

## RESUM

La cartografia oficial es basa en sistemes de referència que van millorant a mesura que ho fan les tècniques geodèsiques utilitzades per a la seva realització. A més, l'aparició de sistemes de posicionament per satèl·lit GPS ha impulsat l'actualització dels sistemes de referència globals tals com el *International Terrestrial Reference Frame* (ITRF) en el que es basa el sistema ETRS89.

A Catalunya el sistema de referència oficial és l'ED50, materialitzat pel marc de referència RE50 (Red Española 1950).

Seguint les directrius de la subcomissió de la *International Association of Geodesy* (IAG) per al marc de referència europeu (EUREF), i seguint la seva primera resolució adoptada a Florència al 1990, es recomana que els països europeus adoptin el sistema europeu ETRS89 (*European Terrestrial Reference System* 1989) que és una realització del ITRF fixat a la placa europea.

L'adopció d'aquest sistema ha estat recomanada també per la UE, EuroControl –agència europea de gestió de tràfic aeri– i EuroGeographics –associació d'agències nacionals de cartografia i cadastre–, entre altres, i serà d'obligat compliment a l'entrada en vigor de la directiva europea INSPIRE .

Per tal de poder treballar en el nou sistema de referència, l'ICC ha determinat els paràmetres de transformació entre el sistema ED50 i el sistema ETRS89 sobre tot Catalunya. Aquests paràmetres estan a disposició de l'usuari perquè siguin utilitzats en els seus treballs a Catalunya, i formen part dels serveis del Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya (SPGIC).

En el decurs de l'any 2007, es preveu que sigui publicat el Real Decreto que ha d'establir l'ETRS89 com el sistema de referència oficial a l'estat Espanyol en substitució de ED50

Per altra banda, però directament relacionat amb el nou sistema de referència ETRS89, el *Consejo Superior Geográfico* ha canviat la definició del tall geodèsic a emprar en les sèries cartogràfiques a nivell nacional, la qual cosa implica no tant sols contemplar l'impacte del canvi al nou datum sinó també l'assumpció del nou tall i les implicacions que això pot tenir en les sèries produïdes fins al moment.

Les experiències similars a Austràlia i els Estats Units, aconsellen una fase prèvia de preparació per estudiar les implicacions que comporta el canvi de sistema de referència i la forma com s'han d'afrontar les principals problemàtiques del canvi, i sobretot les que puguin afectar als productors i usuaris de cartografia.

## ANNEXES

- Informe de la Unitat de Geodèsia de l'ICC. Canvi del sistema de referència ED50 a ETRS89.
- Borrador. Proyecto de Real Decreto sobre el Sistema Geodésico de Referencia Oficial en España.

**Canvi del sistema de referència  
ED50 a ETRS89**

Institut Cartogràfic de Catalunya – Unitat de Geodèsia

Data: 18-Jun-2007

0	0	1	5	5	9	0	0	2	-				E
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	---

## Índex general

•	<b>RESUM EXECUTIU</b> .....	<b>3</b>
•	<b>INTRODUCCIÓ</b> .....	<b>4</b>
•	<b>OBJECTIUS</b> .....	<b>5</b>
•	<b>SISTEMES DE REFERÈNCIA</b> .....	<b>5</b>
○	ED50.....	6
○	WGS84 .....	7
○	ETRS89 .....	7
▪	<i>Avantatges</i> .....	8
▪	<i>Inconvenients</i> .....	8
•	<b>EXPERIÈNCIES</b> .....	<b>9</b>
○	TRANSITION TO THE GEOCENTRIC DATUM OF AUSTRALIA .....	9
○	NORTH AMERICAN DATUM CONVERSION.....	10
•	<b>EL CANVI DE SISTEMA DE REFERÈNCIA</b> .....	<b>11</b>
○	EL CONSEJO SUPERIOR GEOGRÁFICO .....	11
○	PROPOSTA DE REAL DECRETO PER L'ADOPCIÓ DEL SISTEMA ETRS89 .....	12
○	EL TALL GEODÈSIC .....	13
▪	<i>Definició actual de tall</i> .....	14
▪	<i>Nova definició del tall</i> .....	15
•	<b>IMPACTE DEL NOU SISTEMA DE REFERÈNCIA EN INSTITUCIONS I PRODUCTES A CATALUNYA</b> .....	<b>17</b>
	<b>GLOSSARI</b> .....	<b>18</b>

- **Resum executiu**

Des de la subcomissió de la International Association of Geodesy (IAG) per al marc de referència europeu (EUREF), i seguint la seva primera resolució adoptada a Firenze al 1990, es recomana que els països europeus adoptin el sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989). L'adopció d'aquest sistema ha estat recomanada per la UE (Unió Europea), EuroControl –agència europea de gestió de tràfic aeri–, i EuroGeographics –associació d'agències nacionals de cartografia i cadastre–, entre altres entitats a nivell nacional i europeu. Actualment, el sistema ETRS89 ja s'utilitza de forma habitual com a base per al desenvolupament de treballs cartogràfics i tot tipus de ciències d'observació de la Terra –geodèsia, geologia....

En el decurs de l'any 2007, es preveu que sigui publicat el Real Decreto que ha de definir ETRS89 com el sistema de referència oficial a l'estat Espanyol en substitució de ED50, i l'Institut Cartogràfic de Catalunya considera l'adopció d'aquest nou sistema un objectiu bàsic. A més, amb el nou sistema de referència es podrà donar una solució de millor qualitat als diversos productes i serveis que ofereix l'Institut.

Per altra banda, però directament relacionat amb el nou sistema de referència ETRS89, el Consejo Superior Geográfico ha canviat la definició del tall geodèsic a emprar en les sèries cartogràfiques a nivell nacional, la qual cosa implica no tant sols contemplar l'impacte del canvi al nou datum –entenent datum com els paràmetres que permeten definir el sistema de referència i, de forma implícita, el propi sistema de referència–sinó també l'assumpció del nou tall i les implicacions que això pot tenir en les sèries produïdes fins al moment.

Davant les experiències similars que s'han dut a terme en altres països com Austràlia o els Estats Units, l'Institut Cartogràfic de Catalunya es planteja una fase prèvia al canvi de sistema de referència en la qual s'estudien els mecanismes emprats en aquests països, les implicacions que els hi ha comportat el canvi de sistema de referència i la forma com s'han afrontat les principals problemàtiques esdevingudes.

- **Introducció**

Amb l'objectiu d'emmarcar el canvi de sistema de referència a ETRS89 en un context i unes circumstàncies determinades, es descriuen els següents conceptes i s'introdueixen algunes de les institucions i decisions més importants en l'àmbit dels sistemes de referència.

Així doncs, en els àmbits astronòmic, geofísic, geodèsic i cartogràfic de la societat de la informació actual, els marcs de referència globals s'han convertit en una necessitat constant. Tant és així, que el 1987 la International Astronomical Union i la International Union of Geodesy and Geophysics van crear l'IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service) amb l'objectiu que esdevingués la institució encarregada de definir, realitzar i promocionar aquests marcs de referència globals, anomenats ITRFs (International Terrestrial Reference Frames) i recolzats sobre ITRSs (International Terrestrial Reference Systems). Aquests sistemes de referència giren solidàriament amb la Terra en el seu moviment diürn a l'espai i sofreixen lleugeres modificacions degut a les pròpies deformacions del planeta i a processos d'actualització que incorporen noves tècniques d'observació i metodologies de càlcul.

Paral·lelament, la subcomissió de la IAG per al marc de referència europeu (EUREF), seguint la seva primera resolució adoptada a Firenze al 1990, recomana adoptar un sistema de referència terrestre coincident amb l'ITRS a la època 1989.0 i fixat a la part estable de la placa europea, de forma que no variï amb el temps. Aquest sistema de referència s'anomena ETRS89 i hauria de permetre no tan sols la georeferenciació única d'elements dins la comunitat europea sinó també una major interoperabilitat de la informació geogràfica i dels sistemes de posicionament global.

