

Fig. 86a

5. Se le quadriche non sono specializzate, non sono cioè coni o cilindri, o una sola di esse è tale, per la costruzione della quartica i piani ausiliari vanno scelti caso per caso nel modo più opportuno.

Nell'intersezione di un cilindro circolare retto e una sfera, il piano ausiliario variabile passante per una generatrice del cilindro può o meno secare ulteriormente il cilindro secondo un'altra generatrice, e la sfera secondo un cerchio: i quattro (o due) punti comuni di volta in volta alle due generatrici e al cerchio appartengono a ciascun ramo della quartica-sezione (fig. 86a). Se il cilindro ha il diametro uguale al raggio della sfera ed è tangente ad essa internamen-

te, la quartica sezione è una curva (gobba) continua con un punto doppio – quello di contatto tra le due superfici – e prende il nome di *finestra di Viviani*. Per la sua costruzione è opportuno che il piano ausiliario variabile α sia perpendicolare all'asse del cilindro, poiché in tal caso il piano interseca sia la sfera che il cilindro secondo cerchi i cui punti comuni evidentemente appartengono alla curva. Nella figura 86b le generatrici del cilindro sono perpendicolari al primo piano della *rappresentazione mongiana*, dunque i piani ausiliari sono orizzontali; la prima proiezione della quartica coincide con il cerchio direttore del cilindro, la seconda è una curva detta *lemniscata di*

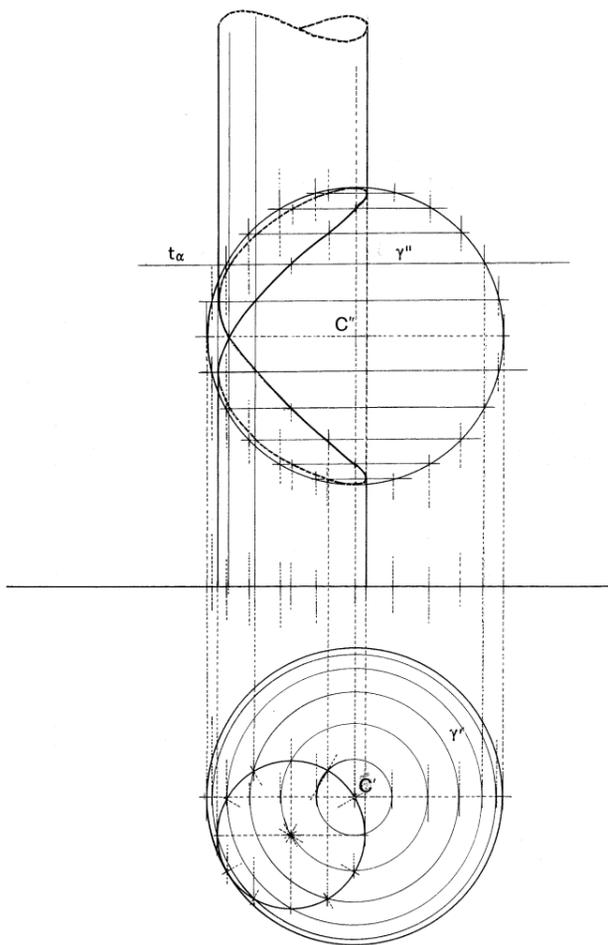


Fig. 86b

Gerono. Se l'asse del cilindro passa per il centro della sfera, la quartica intersezione è costituita da due cerchi, in ciascuno dei quali le curve intersezioni del piano α con il cilindro e con la sfera coincidono.

6. Nel caso di un iperbolicoide iperbolico e un cilindro, come piano ausiliario variabile si sceglie un piano tangente l'iperbolicoide, determinato cioè da due rette della superficie (una generatrice e una direttrice);

tale piano interseca il cilindro secondo un'ellisse (che per le reciproche posizioni delle superfici potrebbe anche essere un cerchio); i quattro punti comuni alle due rette dell'iperbolicoide e alla ellisse, appartengono alla quartica sezione.

7. Se le quadriche sono *entrambe non specializzate*, ma ancora una di esse è *rigata*, la costruzione è analoga alla precedente. La figura 87 propone l'intersezione di un paraboloide e una sfera, con una scelta del riferimento mongiano secondo la quale il quadrilatero sghembo – mediante il quale è assegnato il paraboloide – si proietta in prima proiezione in un quadrato; i piani ausiliari, passanti ciascuno per una direttrice e una generatrice del paraboloide, hanno le prime tracce parallele ai lati del quadrato, e secano la sfera secondo cerchi le cui seconde proiezioni sono ellissi.

Se infine le due quadriche sono *entrambe a punti ellittici*, caso per caso dovrà scegliersi il piano ausiliario più opportuno e determinarne le coniche sezionali con l'una e con l'altra superficie (cfr. 3.3.8.): i quattro punti (al massimo) comuni a ciascuna coppia di tali coniche per ogni posizione del piano ausiliario appartengono alla quartica intersezione richiesta.

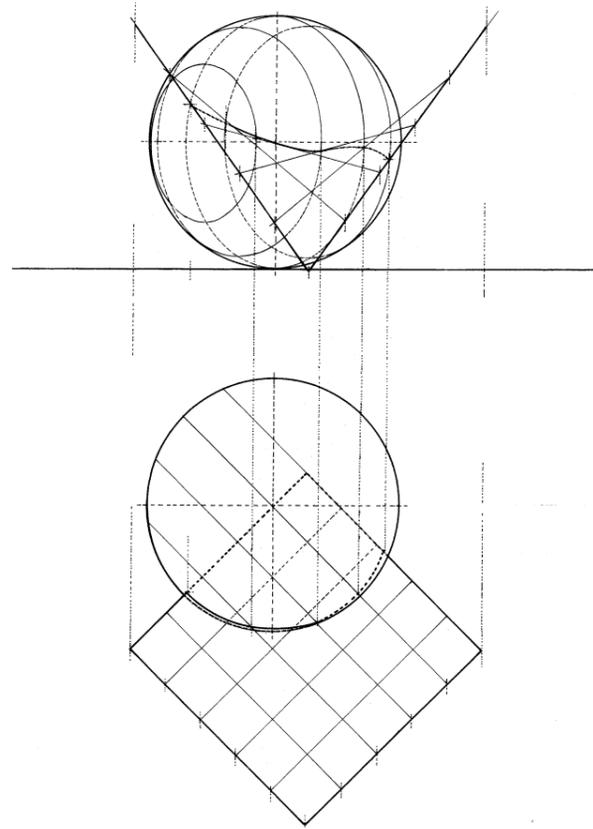


Fig. 87

4 Gli archi e le volte

4.1 Definizioni e genesi

1. L'intradosso delle coperture a volta è costituito generalmente da superfici rigate (3.4.1.) – sviluppabili o non –, o di rotazione, oppure elicoidali, queste ultime generate dal moto di una curva lungo un'elica (cfr. 3.5.3.). Le volte, la cui superficie è una rigata non sviluppabile (cfr. 3.4.3.) – presenti in talune strutture murarie del passato come la volta a sbieco (cfr. 3.4.8.) – sono riservate anche oggi a casi eccezionali, come padiglioni fieristici (ad esempio quello della Philips di Le Corbusier), o come le moderne volte leggere adottate per la copertura di ampi spazi, trattandosi prevalentemente di paraboloidi iperbolici. Ci occuperemo ora di quelle volte che sono più frequenti nell'architettura classica.

Come accennato, la volta a struttura più semplice è quella *cilindrica* comunemente detta *volta a botte*, e viene adottata per la copertura di ambienti a pianta rettangolare; ma anche l'intradosso degli *archi* è una superficie cilindrica: nel caso dell'*arco a tutto sesto*, detto anche *a pieno centro*, si tratta di un semicilindro circolare retto a generatrici generalmente orizzontali, che taglia lo spessore del muro in cui si apre l'arco.

4.2 Gli archi

1. La curva direttrice del semicilindro, cioè il profilo dell'arco, oltre che *semicircolare* può essere di natura diversa, può trattarsi cioè di una *semiellisse* (fig. 88 a); di un arco a più centri, generalmente *a tre centri* (fig. 88b); un arco il cui profilo è costituito da due archi di cerchio che formano una cuspide – arco *ogivale* (fig. 88 c); un arco minore di un semicerchio – arco *ribassato* – (fig. 88d); e ancora un arco *rampante*, il cui piano d'imposta è obliquo (fig. 89); infine archi dal profilo più complesso, come quelli propri dell'architettura araba.

Il profilo dell'*arco a tre centri* è costituito da tre curve mutuamente tangenti, e precisamente da tre segmenti circolari di cui i due laterali hanno i centri C_1 , C_2 sulla retta d'imposta e il raggio assai minore rispetto a quello intermedio, il cui centro si colloca al di sotto della stessa linea, in un punto dell'asse verticale. Per costruire la curva, nota la luce dell'arco e tracciati i due cerchi laterali con i centri C_1 e C_2 e il raggio assegnato r_1 , dal punto H scelto (oppure noto) come chiave dell'arco, si stacchi verso il basso il segmento verticale $HK = r_1$ e si congiunga K con il punto C_1 (o C_2) (cfr. fig. 88b): l'asse del segmento C_1K (C_2K) interseca la retta HK nel punto C , centro del cerchio maggiore di raggio $r = CH$, cerchio che, in virtù della costruzione effettuata, risulta tangente ai due cerchi minori; il punto di contatto tra il cerchio maggiore e ciascuno dei due minori appartiene alla retta CC_1 (CC_2) che contiene sia il raggio r che r_1 : i cerchi risultano tangenti in quel punto poiché in esso ammettono la stessa tangente, a sua volta perpendicolare al raggio dei due cerchi.

