disporre ben *cinque* navate longitudinali a disporre *una* sola trasversale? E non sarebbervi state, non diciamo cinque navate pure, nel braccio trasversale, come sarebbe stato razionale e come portava il progetto del S. Petronio (da cui il nostro si dice improntato), ma almeno *tre navate*?

Cotesti interrogativi sono contrari alla tesi del gotico: e poichè il BELTRAMI a rinforzo, soggiunge « tale disposizione » si presenta come un *ritorno* alla tradizione lombarda, al pari dei massicci contrafforti angolari, ci occorre domandare ancora: ma i contrafforti longitudinali (che non sono meno massicci degli angolari) che cosa starebbero qui a rappresentare?

Poichè, non vi ha dubbio, crediamo, che i contrafforti dei fianchi sian sorti coevi alla parete cui sono addossati, onde deriva che, per la parte anteriore del tempio, i contrafforti proverrebbero appunto dall'organismo primitivo che dicesi *gotico*, ed i contrafforti della parte posteriore non sarebbero più un *ritorno all'antico*, ma un prestito al gotico della parte anteriore, tanto essi contrafforti sono uniformi tra loro.

E di più, essendo stato dimostrato, siccome diremo fra poco, che i contrafforti effettivamente non concorrono al riassorbimento delle spinte, se essi fossero stati aggiunti posteriormente insieme alle absidi per determinare un ritorno al lombardo, si sarebbe pure certamente provveduto a che la loro funzione statica non andasse delusa.

Ma... non procediamo disordinatamente, e fermiamoci un momento a chiarire.

*

Nel riprendere la discussione intorno all'organismo primitivo della Certosa di Pavia, contrapponiamo innanzi tutto allo sviluppo costruttivo che ci fa tornare dal gotico al lombardo, uno sviluppo costruttivo che ci pare più conforme al vero, per potere a mano a mano ed alla luce delle ipotesi contrarie, discutere più efficacemente e brevemente.

Dalla pianta dell'attuale Certosa, sopprimansi, per un momento, gli spartimenti che danno le cappelle ed i contrafforti esterni corrispondenti alle mezzerie delle campate, senza alterare del resto il muro esterno altro che per restituirgli i contropiloni e le luci al centro delle campate stesse: avremo una pianta a *tre navate longitudinali eguali*, a campate quadrate che presentiamo in fig. 113. Costruiamoci idealmente ma organicamente, su questa pianta stessa e con gli elementi delle alte absidi, dei forti piloni e delle ampie gallerie, che appunto la chiesa dimostra, un tempio di stile lombardo.

Intendiamo provare che sarebbe stato cotesto appunto il meraviglioso edificio, ben più ampio e superbo dello attuale, che Gian Galeazzo aveva fatto concepire al suo progettista, e dal quale, una mala intesa mania di *goticizzare*, ha poi

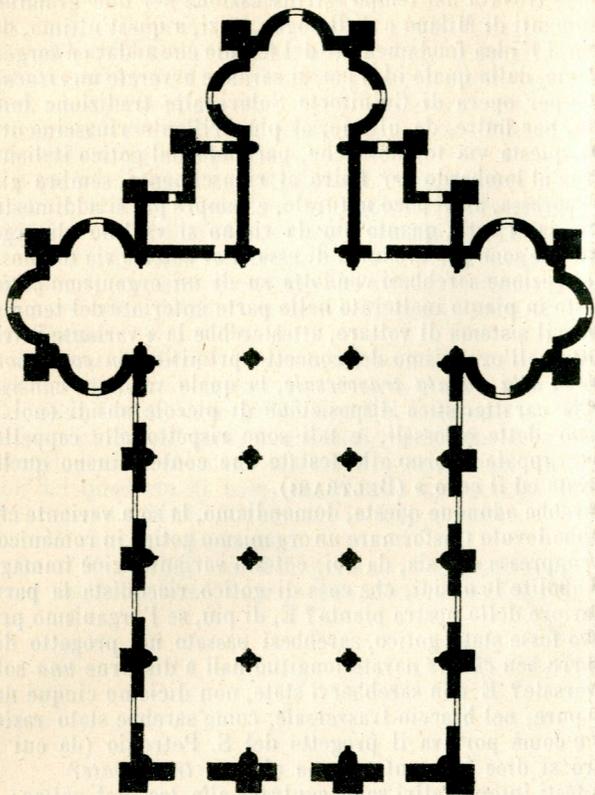


Fig. 113. — Pianta ipotetica secondo il primo concetto di stile lombardo.

tratto l'attuale, lasciando tracce indelebili di rappicciolemento e di ripiego. Per via opposta, pensiamo che, gettate le fondazioni su questa pianta lombarda a tre navate eguali, e portatele a fior di terra fossero sorte delle cause (di qual natura vedremo poi) a distogliere gli artefici dal primitivo concetto lombardo per accostarsi invece ad un concetto *gotico* onde, senza alterare il già costruito, si fossero ripartite le navate laterali ricavandovi le cappelle con l'*aggiunta semplicissima dei partimenti*; intendiamo provare essere stata costesa aggiunta veramente semplicissima a farsi, l'unico tramite che condusse il tempio ad avere la forma presente. Intendiamo vedere, cioè, se lo sviluppo costruttivo che procede da un organismo prettamente lombardo a tre navate eguali al quale si *sovrapponga* la ripartizione delle navate laterali in navate minori e cappelle, ci permetta spiegare tutta l'essenza presente del tempio, con le sue incongruenze e le sue caratteristiche.

Intanto, e, secondo questa nostra ipotesi, con la sovrapposizione delle cappelle in contrapposto col primitivo progetto, dovette iniziarsi una lotta fra la tradizione lombarda e la novazione gotica. Essa lotta si risolse, secondo noi, una prima volta immediatamente nella vittoria del lombardo, onde le stesse arcate d'ingresso alle cappelle si gettarono a tutto sesto e le volte di loro copertura furono a crociera semplice. Procedette così, sempre secondo la nostra ipotesi, facilmente vittorioso l'elemento lombardo, perseguendo l'antica idea ed acconciandosi suo malgrado alla inopportuna aggiunta delle cappelle, a riparare la quale introdusse una decorazione doppia in ciascuna campata. Ma già, fatalmente la organicità dell'edificio erasi alterata completamente, da quella che era nel progetto primitivo.

Infatti le cappelle venendo a ripartire in due l'altezza che era stata per lo innanzi progettata per le navate laterali, portarono, come prima conseguenza, la inutilità statica dei contrafforti del fianco, mentre invece per necessaria euritmia ne raddoppiarono pure il numero. Il vedere cotesti massicci contrafforti in pianta, suggerisce al BELTRAMI che, l'ufficio cui originariamente erano destinati e che egli ritiene gotico,

doveva essere quello, sia di accogliere gli *archi rampanti*, sia di comportarsi come *massicce speronature*. Pure la considerazione del tempio gli dimostra poi, che essi non solo non portano gli archi rampanti ma in effetti si ha che: « rispetto » alle spinte dirette degli archi e delle volte nella Certosa, » nè le murature trasversali che suddividono le cappelle e » tanto meno i massicci contrafforti che conterminano tali » muri, hanno la benchè minima *efficacia statica* e la loro » demolizione non comprometterebbe la stabilità delle volte ».

