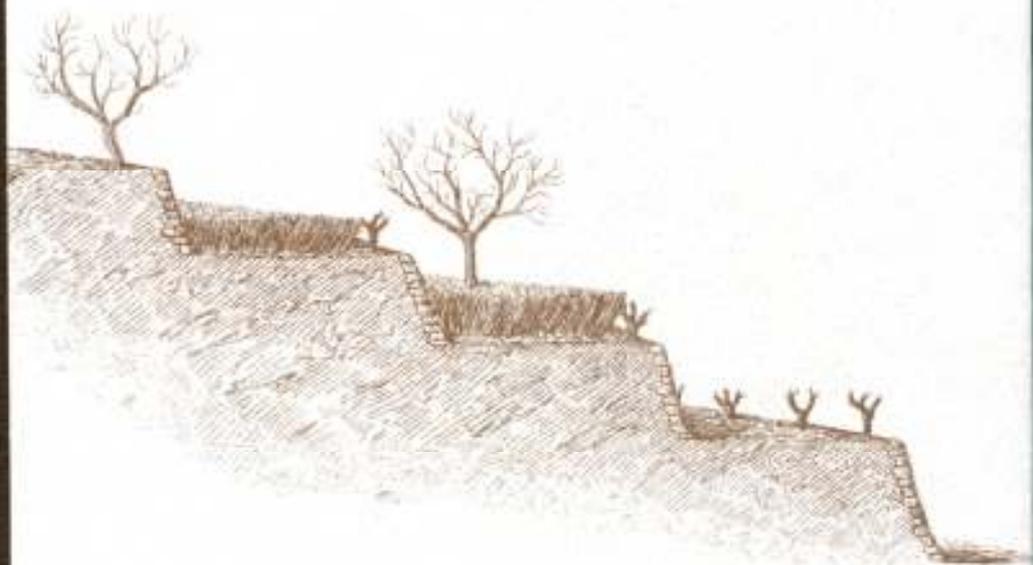


Estadal

Una aproximación al universo de la Mensura

Manuel Escalona Molina



*Contiene noticias sobre medidas antiguas,
la aventura del metro, su implantación
y la forma de la Tierra.*

Estadal

Una Aproximación al Universo de la Mensura

A Pilar, que lo es todo.
A mis nietos y a sus padres.



El arado y la red

Estadal
Una Aproximación al Universo de la Mensura

Manuel Escalona Molina

*Contiene noticias sobre medidas antiguas,
la aventura del metro, su implantación
y la forma de la Tierra*

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito de la Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

© JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca.

Publica: Secretaría General Técnica.

Servicio de Publicaciones y Divulgación.

Colección: El Arado y la Red.

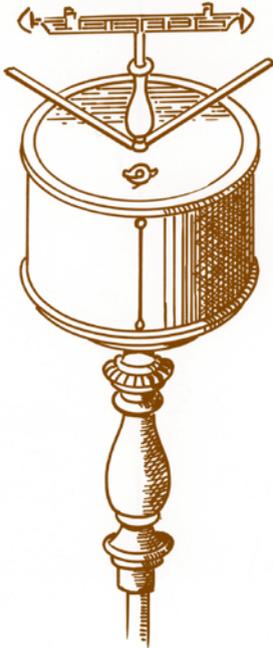
© De los textos; Manuel Escalona Molina

I.S.B.N.: 978-84-8474-275-3

Depósito Legal:

Producción: Germán López. Servicios Gráficos.

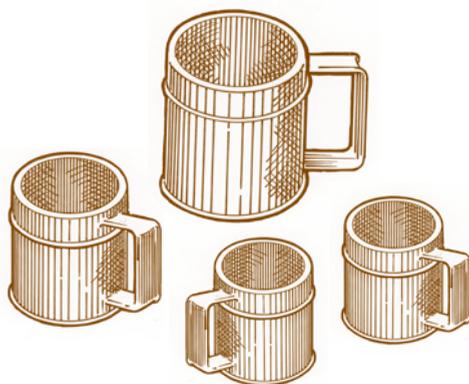
Índice



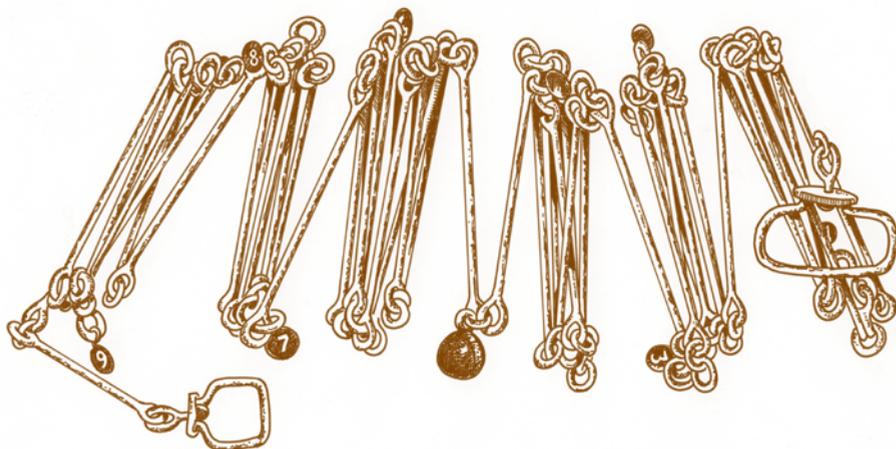
| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| PRIMERA PARTE: LAS MENSURAS | 19 |
| I. LAS MEDIDAS Y EL ENTORNO IDEOLÓGICO Y POLÍTICO. | 21 |
| II. SISTEMAS DE MEDIDAS. | 27 |
| 1. Antropométrico. | 27 |
| 2. Significativo-funcional. | 28 |
| 3. Convencional. | 30 |
| III. UNIDADES, PATRONES Y DIVISIBILIDAD DE LAS MEDIDAS ... | 31 |
| IV. METROLOGÍA ROMANA | 35 |
| V. METROLOGÍA HISPANO-MUSULMANA | 43 |
| 1. El codo hispano-musulmán. | 43 |
| 2. Otras medidas lineales y superficiales hispano-musulmanas. | 45 |
| 3. Medidas de capacidad hispano-musulmanas. | 46 |
| VI. METROLOGÍA HISPANA TRADICIONAL. | 49 |
| 1. Unidades básicas. | 51 |
| <i>1.1. Longitud.</i> | 51 |
| <i>1.2. Superficie.</i> | 51 |
| <i>1.3. Capacidad.</i> | 52 |
| <i>1.4. Ponderales.</i> | 53 |
| VII. LAS MEDIDAS AGRARIAS TRADICIONALES EN EL CATASTRO | 55 |
| 1. Las medidas en el Catastro de Patiño. | 55 |
| 2. Las medidas en el Catastro de Ensenada | 58 |
| <i>2.1. Medidas agrarias de Andalucía en el Catastro de Ensenada.</i> ... | 61 |
| 3. Las medidas agrarias tradicionales en el Catastro contemporáneo. . | 82 |
| VIII. LAS MEDIDAS AGRARIAS SEGÚN MATHEO SÁNCHEZ VILLAJOS | 93 |