Altres institucions i directives a nivell europeu, com INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community), EuroGeographics o EuroControl, també promouen la implantació d'un nou sistema de referència global. Així, la UE (Unió Europea) inicià i recolza la iniciativa INSPIRE perquè la informació geogràfica sigui vastament disponible, estigui harmonitzada i sigui de qualitat. Dins pla de treball d'INSPIRE, que ha començat el 2007-05-15 i que té prevista la seva finalització 2020-05-15, cal remarcar la data de 2008-11-15 per a l'adopció de les regles d'implementació dels serveis de transformació de coordenades i de 2010-11-15 per a la completa operativitat d'aquests serveis. L'associació EuroGeographics, en representació de quasi totes les agències nacionals europees de cartografia i cadastre, treballa en el desenvolupament de productes i serveis a nivell europeu promovent la col·laboració i cooperació dels seus membres. L'organització EuroControl desenvolupa i coordina plans per la implementació a curt, mitjà i llarg termini d'estratègies de gestió del tràfic aeri a nivell europeu. Aquests són alguns exemples de les recomanacions i tendències generals a nivell europeu i mundial però, a nivell nacional, cal no perdre de vista les recomanacions del Consejo Superior Geográfico, que té previst oficialitzar el sistema ETRS89 en el decurs de l'any 2007 –al llarg del document s'abordarà aquest tema amb més detall.

- **Objectius**

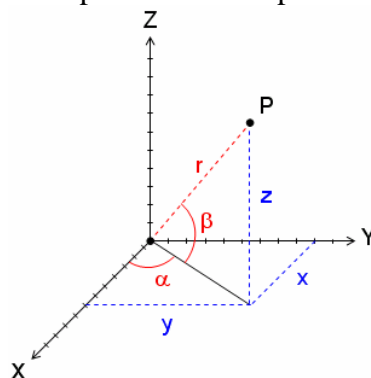
Els objectius que es persegueixen amb aquest document volen emmarcar el canvi a ETRS89 en les circumstàncies concretes que afecten a l'Institut Cartogràfic de Catalunya i, en general, a totes aquelles institucions, empreses o persones que es poden veure afectades pel canvi de sistema de referència dins l'àmbit de Catalunya.

Amb el nou sistema de referència es podrà donar una solució rigorosa a les obligacions que té l'Institut en l'oferiment de serveis cartogràfics oficials i d'interès general per la Generalitat de Catalunya, a més de possibilitar l'assumpció d'estudis i treballs encomanats per qualsevol entitat pública o particular, preocupant-se per disposar d'una cartografia de qualitat que permeti la planificació i el suport de les diferents actuacions territorials.

Al llarg del present document es descriuran els objectius que es persegueixen amb la implantació del nou sistema de referència i els avantatges que comportarà des dels diferents estaments que s'hi veuran involucrats.

- **Sistemes de referència**

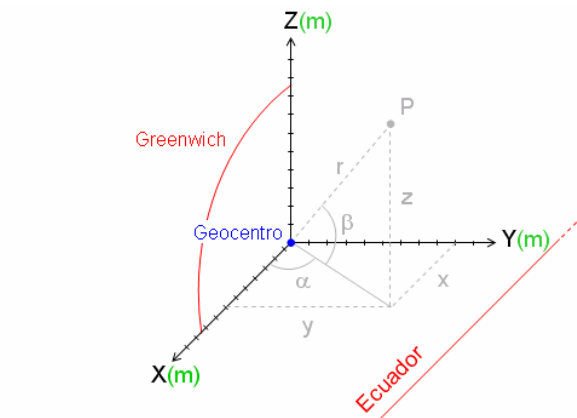
Per definir un sistema de referència no es pot obviar el sistema de coordenades. Així doncs, s'entén que un sistema de coordenades és una creació artificial per permetre la definició analítica de la posició d'un objecte o un fenomen. Existeixen múltiples opcions per definir analíticament la situació geomètrica d'un element i, per tant, és possible escollir entre diferents sistemes de coordenades. Des del punt de vista purament matemàtic, tots els sistemes de coordenades són admissibles i l'únic motiu per seleccionar-ne un o un altre és la conveniència o el fet que una determinada qüestió aparegui en la seva forma més simple. Des del punt de vista pràctic, s'escullen els sistemes de coordenades que permetin representar la qüestió objecte d'estudi d'una forma física i geomètricament interpretable i susceptible de ser mesurada.



**Figura 1** Sistema de coordenades (*cartesianes, curvilínies*)

Una vegada definit el sistema de coordenades es pot definir el sistema de referència com el conjunt de paràmetres que defineixen un sistema de coordenades juntament amb

una sèries de constants físiques que permetin descriure completament el model funcional de les observacions.



**Figura 2** Sistema de referència

o ED50

El sistema de referència geodèsic ED50 (European Datum 1950) fou creat en el decurs de la Segona Guerra Mundial, en la qual va fer-se palesa la necessitat de connectar internacionalment les diferents xarxes geodèsiques europees. Algunes de les batalles més importants de la Segona Guerra Mundial, que van tenir lloc a Europa, van topar amb el problema que la cartografia de diferents països tenia diferents sistemes de referència, la qual cosa complicava les tasques dels exèrcits. Aquest fet va conduir al departament de defensa dels Estats Units a establir ED50 com un datum únic per realitzar la cartografia de tot l'oest d'Europa. ED50 va ser, i encara és, utilitzat per la majoria dels països de l'oest d'Europa a excepció de Gran Bretanya, Irlanda, Suècia i Suïssa, que disposen dels seus propis datums.

Des del punt de vista geodèsic està basat en l'el·lipsoide Internacional de 1924 –el·lipsoide de Hayford de 1909, amb un radi de l'equador terrestre de 6.378.388 km i un aplanament 1:297. Aquest el·lipsoide va ser àmpliament utilitzat arreu del món fins als anys 1980, quan es van determinar els el·lipsoïdes GRS80 (Geodetic Reference System 1980) i WGS84 (World Geodetic System 1984) –aquest últim hereta el nom del sistema de referència en el qual s'utilitza i que és coneix també com WGS84.

El sistema de referència ED50 va suposar la unificació dels sistemes de referència geodèsics per Europa Occidental. Els punts que materialitzaven el sistema de referència ED50 van assolir en aquells moments una exactitud continental que oscil·lava entre uns pocs metres al centre d'Europa i més de deu metres en l'extrem sud. Tot i que això ja era suficient per assolir els objectius que n'havien motivat la seva creació, per al cas de la xarxa geodèsica a Catalunya això suposa una precisió aproximada de 10 ppm, que representa 10 cm entre vèrtexs separats 10 km.



Arribats a aquest punt queda clar que per àmbits geogràfics de vasta superfície, la utilització del sistema de referència ED50 pot provocar grans incoherències entre elements del territori, que esdevenen inevitables si es té en compte la manca de precisió intrínseca al propi sistema de referència emprat. Per altra banda, les millores en els dispositius de mesura, els avenços en les tècniques de càlcul i les millores computacionals fan que sigui possible mesurar magnituds que estan per sobre de la pròpia precisió del sistema de referència emprat. D'aquests fets és d'on sorgeixen les primeres necessitats per a la definició d'un nou sistema de referència de major precisió.

- WGS84

A principis dels anys 1980 la necessitat d'un nou sistema geodèsic mundial es va fer palesa entre la comunitat geodèsica. El sistema geodèsic mundial fins aleshores –WGS72– no proporcionava la suficient precisió per a les tasques que s'estaven desenvolupant en aquells moments ni per aquelles que es preveien en un futur immediat. La qualitat i cobertura de les dades de què es disposava en aquell moment, així com les millores en les tècniques de càlcul i mesura, permetien determinar els paràmetres d'un nou el·lipsoide amb una gran precisió.

El nou sistema de referència geodèsic es va anomenar WGS84 i és actualment el sistema de referència utilitzat en GPS. Les materialitzacions actuals del sistema WGS84 es poden considerar geocèntriques i consistents internament al nivell de pocs centímetres. Al llarg de la seva vida, WGS84 ha sofert algunes refinacions que han motivat petites millores en les seves darreres publicacions que, tot i ser poc importants des del punt de vista topogràfic, esdevenen transcendents per les càlculs d'alta precisió i en la definició de les trajectòries dels satèl·lits.

Des del punt de vista de la georeferenciació precisa d'elements del territori no és pot emprar el sistema ED50 degut a les seves inexactituds i manca de precisió; per altra banda, tampoc es pot utilitzar el sistema WGS84 per les lleugeres variacions que aquest sofreix en el temps de forma periòdica i pel fet de no estar materialitzat sobre el terreny.