Meno frequente dell'arco a tre centri, l'*arco ellittico* ha come profilo una semiellisse che, noti l'asse maggiore (luce dell'arco) e il semi-asse minore (freccia), si può costruire (cfr. fig. 88a) come descritto ad esempio in 2.2.5.1.c.

Frequente nell'architettura medioevale, il profilo dell'*arco ogivale* è costituito da due archi di cerchio, il centro di ciascuno dei quali è sulla linea d'imposta AB , più vicino a (o coincidente con) un estremo del segmento AB , e il raggio di lunghezza uguale alla residua parte di AB (o uguale ad AB) (cfr. fig. 88c).

La struttura portante di alcune scale è costituita da un *arco rampante*, il cui profilo, detto *a collo d'oca* è generalmente un arco a tre centri, i cui segmenti di cerchio laterali hanno raggi diversi, essendo maggiore il raggio del cerchio più basso (cfr. fig. 89).

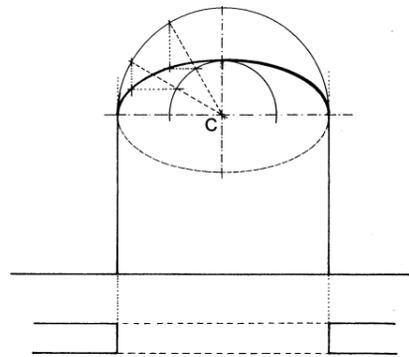


Fig. 88a

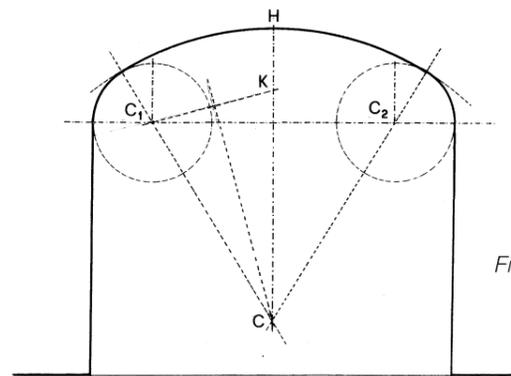


Fig. 88b

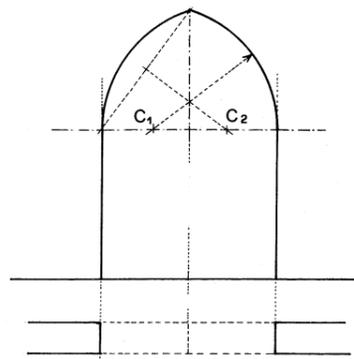


Fig. 88c

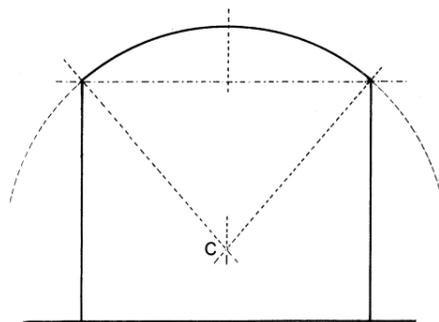


Fig. 88d

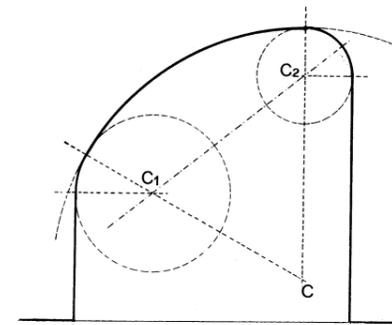


Fig. 89

L'*assonometria cavaliera* di un arco a tutto sesto è ancora un semicerchio uguale al dato, se il suo piano è parallelo al piano coordinato xz e dunque al quadro. Se invece il piano della parete muraria in cui si apre l'arco è inclinato rispetto al coordinato xz , nella *rappresentazione mongiana* la semiellisse-immagine si può costruire mediante il ribaltato di una sola metà del semicerchio, sufficiente alla determinazione dei punti (e delle tangenti) necessari per il tracciamento della curva (fig. 90). Trasformata la prima proiezione mongiana nella prima proiezione as-

