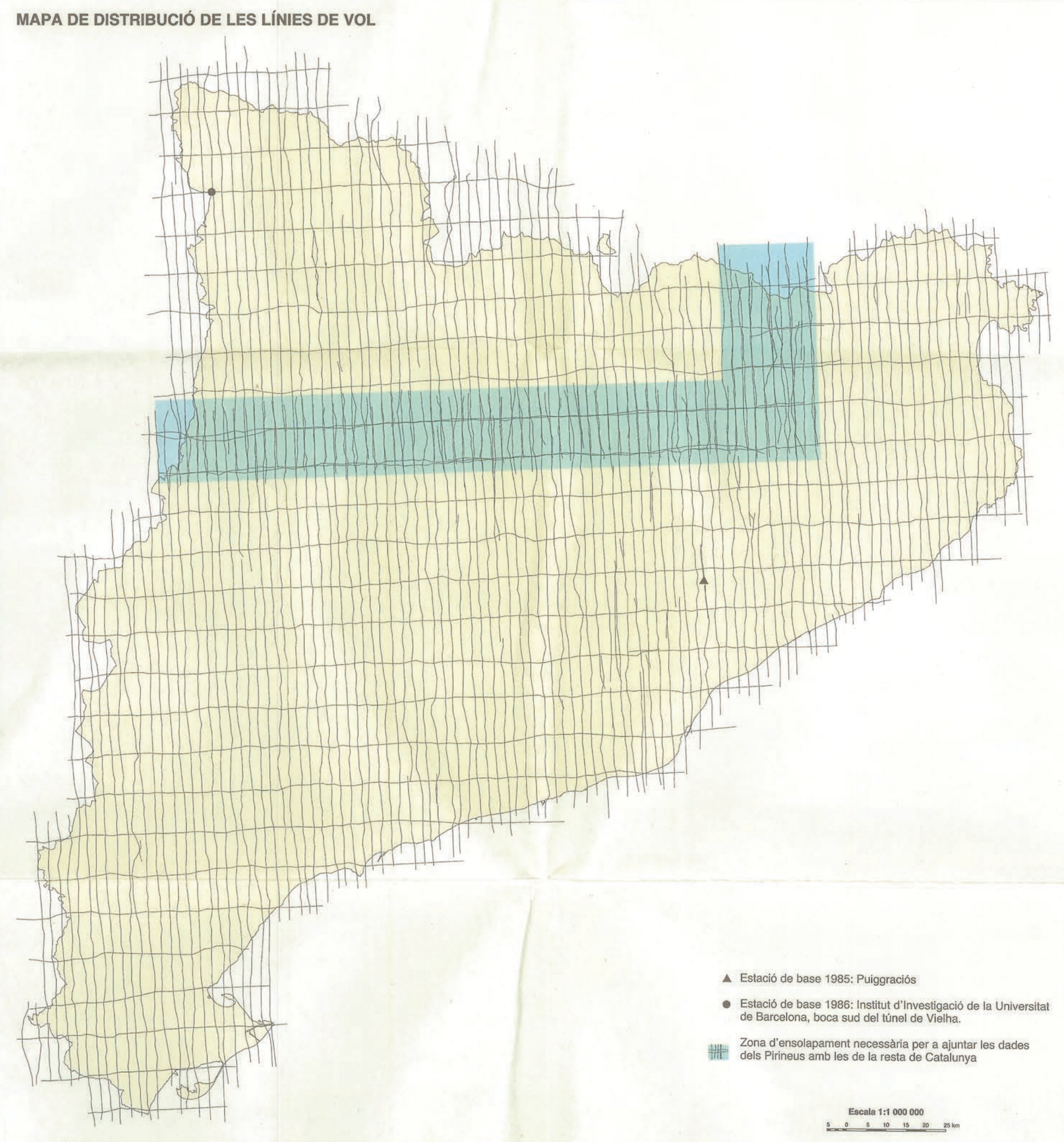
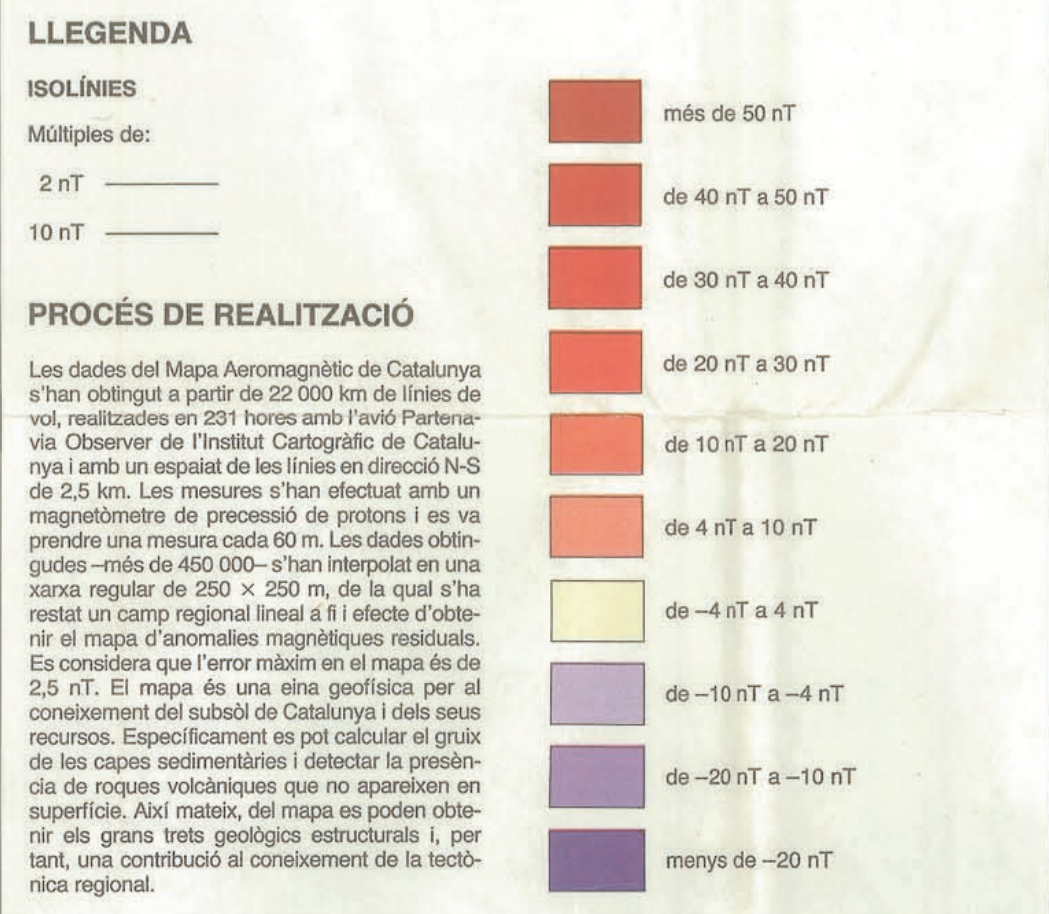
