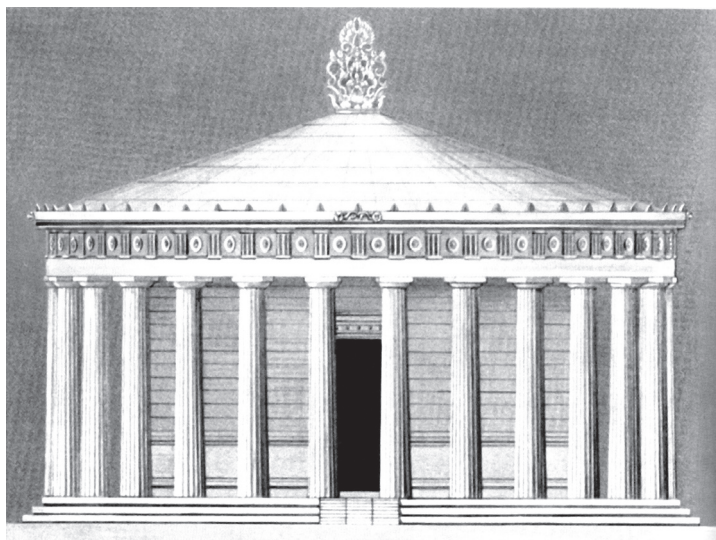


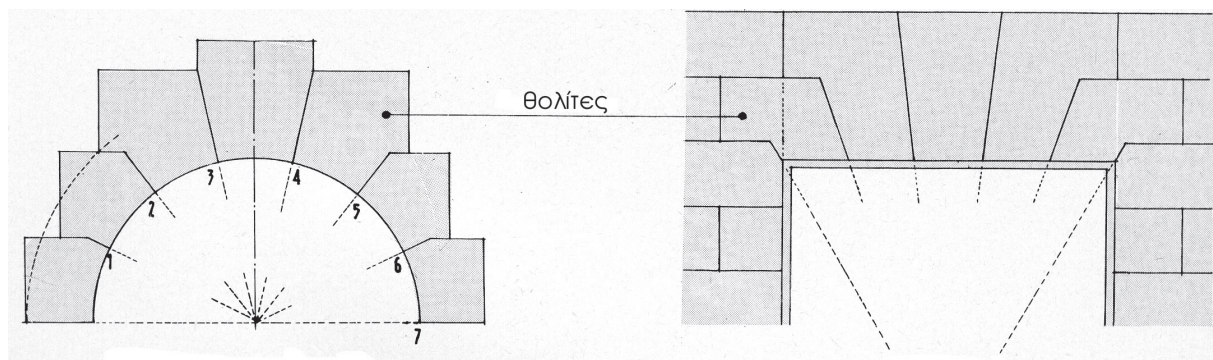
ΘΟΛΩΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Τα τόξα, οι θόλοι και γενικά οι θολωτές κατασκευές χρησιμοποιήθηκαν ήδη κατά την αρχαιότητα από τους Αιγυπτίους και τους Ασσυρίους. Οι Έλληνες χρησιμοποιούσαν θολωτές κατασκευές σε μη εμφανή μέρη των κτιρίων και με μεγάλη φειδώ (εικ. 1).

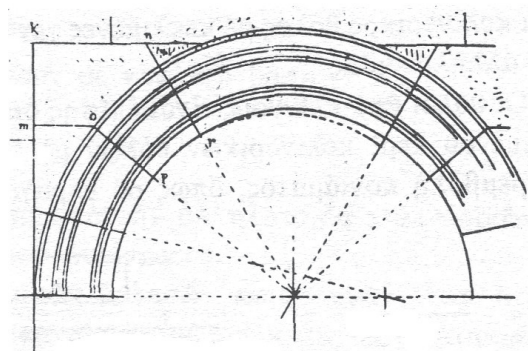
Το τόξο είναι μια καμπύλη που αντικατέστησε τη δοκό στο κατασκευαστικό σύστημα της «δοκού επί στύλων» και που στηρίζεται κι αυτή σε στύλους, αλλά πιο συχνά σε τοίχους. Τεχνικά, οι τοξωτές κατασκευές



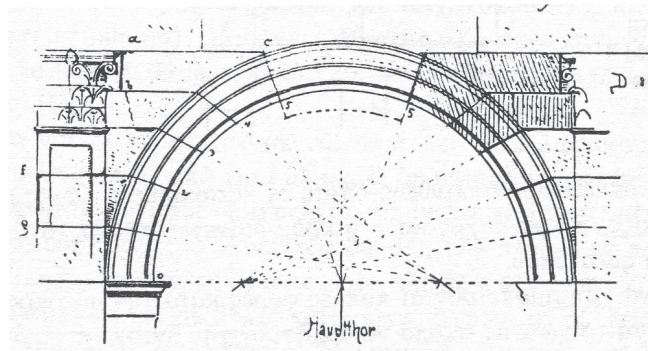
εικ. 1 Αναπαράσταση της Θόλου της Επιδαύρου, κτιρίου με κυκλική κάτοψη και κωνική στέγαση.