Questa constatazione è assai importante, nè si spiega plausibilmente col dire che la incongruenza fu originata dall'essersi le cappelle *arrestate a minor altezza* di quello che il presunto concetto gotico primitivo contemplava. Infatti, va notato primieramente che i nostri contrafforti, fin dalla pianta, non sono di natura gotica, nè potevano perciò essere destinati a ricevere gli *archi rampanti*, perchè la loro sezione non è il lungo rettangolo \square applicato *normalmente* alla parete, ma il lungo rettangolo \square applicato *parallelamente* alla parete stessa, nè è concepibile d'altra parte un arco rampante che abbia il dorso così largo come il fronte dei nostri contrafforti richiederebbe. Resta allora da assegnare ai detti contrafforti la sola funzione di speronatura, quale infatti ebbero nel lombardo e più ancora nello stile di transizione dal romanico al gotico; e questa è proprio da accettarsi.

E bene organicamente tale funzione di sperone avrebbero i contrafforti compiuti, in sussidio delle volte interne, se la elevazione del fianco fosse rimasta coordinata ad essi come nel progetto lombardo doveva verificarsi. Neanche l'esame diagrammatico triangolare, intanto, della sezione trasversale che il BELTRAMI chiama a sussidio della sua tesi, — e per la quale pur essendo costretto a spostare in alto la linea di base facendola coincidere con l'orizzonte visuale dell'osservatore, non riuscirebbe a far cadere perfettamente in un vertice degli equilateri, l'apice delle arcate centrali, — ci sembra esauriente: lo spostare in alto, parallelamente a sé stessi, i tetti delle navate non altera la loro *distanza reciproca*, e ben si vede, dalla sezione, che questa distanza è troppo breve per contenere un arco rampante, il quale, se costruito, sarebbe riuscito sempre senza slancio o senza ufficio di contrasto. E di più, spostandosi il tetto delle navate, come il BELTRAMI immagina, non si sposta pure l'attuale vertice del diagramma triangolare? e non dovrebbe allora questo adattarsi invece alle nuove misure piuttosto che alle vecchie?

Ecco un cerchio vizioso! Ma d'altra parte, noi potremmo costruire facilmente un diagramma reticolare della sezione ispirato alle caratteristiche lombarde, e dissipare così ogni difficoltà a suo riguardo: ci contenteremo invece di aggiungere che, data la tendenza alla grandiosità che si riscontra in progresso di tempo, non sarebbe giustificato l'essersi gli artefici arrestati ad altezza minore di quella prima progettata, mentre anzi l'avrebbero forse accresciuta. Adunque i contrafforti perdettero il loro *carattere tecnico*, davvero per la introduzione delle cappelle nell'organismo lombardo preesistente, ed analogamente i muri partimentali fra esse cappelle, costituendo una *aggiunta*, non ebbero nè hanno di loro natura, ufficio di concorrere al riassorbimento delle spinte, ma furono e restano tutt'ora *membrature intrusive*.

Siamo entrati, come si vede, a giudicare se le caratteristiche disorganiche della nostra costruzione si spiegano meglio con la ipotesi della sovrapposizione gotica o lombarda: e poichè la ricerca del piano, secondo il quale la Certosa fu ideata ed iniziata, non la si può condurre in via documentale su alcuna traccia sicura, venendo meno alla bisogna anche le diverse rappresentazioni in bassorilievo od in pittura con che gli artisti preposti al lavoro della chiesa ne hanno tramandato il *modello* ponendolo nelle mani del fondatore in pio atto di offerta alla Vergine, giacchè queste rappresentazioni sono, non già l'espressione *primissima* del tempio Visconteo, ma espressione posteriore alla fondazione o *cova* agli artisti che l'han fatta; ci si perdonerà se siamo costretti ad insistere sulle ragioni costruttive e stilistiche.

*

Una considerazione delle più semplici in apparenza, ma che ha invece tutto il suo peso, ci viene suggerita dal fatto che il tempio ha un solo ingresso al centro, poichè certo, come già dicemmo, se il tempio fosse stato concepito su organismo gotico a cinque navate, esso avrebbe avuto almeno tre ingressi, fin dal suo inizio, e questi sarebbero a noi rimasti. Per noi, realmente il primitivo progetto del tempio ebbe tre ingressi, ma quelli secondari dovevano essere in asse appunto alle larghe navate lombarde, non già alle ristrette gotiche, e questi ingressi vennero di necessità murati, quando per quella malaugurata ripartizione in cappelle vi si dovette porre un *pieno* per attaccarvi la parete longitudinale; mentre, gli spazi rimanenti di lato a questo attacco, dovettero risultare (o essere giudicati) *insufficienti* a contenere un nuovo ingresso e furono riserbati solo a ricevere finestre, di cui una anzi fu cieca del tutto. Ecco adunque che man mano, con la nostra ipotesi, vengono rischiarandosi abbastanza plausibilmente le cose: procediamo adunque.

Abbiamo detto che, fondate le cappelle, il lombardo riprese ben presto il sopravvento sul gotico, ed infatti sembra a noi che si progredisse alacramente nella costruzione delle murature generali ora che il gotico non aveva molta ragione ad intervenire. All'esterno, sui fianchi, si erano respinte indietro, di sopra alle cappelle, le gallerie che nel primitivo progetto erano concepite più innanzi, ma esse gallerie si trovarono però condannate subito a perdere la loro funzione organica, sia di dar luce all'interno direttamente e sia di appoggiarsi staticamente con le loro colonnette sul pieno. Infatti, per l'appoggio, sempre avendo esse necessità di una considerevole spessezza nella sezione, poggiando ora sull'arco di ingresso alle cappelle, grosso solo metà della parete esterna, dovettero campare necessariamente sul falso; mentre che, la corrispondenza fra le altezze interne e quelle esterne, non essendo più restata quella del primitivo progetto, non permise nemmeno alle gallerie la luce diretta. E' così, e non altrimenti, che le gallerie attuali, che pure sono tanta parte dell'edificio, non hanno viceversa funzione organica rispetto ad esso e poggiano in falso.

Mentre si conducevano innanzi intanto le murature, lasciando in esse all'esterno solo posto per i cornicioni ed all'interno voltandosi le arcate delle navate minori, riserbandosi di passare ben presto alle volte, e mentre le arcate, in omaggio al concetto lombardo, si voltavano sempre a tutto sesto ed a profilo poco frastagliato (fig. 114), la lotta fra l'e-

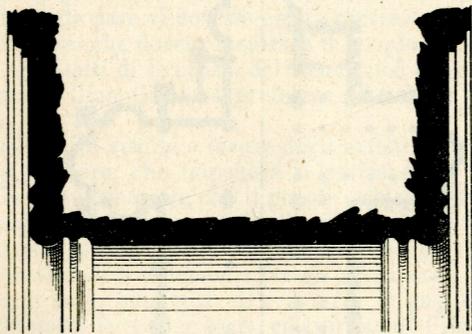


Fig. 114. — Sezione alla chiave degli arconi principali a tutto sesto.

lemento gotico ed il lombardo stesso, si dovette ripresentare all'atto appunto di coprire la costruzione, in modo che quasi a viva forza ottenne il gotico di raffazzonare una qualche cosa improntata al suo gusto e ci diede quelle volte disorganiche a cinque e sei spicchi più sopra ricordate.