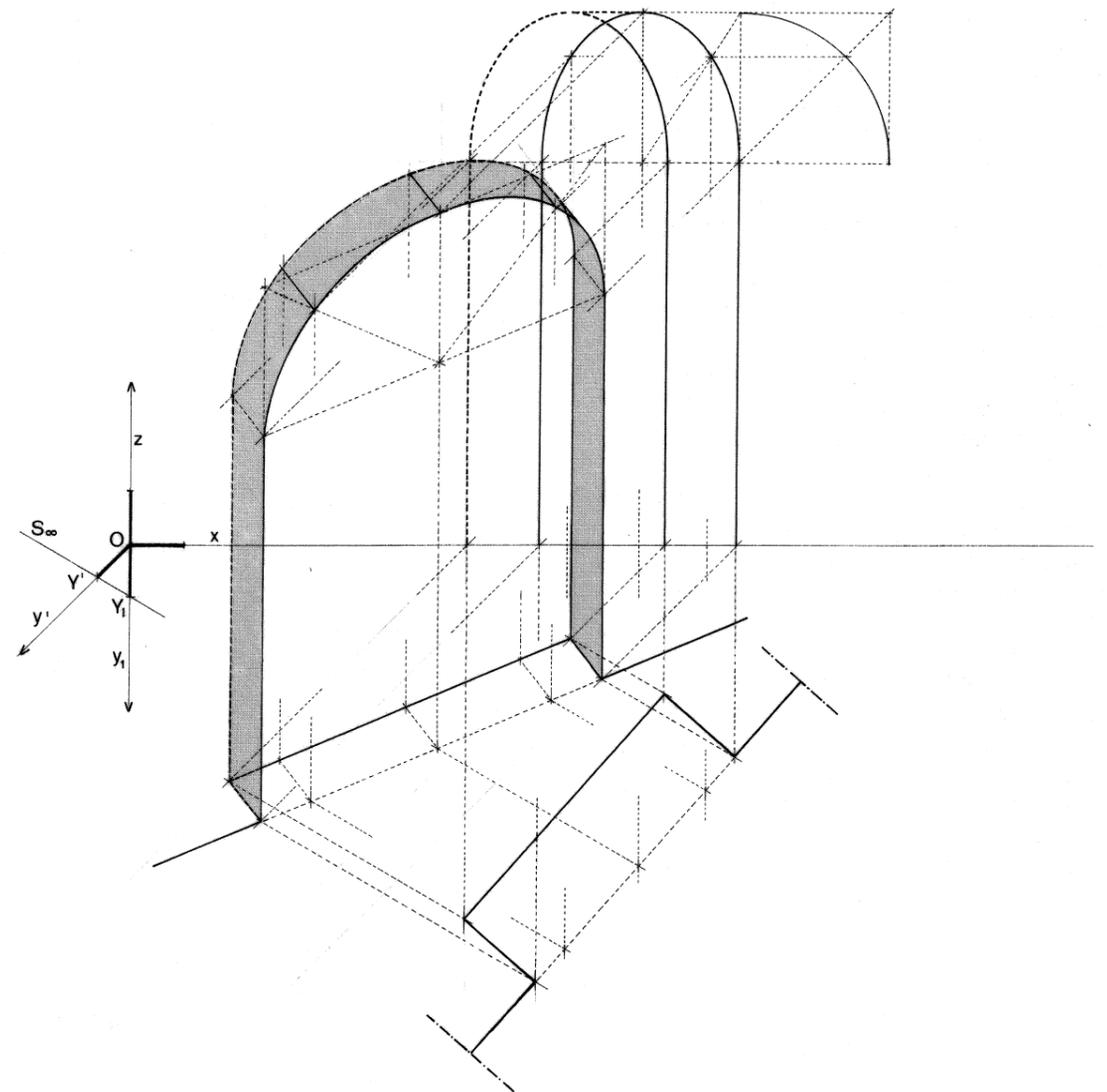


Fig. 90

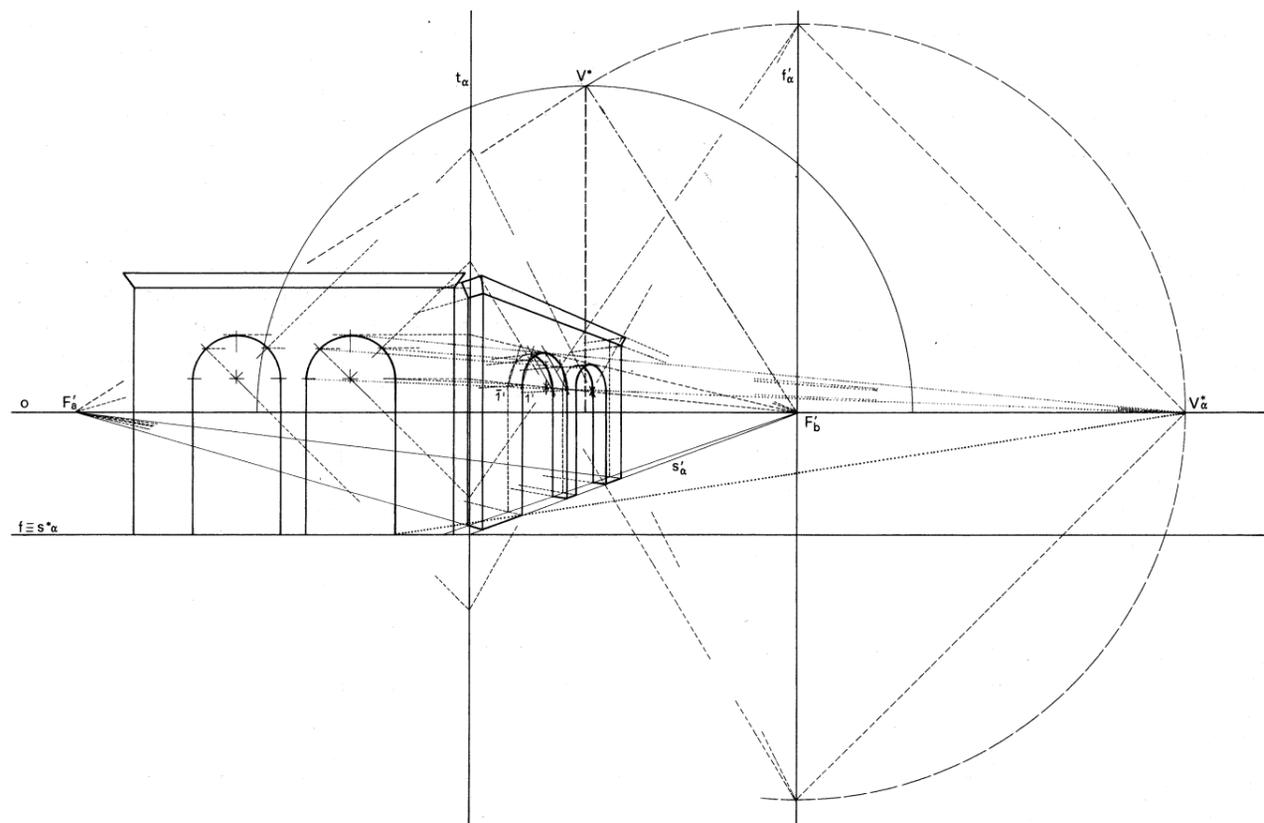


Fig. 91

sonometrica, come di consueto si stacchino le altezze dei punti notevoli dei due profili dell'arco, esterno e interno, sulle semirette verticali condotte per i corrispondenti punti della pianta assonometrica.

Anche per la *rappresentazione prospettica*, sia nel caso di archi a tutto sesto che ad altri profili, è opportuno operare il ribaltamento del piano della facciata cui gli archi appartengono, ad es. il piano $\alpha \equiv (t_\alpha, f'_\alpha)$ della figura 91, e disegnare gli archi in vera forma. Se l'arco è a tutto sesto, l'immagine è una semiellisse obliqua, cioè tagliata lungo un diametro non asse, che corrisponde al diametro di imposta dell'arco obiettivo; nell'immagine, l'intradosso dell'arco è limitato posteriormente da un'altra semiellisse (in parte nascosta), corrispondente della pri-

ma nell'omotetia di centro F'_a (punto di fuga delle generatrici della superficie cilindrica dell'arco), i cui punti corrispondenti sono gli estremi di un segmento-generatrice, relativi allo spessore murario.

4.3 Volte cilindriche

1. *La volta a botte*. Come abbiamo visto, la *volta a botte* è la più semplice volta *cilindrica*, essendo anche la più usata per la sua ampia versatilità, e copre generalmente spazi a pianta rettangolare, come grandi sale o gallerie oppure rampanti di scale. E ancora, secondo che le generatrici siano normali o non rispetto al piano della direttrice – che può essere una curva di vario tipo –, la volta è detta *retta* o

rispettivamente *obliqua*; se le generatrici non sono orizzontali, come nelle coperture di scale, la volta è detta *inclinata*: in questo caso, come nella volta obliqua, la curva direttrice appartiene a un piano non ortogonale alle generatrici, e dunque la sua superficie non è un cilindro retto.

La *rappresentazione mongiana* della più semplice *volta semicilindrica* è costituita in prima proiezione da un rettangolo coincidente con il perimetro dell'ambiente da coprire, e, in accordo con la disposizione della pianta rispetto alla linea di terra, la seconda proiezione coincide con l'arco-direttore, oppure con un altro rettangolo di lunghezza uguale al primo e di altezza uguale alla freccia dell'arco. La corrispondente *rappresentazione assonometrica*, oltre che dal parallelogrammo, trasformato del rettan-

golo d'imposta e prima proiezione assonometrica, è costituita nel primo caso dai semicerchi (o altre curve direttrici) anteriore e posteriore, ottenuti da due traslazioni nella direzione dell'asse y' dell'arco mongiano, nonché dalla generatrice a questi tangente, ancora parallela a y' . Se i due archi (circolari) appartengono a piani ortogonali al quadro, si deformano in semiellissi oblique, la cui costruzione si esegue operando il ribaltamento del piano cui appartiene ciascun arco, di cui è sufficiente tracciare in vera forma una sola metà (fig. 92).

La *costruzione prospettica* della volta a botte è analoga a quella dell'arco a tutto sesto. Il contorno apparente della volta, supposta priva di spessore, è completato dalla generatrice tangente alle due semiellissi che la delimitano, condotta dal punto di

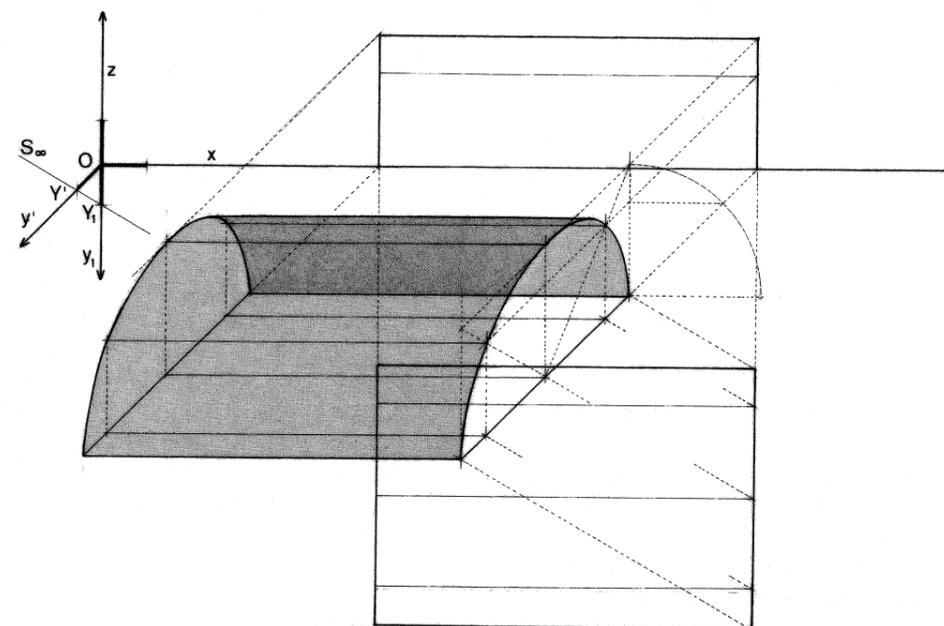


Fig. 92

Sono invece ancora cilindriche la *volta a crociera* e la *volta a padiglione* le cui superfici, generate dall'intersezione di due semicilindri, coprono generalmente spazi a pianta quadrata: nel caso della *volta a crociera*, che poggia generalmente su quattro pilastri o colonne, l'ambiente può essere totalmente o parzialmente aperto, oppure chiuso sui quattro lati; nel caso della *volta a padiglione*, che poggia su quattro pareti murarie, l'ambiente è chiuso su tutti i lati. In entrambi i casi i due (semi) cilindri hanno gli assi ortogonali, le curve direttrici e le lunghezze uguali, e dunque la *quarta*-intersezione si spezza in due (semi) ellissi uguali contenute nei piani verticali diagonali (cfr. 3.7.4): tali curve, caratteristiche di questi tipi di coperture, le qualificano anche dal punto di vista figurativo.

La differenza sia formale che strutturale tra i due tipi di volte è legata ai settori cilindrici presenti nell'una e nell'altra: osserviamo in proposito che, operate in un semicilindro a generatrici orizzontali, le sezioni con due piani verticali diagonali, questi lo dividono in quattro settori due a due uguali: quelli che comprendono i due archi sono denominati *unghie*, gli altri due *fusi*; i primi hanno le generatrici ortogonali al relativo lato del quadrato d'imposta, i secondi parallele (fig. 95). Ora, nella realizzazione della struttura muraria di una volta, ciascuno dei due semicilindri che ne costituiscono la superficie conserva solo due di tali settori: secondo che si tratti delle unghie o dei fusi, la copertura è una *volta a crociera* o una *volta a padiglione*.

