

LA GENERACIÓ DE TALLS GEODÈSICS EN LA CARTOGRAFIA DE CATALUNYA PER A ESCALES 1:50 000 I MÉS GRANS

Orígens del tall geodèsic

S'entén per tall geodèsic d'una àrea geogràfica un tipus particular de partició d'aquesta àrea. D'aquesta partició se'n diu tall perquè s'obté, aproximadament, "tallant" certa superfície de referència per plans. I se'n diu geodèsic perquè aquesta superfície és l'el·lipsoide de referència, és a dir que el tall es calcula a l'espai de coordenades geogràfiques, o també geodèsiques, longitud i latitud (*figura 1*). Els elements d'aquesta partició s'anomenen fulls del tall, ja que, en general, es corresponen amb mapes de l'àrea.

Com es veurà més endavant, la base per al càlcul dels diferents talls geodèsics emprats en la confecció de cartografia a Catalunya és el tall definit pels fulls del

Mapa Topogràfic Nacional a escala 1:50 000 (MTN a partir d'ara) (*figura 2*). Les cantonades i els costats dels fulls del MTN defineixen un tall geodèsic que s'anomena "tall base". La definició de la resta de talls geodèsics es fa, actualment, a partir del tall base i en una forma molt particular que s'explicarà en aquest article. És convenient, doncs, començar amb un breu comentari sobre l'origen i l'evolució del MTN. Els treballs destinats a la realització d'aquest mapa començaren l'any 1853 sota la direcció de Carlos Ibáñez de Ibero¹. El primer full publicat (nùm. 559) ho fou l'any 1875 i el darrer (nùm. 705) l'any 1958 (MARTÍN, F. pàg. 399). L'el·lipsoide de referència fou el de Struve, i el meridià origen de

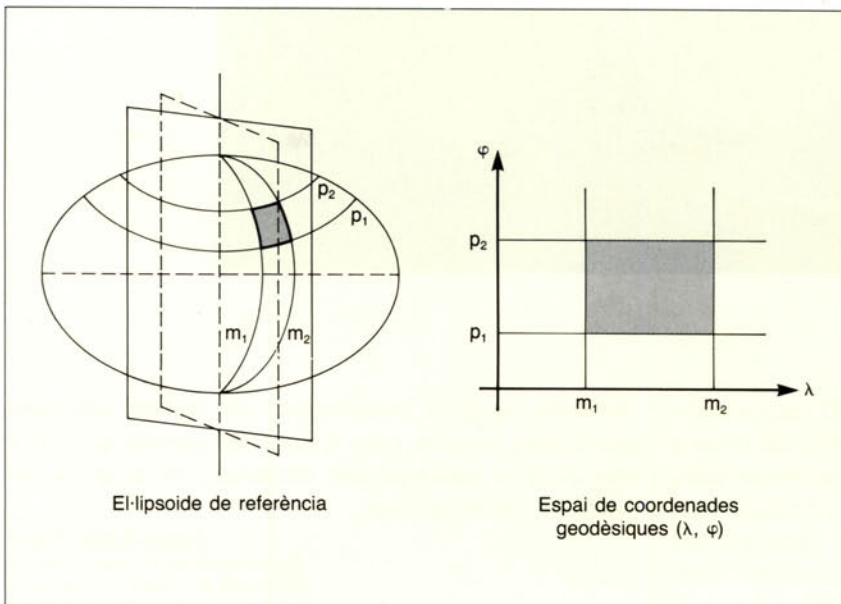
longitud fou el de Madrid. Els fulls s'obtenien dividint l'el·lipsoide amb meridians equidistants (20', aproximadament 28 km) i paral·lels també equidistants (10', aproximadament 18,5 km). El resultat és uns 1 130 fulls que cobreixen la península, les illes Balears i les Canàries.

Així, a l'espai de coordenades geogràfiques λ , φ (λ : longitud, φ : latitud) amb què se sol parametritzar l'el·lipsoide de referència, els fulls de tall del MTN de l'any 1853 són rectangles (*figura 3*).

S'insisteix que aquests rectangles ho són a l'espai de coordenades (λ , φ), però no ho són a la superfície de l'el·lipsoide. Sobre l'el·lipsoide de referència aquests rectangles es converteixen en els anomenats "trapezis curvilinis".

És usual referir-se als "costats" i a les "cantonades" dels fulls. Dos costats són els dos arcs de paral·lel que delimiten el full a Nord i Sud, mentre que els altres dos costats són els dos arcs de meridià que el delimiten a Est i Oest. Les cantonades són les interseccions dels quatre costats. Hom es referirà a partir d'ara als costats Nord (N), Sud (S), Est (E) i Oest (W), així com a les cantonades NW, NE, SW i SE (*figura 4*). Tanmateix, un tall geodèsic definit per "distàncies" entre paral·lels i meridians és encara indeterminat si no es fixa —s'assignen coordenades λ , φ — una qualsevol de les cantonades d'un qualsevol dels fulls. Els talls geodèsics per a definir fulls per a la confecció de cartografia a escala més gran que

Fig. 1: El·lipsoide de referència. Espai de coordenades geodèsiques (λ , φ)



El·lipsoide de referència

Espai de coordenades geodèsiques (λ , φ)

Notes

1. Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, Barcelona 1825-Niça 1881, matemàtic i militar.

subtalls fins fa poc. El mètode amb què aquests dos tipus de talls, tant el base com els subtalls, es generen actualment és, però, un altre. El que s'ha descrit suara és vàlid per a la cartografia feta mitjançant recurs al sistema geodèsic actual RE50. Com ja s'ha dit, el MTN es començà a confeccionar treballant en el sistema geodèsic espanyol antic RA: el·lipsoide de Struve, origen de longituds Madrid i datum Madrid. Aquest sistema geodèsic ja no és vigent des de l'any 1950, en què s'adoptà el RE50: el·lipsoide internacional (Hayford, 1924), origen de longituds Greenwich i datum Potsdam (Torre de Helmert). Una de les conseqüències del canvi de sistema geodèsic és que, projectats sobre la superfície de la Terra, els meridians d'un sistema no coincideixen amb els meridians de l'altre i anàlogament passa amb els paral·lels. I això suposa que dues particions d'una mateixa àrea geogràfica obtingudes per aplicació del mateix mètode de generació del tall segons que sigui calculat per un sistema o l'altre no són equivalents (figures 7 i 8). Fins i tot si es força que els dos talls tinguin alguna coordenada comuna, les particions resultants tampoc no són equivalents.

D'altra banda, la confecció del MTN² és una tasca molt costosa i que es duu a terme progressivament. Degut a això i per raons de coherència cartogràfica, es decidí que al sistema geodèsic RE50 les cantonades dels fulls del MTN coincidissin amb les cantonades dels fulls del MTN antic, és a dir que les cantonades representen el mateix punt de la superfície independentment del sistema geodèsic i de la projecció cartogràfica emprats, cosa que condueix a la situació esquematitzada a la figura 9.

Les cantonades A, B, C i D corresponen al mateix punt de la superfície terrestre que les A, B, C i D, respectivament. Aquestes darreres han estat obtingudes a partir de les primeres per transformació del sistema RA al sistema RE50. Més detalls sobre la problemàtica, paràmetres i fórmules d'aquesta transformació es poden trobar a (MARTÍN, F. pàgs. 408-410). L'exemple de la figura 9 es limita a transcriure les coordenades d'un mateix full en els dos sistemes on la transformació fou feta per l'A.M.S.³ l'any 1953, quan calculà les cantonades de tots els fulls del MTN amb el nou sistema RE50.

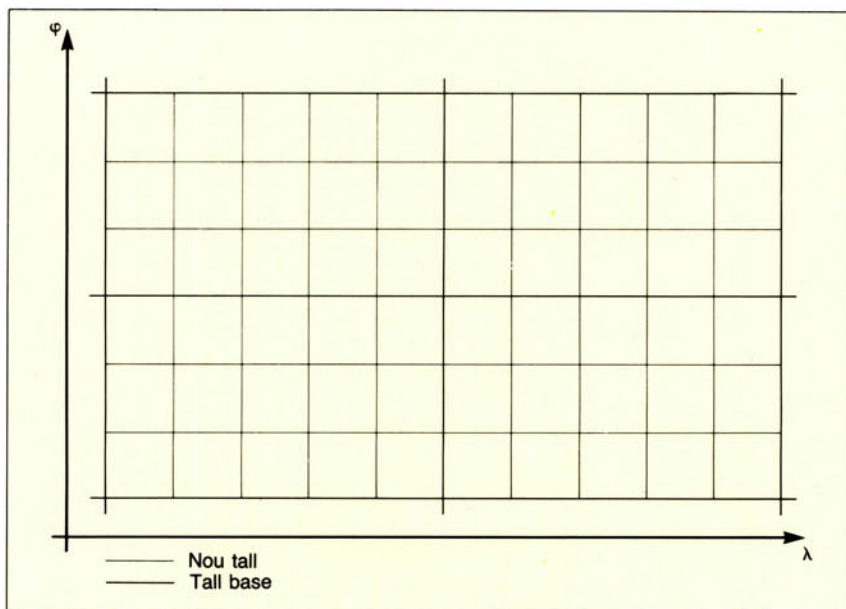


Fig. 5: Espai de coordenades geogràfiques (λ , φ)

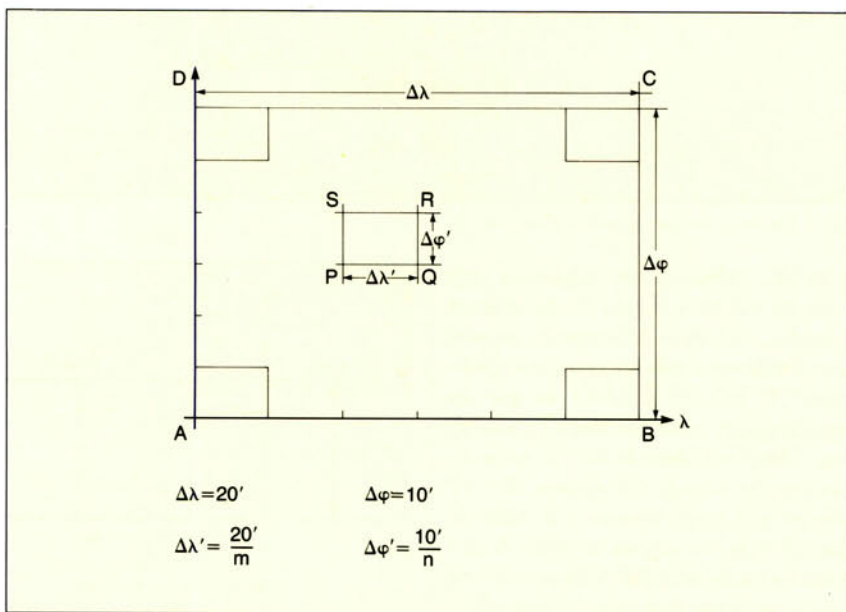


Fig. 6: Partició d'un tall

Resumint: en aquest punt es disposa, en el nou sistema geodèsic, d'un tall base definit només per les cantonades dels fulls del MTN, que *només aproximadament* són situades sobre seccions meridiane i paral·leles de l'el·lipsoide. L'oscil·lació de l'allunyament és de 0 a 0".05 en latitud i de 0 a 0".02 en longitud, i queda il·lustrat amb l'exemple de la figura 10. La "distància aproximada" entre els costats Nord i Sud és de 10' i, entre els Est i Oest, de 20'.