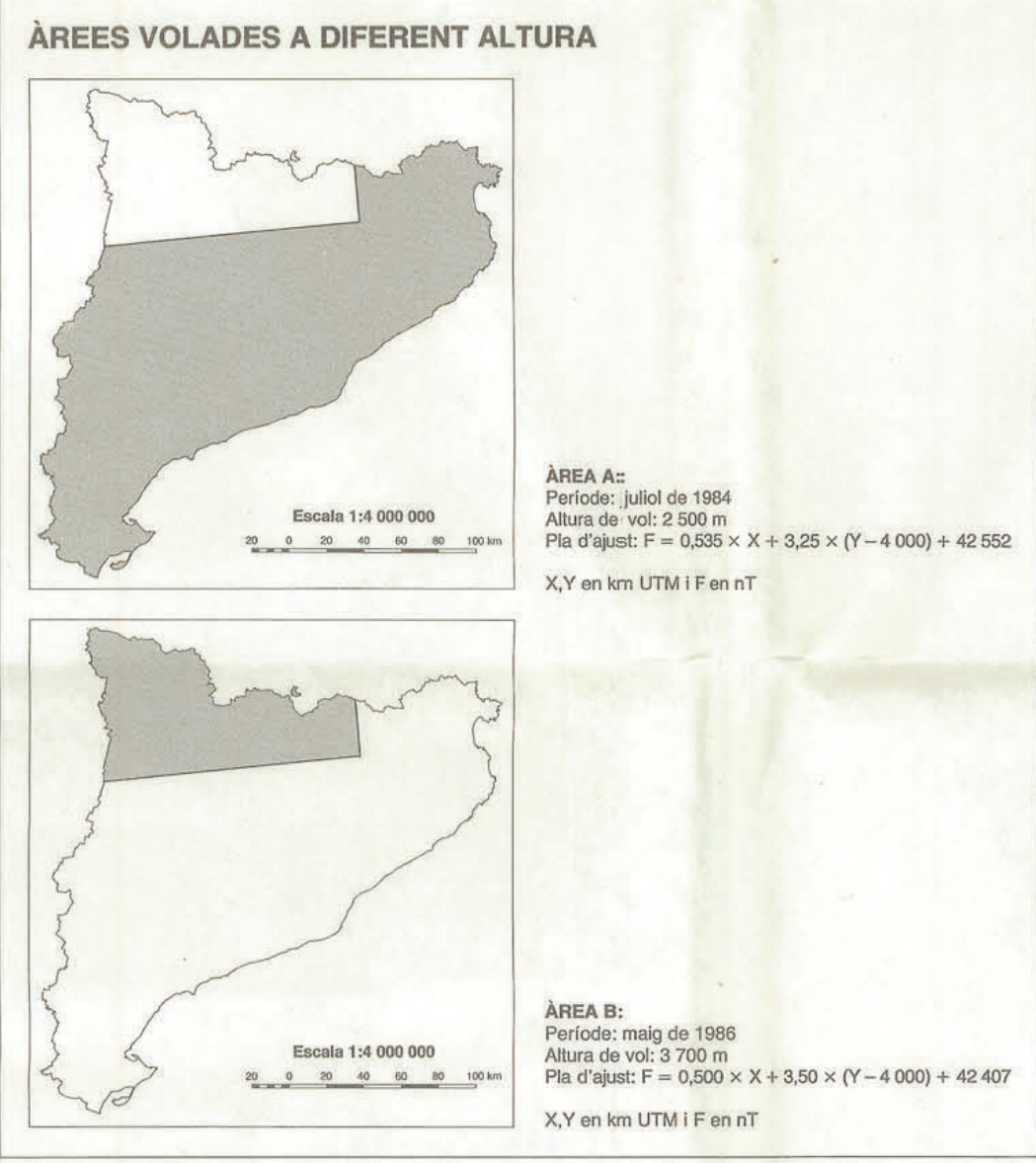
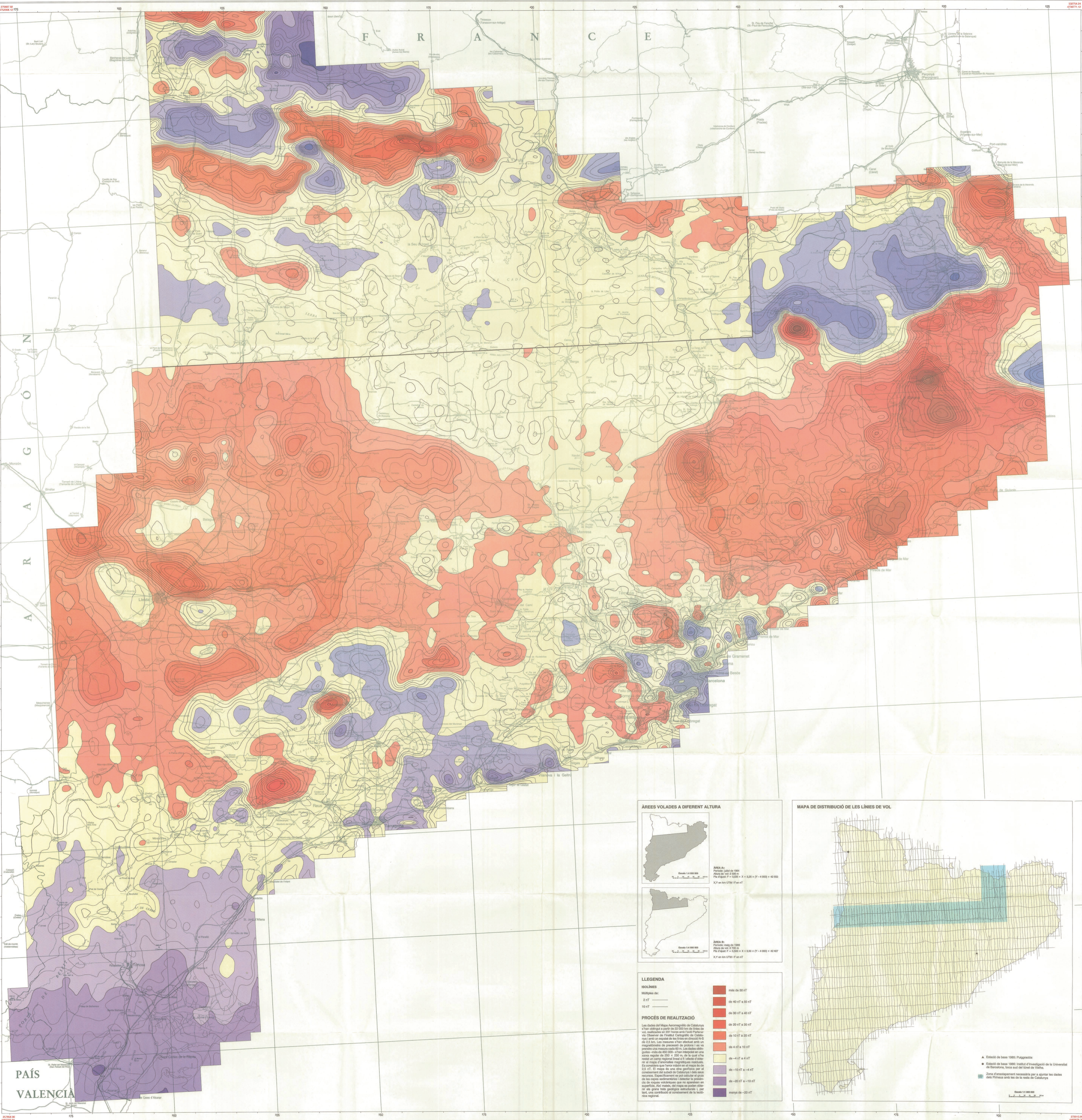