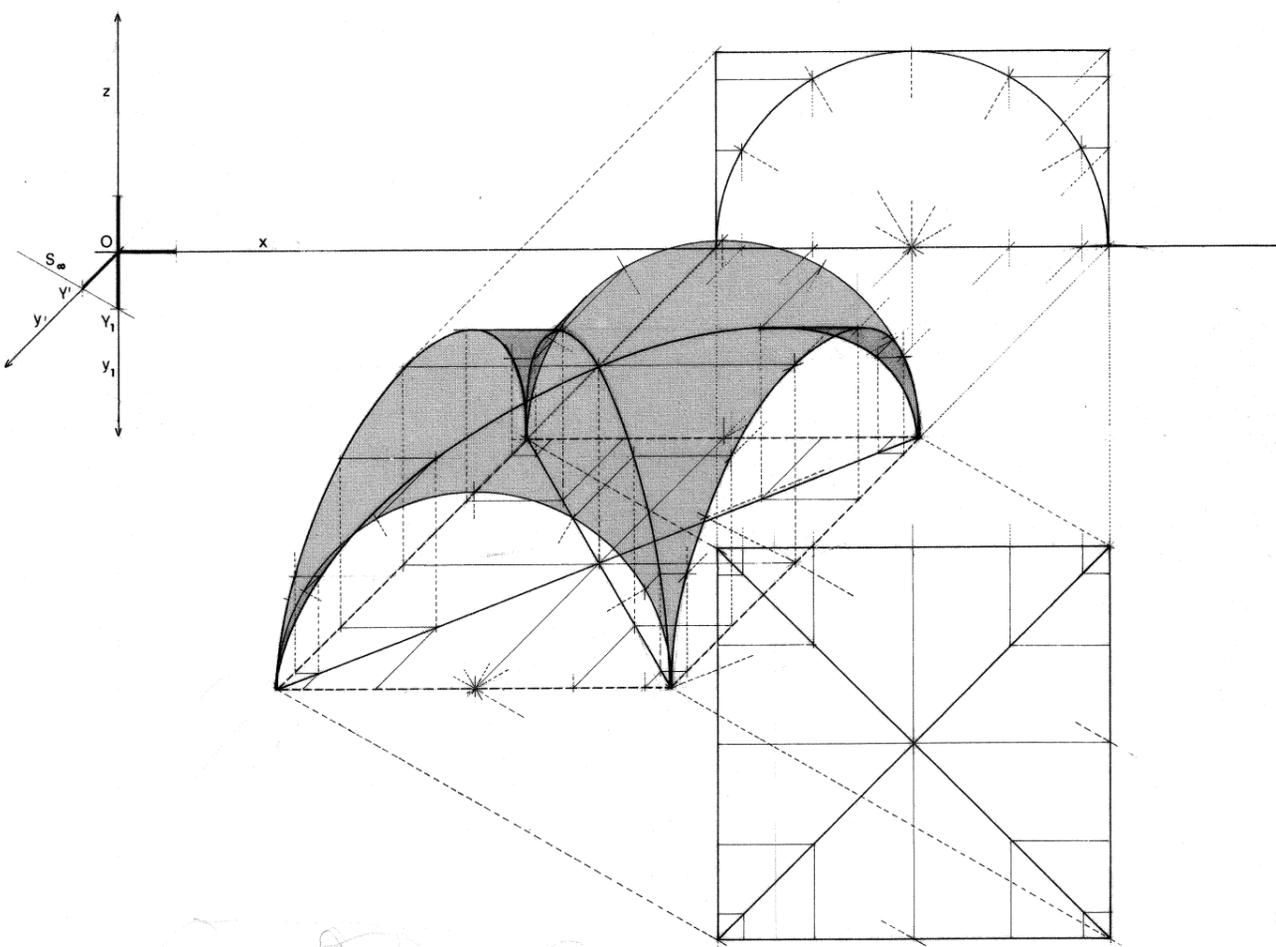


Fig. 96

3. La *rappresentazione mongiana* della *volta a crociera* è costituita in prima proiezione dal quadrato d'imposta e dalle due diagonali (le generatrici sono ortogonali ai lati del quadrato), in seconda proiezione da tre lati del rettangolo, che rappresenta il semicilindro con le generatrici parallele alla linea di terra, e dall'arco in vera forma che rappresenta l'altro semicilindro: la superficie della volta è quella compresa tra queste due figure (fig. 96).

La *costruzione dell'assonometria cavaliera* si esegue mediante i consueti procedimenti grafici: l'immagine della volta è costituita dai due archi semicircolari paralleli al quadro, dalle due semiellissi, immagini degli archi laterali, e dalla rappresentazione delle semiellissi diagonali (cfr. fig. 96). Per il tracciamento di queste curve si adotta il procedimento consueto, trasfor-

mando i punti del semicerchio direttore mediante rette parallele all'asse y' nei corrispondenti punti delle due semiellissi laterali e delle due diagonali. Completano la rappresentazione della volta i segmenti di rette (generatrici) tangenti alle curve e paralleli rispettivamente all'asse x e all'asse y' .

Nella *prospettiva accidentale* – cioè con il quadro non parallelo al piano di alcuno degli archi –, come nell'*assonometria isometrica*, tutti i quattro archi che delimitano la volta, nonché i due archi diagonali, si trasformano in altrettante semiellissi oblique: le relative costruzioni sono analoghe alle precedenti, ricordando tuttavia che tutte le rette, che sono parallele nello spazio e che nell'immagine assonometrica si mantengono parallele, nella prospettiva concorrono nei rispettivi punti di fuga, mentre le misure lineari

