

**ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ARQUITECTURA DE
BARCELONA**

**TRAÇAT DE PERSPECTIVA
CURVILÍNIA DE PANTALLA
CILÍNDRICA MITJANÇANT
SYSTEMES INFORMÀTICS**

Autor: Joan Font i Comas
Directors: Enric Martínez-Quintanilla
Joan Trias i Pairó

Barcelona, febrer del 1987

capitol 5

5.-EXPERIMENTACIÓ DELS SISTEMES.

En els capítols anteriors s'han exposat els algorismes bàsics desenvolupats per al traçat informatitzat de la perspectiva curvilínia de pantalla cilíndrica.

Mitjançant aquest conjunt d'algorismes s'ha conformat un sistema experimental, el qual ha estat programat en les modestes condicions d'equip i llenguatge a què fèiem referència en la Introducció. Aquesta primera versió programada del Sistema, malgrat les esmentades limitacions, ha permès de realitzar ja les primeres experiències d'ús, les quals han portat a plantejar noves estratègies i a modificar certs plantejaments inicials de cara a una major optimització del Sistema.

Aquest Capítol és, doncs, dedicat a exposar un seguit de consideracions bàsiques que poden deduir-se ja de les primeres experiències realitzades.

A la primera secció s'exposen les característiques del problema tipus que s'ha escollit com a base experimental, sobre el qual s'il·lustrarà un cas pràctic d'utilització del Sistema. Així, a la segona secció són descrits els passos fonamentals del modelatge de la forma triada, plantejant alguns camins alternatius i comparant-ne avantatges i inconvenients.

Per últim, a la tercera secció, s'exposen algunes tècniques, que ha suggerit l'experiència, per tal de fer possible l'execució de perspectives de grans conjunts, amb un grau de detall important, bo i operant amb algorismes d'espai objecte.

No cal dir que el procés experimental resta tot just encetat. Cal preveure que, en un futur relativament pròxim, podrà reprogramar-se el Sistema en una nova versió FORTRAN, sobre el nou Micro-VAX-II de l'E.T.S.A. del Vallès, versió que permetrà noves experiències amb temes formalment més rics i més complexos que possibilitaran una major depuració i optimització del Sistema.

5.1 BASE DE L'EXPERIÈNCIA:

Les primeres experimentacions del Sistema han tingut per objectiu, lògicament, la verificació del bon funcionament dels seus algorismes bàsics. Amb aquesta finalitat, s'han escollit escenes abstractes "pseudoarquitectòniques" que, sense excessiva complexitat formal, continguessin els elements necessaris per poder efectuar les proves. Així, l'exemple de la figura 5.1 permet verificar el comportament de l'algorisme de línies ocultes i comprovar la precisió de traçat gràfic que pot oferir el Sistema. En aquest sentit, cal destacar la bona qualitat que s'aprecia en el traçat curvilini de les arestes (vegin-se, per exemple, les arestes del prisma horitzontal) i la precisió en la determinació d'interseccions entre projeccions d'aresta (rectilínia o curvilínia) i de contorns curvilinis, en els punts de pas de vist a ocult.

L'esmentada qualitat de traçat pot apreciar-se també en el cas de la figura 5.2, però, en aquest cas, l'objectiu principal de l'experiència és la comprovació del funcionament dels algorismes d'escapçat ("clipping"). Sobre la mateixa escena de la figura anterior, el Punt de Vista s'ha aproximat a l'objecte, fins un punt en què part de l'escena ultrapassa la frontera del con límit del camp visual. Com pot veure's a la figura, el Sistema ha escapçat les parts de l'objecte situades fora d'aquests límits.

L'objectiu de l'exemple de la figura 5.3, en canvi, és de verificar el funcionament del procés d'eliminació de línies ocultes en el cas d'una escena amb cares que contenen forats.

Al marge d'aquests primers exemples elementals, el tema base de l'experiència que descriurem en aquest capítol ha estat la realització de la perspectiva de la plaça porticada representada dièdricament a les figures 5.4 i 5.5, tema que fou utilitzat ja per Martínez-Quintanilla per assajar el seu sistema manual.

L'aplicació del Sistema sobre un cas ja tractat manualment permet establir comparacions entre els resultats d'ambdós traçats: el manual -reproduït a la figura 5.6- i l'informatitzat (fig. 5.7). D'altra banda, la relativa simplicitat formal de l'objecte escollit permet una descripció més clara del funcionament pràctic dels sistemes desenvolupats.

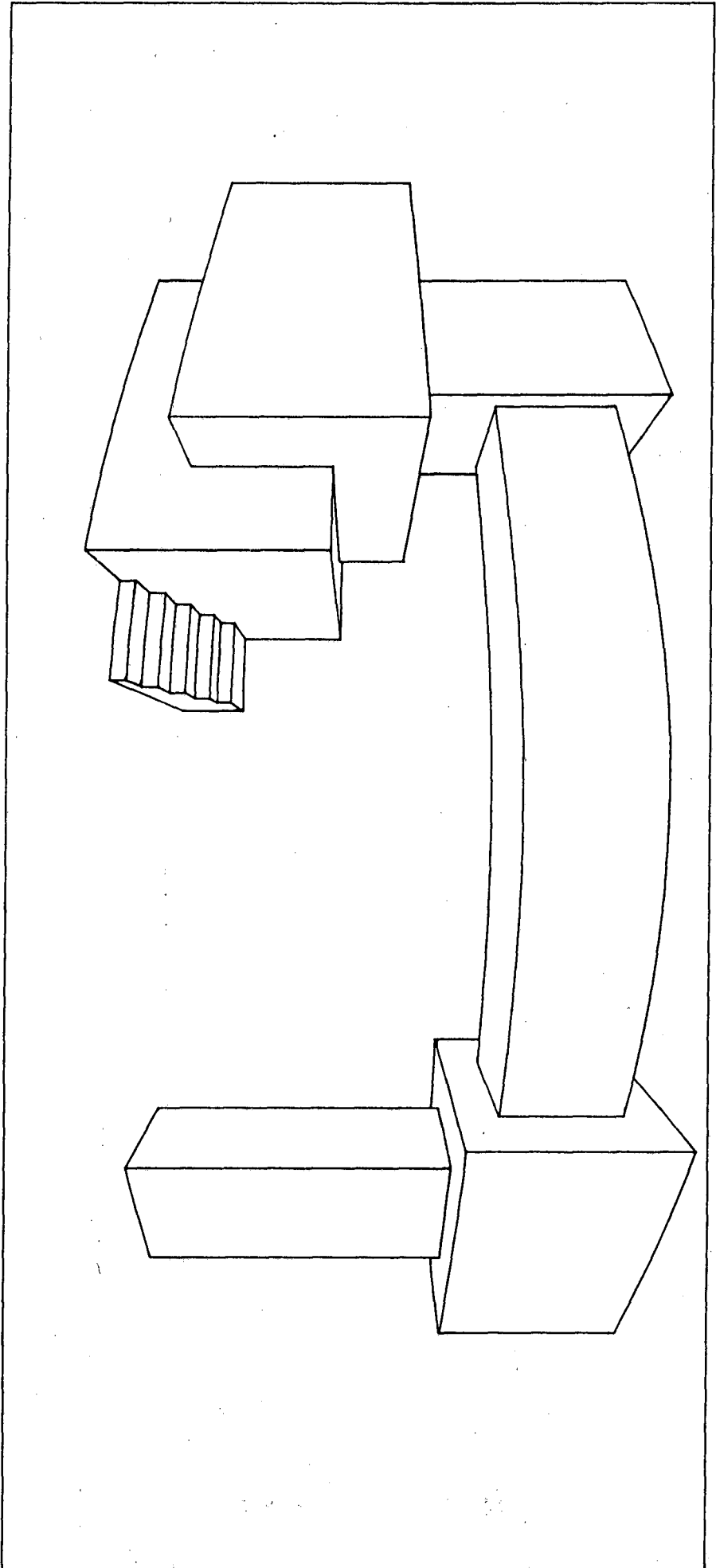


Figura 5.1. Perspectiva curvilínea de pantalla cilíndrica d'una composició de volums.

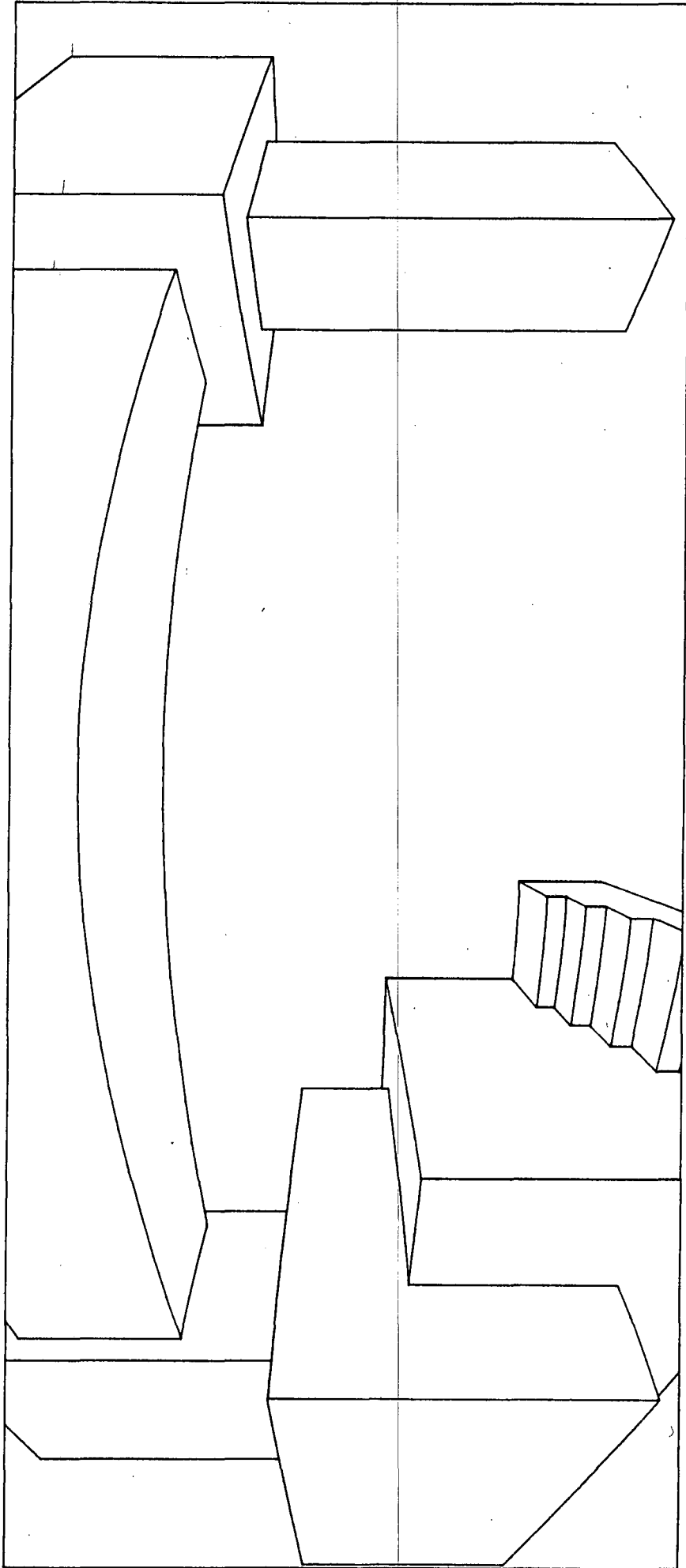


Figura 3.2. Prova de l'algorisme d'escapçat contra el con límit del camp visual, en apropar el P.V. a l'objecte.

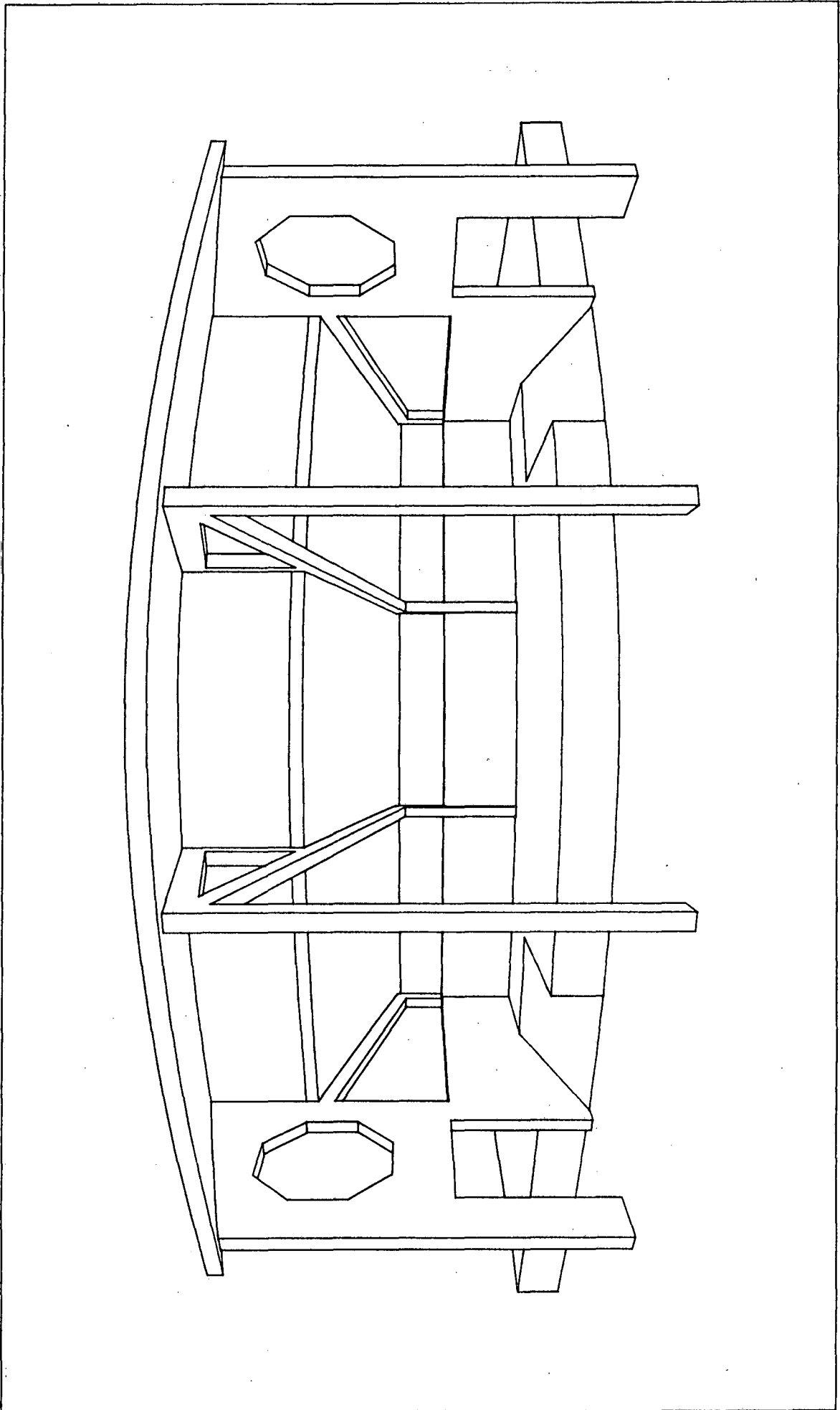


Figura 5.3. Prova del comportament de l'algorisme d'eliminació de línies ocultes en una forma amb forats.