σχ. 2

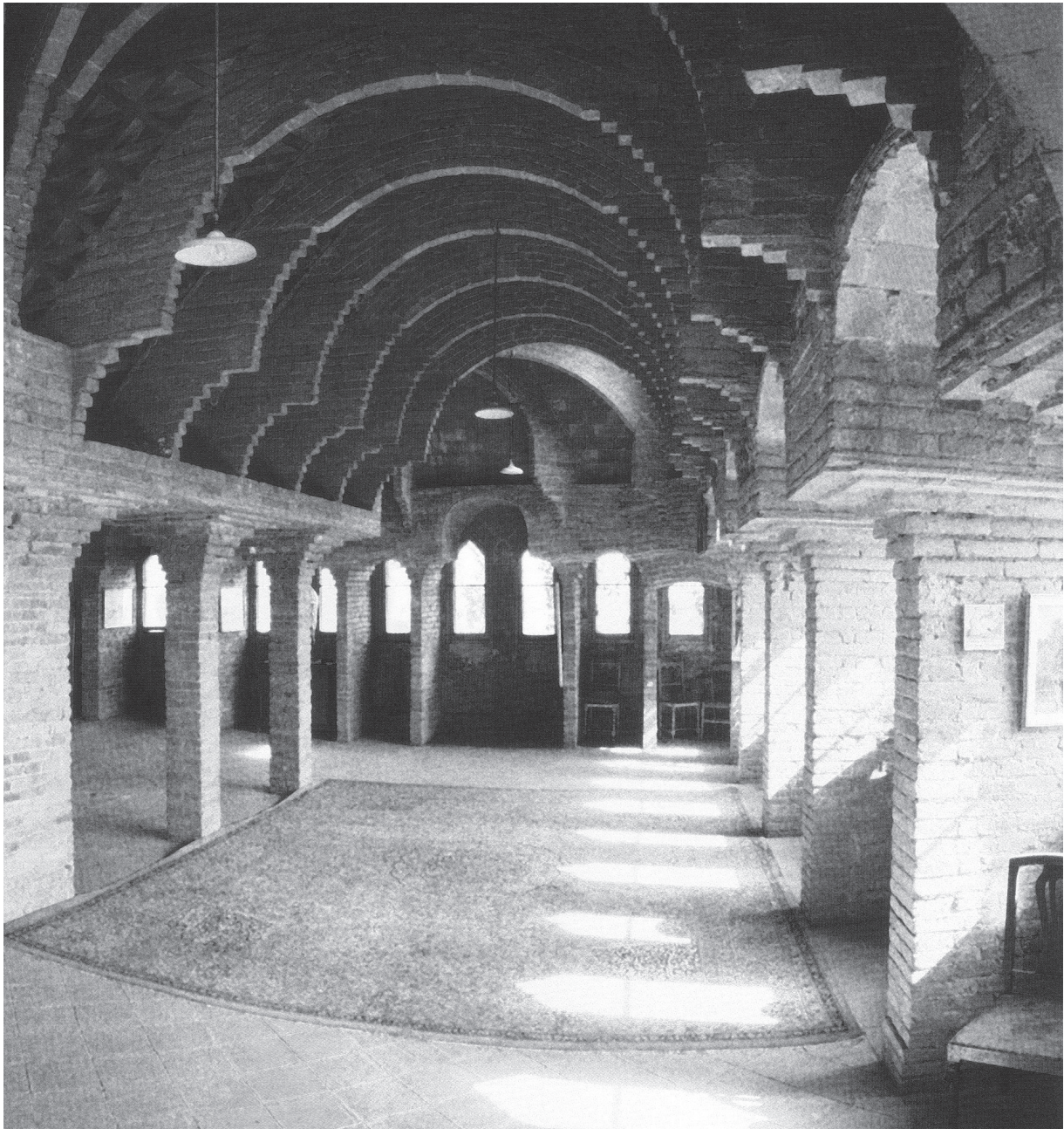


σχ. 3

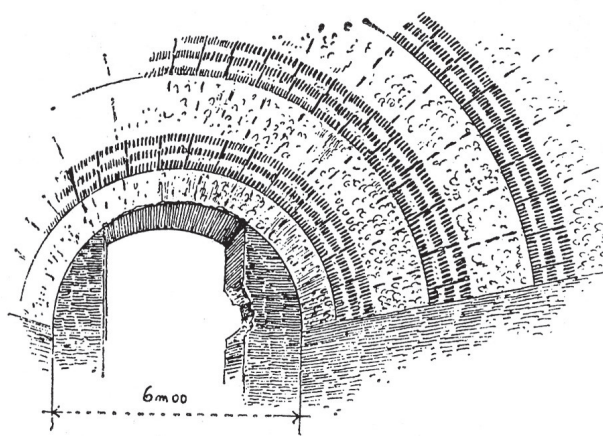


σχ. 4

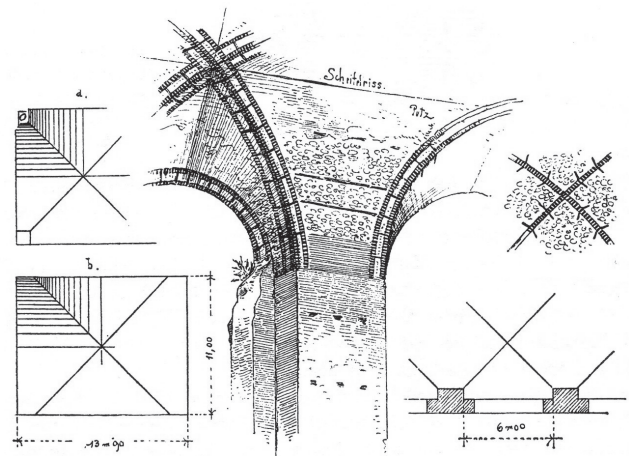
δημιουργούνται από λίθινα μέλη –τους θολίτες- με σφηνοειδή γεωμετρική φόρμα (σχ. 2). Συχνά ο αρμός μεταξύ δύο διαδοχικών θολιτών είναι τμήμα της ακτίνας χάραξης του τόξου που δημιουργούν (σχ. 3), αλλά υπάρχουν και πολλά παραδείγματα θολωτών κατασκευών (κυρίως αψίδων), όπου οι αρμοί μεταξύ των θολιτών τείνουν προς την οριζόντια θέση (σχ. 4). Ο λόγος είναι καθαρά για να διευκολυνθεί η διαδικασία της κατασκευής του τόξου, ακόμη και χωρίς ξυλότυπο (εικ. 5). Χρησιμοποιούνται πολύ συχνά χυτά υλικά για τη κατασκευή θόλων, με χρήση ξυλότυπου (σχ. 6). Σιγά σιγά ήδη από τα ρωμαϊκά χρόνια και πολύ περισσότερο κατά τα βυζαντινά χρόνια, η χρήση ξυλότυπου περιορίζεται. Η μέθοδος κατασκευής θόλου πραγματοποιείται μέσω λίθινων ή τούβλινων νευρώσεων (σχ. 7, εικ. 8), οι οποίες ορίζουν καλύτερα από τον ξυλότυπο τη γεωμετρία της κατασκευής. Τα κενά μεταξύ των νευρώσεων συμπληρώνονται με χυτά υλικά,



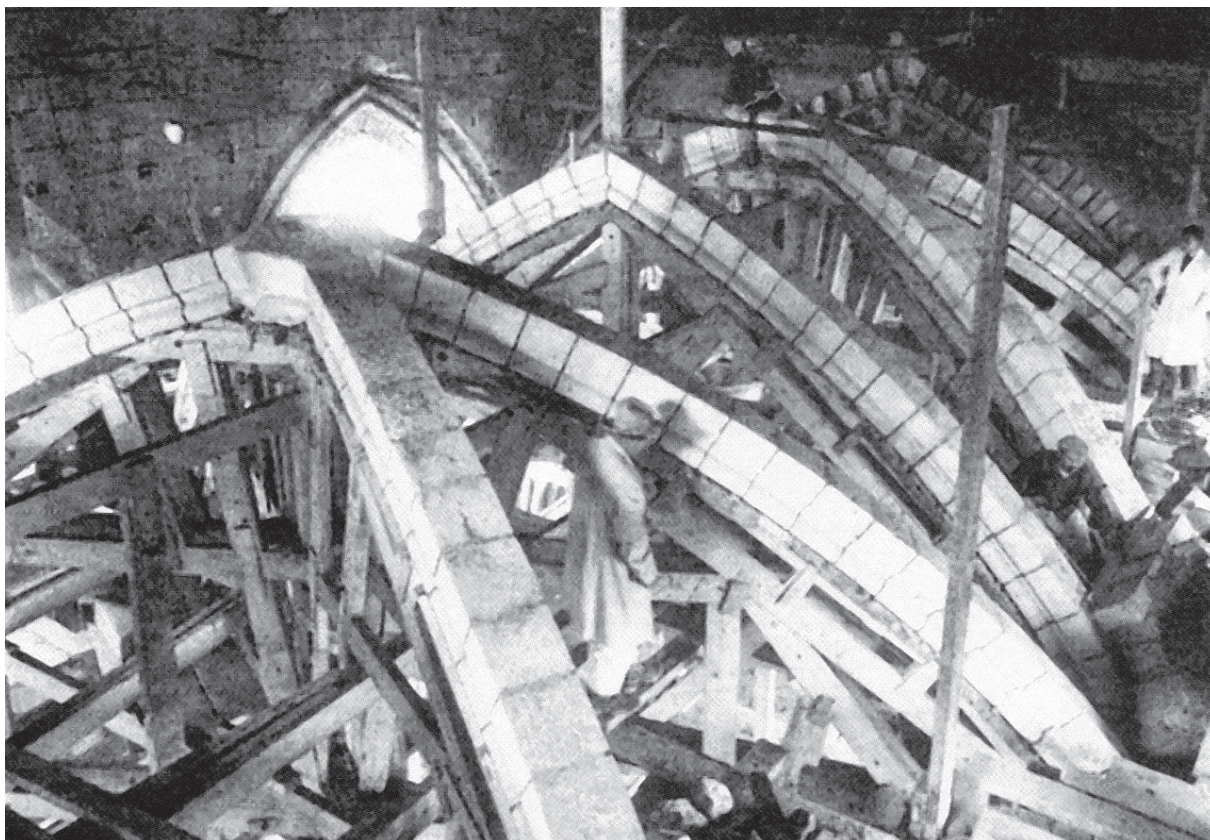
εικ. 5 Antoni Gaudí, *κάστρο Bellesguard*, 1900 – 1909. Διακρίνονται τα «ψευδο-τόξα», μικτή κατασκευή τόξου, με εκφορά των τούβλων στη βάση και τοξοειδή διάταξη στο κλείσιμο.



σχ. 6



σχ. 7

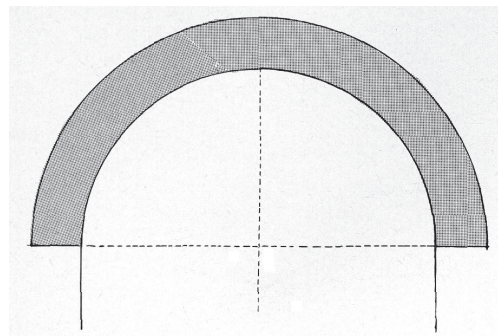


εικ. 8 Αποκατάσταση των τόξων σταυροθολίων στον καθεδρικό ναό της Soissons (Γαλλία), μετά από βομβαρδισμό κατά τον Α΄ παγκόσμιο πόλεμο.

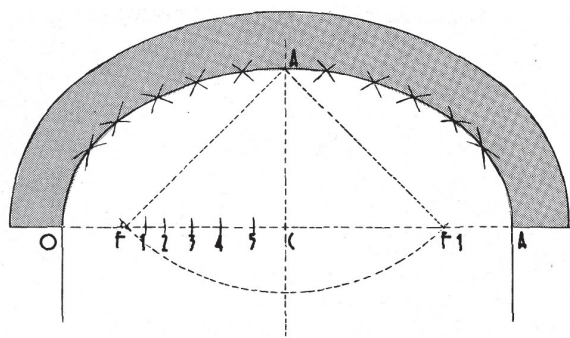
αφού τοποθετηθεί ξυλότυπος. Η όλη κατασκευή συχνά λαμβάνει επίχρυσμα, που τελειοποιεί τη γεωμετρική φόρμα, καλύπτει τις νευρώσεις της χάραξης και συμμετέχει στη στατική συμπεριφορά του συνόλου.

Τα τόξα που έχουν χρησιμοποιηθεί στην αρχιτεκτονική είναι διαφόρων ειδών κι αυτή η ποικιλομορφία εξαρτάται κάθε φορά από πολλούς παράγοντες, όπως ο αρχιτεκτονικός ρυθμός της εποχής, ο χώρος που στεγάζει η θολωτή κατασκευή (μορφή και λειτουργία), οι στατικές απαιτήσεις και ιδιαιτερότητες κλπ.

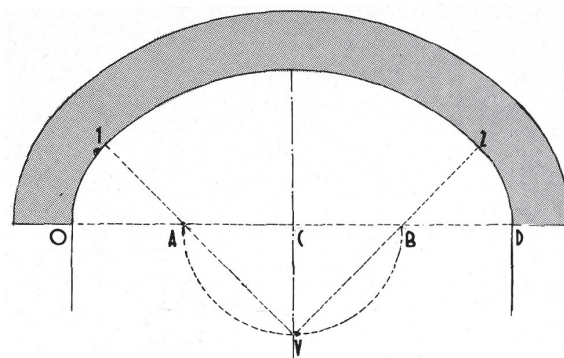
Η ημικυκλική χάραξη θολωτής κατασκευής είναι από τις πιο συνηθισμένες γεωμετρικά φόρμες (σχ. 9). Το χαμηλωμένο τόξο είναι επίσης πολύ συνηθισμένο.