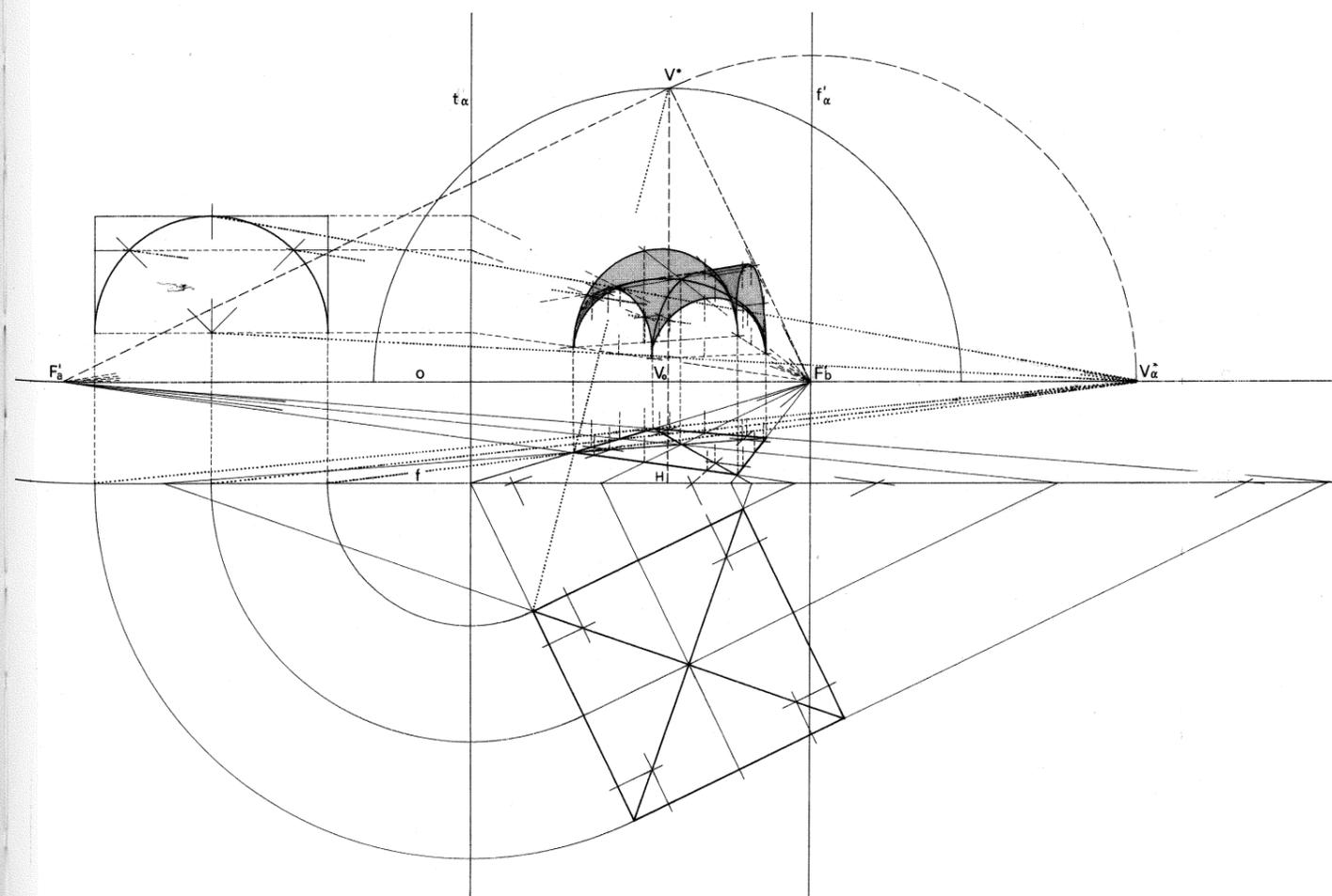


Fig. 97

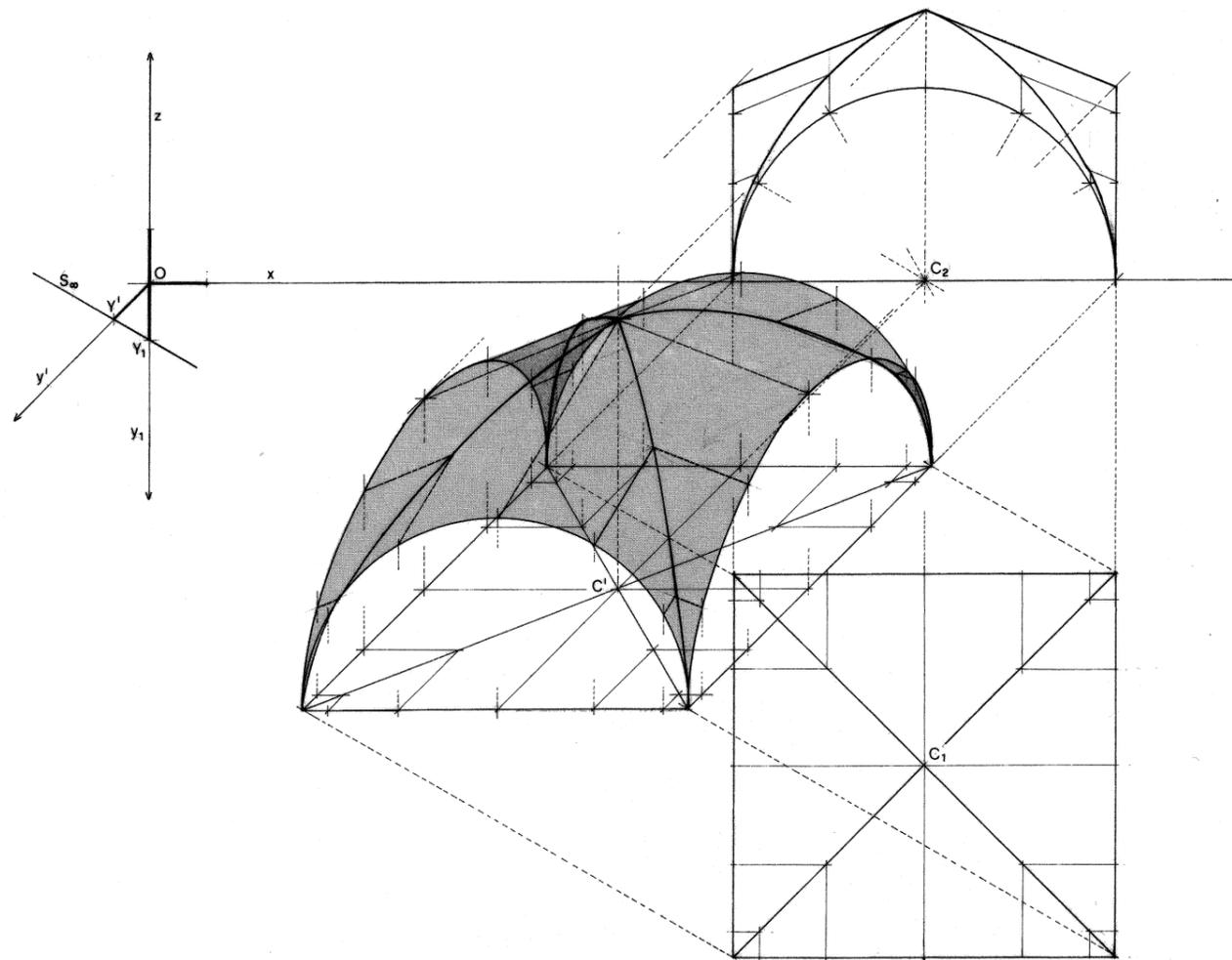


Fig. 98

subiscono i dovuti accorciamenti (fig. 97). Mediante il trasporto dei punti di un primo arco ellittico, costruito come trasformato del corrispondente arco semicircolare, sui piani degli altri archi, laterali e diagonali, si determinano le immagini ellittiche di questi ultimi. Nel caso di archi ribassati o rialzati o ad altri profili, si adotta comunque lo stesso procedimento. Se la volta a crociera copre un ambiente a pianta rettangolare, i profili dei due archi sui lati maggiori,

avendo la freccia uguale a quella degli archi a tutto sesto dei lati più brevi, ma luce maggiore, sono anche nella realtà due semiellissi.

Frequenti sono le *volte a crociera rialzata*, le cui unghie cilindriche hanno le generatrici inclinate verso l'alto (fig. 98); e sono ancora volte a crociera, generalmente rialzata, le numerose *volte a nervature semplici*, oppure *stellate* o *reticolate*, presenti nelle basiliche romaniche e gotiche.

4. La superficie della *volta a padiglione* che, in prima proiezione mongiana appare del tutto analoga alla volta a crociera – a meno della direzione delle generatrici, in questo caso parallele ai lati del quadrato –, in seconda proiezione è rappresentata dal solo arco direttore di uno dei cilindri, in cui coincidono anche le seconde proiezioni delle semiellissi diagonali. La volta a padiglione è rappresentata in *assonometria* dalle sole semiellissi diagonali e dalle rette (generatrici) ad esse tangenti e parallele rispettivamente

all'asse x e all'asse y' (fig. 99); le due semiellissi si costruiscono trasportando, come nel caso precedente, i punti del cerchio direttore nei punti di ugual quota, aventi la prima proiezione sulle diagonali del parallelogrammo-immagine del quadrato d'imposta. Derivata da quella a padiglione è la *volta a specchio* o *a schifo*, caratterizzata da una specchiatura – rettangolare o quadrata, in accordo con le dimensioni di pianta –, prodotta come intersezione della volta a padiglione con un piano orizzontale.

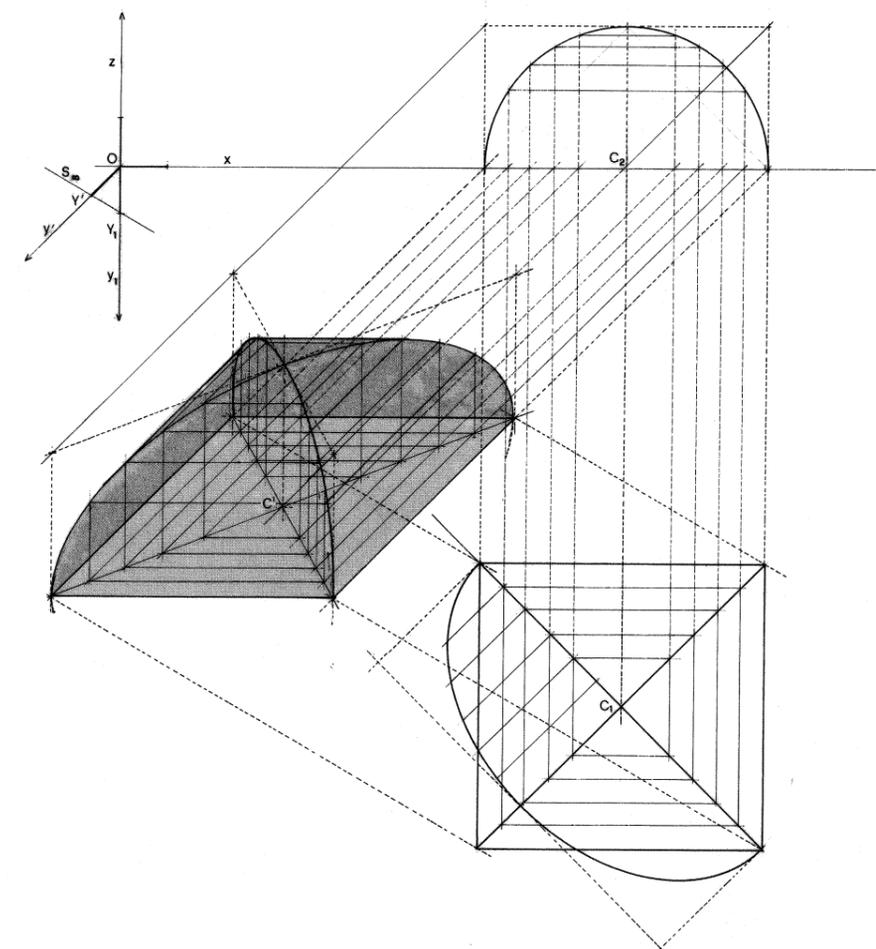


Fig. 99

Sono ancora volte a padiglione quelle che coprono ambienti a pianta poligonale, generalmente *ottagonale* (fig. 100), e se l'ambiente è di grandi dimensioni la volta assume il carattere di *cupola* (come è il caso della basilica di S. Maria del Fiore in Firenze): la curva direttrice di ciascuno degli otto fusi può essere un arco di cerchio di grande raggio con il centro nel piano d'imposta, o un arco di ellisse, perché tali scelte conferiscono alla cupola una maggiore altezza.

4.4 Volte lunettate

1. È frequente l'adozione, per la copertura di grandi ambienti, di *volte a botte con testate a padiglione*; oppure, come nel caso della navata centrale e la zona sacra di numerose basiliche, la presenza di *volte lunettate*: quando infatti si debbano aprire finestre al livello della volta è necessario raccordare la superficie piana dell'infisso con la superficie curva