Als apartats següents es descriu la solució adoptada per l'IGN i aplicada

per l'ICC a Catalunya en la generació dels costats dels fulls del tall base i en la generació de la resta de subtalls.

Els talls geodèsics actuals

Fins aquí s'ha descrit com es generava el tall base de l'antic MTN i com es generaven, també, els diferents talls que s'ob-

Notes

2. La institució responsable d'aquesta tasca és l'Institut Geogràfic Nacional (IGN a partir d'ara).
3. Army Map Service A.M.S. dels E.U.A.

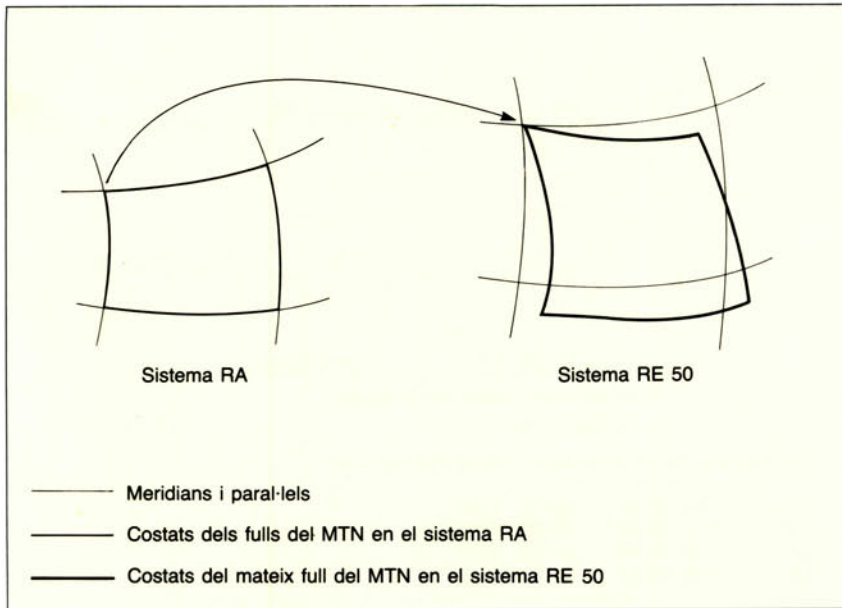


Fig. 7 i 8: Canvi del sistema geodèsic espanyol antic RA al sistema vigent RE50

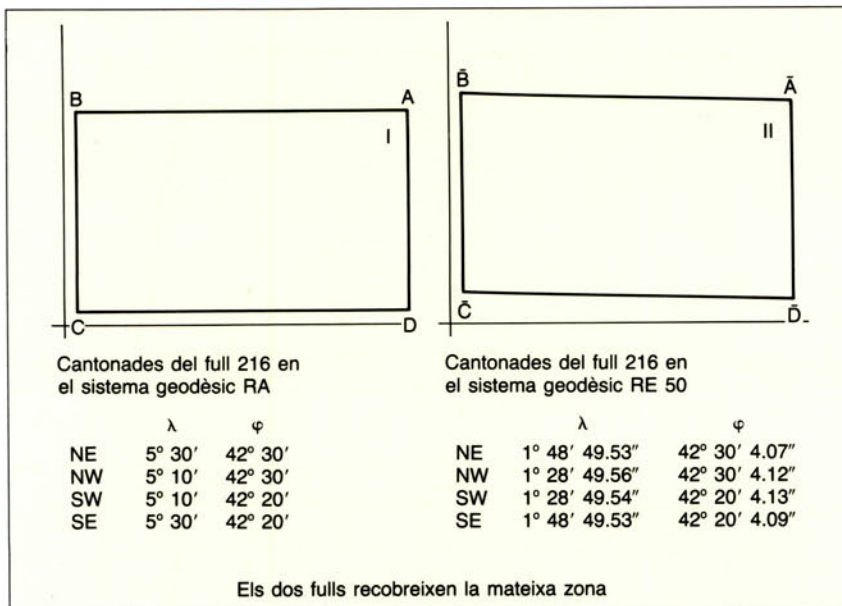


Fig. 9: I) Full 216 en el sistema geodèsic RA; II) Full 216 en el sistema geodèsic RE50

tenien per partició del base. Finalment, i pel que fa als nous talls geodèsics, només s'ha parlat de la solució adoptada per l'IGN respecte a les cantonades del nou tall base.

Des d'un punt de vista només "geomètric", queden dues qüestions a resoldre per als nous talls: la generació dels costats dels fulls del tall base i la generació dels fulls de la resta de talls que s'obtenen per partició del tall base.

Aquestes dues qüestions seran les tractades als dos següents punts. De passada, es dedicaran unes línies a comentar la

generació de talls a escales menors que la 1:50 000 del MTN per raó de la creixent importància de la cartografia temàtica en aquestes escales.

El tall geodèsic base

Tal com ja s'ha dit, quedarà determinat si es defineix el mètode de generació dels costats dels fulls. La decisió que prengué l'IGN és ben senzilla: els costats són segments de recta a l'espai de coordenades geogràfiques que uneixen les corresponents cantonades. Aquestes recetes a l'espai de les variables longitudi-

tud coincidirán amb meridians i paral·lels quan el parell de cantonades unides tinguin la mateixa longitud i latitud respectivament.

Per tal com no totes les cantonades són situades sobre meridians i paral·lels equiespaiats 20' i 10', aquest tall no coincideix amb el que s'obté aplicant el mètode explicat al primer apartat, i és per aquesta raó que cal guardar les coordenades de totes les cantonades del tall base, i tenir-les en compte en qualsevol càlcul.

Generació dels diferents talls geodèsics

És clar que el tall geodèsic "mestre", a partir del qual es van derivant els subtalls, és el del MTN. Per aquesta raó se l'ha anomenat "base". Si això és cert per a la cartografia que es basa en el sistema geodèsic RA, encara ho és més per a la cartografia actual: els subtalls es continuen generant per partició dels fulls del tall base —no pot ser altrament, ja que no té sentit parlar d'increments de 20'/m o 10'/n en longitud i en latitud—, i els talls per a escales petites —amb fulls que cobreixen grans extensions de territori— es formen per agregació de fulls del MTN, a mode de polígons a l'espai de coordenades geogràfiques.

Generació dels subtalls

Ara ja no es pot definir un subtall via l'assignació d'equidistàncies entre *meridians-costat* i *paral·lels-costat*, ja que els costats no són continguts en meridians i paral·lels. Es pot, però, aprofitar la forma equivalent amb què també es definí un subtall al primer apartat, indicant el nombre de *fulls-columna* i el nombre de *fulls-fila* en què cal subdividir cada full del tall base. A partir d'ara, sempre que es defineixi un subtall es farà mitjançant dos valors enters, c, f: columnes i files de la partició.

Sigui, doncs, un full qualsevol del tall base determinat per les seves cantonades C1, C2, C3 i C4, corresponents a NW, NE, SW i SE, amb coordenades geogràfiques (λ_1, φ_1) , (λ_2, φ_2) , (λ_3, φ_3) , (λ_4, φ_4) , respectivament (figura 11).

Es vol calcular el subtall que s'obté per partició del tall base en NX i NY, columnes i files. Llavors el mètode emprat per a qualsevol tipus de subtall consisteix a subdividir els segments

C1C2 i C3C4 per NX-1 punts equiespaiats, i els segments C1C3 i C2C4 per NY-1 punts també equiespaiats. Així queden definides les següents famílies de punts situats sobre els segments C1C2, C3C4, C1C3 i C2C4 a l'espai de coordenades geogràfiques.

Sobre el segment C1 C2:

$PN_i \ i = 0, NX$, on PN_i té coordenades geogràfiques

$$[(NX-i)(\lambda_1, \varphi_1) + i(\lambda_2, \varphi_2)]/NX$$

Sobre el segment C3 C4:

$PS_i \ i = 0, NX$ on PS_i té coordenades

$$[(NX-i)(\lambda_3, \varphi_3) + i(\lambda_4, \varphi_4)]/NX$$

Sobre el segment C1 C3:

$PW_i \ i = 0, NY$ on PW_i té coordenades

$$[(NY-i)(\lambda_1, \varphi_1) + i(\lambda_3, \varphi_3)]/NY$$

I finalment, sobre el segment C2 C4 la família de punts

$PE_i \ i = 0, NY$ on PE_i té coordenades

$$[(NY-i)(\lambda_2, \varphi_2) + i(\lambda_4, \varphi_4)]/NY$$

Òbviament, s'acaben de construir famílies de $NX + 1$ i $NY + 1$ punts equiespaiats sobre els segments C1C2, C3C4 i C1C3, C2C4 respectivament (figura 12). A partir d'aquests punts, el nou tall queda definit per les interseccions de rectes que enllacen punts corresponents de costats oposats. És a dir, les cantonades dels $NX \cdot NY$ fulls del subtall continguts al full del tall base que s'està partint serà:

- cantonada NW $PN_c \ PS_c \ ?? \ PW_f \ PE_f$;
- cantonada NE $PN_{c+1} \ PS_{c+1} \ ?? \ PW_f \ PE_f$;
- cantonada SW $PN_c \ PS_c \ ?? \ PW_{f+1} \ PE_{f+1}$ i
- cantonada SE $PN_{c+1} \ ?? \ PS_{c+1} \ PW_{f+1} \ PE_{f+1}$

Els $NX \cdot NY$ fulls s'obtenen en variar C entre 0 i $NX-1$ i f entre 0 i $NY-1$. S'ha emprat AB per designar la recta que passa per A i B, i $AB \ ?? \ CD$ és el punt d'intersecció de les rectes AB i CD.

Un cop calculades les cantonades d'un full del subtall, s'obtenen els costats com s'obtenien els costats d'un full del tall base: unint les cantonades per rectes, com sempre, a l'espai de coordenades geogràfiques.

Finalment, observeu que el subtall anterior pot ser objecte de partició en MX columnes i MY files, amb la qual cosa s'obté un nou subtall del tall base obtingut per partició en $NX \cdot MX$ columnes i $NY \cdot MY$ files.