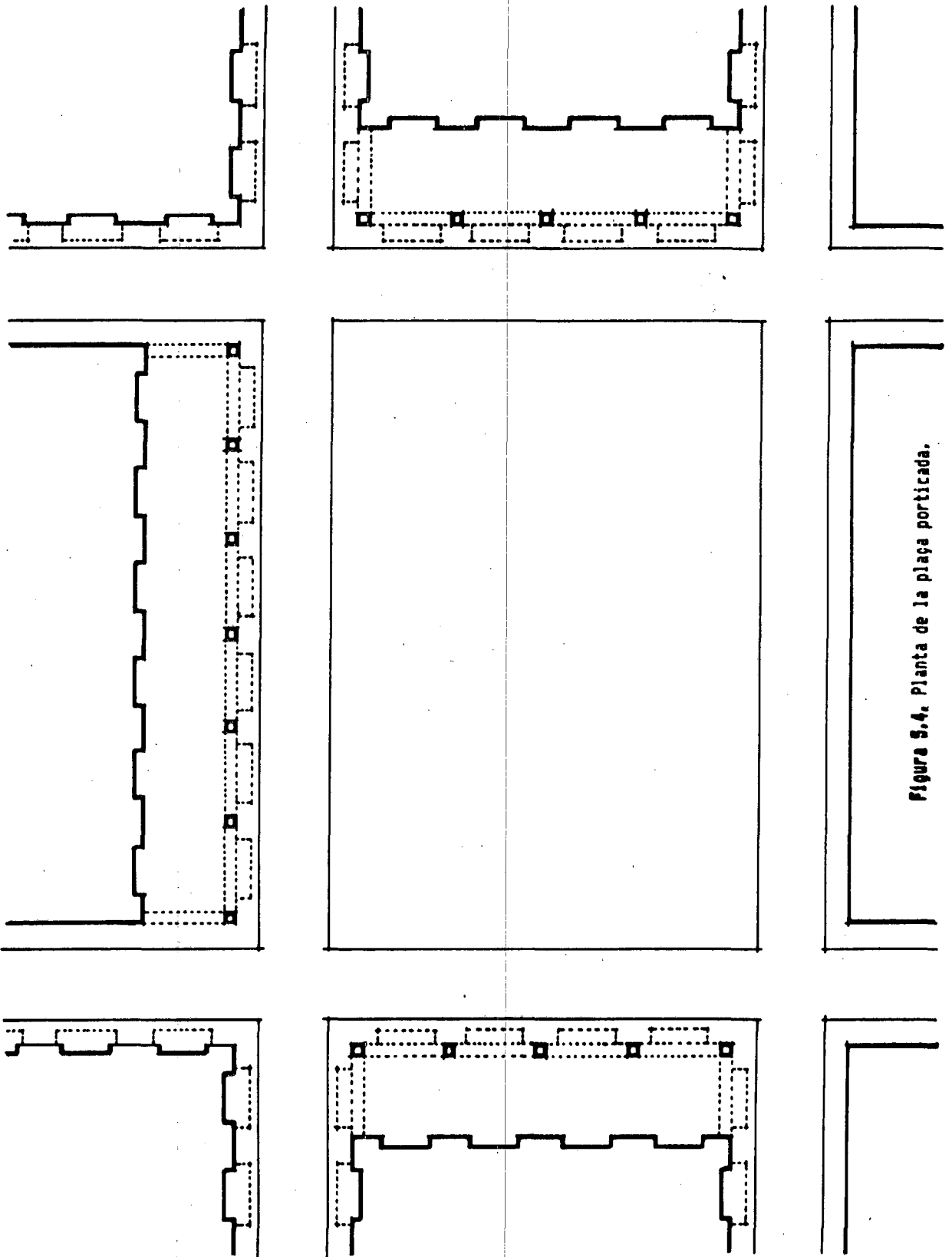


Figura 5.4. Planta de la plaza porticada.

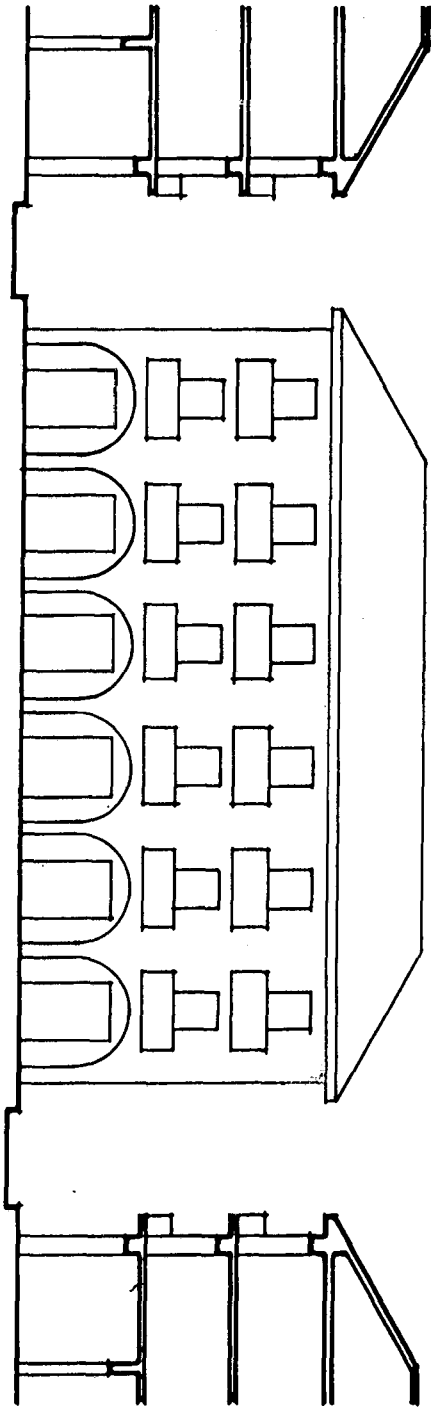


Figura 5.5. Alcat de la plaça porticada.

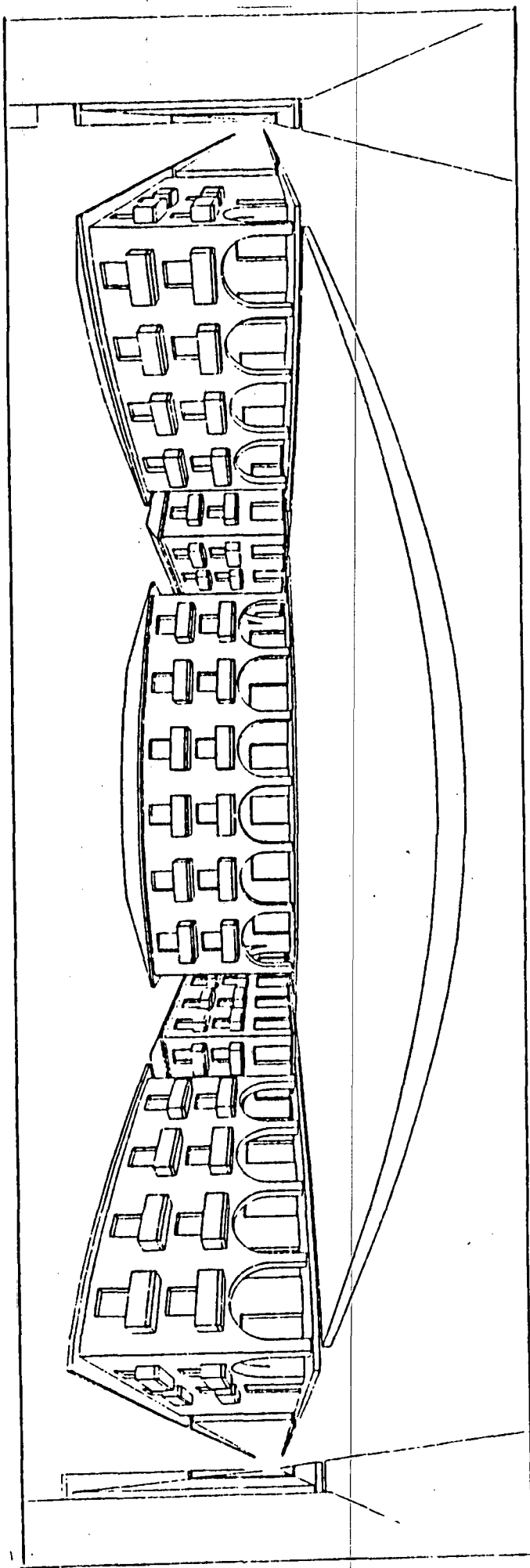


Figure 5.6. Resolució manual del traçat de la perspectiva curvilinear de pantalla cilíndrica de la plaça porticada. (Dibuix de Martínez-Quintanilla.)

Figura 5.7. Resolució informatitzada del traçat de la perspectiva curvilínia de pantalla cilíndrica de la plaça porticada.

A més a més d'aquest tema base, es farà referència també a alguns exemples puntuals extrets dels estudis preliminars d'un nou i més ambiciós projecte d'experiència d'ús del Sistema, consistent en l'aplicació a la representació d'alguns dels espais projectats per a l'Anella Olímpica de Barcelona-92. Cal aclarir, però, que, si bé aquests estudis preliminars han servit ja per ampliar la base experimental, és probable que, ateses les dimensions del tema, el projecte, en si, no pugui portar-se a terme abans de disposar d'una nova versió del Sistema, programada sobre VAX.

5.2 CREACIÓ DEL MODEL.

L'exemple de la plaça porticada representa un cas força senzill de modelatge, atès el seu caràcter repetitiu, i per tant, ens permet d'il·lustrar amb claredat el funcionament de les operacions bàsiques de modificació de la frontera per mitjà del sistema d'encolatge desenvolupat.

Objecte a modelar.

és clar que l'objecte a modelar, en el nostre cas, no és altre que l'espai de la plaça, en la configuració que li donen els edificis que l'envolten.

No són, per tant, objecte de la nostra anàlisi: ni l'interior d'aquests edificis, ni les seves façanes no visibles des de la plaça. En conseqüència, el model tridimensional, a crear per a l'obtenció de la perspectiva proposada, respon, en certa forma, al concepte escenogràfic d'un plató de cinema.

Cal tenir en compte, però, que, a diferència d'un dibuix manual en què directament ens ocupariem només de les parts visibles, un sistema de modelatge de sòlids requereix de certa informació aparentment superflua, però imprescindible per a suportar el model.

Així, per exemple, si retornem a la planta i a l'alçat de les figures 5.4 i 5.5, veiem que s'hi ha grafiat exclusivament l'àrea d'interès per a l'anàlisi. Els edificis es representen inacabats, senzillament perquè, a efectes del dibuix que hom pretén de realitzar, no té cap transcendència la forma com acabin.

Aquesta simplificació, conceptualment lògica, no és admissible, però, per a un sistema de modelatge de sòlids, ja que aquests han d'ésser limitats per una frontera. En conseqüència, a l'hora de crear el model de la plaça, serà precis donar un acabament als edificis, acabament per al qual caldrà tenir en compte el compliment de la teoria dels sòlids [47] i, lògicament, procurar que la seva definició requereixi el mínim possible d'informació -i per tant, d'ocupació de memòria- atesa la seva intrascendència.

En el cas que ens ocupa, els diferents edificis s'han modelat com a paral·lelepípedes als quals s'han practicat rebaixaments i adherit volums en les cares visibles.

Esquema de modelatge.

En aquest apartat plantejarem un esquema ideal de modelatge de la plaça. Posteriorment, veurem, però, que un millor aprofitament dels escassos recursos d'equip de què hem disposat, ha aconsellat de fer alguns retocs a aquest plantejament inicial.

Un aspecte important a tenir present és el fet que, en la nostra resolució del tema de la plaça, hem optat per situar-hi el Punt de Vista sobre el seu pla de simetria. Les característiques de l'escena i del tipus d'imatge resultant de la perspectiva curvilínia de pantalla cilíndrica fan que l'esforç addicional que comporta un desplaçament del Punt de Vista no es vegi compensat per notables diferències d'expressivitat. Així, malgrat que Martínez-Quintanilla, per al seu dibuix, desplaça lleugerament a l'esquerra el Punt de Vista, no pot dir-se que les diferències expressives entre ambdues resolucions siguin, per aquest concepte, remarcables. Feta aquesta aclaració, podem procedir a una primera descomposició dels elements principals de l'escena distingint: (fig. 5.8)

- a) edifici central que presideix la plaça.
- b) edificis laterals amb façana a la plaça. Són dos i exactament simètrics.
- c) edificis que únicament fan cantonada a la plaça. També són dos i amb simetria exacta.
- d) plataforma central de la plaça.
- e) carrer travesser sobre el qual es troba l'observador.