Diremo in seguito quale sia stato il periodo di questa seconda fuggitiva sovrapposizione di gotico al lombardo, mentre ora ci fermeremo un poco sulle incongruenze di cui fu cagione.

Primieramente si verificò la presenza di piloni prettamente lombardi a sostegno di volte che nel loro ibridismo avrebbero

voluti essere gotiche, e questo perchè non si poteva certo cancellare la natura caratteristica di questi piloni a croce greca, senza diroccare tutto il già costruito, mentre che se il pilone fosse stato concepito integralmente con un organismo gotico, siccome la tesi avversa alla nostra richiede, avrebbe avuto, come ognuno sa, una sezione a fascio; ed ognuno sa pure, di quale delicatezza ed importanza sia qui questo indizio, essendo il pilone in ogni chiesa la base essenziale di tutta la costruzione.

Si verificò poi che il cordone saliente dalle mensole e bisecante le vele della crociera non ebbe alcun ufficio statico nella costituzione della volta, cosa che è addirittura un grave errore tecnico. Ma questo cordone, che, come abbiamo veduto, concorse a dividere in due la decorazione derivata dall'aggiunta delle cappelle, mentre rimarrebbe facoltativo se per l'organismo primitivo si accetta il gotico, tale non resta, viceversa, se il primitivo organismo si consideri lombardo, ma nacque invece *posteriore* e *necessario*, dall'incontro poco felicemente intuito delle navate minori con la navata trasversale, nel quale incontro, dovevasi di necessità, verificare una linea bisecante la campata e saliente verso l'asse della volta, che perchè non restasse senza linea simmetrica, doveva richiedere una nervatura contraria, la quale non avendo pilone sotto di sé (e difatti nell'organismo lombardo non c'era ragione a disporvelo) spiccossi appunto da mensole risalata e dette origine alle volte a crociera a sei spicchi della navata trasversale, che furono ripetute poi nella navata centrale per *euritmia* ed in concorso con la decorazione duplice delle campate.

Ed anche qui adunque, la intrusione delle cappelle genera e spiega quel che, senza cotesta ragione, non si può chiamare che o un puro *capriccio* o uno *sforzo* a trasformare in gotico un organismo che non è tale.

E spiegasi anche, con la progressività dei lavori che noi abbiamo esposta e che più in là giustificheremo cronologicamente, quel bizzarro ma inadatto tipo di volta a cinque spicchi che copre le campate delle navi minori, il qual tipo sarebbe stato di certo anch'esso a sei spicchi, se l'arcata di separazione fra la navata minore e quella maggiore, non fosse stata a tutto sesto e di già costruita al momento di coprire le navate trasversali, onde nè la si potette fare a sesto acuto (come fu fatto per la navata centrale) nè si poté inserire nella sua serraglia una mensole su cui far morire da un lato la nervatura bisecante la volta della campata minore, e far nascere dall'altro quella bisecante la volta della campata maggiore, la quale nervatura in effetti qui si spicca *poco di sopra ad essa arcata*.

Nemmeno questa volta, intanto, l'influsso gotico poté durare a lungo, onde raffazzonate alla meglio le coperture, esulò definitivamente, lasciando al primitivo lombardo la possibilità di giganteggiare con il completamento delle parti laterali e con la elevazione del tiburio.

Però di già nel tempio l'elemento della rinascenza si era impadronito della facciata e veniva informando da per tutto la decorazione. E si infiltrò esso nei più minuti lochi ove gli fosse consentito sovrapporsi, tanto che avendo trovato libero il posto riserbato sui fianchi esterni alle *cornici*, vi si alloggiò nella nuova forma classica, mentre presumibilmente esso posto aspettava archeggiature lombarde, come si deduce pure dalla grande altezza che oggidi le cornici hanno rispetto al loro piccolo sporto. Ma di questo influsso della rinascenza non è intenzione nostra occuparci, mentre di esso dopo il BELTRAMI, il MEYER ha fatto attentissima ricerca, ed il CRUGNOLA chiaro e largo riassunto critico.

*

Giunti a questo punto, ci pare rilevarsi abbastanza chiaramente che l'organismo fondamentale o primitivo del tempio non poté essere che il lombardo; pure se il lettore non fosse come noi persuaso, potremmo aggiungere a rinforzo qualche considerazione d'indole generale.

E prima di tutto è bene osservare che se l'organismo primitivo della costruzione fosse stato gotico, in tutto il vasto complesso delle fabbriche annesse alla chiesa, impiantato contemporaneamente ad essa, qualche parte almeno: o

membro, o edificio, o chiostro, o magari finestrone, si rivelerebbe di intenzione gotica, non diciamo nell'alzato, ma almeno nella pianta. Per esempio, la sala capitolare avrebbe assunta probabilmente una disposizione centrale, le muraure sarebbero state concepite a piccoli contrafforti e larghi finestroni; i porticati a colonnine ravvicinate per ricevere archi slanciati, mentre invece qui tutto spira il largo e fermo concetto lombardo del tutto sesto, ancorchè arricchito dal decoro della rinascenza feconda.

Ma già al solo guardare dall'esterno questo tempio, a parte della facciata che è, come abbiamo veduto, una cosa tutta a sé o un paziente lavoro di incrostazione, ma che però pur si ricollega in certo qual modo alla parte postica, non possiamo fare a meno di caratterizzarlo per romanico; e se sopprimiamo poi le cornici del rinascimento e vi sostituiamo gli archetti, tale caratteristica non ci lascia più dubbiosi. Anche allo interno, sebbene in maniera meno decisa, è facile concepire, abolendo in maniera larga e con criteri d'arte le sovraapposizioni gotiche, quell'organismo romanico il cui concetto essenziale fu certo la croce lombarda o trilobata che mostriamo nella fig. 115 ed in cui si è lasciato, della pianta, il

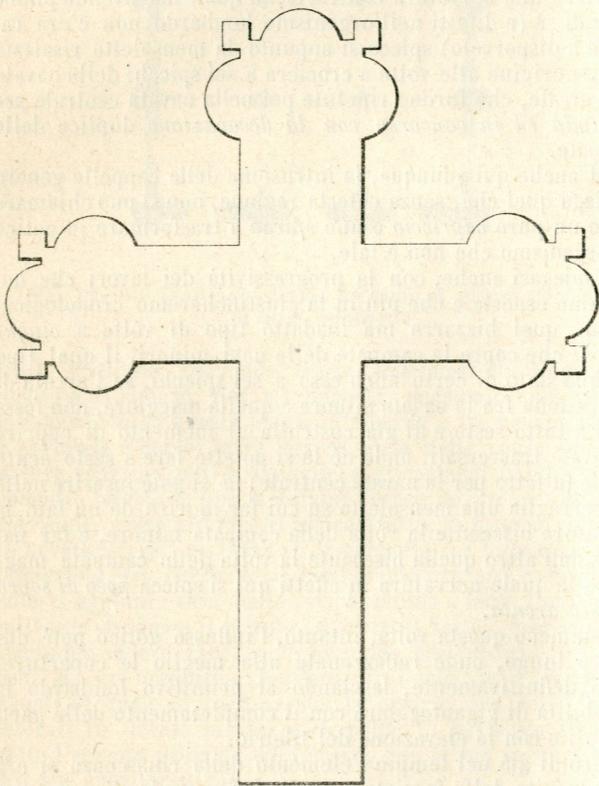


Fig. 115. — Delineamento della croce lombarda quale primo concetto tratto dalla pianta attuale.

contorno ideale perfettamente conforme alle belle croci processionali del tempo.