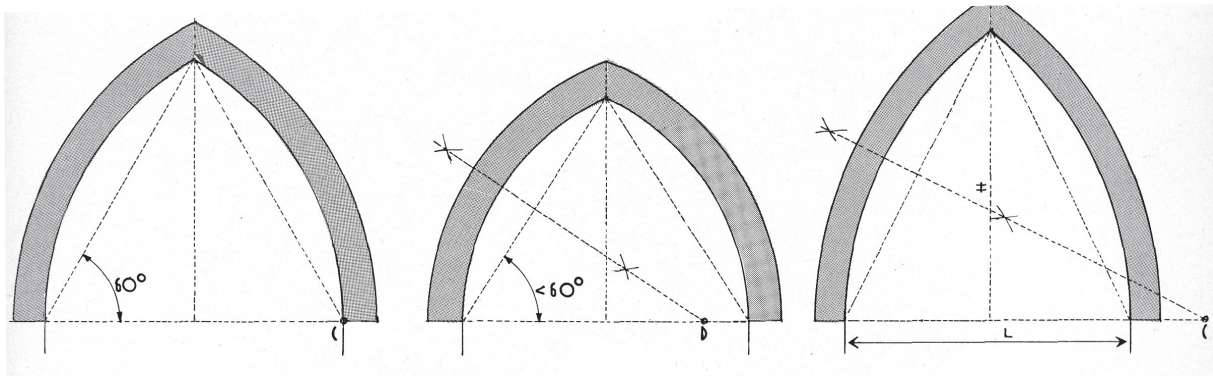
σχ. 9



σχ. 10



σχ. 11

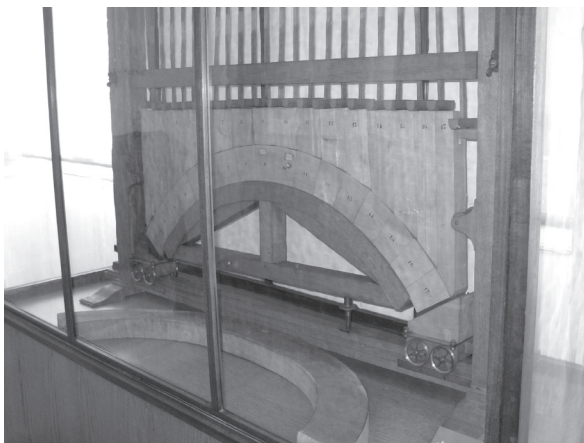


σχ. 12

Η χάραξη του είναι αρκετά σύνθετη και η δημιουργία του ξυλοτύπου για την κατασκευή του, αρκετά δύσκολη (σχ. 10). Συνήθως η καμπύλη χαμηλωμένου τόξου παράγεται από τμήματα κύκλων, με κέντρα σε διαφορετικές θέσεις και υψόμετρα (σχ. 11).

Στη μεσαιωνική κυρίως αρχιτεκτονική χρησιμοποιήθηκαν τα οξυκόρυφα τόξα, τα οποία γεωμετρικά χαράσσονται μέσω τμημάτων δύο κύκλων, που τέμνονται στο μέσο του ανοίγματος που γεφυρώνουν (σχ. 12). Τα οξυκόρυφα τόξα έχουν πολύ καλύτερη στατική συμπεριφορά (εικ. 13) συγκριτικά με τα ημικυκλικά και πολύ περισσότερο συγκριτικά με τα χαμηλωμένα τόξα. Αυτή η ιδιότητα έγινε αρκετά νωρίς αντιληπτή (εικ. 14) και είναι ο λόγος της μορφολογίας της μεσαιωνικής αρχιτεκτονικής, με τις υψίκορμες κατασκευές (εικ. 15).

Στην ελληνική αρχιτεκτονική τα κυκλικά τόξα και οι θόλοι εμφανίζονται σε συνδυασμό και εναρμόνιση με το σύστημα της δοκού επί στύλων. Οι κατασκευές ήταν σύμμεικτες κι έτσι λύθηκαν πολλά δυσχερή στατικά προβλήματα



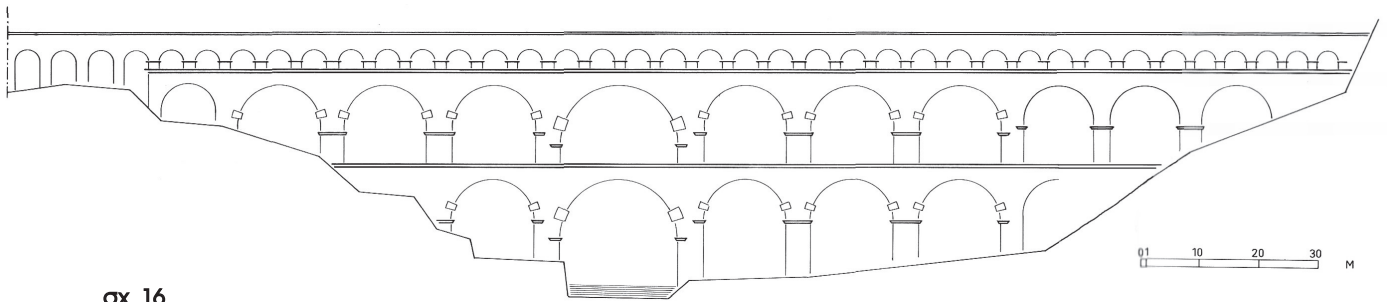
εικ. 14 Έδρα απόκλισης για πειράματα πάνω στη στατική συμπεριφορά τόξων, αψίδων και θόλων, περίπου 1880, Μουσείο Μέτρων και Σταθμών, Παρίσι.



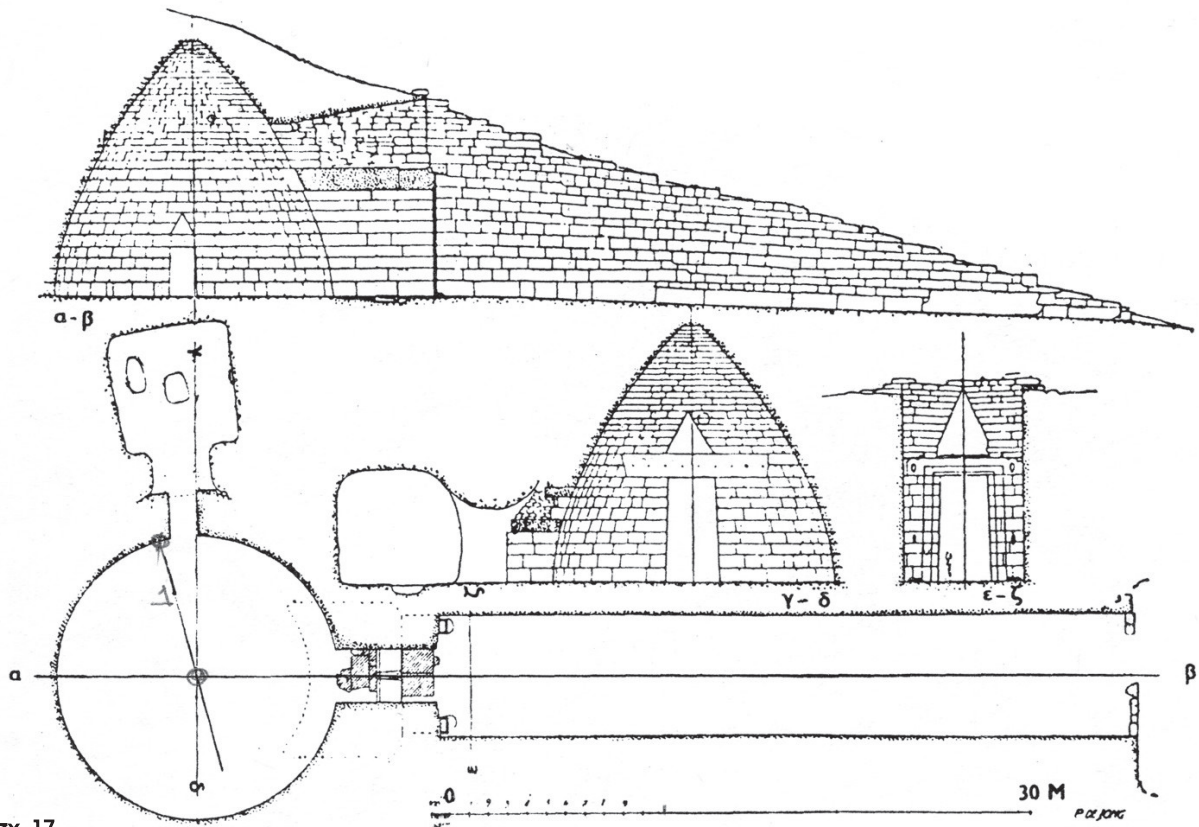
εικ. 13 Μία από τις καλύτερα διατηρημένες «σύριγγες» (στοές) στην αρχαϊκή ακρόπολη της Τίρυνθας. Τα τοιχώματα διαμορφώνονται με απλό εκφορικό σύστημα, σχηματίζοντας οξυκόρυφα τόξα.



εικ. 15 Antoni Gaudí, *Theresian College*, 1888 – 1890. Η τοξοστοιχία της στοάς έχει δημιουργηθεί με οξυκόρυφα παραβολοειδή τόξα.



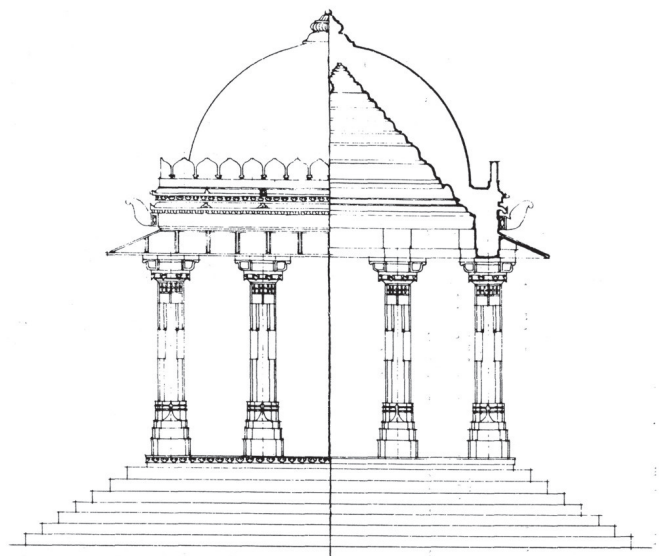
σχ. 16



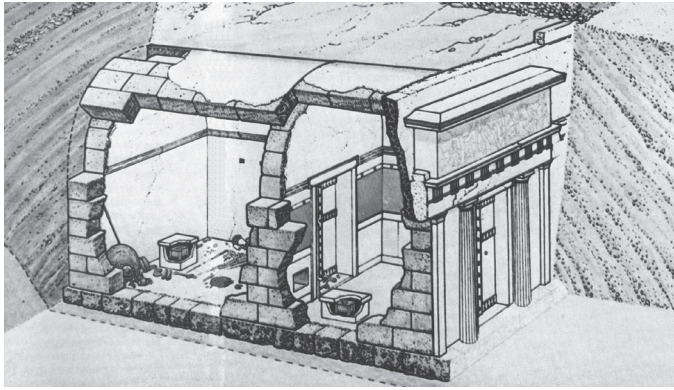
σχ. 17

και έγινε δυνατό να εκτελεστούν πρωτότυπα σχέδια στεγάσεως, γεφυρώσεις μεγάλων ανοιγμάτων και εκτελέσεις τολμηρών τεχνικών έργων, όπως γέφυρες (σχ. 16).