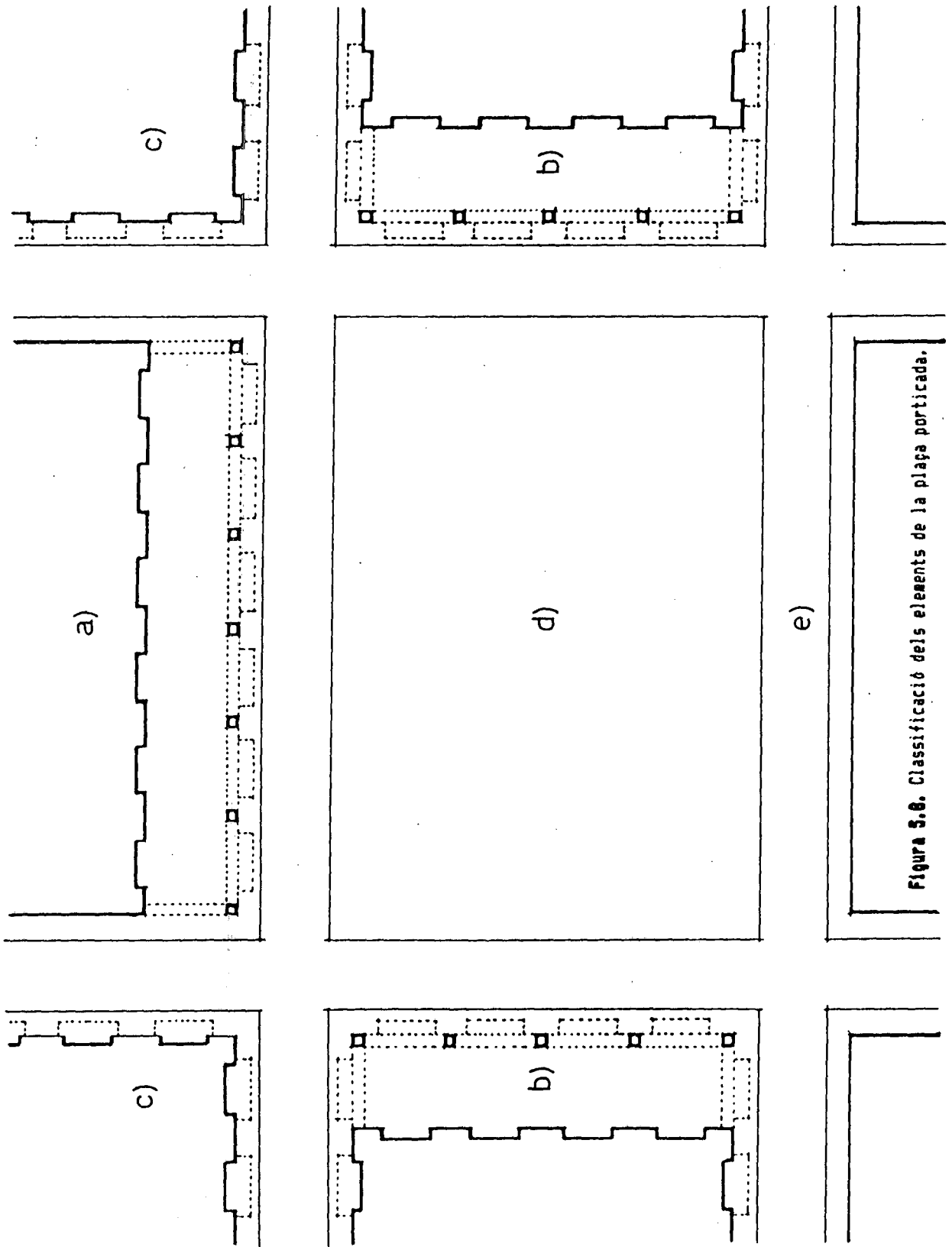


Figura 5.6. Classificació dels elements de la playa porticada.

Atès que els edificis del grup **b)** segueixen la mateixa composició que l'edifici central, el modelatge d'aquest ha de servir ja per modelar els primers. Per tant, els estudiarem conjuntament.

Deixant de moment la coberta al marge, l'edifici central pot considerar-se compost per dos mòduls cantoners, simètrics entre si, i quatre mòduls interiors idèntics. Quant als edificis laterals, venen compostos -pel que fa a la seva façana a la plaça- per dos mòduls cantoners i dos mòduls interiors, respectivament idèntics als de l'edifici central.

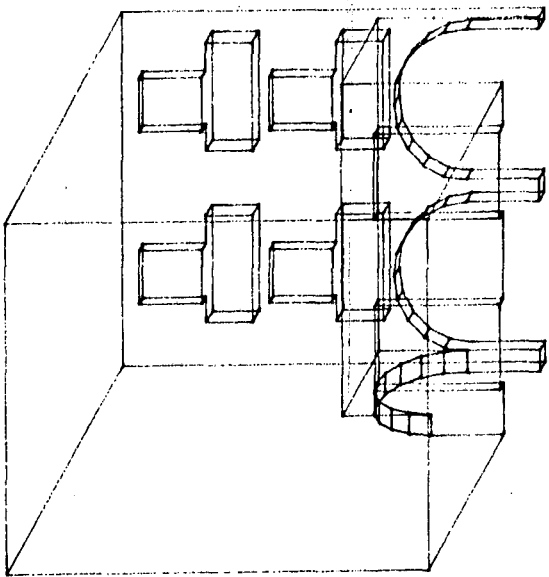
D'altra banda, és obvi que tant l'edifici central com els laterals tenen simetria. Per tant, serà suficient, en cada cas, modelar mig edifici i fusionar aquesta meitat amb la seva simètrica.

Feta aquesta descomposició, el procés de modelatge dels edificis de la plaça serà:

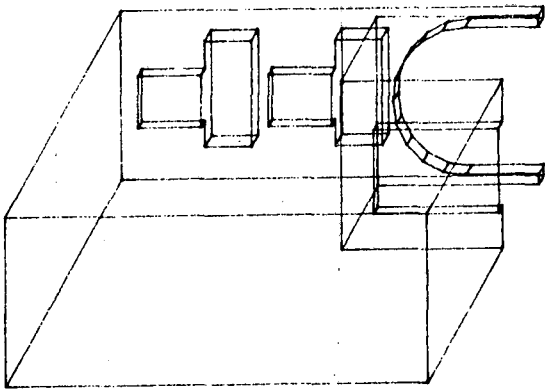
- 1.-Formació d'un mòdul cantoner.
- 2.-Formació d'un mòdul interior.
- 3.-Fusió d'ambdós mòduls (fig. 5.9).
- 4.-El conjunt format en el pas anterior, fusionat amb el seu simètric, dóna lloc al cos de l'edifici lateral (fig 5.10).
- 5.-Fusió del conjunt format en el pas 3 amb un nou mòdul interior, el qual, fusionat amb el seu simètric, genera el cos de l'edifici central (fig. 5.11).

Podem dir, doncs, que per modelar els tres edificis de la plaça serà suficient amb el modelatge dels dos mòduls tipus esmentats. Hi ha però, entre ells, altres elements comuns que permetran simplificar, encara més, la creació del model. En efecte, és obvi que tots els balcons de la plaça són idèntics, com ho són també els arcs i les portes sota el porxo. Aquestes portes, com els balcons, són retrobats en els edificis del grup **c)** i en la façana del carrer dels edificis del grup **b)**.

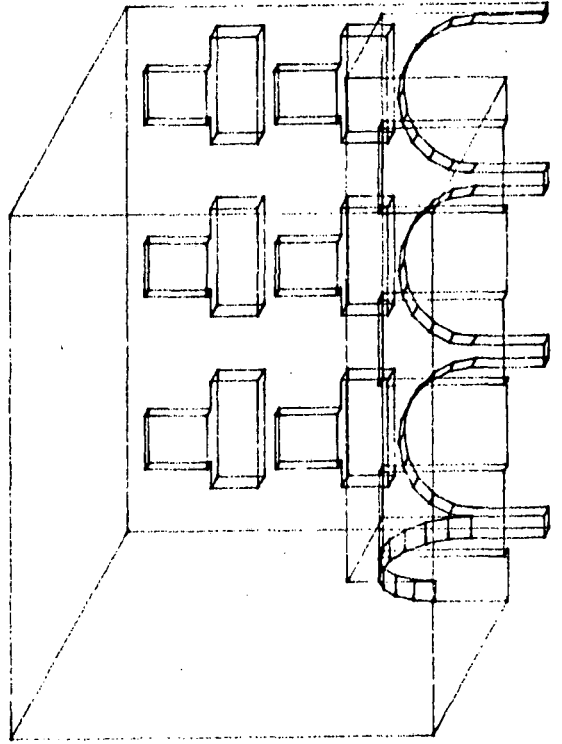
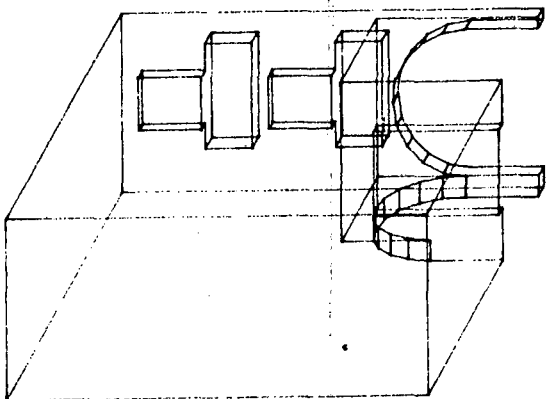
és clar, doncs, que per al modelatge de la plaça serà imprescindible la prèvia generació d'aquests tres elements primitius.



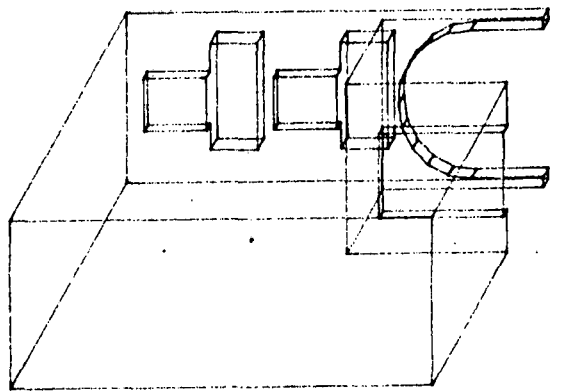
||



+



||



+

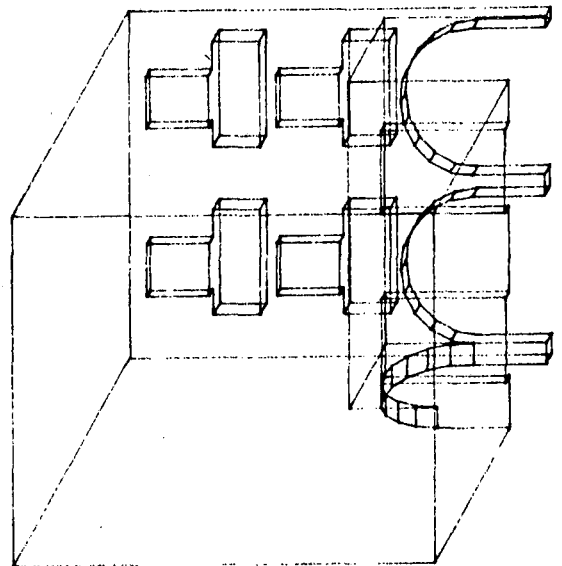


Figura 5.9. Obtenció de les respectives aïtats dels cosos dels edificis principals de la plaça porticada. (Visualització directa

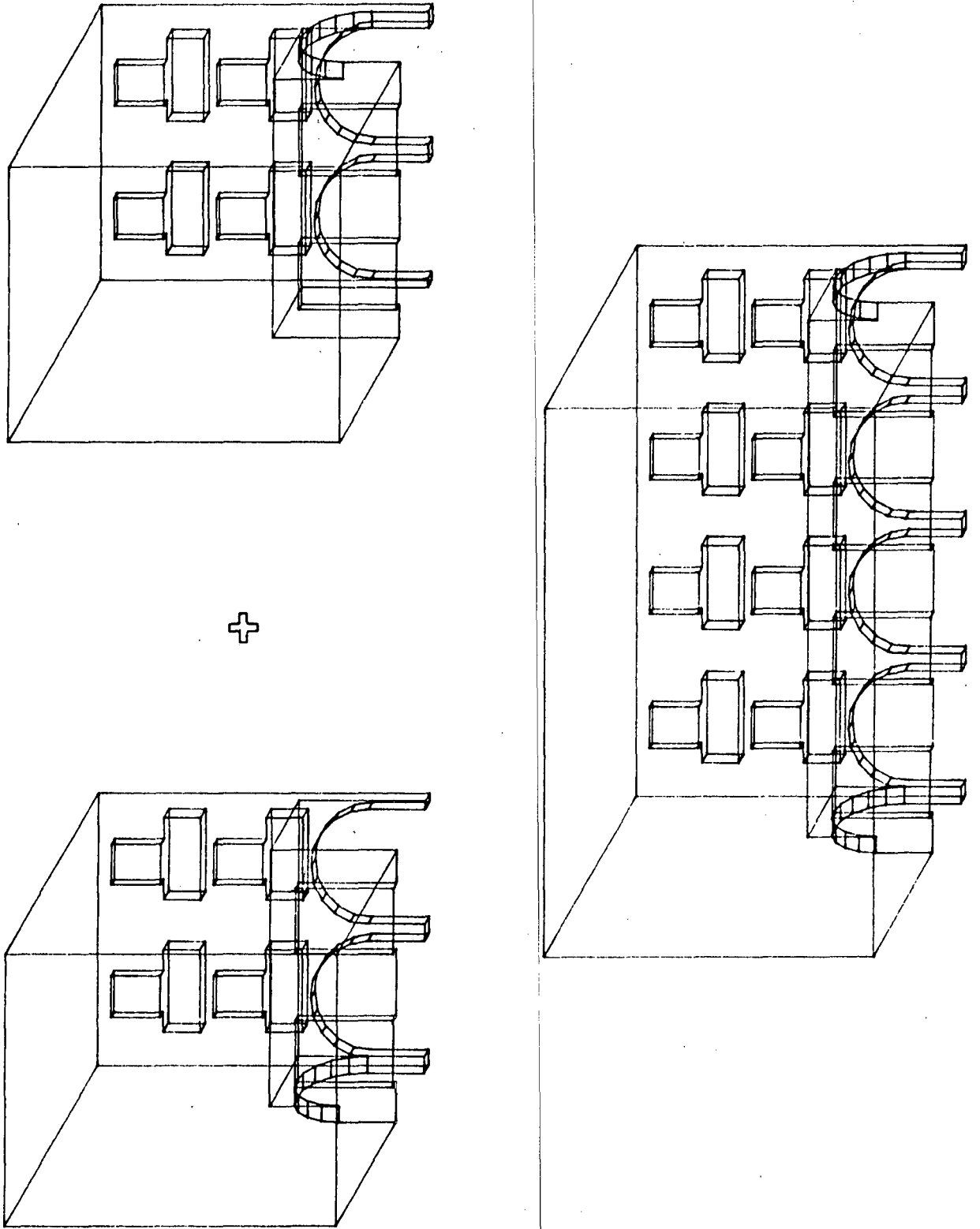


Figura 5.10. Formació de l'edifici lateral. (Visualització directa dels models, en axonometria obliqua, sense eliminació de línies ocultes.)