- ETRS89

ETRS89 és un sistema geodèsic de referència tridimensional, emprat com un estàndard per a la georeferenciació GPS d'alta precisió a Europa. Coincideix amb l'ITRS a l'instant 1989.0, d'on en deriva el nom, i està basat en l'el·lipsoide GRS80. Difereix lleugerament de l'el·lipsoide que empra el sistema WGS84 actualment. És un sistema de referència centrat a Europa i es mou juntament amb la placa tectònica Eurasiàtica.

- Avantatges

ETRS89 satisfà els requeriments de precisió que demanen les observacions i les tasques de georeferenciació actuals i, per altra banda, està lligat a la part estable de la placa europea, de forma que es mou solidàriament amb els elements georeferenciats i, per tant, les coordenades d'aquests no varien amb el pas del temps.

Aquest és un sistema de referència que permet la georeferenciació única d'elements a nivell de la comunitat europea, entenent com a única el fet que dins el mateix llinar de precisió un element sempre tindrà les mateixes coordenades sense dependre de la referència emprada per a la determinació de les mateixes.

Tot i que el sistema de referència europeu ETRS89 es desplaça contínuament respecte els ITRSs globals, la relació que manté amb aquests és coneguda i, per tant, les coordenades de qualsevol element georeferenciat poden ser traslladades a un ITRS sense pèrdua de precisió.

La compatibilitat de dades d'àmbit europeu dins els nivells de precisió que ofereix ETRS89 possibilita la creació i integració de sistemes d'informació geogràfica i bases de dades amb informació provinent de diferents fonts. Això és un benefici, per exemple, per als sistemes de navegació GPS, en auge actualment, i que es poden beneficiar de la informació capturada des de diferents entitats per proporcionar una única i més completa solució a l'usuari del sistema.

En la societat del coneixement actual, on la preocupació pel medi ambient és cada dia major, el fet de disposar de sistemes de referència globals de precisió amplia el ventall de possibles projectes geodèsics i geodinàmics per estudiar l'impacte ambiental de les activitats humanes i preveure l'esdeveniment i la solució de tot tipus de catàstrofes naturals.

Com a exemple dels sistemes beneficiats es pot fer esment del sistema de posicionament en temps real RTKAT que l'Institut Cartogràfic de Catalunya posa a disposició dels seus usuaris dins el marc del projecte del Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya (SPGIC). Aquest sistema funciona com un mètode d'augmentació de la precisió dels sistemes de posicionament global com el GPS, que permet arribar fins a una precisió de pocs centímetres i en coherència amb el sistema de referència ETRS89.

- Inconvenients

Lògicament, un canvi de tal magnitud comporta una sèrie de connotacions negatives que no es poden passar per alt en el moment de preveure'n els efectes. Així doncs, les implicacions que pot arribar a tenir el canvi que es planteja no passen només per les entitats que confeccionen cartografia sinó que afecten a pràcticament tothom relacionat directa o indirectament amb qualsevol tipus de dada georeferenciada.

Així doncs, les entitats responsables de crear cartografia oficial hauran d'adaptar la seva cadena productiva perquè el resultat final estigui georeferenciat en el nou sistema ETRS89. *A priori*, les implicacions que això comportarà van des de l'estudi de la viabilitat del programari per operar amb el nou sistema de referència fins a problemes de consistència topològica, continuïtat entre elements, pèrdua de resolució... A més, una gran quantitat de productes amb dades georeferenciades només es troben en suport paper, la qual cosa motivarà la necessitat d'estudiar vies concretes per a la transformació específica d'aquests productes. Per altra banda, els productes en format digital necessitaran processos concrets perquè la transformació no hi introdueixi errors.

Cal no perdre de vista que, durant el període de convivència entre ambdós sistemes de referència que preveu la llei –apartat o–, pot ser necessari duplicar la producció per tal que ambdós sistemes, ED50 i ETRS89, estiguin disponibles al públic.

En realitat, el desplegament de mitjans i els inconvenients que portarà un canvi de tal magnitud no es faran palesos fins que la transició al nou sistema de referència es dugui a terme. Nogensmenys, la tasca dels tècnics es basa en anticipar-se als problemes que puguin sorgir i preparar les solucions abans que els propis problemes esdevinguin. És per això que l'Institut Cartogràfic de Catalunya està treballant actualment en l'estudi d'experiències prèvies similars a la que es presenta, al mateix temps que desenvolupa una política de canvi per adaptar-se al nou sistema de referència i redacta unes recomanacions vàlides per a tothom que es vegi afectat. D'aquesta forma s'intenta preveure els problemes que s'esdevindran i les solucions que s'adoptaran.

- **Experiències**

L'Institut Cartogràfic de Catalunya no és la primera entitat que es troba amb la necessitat d'abordar un canvi de sistema de referència. És per aquest motiu que el projecte comença amb una exhaustiva recerca d'informació sobre experiències prèvies de canvi de sistema de referència. Així doncs, els casos nord-americà o australià de canvi de datum poden il·lustrar d'una forma aproximada la situació que pot esdevenir-se a Catalunya en un futur proper. Aquesta fase ha d'aportar els primers coneixements necessaris per identificar els productes amb que es trobarà el canvi de sistema, les dificultats que sorgiran al llarg de tot el projecte de canvi i les preocupacions dels afectats.

- Transition to the Geocentric Datum of Australia

Al novembre de 1995, l'ICSM (Inter-governmental Committee on Surveying and Mapping) australià recomanava la progressiva implantació arreu d'Austràlia del nou datum geodèsic nacional abans de l'1 de gener de 2000. Mentre que la proposta de l'ICSM no era vinculant per cap dels territoris i estats, es sol·licitava

que es tingués en seria consideració per tots els usuaris i productors d'informació geogràfica.

Reconeixent la diversitat de particulars i institucions afectades per la introducció del nou datum, la Victorian Office of Surveyor General va encarregar, al maig del 1996, un estudi titulat *Transition to the New Geocentric Datum of Australia*. Aquest estudi, dut a terme pel departament de geomàtica de la Universitat de Melbourne va finalitzar en un informe amb l'avaluació de l'impacte del canvi al nou datum i les implicacions que això suposaria en la comunitat cartogràfica.

Els objectius principals de l'ICSM per abordar aquest canvi de datum es dividien en dues parts clarament diferenciades, una primera part genèrica que englobava la justificació del nou datum, una revisió literària d'experiències similars, l'aglutinació de les opinions obtingudes entre els principals afectats i les conclusions de quatre organitzacions concretes estudiades a fons que es plantejaven adoptar el nou datum. Una segona part, molt més tècnica, era l'encarregada de definir el nou datum, els sistemes de coordenades geodèsiques, les especificacions tècniques del nou datum, les transformacions entre datums, la necessitat d'emprar mètodes de modelatge de la distorsió i una estratègia recomanada de transformació.

Els temes que l'ICSM va identificar com a més importants per a la seva comunitat cartogràfica incloïen: una difícil justificació dels beneficis a curt termini per als usuaris GIS; el desconeixement del cost de la transició –difícil de quantificar si els beneficis tampoc estan clars–; les implicacions que comportava el canvi des del punt de vista de la gestió; la necessitat d'oferir suport tècnic, així com una estratègia de canvi i una programació concretes; la necessitat de formar a la comunitat d'usuaris; l'establiment d'un únic, pràctic i comprensiu procés de transformació de coordenades que pogués ser àmpliament distribuït; i els desavantatges a llarg termini en la manca de conformitat en tasques com, per exemple, el desenvolupament d'una IDE (Infraestructura de dades espacials).

- North American Datum Conversion

El datum NAD83 (North American Datum 1983) representava en aquell temps l'únic i més precís datum en la història dels Estats Units. NAD83, històricament el tercer datum oficial dels Estats Units, substituïa el NAD27 (North American Datum 1927) i havia de proporcionar un datum consistent a nivell de tot el territori amb uns nivells de precisió força superiors a l'anterior NAD27.