Ο «Θησαυρός του Ατρέα» στις Μυκήνες (σχ. 17) είναι ένα από τα σημαντικότερα και αρχαιότερα στον ελλαδικό χώρο παραδείγματα θολωτής κατασκευής για τη στέγαση του κυκλικού (σε κάτοψη) νεκρικού θαλάμου. Γεωμετρικά η όλη κατασκευή δημιουργείται από οξυκόρυφο τόξο, που περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα. Το σύστημα κατασκευής είναι το *εκφορικό*, κατά το οποίο κάθε οριζόντιος δακτύλιος



σχ. 18 Ισλαμικό υπόστεγο. Ο ψευδο-τρούλος έχει κατασκευαστεί με εκφορικό σύστημα.



εικ. 19



εικ. 20

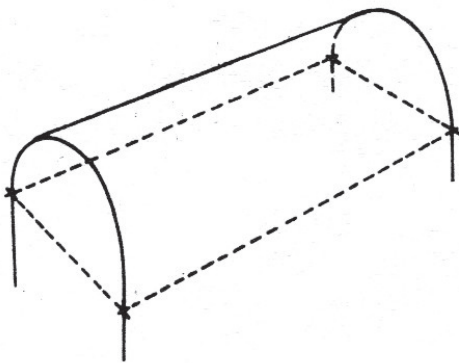


εικ. 21 Ο τρούλος στο Πάνθεον, Ρώμη

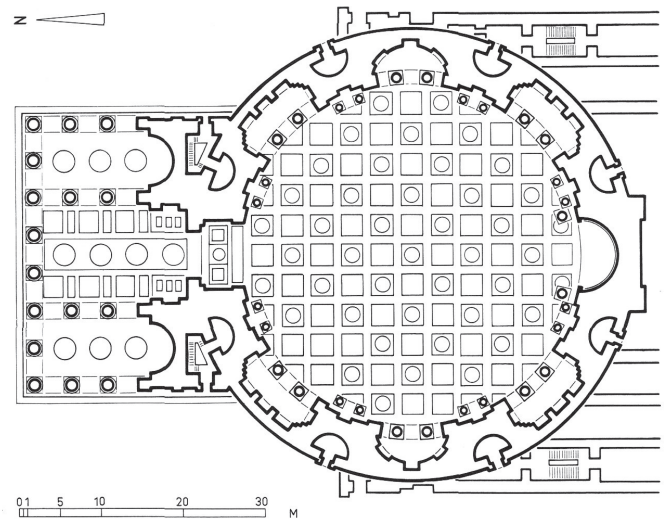
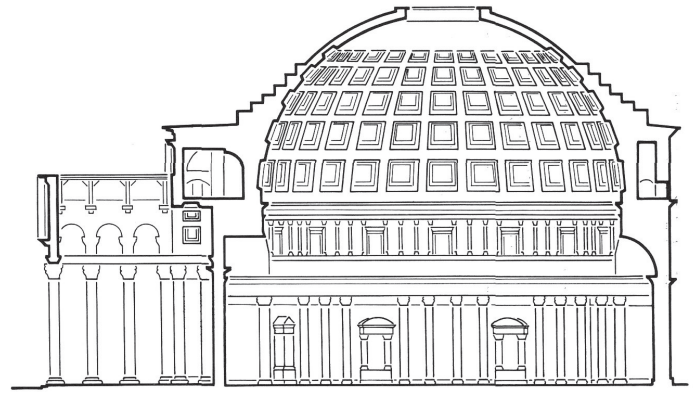
λίθων προέχει του υποκειμένου (σχ. 18). Σε μεταγενέστερα ελληνικά κτίρια, όπου είναι πια γνωστή η μέθοδος κατασκευής τόξων και θόλων με σφηγοειδείς θολίτες, εφαρμόζεται η ημικυκλική διατομή τόξου, όπως στον τάφο του Φιλίππου στη Βεργίνα (σχ. 19) και στην υπόγεια κρύπτη του νεκρομαντείου του Αχέροντα, όπου μάλιστα οι αρμοί των θολιτών των 15 τόξων συστοιχούν, για να τονίσουν το βάθος της αίθουσας (εικ. 20).

Η ουσιαστική ανάπτυξη κι εφαρμογή των θολωτών κατασκευών επιτυγχάνεται στη ρωμαϊκή εποχή και η χρήση τους γενικεύεται σαν κατασκευαστικά και μορφολογικά στοιχεία, κυρίως για να εξυπηρετηθεί η αρχιτεκτονική του *εσωτερικού χώρου* (εικ. 21) των κτιρίων, για τον οποίο ενδιαφέρεται και μελετά ιδιαίτερα η ρωμαϊκή αρχιτεκτονική. Οι θολωτές κατασκευές επιτρέπουν τη γεφύρωση πολύ μεγαλύτερων ανοιγμάτων σε σύγκριση με το ελληνικό σύστημα της δοκού επί στύλων και παράλληλα προσδίδουν ύψος στον εσωτερικό χώρο (σχ. 22). Παρόλ' αυτά, πολλά ελληνικά μορφολογικά στοιχεία δεν εγκαταλείπονται στη ρωμαϊκή αρχιτεκτονική, αλλά αλλάζουν σκοπιμότητα και σημασία και δημιουργούν νέες αρχιτεκτονικές φόρμες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι εσωτερικές κιονοστοιχίες των κτιρίων, όπου στην ελληνική αρχιτεκτονική έπαιζαν ρόλο κυρίως στατικό -για τη στήριξη της στέγης- ενώ στη ρωμαϊκή αρχιτεκτονική χρησιμοποιούνταν για τη *διάπλαση* του εσωτερικού χώρου.

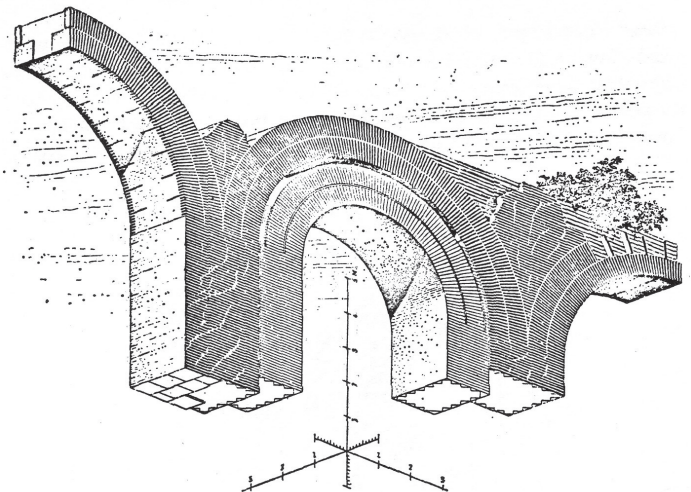
Από καθαρά γεωμετρική άποψη, διακρίνουμε τις θολωτές κατασκευές της ρωμαϊκής αρχιτεκτονικής στις εξής κατηγορίες:



σχ. 23

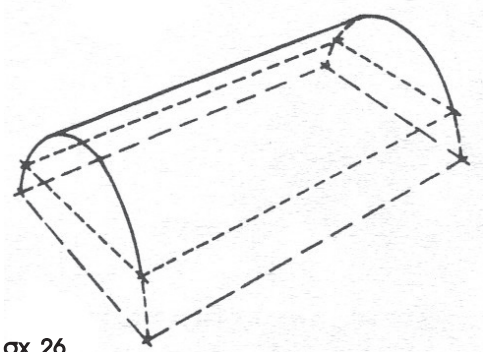


εικ. 22 Κάτοψη και τομή από το Πάνθεον, Ρώμη

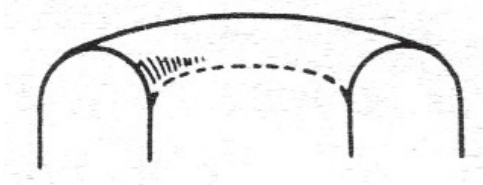


σχ. 24

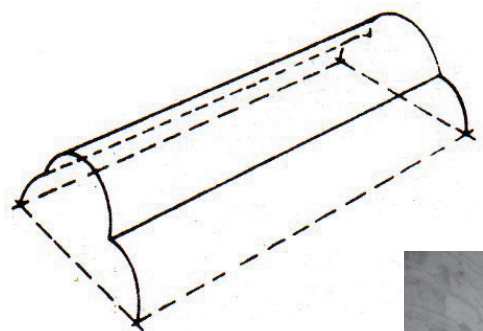
1. Ημικυλινδρικοί θόλοι (καμάρες) (σχ. 23, 24)
2. Καμάρες με κεκλιμένες γενέτειρες (σχ. 25)
3. Καμάρες διατομής χαμηλωμένου τόξου (ημικυκλικού αλλά μικρότερου των 180°) (σχ. 26, εικ. 27)
4. Σπειροειδής θόλοι (σχ. 28, εικ. 29)