| | |
|---|---------|
| IX. LAS MEDIDAS Y PESAS TRADICIONALES EN | |
| OTROS AUTORES | 99 |
| X. DIVERSIDAD DE MEDIDAS EN ESPAÑA | 109 |
| 1. Medidas longitudinales | 109 |
| 2. Medidas superficiales | 111 |
| 3. Medidas de capacidad para líquidos | 122 |
| 4. Medidas de capacidad para áridos | 129 |
| 5. Medidas de peso (ponderales) | 134 |
| SEGUNDA PARTE: EL METRO | 139 |
| XI. INICIATIVAS DE UNIFICACIÓN METROLÓGICA | 141 |
| 1. Tentativas de unificación en España | 142 |
| XII. FRANCIA: LA REVOLUCIÓN Y LA UNIFICACIÓN DE | |
| LAS MEDIDAS | 145 |
| 1. Les cahiers de doléances | 147 |
| 2. Hacia un sistema único de medidas | 148 |
| 3. La elección del arco de meridiano | 151 |
| XIII. LA FORMA DE LA TIERRA Y LAS EXPEDICIONES AL | |
| PERÚ Y LAPONIA | 153 |
| 1. La expedición al Perú | 155 |
| 2. La expedición a Laponia | 166 |
| 3. La forma de la Tierra: mediciones del péndulo | 166 |
| XIV. MEDICIÓN DEL ARCO DE MERIDIANO | |
| DUNKERQUE-BARCELONA | 171 |
| 1. El método de triangulación y los instrumentos de medida | 171 |
| 2. La medición: Méchain y Delambre | 172 |
| XV. EL SISTEMA MÉTRICO | 191 |
| 1. Cronología del metro | 194 |
| 2. Implantación en Francia | 196 |
| 3. Difusión mundial | 197 |

| | |
|--|-----|
| XVI. LA OFICINA INTERNACIONAL DE PESOS Y MEDIDAS Y EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES | 201 |
| XVII. EL SISTEMA METRICO EN ESPAÑA. | 207 |
| 1. Gabriel Ciscar y la introducción del Sistema Métrico en España. | 207 |
| 2. La Ley de Pesos y Medidas. | 209 |
| 3. La difusión en España del Sistema Métrico Decimal | 214 |
| BIBLIOGRAFÍA | 233 |
| ÍNDICE DE MEDIDAS, PESOS Y MONEDAS | 239 |
| ÍNDICE ONOMÁSTICO | 251 |



Introducción



Introducción

En las últimas dos décadas la generalización de la hectárea como unidad superficial agraria ha sido prodigiosa y, en mi opinión, a ello ha contribuido de forma notable el establecimiento del programa de ayudas a la producción agraria de la Comunidad Europea, que, de algún modo, obligó a los labradores a hacer un esfuerzo por adaptarse al sistema oficial, pues de otra forma les resultaban ininteligibles los formularios a cumplimentar y éstos repercutían de forma decisiva en su economía particular.

Si esto ocurre en ambientes profesionales agrarios, para un ciudadano de cultura media los conocimientos del sistema métrico suelen ser bastante deficientes. Sobre medidas lineales el nivel de instrucción es aceptable, pero las superficiales y las cúbicas se presentan poco comprensibles para el común de los mortales. En cuanto a dimensiones superficiales difícilmente se supera el metro cuadrado, ahí todo el mundo lo tiene claro, sobre todo por su referencia al tamaño de los pisos; al hectómetro cuadrado pocos llegan; con las cúbicas la cuestión es aún más preocupante. Pero la desinformación alcanza sus mayores cotas para las medidas agrarias, los conceptos de hectárea, área y centiárea son algo críptico para la mayoría y esto es fácilmente apreciable observando las contestaciones que dan los concursantes a preguntas de esta naturaleza en programas televisivos. Menos justificados están estos errores cuando se presentan en noticias periodísticas, como frecuentemente ocurre; algunos de los profesionales de los medios, dando por sentada la ignorancia de la generalidad de oyentes o lectores, para salvar su propia inseguridad en la materia o por lo gráfico que resulta, han apelado al recurso de inventar una nueva medida, el “campo de futbol”; de este modo, cuando dan una información que debe cuantificarse en superficie y ésta es de cierta extensión, por ejemplo en el caso de un incendio forestal, que resultaría impropio expresarla en metros cuadrados, lo valoran en “el equivalente a `tantos´ campos de futbol”. Casi todo el mundo tiene en su mente la imagen plástica de lo grande que es un campo de futbol, pero ¿cuánto mide un campo de futbol?, eso no lo sabe nadie porque no existen unas medidas fijas reglamentadas y en la práctica presentan, según tengo entendido, una gran variedad y superficialmente es normal que superen los siete mil metros cuadrados sin alcanzar en ningún caso la hectárea.



Volviendo al mundo rural, el panorama era bien distinto hace bastante más de cuarenta años cuando inicié mi actividad profesional en éste; los agricultores con los que me relacionaba solían expresar la extensión de sus propiedades en fanegas o aranzadas, las producciones también se declaraban en fanegas de grano por unidad superficial. Pero sería unos años más tarde, al ingresar en el Catastro, cuando habría de tomar verdadera conciencia de la complejidad de este sistema, al ampliar mi relación con el mundo agrario al ámbito de todos los municipios de una provincia, durante poco más de cuatro años en la mía natal de Jaén y desde 1970 en la de Sevilla.

Entre los contenidos de los viejos catastros, uno de los más apreciados por los investigadores es el toponímico, aunque últimamente parece haber decrecido este interés, hace años era frecuente que acudieran al Catastro muchos estudiosos de esta materia, especialmente filólogos y geógrafos. Ocurría a veces que resultaban inusitados los nombres de algunos pagos o parajes, de este modo, en el término municipal de Carmona, en su zona norte, existe un paraje llamado Legua Legal, nombre extraño al que no se encontraba justificación. Al llevar a efecto este trabajo, entre el material utilizado en lo referente a medidas tradicionales, ocupa un lugar destacado una publicación de 1744 escrita por Matheo Sánchez Villajos¹, y habría de ser en este libro donde encontraría la solución: la legua legal es, simplemente, una legua cuadrada y, por tanto, una unidad superficial, la más extensa de la que tengo conocimiento, pues alcanza las 3.105,5 ha² y que debe corresponder a la superficie que ocupa ese paraje.

Otro ejemplo de hallazgo a través de las medidas antiguas tiene que ver con mi infancia. Recuerdo haber oído decir que la casa de mis padres en Jaén disponía del derecho a una pluma de agua del Alamillo³, por supuesto que esa pluma era todo un misterio para mí. Ahora he conocido que la pluma es una medida de caudal de agua utilizada especialmente en Cataluña⁴, que por lo visto también lo fue en mi tierra natal.

