

# L'Observatori de l'Ebre \*

## Introducció

L'Observatori de l'Ebre es troba situat a una latitud de 40,821°N i a una longitud de 0,494°E, que, fora del treball i traduït a la nostra geografia comarcal, vol dir a Roquetes (Baix Ebre). Va ser fundat per la Companyia de Jesús al començament d'aquest segle i s'ha dedicat des dels orígens a l'estudi dels fenòmens físics d'interacció que es produeixen en el sistema Sol-Terra (el que en terminologia anglesa actual coneixem com a *solar-terrestrial physics*). Capdavanter com va ser en l'estudi d'aquests temes (pensem que al moment de la seva fundació no hi havia una branca d'estudi definida i independent per a aquesta temàtica) ha fonamentat el seu treball en dos vessants principals. D'una banda, l'adquisició de dades i la mesura de paràmetres que ens permetin una caracterització dels fenòmens estudiats i, de l'altra, la recerca pròpiament dita, on ha destacat principalment en l'estudi de les pertorbacions del camp magnètic degudes a l'activitat solar.

En introduir de forma tan esquemàtica aquest centre de recerca, volem advertir al lector que a la presentació que segueix trobarà, molt probablement, termes i abreviacions que no coneixerà. Això és degut principalment al fet que el tema que tractarem ha estat, en general, poc divulgat. Una descripció o explicació adient a cada cas ens allunyaria massa de l'objectiu perseguit (presentar el centre i la seva activitat) i causaria una dispersió i una barreja que no considerem oportun. Per això, en alguns casos no trobarà aclariments complementaris al text. Per atenuar aquest problema, remetem el lector al llibre de Udías y Mezcua (1986), on trobarà referida la major part de la terminologia utilitzada, i deixarem les presentacions més detallades i entenedores dels diferents temes per a un altre moment.

## Un xic d'història

L'Observatori neix d'una decisió de la Companyia de Jesús, a les darreries del segle passat, de crear, al costat de les facultats de Filosofia i Teologia, tres instituts dedicats a la física, la química i les ciències naturals. Donada la ubicació de les esmentades facultats (anomenades a l'època "Collegium Maximum") a Roquetes, aquest fou el lloc de naixement d'aquests instituts. L'institut de química s'anomenà *Laboratori Químic de l'Ebre*, posteriorment (1916) traslladat a Barcelona va evolucionar

fins a l'actual *Institut Químic de Sarrià*, l'institut de ciències naturals va ser l'anomenat *Institut Biològic* i també es va traslladar a Barcelona juntament amb el químic i va desaparèixer cap als anys seixanta.

La creació d'un institut de física fou encomanada al P. Ricard Cirera que, subdirector de l'Observatori de Manila com havia estat i molt al corrent del seu temps, proposà, i fou acceptat pels seus superiors, la creació d'un observatori. Aquest fou l'origen del llavors anomenat *Observatorio del Ebro*. El camp de treball elegit, molt nou per l'època, com hem dit abans, fou l'estudi de la relació entre les pertorbacions elèctriques, magnètiques i solars. Ultra el propi camp de treball de Cirera, influí en aquesta selecció l'experiència en observatoris de tipus geofísic acumulada pels jesuïtes i la proximitat en el temps del futur eclipsi de Sol (total a la zona de Tortosa) que es produïria el dia 30 d'agost de 1905, data que fou triada per a la inauguració pública de l'Observatori. Així doncs, celebrem enguany el nostre norantè aniversari.

