MEMORIAS
DEL INSTITUTO
GEOGRAFICO
Y CATASTRAL

19

I. G. C.

MEMORIAS

DEL

INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

Tomo XIX

MADRID
TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

1948

TRABAJOS QUE COMPRENDE ESTE VOLUMEN

LA COMISIÓN PERMANENTE DE PESAS Y MEDIDAS

RESUMEN HISTÓRICO

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

Tomo XIX

I

LA COMISIÓN PERMANENTE DE PESAS Y MEDIDAS

RESUMEN HISTÓRICO

REDACTADO POR

GUILLERMO SANS HUELIN

Jefe del Servicio de Metrología, Secretario de la Comisión

Y

EDUARDO GARBALLO RIBOT

Ingeniero comprobador de la Comisión

Madrid. ——— Talleres del Instituto Geográfico y Catastral. ——— 1947

LA COMISIÓN PERMANENTE DE PESAS Y MEDIDAS

RESUMEN HISTÓRICO

I

Su creación y reorganizaciones sucesivas, trabajos efectuados y disposiciones publicadas.

Por ley de 19 de julio de 1849 se dispuso que en todos los territorios bajo el dominio de España hubiese un solo sistema de medidas y pesas, siendo esta la primera disposición oficial para definir nuevas medidas y pesas legales y que dió motivo a la fundación de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas. Por su importancia básica se insertan a continuación los textos íntegros de la mencionada ley, así como de la disposición oficial creando la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

LEY DE 19 DE JULIO DE 1849

MINISTERIO DE COMERCIO, INSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS

DOÑA ISABEL II, por la Gracia de Dios y la Constitución de la Monarquía española, REINA DE LAS ESPAÑAS, a todos los que las presentes vieren y entendieren, sabed que las Cortes han decretado y Nos sancionado lo siguiente:

Artículo 1.° En todos los dominios españoles habrá un solo sistema de medidas y pesas.

Art. 2.° La unidad fundamental de este sistema será igual en longitud a la diezmillonésima parte del arco del meridiano que va del Polo Norte al Ecuador y se llamará metro.

Art. 3.° El patrón de este metro, hecho de platino, que se guarda en el Conservatorio de Artes, y que fué calculado por D. Gabriel Ciscar y construído y ajustado por el mismo y D. Agustín Pedrayes, se declara patrón prototipo y legal, y con arreglo a él se ajustarán todas las del reino.

El Gobierno, sin embargo, se asegurará previa y nuevamente de la rigurosa exactitud del patrón prototipo, el cual se conservará depositado en el Archivo Nacional de Simancas.

Art. 4.° Su longitud, a la temperatura cero grados centígrados, es la legal y matemática del metro.

Art. 5.° Esta se divide en 10 decímetros, 100 centímetros y 1.000 milímetros.

Art. 6.° Las demás unidades de medida y peso se forman del metro, según se ve en el adjunto cuadro.

Art. 7.° El Gobierno procederá con toda diligencia a verificar la relación de medidas y pesas actualmente usadas en los diversos puntos de la Monarquía con las nuevas, y publicará los equivalentes de aquéllas en valores de éstas. Al efecto recogerá noticias de todas las medidas y pesas provinciales y locales, con su reducción a los tipos legales o de Castilla, y para su comprobación reunirá en Madrid una colección de las mismas. La publicación de las equivalencias con el nuevo sistema métrico tendrá lugar antes del 1.° de julio de 1851, y en Filipinas al fin del mismo año.

También deberá publicar una edición legal y exacta de la farmacopea española, en la que las dosis estén expresadas en valores de las nuevas unidades.

Art. 8.° Todas las capitales de provincia y de partido recibirán del Gobierno, antes del 1.° de enero de 1852, una colección completa de los diferentes marcos de las nuevas pesas y medidas.

Las demás poblaciones las recibirán posteriormente y a la mayor brevedad posible.

Art. 9.° Queda autorizada la circulación y uso de patrones que sean el doble, la mitad o el cuarto de las unidades legales.

Art. 10. Tan luego como se halle ejecutado, en cuanto sea indispensable, lo dispuesto en los artículos 7.° y 8.°, principiará el Gobierno a plantear el nuevo sistema por las clases de unidades cuya adopción ofrezca menos dificultades, extendiéndolo progresivamente a las demás unidades, de modo que antes de diez años quede establecido todo el sistema. En 1.° de enero de 1860 será éste obligatorio para todos los españoles.

Art. 11. En todas las Escuelas públicas o particulares en que se enseñe o deba enseñarse la aritmética o cualquiera otra parte de las matemáticas, será obligatoria la del sistema legal de medidas y pesas y su nomenclatura científica, desde 1.° de enero de 1852, quedando facultado el Gobierno para cerrar dichos establecimientos siempre que no cumplan con aquella obligación.

Art. 12. El mismo sistema legal y su nomenclatura científica deberán quedar establecidos en todas las dependencias del Estado y de la Administración provincial, inclusas las posesiones de Ultramar, para 1.° de enero de 1853.

Art. 13. Desde la misma época serán también obligatorios en la redacción de la sentencia de los Tribunales y de los contratos públicos.

Art. 14. Los contratos y estipulaciones entre particulares en que no intervenga escribano público, podrán hacerse válidamente en las unidades antiguas, mientras no se declaren obligatorias las nuevas de su clase.

Art. 15. Los nuevos tipos o patrones llevarán grabado su nombre respectivo.

Art. 16. El Gobierno publicará un reglamento determinando el tiempo, lugar y modo de procederse anualmente a la comprobación de las pesas y medidas y los medios de vigilar y evitar los abusos.

Art. 17. Los contraventores a esta ley quedan sujetos a las penas que señalan o señalaren las leyes contra los que emplean pesos y medidas no contrastadas.

Nuevas medidas y pesas legales.

Medidas longitudinales.

Unidad usual: El metro, igual a la diezmillonésima parte de un cuadrante de meridiano, desde el Polo Norte al Ecuador.

Sus múltiplos.

El decámetro = 10 metros.
El hectómetro = 100 metros.
El kilómetro = 1.000 metros.
El miriámetro = 10.000 metros.

Sus divisores.

El decímetro = un décimo de metro.
El centímetro = un centésimo de metro.
El milímetro = un milésimo de metro.

Medidas superficiales.

Unidad usual: El área igual a un cuadro de 10 metros de lado, o sea 100 metros cuadrados.

Sus múltiplos.

La hectárea o 100 áreas igual a 10.000 metros cuadrados.

Sus divisores.

La centiárea o el centésimo del área igual un metro cuadrado.

Medidas de capacidad y arqueo para áridos y líquidos.

Unidad usual: El litro, igual al volumen del decímetro cúbico.

Sus múltiplos.

El decálitro = 10 litros.
El hectólitro = 100 litros.
El kilólitro = 1.000 litros o una tonelada de arqueo.

Sus divisores.

El decílitro = un décimo de litro.
El centílitro = un centésimo de litro.

Medidas cúbicas o de solidez.

El metro cúbico y sus divisores.

Medidas ponderales.

Unidad usual: El kilogramo o 1.000 gramos, igual al peso en vacío de un decímetro cúbico, o sea un litro de agua destilada a la temperatura de cuatro grados centigrados.

Sus múltiplos.

Quintal métrico = 100.000 gramos.
Tonelada de peso = un millón de gramos, igual al peso del metro cúbico de agua.

Sus divisores.

Hectógramo = 100 gramos.
Decágramo = 10 gramos.
Gramo = peso de un centímetro cúbico, o sea un mililitro de agua.
Decigramo = un décimo de gramo.
Centígramo = un centésimo de gramo.
Miligramo = un milésimo de gramo.

Por tanto, mandamos a todos los Tribunales, Justicias, Jefes, Gobernadores y demás autoridades, así civiles como militares y eclesiásticas de cualquier clase y dignidad, que guarden y hagan guardar, cumplir y ejecutar la presente ley en todas sus partes.

Dado en San Ildefonso a diez y nueve de julio de mil ochocientos cuarenta y nueve.—Está rubricado de la Real mano.—*El Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas.*—JUAN BRAVO MURILLO.

REAL DECRETO

Para que tenga cumplido efecto lo prevenido en el párrafo segundo del artículo 3.° y en el párrafo primero del artículo 7.° de la ley de esta fecha, conformándome con lo propuesto por Mi Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.° Una comisión compuesta de personas peritas Me propondrá los medios de asegurarse de la rigurosa exactitud del metro de platino que existe en el Conservatorio de Artes, y procederá, asimismo, a verificar la relación de las medidas y pesas actualmente usadas, con las métricas, desempeñando también los demás trabajos relativos al mismo asunto que Mi Gobierno le encargue.

Art. 2.° La Dirección general de Agricultura, Industria y Comercio facilitará a la Comisión cuantos datos necesite, reclamando de los Jefes políticos y cualesquiera otras autoridades los que no existan en aquella dependencia.

Art. 3.° Los haberes de los auxiliares de la Comisión y los demás gastos que esto ocasione, se cargarán por este año, y hasta que puedan incluirse en el presupuesto, al artículo de imprevistos de los ramos de Agricultura, Industria y Comercio.

Dado en San Ildefonso a diez y nueve de julio de mil ochocientos cuarenta y nueve.—Está rubricado de la Real mano.—*El Ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas.*—JUAN BRAVO MURILLO.

Por Real orden de 20 de julio de 1849 se constituyó la primera Comisión Permanente de Pesas y Medidas del modo siguiente:

Presidente:

D. Vicente Sancho, Senador del reino.

D. Alejandro Oliván, Diputado a Cortes.

D. Vicente Vázquez Queipo, Diputado a Cortes.

D. Juan Suberease, Inspector general del Cuerpo de Caminos, Canales y Puertos.

D. Cristóbal Bordíu, Director general de Agricultura, Industria y Comercio.

D. Joaquín Alfonso, Director del Conservatorio de Artes.

Secretario:

D. Rafael Escriche, Profesor de matemáticas.

La Comisión comenzó dependiendo del Ministerio de Fomento y estaba afecta a la Dirección general de Agricultura, Industria y Comercio.

Sus primeros trabajos se dedicaron, primordialmente, a dar cumplimiento a los artículos 3.º y 7.º de la ley, proveyéndose de patrones prototipos de rigurosa exactitud y de aparatos y útiles adecuados para compararlos con las pesas y medidas provinciales y locales, entonces en uso, sacando sus equivalencias con el nuevo sistema métrico decimal.

A este fin, mandó a uno de sus miembros a París (Sr. Alfonso Director del Conservatorio de Artes) para poner todas las garantías posibles en la construcción de un comparador de gran precisión encargado a los Sres. Lerebours y Secretan, ópticos de aquella capital, y para que trajeran un metro exacto de platino, un kilogramo también de platino y un litro de latón.

Permaneció dicho Vocal en París vigilando la construcción de esos elementos y resolviendo las dificultades administrativas que se presentaron, y en diciembre de 1850 se trajo el comparador para longitudes hasta un metro, lo más moderno y preciso que se conocía y que permitía comparar las longitudes, tanto si estaban trazadas en una regla, como si estaban limitadas por sus cantos.

En septiembre de 1851 se recibieron el metro triangular de platino y el kilogramo del mismo metal, con un documento firmado por cinco miembros de la Academia de Ciencias de París, en el que constan las operaciones de verificación hechas

en el Observatorio de aquella capital, comparándolos con los respectivos tipos del Bureau de Longitudes de dicho país.

Estos dos ejemplares, juntamente con el litro de latón, de la misma procedencia, constituyeron los prototipos entonces para España.

En 26 de junio de 1851 remitió la Comisión al Gobierno las tablas de correspondencia de las pesas y medidas usadas en las provincias (faltaban siete, por no haberlas enviado), con una pequeña Memoria de los trabajos hechos para llegar a los resultados presentados, y por Real orden de 28 de junio de 1851 se publicaron en las *Gacetas* de 29 de junio y 2, 3 y 4 de julio del mismo año.

Completadas estas tablas con las provincias que faltaban, y hechas las operaciones con más cifras decimales (6), se enmendaron, y en sus resultados se tuvieron en cuenta los trabajos ejecutados en 1798 a 1800 por D. Gabriel Císcar, los de don Agustín Pedrayes y las comparaciones hechas por la Comisión. Se publicaron estas tablas por Real orden de 9 de diciembre de 1852.

En 1.º de diciembre de 1859, el Ministerio de Fomento remitió a informe de la Comisión una instancia de los señores Nallard y Compañía, en la que solicitaban la aprobación del sistema de aparatos contadores de gas que fabricaban, y el 5 de febrero siguiente emitió la Comisión su dictamen y dió normas para su contrastación.

Además de estos trabajos, la Comisión se ocupó de fijar los ejemplares que habían de constituir la colección destinada a cada provincia, subastas para su adquisición e incidentes y diferencias en las equivalencias.

*
* *

En 12 de diciembre de 1860 se reorganizó la Comisión,

dándole el carácter de Permanente por Real decreto, que dice así:

MINISTERIO DE FOMENTO

Tomando en consideración las razones que Me ha expuesto el Ministro de Fomento, vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.° La Comisión creada por Mi Real decreto de 19 de julio de de 1849, con objeto de proponerme los medios de ejecutar lo dispuesto en el párrafo segundo del artículo 3.°, y primero del artículo 7.° de la ley de 19 del propio mes y año sobre pesas y medidas, se reorganiza con el carácter de permanente.

Su atribución es consultar al Gobierno sobre las cuestiones a que dé lugar la ejecución de la referida ley y que éste someta a su consejo, y ejecutar e inspeccionar los trabajos que para llevar a cabo aquélla tenga por conveniente ordenarla.

Art. 2.° La Comisión se compondrá, además de los individuos de la actual Comisión residente en Madrid, de tres Profesores del Instituto Industrial o Escuela Mercantil y de tres individuos más que, por sus estudios o cargos, reunan conocimientos especiales en el ramo. El Director de Agricultura, Industria y Comercio será Vocal nato.

Art. 3.° El tiempo de desempeño del cargo de Vocal de la Comisión de Pesas y Medidas se computará, para la clasificación y abono de los haberes pasivos, a los que tengan adquiridos o adquieran en lo sucesivo opción a ello.

Art. 4.° La Comisión de Pesas y Medidas tendrá un Presidente y un Secretario nombrados por Mí entre sus mismos individuos. Tendrá también el número de subalternos que se consideren indispensables, pudiendo además el Ministro de Fomento agregar para auxiliar sus trabajos, a propuesta suya y temporalmente, empleados activos de otras dependencias.

Art. 5.° El Ministro de Fomento queda encargado de la ejecución de este decreto.

Dado en Palacio a doce de diciembre de mil ochocientos sesenta.—Está rubricado de la Real mano.—*El Ministro de Fomento*, RAFAEL DE BUSTOS Y CASTILLA.

REAL DECRETO

En consecuencia de lo dispuesto por Mi Real decreto de esta fecha reorganizando la Comisión creada el 19 de julio de 1849 para llevar a efecto la ley de Pesas y Medidas,

Vengo en nombrar Vocales de dicha Comisión a D. Francisco de Luxán, con el carácter y funciones de Presidente; a D. Alejandro Oliván, D. Vicente Vázquez Queipo, D. Buenaventura Carlos Aribau, D. Rafael Escriche, D. Lucio del Valle y D. Manuel María Azofra, individuos que son de la actual Comisión, y a D. Manuel Aguirre de Tejada, Oficial de Secretaría del Ministerio de Fomento; a D. Magín Bonet y D. Ignacio Sánchez Solís, Profesores del Instituto Industrial; a D. Pedro Tejada, que lo es de la Escuela de Comercio, y a D. Camilo Labrador, ex Diputado a Cortes.

Dado en Palacio a doce de diciembre de mil ochocientos sesenta.—Está rubricado de la Real mano.—*El Ministro de Fomento,* RAFAEL DE BUSTOS Y CASTILLA.

Esta Comisión se ocupó de surtir a todos los Ayuntamientos de España, de colecciones de pesas y medidas del nuevo sistema, dando esto lugar a muchísimas subastas para su construcción, trabajo consiguiente para su comprobación y, en su caso, recibo, y para su remisión a sus destinos, por lo que se montaron las oficinas de la Comisión con el personal técnico y administrativo necesario.

Atendiendo a la diversa índole de los trabajos se subdividió la Comisión el 17 de marzo de 1861 en tres secciones: una de reducción, otra de construcción y la tercera de comprobación.

Nuevamente en febrero de 1862 elevó la Comisión al Gobierno otras tablas de reducción de las pesas y medidas usuales a las del sistema métrico decimal, incluyendo en ellas las toneladas de peso y arqueo, las de codos cúbicos, las de pesas medicinales y las de metales y piedras preciosas. Aquél

las aprobó por Real Orden de 25 de abril de 1862 y dispuso S. M. se encargase a la Comisión de su impresión y estereotipación.

Desde esta fecha hasta la implantación obligatoria del sistema métrico decimal en España el 1.º de julio de 1871 (Real decreto de 24 de marzo de 1871, *Gaceta* del 2 de abril), la Comisión presentó el Reglamento que prescribe el artículo 16 de la ley de 1849, sobre tiempo, lugar y modo de proceder anualmente a las comprobaciones de las pesas y medidas, creando los Fieles Almotacenes y sus Oficinas, dotando a éstas de estuches de verificación construídos por los Hermanos Collot, de París, y de los punzones necesarios, construídos en la Casa de la Moneda, etc., organizando, en una palabra, este Servicio Nacional.

Por su importancia histórica damos a continuación algunos datos del mencionado Reglamento redactado por la Comisión, así como el texto íntegro del Decreto que declaró obligatorio definitivamente el sistema métrico decimal en España.

El Reglamento para la ejecución de la ley de Pesas y Medidas de 19 de julio de 1849 se dictó por el Ministerio de Fomento, por Real decreto de 27 de mayo de 1868, publicado en la *Gaceta* del 1.º de junio del mismo año, y consta de seis Títulos, tres disposiciones transitorias y dos anejos.

Los Títulos se refieren en sus artículos:

I. De los casos en que son obligatorias las pesas y medidas del sistema métrico y sus denominaciones.

II. De la comprobación y marca de las pesas y medidas.

III. De las penas en que incurren los contraventores.

IV. De la vigilancia en el uso de las pesas y medidas y del modo de proceder en caso de infracción.

V. De los derechos de comprobación y de marca y del modo de verificar su exacción.

VI. De los Almotacenes y de sus Fielatos.

Los anejos tratan:

El número 1, de las denominaciones, forma y tolerancia de las medidas y pesas, así como de las condiciones que deben reunir aquéllas y los aparatos de pesar, y el número 2, de la tarifa de los derechos que los Almotacenes percibirán por la comprobación de las pesas, medidas e instrumentos de pesar.

El Real decreto dice así:

MINISTERIO DE FOMENTO

EXPOSICIÓN

SEÑOR: Después de varias prórrogas concedidas para el establecimiento en la Península e islas adyacentes del nuevo sistema métrico decimal, mandado observar por la ley de 19 de julio de 1849 en todos los dominios españoles se dispuso, en Real decreto de 19 de junio de 1867, que desde 1.° de julio siguiente fuera aquél obligatorio para las dependencias del Estado y la Administración provincial, y desde el mismo día de 1868 para los particulares, establecimientos y corporaciones no comprendidos en la anterior calificación. Dificultades nacidas de no haber podido algunas dependencias de Hacienda preparar los medios necesarios para el cumplimiento de aquella disposición, obligaron al Gobierno, para evitar perjuicios al Tesoro, a aplazar hasta 1.° de enero de 1869 el planteamiento de dicha reforma, pero habiendo ocurrido antes de esta fecha el glorioso alzamiento nacional de septiembre de 1868, el Gobierno Provisional no creyó conveniente en aquellas críticas circunstancias llevar a efecto definitivamente este cambio, y se limitó a recomendar a los Gobernadores de las provincias, en circular de 22 de diciembre del propio año, que preparasen la opinion de sus administrados, estimulando a los Ayuntamientos populares y al comercio para llegar sin esfuerzo alguno al planteamiento del citado sistema.

Terminado felizmente el período constituyente, funcionando ya con normalidad el régimen representativo, es llegado el caso de llamar la atención de V. M. sobre tan necesaria medida, a fin de que lo antes

posible pueda establecerse definitivamente y sin ulterior aplazamiento una reforma que, si bien al principio podrá ofrecer algunas pequeñas dificultades, su realización ha de proporcionar inmensos beneficios a la Nación.

Fundado en estas consideraciones el Ministro que suscribe, de acuerdo con el Consejo de Ministros, tiene la honra de someter a la aprobación de V. M. el adjunto proyecto de decreto.

Madrid 24 de marzo de 1871.—*El Ministro de Fomento,* MANUEL RUIZ ZORRILLA.

DECRETO

En vista de las razones expuestas por el Ministro de Fomento, y de acuerdo con el Consejo de Ministros,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.° Desde 1.° de julio del corriente año regirá definitivamente en las dependencias del Estado y de la Administración provincial y municipal en todos los ramos, así como para los particulares, establecimientos y corporaciones en la Península e islas adyacentes, el sistema métrico decimal y su nomenclatura científica, mandado observar por la ley de 19 de julio de 1849, y reglamento para su ejecución aprobado por Real decreto de 27 de mayo de 1868.

Art. 2.° Por los Ministerios respectivos se adoptarán las disposiciones convenientes para que el planteamiento del indicado sistema pueda realizarse en la época prefijada en el artículo anterior.

Dado en Palacio a veinticuatro de marzo de mil ochocientos setenta y uno.—AMADEO.—*El Ministro de Fomento,* MANUEL RUIZ ZORRILLA.

En ese mismo período de 1862 a 1871, la Comisión estudió el Reglamento para el servicio de las Oficinas de la Comisión; continuó surtiendo de colecciones de Pesas y Medidas métrico decimales a los Ayuntamientos; resolvió toda clase de dudas respecto a equivalencias y de trámite y propuso la aprobación de la romana de D. Juan Vich, de Palma de Mallorca, único aparato nuevo que en ese tiempo se presentó a la aprobación.

El 20 de mayo de 1875, D. Francisco Malabouche regaló a la Comisión un modelo de báscula, el mismo día en que se firmó en París el Convenio entre varias Potencias para asegurar la unificación internacional y el perfeccionamiento del sistema métrico decimal.

Por Real decreto de 20 de diciembre de 1878 quedó encargada del servicio general de Pesas y Medidas la Dirección general del Instituto Geográfico y Estadístico, dependiendo la Comisión de la indicada Dirección y presidida por su Director, ocupando entonces su Presidencia D. Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, que ya era Vocal.

De aquí a 1900 los trabajos más interesantes de la Comisión, aparte de llevar el servicio corriente, como Junta Consultiva para toda clase de dudas e incidencias y propuestas del personal, fueron:

Intervenir en los estudios de aprobación de los contadores de gas inventados por los Sres. Liry Lizars y Compañía (1879); básculas densivolumétricas de Mr. T. Sourbé (1883); Goniobarímetro (1885); báscula de los Sres. Roca Parés, Hermanos (1892); romana de Malabouche (1892); Pesador Veloz (1895); remitir a París, para su comprobación con los prototipos provisionales, el metro y el kilogramo de platino que servían de antiguo de prototipos en España, devolviéndolos después de hecha aquélla en julio de 1885, con sus correspondientes certificados, adquiriendo el kilogramo gran valor científico por haber figurado en 15 comparaciones de gran precisión, ya con el prototipo internacional, ya con otros kilogramos de la Oficina de Breteuil y con los tipos de Alemania, Austria, Noruega, Rusia y Suiza.

También formuló el proyecto de reforma de la ley de Pesas y Medidas, que se aprobó por las Cortes y que se firmó en 8 de julio de 1892, que todavía está vigente; asimismo el Regla-

mento para su ejecución, firmado el 5 de septiembre de 1895 y el de régimen interior de la Comisión.

Se inserta a continuación el texto de la nueva ley, hoy en vigor.

DON ALFONSO XIII, por la Gracia de Dios y la Constitución, REY DE ESPAÑA, y en su nombre y durante su menor edad la REINA REGENTE del Reino;

A todos los que la presente vieren y entendieren, sabed que las Cortes han decretado y Nos sancionado lo siguiente:

Artículo 1.° En todos los dominios españoles regirá un solo sistema de pesas y medidas: el métrico decimal.

Art. 2.° La unidad fundamental del sistema será la longitud del metro prototipo construido y conservado conforme a las estipulaciones del Convenio, también internacional, firmado en París en 20 de mayo de 1875.

Art. 3.° El prototipo nacional del metro, formado de platino puro aleado con 10 por 100 en peso de iridio puro, será el deducido del prototipo internacional, con la ecuación o corrección que le corresponda, determinada por comparación directa en la Oficina internacional constituída según las disposiciones del citado Convenio.

Art. 4.° La unidad de peso y el prototipo nacional del kilogramo, serán asimismo, respectivamente, la determinada con el concurso de las naciones convenidas y el derivado directamente del prototipo internacional.

Art 5.° Los múltiplos y submúltiplos de ambas unidades fundamentales, así como los de las derivadas, serán decimales, con la nomenclatura propia del sistema.

Art. 6.° La custodia y conservación de los prototipos nacionales del metro y del kilogramo, con el esmero y precauciones y por los medios que la ciencia aconseja y exige, así como las comparaciones directas que con ellos se juzgue indispensable practicar, estarán a cargo del Ministerio de Fomento, el cual guardará también, con análogas precauciones y para utilizarlos en las comparaciones usuales, los patrones que hoy posee, comparados con los prototipos internacionales.

Art. 7.° El Ministerio de Fomento mantendrá con carácter oficial las equivalencias de las antiguas pesas y medidas de las provincias de

España con las del sistema métrico decimal, sin perjuicio de modificarlas cuando fuere necesario con la garantía científica oportuna.

Art. 8.º Todos los Ayuntamientos estarán provistos de una colección de tipos de pesas y medidas métrico decimales, contrastados por la Comisión permanente de Pesas y Medidas, y la conservarán cuidadosamente.

Art. 9.º El uso del sistema métrico decimal y de su nomenclatura es obligatorio en los actos y documentos de todas las dependencias del Estado, de la Provincia y del Municipio, lo mismo de la Península que de Ultramar, en el orden civil, militar, judicial y eclesiástico, así como en los contratos públicos y privados; es igualmente obligatoria la enseñanza del sistema en todas las Escuelas de Instrucción primaria.

Art. 10. Las pesas y medidas métricas llevarán grabado su nombre o la abreviatura correspondiente y la marca del Contraste del Estado.

Art. 11. Un Reglamento especial, que el Ministerio de Fomento publicará, contendrá todas las disposiciones concernientes a la ejecución de esta ley y al servicio del Contraste de Pesas y Medidas.

Art. 12. Los contraventores de los preceptos de esta ley quedarán sujetos a las penas que el Código penal señala, o señalare en lo sucesivo, a los que usen pesas y medidas ilegales o no contrastadas, sin perjuicio de las correcciones administrativas que el Reglamento imponga.

Por tanto:

Mandamos a todos los Tribunales, Justicias, Jefes, Gobernadores y demás autoridades, así civiles como militares y eclesiásticas, de cualquier clase y dignidad, que guarden y hagan guardar, cumplir y ejecutar la presente ley en todas sus partes.

Dado en Palacio a ocho de julio de mil ochocientos noventa y dos.—YO LA REINA REGENTE.—*El Ministro de Fomento*, AURELIANO LINARES RIVAS.

Las diferencias más destacadas entre esta ley aprobada con la de 1849, son:

Que ésta comprendía la adopción y la implantación del sistema métrico decimal en España, y para ello disponía que en todos los dominios españoles hubiese un solo sistema de

medidas y pesas, que tendría por unidad fundamental el metro, cuya longitud sería igual a la diezmillonésima parte del arco del meridiano que va del Polo Norte al Ecuador; declaraba patrón prototipo y legal el metro de platino, que se guardaba en el Conservatorio de Artes, calculado por D. Gabriel Císcar, y construído y ajustado por el mismo y D. Agustín Pedrayes; ordenaba la publicación de las equivalencias de las pesas y medidas entonces en uso con las del nuevo sistema, y fijaba normas y plazos para la implantación obligatoria de éste en todo el país.

Establecido el sistema y firmado en París el Convenio internacional para su unificación y perfeccionamiento (20 de mayo de 1875), la nueva ley de 1892 dejó de referirse a su implantación y pudo fijar como unidad fundamental del mismo la longitud del metro prototipo construído y conservado conforme a las estipulaciones del Convenio, declarando prototipo nacional el metro de platino puro, aleado con 10 por 100 en peso de iridio puro, deducido del prototipo internacional, con la ecuación o corrección que le corresponda, determinada por comparación directa en la Oficina internacional, y asimismo, y de un modo análogo, la unidad de peso y el prototipo nacional del kilogramo.

Por Real decreto de 7 de noviembre de 1890 se determinó que el Instituto Geográfico y Estadístico formase una Dirección general del Ministerio de Fomento, con todos sus servicios, y que presidiera la Comisión el Vocal que el Gobierno designase.

De 1900 a 1924, en que por Real decreto de 9 de junio de dicho año pasó al Ministerio de Trabajo la comprobación y vigilancia de las pesas y medidas, con el personal afecto a las mismas, la Comisión funcionó lo mismo, esto es, resolviendo toda duda, tanto en lo referente al servicio como a equivalencias, proporcionando el personal para desempeñar los cargos

de Fiel Contraste y estudiando e informando en todo aparato nuevo de pesar y medir que solicitara la aprobación para su uso en España; en ese tiempo confeccionó dos Reglamentos, reformando y añadiendo lo que la experiencia enseñaba, que fueron aprobados en 31 de diciembre de 1906 y 23 de julio de 1917.

De 1924 al Glorioso Moviento, la Comisión, sin tener que ocuparse del Servicio de Pesas y Medidas, ni de su personal, por haber pasado al Ministerio de Trabajo, intervino en el estudio de todo aparato nuevo que pretendiese autorización para su uso en España, que fueron muchos en este período, dando normas para fijar los honorarios de su contrastación (Real orden de 10 de abril de 1929, *Gaceta* del 11 de mayo de 1929); concretando las condiciones que deben reunir las balanzas automáticas y semi-automáticas (Decreto ministerial de 30 de julio de 1931), modificado en 20 de enero de 1932 (*Gaceta* del 24 de enero de 1932), y velando por el interés del público formuló las disposiciones siguientes: Decreto ministerial de 11 de septiembre de 1931 (*Gaceta* del 12) sobre creación de laboratorios y reforma del Reglamento; Decreto ministerial de 12 de mayo de 1932 (*Gaceta* del 19) disponiendo queden sometidos a la ley de Pesas y Medidas y a su Reglamento todos los aparatos automáticos de medir, pesos, capacidades, longitudes y demás unidades del sistema métrico decimal, que sirven para comerciar con el público, y, por último, el Real decreto de 5 de julio de 1935 (*Gaceta* del 10) declarando corresponde a la Presidencia del Consejo de Ministros la aprobación de toda clase de aparatos de pesar y medir y las autorizaciones para su circulación y uso legal, previo informe de la Comisión y creando los laboratorios de ésta.

Por Real decreto de 11 de abril de 1925 (*Gaceta* del 16) se hizo a la Comisión Cuerpo Superior consultivo del Gobierno,

especialmente de los Ministerios de Instrucción pública y de Trabajo, Comercio e Industria, modificando su constitución, dando entrada en ella a varios Vocales dependientes del Ministerio de Trabajo, encargándole, además, otro Real decreto de proponer a la mayor brevedad las reformas que estimase debían introducirse en el Reglamento.

Posteriormente, el Decreto de 13 de septiembre de 1934 (*Gaceta* del 18) amplió la composición de la Comisión dando entrada a nuevos Vocales.

* * *

Terminada la Gloriosa Cruzada se reorganizó la Comisión Permanente de Pesas y Medidas por la siguiente Orden de la Presidencia del Gobierno de 29 de enero de 1940 (*Boletín* del 30).

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO

Orden de 29 de enero de 1940 reorganizando la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

Ilmo Sr.: La Comisión Permanente de Pesas y Medidas, cuyo funcionamiento, debido a las circunstancias pasadas, no ha sido lo intenso y amplio que las necesidades nacionales requieren y los convenios internacionales nos obligan, ha de actuar en lo sucesivo con plena eficacia, lo que exige de una parte adaptación a la nueva organización de los servicios del Estado, y de otra una composición adecuada, simplificando la muy amplia que tenía anteriormente a los límites de lo absolutamente indispensable, ya que un excesivo número de Vocales ha demostrado la práctica que hace lenta y dificultosa la labor que tiene a su cargo. En su virtud, esta Presidencia del Gobierno ha dispuesto que en lo sucesivo la referida Comisión de Pesas y Medidas quede constituída en la forma siguiente:

Presidente:

El Director general del Instituto Geográfico y Catastral.

Vocales:

El representante de España en el Bureau International des Poids et Mesures, designado por este organismo.

Uno designado por la Fiscalía del Tribunal Supremo en representación de éste.

El Presidente del Consejo del Servicio Geográfico.

El Presidente del Consejo de Industria.

El Jefe del Taller de Precisión de Artillería.

Un Vocal designado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas en representación de éste.

El Ingeniero Geógrafo Jefe de la Sección Primera del Instituto Geográfico y Catastral.

Un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos designado por el Ministerio de Obras Públicas en representación de éste.

Un Ingeniero de Minas designado por el Ministerio de Industria en representación de éste.

Un Ingeniero Agrónomo designado por el Ministerio de Agricultura en representación de éste.

El Ingeniero Jefe del Servicio de Metrología de Precisión del Instituto Geográfico y Catastral.

Vocal Vicesecretario:

El Ingeniero Industrial encargado de los Asuntos de Pesas y Medidas en la Dirección general de Industria.

Ingenieros Comprobadores adscritos:

Un Ingeniero Industrial designado por la Dirección general de Industria.

Un Ingeniero Geográfo designado por la Dirección general del Instituto Geográfico y Catastral.

Auxiliares de Secretaría:

Un Auxiliar de Secretaría.
Un Mecanógrafo.
Un Mozo de Laboratorio designado por la Dirección general del Instituto Geográfico y Catastral.

Dios guarde a V. I. muchos años.—Madrid, 29 de enero de 1940.—P. D., *El Subsecretario*, VALENTÍN GALARZA.

Ilmo. Sr. Director general del Instituto Geográfico y Catastral.

Por Orden de 12 de junio de 1940 *(Boletín Oficial* del 14) se dispuso fuese ampliada la Comisión Permanente de Pesas y Medidas con el Jefe del Servicio de Armas Navales del Ministerio de Marina, en representación de dicho Departamento.

Como complemento de estas disposiciones, la propia Presidencia del Gobierno dictó, el 24 de julio del mismo año, la siguiente Orden *(Boletín Oficial* del 28 de julio de 1940):

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO

Orden de 24 de julio de 1940 sobre reorganización de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

Excmos. Sres.: Reorganizada la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, según dispuso la Orden de esta Presidencia de 29 de enero último *(Boletín Oficial* del día 30) y las demás complementarias dictadas con el mismo fin, quedará constituida en la forma siguiente:

Presidente:

Director general del Instituto Geográfico y Catastral, ilustrísimo Sr. D. Félix Campos-Guereta y Martínez.

Vicepresidente:

Presidente del Consejo del Servicio Geográfico, Ilmo. Sr. D. Juan Cruz-Conde y Fustegueras.

Vocales:

Representante de España en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (sin designar); Representante de la Fiscalía del Tribunal Supremo, Ilmo. Sr. D. Alfonso Palma Blázquez, Abogado; Representante del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Ilmo. Sr. D. José María Torroja Miret; Representante del Ministerio del Ejército, Jefe del Taller de Precisión de Artillería, Sr. D. Pedro Méndez Parada; Representante del Ministerio de Marina, Jefe del Servicio de Armas Navales, Sr. D. Amador Villar Marín; Representante del Ministerio de Obras Públicas, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Sr. D. Gonzalo Torres-Quevedo Polanco; Representante del Ministerio de Agricultura, Ingeniero Agrónomo, Ilmo. Sr. D. Juan Miranda González; Representante del Ministerio de Industria y Comercio, Ingeniero de Minas, Sr. D. Juan Manuel López Ascona; Presidente del Consejo de Industria, Ilmo. Sr. D. José Montes Garzón; Ingeniero Jefe de la Sección 1.ª del Instituto Geográfico y Catastral, Ilmo. Sr. D. Manuel de Cifuentes y Rodríguez.

Vocal Secretario:

Jefe del Servicio de Metrología de Precisión del Instituto Geográfico y Catastral, Ingeniero Geográfo, D. Guillermo Sans Huélin.

Vocal Vicesecretario:

Encargado de los Asuntos de Pesas y Medidas en la Dirección general de Industria, Ingeniero Industrial, D. Luis Iparraguirre de la Cueva.

Madrid 24 de julio de 1940.—P. D., *El Subsecretario*, VALENTÍN GALARZA.

Excelentísimos señores Ministros de Asuntos Exteriores, Justicia, Educación Nacional, Ejército, Marina, Obras Públicas, Agricultura, Industria y Comercio e ilustrísimo señor Director general del Instituto Geográfico y Catastral.

Más tarde, y de acuerdo con lo que determina el artículo 165 del nuevo Reglamento del Instituto Geográfico y Catastral, aprobado por Decreto de 22 de enero de 1944 *(Boletín Ofi-*

cial del 27 del mismo mes), que amplía la Comisión Permanente de Pesas y Medidas en un Vocal, Abogado del Estado de la Asesoría Jurídica de la Presidencia del Gobierno, se nombró para dicho cargo, por Decreto de 21 de julio de 1944, al Abogado Jefe de dicha Asesoría, Ilmo. Sr. D. Armando de las Alas Pumariño y González Muñoz.

Asimismo, y por Decreto de la Presidencia del Gobierno, de fecha 27 de diciembre de 1944, por el que se da cumplimiento a otro de 30 de septiembre del mismo año, en el que se dispone que el número de Vocales de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas sea aumentado en un Ingeniero Aeronáutico del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica, fué nombrado para dicho cargo el Ingeniero Aeronáutico, Director del Instituto Nacional Técnico Aeronáutico, ilustrísimo Sr. D. Felipe Lafita Babio.

Por disposición de la Presidencia del Gobierno, inserta en el *Boletín Oficial* correspondiente al 22 de febrero de 1943, se confirmaron en sus cargos de Miembros de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas, con la categoría de Jefe Superior de Administración civil, a los señores que la integraban en aquella fecha, a los efectos del artículo 8.º del Real decreto de la Presidencia de 6 de mayo de 1924 y de acuerdo con el artículo 30 del Real decreto de 4 de mayo de 1917.

Por Decreto de 21 de octubre de 1941 se dispuso el cese del Ilmo. Sr. D. Alfonso Palma Blázquez como Vocal de la Comisión, por su jubilación como Abogado Fiscal del Tribunal Supremo, y el nombramiento, como sustituto suyo, del ilustrísimo Sr. D. Juan García Romero de Tejada, el que, a su vez, y por ascenso, fué sustituído por el actual representante, excelentísimo Sr. D. Carlos Acquaroni Fernández, con fecha 5 de agosto de 1942.

Por Decreto de la misma fecha fué nombrado Vicepresi-

dente de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas el ilustrísimo Sr. D. Enrique Meseguer Marín, por fallecimiento del anterior, Ilmo. Sr. D. Juan Cruz-Conde y Fustegueras.

En fecha posterior, y por cese en la Jefatura de la Sección de Armas Navales del Ilmo. Sr. D. Amador Villar Marín, fué reemplazado por el actual representante del Ministerio de Marina Ilmo. Sr. D. Luis Ruiz de Apodaca, según disposición de 20 de diciembre de 1944.

La actividad de la Comisión Permanente, a partir de su reorganización, ha sido muy señalada, pues como consecuencia del Decreto de 5 de julio de 1935, no sólo ha tenido que estudiar e informar sobre los aparatos que se presentaban a la aprobación (balanzas, básculas, contadores eléctricos, de gas y de agua, tacógrafos, surtidores de gasolina), sino que ha tenido que preocuparse de montar laboratorios adecuados para ello, algunos de los cuales están ya instalados, como el de electricidad, agua, gas y surtidores de gasolina, y otros en estudio, como el de comprobación de manómetros.

Además, se ha ensanchado el campo de acción de la Comisión con nuevos servicios, interesantes en todos los aspectos para la vida nacional y para el desarrollo y perfeccionamiento de la industria; tales son los relativos a los modelos de compases de precisión, calibradores, etc., que utilizan tornillos micrométricos, nonios, etc., y que deben ser aprobados por la Comisión antes de ponerse a la venta, así como los de las reglas graduadas conceptuadas de precisión, a los modelos tipos de microbalanzas, balanzas de precisión y a los modelos de termómetros conceptuados de precisión y gran precisión, servicios todos que están regulados, preparándose otros cuyo estudio está muy adelantado.

Las disposiciones oficiales propuestas por la actual Comisión y aprobadas por la Presidencia del Gobierno hasta el día

de hoy, con independencia de las referentes a la aprobación de los aparatos-tipos de pesar y medir que figuran incluídas en la parte III de este compendio, son:

Decreto de 30 de mayo de 1941 *(Boletín Oficial* del 7 de junio) aprobando el Reglamento para la ejecución de la ley de Pesas y Medidas de 8 de julio de 1892, con todas las disposiciones oficiales dictadas sobre la materia hasta la fecha.

Orden de 17 de febrero de 1943 *(Boletín Oficial* del 17 de marzo) por la que se recuerda el cumplimiento del Reglamento para la ejecución de la ley de Pesas y Medidas.

Orden de 16 de abril de 1943 *(Boletín Oficial* del 20 de abril) definiendo las unidades radioactivas ya adoptadas oficialmente en otros países.

Decreto de 25 de mayo de 1944 *(Boletín Oficial* del 2 de junio) aprobando el Reglamento de la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

Orden de 8 de agosto de 1944 *(Boletín Oficial* del 19 de agosto), aclarada por la de 28 de noviembre de 1944 *(Boletín Oficial* del 5 de diciembre), por la que se dispone que todos los modelos de compases de precisión, pies de rey, sondas, calibradores, etc., que tengan como característica de su medida el utilizar como órganos que determinan la precisión de los mismos, tornillos micrométricos, nonios, etc., para poder ser puestos a la venta, sean aprobados por la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

Orden de 28 de diciembre de 1944 *(Boletín Oficial* del 17 de enero de 1945) por la que se dictan normas para la verificación de micrómetros, palmers y pies de rey.

Orden de 16 de marzo de 1945 *(Boletín Oficial* del 26 de marzo) por la que se dispone que los modelos de reglas graduadas metálicas, conceptuadas por sus fabricantes como instrumentos de precisión, sean aprobados por la Comisión Permanente de Pesas y Medidas para poder ser puestas a la venta y se dictan normas para la verificación de dichos modelos.

Decreto de 12 de julio de 1945 *(Boletín Oficial* del 16 de julio) dando normas para la aprobación del sistema de contadores de agua y gas.

Orden de 13 de noviembre de 1945 *(Boletín Oficial* del 25 de

noviembre) disponiendo que los sistemas y aparatos-tipos de pesar, comprendidos en las denominaciones de microbalanzas, balanzas de precisión, balanzas de platería y balanzas finas, sean presentados a la Comisisión Permanente de Pesas y Medidas para su estudio y propuesta de aprobación, si fuera procedente.

Orden de 23 de julio de 1946 *(Boletín Oficial* del 7 de agosto) disponiendo que los modelos de termómetros, conceptuados como de precisión y gran precisión, sean aprobados por la Comisión Permanente de Pesas y Medidas y fijando las características que deben reunir aquéllos.

Orden de 23 de julio de 1946 *(Boletín Oficial* del 16 de agosto) disponiendo que sean las Delegaciones de Industria los organismos encargados de la vigilancia periódica de la fabricación de compases de precisión micrómetros palmers, pies de rey, de precisión, microbalanzas, balanzas de precisión, balanzas de platería y balanzas finas, una vez aprobados los modelos correspondientes por la Comisión Permanente de Pesas y Medidas.

Orden de 12 de noviembre de 1946 *(Boletín Oficial* del 20 de noviembre) disponiendo que los modelos de matraces, probetas, pipetas y buretas, conceptuados de precisión, sean aprobados por la Comisión Permanente de Pesas y Medidas y fijando las condiciones que deben reunir aquéllos.

II

RELACION DE LOS MIEMBROS DE LA COMISION PERMANENTE DE PESAS Y MEDIDAS HASTA 1.º DE ENERO DE 1947

NOMBRES	CARGO	AÑOS
Excmo. Sr. D. Vicente Sancho	Presidente	1849-1860
Ilmo. » » Alejandro Oliván	Vocal y Presidente	1849-1878
» » » Vicente Vázquez Queipo	Vocal	1849-1893
» » » Juan Subercase	Idem	1849-1855
» » » Cristóbal Bordíu	Idem	1849-1853
» » » Joaquín Alfonso	Idem	1849-1855
» » » Rafael Escriche	Secretario y Vocal	1849-1871
» » » Lucio del Valle	Vocal	1856-1874
» » » José María Ontiveros	Idem	1856-1860
» » » Buenaventura Carlos Aribau	Idem	1856-1862
» » » Manuel María Azofra	Vocal y Secretario	1856-1863
Excmo. » » Francisco de Luxan	Presidente	1861-1863
» » » Manuel Aguirre de Tejada, Conde de Tejada de Valdosera	Vocal y Presidente	1861-1911
Ilmo. » » Ignacio Sánchez Solís	Vocal	1861-1889
» » » Pedro Tejada	Idem	1861-1870
» » » Camilo Labrador	Idem	1861-1875
» » » Magín Bonet	Secretario	1861-1894
» » » Constantino Ardanaz	Vocal	1863-1873
» » » Ramón Pellico	Idem	1863-1876
» » » Miguel Tenorio de Castilla	Idem	1863-1867
» » » José Magaz Jaime	Idem	1863-1893
» » » Frutos Saavedra Meneses	Idem	1863-1868
Excmo. » » Diego Coello y Quesada	Idem	1864-1897
Ilmo. » » Joaquín García y García	Idem	1864-1886
» » » Eduardo Rodríguez	Idem	1869-1881
Excmo. » » Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero	Vocal Presidente	1871-1890
» » » Eduardo Saavedra Moragas	Idem	1873-1912
» » » Cipriano Segundo Montesino	Vocal	1875-1901

NOMBRES	CARGO	AÑOS
Ilmo. Sr D. Félix Pérez Ruiz	Vocal	1875-1896
» » » Ignacio Páez Jaramillo	Idem	1877-1894
» » » Miguel Merino	Idem	1879-1905
» » » Joaquín Barraquer Rovira	Idem	1879-1905
» » » Francisco de Paula Arrillaga	Idem	1879-1919
» » » Federico Botella	Idem	1879-1899
Excmo. » » Antonio Fernández Durán y Bernaldo de Quirós	Idem	1891-1907
» » » Fermín Muguiro Azcárate	Idem	1891-1892
» » » Federico Luque	Idem	1891-1909
Ilmo. » » Ricardo Becerro de Bengoa	Idem	1894-1902
» » » Victoriano Deleito Butragueño	Idem	1894-1915
» » » Angel Galarza Vidal	Secretario y Vocal	1894-1923
» » » Bernardo M. Sagasta	Vocal	1901-1923
» » » Justo Santos Ruiz Zorrilla	Vocal y Secretario	1902-1923
» » » Santiago Alonso Padierna de Villapadierna	Vocal	1902-1903
» » » Pablo Ruiz de Velasco	Idem	1902-1907
Excmo. » » Faustino Rodríguez San Pedro	Vocal y Presidente	1902-1923
Ilmo. » » Antonio Esteban Gómez	Vocal	1904-1907
» » » Antonio M.ª de Mena y Calvo Rubio	Idem	1904-1923
» » » Marcelino Campoamor	Idem	1904-1904
» » » Fernando Santoyo	Idem	1904-1907
» » » Rafael Álvarez Sereix	Idem	1904-1923
» » » Ángel Herreros de Tejada	Idem	1907-1919
» » » Manuel Martín Puente	Idem	1907-1923
» » » José Santos y Fernández de Laza	Idem	1908-1915
» » » Eduardo Mier y Miura	Idem	1908-1917
» » » Juan Borrés Segarra	Idem	1908-1913
» » » Sebastián Maltrana Novales	Idem	1908-1913
» » » Carlos Álvarez Guijarro	Idem	1908-1917
» » » Saturnino Santos Ruiz Zorrilla	Idem	1910-1923
» » » Basilio Fernández Grande	Idem	1911-1917
» » » Basilio Paraíso Lassus	Idem	1912-1921
» » » Príamo Cebrián Yuste	Idem	1914-1923
» » » Manuel González Hontoria	Idem	1915-1920
» » » José de Azpiroz y González	Idem	1915-1915
» » » Eduardo Escribano García	Idem	1915-1924
Excmo. » » Carlos Prast Rodríguez de Llano	Idem	1918-1936
» » » Ramón Morenes García-Alessou	Idem	1918-1923
Ilmo. » » Santos López Pelegrín	Idem	1918-1923
» » » Enrique Flores Vallés	Idem	1918-1923

NOMBRES	CARGO	AÑOS
Ilmo. Sr. D. Agustín Sánchez Santana	Vocal	1919-1923
» » » José Rodríguez Carracido	Idem	1920-1923
» » » Mariano Matesanz de la Torre	Idem	1920-1920
» » » Blas Cabrera Felipe	Idem	1923-1936
» » » Carlos C. Montañés	Idem	1923-1924
» » » Manuel Soto Redondo	Idem	1923-1924
» » » Fulgencio de Miguel Alonso	Idem	1923-1925
Excmo. » » Leonardo de Torres Quevedo	Presidente	1923-1931
Ilmo. » » Antonio Gómez Vallejo	Vocal	1923-1933
» » » Jesús Cánovas del Castillo	Idem	1923-1933
» » » Sancho Rentero Rentero	Idem	1923-1928
» » » Santiago Pérez Infante	Idem	1923-1925
» » » José de Iriarte Travieso	Idem	1923-1924
» » » Pablo Galbete Campión	Idem	1923-1932
» » » Antonio Vera Valencia	Secretario	1923-1924
» » » José Galbis Rodríguez	Vicepresidente y Vocal	1924-1936
» » » Agustín Díaz Ordóñez	Secretario	1924-1928
» » » Ramón Fernández Urrutia	Vocal	1924-1927
» » » Luis Ruiz del Portal	Idem	1924-1931
» » » Juan Flórez Posada	Idem	1925-1929
» » » Enrique Mellado Lafuente	Idem	1925-1934
» » » Manuel Martínez Risco	Idem	1925-1936
» » » Alberto Inclán López	Idem	1925-1936
» » » José Álvarez Guerra	Vocal y Presidente	1925-1936
» » » Vicente Burgaleta Pérez de Laborda	Vocal	1925-1926
» » » Mariano de las Peñas Mesqui	Idem	1925-1936
» » » Julián González de Suso	Vocal	1927-1936
» » » Juan Mantilla Irurez	Idem	1927-1929
» » » Ubaldo de Azpiazu y Artazu	Secretario	1929-1934
» » » José de Elola y Gutiérrez	Presidente	1929-1930
» » » Eladio de Urdangarin Irizar	Vocal	1929-1930
» » » Antonio Grancha Bauxauli	Idem	1930-1934
» » » Rafael González Besada	Idem	1930-1933
» » » José Fernández Ferrer	Idem	1929-1930
» » » Santiago Castro Cardús	Idem	1931-1932
» » » Honorato de Castro Bonel	Presidente	1931-1933
» » » Manuel de la Vega Zayas	Vocal	1931-1933
Excmo. » » José M.ª Torroja y Miret	Idem	1931-1936 1940-1947
Ilmo. » » Casimiro Mahou García	Idem	1933-1936
» » » José Antonio Ubierna	Idem	1933-1936

	NOMBRES	CARGO	AÑOS
Ilmo.	Sr. D. Luis Doporto Marchori.....	Presidente.....	1933-1934
»	» » Salvador Clavijo Bethencourt...	Vocal.....	1933-1936
»	» » Enrique Gastardi Peón	Presidente.....	1934-1935
»	» » Cipriano Arbex Gusi	Secretario.....	1934-1938
»	» » Eusebio Martí Lamich.....	Vocal.....	1934-1935
»	» » Diego López Cubero.....	Idem.....	1934-1936
»	» » Miguel Rovira Malé.....	Idem	1934-1936
»	» » Jaime Martorell Portas.....	Idem	1934-1936
»	» » Manuel García Martínez	Idem	1934-1936
»	» » José Montes Garzón.....	Idem	1935-1936 1940-1947
»	» » Enrique Meseguer y Marín.....	Presidente, Vicepresidente.....	1935-1936 1942-1947
»	» » José Morillo Farfán.....	Vocal-Asesor	1936-1936
»	» » Félix Campos-Guereta.....	Presidente.....	1938-1947
»	» » Juan Cruz Conde Fustegueras...	Vicepresidente. ...	1940-1942
»	» » Alfonso Palma Blázquez.....	Vocal.....	1940-1941
»	» » Pedro Méndez Parada.....	Idem.....	1940-1947
»	» » Amador Villar Marín.....	Idem	1940-1944
»	» » Gonzalo Torres-Quevedo Polanco.....	Idem	1940-1947
»	» » Juan Miranda González.....	Idem	1940-1947
»	» » Juan Manuel López Azcona.....	Idem	1940-1947
»	» » Manuel Cifuentes y Rodríguez..	Idem	1940-1947
»	» » Guillermo Sans Huelin	Secretario.....	1940-1947
»	» » Luis Iparraguirre de la Cueva...	Vicesecretrrio.....	1940-1947
»	» » Armando de las Alas Pumariño.	Vocal.....	1944-1947
»	» » Felipe Lafita Babio.....	Idem	1945-1947
»	» » Juan García Romero de Tejada .	Idem.....	1942-1942
Excmo.	» » Carlos Acquaroni Fernández...	Idem.....	1942-1947
Ilmo.	» » Luis Ruiz de Apodaca.....	Idem	1945-1947

Además de estos señores fueron Vocales natos, cuando concurrieron, los Directores de Agricultura, Industria y Comercio desde 1860 hasta 1878, y los del Instituto Geográfico, desde 1890 a 1929.