Sobre els talls geodèsics per a petites escales

Malgrat que l'objecte d'aquest article no és la descripció d'aquest tipus de talls,

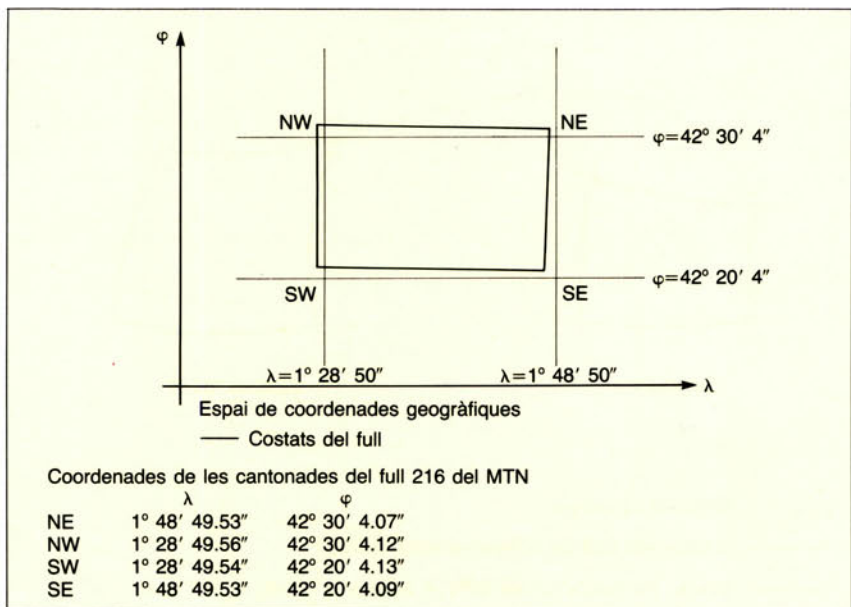


Fig. 10: Situació del full 216 del MTN

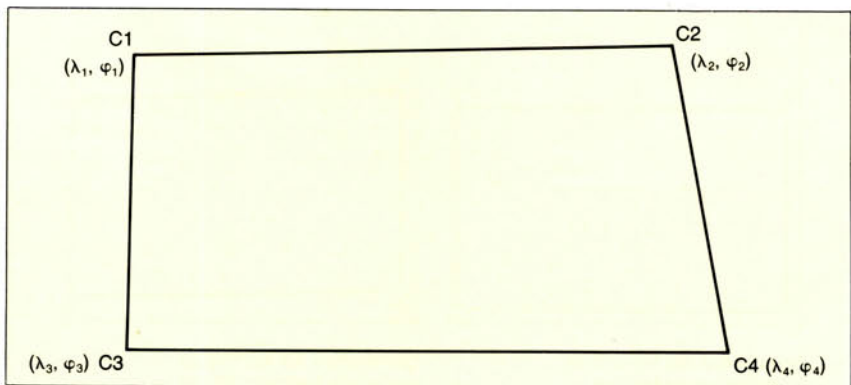


Fig. 11: Cantonades i coordenades geogràfiques d'un full del tall base

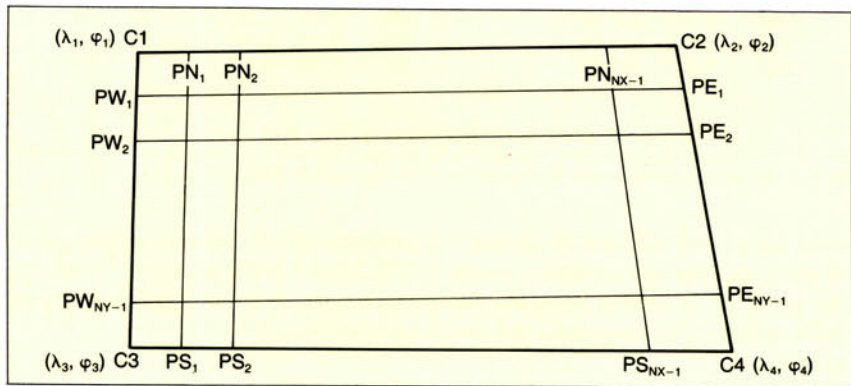


Fig. 12: Partició del tall base en NX i NY columnes i files

s'indica breument com s'obtenen. La idea que hi ha és la de mantenir, també aquí, el MTN com a tall base. Els fulls dels talls es formen ara per agrupació de fulls del MTN. Com a centre geogràfic

del full del nou tall es pren la cantonada comuna als quatre fulls a escala superior que el constitueixen. Els fulls del tall per a cartografia 1:100 000 s'obtenen amb quatre fulls del MTN (figura 13).

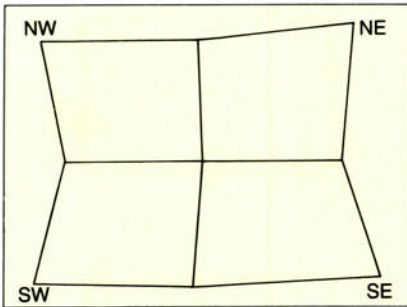


Fig. 13: Full del tall 1:100 000

Contràriament a la situació que sempre es dona als subtalls, aquí els fulls no són quadrilàters a l'espai de coordenades λ, φ , sinó polígons, al cas de l'exemple de 8 costats. Cada tipus particular de tall té característiques pròpies lleugerament diferents dels altres tall segons el nombre de columnes i files a agrupar. I per a cada tall en particular, cal definir quins dels molts vèrtexs del polígon seran les cantonades NW, NE, SW i SE.

Més endavant es dona una relació d'aquests tall i el nombre de columnes i de files en què la cartografia militar ha agrupat els fulls del tall base per generar-los.

Representació dels marcs dels fulls en el sistema de projecció UTM. Error comès

Com és ben sabut, qualsevol mapa ha d'estar dibuixat segons algun tipus de projecció cartogràfica, i és clar com s'obtenen els costats i les cantonades dels fulls al sistema de projecció: per transformació dels costats i cantonades calculats al sistema (λ, φ) al pla de projecció. Els que eren segments rectilinis al sistema (λ, φ) —el marc en coordenades geodèsiques— es converteixen en arcs de corba al sistema de projecció —el marc real al pla de projecció—. Per raons de senzillesa, a la pràctica el marc del full s'obté unint per rectes les cantonades en el sistema de projecció —el marc aproximat en el pla de projecció—. En el nostre cas el sistema de projecció és l'UTM i, per a aquest sistema, l'aproximació del marc real és admissible, com es mostra a continuació.

S'ha estimat numèricament l'error comès en fer aquesta aproximació pels costats Nord i Est dels fulls. Els valors que apareixen a la *taula 1* són els màxims dels errors estimats per a uns quants fulls dels diferents tall distribuïts igualment per tot Catalunya.

La *taula 2* correspon als valors dels errors estimats per al costat Est per als fulls del tall 50 000, distribuïts per tot Catalunya. Observeu que l'error disminueix a mesura que el full s'acosta al meridià central del fus UTM.

Per a cada full l'error comès s'ha estudiat segons l'algorisme següent:

1. Càlcul del marc en coordenades geogràfiques.
2. Càlcul del marc aproximat en el sistema UTM.
3. Càlcul del marc real en el sistema UTM.
4. Per a cada costat del marc, càlcul de la màxima separació entre els costats "real" i "aproximat" (*figura 14*).
5. Es pren, com a error comès al full, el màxim dels quatre valors anteriors.

Noteu que a la *figura 14* només s'il·lustra el mètode seguit per a un costat.

Els resultats es sumarien a la *taula 1* i 2. La conclusió és que l'aproximació dels costats dels fulls dels subtalls per rectes a

Tall	Error sobre el terreny (metres)	Error sobre el mapa (mil·límetres)	Costat NW - NE
1:50 000	13.468	0.269	
1:25 000 IGN	3.369	0.135	
1:25 000 ICC	1.496	0.060	
1:10 000	0.842	0.084	
1: 5 000 IGN	0.210	0.042	
1: 5 000 ICC	0.094	0.019	
1: 2 000	0.034	0.017	
1: 5 000 CMB	0.002	0.004	

Fulls utilitzats per a l'estudi

Full	Nom
252	Tremp
255	La Pobla de Lillet
258	Figueres
360	Bellvis
363	Manresa
445	Cornudella
448	Prat de Llobregat
497	Perelló

Tall	Error sobre el terreny (metres)	Error sobre el mapa (mil·límetres)	Costat NW - SW
1:50 000	0.2233	0.0045	
1:25 000 IGN	0.0594	0.0024	
1:25 000	0.0533	0.0021	
1:10 000	0.0144	0.0014	
1: 5 000 IGN	0.0035	0.0007	
1: 5 000 ICC	0.0035	0.0007	
1: 2 000	0.0006	0.0003	
1: 500 CMB	0.0001	0.0003	

Taula 1

Identificador columna - fila	Error sobre el terreny (metres)	Error sobre el mapa (mil·límetres)
32 - 7	0.2174	0.0043
32 - 10	0.2183	0.0044
32 - 14	0.2209	0.0044
32 - 21	0.2247	0.0045
34 - 8	0.1603	0.0032
34 - 10	0.1606	0.0032
34 - 14	0.1623	0.0032
34 - 16	0.1634	0.0033
36 - 10	0.1029	0.0021
36 - 14	0.1036	0.0021
36 - 16	0.1043	0.0021
38 - 10	0.0452	0.0009
38 - 14	0.0455	0.0009
40 - 10	0.0128	0.0003
40 - 12	0.0128	0.0003

Taula 2

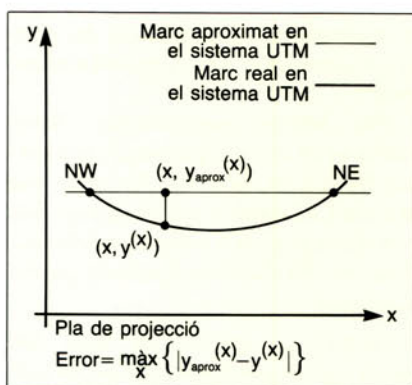


Fig. 14: Diferències entre el marc real i el marc aproximat del costat nord d'un full en el sistema de projecció UTM

l'espai de coordenades UTM és acceptable en aquestes escales.

Els talls en ús a l'ICC

Cada projecte cartogràfic es realitza d'acord amb un tall geodèsic. Els diferents talls geodèsics estàndards de l'ICC són el resultat de les diferents campanyes cartogràfiques que, abans o després de la creació de l'ICC, organitzades per l'IGN, l'ICC o bé per ens locals, han tingut lloc a Catalunya.

S'entén per tall estàndard qualsevol dels talls geodèsics que figuren als punts següents. De fet, el càlcul de les cantonades dels fulls d'un tall és quelcom

d'extremadament simple. Les dificultats apareixen sigui quin sigui el tall, i això quedarà clar en tractar de la generació i la interpretació dels identificadors dels fulls. Tots els programes de consulta interactiva, llistats, extraccions, etc., fan un fort ús d'aquests identificadors. D'això resulta que la definició d'un nou tall no suposa la seva immediata disponibilitat a través de tots els programes esmentats. Per contraposició als talls d'ús més freqüent, "els estàndards", existeixen els talls "no estàndards", que són els d'ús més aviat esporàdic i que normalment responen a encàrrecs especials que es fan a l'ICC.