Entiendo que las medidas tradicionales constituyen un valioso material calificable de fondo cultural que, podríamos decir, se encuentran en peligro de extinción y me he sentido en la obligación de hacer algo para evitar que eso pudiera ocurrir. Esta es la materia que ocupa la primera parte de mi trabajo en la que, tras unos planteamientos generales sobre las medidas, he dedicado sendos capítulos a las metrologías romana e hispanomusulmana, como precedentes de la hispana, para culminar en ésta, con una atención particular hacia Andalucía y las medidas agrarias, en las que, posiblemente, las variantes dentro de una misma denominación sean más acusadas como se tendrá ocasión de comprobar.

La segunda parte de este trabajo se refiere al establecimiento y posterior implantación en los distintos países del sistema métrico, así como a la concreción de la forma de la

¹ Sánchez Villajos, Matheo, *Estadal de Agricultura o Práctica del Primer Libro de Eúclides*, preciso para medir, aprear, tasar y conservar las Heredades del Campo, Madrid, 1744, pág. 91, la nombra exactamente como *legua legal a los Regatones*, aunque no he conseguido descifrar el significado que este caso adquiere la expresión “Regatones”.

² Legua de 6.666 varas y 2/3. Vara castellana de 0,835905 m².

³ Antiguo manantial local, muy valorado popularmente, de agua potable.

⁴ Representa un caudal que oscila entre los 2.200 (la más frecuente) y los 3.279 litros en 24 horas.

Tierra, asuntos ambos muy relacionados. El debate sobre la figura de la Tierra fue una de las controversias científicas más apasionantes y de mayor visibilidad social durante el siglo XVIII⁵, sobre la que escribió Maupertuis⁶: “Fue sin duda la época más brillante que nunca han conocido las ciencias”. El otro asunto necesita menos justificación, aunque es necesario prevenir que a pesar de que el manejo del sistema métrico decimal sea hoy día algo tan cotidiano y popular que resulta obvio, son poco conocidas las vicisitudes tan complejas que supusieron la medición del arco de meridiano, el cálculo de su longitud y la posterior introducción del sistema métrico en las distintas naciones y, particularmente, en la nuestra. Menos comprensible aún es que, a estas alturas, el país más poderoso de la Tierra, los Estados Unidos, aún no lo tenga adoptado.

En esta segunda parte, pues, no he tratado exclusivamente de la instauración del sistema métrico decimal, he dedicado un capítulo a la forma de la Tierra y, dentro de éste, me he extendido en la explicación de un interesante acontecimiento, la expedición franco-española al Perú para medir un arco de meridiano, de la que mi conocimiento casi estaba limitado a que me resultaran familiares los nombres de Jorge Juan y Antonio de Ulloa y su participación en una gesta científica de renombre universal, aunque en la versión que leí, o me contaron, este hecho estaba directamente relacionado con la determinación de la longitud del metro en su versión inicial de diezmilionésima parte de un cuadrante del meridiano terrestre. Ahora he podido conocer con todo detalle la naturaleza de la expedición franco-española al Perú, que, a decir verdad, era una misión francesa con necesaria participación de España, cuyo objetivo era concretar la forma de la Tierra y que precedió en más de medio siglo al inicio de las operaciones para el cálculo de la longitud del metro, en las que, por cierto, también hubo participación española, obligada como en el caso anterior por afectar a suelo de soberanía española. De igual modo he sabido que “los miembros de la Comisión [encargada del cálculo del metro definitivo] se habían visto obligados a utilizar, junto con las medidas del arco Dunkerque-Barcelona, las realizadas sesenta años antes por la expedición al Perú”⁷, por lo que indirectamente esta misión científica sí que estuvo relacionada con la determinación del metro.

La inclusión de este amplio relato de la expedición al Perú en esta segunda parte de mi trabajo he querido justificarla inicialmente en tanto en cuanto estas actuaciones sirvieron, junto con la coetánea expedición a Laponia, para ayudar al conocimiento de la forma de la Tierra, que enfrentaba científicamente a ingleses y franceses desde principios del siglo XVIII y se relaciona con los trabajos de Mechain y Delambre, protagonistas de la medición del arco de meridiano Dunkerque-Barcelona, realizada expresamente para el señalamiento de la universal unidad de medida. Tampoco puedo silenciar otra razón que me ha llevado a esta inclusión, en este caso patriótica, se trata de resaltar la importancia

⁵ Lafuente, Antonio, “Retórica y experimentación en la polémica sobre la figura de la Tierra”, en *II Centenario de Don Antonio de Ulloa*, Escuela de Estudios Hispanoamericanos, CSIF, Sevilla, 1995.

⁶ En su obra *Lette sur la figure de la Terre*. Pierre Moreau de Maupertuis (1698-1759). Afamado astrónomo, director de la expedición a Laponia (1736-1737) para medir un arco de meridiano.

⁷ Ten, Antonio E., *Medir el metro*, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia, Universidad de Valencia, Valencia 1996, pág. 93.

de una serie de figuras, no suficientemente conocidas, de la ciencia española en la época de la Ilustración, en la que sobresalieron los oficiales de nuestra Marina. En 1717 se fundó la Escuela de Guardamarinas de Cádiz y en ella se formaron figuras tan ilustres como el Marqués de la Ensenada, Jorge Juan, Antonio de Ulloa, Tofiño de San Miguel, Mendoza y Rios y Gabriel Ciscar.

Y ¿por qué Estadal? Por varias razones, la primera porque entre nuestras medidas tradicionales representa un papel fundamental. De este modo, el estadal alcanzó la categoría de patron de medida en Castilla, el Patrón del Estadal antiguo de Toledo, se correspondía con la Vara antigua Toledana⁸, todo ello antes de que ésta fuese sustituida como patrón por la vara de Burgos. Ferrer Rodríguez A. y González Arcas A. manifiestan: “en la metrología castellana se tendió a perder la distinción entre ambas unidades [estadal y caña o qasaba], llamando estadal, genéricamente, a todo instrumento para la medida de longitudes empleado en la agrimensura de superficies”⁹, estos autores realizan en su obra un detallado estudio sobre las distintas clases de estadales existentes en la metrología tradicional española, generadores de la mayor parte de las fanegas y aranzadas utilizadas en Andalucía. Pero también ha pesado en mi elección la belleza formal de la palabra y mis recuerdos personales, estadal goza de una agradable fonética y además rememora mi infancia. En este sentido haré referencia a la segunda acepción de estadal: cinta bendita, con la medida de la efigie de algún santo, que se lleva por devoción, por ejemplo al cuello¹⁰ y éste era un objeto de recuerdo que solían traer como regalo los que peregrinaban a la romería de la Virgen de la Cabeza a los que quedábamos en casa. Ni me imaginaba entonces que muchos años después me iba a resultar tan familiar el término, aunque usado en su sentido metrológico. No debo omitir, finalmente, mi deuda con Matheo Sánchez Villajos, Alarife de Madrid y Agrimensor de Términos, que en 1744 publicó un libro titulado Estadal de Agricultura o Práctica del Primer Libro de Euclides, autor al que aludiré en repetidas ocasiones en esta obra.