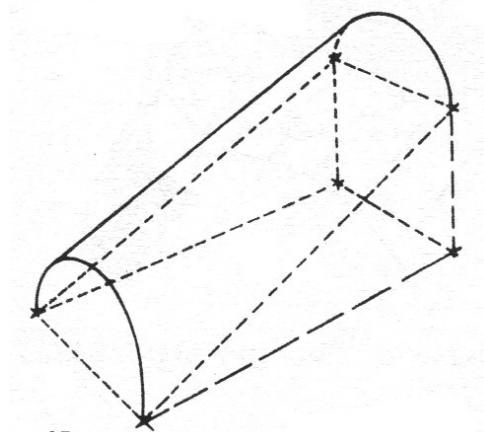
σχ. 26



σχ. 28



σχ. 30



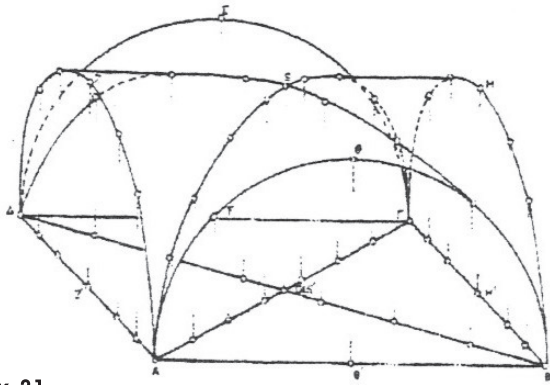
σχ. 25



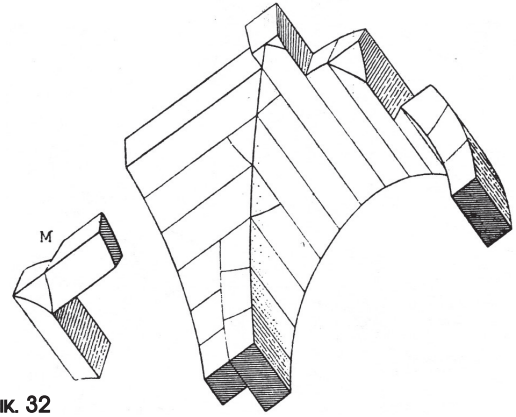
εικ. 27



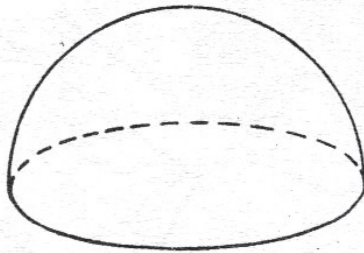
εικ. 29 Η εξωτερική στοά στον Αγ. Πέτρο Βατικανού, με ημικυκλική κάτοψη και στέγαση με σπειροειδή θόλο.



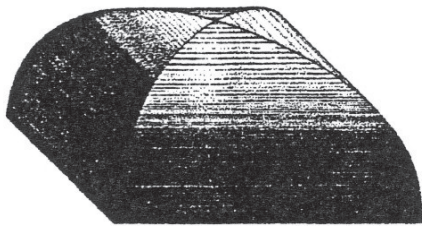
εικ. 31



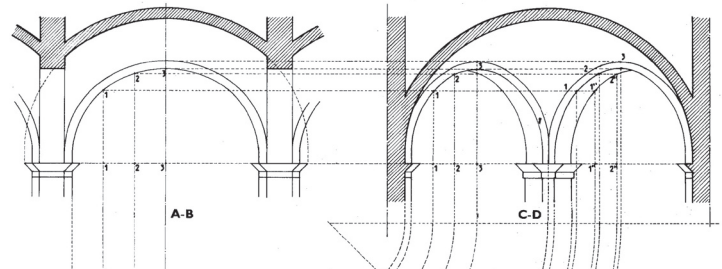
εικ. 32



σχ. 33



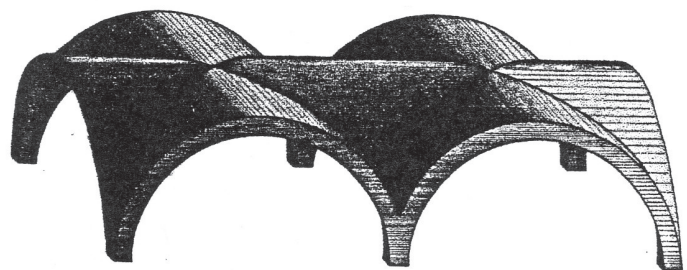
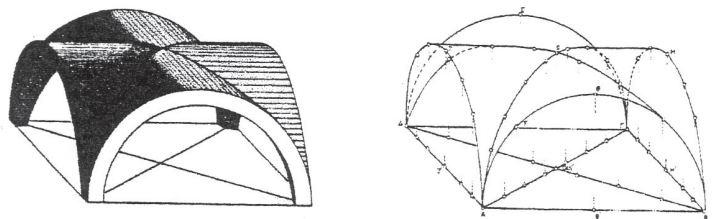
σχ. 35



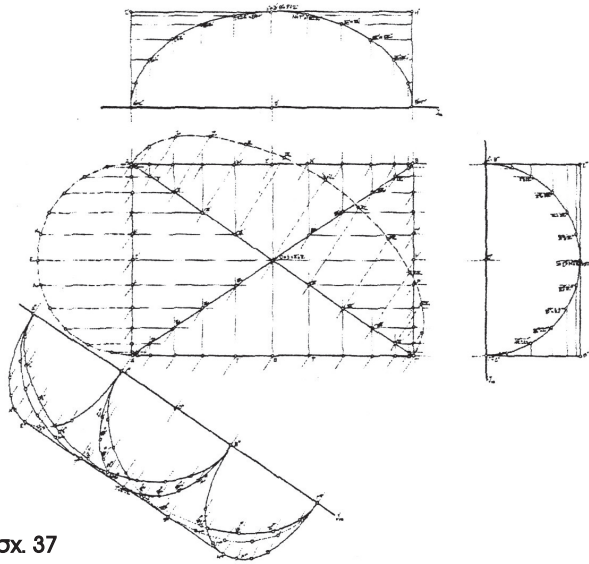
σχ. 34

5. Σύνθετες καμάρες (σχ. 30)
6. Σταυροθόλια (σχ. 31, 32)
7. Θόλοι ημισφαιρικοί που βαίνουν σε κυκλική βάση (σχ. 33, 34)
8. Μοναστηριακοί θόλοι (σχ. 35)

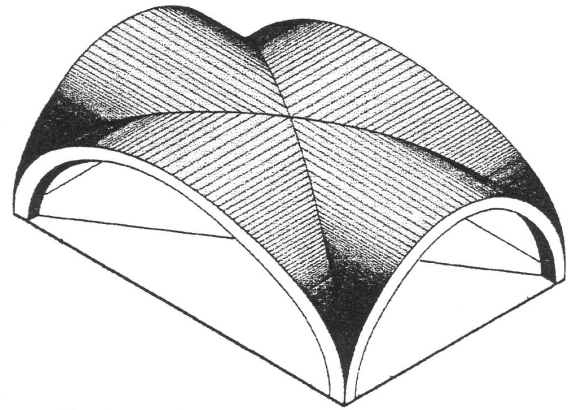
Η γεωμετρική φόρμα των σταυροθολίων παράγεται από την αλληλοτομία ημικυλινδρικών επιφανειών (σχ. 36). Κατά τη ρωμαϊκή εποχή με σταυροθόλια στεγάζονται τετράγωνοι ή σχεδόν τετράγωνοι χώροι. Αργότερα, κατά τη βυζαντινή περίοδο η χρήση του σταυροθολίου γενικεύεται και αποκτά πολλές παραλλαγές. Έτσι, έχουμε στέγαση παραλληλογράμμου (σε κάτοψη) χώρου με σταυροθόλιο, όπου ο μικρότερος θόλος έχει ημικυκλική διατομή και ο μεγαλύτερος θόλος



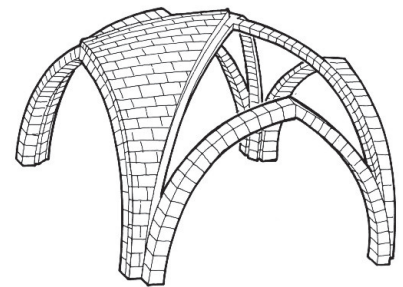
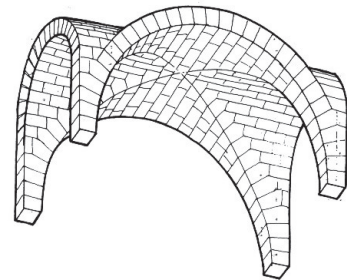
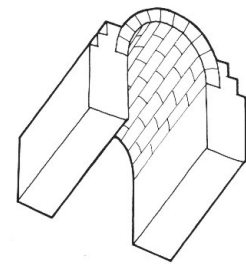
σχ. 36 Αξονομετρική αναπαράσταση σταυροθολίων και επανάληψη της βασικής μονάδας, για τη στέγαση πρόναων, στοών κλπ.



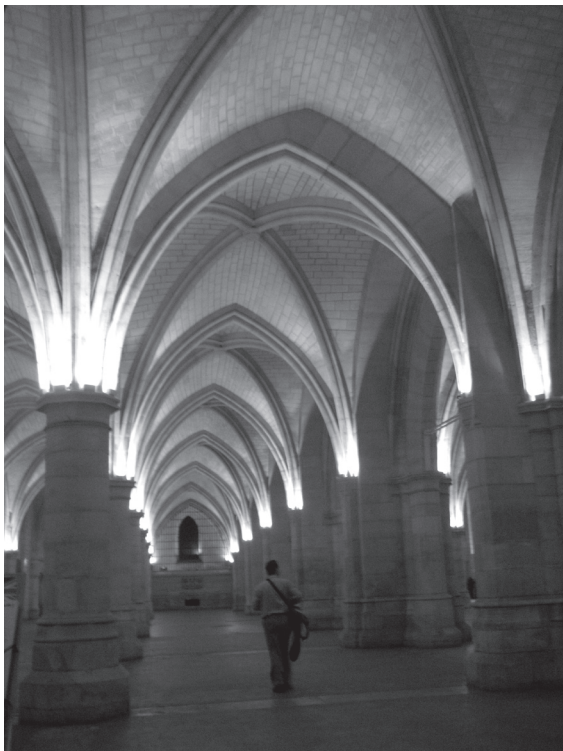
σχ. 37



σχ. 38



εικ. 39



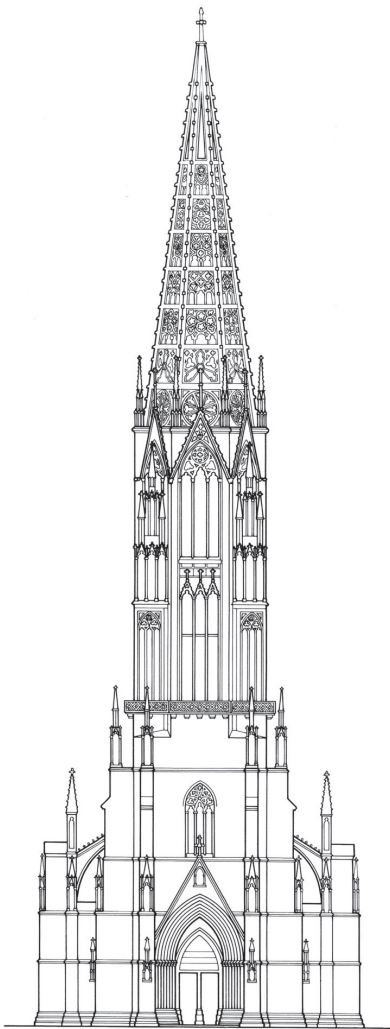
σχ. 40 Αξονομετρική αναπαράσταση της εξέλιξης του ρωμαϊκού θόλου, στο βυζαντινό και στο μεσαιωνικό σταυροθόλιο.