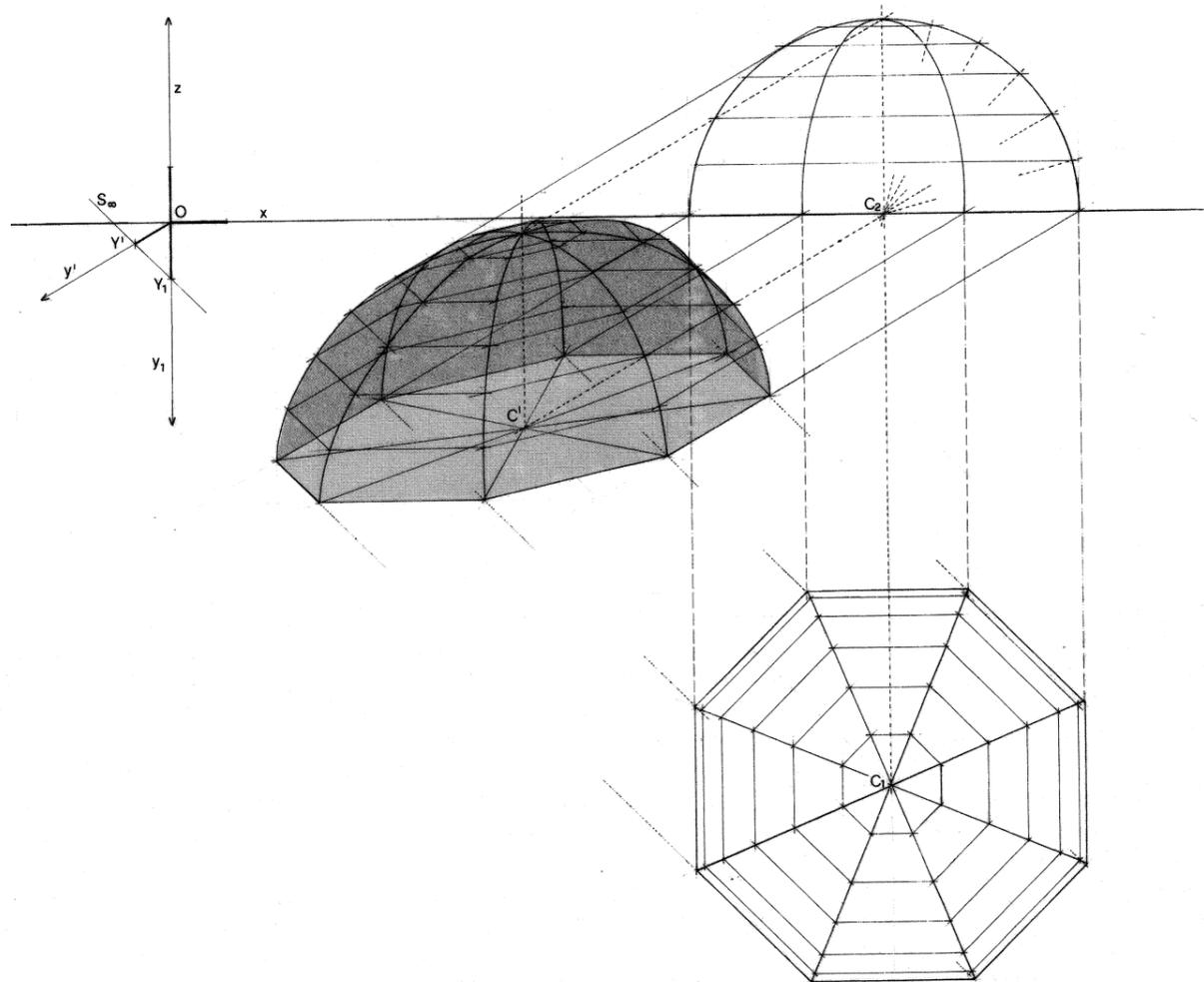


Fig. 100

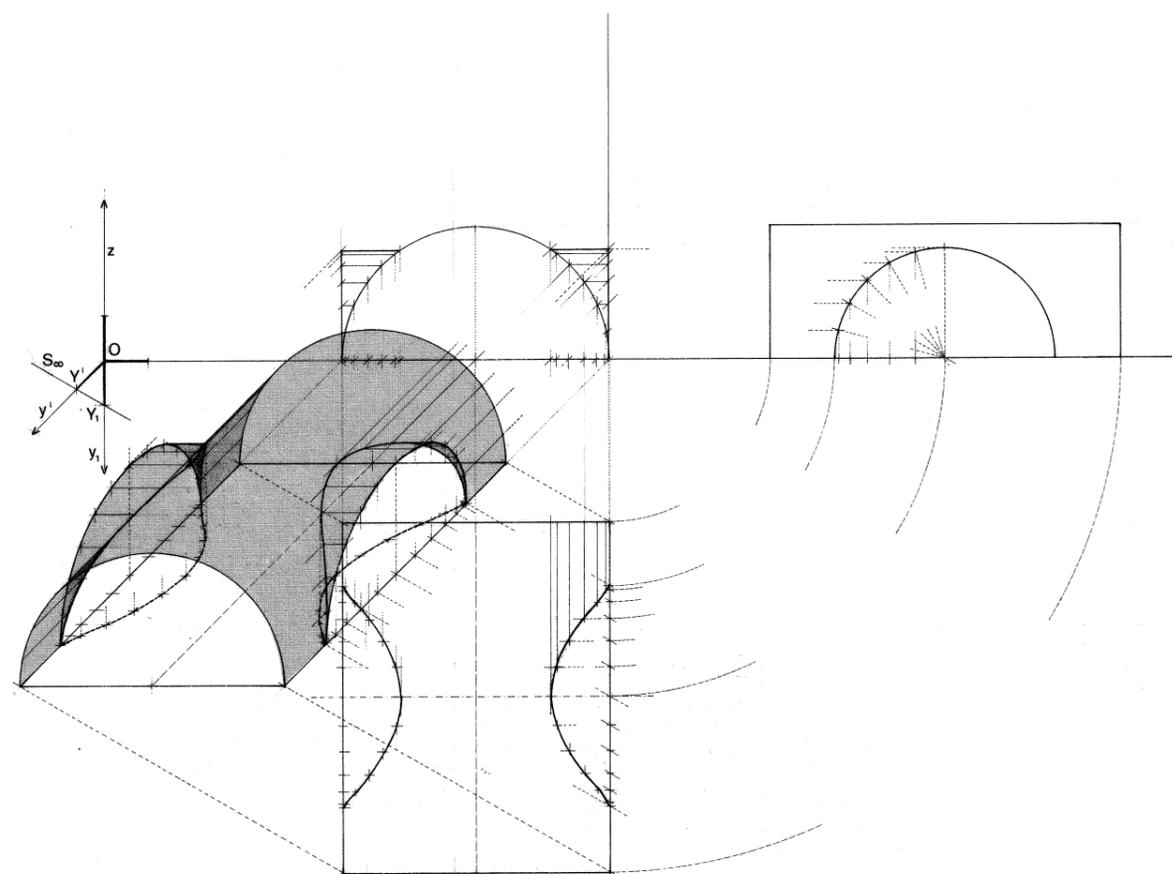


Fig. 101

della volta, inserendovi particolari strutture denominate appunto *lunette*.

Generalmente le *lunette* di una volta cilindrica o di una cupola sferica, sono costituite da *superfici cilindriche a direttrici circolari*, di diametro inferiore e generatrici ortogonali rispetto ai corrispondenti elementi della volta, oppure di generatrici parallele a un raggio orizzontale, nel caso della cupola: in entrambi i casi il contorno del vano aperto nella superficie della volta è una curva generalmente gobba, che in quanto generata dall'intersezione di due superfici quadriche (i semicilindri della volta e della lunetta) è costituita da un arco di *quartica*; l'altro ramo della quartica delimita il vano per il raccordo dell'eventuale finestra aperta nella volta in posizione simmetrica.

Rappresentata in *assonometria cavaliere* la superficie di una volta cilindrica, e assegnati posizione e

diametro dell'arco-finestra, se ne costruisca l'immagine semiellittica e si completi il contorno apparente del cilindro-lunetta con la generatrice tangente la semiellisse e parallela all'asse x . Per la costruzione dei diversi punti della quartica si possono sezionare entrambi i semicilindri con un piano variabile α parallelo al coordinato xy , e dunque orizzontale, poiché con tale scelta le intersezioni con l'una e l'altra superficie sono generatrici (cfr. 3.7.4.); al variare del piano α si hanno dunque per ciascuna lunetta coppie di punti della curva, di volta in volta quelli comuni a una delle generatrici del semicilindro maggiore (volta) contenuta in α - l'altra generatrice interessando, se esiste, l'eventuale lunetta simmetrica - e alle due generatrici del cilindro minore contenute nello stesso piano (fig. 101).

L'eventuale apertura simmetrica della volta costituisce l'altro ramo della quartica, in quanto intersezione

della volta con uno stesso cilindro, cui appartengono come abbiamo visto entrambe le lunette.

L'immagine prospettica di una volta lunettata si avvale di costruzioni analoghe, tenendo presenti la convergenza nei punti di fuga delle generatrici non parallele al quadro e le consuete riduzioni delle grandezze in profondità. Nel caso della figura 102 il piano d'imposta della volta ha, come nella realtà, una posizione elevata rispetto all'osservatore e dunque la volta appare vista dal basso.

Talvolta la lunetta di raccordo tra l'arco-finestra e la volta principale è costituita da una superficie a doppia curvatura, generalmente di rotazione essendo

circolari le sezioni con piani paralleli all'arco dell'infisso: tale superficie viene inserita tra due sezioni piane oblique, dunque ellittiche, della volta cilindrica.

2. La volta anulare lunettata, la cui superficie è quella di un toro sezionato con il piano equatoriale, copre corridoi o gallerie circolari, in cui si aprono delle finestre, o porte, ad arco. La curva intersezione di ciascuna lunetta con la superficie della volta, si costruisce come intersezione del toro con il (semi)cilindro circolare della lunetta, il cui asse coincide con un raggio del cerchio equatore.