A partir d'aquest moment podríem donar moltes dates. Prenent un vessant oficialista, direm que l'any 1910 es comença la publicació del *Boletín del Observatorio del Ebro*. El 1912 el centre és dotat d'entitat jurídica pròpia, el 1913 neix la revista *Ibèrica*, que amb diferents orientacions ha arribat fins avui. Passats els anys difícils i crítics per a la pròpia existència del centre de la Guerra Civil, l'Observatori es refà i s'amplia físicament. S'integra com a membre fundador del Consell Superior d'Investigacions Científiques (amb el nom de *Observatorio de Física Còsmica del Ebro*). Molt important és la inauguració el mes de març de 1955, del primer sondejador ionosfèric de tot l'Estat i, amb això, el naixement de la Secció Ionosfèrica. Ja recentment, l'any 1987, va rebre la Creu de Sant Jordi "per l'alt nivell assolit en l'estudi de la relació entre l'activitat solar i els fenòmens geofísics". I, per acabar aquest apartat, direm que l'any 1991 s'integrà com a institut universitari a la Universitat Ramon Llull. Els interessats a obtenir més dades d'aquesta història podran trobar-les a Cardús (1983).

## Situació actual

Actualment, l'Observatori de l'Ebre és una fundació privada, regida per un patronat. És aquest qui nomena el director. Són propietat de l'Observatori els terrenys i edificis on es troba ubicat, i també molts dels instru-

\*Presentació realitzada per Josep Batlló, investigador de l'Observatori de l'Ebre