III

Relación del material de pesar y medir que ha sido autorizado desde la fundación de la Comisión permanente hasta el 31 de diciembre de 1946, con inclusión de contadores de agua, electricidad y gas, que figuran en relaciones aparte.

Romana de D. Juan Vich, de Palma de Mallorca.—El 30 de mayo de 1868 se informó por la Comisión, y de acuerdo con este informe se aprobó por Orden de 24 de junio del mismo año.

Básculas densi-volumétricas de Mr. T. Sourbé.—La Comisión en 16 de julio de 1883 informó a la superioridad sobre su comprobación.

Báscula de los Sres. Roca Parés Hermanos, fabricantes de Barcelona. La Comisión en 5 de mayo de 1892 elevó su dictamen a la superioridad.

Romana de D. Fernando Malabouche, de Valencia.—El 14 de julio de 1892 emitió la Comisión el informe correspondiente.—Real orden de 12 de septiembre de 1892.

Pesador «Veloz».—La Comisión emitió informe el 21 de diciembre de 1895 y fué autorizado por Real orden de 22 de enero de 1896, dándose el 8 de abril del mismo año las instrucciones para su comprobación y marca.

Goniobarímetro de D. Darío Vacas.—Fué autorizado, previo informe de la Comisión de 16 de junio de 1889, por Real orden de 30 de abril de 1896, dándose el 28 de mayo del mismo año las instrucciones para su comprobación y marca.

Balanza «Hidro-barométrica».—Por Real orden de 12 de agosto de 1903 se autorizó su uso, y con fecha 9 de octubre del mismo año se dieron instrucciones para su comprobación.

Romana de Rico y Palos.—La Real orden de 16 de marzo de 1906 autorizó su uso, y el 31 de agosto del mismo año se dieron instrucciones para su comprobación.

Báscula «Chronos» para granos.—Fué aprobada por Real orden de 16 de marzo de 1909 *(Gaceta* de 26 de marzo).

«Pengrámetro».—Se aprobó por Real orden de 17 de junio de 1910 *(Gaceta* del 19 de junio).

Balanza «La Parisienne». — Se autorizó por Real orden de 28 de junio de 1912 *(Gaceta* del 2 de julio).

Báscula pesadora-registradora «Blake Denison». — Fué aprobada por Real orden de 24 de febrero de 1913.

Balanza semi-automática «Dayton-Nitek» tipo 221. — Por Real orden de 28 de enero de 1915 se autorizó su uso.

Básculas puentes «Henry Pooley». — Por Real orden de 6 de noviembre de 1917 se autorizó el uso de las básculas puentes con indicador automático, construídas por la Casa «Henry Pooley & Son», siempre que sean iguales a los dibujos enviados y al modelo que funciona en la estación de Santa Juliana del ferrocarril minero de Galdames a Sestao.

Balanzas «Toledo». — Por Real orden de 27 de noviembre de 1917 se autorizó el uso de las balanzas «Toledo»: cilíndrica de 10 kilogramos y forma abanico de un kilogramo (*Gaceta* del 16 de diciembre de 1917).

Por circular de 30 de diciembre de 1919 se consideraron incluídas en la autorización anterior las balanzas del mismo sistema «abanico» de 1,5 por 3 kilogramos y de 4 por 8 kilogramos.

Básculas «Toledo». Por Real orden de 25 de febrero de 1919 se autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Van-Berkel», de 15 kilogramos.—Por Real orden de 2 de febrero de 1920 se autorizó su uso.

Balanza automática «Detroit», de 1 kilogramo. — Por Real orden de 18 de marzo de 1922 se autorizó su uso.

Aparato de medir automático «Metergraph». — Por Real orden de 18 de marzo de 1922 se autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Avery» A. V. 1, de 10 kilogramos, y automática «Avery» A. V. 3, de 1 kilogramo. — La Real orden de 27 de junio de 1922 autorizó el uso de estas dos balanzas.

Báscula aérea «Avery». — Por Real orden de 11 de mayo de 1923 se autorizó el uso de esta báscula de matadero.

Balanzas «Wistof»: cilíndrica, de 10 kilogramos y abanico, de 2 kilogramos. — La Real orden de 4 de Agosto de 1923 autoriza su uso.

Balanza automática «Dayton» modelo 800, de 1,5 kilogramos. — La Real orden de 8 de agosto de 1923 autoriza su uso.

Balanza automática «Detroit», de 2,5 kilogramos en su indicador y otros 2,5 kilogramos en el mecanismo de destare, modelo 47. — Por Real orden de 8 de agosto de 1923 se autorizó su uso.

Báscula para personas «Wating-Automatic». — La Real orden de 9 de agosto de 1923 autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Avery», de 25 kilogramos. — Por Real orden de 11 de agosto de 1923 se autorizó su uso.

Báscula aérea construída por la Casa «Beck y Henkel», de Cassel. — Por Real orden de 15 de marzo de 1924 se autorizó el uso de esta báscula de matadero.

Balanza semi-automática «Dayton-Detroit», modelo 75, de 50 kilogramos. — La Real orden de 29 de abril de 1924 autoriza su uso legal.

Balanzas automáticas forma abanico marca «Avery», de 1, 2, 3 y 4 kilogramos de alcance. — Fueron autorizadas por Real orden de 30 de abril de 1924.

Báscula automática de pesar personas «Seitz-Werke». — La Real orden de 9 de agosto de 1924 autoriza y condiciona su uso.

Báscula para pesar personas marca «Royal». — Quedó autorizado y condicionado el uso de esta báscula automática por Real orden de 14 de agosto de 1924.

Balanza automática forma abanico marca «Wistoft», de 10 kilogramos. — La Real orden de 14 de agosto de 1924 autoriza su uso.

Balanza semi-automática A. V. 1 A. «Avery», de 10 kilogramos.—Por Real orden de 28 de febrero de 1925 quedó autorizado su uso.

Balanzas forma abanico marca «Wistoft», de 1 y de 5 kilogramos, sin diábolo.—La Real orden de 28 de febrero de 1925 autoriza el uso de estas balanzas, siempre que el indicador de la primera vaya dividido de 5 en 5 gramos por lo menos y en la segunda de 20 en 20.

Balanza semi-automática «Avery» A. 552, de 10 kilogramos.—Por Real orden de 10 de marzo de 1925 quedó autorizado este aparato.

Balanza semi-automática «Avery» A. 534, de 1,5 kilogramos de alcance.—Por Real orden de 16 de marzo de 1925 se autoriza su uso.

Básculas «Avery», de 150, 250, 500 y 1.000 kilogramos.—Por Real orden de 23 de marzo de 1925 quedaron autorizadas.

Balanza automática «Avery», forma abanico, de 5 kilogramos de alcance.—Esta balanza, idéntica a las aprobadas el 30 de abril de 1924, quedó autorizada por Real orden de 30 de mayo de 1925.

Balanza semi-automática «Avery», A. 553, de 25 kilogramos de alcance.—Por Real orden de 12 de junio de 1925 se autorizó su uso.

Balanzas de gran capacidad «Avery», de 100 y 150 kilogramos.—Se autorizó su uso por Real orden de 22 de junio de 1925.

Balanza automática «Van-Berkel», modelo C., de 3 kilogramos.—Se autorizó su uso por Real orden de 25 de junio de 1925.

Balanzas «Wistoft», de 1, 2, 3 y 5 kilogramos sin diábolo y con tablero delantero, y de 1 más 1, 2 más 2, 3 más 3 y 5 más 5 con diábolo y tablero delantero.—Quedaron autorizadas estas balanzas por Real orden de 9 de julio de 1925.

Balanza automática «Wistoft», forma abanico, de 2 más 2 kilogramos y tablero lateral.—Por Real orden de 16 de julio de 1925 quedó autorizado su uso.

Báscula para pesar personas marca «Santander».—Por Real orden de 30 de julio de 1925 quedó autorizado y condicionado su uso.

Romana de D. Luis Chica.—Por Real orden de 18 de febrero de 1926 quedó autorizado su uso, con la condición de ir acompañada de dos pesas para su comprobación.

El peso de éstas, por aclaración posterior, se deja la voluntad del propietario del aparato, sin más condición que la de poder hacer dos pesadas distintas de su graduación.

Báscula para pesar personas marca «Everitt».—Por Real orden de 25 de febrero de 1926 quedó autorizado el uso legal de esta báscula.

Balanza semi-automática «Avery» A. 572, de 15 kilogramos, con tabla calculadora de precios.—Por Real orden de 4 de marzo de 1926 se autorizó el uso de estas balanzas.

Balanzas semi-automáticas «Avery» tipos A. 552 y A. 553, de 15 y 30 kilogramos de alcance.—Por Real orden de 24 de abril de 1926 se autorizó el uso de estas balanzas.

Balanza semi-automática «Avery» A. 545, de 5 kilogramos, con tabla y sin tabla calculadora de precios.—La Real orden de 22 de mayo de 1926 aprobó la circulación y uso de esta balanza.

Balanza de mostrador «Astra».—Por Real orden de 31 de agosto de 1926 se autorizó su uso. Las instrucciones son las mismas dadas para la balanza métrico decimal «La Parisienne», por ser el mismo sistema *(Gaceta* del 6 de septiembre de 1926).

Balanzas automáticas «Baltic», de 1, 2, 3, 4 y 5 kilogramos de alcance.—Por Real orden de 14 de agosto de 1927 quedó autorizado el uso legal de estas balanzas.

Básculas de peso predeterminado «Toledo», de 25, 50, 75 y 100 kilogramos.—Por Real orden de 27 de agosto de 1927 quedó autorizado el uso de estas básculas.

Balanza automática «Day & Millward Ltd.», de un kilogramo.—La Real orden de 12 de septiembre de 1927 autorizó el uso de esta balanza.

Básculas automáticas «Toledo», de 5.000 kilogramos.—Por Real orden de 21 de septiembre de 1927 quedó autorizado el uso de estas básculas hasta esa capacidad.

Balanzas «Avery» A. V. 3, de 200, 250 y 500 gramos. La Real orden de 22 de octubre de 1927 autorizó el uso de estas balanzas.

Básculas semi-automáticas «Avery», tipo A. 557, de 3 0, 500, 1.000, 1.500, 2 000 y 3.000 kilogramos.—Por Real orden de 8 de noviembre de 1927 quedaron autorizadas.

Balanza semi-automática «Dayton-Nitek», tipo 221, ya aprobada, con las modificaciones siguientes: ampliación de la escala automática a 2 kilogramos y también que el 0 esté en el centro de la escala y pueda pesarse hasta un kilogramo a la derecha o izquierda. - Por Real orden de 17 de noviembre de 1927 se autorizaron esas modificaciones.

Básculas de plataforma para pesos predeterminados marca «Avery», modelo A. 771, de 150 y 250 kilogramos con romana y pesas sueltas, y de 150 kilogramos con doble romana. - Estos aparatos quedaron aprobados por Real orden de 19 de noviembre de 1927.

Balanzas semi-automáticas Avery» A. 602, de 3 kilogramos (automática hasta un kilogramo y por barra de destare hasta los 3), con tabla y sin tabla calculadora de precios.

Balanza automática «Avery» A. 602, de 1 y 2 kilogramos, con tabla y sin tabla calculadora de precios.- Por Real orden de 2 de marzo de 1928 se autorizó el uso de estas balanzas.

Balanza automática «Wistoft», forma abanico, de 6 kilogramos y platillo lateral.—Por Real orden de 22 de marzo de 1928 se autorizó su uso. Instrucciones, las de la Real orden de 1.° de julio de 1925 para la balanza «Wistoft», abanico y plato lateral *(Gaceta* del 25 de marzo de 1928).

Básculas «Testut».- Por Real orden de 27 de marzo de 1928 quedaron autorizadas las básculas de este sistema, ya sean de cabina, columna y para pesar personas, cuyas capacidades oscilan entre 50 y 1.000 kilogramos.

Balanzas automáticas «Testut» de 5 a 50 kilogramos.—Por Real orden de 13 de abril de 1928 se autorizó su uso.

Balanzas automáticas «Sast , tipos D. y E., de 3 y 6 kilogramos.- Por Real orden de 13 de abril de 1928 quedaron autorzadas.

Balanzas semi-automáticas «Sast», tipo A., de 15 y 20 kilogramos.—Por Real orden de 13 de abril de 1928 quedaron autorizadas.

Balanza semi-automática marca «Rag», nombre «Danubio», de 15 kilogramos de alcance.—La Real orden de 27 de junio de 1928 autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Duchesne», de 15 kilogramos.—La Real orden de 12 de julio de 1928 autorizó su uso.

Balanza automática «Sast», tipo C., de un kilogramo.—La Real orden de 21 de julio de 1928 autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Probat», tipo C., de 20 kilogramos.—La Real orden de 17 de agosto de 1928 autorizó su uso.

Balanza semi-automática «G. Hartner», de 10 kilogramos.—Por Real orden de 28 de agosto de 1928 quedó autorizada.

Balanza automática «True Weight System», de 2 kilogramos de alcance.—La Real orden de 28 de agosto de 1928 autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Van-Berkel», modelo T., de 20 kilogramos de alcance.—Esta balanza está incluída en la Real orden de 2 de febrero de 1920, habiendo publicado la Subdirección de Industria una circular en ese sentido en la *Gaceta* del 15 de septiembre de 1928.

Básculas automáticas «Avery».—Por Real orden de 30 de enero de 1929 se autorizó su uso, en las capacidades de: 150, 200, 250, 500, 750 y 1.000 kilogramos.

Balanza semi-automática «Avery» A. 554, de 60 kilogramos.—La Real orden de 30 enero de 1929 autorizó su uso.

Balanzas semi-automáticas «Dayton», modelo 121, de 20 y 40 kilogramos.—Por Real orden de 9 de febrero de 1929 fueron autorizadas.

Balanzas automáticas «Day & Millward», de 2 y 3 kilogramos de alcance.—La Real orden de 9 de febrero de 1929 autorizó su uso, con las instrucciones dadas en la Real orden de 12 de septiembre de 1927 *(Gaceta* del 2 de marzo de 1929).

Balanza semi-automática «Van Berkel», modelo T., de 20 kilogramos.—La Real orden de 6 de marzo de 1929 dispuso se considere comprendida en la de 2 de febrero de 1920, que autorizó el uso del sistema *(Gaceta* del 7 de abril de 1929).

Básculas aéreas «Toledo».—Por Real orden de 3 de abril de 1929 quedaron autorizadas.

Balanza semi-automática «Liège», de 15 kilogramos.—Por Real orden de 3 de abril de 1929 se autorizó la circulación y uso legal de esta balanza.

Aparato medidor de aceite comestible «Satam», tipo E. 2.—La Real orden de 3 de abril de 1929 autorizó su uso.

Báscula puente «Pooley», núm. 504.—La Real orden de 3 de abril de 1929 autorizó su uso.

Balanzas automáticas «Avery», 591 y 595, de 2,5, 4, 5, 10 y 15 kilogramos.—Por Real orden de 10 de abril de 1929 quedaron autorizadas, pero con la condición de que las divisiones de su escala vayan espaciadas 2 mm. por lo menos.

Balanzas automática «Toledo», de 6 kilogramos, y semi-automática «Toledo», de 15 kilogramos.—La Real orden de 10 de abril de 1929 autorizó el uso de estas balanzas.

Báscula para pesar personas «Mills Novelty».—La Real orden de 10 de abril de 1929 autorizó el uso de estas básculas, siempre que se instalen en lugares públicos y de recreo, sin que pueda utilizarse para transacciones comerciales, y debiendo llevar un letrero en sitio visible que diga: «Útil solamente para pesar personas sin fines médicos.»

Como estas básculas no han sido aprobadas, y sólo se autoriza su uso excepcio-

nalmente, no están sujetas a comprobación, haciéndolo únicamente a petición de los propietarios que las instalen *(Gaceta* del 26 de abril de 1929).

Báscula «Avery» para pesar personas.—La Real orden de 10 de abril de 1929 autorizó su uso, con las mismas condiciones que la báscula anterior «Mills Novelty» *(Gaceta* del 26 de abril de 1929).

Aparato medidor de aceite comestible «Satam», tipo E. 3.—Por Real orden de 8 de julio de 1929 se autorizó su uso.

Balanzas automáticas «City», de 1, 2, 3, 4, 5 y 10 kilogramos.—La Real orden de 8 de julio de 1929 autorizó el uso de estas balanzas.

Balanza semi-automática «True Weight System», de 10 kilogramos.—La Real orden de 24 de julio de 1929 autorizó su uso.

Básculas «Avery», serie A. 700, modelos A. 710, A. 721, A. 732, A. 733, A. 744 y A. 745.—Por Real orden de 12 de agosto de 1929 se autorizó su uso.

Báscula «Princesa», de 300 kilogramos.—Por Real orden de 7 de diciembre de 1929 se autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Ortega», de 20 kilogramos.—La Real orden de 7 de diciembre de 1929 autorizó su uso.

Balanza «Van Berkel», modelo «Cyclope», de 5 kilogramos.—Por Real orden de 7 de diciembre de 1929 quedó autorizada.

Balanzas «Bizerba»: automática, de un kilogramo; semi-automáticas del tipo A., de 2, 5 y 10 kilogramos, y semi-automáticas del tipo B., de 2, 5 y 10 kilogramos.—Por Real orden de 7 de diciembre de 1929 quedaron autorizados estos aparatos.

Balanzas automáticas «Probat», de 1 y 3 kilogramos.—Por Real orden de 16 de enero de 1930 se autorizó su uso.

Balanzas «Avery», serie K, que comprende: De capacidad fija: K. 21, de 1 kilogramo, con divisiones de 5 en 5 gramos; K. 21 C., de 2 kilogramos, con divisiones de 10 en 10 gramos.—De capacidad variable: K. 21 D., de 500 gramos y adicional hasta 1 kilogramo; K. 22, de 1 kilogramo y adicional hasta 2; divisiones de 5 en 5 gramos; K. 24, de 1 kilogramo y adicional hasta 5; divisiones de 5 en 5 gramos; K. 24 C., de 2 kilogramos y adicional hasta 10; divisiones de 10 en 10 gramos.—Por Real orden de 14 de abril de 1930 se autorizó el uso de las balanzas de dicha serie.

Aparato medidor de aceite «Nova».—Por Real orden de 14 de abril de 1930 se autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Graff», de 20 kilogramos.—Por Real orden de 14 de abril de 1930 se autorizó su uso.

Dos balanzas automáticas «Bizerba», de 500 gramos (construcción Plus-Minus, una de ellas). Por Real orden de 14 de abril de 1930 se autorizó su uso.

Balanzas semi-automáticas «Nelson», de 10, 20 y 40 kilogramos.—Por Real orden de 14 de abril de 1930 se autorizó su uso.

Medida de 1/8 de litro adaptada al aparato medidor de aceite «Satam», tipo E. 3.—Por Real orden de 12 de julio de 1930 se autorizó su uso *(Gaceta* del 22 de julio de 1930).

Balanza automática «Bizerba», de 1 kilogramo de alcance.—Por Real orden de 12 de julio de 1930 se autorizó su uso legal.

Básculas registradoras «Dinse», de 10, 100, 300, 500, 1.000, 2.000, 3.000 y 4.000 kilogramos. Básculas puentes de la misma marca de 5.000 a 100.000 kilogramos.—

La Real orden de 12 de julio de 1930 autorizó la circulación y uso legal de dichas básculas.

Balanza automática «Mobba», de 8 kilogramos de alcance.—Por Real orden de 6 de agosto de 1930 se autorizó su uso.

Aparato medidor de aceite «Super».—Por Real orden de 15 de noviembre de 1930 se autorizó su uso.

Aparato medidor de aceite «Fip».—Por Real orden de 15 de noviembre de 1930 se autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Alexanderwerk», de 20 kilogramos.—La Real orden de 9 de febrero autorizó su uso *(Gaceta* del 12 de febrero).

Balanza semi-automática «Bizerba», de 25 kilogramos.—Por Real orden de 9 de febrero se autorizó su uso *(Gaceta* del 12 de febrero).

Balanza «Toledo» para pesos predeterminados hasta 15 kilogramos.—Por Orden ministerial de 6 de agosto se autorizó su uso *(Gaceta* del 11 de agosto).

Báscula automática eléctrica «Vogel & Halke« para pesar personas.—Por Orden ministerial de 6 de agosto se autorizó su uso.

Báscula «Premier» para pesar personas.—Por Orden ministerial de 6 de agosto se autorizó su uso, con la condición de que no se empleen nunca en transacciones comerciales y que lleven un letrero que diga: «Útil solamente para pesar personas, sin fines médicos.»

No están sujetas a comprobación, haciéndolo únicamente a petición de sus propietarios.

Báscula «Klein» para pesar personas.—Por Orden ministerial de 6 de agosto se autoriza su uso con las mismas condiciones y limitaciones que la anterior *(Gaceta* del 12 de agosto).

Balanza semi-automática «Castel», de 15 kilogramos.—Por Orden ministerial de 6 de agosto fué autorizado su uso *(Gaceta* del 12 de agosto).

Aparato medidor de aceite marca «Paca».—Por Orden ministerial de 16 de octubre se autorizó su uso.

Balanzas semi-automáticas «Bizerba», de 15 kilogramos.—Por Orden ministerial de 9 de diciembre se incluyen en el art. 9.° del Decreto de 30 de julio último, y por tanto se autoriza la introducción, contraste y venta de las 500 balanzas de ese tipo, números 26.137 al 26.139; 27.157 al 27.166; 27.189 al 27.198; 27.301 al 27.303; 27.305 y 40.501 al 40.973, todos inclusive *(Gaceta* del 17 de diciembre).

Balanza semi-automática «Bizerba», de 15 kilogramos.—Por Orden ministerial de 29 de diciembre se autorizó su uso *(Gaceta* del 9 de enero de 1932).

Balanzas semi-automáticas «Atlas», de 5 y 10 kilogramos.—Por Orden ministerial de 29 de diciembre se autorizó su uso *(Gaceta* del 9 de enero de 1932).

Balanza semi-automática «Ortega», de 5 kilogramos.—La Orden ministerial de 29 de diciembre autorizó su uso *(Gaceta* del 9 de enero de 1932).

Aparato medidor de líquidos marca «Nerbi», modelo 100.—Por Orden ministerial de 4 de marzo se autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Sast», tipo K. D. 2, de 2 kilogramos.—La Orden ministerial de 31 de mayo autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Mobba», de 16 kilogramos.—Por Orden ministerial de 19 de julio se autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Lindells», de 20 kilogramos.—La Orden ministerial de 1.° de agosto autorizó su uso.

Balanza automática «Hispania», de 5 kilogramos.—La Orden ministerial de 15 de agosto autorizó su uso con zona neutra igual a las balanzas semi-automáticas, en atención a la original disposición del aparato.

Aparatos medidores «Satam», tipos E. 3, E. 6 y E. 7.—La Orden ministerial de 6 de septiembre autorizó su uso.

Aparato medidor de aceite «Romero».—Por Orden ministerial de 4 de noviembre se autorizó su uso (1932).

Balanzas semi-automáticas «Sast», tipos M., de 20 kilogramos y K. M., de 10 kilogramos.—La Orden ministerial de 4 de noviembre autorizó su uso (1932).

Aparatos medidores de líquidos «Nerbi», modelo 100, tipos L y E.—La Orden ministerial de 14 de noviembre autorizó su uso (*Gaceta* del 16 de noviembre de 1932).

Balanza semi-automática «Ideal», de 20 kilogramos.—Por Orden ministerial de 17 de noviembre se autorizó su uso (1932).

Aparato medidor de aceites lubrificantes «Satam», tipo L.—La Orden ministerial de la Presidencia de 6 de febrero de 1933 autorizó su uso, con la condición de llevar un letrero en sitio bien visible que diga: «Sólo útil para medir aceites lubrificantes» (*Gaceta* del 8 de febrero de 1933).

Aparato medidor de leche «Satam», D. L. 4.—Este aparato quedó aprobado por Orden ministerial de la Presidencia de 6 de febrero de 1933.

Balanza semi-automática «Magriñá», de 6 kilogramos.—La Orden ministerial de la Presidencia de 6 de febrero de 1933 autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Magriñá», de 20 kilogramos.—La Orden ministerial de la Presidencia de 6 de febrero de 1933 autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Atlantic», de 20 kilogramos.—Por Orden ministerial de 6 de febrero de 1933 se autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Bizerba», de 3 kilogramos.—Este aparato quedó autorizado por Orden ministerial de 24 de marzo de 1933.

Balanza semi-automática «Avery», modelo A. 531.—Por Orden ministerial de 28 de marzo de 1933 quedó aprobado este aparato.

Balanza semi-automática «Cima», de 20 kilogramos.—Quedó autorizada esta balanza por Orden ministerial de 28 de abril de 1933.

Aparatos medidores de aceite lubrificante «Wayne», modelos 600-S.-C.-V.-M.-X. y 603 A.—La Orden ministerial de 28 de abril de 1933 autorizó el uso de estos aparatos, debiendo llevar un letrero que diga: «Sólo útil para aceites lubrificantes».

Báscula de pesar personas «Avery», A. 647, de 140 kilogramos.—La Orden ministerial do 28 de abril de 1933 autorizó su uso, pero condicionándolo, ya que se funda este aparato en la distensión de resortes, de modo que no se utilice para transacciones mercantiles, y obligándole a llevar un letrero que diga: «Util solamente para pesar personas sin fines médicos».

Esta báscula no está sujeta a comprobación, ya que no está aprobada de un modo absoluto, y sólo se contrastará a petición del propietario que la instale.

Aparato medidor de vino «Satam», V. I.—La Orden ministerial de 28 de abril de 1933 autorizó su uso, con la condición de llevar un letrero que diga: «Sólo útil para líquidos alcohólicos» (*Gaceta* del 4 de mayo de 1933).

Aparato automático medidor de líquidos «Wayne», 851 A.—Este aparato quedó autorizado por Orden ministerial de 3 de mayo de 1933.

Aparato automático de medir líquidos «Gilbert Barker», T. 3.500.—Por Orden ministerial de 3 de mayo de 1933 quedó autorizado.

Aparato automático de medir líquidos «Wayne», tipo 861 A.—La Orden ministerial de 23 de mayo de 1933 autorizó el uso de este aparato.

Aparato de medir líquidos «Wayne», 560, para aviación.—La Orden ministerial de 4 de julio de 1933 autorizó el uso de este aparato.

Balanzas «Ortega», automática de 2 kilogramos y semi-automática de 4 kilogramos.—Quedaron aprobadas por Orden ministerial de 4 de julio de 1933.

Aparato medidor distribuidor de gasolina «Samoa-Myard», tipo S. M. A.—Por Orden ministerial de la Presidencia de 16 de agosto de 1933 quedó aprobado.

Aparato medidor de gasolina «D. F. 5».—Se aprobó por Orden ministerial de 16 de agosto de 1933.

Balanzas semi-automáticas «Roch», de 5 y 20 kilogramos.—Quedaron aprobados estos aparatos por Orden ministerial de 16 de agosto de 1933.

Balanzas «Berkel», tipos L.; L. 5; 101 S.; E. B.; Z. N.—Estos aparatos quedaron aprobados por Orden ministerial de 16 de agosto de 1933.

Balanza semi-automática «Satam», tipo 2, de 20 kilogramos.—Quedó aprobada por Orden ministerial de 16 de agosto de 1933.

Báscula parlante de pesar personas «Saap».—La Orden ministerial de 29 de agosto autorizó su uso con la condición de que no se emplee nunca en transacciones comerciales y llevando un letrero que diga: «Util solamente para pesar personas sin fines médicos».

No está sujeta a contrastación, haciéndolo únicamente a petición de su propietario.

Báscula parlante de pesar personas «Ahrens».—La Orden ministerial de 29 de agosto de 1933 autorizó su uso en las mismas condiciones que la anterior (*Gaceta* del 2 de septiembre.

Balanza semi-automática «Arisó», de 20 kilogramos.—La Orden ministerial de 20 de enero de 1934 autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Berkel», tipo S. 10, de 10 kilogramos, y báscula «Berkel» suspendida, modelo 20.000, en sus tres capacidades de 20, 40 y 60 kilogramos.—Por Orden ministerial de 22 de enero de 1934 fueron autorizados estos aparatos.

Balanza semi-automática «Recsi», de 10 kilogramos.—La Orden ministerial de 24 de enero de 1934 autorizó su uso.

Balanza semi-automática «Montaña», de 15 kilogramos.—Fué autorizada por Orden ministerial de 6 de abril de 1934.

Aparato medidor de aceite marca «Em».—Fué autorizado por Orden ministerial de 7 de abril de 1934.

Aparato medidor de leche «Le Serlait», de 1/2 y 1 litro.—La Orden ministerial de 7 de abril de 1934 autorizó el uso de este aparato.

Aparato automático de medir líquidos potables «Parra L. 1».—Fué autorizado por Orden ministerial de 7 de abril de 1934.

Básculas «Berkel», modelo 22.001, pesa personas; 3.011, de mostrador, en sus capacidades de 25, 50 y 75 kilogramos y 1.121, fija o con ruedas, en sus capacidades

de 125, 250 y 500 kilogramos,—Estos aparatos fueron aprobados por Orden ministerial de 10 de abril de 1934.

Báscula de pesar personas «Seitz-Werke», sin motor eléctrico.—Fué autorizada por Orden ministerial de 28 de abril de 1934, con la condición de que no se emplee en transacciones mercantiles, llevando un letrero que diga: «Solamente para pesar personas», e indicaciones para las pesadas inferiores a 12 kilogramos.

Esta báscula no está sujeta a comprobación, ya que no está aprobada de un modo absoluto, haciéndose aquélla solamente a petición del propietario que la instale.

Balanza semi-automática «Ortega», de 4 kilogramos.—La Orden ministerial de 28 de abril de 1934 aclaró a qué balanza de esta marca y alcance se refería la autorización concedida por Orden ministerial de 5 de julio de 1933 *(Gaceta* del 1.º de mayo).

Báscula de pesar personas «Seitz-Kerke», modelo X.—La Orden ministerial de 23 de junio de 1934 autorizó su uso, pero condicionándolo, ya que se funda en la distensión de resortes, de modo que no se utilice en transacciones mercantiles, y obligándola a llevar un letrero que diga: «Util solamente para pesar personas sin fines médicos».

Esta báscula no está sujeta a comprobación, ya que no está aprobada de un modo absoluto, haciéndose aquélla solamente a petición del propietario que la instale.

Balanza semi-automática «Mobba», de 10 kilogramos.—La Orden ministerial de 23 de junio de 1934 autorizó su uso.

Balanzas «Arisó», semi-automática, de 2 kilogramos y automática de 5 kilogramos. Por Orden ministerial de 23 de junio de 1934 fueron autorizadas estas dos balanzas.

Balanzas semi-automáticas «Bizerba», tipos U. 2, de 2 kilogramos; U. 3, de 3 kilogramos; 5 U., de 5 kilogramos; 10 U., de 10 kilogramos, y 10 NM., de 10 kilogramos.—Estos aparatos fueron autorizados por Orden ministerial de 24 de noviembre de 1934.

Orden ministerial autorizando el uso del aparato medidor de líquidos marca «Nervi», modelo M. *(Gaceta* del 6 de enero de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la báscula simi-automática marca «Ariso», de 60 kilogramos *(Gaceta* del 21 de enero de 1935.

Orden ministerial autorizando el uso de la balanza semi-automática marca «Dina», de 3 kilogramos de alcance *(Gaceta* del 7 de febrero de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso del aparato medidor de aceites comestibles marca «Blasco» *(Gaceta* del 21 de febrero de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso del aparato medidor de leche marca «Almuee» *(Gaceta* del 28 de marzo de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la balanza semi-automática marca «Parra», de 6 kilogramos *(Gaceta* del 13 de abril de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la balanza semi-automática «Dina», de 10 kilogramos *(Gaceta* del 13 de abril de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso del aparato medidor de líquidos, especialmente de aceite, marca «Arin» *(Gaceta* del 13 de abril de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de las balanzas semi-automáticas «Loiz», de 10 y 20 kilogramos *(Gaceta* del 13 de abril de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso del aparato surtidor para el suministro de carburantes «Gilbert» & Barker», modelo «Tru-Meter», con la condición de que lleve

un letrero en sitio muy visible que diga: «Los excesos de medida sobre número exacto de litros no se cobran» *(Gaceta* del 13 de abril de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de las balanzas semi-automáticas «Sast», modelo PDP., de 3 kilogramos, y modelo PKM., de 10 kilogramos, por ser semejante a los modelos D. y KM., aprobados por Real orden de 13 de abril de 1928 y Orden ministerial de 4 de noviembre de 1932 *(Gaceta* del 4 de mayo de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de las balanzas marca «Magriñá» semi-automáticas de 2 y 3 kilogramos; automática de un kilogramo y semi-automáticas, con romana exterior, de 2, 3, 5 y 10 kilogramos *(Gaceta* del 30 de mayo de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la balanza semi-automática marca «Mobba», de 3 kilogramos *(Gaceta* del 4 de junio de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la balanza semi-automática marca «Exacta», de 10 kilogramos *(Gaceta* del 4 de junio de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de las básculas «Ariso», en las capacidades de 30, 90, 120, 150, 375, 750, 1.000 y 1.500 kilogramos *(Gaceta* del 4 de junio de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la balanza semi-automática marca «Kasnovel», de 10 kilogramos *(Gaceta* del 2 de julio de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la medida de 3/4 de litro adaptada al aparato medidor de aceite marca «Em», aprobado por Orden ministerial de 7 de abril de 1934 *(Gaceta* del 13 de julio de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso del aparato medidor de aceite marca «Mercedes», con las medidas de 1/8, 1/4, 1/2 y 1 litro *(Gaceta* del 13 de julio de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la báscula de pesar personas «Watling», tipo «Junior», de 135 kilogramos *(Gaceta* del 13 de julio de 1935).

Orden ministerial autorizando la circulación y uso legal en España de los aparatos surtidores de gasolina marca «Wayne», modelos 40-A. y 50 *(Gaceta* del 4 de agosto de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso del aparato medidor de aceite marca «El Olivo» *(Gaceta* del 14 de agosto de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la balanza semi-automática marca «Roch-Ok», de 6 kilogramos *(Gaceta* del 14 de agosto de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la balanza semi-automática marca «Igarra», de 10 kilogramos *(Gaceta* del 14 de agosto de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la balanza semi-automática marca «Ariso», de 5 kilogramos *(Gaceta* del 14 de agosto de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de los aparatos automáticos «Noé, núm. 1», para medir aceite y «Noé, núm. 2», para medir vino y demás líquidos alcohólicos, en las medidas de 1/8, 1/4, 1/2, 3/4 y 1 litro *(Gaceta* del 14 de agosto de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso del aparato medidor de aceite marca «Esvich» *(Gaceta* del 14 de agosto de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso del surtidor de gasolina marca «Satam», tipo C. C. *(Gaceta* del 15 de agosto de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso del surtidor de gasolina «Calco-Meter Gilbert & Barker», tipo M. 370, para gasolina y otros combustibles líquidos, y el «Gilbert & Barker», modelo T. 37, para medir aceites lubrificantes, con la condición, éste

último, de llevar un letrero que diga: «Útil solamente para lubrificantes» *(Gaceta* del 15 de agosto de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso del surtidor de gasolina marca «Tokheim», modelo 850 *(Gaceta* del 13 de septiembre de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de los aparatos medidores de aceite marca «Parra, núm. 3» *(Gaceta* del 27 de diciembre de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la balanza semi-automática «Parra», de 15 kilogramos *(Gaceta* del 27 de diciembre de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso del aparato medidor de líquidos marca «Carmencita R.» *(Gaceta* del 27 de diciembre de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de la balanza semi-automática marca «Deop», de 5 kilogramos *(Gaceta* del 27 de diciembre de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso del aparato medidor de aceite marca «Lig» *(Gaceta* del 27 de diciembre de 1935).

Orden ministerial autorizando el uso de los aparatos surtidores de gasolina marca «Tokheim», modelos 870 y 870-A., y los modelos números 34 y 37 *(Gaceta* del 2 de enero de 1936).

Orden ministerial autorizando el uso de la balanza semi-automática «Igarra», de 20 kilogramos *(Gaceta* del 2 de enero de 1936).

Orden ministerial autorizando el uso de los aparatos de líquidos marca «Neibi», modelo H., para líquidos viscosos (aceite); HV., para vino y líquidos alcohólicos, y LB., para leche y, en general, líquidos no viscosos y de poca densidad *(Gaceta* del 2 de enero de 1936).

Orden ministerial autorizando el uso del distribuidor-medidor de gasolina marca «Erie», modelo 10-RS. *(Gaceta* del 5 de enero de 1936).

Orden ministerial autorizando el cambio de nombre de la balanza semi-automática «Satam», tipo 2, de 20 kilogramos, por el de «Lletjos» *(Gaceta* del 12 de enero de 1936).

Orden ministerial aprobando las básculas registradoras «Schembers», con plataforma «Pibernat», en las capacidades de 100 a 1.000 kilogramos *(Gaceta* del 12 de enero de 1936).

Orden ministerial aprobando el medidor de aceite «Satam», E-3 bis, para capacidades de 1/8, 1/4 y 1/2 litro *(Gaceta* del 19 de enero de 1936).

Orden ministerial aprobando las básculas «Avery-Pibernat» hasta 1.500 kilogramos de capacidad, con zona neutra *(Gaceta* del 6 de febrero de 1936).

Orden ministerial aprobando el depósito-medidor de agua marca «Fob» *(Gaceta* del 23 de febrero de 1936).

Orden ministerial aprobando el surtidor de gasolina marca «Service Station», modelo 1.500 *(Gaceta* del 20 de marzo de 1936).

Orden ministerial aprobando los aparatos medidores de líquidos marca «R. Zepol» *(Gaceta* del 22 de abril de 1936).

Orden ministerial aprobando la balanza semi-automática marca «Dina», de 5 kilogramos *(Gaceta* del 22 de abril de 1936).

Orden ministerial aprobando las balanzas semi-automáticas marca «Paca», de 10 y 15 kilogramos *(Gaceta* del 2 de mayo de 1936).

Orden ministerial autorizando el uso de la medida de 3/4 de litro adaptada al

aparato medidor de aceite aprobado, marca «Paca» *(Gaceta* del 2 de mayo de 1936).

Orden ministerial aprobando las balanzas semi-automáticas marca «City», de 10, 15 y 20 kilogramos *(Gaceta* del 6 de mayo de 1936).

Orden ministerial autorizando la circulación y uso legal en España del medidor por extracción de aceite lubrificante, marca «Satam», de 100 centímetros cúbicos *(Gaceta* del 16 de julio de 1936).

Orden ministerial autorizando la circulación y uso legal en España del aparato automático distribuidor, medidor y contador de gasolina marca «Erie», modelo número 70 *(Gaceta* del 16 de julio de 1936).

Orden ministerial autorizando la circulación y uso legal en España del aparato medidor de líquidos, modelo para aceite, marca «Pili» *(Gaceta* del 16 de julio de 1936).

Orden autorizando provisionalmente la báscula automática «Torner», de 300 kilogramos *(Boletín Oficial* del 21 de mayo de 1938, Burgos).

Aprobando la balanza semi-automática «Deop», de 10 kilogramos *(Boletín Oficial* de 1.° de septiembre de 1940).

Aprobando la báscula para personas «The Loboy», de 135 kilogramos, con la condición de que no se emplee para transacciones comerciales, llevando un letrero que diga: «Útil solamente para pesar personas» *(Boletín Oficial* de 1.° de septiembre de 1940).

Aprobando la balanza semi-automática «Kaufmann», de 10 kilogramos *(Boletín Oficial* del 13 de octubre de 1940).

Autorizando el uso de la balanza semi-automática «Z. y S.», de 10 kilogramos, *(Boletín Oficial* del 19 de noviembre de 1940).

Autorizando el uso de la balanza semi-automática «Montaña», de 15 kilogramos, *(Boletín Oficial* del 19 de noviembre de 1940).

Autorizando el uso de la balanza semi-automática «Parra», de 6 kilogramos *(Boletín Oficial* de 19 de noviembre de 1940).

Autorizando el uso de la balanza semi-automática «Igarra», de 6 kilogramos, con romana tipo 2.000 *(Boletín Oficial* del 19 de noviembre de 1940)

Autorizando la balanza semi-automática «Parra», de dos platos y 5 kilogramos de alcance *(Boletín Oficial* del 20 de noviembre de 1940).

Autorizando el uso de la balanza semi-automática «Igarra», tipo 1.000 A., de 8 kilogramos *(Boletín Oficial* del 14 de enero de 1941).

Autorizando el uso de la balanza semi-automática «Parra», de 3 kilogramos *(Boletín Oficial* del 14 de enero de 1941).

Autorizando el uso de la balanza semi-automática «Mobba», de 6 kilogramos *(Boletín Oficial* del 14 de enero de 1941).

Autorizando el uso de la balanza semi-automática «Igarra», tipo 300, de 5 kilogramos *(Boletín Oficial* del 18 de abril de 1941).

Autorizando el uso de la balanza semi-automática «Inba», de 10 kilogramos *(Boletín Oficial* del 9 de mayo de 1941).

Orden ministerial de 21 de julio de 1941. — Aprobando las básculas «Pibernat», modelo B., 200, de 150, 375, 750 y 1.500 kilogramos *(Boletín Oficial* del 29 de julio).

Orden ministerial de 24 de noviembre de 1941. — Aprobando la balanza semi-automática «Igarra», tipo 200, de 20 kilogramos y dos platos, con mecanismo de destare *(Boletín Oficial* del 28 de noviembre).

Orden ministerial de 24 de noviembre de 1941.—Aprobando la balanza semi-automática de un plato, con romana, marca «Ortega», modelo F. 1, de 5 kilogramos (*Boletín Oficial* del 28 de noviembre).

Orden ministerial de 4 de febrero de 1942. Autorizando el Aparato Pesador Automático marca «Torner», adaptable a básculas de 1.000, 10.000 y 100.000 kilogramos en adelante, y ratificando la aprobación de la báscula automática «Torner», de 300 kilogramos (*Boletín Oficial* del 9 de febrero).

Orden ministerial de 8 de abril de 1942.—Aprobando la balanza semi-automática de un plato, con romana, marca «Zy S.», de 5 kilogramos (*Boletín Oficial* del 14 de abril).

Órdenes ministeriales de 17 de abril de 1942.—Aprobando las balanzas semi-automáticas, de un plato, con romana marca «Igarra», de 5 kilogramos, tipo 2.200 y de 8 kilogramos, tipo 2.100 (*Boletín Oficial* del 28 de abril).

Orden ministerial de 17 de junio de 1942.—Aprobando la balanza semi-automática de dos platos marca «Brigel», de 10 kilogramos (*Boletín Oficial* del 15 de julio).

Orden ministerial de 3 de julio de 1942.—Autorizando la balanza semi-automática de un plato marca «Sahara», de 3 kilogramos (*Boletín Oficial* del 10 de julio).

Orden ministerial de 3 de julio de 1942.—Aprobando la balanza semi-automática de dos platos marca «Sahara», de 10 kilogramos (*Boletín Oficial* del 10 de julio).

Orden ministerial de 3 de julio de 1942.—Aprobando la balanza semi-automática de dos platos marca «Campeona», de 20 kilogramos (*Boletín Oficial* del 13 de julio).

Orden ministerial de 29 de julio de 1942.—Autorizando la balanza semi-automática de dos platos marca «Deop», de 3 kilogramos (*Boletín Oficial* del 13 de agosto).

Orden ministerial de 25 de noviembre de 1942.—Aprobando la balanza semi-automática de dos platos marca «Oyarzun», de 10 kilogramos (*Boletín Oficial* del 1.º de diciembre).

25 de noviembre de 1942.—Acuerdo respecto a las balanzas de resorte «Eli-Ber», estimándolas como aparatos domésticos, sin estar sujetos a comprobación y exigiéndoles un letrero que diga: «No autorizada para transacciones comerciales».

Orden ministerial de 24 de febrero de 1943.—Autorizando la balanza semi-automática de dos platos marca «Roch», tipo C, de 20 kilogramos (*Boletín Oficial* del 21 de marzo).

Orden ministerial de 24 de febrero de 1943.—Autorizando la balanza semi-automática de un plato, con romana, marca «Roch», de 6 kilogramos (*Boletín Oficial* del 21 de marzo).

Orden ministerial de 4 de marzo de 1943.—Autorizando la instalación en España de la báscula parlante pesa personas «The Majestic», con la condición de que no se emplee nunca en transacciones comerciales. No está sujeta a comprobación (*Boletín Oficial* del 21 de marzo).

Orden ministerial de 14 de abril de 1943.—Autorizando la balanza semi-automática de un plato, con romana, marca «Dina», de 8 kilogramos (*Boletín Oficial* del 24 de abril).

Orden ministerial de 7 de julio de 1943.—Autorizando la balanza semi-automática de dos platos marca «Campeona», de 10 kilogramos (*Boletín Oficial* del 29 de julio).

Orden ministerial de 7 de julio de 1943.—Aprobando la balanza semi-automática de dos platos. marca «Zy S.», de 20 kilogramos (*Boletín Oficial* del 30 de julio).

Orden ministerial de 21 de julio de 1943.— Aprobando el aparato automático de capacidad marca «Star», para gasolina, modelo 45 *(Boletín Oficial* del 5 de agosto).

Orden ministerial de 21 de julio de 1943.— Aprobando el aparato automático de capacidad marca «Sahara», para aceite *(Boletín Oficial* del 5 de agosto).

Orden ministerial de 21 de julio de 1943.—Aprobando la báscula automática «Grau», de 200 kilogramos *(Boletín Oficial* del 5 de agosto).

Orden ministerial de 14 de septiembre de 1943.—Autorizando la balanza semiautomática marca «Cibeles», de 5 kilogramos, de un plato, con romana *(Boletín Oficial* del 20 de septiembre).

Orden ministerial de 30 de noviembre de 1943.—Aprobando la balanza semiautomática de dos platos marca «Atil», de 10 kilogramos *(Boletín Oficial* del 13 de diciembre).

Orden ministerial de 30 de noviembre de 1943.—Aprobando la báscula automática marca «Lletjos», de 200 kilogramos *(Boletín Oficial* del 14 de diciembre).

Orden ministerial de 30 de noviembre de 1943.—Aprobando el medidor de aceite «Ortega» *(Boletín Oficial* del 14 de diciembre).

Orden ministerial de 10 de diciembre de 1943.—Aprobando la balanza automática «Deop», colgante, especial para pescaderías, de 5 kilogramos *(Boletín Oficial* del 14 de diciembre).

Orden ministerial de 24 de diciembre de 1943.—Aprobando las básculas «Pibernat» A. 200, serie A. S. M. de 30, 60 y 120 kilogramos *(Boletín Oficial* del 6 de enero de 1944).

Orden ministerial de 11 de abril de 1944.—Aprobando la balanza semi-automática de dos platos «Atlántida», de 10 kilogramos *(Boletín Oficial* de 18 de abril).

Orden ministerial de 11 de abril de 1944.— Autorizando el aparato automático de capacidad marca «Luke», modelo Ma-21 para aceites y líquidos alcohólicos *(Boletín Oficial* del 18 de abril).

Orden ministerial de 11 de abril de 1944.—Autorizando la balanza semi-automática «Ortega», de un plato y pilón interior, de 6 kilogramos *(Boletín Oficial* del 18 de abril).

Orden ministerial de 8 de agosto de 1944.—Aprobando la báscula aérea semiautomática «Tarradell, de 800 kilogramos *(Boletín Oficial* del 19 de agosto).

Orden ministerial de 8 de agosto de 1944.—Aprobando la báscula automática «Lletjos», de 50 kilogramos *(Boletín Oficial* del 19 de agosto).

Orden ministerial de 8 de agosto de 1944.—Autorizando la balanza semi-automática, de un plato, «Exacta», de 10 kilogramos *(Boletín Oficial* del 19 de agosto).

Orden ministerial de 8 de agosto de 1944.—Aprobando la balanza semi-automática «Exacta, de un plato y 6 kilogramos *(Boletín Oficial* del 19 de agosto).

Orden ministerial de 8 de agosto de 1944.—Aprobando la balanza semi-automática, de un plato, «Montaña», de 4 kilogramos *(Boletín Oficial* del 19 de agosto).

Orden ministerial de 8 de agosto de 1944.—Autorizando la balanza semi-automática «Campeona», de un plato, de 5 kilogramos *(Boletín Oficial* del 19 de agosto).

Orden ministerial de 30 de agosto de 1944.—Aprobando la báscula automática «Lletjos», de 500 kilogramos *(Boletín Oficial* del 4 de septiembre).

Orden ministerial de 14 de octubre de 1944.—Aprobando los tacógrafos marca «Kienzle», tipos TCO 2 y TCO 7 *(Boletín Oficial* del 21 de octubre).

Orden ministerial de 20 de diciembre de 1944.—Aprobando la balanza colgante, especial para pescaderías, marca «Deop», de 7 kilogramos *(Boletín Oficial* del 6 de enero de 1945).

Orden ministerial de 20 de diciembre de 1944.—Aprobando la balanza-báscula semi-automática marca «Ariso», tipo pesa-bebés, con romana exterior, de 11 kilogramos *(Boletín Oficial* del 8 de enero de 1945).

Orden ministerial de 15 de marzo de 1945.—Aprobando el aparato automático de capacidad marca «Satam», tipo P, exclusivamente para aceites lubrificantes *(Boletín Oficial* del 24 de marzo de 1945).

Orden ministerial de 30 de abril de 1945.—Aprobando el aparato automático para medir aceite hasta 1 litro, marca «Atil» *(Boletín Oficial* del 8 de mayo de 1945).

Orden ministerial de 24 de julio de 1945.—Aprobando el medidor de aceite «Mobba» *(Boletín Oficial* del 3 de agosto de 1945).

Orden ministerial de 24 de julio de 1945.—Aprobando la balanza automática de 1 kilogramo, marca «Mobba» *(Boletín Oficial* del 3 de agosto de 1945).

Orden ministerial de 13 de noviembre de 1945.—Aprobando la balanza semi-automática, de un plato, con romana, marca «Sahara», de 8 kilogramos *(Boletín Oficial* del 24 de noviembre de 1945).

Orden ministerial de 20 de enero de 1946.—Autorizando el uso del medidor-distribuidor de aceites y alcoholes marca «Luke», modelo M. A. 1/2. *(Boletín Oficial* del 11 de febrero de 1946).

Orden ministerial de 27 de marzo de 1946.—Aprobando el contador-totalizador de gasolina y aceites pesados marca «L. M. V.», modelo núm. 2, de 50 mm. de paso, para 13.000 litros hora *(Boletín Oficial* del 8 de abril de 1946).

Orden ministerial de 27 de marzo de 1946.—Aprobando el medidor de aceite marca «Dueñas» *(Boletín Oficial* del 8 de abril de 1946).

Orden ministerial de 23 de julio de 1946.—Aprobando la balanza semi-automática de un plato, con romana exterior y contrapeso interior, marca «Macías», de 12 kilogramos *(Boletín Oficial* del 10 de agosto de 1946).

Orden ministerial de 23 de julio de 1946.—Aprobando la balanza semi-automática marca «Magriña», modelo K, de 10 kilogramos *(Boletín Oficial* del 9 de agosto de 1946)

Orden ministerial de 30 de agosto de 1946.—Aprobando con el carácter de instrumentos de precisión los micrómetros marca «Pel», de 50 y 150 mm. para mediciones exteriores e interiores *(Boletín Oficial* del 12 de septiembre de 1946).

Orden ministerial de 2 de octubre de 1946.—Aprobando la báscula automática para cereales y granos marca «A. S. P.» para pesos de 40 a 90 kilogramos *(Boletín Oficial* del 11 de octubre de 1946).

Orden ministerial de 22 de octubre de 1946.—Aprobando la balanza semi-automática de un plato marca «Campeona», de 8 kilogramos *(Boletín Oficial* del 6 de noviembre de 1946).

Orden ministerial de 10 de diciembre de 1946.—Aprobando la balanza semi-automática marca «Macías», de 15 kilogramos *(Boletín Oficial* del 19 de diciembre de 1946).

Contadores de agua aprobados desde que la Comisión interviene en su estudio, o sea desde 1935.

Contadores volumétricos de pistón marca «Delaunet», modelos I y II en los calibres: 7, 8, 10, 13, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 125, 150, 175 y 200 mm.—Orden ministerial de 29 de agosto de 1940 *(Boletín Oficial* del 30 de septiembre).

Contadores de velocidad «Delaunet», modelos I y II en los mismos calibres de los anteriores.—Orden ministerial de 29 de agosto de 1940 *(Boletín Oficial* del 30 de septiembre).

Contador de velocidad «Delaunet», modelo «Din», tipo U, de chorro simple y múltiple.—Orden ministerial de 21 de octubre de 1940 *(Boletín Oficial* del 24).

Contadores de velocidad «Tavira», modelo «Din», tipo U, de chorro simple y múltiple.—Orden ministerial de 21 de octubre de 1940 *(Boletín Oficial* del 24).

Contador de velocidad «Tajo», modelo «Din», tipo U, de chorro simple y múltiple.—Orden ministerial de 21 de octubre de 1940 *(Boletín Oficial* del 25).

Contador «El Sol», en sus calibres: 7, 10, 13, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80 y 100 milímetros.—Orden ministerial de 29 de julio de 1942 *(Boletín Oficial* del 10 de agosto).

Contadores eléctricos aprobados desde que interviene en su estudio la Comisión, o sea desde 1935.

Contador «Rema», tipo W. K., para corriente alterna monofásica, construído por «Hajos Szantos», de Budapest.—Orden ministerial de 24 de enero de 1936 *(Gaceta* del 29).

Contador «Ferranti» para corriente trifásica, tipos F. L. X., con hilo neutro y F. L. Y. sin él, para corriente trifásica.—Orden ministerial de 31 de enero de 1936 *(Gaceta* del 3 de febrero).

Indicador de máxima, tipo M., construído por la Compañía para la fabricación de contadores, para ser adaptado a los contadores.—Orden ministerial de 27 de febrero de 1936 *(Gaceta* del 2 de marzo).

Contador «Atea», tipo M. 32, para corriente monofásica.—Orden ministerial de 11 de julio de 1936 *(Gaceta* del 16).