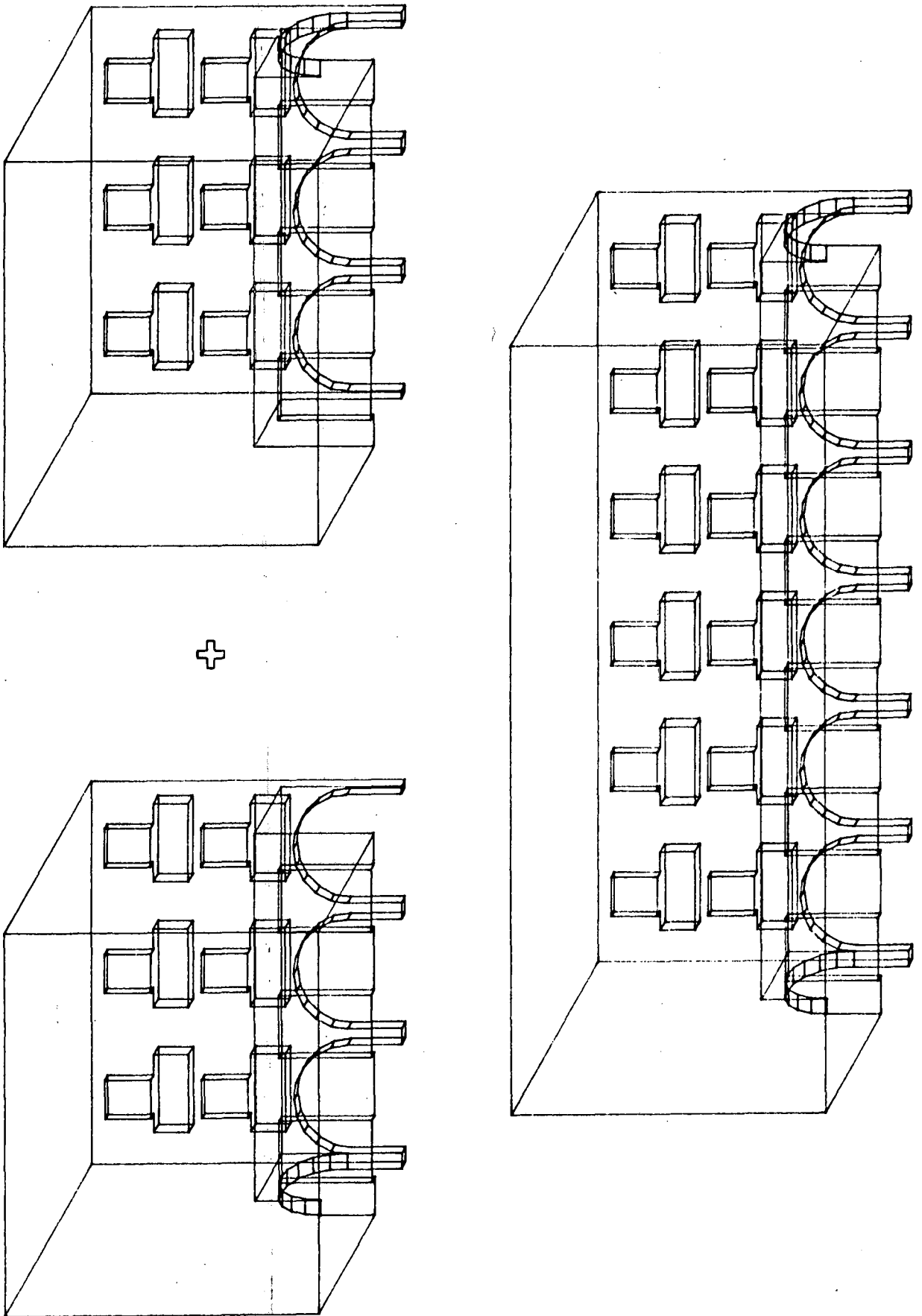
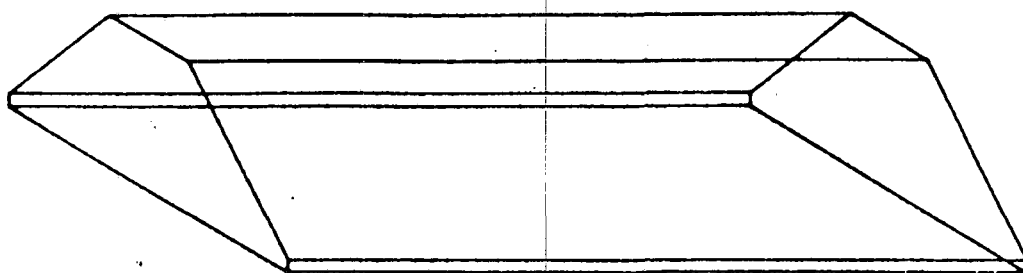


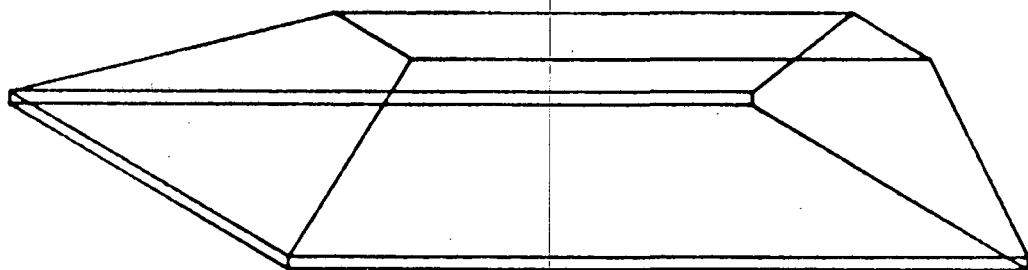
Figura 5.11. Formació de l'edifici central. (Visualització directa dels models, en axonometria obliqua, sense eliminació de línies ocultes.)

Quant a la plataforma central i als suposats edificis que conformen el carrer travesser, el seu caràcter volumètric elemental no requereix un major comentari.

Sí que ens referirem, en canvi, tot i la seva simplicitat, a la generació de les teulades. En efecte, aquestes s'han obtingut partint del prisma de secció hexagonal de la figura 5.12.(a), al qual s'ha practicat una secció plana per tal de formar el vessant lateral. La generació del prisma, com la de totes les primitives elementals, es realitza a partir de la descripció de la seva secció recta, de la definició del corresponent vector d'escombrat i de la fixació del signe de la primitiva (vegi's "Definició per part de l'usuari" a la Secció 3.2).



(a)



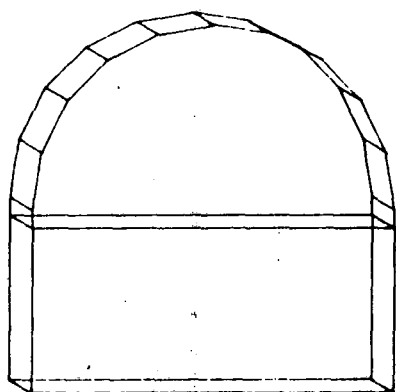
(b)

Figura 5.12. Formació de la meitat de la coberta: (a) Prisma obtingut per escombrat de translació; (b) Escapat del prisma anterior mitjançant un procés de secció plana. (Visualització directa dels models, en axonometria obliqua, sense eliminació de línies ocultes.)

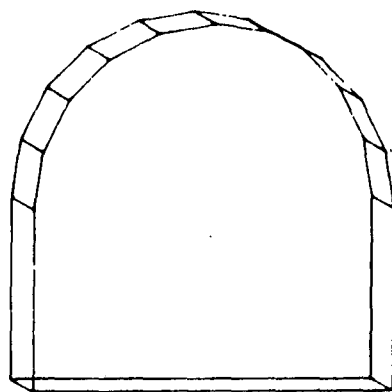
Formació del porxo.

Amb les eines del Sistema, hi ha més d'un camí possible per arribar al modelatge d'una forma donada, però no sempre és fàcil estimar, a priori, quin és el millor procediment, ja que, si bé en alguns casos pot avaluar-se un estalvi de temps de processat, sovint aquest es produeix a costa d'una major intervenció de l'usuari. Això no obstant, poden formular-se alguns principis generals, per bé que només una més àmplia i prolongada experimentació del Sistema permetrà establir criteris més definitius.

Exposarem, seguidament, dos procediments opcionals per obtenir la porxada del mòdul cantoner. En tots ells, es pressuposa que prèviament s'han generat les primitives "arc" i "porta": la primera com a sòlid negatiu provinent de la fusió d'un **semicilindre estès** (primitiva ja definida en el Sistema) i un prisma rectangular (fig. 5.13); i la segona (porta sota el porxo), formada per un sòlid negatiu en forma de prisma de secció rectangular.



(a)



(b)

Figura 5.13. Formació de l'arc. (a) Posicionament de les primitives, en fase prèvia a la fusió; (b) Forma resultant després de la fusió. (Visualització directa dels models, en axonometria obliqua, sense eliminació de línies ocultes.)

Procediment Primer (fig. 5.14).

* Definim un prisma rectangular de $a \cdot h \cdot f$, on:

a = amplada del mòdul.

h = alçària del mòdul.

f = fondària del mòdul. (Atès que és arbitrària, convé que sigui igual a la longitud prevista per a la façana del carrer dels edificis del grup b).

* Definim un prisma rectangular negatiu de $a' \cdot h' \cdot f'$, on:

a' = amplada del mòdul - gruix del arc.

h' = alçària del porxo.

f' = fondària del porxo.

* La fusió dels dos prismes definits genera el buidat del porxo.

* Mitjançant la primitiva "arc", practiquem els corresponents retalls dels murs de la façana i, per últim, la primitiva "porta" rebaixarà la façana interior al porxo.

Seguint aquest procés, la forma s'ha obtingut després de quatre operacions de fusió, en les quals: la primera ha modificat dues cares; la segona -fusió corresponent a l'arc frontal- genera modificacions en quatre cares; la de l'arc lateral altera també quatre cares; i, per últim, la formació de la porta interior precisa modificar-ne dues. En total han estat necessàries dotze modificacions de cara.

Sobre aquest mateix procés, es poden introduir algunes variants, con ara fusionar prèviament tots els sòlids negatius, de forma que la subtracció es produeixi en una sola operació. Aquesta variant requereix idèntic nombre d'alteracions de cicles, però té un avantatge, ja que opera amb unes llistes d'arestes més curtes, excepte en l'última fusió, en què ja hi intervenen totes. Això té interès perquè, com es recordarà, després de cada fusió amb alteració de cicles, cal revisar tota la llista d'arestes, per tant, concentrar modificacions de cicles en una sola fusió estalvia temps de processat.

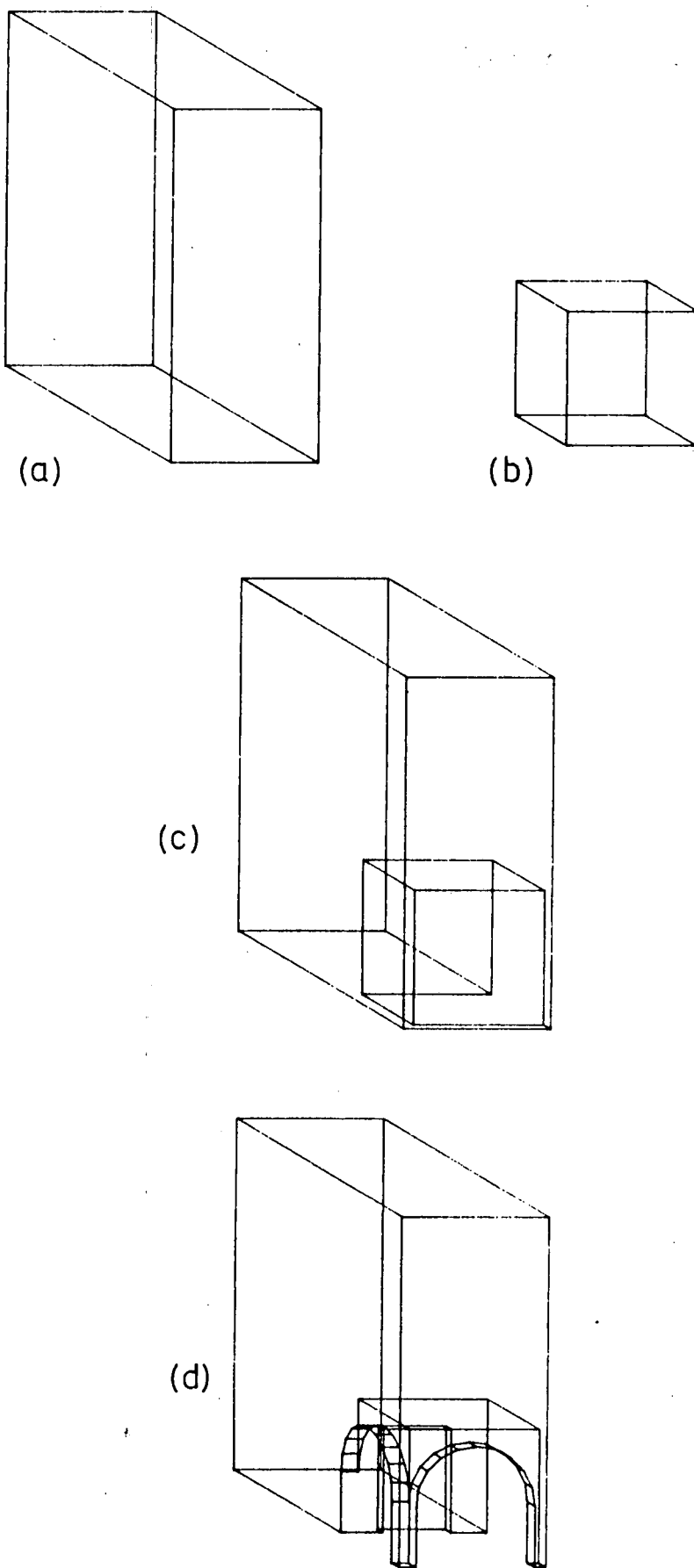


Figura 5.14. Obtenció del mòdul cantoner pel Primer Procediment: El prisma (a) és buidat pel negatiu (b); la nova forma (c) és doblement retallada per mitjà de la primitiva "arc"; finalment, el parament de façana de sota el porxo és rebaixat, mitjançant la primitiva "porta", resultant el mòdul (d). (Visualització directa dels models, en axonometria obliqua, sense eliminació de línies ocultes.)

Així, si per generar el bloc subtractiu comencem per posicionar els dos arcs i la porta, les tres primitives resultaran disjundes i, per tant, l'escena per elles composta només haurà requerit operacions de prefusió, procés que no necessita cap revisió de la llista d'arestes. Si ara hi introduïm el prisma corresponent a l'espai del porxo (fig. 5.15), la seva fusió sí que modificarà cares i requerirà, per tant, la revisió de la llista d'arestes. Però tal revisió s'haurà produït només una vegada, mentre que iniciant el procés pel sòlid-espai del porxo i afegint-hi progressivament la resta de primitives, caldrien dues revisions més de la llista d'arestes.