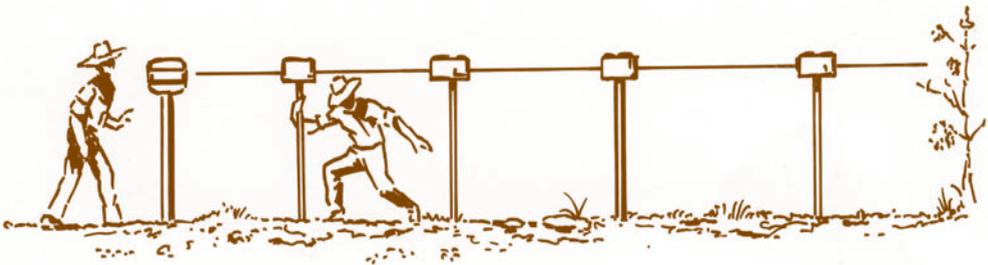
⁸ Ferrer Rodríguez Amparo y González Arcas Arturo, *Las Medidas de Tierras en Andalucía*, Tabapress, Madrid, 1966, p. 5. Tomado del *Informe de la Imperial Ciudad de Toledo al Real y Supremo Consejo de Castilla*. En cualquier caso se trata de un uso atípico de Estadal, que en la metrología tradicional siempre es múltiplo de la vara, alcanzando valores más frecuentes entre 29/8 de vara (3,625 varas) y 33/8 (4,125 varas).

⁹ Ferrer Rodríguez A. y González Arcas A., *ob.cit.*, pág. 263.

¹⁰ Moliner, María, *Diccionario de uso del Español*, Madrid, 1999. Pág. 1215.

Primera Parte

Las Mensuras



I. LAS MEDIDAS Y EL ENTORNO IDEOLÓGICO Y POLÍTICO

Haciendo uso de una definición actual, se dirá que *medir es relacionar una magnitud con otra u otras que se consideran patrones universalmente aceptados*. El acto de medir conlleva la realización de una cuantificación para la que suele utilizarse un utensilio adecuado (cinta métrica, balanza, termómetro...). Medir y, por extensión pesar, es un acto sumamente cotidiano en el quehacer del ser humano y lo ha sido siempre, al menos desde que, atendiendo al relato bíblico, perdió la inocencia y se le expulsó del Paraíso.

Según relata Witold Kula¹¹ al comienzo de su conocida obra, fue Caín quien inventó las medidas y citando a Flavio Josefo escribe, refiriéndose al hijo malo de Adán y Eva, que tras matar a su hermano, cometió muchos otros actos abominables y, entre éstos, habiendo inventado pesas y medidas, transformó aquella inocente y noble naturalidad con que vivía la gente mientras las desconocía, en una vida plena de estafas.¹²

La verdad es que Flavio Josefo queda bastante lejos, pero habrían de pasar muchos siglos y seguían diciéndose cosas parecidas. En 1744, Matheo Sánchez Villajos, alarife de Madrid, tramitaba la publicación de un tratado de agrimensura¹³ (habrá que volver sobre este autor al tratar de las medidas tradicionales de nuestro país) para la que era preceptiva una censura eclesiástica y en ésta el Lic. Don Basilio Joseph Perez Monevo, de orden del Inquisidor Ordinario del Arzobispado de Toledo, entre otras consideraciones, escribe:

Vivían en los primeros tiempos los hombres con tal unión, que todos los bienes eran comunes (...) mas no tardó la malicia en perturbar esta unión, y comunidad: pues según muchos, el desgraciado Caín comenzó a separar Heredades, fundar Poblaciones, y cultivar con división muchos Campos (...) Divididos assí los Campos, fueron necesarias las medidas, que son la regla, de la mencionada división.

Aparte de la prolongada longevidad que debe suponerse a Caín para desarrollar ese currículum, mantiene la tesis de Josefo sobre la invención de las medidas.

Volviendo a Kula, afirma que “en la mentalidad primitiva, la medida se confunde con la estafa, es símbolo de la perdida felicidad primitiva, es decir, proviene directamente del pecado original”.

Si la medida se confunde con la estafa lo es en cuanto a la posibilidad de su uso fraudulento, demasiado frecuente a lo largo de la historia como se podrá ver, pero hay que consolarse pensando que mayores habrían sido las estafas de no existir la medida. Y es

¹¹ Witold Kula, *Las medidas y los hombres*. Siglo XXI de España Editores S.A., Madrid, 1980, pág. 3

¹² Flavio Josefo, (37-101 d.C.) Historiador judío romanizado: *Antigüedades judías*, I, 2, 2., citado por Witold Kula, ob. cit.

¹³ Matheo Sánchez Villajos, ob. cit.



que ésta, empleada de forma honesta, pasa a ser el símbolo de la Justicia, de ahí su representación por una figura femenina que sostiene una balanza.

La Biblia contiene referencias abundantes a la utilización de medidas y pesos, manifestándose de forma admonitoria:

No cometáis injusticia en los pesos, ni en las medidas de longitud, de peso o de capacidad: tened balanza justa, peso justo, medida justa y sextario justo¹⁴.

No tendrás en tu bolsa pesa y pesa, una grande y otra pequeña. No tendrás en tu casa medida y medida, una grande y otra pequeña. Has de tener un peso cabal y exacto, e igualmente una medida cabal y exacta, para que se prolonguen tus días en el suelo que Yahveh tu Dios te da.¹⁵

De Yahveh son la balanza y los platillos justos.
Todas las pesas del saco son obra suya.¹⁶

Contra los defraudadores y explotadores

¿Cuándo pasará el novilunio?
Para poder vender el grano
y el sábado para dar salida al trigo,
para achicar la medida y aumentar el peso,
falsificando balanzas de fraude¹⁷.

Contra los defraudadores en la ciudad

¿He de soportar yo una medida falsa
y una arroba menguada, abominable?
¿Tendré por justa la balanza infractora
y la bolsa de pesas de fraude?¹⁸

Porque con el juicio con que juzguéis seréis juzgados, y con la medida con la que midáis se os medirá..¹⁹

Dad y se os dará: una medida buena, apretada, remecida, rebosante, pondrán en el halda de vuestros vestidos. Porque con la medida con que midáis se os medirá.²⁰

¹⁴ Levítico, 19, 35-36.

¹⁵ Deuteronomio, 25, 13-15.

¹⁶ Proverbios, 16, 11.

¹⁷ Amós, 8, 5.

¹⁸ Miqueas, 6, 11.

¹⁹ Mateo, 7, 2.

²⁰ Lucas, 6, 38.



Avanzando en el tiempo, pero dentro del ámbito cristiano, Kula recoge un escrito de San Gregorio Magno a uno de sus súbditos: “Ante todo quiero que cuides mucho de que para el pago de los diezmos no se utilicen medidas falsas. Y si las encontrases, las destruirás e introducirás nuevas y justas.”²¹

Es posible que la primera magnitud que el hombre midiera, fuese algo que, en cierto modo se mantiene al margen de especulaciones económicas y, por tanto, de la estafa, ésta es el tiempo. A pesar de que aún hoy se mantienen distintos calendarios, de los que el Gregoriano, el Musulmán y el Chino serían los más conocidos, las unidades de tiempo: el año solar, el mes lunar, el día, la hora, el minuto (minuto primo) y el segundo (minuto segundo), han permanecido casi invariables a lo largo de la historia, pues todos se calcularon a partir de ciclos naturales periódicos.