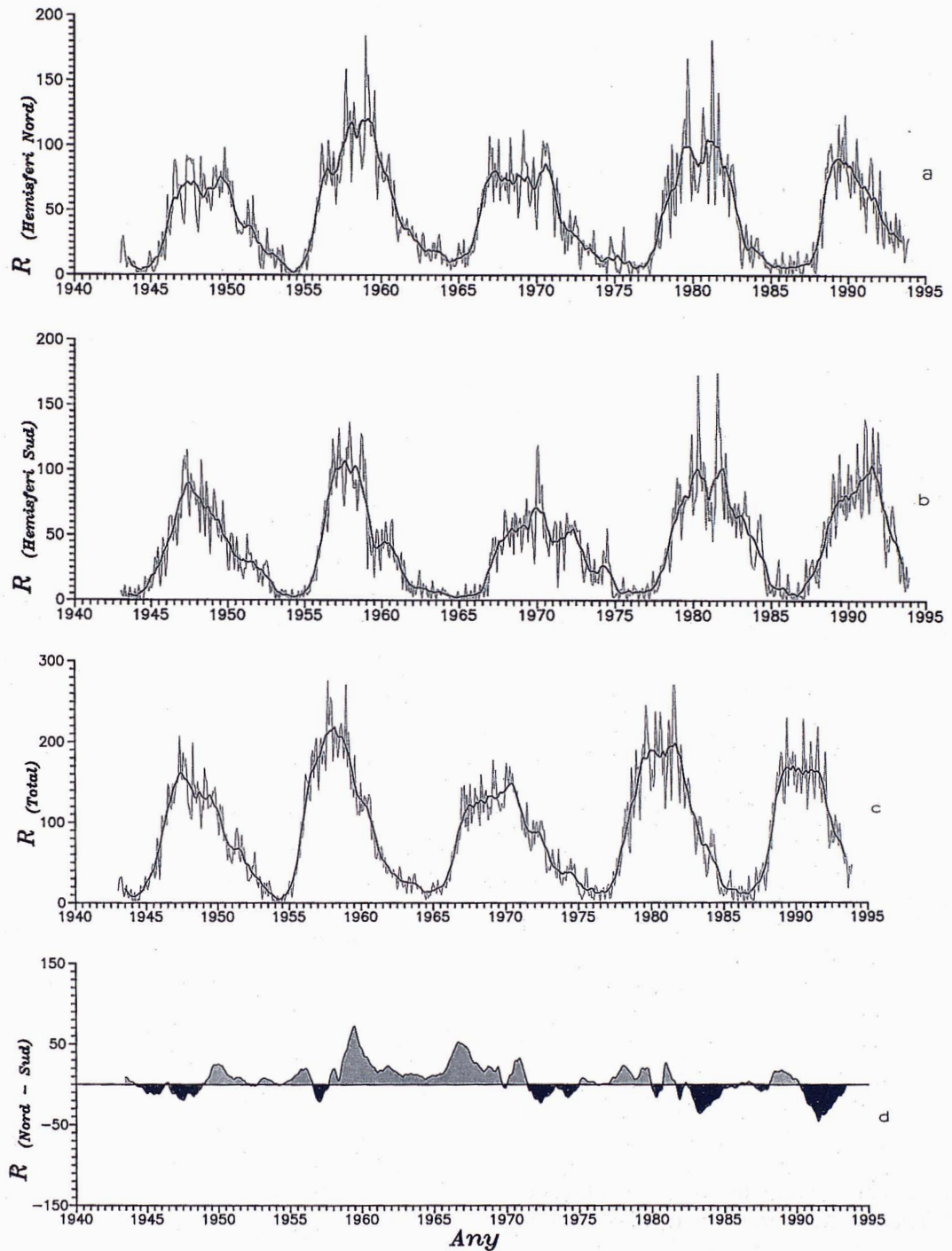


Figura 1: Activitat solar (nombre de Wolf) calculada a l'Observatori durant els últims cinquanta anys. El primer gràfic representa el nombre de Wolf de l'hemisferi nord solar. El segon gràfic, el mateix per a l'hemisferi sud. El tercer és el nombre de Wolf total, i l'últim representa la diferència entre les activitats de l'hemisferi nord i sud. La línia gris representa el nombre de Wolf mensual i la línia negra el seu valor suavitzat. D'una banda, podem veure clarament el cicle d'activitat solar d'onze anys i, d'un altra, que l'activitat solar no es troba homogèniament repartida. S'observen períodes en què un hemisferi és més actiu que l'altre



ments i béns mobles que hi ha. Com a centre independent, amb identitat jurídica pròpia, té lligams amb altres institucions. Entre d'altres, forma part de la Universitat Ramon Llull com a institut d'investigació i és centre associat del Consell Superior d'Investigacions Científiques. D'altra banda, té establerts convenis de col·laboració a diferents nivells amb altres institucions com ara el Servei Geològic de Catalunya (SGC), l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), l'Instituto Geográfico Nacional (IGN), l'Instituto Nacional de Meteorología (INM) i l'Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales (INTA).

Els recursos econòmics que li permeten funcionar s'obtenen principalment de les aportacions que en diferent nivell fan les institucions esmentades, tant en forma de subvenció directa (és el cas del SGC-DPTiOP, o de l'IGN), com per dotacions de personal (CSIC, INM) i materials. Un segon fons són les aportacions de fundacions privades i el tercer són els fons obtinguts directament a través de projectes de recerca nacionals i internacionals.

## Organització actual

Descriurem a continuació l'estructura, la dotació instrumental i els recursos humans de l'Observatori.

La plantilla investigadora actual de l'Observatori és de cinc investigadors, dos doctorands i un investigador emèrit, tots físics. En la nostra tasca ens trobem secundats per deu persones més que formen el personal auxiliar fix.

Fins al moment present, l'estructura oficial de l'Observatori segueix molt de prop la que es va donar al començament i es troba bastida al voltant de les tasques d'adquisició de dades (observació). Parlem d'estructura oficial perquè donades les disponibilitats actuals del personal, la tasca realitzada per cada persona no es pot pensar compartimentada, com podria semblar per la descripció que segueix, sinó que depenent del moment s'integrarà en un àmbit determinat. Així doncs, el centre es troba estructurat en cinc seccions diferents: Sol, Ionosfera, Meteorologia, Magnetisme i Sismologia.

L'activitat actual de la Secció Solar és molt reduïda. Es limita a l'observació, mitjançant una fotografia a l'espectre visible, de les taques solars i el càlcul de l'índex d'activitat solar. Les dades obtingudes s'envien regularment a l'Observatori de Meudon (França) i al Sunspot Index Data Center que es troba a l'observatoire Royal de Bruxelles. Aquesta secció disposa, encara que no funciona, d'un filtre monocromador polaritzador de Lyot i d'un radiotelescopi (donació de la NASA) per a l'observació solar en tres canals ( $\lambda = 6, 11$  i  $21$  cm).