Malgrat que l'article es limiti als talls en ús, l'ICC pot generar sense problemes qualsevol tipus de tall.

A continuació, es dona una relació dels diferents talls en ús i de les relacions que es poden establir entre ells, així com de la generació dels identificadors per als fulls de cadascun dels talls estàndard.

Convencions de nomenclatura

Fila: fa referència a les coordenades que gairebé són constants a la seva coordenada de latitud.

Columna: fa referència a les coordenades que gairebé són constants a la seva coordenada de longitud.

Índexs de fila: creixents en el sentit de les latituds decreixents.

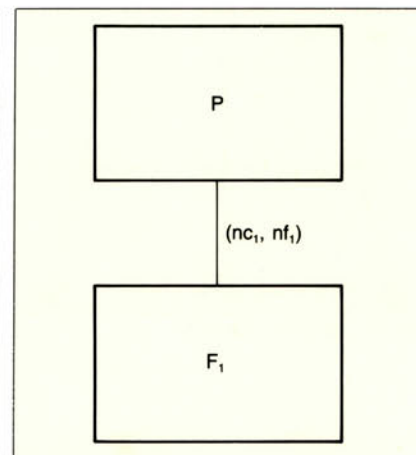


Fig. 15: Diagrama de la relació entre el tall pare i el tall fill

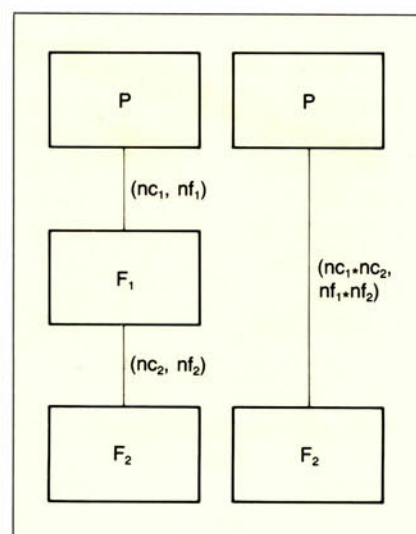


Fig. 16: Diagrama de la relació entre el tall pare i el tall fill

Índexs de columna: creixents en el sentit de les longituds creixents.

Ordre dels índexos: es fa referència a índexs de la forma (i, j); el primer índex i és l'índex de la columna, i el segon índex j és l'índex de la fila.

Tall Pare: és el nom que es dona al tall geodèsic base a escala 1:50 000 de l'IGN.

Tall Fill: és el nom que es dona a qualsevol tall obtingut per partició del tall pare.

Si el tall F_1 , s'obté per partició en nc_1 columnes i nf_1 files del tall P, llavors es representa com a la figura 15.

Si el tall F_2 s'obté per partició en nc_2 columnes i nf_2 files del tall F_1 , llavors és clar que F_2 s'obté per partició en $nc_1 \cdot nc_2$ columnes i $nf_1 \cdot nf_2$ files del tall P, i valen els dos esquemes de la figura 16.

INSTRUMENTOS Y SISTEMAS
PARA GEODESIA, TOPOGRAFIA,
FOTOGRAMETRIA Y MEDICIONES
INDUSTRIALES Y MILITARES



INGEO SA

Gran Via Corts Catalanes, 289
E-08014 BARCELONA

Teléfono 93/431 50 00
Telex 98828 igeo

DELEGACION MADRID

INGEO SA
Príncipe de Vergara, 112-3.º E.
E-28002 MADRID
Tel. 91/411 00 12 - Telex 48913 elin

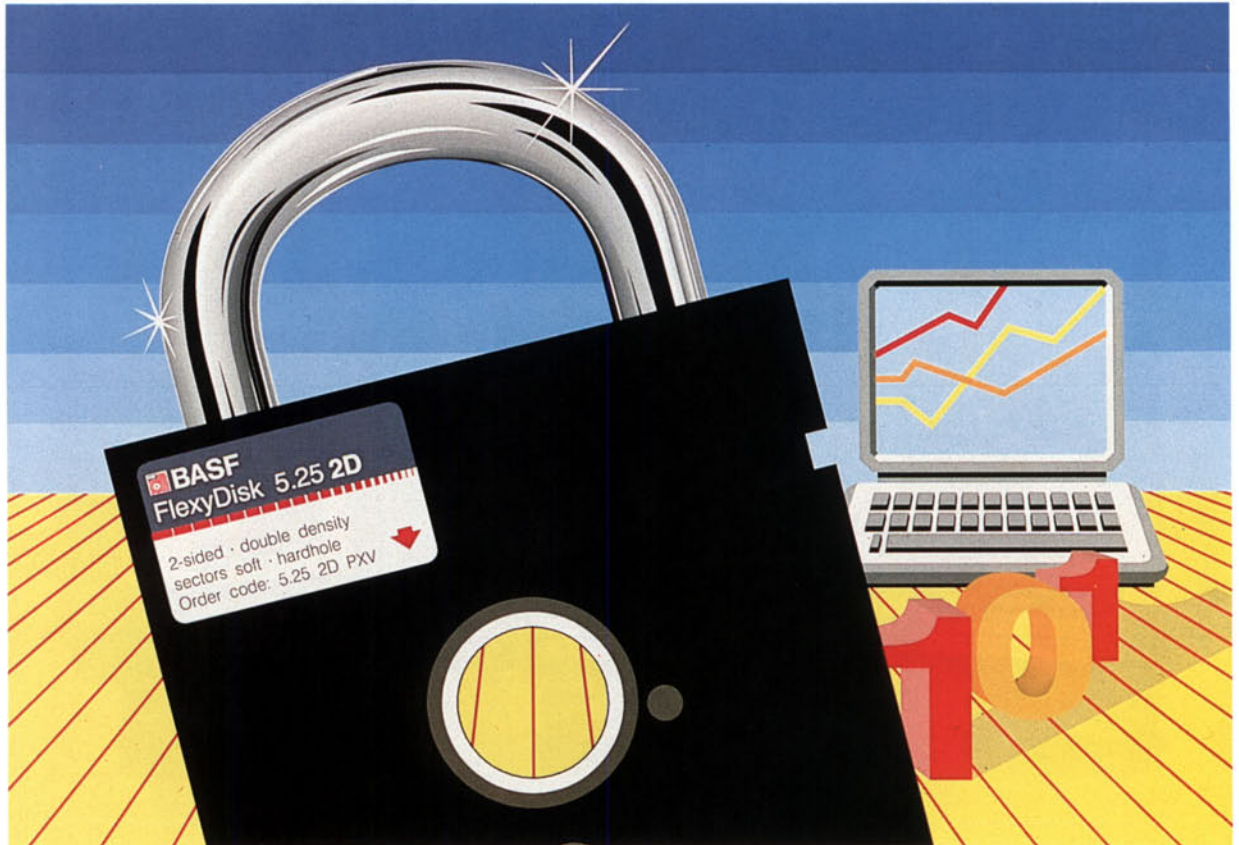
SERVICIO TECNICO

INGEO SA
Miguel Yuste, 12
E-28037 MADRID
Tels. 91/204 89 07 - 204 40 70



BASF FlexyDisk®

Máxima seguridad para sus datos



**BASF FlexyDisk
5.25", 5.25" HD, 8"**

Absoluta seguridad de datos y funcionamiento con una duración muy superior: un promedio de 35 Mill. de pasadas por pista.



**BASF FlexyDisk Science
5.25", 5.25" HD**

La máxima calidad para condiciones de aplicación difíciles. Estable a la temperatura hasta 70 °C. Comprobación de la superficie al cien por cien. Duración de uso: un promedio de 70 Mill. de pasadas por pista.



**BASF FlexyDisk
3.5"**

El FlexyDisk con muy alta densidad de grabación para la nueva generación de mini sistemas.

Si Ud. registra y consulta en su empresa millones de datos, necesita un disquete de máxima seguridad, ya que el más pequeño error le puede acarrear las más graves consecuencias.

BASF, empresa de vanguardia mundial en tecnología, le ofrece la seguridad de datos que Ud. necesita: BASF FlexyDisk.

En favor del BASF FlexyDisk hablan:

- La utilización de los materiales más modernos.
- Una avanzada tecnología de elaboración.
- Métodos de prueba y control científicos. Una verificación final al 100%.
- Y una duración casi ilimitada.

Si Ud. exige máxima seguridad, póngase en contacto con nosotros.



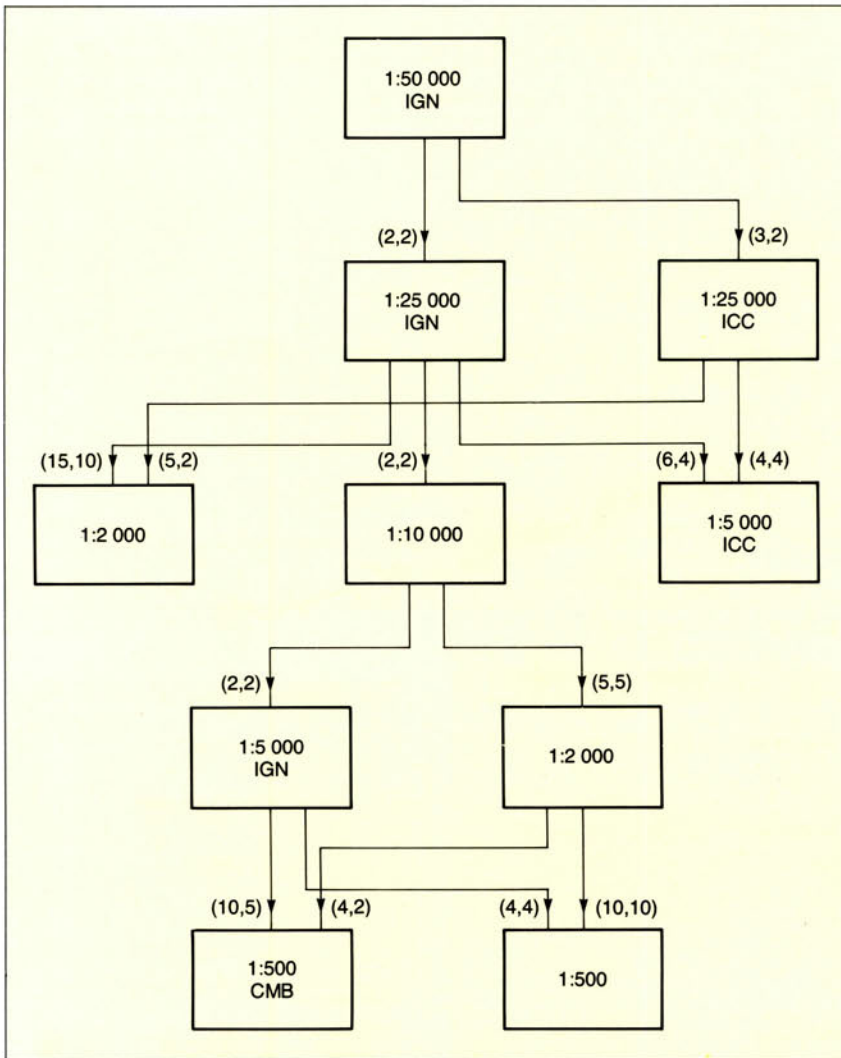


Fig. 17: Diagrama de relacions entre els talls

Relacions entre els diferents talls en ús a l'ICC

Es diu que dos talls estan relacionats si entre ells es pot establir una relació del tipus pare-fill.