Dispositivo registrador de consumo en vacío de transformadores de potencia, tipo C. V. T.—Orden ministerial de 26 de agosto de 1940 *(Boletín Oficial* del 1.º de septiembre).

Modificación en el contador monofásico, tipo V. 5.—Orden ministerial de 26 de agosto de 1940 *(Boletín Oficial* del 1.º de septiembre).

Contadores D. 7, D. 9, D. 11 y D. 15, para dos fases y neutro «Siemens».—Orden ministerial de 29 de agosto de 1940 *(Boletín Oficial* del 29 de septiembre).

Contador «Heliowatt Werke», tipo E. 6, para corriente alterna monofásica y E. 6

bipolar, para instalaciones sin neutro.—Orden ministerial de 15 de octubre de 1940 *(Boletín Oficial* del 21).

Contador B. 6 «Contimeter».—Orden ministerial de 21 de julio de 1941 *(Boletín Oficial* del 28).

Contador W. 6 Ko D. «Zahler G.», para corriente monofásica a 2 hilos.—Orden ministerial de 3 de junio de 1942 *(Boletín Oficial* del 10).

Contadores «Sodeco», para corriente monofásica y trifásica.—Orden ministerial de 29 de julio de 1942 *(Boletín Oficial* del 15 de agosto).

Contadores «Heliowatt», trifásicos.—Orden ministerial de 29 de julio de 1942 *(Boletín Oficial* del 15 de agosto).

Contador F. G. 7 «Paul Firchow Nachfgr», para instalaciones trifásicas sin neutro. Orden ministerial de 25 de noviembre de 1942 *(Boletín Oficial* del 3 de diciembre).

Contadores tipos C. G. 8 y D. G. 8 «Paul Firchow Nachfgr», para instalaciones monofásicas a 2 y 3 hilos.—Orden ministerial de 25 de noviembre de 1942 *(Boletín Oficial* del 3 de diciembre).

Contador M. G. 7 «Paul Firchow Nachfgr», para instalaciones trifásicas a 4 hilos.—Orden ministerial de 25 de noviembre de 1942 *(Boletín Oficial* del 3 de diciembre).

Contadores monofásicos de 2 y 3 hilos, A. B. 5. P.—Orden ministerial de 25 de noviembre de 1942 *(Boletín Oficial* del 3 de diciembre).

Contador «Savir» monofásico.—Orden ministerial de 14 de abril de 1943 *(Boletín Oficial* del 21 de abril).

Contador «Ferbe B», para corriente monofásica bifilar.—Orden ministerial de 21 de julio de 1943 *(Boletín Oficial* del 28 de julio).

Contador «L. 6», para corriente monofásica bifilar.—Orden ministerial de 31 de diciembre de 1943 *(Boletín Oficial* del 7 de enero de 1944).

Contador «Ericsson», tipo V. G. P. 10, doble tarifa trifásico, sin neutro.—Orden ministerial de 19 de julio de 1944 *(Boletín Oficial* del 9 de agosto).

Contador «Ericsson», tipo T. V. 2, para corriente bifásica, con neutro (doble monofásica).—Orden ministerial de 19 de julio de 1944 *(Boletín Oficial* del 9 de agosto).

Contadores «Contimeter», tipo ZN7, para corriente trifásica a 4 hilos y tipo Z. 4 para trifásica a 3 hilos.—Orden ministerial de 14 de octubre de 1944 *(Boletín Oficial* del 21 de octubre).

Contadores «Sodeco», tipo E C 1 y su variedad 4 C 1 D, de doble tarifa, para corriente trifásica a 4 hilos.—Orden ministerial de 16 de octubre de 1944 *(Boletín Oficial* del 21 de octubre).

Contador monofásico «Siemens», tipo W. 12, de tarifa sencilla, y ZW-12 de doble tarifa.—Orden ministerial de 28 de diciembre de 1944 *(Boletín Oficial* de 18 de enero de 1945).

Contador trifásico «Siemens», tipo D. 22.—Orden ministerial de 28 de diciembre de 1944 *(Boletín Oficial* del 8 de enero de 1945).

Contador «Ericsson», tipo V. T. 1.250, para corriente trifásica, sin neutro.—Orden ministerial de 28 de diciembre de 1944 *(Boletín Oficial* del 8 de enero de 1945).

Contador monofásico «Empo», tipo A.—Orden ministerial de 16 de marzo de 1945 *(Boletín Oficial* del 24).

Contador para corriente monofásica marca «Garnier», tipo C. G. 1.—Orden ministerial de 23 de julio de 1946 *(Boletín Oficial* del 9 de agosto).

Contador para corriente alterna trifásica a 3 hilos marca «Garnier», tipo C. G. 1. T. 3. Orden ministerial de 23 de julio de 1946 *(Boletín Oficial* del 16 de agosto).

Contador «Garnier», tipo C. G. 5. T. 4., para corriente trifásica a 4 hilos.—Orden ministerial de 23 de julio de 1946 *(Boletín Oficial* del 15 de agosto).

Contador «A. B. 5. P»., para instalaciones de corriente trifásica a 3 hilos y bifásica a 3 y 4 hilos.—Orden ministerial de 31 de diciembre de 1946).

Contadores de gas aprobados por la Comisión permanente de Pesas y Medidas.

Contadores de gas fabricados por los Sres. Mallard y Compañía.—En Madrid, 1860.

Contador de gas inventado por los Sres. Liry Lizars y Compañía.—1879.

Contador de gas seco marca «Rex», tipo G. C. de 3, 5, 7, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 750 y 1.000 mecheros.—Se aprobó por Orden de 26 de agosto de 1940 *(Boletín Oficial* del 1.° de septiembre).

Contadores de gas secos marca «George Wilson Gas Meters Limited», de 3 a 5 mecheros, de 5 a 10 y de 10 a 20; fueron autorizados por Orden de 29 de agosto de 1940 *(Boletín Oficial* del 30 de agosto).

Contador de gas «Hermann Pipersberg J. R.», tipo H. P. 2, seco, de 10 mecheros.—Aprobado por Orden de 15 de octubre de 1940 *(Boletín Oficial* del 21 de octubre).

ÍNDICE

RED DE OBSERVACIONES CON GRAVÍMETRO

EN LA PROVINCIA DE SEGOVIA

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

Tomo XIX

II

Sección 1.ª — Servicio de Geodesia.

RED DE OBSERVACIONES CON GRAVÍMETRO EN LA PROVINCIA DE SEGOVIA

POR LOS INGENIEROS GEÓGRAFOS

GUILLERMO SANS HUELIN y LUIS LOZANO CALVO

MADRID.—Talleres del Instituto Geográfico y Catastral.—1947

PRÓLOGO

Iniciadas las observaciones sistemáticas de redes de valores de la gravedad, utilizando el gravímetro electro-mecánico Askania, con las realizadas en la provincia de Huelva durante las campañas de 1943 y 1945, efectuadas, respectivamente, por los Ingenieros Geógrafos Sres. D. José María Espinosa de los Monteros y D. Luis Lozano Calvo, fué decidido, en el mismo año 1945, comenzar la observación de perfiles gravimétricos en la provincia de Segovia, observándose en la primavera de dicho año la zona Sur de dicha provincia por el Ingeniero que suscribe, y, durante la campaña de 1946, la zona Norte de la misma provincia por el Ingeniero señor Lozano, actual Jefe de la Brigada Gravimétrica de este Instituto.

En esta MEMORIA, que consta de tres partes, se exponen en las dos primeras, por separado, los resultados de cada una de dichas dos campañas, habiéndose trazado con los valores de las anomalías que figuran en las últimas columnas de los dos Cuadros Resúmenes incluídos en el texto, el Mapa de isanómalas correspondiente a la provincia de Segovia, que se acompaña.

Obtenida la red gravimétrica de la provincia de Segovia, se presenta la posibilidad de estudiar cuál de los elipsoides terrestres, de entre los más usados, representa mejor el geoide en dicha provincia, estando dedicada la parte tercera de esta MEMORIA a dicha investigación.

GUILLERMO SANS

I

Durante los meses de mayo y junio de 1945 se observó una campaña con el gravímetro Askania en la mitad Sur de la provincia de Segovia y extremo Noroeste de la de Madrid lindante con aquélla.

El número de perfiles observado se eleva a 16, con un total de 60 estaciones, comprendidas entre los paralelos que pasan por Turégano (Segovia) al Norte y Guadarrama (Madrid) al Sur. Estas estaciones están distribuídas a lo largo de carreteras y caminos transitables para la camioneta Stoewer, en la que va instalado el gravímetro, habiéndose seguido la norma de estacionar, en todos los casos posibles, en los pies de torre de iglesias de los pueblos situados en dichos itinerarios, puntos donde se conoce la altitud topográfica, aparte de 10 estaciones observadas en carretera, y cuya altitud se determinó por doble observación de un aneroide de precisión, lo mismo que la de aquellas otras en pueblos cuya iglesia, por su situación, es inaccesible al coche.

Como estación base para correr los valores de la gravedad con los incrementos o decrementos de la misma proporcionados por la observación directa del gravímetro, se ha escogido la de Segovia, en cuya capital se determinó la gravedad por observación pendular realizada por el Sr. Sans en el año 1940. Se conocía asimismo los valores de la gravedad por el mismo método de determinaciones relativas, en el Club Peñalara (Puerto de Navacerrada) y en Cercedilla, y, por lo tanto, las diferencias de gravedad entre dichas tres estaciones de péndulo, combinadas de dos a dos, Segovia-Club Peñalara, Segovia-Cercedilla y Club Peñalara-Cercedilla. Se han determinado asimismo con el gravímetro, aparato mucho más preciso que el péndulo, las diferencias de gravedad entre esas mismas estaciones, y de esas tres diferencias debe considerarse como básica la de Club Peñalara-Cercedilla, para la que se

obtuvo — 127,45 miligals en la observación llevada a cabo el 7 de junio de 1945, valor concordante con el obtenido en el mes de noviembre de 1942 por triple enlace de gravímetro entre esas dos estaciones.

Hay, pues, una opción para escoger aquellos valores cuyas diferencias se aproximen más a las obtenidas en esta campaña con el gravímetro, dadas la acentuadas diferencias que en cada estación de las tres citadas arrojan los valores de gravedad calculados por separado con los distintos péndulos observados en las mismas, prueba indudable de su pérdida de invariabilidad en los numerosos años que llevan prestando servicio.

Del examen de los mencionados valores se deduce que los valores de la gravedad más probables para Segovia, Club Peñalara y Cercedilla son, respectivamente:

gSegovia = 979.960 gals (obtenido por la observación del péndulo 105).
gC. Peñalara = 979.773 gals (obtenido por la observación del péndulo 106).
gCercedilla = 979.900 gals (obtenido por la observación del péndulo 107).

Con estos valores de la gravedad observada se obtienen las siguientes diferencias:

Segovia — C. Peñalara = + 0,187 gals.
Segovia — Cercedilla = + 0,060 gals.
C. Peñalara — Cercedilla = — 0,127 gals.

Las diferencias de gravedad entre esas mismas estaciones acusadas por el gravímetro, según las observaciones realizadas en esta campaña (véanse en el Cuadro Resumen los valores de —g— correspondientes a Club Peñalara y Cercedilla), son:

Segovia — C. Peñalara = + 0,189 gals.
Segovia — Cercedilla = + 0,062 gals.
C. Peñalara — Cercedilla = — 0,127 gals.

o sea, sólo 2 miligals de diferencia entre Segovia-Club Peñalara y Segovia-Cercedilla, que cae dentro de los errores admisibles en las determinaciones pendulares, siendo exactamente igual (—0,127

miligals) la señalada por el péndulo y el gravímetro entre las dos estaciones bases Club Peñalara-Cercedilla. Se tomará, pues, como valor de la gravedad en Segovia el obtenido por las observaciones del péndulo 105, o sea 979.960 gals, para correr los valores de gravedad a estaciones de la campaña. Estos valores son los que se insertan en la columna del Cuadro Resumen encabezada con la letra $-g-$.

El método seguido en la observación de los perfiles ha sido el de observación triple de una estación situada, aproximadamente, en el centro de cada perfil, que se toma como base, y observaciones duplicadas de las restantes estaciones del mismo en itinerarios en sentido inverso. Por este método se han podido trazar las "curvas del cero" con toda precisión, permitiendo cierres con errores de medio miligal e inferiores.

Para la deducción de las latitudes de las estaciones se han utilizado las hojas del Mapa en 1:50.000, efectuándose su determinación dentro del minuto.

El cálculo de las densidades del subsuelo se ha efectuado recurriendo a las hojas del Mapa Geológico de España números 20 y 28, en las que quedan incluídas las estaciones observadas, y de las cuales se ha deducido la naturaleza geológica de los terrenos en que asientan aquéllas.

En el Cuadro Resumen I figuran los datos inmediatos y deducidos por el siguiente orden: dentro de cada perfil: nombre o número de la estación; situación; latitud φ; altitud h; densidad del subsuelo θ; valor teórico de la gravedad $-\gamma_0-$ según la fórmula internacional (1930); valor de la gravedad observada $-g-$; valor de la corrección por altura, H (término de Faye); valor de la corrección por atracción de las capas del subsuelo, B (término de Bouguer); suma algebraica de $g+H+B=g''_0$; anomalía del valor de la gravedad A (anomalía), o sea la diferencia entre la suma anterior g''_0 y el valor teórico de la gravedad $-\gamma_0-$.

Los valores de H, B y $-\gamma_0-$ se han deducido con arreglo a las siguientes fórmulas:

$$H = 0{,}3086 \times h, \qquad [1]$$

$$B = -\frac{3}{4} \times \frac{\theta}{\theta_m} \times H, \text{ y} \qquad [2]$$

$$\gamma_0 = 978.049\,(1 + 0.0052884 \operatorname{sen}^2 \varphi - 0{,}0^5 59 \operatorname{sen}^2 2\,\varphi). \qquad [3]$$

En la [1], h representa la altitud de la estación; en la [2], θ es la densidad del terreno en el punto en que se ha hecho estación, y θ_m la densidad media de la Tierra, para la que se ha tomado el valor 5,52, y, por último, en la [3], —φ— es la latitud de la estación observada.

Con los valores de las anomalías encontradas se ha trazado la mitad Sur del mapa de curvas isanómalas que se acompaña, a la equidistancia de 2 miligals, cuyo examen permite comprobar la existencia de una extensa región de valores aproximadamente iguales para la anomalía, que oscila de — 88 a — 91 miligals, y que coincide con la porción de la alta meseta segoviana diluvial, jalonada por los pueblos de Tabladillo, Hoyuelos, Jemenuño, Muñopedro, Labajos, Villacastín, Monterrubio, Marugán, Abades y Valverde del Majano.

Al Sur de esta zona, de relativa uniformidad de isanómalas, y a partir de Villacastín (anomalía — 91 miligals), situado en el borde Norte de terreno granítico, se señalan dos elevaciones gravimétricas muy marcadas y contiguas, con centro en Aldeavieja (anomalía — 75 miligals) y en la estación 8 (anomalía — 74 miligals), respectivamente, asentadas ambas sobre franca formación granítica.

Como era de esperar, las anomalías máximas en valor absoluto corresponden a estaciones situadas en plena Sierra de Guadarrama, como son las de Cercedilla, la 2 a la mitad de la carretera de Cercedilla a Club Peñalara, y la 1 en el descenso de Club Peñalara, a mitad del camino entre éste y La Granja.

Durante esta campaña el gravímetro funcionó con toda normalidad, indistintamente con el termostato conectado a 25° o a 35°, comprobándose una vez más su eficiencia para la obtención rápida de las variaciones de la gravedad con respecto a estaciones bases en que se conozca el valor de —g— por observaciones pendulares.

II

En la continuación por la zona Norte de la provincia de Segovia de las observaciones con gravímetro, como complemento de las reseñadas en la primera parte de esta MEMORIA, se ha atendido con preferencia a procurar que ambas redes gravimétricas constituyan un todo lo más homogéneo posible, tanto con vistas a su publicación conjunta como por la ausencia total de puntos observados con péndulo que pudiesen servir de apoyo a un trabajo independiente, por cuya razón se ha partido de los valores de la gravedad determinados en el trabajo anterior para las estaciones de Montuenga, Santa María la Real de Nieva, Carbonero el Mayor, Villovela del Pirón, Turégano y Matabuena, y con las diferencias de gravedad determinadas por el procedimiento de triple observación de la estación central y doble de las restantes, que ya se ha descrito anteriormente, se han determinado los valores de la intensidad de la gravedad, que figuran en el Cuadro Resumen II.

Los datos que fijan la situación de los puntos observados y que constan en las dos primeras columnas, se han sacado o del Archivo geodésico o del topográfico del Instituto Geográfico y Catastral, pues en esta zona de trabajo se ha evitado en absoluto el empleo de la nivelación barométrica, aprovechando la circunstancia de estar ultimados los trabajos topográficos en la misma y prefiriendo cambiar la posición de la estación a un punto situado topográficamente, en aquellos casos en que las torres de las iglesias parroquiales no eran accesibles al coche; y en cuanto a las fórmulas usadas para hallar las reducciones de Bouguer y Faye y la de la gravedad teórica han sido ya suficientemente descritas.

Una ojeada al trazado de las isanómalas en el trozo del Mapa de las mismas correspondiente a esta zona, nos hace ver la existencia de dos depresiones gravimétricas muy marcadas, una de las

cuales tiene su punto más bajo en las proximidades de San Cristóbal de Cuéllar y abarca en su contenido (que no ha sido delimitado totalmente por penetrar en la provincia de Valladolid) una gran extensión de mioceno limitada, aproximadamente, por la línea Aldeasoña-Vegafría-Pinarejos-Samboal-Fresneda de Cuéllar-Remondo; y la otra, que es más acusada, aunque de menor extensión superficial, tiene su fondo en las proximidades de Lastras de Cuéllar y, con una forma alargada, se extiende desde allí hasta Carbonero el Mayor. Estas dos depresiones están separadas entre sí por un anticlinal muy pronunciado que va desde Hontalvilla a Navalmanzano, coincidiendo aproximadamente con una alineación estrecha de terrenos más antiguos que emergen entre el diluvial. Contrastando con la primera depresión, que es de gran extensión pero de poca gradiente, esta segunda es de menor extensión pero más pronunciada, alcanzando la anomalía de —111 miligals en un espacio muy estrecho, mientras la otra alcanza —109 en otro mucho mayor.

Aparte de estas dos depresiones principales, existe otra menos importante al Oeste de Sepúlveda y, probablemente, otras varias cuyos focos no se pueden precisar por salir fuera de la zona investigada, pero que se acusan hacia Villeguillo, Donhierro, Matabuena, Cerezo de Abajo y Pradales.

Naturalmente, estas depresiones aparecen separadas por líneas anticlinales, de las que la más importante, que ya se ha mencionado, continúa desde Hontalvilla hasta Aldeanueva de la Serrezuela, en donde se reune con otra línea anticlinal procedente de Villacorta, Sequeros y Carabias, alcanzando en su punto de confluencia la mínima anomalía de la zona —46 miligals.

Otros dos anticlinales importantes salen de Prádena con —48 miligals de anomalía y se dirigen el uno a Cantalejo y Torrecilla del Pinar a reunirse con el primero de los descritos, y el otro por Castillejo de Mesleón a Sequera del Fresno, con lo que delimitan los sinclinales descritos anteriormente.

III

Con las dos campañas reseñadas hemos completado la red gravimétrica de la provincia de Segovia, y ello nos da la posibilidad de ensayar cuál de los elipsoides terrestres, de entre los más usados, representa mejor al geoide en dicha provincia.

Es bien sabido que el elipsoide que mejor representará la forma de la Tierra es el que cumpla las siguientes condiciones:

1.ª Su superficie exterior ha de ser de nivel (equipotencial de la gravedad).

2.ª Su masa la del geoide.

3.ª Si llamamos g''_0 a la gravedad observada reducida a la superficie del geoide en un punto de coordenadas φ y λ (latitud y longitud) y $-\gamma-$ a la teórica en el mismo punto, se ha de verificar la condición de Gauss:

$$\int \frac{(g''_0 - \gamma)^2 \, ds}{(\rho^2 - \varphi^2)^{\frac{1}{2}} - (\rho^2 - \lambda^2)^{\frac{1}{2}}} = \text{mínimo} \qquad [1]$$

donde llamamos ds al elemento de superficie, ρ al radio vector, φ a la latitud y λ a la longitud.

A estas condiciones se les suele añadir, a veces, otra, que dice: "El elipsoide es de revolución". Con estas condiciones queda determinado teóricamente el elipsoide, pero su determinación efectiva exige el conocimiento de la intensidad de la gravedad en todos los puntos de la Tierra, cosa que, al ser imposible, hace que la repetida determinación forme un continuo progreso paralelo al del conocimiento de la gravedad sobre toda la Tierra, sin perder de vista que esto último depende no sólo del número de estaciones observadas, sino de su reparto por todo el planeta.

Al compás del progreso de la gravimetría han ido los geodestas dando distintos elipsoides, que, naturalmente, difieren entre sí, al ser

distinto el material de observación usado en cada caso, pero que tienen de común el esfuerzo para reducir al mínimo la expresión [1].

La labor de determinar qué elipsoide representa mejor nuestro planeta se sale de los límites de este trabajo; pero, por otra parte, el que un elipsoide sea mejor que otro, en cuanto al conjunto de la Tierra, no quiere decir que también lo sea si se aplica a una provincia. Nos proponemos ensayar los elipsoides de más solvencia científica sobre los resultados obtenidos con nuestras medidas, y que se han reseñado anteriormente, para determinar cuál de ellos es el más adecuado en dicha provincia.

Los elipsoides usados han sido, por orden cronológico, el de Helmert, de 1901; el de Bowie, de 1917; el de Cassinis, de 1930 (adoptado internacionalmente), y el de Heiskanen, de 1938, como el más moderno entre los de revolución.

Ya se comprende que si siempre han sido dudosas las ventajas obtenidas adoptando elipsoides de tres ejes distintos, aplicados a los reducidos límites de una provincia, las diferencias entre ser o no ser de revolución han de ser imperceptibles; no obstante, para poner de manifiesto cuantitativamente esta afirmación, hemos calculado también la gravedad teórica con el elipsoide de Heiskanen, de 1924, que es de tres ejes; pero se comprueba que, para todas las latitudes en que se ha hecho estación, resultan idénticos, dentro del orden de aproximación obtenido para las observaciones más precisas, los valores de la gravedad, cualquiera que sea la longitud de la estación, como vamos a ver.

Si recordamos que la gravedad teórica deducida del elipsoide de Heiskanen, de 1924, es:

$$\gamma_0 = 978{,}052\,[1 + 10^{-6}\,5285 \cdot \operatorname{sen}^2\varphi + 10^{-6}\,27 \cos^2\varphi \cos(\lambda - 18^\circ) - 10^{-6} \cdot 7 \operatorname{sen}^2 2\varphi] \quad [2]$$

y que nuestras medidas se hallan comprendidas entre los 40° 30' y 41° 30' de latitud y los 1° 10' de longitud W. y los 0° 10' de longitud E., nos resultan los siguientes valores de la gravedad teórica:

$$\left.\begin{array}{l} \varphi = 40^\circ\,30' \left\{\begin{array}{l} \lambda = -1^\circ\,10';\ \gamma_0 = 980{,}2260 \\ \lambda = +0^\circ\,10';\ \gamma_0 = 980{,}2260 \end{array}\right. \\ \varphi = 41^\circ\,30' \left\{\begin{array}{l} \lambda = -1^\circ\,10';\ \gamma_0 = 980{,}3156 \\ \lambda = +0^\circ\,10';\ \gamma_0 = 980{,}3156 \end{array}\right. \end{array}\right\} \quad [3]$$

Los valores [3] nos demuestran que la influencia de la longitud en el recinto de nuestras operaciones es nula.

Con el elipsoide de Helmert, de 1901, la gravedad viene dada por la expresión

$$\gamma_1 = 978{,}030\ [1 + 5302 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{sen}^2\varphi - 7 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{sen}^2\ 2\varphi]$$

y con los de Bowie, de 1917; Cassinis, de 1930, y Heiskanen, de 1938, la gravedad viene dada, respectivamente, por:

$$\gamma_2 = 978{,}039\ [1 + 5294 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{sen}^2\varphi - 7 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{sen}^2\ 2\varphi]$$

$$\gamma_3 = 978{,}049\ [1 + 52884 \cdot 10^{-7}\ \mathrm{sen}^2\varphi - 59 \cdot 10^{-7}\ \mathrm{sen}^2\ 2\varphi]$$

$$\gamma_4 = 978{,}0451\ [1 + 53027 \cdot 10^{-7}\ \mathrm{sen}^2\varphi - 59 \cdot 10^{-7}\ \mathrm{sen}^2\ 2\varphi]$$

Con los valores de —γ— dados por las anteriores expresiones, hemos calculado los valores de —γ— para 40° 30'; 41° y 41° 30', que ponen de manifiesto cómo en el recinto de nuestras medidas se puede admitir que la gravedad varía linealmente, con arreglo a lo cual hemos trazado las gráficas correspondientes, de las que se puede deducir los valores de la gravedad teórica para distintas latitudes, con los que se han deducido los valores de las anomalías para cada uno de los elipsoides que figuran en el Cuadro III.

Si tenemos en cuenta la tan repetida circunstancia de lo limitada de nuestra zona de observación, y que las estaciones se han distribuído uniformemente en toda ella, resulta que podemos dar muy aproximadamente el mismo peso a todas las observaciones, y entonces la condición de mínimo [1] la sustituiremos por la de que la anomalía media cuadrática de la provincia de Segovia sea mínima; o sea: diremos que el elipsoide que más se aproxima al geoide en la provincia de Segovia es aquél en el que la citada anomalía es mínima.

De las anomalías que figuran en el Cuadro III se han deducido los siguientes valores para la anomalía media cuadrática:

ELIPSOIDES	Anomalía media cuadrática.
Helmert 1901	— 239
Bowie 1917	— 275
Cassinis 1930	— 292
Heiskanen 1938	— 291
Idem 1924 (de 3 ejes)...	— 291

Resultados que nos dicen, en primer lugar, que, a partir de 1924, los distintos elipsoides dan resultados muy concordantes entre sí, y, además, que para la repetida provincia el elipsoide más adecuado es el de Helmert, de 1901, siendo atribuible este resultado a que en aquella época predominaban, casi exclusivamente, las **observaciones** en **los continentes**, mientras en los más modernos intervienen ya las observaciones en el mar, y, como nuestra provincia es de tipo continental, resulta más adecuado aquel elipsoide.

Provincia de Segovia.

Zona Sur.

CUADRO RESUMEN

I

	Nombre de la estación.	SITUACIÓN	φ	h metros.	θ	g_0 gals.	g gals.	H gals.	B gals.	$H+B+g=g'_0$ gals.	A gals.
Perfil 1	Segovia.....	Frente a la casa número 3, calle de Valdeáguila (Local del péndulo).	40º 57'	1001	2,3	980.265	979.960	0.309	—0.097	980.172	—0.093
	La Granja....	Pie torre Colegiata.	40º 54'	1191	2,3	980.261	979.913	0.368	—0.115	980.166	—0.095
	1	Km. 28 carretera Villalba - Segovia.	40º 49'	1309	2,3	980.253	979.873	0.404	—0.126	980.151	—0.102
	Club Peñalara.....	Junto al Puerto de Navacerrada	40º 47'	1823	2,3	980.250	979.771	0.563	—0.176	980.158	—0.092
	2	Km. 16 carretera Villalba - Segovia.	40º 45'	1407	2,3	980.247	979.840	0.434	—0.136	980.138	—0.109
	Cercedilla.	Hotel Los Arcos ...	40º 44'	1169	2,3	980.246	979.898	0.361	—0.113	980.146	—0.100
	Cercedilla Guadarrama	Frente escalinata Iglesia nueva.....	40º 40'	946	2,3	980.240	979.933	0.292	—0.091	980.134	—0.106

Perfil 2	Alto Leones de Castilla	Junto al monumento	40º 43'	1509	2,3	980.244	979.828	0.466	—0.146	980.148	—0.096
	3	Entre el km. 59 y 60, sobre puente, carretera Madrid-La Coruña	40º 43'	1338	2,3	980.244	979.859	0.413	—0.129	980.143	—0.101
	San Rafael	Bifurcación carretera La Coruña-Segovia	40º 43'	1244	2,3	980.244	979.883	0.384	—0.120	980.147	—0.097
	El Espinar	Pie torre Iglesia	40º 43'	1189	2,3	980.244	979.896	0.367	—0.115	980.148	—0.096
Perfil 3	El Espinar.										
	4	Km. 69 carretera San Rafael - Segovia	40º 46'	1159	2,3	980.249	979.903	0.357	—0.112	980.148	—0.101
	Otero de Herreros	Pie torre glesia	40º 49'	1141	2,3	980.253	979.915	0.352	—0.110	980.157	—0.096
	5	Km. 84 carretera San Rafael - Segovia	40º 51'	1173	2,3	980.256	979.915	0.362	—0.113	980.164	—0.092
	6	Km. 90 carretera San Rafael - Segovia	40º 54'	1082	2,3	980.261	979.938	0.334	—0.104	980.168	—0.093
	Segovia.										
Perfil 4	El Espinar.										
	7	Km. 10 carretera El Espinar - Avila	40º 43	1315	2,0	980.244	979.874	0.406	—0.110	980.170	—0.074
	Navas de S. Antonio	Pie torre Iglesia	40º 46'	1159	2,3	980 249	979.913	0.357	—0.112	980.158	—0.091
	Villacastín	Pie torre Iglesia	40º 47'	1094	2,3	980 250	979.927	0.338	—0.106	980.159	—0.091
	Zarzuela del Monte	Pie torre Iglesia	40º 48'	1008	2,0	980 252	979.940	0.311	—0.084	980.167	—0.085
	Guijas Albas	Contigua finca carretera a Segovia	40º 49'	939	2,0	980.253	979.958	0.290	—0.079	980.169	—0.084

	Nombre de la estación.	SITUACIÓN	φ	h metros.	θ	γ_0 gals.	g gals.	H gals.	B gals.	$g_0''=g+B+H$ gals.	A gals.
Perfil 5	Segovia.										
	Madrona.....	Pie torre Iglesia ...	40º 54'	941	2,3	980.261	979.963	0.290	—0.091	980.163	—0.098
	Fuentemilanos.....	Pie torre Iglesia ...	40º 52'	1012	2,0	980.258	979.942	0.312	—0.085	980.170	—0.086
	Valverde del Majano....	Pie torre Iglesia ...	40º 57'	924	2,0	980.265	979.969	0.285	—0.077	980.177	—0,088
	Abadés.....	Pie torre Iglesia ...	40º 55'	971	2,0	980.262	979.953	0.300	—0.081	980.171	—0.091
Perfil 6	Villacastín.										
	Labajoz.....	Pie torre Iglesia ...	40º 51'	1063	2,0	980.256	979.927	0.239	—0.089	980.166	—0.090
	Sanchidrián.	Pie torre Iglesia ...	40º 53'	921	2,0	980.259	979.972	0.207	—0.077	980.179	—0.080
	Muñopedro.	Pie torre Iglesia ...	40º 53'	1018	2,0	980.259	979.941	0.229	—0.085	980.170	—0.089
	Morugán.....	Pie torre Iglesia ...	40º 54'	957	2,0	980.261	979.958	0.215	—0.080	980.173	—0.088
Perfil 7	Sanchidrián.										
	Jemenuño...	Pie torre Iglesia ...	40º 57'	962	2,0	980.265	979.959	0.296	—0.081	980.174	—0.091
	Etreros.....	Pie torre Iglesia ...	40º 57'	948	2,0	980.265	979.962	0.293	—0.079	980.176	—0.089
	Marazuela..	Pie torre Iglesia ...	40º 59'	910	2,0	980.268	979.974	0.205	—0.076	980.179	—0.089
	Adanero.....	Pie torre Iglesia ...	40º 57'	908	2,0	980.265	979.969	0.204	—0.076	980.173	—0.092
	Martín Muñoz de las Posadas...	Pie torre Iglesia ...	41º 00'	872	2,0	980.270	979.982	0.201	—0.075	980.183	—0.087

Perfil 8	Villacastín.										
	Monterrubio.	Pie torre Iglesia ...	40º 51'	946	2,0	980.256	979.954	0.292	—0.079	980.167	—0.089
	Aldeavieja...	Pie torre Iglesia ...	40º 45'	1205	2,15	980.247	979.909	0.372	—0.109	980.172	—0.075
	8	Cruce carretera El Espinar-Avila con la de Aldeavieja-Cebreros	40º 41'	1275	2,3	980.241	979.884	0.393	—0.123	980.154	—0.087
Perfil 9	Segovia.										
	Tabladillo...	Pie torre Iglesia ...	41º 02'	950	2,2	980.273	979.979	0.293	—0.088	980.185	—0.088
	Santa María la Real de Nieva.....	Pie torre Iglesia ...	41º 04'	901	2,4	980.276	980.006	0.278	—0.091	980.193	—0.083
	Bernardos...	Pie torre Iglesia ...	41º 08'	906	2,4	980.282	980.010	0.280	—0.091	980.198	—0.084
	Hoyuelos....	Pie torre Iglesia ...	41º 00'	896	2,3	980.270	979.991	0.276	—0.088	980.179	—0.091
	Aldeanueva del Codonal	Pie torre Iglesia ...	41º 05'	858	2,0	980.277	979.988	0.265	—0.072	980.181	—0.096
	Montuenga..	Pie torre Iglesia ...	41º 03'	894	2,0	980.274	979.967	0.276	—0.075	980.177	—0.097
Perfil 10	Segovia.										
	Torrecaballeros.....	Pie torre Iglesia ...	41º 00'	1152	2,3	980.270	979.939	0.355	—0.111	980.183	—0.087
	9	A 6 km. de Torrecaballeros en la carretera Torrecaballeros-La Granja...	40º 57'	1143	2,3	980.265	979.934	0.353	—0.110	980.176	—0.089
	Collado Hermoso.....	Junto cruz de piedra, carretera Collado Hermoso Matabuena	41º 02'	1228	2,3	980.273	979.926	0.379	—0.118	980.187	—0.086

	Nombre de la estación.	SITUACIÓN	φ	h metros.	θ	g_0 gals.	g gals.	H gals.	B gals.	$g_0 = g + B + H$ gals.	A gals.
	Navafría.....	Pie torre Iglesia ...	41º 03'	1194	2,3	980.274	979.928	0.368	—0.115	980.181	—0.093
	10	A 7 km. Navafría, carretera Navafría - Puerto del Lozoya	41º 00'	1582	2,3	980.270	979.850	0.488	—0.153	980.186	—0.084
	Matabuena..	Pie torre Iglesia ...	41º 06'	1154	2,3	980.279	979.938	0.325	—0.102	980.161	—0.118
Perfil 11	Segovia.										
	Encinillas.....	Pie torre Iglesia ...	41º 01'	949	2,15	980.271	979.978	0.293	—0.086	980.185	—0.086
	Yanguas.....	Pie torre Iglesia ...	41º 04'	897	2,0	980.276	979.994	0.277	—0.075	980.196	—0.080
	Carbonero el Mayor.....	Pie torre Iglesia ...	41º 07'	915	2,4	980.280	979.999	0.282	—0.092	980.189	—0.091
	Segovia.....										
	La Higuera..	Pie torre Iglesia ...	41º 01'	1049	2,3	980.271	979.963	0.324	—0.101	980.185	—0.086
	Pinillos.....	Pie torre Iglesia ...	41º 05'	917	2,0	980.277	979.997	0.283	—0.077	980.203	—0.074
	Segovia.										
	Torrecaballeros.										
	Sto. Domingo de Piron...	Pie torre Iglesia ...	41º 02'	1072	2,3	980.273	979.960	0.331	—0.104	980.187	—0.086

Perfil 12	La Cuesta....	En carretera, junto subida Iglesia ...	41º 05'	1117	2,3	980.277	979.955	0.345	—0.108	980,192	—0.085
	Cubillo.....	En carretera, junto arroyo Matilla ...	41º 07'	1042	2,3	980.280	979.967	0.322	—0.101	980.188	—0.092
	Turégano....	Pie torre Iglesia principal	41º 09'	920	2,0	980.283	979.991	0.284	—0.077	980.198	—0.085
	Villovela de Pirón.....	En carretera, junto a parador	41º 07'	857	2,0	980.280	980.003	0.265	—0.072	980.196	—0.084
Perfil 13	Torrecaballeros.										
	Losana.....	Pie torre Iglesia ...	41º 04'	1051	2,3	980.276	979.968	0.324	—0.101	980.191	—0.085
	Torreiglesias.	Pie torre Iglesia ...	41º 06'	1032	2,3	980.279	979.978	0.319	—0.100	980.197	—0.082

Provincia de Segovia.

Zona Norte.

CUADRO RESUMEN

II

	Nombre de la estación.	SITUACIÓN	φ	h metros.	θ	T_0 gals.	g gals.	H gals.	B gals.	$H+B+g=g'_0$ gals.	A gals.
Perfil 1	Cerezo de Abajo.....	Kilómetro 103 de la carretera de Madrid a Francia ...	41º 13'	1065	2,2	980,289	979,968	0,329	—0,096	980,201	—0,088
Perfil 1	Prádena.....	Pie torre Iglesia ...	41º 03'	1119	2,3	980,274	979,989	0,345	—0,108	980,226	—0,048
Perfil 1	Matabuena..	Pie torre Iglesia ...	41º 06'	1054	2,3	980,279	979,938	0,325	—0,102	980,161	—0,118
Perfil 1	Castillejo de Mesleón...	Cruce de la carretera de Francia con la de Riaza a Sepúlveda	41º 17'	1007	1,8	980,295	979,991	0,311	—0,076	980,226	—0,069
Perfil 1	Riaza.....	Pie torre Iglesia ...	41º 17'	1187	2,1	980,295	979,972	0,366	—0,102	980,236	—'0,059
Perfil 2	Riaza.....	Pie torre Iglesia ...	41º 17'	1187	2,1	980,295	979,972	0,366	—0,102	980,236	—'0,059
Perfil 2	Alquité.....	Pie torre Iglesia ...	41º 19'	1225	2,0	980,297	979,971	0,378	—0,103	980,246	—0,051
Perfil 2	Madriguera..	Pie torre Iglesia ...	41º 19'	1137	2,0	980,298	979,993	0,351	—0,095	980,249	—0,049
Perfil 2	Gomeznarro	Km. 98 de la carretera de Riaza a Saldaña	41º 19'	1089	1,8	980,298	979,993	0,336	—0,082	980,247	—0,051
Perfil 2	Saldaña.....	Puente a la salida del pueblo	41º 23'	1007	1,8	980,304	980,017	0,311	—0,076	980,252	—'0,520

Perfil 3	Campo de S. Pedro.....	Pie torre Iglesia ...	41º 26'	975	1,9	980,308	980,022	0,300	—0,078	980 244	—0,064
	Riaguas.....	Pie torre Iglesia ...	41º 26'	931	1,8	980,308	980,034	0,287	—0,070	980,251	—0,057
	Saldaña.....	Puente a la salida del pueblo	41º 23'	1007	1,8	980,304	980,017	0,311	—0,076	980,252	—0,052
	Maderuelo...	Pie torre Iglesia ...	41º 29'	961	2,2	980,313	980,039	0,296	—0,087	980,248	—0,065
	Linares.....	Sobre una alcantarilla junto a la nueva presa	41º 32'	893	2,2	980,316	980,058	0,276	—0,081		
Perfil 4	Carabias.....	Km. 132 en la carretera de Francia. .	41º 17'	1136	2,2	980,294	980,003	0,350	—0,105	980,248	—0,046
	Fresno de la Fuente.....	Km. 125 ídem íd. ...	41º 24'	1045	1,8	980,305	980,009	0,322	—0,079	980,252	—0,053
	Boceguillas..	Pie torre Iglesia ...	41º 20'	958	1,8	980,299	980,012	0,295	—0,072	980,235	—0,064
	Castillejo de Mesleón...	Cruce de la carretera de Francia con la de Riaza a Sepúlveda	41º 17'	1007	1,3	980,295	979,991	0,311	—0,076	980,226	—0,069
Perfil 5	La Velilla....	Pie torre Iglesia ...	41º 09'	981	2,3	980,283	979,982	0,303	—0,095	980,190	—0,093
	Matabuena..	Pie torre Iglesia ...	41º 06'	1054	2,3	980,279	979,938	0,325	—0,102	980,161	—0,118
	San Pedro de Gaillos.....	Bifurcación a San Pedro de la carretera de Sepúlveda a Segovia.	41º 13'	1042	2,1	980,289	979,973	0,322	—0,090	980,205	—0,084
	Sepúlveda...	Bifurcación de la carretera a la fábrica	41º 17'	930	2,3	980,295	980,012	0,287	—0,090	980,209	—0,086

	Nombre de la estación.	SITUACIÓN	φ	h metros.	θ	γ_0 gals.	g gals.	H gals.	B gals.	$g'_0 = g + B + H$ gals.	A gals.
Perfil 6	Sepúlveda...	Bifurcación de la carretera a la fábrica	41º 17'	930	2,3	980,295	980,012	0,287	—0,090	980,209	—0,086
	Castillejo de Mesleón...	Cruce de la carretera de Francia con la de Riaza a Sepúlveda	41º 17'	1007	1,8	980,295	979,992	0,311	—0,076	980,227	—0,068
	Urueños.....	Pie torre Iglesia ...	41º 21'	1047	2,3	980,302	979,998	0,323	—0,101	980,220	—0,082
	El Olmo.....	Pie torre Iglesia ...	41º 18'	954	2,2	980,297	980,010	0,294	—0,086	980,218	—0,079
Perfil 7	Estación 2...	Cruce de carretera en Barruelo	41º 14'	952	2,2	980,291	979,999	0,294	—0,086	980,207	—0,084
	Turégano....	Pie torre Iglesia ...	41º 09'	937	2,0	980,289	979,991	0,289	—0,078	980,202	—0,087
	Sepúlveda...	Bifurcación de la carretera a la fábrica	41º 17'	930	2,3	980,295	980,012	0,287	—0,090	980,209	—0,086
	Estación 3...	Cruce de las carreteras de Cantalejo a Segovia y de Sepúlveda a Turégano	41º 13'	954	1,8	980,289	979,987	0,294	—0,072	980,209	—0,080

Perfil 8	Montejo de la Vega...	Pie torre Iglesia...	41º33'	864	2,3	980,318	980,060	0,267	—0,083	980,244	—0,064
	Fuentelcésped.....	Pie torre Iglesia ...	41º36'	892	2,2	980,322	980,047	0,275	—0,081	980,241	—0,081
	Linares.....	Sobre una alcantarilla junto a la nueva presa	41º32'	893	2,2	980,316	980,058	0,276	—0,081	980,253	—0,063
	Estación 4...	Bifurcación de carreteras junto a Honrubia	41º28'	1152	2,2	980,311	980,002	0,356	—0,106	980,252	—0,059
	Carabias.....	Km. 132 de la carretera de Francia...	41º17'	1136	2,2	980,294	980,002	0,350	—0,105	980,247	—0,047
Perfil 9	Aldehorno...	Pie torre Iglesia ...	41º31'	958	2,0	980,315	980,029	0,296	—0,080	980,245	—0,070
	Aldeanueva de la Serrezuela...	Pie torre Iglesia ...	41º28'	1147	1,9	980,311	980,000	0,354	—0,091	980,263	—0,048
	Carabias.....	Km. 132 de la carretera de Francia...	41º17'	1136	2,2	980,294	980,002	0,351	—0,105	980,248	—0,046
	Estación 5...	Cruce de carreteras junto a Aldeanueva	41º27'	897	2,0	980,310	980,018	0,277	—0,076	980,219	—0,091
Perfil 10	Castro de F..	Pie torre Iglesia ...	41º25'	1102	2,3	980,307	979,997	0,340	—0,106	980,231	—0,076
	Castroserracín.....	Km. 14 de la carretera situado en las afueras del pueblo	41º24'	1127	2,3	980,305	979,997	0,348	—0,109	980,236	—0,069
	Urueñas.....	Pie torre Iglesia	41º21'	1049	2,3	980,302	980,000	0,340	—0,101	980,223	—0,079
	Estación 5...	Cruce de carreteras junto a Aldeanueva	41º27'	897	2,0	980,310	980,018	0,277	—0,076	980,219	—0,091
	Tejares.....	Pie torre Iglesia ...	41º26'	1019	2,2	980,308	980,018	0,315	—0,092	980,241	—0,067

	Nombre de la estación.	SITUACIÓN	φ	h metros.	θ	g_0 gals.	g gals.	H gals.	B gals.	$g'_0 = g + B + H$ gals.	A gals.
Perfil 11	Novallilla.....	Pie torre Iglesia ...	41º 20'	902	1,8	980,300	980,015	0,278	—0,068	980,225	—0,075
	Fuenterrebollo.....	Pie torre Iglesia ...	41º 18'	927	1,8	980,296	980,001	0,286	—0,070	980,217	—0,079
	Estación 3...	Cruce de las carreteras de Cantalejo a Segovia y de Turégano a Sepúlveda	41º 13'	954	1,8	980,289	979,987	0,294	—0,072	980,209	—0,080
	Cantalejo....	Pie torre Iglesia ...	41º 16'	967	1,8	980,293	979,998	0,299	—0,073	980,223	—0,070
	S. Miguel de Bornúy.....	Pie torre Iglesia ...	41º 24'	839	2,3	980,305	980,048	0,259	—0,081	980,226	—0,079
	Tejares.....	Pie torre Iglesia ...	41º 26'	1019	2,2	980,308	980,018	0,315	—0,092	980 241	—0,067
Perfil 12	Lastros de Cuéllar....	Pie torre Iglesia ...	41º 18'	901	2,7	980,296	980,009	0,278	—0,102	980,185	—0,111
	Aguilafuente	Pie torre Iglesia ...	41º 14'	888	1,8	980,290	980,000	0,274	—0,067	980,207	—0,083
	Turégano....	Pie torre Iglesia ...	41º 09'	937	2,0	980,283	979,991	0,284	—0,077	980,198	—0,085
	Hontalbilla..	Pie torre Iglesia ...	41º 21'	885	1,8	980,301	980,024	0,273	—0,067	980,230	—0,071
	Fuentesaúco	Pie torre Iglesia ...	41º 25'	894	2,0	980,307	980,027	0,276	—0,075	980,228	—0,079

Perfil 13	Sacramenio.	Cruce de carreteras para Fuentesoto	41º30'	830	2,0	980,314	980,042	0,256	—0,070	980,228	—0,086
	Laguna Contreras.....	Pie torre Iglesia ...	41º30'	796	2,0	980,314	980,044	0,246	—0,067	980,223	—0,091
	Fuentesaúco	Pie torre Iglesia ...	41º25'	894	2,0	980,307	980,027	0,276	—0,075	980,228	—0,079
	Tejares.....	Pie torre Iglesia ...	41º26'	1019	2,2	980,308	980,018	0,315	—0,092	980,241	—0,067
Perfil 14	Estación 6...	Km. 30 de la carretera de Cantalejo a Cuéllar	41º18'	898	1,8	980,296	980,008	0,277	—0,068	980,217	—0,079
	Estación 7...	Km. 25 de idem, id.	41º16'	928	1,8	980,294	980,001	0,286	—0,070	980,217	—0,077
	Cantalejo....	Pie torre Iglesia ...	41º16'	967	1,8	980,293	979,998	0,298	—0,073	980,223	—0,070
	Hontalbilla..	Pie torre Iglesia ...	41º21'	886	1,8	980,302	980,026	0,273	—0,067	980,232	—0,070
	Estación 8...	Bifurcación de la carretera de Cantalejo a Cuéllar para Frumales ...	41º23'	817	1,9	980,304	980,017	0,252	—0,065	980,204	—0,100
Perfil 15	Dehesa.....	Pie torre Iglesia ...	41º24'	825	1,9	980,305	980,002	0,255	—0,066	980,191	—0,104
	Olombrada.	Pie torre Iglesia ...	41º25'	873	2,0	980,307	980,012	0,269	—0,066	980,208	—0,099
	Fuentesaúco	Pie torre Iglesia ...	41º25'	894	2,0	980,307	980,027	0,276	—0,075	980,228	—0,079
	Cuéllar.....	Cruce de la carretera de Segovia a Valladolid con la de S. Cristóbal a Dehesa	41º24'	837	1,9	980,305	980,007	0,258	—0,067	980,198	—0,107
	Viloria.....	Pie torre Iglesia ...	41º27'	874	2,0	980,305	980,005	0,270	—0,073	980,202	—0,093

	Nombre de la estación.	SITUACIÓN	φ	h metros.	θ	γ_0 gals.	g gals.	H gals.	B gals.	$g_0' = g + B + H$ gals.	A gals.
Perfil 16	S. Cristóbal.	Pie torre Iglesia ...	41º 24'	804	2,0	980,306	980,016	0,248	—0,067	980,197	—0,109
	Mata de Cuéllar....	Pie torre Iglesia ...	41º 24'	752	1,9	980,305	980,033	0,232	—0,060	980,205	—0,100
	Iscar.....	Pie torre Iglesia ...	41º 17'	763	1,9	980,294	980,039	0,235	—0,061	980,213	—0,081
	Cuéllar.....	Cruce carreteras Segovia a Valladolid con la de San Cristóbal a Dehesa	41º 24'	837	1,9	980,305	980,007	0,258	—0,067	980,198	—0,107
	Estación 8...	Bifurcación carretera de Cantalejo a Cuéllar para Frumales	41º 23'	817	1,9	980,304	980,017	0,252	—0,065	980,204	—0,100
Perfil 17	Chañe.....	Pie torre Iglesia ...	41º 20'	768	1,9	980,300	980,024	0,237	—0,061	980,200	—0,100
	Remondo....	Pie torre Iglesia ...	41º 20'	756	1,8	980,300	980,033	0,233	—0,057	980,209	—0,091
	Iscar.....	Pie torre Iglesia ...	41º 17'	763	1,9	980,294	980,039	0,235	—0,061	980,213	—0,081
	Campo de Cuéllar....	Pie torre Iglesia ...	41º 19'	788	1,8	980,298	980,015	0,243	—0,060	980,198	—0,100
	Estación 10.	Bifurcación carretera Segovia a Valladolid para Campo de Cuéllar	41º 17'	814	1,8	980,295	980,009	0,251	—0,061	980,199	—0,096

Perfil 18	Estación 10..	Bifurcación carretera Segovia a Valladolid para Campo de Cuéllar	41º 17'	814	1,8	980,295	980,009	0,251	—0,061	980,199	—0,096
	Navalmanzano.....	Cruce carreteras Segovia a Valladolid con Navas de Oro a Aguilafuente	41º 13'	834	1,8	980,289	980,027	0,257	—0,063	980,221	—0,068
	Carbonero el Mayor.....	Pie torre Iglesia ...	41º 07'	920	2,4	980,280	979,997	0,284	—0,092	980,789	—0,091
	Sanchonuño.	Pie torre Iglesia ...	41º 19'	803	1,8	980,298	980,010	0,248	—0,061	980,197	—0,101
	Cuéllar.....	Cruce carreteras Segovia a Valladolid con la de San Cristóbal a Dehesa	41º 24'	837	1,9	980,305	980,007	0,258	—0,067	980.198	—0,107
Perfil 19	Narros.....	Pie torre Iglesia ...	41º 18'	780	1,8	980,296	980,019	0,241	—0,059	980,201	—0,095
	Chañe.....	Pie torre Iglesia ...	41º 20'	768	1,9	980,299	980,024	0,237	—'0,061	980,200	—0,099
	Cuéllar.....	Cruce carreteras Segovia a Valladolid con la de San Cristóbal a Dehesa	41º 24'	837	1,9	980,305	980,007	0,258	—0,067	980,198	—0,107
	Samboal.....	Pie torre Iglesia ...	41º 16'	796	1,8	980,293	980,017	0,246	—0,060	980,203	—0,090
	Navas de Oro.....	Pie torre Iglesia ..:	41º 12'	807	1,8	980,287	980,010	0,249	—0,061	980,197	—0,089
Perfil 20	Torrecilla del Pinar.....	Pie torre Iglesia ...	41º 22'	876	1,9	980,303	980,040	0,270	—0,070	980,240	—0,063
	Estación 6...	Km. 30 de la carretera Cantalejo a Cuéllar	41º 18'	898	1,8	980,296	980,008	0,277	—0,068	980,217	—0,079
	S. Miguel de Benuy.....	Pie torre Iglesia ...	41º 24'	839	2,3	980,305	980,050	0,259	—0,081	980,228	—0,077
	Fuentesaúco	Pie torre Iglesia ...	41º 25'	894	2,0	980,307	980,028	0,276	—0,075	980,229	—0,078

	Nombre de la estación.	SITUACIÓN	φ	h metros.	θ	To gals.	g gals.	H gals.	B gals.	$g_e = g + B + H$ gals.	A gals.
Perfil 21	Aguilafuente.....	Pie torre Iglesia ...	41º 14'	896	1,8	980,290	980,000	0,276	—0,067	980,208	—0,083
	Escalona.....	Pie torre Iglesia ...	41º 10'	891	1,8	980,285	979,995	0,275	—0,067	980,203	—0,082
	Villavelo del Pirón.....	Pie torre Iglesia ...	41º 07'	857	2,0	980,280	980,004	0,265	—0,072	980,197	—0,083
	Fuentepelayo.....	Pie torre Iglesia ...	41º 13'	866	2,1	980,289	980,004	0,267	—0,076	980,195	—0,094
	Navalmanzano.....	Cruce carreteras Segovia a Valladolid con la de Navas de Oro a Aguilafuente	41º 13'	834	1,8	980,289	980,027	0,257	—0,063	980,221	—0,068
Perfil 22	Navas de Oro.....	Pie torre Iglesia ...	41º 12'	807	1,8	980,287	980,010	0,249	—0,061	980,199	—0,089
	Estación 9...	Km. 30 de la carretera de Coca a Aguilafuente	41º 11'	830	1,8	980,287	980,020	0,256	—0,063	980,213	—0,064
	Navalmanzano.....	Cruce carreteras Segovia a Valladolid con la de Navas de Oro a Aguilafuente	41º 13'	834	1,8	980,289	980,027	0,258	—0,063	980,222	—0,067
	Coca.....	Pie torre Iglesia ...	41º 13'	786	2,0	980,289	980,015	0,242	—0,066	980,191	—0,098
	Nava de la Asunción...	Pie torre Iglesia ...	41º 09'	803	1,8	980,284	980,005	0,248	—0,061	980,192	—0,092