La Secció Ionosfèrica és d'origen molt més recent que les altres quatre, ja que al moment de la fundació de l'Observatori encara no s'havia establert l'existència de la ionosfera com a capa atmosfèrica. Disposava d'un sondejador ionosfèric digisonador 256 que permet tant els

sondejos verticals com oblicus. També disposa d'aparells per mesurar l'absorció ionosfèrica de les ones de ràdio. Les dades obtingudes s'envien regularment al World Data Center A (Boulder, Colorado, EUA) i al PRIME Data Bank (Lannion, França).

La secció meteorològica es troba integrada dintre la xarxa d'estacions de l'INM. Cada tres hores es fa una observació sinòptica. Ultra aquestes dades, es disposa d'aparells de mesura de la contaminació (dintre de la xarxa internacional BAPMON), de radiació solar directa i difusa i d'una estació meteorològica automàtica que mesura la pressió, la temperatura, la humitat, la velocitat, la direcció del vent i la precipitació cada 10 minuts, i que es troba directament connectada per mòdem telefònic amb l'INM de Madrid. Les dades enregistrades s'envien sistemàticament a l'INM.

La secció magnètica disposa de mesura contínua analògica dels tres components del camp magnètic (D, H, Z) mitjançant variòmetres La Cour. Disposava, per a mesures absolutes, de magnetòmetres del tipus D/I flux i de protons. També, i regularment, es fan mesures del camp magnètic mitjançant els aparells més antics semiabsoluts BMZ per al component vertical i QHM per a l'horitzontal. Els darrers instruments incorporats són dues estacions magnètiques digitals i automàtiques, GEOMAG i ARGO, que ja es troben funcionant en fase de proves. Aquestes estacions han de substituir en un futur pròxim els variòmetres La Cour i una s'instal·larà fora del recinte de l'Observatori, en un lloc menys pertorbat magnèticament.

Finalment, la Secció Sísmica disposa de tres equips diferents de registre analògic i continu. Dintre del recinte de l'Observatori es troba una estació anomenada de període curt i un altre de període llarg amb les característiques de la xarxa WWSSN (World Wide Standardized Seismographic Network). Això ens permet tenir una visió general de la sismicitat regional i global. A uns vuit quilòmetres, lluny del soroll generat per la població, es troba una tercera estació de període curt que envia, per telemetria de radio, el senyal del seu registre fins a l'Observatori i d'aquí, via telemetria per cable (línia telefònica), fins al Centre d'Enregistrament Sísmic (CRS) de l'IGN a Madrid. Una balisa digital dotada d'algorisme de detecció permet rebre directament dades d'aquesta estació, via línia telefònica, a l'SGC, a Barcelona. Actualment es troba en fase d'execució un projecte per digitalitzar el registre dels sismògrafs de període llarg. Les dades obtingudes s'envien sistemàticament a l'SGC, a l'IGN, a l'CSSEM (Centre Seismologique EuroMediterranean) i a l'ISC (International Seismological Center).

Ultra les seccions esmentades, i per atendre les seves necessitats, l'Observatori també disposa de diversos serveis. El més important és sens dubte la biblioteca. El fons està format per més de 40.000 volums principal-