*

Ed anche una parola relativa al campanile, il quale in pianta qui non è accennato in nessun punto, mentre nelle chiese gotiche pure trova posto o sul fronte o sui fianchi in torri sporgenti, ci richiama sempre più al romanico anche per paragone alla bella torre di Chiaravalle, e da per tutto insomma un richiamo alle intenzioni decorative toscane pur si nota, che non ammette dubbio di alcuno.

Ma, infine, domanderà il lettore che fin dal principio avesse creduto trovare nelle navate *eguali* una potente obiezione al piano suggerito da noi come primitivo, potete voi giustificare la pianta prescelta?

Certo che sì, rispondiamo, ed eccoci adunque a discorrere brevemente della probabile origine del piano da noi presentato siccome primitivo, cioè dell'attuale piano privato solo delle cappelle verso l'interno.

Se la pianta a tre navate eguali sembrasse un po' strana, diremmo subito, col JACOB (il quale, quando non si tratta degli stili che precedettero e seguirono il romanico ed il gotico, coglie sempre nel giusto ed ha, di più, una competenza meravigliosa nell'arte a servizio della chiesa), diremmo dunque che ben vi fu, nello stile romanico di transizione, una forma di chiese « semplice e meno dispendiosa » di cui si incontrano oltre l'alpe numerosi esempi e nella quale « le navate laterali sono larghe come quella di mezzo, oppure la metà ». Sarebbe così giustificato tutto. Pure noi non amiamo si pensi che col citare le chiese di oltre alpe, nel caso attuale specialmente quella di Westfalia, vogliamo ritenere la nostra, un prestito all'arte straniera. Tutt'altro: abbiamo semplicemente fatto esempio *in via di massima*, mentre ci accingiamo ora ad un esame più particolareggiato e diretto.

Nelle chiese medioevali italiane a navate minori quadrate e navata maggiore rettangolare, partendo dalle più antiche e venendo verso le più moderne, si nota, con grande chiarezza, questa tendenza: che cioè la navata centrale tende a restringersi onde dall'aver la campata rettangolare disposta col lato lungo normalmente all'asse longitudinale, cerca, equilibrando sempre più fra loro i suoi lati, passare alla campata quadrata.

Infatti, considerando il rapporto dei lati delle campate della navata centrale fra loro, si vede che dai grandi rapporti che non riferiamo, ma ognuno ricorda, poco a poco si giunge al rapporto unitario. Esso è ancora di 5:2 nel Duomo di Pisa, è di 3:2 nel Duomo di Siena, e nel Duomo di Firenze passa a quello di 2:2 e questo è appunto quello che si addice al caso nostro, ultima espressione di questa tendenza. Per troncane definitivamente la questione, mostriamo come la nostra pianta della Certosa, cioè quella che è semplificata delle cappelle, proceda in linea direttissima dalla pianta di altra chiesa italiana, diciamo del Duomo di Pisa.

Prendiamo questa pianta e, senza alterarla nella forma, rendiamo quadrate le campate della sua navata centrale lasciando loro la larghezza che vi hanno. Si vedrà subito (fig. 116) che le *dieci* campate rettangolari della parte anteriore della

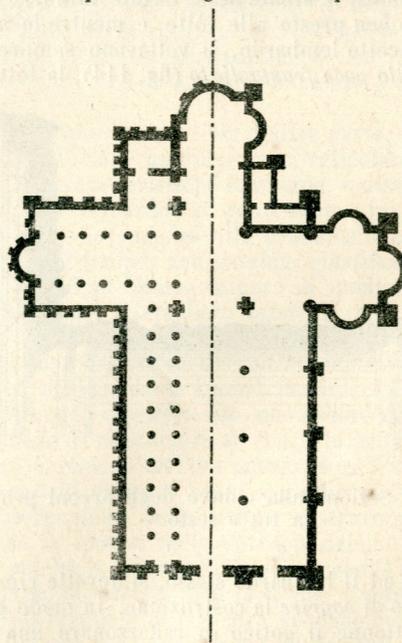


Fig. 116. — Correlazione fra la pianta della Certosa di Pavia e quella del Duomo di Pisa.

navata maggiore, si trasformano appunto e precisamente in *quattro campate quadrate* mentre le navate minori si riducono da quattro a due. Alle braccia minori pure poco c'è da

modificare, siccome dimostra la nostra figura, poichè trasformate in quadrate le campate della nave trasversa, le linee direttrici di questa trasformazione sono appunto quelle che di già, nella pianta pisana esistono, e la trasformazione, per essere completa, non richiede altro che la ripetizione laterale delle absidi già esistenti sulle fronti delle braccia minori ed il coordinamento dei contrafforti. E si noti, altra importante coincidenza, che i piloni destinati a sostenere la cupola anche nel Duomo di Pisa hanno sviluppo maggiore degli altri, proprio come accade per la Certosa. Ma... più che la nostra parola varrà certo la considerazione della figura a cui rimandiamo il lettore.

Ci sia concesso adunque di concludere che l'organismo primitivo sul quale il lavoro della Certosa fu iniziato e dal quale dev'è solo per *sovrapposizione di elementi gotici*, si era ispirato allo stile lombardo d'influenza toscana e non già al gotico, siccome da tutti è ritenuto.

*

Giunti qui, è bene fare una osservazione. Le ricostruzioni storiche dei periodi di edificazione durati lunghi anni ed improntati a stili diversi, se condotte solo al lume delle caratteristiche tecniche e stilistiche, possono dare luogo ad industri speculazioni più o meno geniali e verosimili; però se non sono sussidiate da un qualche corredo cronologico appurato, possono riuscire anche abili favole: onde è che a noi corre l'obbligo di esaminare, prima di liberarci in tutto dall'argomento, se vi siano dei dati in appoggio della nostra esposizione. E ci accingiamo appunto a mostrarne, ricorrendo alla esauriente cronologia fatta dal BELTRAMI nelle sue opere preziose. Importa innanzi tutto fissare le date degli edifici che si considerano: il 1386 per il Duomo di Milano, il 1390 per gli studi sul S. Petronio, il 1396 per la fondazione della nostra chiesa. Come si vede, la Certosa veniva terza ed a breve distanza di quelle che furono, di poi, le maggiori espressioni dell'arte gotica italiana. Potrebbe adunque, per effetto di paragone, accogliere la induzione che essa nascesse con organismo gotico improntato ai due altri edifici suddetti.