SERVEI GEOLÒGIC DE CATALUNYA

Departament de Política Territorial
i Obres Públiques

Mapa aeromagnètic
de Catalunya
1:250 000



GENERALITAT
DE CATALUNYA

Mapa aeromagnètic de Catalunya

Sèrie 1:250 000, núm. 8

Mapa aeromagnètic de Catalunya 1:250 000

Servei Geològic de Catalunya

1989

INDEX

ÍNDIX

Llista de figures i fotografies	13
Presentació	17
Resum	21
Resumen	23
Abstract	25
1. Introducció	29
2. El camp magnètic terrestre	33
3. Realització del vol	39
3.1. Control de les variacions temporals. Estació de base	39
3.2. Característiques del vol	40
4. Tractament de dades i cartografia	47
5. Característiques del mapa d'anomalies magnètiques residuals	53
6. Agraïments	57
7. Bibliografia	61

LLISTA DE FIGURES I FOTOGRAFIES

LLISTA DE FIGURES I FOTOGRAFIES

Llista de figures

1 Camp magnètic de la Terra	33
2 Components del camp magnètic de la Terra	34
3 Mapa de línies de vol planificades	40
4 Esquema d'un vol de calibració en creu	41
5 Diagrama del sistema d'adquisició de dades instal·lat en l'avió	42
6 Estadística de les desviacions de la trajectòria real del vol respecte les línies planificades	48
7 Estadística de les diferències dels valors del camp magnètic mesurats en els punts d'intersecció entre les línies de medició i les de control	49

Llista de fotografies

1 L'avió	
2 Sensor del magnetòmetre	
3 L'avió en vol	
4 Instruments instal·lats a l'avió	
5 Mapa de línies de vol realitzades	
6 Mapa del camp magnètic total de Catalunya	
7 Mapa del camp magnètic residual de Catalunya	
8 Mapa del camp magnètic residual de Catalunya unificat per una altura de 3 700 m sobre el nivell del mar	

PRESENTACIÓ

PRESENTACIÓ

El mapa aeromagnètic de Catalunya, que es presenta en aquesta publicació, ha estat fet pel Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya. Aquest mapa s'edita, continuant la línia ja iniciada amb la publicació del mapa gravimètric de Catalunya, per proveir Catalunya de la infraestructura geològica i geofísica de la que estàvem mancats.

Aquests mapes de cartografia geofísica són una eina indispensable perquè la comunitat científica i tècnica assoleixi un estudi més rigorós i aprofundit del subsòl català. Això no farà sinó contribuir al coneixement de la història geològica i ajudar a definir estratègies en la investigació i prospecció de recursos naturals.

Joaquim Tosas i Mir
Secretari General
*Departament de Política Territorial
i Obres Públiques*

RESUM, RESUMEN, ABSTRACT

RESUM

El mapa aeromagnètic de Catalunya, que es presenta aquí amb una escala d'1:250 000, s'ha elaborat amb dades recollides en 22 000 km de línies de vol. Les línies van ser volades cada 2,5 km en direcció N-S i les línies de control en direcció E-W cada 10 km. Les mesures es van fer amb un magnetòmetre Geomètrics G 801/3, prenent una mesura cada segon amb una resolució de 0,25 nT. Donada la variada topografia de Catalunya, el treball es va fer en dues parts: la part sud amb vols de 2 500 m d'altitud constant, i la part pirinenca amb vols de 3 700 m. L'orientació durant el vol es va fer amb mapes topogràfics 1:50 000 i es va realitzar una ortofoto cada 30 segons per al posicionament de les línies. Una estació de base va facilitar les dades necessàries per a la reducció de les variacions temporals del camp magnètic, mesurant un cop cada minut amb una resolució d'1 nT.