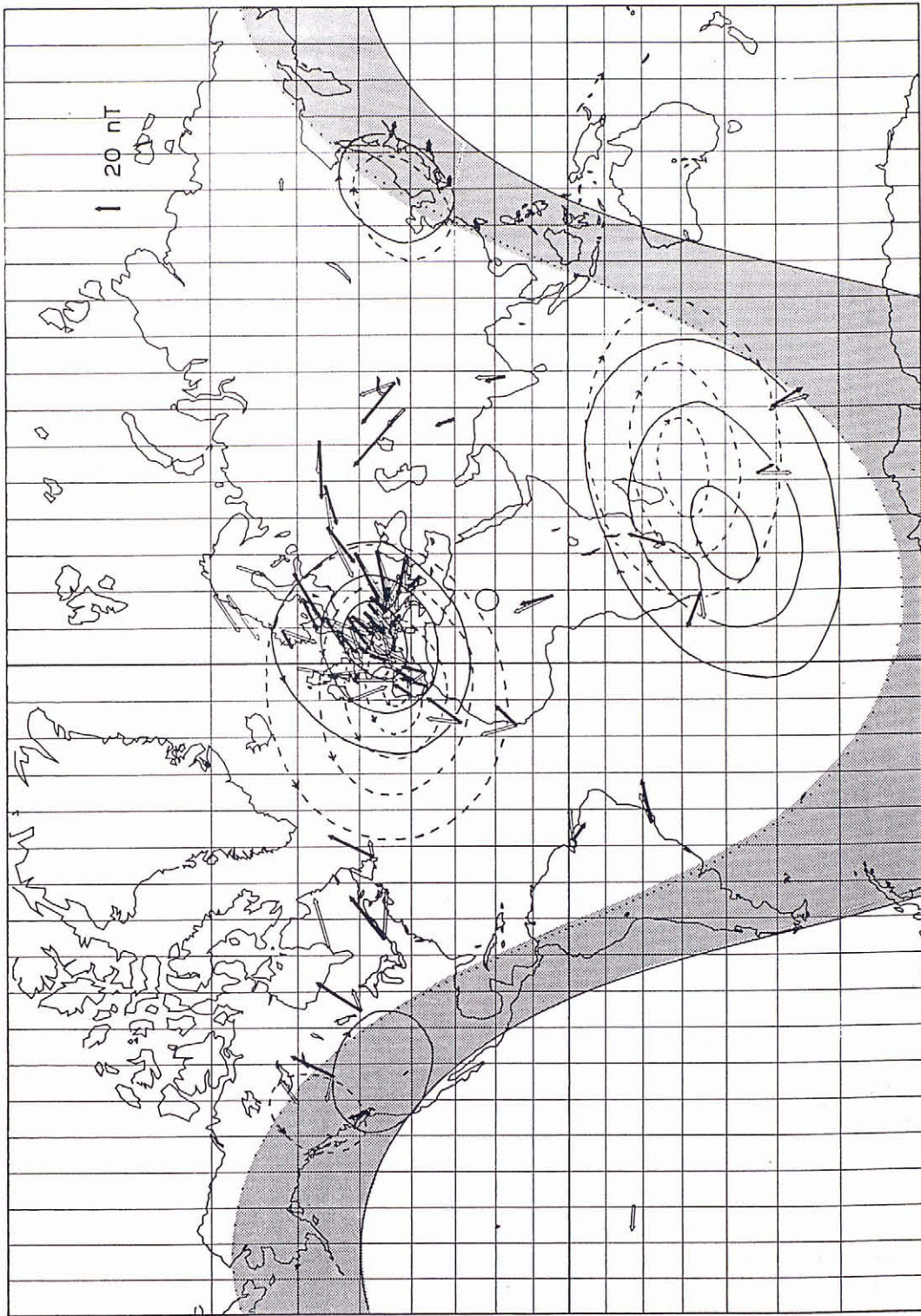


Figura 2: Representació dels sistemes de corrents equivalents que generen un  $s_{fe}$  i la variació diürna magnètica regular  $S_R$  per la fulguració del dia 11 de juliol de 1978. Les fletxes negres representen les components horitzontals dels vectors  $s_{fe}$  en el moment màxim i les blanques, la variació regular en el mateix moment. Les línies contínues representen les línies de flux dels corrents elèctrics del sistema  $s_{fe}$  i les línies de traços, les corresponents a  $S_R$ . L'àrea ombrejada correspon a la zona del crepuscle



ment corresponents a temes de geofísica, tant de la terra sòlida com de la gasosa, i és una de les més completes del seu gènere a tota la Península, i molt especialment en els camps del magnetisme i l'aeronòmia. Actualment rep, ja sia per subscripció o per intercanvi, més de 200 revistes o sèries periòdiques. Part del fons es troba informatitzat i és accessible via la base de dades del CSIC.