E potrebbe rincalzarsi tale presunzione, pensando che la Certosa sorgeva ad iniziativa di Gian Galeazzo che pure figurava nella costruzione del Duomo di Milano. Ma dobbiamo avvertire a questo riguardo, che le tendenze artistiche di Gian Galeazzo non ci sembrano quelle che si manifestarono appunto nel progetto del Duomo, poichè primieramente (e noi siamo qui col CANTÙ) la fondazione del Duomo è dovuta alla volontà popolare, *corda fidelium*, e non al solo principe; secondariamente pare vi dovesse essere contrasto sulla scelta dell'architettura che doveva ispirare il tempio, se il popolo chiedeva architetti di Bruges o del Reno (cioè artisti esperti nel gotico) e Gian Galeazzo preferiva gli artisti lombardi (MELANI).

La questione fu risolta a favore degli artisti lombardi, ma la volontà popolare, che imponeva il gotico stile, fu vittoriosa. E bene era naturale che il popolo caldeggiasse lo stile gotico poichè l'alto potente della libertà lo vivificava, e solo l'anima popolare poteva amare un sì gaudioso richiamo verso il cielo, innalzandosi lietamente fra gli archi acuti pieni di merletti e di nervi guizzanti all'aria e fra le guglie sveltesime, sovrastanti le vecchie torri, ed esprimenti l'impazienza del volo!

Non cotesta doveva essere l'aspirazione del principe, ma doveva egli preferire, per sua natura grave e conservatrice della tradizione del potere, la immobilità della forma pari alla rigidità del dogma, e, sebbene volesse egli erigere un monastero « *quam solemnus et magis notabile poterimus* » siccome disse, non poteva preferire, per esso, il libero gotico, ma il lombardo, appunto *solenne!* Solo che in questo, che pur col grave arco ci tiene inchini in servitù verso la terra, voleva preponderare con la imponenza grandiosa della massa! D'altra parte, tanto il Duomo di Milano che il S. Petronio di Bologna che erano allora ai primissimi lavori, non potevano affatto essere sprone sull'animo di Gian Galeazzo con *impressioni visive*, tanto più che il concetto del tempio « *solemnus et magis notabile* » si era venuto maturando

nella sua mente *da assai tempo*, come fan fede le precedenti donazioni, e certo vi si era fissato nelle linee principali, non dissimili, queste, da quelle che informavano i magnifici templi di Lombardia e di Toscana.

Ed essendo G. Galeazzo per Pavia libero di prescegliere il suo stile, giacchè nissuna ragione di popolo doveva intrudersi, lo prescelse lombardo e, dopo la solenne inaugurazione, prepose egli alla Certosa Bernardo da Venezia, Giacomo da Campione e Cristoforo da Conigo (BELTRAMI) che, a nostro giudizio, vi lavorarono secondo l'organismo lombardo tutte le fondazioni.

Ma... erano appunto « *fundamenta facta et completa usque ad superficiem terrae equaliter et ad livellum* » quando « ai » sette di ottobre 1401, Gian Galeazzo prendeva una importante deliberazione per la fabbrica della chiesa, coll'affidare » al Priore del Monastero padre Bartolomeo da Ravenna, la » direzione, l'amministrazione e la sorveglianza dei lavori, » revocando ogni autorità di architetti, assistenti e salariati » (BELTRAMI). Il fatto che Gian Galeazzo revocava l'autorità degli ingegneri e la concedeva al Priore del Monastero, non può non denotare un *cambiamento* nelle sorti dell'edificio. In certo qual modo il Priore doveva essere in disaccordo sulla maniera di condurre le opere, tanto è vero che lo stesso di della revoca, sentì egli il bisogno di *preporre alla fabbrica un nuovo ingegnere in capo* e fu costui Antonio di Marco da Crema.

Fu forse la influenza gotica del Duomo e di S. Petronio, che cominciava a farsi ormai sensibile per la sovrarelevazione delle fabbriche, che richiedeva si abbandonasse il sistema antiquato lombardo?

Fu forse la diffidenza che incusse il pensiero della elevazione di quelle tre ampie navate insolitamente eguali, che volle una ripartizione?

Fu forse la morte di Gian Galeazzo avvenuta poco appresso (1402) che diede il tracollo al giogo lombardo?

O furono tutte queste cause insieme che determinarono un *novus ordo*? Certo che esse furono!, ed è questo, secondo noi, il momento intorno al quale, ispirandosi l'artefice, che ne reggeva le sorti (il De Marco?), al S. Petronio, ebbe, la nostra Certosa in tutta la parte anteriore *che era l'unica alterabile*, sovrapposta quella suddivisione in cappelle, causa in seguito di tutte le incongruenze riscontrate. Ma il De Marco ben poco vi operò, e d'altronde pare che i lavori languissero fino a che non ebbero nuovo impulso nel 1450 col Solari, il quale abbenchè le fabbriche fossero avviate con la divisione detta, nel proseguirle non si curò affatto di rinforzare il gotico sovrapposto, e di sviluppare tutto un nuovo progetto nella nuova forma, ma, anche perchè poco male poteva venirne, continuò invece la via tracciata dall'organismo primitivo lombardo, trattando i contrafforti alla romanica, coprendo a crociera le cappelle, gettando tutte le arcate ad arco tondo e spingendosi alacramente innanzi. Ed avrebbe certo proceduto così e condotto a termine più organicamente la chiesa, se non fossero allora risorte le antiche divergenze a proposito delle coperture, divergenze che fecero determinare nel 1461 il duca Sforza ad inviare l'architetto Bartolomeo Gadio alla Certosa per provvedere, di sua preminenza, ai lavori da farsi. Ed ecco la *seconda sovrapposizione gotica*: sovrapposizione nel vero senso della parola, perchè intanto il Solari restava pur sempre artefice legato alla Certosa, tanto è vero che forniva rosoni per serraglie ed altri ornamenti per la chiesa, che frattanto (e certo contro sua volontà) veniva coperta in gotico appiccaticcio, per soddisfare forse velleità di gente priva dello spirito vero dell'arte.

Il Solari lo ritroviamo poi citato in lavori la cui prima assenza era ispirata dallo stile lombardo, come, per esempio, nei chiostri, per cui il 1463 si procurava le « *19 centenara* » di marmo che il BELTRAMI ricorda « *pro faciendis capitulos claustris magnis* ».

Terminate le volte, cui forse *determinatamente* il Solari non volle partecipare, la influenza del gotico scomparve del tutto, e l'influsso di rinascenza liberamente si effuse sulla fabbrica per opera specialmente dei Mantegazza ed Omodeo e prese il campo della decorazione tutta quanta.

Ed ecco che anche la cronologia appurata, nonchè contraddire alla nostra tesi, la rinforza e ricalza e spiega perfettamente, lasciandoci vedere che non fu il Solari a trasformare l'organismo da gotico in Lombardo, specialmente nella navata trasversale e nel coro, ma integrò, egli, perfettamente, il primitivo progetto di intenzione lombarda. E siamo così alla fine.