Observem que no tots els talls estan relacionats entre si. Per exemple, el tall 1:5 000 de la CMB no està relacionat amb l'1:5 000 de l'ICC. A la figura 17 es poden trobar els talls en ús a l'ICC i les relacions entre ells.

Identificació dels fulls

A l'apartat següent es dona una relació dels talls d'ús més freqüent a l'ICC i dels convenis de codificació dels fulls. El tipus de codificació varia d'un tall a l'altre; tanmateix, descansa sempre sobre dos tipus d'identificadors per als fulls: l'identificador relatiu (respecte a un altre full d'un altre tall) i l'identificador absolut (independentment d'altres talls).

El tall base és, però, una excepció en el sentit que els seus fulls només tenen identificadors absoluts, com és natural tractant-se del tall de referència.

Identificador relatiu del full A del tall F respecte del full B del tall P

Suposeu que el tall F s'obté del tall pare P per (nc,nf) particions (figura 18). El full A del tall F té un identificador relatiu dins el full B del tall pare P, que és (c,f), on c és la columna i f la fila.

Per a $c = 1 \div nc$ i $f = 1 \div nf$ (c,f) és l'identificador relatiu del full A del tall F respecte al full B del tall P.

Identificador absolut d'un full A del tall F

L'identificador absolut d'un full d'un tall és un identificador unívoc per a tots els fulls del tall, independentment del full del tall pare en què és contingut.

Aquest identificador s'obté a partir de:

1. Característiques que defineixen el tall al qual pertany, és a dir: tipus de partició del tall base. En aquest cas (nc,nf).
2. Identificador absolut del full del tall pare P al qual pertany, ICP-IFP.
3. Identificador relatiu del full del tall fill F, respecte al full ICP-IFP del tall pare P al qual pertany (c,f).

Anomenant ICF-IFF l'identificador absolut del full A del tall F, la seva obtenció és:

$$ICF = nc (ICP-1) + c$$

$$IFF = nf (IFP-1) + f$$

Finalment es verifica que el full A del tall F té com a identificador relatiu respecte al full B del tall pare P (c,f) on:

$$c = \text{mod} * (ICP,nc)$$

$$f = \text{mod} * (IFP,nf)$$

on $\text{mod} * (m,n) = \text{mod} (m,n)$ si $\text{mod} (m,n) \neq 0$

$$n \text{ si } \text{mod} (m,n) = 0$$

I això permet recuperar l'identificador relatiu a partir de l'absolut i dels paràmetres (nc,nf) que defineixen el tall.

Descripció dels talls estàndard i codificació dels identificadors dels fulls

Tall base 1:50 000

En tractar-se del tall sobre el qual es construeix la resta, només té sentit parlar d'identificadors absoluts. Aquest identificador absolut es pot codificar de dues formes diferents. La primera consisteix a adoptar com a codi, simplement, l'identificador absolut del full. El codi té, doncs, la mateixa estructura "columna-fila" dels identificadors absoluts. La segona forma de codificació consisteix a numerar els fulls de forma seqüencial, d'Oest a Est i de Nord a Sud, de manera que el codi és un sol número. Vegeu l'exemple de la figura 19.

El rang de variació dels codis seqüencial i columna-fila a Espanya i a Catalunya es donen a la taula 3.

Tall 1:25 000 (IGN)

Tall base: 1:50 000
Tipus de partició: (2,2)
Codi: IC25-IF25

$$\text{on } IC25 = V (IC-1) + c$$

$$IF25 = V (IF-1) + f$$

on (c,f) és l'identificador relatiu del full del tall 1:25 000 (IGN) respecte al full IC-IF del Tall 1:50 000 per a

$$c = 1,2 \text{ i } f = 1,2.$$

Observeu que el codi del full IC25-IF25

coincideix amb l'identificador absolut. La figura 20 corresponent a aquest tall.

Tall 1:25 000 (ICC)

Tall base: 1:50 000
Tipus de partició: (3,2)
Codi: ID50-c-f

on ID50 és el codi tipus seqüencial del tall 1:50 000 i on (c,f) és l'identificador relatiu del full del tall 1:25 000 (ICC) respecte al full IC-IF del tall 1:50 000 per a

$$c = 1,2,3$$

$$i$$

$$f = 1,2$$

Vegeu l'exemple a la figura 21.

Aquí, l'identificador absolut d'un full d'aquest tall 1:25 000 és IC25-IF25, on

$$IC25 = 3 (IC-1) + c$$

$$i$$

$$IF25 = 2 (IF-1) + f$$

Tall 1:10 000

Tall base: 1:50 000
Tipus de partició: (4,4)
Codi: IC10-IF10

on IC10 = 4(IC-1) + C
i IF10 = 4(IF-1) + F

i on (C,F) és l'identificador relatiu del full del tall 1:10 000 respecte al full IC-IF del tall 1:50 000 per a C = 1,2,3,4 i F = 1,2,3,4.

Observeu que IC10-IF10 coincideix amb l'identificador absolut del full. Vegeu l'exemple de la figura 22.

En aquest cas el tall 1:10 000 pot ésser relacionat amb el tall 1:25 000 (IGN). És a dir, és fill del tall 1:25 000 (IGN). Llavors, també es pot codificar a partir de:

Tall base: 1:250 000 (IGN)
Tipus de partició: (2,2)
Codi: IC10-IF10

on IC10 = 2 (IC25-1) + c,
IF10 = 2 (IF25-1) + f.

on IC25-IF25 és l'identificador absolut del full del tall 1:25 000, i on (c,f) és l'identificador relatiu del full del tall 1:10 000 respecte al full IC25-IF25 del tall 1:25 000 (IGN), per a

$$c = 1,2$$

$$i$$

$$f = 1,2$$

En particular, en el cas de la figura 23 tenim:

$$IC25 = 2 (IC-1) + 2$$

$$IF25 = 2 (IF-1) + 2$$

$$IC10 = 2 (IC25-1) + 2$$

$$IC10 = 2 (IF25-1) + 2$$

i, finalment,

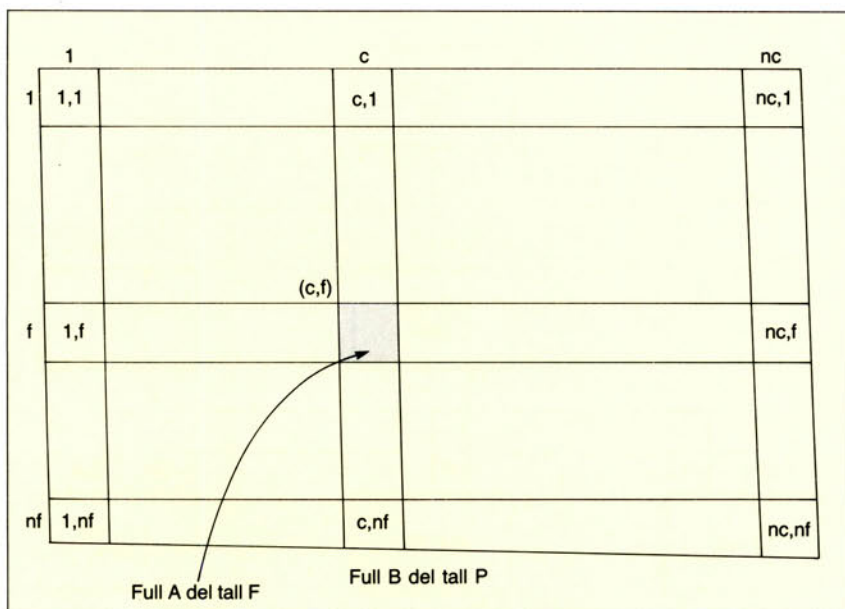


Fig. 18: Situació del full A respecte el full B

	Espanya	Catalunya
Seqüencial	1 i 1 115	118 bis i 547(*)
Columna	[2, 48]	[31, 40]
Fila	[2, 53]	[7, 21]

(*) Aquests valors cal interpretar-los així. El codi seqüencial més petit és el 118 bis i el més gran és el 547, però no tot full amb codi comprès entre el 118 bis i el 547 és al territori de Catalunya

Taula 3: Rang de variació dels codis pels fulls del MTN

$$IC10 = 2 [2(IC-1) + 2-1] + 2 = 4 (IC-1) + 4$$

$$IF10 = 2 [2(IF-1) + 2-1] + 2 = 4 (IF-1) + 4$$

Tall 1:5 000 (IGN)

Tall base: 1:50 000
Tipus de partició: (8,8)
Codi: IC5-IF5

on IC5 = 8 (IC-1) + c
IF5 = 8 (IF-1) + f

i on (c,f) és l'identificador relatiu del full del tall 1:5 000 (IGN) respecte al full IC-IF del tall 1:50 000 per a

$$c = 1, \dots, 8$$

$$i$$

$$f = 1, \dots, 8$$

Observeu que, una altra vegada, el

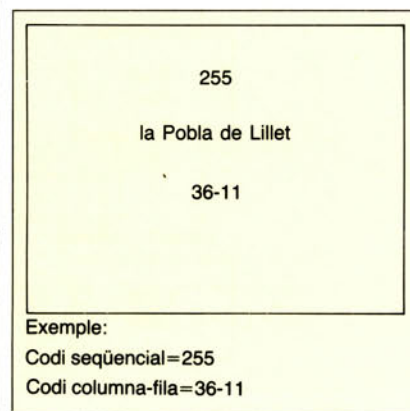


Fig. 19: Full 255. La Pobla de Lillet del tall base 1:50 000

codi coincideix amb l'identificador absolut del full. La figura 24 respon a aquesta definició del tall. Compareu-la amb la figura 25, tall 1:5 000 (IGN).