Perfil 23	Nava de la Asunción...	Pie torre Iglesia ...	41º09'	803	1,8	980,284	980,005	0,248	—0,061	980,192	—0,092
	Navas de Oro.....	Pie torre Iglesia ...	41º12'	807	1,8	980,287	980,010	0,249	—0,061	980,199	—0,089
	Estación 11..	Km. 4 en la carretera de Santa María de Nieva a Nieva	41º05'	829	2,1	980,276	980,016	0,256	—0,073	980,199	—0,077
	Santa María de Nieva.	Pie torre Iglesia ...	41º04'	901	2,4	980,276	980,006	0,278	—0,091	980,193	—0,083
Perfil 24	Santiuste.....	Pie torre Iglesia ...	41º05'	820	1,8	980,277	979,998	0,253	—0,062	980,189	—0,088
	Fuente del Santa Cruz	Pie torre Iglesia ...	41º12'	825	1,8	980,288	980,004	0,255	—0,062	980,197	—0,091
	Coca.....	Pie torre Iglesia ...	41º13'	786	2,0	980,289	980,014	0,242	—0,066	980,190	—0,099
	S. Cristóbal.	Pie torre Iglesia ...	41º24'	804	1,8	980,306	980,013	0,248	—0,061	980,200	—0,106
	Montuenga..	Pie torre Iglesia ...	41º03'	896	2,0	980,274	979,976	0,276	—0,075	980,177	—0,097
	Nava de la Asunción..	Pie torre Iglesia ...	41º09'	803	1,8	980,284	980,005	0,248	—0,061	980,192	—0,092
Perfil 25	Ayllón.....	Pie torre Iglesia ...	41º25'	976	1,9	980,307	980,026	0,301	—0,078	980,249	—0,058
	Francos.....	Bifurcación de la carretera Maderuelo - Grado a Ribota	41º22'	1011	1,9	980,303	980,022	0,312	—0,081	980,253	—0,050
	Santibáñez..	En carretera frente fuente pueblo ...	41º20'	1115	2,3	980,299	979,001	0,344	—0,105	980,240	—0,059
	Aldealengua	En carretera entrada pueblo	41º28'	954	1,9	980,311	979,042	0,295	—0,076	980,261	—0,050
	Maderuelo..	Pie torre Iglesia ...	41º29'	961	2,2	980,313	980,041	0,296	—0,087	980,259	—0,063

	Nombre de la estación.	SITUACIÓN	φ	h metros.	θ	γ_0 gals.	g gals.	H gals.	B gals.	$g'_0 = g + g + H$ gals.	A gals.
Perfil 26	Saldaña.. ...	Puente a la salida del pueblo	41º 23'	1007	1,8	980,304	980,018	0,311	—0,076	980,253	—0,051
	Fresno de Cantelpino	Pie torre Iglesia	41º 22'	1037	1,8	980,303	980,003	0,320	—0,078	980,245	—0,058
	Ayllón.....	Pie torre Iglesia ...	41º 25'	976	1,9	980,307	980,026	0,301	—0,078	980,249	—0,058
	Boceguillas..	Pie torre Iglesia ...	41º 20'	958	1,8	980,300	980,012	0,296	—0,072	980,236	—0,064
Perfil 27	Bercimuel....	Pie torre Iglesia ...	41º 24'	967	1,8	980,305	980,022	0,298	—0,073	980,247	—0,058
	Campo de S. Pedro.....	Pie torre Iglesia	41º 22'	1037	1,8	980,309	980,022	0,301	—0,078	980,245	—0,064
	Fresno de Cantelpino	Pie torre Iglesia ...	41º 22'	1037	1,8	980,303	980,003	0,320	—0,078	980,245	—0,058
	Boceguillas..	Pie torre Iglesia ...	41º 20'	958	1,8	980,300	980,012	0,296	—0,072	980,236	—0,064
Perfil 28	Navares de Ayuso.....	Pie torre Iglesia ..	41º 22'	1012	2,3	980,303	980,007	0,312	—0,098	980,221	—0,082
	Navares de las Cuevas	Pie torre Iglesia ...	41º 25'	1116	2,3	980,307	979,997	0,344	—0,108	980,233	—0,074
	Aldeanueva de la Serrezuela...	Pie torre Iglesia ...	41º 28'	1147	1,9	980,311	980,000	0,354	—0,091	980,263	—0,048
	Aldeonte.....	Pie torre Iglesia ...	41º 21'	964	2,1	980,301	980,013	0,297	—0,083	980,227	—0,074
	Boceguillas..	Pie torre Iglesia ...	41º 20'	958	1,8	980,299	980,012	0,296	—0,072	980,236	—0,063

Perfil 29	Castillejo de Mesleón...	Cruce carretera de Francia con la de Riaza - Sepúlveda.	41º 17'	1007	1,8	980,295	979,991	0,311	—0,076	980,226	—0,069
	Cerezo de Abajo.....	Km. 103 de la carretera de Madrid a Francia	41º 13'	1065	2,2	980,289	979,969	0,329	—0,096	980,202	—0,087
	Somosierra..	Casilla de peones camineros	41º 10'	1444	2,3	980,284	979,890	0,446	—0,139	980,197	—0,087
	Boceguillas..	Pie torre Iglesia ...	41º 20'	958	1,8	980,300	980,012	0,296	—0,072	980,236	—0,064
	Carabias.....	Km. 132 de la carretera de Madrid a Francia	41º 17'	1135	2,2	980,294	980,003	0,350	—0,105	980,248	—0,046

CUADRO RESUMEN

III

ESTACIÓN	Latitud.	Gravedad observada reducida al geoide.	Elipsoide de Helmert. 1901		Elipsoide de Bowie. 1917		Elipsoide de Cassinis. 1930		Elipsoide de Heiskanen. 1938		Elipsoide de Heiskanen. 1924	
			Gravedad teórica. γ_1	Anomalía. A_1	Gravedad teórica. γ_2	Anomalía. A_2	Gravedad teórica. γ_3	Anomalía. A_3	Gravedad teórica. γ_4	Anomalía. A_4	Gravedad teórica. γ_5	Anomalía. A_5
Segovia	40° 57'	980,172	980,250	— 78	980,255	— 83	980,265	— 93	980,268	— 96	980,266	— 94
La Granja...	40° 54'	980,166	980,245	— 79	980,251	— 85	980,261	— 95	980,263	— 97	980,262	— 96
1	40° 49'	980,151	980,238	— 87	980,243	— 92	980,253	—102	980,256	—105	980,255	—104
C. Peñalara.	40° 47'	980,158	980,235	— 77	980,240	— 82	980,250	— 92	980,253	— 95	980,252	— 94
2	40° 45'	980,138	980,232	— 94	980,237	— 99	980,247	—109	980,250	—112	980,249	—111
Cercedilla ..	40° 44'	980,146	980,230	— 84	980,236	— 90	980,246	—100	980,248	—102	980,247	—101
Guadarra...	40° 40'	980,134	980,225	— 91	980,230	— 96	980,240	—106	980,242	—108	980,241	—107
Alto Leones de Castilla.	40° 43'	980,148	980,229	— 81	980,234	— 86	980,244	— 96	980,247	— 99	980,246	— 98
3	40° 43'	980,143	980,229	— 86	980,234	— 91	980,244	—101	980,247	—104	980,246	—103
San Rafael...	40° 43'	980,147	980,229	— 82	980,234	— 87	980,244	— 97	980,247	—101	980,246	— 99
El Espinar...	40° 43'	980,148	980,229	— 81	980,234	— 86	980,244	— 96	980,247	— 99	980,246	— 98
4	40° 46'	980,148	980,233	— 85	980,239	— 91	980,249	—101	980,251	—103	980,250	—102
Otero de Herreros.....	40° 49'	980,157	980,238	— 81	980,243	— 86	980,253	— 96	980,256	— 99	980,255	— 98
5	40° 51'	980,164	980,241	— 77	980,246	— 82	980,256	— 92	980,259	— 95	980,258	— 94

6	40º 54'	980,168	980,245	— 77	980,251	— 83	980,261	— 93	980,263	— 95	980,262	— 94
7	40º 43'	980,170	980,229	— 59	980,234	— 64	980,244	— 74	980,247	— 77	980,246	— 76
Navas de S. Antonio.....	40º 46'	980,158	980,233	— 75	980,239	— 81	980,249	— 91	980,251	— 93	980,250	— 92
Villacastín...	40º 47'	980,159	980,235	— 76	980,240	— 81	980,250	— 91	980,253	— 94	980,252	— 93
Zarzuela del Monte.....	40º 48'	980,167	980,236	— 69	980,242	— 75	980,252	— 85	980,254	— 87	980,253	— 86
Guijas Albas	40º 49'	980,169	980,238	— 69	980,243	— 74	980,253	— 84	980,256	— 87	980,255	— 86
Madrona.....	40º 54'	980,163	980,245	— 82	980,251	— 88	980,261	— 98	980,263	—100	980,262	— 99
Fuentemilanos.....	40º 52'	980,170	980,242	— 72	980,248	— 78	980,258	— 86	980,260	— 90	980,259	— 89
Valverde del Majano.....	40º 57'	980,177	980,250	— 73	980,255	— 78	980,265	— 88	980,268	— 91	980,266	— 89
Abades.....	40º 55'	980,171	980,247	— 76	980,252	— 81	980,262	— 91	980,265	— 94	980,264	— 93
Labajoz.....	40º 51'	980,166	980,241	— 75	980,246	— 80	980,256	— 90	980,259	— 93	980,258	— 92
Sanchidrián..	40º 53'	980,179	980,244	— 65	980,249	— 70	980,259	— 80	980,262	— 83	980,260	— 81
Muñopedro..	40º 53'	980,170	980,244	— 74	980,249	— 79	980,259	— 89	980,262	— 92	980,260	— 90
Marugán.....	40º 54'	980,173	980,245	— 72	980,251	— 78	980,261	— 88	980,263	— 90	980,262	— 89
Jemeruño,...	40º 57'	980,174	980,250	— 76	980,255	— 81	980,265	— 91	980,268	— 94	980,266	— 92
Etreros.....	40º 57'	980,176	980,250	— 74	980,255	— 79	980,265	— 89	980,268	— 92	980,266	— 90
Marazuela...	40º 59'	980,179	980,253	— 74	980,258	— 79	980,268	— 89	980,271	— 92	980,270	— 91
Adanero.....	40º 57'	980,173	980,250	— 77	980,255	— 82	980,265	— 92	980,268	— 95	980,266	— 93
Martín Muñoz de las Posadas...	41º 00'	980,183	980,254	— 71	980,260	— 77	980,270	— 87	980,272	— 89	980,271	— 88
Monterrubio.	40º 51'	980,167	980,241	— 74	980,246	— 79	980,256	— 89	980,259	— 92	980,258	— 91
Aldeavieja...	40º 45'	980,172	980,232	— 60	980,237	— 65	980,247	— 75	980,250	— 78	980,249	— 77
8	40º 41'	980,154	980,226	— 72	980,231	— 77	980,241	— 87	980,243	— 89	980,242	— 88

ESTACIÓN	Latitud.	Gravedad observada reducida al geoide.	Elipsoide de Helmert. 1901		Elipsoide de Bowie. 1917		Elipsoide de Cassinis. 1930		Elipsoide de Heiskanen. 1938		Elipsoide de Heiskanen. 1924	
			Gravedad teórica. γ_1	Anomalía. A_1	Gravedad teórica. γ_2	Anomalía. A_2	Gravedad teórica. γ_3	Anomalía A_3	Gravedad teórica. γ_4	Anomalía. A_4	Gravedad teórica. γ_5	Anomalía. A_5
Tabladillo....	41º 02'	980,185	980,257	— 72	980,263	— 78	980,273	— 88	980,275	— 90	980,274	— 89
Santa María la Real de Nieva.....	41º 04'	980,193	980,260	— 67	980,266	— 73	980,276	— 83	980,278	— 85	980,277	— 84
Bernardos....	41º 08'	980,198	980,267	— 69	980,272	— 74	980,282	— 84	980,284	— 86	980,283	— 85
Hoyuelos.....	41º 00'	980,179	980,254	— 75	980,260	— 81	980,270	— 91	980,272	— 93	980,271	— 92
Aldeanueva del Codonal.....	41º 05'	980,181	980,262	— 81	980,268	— 87	980,277	— 96	980,280	— 99	980,279	— 98
Montuenga..	41º 03'	980,177	980,259	— 82	980,265	— 88	980,274	— 97	980,277	—100	980,275	— 98
Torrecaballeros.....	41º 00'	980,183	980,254	— 71	980,260	— 77	980,270	— 87	980,272	— 89	980,271	— 88
9	41º 57'	980,176	980,250	— 74	980,255	— 79	980,265	— 89	980,268	— 92	980,266	— 90
Collado Hermoso ...	41º 02'	980,187	980,257	— 70	980,263	— 76	980,273	— 86	980,275	— 88	980,274	— 87
Navafría.....	41º 03'	980,181	980,259	— 78	980,265	— 84	980,274	— 93	980,277	— 96	980,275	— 94
10	41º 00'	980,186	980,254	— 68	980,260	— 74	980,270	— 84	980,272	— 86	980,271	— 85
Matabuena...	41º 06'	980,161	980,264	—103	980,269	—108	980,279	—118	980,281	—120	980,280	—119
Encinillas.....	41º 01'	980,185	980,256	— 71	980,262	— 77	980,271	— 86	980,274	— 89	980,273	— 88
Yanguas.....	41º 04'	980,196	980,260	— 64	980,266	— 70	980,276	— 80	980,278	— 82	980,277	— 81
Carbonero el Mayor	41º 07'	980,189	980,265	— 76	980,271	— 82	980,280	— 91	980,282	— 93	980,281	— 92
La Higuera...	41º 01'	980,185	980,256	— 71	980,262	— 77	980,271	— 86	980,274	— 89	980,273	— 88

Pinillos.....	41º05'	980,203	980,262	— 59	980,268	— 65	980,277	— 74	980,280	— 77	980,279	— 76
Sto. Domingo de Pirón	41º02'	980,187	980,257	— 80	980,263	— 76	980,273	— 86	980,275	— 88	980,274	— 87
La Cuesta....	41º05'	980,192	980,262	— 70	980,268	— 76	980,277	— 85	980,280	— 88	980,279	— 87
Cubillo.....	41º07'	980,188	980,265	— 78	980,271	— 83	980,280	— 92	980,282	— 94	980,281	— 93
Turégano.....	41º09'	980,198	980,268	— 70	980,274	— 76	980,283	— 85	980,286	— 88	980,285	— 87
Villovela del Pirón.....	41º07'	980,196	980,265	— 69	980,271	— 75	980,280	— 84	980,282	— 86	980,281	— 85
Losana	41º04'	980,191	980,261	— 70	980,266	— 75	980,276	— 85	980,278	— 87	980,277	— 86
Torreiglesias	41º06'	980,197	980,264	— 67	980,269	— 72	980,279	— 82	980,281	— 84	980,280	— 83
Cerezo de Abajo.....	41º13'	980,201	980,274	— 73	980,280	— 79	980,289	— 88	980,292	— 91	980,291	— 90
Prádena.....	41º03'	980,226	980,259	— 33	980,265	— 39	980,274	— 48	980,277	— 51	980,271	— 45
Matabuena..	41º06'	980,161	980,264	—103	980,269	—108	980,279	—118	980,281	—120	980,280	—119
Castillejo de Mesleón...	41º17'	980'226	980,280	— 54	980,286	— 60	980,295	— 69	980,297	— 71	980,297	— 71
Riaza.....	41º17'	980,236	980,280	— 44	980,286	— 50	980,295	— 59	980,297	— 61	980,297	— 61
Alquité.....	41º19'	980,246	980,283	— 37	980,289	— 43	980,297	— 51	980,300	— 54	980,300	— 54
Madriguera..	41º19'	980,249	980,283	— 34	980,289	— 40	980,298	— 49	980,300	— 51	980,300	— 51
Gomeznarro	41º19'	980,247	980,283	— 36	980,289	— 42	980,298	— 51	980,300	— 53	980,300	— 53
Saldaña.....	41º23'	980,252	980,290	— 38	980,295	— 43	980,304	— 52	980,306	— 54	980,306	— 54
Campo de San Pedro	41º26'	980,244	980,294	— 50	980,299	— 45	980,308	— 64	980,310	— 66	980,310	— 66
Riaguas.....	41º26'	980,251	980,294	— 43	980,299	— 48	980,308	— 57	980,310	— 59	980,310	— 59
Maderuelo..	41º29'	980,248	980,298	— 50	980,304	— 56	980,313	— 65	980,314	— 66	980,315	— 67
Linares.....	41º32'	980,253	980,303	— 50	980,308	— 55	980,316	— 63	980,318	— 65	980,319	— 66
Carabias.....	41º17'	980,248	980,280	— 32	980,286	— 40	980,294	— 46	980,297	— 49	980,297	— 49

ESTACIÓN	Latitud.	Gravedad observada reducida al geoide.	Elipsoide de Helmert. 1901		Elipsoide de Bowie. 1917		Elipsoide de Cassinis. 1930		Elipsoide de Heiskanen. 1938		Elipsoide de Heiskanen. 1924	
			Gravedad teórica. γ_1	Anomalía A_1	Gravedad teórica. γ_2	Anomalía. A_2	Gravedad teórica. γ_3	Anomalía. A_3	Gravedad teórica. γ_4	Anomalía. A_4	Gravedad teórica. γ_5	Anomalía A_5
Fresno de la Fuente.....	41º 24'	980,252	980,291	— 39	980,296	— 44	980,305	— 53	980,307	— 55	980,307	— 55
Boceguillos..	41º 20'	980,235	980,285	— 50	980,290	— 55	980,299	— 64	980,301	— 66	980,301	— 66
Castillejo de Mesleón...	41º 17'	980,226	980,280	— 54	980,286	— 60	980,295	— 69	980,297	— 71	980,297	— 71
La Velilla.....	41º 09'	980,190	980,268	— 78	980,274	— 84	980,293	— 93	980,286	— 96	980,285	— 45
Matabuena..	41º 06'	980,161	980,264	—103	980,269	—108	980,279	—118	980,281	— 20	980,280	— 19
San Pedro de Gaillos.....	41º 13'	980,205	980,274	— 69	980,280	— 75	980,289	— 84	980,292	— 87	980,291	— 86
Sepúlveda...	41º 17'	980,209	980,280	— 71	980,286	— 77	980,295	— 86	980,297	— 88	980294	— 88
Urueños.....	41º 21'	980,218	980,286	— 68	980,292	— 74	980,297	— 79	980,303	— 85	980,303	— 85
Estación 2...	41º 14'	980,207	980,276	— 69	980,281	— 74	980,291	— 84	980,293	— 86	980,292	— 85
Turégano.....	41º 09'	980,202	980,286	— 66	980,274	— 72	980,289	— 87	980,286	— 84	980,285	— 83
Estación 3...	41º 13'	980,209	980,274	— 65	980,280	— 71	980,289	— 80	980,292	— 83	980,291	— 82
Montejo de la Vega...	41º 33'	980,244	980,303	— 59	980,308	— 64	980,318	— 64	980,318	— 74	980,319	— 75
Fuentecésped.....	41º 36'	980,241	980,309	— 68	980,314	— 73	980,322	— 81	980,324	— 83	980,325	— 84
Estación 4...	41º 28'	980,252	980,279	— 45	980,302	— 50	980,311	— 59	980,313	— 61	980,313	— 61
Carabias.....	41º 17'	980,274	980,280	— 33	980,286	— 39	980,294	— 47	980,297	— 50	980,297	— 50
Aldehorno...	41º 31'	980,245	980,301	— 56	980,307	— 62	980,315	— 70	980,317	— 72	980,318	— 73

Aldeanueva de la Serrezuela...	*41º 28'*	*980,263*	*980,297*	*— 34*	*980,302*	*— 39*	*980,311*	*— 48*	*980,313*	*— 50*	*980,313*	*— 50*
Estación 5...	41º 27'	980,219	980,295	— 76	980,301	— 82	980,310	— 91	980,311	— 92	980,312	— 93
Castro de F.	41º 25'	980,231	980,292	— 61	980,298	— 67	980,307	— 76	980,307	— 76	980,307	— 76
Castrocerracín.....	41º 24'	980,236	980,291	— 55	980,296	— 60	980,305	— 69	980,307	— 71	980,307	— 71
Estación 5...	41º 27'	980,219	980,295	— 76	980,300	— 81	980,310	— 91	980,310	— 91	980,310	— 91
Tejares.... ...	41º 26'	980,241	980,294	— 53	980,299	— 58	980,308	— 67	980,310	— 69	980,310	— 69
Novalilla.....	41º 20'	980,225	980,285	— 60	980,290	— 65	980,300	— 75	980,301	— 76	980,301	— 76
Fuenterrebollo.....	41º 18'	980,217	980,228	— 65	980,288	— 61	980,296	— 79	980,298	— 81	980,298	— 81
Estación 3...	41º 13'	980,209	980,274	— 65	980,280	— 71	980,289	— 80	980,292	— 83	980,291	— 82
Cantalejo...	41º 16'	980,223	980,279	— 56	980,284	— 61	980,293	— 70	980,295	— 72	980,295	— 72
S. Miguel de Bernúy.....	41º 24'	980,226	980,291	— 65	980,296	— 70	980,305	— 79	980,307	— 81	980,307	— 81
Lastros de Cuéllar.....	41º 18'	980,185	980,282	— 97	980,287	—102	980,296	—111	980,298	—113	980,298	—113
Aguilafuente	41º 14'	980,207	980,276	— 89	980,282	— 75	980,290	— 83	980,293	— 86	980,292	— 85
Hontalbilla...	41º 09'	980,230	980,268	— 38	980,274	— 44	980,301	— 71	980,283	— 53	980,284	— 54
Fuentesaúco.	41º 25'	980,228	980,293	— 65	980,298	— 70	980,302	— 79	980,309	— 81	980,309	— 81
Sacramenia..	41º 30'	980,228	980,300	— 72	980,306	— 78	980,314	— 86	980,316	— 88	980,316	— 88
Laguna Contreras.....	41º 30'	980,223	980,300	— 77	980,306	— 83	980,314	— 91	980,316	— 93	980,316	— 93
Estación 6...	41º 18'	980,217	980,282	— 65	980,288	— 71	980,296	— 79	980,298	— 81	980,298	— 81
Estación 7...	41º 16'	980,223	980,279	— 56	980,284	— 61	980,294	— 77	980,295	— 72	980,295	— 72
Estación 8...	41º 23'	980,204	980,289	— 85	980,295	— 91	980,304	—100	980,301	— 97	980,301	— 97
Dehesa.....	41º 24'	980,191	980,291	—100	980,295	—104	980,305	—104	980,307	—116	980,307	—116

ESTACIÓN	Latitud.	Gravedad observada reducida al geoide.	Elipsoide de Helmert. 1901		Elipsoide de Bowie, 1917		Elipsoide de Cassinis, 1930		Elipsoide de Heiskanen. 1938		Elipsoide de Heiskanen. 1924	
			Gravedad teórica. γ_1	Anomalía. A_1	Gravedad teórica. γ_2	Anomalía. A_2	Gravedad teórica. γ_3	Anomalía. A_3	Gravedad teórica. γ_4	Anomalía. A_4	Gravedad teórica. γ_5	Anomalía. A_5
Olombrada..	41º 25'	980,208	980,293	— 85	980,298	— 90	980,307	— 99	980,309	—101	980,309	—101
Cuéllar.....	41º 24'	980,198	980,291	— 93	980,295	— 97	980,305	—107	980,307	—109	980,307	—109
Viloria.....	41º 27'	980,202	980,295	— 93	980,301	— 99	980,305	— 93	980,311	—109	980,312	—110
Samboal.....	41º 16'	980,203	980,279	— 56	980,284	— 61	980,293	— 90	980,295	— 72	980,295	— 72
Navas de Oro.....	41º 12'	980,197	980,273	— 76	980,279	— 82	980,287	— 89	980,290	— 93	980,289	— 92
Torrecilla del Pinar.....	41º 22'	980,240	980,288	— 48	980,294	— 54	980,303	— 63	980,304	— 64	980,304	— 64
Escalona.....	41º 10'	980,203	980,270	— 67	980,276	— 73	980,285	— 82	980,286	— 83	980,287	— 84
Fuentepelayo.....	41º 13'	980,195	980,274	— 79	980,280	— 85	980,289	— 94	980,290	— 95	980,291	— 96
Estación 9...	41º 11'	980,213	980,271	— 58	980,277	— 64	980,297	— 64	980,288	— 75	980,289	— 76
Coca.....	41º 13'	980,191	980,274	— 83	980,280	— 89	980,289	— 98	980,291	—100	980,292	—101
Navo de la Asunción...	41º 09'	980,192	980,268	— 76	980,274	— 82	980,284	— 92	980,285	— 93	980,286	— 84
Estación 11..	41º 05'	980,199	980,262	— 63	980,268	— 69	980,276	— 77	980,280	— 81	980,279	— 80
Santa María de Nieva..	41º 04'	980,193	980,260	— 67	980,266	— 73	980,276	— 83	980,278	— 85	980,277	— 84
Santiuste.....	41º 05'	980,189	980,262	— 73	980,268	— 79	980,217	— 88	980,280	— 91	980,279	— 90
Fuente de Santa Cruz..	41º 12'	980,197	980,273	— 76	980,279	— 82	980,288	— 91	980,290	— 93	980,289	— 92
Montuenga...	41º 03'	980,177	980,259	— 82	980,265	— 88	980,274	— 97	980,275	— 98	980,277	—100

Ayllón.....	41° 25'	980,249	980,293	— 44	980,298	— 49	980,307	— 58	980,309	— 60	980,309	— 60
Francos.....	41° 22'	980,253	980,288	— 35	980,294	— 41	980,303	— 50	980,304	— 51	980,304	— 51
S. Cristóbal..	41° 24'	980,197	980,291	—104	980,297	—100	980,306	—109	980,307	—110	980,307	—110
Mata de Cuéllar.....	41° 24'	980,205	980,291	— 86	980,297	— 92	980,305	—100	980,307	—102	980,307	—102
Iscar.....	41° 17'	980,213	980,280	— 67	980,286	— 78	980,294	— 81	980,297	— 84	980,297	— 84
Chañe.....	41° 20'	980,200	980,285	— 85	980,290	— 90	980,300	—100	980,301	—101	980,301	—101
Remondo.....	41° 20'	980,209	980,285	— 76	980,290	— 81	980,300	— 91	980,301	— 92	980,301	— 92
Campo de Cuéllar.....	41° 19'	980,198	980,283	— 85	980,289	— 91	980,298	—100	980,300	—102	980,300	—102
Estación 10..	41° 17'	980,199	980,280	— 84	980,286	— 90	980,295	— 96	980,297	—101	980,297	—101
Navalmanzano.....	41° 13'	980,199	980,274	— 75	980,280	— 81	980,289	— 68	980,292	— 93	980,291	— 92
Corbonero el Mayor.....	41° 07'	980,189	980,265	— 76	980,271	— 82	980,280	— 91	980,282	— 93	980,283	— 94
Sanchonuño.	41° 19'	980,197	980,283	— 86	980,287	— 90	980,298	—101	980,300	—103	980,300	—103
Narros.....	41° 18'	980,201	980,282	— 81	980,288	— 87	980,296	— 95	980,298	— 97	980,298	— 97
Santibáñez...	41° 20'	980,240	980,285	— 45	980,290	— 50	980,299	— 59	980,301	— 61	980,301	— 61
Aldealuenga.	41° 28'	980,261	980,297	— 36	980,302	— 41	980,311	— 50	980,313	— 52	980,313	— 52
Maderuelo...	41° 29'	980,259	980,292	— 37	980,296	— 37	980,313	— 63	980,307	— 48	980,307	— 48
Saldaña.....	41° 23'	980,253	980,289	— 36	980,295	— 42	980,304	— 51	980,306	— 53	980,306	— 53
Fresno de Cantalpino	41° 22'	980,245	980,288	— 43	980,294	— 49	980,303	— 58	980,304	— 59	980,304	— 59
Boceguillas...	41° 20'	980,236	980,285	— 49	980,290	— 54	980,300	— 64	980,301	— 65	980,301	— 65
Bercimuel.....	41° 24'	980,247	980,291	— 44	980,297	— 50	980,305	— 58	980,307	— 60	980,307	— 60
Campo de San Pedro	41° 26'	980,245	980,294	— 49	980,300	— 55	980,309	— 64	980,310	— 65	980,310	— 65

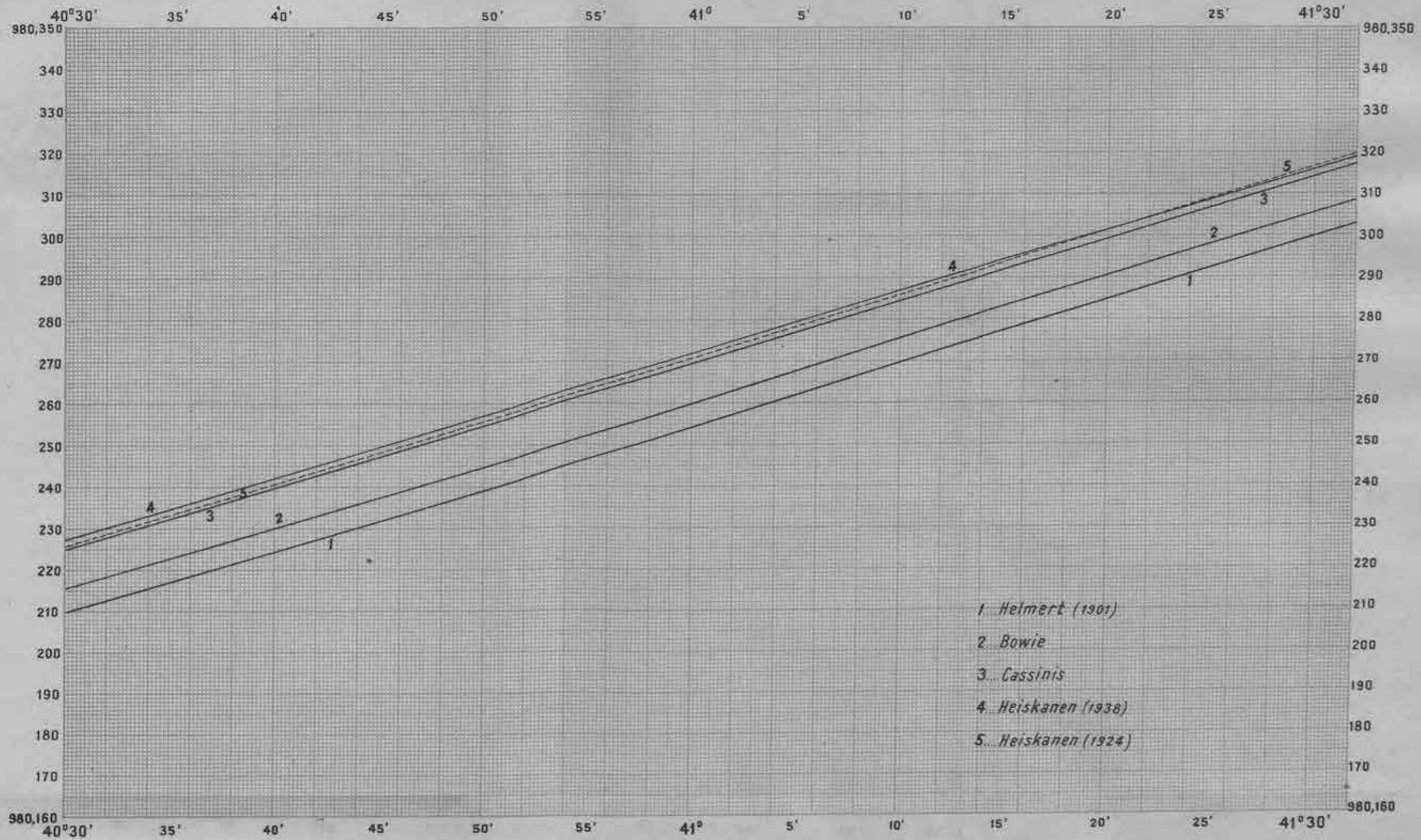
ESTACIÓN	Latitud.	Gravedad observada reducida al geoide.	Elipsoide de Helmert. 1901		Elipsoide de Bowie. 1917		Elipsoide de Cassinis. 1930		Elipsoide de Heiskanen. 1938		Elipsoide de Heiskanen 1924	
			Gravedad teórica. γ_1	Anomalía. A_1	Gravedad teórica. γ_2	Anomalía. A_2	Gravedad teórica. γ_3	Anomalía. A_3	Gravedad teórica. γ_4	Anomalía. A_4	Gravedad teórica. γ_5	Anomalía. A_5
Navares de Ayuso.....	41° 22'	980,221	980,288	— 67	980,294	— 73	980,303	— 82	980,304	— 83	980,304	— 83
Navares de las Cuevas	41° 25'	980,233	980,292	— 59	980,296	— 63	980,307	— 74	980,307	— 74	980,307	— 74
Aldeonte.....	41° 21'	980,227	980,287	— 60	980,292	— 65	980,301	— 74	980,303	— 76	980,303	— 76
Cerezo de Abajo.....	41° 13'	980,202	980,274	— 72	980,280	— 78	980,289	— 87	980,292	— 90	980,291	— 89
Somosierra...	41° 10'	980,197	980,270	— 73	980,276	— 79	980,284	— 87	980,287	— 90	980,286	— 89

Madrid, 20 de marzo de 1947.

GUILLERMO SANS

LUIS LOZANO

GRAVEDAD TEÓRICA SEGÚN DISTINTOS ELIPSOIDES



Talleres del Instituto Geográfico

SISMICIDAD DE LA COMARCA COSTERA ALICANTINA

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

Tomo XIX

III

Sección 1.ª—Servicio de Sismología

SISMICIDAD DE LA COMARCA COSTERA ALICANTINA

POR

ALFONSO REY PASTOR

Ingeniero Geógrafo. Director del Observatorio Sismológico de Alicante.

MADRID — Talleres del Instituto Geográfico y Catastral. — 1948

ÍNDICE

SISMICIDAD DE LA COMARCA COSTERA ALICANTINA

I. — PRELIMINAR

Con motivo del análisis de las observaciones efectuadas a raíz del sismo ocurrido el 3 de julio de 1946, sentido con carácter moderado en los pueblos costeros de la «Marina» de Alicante, hemos considerado muy conveniente el practicar varios reconocimientos sobre el terreno, y hemos obtenido datos que juzgamos interesantes desde el punto de vista sísmico-geográfico. En consecuencia de ello es necesario modificar, o, mejor dicho, ampliar la distribución de la *zona sísmica en comarcas*, según ya habíamos expuesto en varios trabajos publicados en este Instituto Geográfico y Catastral (*).

La comarca sísmica costera alicantina, que ahora añadimos, comprende el área hundida o submarina, entre los cabos de Santa Pola y el de la Nao (golfos de Alicante, Villajoyosa, Altea, Cala del Cañaret y costas abruptas de Benitachel). Tal comarca, de tipo tectónico, abarca, además, varios accidentes costeros, que son culminaciones de cadenas montañosas casi totalmente desaparecidas por sumersión, al formase el *óvalo mediterráneo-alicantino*. (Láminas I y II).

Con el fin de presentar con la mayor claridad posible las «Notas» que siguen, exponemos, a grandes rasgos, unas ideas acerca de la estructura general de la zona, y especialmente del *bloque tectónico continental*, que denominaremos *Cid-Aitana* (nombres de las dos sierras más importantes), ya que el *bloque sumergido* puede considerarse como un fragmento desgajado de aquél.

(*) La Comarca sísmica del Bajo Segura.
La Comarca sísmica de Fortuna, 1944.
El sismo del Segura medio de 25 de agosto de 1940.

Consignaremos, en primer término, el resumen de las observaciones y consecuencias relativas al movimiento telúrico del 3 de julio; después, un estudio general de la zona sísmica; más adelante unas consideraciones acerca de las relaciones geográfico-geológicas, y, por último, las conclusiones más destacadas.

II.—LA SACUDIDA SÍSMICA DEL 3 DE JULIO DE 1946

El movimiento telúrico.

En la madrugada de dicho día hubo alguna alarma en la ciudad, al sentirse un movimiento sísmico, que comenzó con una débil vibración acompañada de ruido análogo al del viento huracanado, la cual duró tres segundos. (Este tiempo correspondió con la llegada de las ondas longitudinales.) Al cabo de dicho intervalo pudimos observar un cambio de vibración, que originó un fuerte crujido de los edificios y un ruido similar al del paso de un camión de gran carga. (Tal movimiento fué debido al primer tren de ondas de tipo transversal, con cinco segundos de duración.)

Los sismógrafos registraron el grupo de ondas de tipo $\overline{P}$ y solamente el primer impulso de las $\overline{S}$, el cual provocó la salida de la pluma inscriptora, y quedó el aparato fuera de servicio. Afortunadamente, al advertir el fenómeno, nosotros pudimos poner en regla los péndulos, con el fin de registrar alguna probable nueva sacudida. En efecto; ocurrieron cuatro réplicas a los pocos minutos, en la forma que se indica en las páginas que siguen; de ellas fué la primera la más fuerte, y en su registro pudimos identificar siete fases de ondas derivadas.

Un primer cálculo, basado en nuestras gráficas, nos permitió deducir que el epicentro se encontraba a unos 25 kilómetros de distancia, y que el azimut del sismo era de dirección aproximada hacia el NE., con lo cual sospechamos que el accidente conmovido se encontraba en las proximidades de las costas del golfo de Villajoyosa.

Una vez recibidos los primeros informes telefónicos de nuestros corresponsales y los despachos telegráficos de varios Observatorios, pudimos precisar la situación del epicentro en un punto situado en el mar, a unos seis kilómetros al S. de Villajoyosa. Precisamente en este pueblo fué donde la vibración tuvo más intensidad y produjo oscilación

de lámparas, caída de algún objeto, movimiento de puertas, etc., es decir, fué francamente de grado V, según la escala reglamentaria de Forell-Mercalli-Sieberg.

En nuestros estudios acerca de la sismicidad de la zona, nos ha llamado la atención la frecuencia con que se registran múltiples sacudidas débiles correspondientes a focos muy cercanos, ocurridas especialmente en estos últimos años, según podemos apreciar en las relaciones que se acompañan más adelante. Es muy probable que, en su mayor parte, sean procedentes del mismo núcleo sísmico de Villajoyosa o de otros próximos.

Registros instrumentales.

Día 3 de julio de 1946.

OBSERVATORIOS	Fase	Hora	M.	S.	Epicentro: 38° 27' N. 0° 16' W. Grw. $h = 10 - 12$ 6 kms. S. Villajoyosa $\Delta = 20$ kms.
Alicante.....	*Ho*	4	04	40,5	Choque principal.
	He	4	04	42,5	
	iP	4	04	45	Pluma salida por impulso. Grado V.
	iS	4	04	48	
Alicante.....	*iP*	4	34	03	1.ª réplica. Grado IV.
	iS		34	06	
	P^2		34	17	
	PS		34	24	
	S^2		34	30	
	P^4		34	36	
	P^3S		34	44	
	F	4	35	—	
Alicante.....	*iP*	4	44	49	2.ª réplica. Grado III.
	iS		44	52	
	P		45	03	
Alicante....	*iP*	4	50	38	3.ª réplica. Grado II.
	iS		50	41	
	P		50	52	
Alicante.....	*iP*	13	30	43	4.ª réplica. Grado I.
	iS		30	46	

OBSERVATORIOS	Fase	Hora	M.	S.	Epicentro: $h = 10 - 12$ { 38° 27′ N. 0° 16′ W. Grw. 6 kms. S. Villajoyosa. } $\Delta = 20$ kms.
Alicante.....	$i\overline{P}$	18	38	56	5.ª réplica. Grado I.
Alicante.....	$i\overline{P}$	9	53	19	(Día 4). 6.ª réplica. Grado I.
Almería.....	$e\overline{P}$	4	05	26,5	
	$\overline{P}$		05	31	
	$\overline{P}^4$		05	41	
	$\overline{P}^5$		05	47	
	$\overline{P}^3\overline{S}$		05	51,5	
	$\overline{P}^4\overline{S}$		05	58	
	$i\overline{S}$		06	05	$\Delta = 270$.
	$\overline{S}^3$		06	09	
	$\overline{S}^3$		06	13	
	$\overline{S}^4$		06	25	
	$\overline{P}\overline{S}^4$		06	29	
	$\overline{S}^5$		06	33	
	F	5	08	—	
Toledo.....	$iPkz$	4	05	46	$\Delta = 330$ kms. $h = 15$ kms. Choque principal.
	Sgz		06	28	
	Sge		06	29	
Cartuja.....	$\overline{P}$	4	05	43	
	$\overline{P}^3$		05	56	
	$\overline{P}^5$		06	06	$\Delta = 330$ kms. $h = 25$ kms. Choque principal.
	$\overline{S}$		06	31	
	$\overline{S}^4$		06	47	
	F		10	04	
Málaga.....	$i\overline{P}$		05	53	
	$SP^{18}P$		06	00	
	Sn		06	21	$\Delta = 405$ kms. $h = 18$ kms. Choque principal.
	Sm		06	28	
	Sy		06	34	
	$\overline{S}$		06	44	
	F		08	Ca.	

El valor de la profundidad hipocentral lo hemos obtenido con arreglo a las tablas de Mohorovičić, deducido de los valores de diferencias de fases registradas en la gráfica de la 1.ª réplica, lo cual nos ha dado un valor de 10 a 15 kilómetros. Tomando como base el promedio de 12 kilómetros, hemos calculado la hora epicentral por los registros de los demás Observatorios.

OBSERVATORIOS	Δ (cálculo)	Tiempos de recorrido de $\overline{P}$	Hora en el epicentro	Hora focal	Prof. hipocentral
Alicante.....	21 kms.	2 seg.	$4^h\ 04^m\ 43^s$		
Almería.....	260 »	45 »	43		
Cartuja.....	325 »	57 »	45		
Toledo	365 »	64 »	42	$4^h\ 04^m\ 41^s$	12 kms.
Málaga.....	408 »	71 »	42		
			Promedio: $4^h\ 04^m\ 43^s$		

Líneas isosistas.

Después de practicada una minuciosa información macrosísmica en la zona conmovida, y en virtud de un reconocimiento por las costas, se ha podido dibujar el mapa de las isosistas de la lámina I, en el cual se comprueba, una vez más, el valor de tales líneas, cuyos trazos nos expresan relaciones de interés entre el fenómeno de propagación elástica y la estructura geológica del suelo.

La curva de máxima intensidad en tierra ha sido de grado V en la costa de Villajoyosa, pero sin enlazarse con la de Alicante del mismo grado. Ésta envuelve a la capital, y se marca así un foco periférico o secundario como efecto de resonancia en la línea de fractura Alcoy-Alicante. La curva IV envuelve ambos focos y marca pequeño un seno o ensanchamiento hacia Alcoy. Otro tanto sucede con las III y II en forma más acentuada. Dentro de la III se observa otro efecto de influencia en el núcleo sísmico de Alcoy-Cocentaina, donde se define un centro periférico de grado IV.

En otros isosismogramas, trazados con motivo de varios estudios de sismos alicantinos, hemos observado que, generalmente, en las amplias manchas de terrenos modernos, especialmente Mioceno y Dilu-

vial, que ocupan el fondo de las depresiones, se verifica un fenómeno de reforzamiento aparente de intensidad, el cual provoca la expansión anormal de las curvas, apartándolas de la forma teórica circular, pero en este sismo, la deformación de las isosistas ha sido dominada por la influencia que han ejercido las diversas líneas de fractura que cruzan la comarca, como son las indicadas en el ya mencionado mapa.

La línea sismotectónica de Alcoy, se prolonga por el N. hasta Valencia como alineación sísmica, y presenta en su recorrido algunas fracturas y fallas locales con determinados centros sísmicos inestables; su importancia aparente es mayor como la alineación de epicentros que como accidente geológico de conjunto, pero no cabe duda que se trata de una línea tectónica profunda, puesto que ya hemos comprobado el efecto que ha ejercido su traza en la propagación del movimiento vibratorio.

En todas las isosistas se nota un amortiguamiento de las curvas en sentido hacia el NO., debido a la situación de las cadenas montañosas perpendiculares a la dirección del movimiento sísmico. La arista de hundimiento costero ha motivado, en cambio, un alargamiento importante de las curvas en el sentido NE.

III.—LA ZONA SÍSMICA "ALICANTINA" Y SUS COMARCAS

En este Observatorio de Alicante son muy frecuentes los registros de sismos de carácter regional, es decir, correspondientes a epicentros enclavados en la zona o área sísmica, cuyo estudio corre a nuestro cargo; dicha *zona* comprende, en términos generales, las provincias de Alicante y Murcia, más la parte meridional de la de Valencia y el sector SE. de la de Albacete. La denominaremos *zona alicantina* o *levantino-penibética*, por quedar enclavada en la misma el sector oriental de la cordillera Penibética. (Del Segura al cabo de la Nao).

Desde el punto de vista de sismicidad general, cabe analizar, dentro del área total de la zona, varias *comarcas sísmicas*, determinada cada una por la situación de algún accidente sismotectónico o núcleo inestable que provoca o ejerce su influencia en un cierto sector. Las comarcas que hemos podido, hasta la fecha, definir concretamente, son las que siguen:

1.ª La de *Albacete*, influenciada por los cabalgamientos penibéti-

cos sobre el pilar de la meseta castellana; comprende algunos núcleos sísmicos, como los de Chinchilla, Ossa de Montiel, La Roda, Yecla y Jumilla. La intensidad máxima observada en estos focos ha sido la de grado VI-VII.

2.ª La de *Caravaca*, con pocos focos aislados, como Moratalla y Cehegín. Su grado máximo ha sido VI-VII.

3.ª La del *Sangonera*, determinada por la situación del conocido accidente sismológico del mismo nombre, interpuesto entre los sis.e-mas orográficos Penibético y Bético; contiene varios focos sísmicos de mediana intensidad y frecuencia, como los de Lorca, Totana y Alhama, que han sido conmovidos en fechas modernas, con sacudidas hasta de grado VIII.

4.ª La de *Cartagena* o *Mar Menor*, que comprende el fragmento más avanzado hacia Levante del sistema Bético (o Mole Bética); los macizos de tipo estrato-cristalino afloran cerca de San Javier y continúan bajo los terrenos modernos hasta la falla del Bajo Segura. Contiene notables núcleos inestables en la sierra de Cartagena y algunos débiles en el interior. El grado máximo ha sido el VI-VII.

5.ª La del *Segura medio*, determinada por la línea sismotectónica del mismo nombre, que corre desde Cieza hasta cerca de Murcia, con una serie de centros sísmicos de gran importancia en el eje de la misma y otros laterales. Grado máximo, el VIII.

6.ª La del *Bajo Segura*, que contiene los núcleos más temibles de la zona, en una serie densa de focos desde Orihuela a Guardamar y Torrevieja, los cuales proporcionan a la comarca un coeficiente sísmico elevado, tanto por frecuencia como por intensidad. (Es el segundo de la Península, correspondiendo el primero a la comarca de Granada). Los pueblos del Bajo Segura fueron destruídos en su casi totalidad por un sismo de grado X en el año 1829.

7.ª La del *Vinalopó*, situada en el valle de este río, desde Villena hasta Elche; sus focos no son de gran valor, pero hacen resaltar la importancia de la línea sísmica como accidente geológico. Grado máximo, el VI.

8.ª La de *Valencia*, con varios grupos de focos situados en la alineación Valencia-Alcoy, y cuyo grado máximo definido ha sido el VIII.

9.ª La de *Alcoy*, que en realidad es continuación hacia el S. de la anterior, y cuyos centros más activos son los de Alcoy y Cocentaina, Grado máximo, VIII.

10.ª La de *Denia*, que comprende algunos centros activos de escaso valor, como Pego, Gandía y Jalón, y cuyo grado máximo ha sido el VI.

11.ª La de la *Marina alicantina*, que abarca las tierras costeras desde el cabo de Santa Pola al de la Nao y sus áreas submarinas inmediatas. Grado máximo, el VI. Su estudio especial se hace en las páginas siguientes.

IV.—BLOQUES TECTÓNICOS O UNIDADES CORTICALES DE LA ZONA

Las diferentes *líneas de fractura*, cuando tienen carácter sísmico, provocan la génesis de sismos en los diferentes puntos de las mismas y se forman *comarcas sísmicas* o áreas afectadas por las conmociones así engendradas. Desde el punto de vista tectónico, las líneas generales de fractura, más o menos profundas, delimitan los bloques o *unidades tectónicas*, con sus caracteres propios, como piezas del mosaico cortical. (Lámina II.)

Para la zona alicantina enumeraremos previamente las fundamentales líneas sismotectónicas, como sigue: la del *Medio Segura*, perfectamente definida desde Cieza hasta Archena, la que probablemente se prolonga por el NO. hasta Hellín. Esta línea separa o corta la cordillera Penibética en dos sectores de características orográficas distintas. La del *Vinalopó*, que a su vez divide el sector Penibético extremo en otros dos. La del *Sangonera-Bajo Segura*, que separa la cordillera Penibética del sistema Bético. *La arista de dislocación costera* (Crevillente-Cabo de la Nao) que delimita al N. el macizo continental Cid-Aitana, y al S. el bloque sumergido parcialmente de la comarca costera alicantina. La del *Bajo Segura* (Orihuela-Guardamar), a cuyo N. queda el área de «Los Saladares», de tipo descendido, y al S. el bloque del Mar Menor. Otras muchas líneas de fractura, de carácter más o menos sísmico, cruzan la zona, pero no cabe detallar ahora en este rápido estudio.

Las líneas de fractura antes citadas, han provocado la formación de los siguientes bloques tectónicos fundamentales: 1.º *Bloque de Espuña*, que pertenece al 3.er sector de la cordillera Penibética (de Guadiana Medio a Segura Medio); 2.º *bloque del Carche-Pila*, 3.º *Bloque del Cid-Aitana*, ambos en el 4.º sector de la Penibética (del Segura a las costas levantinas); 4.º *Bloque del Mar Menor*, que corresponde al macizo del sistema Bético o de Sierra Nevada. 5.º Al SE. de la provincia de Alican-

te quedan las comarcas de «Los Saladares» y la costera, como fragmentos de un área sumergida parcialmente, que denominaremos *bloque costero alicantino*. 6.° Al N. de la zona sísmica general queda otra área de carácter o tipo tectónico independiente, como es la formada por los macizos orográficos del sistema Ibérico que ocupan el S. de la provincia de Valencia; denominaremos tal núcleo *bloque ibérico*.

V.—BLOQUE TECTONICO "CID-AITONA"

Esta gran unidad cortical queda bien delimitada por la falla de *Vinalopó* al O. y por la arista de hundimiento costero al SE; hacia Levante la situación de la costa es solamente un límite geográfico; por el N., la falla de Montesa, desde Fuente la Higuera a Játiva, está bien definida, si bien al N. de la misma todavía se marca la sierra de Enguera, de directriz alpídica; la depresión del río Albaida (Játiva-Albaida), separa los macizos del sistema Ibérico al E. de los alpídicos al O. En esta pieza cortical se destacan tres sectores fundamentales o *unidades estructurales orográficas*, según Darder (*).

El *sector pre-bético* de directriz alpídica, con sus alineaciones francamente orientadas en el sentido general de la cordillera, es el determinado entre la línea Villena-Fuente la Higuera al O. y la depresión de Beniganim, al E. Comprende las sierras de Grosa, Benajama, Onteniente, Agullent y Benicadell, todas ellas del Cretáceo superior, y sus pliegues presentan frecuentemente imbricaciones y cabalgamientos.

El sector *sub-bético* abarca la sierra Mariola con sus amplias ramificaciones hacia la costa; sus materiales predominantes son el Cretáceo superior, pero con frecuentes asomos del medio e inferior. Presenta la forma de cuña con la parte más estrecha al Occidente, en Biar, y la parte más amplia a Levante, entre Gandía y el Mongó. Resulta interpuesta entre el sector *pre-bético* al N. y el sector de Aitana al S.

El *sector meridional* engloba el grupo de sierras de núcleo eoceno que forman un doble arco; el exterior, desde Peña Rubia a la sierra de Oltá, y el interior integrado por la Carrasqueta y sierras de Penáguila y Aitana. Este grupo es denominado por Darder *Manto de Aitana*.

(*) Bartolomé Darder y Pericás. «Estudio geológico del Sur de la provincia de Valencia y Norte de la de Alicante. «*Bol. del Instituto Geológico y Minero*. Tomo LVII, 1945.

La zona frontal del sector de Aitana dibuja un arco de radio de unos 140 kilómetros, y está constituída por la Peña Rubia, sierra de Onil y el Carrascal; sigue luego por la depresión de Benilloba y continúa hacia Levante con el grupo de sierras de la Serrella, Xorta, Almedia, Tárbena, Bernia y Oltá.

La zona interna, desde la sierra de la Carrasqueta a la de Aitana, tiene su directriz fuertemente curvada, según radio de unos 45 kilómetros, y cuyo centro de curvatura queda en el mar, no lejos del epicentro del sismo del 3 de julio. En las inmediaciones de Arés, ambas cadenas montañosas forman un pliegue de codo, y se ha originado la línea de fractura del Guadalest.

VI. — LA COMARCA COSTERA ALICANTINA

Ya dijimos en las páginas precedentes que el bloque tectónico Cid-Aitana termina en su frente del SE., según una compleja arista de hundimiento definida por Novo (*). Ahora bien; este accidente dista mucho de ser un elemento geométrico lineal, sino que ofrece múltiples fracturas y fallas que determinan una faja costera como límite de separación del *bloque continental* al N. respecto al *bloque hundido* al S. Si examinamos las costas desde el cabo de Santa Pola al de la Nao, podemos observar la variedad de su litoral, desde las suaves playas de San Juan hasta los abruptos escarpados del peñón de Ifach. Reseñaremos de un modo breve los principales elementos geográficos de dichas costas.