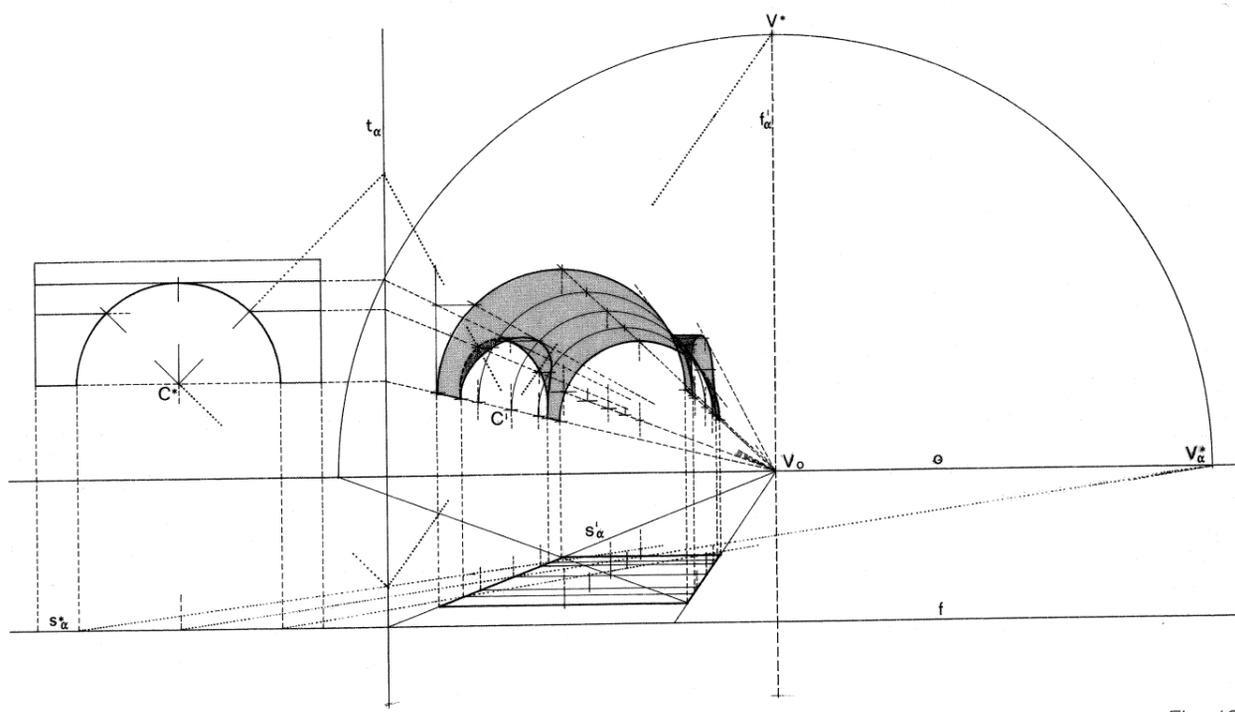


Fig. 102

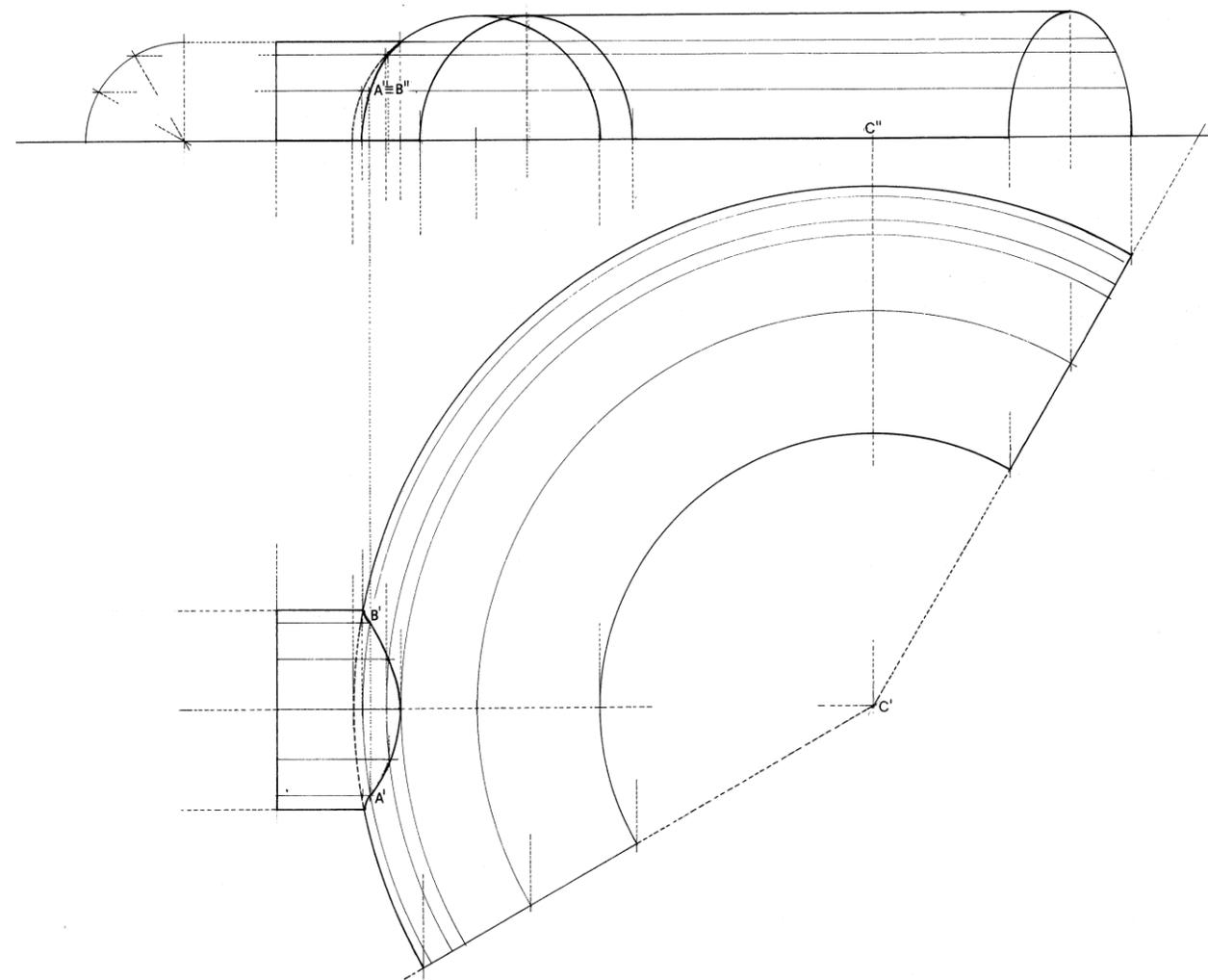


Fig. 103

Rappresentata la volta nel metodo di Monge, i diversi punti di ciascuna curva si costruiscono secondo con un piano orizzontale variabile il toro e il semicilindro lunetta (fig. 103): i due punti comuni al parallelo del toro e alle due generatrici del cilindro, secondo cui il piano interseca rispettivamente l'una e l'altra superficie, appartengono al ramo della curva cercata, che costituisce il profilo del vano aperto nella volta in corrispondenza di ogni lunetta. Le coppie di punti A' , B' , individuati in prima proiezione, determinano mediante le rette di richiamo, i punti coincidenti $A'' \equiv B''$ sul segmento orizzontale, seconda proiezione del relativo parallelo.

4.5 Volte sferiche

1. La più semplice tra le volte sferiche, cioè la cupola sferica, la cui superficie è appunto una semisfera, viene adottata generalmente per coprire spazi a pianta circolare oppure a pianta quadrata, come la zona sacra di numerose basiliche, in questo caso essendo tuttavia necessaria l'introduzione di opportuni elementi di raccordo tra i vertici del quadrato e il cerchio d'imposta; tali elementi, la cui superficie è un triangolo sferico, sono detti pennacchi sferici; ancora sferica è la superficie di un altro tipo di volta atta a coprire spazi a pianta generalmente quadrata,

precisamente la *volta a vela*.

Per la rappresentazione in *assonometria cavaliere* della *cupola sferica*, rimandando il lettore a quanto descritto a proposito della sfera (cfr. 3.3.10. e fig. 56), ricordiamo che il *contorno apparente* di questa volta è costituito da una semiellisse obliqua – immagine del (semi)cerchio di contatto dell'ideale cilindro circoscritto alla sfera dal centro R_∞ dell'assonometria – tangente a un'altra semiellisse, immagine del cerchio d'imposta, cioè dell'equatore della sfera.

La *rappresentazione mongiana della semisfera* può essere semplificata se facciamo coincidere il piano π_1 con il piano d'imposta: in tal modo la prima traccia s_α del piano α perpendicolare alla direzione R_∞ dell'assonometria – piano che contiene il contorno apparente della sfera da R_∞ – passa per il punto

$C \equiv C_1$ in cui coincidono il centro della semisfera e la sua prima proiezione.

Per la costruzione dell'*immagine prospettica della cupola sferica*, aggiungiamo a quanto illustrato a proposito della *prospettiva della sfera* (cfr. 3.3.11. e fig. 60) che anche in questo caso è necessario limitare l'immagine alla sola semisfera superiore, sezionando la superficie con il piano orizzontale π_1 passante per il centro C , costruendo cioè l'immagine ellittica del cerchio equatore: ribaltato il piano π_1 (la cui fuga coincide con la retta o e la traccia passa per il punto T_d) e con esso il cerchio equatore, se ne costruisca l'immagine mediante la consueta omologia. Il ribaltamento del piano π_1 è stato effettuato nel verso che porta il punto V^* al di sotto della traccia.