Per ricapitolarci adunque, diremo che, in questo scritto, dopo di avere mostrata la Certosa quale essa è, dopo di aver rilevato, pur senza dilungarci per rispetto allo spazio, che le incongruenze che essa presenta non si spiegano ammettendo per essa un organismo primitivo gotico; proponiamo invece di ammettere che lo sviluppo costruttivo si intenda proceduto dal lombardo; mostriamo come alla luce di questa ipotesi si possa giustificare pienamente l'organismo del tempio dal lato tecnico ed artistico, ricalzando pure la tesi con ragioni d'indole generale, e, dopo di avere giustificata la pianta primitiva che presumiamo a tre navate eguali, dopo di averla, anzi, dedotta per semplificazione e senza sforzo da quella del Duomo di Pisa; dopo di avere cercato, di più, di stabilire semplicemente, in via concomitante, una plausibile presunzione sulla tendenza artistica di Gian Galeazzo a preferire in questo monumento, sia pure per ragione di contrasto, il lombardo.... dimostriamo finalmente, con la cronologia alla mano, come davvero nella costruzione si verificarono due periodi nei quali ai vecchi ingegneri dirigenti furono sovrapposti momentaneamente nuovi artefici ed in maniera e tempi perfettamente concordati con lo sviluppo costruttivo propugnato da noi, onde è che non ci pare si possa avere più dubbio che il primitivo progetto della Certosa sia stato prettamente lombardo, progetto al quale nemmeno le intrusioni fecero perdere interamente la nobiltà del concetto fulgidissimo e grande!

Napoli.

Ing. FILIPPO LACCETTI.

COSTRUZIONI STRADALI

SULLA SCELTA E DISTRIBUZIONE PIU' ECONOMICA DEI MEZZI DI TRASPORTO DELLE TERRE NELLE COSTRUZIONI STRADALI.

1. — Come è noto, dopo che nel profilo di Brückner (profilo dei volumi) corrispondente al progetto di un tronco stradale, si sono fissati i cantieri di compenso corrispondenti alla minima spesa di trasporto delle terre, si determina la *distanza media* di ciascun cantiere A B (fig. 117) dividendo l'area del segmento ACB per la corrispondente ordinata OC. Ne segue che la base DE del rettangolo DEFG equivalente al segmento A C B ed avente per altezza la freccia O C del segmento, rappresenta la distanza media cercata.

E poichè il trasporto delle terre si può effettuare col paleggio, con carriole, con carretti a mano od a cavalli, o con vagoncini su binari provvisori a seconda del volume e della distanza media di trasporto, bisogna determinare separatamente, e per ogni segmento, la distanza media che corrisponde a ciascuno di questi mezzi, perchè a ciascuno di essi compete un diverso costo di trasporto.

Questa determinazione si fa nel modo seguente:

Per il segmento A C B (fig. 117) supponiamo che i mezzi di trasporto che conviene applicare siano la carriola ed il carro a bilico. Parallelamente alla retta A B si traccia la HI in modo che la sua lunghezza rappresenti il percorso massimo ammesso dalla carriola; si stacca così il piccolo segmento H I C, e costruito il rettangolo MN × L G equivalente ad esso segmento, si ha che il volume di terra rappresentato da L C viene trasportato alla distanza media M N per mezzo della carriola.

Tracciato il rettangolo R P Q S equivalente ad A H I B, si ha che il volume da trasportare col carro a bilico è misu-

rato da L O e la distanza media di trasporto è misurata da R S.

Nello stesso modo si procederebbe per gli altri mezzi di trasporto che si ritenesse opportuno di applicare.

2. — Vogliamo ora suggerire un procedimento (che non ci consta sia stato fino ad ora da altri rilevato), il quale permette di determinare, per ogni cantiere e per determinate condizioni, una distribuzione più economica di quella fin qui in uso.

METODO PROPOSTO.

3. — Consideriamo il profilo longitudinale di un tronco di strada (fig. 118₁) di cui siasi costruito il profilo delle aree (fig. 118₂) e quello dei volumi, e per semplicità supponiamo che quest'ultimo sia costituito da un unico segmento, e precisamente dalla valle A B C (fig. 118₃).

Indichiamo con a, b, c, \dots la massima distanza che rispettivamente non conviene superare per ogni mezzo di trasporto (paleggio, carriole, carro a bilico, ecc.).

Si inserisca nel profilo dei volumi, parallelamente alla retta A B di base, cominciando dal paleggio, ciascuna distanza massima *diminuita* di quella che compete al trasporto precedente, e cioè si inseriscano i segmenti $a, b-a, c-b, \dots$ in modo che un estremo di ciascun segmento giaccia sull'ordinata massima O C (fig. 118₃) e l'altro giaccia sulla curva che limita il profilo dei volumi.

Se quest'ultimo non è simmetrico all'ordinata massima OC, saranno in numero di due i segmenti che si potranno tracciare e corrispondenti alla condizione ora imposta: di essi si sceglierà quello che è più vicino al vertice C della curva. Cosicchè nel caso della fig. 118₃ i segmenti $K'F=a, KM=b-a$ saranno da scegliersi alla sinistra di O C, e non essendo il profilo di Brückner simmetrico alla O C, risulterà $K'G < a, KN < b-a$.

L'altezza $K K'$ della striscia M N F G misura il volume di scavo compreso fra le verticali M S, F T, e *tutto questo volume si trasporterà col mezzo indicato dalla orizzontale b*, e nel caso nostro col mezzo delle carriole.

Con tale distribuzione la distanza media di trasporto risulta minore della massima distanza utile b che corrisponde al mezzo di trasporto determinato da b .

Nel caso della figura 118₃, ritenendo trapezia la striscia M N F G si ha:

$$\frac{1}{2} (MN + FG) < b.$$

Se invece il profilo dei volumi fosse simmetrico alla O C, risulterebbe $\frac{1}{2} (MN + FG) = b$.

Col metodo proposto si cerca di rendere pressochè costanti i cammini percorsi dai singoli veicoli della stessa specie: a tal fine invece di far sì che la terra scavata da U verso R (fig. 118₃) venga trasportata da U' verso R' come si pratica comunemente, la si trasporta invece da R' verso U', ottenendo così di estendere ad un cantiere assai maggiore, quel mezzo di trasporto che coll'usuale distribuzione mai raggiunge la massima distanza utile.

Nel caso della fig. 118₃, col metodo proposto si viene ad estendere a tutta la lunghezza $MN > b$ il mezzo della carriola, mentre colla distribuzione ordinaria tale mezzo di trasporto viene limitato alla lunghezza $HL = b$.

In altri termini, se consideriamo un cantiere nel quale colla distribuzione ordinaria la distanza media di trasporto sia notevolmente maggiore di quella compatibile colle carriole, applicando la distribuzione proposta, si potrà quasi certamente ed economicamente applicare le sole carriole a tutto il cantiere senza ricorrere ai carri a bilico, oppure si potranno applicare questi ultimi senza che si renda necessario l'impianto di vie e rotaie provvisorie per i vagonetti.