El cabo de Santa Pola es un pequeño promontario Plioceno, de unos 130 metros de altitud, que se inclina suavemente hacia el interior, es decir, en sentido contrario que en las proximidades de la capital alicantina, donde el mismo terreno buza con unos 20° hacia el SE.; deja asomar en su base el Mioceno, que también aparece en la isla de Tabarca, y representa los restos de un anticlinal roto; los asomos ofíticos de la isla citada demuestran la existencia de un accidente de fractura.

Entre el cabo de Santa Pola y el de las Huertas se forma el pequeño golfo de Alicante, originado por hundimiento de una masa o segmento

(*) Pedro Novo y Chicharro. «Reseña geológica de la provincia de Alicante.» *Bol. del Instituto Geológico y Minero.* Tomo XVI, 1914.

costero integrado por terrenos del Mioceno y Plioceno, principalmente. Los estratos basculados del Plioceno al S. de Alicante indican una sumersión moderna, y los estratos del Helvetiense del castillo de Santa Bárbara, en su ladera meridional, acusan el mismo fenómeno, pero con mayor violencia. El pequeño saliente del cabo de las Huertas presenta sus estratos de arenisca, también Helvetiense, suavemente tendidos hacia el interior, a modo de flanco de un pequeño anticlinal roto por hundimiento de una sierra de escasa altitud. Tal hundimiento ha sido favorecido por la situación de la falla de Villafranqueza-Alicante.

El golfo de Villajoyosa, comprendido entre el cabo de las Huertas y el de Punta de la Escaleta, en sierra Helada, tiene un contorno de traza más irregular que el de Alicante; la parte meridional es tipo bajo y arenoso, pero el resto del litoral ofrece abruptas costas con fuertes pendientes, que corresponden a la serie de colinas eocenas que se extienden desde el río Seco hasta Benidorm. Luego surge avanzada hacia Levante la sierra Helada, como un característico testigo de la cadena montañosa en ruinas. Dicha sierra, con altitud de 238 metros, queda unida a tierra por una faja de terreno de escasa altitud, en la depresión originada por una falla entre el Cretáceo inferior y el medio.

El islote de Benidorm forma un pequeño elemento del Cretáceo inferior perteneciente a la citada cadena montañosa. Entre la sierra Helada y el cerro del Puig Toix o del Mascarat, se encuentra la zona hundida del golfo de Altea, consecuente a la depresión tectónica del Guadalest.

El cerro del Puig Toix (331 metros), integrado por terrenos del Eoceno medio del Flysch de Aitana, presenta una potente geoclasa por la cual penetra el arroyo del Mascarat; tal fractura es consecuencia de los movimientos de sumersión de la cadena costera. El peñón de Ifach, formado en su masa principal por el Eoceno medio, parece un elemento destacado del Manto de Aitana, y formaba la continuación del sector frontal del mismo, penetrando mar adentro.

Pasada más al N. la cala de Cañaret, encontramos la pequeña sierra del Puig de Benitachel, formada por el Cretáceo inferior y medio, con su flanco interno cubierto por Eoceno medio; tiene 441 metros de altitud y termina por el NE. en los cabos Negro y la Nao. La desviación del cabo de la Nao pudiera ser efecto de la reacción provocada por el macizo del Mongó, ya emergido antes del plegamiento alpino.

VII.—SISMICIDAD DE LA COMARCA COSTERA

Pocos epicentros hemos podido situar en esta comarca marítima, debido principalmente a que, por el carácter débil de las sacudidas ocurridas en el período de observación, solamente han sido registradas en Alicante, y hemos carecido, en la mayoría de los casos, de elementos suficientes para poder calcular las coordenadas focales.

Hasta la fecha, y en el frente de la costa SE. de la provincia, hemos marcado con bastante aproximación varios núcleos submarinos inestables, inmediatos al continente. El más importante es el situado en las inmediaciones de Torrevieja; otro, de menos actividad, en la desembocadura del Segura, no lejos de Guardamar; otro, de alguna frecuencia, pero débil intensidad, entre Santa Pola y Tabarca; otro, al S. de Villajoyosa; otro frente a Altea; y, por último, otro al E. del cabo de La Nao.

Además de estos centros bien definidos, hemos registrado múltiples sacudidas que, por su carácter submarino, por la distancia epicentral y por el azimut aproximado parece que proceden de los núcleos de Santa Pola y de Villajoyosa.

Relación de sismos locales de probable foco submarino.

Años 1941-1946 (inclusive).

Fechas	Distancia	Grado	OBSERVACIONES
	Kms.		
10-3-1941		I	Local muy débil.
10-3-1941		I	— —
12-3-1941		I	— —
13-3-1941		I	— —
18-3-1941		I	— —
3-4-1941		I	Sacudida local.
16-4-1941		I	Local débil.
17-4-1941		I	— —
10-9-1941	15	II	— —
30-9-1941		I	Próximo.
18-1-1942		I	Local débil.
29-1-1942		I	— —
29-1-1942		I	— —

Fechas	Distancia	Grado	OBSERVACIONES
	Kms.		
29- 1-1942		I	Local débil.
29- 1-1942		I	— —
29- 1-1942		I	— —
30- 1-1942		I	— —
30- 1-1942		I	— —
30- 1-1942		I	Local
30- 1-1942		I	—
4- 5-1942		I	Local débil.
6- 5-1942		I	Débil
11- 6-1942		I	Local próximo.
22- 6-1942	20	II	Muy próximo.
11- 8-1942		I	Local débil.
21- 8-1942		I	— —
14-10-1942		IV-V	Próximo cabo de la Nao.
22-10-1942		I	Local próximo.
30-10-1942		I	— —
7-11-1942		I	Local.
25-12-1942	20	II	$h = 0 - 15$.
15- 1-1943		I	Local débil.
16- 1-1943		I	— —
17- 1-1943		I	— —
17- 1-1943		I	— —
18- 1-1943		I	— —
18- 1-1943		I	— —
20- 1-1943		I	Local.
29- 1-1943		I	Local débil.
29- 1-1943		I	— —
4- 2-1943	30	III	
6- 2-1943	30	II	
6- 2-1943	30	II	Débil próximo.
7- 2-1943		I	Muy próximo.
7- 2-1943		I	— —
8- 2-1943		I	Local.
8- 2-1943		I	—
9- 2-1943		I	—
10- 2-1943		I	—
14- 2 1943		I-II	Próximo.
14- 2-1943		I	Local.
14- 2-1943		I-II	—
15- 2-1943		I	—
16- 2-1943		I	—

Fechas	Distancia	Grado	OBSERVACIONES
	Kms.		
16- 2-1943		I	Local.
16- 2-1943		I	—
23- 6-1943	60	II	
2- 8-1943	20-30	II	Débil.
25- 8-1943		I	Muy próximo.
22- 9-1943	20-30	II	
11-11-1943	30	II	
12-11-1943	20	II	Local.
24-11-1943	30	II	
2-12-1943	30	II	
3-12-1943	20	II	—
4-12-1943	15	II	—
4-12-1943	30	II	—
30-12-1943	20	II	—
30-12 1944		I	—
1- 1-1944		I	—
4- 4-1944		I	—
27- 1-1944		I	—
4- 2-1944	20	II	
21- 2-1944			
7- 3-1944		I	—
7- 3-1944		I	—
7- 3-1944		I	—
7- 3-1944		I	—
7- 3-1944		I	—
7- 3-1944	30	II	
8- 3-1944		I	Muy próximo.
11- 3-1944		I	Local.
6- 4-1944		I	—
6- 4-1944		I	—
6- 4-1944		I	—
8- 4-1944	30	II	
10- 4-1944		I	—
14- 4-1944		II-III	
25- 4-1944		I	—
25- 4-1944	30	II	—
3- 5-1944			
3- 5-1944		I	—
9- 5-1944	25	II	
10- 5-1944	25	II	
25- 7-1944		I	

Fechas	Distancia	Grado	OBSERVACIONES
	Kms.		
7- 8-1944	20	II	Local. Seguido réplica débil,
14- 8-1944		I	Local.
24- 8-1944		I	—
20- 9-1944		I	—
5-11-1944		I	—
7- 3-1945	20	II	SE. Alicante. Submarino.
14- 3-1945	24	II	— —
20- 3-1945	23	II	— —
20- 5-1945	26	I-II	— —
17- 8-1945	24	II-III	— —
13- 8-1945	25	I	— —
14- 8-1045	28	I	— —
24- 8-1945	20	I	— —
21- 9-1945	18	I	— —
3-10-1945	20	I	— —
8-10-1945	24	III	— —
30-11-1945	22	II	— —
1- 1-1046		I	Local.
2- 1-1946	20	II	Submarino (?)
4- 1-1946	20	II	
6- 1-1946	20	II	
10- 2-1946	30	II	—
11- 2-1946	30	II	— (réplica).
24- 2-1946		I	Réplica.
15- 3-1946	20	II	Local débil.
15- 3-1946	20		Réplica.
15- 3-1946	15-20		Local débil.
26- 3-1946	20		— —
28- 3-1946	15-20		— —
23- 4-1946	15		Local.
25- 4-1946	15		—
5- 5-1946	22	II	$h = 15$.
5- 5-1946	22	I	Réplica.
7- 6-1946	18		$h = 22$. Submarino NE. Alicante.
7- 6-1946	18		1.ª réplica.
7- 6-1946	18		2.ª —
7- 6-1946	18		3.ª —
7- 6-1946	18		4.ª —
9- 6-1946	15	II	NE. Alicante.
19- 6-1946			Local.

Fechas	Distancia	Grado	OBSERVACIONES
3- 7-1946	20	V	h=10 kms. Epicentro a 6 kms. S. Villajoyosa
3- 7-1946	20	IV	1.ª réplica.
3- 7-1946	20	III	2.ª —
3- 7-1946	20	II	3.ª —
3- 7-1946	20	I	4.ª —
3- 7-1946	20	I	5.ª —
4- 7-1946	20	I	6.ª —
9- 7-1946	23	II	Réplica del día 3 (?)
14- 7-1946	14	II	— —
14- 7-1946	17	II	— —
1- 8-1946		I	Local débil.
31- 8-1946	15	II	Submarino (?)
5-10-1946	25	I	Submarino. Núcleo de Villajoyosa.
27-11-1946			Local.
27-11-1946			—

Los datos anteriores nos iddican que los centros inestables en las zonas marítimas inmediatas a las costas de Alicante determinan un coeficiente sísmico de bastante frecuencia, aunque no de fuerte intensidad. En otro estudio realizado en el año 1931 demostramos que el *Óvalo Bético-Rifeño* posee mayor coeficiente de inestabilidad que la región continental andaluza. Para el Óvalo alicantino seguramente no ha de resultar otro tanto, ya que las comarcas del *Segura Medio y Bajo* superan en mucho a las demás áreas continentales y marítimas de la zona alicantina, pero de todos modos, es bien patente que los fenómenos geológicos que determinaron los hundimientos de las masas costeras todavía dan muestras de inestabilidad.

VIII.—CONCLUSIONES

En el *sector pre-bético* de la zona levantino-penibética (sierras Grosa, Onteniente, etc.), las cadenas montañosas tienen dirección rectilínea, según el eje general de la cordillera; terminan de un modo definido al chocar contra los macizos de tipo ibérico del S. de la provincia de Valencia; su estructura imbricada marca la reacción habida por choque contra el pilar de la Meseta castellana.

En el *sector sub-bético*, la sierra Mariola tiene alineaciones más complejas y una expansión hacia Levante, en el espacio entre el macizo bérico de Montduber al N. y las masas violentamente deformadas del sector de Aitana al S. Nótase una complicación orográfica debida a una mayor violencia del empuje alpino proviniente del SE.

El *sector de Aitana* dibuja una curvatura suave en el cordón frontal, (Peña Rubia a Sierra de Oltá) y otra más violenta en el arco central (Carrasqueta-Aitana). Los fenómenos de corrimiento indican haber sufrido un esfuerzo de tipo tangencial de gran violencia debido a la menor distancia del origen de la fuerza orogénica.

El centro aproximado del arco interno de Aitana queda en el golfo de Villajoyosa, donde hemos comprobado la existencia de un núcleo sísmico que ha sido conmovido en el mes de julio de 1946.

La arista de hundimiento costero es un complejo de accidentes geológicos, entre los cuales se destaca la falla de sierra Helada que pasa por el núcleo sísmico antes citado.

En el hundimiento del óvalo mediterráneo se produjo el descenso de un área inmediata a la actual costa, en la cual quedó el sector de Elche basculado, y la comarca costera alicantina casi totalmente hundida, cuyos restos emergidos de la cadena montañosa son: el Puig Toix, sierra Helada, islote de Benidorm, cabo de las Huertas, cabo de Santa Pola e isla de Tabarca.

Los fenómenos de tipo post-plioceno que originaron el recortamiento de costas con el hundimiento de potentes masas continentales, produjeron en el interior basculaciones con plegamientos suaves en el Plioceno, y basculaciones con reacciones de levantamiento de playas en el Cuaternario.

Las conmociones sísmicas actuales son efectos reminiscentes de aquellos movimientos de descompresión.

En la labor de estudio de la sismicidad de la zona levantina, que venimos efectuando en este Observatorio desde el año 1940, hemos podido concretar la situación de buen número de epicentros, los cuales resultan prácticamente agrupados en *núcleos sísmicos*. La situación de tales centros inestables nos ha llevado a marcar *alineaciones sísmicas* o *líneas de mínima resistencia* de la corteza terrestre.

El análisis de la propagación de las ondas sísmicas, efectuado con motivo de estudios de algunos terremotos importantes, nos ha demostrado que la mayor parte de las alineaciones trazadas son *líneas de*

fractura que facilitan la propagación de las ondas en su destino longitudinal.

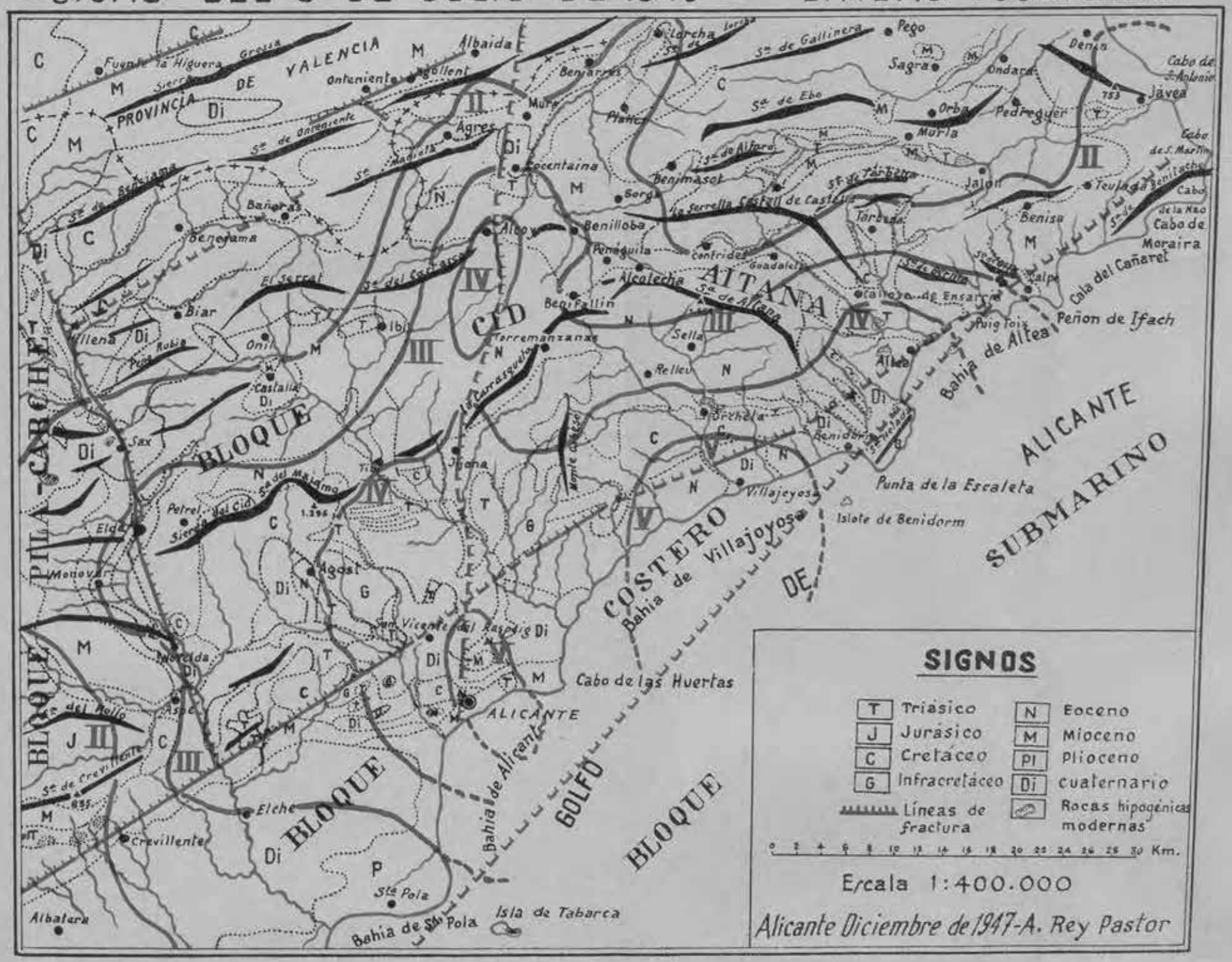
Por último, consignaremos una vez más, que es elemento indispensable para obtener frutos provechosos en el campo de la Sismología geográfica, el buscar el apoyo fundamental en la Ciencia geológica.

Alicante, diciembre de 1946.

El Ingeniero Jefe del Observatorio Sismológico,

ALFONSO REY

—SISMO DEL 3 DE JULIO DE 1946 — LINEAS ISOSISTAS



Alicante Diciembre de 1947-A. Rey Pastor

NIVELACIONES DE ALTA PRECISIÓN

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

Tomo XIX

IV

Sección 1.ª—Servicio de Geodesia

NIVELACIONES DE ALTA PRECISIÓN

Trabajos efectuados en la frontera con Portugal para enlazar las redes de «Nivelaciones de Alta precisión» de los dos países

por

MANUEL DE CIFUENTES

Ingeniero Geógrafo

Presidente de la Comisión Española

MADRID — TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL — 1948

DIRECCIÓN GENERAL
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

NIVELACIONES DE ALTA PRECISION

Enlaces de las Redes de España y Portugal

EXPOSICIÓN

Por iniciativa del Instituto Geográfico y Catastral de España al solicitar, con fecha 3 de noviembre de 1944, su Director general, ilustrísimo Sr. D. Félix Campos-Guereta, de su excelencia el Director general del Instituto Geográfico y Catastral de Portugal, Sr. Pais Clemente, la colaboración para enlazar las Redes de Nivelaciones de Alta precisión de los dos países en los distintos lugares de la frontera donde convergen los itinerarios de los trabajos, quedó planteado, por primera vez, el cumplimiento de los acuerdos adoptados en diversos Congresos por la Asociación de Geodesia de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica.

Aceptada por el Instituto Geográfico y Catastral de Portugal la propuesta de colaboración, y aprobada por la Presidencia del Gobierno, previo informe favorable del Consejo Superior Geográfico, el dictamen elevado por la Dirección general sobre la conveniencia de realizar esos trabajos, dada su importancia científica y su interés internacional al enlazar el nivel medio del Mar Mediterráno con el del Océano Atlántico, haciendo posible efectuar la compensación conjunta de los polígonos españoles y portugueses que constituyen la red de los itinerarios de nivelaciones de alta precisión que cubre toda la Peninsula, se dictó, con fecha 27 de marzo de 1946, por el Excmo. Sr. Subsecretario, la orden de autorización para efectuar los trabajos de enlace en colaboración con el Instituto Geográfico y Catastral de Portugal, concretando los

lugares de la frontera en los puentes internacionales sobre el Miño próximo a Túy (Pontevedra), sobre el Fornos, próximo a Verín (Orense), sobre el Ágreda, próximo a La Fregeneda (Salamanca), sobre el Erjas, próximo a Malpartida (Cáceres), sobre el Caya, próximo a Badajoz y entre Ayamonte (Huelva) y Villarreal de San Antonio (Portugal) en la desembocadura del Guadiana.

Nombradas las respectivas Comisiones, fueron designados, por el Instituto Geográfico de Portugal, el profesor Eduardo A. Barbosa Braga, Jefe de los Trabajos geodésicos, Presidente de la Comisión, con los Geodestas Mayor, Fernando A. Gonsalveç y Capitán Gastao de Matos, y, por parte del Instituto Geográfico español, el Inspector general don Manuel de Cifuentes, Presidente de la Comisión, D. Daniel Marín Toyos, Ingeniero Jefe del Servicio Geodésico, D. José María Gil Lasantas, Ingeniero Jefe de la Brigada de Nivelaciones de Alta precisión y don Angel Mathé Pedroche, Topógrafo de la misma Brigada.

Conscientes los Vocales de la Comisión española, desde su primera reunión, de la importancia y trascendencia del cometido que tenían confiado, convinieron, como es natural, en las medidas que estimaron eficaces para asegurar el éxito de la misión, y aun cuando desde el primer momento se desechó toda posibilidad de complicación en la ejecución de los enlaces utilizando los puentes internacionales sin alterar las normas del método clásico, en el enlace más meridional entre Ayamonte y Villareal de San Antonio, separado por el Guadiana en una distancia considerable, no sucedía lo mismo al tener que observar una visual de extraordinaria longitud, utilizando métodos diferentes de los habitualmente seguidos en la práctica de la nivelación, por lo que se estimó necesario experimentar sobre el terreno las observaciones en circunstancias análogas a como habrían de realizarse a través del Guadiana, con el fin primordial de conseguir el entrenamiento y compenetración de los observadores, asegurándose, al mismo tiempo, de la mayor o menor eficacia que ofrecían los métodos que en distintos países se habían adoptado para esa modalidad de los trabajos, y que hiciera posible, como resultado de todo ello, formular las oportunas instrucciones que como método propio de la Comisión española podrían aplicarse con la debida garantía y confianza en sus trabajos de colaboración con la Comisión del Instituto Geográfico y Catastral de Portugal.

EXPERIENCIAS EN ARANJUEZ

Cuando hay que observar una visual que no permite, por su longitud, leer directamente las divisiones de la mira a pesar del poder del anteojo, es necesario utilizar dos tablillas de dimensiones apropiadas a la distancia, adaptándolas a la mira, una por encima y otra por debajo de la visual horizontal, para deducir la lectura de mira correspondiente a esta visual, en función de los desplazamientos del anteojo en el plano vertical al apuntar, sucesivamente, a las tablillas cuyos ejes de referencia coinciden con divisiones de la mira, de antemano conocidas, es decir, que hay que prescindir del método geométrico para emplear el método trigonométrico en el que si bien no se leen directamente los ángulos en un limbo vertical, se miden, sin embargo, los desplazamientos del anteojo por las divisiones de un tambor adaptado a un tornillo micrométrico que provoca esos desplazamientos. Es bien sabido que la precisión de los resultados de una nivelación es mucho mayor por el primer método que por el segundo, hasta el extremo que, puede decirse, hablando en términos generales, que la incertidumbre con que se obtienen esos resultados es de milímetros en la nivelación geométrica, y de centímetros en la nivelación trigonométrica. Se comprende, por lo tanto, ante esa desigualdad, lo delicado y comprometido que es, en un trabajo de alta precisión, tener que cambiar de procedimiento por la necesidad de salvar un obstáculo infranqueable de considerable anchura.

Afortunadamente, en nuestro país, por la pequeña anchura relativa de sus ríos y por la disposición de los itinerarios en el proyecto que permite franquearlos utilizando los puentes, no se había presentado ocasión, ni es probable que se presente, de tener que interrumpir la práctica normal de las observaciones para continuarla después de empalmar con una visual muy larga deducida en las condiciones antes apuntadas, y como la travesía del Guadiana, en su desembocadura, imponía esa necesidad, fueron examinados con detenimiento los métodos empleados en Inglaterra y en los Estados Unidos en sus trabajos de alta precisión para resolver esas eventualidades.

Ambos están basados, como es natural, en la observación de visuales recíprocas y simultáneas, repetidas suficiente número de veces con el deseo y la ilusión de conseguir unos resultados dentro de las tolerancias

impuestas a los trabajos en la práctica normal de sus observaciones, y aun cuando se pone de manifiesto, y efectivamente ocurre, que el error de curvatura se elimina en las observaciones recíprocas, el error de colimación al cambiar los niveles de orillas, ejecutando el mismo número de observaciones y el debido al gradiente normal de la refracción, por ser las observaciones recíprocas y simultáneas, quedan, sin embargo, las anomalías de la refracción a lo largo de la visual, cuya parte accidental puede reducirse considerablemente multiplicando las observaciones, pero no así la parte sistemática de ese error provocada por irregularidad sistemática de las capas de aire atravesadas, que no puede compensarse por mucho que se multipliquen las observaciones, manifestándose inexorablemente en el resultado, cuyo éxito depende, en su mayor parte, de que las condiciones atmosféricas sean favorables durante el tiempo invertido en la observación.

En las publicaciones respectivas de los servicios de los países que se citan, se concretan las instrucciones para los trabajos, observándose una notable diferencia en el proceso operatorio, pues mientras que en el servicio de los Estados Unidos los observadores cambian dos veces de orilla, ejecutando cada uno cuatro series de 25 observaciones, lo que supone un total de cien observaciones para cada mira por día de observación, en el método inglés, solamente se ejecuta un solo cambio de operadores, distribuyéndose las observaciones en dos series de 24, con un total de 48 para cada mira por día de observación, y, sin embargo, este método despertó el interés de la Comisión por los resultados que se consignan completamente satisfactorios en el itinerario de Félix-Stowe-Londres al atravesar el río Cruch y el estuario Harwich con visuales de 1.277 y 1.524 metros, respectivamente, de longitud, llamando también la atención en los comentarios como consecuencia de las numerosas experiencias realizadas, la interesante conclusión de que el método basado en la medida simultánea y recíproca de los ángulos verticales, tal como se practica con el empleo del nivel Zeiss de 36 aumentos, ofrece garantía hasta el límite de 1.500 metros para la visual, decayendo su precisión rápidamente para distancias mayores, aun cuando se dispusiese de instrumentos de mayor poder.

En vista de ello se decidió la Comisión por experimentar sobre el terreno uno y otro método, eligiendo como paraje favorable, por su proximidad a Madrid, la laguna Ontígola, en las cercanías de Aranjuez, bordeada por el N. por el camino de Aranjuez a Ontígola, que permitía

conducir directamente la nivelación en condiciones normales, obteniéndose de este modo una comprobación eficaz para los resultados.

La laguna Ontígola, cuyo caudal es variable según la época del año, por ser frecuentemente utilizada para regadío, ofrecía, en el mes de junio, en que se acordó ejecutar las experiencias, una extensión suficiente para que la visual, al cruzarla de una a otra orilla, pudiera proyectarse sobre el agua en casi toda su longitud de un kilómetro, aproximadamente, pero retrasada, por diversas causas, la fecha convenida, no se pudieron realizar las experiencias hasta mediados de julio, en cuya época el embalse había mermado considerablemente, limitando a 400 metros la superficie cubierta cruzada por la visual. Esta contingencia, que no afectaba al fin primordial que se perseguía, de conseguir el entrenamiento y compenetración de los observadores, asegurándose también de la eficacia de los métodos, planteaba, no obstante, serias complicaciones al tener que observar una visual orientada de E. a O. en condiciones atmosféricas muy desfavorables por el excesivo calor y bajo la influencia de una refracción tan desigual en sus diferentes tramos, según se proyectaran sobre el agua o sobre el terreno.

Practicado el reconocimiento por los Vocales de la Comisión, señores Gil Lasantas y Mathé, se procedió al establecimiento de las dos referencias metálicas sobre bloques de cemento, después de numerosos tanteos y ensayos, para que quedaran, aproximadamente, al mismo nivel y convenientemente situadas para que la visual se elevara sobre la superficie del agua, por lo menos tres metros, y resultara, además, simétrica, es decir, con la misma longitud para sus tramos extremos proyectados sobre el terreno, condiciones de mucha importancia para los resultados, por aminorar las anomalías de la refracción, y cuyo cumplimiento simultáneo hace que sea difícil y laborioso el establecimiento de las señales.

Los Vocales citados salieron airosos de su misión, pues consiguieron que las señales quedaran sensiblemente al mismo nivel y apartadas poco más de un kilómetro a uno y otro lado de la laguna y en condiciones muy aceptables por lo que se refería a la elevación y simetría de la visual, condición esta última seriamente perturbada por el motivo antes expuesto de la variabilidad sufrida por el contorno de la laguna, definido por el agua en el día en que se hicieron las observaciones.

Ambos métodos, como es natural, están basados en la doble ob-

servación; es decir: que es necesario disponer de otra sesión para repetir el proceso, con el fin de aceptar para valor de la diferencia de nivel el promedio entre los dos resultados, si su discordancia satisface las tolerancias impuestas a las nivelaciones de alta precisión, repitiendo por tercera vez las observaciones en el caso de que no ocurriera así.

En las prácticas de Aranjuez se ensayó el método inglés por completo, utilizando las horas de la mañana y de la tarde del mismo día, y el método americano en las horas de la mañana del día siguiente, sin repetir el proceso de las observaciones, porque el valor obtenido para la diferencia de nivel al promediar el primer resultado con el tercero, que armonizaban perfectamente entre sí, y con el obtenido por la nivelación directa, fué absolutamente correcto, satisfaciendo cumplidamente las condiciones impuestas a las nivelaciones de alta precisión, que fijan en dos milímetros el error probable máximo admisible por kilómetro.

En los cuadernos y en el estado resumen que se acompaña, se detalla el proceso de las observaciones y los resultados obtenidos en las experiencias, y, aun cuando no se pretendía ni se deseaba obtener unos resultados rigurosos, puesto que el fin primordial era el de conseguir el entrenamiento y compenetración de los observadores entre sí y con las peculiaridades propias del método al practicarlo por primera vez sobre el terreno, resulta verdaderamente impresionante que, en las condiciones atmosféricas tan desfavorables en que se hicieron las observaciones, con diferencias de veinte grados en la temperatura durante el día, con fuertes oscilaciones para la visual por la influencia de refracciones anormales, se haya obtenido para la diferencia de nivel entre las dos señales un valor que sólo discrepa en un milímetro del que ha proporcionado el método clásico de la nivelación directa, y que cabe reputar como suficientemente exacto.

Satisfecha y convencida la Comisión de que ambos métodos ofrecen la debida garantía, cumpliéndose las circunstancias mencionadas y en condiciones atmosféricas normales, y de que quedaban resueltas cuantas complicaciones o incidencias pudieran presentarse al aplicarlos prácticamente sobre el terreno, apreció, no obstante, la conveniencia de ampliar las experiencias, efectuando las observaciones durante las horas de la noche, pues los resultados que se obtuvieran al operar en un gradiente normal de la refracción, tenían que ser sumamente favo-

rables y del mayor interés por las consecuencias que se podían deducir sobre la influencia de la refracción.

Conseguidos los dispositivos de iluminación para las miras y los niveles, se trasladó la Comisión nuevamente a Aranjuez, en la primera semana del mes de septiembre, pocos días antes de la fecha convenida con la Comisión del Instituto Geográfico de Portugal para trasladarse a Lisboa; pero, desgraciadamente y por causa de la lluvia que estuvo cayendo sin interrupción durante los dos días que sólo quedaban disponibles, no se pudieron hacer los trabajos.

Inundada la margen de la laguna donde estaba emplazada una de las señales que quedaba sumergida en el fango, y posiblemente desplazada, hubo que desistir de lo que era deseo vehemente de la Comisión, tomándose el acuerdo de aplazar las observaciones para ejecutarlas en Ayamonte, sobre el Guadiana, como tercera observación, en el caso posible de que, al comparar los resultados obtenidos por las dos Comisiones, no armonizaran dentro de las tolerancias impuestas a los trabajos.

Como consecuencia del estudio y aplicación práctica de ambos métodos, y tomando también en consideración otros trabajos análogos ejecutados recientemente por el Instituto Geográfico de Portugal sobre el estuario del Tajo, en su desembocadura, con visuales superiores a los dos kilómetros, se convinieron y aprobaron las siguientes normas para su aplicación como método propio de la Comisión española al observar la visual sobre el Guadiana, en colaboración con la Comisión portuguesa, entre Ayamonte (España) y Villarreal de San Antonio (Portugal), con el propósito, en su día, de elevarlas a la Dirección general para su aprobación y demás efectos como instrucciones reglamentarias para esta clase de trabajos.

Nivelaciones de precisión. — Experiencias en Aranjuez. — Observaciones de la visual sobre la laguna Ontigola. — Mira 19 en mar Ontigola. — Mira 20 en mar Menor. — Distancia aproximada, 1.200 metros

LOCALIDAD	INSTRUMENTOS	MÉTODOS	FECHAS	DESNIVELES OBTENIDOS	PROMEDIOS	RESULTADOS	ERROR PROBABLE EN mm.	
							Visual	Por kms.
ARANJUEZ (Laguna Ontigola).	2 niveles Zeiss de precisión (modelo III), números 5 y 6.....	Directo. Itinerario = 1.300 metros.....	11 julio (tarde)...	0.09925 (m. O.)	0.09900	0.09900	0,17 mm.	0,15 mm.
			13 julio (tarde)...	0.09875 (m. M.)				
	2 miras metálicas Kern, de precisión, divididas en medios cms., núms. 19 y 20..	Inglés. Visual = 1.200 ms.	12 julio (de 8 a 10). Temperatura (de 22° a 36°).....	0.05100 (m. M.)	0.09867			
				0.14200 (m. O.)				
				0.15570 (m. O.)				
				0.04600 (m. M.)				
			12 jul. (de 19 a 21). Temperatura (de 40° a 38°).....	0.07400 (m. M.)	0.08437			
				0.08850 (m. O.)				
				0.07250 (m. O.)				
				0.10250 (m. M.)				
		Americano. Visual = 1.200 ms.	13 julio (de 8 a 10). Temperatura (de 18° a 33°).....	0.07330 (m. M.)	0.09716			
				0.05750 (m. O.)				
				0.17700 (m. O.)				
				0.05250 (m. M.)				
				0.17550 (m. O.)				
				0.06050 (m. M.)				
				0.03300 (m. M.)				
				0.14800 (m. O.)				

NIVELACIONES DE ALTA PRECISIÓN

OBSERVACIÓN DE LARGAS VISUALES PARA SALVAR GRANDES OBSTÁCULOS

INSTRUCCIONES PARA LOS TRABAJOS

Se suponen cumplidas las siguientes circunstancias:

1.ª Con referencia a las señales.

a) Que se establezcan en ambas orillas en terrenos de análoga naturaleza.

b) Que su desnivel no exceda de un metro.

2.ª Con referencia a la visual.

a) Que su longitud no exceda de 1.500 metros.

b) Que su altura sobre el agua sea superior a tres metros.

c) Que sea simétrica, es decir, aproximadamente de la misma longitud las proyecciones de sus tramos extremos sobre el terreno.

3.ª Con referencia a las tablillas.

a) Que se fijen sobre la mira de modo que la visual horizontal, al estar comprendida entre ellas, coincida aproximadamente con la mitad de su separación, que debe ser la misma en las dos miras.

b) Que se aproximen convenientemente para que al utilizar cada observador la misma región de tambor, en ambas orillas, no resulte excesivo, sin necesidad, el recorrido de la visual entre las dos tablillas.

c) Que estén convenientemente apartadas para que la visual horizontal solicitada por los cambios bruscos de la refracción, se encuentre siempre comprendida entre los bordes más próximos de ambas tablillas.

4.ª En la observación diurna en condiciones atmosféricas favora-

bles (primavera u otoño), deben tenerse en cuenta aquellos días cubiertos y con moderada velocidad en el viento, para que al mezclarse las capas del aire próximas al suelo, atravesadas por la visual, la temperatura sea más uniforme y considerablemente reducidos los errores sistemáticos debidos a la refracción.

5.ª Si la observación se hace durante las horas de la noche es muy posible, al operar en un gradiente normal de la refracción, que los efectos por sus anomalías, que es la única causa perturbadora que no se puede eliminar por mucho que se multipliquen las observaciones, se reduzcan, de tal manera, que resulten despreciables en el promedio de las observaciones.

6.ª La observación sobre la mira cercana situada en la misma orilla, se hará por el método clásico de la nivelación directa, proyectando el retículo sobre la mira, con el anteojo horizontal, para deducir las lecturas correspondienies a los tres hilos.

7.ª La observación sobre la mira lejana situada en la orilla opuesta, se hará bisectando con el hilo colimador ambas tablillas, anotando las gradaciones del tambor correspondientes a las tres posiciones del anteojo, en el orden siguiente: tablilla superior-anteojo horizontal-tablilla inferior.

Como las divisiones de la mira que coinciden con las líneas de fe de las tablillas bisectadas por el colimador son conocidas, es muy fácil deducir, en función de las tres gradaciones de tambor registradas, la división de la mira que corresponde al hilo colimador cuando la burbuja está calada.

8.ª Establecidas las miras y los niveles en estación, cada operador comenzará por observar la mira próxima en la forma antes indicada, y a continuación, y mediante señales convenidas para que las observaciones, además de recíprocas, sean simultáneas, cruzarán la visual a través del obstáculo para enfocar la mira alejada, anotando las tres gradaciones de tambor correspondientes a las tres posiciones del anteojo en el orden indicado, cuyo proceso, que constituye una observación, se repetirá sesenta veces, agrupándolos en seis series autónomas de diez observaciones para asegurar la simultaneidad, evitando, al mismo tiempo, la atención sostenida y continua del observador durante ese largo proceso.

9.ª Ambos operadores deben empezar y terminar la observación de cada grupo al mismo tiempo, y, si esto no fuera posible, el operador más rápido continuará observando hasta que el operador más lento haya efectuado la décima observación.

10. Terminada la observación del último grupo de diez observaciones, ambos operadores volverán a enfocar la mira próxima, observándola como la primera vez.

11. Conseguidas en la forma indicada las sesenta observaciones sobre la mira lejana, que quedan comprendidas entre dos observaciones sobre la mira próxima, ambos operadores cambiarán de orilla dejando las miras y los trípodes de los niveles en su sitio (si estos trípodes son intercambiables), transportando consigo solamente el nivel con el mayor cuidado posible, para no alterar la colimación.

12. Establecidos los operadores en la nueva orilla, se repetirá exactamente todo el proceso, comenzando por la primera observación sobre la mira próxima, continuando con las sesenta observaciones sobre la mira lejana, agrupadas de diez en diez, para terminar con la segunda observación sobre la mira cercana, quedando entonces ultimado el trabajo correspondiente al primer día de observación.

13. Obtenidos por el cálculo los doce promedios de las doce series de diez observaciones sobre la mira lejana efectuadas por los dos operadores, su media aritmética proporcionará un primer valor de la diferencia de nivel entre las dos señales exento del error de curvatura porque las observaciones son recíprocas; exento del error debido a la refracción normal al equilibrarse las capas de aire por su densidad, porque las observaciones son recíprocas y simultáneas, y exento del error por la imperfecta colimación de los instrumentos; es decir; por no quedar la visual horizontal cuando la burbuja está calada por el cambio de los dos niveles que han efectuado el mismo número de observaciones en cada orilla.

14. Ese primer valor, no obstante, no queda eliminado de las anomalías de la refracción en las capas de aire atravesadas por la visual; su parte accidental sí queda considerablemente reducida por la multiplicidad de las observaciones, como los demás errores de ese carácter (los de lectura, por ejemplo), pero no así su parte sistemática que puede ser provocada por una irregularidad sistemática de la den-

sidad de las capas de aire atravesadas y, como no está obligada a manifestarse en los doce promedios, no puede quedar eliminado en su media aritmética, y es, por la conveniencia de reducirlo en lo posible, por lo que hay que cumplir las condiciones citadas al proyectar la visual, por lo que hay que repetir las observaciones en otro día diferente, y por lo que se recomienda la observación durante las horas de la noche en un gradiente normal de la refracción.

15. Obtenido en las mismas condiciones un segundo valor para la diferencia de nivel entre las dos señales, en otro día diferente, se adoptará, como resultado definitivo, el promedio de los dos resultados si su concordancia satisface las condiciones impuestas a las nivelaciones de alta precisión, que por los recientes acuerdos de la Asociación de Geodesia, de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, aprobados en la Asamblea que tuvo lugar en Edimburgo, en el año 1936, se fija en dos milímetros el límite admisible del error probable por kilómetro para esa clase de trabajo.

16. Es lo más probable que, como consecuencia de las observaciones ejecutadas durante los dos días, se obtenga una determinación muy precisa de la diferencia de nivel; pero, si por algún motivo no armonizaran los dos resultados, deben repetirse las observaciones en un tercer día.

17. Las miras y los trípodes de los niveles, si los aparatos son del mismo modelo, deben permanecer inmóviles en su sitio durante el tiempo que duren las observaciones.

ENLACES EN LA FRONTERA DE PORTUGAL

Llegada la Comisión a Lisboa, en la fecha convenida, se celebraron seguidamente las entrevistas preliminares con los Vocales de la Comisión portuguesa, con el fin de establecer el programa de los trabajos y sentar las normas fundamentales de carácter general que debían tenerse en cuenta para su ejecución. De estas primeras reuniones, así como de las demás que se sucedieron durante el curso de las operaciones, se levantaron las actas correspondientes por duplicado, redactadas en ambos idiomas, en las que de una manera clara y precisa queda debida-

mente expuesto el proceso de los trabajos con los resultados obtenidos en los seis lugares de la frontera donde se efectuaron los enlaces que estaban previstos, y cuya ejecución, dentro de las tolerancias impuestas a esta clase de trabajos por la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, constituía el delicado cometido confiado a ambas Comisiones, que ha quedado satisfactoriamente cumplido en su totalidad.

El ejemplar correspondiente a la Comisión española fué elevado oportunamente a la Dirección general para su conservación en el Archivo de Geodesia, donde se encuentra, ofreciendo su conjunto una información acabada de las actividades de ambas Comisiones durante el largo proceso de sus trabajos, que excusaría otros comentarios si no fuera por la conveniencia de extenderse en algunas consideraciones por lo que afecta a la observación de la visual a través del Guadiana y a la necesidad de tener en cuenta ciertos compromisos, como consecuencia de los enlaces realizados, no sólo en el aspecto geodésico, sino también en el aspecto geofísico, al relacionar el nivel medio de los mares, basado en las observaciones mareográficas registradas en Alicante, Cádiz y en Cascaes, cerca de Lisboa.

Entre las normas de carácter general adoptadas de común acuerdo por ambas Comisiones, merecen destacarse las siguientes:

a) Considerar definido cada enlace por la diferencia de nivel entre las dos señales principales más próximas entre sí, situadas a uno y a otro lado de la frontera.

b) Operar cada Comisión separadamente utilizando sus propios instrumentos y sus métodos de observación y cálculo.

c) Adoptar, como valor definitivo de la diferencia de nivel entre las dos señales principales que definen el enlace, el promedio de los resultados obtenidos por las dos Comisiones, siempre que la discordancia satisfaga las tolerancias impuestas por la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, que fijan en dos milímetros el límite para el error probable kilométrico en las nivelaciones de alta precisión.

Debido a las circunstancias de que el servicio portugués utiliza los mismos niveles y miras metálicas con métodos parecidos de observación y cálculo de nuestro Instituto Geográfico, el cumplimiento de esos acuerdos se facilitaba considerablemente al tener que comparar resultados de análoga precisión basados en observaciones equivalentes por su número y calidad.

Los Geodestas Sres. Gonsalves y de Mattos, por parte de la Comi-

sión portuguesa, y D. José María Gil Lasantas y D. Angel Mathé, del Servicio de Nivelaciones de Alta precisión, por parte de la Comisión española, tuvieron a su cargo la práctica de la observación en la ejecución de los seis enlaces, misión que desempeñaron con la competencia y seguridad propias de su largo entrenamiento en esta clase de trabajos.

A continuación, y por orden cronológico, se describen los enlaces consignándose los resultados obtenidos por cada Comisión y su promedio como valor adoptado para la diferencia de nivel entre las dos señales principales a uno y otro lado de la frontera, que definen cada uno de los enlaces cuya representación planimétrica, con la situación relativa de las referencias de los trabajos y los resultados y cálculos de las observaciones realizadas por la Comisión española, se contienen en los gráficos que presentamos:

RESULTADOS OBTENIDOS

18 de septiembre de 1946.

Enlace en el puente internacional sobre el río Caya de la carretera de Lisboa a Madrid.

SEÑALES PRINCIPALES QUE DEFINEN EL ENLACE

N P 539 (española). N P 47 (portuguesa).

Distancia = 20 metros.

Resultado obtenido por la Comisión portuguesa:

(N P 47 N P 539) + $0,^{m}00575$.

Resultado obtenido por la Comisión española:

(N P 539.-N P 47) — $0,^{m}00515$.

Discordancia = $0,^{mm}60$.

Valor adoptado por la diferencia de nivel:

(N P 589-N P 47) = $-0,^{m}00545$.

De acuerdo con las normas establecidas se efectuó la doble nivelación (independientemente, por ambas Comisiones, utilizando sus propios

instrumentos entre las dos señales metálicas principales N P 589 y N P 47, situadas a uno y otro lado de la frontera en el mismo pretil del puente internacional sobre el río Caya, que se encuentra en la carretera de Elbas (Portugal) a Badajoz (España), y relativamente próximo a ambas poblaciones, sin que por la naturaleza y sólida construcción del puente se presentara ninguna dificultad en la práctica de las observaciones, que pudieron realizarse sin alterar el método normal de la nivelación con una sola estación.

Comprobada que la discordancia entre los dos resultados satisfacía plenamente las tolerancias impuestas a esta clase de trabajos, se adoptó como valor definitivo del enlace la media aritmética, procediéndose a continuación por ambas Comisiones, actuando cada una en su jurisdicción, a enlazar su respectiva señal principal, con sus referencias constituídas por el lado de España por el grupo de señales metálicas principales N A P C 272-273 y 274, establecidas a la salida del puente en el edificio de la Aduana española, en la forma que se detalla en el croquis que se acompaña, y por la parte de Portugal, por los testigos T_1, T_2, T_3, referencias metálicas secundarias, establecidas en el mismo puente en las inmediaciones de la señal principal N P 47, dándose con ello por terminados satisfactoriamente los trabajos de este primer enlace.

20 de septiembre de 1946.

Enlace en el puente internacional sobre el río Erjas de la carretera que de Portugal se dirige a Malpartida (España).

SEÑALES PRINCIPALES QUE DEFINEN EL ENLACE

N P 204 (portuguesa). N A P C-609 (española).

Distancia = 107 metros.

Primer resultado obtenido:

$$(N\,P\,204 - N\,A\,P\,C\,609) = +\,1,^{m}36632.$$

Segundo resultado obtenido:

$$(N\,A\,P\,C\,609 - N\,A\,P\,204) = -\,1,^{m}36626.$$

Discordancia $= 0,^{mm}0,6.$

Valor adoptado para la diferencia de nivel:

$$= (N\,P\,204 - N\,A\,P\,C\,609) = +\,1,^{m}3629.$$

El puente internacional sobre el río Erjas, sólidamente construído en la carretera que desde Portugal conduce a Malpartida (España), ofrece buenas condiciones para la estabilidad de las miras y del nivel, por lo que la práctica de la observación no podría ofrecer dificultades.

El grupo fronterizo español estaba constituído por las señales metálicas principales N A P (sin número), incrustada horizontalmente en el pretil de aguas arriba, casi en el centro del puente, N A P C 609 y N A P C 608, incrustadas en la roca en una y otra margen de la carretera en las inmediaciones del puente, y el grupo portugués por la señal principal N P 204, empotrada verticalmente en el extremo del pretil de aguas abajo del puente, referidas a las señales metálicas secundarias T_1 T_2, y T_5, situadas en las inmediaciones, y la última (T_5) hacia la mitad del puente, enfrente de la señal principal española N A P.

Debido a las circunstancias de haber colocado en el centro del puente, sobre la señal principal española N A P, y enrasado con ella una placa de buenas dimensiones conmemorativa de la frontera, no se pudo utilizar esa señal para los trabajos, y, en vista de ello, se convino en adoptar para el enlace la señal principal portuguesa N P 204 y la señal principal española N A P C 109, incrustada horizontalmente en la roca, en la margen izquierda de la carretera, con dirección a Malpartida, frente a la entrada del puente, conviniéndose también, por dificultades de acoplamiento sobre estas señales horizontales de las miras portuguesas, que no son de talón plano como las nuestras, sino terminan en un pibote, que las dos Comisiones ejecutarán conjuntamente la doble nivelación: la Comisión portuguesa, desde su señal principal N P 204 hasta su referencia T_5 en el centro del puente, y la Comisión española, desde esta referencia hasta la señal principal N A P C 609, obteniéndose de esta manera el desnivel entre ambas señales principales que definen el enlace en el puente internacional, sobre el río Erjas, en condiciones completamente satisfactorias.

A continuación, ambas Comisiones, independientemente, enlazaron sus respectivas señales principales con sus referencias, cuya situación relativa se reseña en el croquis que se acompaña.

23 de septiembre de 1946.

Enlace en el puente internacional de F. C. sobre el río Agueda, cerca de su desembocadura en el Duero.

SEÑALES PRINCIPALES QUE DEFINEN EL ENLACE

N A P C 988 (española) N P 258 (portuguesa).

Distancia = 204 metros.

Resultado obtenido por la Comisión portuguesa:
= N P 258 a N A P C 988 = — 0,^{m}00175.

Resultado obtenido por la Comisión española:
= N A P C 988 a N P 258 = + 0,^{m}00275.

Discordancia = 1^{mm}.

Valor adoptado para la diferencia de nivel:
(N A P C 988 a N P 258) = + 0,^{m}00225.

En este enlace la Comisión española no pudo utilizar su material de observación, por la circunstancia de que el personal auxiliar no compareció en el día señalado, por haber perdido el enlace en Salamanca con el F. C. a la frontera. En vista de ello se convino que ambas Comisiones observaran, sucesivamente, la diferencia de nivel entre las dos señales citadas, utilizando los niveles y las miras del servicio portugués.

El puente de hierro del F. C. no era favorable, ciertamente, para la ejecución de las observaciones, pues aparte de las vibraciones inevitables, por su estructura metálica de 200 metros de longitud, los trípodes de los niveles no podían quedar debidamente afianzados en el pavimento, lo que exigía las mayores precauciones y cuidados por parte del observador, al tener que desplazarse a su alrededor para observar alternativamente la mira de frente y la mira de espalda. No obstante ello, la pericia y competencia de los observadores, unidas a la precaución de estacionar los niveles sobre los pilares del puente, vencieron esas dificultades que parecían inabordables, dada la extremada sensibilidad del nivel Zeiss y las tolerancias admisibles que no se podían rebasar, consiguiéndose, entre los dos resultados, la discordancia antes indicada, que satisface cumplidamente las condiciones de precisión impuestas a los trabajos.

Practicadas las observaciones propias del enlace, y confrontados los resultados obtenidos, se procedió separadamente, por ambas Comisiones, a enlazar su respectiva señal principal con sus referencias situadas

en las inmediaciones, estando el grupo español constituído por las dos señales principales horizontales N A P C 987 y N A P C 990 y la señal principal vertical N A P C 989, cuyas situaciones y posiciones relativas se reseñan gráficamente en el croquis que se acompaña, y el grupo portugués, como de costumbre, por los tres testigos T_1, T_2 y T_3, señales metálicas secundarias incrustadas verticalmente en el suelo, en las inmediaciones.

Del 30 de septiembre al 9 de octubre de 1946

Enlace entre las poblaciones de Ayamonte (España) y Villarreal de San Antonio (Portugal), situadas en las orillas opuestas del río Guadiana, cerca de su desembocadura.

SEÑALES METÁLICAS SECUNDARIAS PARA LA OBSERVACIÓN DE LA VISUAL A TRAVÉS DEL RÍO

N P G (portuguesa). — En el muelle del puerto de Villarreal de San Antonio, incrustada verticalmente en uno de los adoquines del pavimento, a pocos metros del coronamiento del muelle, sobre el río.

N A P G (española). — En el muelle del puerto de Ayamonte, incrustada verticalmente en un bloque de cemento hundido en el suelo, entre los adoquines del pavimento, a pocos metros del coronamiento del muelle, sobre el río.

Distancia entre ambas señales: 1.350 metros.

Resultado obtenido por la Comisión portuguesa:

$$(N P G - N A P G) = -0,^{m}9639.$$

Resultado obtenido por la Comisión española:

$$(N A P G - N P G) = +0,^{m}9620.$$

Discordancia — $1,^{mm}9$.

Valor adoptado para el desnivel:

$$= N P G \text{ a } N A P G = -0,^{m}96295.$$

SEÑALES METÁLICAS PRINCIPALES QUE DEFINEN EL ENLACE

N P 155 (portuguesa).—En la base del obelisco que se levanta en el centro de la plaza del Marqués de Pombal, en la población de Villarreal de San Antonio, incrustada verticalmente en el tercer escalón del monumento.

N A P E 4 (española).—En el edificio de la estación del F. C. de Ayamonte, incrustada horizontalmente en la esquina más próxima a las vías y al puerto de Ayamonte.

Diferencia de nivel obtenida por la Comisión portuguesa entre sus dos señales (principal y secundaria):

$$\text{N P 155 a N P G} = -0,^{m}85360.$$

Diferencia de nivel obtenida por la Comisión española entre sus dos señales (principal y secundaria):

$$\text{N A P E 4 a N A P G} = -1,^{m}42308.$$

Diferencia de nivel adoptada entre las dos señales principales N P 155 (portuguesa) y N A P E 4 (española) que definen el enlace:

$$\text{N P 155 a N A P G 4} = -0,^{m}39347.$$

El 30 de septiembre llegaron las Comisiones a la población portuguesa de Villareal de San Antonio, emplazada en la orilla derecha del río Guadiana, cerca de la desembocadura, con la natural expectación, no exenta de preocupaciones, porque no se trataba ahora de determinar un desnivel con pocas estaciones y niveladas de 30 metros, como había ocurrido en los enlaces anteriores, sino que era preciso efectuar esa determinación de una sola vez, observando una visual de más de un kilómetro de longitud en condiciones atmosféricas desfavorables por el excesivo calor, que hacían presumir, fundadamente, sensibles variaciones en la refracción.