Les raons que van motivar el canvi de sistema de referència giraven en torn a la demanda de la comunitat topogràfica per poder recolzar les cada vegada més precises observacions dels sistemes electrònics, i també degut a la imminent arribada de sistemes de posicionament basats en satèl·lits com el GPS. Aquests van ser alguns dels motius que van posar de manifest les mancances del datum NAD27. Les discrepàncies entre punts de control existents en aquells moments i

els que s'anaven establint de nou van ser un altre dels motius que motivaren l'establiment d'un nou datum a nivell global envers el que podia plantejar-se com la "reparació" del que era l'actual.

Bàsicament, les afectacions de NAD27 que en motivaren la substitució van ser: una antiquada representació de la superfície terrestre, inconsistències sorgides d'ajustos regionals i les limitacions que anaven apareixent i que eren conseqüència directa dels antics instruments de mesura emprats per a la seva observació.

Una de les problemàtiques que es va fer més palesa en el moment de la transformació feia referència a un conjunt concret d'usuaris dels sistemes geodèsics. Eren aquells amb coneixements topogràfics i geodèsics genèrics, i que no estaven habituats a tractar canvis de sistema de referència. Tot i que aquests no eren els usuaris que més problemàtiques detectaven a l'antic sistema NAD27 si que eren aquells als quals els resultava més difícil la migració al nou sistema de referència.

Les institucions nord-americanes es van veure recolzades pel Geodetic Survey de Canadà i el Danish Geodetic Institute, que van participar en la validació i ajust de les dades al llarg del procés de canvi de sistema de referència.

- **El canvi de sistema de referència**

Degut a les implicacions que comporta un canvi de sistema de referència de tal magnitud, el Consejo Superior Geográfico ha preparat una proposta de Real Decreto que en regularà la seva adopció i, tal com es descriurà, ha plantejat una nova definició del tall geodèsic.

- El Consejo Superior Geográfico

El Consejo Superior Geográfico és un òrgan consultiu i de planificació de l'Estat en l'àmbit de la cartografia; té caràcter col·legiat i depèn del ministeri de foment. Des del moment en què es va decidir adoptar el nou sistema de referència ETRS89, el Consejo Superior Geográfico va crear una comissió temporal sota el nom de Comissió de transició a ETRS89, amb l'objectiu que estudiés l'impacte i la millor forma d'abordar el canvi de sistema de referència.

Així doncs, i al llarg d'un seguit de reunions que ha efectuat aquesta comissió, s'ha creat un document de recomanacions per abordar el canvi de sistema de referència. El resultat final d'aquest document plasma la feina realitzada per institucions de tot el territori espanyol, com són el Centre d'Informació territorial de la Junta de Castella i Lleó, el Centre de Cartografia Ambiental del Principat d'Astúries, el Centre Geogràfic de l'Exèrcit, el Departament d'Ordenació del Territori i Medi Ambient del Govern Basc, la Diputació Foral de Guipúscoa, la Direcció General d'Ordenació del Territori i Costes de Múrcia, l'Escola Superior d'Enginyers de Sevilla, el Govern de la Rioja, l'Institut

Cartogràfic de Catalunya, l'Institut Cartogràfic Valencià, l'Institut de Cartografia d'Andalusia, l'Institut de Desenvolupament Rural de Castella i la Manxa, l'Institut Geogràfic Nacional, l'Institut Tecnològic Agrari de la Junta de Castella i Lleó, els Serveis d'Informació Territorial de les Illes Balears, la Universitat de Madrid, la Universitat Politècnica de València, la Universitat de Salamanca i la Xunta de Galícia.

El document final redactat per la Comissió de transició a ETRS89 comença amb un primer punt de justificació del nou datum, per a la qual cosa s'exposen els antecedents de la transició des del datum Madrid a ED50 i els conceptes de sistema de coordenades i de sistema de referència geodèsic. Amb les definicions i els antecedents es descriuen breuement les afectacions d'adoptar el nou sistema de referència i els beneficis que comporta.

En un segon punt s'analitzen els diferents sistemes de canvi, passant pel mètode de translació, els mètodes de transformació de 5 i 7 paràmetres, i les transformacions polinòmiques, per acabar en el mètode que es recomana des de la Comissió de transició a ETRS89 i que és l'aplicació d'una malla regular de transformació en base a un modelatge de la distorsió.

El tercer punt pretén analitzar la problemàtica del canvi a ETRS89 en la cartografia. En aquest punt s'analitzen la cartografia analògica, digital i temàtica, així com els sistemes d'informació geogràfica, els sistemes de bases de dades, les metadades ISO a emprar en el procés de transformació i les afectacions en els visors cartogràfics. Per a cadascun d'aquests elements es defineixen uns criteris d'anàlisi i abast de la transformació, que permeten definir una metodologia concreta per abordar el canvi, que es comprova a través d'un control de qualitat per acabar en unes conclusions i recomanacions determinades per cada element en concret.

El quart punt estudia les eines per facilitar el canvi, començant amb un estudi del software que està disponible actualment en el mercat i que està relacionat amb el sector cartogràfic. Un cop avaluat el software del mercat, i amb l'objectiu de definir unes línies de treball generals per aquells que vulguin desenvolupar-se el propi software de transformació, es donen unes directrius sobre el software que pot ésser necessari desenvolupar, així com una metodologia d'implementació i implantació del citat software. El punt acaba amb un estudi general dels plecs de prescripcions tècniques que s'empren actualment i la forma com aquests hauran d'adaptar-se per assumir la producció en el nou sistema de referència ETRS89.

El document acaba amb una sèrie de recomanacions generals per als afectats pel canvi de sistema de referència i amb unes enquestes per avaluar l'estat de coneixement del sistema ETRS89 i l'impacte del canvi de sistema de referència geodèsic.

- Proposta de Real Decreto per l'adopció del sistema ETRS89

El document redactat per la Comissió de Transició a ETRS89 descrit en el punt o acaba en un seguit de recomanacions que s'eleven al Consejo Superior Geográfico en forma de proposta de Real Decreto. En aquesta proposta s'introdueixen els antecedents relatius a altres canvis de sistema de referència a l'estat espanyol, l'estat actual en relació al sistema de referència actual i les motivacions que fan necessària l'adopció del nou sistema de referència ETRS89.

En l'articulat pròpiament de la proposta de Real Decreto és descriu l'adopció del sistema ETRS89 com a sistema geodèsic oficial a Espanya per a la referenciació geogràfica i cartogràfica en l'àmbit de la Península Ibèrica i les Illes Balears, ja que en el cas de les Canàries s'adoptarà el sistema REGCAN95, i es defineix el sistema de referència altimètric en base al nivell mig del mar a Alacant per la Península i a les referències mareogràfiques locals per cadascuna de les illes. Es descriu el sistema de representació planimètrica de la cartografia oficial en base a la projecció ETRS – Cònica Conforme de Lambert per escales iguals o menors a 1:500.000, a la projecció ETRS – Transversal de Mercator per a escales majors de 1:500.000 i a la projecció de Mercator per a cartografia nàutica.

Les disposicions transitòries de la proposta de Real Decreto posen de manifest que el mètode de transformació serà publicat pel Consejo Superior Geográfico a la pàgina web del Ministeri de Foment amb l'objectiu d'assegurar la relació entre els sistemes de referència ED50 i ETRS89. Pel que fa a la vigència, la proposta de Real Decreto entrarà en vigor al dia següent de la seva publicació en el Butlletí Oficial de l'Estat, la qual cosa es preveu que sigui en el decurs del 2007. Tota la cartografia i bases de dades d'informació geogràfica i cartogràfica produïda o actualitzada per les Administracions Públiques haurà de compilar-se i publicar-se d'acord al que descriu aquesta proposta de Real Decreto a partir de l'1 de gener de 2015. Fins aleshores, la informació geogràfica i cartogràfica oficial podrà compilar-se i publicar-se en qualsevol dels dos sistemes, ED50 o ETRS89, d'acord a les necessitats de cada Administració Pública, sempre que les produccions en ED50 continguin la referència a ETRS89. Per altra banda, a partir de l'1 de gener de 2012 no es podrà inscriure en el Registre Central de Cartografia ni incloure's en el Pla Cartogràfic Nacional, cap projecte nou que no s'atingui a les especificacions de la proposta del Real Decreto.