La reducció de les variacions temporals es va referir a les dades de l'estació de base amb un datum al 1984, 7 per al vol a 2 500 m i 1986, 5 per al vol pirinenc. Després de la reducció de diferències de les mesures fetes als punts d'intersecció de les línies N-S amb les de control, es va interpol·lar una malla regular de 500×500 m, per a la qual cosa es va fer ús de funcions de *spline* cúbiques. El mapa d'anomalies magnètiques es va obtenir restant del camp total un pla lineal. El tractament numèric es va fer a l'Escola Politècnica Federal de Zuric (Suïssa) per al vol de 2 500 m. La part pirinenca i el tractament final de les dades es va tractar en el IBM 4381 del Departament de Política Territorial i Obres Públiques. El mapa es presenta en forma d'isoanomalies del camp magnètic residual per a la qual cosa s'ha utilitzat el sistema Intergraph instal·lat en el VAX 780 de l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

RESUMEN

El mapa aeromagnético de Catalunya, que se presenta a escala 1:250 000 en esta edición, se ha elaborado con datos recogidos a lo largo de unos 22 000 km de líneas de vuelo. Se volaron líneas N-S cada 2,5 km y líneas de control E-W cada 10 km. Las mediciones se hicieron con un magnetómetro G 801/3 de Geometrics, tomando una medida por segundo con una resolución de 0,25 nT. Debido a la topografía variada de Catalunya, el trabajo se subdividió en dos partes, volando la parte sur a 2 500 m de altura constante y la parte pirenaica a 3 700 m sobre el nivel del mar. La orientación durante el vuelo se hizo mediante mapas topográficos 1:50 000 realizándose una ortofoto cada 30 segundos para facilitar la reconstrucción del rumbo. Una estación de base facilitó los datos necesarios para la reducción de las variaciones temporales midiendo el campo magnético una vez por minuto con una resolución de 1 nT.

La reducción de las variaciones temporales se refiere a los datos recogidos en la estación de base con un datum en el año 1984,7 para el vuelo a 2 500 m y 1986,5 para el vuelo pirenaico. Después de la reducción de las diferencias entre las mediciones efectuadas en los puntos de intersección de las líneas N-S y las de control se interpoló una malla regular de 500 × 500 m utilizando funciones de *spline* cúbicas. El mapa de anomalías magnéticas de Catalunya se obtuvo restando un plano lineal del mapa del campo total. El tratamiento numérico se efectuó para la parte baja del vuelo en la Escuela Politécnica Federal de Zurich (Suiza) y para la parte pirenaica y el tratamiento final en el IBM 4381 del Departament de Política Territorial i Obres Públiques. El mapa se presenta en forma de isoanomalías del campo magnético residual para cuyo trazado se ha utilizado el sistema Intergraph instalado en el VAX 780 del Institut Cartogràfic de Catalunya.

ABSTRACT

The aeromagnetic map of Catalonia which is presented here on a 1:250 000 scale has been elaborated with data obtained along 22 000 km of flight lines. The line spacing was 2.5 km for the N-S lines and 10 km for the E-W tie-lines. The measurements have been made with a sampling interval of 1 second using a magnetometer (Geometrics G 801/3) with resolution better than 0.25 nT. Due to the rough topography the survey was carried out in two blocks, flying the southern part at constant altitude of 2 500 m above sea level and the Pyrenean part at 3 700 m. The orientation was performed visually during the flight with topographic maps of scale 1:50 000, taking one orthophoto every 30 seconds for the subsequent positioning of the lines. The time variations were registered every minute on a land-based station with a resolution of 1 nT.

The reduction of the time variations was referred to the mean values of the base station in 1984.7 for the 2 500 m flight and 1986.5 for the 3 700 m flight. After the reduction of the differences between the samples of cross and tie-lines at the crossing points the data were interpolated to a regular grid of 500×500 m using cubic spline functions. The residual magnetic anomaly map was obtained adjusting a linear plane to the total field data. The processing was performed in the Swiss Federal Institute of Technology in Zürich for the data obtained in 1984 and 1985 and on the IBM 4381 of the Departament de Política Territorial i Obres Públiques for the 1986 data and the final processing. The map is presented in form of iso-anomalies of the residual magnetic field which have been traced using the Intergraph system installed in the VAX 780 of the Institut Cartogràfic de Catalunya.

INTRODUCCIÓ

1. INTRODUCCIÓ

L'avanç tecnològic experimentat en relació amb la instrumentació geofísica ha permès, a partir de la dècada dels cinquanta, l'ús del transport aeri per a l'obtenció de dades geofísiques. En particular, el transport aeri és imprescindible per a la realització de reconeixements magnètics d'àrees extenses.

El principal avantatge dels reconeixements magnètics aeris és, sens dubte, la rapidesa d'adquisició de dades. Això suposa una reducció considerable del cost de la campanya, a més d'una disminució força significativa del problema del control de les variacions temporals tant del camp magnètic de la Terra com de les propietats dels instruments de mesura.

El fet de realitzar les mesures a una certa alçada permet poder reconèixer zones com l'alta muntanya que, d'una altra manera, serien inaccessibles i, a més redueix la influència de les pertorbacions locals que poden tenir lloc a àrees habitades.

En l'actualitat, a la majoria de països desenvolupats i, de fet, a la major part de països europeus, es tenen coneixements aeromagnètics que formen part de la infraestructura geofísica i geològica necessària per al desenvolupament d'aquestes disciplines. La necessitat de disposar de documents bàsics, públics i de qualitat, va portar al Servei Geològic de Catalunya a la realització del projecte del Mapa Aeromagnètic de Catalunya a escala 1:250 000. En aquesta memòria descriurem, doncs, l'elaboració d'aquest mapa i comentarem les províncies magnètiques que s'hi poden distingir.

EL CAMP MAGNÈTIC TERRESTRE

2. EL CAMP MAGNÈTIC TERRESTRE

El camp magnètic de la Terra (*figura 1*), que en un 90% correspon a un camp d'origen intern, queda definit per la seva intensitat i direcció; aquesta última s'expressa en funció de la inclinació i la declinació magnètiques (*figura 2*). Una gran proporció del camp intern (un 95%) pot considerar-se com un camp creat per un dipol axial inclinat uns 11° en relació amb l'eix de rotació de la Terra, de manera que el pol nord es troba ara al nord de Canadà i el pol sud a l'Antàrtida. El component extern del camp magnètic terrestre està associat amb corrents elèctrics a les capes ionitzades de l'atmosfera exterior, la ionosfera, entre 3 000 i 20 000 km per sobre de la superfície (cinturons de Van Allan).