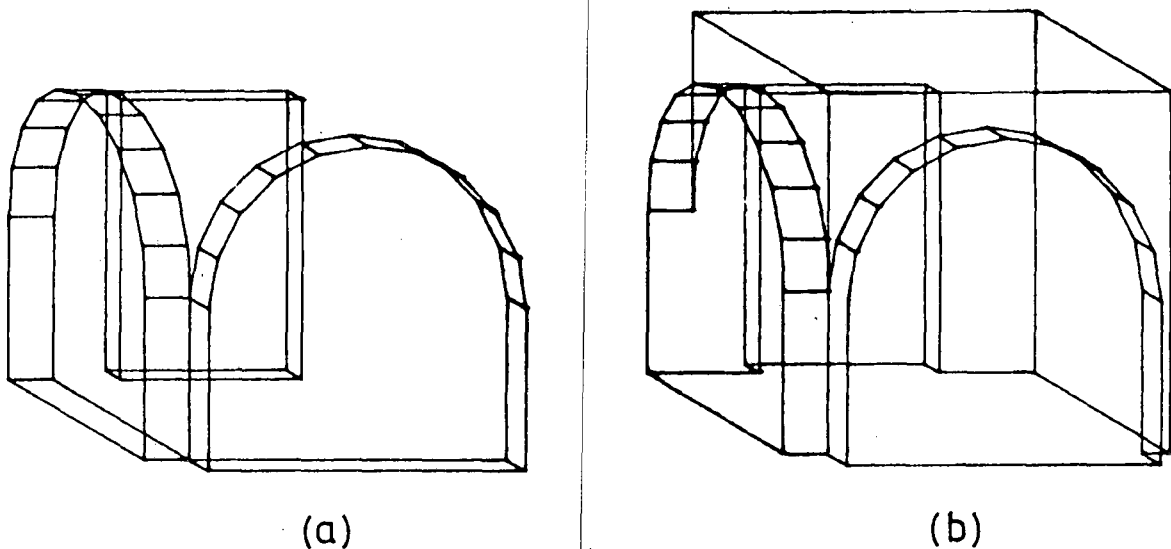


Figura 5.15. (a) Posicionament de les primitives "arc" i "porta", totes disjundes. (b) Fusió amb el sòlid-espai del porxo. (Visualització directa dels models, en axonometria obliqua, sense eliminació de línies ocultes.)

Segon Procediment (Fig. 5.16).

El segon procediment es diferencia del primer perquè segueix una via bàsicament additiva, a diferència de l'anterior, basat en la subtracció:

* Definim un prisma rectangular de $a \cdot h \cdot g$, on:

a i h' tenen el mateix significat que en el primer cas.

g = gruix de l'arc.

* Rebaixem, del sòlid anterior, el volum corresponent a l'arc.

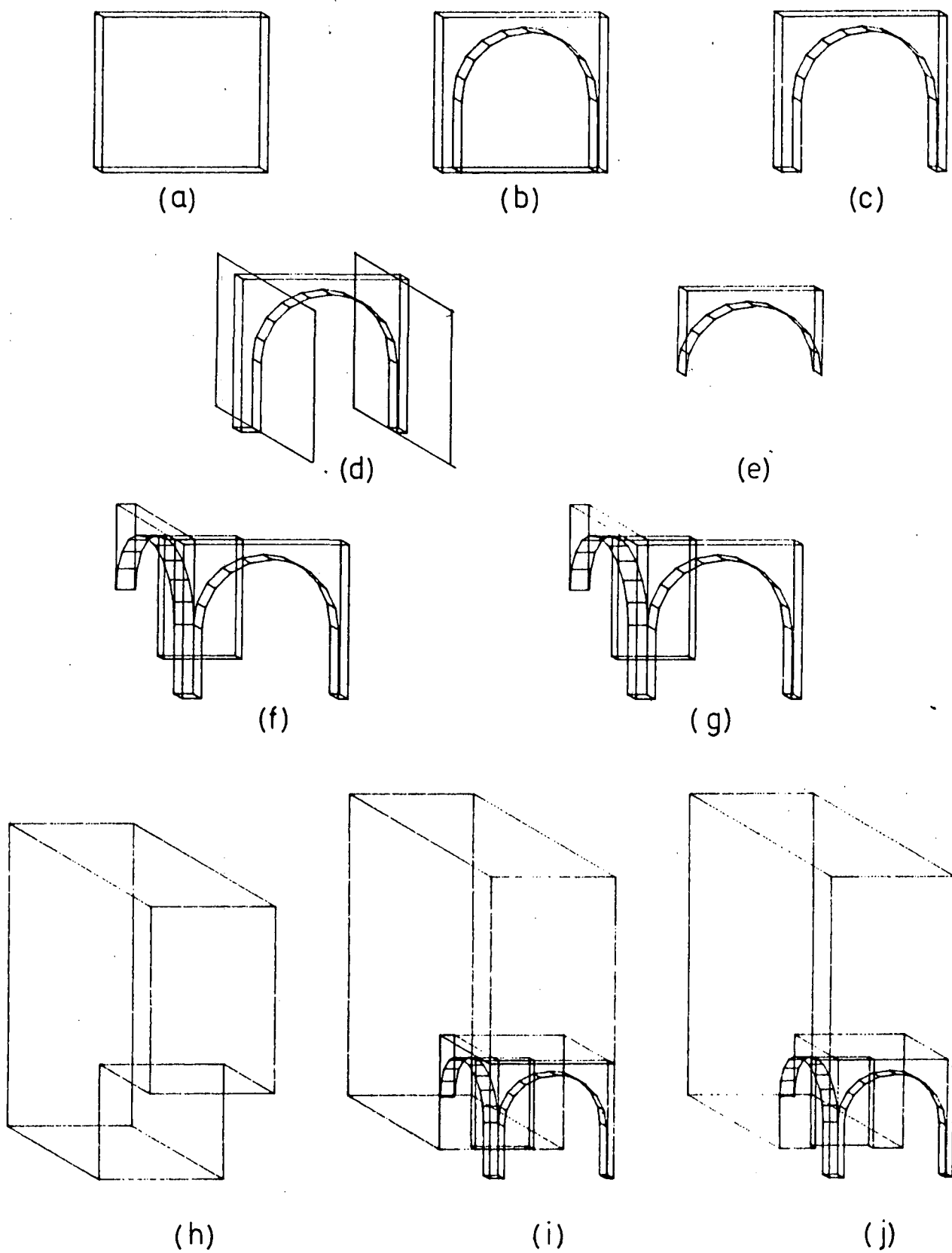


Figura 5.16. Fases de formació del mòdul cantoner mitjançant el Segon Procediment. (Visualització directa dels models, en axonometria obliqua, sense eliminació de línies ocultes.)

* El sòlid obtingut en el pas anterior és guardat com a primitiva i, a partir d'ell, se'n forma una de nova mitjançant dues seccions planes.

* Les dues primitives obtingudes en el pas anterior són posicionades, juntament amb la primitiva "porta".

* Generem un prisma, en forma de queixal, corresponent al volum del mòdul d'edifici menys la part corresponent al porxo.

* Introduint aquest prisma a l'escena, obtindrem novament el model corresponent a la cantonada.

El segon procediment, tot i ser un punt més complicat, pot resultar plenament indicat en la formació del mòdul interior.

Formació dels balcons. Ús de formes no sòlides.

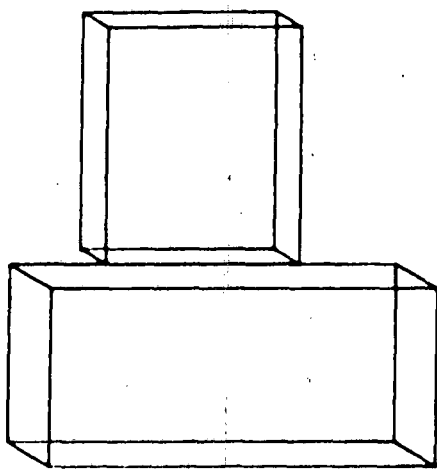
La forma més profusament repetida en l'exemple escollit és, sens dubte, la del balcó, i és composta d'un volum entrant (el forat de la balconera) i un de sortint, corresponent al balcó pròpiament dit.

La formació d'aquests balcons es veurà facilitada si ambdós volums s'integren formant una primitiva única.

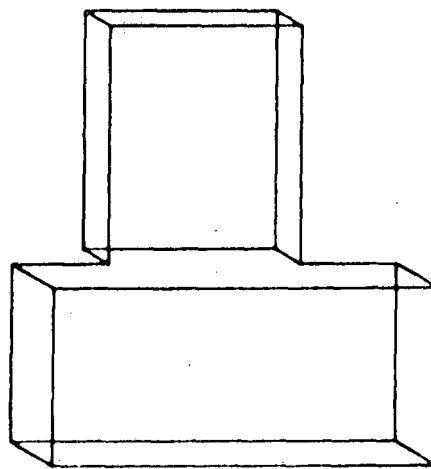
Atès que, com a [33] (fig. 5.6), les baranes són considerades opaques (fer-les reixades hauria desbordat les disponibilitats de memòria), i que la intenció és de fer una perspectiva corresponent a la vista d'un vianant -cosa que implica que els balcons seran sempre vistos des de baix-, seria absurd modelar l'espai interior del balcó, ja que això representaria un increment inútil del nombre de vèrtexs, arestes, cares i plans.

En conseqüència, la primitiva corresponent al balcó s'ha format a partir de la fusió de dos prismes rectangulars: un de positiu i un de negatiu.

Com pot veure's a la figura 5.17, la fusió d'ambdós sòlids genera un objecte no sòlid, el qual no té sentit com a forma definitiva, però és plenament lògic com a forma intermitja per a facilitar operacions de modelatge de sòlids, bo i vulnerant les condicions de la teoria dels sòlids.



(a)



(b)

Figura 5.17. Formació dels balcons: (a) les dues primitives contacten només per una aresta però no són disjunctes, ja que una és positiva i l'altra negativa; (b) les cares corresponents a les respectives arestes de contacte tenen orientacions coincidents i, per tant, produeixen fusions, generant una forma no sòlida. (Visualització directa dels models, en axonometria obliqua, sense eliminació de línies ocultes.)

Aquesta possibilitat del Sistema d'admetre la formació de primitives complexes no sòlides té més interès que no sembla a primera vista. En efecte, en el modelatge de façanes, per exemple, és molt freqüent la repetició d'un mateix tipus de finestra, la qual, segons el grau de detall que hom desitgi, pot tenir una certa complexitat formal, ja que, a més del buit de la finestra, requereix, si més no, la formació d'un ampit, el qual pot ésser emmotllurat, com també ho poden ser els batents i la llinda. El Sistema permet modelar un no sòlid que reculli totes aquestes característiques formals i arxivar-lo com a primitiva que només haurà de ser posicionada tantes vegades com calgui sobre el pla de façana per anar obtenint la composició d'aquesta. (fig. 5.18)

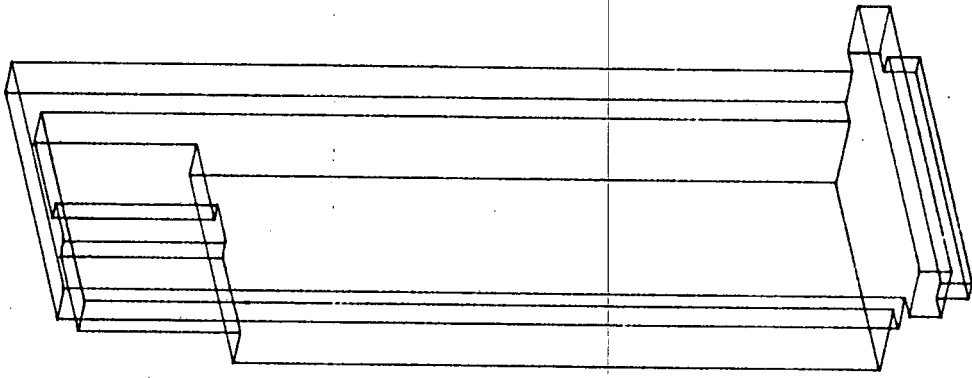
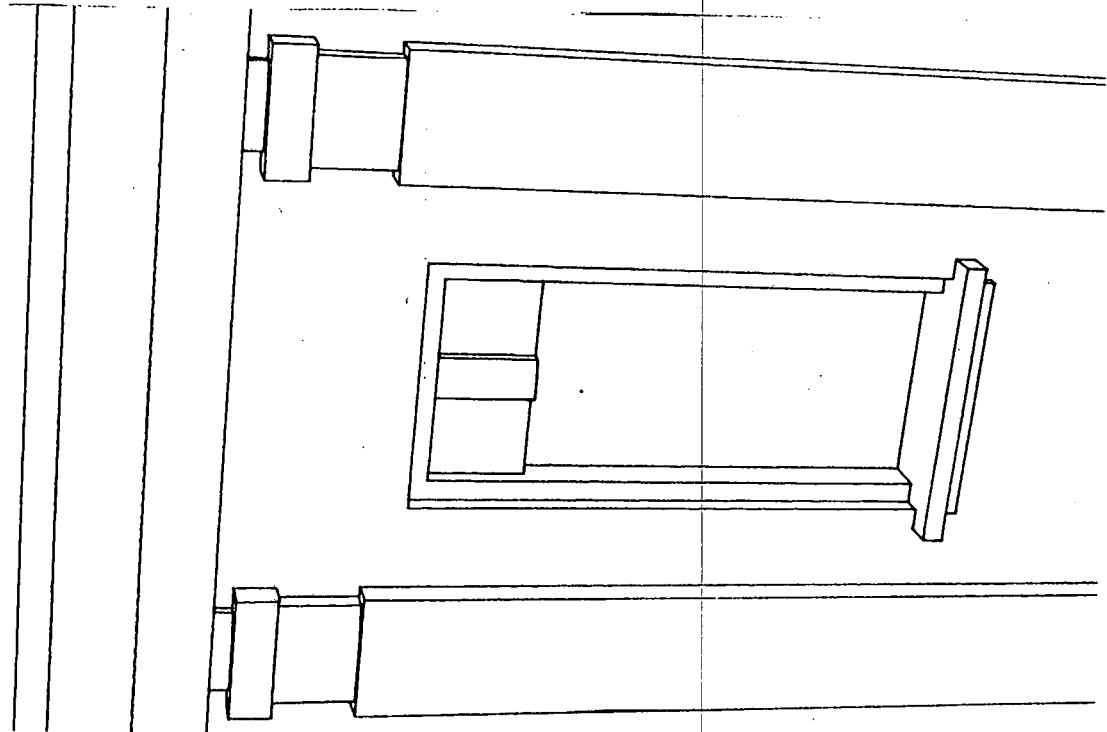


Figura 3.10, Estudi de finestra de la façana de l'estadi de Montjuïc. A la dreta, axonometria obliqua del corresponent model no sòlid, sense eliminació de línies ocultes. A l'esquerra, vista en perspectiva -amb eliminació de línies ocultes- de la finestra ja en el seu emplaçament a la façana.