Era, por lo tanto, necesario extremar todas las precauciones para que la visual quedara correctamente proyectada, cumpliendo las condiciones expuestas en la primera parte de este informe. Afortunadamente se consiguió, en forma que no dejaba nada que desear, por la

circunstancia, tan favorable como decisiva, de haber podido utilizar los muelles de ambos puertos para efectuar las observaciones a través del río.

Quedaron las dos referencias metálicas sólidamente establecidas en el pavimento de piedra de los muelles, a muy poca distancia del coronamiento sobre el río, lo que hacía que, prácticamente, la visual se proyectara en toda su longitud sobre la superficie del agua, atravesando, además, las capas de aire elevadas más de tres metros sobre el obstáculo.

La distancia entre las dos señales resultó de 1.351 metros, y su diferencia de nivel de noventa y tantos centímetros, obteniéndose un primer valor aproximado del desnivel entre los dos muelles con el deseo de que no excediera de un metro, midiendo, simultáneamente, a la misma hora del mismo día, la vertical desde el coronamiento de los muelles sobre el agua del río.

Consecuencia de este desnivel, las tablillas quedaban en la parte más baja de la mira en el lado de Portugal, y en la parte más elevada de la mira en el lado de España.

Quedaba, por lo tanto, la visual correctamente proyectada, felicitándose mutuamente ambas Comisiones de que las circunstancias locales hubieran permitido resolver, en forma tan satisfactoria, esta importantísima fase de los trabajos.

Se disponía también de excelente material para la observación con la seguridad de que sería hábil y competentemente utilizado por los Geodestas portugueses Sres. Gonsalves y de Mattos, que estaban familiarizados con el método por haber tenido ocasión de practicarlo sobre el estuario del Tajo, observando visuales de más de dos kilómetros de longitud, y por los españoles Sres. Gil Lasantas y Mathé, por los muy excelentes resultados obtenidos en Aranjuez con motivo de las experiencias realizadas sobre la laguna de Ontigola, y no obstante estas circunstancias tan favorables, que debían bastar por sí solas para asegurar el éxito, no eran, sin embargo, suficientes, pues quedaba el imponderable de la refracción, que podía, por sus anomalías sistemáticas, comprometer las observaciones.

Se convino, como en los enlaces anteriores, que las Comisiones actuaran independientemente, y que exclusivamente se emplearan dos miras del servicio portugués, que como se sabe terminan en pibote, por su mayor facilidad de adaptación a las señales planas establecidas en

los muelles, con la garantía de que estaban debidamente contrastadas, y de que las longitudes de los pibotes eran exactamente iguales.

La Comisión española aplicó su método propio de observación establecido como consecuencia de las experiencias de Aranjuez, efectuándose las 12 series de 10 observaciones sobre cada mira, cambiando de orilla los operadores con sus niveles después de la sexta serie, y obteniendo como resultado final $0^m,9620$, del desnivel entre las dos señales establecidas en los muelles.

La Comisión portuguesa, inspirándose en el método americano, y al mismo tiempo que la Comisión española, efectuó dos series de 25 observaciones sobre cada mira, siguiendo su práctica reglamentaria de efectuar la doble observación sobre la mira en las dos posiciones de nivel a la izquierda y a la derecha del anteojo, cambiando de orilla los operadores con sus niveles después de la primera serie, obteniendo como resultado final del desnivel entre las mismas señales 0,9639 metros.

Ante esta discordancia tan reducida que no llegaba a los dos milímetros, las Comisiones se quedaron sorprendidas, pues no cabía esperar, dadas las condiciones meteorológicas tan desfavorables, con temperaturas superiores a los 40 grados en los niveles que estaban a la sombra, y con fuertes oscilaciones en la visual solicitada por cambios bruscos en la refracción, que la armonía fuera tan perfecta, y con el deseo, compartido por todos los presentes, dado el interés que había despertado las observaciones, de confirmar los resultados, se convino en repetir el proceso al día siguiente, para disponer, en definitiva, por parte de la Comisión española, de dos resultados por la aplicación repetida de su método, y por parte de la Comisión portuguesa de otros dos valores, obtenidos en días diferentes, repitiendo la serie de veinticinco observaciones basadas en el método americano.

Desgraciadamente, y por la circunstancia de haber atracado al muelle de Villarreal de San Antonio un barco de guerra portugués que mantenía constantemente las calderas encendidas, perturbando extraordinariamente la visual que rozaba la proa del buque, las observaciones se malograron por ambas partes, a pesar de los esfuerzos de una y otra Comisión, que llegaron a duplicar el número de sus observaciones, con el deseo de obtener unos resultados aceptables para su comparación con los obtenidos en el día anterior, que no dejaban nada que desear. Las oscilaciones de la visual, motivadas por el enrareci-

miento del aire causado por el encendido de las calderas, eran tan bruscas y tan amplias, que desde el muelle de Ayamonte no había posibilidad de sujetar la visual entre las dos tablillas de la mira emplazada en Portugal, por lo que se convino, a la vista de los resultados obtenidos, en prescindir de esa comprobación.

En vista de ello, y como no había nada que objetar a los resultados del primer día, obtenidos separadamente con métodos de observación y cálculos diferentes, en los que habían intervenido los cuatro niveles, ambas Comisiones se ratificaron en sus respectivos resultados, acordándose, por unanimidad, dado que la discrepancia era completamente satisfactoria, adoptar para diferencia de nivel, entre las dos señales metálicas secundarias, la media aritmética entre los dos valores.

Estas señales secundarias, como se ha indicado, quedaron debidamente emplazadas en ambos muelles y garantizada su permanencia para mucho tiempo, por las precauciones que se adoptaron al establecerlos, pero de acuerdo con las normas convenidas de considerar el enlace definido por referencias principales estables y permanentes, y considerando, además, que tenían que estar afectadas por el frecuente tránsito rodado de vehículos pesados por el pavimento de los muelles, fueron enlazadas seguidamente por itinerarios de alta precisión a las referencias principales establecidas en el interior de las poblaciones.

Por la parte de España, el grupo fronterizo está constituído por las cuatro señales metálicas principales N A P E 1, N A P E 2, N A P E 3 y N A P E 4, incrustadas horizontalmente en distintos edificios de la estación del F. C. de Ayamonte, cuyas posiciones relativas se reseñan gráficamente en el croquis que se acompaña, erigiéndose la última señal N A P E 4, establecida en el edificio principal de la estación, para definir el enlace, y por la parte de Portugal, por las señales principales N P 159, establecida verticalmente en uno de los pilares de la escalinata principal del desembarcadero, y la N P 155, elegida para definir el enlace, incrustada también verticalmente, como se ha indicado, en el monumento al Marqués de Pombal, en la plaza principal de la población.

15 de octubre de 1946.

Enlace en el puente internacional sobre el río Fornos, de la carretera de Chaves (Portugal) a Verín (España).

SEÑALES PRINCIPALES QUE DEFINEN EL ENLACE

NAPE 10 (española). NP 149 (portuguesa)

Distancia = 25 metros.

Resultado obtenido por la Comisión española:
= NP 149 a NAPE 10 — + 0,^{m}02590.

Resultado obtenido por la Comisión portuguesa:
= NP 149 a NAPE 10 — + 0,^{m}02625.

Discordancia = 0,^{mm}35.

Este enlace no ofrece ninguna dificultad. Situadas ambas señales en los extremos del puente internacional, y separadas por una distancia aproximada de 25 metros, sólo fué necesario una estación para obtener el desnivel, procediendo, acto seguido, ambas Comisiones a enlazar su respectiva señal con su referencia, situadas en las inmediaciones, y que eran por la parte de España, las señales principales NAPE 9 y NAPE 8, cuya representación planimétrica se detalla en el croquis que se acompaña, y por la parte de Portugal, como de costumbre, por los tres testigos, señales metálicas secundaria T_1, T_2 y T_3, emplazados verticalmente en la estructura del puente.

Este enlace no estaba previsto, ni era necesario para los itinerarios españoles, pero accediendo a los deseos manifestados por el Instituto Geográfico de Portugal, se incluyó en la Orden ministerial, lo que trae como consecuencia la necesidad de descomponer el polígono fronterizo español P Túy-Orense-Monforte-Astorga-Zamora-Salamanca-La Fregeneda, en otros dos P_1 y P_2, proyectando la nueva sección siguiendo el itinerario por la carretera de Verín hasta Orense, modificación que no altera para nada la unidad del proyecto, y, además, es conveniente porque el polígono P tenía un desarrollo excesivo con sus contactos en la frontera portuguesa en Túy y en La Fregeneda, separados por una distancia muy considerable.

18 de octubre de 1947.

Enlace en el puente internacional del F. C. sobre el río Miño, entre Valenca do Miño (Portugal) y Túy (España).

SEÑALES PRINCIPALES QUE DEFINEN EL ENLACE

N P 30 (portuguesa). N P 260 (española).

Distancia = 376 metros.

Resultado obtenido por la Comisión española:

N P 30 a N P 260 = — 0,^{m}04550.

Resultado obtenido por la Comisión portuguesa:

N P 30 a N P 260 = — 0,^{m}04475.

Discordancia = 0,^{mm}75.

Este puente, de considerable extensión, tiene dos plantas: la superior para el ferrocarril, y la inferior para los transportes por carretera, que fué la que se utilizó para conducir la nivelación.

Como eran necesarias varias estaciones de nivel, dada la longitud del puente, y sus vibraciones eran muy desfavorables para la observación, se interrumpió la circulación por el puente, mientras se practicaba la nivelación, en aquellas horas en que se sabía con certeza que no circularían los trenes por el andén superior.

El grupo de referencia, por el lado de España, estaba constituído por las cuatro señales principales N A P E (14, 15, 16 y 17), empotradas horizontalmente las dos últimas en la misma estructura del puente, y las dos primeras a uno y otro lado de la carretera hacia Túy, en el edificio de la Aduana y en el muro de contención, casi enfrente la una de la otra, detallándose en el croquis que se acompaña la situación relativa de las cuatro señales.

No era, por lo tanto, necesario establecer más referencias; pero, para facilitar el acoplamiento de la mira portuguesa, terminadas en pibote, que ofrecían siempre seria dificultad para quedar establecidas sobre las señales españolas horizontales, se utilizó una señal principal plana N P 260, que se incrustó verticalmente en el pavimento del puente, muy próxima y casi debajo de la señal principal horizontal N A P E 17 establecida en el mismo puente.

Las observaciones se practicaron sin ninguna dificultad por ambas Comisiones a través del puente, entre las señales planas N P 30, portuguesa, y N P 260, española, situadas en sus extremos y escogidas para

definir el enlace, señales que quedaron a continuación debidamente enlazadas con sus referencias, por el lado de España en la forma ya descrita, y por la parte de Portugal por el grupo de tres testigos (señales metálicas secundarias), cuya situación relativa queda debidamente reseñada en el acta que, como los enlaces anteriores, se levantó por duplicado a los efectos consiguientes.

EL NIVEL MEDIO DEL MAR COMO BASE DE REFERENCIA PARA LAS ALTITUDES

Enlazadas satisfactoriamente las redes de nivelación de los dos países en los seis lugares de la frontera que acaban de describirse, se desprende, como primera consecuencia, la necesidad de descomponer el polígono P de nuestro proyecto, en otros dos P_1 y P_2, proyectando la nueva sección Verín-Orense por la carretera entre ambas poblaciones, con el fin de que el enlace en el puente internacional entre Verín (España) y Chaves (Portugal), por donde pasa el itinerario portugués que, desde Braga, se dirige a Braganza, tenga virtualidad.

Una vez observada esa nueva sección, es necesario cerrar por desniveles los cinco polígonos fronterizos constituídos por itinerarios portugueses y españoles que, como consecuencia de los seis enlaces efectuados, se proyectan sobre la frontera en la forma que se indica en el gráfico que se acompaña, y que son los siguientes: empezando por el Sur y en el sentido de las agujas del reloj.

P'''. — Travesía del Guadiana-Beja-Puente internacional sobre el Caya-Badajoz-Los Santos-Fregenal-Gibraleón-Ayamonte-Travesía del Guadiana.

P''. — Puente internacional sobre el Caya-Portalegre-Castellobranco-Puente internacional sobre el Erjas-Arroyo Malpartida-Mérida-Los Santos-Badajoz-Puente internacional sobre el Caya.

P'. — Puente internacional sobre el Erjas-Cobilhá-Guarda-Puente internacional sobre el Águeda-La Fregeneda-Salamanca-Plasencia-Arroyo Malpartida-Piedras Albas-Puente internacional sobre el Erjas.

P_2. — Puente internacional sobre el Águeda - Miranda do Douro-Braganza-Chaves-Puente internacional sobre el Fornos-Verín-Orense-Monforte-Astorga-Zamora-Salamanca-Puente internacional sobre el Águeda.

P_1. — Puente internacional sobre el Fornos - Chaves - Braga - Palensa do Miño-Puente internacional sobre el Miño-Túy-Orense-Verín-Puente internacional sobre el Fornos.

Obtenidos los cierres de esos polígonos en colaboración con el Instituto Geográfico de Portugal, dentro de las tolerancias impuestas a los trabajos, queda despejado el camino para la corrida de altitudes con el fin de comparar la discordancias que necesariamente aparecerán, al resultar afectadas las señales principales que definen los enlaces con dos valores, de cuya comparación, si los desniveles, como se presume, han sido observados y calculados correctamente dentro de las normas establecidas para las nivelaciones de alta precisión, se podrán deducir consecuencias muy interesantes sobre la desnivelación de la superficie del mar al quedar relacionadas las observaciones mareográficas registradas simultáneamente en Alicante, Cádiz y Cascaes, en la desembocadura del Tajo, y también desde el punto de vista práctico por la posibilidad de plantear la compensación de ambas redes formando conjunto cubriendo toda la Península.

Por el estado actual de los trabajos, nuestro servicio se encuentra en condiciones de poner inmediatamente a la disposición del Instituto Geográfico de Portugal los desniveles y también las altitudes correspondientes a los tres primeros polígonos que acaban de ser reseñados, aplazando para más adelante, y en fecha no muy lejana, los que corresponden a los dos polígonos del Norte. Parece, por lo tanto, natural en la organización de las futuras campañas conceder la preferencia a los polígonos proyectados en el N. O. de España, y por el siguiente orden P L K J, no solamente para completar el enlace con la frontera portuguesa, sino también para establecer el contacto con el nuevo mareógrafo de La Coruña y su enlace con el mareógrafo de Santander.

Uno de los cometidos importantes de las nivelaciones de alta precisión es la determinación del nivel del mar. Es sabido que los niveles medios de los distintos mares, y aun en el mismo litoral, no se encuentran en la misma superficie de nivel, es decir, que las cotas altimétri-

cas del nivel del mar obtenidas por las observaciones mareométricas o mareográficas y referidas al mismo plano de comparación, no son iguales.

Naturalmente, que estas discordancias son pequeñas, y las nivelaciones de alta precisión, a medida que ha ido progresando la construcción de los instrumentos y perfeccionándose los métodos operatorios y de cálculo, teniendo en cuenta las causas susceptibles de producir error, las ponen de manifiesto, reduciendo considerablemente las discrepancias que antes aparecían en los antiguos trabajos al relacionar con el nivel del mar las referencias de los mareógrafos en diversos lugares del litoral, hasta el punto de que la depresión del Mediterráneo, respecto del nivel medio del mar en las costas de Francia, Bélgica, Holanda y Alemania, como resultado de las nivelaciones de alta precisión, ha quedado reducida a unos 15 centímetros.

En nuestro país ha ocurrido lo mismo; las discrepancias de 30 y de 50 centímetros que aparecían en los puertos de Alicante, Cádiz y Santander como consecuencia de los enlaces por los antiguos trabajos de nivelaciones de precisión, se han reducido considerablemente como resultado de los modernos trabajos de alta precisión, consiguiéndose con ello un adelanto notable en la determinación del nivel medio del mar en nuestro litoral.

Es sabido, también, que una determinación correcta del nivel del mar no se consigue hasta agotar el ciclo de dieciocho años, aproximadamente, en que el Sol, la Luna y la Tierra vuelven a ocupar en el espacio las mismas posiciones relativas que tenían antes; pero estudiando detenidamente ese largo período de observación, se ha puesto de manifiesto una ondulación muy notable, que se reproduce cada nueve años, lo que quiere decir que, prácticamente, la determinación del nivel del mar durante ese tiempo es correcta. Esta determinación puede ofrecer discordancias de 40 y 45 centímetros en los meses sucesivos, y de siete u ocho centímetros en los diferentes años, debido a causas meteorológicas, desde luego, de carácter accidental, pero que no tienen tiempo de compensarse en esos cortos períodos, desapareciendo totalmente en el período antes citado de los nueve años.

Como esa perturbación, debida a causas meteorológicas, tiene un radio de acción bastante extenso, afectando necesariamente, al mismo tiempo, a una parte considerable del mismo litoral, se concibe que si se dispone de dos estaciones mareográficas fundamentales convenien-

temente alejadas en el mismo litoral, se dispone de un control eficaz para vigilar y compensar los resultados obtenidos por otros Observatorios mareométricos o mareográficos intermedios, de carácter secundario, que sólo necesitan, como es natural, periodos de tiempo más reducidos para contribuir eficazmente con las estaciones fundamentales de que dependen, a una determinación precisa del nivel medio del mar.

De ahí el interés de los países de disponer, a lo largo de sus costas, de una red mareográfica enlazada con la red de las nivelaciones de alta precisión.

En España, la red mareográfica fué proyectada por el que suscribe hace veinte años, y comprende el establecimiento de 13 Observatorios: en Port Bou, Tarragona, Sagunto, Alicante, Almería y Málaga, en el Mediterráneo, y en Cádiz, Huelva, Vigo, La Coruña, Gijón, Santander y San Sebastián, en el Atlántico, que son otros tantos vértices de los polígonos que forman la red de nivelaciones de alta precisión, mareógrafos que deberían funcionar sólo el tiempo necesario para conseguir una determinación prácticamente correcta del nivel del mar en esos sitios del litoral, lo que es posible al estar controlados por los Observatorios fundamentales de Alicante y de La Coruña, cuyo funcionamiento se proponía fuera permanente como estaciones reguladoras de las demás de carácter secundario, teniendo muy en cuenta, al presentar ese proyecto, las atinadas consideraciones expuestas, en el año 1891, por el ilustre Ingeniero D. Eduardo Mier, entonces Jefe del Servicio, cuando proponía la instalación de 26 mareógrafos en nuestro litoral para el estudio del nivel del mar.

Alicante y La Coruña fueron los puertos escogidos en el Mediterráneo y en el Atlántico para instalar las estaciones de primer orden; en Alicante, atendiendo que era la primera de España y una de las primeras en el mundo donde esas observaciones empezaron, y a que, estando en esa ciudad emplazada la señal N P 1, que es el origen de los antiguos y modernos trabajos de nivelaciones de precisión, era lógico sostener indefinidamente las observaciones de marea en ese sitio para asegurarse, a través del tiempo, de las posiciones relativas de esa señal y del nivel del mar, y respecto del puerto de La Coruña, porque su situación la recomienda especialmente como uno de los lugares de la costa más interesantes para estudiar el fenómeno, teniendo en cuenta el sentido de la propagación y las causas que puedan perturbarlo por su posición avanzada en el océano.

Este proyecto fué aprobado por la Dirección general, de acuerdo con el informe del Consejo del Servicio Geográfico, con fecha 27 de septiembre de 1923, y consecuencia de ello fué la presentación por el que suscribe de los proyectos de los mareógrafos permanentes en Alicante y en La Curuña; el primero, construido y en perfecto estado de funcionamiento durante un período de tiempo más que suficiente para disponer, como se dispone, de una determinación correcta del nivel del mar, y el segundo, muy avanzada su construcción en la actualidad y en disposición de poder iniciar sus observaciones dentro de poco tiempo.

Supuesto el funcionamiento simultáneo de las estaciones permanentes con las demás de carácter secundario, es posible, como se ha indicado, conseguir una determinación prácticamente correcta del nivel del mar en los diferentes lugares, sin que sea necesario prolongar el período de observación en las estaciones secundarias más de cinco años, al estar controladas por las estaciones fundamentales y enlazadas a lo largo del litoral por itinerarios de nivelación de alta precisión, cuyos errores operatorios serán suficientemente reducidos, dada su pequeña longitud relativa y escaso desnivel, para que puedan poner de manifiesto las diferencias de las cotas altimétricas del nivel medio del mar en los distintos lugares al quedar referidas al mismo plano de comparación.

ALTITUD DE PARTIDA PARA LA FRONTERA CON PORTUGAL

Como es sabido, el plano de comparación elegido como de referencia de la altimetría de nuestro Mapa nacional es el que pasa por la señal N P 1, situado en el Ayuntamiento de Alicante. A él están referidas y publicadas las altitudes de las señales metálicas de los antiguos trabajos de nivelación de precisión y de las modernas de alta precisión.

Su cota puede ser arbitraria, mas, una vez escogida, se comprende lógicamente, que ese valor debe sostenerse indefinidamente, pues si no fuera así, la confusión y el desorden que se introducirían, dada la prolija difusión que han tenido esas publicaciones, tendría consecuencias muy lamentables.

El valor adoptado para la señal N P 1, y al que están referidas y publicadas las altitudes de las señales metálicas de los trabajos antiguos y modernos de las nivelaciones de precisión es 3,409 metros, que re-

presenta la cota altimétrica del nivel medio del mar en el puerto de Alicante, obtenido por observaciones mareométricas por debajo de la citada señal. Posteriormente, observaciones mareográficas en dos instalaciones distintas, dentro y fuera del puerto, con el antiguo aparato Addie, alteraron en pocos centímetros por encima y por debajo de ese valor esa distancia vertical, y más recientemente en una tercera instalación en la parte superior del puerto con el moderno aparato Thompson, se continuaron las observaciones disponiéndose de años completos sucesivos registrados en debidas condiciones con el resultado considerando el periodo de diez años (1927-1936) de obtener para la cota altimétrica del nivel medio del mar en Alicante referido a la señal NP1 «3,381 metros,» que ofrece, desde luego, una determinación prácticamente correcta del nivel del mar en Alicante, pero no justifica la satisfacción ¡pueril de corregir en 28 milímetros con el ímprobo trabajo y confusión nherentes a ello el valor «3,409 metros», primitivamente adoptado para referencia de las altitudes, tanto más, cuando ese valor del mareógrafo tan correcto, no es inmutable, sino que variará continuamente a través del tiempo por el funcionamiento sostenido del mareógrafo.

No quiere esto decir que no se aprovechen las observaciones mareográficas mucho más precisas por su registro continuo que las mareométricas, pues ese aprovechamiento está llamado a fines más altos que los de cambiar de vez en cuando un plano de comparación, y es inevitable y trascendental siempre que se trate del estudio del nivel del mar, es decir, cuando se tenga que comparar los niveles medios obtenidos en diversos lugares que han quedado enlazados por las nivelaciones de alta precisión, comparación que es inmediata, sin más que tener en cuenta la pequeña constante, en este caso de 28 metros, entre los dos planos de comparación, ocasión que se presentará con motivo de los enlaces en la frontera de Portugal, al relacionar el nivel del mar en Alicante, en Cádiz y en Cascaes.

Las nivelaciones de alta precisión, recientemente y a través de un largo recorrido de 900 kilómetros, han enlazado los mareógrafos de Alicante y Cádiz, y el resultado de ese trabajo ha hecho desaparecer la fuerte discordancia de 30 centimetros inadmisible, para representar la desnivelación del mar entre esos puertos, dejándola reducida a 40 milímetros y a 12 milímetros según se considere los resultados obtenidos por la escala de mareas o por el moderno aparato Thompson, en la última y actual instalación, discordancias, que por su pequeña magnitud,

entran de lleno en los errores propios de la nivelación, por muy alta que sea su precisión, al tener que recorrer, como en el caso presente, un itinerario de tanta longitud, sacándose la consecuencia, al comparar los resultados obtenidos por ambos mareógrafos, de que los niveles medios en Alicante y en Cádiz, prácticamente se encuentran en la misma superficie de nivel.

Por consiguiente, las tres altitudes, función de esas discordancias que afectan a la señal principal N P 1433, situada en la estación del F. C. de Cádiz, cerca del mareógrafo, que pueden tomarse como de partida para continuar para Portugal son aceptables.

La primera (véase el croquis adjunto) (3,490 m. ± 30 mm.) sobre el nivel del mar en Alicante, está basada en las observaciones de la escala de mareas en ese sitio, la segunda (3,462 m. ± 30 mm.) sobre el mismo nivel, en función de las observaciones registradas por el mareógrafo de Alicante en su actual instalación durante un período ininterrumpido de diez años por el moderno aparato Thompson, y la tercera 3,451 metros sobre el nivel del mar en Cádiz, deducido de las observaciones registradas durante el año 1910 por el mareógrafo de Cádiz, emplazado en las inmediaciones.

Y aun cuando todo hace presumir, dada la calidad y cantidad de las observaciones, que el valor más plausible corresponde al que se deduce de las observaciones registradas por el mareógrafo de Alicante, a pesar de su alejamiento, pues se trata efectivamente de una determinación correcta del nivel del mar, el que suscribe, no obstante, manifiesta su preferencia por el primer valor (3,490 m. ± 30 mm.) como punto de partida para las altitudes, tan sólo por la consideración de no alterar el plano de comparación elegido, sin perjuicio, claro está, al establecer contacto con las altitudes portugesas, de tener muy en cuenta la altitud basada en las observaciones registradas por el aparato Thompson en Alicante, como dato que debe prevalecer sobre las demás, al comparar el nivel medio del mar en esa localidad con los niveles medios en otros lugares.

La colaboración prestada a los trabajos por el Instituto Geográfico y Catastral de Portugal ha sido tan valiosa, lo mismo en el aspecto técnico, por la competencia demostrada por los Vocales de su Comisión, que en el aspecto privado en sus relaciones con la representación de nuestro Instituto Geográfico, por las constantes pruebas de alta consideración recibidas y facilidades que se le ofrecieron para el cumpli-

miento de su misión, que contribuyó poderosamente al éxito alcanzado, mereciendo por ello su Director general, Ingeniero Sr. Pais Clemente, así como los Vocales de su Comisión, Ingenieros Sres. Barbosa Braga, Gonsalvez y Melo de Mattos, nuestra gratitud hondamente sentida al haber contribuido tan eficazmente por los satisfactorios resultados obtenidos al merecido prestigio de ambos organismos.

Madrid, Agosto de 1947.

NIVELACIONES DE ALTA PRECISIÓN

CROQUIS GENERAL DE LOS ENLACES FRONTERIZOS CON PORTUGAL

NIVELACIONES DE ALTA PRECISIÓN

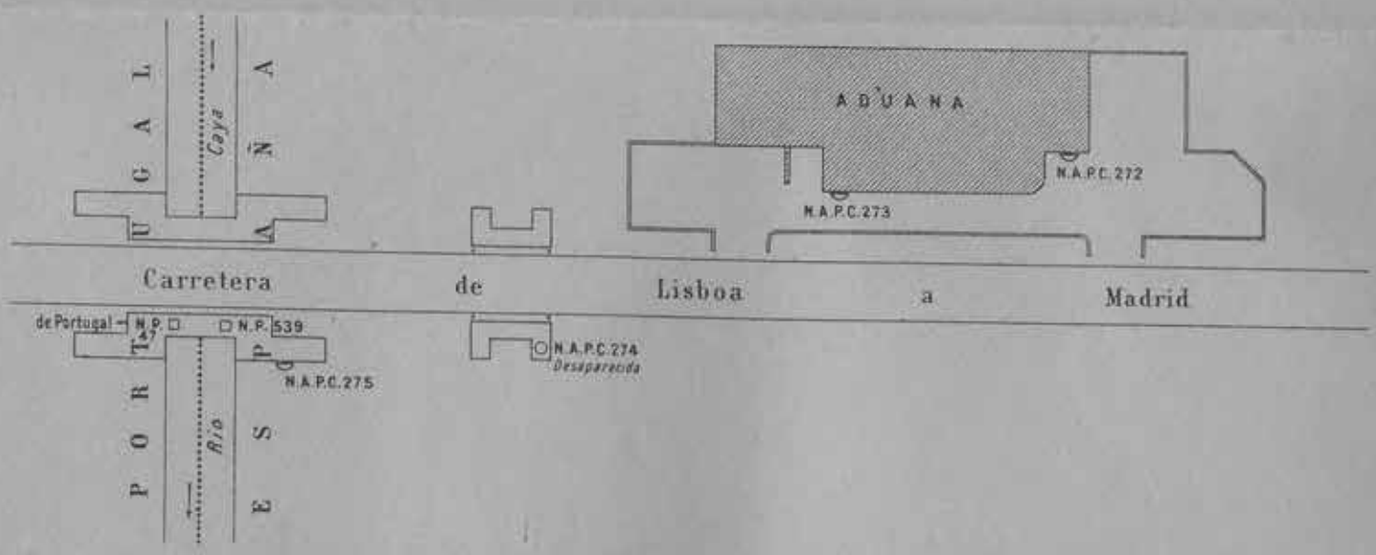
RESEÑA DEL ENLACE FRONTERIZO CON PORTUGAL

en el Puente Internacional sobre el Rio Caya

SEÑALES - N.A.P.C. 272 - N.A.P.C. 273 - N.A.P.C. 274 - N.A.P.C. 275 Y N.P. 539

RESEÑA GRÁFICA DE LAS SEÑALES

N.P. 539 - N.A.P.C. 272 - N.A.P.C. 273 - N.A.P.C. 274 Y N.A.P.C. 275



NIVELACIONES DE ALTA PRECISIÓN

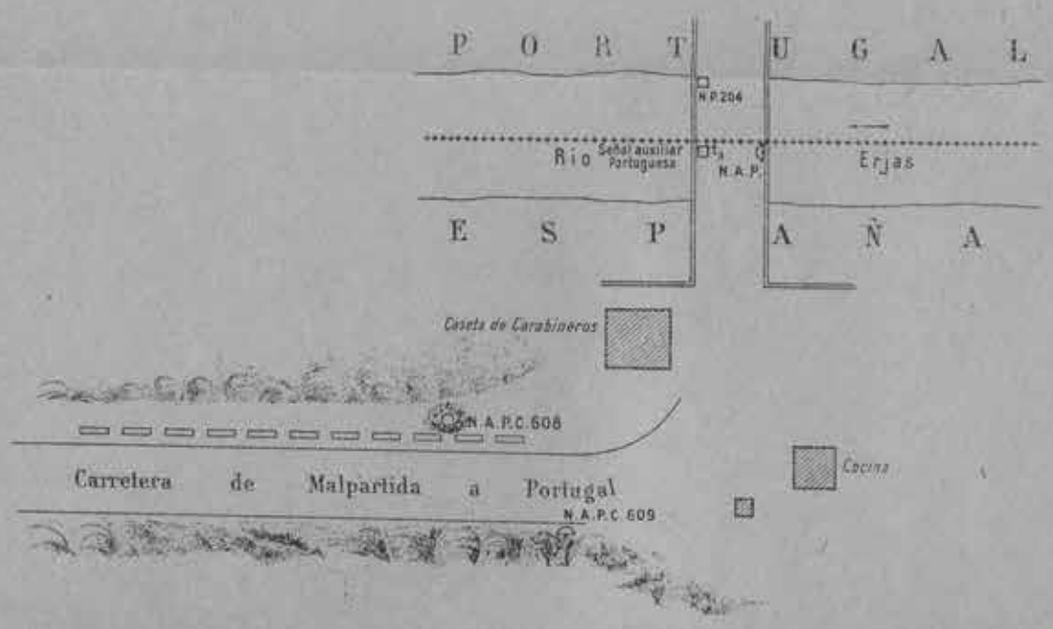
RESEÑA DEL ENLACE FRONTERIZO CON PORTUGAL

en el Puente Internacional sobre el Rio Erjas

SEÑALES – N.A.P. – N.A.P.C. 608 Y N.A.P.C. 609

RESEÑA GRÁFICA DE LAS SEÑALES

N.A.P. – N.A.P.C 608 Y N.A.P.C 609



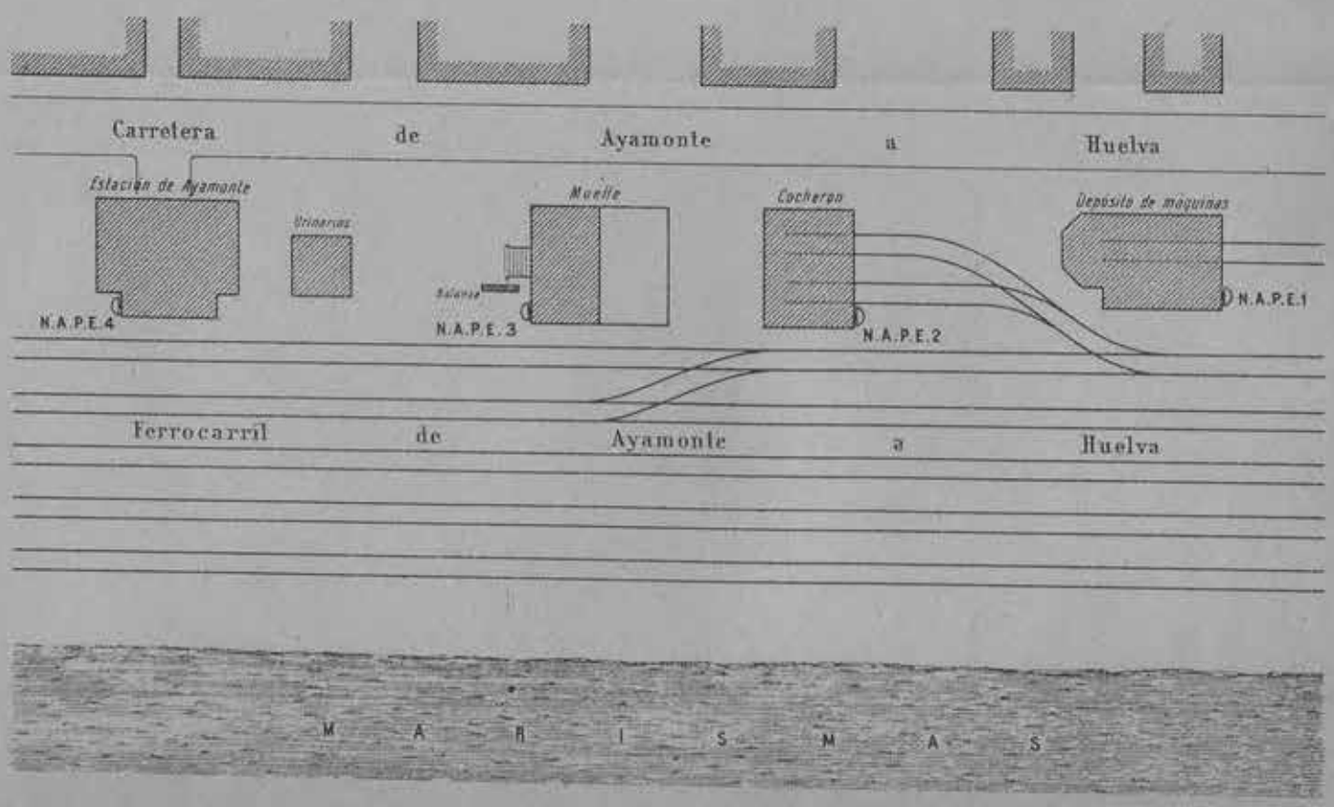
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

NIVELACIONES DE ALTA PRECISIÓN

RESEÑAS DE LOS ENLACES FRONTERIZOS CON PORTUGAL

RESEÑA GRÁFICA DE LAS SEÑALES

N.A.P.E.1 – N.A.P.E.2 – N.A.P.E.3 Y N.A.P.E.4



NIVELACIONES DE ALTA PRECISIÓN

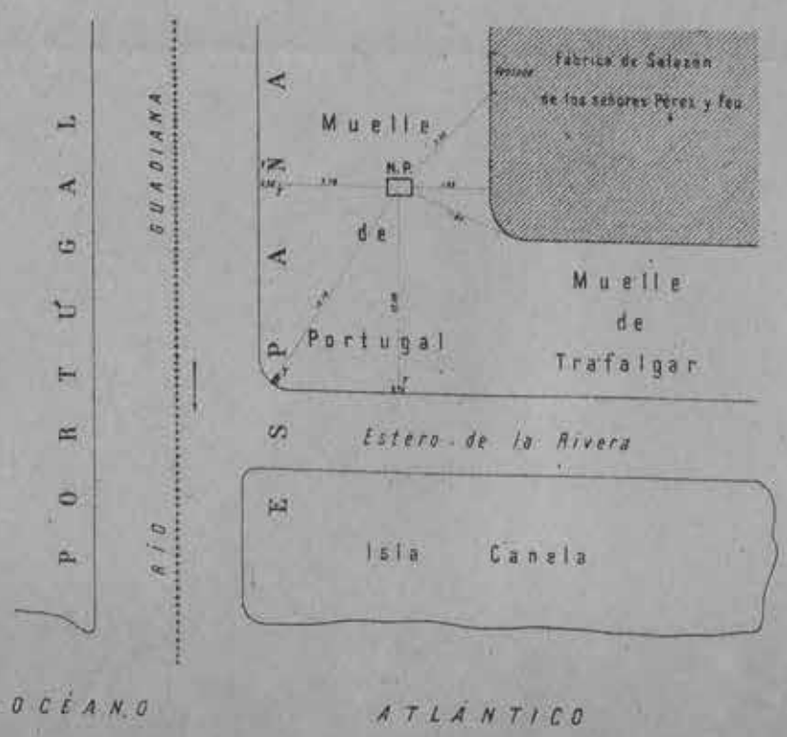
RESEÑA DEL ENLACE FRONTERIZO CON PORTUGAL

sobre el Rio Guadiana entre Ayamonte
y Vila Real de Santo Antonio

SEÑALES – N.A.P.E.1 – N.A.P.E.2 – N.A.P.E.3 Y N.A.P.E.4
Y
SEÑAL – N.P. (PORTUGUESA)

RESEÑA GRÁFICA DE LA SEÑAL

N.P. SIN NÚMERO (PORTUGUESA)



NIVELACIONES DE ALTA PRECISIÓN

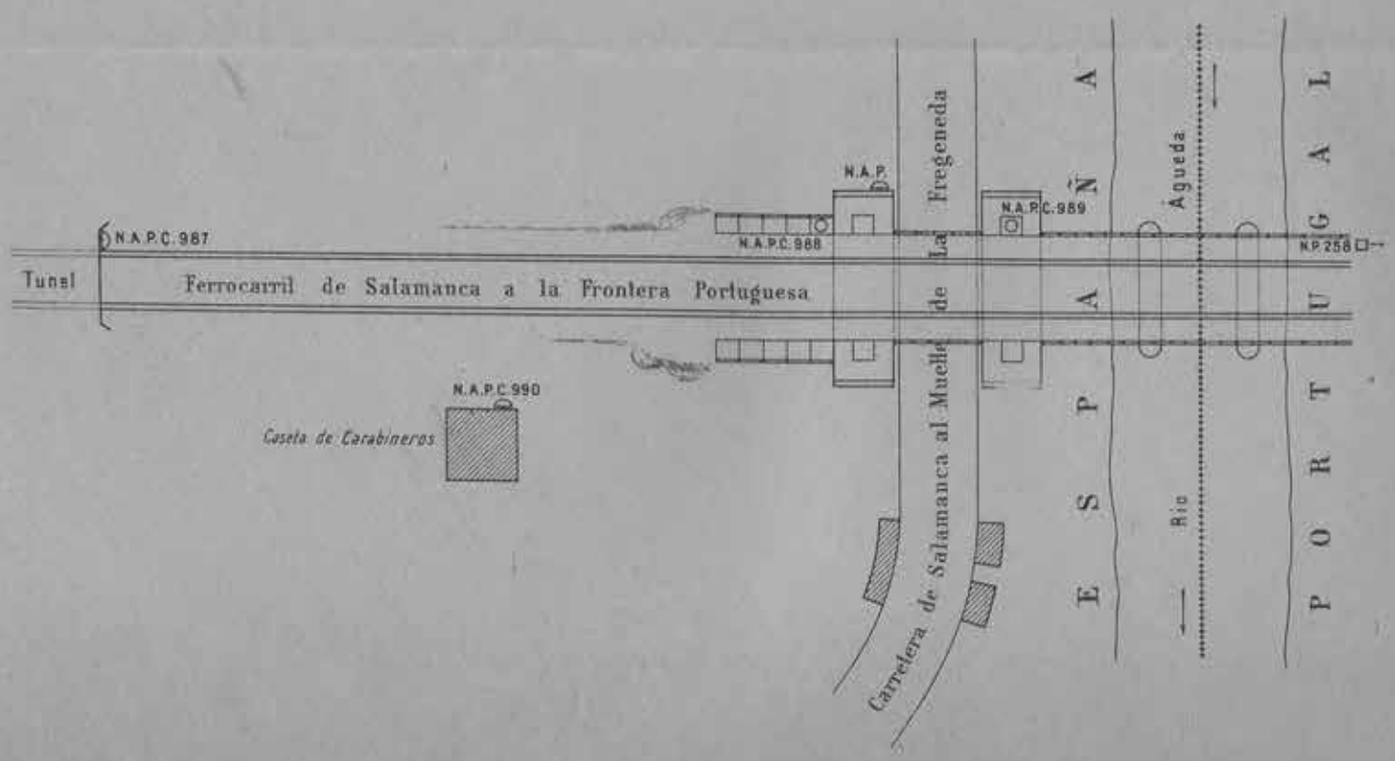
RESEÑA DEL ENLACE FRONTERIZO CON PORTUGAL

en La Fregeneda

SEÑALES - N.A.P.C.987 - N.A.P.C.988 - N.A.P.C.989 - N.A.P.C.990 Y N.A.P.

RESEÑA GRÁFICA DE LAS SEÑALES

N.A.P - N.A.P.C.987 - N.A.P.C.988 - N.A.P.C.989 Y N.A.P.C.990



NIVELACIONES DE ALTA PRECISIÓN

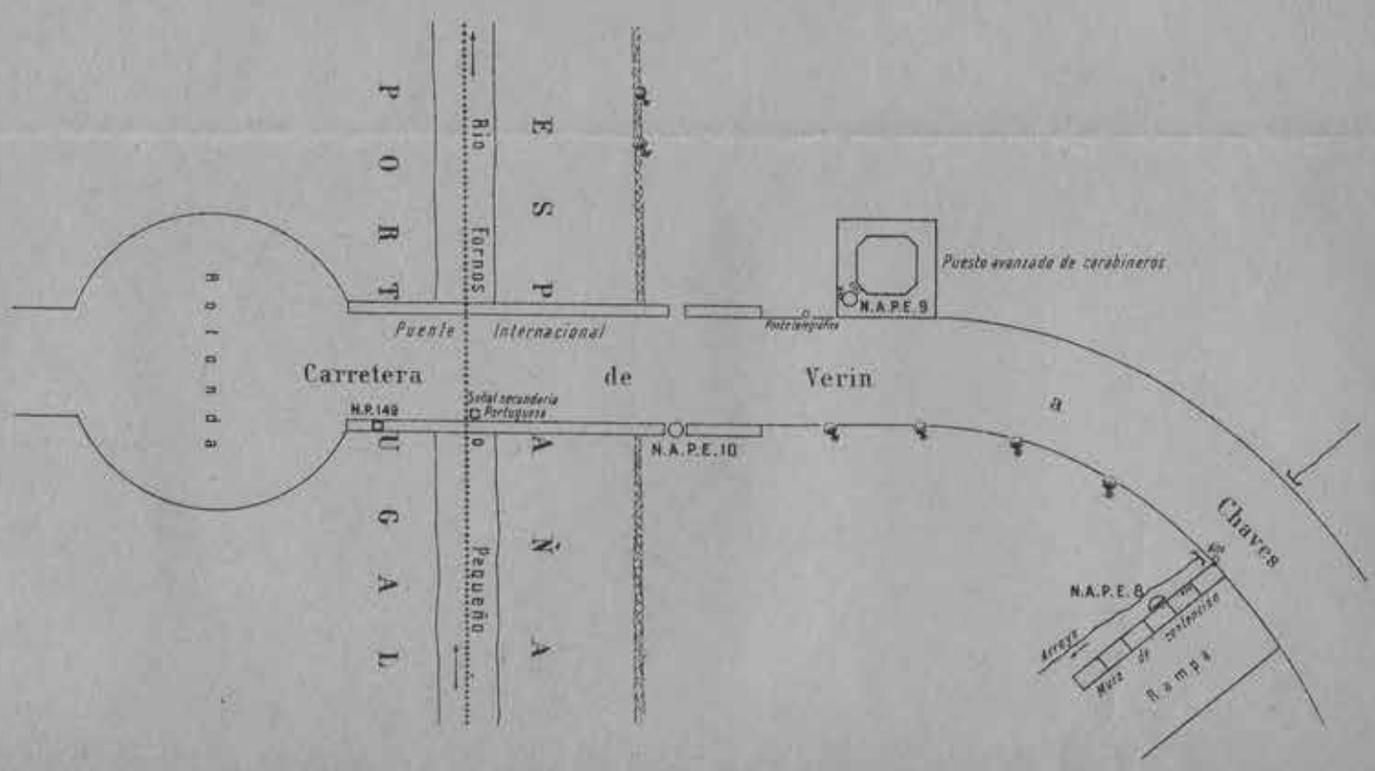
RESEÑA DEL ENLACE FRONTERIZO CON PORTUGAL

en el Puente Internacional sobre el Rio Fornos o Pequeño

SEÑALES — N.A.P.E.8 — N.A.P.E.9 Y N.A.P.E.10

RESEÑA GRÁFICA DE LAS SEÑALES

N.A.P.E.8 — N.A.P.E.9 Y N.A.P.E.10



NIVELACIONES DE ALTA PRECISIÓN

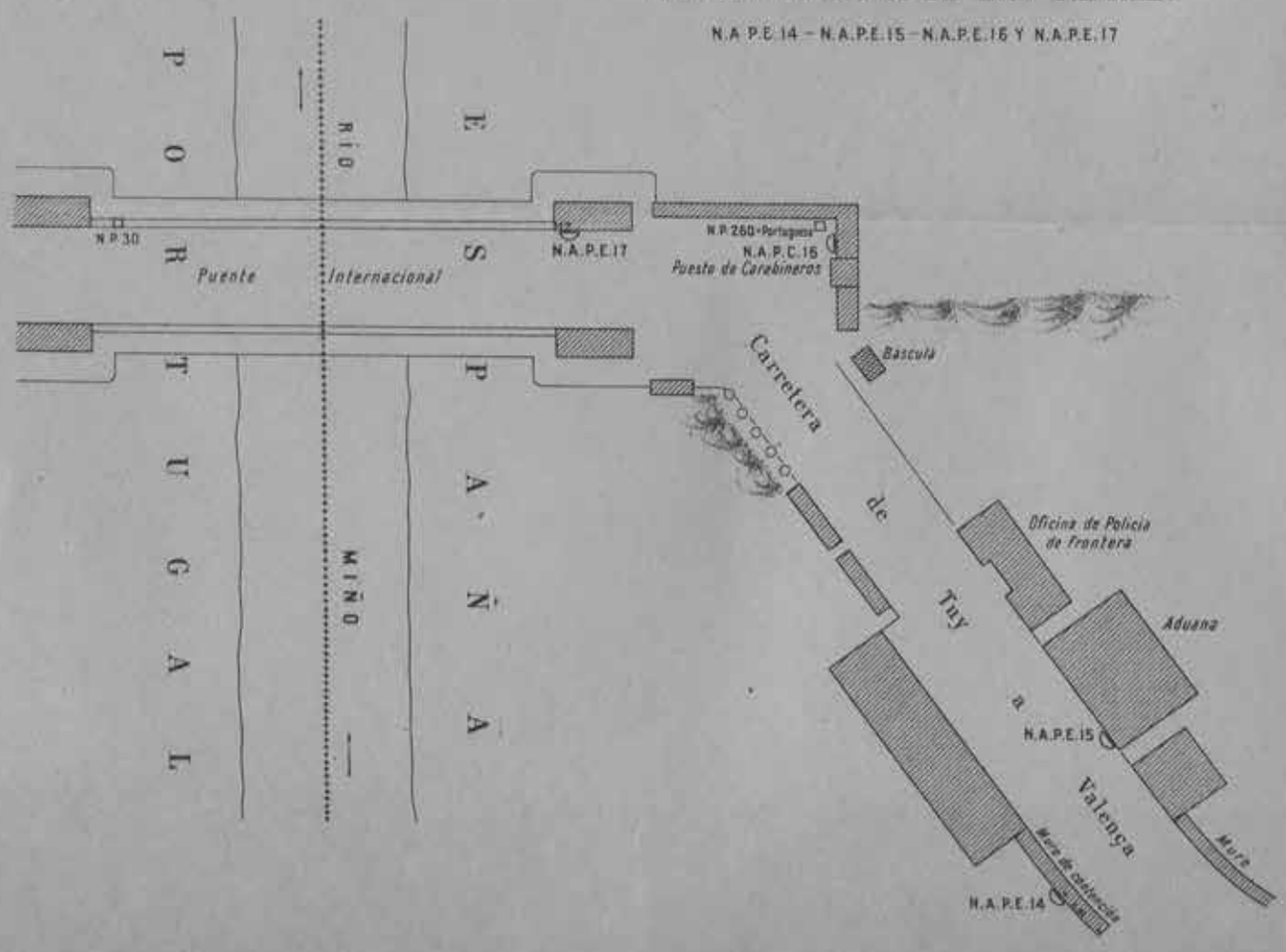
RESEÑA DEL ENLACE FRONTERIZO CON PORTUGAL

en el Puente Internacional sobre el Río Miño

SEÑALES – N.A.P.E.14 – N.A.P.E.15 – N.A.P.E.16 Y N.A.P.E. 17

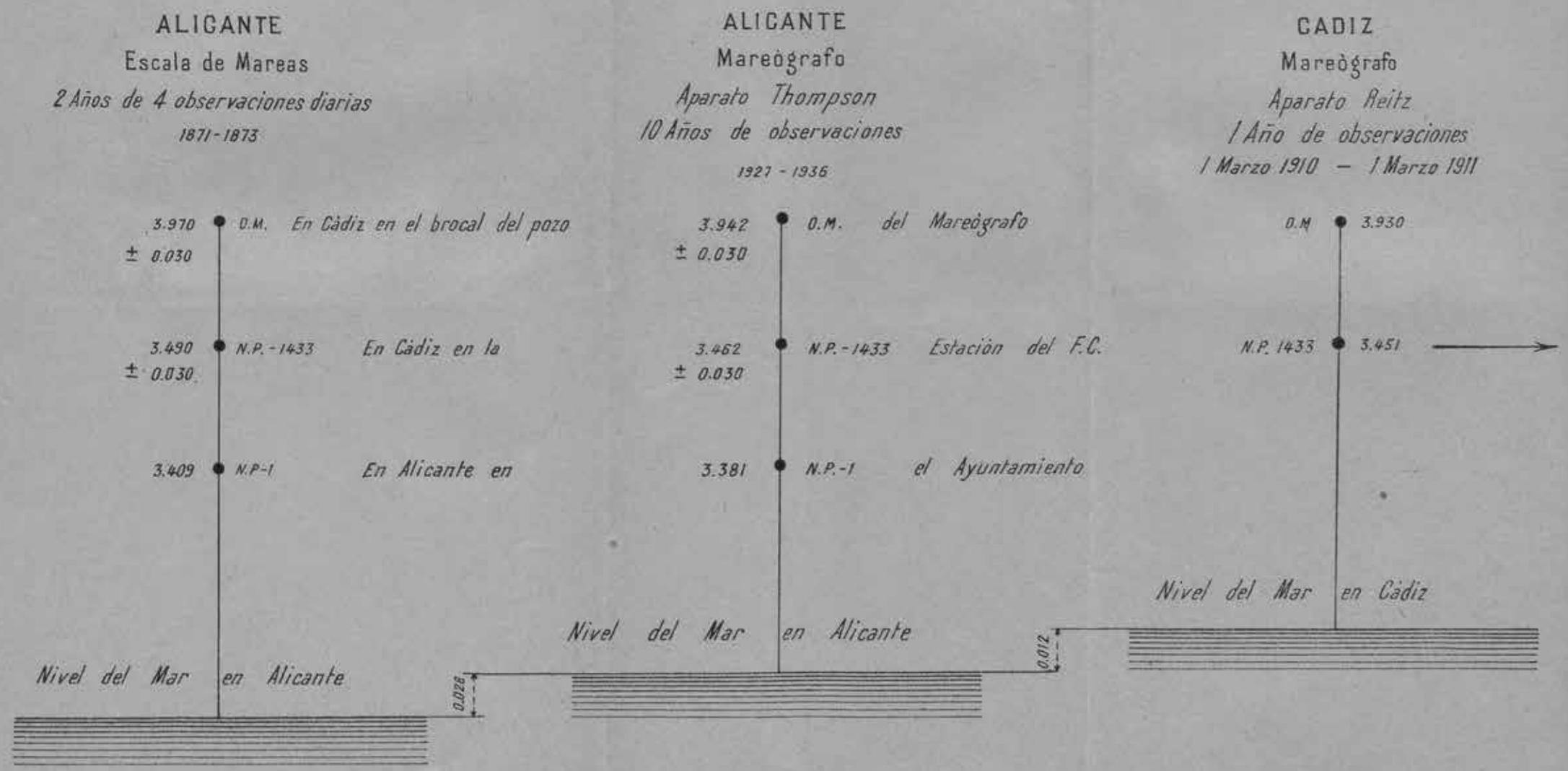
RESEÑA GRÁFICA DE LAS SEÑALES

N.A.P.E.14 – N.A.P.E.15 – N.A.P.E.16 Y N.A.P.E.17



NIVELACIONES DE ALTA PRECISION

COMISION DE ENLACE CON PORTUGAL



NIVELACIONES DE ALTA PRECISIÓN

LAS DETERMINACIONES DE LA GRAVEDAD EN ESPAÑA Y EL ELIPSOIDE TERRESTRE MÁS APROXIMADO AL GEOIDE QUE SE DEDUCE DE AQUÉLLAS

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

Tomo XIX

V

Sección 1.ª—Servicio de Geodesia

LAS DETERMINACIONES DE LA GRAVEDAD EN ESPAÑA Y EL ELIPSOIDE TERRESTRE MÁS APROXIMADO AL GEOIDE QUE SE DEDUCE DE AQUÉLLAS

POR LOS INGENIEROS GEÓGRAFOS:
GUILLERMO SANS HUELIN
y LUIS LOZANO CALVO

MADRID — Talleres del Instituto Geográfico y Catastral. — 1948

LAS DETERMINACIONES DE LA GRAVEDAD EN ESPAÑA Y EL ELIPSOIDE TERRESTRE MÁS APROXIMADO AL GEOIDE QUE SE DEDUCE DE AQUÉLLAS

PRIMERA PARTE

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA RED DE DETERMINACIONES PENDULARES

Las determinaciones de la gravedad en España por observaciones pendulares forman actualmente una red de suficiente densidad que abarca todo el país. El número de estaciones observadas en el territorio peninsular propiamente dicho se eleva a 208, a las que hay que añadir las correspondientes a las Islas Baleares, Canarias, isla Alborán, Norte de Marruecos y litoral atlántico portugués, que suman entre todas otras 24 estaciones.