Si es pren com a tall base l'1:25 000 (IGN) tenim:

Tall base: 1:25 000 IGN
Tipus de partició: (4,4)
Codi: IC5-IF5

on IC5 = 4 (IC25-1) + c
IF5 = 4 (IF25-1) + f

i on (c,f) és l'identificador relatiu del full del tall 1:5 000 (IGN) respecte al full IC25-IF25 del tall 1:25 000 (IGN) per a

$$c = 1,2,3,4$$

$$i$$

$$f = 1,2,3,4$$

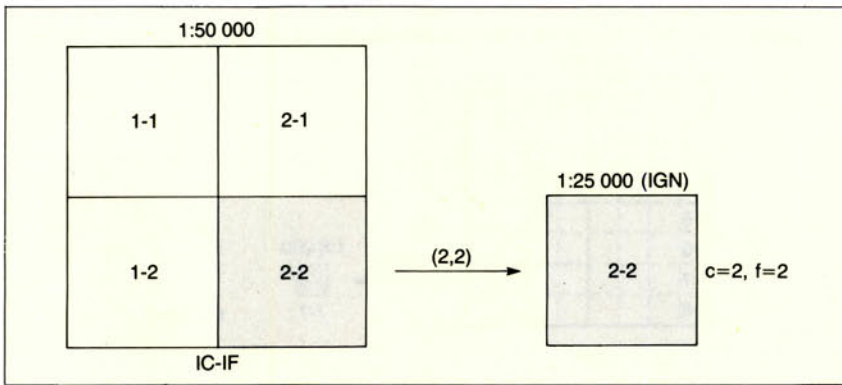


Fig. 20: Tall 1:25 000 (IGN)

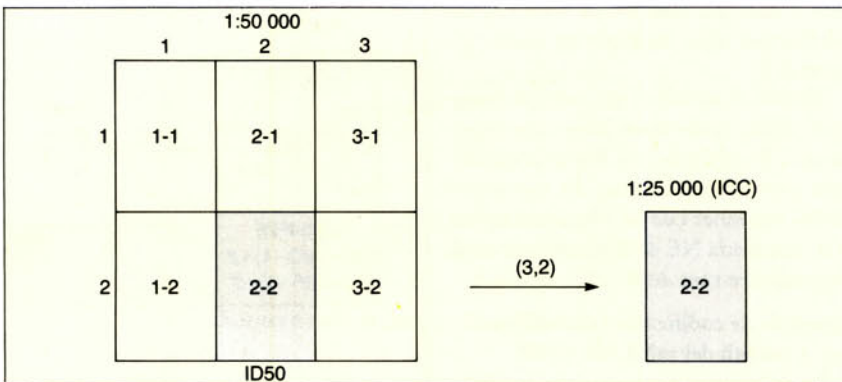


Fig. 21: Tall 1:25 000 (ICC)

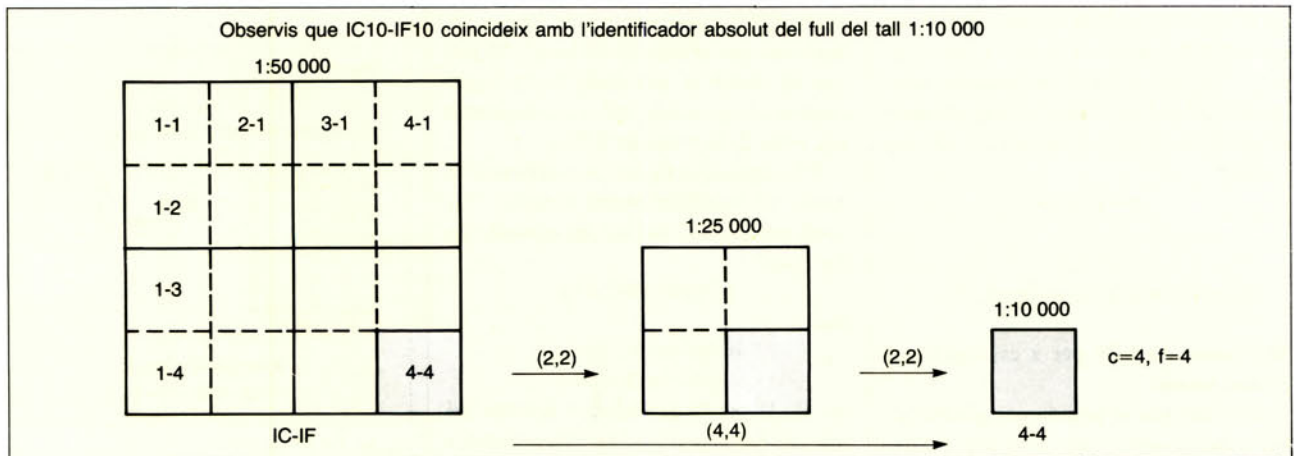
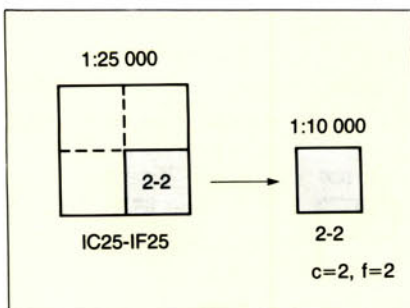


Fig. 22: Tall 1:10 000

Fig. 23: Tall 1:10 000



En l'exemple de la figura 25 és

$$c = 3 \text{ i } f = 3$$

Si es considera com a tall base l'1:10 000 es té:

Tall base: 1:10 000

Tipus de partició: (2,2)

Codi: IC5-IF5

on $IC5 = 2 (IC10 - 1) + c$

$IF5 = 2 (IF10 - 1) + f$,

i on (c,f) és l'identificador relatiu del full del tall 1:5 000 (IGN) respecte al full IC10-IF10 del tall 1:10 000 per a

$$c = 1, 2$$

i

$$f = 1, 2$$

En l'exemple de la figura 26 és

$$c = 1 \text{ i } f = 1$$

La figura 27 dona el conjunt de totes les alternatives per a la generació d'aquest tipus de tall.

Tall 1:5 000 (ICC)

Tall base: 1:50 000

Tipus de partició: (12,8)

Codi: ID50-c-f

on ID50 és el codi tipus seqüencial del full del tall 1:50 000 i on (c,f) és l'identificador relatiu del full del tall 1:5 000 (ICC) respecte al full ID50 del tall 1:50 000 per a

$$c = 1, \dots, 12$$

i

$$f = 1, \dots, 8$$

En l'exemple de la figura 28, el codi del full és ID50-7-6.

Tall 1:2 000 (20 x 20)

Tall base: 1:10 000

Tipus de partició: (5,5)

Codi: IC10-IF10-C-F

on $IC10 = 4 (IC - 1) + c$

$IF10 = 4 (IF - 1) + f$

IC10-IF10 és l'identificador absolut del full del tall 1:10 000 i (c,f) és l'identificador relatiu del full del tall 1:10 000 respecte al full IC-IF del tall 1:50 000 per a

$$c = 1, 2, 3, 4$$

i

$$f = 1, 2, 3, 4$$

i (C,F) és equivalent a l'identificador relatiu del full del tall 1:2 000 respecte al full IC10-IF10 del tall 1:10 000, on C és

Escala	Espanya	Catalunya	
1:800 000	Columna	1 - 3	2 - 3
	Fila	1 - 3	2 - 3
1:400 000	Columna	1 - 6	4 - 5
	Fila	1 - 6	1 - 3
1:200 000	Columna	1 - 12	8 - 10
	Fila	1 - 12	2 - 6
1:100 000	Columna	1 - 24	16 - 20
	Fila	1 - 24	4 - 12
1: 50 000	Columna	2 - 48	31 - 40
	Fila	2 - 53	7 - 21

Taula 4

expressat en caràcters (A,B,C,D,E) en lloc dels valors enters (1,2,3,4,5).

En l'exemple de la figura 29, és $C = B$ i $F = 1$. La segona part de la figura 29 dóna una idea de la relació entre un full del tall 1:2 000 i un full del tall base 1:50 000.

Tall 1:500 (80 x 40)

Tall base: 1:2 000

Tipus de partició: (4,2)

Codi: IC10-IF10-C-F-S

on IC10-IF10-C-F és el codi del full del tall 1:2 000 i on $S = 4(f-1) + c$ pot valer 1,2,..., 8, i on (c,f) és l'identificador relatiu del full del tall 1:500 (CMB) respecte al full IC10-IF10-C-F del tall 1:2 000 per a cada

$$c = 1,2,3,4$$

$$i$$

$$f = 1,2$$

Vegeu l'exemple de la figura 30.

Més sobre els talls per a cartografia a petites escales

El criteri que se segueix per generar un tall a escala menor que 1:50 000 consisteix

Fig. 27: Tall 1:5 000. Diferents alternatives

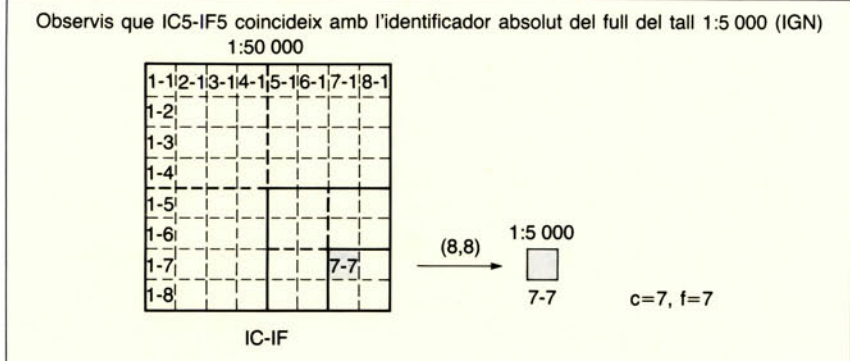
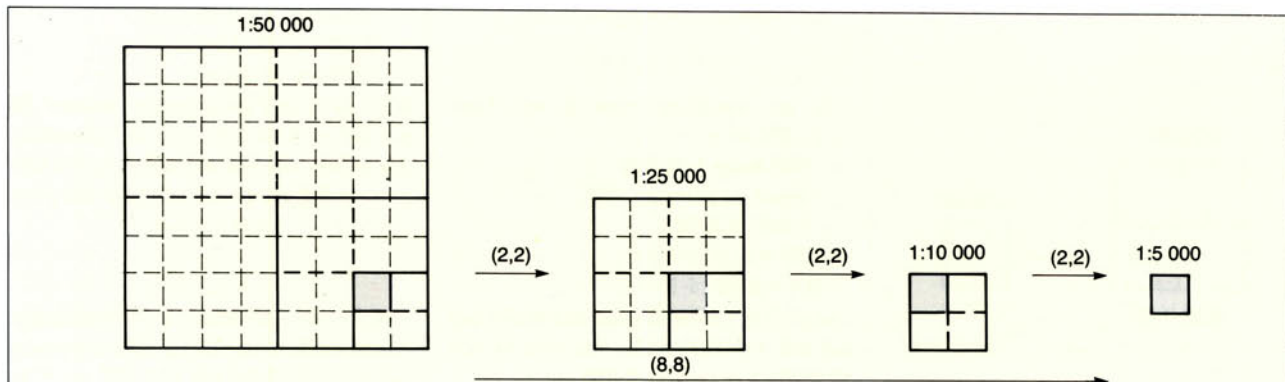


Fig. 24: Tall 1:5 000 (IGN)

teix a unir un nombre de fulls del tall 50 000 que sigui múltiple de quatre (figura 31).