εικ. 41 Το υπόγειο του Conciergerie (11^{ος} αιώνας), χρησιμοποιήθηκε σαν κτίριο φυλακών κατά τον Παρισινό μεσαίωνα.

έχει διατομή ημιέλλειψης ή χαμηλωμένου τόξου (σχ. 37, 38), αλλά και πολλές παραλλαγές αυτού του συστήματος, με χαμηλωμένα τόξα και κατά τις δύο διευθύνσεις του χώρου (εικ. 39).

Το σταυροθόλιο στη δυτική μεσαιωνική αρχιτεκτονική χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα (σχ. 40), λόγω της συμμετρικής στατικής του συμπεριφοράς κι επειδή η στήριξή του γινόταν όχι σε συμπαγή τοικοποιία, αλλά σε στύλους (εικ. 41), που επέτρεπαν την ευέλικτη διαμόρφωση του εσωτερικού χώρου. Επιπροσθέτως η χρήση του οξυκόρυφου τόξου ως οδηγού της χάραξης σταυροθολίου καθιέρωσε την «υψίκορμη» αρχιτεκτονική (σχ. 42), που χαρακτηρίζει την περίοδο αυτή. Το σταυροθόλιο ως γεωμετρική φόρμα εξελίχθηκε σημαντικά με τη δημιουργία πρόσθετων νευρώσεων σε ακτινωτή διάταξη, γύρω από τον άξονα στήριξης (υποστύλωμα). Έγινε, έτσι δυνατό να διαμορφωθούν διαφορετικά ύψη στις απολήξεις των τόξων (εικ. 43).

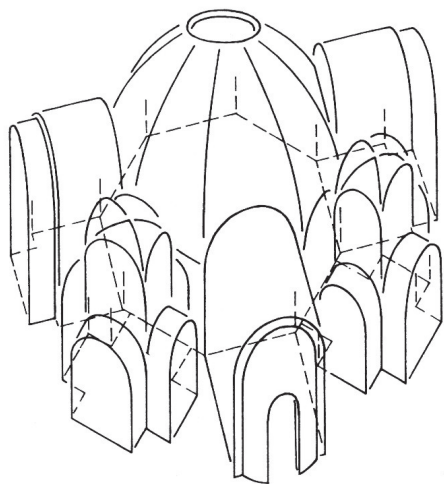
Οι ημισφαιρικοί θόλοι στη ρωμαϊκή αρχιτεκτονική (σχ. 44) στέγαζαν κυκλικούς ή οκταγωνικούς χώρους και -σε ελάχιστα παραδείγματα- τετράγωνους χώρους, αλλά με όχι «καθαρή» γεωμετρική χάραξη (σχ. 45). Η γεωμετρική αυτή μορφή δεν εγκαταλείφθηκε στο Βυζάντιο, αλλά



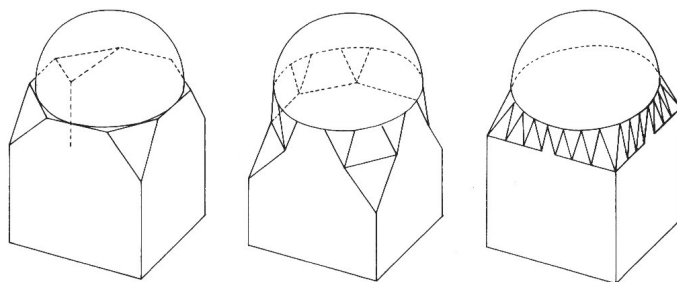
σχ. 42 Καθεδρικός ναός Freiburg-im-Breisgau, Γερμανία, 13^{ος} αιώνας

εικ. 43 Ο καθεδρικός ναός του Exeter, 1328 - 1342, με πυκνή ακτινωτή διάταξη των νευρώσεων των σταυροθολίων.





σχ. 44 Αξονομετρική αναπαράσταση τμήματος του «Χρυσού Παλατιού» (Domus Aurea) του Νέρωνα. Κατασκευάστηκε περίπου το 60μ.Χ. και ο τρούλος του αποτελεί αρχιτεκτονικό επίτευγμα για την εποχή του.



σχ. 45 Σχηματική αναπαράσταση του μετασχηματισμού της τετράγωνης σε οκταγωνική κάτοψη, για τη στέγαση με τρούλο.

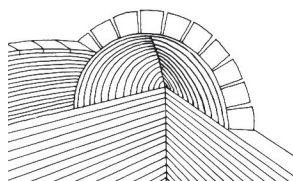


εικ. 46 Ναός Αγ. Ειρήνης, Κωνσταντινούπολη. Η πλευρική στοά στεγάζεται με ημισφαιρικούς σε σειρά θόλους.

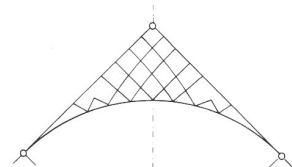
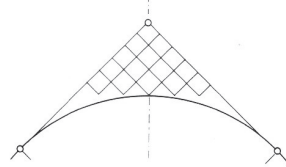
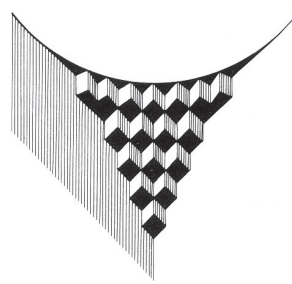
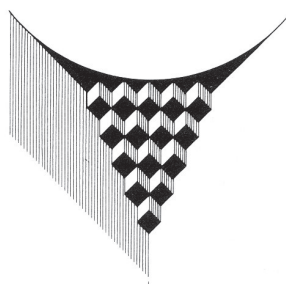
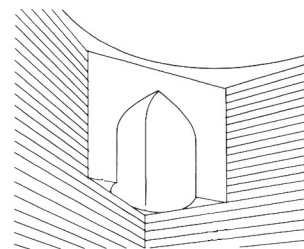
τα παραδείγματα που έχουμε είναι σαφώς πιο κομψά (εικ. 46).

Για να επιτευχθεί το «πέρασμα» από την τετράγωνη στην κυκλική κάτοψη, δημιουργούσαν μια παρεμβολή σε σχήμα τμήματος κώνου -το ημικώνιο- το οποίο μετέτρεπε την τετραγωνική σε οκταγωνική κάτοψη (σχ. 47). Κατόπιν -με «κλέψιμο»- περνούσαν στην κατασκευή της εγγεγραμμένης στο οκτάγωνο κυκλικής βάσης τρούλου. Παρόμοια επίλυση χρησιμοποιείται και στην ισλαμική ναοδομία, με τη διαφορά ότι αντί για ημικώνιο δημιουργούνται πλάγια τριγωνικά επίπεδα, τα λεγόμενα «τούρκικα τρίγωνα» (σχ. 48), που φέρουν μάλιστα έντονη διακόσμηση (εικ. 49).

Η επίλυση της στέγασης τετράγωνου χώρου με ημισφαιρικό θόλο επιτεύχθηκε κατά τη βυζαντινή περίοδο, με τις κατασκευές