La última campaña realizada fué la del año 1942, y con ella puede darse por terminada la etapa de las determinaciones relotivas del valor de —g—, iniciándose en la siguiente campaña las observaciones con el gravímetro Askania para determinar rápidamente y con gran precisión los incrementos o decrementos de la gravedad a partir de una estación base. Por este sistema moderno de operar se han observado ya las provincias de Huelva y Segovia, habiéndose iniciado en el presente año la observación de la de Avila. La actual orientación permite no sólo obtener relieves gravimétricos suficientemente detallados para fines puramente geodésicos, sino que los perfiles obtenidos pueden también servir de base para la observación más detallada de aquellas zonas que presenten especial interés desde el punto de vista de la geofísica aplicada.

En vista de lo que antecede, parece oportuno exponer una breve reseña, a modo de resumen histórico, de las determinaciones pendulares efectuadas en España desde la iniciación de las mismas al precitado año 1942, que cierra el ciclo de éstas.

Dos períodos abarcan las observaciones de —g—, a saber: el de las determinaciones absolutas y el de las determinaciones relativas.

Las primeras fueron iniciadas por el Geodesta Sr. D. Joaquín Barraquer, que observó en el año 1877 una estación en el edificio en que se encontraba instalado en aquella fecha el Instituto Geográfico y Estadístico. En dicha primera estación sólo se disponía para la observación de un péndulo de inversión modelo Repsold, siendo considerada por el propio Sr .Barraquer como estación preliminar para la definitiva que algunos años después (1882-1883) observó en la biblioteca del Observatorio Astronómico, utilizando esta vez cuatro péndulos. Desde esa fecha se considera el Observatorio como estación fundamental de la red gravimétrica española, observada posteriormente, en campañas sucesivas, mediante determinaciones relativas

Con arreglo al plan de trabajos propuesto por el Sr. Barraquer, continuaron, a partir del año 1892, las determinaciones absolutas en diversos puntos de nuestra Península. Así, en dicho año, determinaron la gravedad en Pamplona los Geodestas Sres. Cebrián y Los Arcos, que también observaron en el siguiente año las estaciones de La Coruña y Barcelona. En 1894 observó el Sr. Los Arcos la estación de San Fernando. Los Geodestas señores Aparici y Mifsut realizaron estos trabajos en Valencia, en 1895, y, por último, su compañero el Sr. Escribano cierra las determinaciones absolutas con la observación de la estación de Granada, en 1897.

Estas ocho estaciones de absolutas constituyen las únicas de este tipo observadas en España, ya que habiéndose generalizado por entonces, en diversas naciones extranjeras, las determinaciones relativas, gracias al perfeccionamiento alcanzado en la construcción de los péndulos, que permite fiarse de la invariabilidad de su longitud reducida a 0°, se encargó a los Ingenieros Geógrafos Sres. Galbis y Estrada el estudio de los métodos adoptados en otros países para dicha clase de determinaciones. Como con-

secuencia de la interesante Memoria presentada por dichos señores Ingenieros, se encargó un aparato de péndulos invariables, modelo Sterneck, al constructor Stücrath, en Berlín, semejante al usado por el profesor Hecker en su observación de la gravedad en el Observatorio Astronómico, y con anterioridad en Lisboa y Río Janeiro. El propio Sr. Hecker fué comisionado por el eminente profesor Helmert para dirigir su construcción y efectuar en su día la determinación de las constantes pendulares.

Recibido el aparato en el Instituto en el año 1903, se realizó en el mismo año la primera campaña de relativas por el Ingeniero Geógrafo Sr. Galbis en varios puntos de la costa Sur.

Al siguiente año fué comisionado para proseguir estos trabajos el Ingeniero Sr. Barandica, que durante 1905 observó algunas estaciones en nuestra costa Sur y levantina.

Encomendadas las campañas de péndulo de 1906 y 1907 al Sr. Galbis, con la observación de ocho estaciones en la zona Norte y Noroeste de nuestra Península, prosiguió estos estudios experimentales durante los años 1908 y 1909 el Ingeniero Sr. Mifsut, estacionando en trece puntos, distribuídos por diversos paralelos y meridianos.

El año 1911 fué destinado a la Brigada Gravimétrica el Ingeniero Sr. Sans, estacionando en siete estaciones de la costa de Levante.

A partir de dicho año, y con excepción del año 1913, se sucedieron anualmente las campañas de determinaciones relativas de la gravedad con el equipo pendular Sterneck, alternando en los cuatro primeros años los Ingenieros Sres. Barandica y Sans, y continuando este último solo a partir del año 1918 hasta 1941, encargándose, en 1942, de la Brigada el Ingeniero Sr Espinosa de los Monteros, que observó la última campaña pendular por el método de relativas.

Un examen de los valores de las anomalías Bouguer ($g_0 - \gamma^2$) obtenidas en las diversas campañas, pone de manifiesto que éstas se ajustan en general a las leyes del profesor Defforges, expuestas en su comunicación a la Academia de Ciencias de París, en 1893, titulada "Sur la distribution de l'intensité de la pesanteur a la surface du globe". Según estas leyes, sobre los continentes es menor la gravedad observada que la teórica, y este defecto

de gravedad aumenta generalmente con la altitud y la distancia al mar; las islas presentan exceso considerable de gravedad, y en cuanto a los litorales de los diversos mares, tienden a ser constantes las anomalías de la gravedad a lo largo de los mismos, si bien son variables de uno a otro,

Para poner de manifiesto estas leyes, deducidas de la experiencia, escogeremos varios grupos de estaciones convenientemente distribuídos.

En las próximas a cadenas montañosas aparecen las fuertes anomalías negativas, tales como Granada (— 132 miligals), Madrid (— 105), Santafé (— 97), Jaca (— 89), próximas a Sierra Nevada, la Sierra de Guadarrama y Cordillera Pirenaica, respectivamente.

Las estaciones interiores situadas en mesetas acusan anomalías negativas menos fuertes, como Valladolid (— 61 miligals), Alcázar (— 55), Alcañiz (— 40), Benavente (— 27), etc.

Para el litoral mediterráneo resulta una anomalía positiva media de + 18 miligals, promedio de las siguientes estaciones costeras: Duque, Baños, Roldán, Cartagena, Torrejón, Alicante, Denia, Valencia, Desierto, Salou y Barcelona.

El litoral cantábrico da una anomalía media de + 25 miligals, teniendo en cuenta las estaciones observadas en Vivero, Luarca, Peñas, Llanes, Santander y Bermeo.

En el litoral atlántico, las tres estaciones portuguesas observadas con el equipo pendular español, Figueira da Foz, Lisboa y Oporto, combinadas con las españolas Camposancos y La Coruña, arrojan una anomalía media positiva de + 30 miligals.

La marcha del promedio de anomalías en estos tres litorales pone de manifiesto la ley general ya observada de que en las estaciones costeras las anomalías dependen de la profundidad del mar libre y de la inclinación de la superficie de enlace entre el litoral y el fondo del mar libre, variedad de condiciones que se presentan en las costas españolas y portuguesas, como el examen de los planos de las mismas con curvas batimétricas permite comprobar.

En el archipiélago balear las anomalías positivas aumentan en valor a medida que las estaciones se aproximan a la fosa balear, depresión submarina de 2.500 metros. Así se dedujeron para Pal-

ma de Mallorca +39 miligals, Manacor +53, Ciudadela +67 y Fornells +98.

Muy interesante es, asimismo, el estudio gravimétrico de las Islas Canarias, realizado con siete estaciones situadas en las islas de Gran Canaria, Tenerife, de La Palma y Lanzarote. Como es sabido, la sonda acusa grandes profundidades a poca distancia de las islas, especialmente de la isla de La Palma, próxima a la curva batimétrica de 4.000 metros. Esta dislocación de la corteza terrestre es acusada por las fuertes anomalías positivas de Arrecife +186 miligals, Puerto de la Cruz +206 y Santa Cruz de la Palma +225.

La observación de un perfil transversal al macizo de Sierra Nevada desde Guadix a Motril, orientado de NE. a SO., ofrece una comprobación más de las leyes de Defforges, ya que las anomalías gravimétricas deducidas fueron las siguientes: Guadix —100 miligals, Muhalcén — 129, Capileira — 68, Orjiva — 58 y Motril — 15.

La experiencia alcanzada desde la época de Defforges hasta el momento actual con las numerosas observaciones de la gravedad repartidas por todo el mundo, entre las que se incluyen las 208 españolas, han permitido clasificar las estaciones de gravedad en tres grupos:

1.º Las estaciones continentales (situadas en el interior de los continentes), que siguen ajustándose a la primera ley de Defforges.

2.º Las estaciones costeras sobre el litoral de los continentes o de las grandes islas. Para éstas la anomalía es más frecuentemente positiva que negativa y conserva el mismo signo para el mismo litoral.

3.º Las estaciones insulares sobre pequeñas islas en pleno mar presentan casi siempre fuertes anomalías positivas.

Atento siempre nuestro Instituto a adaptar sus trabajos al compás de las modalidades modernas en todos los aspectos de la investigación científica y experimental, se cuidó en el momento oportuno de introducir en los resultados de las observaciones gravimétricas, realizadas con arreglo a los procedimientos y equipos de observación que ofreciesen un máximo de precisión en los valores obtenidos, el concepto de la isostasia, ya adoptado con feliz

éxito en algunas redes nacionales gravimétricas extranjeras, como la de los Estados Unidos, por lo que juzgamos oportuno en este resumen histórico exponer, en forma sucinta, el proceso de reducciones isostáticas introducidas, sucesivamente, en diversos grupos de estaciones de gravedad, que han permitido trazar las curvas isanómalas isostáticas correspondientes a un espacio que cubre casi todo nuestro territorio peninsular, con excepcón de las provincias del Cantábrico y Galicia, para cuyas regiones no se dispone aún de suficientes datos altimétricos para el cálculo de las reducciones.

Fué en el año 1925 cuando nuestro Instituto Geográfico convino con el "U. S. Coast Geodetic Survey" a reducción, por el método de Hayford y Bowie, de 31 estaciones de gravedad, situadas en puntos de nuestro territorio de los que se disponía en aquella fecha, de mapas, a escala conveniente, con curvas de nivel.

Pudo llegarse a este acuerdo en virtud del cambio de impresiones que tuvo lugar en la II Asamblea General de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, celebrada en Madrid, en 1924, que cristalizaron posteriormente en el ofrecimiento del "U. S. Coast and Geodetic Survey", de Wáshington, para efectuar, con su personal entrenado de calculadores, los extensos y prolijos cálculos de las reducciones isostáticas, con la complicada colección de mapas a diversas escalas que exijen, a cualquier país adherido a la Unión, que lo solicitase.

El método seguido por los calculadores del "U. S. Coast and Geodetic Survey" está explicado con toda extensión en la publicación especial núm. 10 de dicho Centro, titulada "The effect of topography and isostatic compensation upon the intensity of gravity", por John Hayford y William Bowie. La reducción se hizo para la profundidad de 113,7 kms., atendiendo a ser ésta la profundidad en la cual están calculadas las tablas de la publicación citada.

Una vez en posesión de los valores de las anomalías correspondientes a 113,7 kms., el Ingeniero Sr. Sans hizo un estudio relativo al efecto sobre estas anomalías de un cambio en la profundidad de compensación.

Con esta finalidad, se siguió el método expuesto por Bowie

en su notable obra "Investigations of Gravity and Isostasy". Las profundidas escogidas fueron las de 56,9 kms., 85,3 kms., 96 kms., 127,9 kms., 153,25 kms. y 184,6 kms. Según el cálculo de probabilidades, la profundidad de compensación más probable entre las siete consideradas es aquélla para la que la suma de los cuadrados de las anomalías correspondientes resulte más pequeña, y para la mitad meridional de España, parte de nuestro país en la que están situadas las 31 estaciones primeramente reducidas, se obtuvo dicho valor, más pequeño, con la profundidad de 96 kms.

Como en su día fueron publicados **in extenso** los detalles de esta primera serie de reducciones isostáticas de estaciones de gravedad españolas (1), nos limitaremos a recordar ahora que la media de las anomalías de las 31 estaciones para la profundidad de 96 kms. fué de +11 miligals, y que no aplicando a las mismas estaciones sino la reducción de Bouguer, resultó ser de +25 miligals, con lo que la aplicación del principio de la isostasia a estas estaciones disminuyó en más de la mitad el promedio de las anomalías.

Posteriormente, en 1929, se volvió a concertar con el "U. .S. Coast and Geodetic Survep" la reducción por el mismo método de Hayford y Bowie, de otras 11 estaciones de gravedad, distribuídas de la manera siguiente: cuatro situadas en el ángulo NE. de la Península, en región donde aun no habían podido trazarse las curvas isanómalas; tres correspondientes al centro del país, y otras cuatro en la parte Sur del mismo.

Lo mismo que para el conjunto de las 31 primeras estaciones reducidas, la aplicación de la isostasia a este nuevo grupo de 11 estaciones disminuyó en una vez y media el promedio de las anomalías.

Por último, en el transcurso del año 1936 se efectuó la reducción isostática en los Estados Unidos de seis nuevas estaciones de gravedad, de las que cuatro se encuentran situadas muy próximas a la cadena de los Pirineos.

Resulta, pues, un total de 48 estaciones reducidas, distribuídas por más de las tres cuartas partes del territorio español, con ex-

(1) Véase el folleto "La reducción isostática de nuestras estaciones de gravedad". "Memorias del Instituto Geográfico y Catastral". Tomo XV, V. 1926.

clusión de las provincias cantábricas y gallegas por la razón que antes se dijo.

El promedio de las anomalías isostáticas correspondientes a dichas 48 estaciones, para la profundidad de 113,7 kms., utilizando la fórmula Bowie para el cálculo de la gravedad teórica, es tan sólo de +8 miligals.

SEGUNDA PARTE

LAS ANOMALIAS BOUGUER

La observación y cálculo de la red de observaciones relativas de la gravedad realizada por el Instituto Geográfico y Catastral ha durado treinta y nueve años. Durante los mismos, la Geodesia, y en particular la Gravimetría, han efectuado incesantes progresos, fruto de los cuales han sido una serie de elipsoides cada vez más aproximados al geoide terrestre. Limitándonos a los de dos ejes, podemos citar, como los más característicos de cada época, los de Helmert, de los años 1901 y 1915; de Bowie, del año 1917; Cassinis, 1930, y Heiskanen, en 1938, el primero de los cuales se calculó en época en que no se disponía sino de observaciones en tierra firme, y el penúltimo es el adoptado internacionalmente en el momento actual.

La demora en la publicación de tan preciosos resultados durante un período de tiempo tan largo hubiese privado a los estudiosos de los elementos necesarios para ese continuo progreso, por lo que la Dirección del Instituto Geográfico y Catastral dispuso, desde luego, la publicación de los resultados a medida que se iban obteniendo sin esperar a la terminación de la red; esto permitió mantener las publicaciones constentemente al compás del progreso internacional, y las anomalías se calcularon en cada publicación según la gravedad teórica deducida del elipsoide terrestre adoptado internacionalmente en el momento; pero esto, que tiene indudables ventajas, es un inconveniente en cuanto a la red misma, ya que las anomalías de distintas épocas no son comparables por estar calculadas con criterios distintos.

Las razones anteriores hacen ver inmediatamente la conveniencia de homogeneizar los resultados dichos, labor que por iniciativa del Ilmo. Sr. Inspector general, D. Manuel de Cifuentes, hemos realizado los Ingenieros que suscribimos este trabajo, en el que, aparte de presentar un resumen escueto de los resultados obtenidos durante el intervalo de tiempo en que se han efectuado las determinaciones pendulares, evitando con ello a los investigadores la rebusca de datos en múltiples publicaciones, se han calculado las anomalías de la gravedad, no sólo con todas las fórmulas de la gravedad teórica que se han ido usando en las sucesivas publicaciones del Instituto Geográfico y Catastral, sino, además, con alguna otra, como la deducida por Heiskanen en 1938, que por ser más moderna no había sido aplicada todavía.

Las fórmulas de la gravedad teórica deducidas de los correspondientes elipsoides que en definitiva han sido empleadas en este trabajo son las siguientes:

Helmert 1901: $\gamma = 978,030\,(1 + 5302 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{sen}^2\varphi - 7 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{sen}^2 2\varphi)$

— 1915: $\gamma = 978,052\,(1 + 5285 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{sen}^2\varphi - 7 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{sen}^2 2\varphi)$

Bowie 1917: $\gamma = 978,039\,(1 + 5294 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{sen}^2\varphi - 7 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{sen}^2 2\varphi)$

Cassinis 1930: $\gamma = 978,049\,(1 + 52884 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{sen}^2\varphi - 59 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{sen}^2 2\varphi)$

Heiskanen 1938: $\gamma = 978{,}0451\,(1 + 53027 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{sen}^2\varphi - 59 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{sen}^2 2\varphi)$

Con su aplicación se han obtenido los resultados que se insertan en el Cuadro resumen adjunto, y en el que en las cinco primeras columnas se insertan los datos de posición, coordenadas geográficas y gravedad observada, y en cada dos de las siguientes la gravedad teórica y la anomalía obtenida con cada una de las fórmulas citadas. (Véase Cuadro.)

Como síntexis del examen del mencionado Cuadro, podemos hacer notar que las anomalías medias referentes a cada uno de los elipsoides citados, teniendo en cuenta el signo, son las siguientes:

Fórmula de:	Helmert 1901,	Helmert 1915,	Bowie 1917,	Cassinis 1930,	Heiskanen, 1938.
	↓	↓	↓	↓	↓
Anomalía media:	— 19 mgls,	— 35 mgls,	— 24 mgls,	— 41 mgls,	— 44 mgls.

de donde se deduce que la fórmula de Helmert, de 1901, resulta la más aproximada para representar la red española, puesto que

promedia las anomalías positivas con las negativas de modo netamente más favorable que las otras.

Por otra parte, la anomalía media cuadrática, en la que el signo no interviene, resulta también menor con la fórmula Helmert 1901 que con las otras, como demuestra el siguiente resumen:

Helmert 1901,	Helmert 1915,	Bowie 1917,	Cassinis 1930,	Heiskanen 1938.
↓	↓	↓	↓	↓
53,3 mgls,	61,8 mgls,	56,0 mgls,	60,7 mgls,	63,1 mgls.

La explicación de este resultado la tenemos al considerar que, como dijimos anteriormente, la fórmula de Helmert 1901 pertenece a una época en la que sólo se disponía de estaciones en tierra firme, particularmente en Europa, por lo que el elipsoide que se podía deducir, a partir de las mismas, debe ser particularmente apto para representar las anomalías continentales; pero nuestra Península, aunque tiene una extensión considerable de costas, posee la forma de un promontorio suficientemente elevado para que se la pueda considerar gravimétricamente como de carácter continental, análogamente a lo que ocurre en meteorología, por lo que, efectivamente, podía esperarse que dicho elipsoide fuese más apto que aquéllos en los que ya intervinieron observaciones en el mar cada vez en mayor cantidad.

TERCERA PARTE

REPRESENTACION CARTOGRAFICA

Para facilitar el estudio detallado de la distribución de las anomalías se han dibujado los cinco mapas que se adjuntan, donde se han trazado las curvas isanómalas con una equidistancia de 10 miligals, sobre un fondo rojo en el caso de tratarse de anomalías positivas, y verde en el de negativas.

El examen de dichos mapas pone de manifiesto que, si bien la forma de las curvas isanómalas es bastante distinta en cada uno de ellos, las características principales se mantienen comunes

en todos; como conclusiones referentes a la constitución gravimétrica de España, tomaremos únicamente esos caracteres comunes, considerando los detalles secundarios como introducidos por el cálculo.

Se comprueba inmediatamente que, conforme a una de las leyes de Defforges, toda la costa está rodeada de una zona de anomalías positivas que alcanza su máximo valor en la zona Vélez-Málaga-Fuengirola, en la costa sur; en el cabo Peñas, en la norte, y en Praia da Rocha, en la portuguesa, no teniendo más excepciones dicha regla que la zona San Sebastián-Bermeo, con anomalías negativas, que se explican por su proximidad al continente europeo; la de San Fernando-Algeciras, que se aclara por su proximidad al continente africano; la de San Fernando-Sanlúcar, cuya interpretación se puede buscar en la proximidad de la gran depresión andaluza, y la levantina de Valencia a Salou, que está también muy próxima a la depresión de Viver, siendo de advertir que estas dos últimas son bastante dudosas, por no aparecer en todos los mapas y porque, en todo caso, los valores negativos que se alcanzan están dentro de los límites de error de las medidas. La conclusión que sacamos sobre este punto es, pues, de completa conformidad con la ley de Defforges.

Si del examen del litoral pasamos al del interior, se nota en seguida que aun manteniéndose negativas las anomalías, la configuración deja mucho de ser uniforme. Aparece, en primer lugar, dividida la Península en dos grandes depresiones por una faja de terrenos que se extiende desde Praia da Rocha hasta Gandía, de pequeñas anomalías (en valor absoluto), que en algunos puntos son positivas y que, aproximadamente, ocupa la zona comprendida entre el Guadiana y el Guadalquivir, correspondiente al macizo de Sierra Morena.

La conclusión que debemos sacar de este hecho es que, puesto que la corrección Bouguer casi suprime las anomalías en dicha zona, las hipótesis que sirven de base a dicha corrección se cumplen efectivamente en ella, luego **los terrenos que constituyen dicho macizo se pueden considerar como masas "añadidas" al geoide.** Podemos, pues, deducir que la hipótesis insostática no se cumplirá, o se cumplirá muy imperfectamente en dicha zona, y, en efecto, a continuación presentamos reunidos los valores de las

anomalías referentes a la fórmula de Bowie para la gravedad normal, con la reducción Bouguer y con la isostática de Hayford y Bowie (éstas últimas calculadas por el "U. S. Coast and Geodetic Survey") de las estaciones de dicha zona que tenemos reducidas isostáticamente:

ESTACIONES	Núm. 58 Cartagena	Núm. 57 Fuenteovejuna	Núm. 54 Ciudad Real	Núm. 113 Valdepeñas	Núm. 112 Alcaraz
Anomalía Bouguer.....	+ 71	+ 12	— 18	— 9	— 16
Idem isostática.....	+ 77	+ 40	+ 23	+ 40	+ 23

Claramente puede observarse del examen de las cifras anteriores que las anomalías Bouguer son menores (en valor absoluto) que las isostáticas, de donde se infiere que las hipótesis que sirvieron de base a dicha reducción están más cerca de la verdad en dicha zona que las que son fundamento de la reducción isostática.

Al sur de esta región se encuentra la depresión andaluza, que tiene su mínimo en la vertiente norte de la Cordillera Penibética y se extiende en dirección aproximada de E. a W., entre Cieza y Sanlúcar, y al norte, y comprendida aproximadamente entre los meridianos 2º de longitud W. y 5º de longitud E., de Madrid, y los paralelos 39º y 43º existe otra depresión gravífica de mucha mayor extensión. Esta, a su vez, queda dividida en dos partes por otra zona de anomalías negativas relativamente débiles, que se extienden entre Burgos y Tarancón, y al este de la cual queda una gran depresión con mínimo en Viver; y la zona oeste todavía se subdivide en otras dos por otra zona de anomalías débiles que se extiende entre Plasencia y Toledo; la zona que queda al SW. constituye una depresión con mínimo entre Mérida y Cáceres, y el resto presenta una estructura complicada, para el estudio de la cual son indudablemente pocas las estaciones pendulares de que disponemos. Podemos sospechar, sin embargo, que existen otras dos depresiones, una en Madrid y otra en Cercedilla, separadas por una zona en Collado Villalba de anomalías débiles (—50 miligals); pero el estudio detallado de zona tan interesante se podrá realizar de un modo aceptable únicamente cuando estén terminadas

las medidas que con el gravímetro Askania está realizando actualmente el Instituto Geográfico y Catastral en dicha zona central.

Como final, no nos queda sino dar las gracias a la Dirección del Instituto Geográfico y Catastral por habernos dado ocasión de realizar este trabajo y expresar la esperanza de que sirva de punto de partida para otros estudios más detallados el día en que se disponga de regiones cubiertas por redes más tupidas conseguidas con el gravímetro, y en el que la publicación del conjunto de Hojas de nuestro Mapa nacional 1 : 50.000, correspondiente al N. y NO. de nuestra Península, permita aplicar la reducción isostática a una malla de estaciones pendulares suficientemente tupida que se extienda por todo el territorio nacional.

Madrid, noviembre 1947.

CUADRO

ESTACIÓN	SITUACIÓN			Gravedad observada reducida al nivel del mar gals	ELIPSOIDE HELMERT 1901	
	Latitud	Longitud	Altitud m.		Gravedad teórica gals	Anomalía A_1 mgls
I Madrid	40° 24'	3° 41' W	656	980,112	980,201	— 89
II Lisboa	38° 42'	9° 11' W	91	980,113	980,050	+ 63
1 San Fernando	36° 28'	6° 12' W	44	979,844	979,855	— 11
2 Duque	36° 29'	4° 57' W	7	979,913	979,851	+ 62
3 Granada	37° 11'	3° 36' W	669	979,802	979,918	—116
4 Baños	36° 42'	2° 50' W	13	979,884	979,875	+ 9
5 Ro'dán	36° 57'	1° 55' W	204	979,922	979,897	+ 25
6 Cartagena	37° 36'	0° 59' W	3	980,036	979,954	+ 82
7 Torrejón	38° 00'	0° 39' W	2	980,033	979,989	+ 44
8 Peñas	43° 40'	5° 51' W	107	980,573	980,494	+ 79
9 Santander	43° 29'	3° 49' W	10	980,505	980,478	+ 27
10 Igueldo	43° 19'	2° 00' W	118	980,442	980,464	— 22
11 Izarra	42° 57'	2° 53' W	621	980,407	980,431	— 24
12 Arbás	43° 01'	5° 45' W	1.329	980,394	980,436	— 42
13 Vivero	43° 39'	7° 35' W	12	980,555	980,493	+ 62
14 Camposancos	41° 53'	8° 49' W	9	980,384	980,334	+ 50
15 Villagarcía	42° 36'	8° 45' W	11	980,427	980,399	+ 28
16 La Coruña	43° 22'	8° 24' W	15	980,504	980,468	+ 36
17 Huelva	37° 16'	6° 57' W	46	979,980	979,925	+ 55
18 Tarifa	36° 00'	5° 37' W	29	979,754	979,814	— 60
20 Llansá	42° 22'	3° 09' E	6	980,432	980,378	+ 54
21 Ripoll	42° 10'	2° 12' E	692	980,318	980,360	— 42
22 Jaca	42° 36'	0° 36' W	819	980,324	980,399	— 75
23 Tudela	42° 03'	1° 37' W	252	980,303	980,349	— 46
24 Logroño	42° 28'	2° 26' W	384	980,342	980,387	— 45
25 Pamplona	42° 49'	1° 38' W	450	980,363	980,419	— 56
26 Roncesvalles	43° 00'	1° 19' W	959	980,407	980,435	— 28
27 Reinosa	43° 00'	4° 08' W	847	980,420	980,435	— 15
28 Burgos	42° 20'	3° 42' W	855	980,332	980,375	— 43
29 Palencia	42° 01'	4° 32' W	717	980,294	980,346	— 52
30 Alicante	38° 21'	0° 29' W	40	980,051	980,020	+ 31
31 Denia	38° 51'	0° 06' E	5	980,099	980,063	+ 36
32 Valencia	39° 29'	0° 24' E	6	980,128	980,119	+ 9
33 Desierto	40° 05'	0° 02' W	728	980,187	980,173	+ 14
34 Roquetas	40° 49'	0° 30' E	43	980,229	980,239	— 10
35 Salou	41° 04'	1° 09' E	2	980,269	980,261	+ 8
36 Barcelona	41° 25'	2° 07' E	407	980,321	980,293	+ 28

RESUMEN

ELIPSOIDE HELMERT 1915		ELIPSOIDE BOWIE 1917		ELIPSOIDE CASSINIS 1930 (Fórmula internacional)		ELIPSOIDE HEISKANEN 1938	
Gravedad teórica gals	Anomalía A_2 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_3 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_4 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_5 mgls
980,217	— 105	980,207	— 95	980,216	— 104	980,219	— 107
980,066	+ 47	980,057	+ 56	980,064	+ 49	980,069	+ 44
979,872	— 28	979,861	— 17	979,871	— 27	979,873	— 29
979,873	+ 40	979,662	+ 51	979,872	+ 41	979,875	+ 38
979,934	— 132	979,923	— 121	979,933	— 121	979,935	— 133
979,892	— 8	979,881	+ 3	979,981	— 7	979,893	— 9
979,913	+ 9	979,903	+ 19	979,912	+ 10	979,915	+ 7
979,970	+ 66	979,960	+ 76	979,969	+ 67	979,972	+ 64
980,005	+ 28	979,995	+ 38	980,004	+ 29	980,006	+ 27
980,509	+ 64	980,501	+ 72	980,508	+ 65	980,513	+ 60
980,493	+ 12	980,484	+ 21	980,493	+ 12	980,496	+ 9
980,479	— 37	980,469	— 27	980,479	— 37	980,481	— 39
980,445	— 38	980,436	— 29	980,445	— 38	980,447	— 40
980,451	— 57	980,440	— 46	980,449	— 55	980,454	— 60
980,508	+ 47	980,499	+ 56	980,507	+ 48	980,512	+ 43
980,349	+ 35	980,340	+ 44	980,348	+ 36	980,352	+ 32
980,413	+ 14	980,404	+ 23	980,412	+ 15	980,416	+ 11
980,482	+ 22	980,473	+ 31	980,484	+ 20	980,485	+ 19
979,941	+ 39	979,931	+ 49	979,940	+ 40	979,943	+ 37
979,832	— 78	979,819	— 65	979,830	— 76	979,833	— 79
980,392	+ 40	980,383	+ 49	980,392	+ 40	980,395	+ 37
980,375	— 57	980,366	+ 48	980,374	— 56	980,378	— 60
980,413	— 89	980,404	— 80	980,412	— 88	980,416	— 92
980,364	— 61	980,355	— 52	980,363	— 60	980,367	— 64
980,401	— 59	980,393	— 51	980,401	— 59	980,405	— 63
980,433	— 70	980,424	— 61	980,432	— 69	980,436	— 73
980,449	— 42	980,441	— 34	980,449	— 42	980,452	— 45
980,449	— 29	980,441	— 21	980,449	— 29	980,452	— 32
980,390	— 58	980,380	— 48	980,389	— 57	980,392	— 60
980,361	— 67	980,352	— 58	980,360	— 66	980,369	— 70
980,035	+ 16	980,026	+ 25	980,034	+ 17	980,038	+ 13
980,079	+ 20	980,070	+ 29	980,078	+ 21	980,082	+ 17
980,135	— 7	970,125	+ 3	980,134	— 6	980,138	— 10
980,188	— 1	980,179	+ 8	980,188	— 1	980,192	— 5
980,254	— 25	980,245	— 16	980,253	— 24	980,256	— 27
980,276	— 7	980,267	+ 2	980,275	— 6	980,279	— 10
980,307	+ 14	980,298	+ 23	980,307	+ 14	980,310	+ 11

ESTACIÓN	SITUACIÓN			Gravedad observada reducida al nivel del mar	ELIPSOIDE HELMERT 1901	
	Latitud	Longitud	Altitud m	gals	Gravedad teórica gals	Anomalía A_1 mgls
37 Coca	41° 13'	4° 32' W	797	980,208	980,274	— 66
38 Valladolid	41° 39'	4° 43' W	695	980,267	980,314	— 47
39 Lugo	43° 01'	7° 33' W	465	980,447	980,436	+ 11
40 Ponferrada	42° 33'	6° 35' W	544	980,351	980,394	— 43
41 Benavente	42° 01'	5° 41' W	722	980,334	980,346	— 12
42 Salamanca	40° 58'	5° 39' W	805	980,231	980,252	— 21
43 Toledo	39° 51'	4° 10' W	520	980,127	980,152	— 25
44 Cuenca	40° 05'	2° 08' W	919	980,102	980,173	— 71
45 Teruel	40° 27'	1° 07' W	908	980,125	980,206	— 81
46 Daroca	41° 07'	1° 25' W	770	980,202	980,266	— 64
47 Soria	41° 46'	2° 28' W	1,061	980,274	980,324	— 50
48 Sigüenza	41° 04'	2° 38' W	999	980,227	980,261	— 34
49 Alcañiz	41° 04'	0° 07' W	342	980,236	980,261	— 25
50 Lérida	41° 37'	0° 38' E	165	980,297	980,310	— 13
51 Barbastro	42° 01'	0° 05' E	340	980,315	980,346	— 31
52 Zaragoza	41° 39'	0° 53' W	206	980,289	980,314	— 25
53 Aranda de Duero	41° 40'	3° 40' W	801	980,266	980,315	— 49
54 Ciudad Real	38° 59'	3° 56' W	628	980,064	980,075	— 9
55 Badajoz	38° 53'	6° 58' W	128	980,091	980,067	+ 24
56 Don Benito	38° 55'	5° 51' W	283	980,064	980,069	— 5
57 Fuenteovejuna	38° 16'	5° 27' W	616	980,031	980,013	+ 18
58 Cartagena	37° 54'	6° 47' W	765	980,057	979,981	+ 76
59 Plasencia	40° 02'	6° 30' W	369	980,151	980,168	— 17
60 Sevilla	37° 23'	5° 59' W	11	979,967	979,935	+ 32
61 Ecija	37° 32'	5° 05' W	105	979,911	979,948	— 37
62 Andújar	38° 03'	4° 03' W	207	979,988	979,994	— 6
63 Baza	37° 30'	2° 45' W	858	979,855	979,945	— 90
64 Lorca	37° 40'	1° 42' W	330	979,970	979,960	+ 10
65 Cieza	38° 15'	1° 25' W	183	979,972	980,011	— 39
66 Albacete	39° 00'	1° 51' W	678	980,050	980,077	— 27
67 Alcázar de San Juan	39° 24'	3° 12' W	648	980,073	980,111	— 38
87 Málaga	36° 43'	4° 25' W	61	979,930	979,877	+ 53
88 Motril	36° 45'	3° 30' W	53	979,911	979,880	+ 31
89 Almería	36° 51'	2° 28' W	63	979,923	979,889	+ 34
90 Roncal	42° 49'	0° 60' W	675	980,362	980,419	— 57
91 Boltaña	42° 26'	0° 39' E	606	980,312	980,384	— 72
92 Sort	42° 24'	1° 08' E	720	980,296	980,381	— 85
93 Puigcerdá	42° 25'	1° 54' E	1.190	980,292	980,382	— 90
94 Lisboa	38° 42'	9° 11' W	75	980,104	980,050	+ 54

ELIPSOIDE HELMERT 1915		ELIPSOIDE BOWIE 1917		ELIPSOIDE CASSINIS 1930 (Fórmula internacional)		ELIPSOIDE HEISKANEN 1938	
Gravedad teórica gals	Anomalía A_2 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_3 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_4 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_5 mgls
980,289	— 81	980,280	— 72	980,289	— 81	980,292	— 84
980,328	— 61	980,320	— 53	980,327	— 60	980,332	— 65
980,451	— 4	980,440	+ 7	980,449	— 2	980,454	— 7
980,410	— 59	980,400	— 49	980,408	— 57	980,412	— 61
980,361	— 27	980,352	— 18	980,360	— 26	980,364	— 30
980,267	— 36	980,258	— 27	980,266	— 35	980,270	— 39
980,168	— 41	979,158	— 31	980,166	— 39	980,169	— 42
980,188	— 86	979,179	— 77	980,188	— 86	980,191	— 89
980,221	— 96	979,212	— 87	980,220	— 95	980,224	— 99
980,280	— 78	979,271	— 69	980,280	— 78	980,283	— 81
980,339	— 65	979,329	— 55	980,338	— 64	980,342	— 68
980,276	— 49	980,267	— 40	980,275	— 48	980,279	— 52
980,276	— 40	980,267	— 31	980,275	— 39	980,279	— 43
980,325	— 28	980,316	— 19	980,324	— 27	980,329	— 22
980,361	— 46	980,352	— 37	980,360	— 45	980,364	— 49
980,328	— 39	980,320	— 31	980,327	— 38	980,332	— 43
980,330	— 64	980,321	— 55	980,329	— 63	980,333	— 67
980,091	— 27	979,082	— 18	980,090	— 26	980,094	— 30
980,082	+ 9	979,073	+ 18	980,081	+ 10	980,085	+ 6
980,085	— 21	979,076	— 12	980,084	— 20	980,088	— 24
980,028	+ 3	980,019	+ 12	980,027	+ 4	980,030	+ 1
979,996	+ 61	979,886	+ 71	979,995	+ 62	979,998	+ 59
980,184	— 33	980,174	— 23	980,183	— 32	980,187	— 36
979,951	+ 16	979,941	+ 26	979,950	+ 17	979,953	+ 14
979,964	— 53	979,954	— 43	979,963	— 52	979,966	— 55
980,009	— 21	980,000	— 12	980,008	— 20	980,011	— 23
979,961	— 106	979,951	— 96	979,960	— 105	979,963	— 108
979,976	— 6	979,966	— 4	979,975	— 5	979,978	— 8
980,027	— 55	980,017	— 45	980,026	— 54	980,029	— 57
980,093	— 43	980,084	— 34	980,091	— 41	980,096	— 46
980,128	— 55	980,118	— 45	980,126	— 53	980,130	— 57
979,893	+ 37	979,882	+ 48	979,893	+ 37	979,895	+ 35
979,896	+ 15	979,885	+ 26	979,895	+ 16	979,898	+ 13
979,905	+ 18	979,895	+ 28	979,904	+ 19	979,907	+ 16
980,433	— 71	980,424	— 62	980,432	— 70	980,436	— 74
980,399	— 87	980,389	— 77	980,397	— 85	980,401	— 89
980,396	— 100	980,386	— 90	980,394	— 98	980,398	— 102
980,397	— 105	980,388	— 96	980,396	— 104	980,400	— 108
980,067	+ 37	980,057	+ 47	980,064	+ 40	980,069	+ 35

ESTACIÓN	SITUACIÓN			Gravedad observada reducida al nivel del mar gals	ELIPSOIDE HELMERT 1901	
	Latitud	Longitud	Altitud m.		Gravedad teórica gals	Anomalía A_1 mgals
95 Figueiro da Foz	40° 09'	8° 52' W	5	980,225	980,179	+ 46
96 Oporto	41° 08'	8° 36' W	94	980,309	980,267	+ 42
97 Praia da Rocha	37° 07'	8° 32' W	17	980,008	979,912	+ 96
98 Getafe	40° 19'	3° 44' W	624	980,137	980,194	— 57
99 Pinto	40° 15'	3° 42' W	609	980,137	980,188	— 51
100 Parla	40° 14'	3° 46' W	647	980,137	980,187	— 50
101 Talavera de la Reina.	39° 58'	4° 48' W	371	980,132	980,163	— 31
102 Tarancón	40° 00'	3° 00' W	810	980,125	980,166	— 41
103 Pabellón de Geofísica	40° 25'	3° 41' W	664	980,125	980,203	— 78
104 Avila	40° 39'	4° 41' W	1.127	980,178	980,224	— 46
105 Guadalajara	40° 38'	3° 09' W	709	980,173	980,222	— 49
106 Santafé	37° 11'	3° 44' W	580	979,821	979,918	— 97
107 Alhama de Granada..	37° 00'	3° 58' W	840	979,833	979,902	— 69
108 Archidona	37° 05'	4° 21' W	661	979,811	979,909	— 98
109 Vélez Málaga	36° 46'	4° 06' W	65	979,965	979,881	+ 84
110 Morón de la Frontera	37° 07'	5° 26' W	217	979,876	979,912	— 36
111 Villacarrillo	38° 07'	3° 05' W	805	979,969	979,999	— 30
112 Alcaraz	38° 41'	2° 28' W	958	980,039	980,049	— 10
113 Valdepeñas	38° 45'	3° 23' W	705	980,052	980,055	— 3
114 Almansa	38° 54'	1° 07' W	685	980,051	980,068	— 17
115 Utiel	39° 33'	1° 13' W	732	980,105	980,126	— 21
116 Almadén	38° 47'	4° 51' W	562	980,072	980,058	+ 14
117 Isla de Alborán	35° 59'	2° 59' W	15	979,907	979,814	+ 93
118 Algeciras	36° 08'	5° 27' W	6	979,777	979,827	— 50
119 Aracena	37° 52'	6° 32' W	680	980,046	979,977	+ 69
120 Zafra	38° 25'	6° 24' W	514	980,057	980,026	+ 31
121 Cáceres	39° 29'	6° 20' W	440	980,029	980,120	— 91
122 Saldaña	42° 30'	4° 44' W	925	980,358	980,390	— 32
123 Bermeo	43° 26'	2° 36' W	5	980,492	980,474	+ 18
124 Llanes	43° 25'	4° 46' W	16	980,490	980,473	+ 17
125 Luarca	43° 34'	6° 33' W	5	980,519	980,486	+ 33
126 Corcubión	42° 57'	9° 10' W	14	980,500	980,431	+ 69
127 Monforte de Lemos ...	42° 31'	7° 28' W	295	980,394	980,392	+ 2
128 Zamora	41° 30'	5° 45' W	651	980,287	980,300	— 13
129 Instituto Nacional de Física y Química	40° 26'	3° 41' W	695	980,130	980,204	— 74
130 Guadix	37° 17'	3° 18' W	926	979,842	979,927	— 85
131 Mulhacen	37° 03'	3° 19' W	3.471	979,792	979,906	— 114
132 Capileira	36° 57'	3° 21' W	1.439	979,845	979,898	— 53

ELIPSOIDE HELMERT 1915		ELIPSOIDE BOWIE 1917		ELIPSOIDE CASSINIS 1930 (Fórmula internacional)		ELIPSOIDE HEISKANEN 1938	
Gravedad teórica gals	Anomalía A_2 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_3 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_4 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_5 mgls
980,194	+ 31	980,185	+ 40	980,194	+ 31	980,197	+ 28
980,282	+ 27	980,273	+ 36	980,281	+ 28	980,285	+ 24
980,928	+ 80	979,918	+ 90	979,210	— 73	979,200	— 63
979,210	— 73	979,200	— 63	979,208	— 71	980,212	— 75
979,204	— 67	979,194	— 57	979,202	— 65	980,206	— 67
979,203	— 66	979,192	— 53	979,201	— 64	980,205	— 68
979,179	— 47	979,169	— 37	979,178	— 46	980,181	— 49
979,182	— 57	979,172	— 47	979,180	— 55	980,184	— 59
979,219	— 94	979,208	— 83	979,217	— 72	980,221	— 96
979,240	— 62	979,230	— 52	979,238	— 60	980,242	— 64
979,238	— 65	979,228	— 55	979,236	— 63	980,242	— 69
979,934	— 113	979,023	— 102	979,933	— 112	979,935	— 114
979,918	— 85	979,908	— 75	979,917	— 84	979,919	— 85
979,925	— 114	979,915	— 104	979,924	— 113	979,917	— 116
979,897	+ 68	979,887	+ 78	979,897	+ 68	979,899	+ 66
979,928	— 52	979,918	— 42	979,926	— 50	979,930	— 54
980,016	— 47	980,005	— 36	980,014	— 45	980,017	— 48
980,065	— 26	980,055	— 16	980,063	— 24	980,068	— 29
980,071	— 19	980,061	— 9	980,069	— 17	980,073	— 21
980,084	— 33	980,075	— 24	980,082	— 31	980,087	— 36
980,141	— 36	980,132	— 27	980,140	— 35	980,144	— 39
980,074	— 2	980,064	+ 8	980,072	0	980,076	— 4
979,829	+ 78	979,818	+ 89	979,829	+ 78	979,831	+ 76
979,842	— 65	979,831	— 54	979,841	— 64	979,844	— 67
979,994	+ 52	979,983	+ 63	979,993	+ 53	979,995	+ 51
980,042	+ 15	980,032	+ 25	980,040	+ 17	980,044	+ 13
980,136	— 107	980,125	— 96	980,134	— 105	980,138	— 109
980,406	— 48	980,395	— 37	980,404	— 46	980,408	— 50
980,490	+ 2	980,479	+ 13	980,488	+ 4	980,492	0
980,488	+ 2	980,478	+ 12	980,487	+ 3	980,490	0
980,503	+ 16	980,492	+ 27	980,500	+ 19	980,504	+ 15
980,446	+ 54	980,436	+ 64	980,495	+ 55	980,448	+ 52
980,407	— 13	980,397	— 3	980,406	— 12	980,424	— 30
980,316	— 29	980,305	— 18	980,314	— 27	980,318	— 31
980,221	— 91	980,210	— 80	980,219	— 89	980,222	— 92
979,943	— 101	979,932	— 90	979,942	— 100	979,944	— 102
979,922	— 130	979,912	— 120	979,921	— 129	979,924	— 132
979,913	— 68	979,903	— 58	979,913	— 68	979,915	— 70

ESTACIÓN	SITUACIÓN			Gravedad observada reducida al nivel del mar gals	ELIPSOIDE HELMERT 1901	
	Latitud	Longitud	Altitud m.		Gravedad teórica gals	Anom. A_1 mg
133 Orjiva	36° 53'	3° 25' W	451	979,849	979,892	— 4
134 Lorquí	38° 06'	1° 17' W	95	980,001	979,998	+
137 Aranjuez	40° 02'	3° 46' W	491	980,112	980,169	— 5
138 Mora	39° 41'	3° 48' W	719	980,108	980,137	— 2
139 Malagón	39° 10'	3° 52' W	629	980,078	980,092	— 1
140 Puertollano	38° 41'	4° 07' W	693	980,020	980,049	— 2
141 Pueblo Nuevo	38° 19'	5° 18' W	535	980,022	980,017	+
142 Llerena	38° 14'	6° 03' W	639	980,030	980,010	+ 2
143 Calzada de Calatrava.	38° 42'	3° 48' W	650	980,033	980,051	— 1
144 Infantes	38° 44'	3° 00' W	880	980,036	980,054	— 1
145 La Roda	39° 12'	2° 09' W	702	980,050	980,,095	— 4
146 Motilla del Palancar...	39° 35'	1° 54' W	837	980,065	980,128	— 6
147 Huete	40° 08'	2° 41' W	822	980,118	980,178	— 6
148 Cañete	40° 03'	1° 39' W	1.070	980,103	980,171	— 6
149 Torrebaja	40° 07'	1° 15' W	749	980,107	980,177	— 7
150 Sarrión	40° 09'	0° 48' W	978	980,129	980,180	— 5
151 Viver	39° 55'	0° 36' W	556	980,044	980,158	—11
152 Sagunto	39° 40'	0° 18' W	51	980,121	980,137	— 1
153 Sueca	39° 12'	0° 20' W	7	980,123	980,096	+ 2
154 Gandía	38° 58'	0° 10' W	21	980,105	980,074	+ 3
155 Altea	38° 37'	0° 04' W	5	980,072	980,043	+ 2
156 Villajoyosa	38° 31'	0° 13' W	24	980,067	980,034	+ 3
157 Novelda	38° 23'	0° 45' W	243	980,016	980,023	—
158 Villena	38° 38'	0° 51' W	509	980,015	980,045	— 3
159 Alcoy	38° 42'	0° 28' W	580	980,031	980,051	— 2
160 Observat.ª Buenavista.	39° 53'	4° 03' W	475	980,120	980,155	— 3
161 Instituto Geográfico ...	40° 27'	3° 46' W	691	980,118	980,206	— 6
162 Montilla	37° 35'	4° 41' W	380	979,902	979,953	— 5
163 Puente Genil	37° 24'	4° 49' W	173	979,863	979,937	— 7
164 La Roda de Andalucía	37° 11'	4° 46' W	405	979,857	979,918	— 6
165 Alora	36° 49'	4° 42' W	196	979,911	979,886	+ 2
166 Fuengirola	36° 32'	4° 37' W	6	979,985	979,861	+ 12
167 Estepona	36° 25'	5° 08' W	16	979,909	979,851	+ 5
168 Vejer de la Frontera.	36° 15'	5° 58' W	173	979,809	979,837	— 2
169 Jerez de la Frontera.	36° 41'	6° 08' W	50	979,895	979,874	+ 2
170 Lebrija	36° 54'	6° 04' W	35	979,862	979,893	— 3
171 Utrera	37° 11'	5° 45' W	49	979,878	979,918	—
172 Lora del Río	37° 41'	5° 32' W	40	979.980	979,961	+
173 Córdoba	37° 53'	4° 47' W	118	979,976	979,979	—

ELIPSOIDE HELMERT 1915		ELIPSOIDE BOWIE 1917		ELIPSOIDE CASSINIS 1930 (Fórmula internacional)		ELIPSOIDE HEISKANEN 1938	
Gravedad teórica gals	Anomalía A_2 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_5 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_4 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_3 mgls
979,908	— 59	979,897	— 48	979,907	— 58	979,909	— 60
980,014	— 13	980,004	— 3	980,013	— 12	980,015	— 14
980,185	— 73	980,175	— 63	980,183	— 71	980,187	— 75
980,153	— 45	980,143	— 35	980,151	— 43	980,156	— 48
980,108	— 30	980,098	— 20	980,106	— 28	980,111	— 33
980,065	— 45	980,055	— 35	980,063	— 43	980,067	— 47
980,033	— 11	980,023	— 1	980,031	— 9	980,035	— 13
980,026	+ 4	980,016	+ 14	980,024	+ 6	980,027	+ 3
980,067	— 34	980,057	— 24	980,065	— 32	980,069	— 36
980,069	— 33	980,060	— 24	980,068	— 32	980,072	— 36
980,111	— 61	980,101	— 51	980,108	— 58	980,113	— 63
980,144	— 79	980,134	— 69	980,143	— 78	980,147	— 72
980,194	— 76	980,183	— 65	980,192	— 74	980,196	— 78
980,186	— 83	980,176	— 73	980,185	— 82	980,189	— 83
980,192	— 85	980,182	— 75	980,191	— 84	980,195	— 88
980,196	— 67	980,185	— 56	980,194	— 65	980,198	— 69
980,174	— 130	980,164	— 120	980,173	— 129	980,177	— 133
980,152	— 31	980,142	— 21	980,152	— 31	980,154	— 33
980,111	+ 12	980,101	+ 22	980,111	+ 12	980,113	+ 10
980,090	+ 15	980,081	+ 24	980,089	+ 16	980,093	+ 12
980,059	+ 13	980,049	+ 23	980,059	+ 13	980,061	+ 11
980,051	+ 16	980,041	+ 26	980,050	+ 17	980,052	+ 15
980,039	— 23	980,029	— 13	980,039	— 23	980,040	— 24
980,061	— 46	980,051	— 36	980,060	— 45	980,063	— 48
980,067	— 36	980,057	— 26	980,066	— 35	980,069	— 38
980,171	— 51	980,161	— 41	980,170	— 50	980,173	— 53
980,222	— 104	980,212	— 94	980,220	— 102	980,224	— 106
979,969	— 67	979,958	— 56	979,968	— 66	979,970	— 68
979,953	— 90	979,942	— 79	979,952	— 89	979,954	— 91
979,934	— 77	979,924	— 67	989,933	— 76	979,935	— 78
979,901	+ 10	979,892	+ 19	979,901	+ 10	979,904	+ 7
979,876	+ 109	979,866	+ 119	979,877	+ 108	979,879	+ 106
979,866	+ 43	979,856	+ 53	979,867	+ 42	979,869	+ 40
979,852	— 43	979,842	— 33	979,853	— 44	979,854	— 45
979,889	+ 6	979,879	+ 16	979,890	+ 5	979,892	+ 3
979,909	— 47	979,899	— 37	979,908	— 46	979,911	— 49
979,934	— 56	979,924	— 46	979,933	— 55	979,935	— 57
979,977	+ 3	979,968	+ 12	979,976	+ 4	979,979	+ 1
979,995	— 19	979,985	— 9	979,994	— 18	979,996	— 20