Por su parte, las medidas angulares también han experimentado pocos cambios desde que hace milenios se usan los grados, minutos y segundos sexagesimales introducidos por los babilonios. Como novedad la Revolución Francesa implantó la graduación centesimal.

Bastante tardía fue la medida de la temperatura. Galileo introdujo el primer termómetro rudimentario. En 1714 Fahrenheit construyó el primero de mercurio con capilar sellado. Reamur en 1726 fue el primero en elegir como puntos de referencia el punto de congelación y ebullición del agua a presión atmosférica. Sería Celsius quien en 1741 construiría el primer termómetro con cien divisiones entre el punto de hielo y el de vapor, pero con la escala invertida. Bastaría darle la vuelta para llegar al usado actualmente.

La mayor complejidad entre los sistemas metrológicos se encuentran en las unidades de longitud-superficie y las de capacidad que, por otra parte, son las que merecen la atención de este trabajo que, no lo olvidemos tiene su leimotiv en el mundo de la agricultura.

Será necesario volver a Kula para llegar a un conocimiento de significado actual de las medidas y el que tuvieron en las sociedades primitivas:

Las medidas actuales constituyen tan sólo un denominador común para todas las magnitudes a medir (longitud, superficie, peso, tiempo, valor de intercambio). La magnitud de la unidad no tiene importancia, lo que sí la tiene es su inalterabilidad. El hecho de que un kilogramo sea el peso de un decímetro cúbico de agua a la temperatura de 0° grados C, o de que el metro sea 1/40.000.000 parte del meridiano, carece por completo de sentido social. La inmensa mayoría de los usuarios de estas medidas lo desconoce, mientras que nadie, al utilizarlas, lo recuerda.

Las medidas de las sociedades primitivas, las europeas de la Alta Edad Media, y también las populares que conocemos por los descubrimientos etnográficos, poseen un sentido social definido.

²¹ San Gregorio Magno, *Listy* (Cartas), Varsovia, t. I, págs. 73-74.

El autor plantea una cuestión básica que aparece repetida al estudiar las medidas antiguas, su sentido social, que justificará, entre otras cuestiones, su grado de exactitud. Las exigencias de precisión que actualmente demandamos de las medidas, aparte de su imposibilidad absoluta de llevarlas a efecto, no tienen nada que ver con las requeridas en aquellas sociedades primitivas.

Prosigue introduciendo un nuevo concepto: “El carácter significativo de las medidas trae como consecuencia el uso de diferentes medidas para objetos diversos”.²². Apoya su afirmación con una cita de K. Moszynski, quien, hablando de las medidas eslavas afirma:

Cada medida servía para una cosa. El pie para distanciar las plantas de patatas, el paso para la longitud, el codo para los géneros, jamás para maderas que se medían en varas. El campesino pescador, al hablar de su red, dice que tiene 30 varas de largo por 20 codos de ancho²³.

De vital importancia para entender y justificar la diversidad de medidas que se estudiarán es este carácter significativo y el uso de diferentes medidas no sólo para diversos objetos, sino también para distintos entornos socio-económicos o geográficos.

Kula muestra un abundante catálogo de ejemplos que ilustran la diversidad que presentan las medidas: en sociedades que gozan de condiciones de amplitud territorial el sistema de medición de superficies está poco desarrollado; cita el caso de los ashanti (Ghana), en cuya economía destacaba el comercio del oro en polvo, que provocó un desarrollo importante del sistema de pesas; nómadas del Sahara que miden el camino en “tiros de bastón, en tiros con arco, alcance de la voz, de la vista o de la vista desde la grupa de un camello”. Como ejemplo pintoresco cita antiguas medidas etíopes que dan como medida de sal: “la cantidad necesaria para cocinar una gallina”. En general, las distancias largas se medían en unidades de tiempo: días de viaje a pie o a caballo.

En nuestro entorno y en medidas tradicionales anteriores al sistema métrico decimal, se tienen ejemplos de esa diversidad de medidas para medir cosas distintas. En cuanto a unidades superficiales, en la provincia de Sevilla la *aranzada* se utilizaba fundamentalmente para el olivar; en Galaroza, la *huebra* era una medida de tierras destinada a frutales y castaños; en Granada la *hoz de poda* se utilizaba en las viñas²⁴; la *tahúlla* y el *marjal* son medidas utilizadas especialmente para tierras de vega o regadío en el sureste andaluz. En medidas de capacidad, la *fanega* y *celemín* para granos, el aceite se medía en *arrobas*, en Cádiz la uva en *carretadas*, que también se ha utilizado en el municipio sevillano de Umbrete.

²² Kula, Witold. ob. cit., págs. 4-5.

²³ Moszynski, K., *Cultura ludowa Stowian* (Cultura folklórica de los eslavos). Cracovia, 1934, p. 118, citado por Kula, ob. cit., pág. 5.

²⁴ Sánchez Salazar Felipa, “Medidas de superficie tradicionales y sus equivalencias con el sistema métrico decimal”. *Agricultura y Sociedad*, Nº 49 (Octubre-diciembre de 1988), p. 472.

El Poder siempre valoró la importancia de la medida para el logro de sus fines. Kula extiende esta nota característica a todas las sociedades de organización desarrollada y escribe:

El atributo del poder es conferir el carácter de obligatoriedad a las medidas y guardar los patrones, que a veces poseen un carácter sagrado. El poder tiende a unificar las medidas vigentes en los territorios que están bajo su hegemonía, y, asimismo, castiga las contravenciones correspondientes.²⁵

La custodia de los patrones de medida, y a veces su propia fijación constituyen atributos del poder que, en ocasiones lo ejerce de modo caprichoso; de este modo se cita como Luis XIV, rey absoluto por antonomasia, estableció la longitud de su pie como patrón. Se dice que, en Inglaterra, Jorge III impuso como unidad de volumen-patrón la capacidad de su orinal (galón imperial), enviando como patrón secundario a las colonias americanas el orinal de su mujer (galón USA).

La inmutabilidad de los patrones se garantizaba mediante su custodia por el poder, los judíos guardaban sus patrones en el Templo y los romanos en el Capitolio, como narra Nebrija: “seguimos el ejemplo de los romanos, que expusieron oficialmente en el Capitolio la longitud legal del pie, mediante el cual habían de medirse las restantes unidades”²⁶. De este modo, siguiendo el ejemplo de los romanos, Nebrija mandó poner a la entrada de la Biblioteca Universitaria de Salamanca, un patrón material del pie, cuya longitud exacta, así como la del paso, determinó experimentalmente en el estadio de Mérida.