El camp magnètic terrestre presenta fortes variacions temporals, els períodes de les quals varien entre fraccions de segon i milions d'anys. Aquestes variacions es poden dividir en dos grups de característiques i origen diferents: variacions d'alta freqüència d'origen exterior i variacions de baixa freqüència d'origen interior.

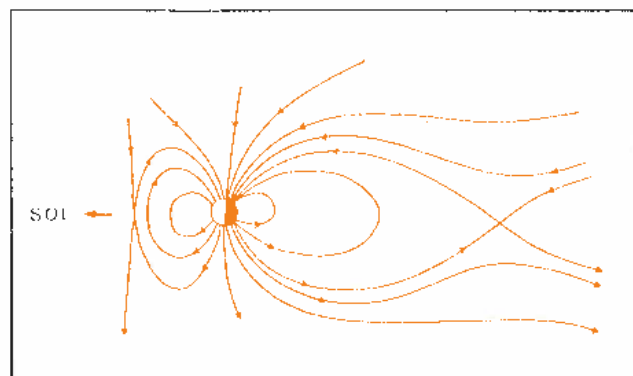


Fig. 1: Mentre el camp magnètic de la Terra a la superfície s'acosta molt al camp d'un dipol, això no és cert en grans distàncies. Partícules elèctriques provinents del sol (el vent solar) el deformen, compriment-lo al costat del sol i estenent-lo en el costat oposat.

percentatge més o menys elevat de minerals ferrimagnètics com la magnetita, fet que equival, en termes magnètics, a una gran variabilitat de la susceptibilitat magnètica de les roques. Quan els minerals es refreden per sota de la temperatura de Curie (578 °C per a la magnetita) adquireixen una magnetització paral·lela al camp magnètic total. Aquesta magnetització s'anomena magnetització termoromanent. Cal observar que la direcció de la magnetització termoromanent, com la d'altres formes de magnetització romanent (poc importants per a l'aeromagnetisme però molt important per al paleomagnetisme) correspon a la direcció del camp magnètic en el moment de la formació de la roca i queda "congelada" en ella. Així, el moviment de plaques litosfèriques o de blocs corticals pot fer que el vector de la magnetització romanent d'una roca canviï de direcció respecte del camp magnètic terrestre actual. A més, hi ha el fenomen d'inducció magnètica pel qual les roques exposades a un camp magnètic adquireixen una certa magnetització, la direcció de la qual en cada moment és paral·lela a la del camp inductor.

Per a les aplicacions geològiques, tan sols és important la influència de la magnetització romanent i induïda. Per tant, les mesures del camp total han de reduir-se per tal d'aconseguir un mapa d'anomalies residuals que s'obté restant del camp total la contribució d'un camp de referència i la tendència regional. D'aquesta manera s'aconsegueix individualitzar la contribució magnètica de les roques de l'escorça terrestre, cosa que permet abordar una interpretació geològica.

REALITZACIÓ DEL VOL

3. REALITZACIÓ DEL VOL

El vol aeromagnètic de Catalunya es va planificar en dues parts:

- a) vol sobre el territori de topografia suau;
- b) vol pirinenc (*figura 3*).

El primer, que cobreix un 75% del territori, es va realitzar en dues campanyes durant els estius de 1984 i 1985. El segon es va dur a terme l'estiu de 1986. En cada període es va realitzar un vol en creu (*figura 4*) en un lloc de fàcil localització (Sant Llorenç del Munt) per controlar derives dels instruments i variacions seculars del camp magnètic, ja que, per problemes tècnics, no es van poder utilitzar les dades de l'Observatori de l'Ebre. La realització de les línies de vol es va organitzar segons els aeroports disponibles: el Prat de Llobregat, Sabadell, Reus i Girona.

3.1. Control de les variacions temporals. Estació de base

Una de les dificultats més grans en la correcció de les dades magnètiques és el coneixement de les variacions del camp magnètic terrestre durant el vol. Les variacions seculars són lentes i difícilment afectaran les mesures fetes durant una campanya. Són molt més importants les variacions d'alta freqüència (d'un segon a un any). Com que aquestes variacions no solen ser periòdiques, durant el temps de vol cal instal·lar una estació fixa a la Terra, l'estació de base. Generalment s'admet que una estació pot ser prou representativa per a una zona d'uns 300 km de diàmetre per a la posterior correcció. Per al reconeixement magnètic de Catalunya es va utilitzar una estació de base situada al Santuari de Puiggraciós (Montmany-Figaró) per a la primera part del vol i en el Laboratori d'Investigacions d'Alta Muntanya de la Universitat de Barcelona a la boca sud del túnel de Vielha per al vol pirinenc (*figura 3*). L'interval de les mostres de l'estació de base es va fixar en una lectura per minut.



Foto 1: L'avió utilitzat va ser un Partenavia Observer de l'Institut Cartogràfic de Catalunya



Foto 3: Durant el vol el sensor està penjat uns 30 m darrera de l'avió

estructures geològiques que es podran resoldre tindran, per tant, una dimensió lateral mínima de 5 km. La direcció de les línies de vol va ser N-S ja que a Espanya les isolínies del camp geomagnètic són aproximadament E-W (foto 6).

A part de les pròpies línies de mesura es fa el vol de línies perpendiculars a aquestes, més espaiades, per obtenir un control addicional de la correcció de les dades i augmentar, d'aquesta manera, la qualitat del mapa. Aquestes línies de control es van volar en direcció E-W cada 10 km (figura 3).

Instruments de mesura

Per a un reconeixement aeromagnètic pot mesurar-se la intensitat del camp total, els seus tres components o bé el gradient vertical. Encara que la mesura dels tres components del camp magnètic doni una informació més completa, normalment només es mesura la intensitat del camp total.

Això és degut a que per a la mesura dels tres components cal utilitzar tres instruments que, com l'instrument per a la mesura del gradient vertical, han d'estar instal·lats solidàriament amb l'avió.