ESTACIÓN	SITUACIÓN			Gravedad observada reducida al nivel del mar	ELIPSOIDE HELMERT 1901	
	Latitud	Longitud	Altitud m.	gals	Gravedad teórica gals	Anomalía A_1 mgls
174 Linares	38° 06'	3° 38' W	415	979,975	979,998	— 23
175 Menjíbar	37° 58'	3° 49' W	316	979,961	979,986	— 25
176 Jaén	37° 46'	3° 47' W	574	979,934	979,968	— 34
177 Martos	37° 44'	3° 58' W	725	979,927	979,966	— 39
178 Luque	37° 33'	4° 19' W	667	979,897	979,950	— 53
179 Lucena	37° 24'	4° 31' W	485	979,879	979,937	— 58
180 Collado Villalba	40° 38'	4° 01' W	890	980,188	980,223	— 35
181 Segovia	40° 57'	4° 08' W	100	980,180	980,251	— 71
182 Medina del Campo	41° 18'	4° 55' W	720	980,232	980,282	— 50
183 Briviesca	42° 32'	3° 19' W	724	980,353	980,395	— 42
184 Miranda de Ebro	42° 41'	2° 57' W	460	980,369	980,407	— 38
185 Calahorra	42° 18'	1° 58' W	350	980,317	980,372	— 55
186 Gallur	41° 52'	1° 19' W	232	980,291	980,333	— 42
187 Calatayud	41° 21'	1° 39' W	532	980,221	980,287	— 66
188 Monreal del Campo	40° 47'	1° 21' W	938	980,176	980,236	— 60
189 Ariza	41° 19'	2° 03' W	712	980,234	980,284	— 50
190 Almazán	41° 29'	2° 32' W	958	980,253	980,298	— 45
191 Burgo de Osma	41° 35'	3° 04' W	899	980,274	980,308	— 34
192 Jadraque	40° 55'	2° 55' W	824	980,200	980,249	— 49
193 Cabeza del Buey	38° 44'	1° 32' W	539	980,053	980,052	+ 1
194 Mérida	39° 55'	2° 40' W	227	980,071	980,158	— 87
195 Valencia de Alcántara	39° 25'	3° 33' W	459	980,118	980,114	+ 4
196 Garrovillas	39° 43'	2° 52' W	318	980,131	980,141	— 10
197 Béjar	40° 23'	2° 05' W	942	980,157	980,200	— 43
198 Toro	41° 31'	1° 42' W	736	980,295	980,302	— 7
199 Ciudad Rodrigo	40° 36'	2° 51' W	687	980,230	980,219	+ 11
200 Navalmoral de la Mata	39° 55'	1° 48' W	292	980,124	980,158	— 34
201 Oropesa	39° 55'	1° 29' W	428	980,121	980,158	— 37
202 Torrijos	39° 59'	0° 36' W	525	980,118	980,164	— 46
203 Santiago de Compostela	42° 53'	8° 33' W	268	980,473	980,425	+ 48
204 Astorga	42° 27'	6° 03' W	871	980,389	980,386	+ 3
205 León	42° 36'	5° 34' W	833	980,373	980,399	— 26
206 Oviedo	43° 22'	5° 51' W	232	980,480	980,468	+ 12
207 Puerto de Navacerrada	40° 47'	4° 00' W	1,820	980,151	980,236	— 85
208 Cercedilla	40° 44'	4° 03' W	1.165	980,146	980,233	— 87

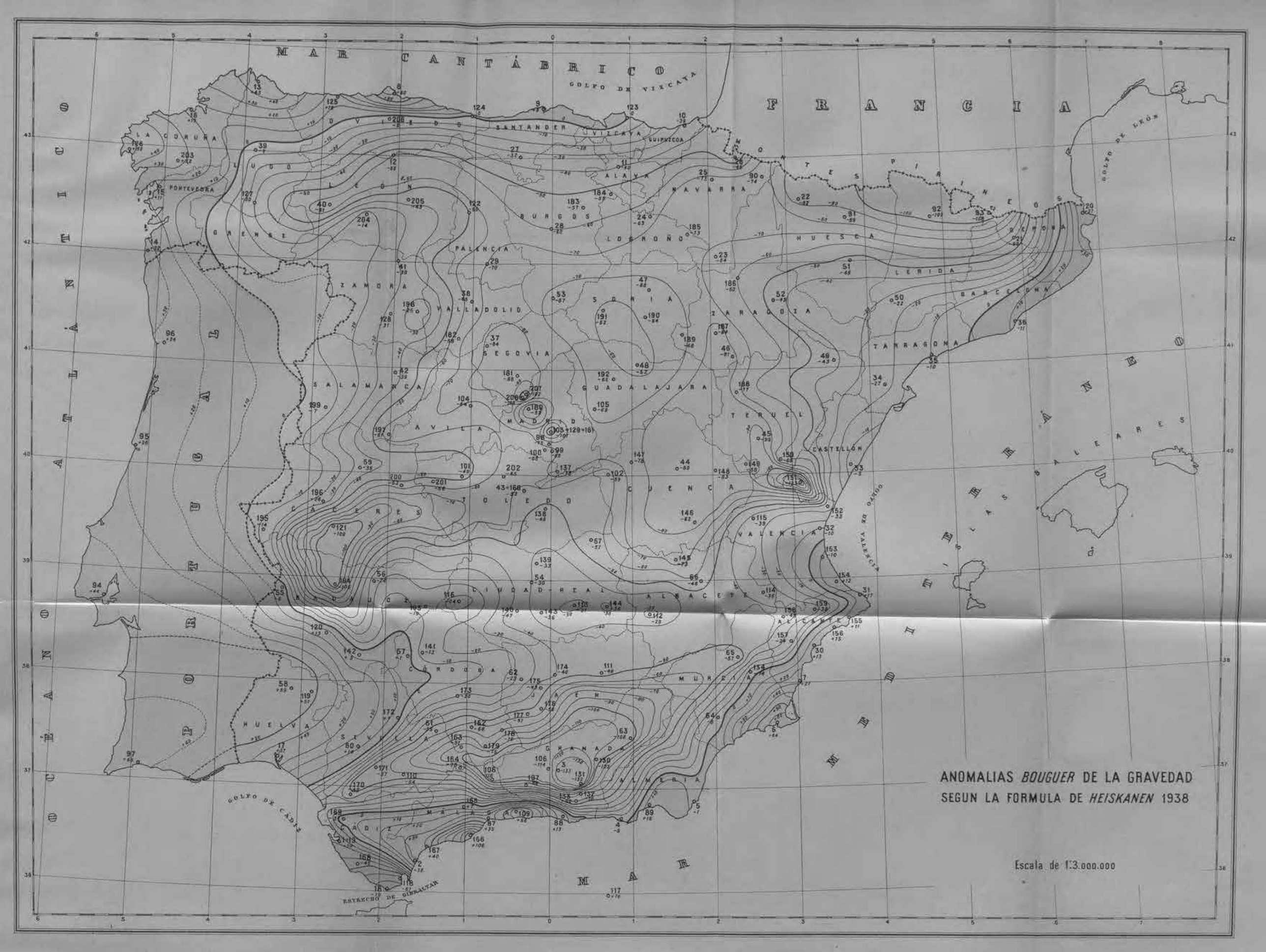
ELIPSOIDE HELMERT 1915		ELIPSOIDE BOWIE 1917		ELIPSOIDE CASSINIS 1930 (Fórmula internacional)		ELIPSOIDE HEISKANEN 1938	
Gravedad teórica gals	Anomalía A_2 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_3 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_4 mgls	Gravedad teórica gals	Anomalía A_5 mgls
980,014	— 39	980,004	— 29	980,013	— 38	980,015	— 40
980,003	— 42	979,993	— 32	980,001	— 40	980,004	— 43
979,985	— 51	979,975	— 41	979,983	— 49	979,986	— 52
979,982	— 55	979,972	— 45	979,981	— 54	979,984	— 57
979,966	— 69	979,956	— 59	979,965	— 68	979,967	— 70
979,953	— 74	979,942	— 63	979,952	— 73	979,954	— 75
980,240	— 52	980,230	— 42	980,237	— 49	980,240	— 52
980,267	— 87	980,257	— 77	980,265	— 85	980,268	— 88
980,299	— 67	980,288	— 56	980,296	— 64	980,300	— 68
980,409	— 56	980,398	— 45	980,409	— 56	980,410	— 57
980,423	— 54	980,412	— 43	980,421	— 52	980,424	— 55
980,388	— 71	980,377	— 60	980,386	— 69	980,390	— 73
980,349	— 58	980,339	— 48	980,347	— 56	980,351	— 60
980,303	— 82	980,292	— 71	980,301	— 80	980,305	— 84
980,252	— 76	980,242	— 66	980,250	— 74	980,253	— 77
980,300	— 66	980,289	— 55	980,298	— 64	980,302	— 68
980,315	— 62	980,304	— 51	980,312	— 59	980,317	— 64
980,324	— 50	980,313	— 39	980,322	— 48	980,326	— 52
980,264	— 64	980,254	— 54	980,263	— 63	980,265	— 65
980,069	— 16	980,060	— 7	980,067	— 14	980,072	— 19
980,174	— 103	980,164	— 93	980,173	— 102	980,177	— 106
980,130	— 12	980,120	— 2	980,129	— 11	980,132	— 14
980,156	— 25	980,146	— 15	980,156	— 25	980,159	— 28
980,216	— 59	980,206	— 49	980,215	— 58	980,218	— 61
980,318	— 23	980,307	— 12	980,316	— 21	980,320	— 25
980,236	— 6	980,225	+ 5	980,234	— 4	980,237	— 7
980,175	— 51	980,164	— 40	980,173	— 49	980,177	— 53
980,175	— 54	980,164	— 43	980,173	— 52	980,177	— 56
980,181	— 63	980,170	— 52	980,179	— 61	980,183	— 65
980,441	+ 32	980,430	+ 43	980,438	+ 35	980,441	+ 32
980,401	— 12	980,391	— 2	980,400	— 11	980,403	— 14
980,415	— 42	980,404	— 31	980,413	— 40	980,416	— 43
980,484	— 4	980,473	+ 7	980,482	— 2	980,485	— 5
980,252	— 101	980,242	— 91	980,250	— 99	980,253	— 102
980,248	— 101	980,237	— 90	980,247	— 101	980,249	— 103


MAR CANTÁBRICO
FRANCIA
OCÉANO ATLÁNTICO
MAR MEDITERRÁNEO
GOLFO DE VIZCAYA
GOLFO DE LEÓN
GOLFO DE VALENCIA
GOLFO DE CÁDIZ
ESTRECHO DE GIBRALTAR
ISLAS BALEARES
LA CORUÑA
LUGO
PONTEVEDRA
ORENSE
LEÓN
ZAMORA
SALAMANCA
AVILA
VALLADOLID
PALENCIA
BURGOS
SANTANDER
VIZCAYA
GUIPUZCOA
ALAVA
NAVARRA
LOGROÑO
SORIA
SEGOVIA
MADRID
GUADALAJARA
CUENCA
TOLEDO
CIUDAD-REAL
ALBACETE
CÁCERES
BADAJOZ
CÓRDOBA
JAEN
GRANADA
ALMERIA
MALAGA
CÁDIZ
SEVILLA
HUELVA
MURCIA
ALICANTE
VALENCIA
CASTELLÓN
TERUEL
ZARAGOZA
HUESCA
LERIDA
TARRAGONA
BARCELONA
GERONA
ANOMALIAS BOUGUER DE LA GRAVEDAD
SEGUN LA FORMULA DE HELMERT 1901
Escala de 1:3.000.000


MAR CANTÁBRICO
FRANCIA
OCÉANO ATLÁNTICO
MAR MEDITERRÁNEO
GOLFO DE VIZCAYA
GOLFO DE LEÓN
GOLFO DE CÁDIZ
ESTRECHO DE GIBRALTAR
ISLAS BALEARES
LA CORUÑA
LUGO
PONTEVEDRA
ORENSE
LEÓN
ZAMORA
SALAMANCA
AVILA
SEGOVIA
VALLADOLID
PALENCIA
BURGOS
SANTANDER
VIZCAYA
GUIPUZCOA
ALAVA
NAVARRA
LOGROÑO
SORIA
GUADALAJARA
MADRID
TOLEDO
CÁCERES
BADAJOZ
CIUDAD-REAL
CUENCA
ZARAGOZA
TERUEL
ALBACETE
HUESCA
LERIDA
BARCELONA
TARRAGONA
CASTELLON
VALENCIA
ALICANTE
MURCIA
HUELVA
SEVILLA
CÓRDOBA
JAEN
GRANADA
MALAGA
CADIZ
ALMERIA
PIRINEOS
VALLE DE ARAN
ANOMALIAS BOUGUER DE LA GRAVEDAD
SEGUN LA FORMULA DE HELMERT 1915
Escala de 1:3.000.000


MAR CANTÁBRICO
FRANCIA
OCÉANO ATLÁNTICO
MAR MEDITERRÁNEO
GOLFO DE VIZCAYA
GOLFO DE LEÓN
GOLFO DE CÁDIZ
ESTRECHO DE GIBRALTAR
BALEARES
LA CORUÑA
LUGO
PONTEVEDRA
ORENSE
LEÓN
ZAMORA
SALAMANCA
AVILA
CÁCERES
BADAJOZ
HUELVA
SEVILLA
CÁDIZ
CIUDAD REAL
CÓRDOBA
JAÉN
GRANADA
MÁLAGA
ALMERÍA
MURCIA
ALICANTE
VALENCIA
CUENCA
TOLEDO
MADRID
GUADALAJARA
SEGOVIA
VALLADOLID
PALENCIA
BURGOS
SORIA
ALBACETE
TERUEL
CASTELLÓN
ZARAGOZA
TARRAGONA
BARCELONA
LERIDA
HUESCA
LOGROÑO
NAVARRA
ALAVA
GUIPUZCOA
VIZCAYA
SANTANDER
ASTURIAS
ANOMALIAS BOUGUER DE LA GRAVEDAD
SEGUN LA FORMULA DE BOWIE 1917
Escala de 1:3.000.000


MAR CANTÁBRICO
GOLFO DE VIZCAYA
FRANCIA
GOLFO DE LEÓN
OCÉANO ATLÁNTICO
MAR MEDITERRÁNEO
GOLFO DE CÁDIZ
ESTRECHO DE GIBRALTAR
LA CORUÑA
LUGO
PONTEVEDRA
ORENSE
LEÓN
SANTANDER
VIZCAYA
GUIPÚZCOA
ALAVA
NAVARRA
PIRINEOS
BURGOS
LOGROÑO
HUESCA
GERONA
PALENCIA
LERIDA
BARCELONA
ZAMORA
VALLADOLID
SORIA
ZARAGOZA
TARRAGONA
SEGOVIA
SALAMANCA
GUADALAJARA
TERUEL
AVILA
MADRID
CASTELLON
CUENCA
TOLEDO
CACERES
VALENCIA
CIUDAD-REAL
ALBACETE
BADAJOZ
ALICANTE
CÓRDOBA
MURCIA
HUELVA
SEVILLA
GRANADA
ALMERIA
MALAGA
CADIZ
BALEARES
ANOMALIAS BOUGUER DE LA GRAVEDAD
SEGUN LA FORMULA DE CASSINIS 1930
Escala de 1:3.000.000


MAR CANTÁBRICO
GOLFO DE VIZCAYA
FRANCIA
OCEANO ATLÁNTICO
MAR MEDITERRÁNEO
GOLFO DE LEÓN
GOLFO DE CÁDIZ
ESTRECHO DE GIBRALTAR
LA CORUÑA
PONTEVEDRA
LUGO
LEÓN
ORENSE
ZAMORA
SALAMANCA
AVILA
SANTANDER
VIZCAYA
GUIPUZCOA
ALAVA
NAVARRA
BURGOS
PALENCIA
VALLADOLID
SEGOVIA
SORIA
LOGROÑO
HUESCA
ZARAGOZA
LERIDA
BARCELONA
TARRAGONA
GUADALAJARA
MADRID
TERUEL
CASTELLON
CUENCA
TOLEDO
VALENCIA
CIUDAD-REAL
ALBACETE
ALICANTE
CÓRDOBA
MURCIA
JAEN
HUELVA
SEVILLA
GRANADA
ALMERIA
MALAGA
CADIZ
BALEARES
ANOMALIAS BOUGUER DE LA GRAVEDAD
SEGUN LA FORMULA DE HEISKANEN 1938
Escala de 1:3.000.000

RECEPTOR DE PARÁSITOS ATMOSFÉRICOS

«CROTÓGRAFO»

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

Tomo XIX

VI

GEOELECTRICIDAD

RECEPTOR DE PARÁSITOS ATMOSFÉRICOS
«CROTÓGRAFO»

POR

LUIS DE MIGUEL GONZÁLEZ MIRANDA

MADRID
TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

1948

PRÓLOGO

Es tan clara la exposición hecha por el Ingeniero De Miguel sobre los fines y medios de realización del instrumento cuya denominación encabeza este trabajo, que es completamente innecesario cualquier otro complemento o aclaración al asunto.

Unicamente, y por haber aparecido el nombre por primera vez en un trabajo del Ingeniero que suscribe, se cree obligado a reproducir aquí las razones que se tuvieron presentes al escoger tal denominación.

Existían ya en Meteorología las palabras isoceraunas *e* isobrontas *en relación con fenómenos de la atmósfera acompañados de manifestaciones eléctricas. Pero estas palabras no se consideraron adecuadas al caso porque* κεραυνός *quiere decir* rayo; *por lo tanto, usando la palabra* ceraunógrafo *se hubiese referido a un instrumento que registrase manifestaciones eléctricas relacionadas con el rayo.*

Igualmente, la palabra βροντή *significa trueno o tormenta, de modo que brontógrafo hubiese querido, en realidad, decir instrumento que registra fenómenos relacionados con las tormentas.*

Es cierto que cuando se forma una tormenta atmosférica, y en su desarrollo, los parásitos atmosféricos se manifiestan intensamente; pero como lo que se trata de observar y registrar son los parásitos o ruidos de procedencia eléctrica que se observan en los receptores radioeléctricos, independientemente de las tormentas y en días completamente despejados, se hubo de buscar una palabra que se acomodase a ello, y así se

creyó que la más oportuna era la derivada de la voz griega κρότος, *que significa chasquido o crujido, y así el instrumento que permita oír los parásitos atmosféricos se denominará* crotófono, *y* crotógrafo *el que los registre.*

Finalmente, haciendo constar que en nuestro país no se dispone aún de estadísticas de parásitos atmosféricos, se comprenderá la importancia del proyecto llevado a cabo por el Ingeniero De Miguel.

Madrid, abril, 1948.

El Ingeniero Jefe del Servicio de Magnetismo
y Electricidad Terrestre,

JOSÉ CUBILLO FLUITERS.

RECEPTOR DE PARÁSITOS ATMOSFERICOS

Antecedentes.—En abril de 1944 fué presentado a esa Dirección General el proyecto de registrador de parásitos atmosféricos —crotógrafo—, cuyo presupuesto se aprobó con fecha 30 de noviembre del mismo año. La adquisición de los aparatos indicados en dicho proyecto y de otros, que fueron objeto de nuevos presupuestos, así como las reparaciones que se han llevado a cabo en el pabellón donde debía ser instalado el receptor, han contribuido al enorme retraso con que se ha iniciado la instalación. Los primeros ensayos efectuados a fines del pasado año, sirvieron para calcular las características que debía reunir el sistema de registro, y, al fin, en el mes de mayo último ha quedado finalizada la instalación, cuya descripción es el objeto del presente trabajo, en el que repetiremos lo dicho en el proyecto ya mencionado, indicando las modificaciones que la práctica ha aconsejado, y añadiendo un estudio detallado del sistema de registro que ha sido construído en su totalidad en los talleres de este Observatorio por el personal afecto al mismo.

Generalidades.—El aparato para el estudio de parásitos atmosféricos ha de ser un receptor radioeléctrico capaz de suministrar los siguientes datos:

1.° Clase de parásitos: de acuerdo con la clasificación expuesta en el Proyecto general de establecimiento de la Sección Geoeléctrica formulada por el ilustrísimo señor Ingeniero Jefe de Magnetismo y Electricidad Terrestre.

2.° Número de parásitos por unidad de tiempo.

3.° Intensidad de los mismos.

4.° Longitud de onda a que se producen.

5.° Dirección de las perturbaciones.

Para la determinación de estas características, se deberá disponer de los siguientes elementos:

a) Un sistema colector con propiedades directivas, para lo que se ha elegido una antena de cuadro asociada a otra omnidireccional, con lo que, por medio de un conmutador, podremos recibir indistintamente los parásitos de todas direcciones, los de una sola dirección y los de un solo sentido, por el procedimiento que más adelante se detalla.

b) Un aparato receptor de onda larga que permitirá sintonizar sobre ondas vírgenes de toda emisión, permitiendo determinar la longitud de onda a que se producen los parásitos.

c) Un amplificador y rectificador que transforma la señal recibida, haciendo que las de intensidad superior a un cierto límite actúen sobre un relé. Este límite podrá variarse con un regulador de volumen.

d) Un relé que capta la señal y la sustituye por otra más intensa, capaz de actuar sobre el aparato de registro.

e) Un aparato registrador en el que podremos determinar el número de parásitos o la clase de los mismos.

A continuación se estudian, separadamente, cada uno de estos elementos.

Sistema colector.—Como sistema colector podemos emplear, indistintamente, una antena omnidireccional de gran alcance o una antena de cuadro que nos permite averiguar la dirección de los núcleos productores de parásitos.

La primera, es una antena en ele invertida, constituída por un conductor de 60 m. de longitud colocado horizontalmente a cuatro metros del suelo, con soportes de madera.

Teniendo en cuenta estas dimensiones, hemos calculado las constantes de la antena que son las siguientes:

Capacidad de la parte horizontal

$$C_1 = \frac{0{,}2416\, l}{\lg \frac{4h}{d} - k}.$$

Siendo:

l = longitud de la antena = 6.000 cm.
h = altura sobre el suelo = 400 cm.

d = diámetro del conductor = 0,1 cm.

k = 0,016 (valor correspondiente a la relación $\frac{4h}{l} = 0{,}4$).

Con estos valores resulta ser

$$C_1 = 345 \text{ picofaradios.}$$

Capacidad del hilo de bajada

$$C_2 = \frac{0{,}2416\, h}{\lg \frac{2h}{d}} = 25 \text{ picofaradios.}$$

Capacidad total de la antena

$$C = C_1 + C_2 = 370 \text{ picofaradios.}$$

Inductancia

$$L = 0{,}002\, l \left(2{,}303 \lg \frac{4h}{d}\right) = 116 \text{ microhenrios}$$

Longitud de onda propia

$$\lambda = 1885 \sqrt{L \cdot C} = 390 \text{ m.}$$

Como nos interesa recibir longitudes de onda del orden de los 1.000 m., precisamos alargar el valor de la longitud de onda anteriormente hallado. Lo conseguimos añadiendo una inductancia en la base de 0,72 mH., con lo que la longitud de onda se convierte en

$$\lambda = 1885 \sqrt{\left(L + \frac{L_0}{3}\right) C_0} = 1.000 \text{ m.}$$

La antena de cuadro móvil de nuestro receptor está constituída por una inductancia formada por 12 espiras circulares de 75 cm. de diámetro, con lo que resulta tener una altura eficaz dada por

$$h_e = \frac{2\pi S N}{\lambda} = 0{,}066 \text{ m.,}$$

donde S es la superficie del cuadro, N el número de espiras y λ la longitud de onda.

Si suponemos que un parásito es capaz de producir en la antena un campo de valor E, el potencial en la misma, por espira, tendrá por valor

$$V = Eh_e \cos \xi.$$

En efecto: supongamos un cuadro formado por una sola espira situada en un plano vertical X o Z donde suponemos que el campo eléctrico producido por una señal alejada vale E estando polarizado normalmente. El valor instantáneo del campo en un punto cualquiera a una distancia x del centro del cuadro, tendrá por valor

$$e = E \operatorname{sen} \omega \left(t + \frac{x}{v}\right),$$

siendo $\omega = 2\pi f$ la pulsación de la onda recibida y v su velocidad.

Si la onda recibida forma un ángulo ξ con la dirección del cuadro, en un elemento diferencial del mismo de f. e. m. inducida valdrá

$$dv = E \operatorname{sen} \omega \left(t + \frac{x \cos \xi}{v}\right) dz;$$

el voltaje total producido en el cuadro será:

$$v = E \int \operatorname{sen} \omega \left(t + \frac{x \cos \xi}{v}\right) dz = E \operatorname{sen} \omega t \int \cos \left(\omega \frac{x \cos \xi}{v}\right) dz +$$
$$+ E \cos \omega t \int \operatorname{sen} \left(\omega \frac{x \cos \xi}{v}\right) dz.$$

Pero el cuadro proyectado es una circunferencia cuyo centro es el origen de coordenadas; por consiguiente, es simétrico con respecto al eje Z y, por consiguiente, los voltajes elementales producidos en elementos simétricos tienen los términos que contienen el factor $\cos \left(\frac{\omega x \cos \xi}{v}\right)$ iguales y de signo contrario, y los que contienen el factor $\operatorname{sen} \left(\frac{\omega x \cos \xi}{v}\right)$ iguales y del mismo signo, puesto que para estos elementos la x tiene

signo contrario y los demás elementos permanecen iguales. Así, pues, el valor del potencial queda reducido a

$$v = 2E \cos \omega t \int \operatorname{sen} \left(\frac{\omega x \cos \xi}{v} \right) dz,$$

extendiendo ahora la longitud a medio contorno.

Como las dimensiones del cuadro son pequeñas con respecto a la longitud de onda, confundiendo el seno con el arco dentro de la integral, resulta

$$v = 2E \frac{\omega}{v} \cos \omega t \cos \xi \int x dz = \frac{4\pi E}{\lambda} \cdot \frac{S}{2} \cdot \cos \omega t \cdot \cos \xi = E h_e \cos \omega t \cos \xi;$$

puesto que

$$\frac{\omega}{v} = \frac{2\pi}{\lambda}, \qquad \int x dz = \frac{S}{2} \quad \text{y} \quad h_e = \frac{2\pi S}{\lambda};$$

por consiguiente, el valor máximo de esta tensión es el anteriormente indicado,

$$V = E h_e \cos \xi$$

que, como vemos, sólo depende de la longitud de onda incidente y de las dimensiones del cuadro. Por consiguiente, resulta que, para un cuadro y una señal determinada, es proporcional a cos ξ; es decir, que tendrá dos máximos (para $\xi = 0$ y $\xi = \pi$) cuando esté en la dirección de la onda recibida, y dos mínimos de valor nulo $\left(\text{para } \xi = \frac{\pi}{2} \text{ y } \xi = \frac{3\pi}{2}\right)$ cuando la dirección sea normal a la de la onda incidente. De acuerdo con lo expuesto, los máximos tendrán lugar cuando el plano del cuadro coincida con la dirección de propagación y las extinciones cuando el plano sea normal a dicha dirección. Para conocer ésta, el cuadro es solidario de un limbo graduado de 0° a 360°; haciendo coincidir el cero de este limbo con la dirección norte-sur del cuadro nos servirá para leer directamente azimutes si se utilizan los máximos. Los parásitos son de duración tan pequeña, que sería inútil pretender orientar el cuadro en su dirección, por lo que en ningún caso podremos averiguar la direción de cada parásito. Nos limitaremos solamente a observar en

qué dirección los parásitos son más intensos o más frecuentes, haciendo girar el cuadro de una manera periódica y refiriendo los registros obtenidos a las distintas direcciones que éste va tomando.

Vemos así que con un cuadro podemos determinar la dirección de una emisión, pero no el sentido. Para determinar éste, precisamos disponer, además, de una antena vertical asociada al cuadro, de forma tal, que los voltajes producidos por la onda incidentes en ambos colectores, se sumen.

Estos voltajes tienen por valor

$$v_c = Eh_c \cos \xi \cos \omega t, \qquad v_a = Eh_a \operatorname{sen} (\omega t + \varphi)$$

siendo h_c y h_a las alturas efectivas correspondientes al cuadro y a la antena, respectivamente, y φ el defasamiento producido por la posición relativa de los dos, que será igual a $\frac{\pi}{2}$ cuando la antena vertical coincida con el eje del cuadro. En este caso, que es el que se ha dispuesto para nuestro sistema colector, el voltaje total valdrá

$$v = E(h_c \cos \xi + h_a) \cos \omega t,$$

cuya amplitud tiene por valor

$$V = E(h_c \cos \xi + h_a).$$

Basta ahora construir los dos colectores, de tal manera, que $h_c = h_a$, con lo que al variar ξ, obtendremos una sola extinción en todo el limbo para $\xi = \pi$ y un máximo para $\xi = 0$. La forma del diagrama de directividad es entonces un cardioide, por consiguiente, por este procedimiento se consigue conocer el sentido de la onda incidente. La forma del diagrama es tal, que únicamente puede determinarse este sentido por el método de extinción y no por el de máximo, por lo que se deberá operar determinando primero la dirección con el cuadro sólo, eliminando después la ambigüedad de 180° con el sistema cuadro-antena, para lo cual se dispone del conmutador S, representado en el esquema de la figura núm. 1, donde se observa que existe una posición llamada de escucha, en la que la antena omnidireccional queda conectada directamente al receptor, además de las de dirección y sentido.

Estas tres posiciones son las siguientes:

POSICIÓN	CONTACTOS			
	1	2	3	4
I.—Escuchas.....	A	A	A	C
II.—Dirección.....	A	A	C	A
III.—Sentido.....	C	C	C	

A = abierto.
C = cerrado.

El cuadro L_8 forma con las bobinas L_5, L_6, L_8, L_4 y el condensador C_2, un circuito oscilante acoplado magnéticamente a un segundo circuito oscilante formado por las bobinas L_1 y L_2 y los condensadores C_1 y C_3 que, a su vez, está acoplado eléctricamente por medio del condensador C_4 al circuito de antena vertical formado por las bobinas L_7 y L_9, y el potenciómetro R_1 está acoplado magnéticamente al del cuadro por medio de sus bobinas L_5 y L_6. Con este acoplamiento conseguimos el desfasamiento requerido $\frac{\pi}{2}$ entre antena y cuadro para la obtención del diagrama de cardioide. Veamos ahora la condición que debe cumplirse para que $h_a = h_c$.

Si h_c y h'_a son las alturas efectivas del cuadro y antena, el voltaje inducido en el primero será Eh_c y en la segunda Eh'_a. Llamando R a la suma de las resistencias propias de la antena y potenciómetro R_1, el circuito será recorrido por una intensidad $\frac{Eh'_a}{R}$ y si M es el coeficiente de inducción mutua entre L_7 y el conjunto L_5, L_6 de las bobinas del cuadro, a la tensión Eh_c del cuadro se sumará la tensión $\frac{M\omega Eh'_a}{R}$ inducida por la antena, por lo tanto, debe cumplirse la condición

$$h_c = \frac{M\omega h'_a}{R}.$$

Siendo w la pulsación, vemos que este valor depende de la longitud de onda, pero si se toma para R un valor grande como el que se ha dado ($R = 25.000$ ohm.), resulta tolerable el desfasamiento producido por una desintonización, pudiendo siempre regular la amplitud al variar el valor de esta resistencia y dejando fijo M.

SISTEMA RECEPTOR

La investigación de parásitos debe hacerse siempre en el campo de las ondas largas, del orden de los 30.000 m., que es donde con más intensidad se producen. Con objeto de aprovechar el receptor disponible actualmente, que abarca un campo de longitudes de onda desde 500 hasta 1.050 m. (550 a 285,7 Kc.), se está estudiando la construcción de un convertidor de onda larga adaptable a nuestro receptor. Mientras tanto, los primeros ensayos se están haciendo en el campo de los 1.000 m.

A continuación se hace una breve descripción del receptor, cuyo esquema figura en el plano núm. 1, que es del tipo de reacción con dos pasos de amplificación en alta frecuencia, un detector y un paso de amplificación en baja frecuencia, sin que presente ninguna particularidad digna de un estudio detenido.

El circuito de antena se cierra a través del primario de una bobina L_{10}, cuyo secundario constituye, con la primera sección del condensador C_{12}, el primer circuito sintonizado. Dicho condensador tiene tres secciones de capacidad variable de 500 $\mu\mu F$ por valor máximo. Este circuito ataca a la rejilla de la primera válvula, Philips, del tipo AF3, que es un pentodo de caldeo indirecto, cuyas características son las siguientes:

Tensión de filamento.....	4,0 v.
Intensidad de caldeo.....	0,65 amp.
Tensión de placa máxima.....	250 v.
— de rejilla pantalla.....	100 v.
Coeficiente de amplificación.....	2.200
Resistencia interior.....	$1,2 \times 10^6$ ohm.

La señal recibida es amplificada por esta válvula, en cuyo circuito de placa se encuentra el primario de una segunda bobina L_{11}, cuyo se-

cundario forma con la segunda sección del condensador C_{12} el segundo circuito sintonizado que ataca a la rejilla de la segunda válvula del mismo tipo que la anterior. A la salida se encuentra una tercera bobina con su correspondiente circuito sintonizado en el secundario, semejante a los anteriores. La variación de la capacidad del condensador C_{12} en sus tres secciones, hace cambiar la frecuencia de resonancia de los circuitos permitiendo la amplificación de la banda de frecuencias deseada, que, como hemos dicho, puede variar entre 550 y 265,7 Kc/s., pudiendo conseguirse tal resultado con una bobina de 620 μH y una capacidad que varíe entre 120 y 500 $\mu\mu F$ para que se verifique la condición de resonancia

$$\frac{1}{\sqrt{LC}} = 2\pi f.$$

A continuación de este tercer circuito se encuentra la válvula detectora, también del tipo AF3, donde se verifica la detención por rejilla, muy conveniente en los circuitos a reacción. Ello se consigue por medio de la resistencia R_6 de dos megohmios y el condensador C_{14} de 200 $\mu\mu F$ que actúa como cortocircuito para la radiofrecuencia, ofreciendo una impedancia elevada a la audiofrecuencia. Con este procedimiento de detección se consigue una elevada sensibilidad, y aunque la distorsión es considerable, en el caso de la recepción de parásitos es cosa que no tiene importancia.

El circuito de reacción está formado por el devanado de la bobina L_{12}, conectado a la salida, que hace que parte de la tensión de salida vuelva a entrar en el amplificador, aumentando el efecto producido por la f. e. m. de excitación, sin que la tensión inducida en el circuito de rejilla sea suficiente para entretener la oscilación, por lo que será preciso poder regular este acoplamiento, lo cual puede conseguirse variando la polarización de la rejilla-pantalla por medio del potenciómetro R_{11}. De esta forma no varía la impedancia del circuito de radiofrecuencia y, además, la regulación es muy suave, permitiendo encontrar fácilmente el punto de reacción óptima. El contacto deslizante de este potenciómetro puede producir algunos ruidos que se cortan con el condensador C_9 de gran capacidad (2 μF).

El condensador C_7 de 200 $\mu\mu F$ juntamente con las inductancias L_{13} y L_{14} y el condensador C_8, constituyen un filtro de baja impedancia

para la audiofrecuencia, impidiendo el paso de las corrientes de alta frecuencia que encuentran, en cambio, un camino fácil a través del primer condensador C_7.

El acoplamiento con el paso siguiente de amplificación en baja frecuencia se hace por el procedimiento llamado de resistencia y capacidad por medio del choque de alta impedancia L_{15} shuntado por una resistencia de 500.000 ohmios, a lo largo del cual se desarrolla la tensión de excitación de la rejilla, el condensador de bloqueo C_{15} de 0,01 μF que impide el paso a la rejilla de la tensión positiva de placa del paso anterior y la resistencia R_7 de 500.000 ohm. de descarga de la rejilla.

Esta última válvula es de tipo AL2, también de caldeo indirecto, con las siguientes características:

Tensión de filamento	4,0 v.
Intensidad de caldeo.....	1,0 amp.
Tensión de placa máxima.....	250 v.
— de rejilla pantalla	250 v.
Pendiente.....	2,6 mA/v.
Resistencia interior	60.000 ohm.

A la salida de esta válvula se encuentra el transformador T, a cuyo secundario conectaremos el amplificador y rectificador que constituye una unidad separada.

AMPLIFICADOR

La señal que se obtiene a la salida del receptor anteriormente descrito es suficiente para actuar sobre unos teléfonos. Por consiguiente, podremos servirnos de ellos para efectuar una apreciación puramente subjetiva de los parásitos, pudiendo observar así, haciendo girar el cuadro mientras se escucha, en qué dirección son éstos más perturbadores. Pero el estudio que hemos de efectuar ha de ser más exacto, es preciso tener un registro de los parásitos para ser estudiado *à posteriori* con todo el detenimiento que sea preciso.

Como el aparato registrador ha de ser un electroimán, cuya arma-

dura sea capaz de efectuar un trabajo mecánico apreciable, podrá tener la potencia necesaria a costa de su sensibilidad. Por consiguiente, surge la necesidad de colocar un relé intermedio que sustituya la señal recibida por otra de mayor intensidad. Para desempeñar esta función se ha elegido un relé telegráfico de Standard Eléctrica que funciona con una intensidad de 0,5 mA.

Para conseguir esta intensidad se hace preciso un nuevo paso de amplificación en baja frecuencia.

Este paso consiste en dos válvulas tipo 7A2 montadas en contrafase cuyas rejillas son atacadas por la señal procedente del receptor después de atravesar el transformador T_2. A la salida, las corrientes de placa de las dos válvulas atraviesan el primario del transformador en sentido inverso; pero como los potenciales alternos de rejilla son iguales y de sentido contrario por estar el punto medio del transformador T_2 unido a tierra, una de las corrientes crece cuando la otra decrece y, por tanto, sus efectos se suman. Con este sistema se aumenta considerablemente el rendimiento.

A la salida del transformador T_3 tendremos, por tanto, reproducida la señal que ha atacado al receptor considerablemente amplificada. Si se tratase de una señal sinusoidal, como a continuación disponemos de un relé polarizado, sólo sería actuado éste por la que tenga un signo determinado. Como lo que nos interesa es registrar todas las señales con independencia del signo, debemos colocar a continuación un rectificador montado en puente para rectificar la onda completa. De esta forma se ve que cualquiera que sea el sentido de la corriente en T_3, como los elementos de este rectificador sólo permiten el paso de la corriente en un sentido, a la salida, la corriente irá siempre en el mismo sentido. Estos elementos están formados por discos de hierro y selenio.

A la salida del rectificador pueden obtenerse tensiones de hasta 45 voltios, más que suficientes para actuar al relé que se ha elegido, que presenta una impedancia de 600 ohmios, la precisa para obtener el máximo rendimiento. Este relé que, como ya hemos dicho, es polarizado, carece de resorte antagonista propiamente dicho; pero la armadura se mueve venciendo la elasticidad de la charnela, de modo que, tan pronto como le falta corriente, vuelve a su posición central sin tocar ninguno de los topes si se ajusta simétricamente; pero desplazando debidamente las piezas polares y los contactos, se puede conseguir

una tendencia a quedar sobre uno de los contactos al faltar la corriente.

Al ser accionado el relé por la señal amplificada, su armadura, en comunicación con el aparato registrador, caerá sobre el tope de trabajo conectado a una pila, con lo que se cierra el circuito del electroimán del registrador, que atraerá su armadura solidaria de una pluma que marcará una señal sobre un tambor de registro.

REGISTRADOR Y ANALIZADOR

El aparato registrador consta, como acabamos de decir, de un tambor giratorio sobre el que se apoya la pluma solidaria de la armadura de un electroimán. Al tambor giratorio se le ha dado una velocidad lineal de tres milímetros por segundo que resulta suficiente para una frecuencia normal de parásitos. Ahora bien: esta velocidad es excesiva para este tipo de registros continuos, pues el desarrollo en veinticuatro horas sería de 259,20 m., que exigiría un tambor de dimensiones exageradamente grandes. Por esto, nuestro registrador sólo está en marcha durante los diez primeros minutos de cada hora, con lo que obtendremos las siguientes ventajas: en primer lugar, el desarrollo total del registro es seis veces menor; el sistema de relojería necesita una cuerda de menos potencia y, por último, consiguiendo que el receptor permanezca encendido solamente durante esos diez minutos, el gasto de baterías y de válvulas queda también disminuído. Por otra parte, las variaciones de parásitos son normalmente lentas y, por consiguiente, resulta suficiente la observación así reducida. Sólo quedarán sin registrar las variaciones bruscas producidas por las tormentas, pero éstos son fenómenos anormales, cuyo estudio se sale del campo de nuestras investigaciones entrando de lleno en el de la meteorología. No obstante, si interesa hacer un registro continuo en estos casos, se dispone de un mecanismo especial que permite poner en marcha el receptor cuando el operador lo desee, así como el tambor registrador durante el tiempo que quiera.

El tambor tiene un diámetro de 28,65 cm., al que corresponde una circunferencia de 90 cm.; por consiguiente, da una vuelta cada cinco minutos. Al mismo tiempo, a cada vuelta sufre un desplazamiento a lo largo de su eje de 4 mm., con lo que la traza de la pluma del electroimán resulta una hélice con este paso. En las veinticuatro horas debe

dar 48 vueltas, en las que el desplazamiento lateral es de 192 mm. Una anchura de tambor y banda de 20 cm., resulta, por tanto, suficiente.

Para obtener el movimiento simultáneo de rotación y de traslación del tambor, en el eje de la rueda primera del aparato de relojería se ha colocado un piñón de 21 cm. de longitud, en el que engrana una pequeña rueda dentada, solidaria del eje del tambor y colocada en uno de sus extremos a 22 cm. del mismo. El otro extremo del eje sobresale del tambor otros 22 cm., y en él se ha torneado una escotadura en hélice de 4 mm. de paso. Al apoyarse dicho eje sobre dos pares de lunetas colocadas en soportes fijos, a ambos lados, el par que soporta la parte grabada se introduce en la escotadura, y por este procedimiento se produce el desplazamiento longitudinal del eje antes indicado, y el engranaje no se pierde debido a la longitud del piñón de mando.

El sistema de relojería lleva un regulador de velocidad de fuerza centrífuga, y sobre el mismo eje del regulador se ha colocado un disco sobre el que actúa el freno de parada, que consiste en una palanca terminada en un frotador que puede apoyarse en dicho disco, y cuyo movimiento es gobernado por una leva de otro mecanismo de relojería independiente de mecanismo motor ya descrito. Esta leva, colocada en un eje que da una vuelta por hora, es la que mantiene frenado el motor durante cincuenta minutos, y le deja libre durante los diez minutos restantes de cada hora.

Sobre el mismo eje se ha colocado otro sistema de dos levas que produce el cierre y apertura rápidos de tres interruptores: uno de filamentos del receptor, otro de filamentos del amplificador final y el último de la alta tensión. Estas levas se han dispuesto de tal manera, que una de ellas es la que produce el cierre del circuito y la otra la apertura, pudiendo así regularse a voluntad la duración de encendido por un simple desplazamiento de una de ellas, y consiguiendo, al mismo tiempo, que las dos funciones sean instantáneas, para evitar chispas producidas por la extracorriente de ruptura y cierre. Esta función se encuentra ayudada por unos condensadores colocados al efecto. La regulación del tiempo de encendido se ha hecho de forma que los circuitos del receptor se cierren treinta segundos antes de ponerse en marcha el registrador para dar tiempo a que se caldeen los filamentos y se abren quince segundos después de pararse.

Para poder distinguir sobre la banda el principio de cada hora,

sobre el eje de levas se ha colocado otra leva que produce el cierre del circuito del electroimán durante los diez primeros segundos, marcando sobre la banda una señal que puede diferenciarse bien de las que producen los parásitos.

El electroimán registrador está formado por dos bobinas con núcleo de hierro de 500 ohmios de resistencia, bastando una corriente de 4 miliamperios para atraer su armadura. Sin embargo, se emplea en el circuito una pila seca de 4,5 voltios que produce una corriente de 9 miliamperios. Así conseguimos su funcionamiento con un margen de seguridad bastante grande.

La armadura es una pieza de hierro rectangular colocada enfrente de los dos núcleos, solidaria de una varilla cilíndrica perpendicular, en cuya parte media tiene su eje de giro. En el otro extremo, por medio de una horquilla, sostiene la pluma, consistente en un tubo capilar de vidrio de forma de arco; uno de sus extremos se introduce en un pequeño tintero y el otro se apoya sobre el tambor registrador, constituyendo un sifón. Con este artificio se ha conseguido una gran duración de la tinta con un peso mínimo de la pluma. Además, el procedimiento es mucho más cómodo que los comúnmente empleados de registro fotográfico o con papel ahumado.

Con el aparato registrador descrito podemos hacer el estudio de la frecuencia de los parásitos, es decir, del número de parásitos por segundo. Claro que como las sensibilidades del receptor y del relé tienen un límite, los parásitos registrados serán los de intensidad superior a un cierto valor que fácilmente pueden determinarse de la siguiente forma: La bobina situada en la base de la antena está acoplada a otra bobina que, unida a un condensador, forma parte de un circuito oscilante. Por medio de un conmutador se carga este condensador y se descarga a través de la bobina. En el secundario, es decir, en la antena, se producirá una oscilación amortiguada de características análogas a las de un parásito. Por otra parte, el valor del campo inducido en la antena puede calcularse en función de las características conocidas de los circuitos y del coeficiente de inducción mutua variable y determinable.

Otra característica de los parásitos que debe ser estudiada es la forma de las oscilaciones, para ello se dispone de un oscilógrafo de rayos catódicos, cuya descripción omitimos por ser un instrumento de uso corriente y conocido de todos. La única particularidad que le diferencia de los hasta ahora empleados, es que el tubo es de doble haz, permitiendo el registro de dos variables simultáneas para efectuar su estudio comparativo. El doble haz de rayos catódicos se obtiene colocando una pantalla entre las dos placas desviadoras verticales, en comunicación con tierra. Esta pantalla corta el haz de rayos procedentes del cátodo, dividiéndolo en dos, sobre cada uno de los cuales actúa una de las placas desviadoras con independencia de la otra.

Para nuestro estudio conviene disponer de una base de tiempos horizontal que se consigue aplicando a las placas desviadoras horizontales una tensión de relajación procedentes de un oscilador que produzca ondas de la forma llamada de «dientes de sierra», es decir, que la tensión aumenta uniformemente con el tiempo hasta alcanzar un cierto límite, y entonces cae bruscamente, alcanzando su valor primitivo, que vuelve a crecer, y así sucesivamente. Tal efecto se consigue produciendo la carga gradual de un condensador a través de una gran resistencia seguida de una descarga rápida. El período de carga puede variar entre 5 y 250.000 c. p. s.

Con este dispositivo puede verse sobre la pantalla fluorescente del tubo la forma de cualquier tipo de ondas, puesto que es equivalente a un sistema de ejes coordenados en el que la variable X es el tiempo y la Y la tensión del fenómeno que tratamos de estudiar.

Siendo el tubo de doble haz, a una de las placas verticales conectamos la salida del último paso de amplificación del receptor antes de entrar la señal en el rectificador. A la otra placa se conecta la salida de un oscilador calibrado de onda modulada que nos sirve de patrón de frecuencia, permitiéndonos de este modo averiguar el período de las oscilaciones parásitas.

En la figura núm. 3 está representada la pantalla: En la parte superior se indica la gráfica de un parásito, y en la inferior, la onda producida por el oscilador de frecuencia modulada.

ALIMENTACIÓN

El receptor se alimenta con una tensión de 4 voltios para filamentos y 120 voltios para placas y rejillas-pantallas. La polarización de las rejillas de control de las primeras válvulas se efectúa por las resistencias R_8 y R_4 de 300 Ω shuntadas por los condensadores C_{10} y C_{17} de 0,01 μF. Esta polarización es regulable por medio de la resistencia variable R_{18} de 10.009 Ω que permite regular la ganancia del receptor y, por tanto, con un calibrado previo, servirá para medir la intensidad de los parásitos.

El último paso de amplificación precisa para filamentos 12 voltios y 220 voltios para placas.

Aunque el receptor está preparado para alimentación con baterías de pilas secas, se ha proyectado un alimentador con válvula rectificadora, más conveniente en casos como el nuestro, en que puede disponerse de corriente industrial a 110 volt. 50 p:s.

Este alimentador precisa suministrar una corriente continua de unos 40 m. a. para la polarización de placas y rejillas-pantallas con dos tomas, una a 120 v. para el receptor y otra a 200 v. para el último paso de amplificación en baja. Se conseguirán estos valores con una válvula AZ1, cuyas características son las que siguen:

Tensión de filamento.....	4 v.
Intensidad de caldeo.....	1,1 amp.
Tensión alterna máxima de ánodo.....	2 × 500 v.
Corriente rectificada.....	50 mA.

La bobina del filtro tiene 500 ohmios de resistencia, por tanto, considerando un consumo de corriente de 40 m. a., lá caída de tensión en ella será de $0{,}04 \times 500 = 20$ voltios, por consiguiente, a la salida de la válvula la tensión deberá ser de 220 v. A la vista de las curvas características de las válvulas AZ1 indicada, se deduce que para obtener esta tensión se precisa una tensión de 350 v. c. a. para cada placa.

De esta forma se llegan a deducir las características del transformador de entrada que deberán ser las siguientes: Un primario para 110 v. y cuatro secundarios: uno de 700 voltios para las placas de la válvula rectificadora con el punto medio a tierra, otro de 4 v. para los filamentos del receptor y otro de 12 voltios para los del último paso de amplificación.

El filtro de aplanamiento a la salida de la corriente continua estará constituído por una célula en π formada por una autoinducción L_{19} en serie y dos condensadores electrolíticos C_{24} y C_{25} de ocho microfaradios cada uno, derivados uno a la entrada y otro a la salida.

Por último, se dispondrá de un repartidor de tensiones formado por las resistencias R_{19} y R_{20} de 500 Ω cada una.

Como el receptor precisa una regulación muy crítica de la reacción, cuando no puede contarse con una tensión de la red muy regular es conveniente el empleo de baterías, al menos para el receptor propiamente dicho. El montaje está hecho de tal manera que la sustitución resulta sencilla.

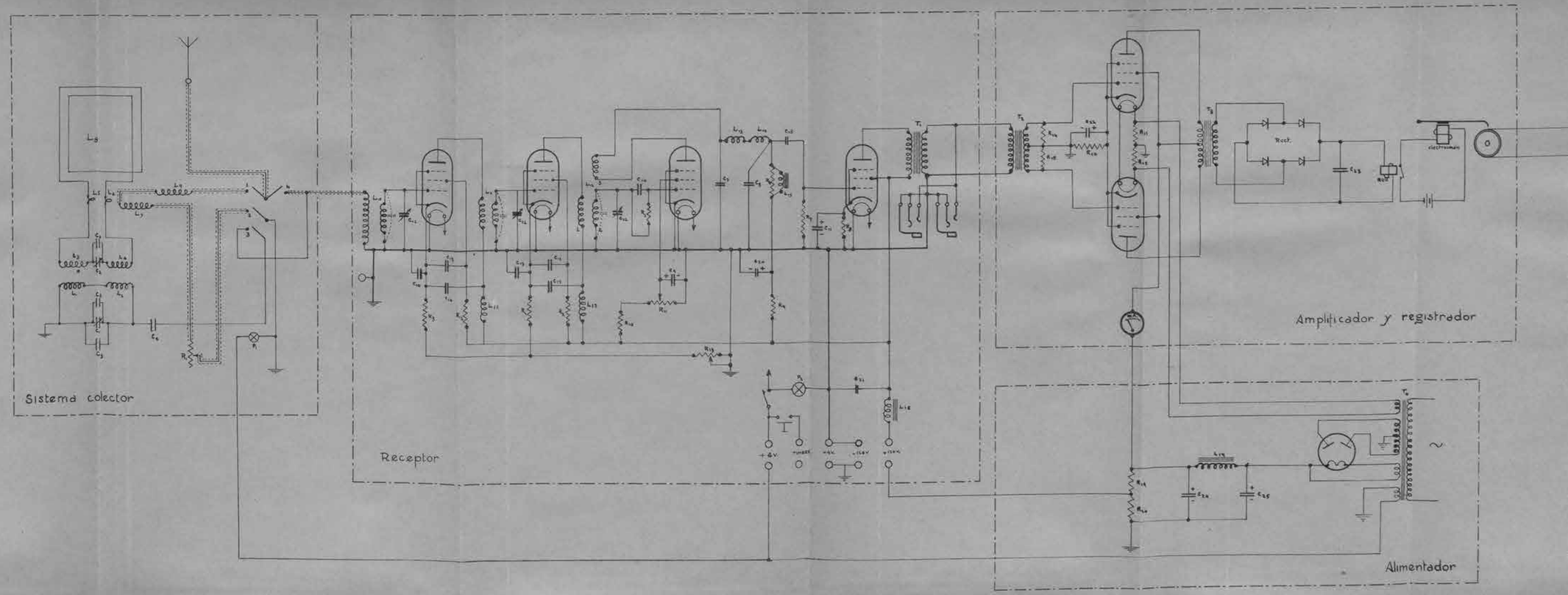
Toledo 15 de agosto 1947.

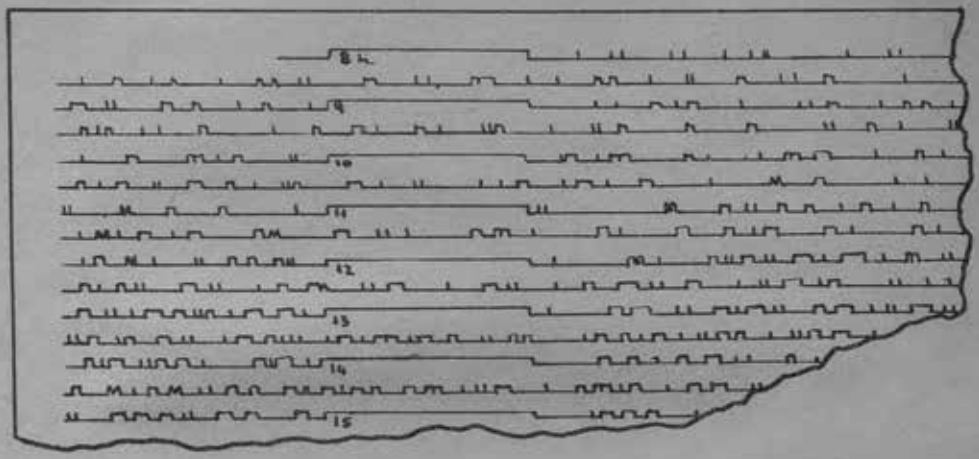
V.° B.°:
El Ingeniero Jefe,
LUIS DE CIFUENTES.

L. DE MIGUEL.
Ingeniero encargado del Servicio Geoeléctrico.

PLANO nº 1

Esquema de receptor




8
9
10
11
12
13
14
15