Per atendre les necessitats del registre i de la recerca disposem actualment d'unes desenes de PC, dues estacions de treball i elements complementaris.

Per acabar aquesta secció també direm que dintre del recinte de l'Observatori, l'Institut Cartogràfic de Catalunya ha instal·lat la seva estació fiduciària de la xarxa GPS.

## Línies d'investigació

L'Observatori de l'Ebre és un centre certament atípic si el pensem com a centre d'investigació. Una part important del temps de treball del personal es dedica a controlar el funcionament correcte dels diferents instruments de mesura abans esmentats, a elaborar els registres en forma de dades utilitzables directament per altres investigadors i a la seva difusió. Així doncs, i encara que aquesta no sigui una línia d'investigació, es fa notori el coneixement aprofundit de la problemàtica del funcionament dels diversos instruments de registre per part dels investigadors que es troben a l'Observatori.

Dintre de la recollida i l'elaboració de dades, l'Observatori és l'encarregat de la IAGA (International Association of Geomagnetism and Aeronomy) del Servei Internacional de Variacions Magnètiques Ràpides. Dintre d'aquest servei es reben, analitzen i comparen registres i dades de més de 50 observatoris distribuïts per tot el món per caracteritzar les variacions que anomenem "ràpides" del camp magnètic. En concret, és la nostra tasca preparar les llistes on s'identifiquen els SSC (Sudden Storm Commencements) i els Sfe (Solar flare effects) per publicar-los als butlletins de la IAGA.

El treball de recerca pròpiament dit es troba, actualment, dintre d'una temàtica de tipus principalment acadèmic i molt lligat al camp de la geofísica, i se centra en tres línies principals: magnetisme, ionosfera i sismologia.

## Magnetisme

Pel que fa al camp magnètic, hi ha dos temes principals d'investigació des de fa uns anys. D'una banda, s'han investigat en profunditat els efectes magnètics de les fulguracions cromosfèriques (*sfe*), les característiques que permeten l'aparició de *sfe* regulars o inversos i els corrents elèctrics ionosfèrics equivalents que els generen.

L'altre tema és l'obtenció de models regionals representatius del camp magnètic mitjançant la tècnica de l'anàlisi harmònica d'un casquet esfèric SCHA, que ha permès l'elaboració de mapes de camp magnètic de referència i variació secular per a la Península i les zones

veïnes. S'ha ampliat l'aplicació d'aquesta metodologia a l'anàlisi de les contribucions externa i induïda del camp geomagnètic, a l'estudi dels corrents ionosfèrics que generen la variació diürna, i al dels corrents induïts a la terra pels ionosfèrics, ja que aquests últims són variables en el temps. Això ha de permetre l'estudi de la conductivitat elèctrica de l'escorça i el mantell superior. També es treballa en l'aplicació d'aquestes tècniques a l'estudi de l'activitat volcànica.

## Ionosfera

L'esforç investigador a la Secció Ionosfèrica es troba principalment dirigit a l'estudi de la dinàmica de l'alta atmosfera. D'una banda, es treballa en l'obtenció de paràmetres turbulents (en concret de coeficient de difusibilitat turbulenta) de la ionosfera baixa i mitjana (l'anomenada regió E) a partir del càlcul del cisallament del vent neutre.

Un altre tema d'especial interès són les ones planetàries a la ionosfera. S'investiguem les variacions quasi periòdiques, les quals poden estar directament relacionades amb l'activitat d'ones planetàries a l'atmosfera neutra o a variacions quasi-periòdiques existents a les "radiacions solars ionitzants". En concret s'estan analitzant les ones amb quasi-períodes compresos entre 1 i 30 dies. S'estudia la variació d'amplitud i de període d'aquestes ones i es treballa en la caracterització i modelització del fenomen.