σχ. 47

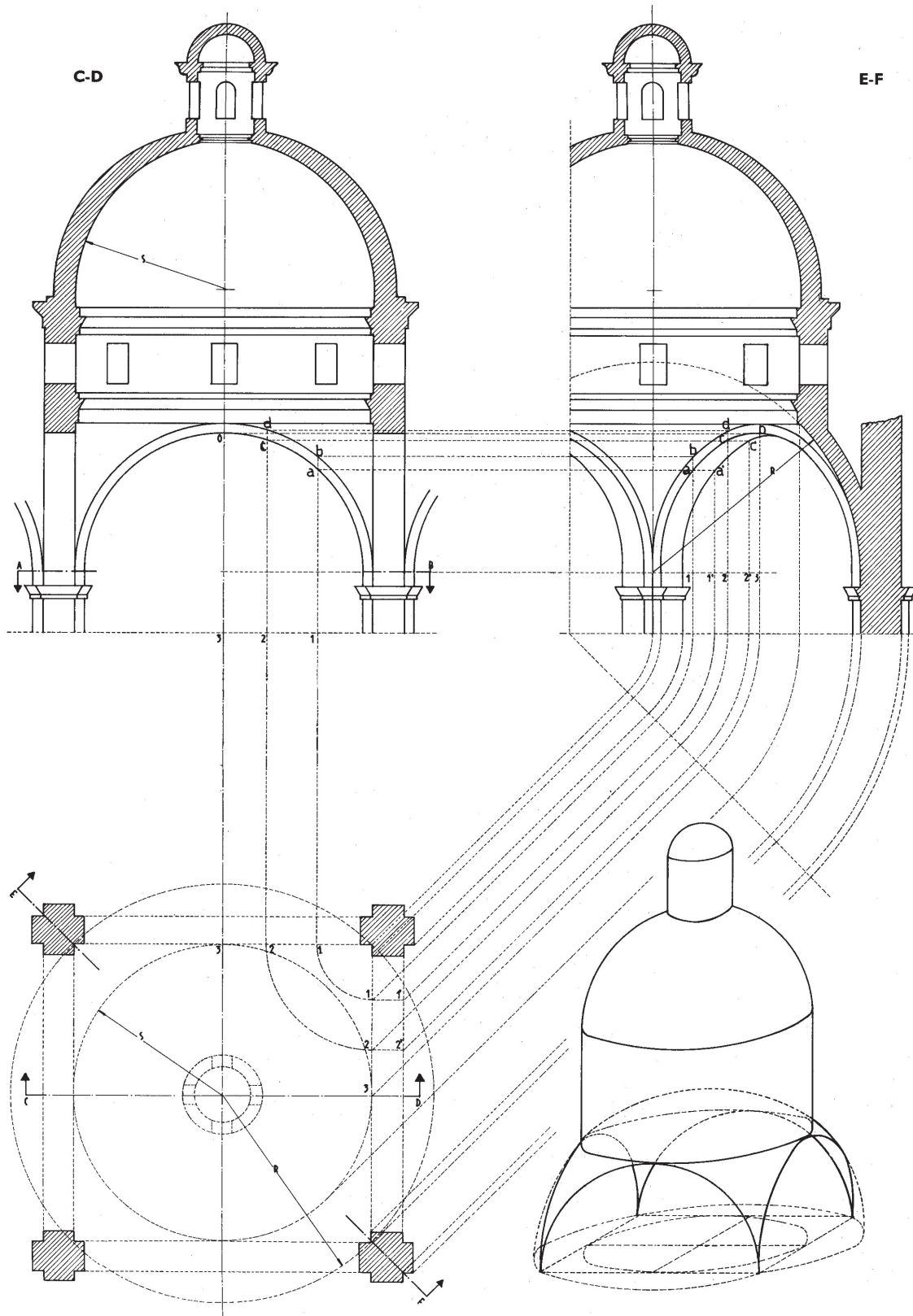


σχ. 48



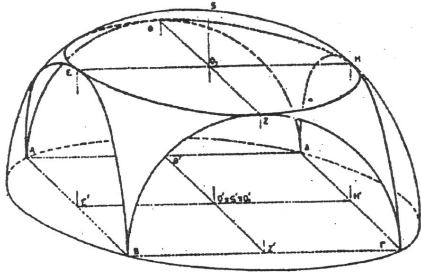
εικ. 49

της ασπίδας και του τρούλου επί λοφίων (σχ. 50). Γεωμετρικά η ασπίδα επί λοφίων αναλύεται εάν τοποθετηθεί αρχικά στον τετράγωνο χώρο ημισφαίριο, με βάση τον περιγεγραμμένο κύκλο του τετράγωνου χώρου (σχ. 51). Κατόπιν αποκόπτονται τα τέσσερα τμήματα του ημισφαιρίου που βρίσκονται εκτός του περιγράμματος του τετραγώνου, με κατακόρυφα επίπεδα και τέλος αφαιρείται το τμήμα το ημισφαιρίου που βρίσκεται πάνω από τις απολήξεις των τόξων (τομή με

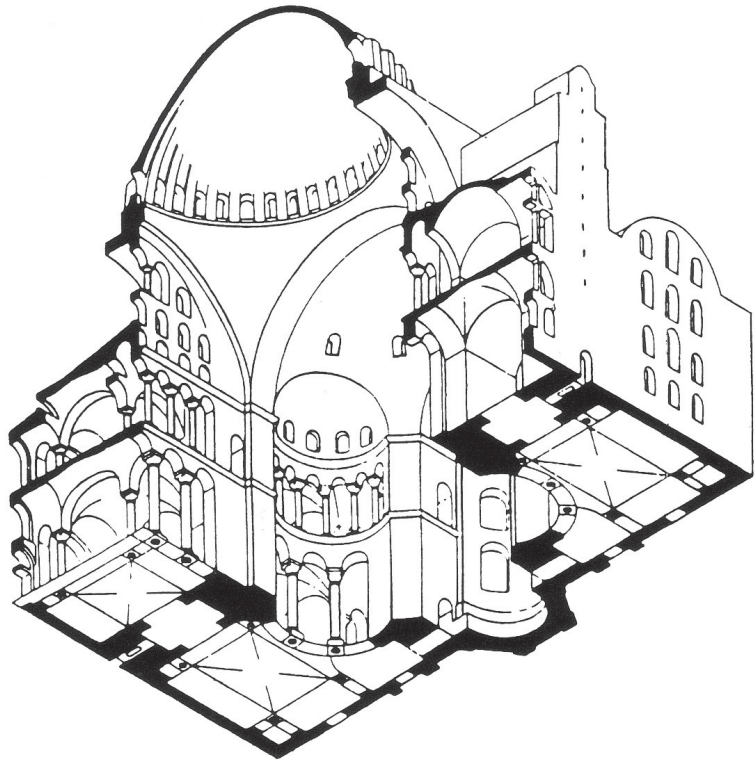


σχ. 50

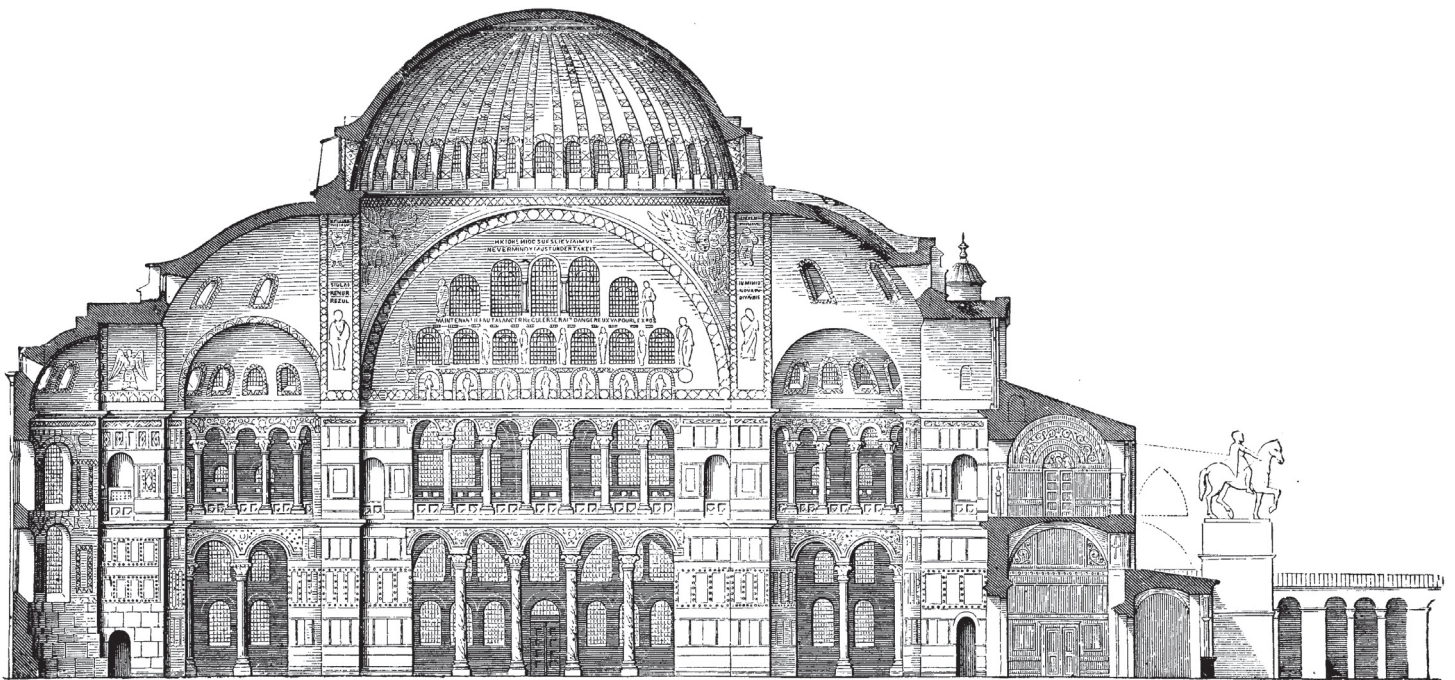
οριζόντιο επίπεδο). Από το αρχικό ημισφαίριο απομένουν έτσι μόνο τέσσερα σφαιρικά τρίγωνα. Ο οριζόντιος κύκλος του αρχικού ημισφαιρίου είναι πλέον εγγεγραμμένος του τετράγωνου χώρου και αποτελεί τη βάση ενός νέου ημισφαιρικού θόλου, που καλύπτει τον τετράγωνο χώρο (σχ. 52, 53, εικ. 54). Πολύ συχνά ανάμεσα στα σφαιρικά τρίγωνα και τον ημισφαιρικό θόλο παρεμβάλλεται κυλινδρική επιφάνεια, με μικρό ή μεγαλύτερο ύψος, που ονομάζεται **τύμπανο** (εικ. 55, 56).