La proposta de Real Decreto disposa d'un annex en el qual es descriu la distribució i determinació dels fulls del Mapa Topogràfic Nacional en la Península Ibèrica, les Illes Balears i les Illes Canàries. La definició actual del tall geodèsic i la nova definició que s'oficialitzarà es descriuen en l'apartat o del present document.

- El tall geodèsic

El tall geodèsic és la representació gràfica que defineix els límits de cadascun dels fulls d'una determinada sèrie cartogràfica. El tall actual que defineix les

cantonades de cadascun dels fulls de les sèries cartogràfiques produïdes a nivell nacional prové de la definició que es va fer sobre l'el·lipsoide de Struve i actualment, aprofitant el canvi a ETRS89, el Consejo Superior Geográfico publica una nova definició de tall per solucionar les mancances i problemàtiques que han anat sorgint en la definició que s'empra en l'actualitat.

- Definició actual de tall

L'any 1852, la Comissió del Mapa d'Espanya va començar el treball de la Xarxa Geodèsica Fonamental, que havien de servir com a base per la formació del Mapa Nacional a escala 1:50.000. En aquell moment es va adoptar com a el·lipsoide de referència el de Struve, amb datum Madrid i origen de longitud el meridià de Madrid –Observatori Astronòmic Nacional–, en base al qual es va definir el tall geodèsic. Aquest tall geodèsic es va definir d'una forma similar a com el Consejo Superior Geográfico ha definit 150 anys després del nou tall en ETRS89; així doncs, es va definir seguint les línies definides pels meridians i els paral·lels sobre l'el·lipsoide de Struve.

Posteriorment, i fins l'any 1934, l'Institut Geogràfic va procedir a la densificació de la Xarxa Fonamental, amb les xarxes de segon i tercer ordre. Les observacions geodèsiques realitzades, juntament amb les observacions geodèsiques de la resta de països europeus, van donar lloc a la creació del sistema de referència ED50 –tal i com es descriu a l'apartat o–, l'el·lipsoide del qual és l'internacional de Hayford 1924, amb datum a Potsdam –Alemanya– i amb meridià origen de longituds el de Greenwich. En el moment de realitzar el canvi de sistema de referència a ED50 es va decidir transformar el tall geodèsic definit sobre l'el·lipsoide de Struve per mantenir el territori cartografiat en cadascun dels fulls, que juntament amb el sistema de referència ED50 és l'oficial a Espanya des de l'any 1970.

Aquest canvi de datum va dotar el tall actual de les característiques que se'n coneixen actualment, entre les quals la falta de paral·lelisme del propi tall amb els meridians i paral·lels, i la presència de decimals en els segons de latitud i longitud que defineixen cadascuna de les cantonades dels fulls. Al mateix temps, la continuïtat dels marcs dels fulls presenta problemes degut a la geometria digital i a l'arrodoniment després de la subdivisió de les cantonades, que tant s'efectua sobre línies de longitud i latitud constants com sobre línies projectades en UTM. La nomenclatura dels fulls en base als tres criteris diferents que s'utilitzen actualment i la utilització de fulls 'bis', fulls estesos i marcs modificats és un altre dels problemes que es plantegen amb el tall actual i que es volen solucionar amb la nova definició.

Els avantatges de conservar aquest tall, tant sols transformant-lo a ETRS89, giren en torn al fet que el territori que cobreix cada full no varia, la modificació de les dades cartogràfiques existents és molt menor, les dades que



emmagatzemen el full cartogràfic al qual pertanyen no sofreixen modificacions i la continuïtat dels fulls està assegurada.

En referència als inconvenients, les cantonades dels fulls continuen sense ser exactes, els marcs dels fulls no són paral·lels a la xarxa de meridians i paral·lels, i la grandària de cada full és diferent. Aquestes són algunes de les problemàtiques que han motivat al Consejo Superior Geográfico a adoptar un nova definició de tall, tal i com es descriu en el següent apartat. Per altra banda, els avantatges de conservar la definició actual del tall, tan sols transformant-lo a ETRS89, implica continuar amb les problemàtiques pròpies del mateix i no garanteix que no sigui necessari haver de tornar a tallar tota la cartografia de la mateixa manera que amb la nova definició de tall.

- Nova definició del tall

La definició del nou tall –en ETRS89 sobre l'el·lipsoide GRS80– es basa en una divisió de fulls per paral·lels i meridians. Degut al fet que el tractament de corbes en cartografia no és trivial, és necessari discretitzar la representació del tall per obtenir unes coordenades projectades del mateix que permetin enllaçar fulls contigus. Així, per exemple, els marcs dels fulls per a l'escala 1:5.000 s'establirien mitjançant una poligonal que contemplés vuit vèrtexs en cada arc de paral·lel/meridià de full MTN50 i, de forma similar, en la resta de les escales.

Amb l'objectiu que es planteja en el paràgraf superior s'ha estudiat la distribució en latitud y longitud, observant que es pot adoptar sense problemes la originària distribució en latitud sobre l'el·lipsoide de *Struve*, ja que els aproximadament 4,5'' que apareixien en ED50 son compensats pel canvi a ETRS89; en referència a la longitud es pot establir un vincle similar per la diferència de longituds, provinent de la relació entre el meridià Madrid i el de Greenwich més els aproximadament 4'' deguts al canvi a ETRS89.

La subdivisió proposada es basa en un pol origen ( $\lambda = 9^{\circ}51'15''W$ ,  $\phi = 44^{\circ}00'00''$ ) de coordenades geodèsiques ETRS89, a partir del qual es va sumant una longitud i latitud constants, que permeten obtenir el tall geodèsic a l'escala que correspongui.

En base al procés descrit en les línies superiors i al pol origen de la citat, la determinació de les cantonades d'un full de l'MTN50, per exemple el corresponent a l'identificador seqüencial 362 –equivalent a l'identificador columna - fila: 35 - 14– quedaria:

- Cantonada SE del full del MTN50 amb identificador seqüencial 362 i amb identificador columna (Cc) i fila (Ff) 3514 (Cc=35 Ff=14):

$$\text{Longitud}_{SE} = -9^{\circ} 51' 15'' + (35/3^2)^{\circ} = 1^{\circ} 48' 45''$$

$$\text{Latitud}_{SE} = 44^{\circ} 00' 00'' - (14/6^3)^{\circ} = 41^{\circ} 40' 00''$$

- La resta de cantonades es dedueixen directament de la cantonada SE i les dimensions del full que corresponen al MTN50 (20' x 10'):

Id	Longitud			Latitud		
NW	1°	28'	45'' E	41°	50'	0'' N
NE	1°	48'	45'' E	41°	50'	0'' N
SE	1°	48'	45'' E	41°	40'	0'' N
SW	1°	28'	45'' E	41°	40'	0'' N