En cuanto a la tendencia unificadora de las medidas ejercida por el poder, en la Antigüedad dictaron leyes unificadoras Filipo de Macedonia y su hijo Alejandro Magno. Con posterioridad se citan tres grandes movimientos unificadores: el Carolingio, el Renacentista y el de la Ilustración. En nuestro país, los intentos unificadores más importantes fueron los impulsados por Alfonso X, Alfonso XI, Juan II, Felipe II y, finalmente Carlos IV, en 1801 cuando el sistema métrico decimal empezaba ya su andadura, todo ello se desarrollará más adelante.

²⁵ Kula, Witold, ob. cit., pág. 22

²⁶ Nebrija, Elio Antonio de (introducción, traducción y notas de Jenaro Costas Rodríguez), *Repetición Sexta sobre las Medidas*, Ediciones Universidad de Salamanca, 1981, pág. 5.

II. SISTEMAS DE MEDIDAS

1. ANTROPOMÉTRICO



s casi unánime el convencimiento del origen antropométrico de las primeras medidas. De este modo, sus iniciales actos de medición los llevaría a efecto el hombre comparando las cosas consigo mismo. El palmo de su mano, los dedos, el brazo, el paso, le sirvieron para cuantificar objetos.

En el frontispicio de la teoría antropométrica suele colocarse la conocida frase de Protágoras de Abdera (490-420 a.C):

EL HOMBRE ES LA MEDIDA DE TODAS LAS COSAS

Sin profundizar más, se suele justificar con esta declaración toda la teoría antropométrica. Merece la pena ampliar el contenido de la frase del primer sofista griego para comprender que su pensamiento se distancia del destino que se le ha dado:

El hombre es la medida de todas las cosas, de las que son, en tanto que son, y de las que no son, en tanto que no son²⁷.

En este pensamiento de Protágoras la palabra “medida” (metron) hay que entenderla como ‘criterio’ o ‘juicio’ y no como unidad de medición de la realidad física. A su vez esta medida o ‘criterio’ o ‘juicio’ se puede entender como propia de cada hombre individualmente contemplando o como propia del hombre considerado como humanidad en su conjunto. Hay que decir finalmente que el sentido de la frase se encaminó hacia problemas (cognocitivos), que es el horizonte en que se movió Protágoras.

Volviendo al objeto de este trabajo, que no pertenece al ámbito de la filosofía, la utilización del propio cuerpo proporciona al hombre primitivo una considerable variedad de medidas y una ventaja fundamental, la de llevarlas consigo mismo, también entrañaba un inconveniente, el palmo, el dedo, el brazo o el paso, diferían de un hombre a otro, pero la exigencia de precisión tampoco era comparable a la actual.

Este sistema de medición, además de antiquísimo es universal y, como se ha señalado, recibe el nombre de antropométrico. Abundantes ejemplos de medidas antropométricas se encontrarán en la metrología romana, la mayoría de las cuales se extendieron por los territorios dominados. Por citar algunas: digitus (dedo), palmus (palmo), pes (pie), ulna (brazo).

En este primer sistema de medición, no todo podía medirse en base al cuerpo humano. Es decir, todas las medidas no eran antropométricas. Para medir cosas muy pequeñas solía utilizarse la anchura o longitud del grano de cereal, dando origen a la unidad denominada “grano”, para distancias grandes se podía usar el alcance de la voz o el de una flecha

²⁷ Frase de Protágoras recogida por Platón y Sexto, que son las fuentes principales para recoger su pensamiento.

lanzada con arco. Para materiales valiosos se utilizaban otras medidas, así el quilate de las piedras preciosas, distinto del kilate usado para la aleación del oro.

2. SIGNIFICATIVO-FUNCIONAL

En un período evolutivo posterior, pero que coexistiría con el antes visto, aparecen las medidas basadas en la actividad humana, con ello se entra en el sistema significativo-funcional. Ese sistema de medición se manifiesta de dos formas:

- a) Por el tiempo de trabajo consumido en una determinada labor.
- b) Por la cantidad de grano consumido en la siembra.

Posiblemente estuviese más generalizada la primera de estas formas, al menos en Europa. Kula cita, para el caso de Francia:

Los naturales de Borgoña, Champaña y otras provincias [dicen] *journal*, [que] proviene de la palabra latina *iugerum*, y equivale a la superficie de tierra que dos bueyes o caballos pueden arar en un día. En Bretaña se conocía el *journal à charru* (campo arado), *journal a foucher* (pastizales) y *journal a becheur* (huertas y viñedos). En Alemania, la unidad de superficie cultivable en un día se llamaba *Morgenland*.²⁸

El precedente de las anteriores podría encontrarse en Roma de acuerdo con lo que plantean Ferrer Rodríguez y González Arcas:

La probable etimología que nos sugiere el Dr. López Delgado vendría a emparentar la palabra *actus* con la acción de “conducir detrás de”, que no es sino la acción que ejecuta el labrador que guía el arado detrás de la yunta, lo que podría tomarse como síntoma de que, originariamente, esta medida de tierra derivó de una cierta superficie labrada con yunta, que la haría participe de un sistema funcional basado en unidades de trabajo. De hecho, en el período republicano, parece que se usó como patrón fundamental para medir superficies agrarias (...) el *juguerum*, o *yugada*, definida teóricamente como la cantidad de tierra que puede arar en un día una yunta de bueyes.²⁹

Nebrija dice: “Según Varrón, Colmuela y Plinio, se llama *actus*, porque era el trecho que de un solo tirón se le podía hacer andar (*agere*) a los bueyes con el arado.”³⁰

Para el caso español, Sánchez Salazar cita el *obrero*, medida utilizada en Espinosa de Villagonzalo (Palencia) en las viñas, significando la porción de terreno que un peón podía cavar en un día. En Arenas de Talavera (Toledo), en los prados, se empleaba la *peonada*, que era la extensión que podía segar un hombre en un día.³¹

²⁸ Kula, Witold, ob. cit. págs. 36-37.

²⁹ Ferrer Rodríguez, A. y González Arcas, A. ob. cit. pág. 149.

³⁰ Nebrija, Elio A. ob. cit. pág. 6.

³¹ Sánchez Salazar F., ob. cit. pág. 467.

Dentro de esta especialidad de medidas, en Andalucía, particularmente en las provincias de Almería, Granada y Málaga, era usual la utilización de la obrada en el cultivo de la vid y relacionándola con el número de cepas que se plantaban en una jornada, debiendo tenerse en cuenta la densidad de la plantación. En Galaroza (Huelva) y también para la vid, se utilizaba la peonada.

Algunos autores mantienen que *aranzada*, una de las más extendidas unidades tradicionales de medidas superficiales andaluzas, tiene su origen en la extensión que puede arar una yunta en un día.

Entre las medidas agrarias tradicionales españolas se encontrarán un gran número de unidades que, por su denominación, están denunciando su origen funcional, basado en el tiempo consumido en su labranza. Así, además de las mencionadas, se pueden citar: *cavadura*, *día de aradura*, *día de bueyes*, *huebra (obrada)*, *jornal*, *jugada (yugada)*, *obrero de viña*, y *yugada*.