El problema de les quàdriques.

Sens dubte, la diferència que es fa més notable entre el dibuix manual de la plaça porticada i el de traçat informatitzat és el tractament dels arcs. En efecte, mentre que en el primer els arcs apareixen com a porcions de superfície cilíndrica, en el dibuix produït amb el Sistema són tractats com a superfícies prismàtiques. Aquesta circumstància, que resulta força tolerable pel que fa al traçat de la corba de l'arc, resulta francament molesta pel tractament de l'intradós que se'n deriva.

Analitzat el tema, únicament, des del punt de vista de l'expressió gràfica, hem de dir que és fàcilment solucionable. En efecte, basta introduir un codi que permeti distingir, de la resta d'arestes del model, les arestes corresponents a generatrius d'un cilindre. D'aquesta manera, en procedir a una visualització, les arestes així codificades que resultin classificades com a materials seran considerades ocultes.

La solució proposada, que indubtablement representaria una millora notable en la qualitat del dibuix, no s'ha incorporat a aquesta primera versió del Sistema per problemes de memòria. De tota manera, creiem interessant reflexionar una mica més sobre el tema de fons. En efecte, ja ens hem referit en un altre punt a les dificultats que comporta el tractament d'escenes mixtes, és a dir, compostes per cares planes i porcions de superfícies no planes. En el camp del modelatge de sòlids, són molts els sistemes que operen exclusivament amb cares planes [6], [14]. Fins i tot alguns models com els d'arbres octals [37] -molt interessants, com hem vist, per la seva operativitat- no poden representar, analíticament com a tals, superfícies que no siguin planes.

Si el modelatge d'escenes mixtes és problemàtic, encara ho és més la seva visualització amb eliminació de línies ocultes. Pensem que aquest és un problema obert sobre el qual encara caldrà treballar molt en un futur.

El tema és certament objecte d'estudi, actualment, en el camp dels algorismes d'espai imatge [43], però en la via dels algorismes d'espai objecte, es pot dir que ha quedat pràcticament estancat en alguns treballs de finals dels 60 i principi dels 70 [62], [64]. D'aquests treballs, sens dubte, el més interessant és el de Woon i Freeman, que fa una adaptació de l'algorisme de Loutrel al tractament d'escenes mixtes compostes per cares planes i porcions de quàdriques (fig. 5.19). L'algorisme, no gens senzill d'altra banda, resulta de molt difícil aplicació quan l'escena té la complexitat habitual d'un espai arquitectònic normal, ja que requereix que el conjunt, format per cada superfície

component de l'objecte i la col·lecció de superfícies que amb ella intersequen, sigui, en tot moment, identificable com un conjunt aïllable de la resta de l'escena. A aquest fet, que requereix una estructura de dades certament complexa, cal afegir-hi, en el nostre cas, el problema de la projecció de les diferents corbes de les superfícies (seccions i contorns aparents), les quals generen, sobre la pantalla cilíndrica, corbes de quart grau de molt difícil i laboriosa obtenció.

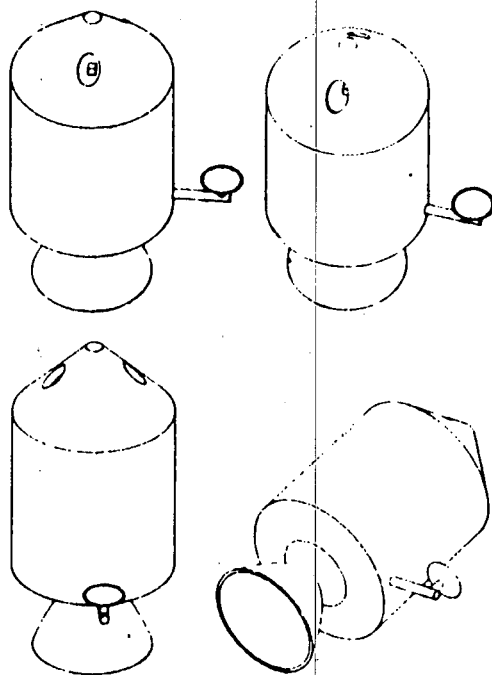


Figura 5.19. P.Noon i H.Freeman: Vistes d'una càpsula espacial amb eliminació de línies ocultes.

Com pot veure's, el tema és complex, i la seva dimensió s'escapa dels límits del present treball. Això no obstant, hem de manifestar la nostra preocupació per l'elevat consum de memòria que comporta l'assimilació de les superfícies quàdriques a políedres, i per la repercussió que, sobre la durada del test de visualització, té el gran nombre d'arestes que genera aquesta assimilació, quan, com en el cas de certes escenes arquitectòniques, el nombre de quàdriques és elevat.

Toleràncies:

Durant el procés de modelatge, fonamentalment, però també després en visualitzar, s'han de realitzar freqüents comparacions de números per detectar-ne la seva igualtat. Sovint, aquests números corresponen a dades geomètriques que, bé per la forma com s'han generat, bé perquè han sofert transformacions de moviment, són funció de números reals com: el número π , les funcions trigonomètriques, etc.. Tal

circumstància fa que, amb gran freqüència, dos números, teòricament iguals, difereixin en realitat en una quantitat insignificant però apreciable per l'ordinador, amb la qual cosa la igualtat entre ambdós números no serà detectada, donant lloc a errors greus en el funcionament del Sistema. Per aquest motiu, cal preveure una tolerància en cada una d'aquestes comparacions.

L'experimentació és fonamental per al calibrat d'aquestes toleràncies, difícils de fixar a priori. Ara bé, aquestes toleràncies no són independents de l'unitat mètrica escollida, ja que, si bé en un principi es pensà únicament en el centímetre com unitat de mesura del Sistema, la pràctica ha fet veure que, en molts dels temes a representar en perspectiva de pantalla cilíndrica, era més adient fer servir el metre.

La conseqüència és clara: si, treballant amb centímetres, l'experiència ha fixat per a una determinada comparació una tolerància de 10^{-n} , quan operem en metres, l'esmentada tolerància s'ha de rebaixar a $10^{-(n+2)}$, ja que, en el primer cas, i per a aplicacions arquitectòniques, no ens interessarà una aproximació major al mig centímetre, mentre que, treballant amb metres caldrà poder afinar, almenys, fins als 5 centímetres.

En conseqüència, s'ha introduït una modificació en els Sistemes, de manera que, en iniciar-ne el funcionament, l'usuari ha de declarar la unitat de mesura escollida, paràmetre amb el qual el Sistema fixarà les diferents toleràncies.

5.3 TÈCNiques D'OPTIMITZACIÓ DE LA VISUALITZACIÓ.

A més de les conclusions exposades a la secció anterior, referents al procés de modelatge, les experiències pràctiques realitzades han suggerit, en el camp de la visualització, un seguit de tècniques que desenvolupen i optimitzen els plantejaments teòrics exposats en el Capítol 4. Aquestes tècniques tenen per objecte l'acceleració del procés de visualització en perspectiva curvilínia de pantalla cilíndrica i fer possible la representació de conjunts més complexos sense ultrapassar els límits permesos d'ocupació de memòria.

Ús de la simetria.

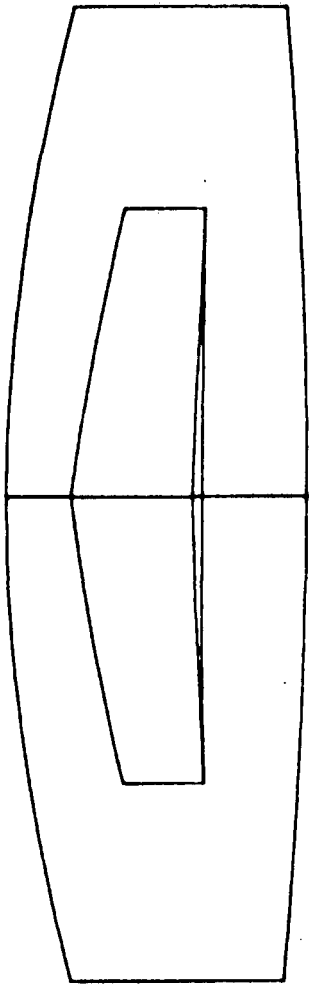
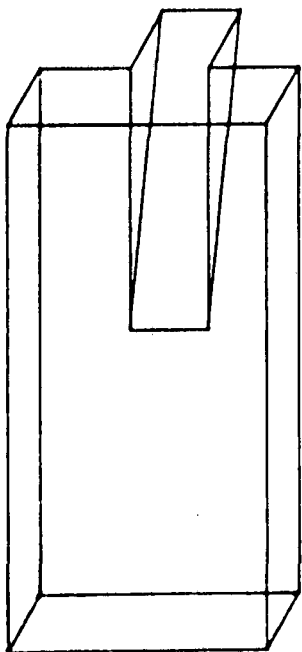
És força freqüent que els conjunts arquitectònics apropiats per a una representació en perspectiva curvilínia de pantalla cilíndrica presentin simetria. En perspectiva lineal, una posició simètrica del Punt de Vista és més aviat indesitjable i produeix una certa sensació d'encarcament, ja que, com dèiem en el Capítol 1, la perspectiva lineal demana que l'observador dirigeixi la vista perpendicularment al centre del quadre, per tal de contemplar-lo. En canvi, la perspectiva de pantalla cilíndrica requereix que l'espectador desplaci la mirada d'una banda a l'altra del dibuix, en un procés de contemplació dinàmica. Això, lligat a l'absència de distorsió lateral, fa que la perspectiva de pantalla cilíndrica esdevingui una perspectiva sense centre visual. Vegi's, per exemple, la figura 5.20, corresponent a un fragment de la plaça porticada, i noti's com, malgrat tractar-se d'un sector lateral del dibuix total, té sentit per si sol i no dóna, en absolut, la sensació de descentrament que produiria la distorsió creixent que, en aquesta zona, s'hi apreciaria si es tractés d'una perspectiva lineal.

Resulta, doncs, recomenable -sempre que sigui possible- utilitzar la simetria per tal de simplificar el procés. D'aquesta manera, serà suficient modelar la meitat de l'escena i, en produir-ne la perspectiva, fer dibuixar cada segment i el seu simètric, per tal d'obtenir el dibuix sencer. Cal tenir, però, la precaució de portar el model fins una mica més enllà del pla de simetria o, altrament, apareixerà una línia divisòria entre ambdues meitats (fig.5.21).

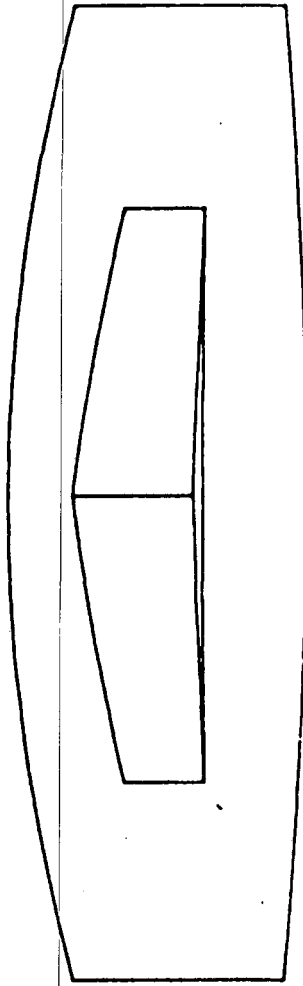
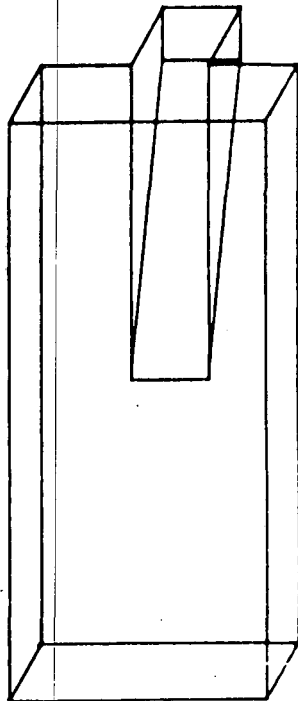
La tècnica de visualització consisteix en definir un semiangle cilíndric de projecció i un signe, de manera que només siguin representats els punts amb orientacions compreses dins del semiangle donat i de signe igual al preestablert.



Figura 5.20.



(a)



(b)

Figura 5.21. (a) Resultat de l'ús de la simetria quan només s'ha modelat la meitat estricta de l'objecte. (b) Resultat correcte quan el model ultrapassa l'estructura meitat.

Segmentació radial de la perspectiva.

Un conjunt arquitectònic de certa grandària, com els que normalment tractarem en perspectiva curvilínia de pantalla cilíndrica, vindrà representat per un model compost per un nombre relativament alt d'elements geomètrics (vèrtexs, arestes, cares, plans, etc.). Sovint, tot i que puguem fruitir d'unes bones disponibilitats de memòria, aquesta pot resultar insuficient si desitgem tractar l'escena amb un cert grau de detall.

D'altra banda, com ja hem exposat en el Capítol anterior, els algorismes d'espai objecte estan sotmesos a la llei que lliga el temps de processat amb el quadrat del nombre d'arestes presents a l'escena. Això fa que, quan el nombre d'arestes a tractar superi unes certes cotes [57], els algorismes d'espai objecte esdevinguin inaplicables.

Suposem que hem de representar, per una banda, una escena amb n arestes, i, per l'altra, k escenes de n/k arestes cada una. El tractament de la primera escena requerirà un temps proporcional a $n*n$, mentre que el temps necessari per tractar cada una de les escenes menors estarà en proporció amb $(n*n)/(k*k)$. Al final del procés, el nombre d'arestes tractades, en representar l'escena major i la col·lecció sencera d'escenes menors, serà idèntic (n), però el tractament del conjunt d'escenes menors haurà requerit un temps proporcional a $(n*n)/k$, és a dir, un k -èsim del temps necessari per al primer cas.

De l'anterior anàlisi, se'n desprèn una conclusió clara: una escena "intractable" podria ésser tractada descomponent-la en un cert nombre d'escenes "tractables".

Seguidament, exposarem, doncs, una tècnica que permet descompondre una escena complexa en el nombre de sub-escenes simples que calgui, resultant, però, al final del procés, la perspectiva entera de l'escena inicial.