Això implica un estudi de la influència magnètica de les parts metàl·liques i de corrents elèctrics de l'avió, tasca que és complicada i augmenta molt el cost del vol. En el vol aeromagnètic de Catalunya es va utilitzar un magnetòmetre de precessió de protons, cedit per l'Institut de Geofísica de l'Escola Politècnica de Zuric (Suïssa). Aquest instru-

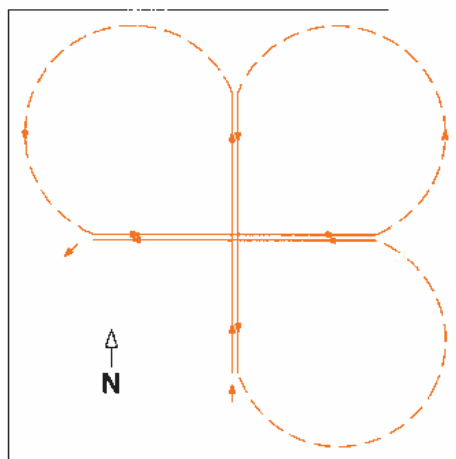


Fig. 4: Esquema d'un vol de calibració en creu. Es vola cadascuna de les línies en les dues direccions per poder detectar una influència eventual de l'avió en les mesures

gant, un operador i els instruments (foto 4). A més, és un avantatge disposar d'un avió ràpid i amb una gran autonomia de vol per estalviar temps de pujada i de baixada i per volar les línies de mesura més ràpidament. En el nostre cas es va disposar de l'avió Partenavia Observer de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (foto 1).

Posicionament de l'avió

Durant el vol es va utilitzar l'orientació visual amb mapes a escala 1:50 000. Per això, era una condició indispensable per a la realització d'un vol, una visibilitat horitzontal superior a 5 km i una nebulositat inferior a 3/8. Per al posicionament es van fer ortofotos cada 30 s amb una màquina fotogràfica Hasselblad 500 EL amb un objectiu de 50 mm. Les fotos obtingudes es van identificar diàriament amb la finalitat de controlar la qualitat de les línies, ja que la desviació màxima acceptada era d'1 km.

En les tres campanyes es van volar uns 22 000 km de mesura en 210 hores de vol, durant les quals es van fer més de 14 000 fotos i 430 000 mesures.

TRACTAMENT DE DADES I CARTOGRAFIA

4. TRACTAMENT DE DADES I CARTOGRAFIA

Una vegada obtingudes les dades durant el vol, s'ha de realitzar el tractament que permet obtenir la cartografia corresponent. El procés es va dur a terme inicialment a l'Escola Politècnica Federal de Zuric, on vam poder utilitzar un paquet de programes d'ordinador elaborat per E. Klingelé (1986). Una vegada implantat el *software* de procés de dades i dibuix a l'IBM 4381 del Departament de Política Territorial i Obres Públiques, el tractament de dades es va poder efectuar al Servei Geològic de Catalunya.

El primer pas és el control de les dades obtingudes i l'eliminació d'errors de gravació o de perturbacions degudes, per exemple, a la interferència d'emissores de ràdio potents. Els valors del camp magnètic registrats a l'estació de base i les coordenades de les fotos es van digitalitzar en una taula digitalitzadora i completen el conjunt de dades introduïdes a l'ordinador per a l'obtenció del valor del camp reduït. Per obtenir la trajectòria de l'avió s'interpola linealment entre fotos consecutives. La trajectòria real de les línies de vol i la seva desviació respecte les línies planificades es mostren en la *foto 5* i la *figura 6* respectivament.

El pas següent és la reducció de les dades de l'estació de base a un nivell fix, cosa per la qual es pren normalment la mitjana d'un any a un observatori magnètic. En el nostre cas, en no disposar de mitjanes anuals procedents d'un observatori, havíem de referir les dades a mitjanes preses en l'estació de base. La reducció s'ha efectuat amb els valors del camp magnètic mesurats a l'estació de base interpolats per a cada segon amb la relació següent:

$$F_{xy} = F_{xy}(t) + F_{base}(P) - F_{base}(t)$$

essent:

- F_{xy} = valor del camp reduït en el punt (x,y)
- $F_{xy}(t)$ = valor del camp en el punt (x,y) mesurat en el temps t
- $F_{base}(P)$ = mitjana del valor del camp en l'estació de base per al període P
- $F_{base}(t)$ = valor del camp en l'estació de base en el temps t

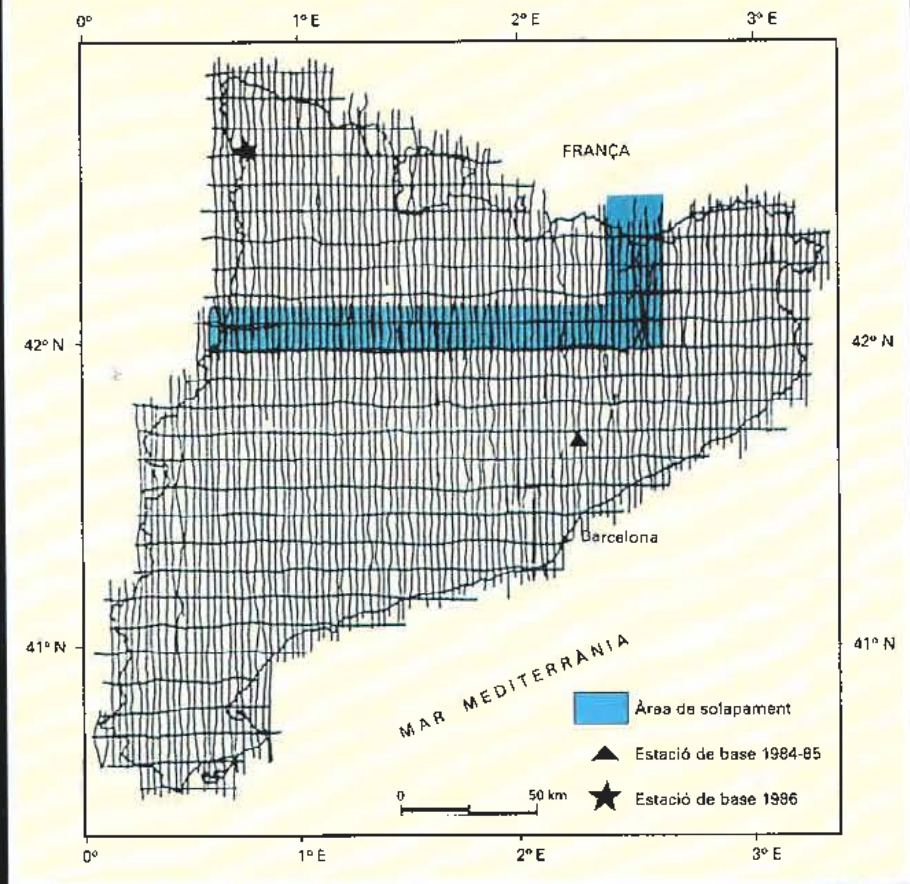


Foto 5: Mapa de les línies de vol realitzades. La línia blava indica l'àrea de solapament dels dos vols realitzats