4. — I vantaggi di questa distribuzione sono:

1) Una maggior facilità nella formazione delle squadre destinate allo scavo ed al trasporto delle terre, ed una maggiore facilità nel computo del costo dei movimenti di terra

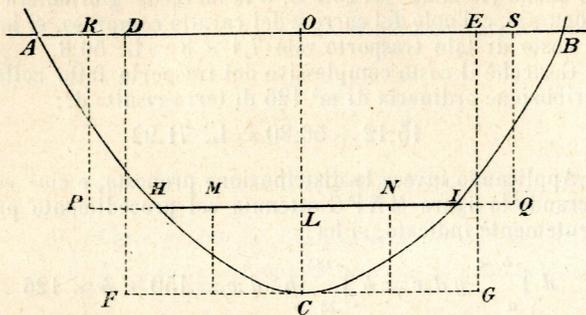


Fig. 117.

2^a - profilo della strada

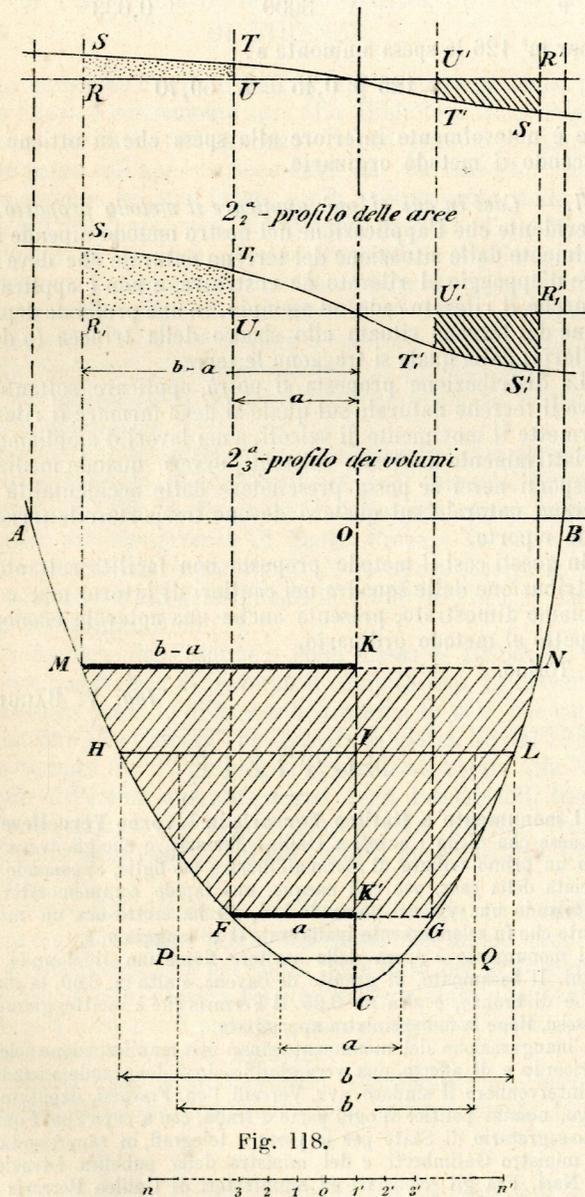


Fig. 118.

Fig. 119.

essendo pressochè costanti i percorsi e quindi i tempi impiegati per ogni mezzo di trasporto.

2) Vantaggio economico in via generale, prescindendo anche dal fatto che uno stesso mezzo di trasporto può essere esteso ad una zona di terreno di lunghezza maggiore della massima distanza compatibile col mezzo considerato nella distribuzione ordinaria.

5. — *Trattazione del metodo.* — Nella trattazione che facciamo seguire supporremo per semplicità che il profilo dei volumi risulti simmetrico rispetto all'ordinata massima OC.

Col metodo ordinario gli elementi di scavo 1, 2, 3, ... n (fig. 119) si trasportano in riporto rispettivamente in 1', 2', 3'... n', mentre colla distribuzione proposta i detti elementi si trasportano rispettivamente in n', ...3', 2', 1'.

Qualunque sia la distribuzione che si considera, il lavoro che si fa nel trasporto risulta evidentemente sempre lo stesso.

Detta d la distanza media di trasporto per la distribuzione proposta, l'equazione dei lavori applicata alla figura MNFG, (fig. 113₃), che rappresenta il momento di trasporto corrispondente al volume K K' (volume che è rappresentato da ciascuna delle due figure equivalenti S₁ R₁ T₁ U₁, U₁' T₁' S₁' R₁' nel profilo delle aree), dà:

$$d \int_a^{b-a} y dx = \left(a + \frac{b}{2} \right) \int_a^{\frac{b}{2}} y dx + \left(\frac{b}{2} + b - a \right) \int_{\frac{b}{2}}^{b-a} y dx$$

perchè coll'ordinaria distribuzione occorre effettuare due trasporti diversi, corrispondenti rispettivamente alle figure (momenti di trasporto) H L F G, M N H L.

Avendo supposto che il profilo dei volumi sia, per semplicità, simmetrico all'ordinata massima OC, la distanza media d di trasporto risulta espressa da:

$$\frac{1}{2} [2 (b - a) + 2a]$$

ossia da b, che è la massima distanza consentita col mezzo di trasporto considerato (nel caso nostro *carriuolet*).

Rammentiamo che il fatto di ottenere una distanza media uguale alla massima ammessa pel mezzo considerato, si verifica soltanto quando il profilo dei volumi risulta simmetrico alla OC, come abbiamo ammesso che si verifichi nella nostra trattazione, e questo è il caso più sfavorevole per la distribuzione proposta.

Nelle applicazioni pratiche, dopo di aver ricavato il profilo dei volumi, si conoscerà come varia y in funzione di x, e stabilendo i mezzi di trasporto ai quali ricorrere, e fissando i valori di a, b, c, ... si potrà facilmente applicare il metodo esposto per la ricerca della distribuzione più conveniente.

Per constatare il vantaggio economico del metodo esposto, applichiamo ad un esempio.

6. — *Esempio numerico.* — Per considerare un caso semplice supponiamo che il profilo delle aree relativo ad un cantiere di compenso AB, sia costituito da un rettangolo per lo scavo e da un rettangolo per il rilevato, aventi la stessa altezza h. Dovendo essi risultare equivalenti, perchè relativi ad uno stesso cantiere, avranno uguali anche le basi.

In questo caso il profilo ACB dei volumi (fig. 118₃) si riduce ad un triangolo isoscele avente per base la somma delle basi dei due rettangoli, e per altezza il segmento OC che rappresenta l'area di uno dei detti rettangoli.

Si sia stabilito che i mezzi di trasporto ai quali ricorrere siano il paleggio, la carriuola ed il carro a bilico, e che le distanze che non conviene superare per ciascuno di detti mezzi valgano rispettivamente:

$$a = 12 \text{ m.}; b = 150 \text{ m.}; c = 1500 \text{ m.}$$

Applicando il procedimento ordinario, ed indicando con b' e c' le corrispondenti distanze medie di trasporto, occorre distinguere il trasporto del volume di terra rappresentato dall'ordinata IK' che viene tutto eseguito mediante la carriuola, dal volume KI che deve essere trasportato mediante il carro a bilico, essendo le corde superiori alla HL = n maggiori di b, distanza massima ammessa per le carriuole.