Ja hem vist, en el Capítol 4, com el Sistema requereix de l'usuari la fixació de l'angle cilíndric de projecció desitjat, paràmetre que hem definit com l'obertura màxima del camp visual en el pla normal a la direcció de la pantalla, i que correspon a l'angle del diedre format per dos plans que passen per l'eix i tenen igual orientació, en valor absolut, respecte de la normal al pla de desenvolupament. Fixat l'angle cilíndric de projecció, són projectats només els punts les visuals dels quals són interiors a l'esmentat diedre.

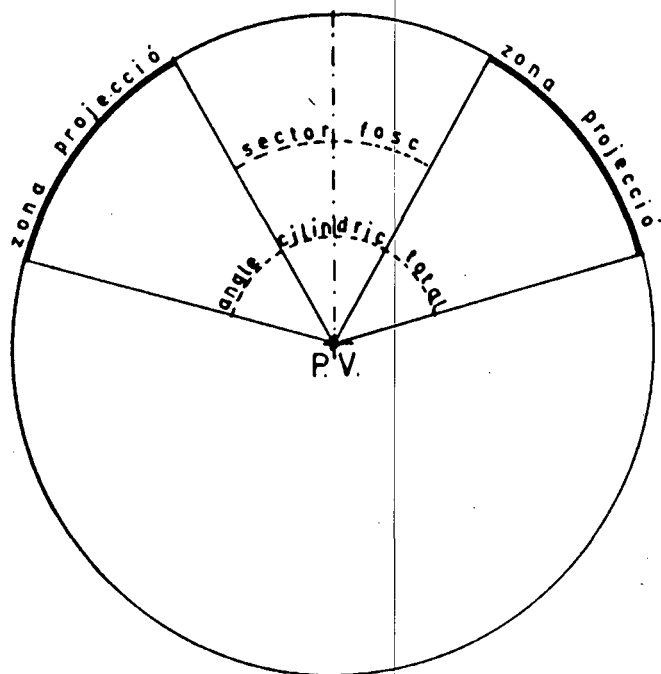


Figura 5.22.

La tècnica que ara proposem consisteix en fixar un "sector fosc", mitjançant un segon angle -menor que el primer-, de manera que només siguin projectats els punts que tinguin projectant interior a l'angle cilíndric de projecció però exterior a l'angle del "sector fosc" (fig. 5.22). Acabat el segment d'escena comprès entre ambdós angles, definim un nou angle cilíndric, alhora que l'anterior passa a ser el nou angle de "sector fosc". D'aquesta manera, es van obtenir segments de la perspectiva global, que van enllaçant-se fins a formar el dibuix total.

La tècnica exposada facilita l'aprofitament de simetries, ja que, si d'una banda podem operar igualment només amb la meitat del model i reproduir-ne la imatge simètricament, d'altra banda permet aprofitar la simetria d'aquelles parts de l'escena que en presentin i tractar independentment els sectors on es trenqui la simetria.

A la figura 5.23 s'exposa la descomposició seguida per a la realització de la perspectiva de la plaça porticada.

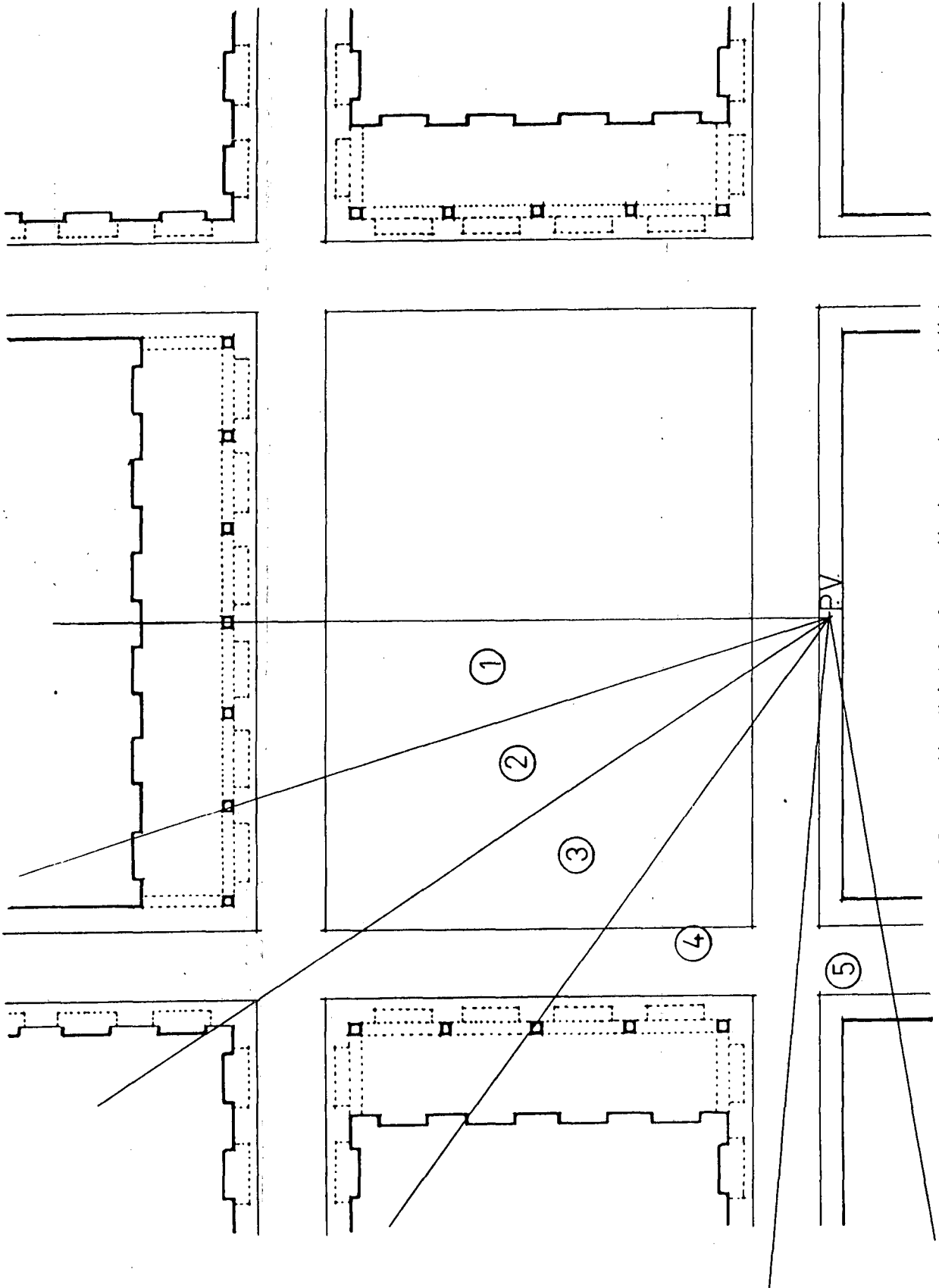


Figura 5.23. Segmentació radial de la placa porticada en subescenes simètriques.

Segmentació de l'escena. Nova classificació d'arestes.

La tècnica que hem exposat a l'apartat anterior fa possible un modelatge fragmentat de l'escena en porcions que requereixin la manipulació de blocs d'informació més reduïts, amb els consegüents estalvis de temps i memòria. Naturalment, aquests **submodels** poden ésser fusionats i retallats per generar nous submodels que permetin variacions de Punt de Vista, per tal d'obtenir noves visualitzacions.

De tota manera, tant si treballem amb submodels com si ho fem amb el model de l'escena sencera, en aplicar la tècnica de **segmentació radial** de la perspectiva, serà normal que l'escena o subescena a representar ultrapassi els límits de l'angle de projecció definit entre l'obertura màxima i el "sector fosc".

La via més "ortodoxa" suggereix d'aplicar un procés d'escapçat ("clipping"-3D) contra els plans radials límits del sector definit per l'angle de projecció. De fet, aquesta és la via que proposàvem en la primera aproximació que fèrem al tema (vegi's "Nova eliminació d'arestes" a la Secció 4.3). Això no obstant, les experiències realitzades han fet veure que la via de l'escapçat és lògica si treballem amb el model de l'escena sencera i amb un angle de projecció permès que en deixa la major part fora del camp visual. En aquesta situació, és clar que l'escapçat tridimensional eliminarà la informació sobrant -proporcionalment majoritària- i reduirà la durada del procés de visualització.

Si, per contra, treballem amb submodels, de forma que la part exterior al sector de visió sigui relativament petita, poden aconseguir-se estalvis de temps molt importants -respecte del cas anterior- aplicant una tècnica alternativa a la de l'escapçat tridimensional. En efecte, si el segment d'angle visual és petit però el submodel també ho és, el nombre d'arestes exteriors al camp de visió serà relativament curt, però, en canvi, hi pot haver un nombre proporcionalment alt de cicles que travessin ambdós plans límits. En aquests casos, si s'ha realitzat un escapçat, en arribar a un punt límit -durant el test de visibilitat-, els corriols queden interromputs, amb la qual cosa augmentarà el nombre de punts als quals caldrà calcular, de forma directa, el grau d'invisibilitat (fig. 5.24), procés que, si el nombre de plans és relativament important, requereix un període de temps força dilatat.

A fi d'evitar la reiterada interrupció dels corriols, s'ha optat per un simple escapçat bidimensional, és a dir, el test de visibilitat s'aplica a totes les arestes del corriol, però, en el moment de la representació, els segments situats totalment fora del camp són filtrats, alhora que els vèrtexs amb orientació superior a la màxima o

inferior a la mínima, pertanyents a segments no eliminables, són substituïts pel punt d'intersecció de la seva recta suport amb la corresponent recta d'orientació límit.

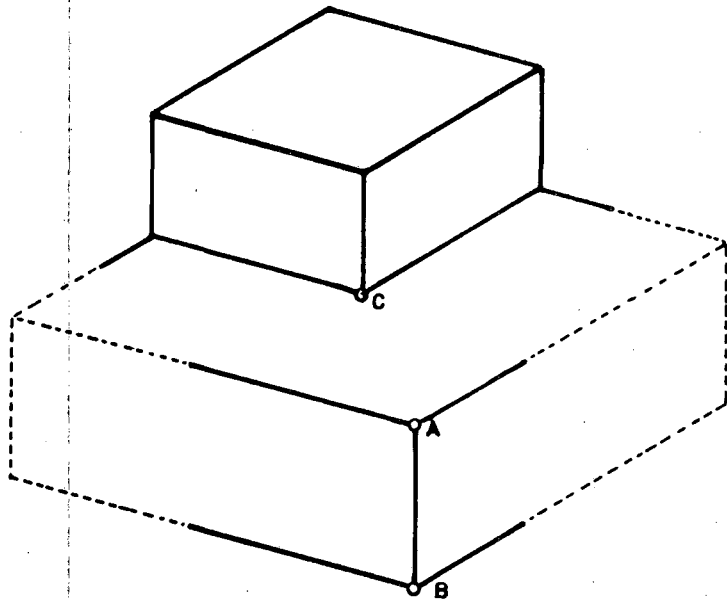


Figura 9.24. Si s'ha procedit a un escapçat tridimensional, el punt C és inabastable des del corriol iniciat a AB. La invisibilitat de C haurà d'ésser avaluada directament.

El simple escapçat bidimensional, però, bo i evitant la reiteració del càlcul del grau d'invisibilitat dels vèrtexs, no representaria una reducció notable de la durada del procés. En efecte, la no realització de l'escapçat tridimensional deixa a la llista un grup d'arestes exteriors al camp de visió, una part de les quals seran, per la seva posició respecte del Punt de Vista, classificades com a contorns. La incorporació d'aquests contorns allargarà la durada del test de visibilitat, ja que augmentarà el nombre de comparacions, les quals, en la majoria de casos, resultaran inútils, ja que caldrà comparar arestes interiors al camp visual amb contorns exteriors, contorns que, òbviament, no els poden alterar la visibilitat.

Per evitar aquestes comparacions, el resultat de les quals és previsible d'antuvi, procedirem a una nova subdivisió de la llista de contorns, distingint, en cada grup, entre els que són interiors al camp visual (totalment o en part) i els que són totalment exteriors.

D'aquesta manera, la llista quedarà estructurada en els següents grups:

-Contorns-vistos, paral.lels a l'eix i interiors al camp visual.

-Contorns-vistos, paral.lels a l'eix i exteriors al camp visual.

-Contorns-vistos, no paral.lels a l'eix i interiors al camp visual.

-Contorns-vistos, no paral.lels a l'eix i exteriors al camp visual.

-Contorns-còncaus, paral.lels a l'eix i interiors al camp visual.

-Contorns-còncaus, paral.lels a l'eix i exteriors al camp visual.

-Contorns-còncaus, no paral.lels a l'eix i interiors al camp visual.

-Contorns-còncaus, no paral.lels a l'eix i exteriors al camp visual.

Feta aquesta classificació, el test de visibilitat seguirà les normes següents:

-Només seran acceptades com a "arestes-mare" d'un corriol les arestes materials que resultin interiors -totalment o parcial- al camp de visió. D'aquesta manera, garantim que no tractarem corriols enterament situats fora del camp visual.

-Dins d'un corriol, les arestes totalment interiors al camp de visió seran comparades, exclusivament, amb els contorns interiors, mentre que aquelles que tinguin punts fora i punts dins es compararan amb tots els contorns, i les que siguin totalment exteriors s'hauran de comparar només amb els contorns exteriors.

-Un cop acabada la llista d'arestes materials, els contorns-vistos no tractats en cap corriol seran

comparats: amb els contorns interiors, si són interiors; i amb tots, si queden part a dins i part a fora. Els contorns totalment exteriors seran definitivament rebutjats.

Com a exemple il·lustratiu, exposarem el cas de la figura 5.25, corresponent als estudis previs per a una perspectiva interior de l'estadi de Montjuïc. S'ha modelat un fragment de grada corresponent al centre de la corba del sector de la porta de la Marató, suprimint, però, les grades més baixes que seran tapades per la pròpia tanca perimetral. El Punt de Vista està situat sobre l'eix de simetria -justament a la banda oposada de l'estadi- i a la cota de l'última grada del submodel. L'angle visual és el comprès entre -9.5° i 0° (fig. 5.26). La perspectiva s'obté per simetria, amb un angle total, doncs, de 19° (fig. 5.27). Per al modelatge s'ha usat un escombrat de rotació, amb divisió de la circumferència en 40 parts.

Les especials característiques de l'escena i l'aproximació prismàtica de les superfícies cilíndriques que formen els frontals de cada grada fan que el nombre de plans presents sigui molt elevat, ja que, pràcticament, no hi ha cares coplanàries.