També es treballa en l'obtenció de perfils de densitat electrònica en alçada i mesura del contingut total d'electrons (TEC) a partir de les dades obtingudes mitjançant els GPS.

Una part important d'aquestes activitats s'inscriu dintre de la participació de l'Observatori al projecte PRIME (Prediction and Retrospective Ionospheric Modelling in Europe).

## Sismologia

A la Secció Sísmica, les línies principals d'investigació corresponen a temes de sismicitat. D'una banda, es treballa en la digitalització i l'anàlisi dels registres instrumentals de terratrèmols succeïts durant aquest segle per obtenir-ne paràmetres nous (uns referents a la font, com son ara la magnitud o el moment sísmic, i altres, als seus efectes, com ara el moviment del sòl). De l'altra, s'ha elaborat una fórmula de magnitud vàlida per a terratrèmols petits (fins a magnitud 4,0) i a distàncies curtes de l'Observatori (400 km). Les dues línies han de permetre una caracterització millor dels paràmetres dinàmics de la sismicitat regional.

Atès el nombre reduït d'investigadors del centre i la temàtica que cal tractar, tots aquests projectes es fan en col·laboració amb investigadors d'altres centres nacionals i estrangers.



## El patrimoni històric

Com a centre amb una història que comença a ser llarga, l'Observatori ha acumulat un patrimoni d'un valor documental i museístic notable. En destacarem tres punts.

Primerament, molts dels instruments de mesura emprats al llarg dels anys s'han conservat fins al dia d'avui, s'ha format així una col·lecció important tant des del punt de vista històric (pensem que hi ha molts instruments únics al país) com pedagògic. Un projecte de tipus museístic que en permetés la restauració i la divulgació seria del tot desitjable.

Segon, els registres d'aquests aparells s'han conservat gaire bé totalment (per exemple, l'Observatori té emmagatzemats en aquest moment més de 100.000 sismogrames). Sabem la importància que té, al nostre camp d'investigació, disposar de sèries de dades llargues i homogènies. És un patrimoni, doncs, que cal conservar.

Tercer, el fons històric (del camp de la geofísica) de la nostra biblioteca és molt important. Pensem que la geofísica i la física Sol-Terra, tal com l'entenem avui, no és més antiga que aquest observatori. Així doncs, podem trobar a la nostra biblioteca moltes de les referències necessàries per fer un estudi històric del tema. Hem d'afegir que també disposem de molts documents

manuscrits (cartes i notes entre investigadors) valuosos per a una anàlisi històrica de l'evolució d'aquesta ciència a la Península.

## Resum

Acabem aquí aquesta presentació. Com hem vist, l'Observatori de l'Ebre és un centre amb algunes singularitats ben marcades. D'una banda, el seu camp de treball, amb unes línies d'investigació en magnetisme i ionosfera úniques en tot l'Estat i, de l'altre, un doble vessant observació-recerca. En un futur pròxim, el nostre objectiu és potenciar la recerca, però sense menyscar el de l'observació.

En el camp de la recerca es continuaran les línies ja existents en magnetisme (èmfasi en el geomagnetisme d'origen extern), ionosfera (dinàmica de la ionosfera) i sismologia (temes de sismicitat).

En el camp de l'observació es fa necessària una actualització a curt termini de tots els registres analògics i la reinstal·lació de sismògrafs i magnetòmetres, ja que es veuen pertorbats per les interferències mecàniques i electromagnètiques ocasionades pel creixement de Roquetes.

## Referències

- CARDÚS, J. O. (Ed.), *Contribuciones científicas para conmemorar el 75 aniversario del Observatorio del Ebro, Memoria n° 14, Publicaciones del Observatorio del Ebro*, Roquetes (1983), ISBN: 84-00-05380-X.
- UDIAS, A. i MEZCUA, J., *Fundamentos de Geofísica*, Editorial Alhambra, Madrid (1986), ISBN: 84-205-1381-4.