El codi d'un full és un parell de nombres d'una o de dues xifres, corresponents a la columna i a la fila de la quadrícula que cobreix la zona. La numeració de les columnes i de les files serà iniciada a la cantonada NE de la quadrícula total, en sentit creixent de W a E i de N a S.

Exemple de codificació i decodificació per a un full del tall 1:500 CMB

La codificació és el pas dels identificadors al codi. Considerem el full del tall 1:500 CMB representat a la figura 33. Suposem que el full del tall base 1:50 000 que el conté té per codi 36-11 –codi seqüencial equivalent 255–, corresponent a la zona de la Pobla de Lillet.

A la vista de la figura, la codificació es revela extraordinàriament senzilla. Els codis per als fulls del tall en qüestió són del tipus

IC10-IF10-C-F-S

amb

$$IC10 = 4(IC-1) + c$$

$$IF10 = 4(IF-1) + f$$

on IC-IF és l'identificador absolut del full del tall base, i c-f és l'identificador

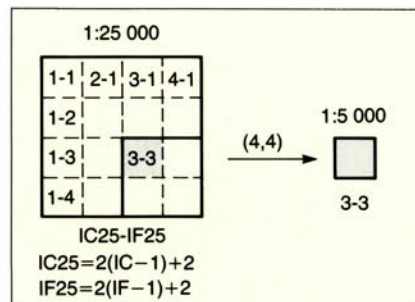


Fig. 25: Tall 1:5 000 (IGN)

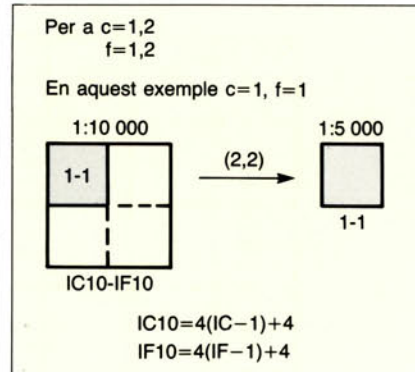


Fig. 26: Tall 1:5 000 (IGN)

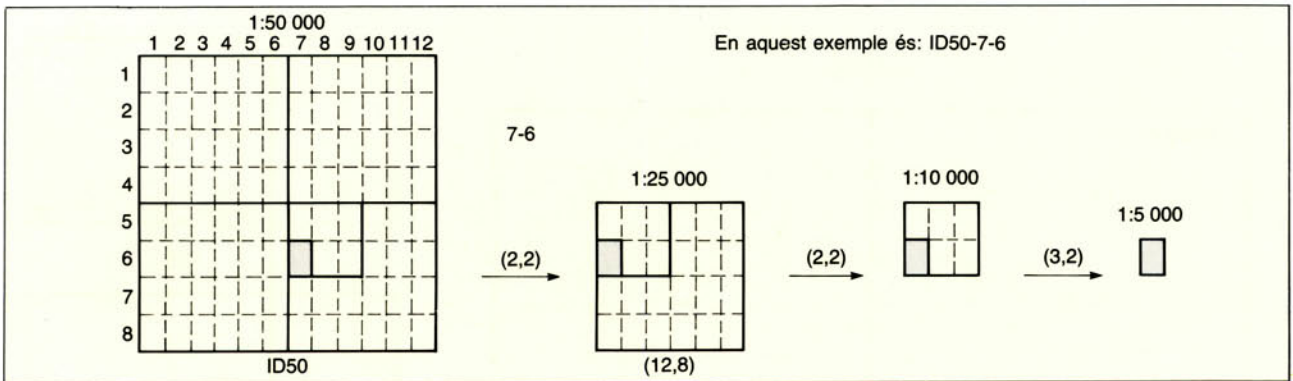


Fig. 28: Tall 1:5 000 (IC)

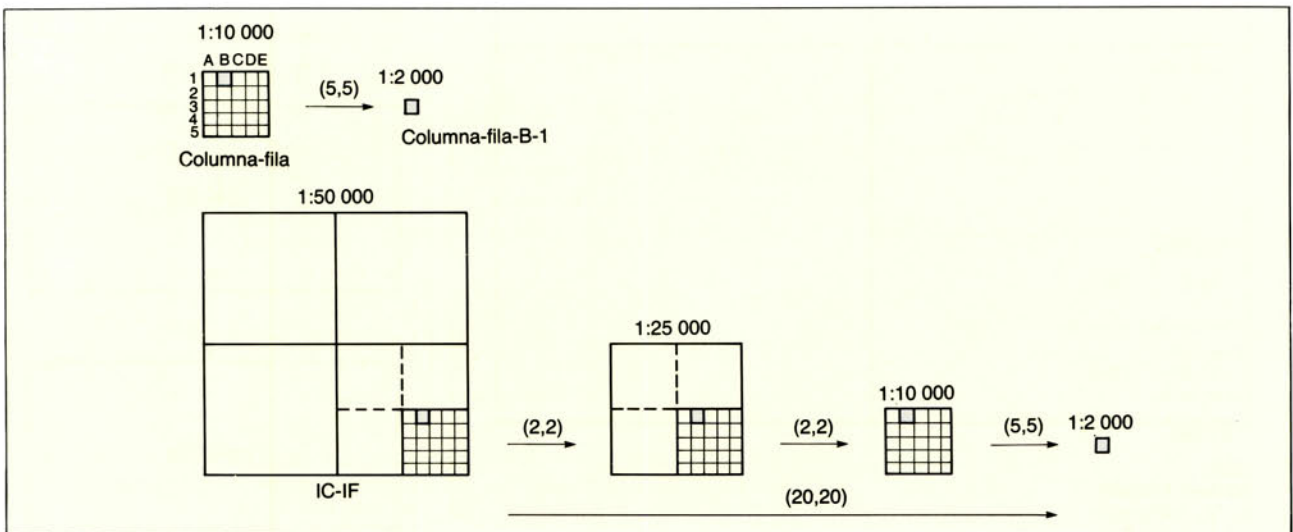


Fig. 29: Tall 1:2 000

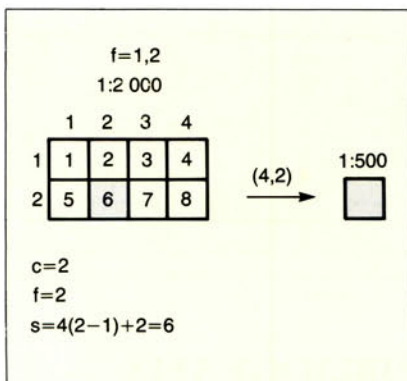


Fig. 30: Tall 1:500

relatiu del full del tall 1:10 000 respecte al full del tall base.

Es té, doncs, que

$$IC = 36, IF = 11, \\ c = 4, f = 4$$

Per altra banda, segons l'apartat del tall 1:2 000, és clar que

$$C = B, F = 4$$

I ara, segons l'apartat del tall 1:500 resulta que

$$S = 4(2-1) + 1 = 5$$

El codi que cercàvem és el
144-44-B-4-5

La decodificació és el pas de codi a identificador. Mentre que el codi és únic, l'identificador pot ser relatiu o absolut i el codi relatiu pot ésser referit a qualsevol tall respecte al qual el tall en què estem treballant es pugui considerar subtall.

Considerem el full del tall 1:500 CMB, que té per codi el 146-62-C-1-7. S'ha definit aquest tall com una partició en 4 files i 2 columnes de l'1:2 000. Però, a la vista de la figura 17, s'hauria pogut definir a partir de diferents tall de l'1:5 000 IGN; de l'1:10 000; de l'1:25 000 IGN i, és clar, a partir del tall base 1:50 000.

La decodificació permet situar un full dins qualsevol altre full d'un tall a escala menor. Si els dos talls estan relacionats, aquesta localització es pot dur a terme sempre. Situar o localitzar un full dins un full d'un altre tall es redueix a calcular l'identificador relatiu. Això és el que farem amb el full considerat abans, a més

de determinar els codis dels fulls que el contenen.

El codi 146-62-C-1-7 és en si mateix molt explícit. Sabem immediatament els codis dels fulls dels talls 1:10 000, i 1:2 000 en què el nostre full és inclòs.

Tall	Codi
1:10 000	146-62
1: 2 000	146-62-C-1

Ens manquen els fulls dels talls 1:50 000, i 1:25 000 IGN i 1:5 000 IGN. Per als dos primers, i a la vista de la figura 17, només cal situar el full 146-62 del tall 1:10 000. Per al tercer fem el full 146-62-C-1 del tall 1:2 000. En tractar-se de procediments anàlegs ens limitarem a fer-ho per al tall 1:50 000. Utilitzem la relació donada en parlar de l'identificador absolut d'un full A del tall F.

$$c = \text{mod}^*(146,4) \quad f = \text{mod}^*(62,4) \\ \text{D'aquest senzill càlcul s'obté} \\ c = 2 \quad f = 2$$

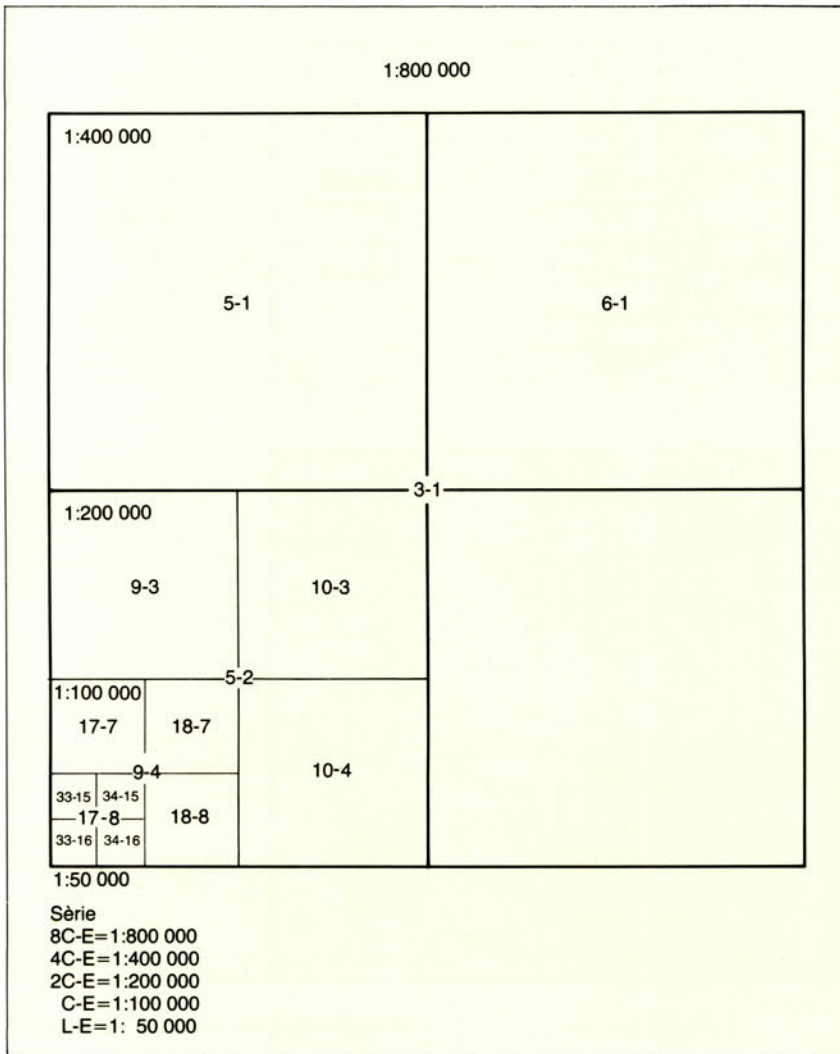


Fig. 31: Relació entre talls a petites escales

També del mateix apartat tenim la relació

$$146 = 4(IC-1) + 2$$

$$62 = 4(IF-1) + 2$$

on IC-IF és l'identificador absolut -i també codi- del full del tall 1:50 000, que ens proporciona la solució de les dues equacions anteriors.

$$IC = 37, IF = 16$$

Per tant, el full 146-62 del tall 1:10 000 pertany al full 37-16 del tall base 1:50 000 i té per identificador relatiu respecte a aquest full el 2-2 (figura 34).