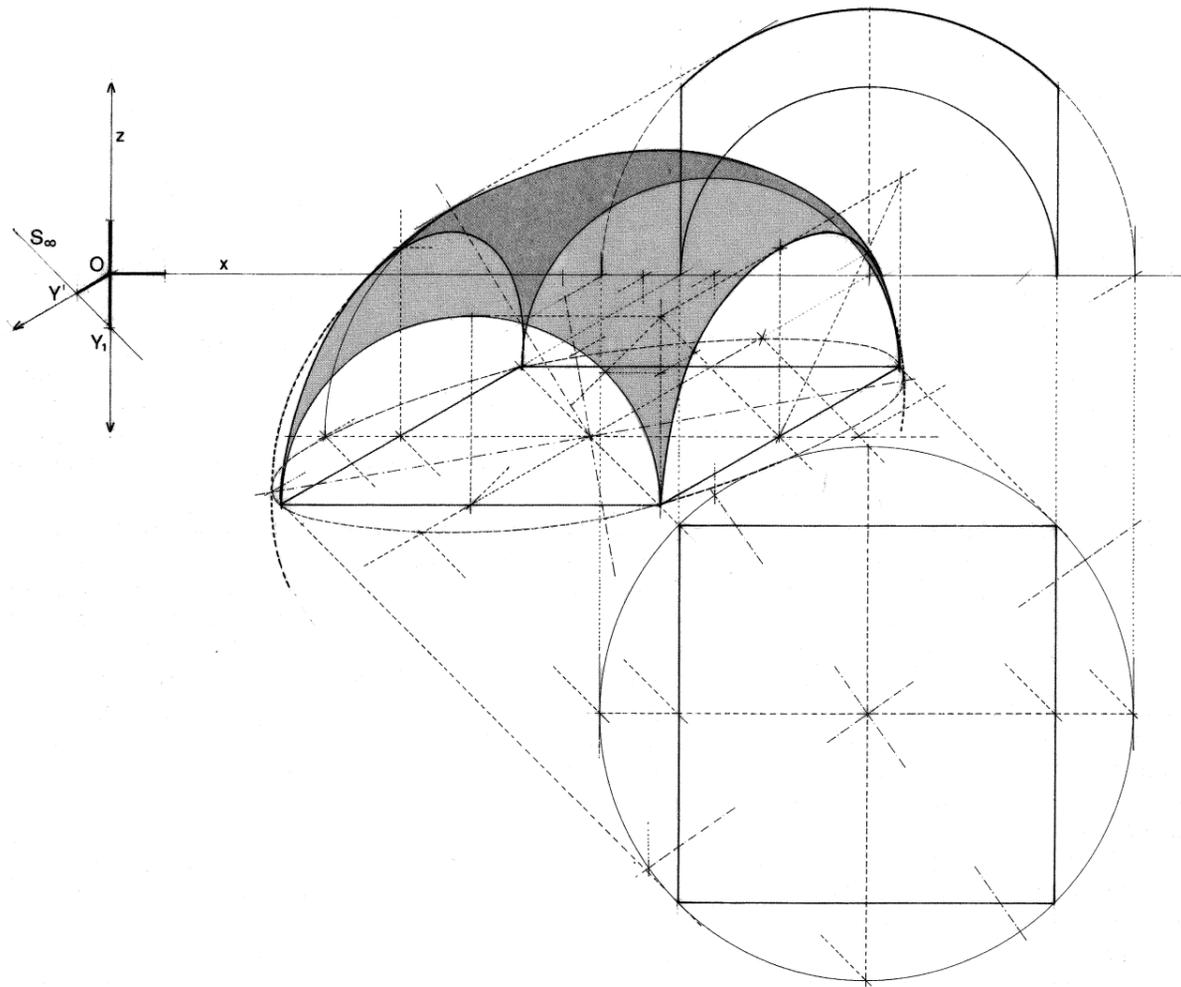


Fig. 104

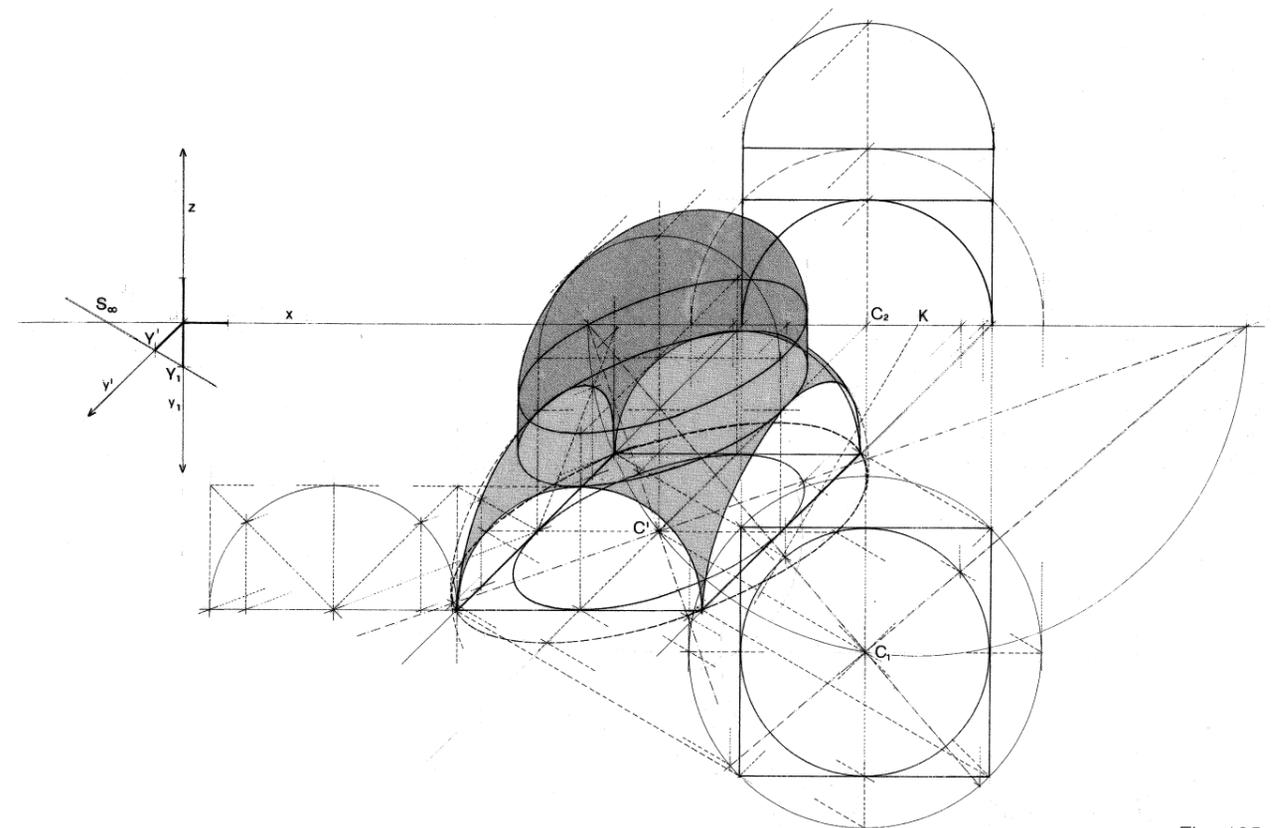


Fig. 105

2. La *volta a vela* copre, come la volta a crociera, spazi a pianta quadrata, chiusi oppure aperti: la superficie di questa volta è riconducibile a quella di una semisfera con il cerchio-equatore circoscritto al quadrato d'imposta, che viene sezionata con quattro piani verticali passanti per i lati dello stesso quadrato; le sezioni con tali piani sono evidentemente semicerchi di diametro uguale al lato del quadrato, e dunque inferiore a quello della sfera, e costituiscono i profili dei quattro archi laterali che poggiano sui pilastri.

La *rappresentazione mongiana della volta a vela* è costituita in prima proiezione dal solo quadrato d'imposta; in seconda proiezione da un arco di cerchio – con centro in C_2 e raggio uguale a quello del cerchio circoscritto al quadrato (equatore della superficie sferica) –, dal semicerchio con centro ancora in C_2 e raggio uguale alla metà del lato del quadrato, e dai segmenti verticali di uguale misura, che rappresentano i due archi laterali: la zona compresa tra queste quattro linee è la seconda proiezione della superficie della volta (fig. 104). L'*assonometria cavaliere* della volta a vela si costruisce dunque come

quella della semisfera, inserendovi la rappresentazione del quadrato d'imposta, inscritto nel cerchio equatore, e dei quattro archi-sezione: tutte le operazioni sono quelle consuete per la trasformazione delle immagini mongiane nella corrispondente immagine assonometrica.

Sono ancora superfici sferiche quelle dei particolari elementi, detti *pennacchi sferici*, che svolgono il ruolo di raccordo tra il quadrato ideale – che caratterizza la zona sacra di numerose basiliche ed è definito da quattro punti di appoggio – e il cerchio d'imposta della cupola: tali raccordi costituiscono la parte residua di una volta a vela sezionata con un piano orizzontale passante per i punti-chiave degli archi laterali. Per conferire maggiore altezza alla struttura voltata, tra i pennacchi e la cupola viene spesso inserito un ulteriore elemento, il *tamburo*, la cui superficie è cilindrica nel caso della cupola sferica, mentre nelle cupole a padiglione, assume la forma di prisma ottagonale.

Nella figura 106 sono rappresentati i *pennacchi sferici*, il *tamburo* e la *calotta sferica*, tutti elementi che costituiscono l'intradosso di una *cupola*.

Note

- 1 È detto *raggio di curvatura* di una curva in un punto il raggio del cerchio tangente internamente alla curva in quel punto; dicesi *curvatura* di una curva in un punto il numero inverso della misura del raggio di curvatura nello stesso punto: quanto minore è il raggio tanto maggiore è dunque la curvatura, e viceversa.
- 2 Come sappiamo, la somma delle distanze di ciascun punto dell'ellisse dai fuochi è uguale alla misura dell'asse maggiore.
- 3 Il cerchio di curvatura di una curva in un punto è il cerchio che tocca internamente la curva in quel punto (cfr. nota 1).
- 4 Le quattro terne delle coordinate di questi punti, non necessariamente tutte reali, sono le soluzioni del sistema, ancora di quarto grado, formato dalle due equazioni delle quadriche e da un'equazione di primo grado in tre variabili, che rappresenta un piano.
- 5 Infatti il sistema di secondo grado formato da un'equazione di secondo grado in tre variabili che rappresenta una quadrica e da un'equazione di primo grado ancora in tre variabili che rappresenta un piano, ammette come soluzioni infinite terne di numeri, le coordinate di un insieme di punti che appartengono a una curva ancora di secondo grado, cioè una conica.
- 6 M. Docci – R. Magliari, *Scienza della rappresentazione*, NIS, Roma 1992, pp. 38-40.
- 7 Non può mai verificarsi il caso in cui l'immagine della sfera sia una parabola o un'iperbole, perché non compatibile con l'ampiezza del cono visivo.
- 8 La misura del passo deve essere calcolata in base all'altezza del fruitore, onde consentirne la salita.
- 9 M. Docci – R. Magliari, *Op. cit.*, pp. 38-40.
- 10 In tale caso i coni sono mutuamente tangenti e in quella generatrice coincidono due rette che appartengono alla quartica intersezione, la cui residua parte è dunque una *conica*.