Per la figura corrispondente ad H L F G, che si riferisce al trasporto colla carriola, si ha:

$$b' \int_a^{\frac{b}{2}} y dx = b' \int_{12}^{75} h dx = b' \cdot h \cdot 63 \quad (1)$$

e per la figura corrispondente alla M N H L, che si riferisce al trasporto con il carro a bilico:

$$c' \int_{\frac{b}{2}}^{b-a} y dx = c' \int_{75}^{138} h dx = c' \cdot h \cdot 63 \quad (2)$$

Ritenendo per semplicità $h = 1$, dalla (1) si ricava che, applicando la distribuzione ordinaria, si trasportano colla carriola $m^3 63$ di terra alla distanza media b' , e per le ipotesi fatte si ha:

$$b' = \frac{a+b}{2} = 81 \text{ metri.}$$

Il costo di questo trasporto per ogni m^3 di terra alla distanza D risulta espresso da:

$$\left(\frac{2D}{v} + \theta \right) \frac{m}{c}, \quad (3)$$

nella quale c indica la capacità utile di una carriola, m la mercede oraria del carriolante, v la velocità oraria media del percorso, θ il perditempo allo scarico, generalmente trascurabile per le carriole.

Supposto $c = 0,033$; $m = L. 0,15$ (mercede oraria corrispondente alla paga giornaliera di L. 1,50 per 10 ore di lavoro effettivo), ricordando che per le carriole a mano si ha $v = 3000$ metri, la (3) dà lire 0,24 per il costo di un metro cubo di terra trasportato colla carriola alla distanza di m. 81.

Per $63 m^3$ di terra il costo ammonta a $63 \times 0,24 = L. 15,12$. Col carro a bilico si trasportano $m^3 63$ alla distanza c' , ed essendo trapezia la figura che rappresenta il momento di trasporto, si ha:

$$c' = \frac{b+c}{2} = 825 \text{ metri.}$$

Nel trasporto delle terre, che hanno luogo per lo più su vie provvisorie non sistemate, si usano di preferenza i carri ad un solo cavallo anziché a due, perchè meno ingombranti e di maggior effetto utile. Per questi carri risulta mediamente:

$$c = m^3 0,50 \quad ; \quad \theta = \text{ore } 0,05 \quad ; \quad v = 3200 \text{ m.}$$

Supporremo anche qui che si abbiano 10 ore di lavoro effettivo.

Si ha allora:

Durata di un viaggio completo:

$$\frac{2D}{v} + \theta = \frac{2 \times 825}{3200} + 0,05 = 0,565.$$

Numero giornaliero di viaggi per ogni carro:

$$\frac{10}{0,565} = 17,7.$$

Supponendo che un solo carro faccia servizio, il volume trasportato in un giorno risulta di:

$$17,7 \times 0,50 = m^3 8,85,$$

e per trasportare tutti i $63 m^3$ di terra occorrono giorni:

$$\frac{63}{8,85} = 7,1 ;$$

ed anche ritenendo di sole L. 8 la mercede giornaliera dell'operaio, col nolo del carro e del cavallo compreso, si ha che il costo di tale trasporto vale $7,1 \times 8 = L. 56,8$.

Cosicchè il costo complessivo del trasporto fatto colla distribuzione ordinaria di $m^3 126$ di terra risulta di:

$$15,12 + 56,80 = L. 71,92$$

Applicando invece la distribuzione proposta, e cioè considerando la figura MNFG ottenuta col procedimento precedentemente indicato, si ha:

$$d \int_a^{b-a} y dx = b \int_{12}^{138} h \cdot dx = 150 \times h \times 126 \quad (4)$$

e per ogni metro cubo di terra trasportato colla carriola il costo risulta:

$$\left(\frac{2D}{v} + \theta \right) \frac{m}{c} = \left(\frac{2 \times 150}{3000} + \theta \right) \frac{0,15}{0,033} = L. 0,45$$

e per $m^3 126$ la spesa ammonta a:

$$126 \times 0,45 = L. 56,70$$

che è notevolmente inferiore alla spesa che si ottiene applicando il metodo ordinario.

7. — *Casi in cui si può applicare il metodo proposto.* — È evidente che l'applicazione del nostro metodo dipende specialmente dalla situazione del terreno naturale che deve servire d'appoggio al rilevato da costruire, e non è applicabile allorchè il rilevato cade, ad esempio, in una profonda depressione del terreno situata allo sbocco della trincea (o della galleria) dalla quale si traggono le terre.

La distribuzione proposta si potrà applicare soltanto là dove il terreno naturale sul quale si deve formare il rilevato permette il movimento di veicoli, e nei lavori d'ampliamento o riattivamento di strade esistenti, ovvero quando mediante trasporti aerei si possa prescindere dalle accidentalità del terreno naturale sul quale si devono trasportare le terre in utile riporto.

In questi casi il metodo proposto non facilita soltanto la distribuzione delle squadre nei cantieri di lavoro, ma, come abbiamo dimostrato, presenta anche una notevole economia rispetto al metodo ordinario.

Torino.

Ing. V. BAGGI.

NOTIZIE

Il monumento a Galileo Ferraris in Livorno Vercelese. —

Il paese che diede i natali a Galileo Ferraris, e che già aveva portato un primo tributo di gloria all'illustre suo figlio, apponendo alla facciata della casa, ove egli nacque, una lapide commemorativa, e intitolando una via col nome di Lui, gli ha eretto ora un monumento che fu solennemente inaugurato il 18 maggio u. s.

Il monumento è opera dello scultore fiorentino Ildebrando Bastiani. Il basamento, di granito di Baveno, è alto m. 3,50, la statua che è di bronzo, è alta m. 3,25. Il Ferraris che è in atteggiamento pensoso, tiene la mano sinistra appoggiata.

L'inaugurazione del monumento riuscì una manifestazione solenne di ricordo e di affetto, una vera glorificazione del grande scienziato. Vi intervennero il sindaco, avv. Vercesi, l'on. Fracassi, deputato del luogo, uomini politici di ogni parte d'Italia, con a capo l'on. Squitti, sotto-segretario di Stato per le poste e telegrafi, in rappresentanza del ministro Galimberti, e del ministro della pubblica istruzione, on. Nasi. Fra gli scienziati ed ammiratori di Galileo Ferraris notavasi il senatore Colombo, il prof. Guido Grassi, successore del Ferraris, il prof. Arnò del Politecnico di Milano, ecc., ecc.

Dopo brevi parole del Sindaco, il prof. Arnò pronunziò il discorso inaugurale; rimpiange la perdita immatura di Galileo Ferraris, ne ricordò le grandi scoperte, facendo rilevare la loro grande utilità per la scienza e per la umanità intera. Con frasi commoventi ricordò pure il fratello di Galileo, il valoroso Adamo Ferraris, che morì combattendo eroicamente a Digione; chiuse l'elettissimo discorso con una ispirata evocazione allo spirito di Galileo Ferraris che fu troppo presto strappato alla scienza ed alla patria.

(*Monitore Tecnico*).