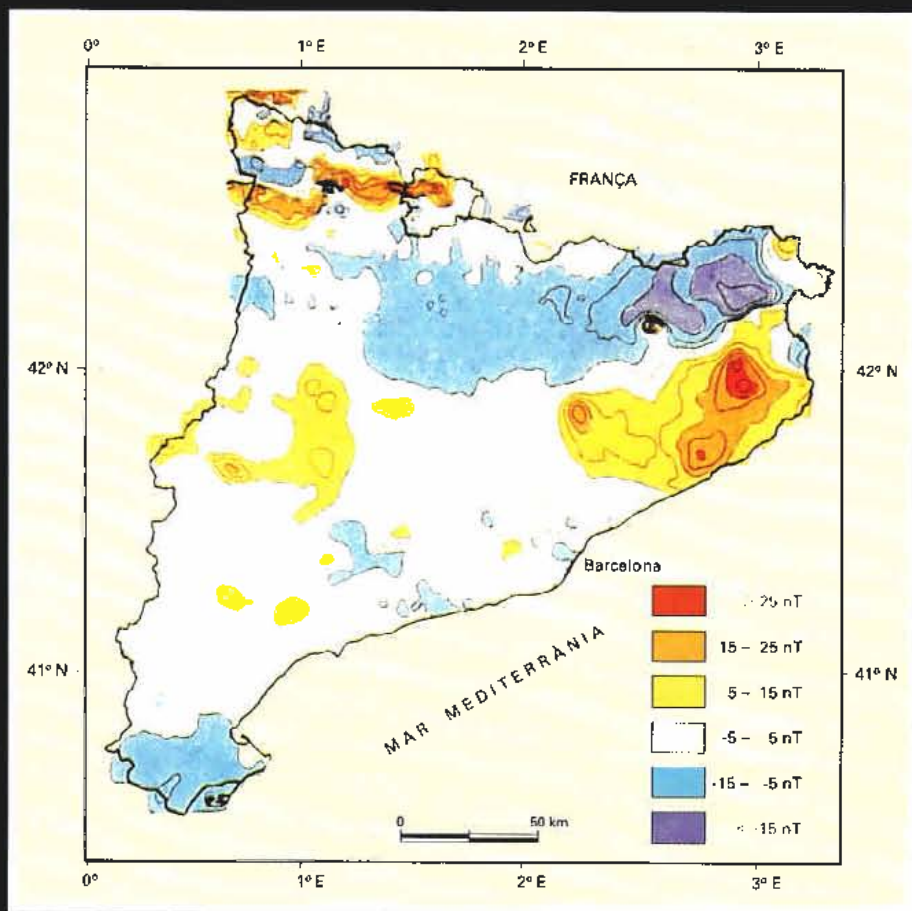


Foto 7: Mapa del camp magnètic residual de Catalunya

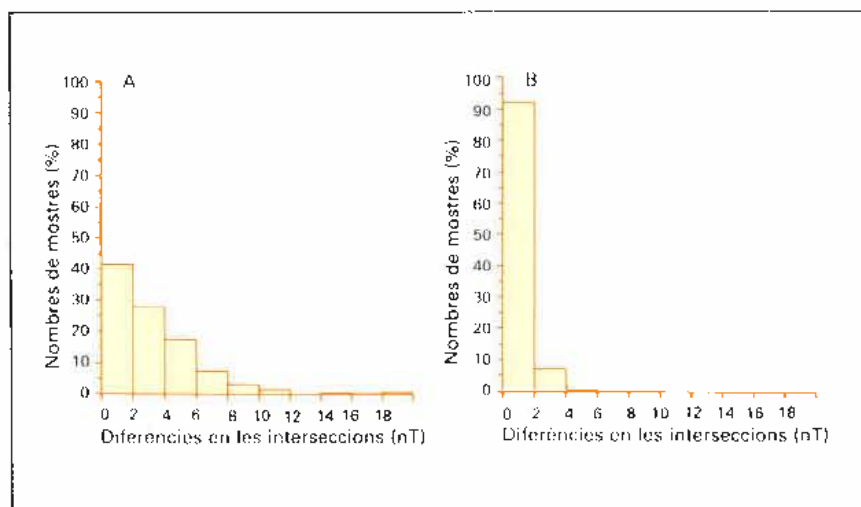


Fig. 7: Estadística de les diferències dels valors del camp magnètic mesurats en els punts d'intersecció entre les línies de medició i les de control.
A: vol a 2 500 m d'altura; B: vol a 3 700 m d'altura. Noti's la major qualitat del vol a 3 700 m degut a la seva més curta durada

del mapa de camp total a un d'anomalies residuals. Per això, cal restar la tendència regional del camp que representa la part, la font de la qual se centra en el nucli terrestre. En una regió del tamany de Catalunya aquesta tendència és quasi lineal. Per tant, n'hi ha prou amb sostreure una superfície plana per a cada una de les zones. Les expressions d'aquestes superfícies són, en el nostre cas:

$$F = 0,535 \times X + 3,25 \times (Y - 4\,000) + 42\,552 \text{ per al vol de 2 500 m}$$

$$F = 0,500 \times X + 3,50 \times (Y - 4\,000) + 42\,407 \text{ per al vol de 3 700 m}$$

X,Y en km UTM i F en nT.

El mapa d'anomalies residuals resultant es presenta a la *foto 7*.

Finalment, és possible calcular, mitjançant la tècnica de la continuació analítica del camp magnètic, les anomalies que s'haurien mesurat a 3 700 m a partir de les dades mesurades a 2 500 m d'altura. Així és possible ajuntar els dos mapes i produir un mapa únic d'anomalies magnètiques residuals de Catalunya encara que es perden detalls a la zona meridional, tal i com es pot observar a la *foto 8*.