Com pot observar-se a la figura, les cares corresponents a l'estesa de les grades comencen i acaben fora del camp visual. Si practiquem un escapçat tridimensional, els corriols s'interrompran en cada cara horitzontal, de manera que no podrem passar mai informació de visibilitat des d'una grada a la següent i, per tant, caldrà calcular el grau d'invisibilitat de molts punts. Això, en el cas que ens ocupa, és especialment greu, ja que, com més allunyat de l'observador queda el punt, més plans té per davant i, per tant, el test de pertinència s'ha de repetir amb escreix.

Per contra, si apliquem l'escapçat bidimensional, l'execució del dibuix esdevé extraordinàriament ràpida, atès que, pràcticament, només cal avaluar, de forma directa, el grau d'invisibilitat d'un vèrtex, i gairebé no hi ha arestes de contorn.

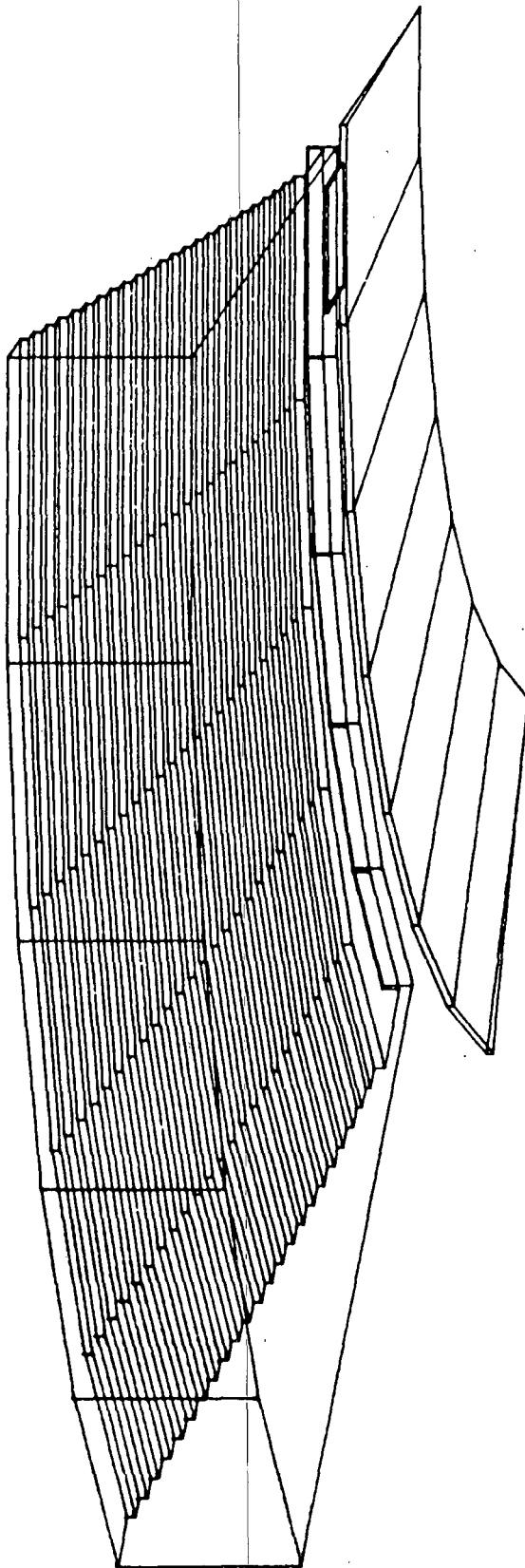


Figura 5.28. Estudi de grades de l'estadi de Montjuïc. (Visualització directa dels models, en axonometria obliqua, sense eliminació de línies ocultes.)

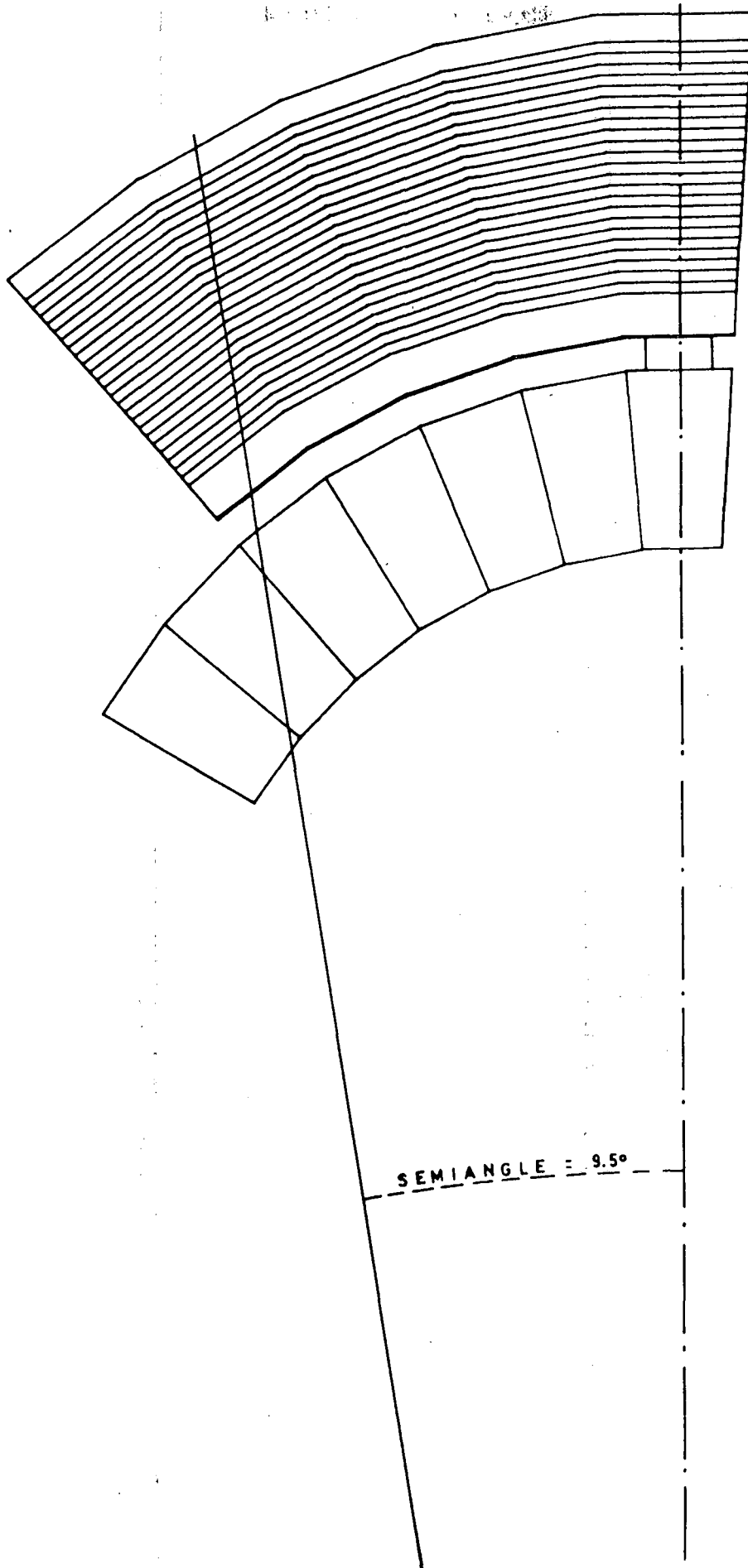


Figura 5.26. Estudi de grades de l'estadi de Montjuic. Vista, en planta, del model, sense eliminació de línies ocultes.

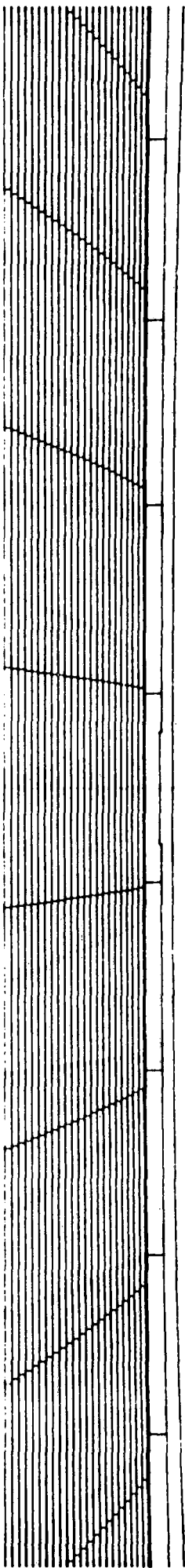


Figura 5.27. Estudi de grades de l'estadi de Montjuïc. Vista en perspectiva curvilínia de pantalla cilíndrica.

Ús de la simetria en dibuixos asimètrics.

Com hem vist, la simetria permet importants simplificacions del procés que fan de bon aprofitar, sempre que es pugui. De vegades, però, ens podem trobar amb conjunts arquitectònics que, malgrat incloure algun edifici -tal vegada l'edifici principal- amb una clara simetria (total o parcial), les característiques del conjunt no permeten de prendre el pla de simetria de l'edifici com a pla central de l'escena. Això no obstant, si el Punt de Vista pot situar-se sobre l'esmentat pla de simetria, podrem igualment beneficiar-nos de les facilitats que ofereix el dibuix de cossos simètrics, a l'hora de representar l'edifici referit.

En efecte, la part de dibuix corresponent a la perspectiva de l'edifici en qüestió pot produir-se com si el seu pla de simetria fos normal al pla del dibuix. Bastarà llavors incloure a l'arxiu del dibuix el valor de l'angle real entre l'esmentat pla de simetria i el normal al del dibuix. En el moment del traçat, les parts corresponents a l'edifici simètric hauran de sofrir una translació en abscisses igual al producte de l'esmentat angle entre plans per la longitud del radi de la pantalla.

Segmentacions horitzontals.

A més a més de la segmentació radial de l'escena, pot interessar, en casos de grans conjunts amb molta informació, practicar segmentacions horitzontals de l'escena i del dibuix.

Les segmentacions horitzontals són més complexes que no pas les radials, ja que, en general, no són possibles mitjançant escapçat bidimensional, atès que, en aquest cas, la línia límit no fóra una recta sinó una sinusoide. En conseqüència, les segmentacions horitzontals requeriran processos d'escapçat tridimensional contra cons de revolució de diferents obertures (vegi's "Clipping-3D" a la Secció 4.3).

L'escapçat tridimensional és el procediment més general per fer segmentacions horitzontals, però no és l'únic, ja que sovint tindrem opció a recórrer a d'altres procediments més ràpids i senzills. El més elemental és el de bipartir l'escena a l'altura de l'horitzó, és a dir, tractar primer la part per sota de l'horitzó i després la part que va de l'horitzó cap amunt (cas de l'exemple de les figs. 5.25, 5.26 i 5.27). Naturalment, els respectius submodels hauran d'ultrapassar, en cada cas, el límit, si no desitgem que el dibuix aparegui partit a l'altura de l'horitzó, però, en

aquest cas, sí que podem aplicar un procés d'escapçat bidimensional ja que l'horitzó dóna una recta com a límit del camp visual.

Una altra estratègia, no sempre possible, per segmentar l'escena és seleccionar-ne una horitzontal, enterament vista i que travessi el camp visual, i seccionar el model pel pla projectant de l'esmentada horitzontal (fig. 5.28).

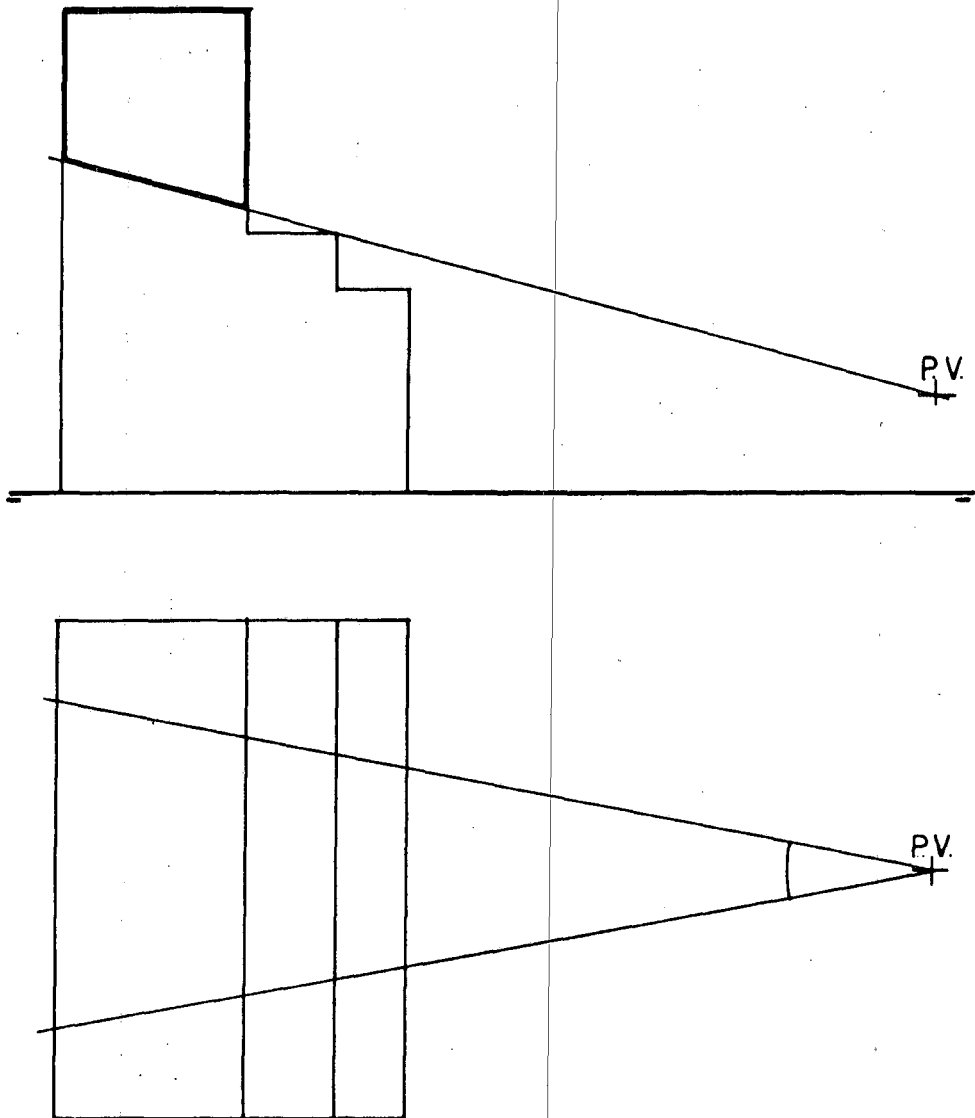


Figura 5.28. Esquema de segmentació horitzontal d'una escena.