Estas unidades basadas en la cantidad de trabajo no se limitan al medio rural, así en algunas regiones francesas el carbón se medía por la *charge* (carga), equivalente a la doceava parte de la producción diaria de un minero.

La variabilidad de estas unidades, basadas en el trabajo, estaría condicionada por la pericia del ejecutor, la topografía del terreno, la calidad del suelo, el perfeccionamiento de los instrumentos de labranza y hasta la época del año en que se ejecutan (por las horas de luz).

La medición de tierras en base a la cantidad de grano consumido, aparece posteriormente pero coexistiendo con el procedimiento anterior. Se localiza igualmente en toda Europa y se documentan casos en la India. La medición por siembra, como se ha señalado, aparece más tardíamente y durante la Alta Edad Media fue dominante la medición por trabajo. En la Edad Moderna coexisten ambos sistemas.

En el ámbito geográfico de nuestro país y en el dominio de la fanega, la más popular de las medidas agrarias españolas, correspondería a la llamada de puño o sembradura y equivaldría a la tierra en que se siembra con una fanega (de capacidad) de trigo. A medida que disminuye la calidad del suelo, la cantidad de terreno que representa esta fanega sería mayor, puesto que con esa fanega de capacidad se puede abastecer de simiente a más tierra, por lo que este sistema de medición en su ejecución suponía de alguna manera una valoración de los terrenos

En este sentido, resulta muy esclarecedor lo que escribe Kula:

Ya según un manual del siglo XVI, una superficie geométrica debe ser sembrada con mayor o menor cantidad de granos, de acuerdo con su calidad y con la conformación del terreno.

Un manual francés del siglo XVIII sobre la confección de inventarios de bienes explica la cuestión de manera clara, aunque un tanto esquemática. Dice que cuando

la tierra es de calidad mediana, la medida agraria es 1/5 mayor que la de la tierra buena; cuando, por el contrario, es mala la tierra, su medida es 1/6 mayor que la de la tierra mediana. Según el autor, esto se debe al hecho de que la densidad de siembra en tierras buenas es mayor y en las tierras malas menor que la de las tierras medianas.³²

3. CONVENCIONAL

El último y más elaborado de los sistemas de medidas lo representa el convencional. La afirmación de que éste sea el último no implica, de modo alguno, que se trate de un sistema de medición reciente. Gran parte de las unidades de medida utilizadas por los romanos, aunque en origen hubiesen sido medidas antropométricas y, en algún caso funcionales, con el tiempo habrían de adquirir un sentido plenamente convencional. Así al *juguerum*, yugada, que anteriormente se ha visto definida como “la cantidad de tierra que puede arar en un día una yunta de bueyes”, se le asignan unas dimensiones fijas de 240 x 120 pies. Los múltiplos utilizados por los romanos para esta medida superficial serían:

- El *heredium*, heredad, equivalente a 2 yugadas.
- La *centuria*, de 100 *heredia*, o 200 yugadas.
- El *saltus*, de 4 centurias.

Existen controversias entre distintos autores en cuanto a la evolución en suelo español de este sistema convencional romano en medidas superficiales, como consecuencia primero de la dominación visigoda y la posterior conquista musulmana. Se discute el papel que desempeñaron los visigodos en este proceso y que constituye el período menos estudiado ¿Consolidaron el sistema romano o aportaron algún tipo de medidas funcionales? De ser esto último, se habría producido un paso atrás, al pasar de un sistema convencional consolidado a un sistema, al menos en parte, funcional.

En cuanto al papel que pudieron representar los musulmanes en el desarrollo metrológico hispano, resulta aceptable la tesis mantenida por Amparo Ferrer y Arturo González, que desestiman la posición de Hamilton y Fernández Justo sosteniendo que la conquista musulmana “liquidó la unificación conseguida por los romanos y consolidada por los visigodos y acentuó aún más la confusión existente”. Frente a ésta, los citados autores mantienen la tesis contraria, en apoyo de una posición desarrollada de los musulmanes, en cuanto implantaron un sistema convencional de medidas agrarias, en base a patrones lineales convencionales:

Mantendremos aquí la hipótesis de que los musulmanes, rescatando en parte y redefiniendo las bases del antiguo sistema romano, introdujeron en España la semilla de un orden metrológico moderno.³³

³² Kula Witold, ob. cit., pág. 39.

³³ Ferrer Rodríguez A. y González Arcas A., ob. cit. págs. 152-153.

III. UNIDADES, PATRONES Y DIVISIBILIDAD DE LAS MEDIDAS

Hay que diferenciar dos conceptos que en ocasiones se confunden: unidad y patrón de medida. Hasta el momento no se ha encontrado una definición plenamente satisfactoria de ambas nociones, que en algunos textos aparecen identificados: “Los patrones básicos se llaman unidades de medida”.

Será necesario ver el tratamiento que les da el diccionario, para M^a Moliner, unidad es “la cantidad de cualquier magnitud que se emplea repetida para medir ésta”, mientras que patrón es “la cosa que se toma como modelo o punto de referencia para medir o valorar otras de la misma especie”³⁴. Simplificando, la unidad sería una cantidad y el patrón una cosa física, el resto de la definición es prácticamente igual. En sentido más riguroso se diría que la unidad es una idealización abstracta y el patrón o modelo es la materialización de la unidad. En este apartado se hará referencia a los patrones anteriores al sistema métrico decimal, a los de éste se dedicará un espacio particular al efectuar su estudio.

El patrón sería entonces el prototipo utilizado para llevar a efecto las mediciones. Desde la Antigüedad la característica fundamental de los patrones de medida sería su inmutabilidad, algo difícil de lograr, en un mundo donde todo es mutable y, especialmente, en épocas y lugares en que los patrones se construían con materiales deformables por la acción del tiempo e incluso perecederos. Los materiales utilizados para la construcción de los patrones eran de los más diversos: esculpidos en piedra o fundidos en metales pesados.

Una garantía de la inmutabilidad del patrón la proporcionaba su custodia, ejercida en principio por la autoridad eclesiástica y más adelante por la política. Se ha señalado anteriormente que los judíos conservaban sus patrones en el Templo y los romanos en el Capitolio. Tan importante como lo anterior, y por supuesto que más satisfactorio para el pueblo, era el control visual de los patrones, mediante su colocación en un lugar público. La colocación de estos patrones solía hacerse en la fachada del ayuntamiento o en el mercado de la localidad.

En el Tratado de Ibn Abdón o *Sevilla a comienzos del siglo XII*, con relación a patrones puede leerse:

La medida para cereales debe tener los bordes con más de un palmo de alto, porque si son más bajos pueden prestarse a robos y trapacerías (...)

Los patrones de estas medidas obrarán en poder del almotacén y del alamín o fiel contraste del gremio de los pesadores, que es el más indicado para conservarlos y verificarlos³⁵.

³⁴ Moliner, María, ob. cit., págs. 1335 y 605.

³⁵ Vallué Romero, Joaquín, “Notas de Metrología Hispano-Árabe II. Medidas de Capacidad”, *Al Analus*, Vol. XLII, 1997, pág. 61.