**Taula 1** Cantonades del full 362 en ETRS89 –amb la nova definició de tall

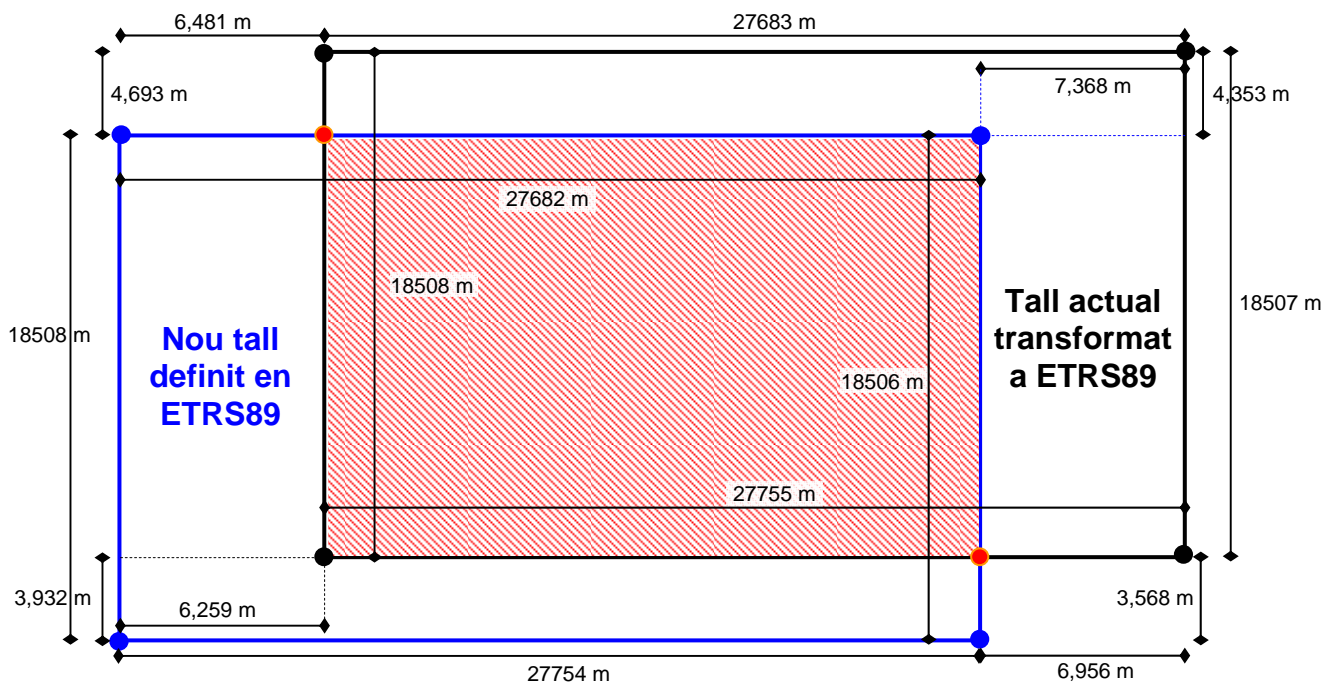
En referència als avantatges d'aquesta nova definició de tall cal citar que el desplaçament entre les cantonades dels fulls en base a la definició actual i a la nova definició és mínim en tot el territori, a la vegada que permet la representació discreta de qualsevol poligonal que formi el marc per a la seva adaptació a escales més grans. Per altra banda, els processos són fàcilment automatitzables degut al seu pol origen definit en ETRS89 i el pas de malla funció simplement de l'escala seleccionada.

Cal citar, però, l'inconvenient que presenta en referència als nodes d'elements cartogràfics situats sobre el marc del full anterior –ED50– que quedaran desplaçats respecte del nou marc –ETRS89– i que necessitaran la creació de nous nodes sobre el nou marc del full; no obstant, això no esdevé problema si s'entén la cartografia com un element continu sobre tot el territori.

L'estudi de les diferències entre el tall actual que s'empra en la cartografia oficial transformat a ETRS89 i la nova proposta de tall definida per al nou sistema de referència ETRS89 posa de manifest les següents diferències.

<sup>2</sup> En relació als 20' = 1°/3 d'un full del MTN50 en la direcció del paral·lel.

<sup>3</sup> En relació als 10' = 1°/6 d'un full del MTN50 en la direcció del meridià.



*Figura 3 Comparativa de desplaçaments del full 362 / 35-14 del MTN50*

La nova definició de tall presenta una sèrie d'avantatges, entre els quals la seva adaptabilitat a qualsevol escala per estar definit en paral·lels i meridians, les facilitats que presenta de cara a processos automàtics –les coordenades de les cantonades són exactes i deduïbles automàticament des d'un origen sumant-hi un desplaçament constant– i la independència del mètode de transformació ja que és planteja un nou tall per al nou sistema de referència. En la banda dels inconvenients, cal dir que els nodes generats en la cartografia actual en correspondència amb el marc del full queden desplaçats del nou marc i cal tornar-los a generar, amb la qual cosa el volum de les sèries a harmonitzar serà bastant gran. Cal remarcar també que el territori cobert per cada full canviaria i un gran nombre de sistemes i productors de dades temàtiques –que sovint gestionen grans volums d'informació– haurien de tornar a definir els seus productes, entre els quals es poden citar els Mapes de Cultius i Aprofitaments del Ministeri d'Agricultura, el Mapa Geològic Nacional de l'Institut Geominer d'Espanya, els mapes de la Direcció General del Cadastre, els nomenclàtors de les diferents institucions.

- **Impacte del nou sistema de referència en institucions i productes a Catalunya**

El canvi de sistema de referència afecta a l'Institut Cartogràfic de Catalunya i a un sector molt ampli que treballa amb dades georeferenciades, tal i com es desprèn dels apartats precedents. És per aquest motiu que l'avaluació d'experiències prèvies i de l'estat actual del sector cartogràfic esdevenen factors d'importància cabdal per preveure'n l'impacte. L'escomesa de canvi de sistema de referència esdevindrà un procés factible i eficient en el moment que s'hagi identificat l'impacte del nou sistema

i, per tant, se'n prevegi'n els problemes i les solucions. Aquest estudi previ, al mateix temps, en un sector que pot mostrar-se contrari a un canvi que suposa un esforç extra i un benefici difícil de palpar, esdevé un factor clau posar de manifest les necessitats que motiven el canvi, els beneficis a curt termini i la justificació de les despeses.

L'impacte del nou sistema de referència en institucions i productes a Catalunya passa pel propi Institut Cartogràfic de Catalunya, els diferents departaments de la Generalitat que treballen amb dades georeferenciades, els consells comarcals, els ajuntaments, les empreses privades que gestionen el territori en qualsevol de les seves vessants, les universitats, els usuaris particulars i un llarg etcètera de persones que empren tot tipus de mapes i informació georeferenciada. En referència als productes afectats cal parlar d'aquells que disposen de coordenades en el sistema de referència oficial ED50, passant per la cartografia analògica, la cartografia digital –vectorial, ràster, temàtica, models digitals del terreny...–, els sistemes d'informació geogràfica, els sistemes de bases de dades, les metadades, els visors cartogràfics... En definitiva, pel que fa a l'impacte que suposa l'adopció del nou sistema de referència cal avaluar la naturalesa de les dades, la metodologia de transformació, el suport que emmagatzema les dades, el format propi de les dades, el responsable de la seva gestió i el públic al qual va destinat.

Una pràctica recomanable és preveure de la millor manera possible la gestió que requerirà el canvi de sistema de referència. És per aquest motiu que es recomana, entre altres pràctiques, acompanyar qualsevol tipus de dada transformada amb un fitxer de metadades associat. Aquest fitxer de metadades hauria de guardar la informació associada a la pròpia transformació, a les dades origen del producte abans de la transformació, al responsable del propi procés de transformació i a tot aquell paràmetre que es consideri important en el moment de la transformació; tot això de cara al futur accés i tractament d'aquelles dades.

Des d'un punt de vista concret de l'impacte que pot suposar un canvi de sistema de referència es pot citar el cas nord-americà de canvi de NAD27 a NAD83. El projecte de canvi de sistema de referència va començar al 1974 i va acabar al 1983, amb uns costos econòmics superiors a 35 milions de dòlars. Aquest esforç, consistent en la observació, validació, automatització i ajust de la informació topogràfica planimètrica va involucrar 1.785.722 observacions geodèsiques connectant 266.436 punts de referència distribuïts entre els Estats Units, Canadà, Mèxic i Amèrica Central.

## **Glossari**

ED50:	European Datum 1950
ETRS89:	European Terrestrial Reference System 1989
EUREF:	European Reference Frame
GRS80:	Geodetic Reference System 1980
IAG:	International Association of Geodesy
ICSM:	Inter-governmental Committee on Surveying and Mapping
IDE:	Infraestructura de Dades Espacials
IERS:	International Earth Rotation and Reference Systems Service

INSPIRE: Infrastructure for Spatial Information in the European Community  
ITRF: International Terrestrial Reference Frame  
ITRS: International Terrestrial Reference System  
NAD27: North American Datum 1927  
NAD83: North American Datum 1983  
SPGIC: Sistema de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya  
UE: Unió Europea  
WGS84: World Geodetic System 1984



# **BORRADOR**

**PROYECTO DE REAL DECRETO SOBRE EL SISTEMA GEODÉSICO  
DE REFERENCIA OFICIAL EN ESPAÑA**

**10 de mayo de 2007**

# PROYECTO DE REAL DECRETO SOBRE EL SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA OFICIAL EN ESPAÑA

## Preámbulo

En el año 1852 comenzaron los trabajos de la Red Geodésica Fundamental por la Comisión del Mapa de España, que tenían que servir como base para la formación del Mapa Nacional a escala 1:50.000. Se adoptó como elipsoide de referencia el de *Struve*, datum Madrid y origen de longitud el meridiano de Madrid (Observatorio Astronómico Nacional). La proyección cartográfica elegida fue la poliédrica, lo que establecía un sistema de referencia local adaptado a la Península Ibérica, sobre el cual se realizaron las primeras series cartográficas.