CARACTERÍSTIQUES DEL MAPA D'ANOMALIES MAGNÉTIQUES RESIDUALS

5. CARACTERÍSTIQUES DEL MAPA D'ANOMALIES MAGNÈTIQUES RESIDUALS

En el mapa d'anomalies residuals (foto 7) es destaquen una sèrie d'anomalies que es poden agrupar de la manera següent: al NE l'àrea volcànica d'Olot, a la part meridional anomalies associades amb els Catalànids, l'anomalia de Lleida a l'oest i les anomalies pirinenques al nord.

Les anomalies en el NE defineixen clarament una província magnètica que correspon a afloraments de roques volcàniques basàltiques. Aquest vulcanisme està associat amb l'obertura del golf de València durant un règim distensiu d'edat neògena i quaternària (ARAÑA ET AL., 1983). La més destacada d'aquestes anomalies està directament associada amb la zona volcànica d'Olot, l'edat de la qual s'estima entre 110 000 i 11 000 anys. En aquesta província magnètica del NE hi destaca especialment l'anomalia de Tona (prop de Vic), ja que no es correspon amb cap aflorament volcànic conegut en superfície. Aquesta anomalia ha estat estudiada amb tots els mètodes d'anàlisi disponibles i tots ells sembla que coincideixen amb l'existència de material basàltic cap a 2 000-2 500 m de profunditat. Això indica que l'àrea de vulcanisme recent a Catalunya pot ser més extensa del que feien pensar els afloraments basàltics i estructures geològiques superficials.

Les anomalies magnètiques a la part meridional dels Catalànids estan associades amb afloraments del basament paleozoic. Les anomalies són, en general, de poca intensitat i extensió, la qual cosa reflecteix l'estructura en blocs de la cadena. Més al nord, les anomalies dels Catalànids queden totalment emmascarades per la signatura magnètica de la zona volcànica esmentada anteriorment.

Les anomalies pirinenques poden, també, agrupar-se en una província magnètica que inclou una part de la zona axial dels Pirineus i una part de la zona sud-pirinenca. Les anomalies detectades es corresponen amb cossos els límits dels quals coincideixen amb voreres d'encavalcaments.

AGRAÏMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de thèse, M. Jean-Michel LECHEVALIER, pour sa confiance et son accueil au sein de son laboratoire. Ses conseils avisés et sa confiance ont été pour moi une aide précieuse tout au long de ce parcours. Je tiens également à remercier mes collègues du laboratoire pour leur accueil et leur soutien.

Un grand merci à mes amis pour leur présence et leur soutien moral. Enfin, un immense merci à ma famille, et plus particulièrement à mes parents, pour leur amour, leur confiance et leur soutien indéfectible.

Cette thèse est dédiée à mes parents, pour leur amour et leur soutien. Je tiens également à remercier mes amis pour leur présence et leur soutien moral.

Enfin, un immense merci à ma famille, et plus particulièrement à mes parents, pour leur amour, leur confiance et leur soutien indéfectible.

Cette thèse est dédiée à mes parents, pour leur amour et leur soutien. Je tiens également à remercier mes amis pour leur présence et leur soutien moral.

Enfin, un immense merci à ma famille, et plus particulièrement à mes parents, pour leur amour, leur confiance et leur soutien indéfectible.

Cette thèse est dédiée à mes parents, pour leur amour et leur soutien. Je tiens également à remercier mes amis pour leur présence et leur soutien moral.

Enfin, un immense merci à ma famille, et plus particulièrement à mes parents, pour leur amour, leur confiance et leur soutien indéfectible.

Cette thèse est dédiée à mes parents, pour leur amour et leur soutien. Je tiens également à remercier mes amis pour leur présence et leur soutien moral.

Enfin, un immense merci à ma famille, et plus particulièrement à mes parents, pour leur amour, leur confiance et leur soutien indéfectible.

6. AGRAÏMENTS

L'edició i realització d'aquest projecte hauria estat impossible sense l'ajut de moltes persones i entitats a les quals volem expressar el més sincer agraiement.

En especial, volem agrair la col·laboració del President de la Comissió Suïssa de Geofísica, professor S. Mueller i del professor E. Klingelé, investigador de l'esmentada Comissió, per tot l'ajut que ens han ofert. Igualment, agraiem a l'Escola Politècnica Federal de Zuric la cessió dels instruments tant de l'estació de base com dels instal·lats a l'avió, i que ens van facilitar enormement la tasca d'obtenció de les dades.

A l'Institut Cartogràfic de Catalunya perquè va posar a la nostra disposició el seu avió i ens va ajudar en la preparació dels vols, en el revelat de les pel·lícules i finalment, en els problemes d'informàtica. Especialment, agraiem als tripulants de l'avió, els senyors T. Sánchez, J. Manrubia, i J. Crespo, la seva incansable voluntat de dur a terme el projecte.

A R. Font de l'Institut d'Investigació d'Alta Muntanya de la Universitat de Barcelona i a les religioses del convent de Puiggràcies per el manteniment de l'estació de base durant les campanyes de vol.

Al senyor J. Calvo i les senyores R. i M. Carnicero per haver assumit la tasca, especialment àrdua, de la localització de les fotografies.

En general, a tots el companys del Servei Geològic de Catalunya per la seva desinteressada col·laboració en tot el projecte.

BIBLIOGRAFIA

7. BIBLIOGRAFIA

- ARAÑA, V.; APARICIO, A.; MARTIN ESCORZA, C.; GARCÍA CACHO, L.; ORTIZ, R.; VAQUER, R.; BARBERI, F.; FERRARA, G.; ALBERT, J. i GASSIOT, X. (1983): *El volcanismo neógeno-cuaternario de Cataluña: Caracteres estructurales, petrológicos y geodinámicos*; Acta Geológica Hispánica, 18, pàgs. 1-17.
- BHATTACHARYYA, B.K. (1969): *Bicubic spline interpolation as method for treatment of potential field data*; Geophysics, 34, pàgs. 402-423.
- KLINGELÉ, E. (1986): *Les levés aéromagnétiques de la Suisse*; Geodätisch-Geophysikalische Arbeit in der Schweiz, 37, pàgs. 507-517.

Sèrie 1:250 000 de Catalunya

1. Mapa topogràfic
2. Mapa d'infraestructura del transport
3. Mapa de la xarxa geodèsica
4. Mapa oficial de carreteres
5. Mapa d'usos del sòl
6. Mapa geològic
7. Mapa de densitat de població ($\frac{1}{4}$ km²)
- 8. Mapa aeromagnètic