Repetint càlculs anàlegs obtenim la relació següent:

Tall	Codi
1:50 000 37-16 o bé el seqüencial	421
1:25 000 IGN	73-31
1:25 000 ICC	421-3-1
1:10 000	146-62

Tall	Codi
1:5 000 IGN	291-90
1:2 000	146-62-C-1
1:500 CMB	146-62-C-1-7

L'aplicació tall

L'ICC ha desenvolupat un conjunt de programes -l'anomenada aplicació TALL- sobre el VAX11-780 per a la generació i la consulta d'informació relacionada amb els talls geodèsics descrits a l'apartat dels talls en ús a l'ICC. L'aplicació TALL respon a la majoria de les demandes que tant l'ICC com altres organismes i professionals fan al respecte. Malgrat que no és l'objecte d'aquest article descriure'n l'aplicació, val a dir que els resultats es donen tant en coordenades geodèsiques λ, φ com en les coordenades N, E -Nord i Est- del sistema de projecció UTM.

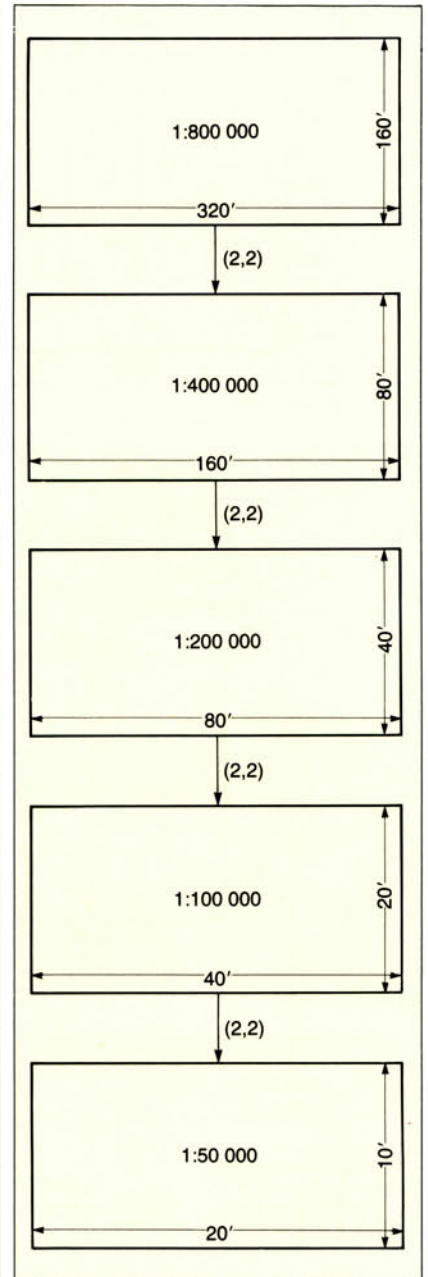


Fig. 32: Diagrama de les relacions entre talls a petites escales

BIBLIOGRAFIA

- MARTIN ASIN, Geodesia y Cartografía Matemática. Paraninfo, Madrid, 1983.
 Servicio Geográfico del Ejército. Sección de Geodesia. La proyección universal transversa Mercator (UTM) y su correspondiente cuadrícula (CUTM) en la cartografía militar, Madrid 1975.

Maria Macau
 Ismael Colomina
 Llicenciats en matemàtiques.
 Institut Cartogràfic de Catalunya

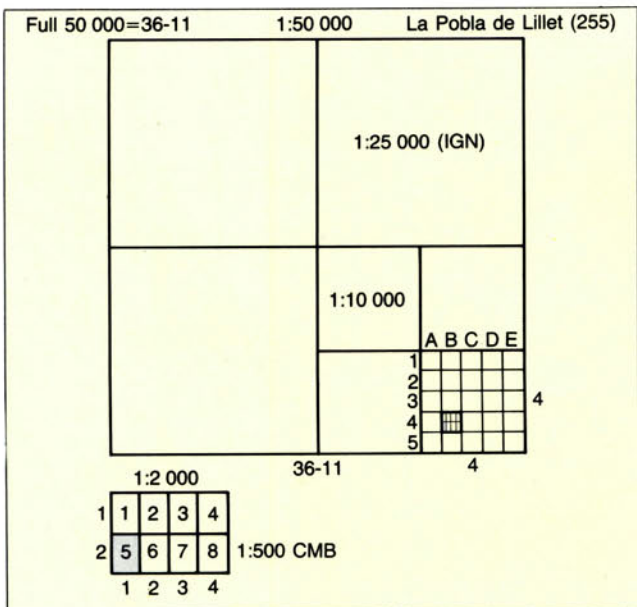


Fig. 33: Tall 1:500 CMB

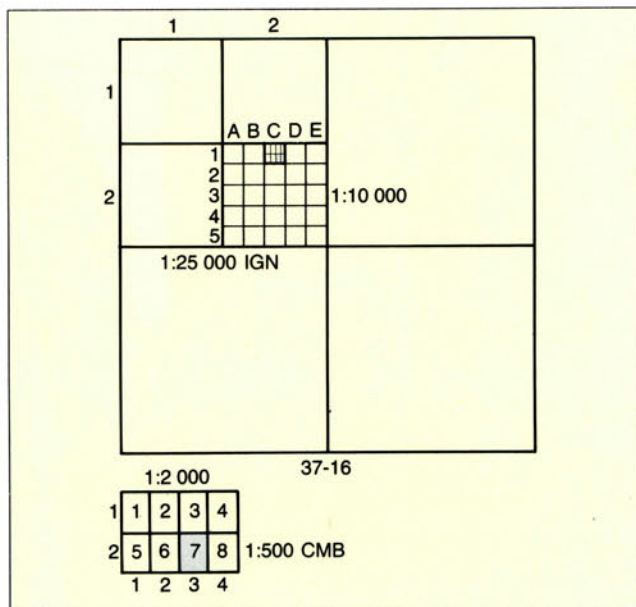
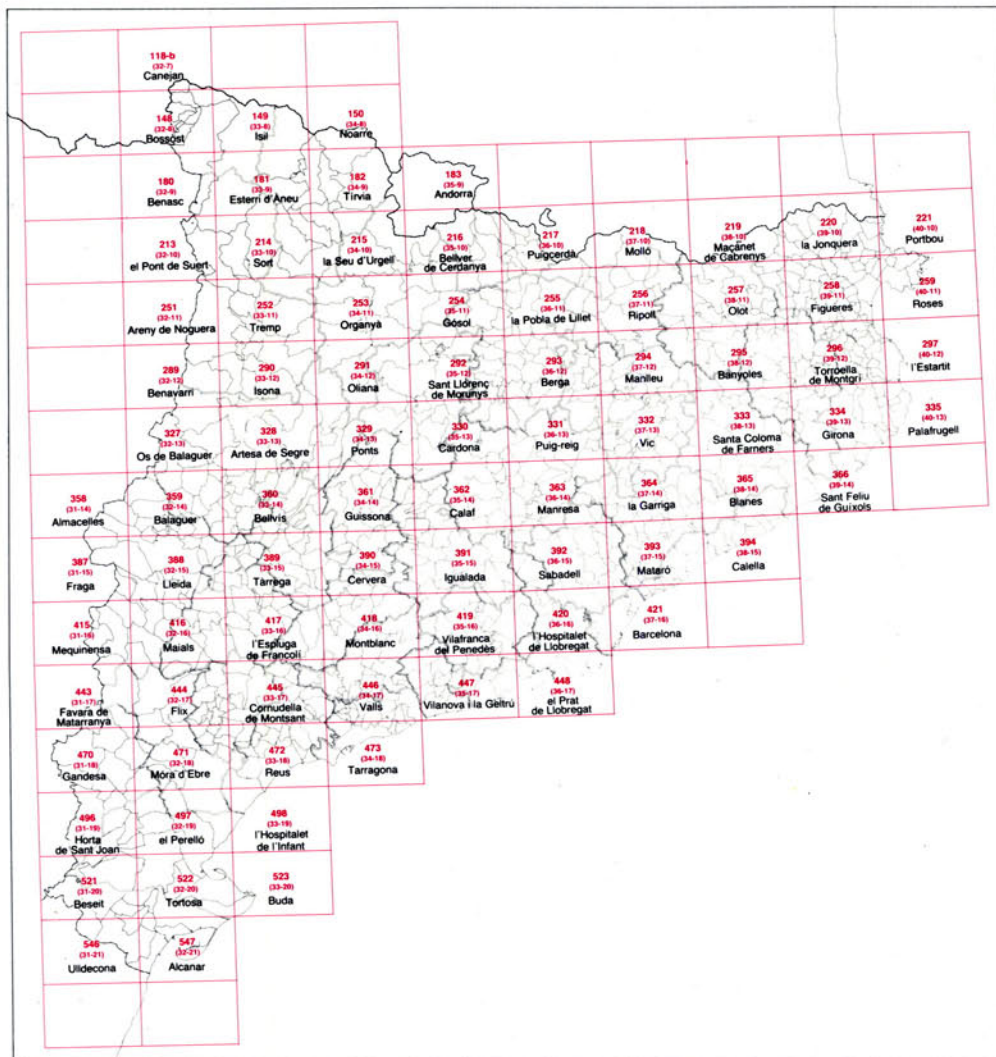


Fig. 34: Tall 1:500



Distribució dels fulls a escala MTN 1:50 000