Posteriormente, y hasta el año 1934, el Instituto Geográfico procedió a la densificación de la Red Fundamental, con las redes de segundo y tercer orden. Las observaciones geodésicas realizadas, junto con las observaciones geodésicas del resto de los países europeos, dieron lugar a la creación del sistema de referencia *ED50* cuyo elipsoide es el internacional de *Hayford* 1924, datum en Potsdam (Alemania) 1950, y el meridiano origen de longitudes el de Greenwich, sistema de referencia vigente actualmente en España desde el año 1970 junto con el sistema de representación cartográfico UTM (Universal Transversa Mercator) conforme al Decreto 2303/1970 de Presidencia del Gobierno, de 16 de julio (B.O.E. de 24 de agosto), y sobre los que actualmente se desarrolla toda la cartografía básica y derivada oficial en España.

Desde el lanzamiento de los primeros satélites artificiales para los primitivos sistemas de navegación y posicionamiento, TRANSIT, LORAN, etc., hasta llegar a los sistemas de navegación por satélite (GNSS), como el GPS, el GLONASS y el futuro sistema europeo GALILEO, han ido desarrollándose los modernos sistemas de referencia geodésicos globales, que permiten alta precisión y homogeneidad para el posicionamiento y la navegación.

El sistema de referencia ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), Sistema de Referencia Terrestre Europeo 1989, ligado a la parte estable de la placa continental europea, es consistente con los modernos sistemas de navegación por satélite GPS, GLONASS y el europeo GALILEO. Su origen se remonta a la resolución de 1990 adoptada por EUREF (Subcomisión de la Asociación Internacional de



Geodesia, AIG, para el Marco de Referencia Europeo) y trasladada a la Comisión Europea en 1999, por lo que está siendo adoptado sucesivamente por todos los países europeos. Por otra parte, en 1995 la compensación de la red geodésica de Canarias, dentro del marco de la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales, REGENTE, supuso la materialización del sistema denominado REGCAN95, completamente compatible con el sistema ETRS89.

El objeto de este Real Decreto es la adopción en España del sistema de referencia geodésico global, ETRS89, sustituyendo al sistema geodésico de referencia regional ED50 sobre el que actualmente se está compilando toda la cartografía oficial en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares, y el sistema REGCAN95 en el ámbito de las Islas Canarias, permitiendo una completa integración de la cartografía oficial española con los sistemas de navegación y la cartografía de otros países europeos. Asimismo, y en correspondencia con lo anterior, también se dispone la adopción de los sistemas de representación de coordenadas que deben utilizarse para compilar y publicar la cartografía e información geográfica oficial según sus características.

En el proceso de elaboración de este Real Decreto han sido oídas las Comunidades Autónomas, así como el Consejo Superior Geográfico, que ha evacuado su informe favorable en la reunión celebrada el día 17 de mayo de 2007

En su virtud, a propuesta conjunta de la Ministra de Fomento y del Ministro de Defensa, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día ... de ... de 2007,

## **D I S P O N G O:**

### **CAPÍTULO I**

#### **Disposiciones Generales y Sistemas de Referencia**

##### **ARTÍCULO 1. OBJETO.**

Este Real Decreto regula el sistema de referencia geodésico sobre el que se debe compilar toda la información geográfica y cartografía oficial, permitiendo una completa integración de la información geográfica y de la cartografía oficial española con la de otros países europeos y con los sistemas de navegación.

## **Artículo 2. Ámbito subjetivo de aplicación.**

Este Real Decreto será de aplicación a la producción cartográfica e información geográfica oficiales referida a todo o parte del territorio español.

## **Artículo 3. Sistema de Referencia Geodésico.**

Se adopta el sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) como sistema de referencia geodésico oficial en España para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares. En el caso de las Islas Canarias, se adopta el sistema REGCAN95. Ambos sistemas tienen asociado el elipsoide GRS80 y están materializados por el marco que define la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales, REGENTE, y sus densificaciones.

## **Artículo 4. Sistema de Referencia Altimétrico.**

1. Se tomará como referencia de altitudes los registros del nivel medio del mar en Alicante para la Península y las referencias mareográficas locales para cada una de las islas. Los orígenes de las referencias altimétricas serán definidos y publicados por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.
2. El sistema está materializado por las líneas de la Red de Nivelación de Alta Precisión.
3. El datum hidrográfico al que están referidas las sondas (cero hidrográfico) será definido y publicado por el Instituto Hidrográfico de la Marina y representará la referencia altimétrica para la cartografía náutica básica.

## **CAPÍTULO II**

### **Otras Disposiciones**

## **Artículo 5. Representación planimétrica de cartografía oficial.**

1. Para cartografía terrestre, básica y derivada, a escala igual o menor de 1:500.000, se adopta el sistema de referencia de coordenadas ETRS-Cónica Conforme de Lambert.
2. Para cartografía terrestre, básica y derivada, a escalas mayores de 1:500.000, se adopta el sistema de referencia de coordenadas ETRS-Transversa de Mercator.
3. Para cartografía náutica se adopta la proyección Mercator.

## **Artículo 6. Corte de hojas y numeración de cartografía oficial**

1. Para la representación planimétrica terrestre, el Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 (MTN50) es la serie fundamental en lo que a división de hojas se refiere.
2. Las hojas del MTN50 tendrán un tamaño de 10' en latitud y 20' en longitud siguiendo los meridianos y paralelos. Su distribución será la que figura en el Anexo.
3. Las hojas a escala 1:25.000 tendrán un tamaño de 5' x 10' que resultará de dividir la correspondiente hoja del MTN50 en cuatro cuartos. Las hojas a escala 1:10.000 tendrán un tamaño de 2' 30" x 5' que resultará de dividir la correspondiente hoja del MTN50 en dieciséis partes. Las hojas a escala 1:5.000 tendrán un tamaño de 1' 15" x 2' 30" que resultará de dividir la correspondiente hoja del MTN50 en sesenta y cuatro partes.
4. Las designaciones numéricas de las hojas del MTN50 del Instituto Geográfico Nacional (numeración correlativa) y la de la serie 1:50.000 de la Cartografía Militar del Centro Geográfico del Ejército de Tierra (numeración columna-fila) tendrán la misma consideración oficial, debiendo rotularse ambas numeraciones en dichas series.

### **Disposición transitoria primera. Método de transformación.**

El Consejo Superior Geográfico deberá facilitar, a través de su página web ubicada en el portal [www.fomento.es](http://www.fomento.es), el método de transformación entre los sistemas de referencia nuevos y antiguo, su forma de utilización y la información técnica asociada.

### **Disposición transitoria segunda. Compilación y publicación de la cartografía y bases de datos de información geográfica y cartográfica.**

Toda la cartografía y bases de datos de información geográfica y cartográfica producida o actualizada por las Administraciones Públicas deberá compilarse y publicarse conforme a lo que se dispone en este Real Decreto a partir del 1 de enero de 2015. Hasta entonces, la información geográfica y cartográfica oficial podrá compilarse y publicarse en cualquiera de los dos sistemas, ED50 o ETRS89, conforme a las necesidades de cada Administración Pública, siempre que las producciones en ED50 contengan la referencia a ETRS89.

### **Disposición transitoria tercera. Obligación de Inscripción en el Registro Central de Cartografía.**

A partir del 1 de enero de 2012 no podrá inscribirse en el Registro Central de Cartografía ni incluirse en el Plan Cartográfico Nacional ningún proyecto nuevo que no se atenga a las especificaciones del presente Real Decreto.

### **Disposición derogatoria única.**

Queda derogado en su totalidad el Decreto 2303/1970 de Presidencia del Gobierno, de 16 de julio (B.O.E. de 24 de agosto); y el Decreto 2992/1968 del Ministerio del Ejército, de 21 de noviembre (B.O.E. de 6 de diciembre), en lo que se oponga a lo dispuesto en el presente Real Decreto.