σχ. 51



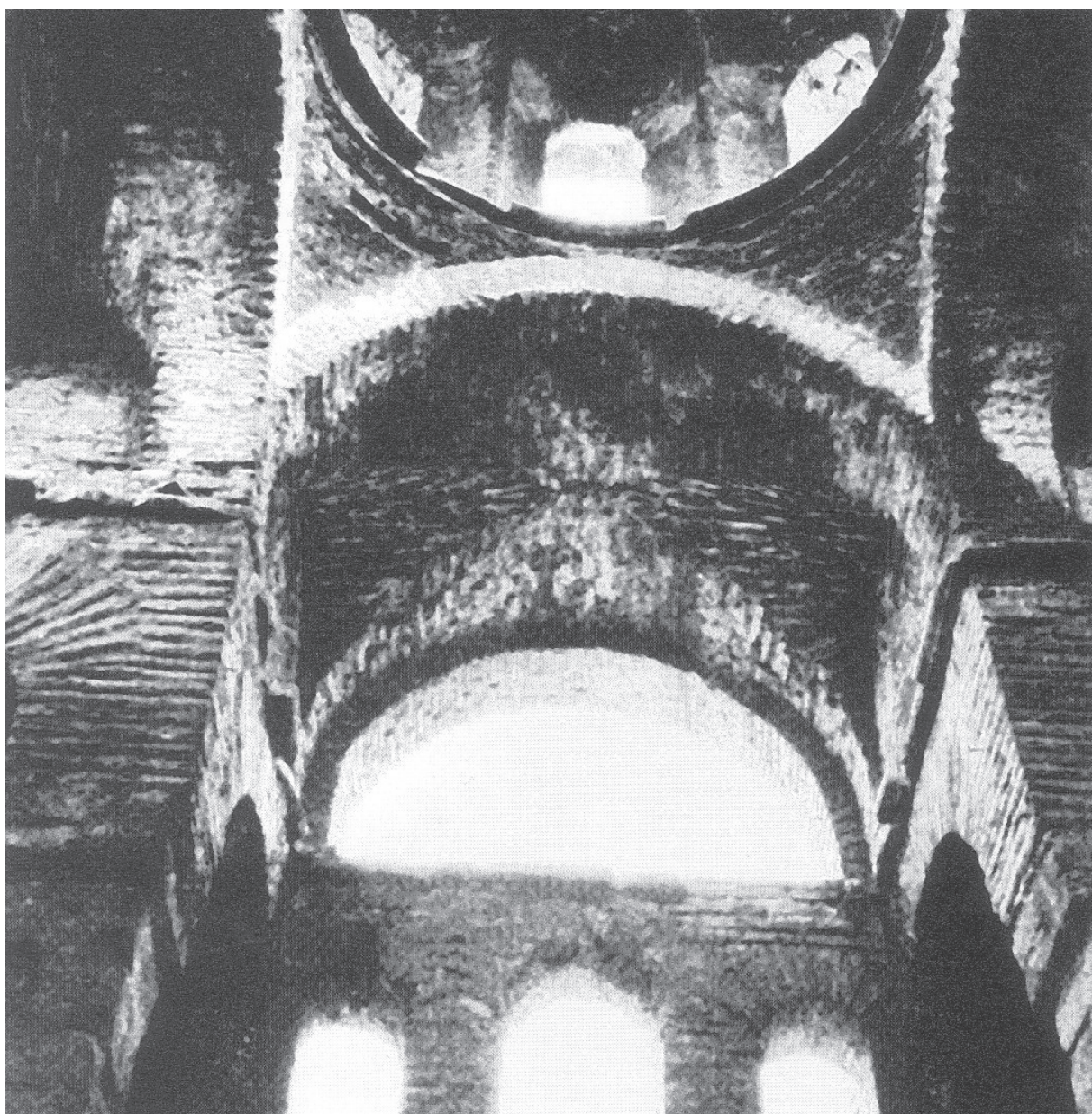
σχ. 52 Αξονομετρική αναπαράσταση τμήματος του ναού Αγ. Σοφίας Κωνσταντινούπολης, όπου διακρίνεται η γεωμετρική χάραξη των σημαντικότερων στοιχείων του.



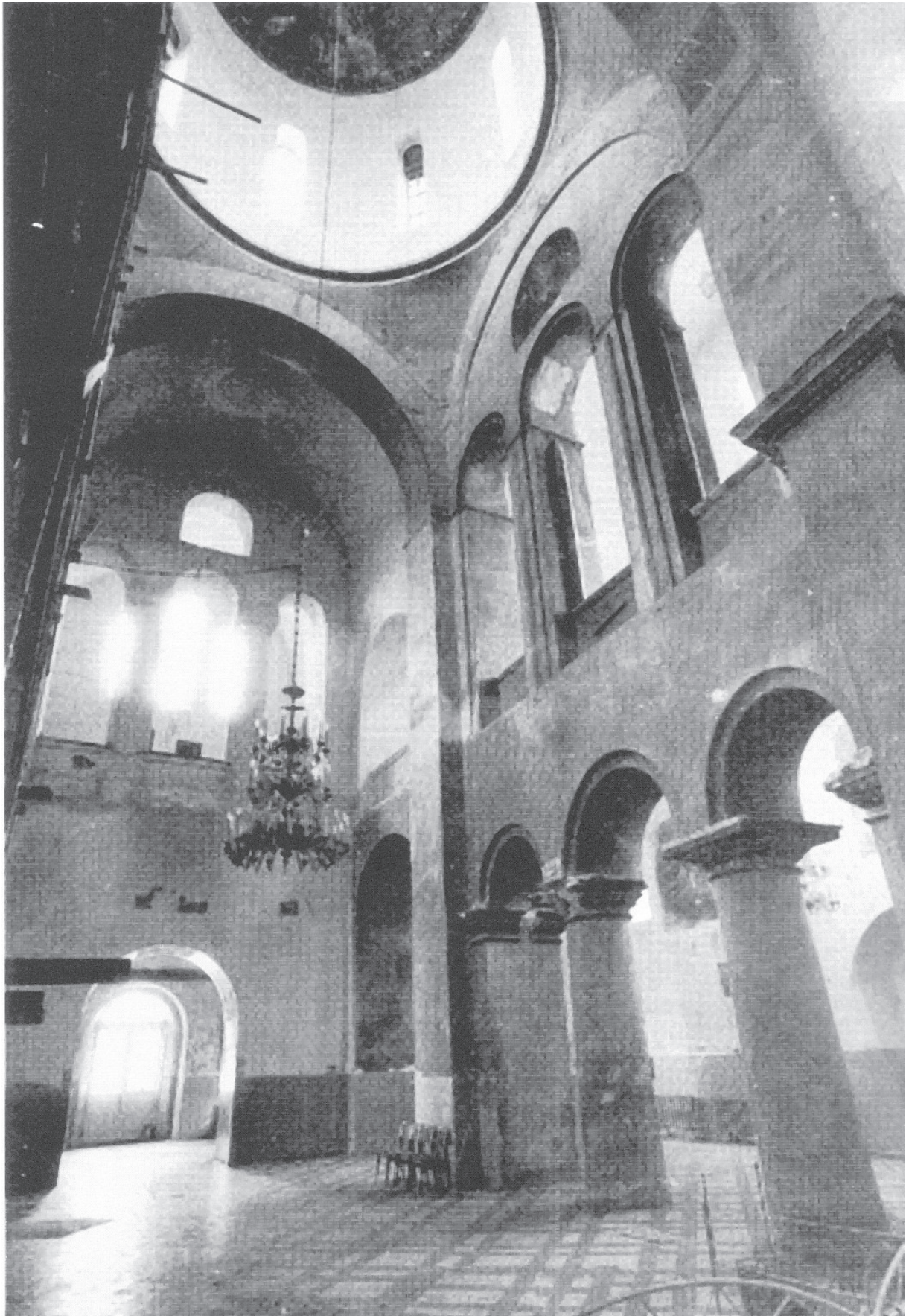
σχ. 53 Τομή καθ' ύψος από το ναό Αγ. Σοφίας Κωνσταντινούπολης. Η διάμετρος του τρούλου φτάνει τα 52m, χωρίς τύμπανο. Φέρει νευρώσεις και δημιουργεί κατάλληλο χώρο για την ακτινωτή παράθεση των παραθύρων στη βάση του τρούλου.



εικ. 54 Ναός Αγ. Σοφίας Κωνσταντινούπολης

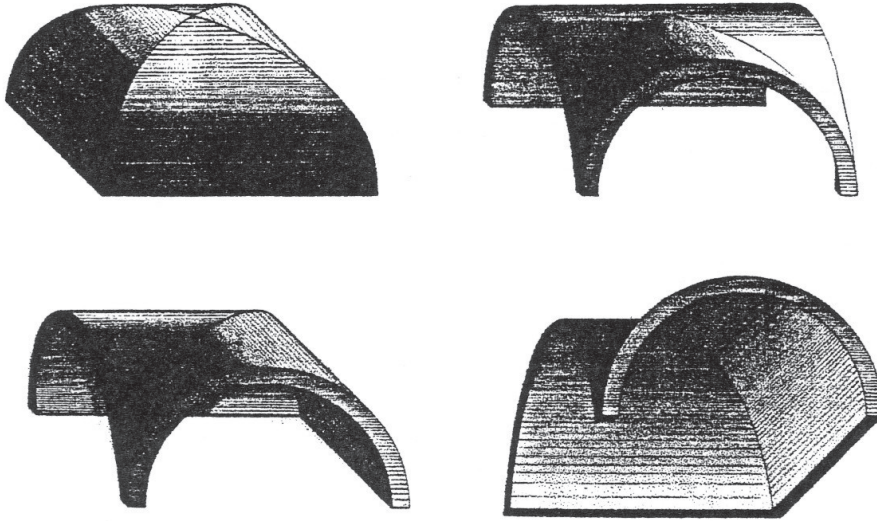


εικ. 55 Ναός της μονής Μυρηλαίου (Μπουντρούμ Τζαμί), Κωνσταντινούπολη, 907 – 920.



εικ. 56 Ναός της Μεταμορφώσεως του Σωτήρος, Τσέρνογκοφ, Ρωσία, περίπου 1036.

Ο μοναστηριακός θόλος είναι στην ουσία μια παραλλαγή του σταυροθολίου, με τη διαφορά ότι από τους υμικυλίνδους που αλληλοτέμνονται, αφαιρούνται (θεωρητικά) διαφορετικά τμήματα σε σχέση με αυτά του σταυροθολίου (σχ. 57). Στη ρωμαϊκή αρχιτεκτονική ο μοναστηριακός θόλος χρησιμοποιήθηκε για τη στέγαση τετράγωνων χώρων, αντί της ασπίδας επί λοφίων ή του σταυροθολίου. Με διαφορετικές αλληλοτομίες είναι δυνατό να δημιουργηθούν οι απαιτούμενες προσβάσεις στους χώρους που καλύπτονταν με μοναστηριακούς θόλους.



σχ. 57