### **Disposición final única. Entrada en vigor.**

El presente Real Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial del Estado.

## A N E X O

### **Distribución y determinación de hojas MTN50 en la Península Ibérica y Baleares**

El cálculo de las esquinas de las hojas del MTN50 en se realizará mediante una fórmula que relaciona la posición de la misma según la denominación "columna-fila" (CCFF) y un origen, como se muestra a continuación.

Las coordenadas geodésicas ETRS89 de dicho origen corresponden a una longitud de  $-9^{\circ} 51' 15''$  y una latitud de  $44^{\circ} 00' 00''$ . Quedando definida la esquina sureste con longitud  $-9^{\circ} 51' 15'' + (CC/3)^{\circ}$  y latitud  $44^{\circ} 00' 00'' - (FF/6)^{\circ}$ , y la esquina noroeste restando  $20'$  para la longitud y sumando  $10'$  para la latitud. Las otras dos esquinas se obtienen a partir de éstas.

La relación entre la numeración correlativa y la numeración columna-fila, así como los métodos para el cálculo de esquinas correspondientes a cualquier escala, serán publicadas en la misma página web a la que se alude en la Disposición Transitoria Primera.

Ejemplo:

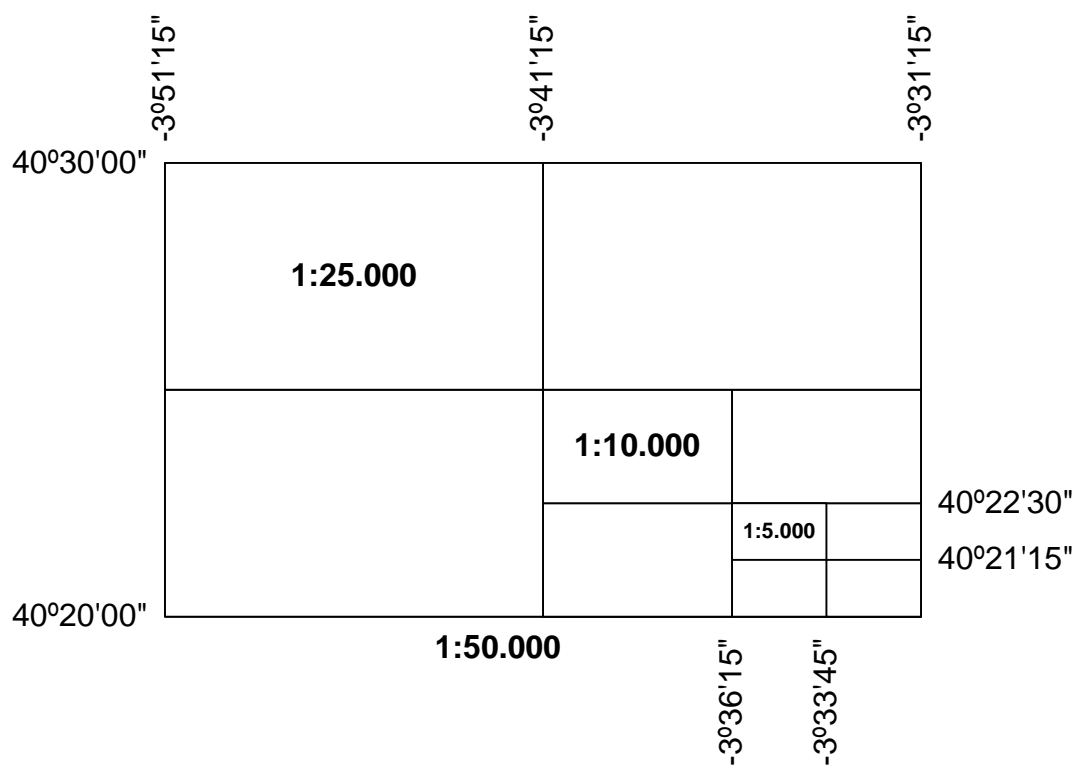
Cálculo de la esquina Sureste de la hoja MTN50 n<sup>o</sup> 559, correspondiente a la columna-fila 19-22 (CC=19, FF=22)

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= -9^{\circ} 51' 15'' + (19/3)^{\circ} = -3,520833333 = -3^{\circ} 31' 15'' \\ \text{Latitud} &= 44^{\circ} 00' 00'' - (22/6)^{\circ} = 40,33333333 = 40^{\circ} 20' 00'' \end{aligned}$$

Y la esquina Noroeste

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= -3^{\circ} 51' 15'' \\ \text{Latitud} &= 40^{\circ} 30' 00'' \end{aligned}$$

Y en consecuencia, para las escalas 1:25.000, 1:10.000 y 1:5.000 resulta lo siguiente:



### Distribución de las hojas MTN50 en Canarias

En el caso de las Islas Canarias, al objeto de maximizar la superficie terrestre cubierta por cada hoja, la distribución no adopta una definición completamente analítica de las esquinas, siendo la relación de hojas por numeración correlativa tal como se establece a continuación:

<b>Número correlativo</b>	<b>Esquina Sureste (Longitud/Latitud)</b>	<b>Esquina Noroeste (Longitud/Latitud)</b>
1079	-13 44 00.00 / 29 25 00.00	-13 24 00.00 / 29 15 00.00
1079 Bis	-13 21 00.00 / 29 17 30.00	-13 19 00.00 / 29 15 30.00
1080	-13 44 00.00 / 29 15 00.00	-13 24 00.00 / 29 05 00.00
1081	-14 04 00.00 / 29 05 00.00	-13 44 00.00 / 28 55 00.00
1082	-13 44 00.00 / 29 05 00.00	-13 24 00.00 / 28 55 00.00
1083	-18 03 00.00 / 28 51 40.00	-17 43 00.00 / 28 41 40.00
1084	-13 54 00.00 / 28 55 00.00	-13 34 00.00 / 28 45 00.00
1085	-18 03 00.00 / 28 41 40.00	-17 43 00.00 / 28 31 40.00
1086	-14 08 00.00 / 28 46 00.00	-13 48 00.00 / 28 36 00.00
1087	-18 03 00.00 / 28 31 40.00	-17 43 00.00 / 28 21 40.00
1088	-16 36 00.00 / 28 35 30.00	-16 16 00.00 / 28 25 30.00
1089	-16 16 00.00 / 28 35 30.00	-15 56 00.00 / 28 25 30.00
1090	-14 09 30.00 / 28 36 00.00	-13 47 30.00 / 28 26 00.00
1091	-16 56 00.00 / 28 25 30.00	-16 36 00.00 / 28 15 30.00
1092	-16 36 00.00 / 28 25 30.00	-16 16 00.00 / 28 15 30.00
1093	-14 20 40.00 / 28 26 00.00	-14 00 40.00 / 28 16 00.00
1094	-14 00 40.00 / 28 26 00.00	-13 40 40.00 / 28 16 00.00
1095	-17 25 00.00 / 28 13 00.00	-17 05 00.00 / 28 01 00.00
1096	-16 56 00.00 / 28 15 30.00	-16 36 00.00 / 28 05 30.00
1097	-16 36 00.00 / 28 15 30.00	-16 16 00.00 / 28 05 30.00
1098	-15 43 00.00 / 28 15 50.00	-15 23 00.00 / 28 05 50.00
1099	-14 34 30.00 / 28 12 00.00	-14 14 30.00 / 28 02 00.00
1100	-14 14 30.00 / 28 16 00.00	-13 54 30.00 / 28 06 00.00
1102	-16 46 00.00 / 28 05 30.00	-16 26 00.00 / 27 55 30.00
1103	-16 00 30.00 / 28 05 50.00	-15 40 30.00 / 27 55 50.00
1104	-15 40 30.00 / 28 05 50.00	-15 20 30.00 / 27 55 50.00
1105/1108	-18 12 30.00 / 27 51 30.00	-17 52 30.00 / 27 38 00.00
1106	-16 00 30.00 / 27 55 50.00	-15 40 30.00 / 27 45 50.00
1107	-15 40 30.00 / 27 55 50.00	-15 20 30.00 / 27 45 50.00
1109	-15 47 00.00 / 27 45 50.00	-15 27 00.00 / 27 35 50.00