Sobre patrones del Reino de Castilla, parece de interés transcribir, parcialmente, el Informe de la Imperial Ciudad de Toledo al Real y Supremo Consejo de Castilla sobre igualación de pesos y medidas en todos los reynos y señoríos de su Majestad según las leyes:

El Estadal es Medida de once Pies, o Tercias de Vara, ó de tres Varas y dos Pies pero en nuestro Archivo se guarda con los demás Patrones de toda especie de Pesos y Medidas el Patron del Estadal antiguo de Toledo, que es un barron grueso de hierro, que se dobla, ó estiende en el medio por un gozne, y en una extremidad tiene gravadas de realce estas letras de forma Alemana: ESTADAL: y al otro lado una T, y sobre ella una O, que es cifra de Toledo.³⁶

Esta terminación, en cierto modo artística del patrón le proporcionaba otra garantía añadida, la dificultad de su falsificación.

Otros patrones de nuestras medidas tradicionales eran el de capacidad, representado por el patrón de Ávila y para pesos el marco de latón del Consejo de Castilla.

La Real Orden de Carlos IV sobre Igualación de Pesos y Medidas establece:

La media fanega tendrá pues la forma que actualmente se le da, y consiste en un fondo de igual ancho, pero menos largo que la boca, sobre el cual se levantan tres lados planos y rectos, siendo el cuarto lado inclinado para la comodidad de llenarla y vaciarla. La boca tendrá de largo 371/2 dedos, y de ancho 161/2 dedos, incluyéndose en esto el grueso de los bordes. La luz de dicha boca, sin el grueso de los bordes, será de 35 dedos de largo, y 15 dedos de ancho. El fondo tendrá de ancho 15 dedos y de largo 251/2 dedos; la altura interior de la medida de 12 dedos.³⁷

Resultaría difícil hacer una descripción más detallada.

Gabriel Ciscar, que posiblemente sea el científico español que representó un papel más significativo en la introducción del sistema métrico decimal en España, en su Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales (1800), aludiendo al mal estado en que se encontraban los patrones escribe:

La famosa vara de Burgos está torcida y mal escuadrada por sus extremos, que entre las longitudes de una y otra cara, y la distancia entre las dos piezas apoyadas contra sus extremidades, se encuentran diferencias de más de un cuarto de línea³⁸

Sobre la divisibilidad de las medidas, se debe reflexionar que, en nuestro actual esquema mental, el sistema decimal se presenta como algo único, natural e insustituible. Pocas

³⁶ Ferrer Rodríguez A. y González Arcas A. ob. cit. pág. 5.

³⁷ Ferrer Rodríguez A. y González Arcas A., ob. cit. pág.144.

³⁸ Gutiérrez Cuadrado J. y Peset J.L., *Metro y Kilo*, Ediciones Arkal, 1997.

veces se piensa que con él coexisten otros sistemas, como el binario que utilizan los ordenadores y el sexagesimal empleado para las medidas angulares o del tiempo.

Uno de los grandes logros de la Revolución Francesa fue, como se tendrá ocasión de ver en detalle, la elección de un patrón universal de medida. En el largo proceso que significó la consecución de este objetivo, supuso un paso importante la adopción de la escala decimal. Ésta fue acordada por la Asamblea Nacional por decreto del 8 de mayo de 1790, a propuesta de Boureaux de Pussy.

El que fuera secretario permanente de la Academia de Ciencias en el Antiguo Régimen Condorcet había ideado un esquema para clasificar todos los conocimientos en un sistema decimal, un precedente del Sistema Decimal de Dewey. Concibió también algo más grandioso, un lenguaje universal de signos que habría de sustituir todas las formas de pensamiento lógico, de modo muy parecido a como el álgebra expresa las matemáticas. Condorcet consideraba el sistema métrico un primer paso en la consecución de este nuevo lenguaje universal para los objetos del mundo material.³⁹ Estas ideas las compartían otras personalidades francesas de gran prestigio, como Mirabeau, Talleyrand y Arbogast.

Las utilidades y valores de un lenguaje puramente formal, a modo de cálculo, ya habían sido manifestadas por Leibniz, quien había demostrado que las excelencias del sistema decimal no serían tantas, puesto que la perfección no estaría en él sino en la invención del cero. El sistema decimal plantea problemas en cuanto a su divisibilidad, sólo lo es por dos y por cinco, y de éstas la que resulta prácticamente útil es la mencionada en primer lugar.

Se pueden construir sistemas igualmente perfectos en base doce o en base ocho. La aplicación del sistema decimal no resultó fácil para el esquema mental del pueblo, y ello a pesar del apoyo que puede encontrar en el hecho de que el hombre inculto utiliza los dedos para contar. La agrupación decimal es de suma rareza entre los pueblos primitivos.

La unidad de capacidad básica entre los romanos era el quadrantal o ánfora (equivalía, aproximadamente, a un pie cúbico) que tenía por divisores: el sextarius, equivalente a 1/48 ánforas; el semodius, compuesto por 8 sextarii; el modius, equivalía a 16 sextarii.

Tras informar de que Carlomagno, impulsor de uno de los más conocidos movimientos unificadores de medidas, sancionó como obligatorio el sistema vigesimal, Kula adoctrina sobre una serie de cuestiones de interés en relación con las cualidades de sistemas de divisibilidad distintos del decimal:

El sistema vigesimal es dos veces divisible por dos. El sistema duodecimal es divisible por dos dos veces y, además, una vez por tres. El sistema decimosenario no es divisible por tres, pero sí cuatro veces por dos. Tanto el vigesimal, como el decimosenario y el duodecimal, permiten expresar un cuarto sin auxilio de fracciones. Es comprensible, por tanto, por qué es tan raro encontrar las agrupaciones decimales, y

³⁹ Alder, Ken, *La Medida de todas las cosas*, Taurus Historia, Madrid 2003, p.150.

tan frecuentes las duodecimales, decimosenarias o vigesimales, y hasta las cuadragésimas y las sexagesimales. Verdad es que son agrupaciones grandes, difíciles de ser aprehendidas por la imaginación, pero su divisibilidad, en cambio, particularmente la del sistema sexagesimal, ¡es fantástica!

La agrupación decimal es sólo perfecta para aquél que conoce los fundamentos de la multiplicación y división por diez por el sistema de desplazamiento de la coma. Aún a principios del siglo XIX, sólo una ínfima parte de la población europea poseía estos conocimientos.⁴⁰

⁴⁰ Kula W., ob. cit. págs. 110-111

IV. METROLOGÍA ROMANA

Aún quedando fuera del núcleo central del presente estudio, resulta significativa una evocación a la metrología romana, en tanto en cuanto representa un precedente fundamental de la tradicional española. La fuente más remota utilizada pertenece a un autor que podría resultar sorprendente encontrar en estos ámbitos del conocimiento, se trata del conocido gramático Elio Antonio de Nebrija y su obra *Repetitio sexta de Mensuris* (Repetición Sexta sobre las Medidas).⁴¹

Según informa el traductor de la obra en la introducción a la misma, “La repetición o relección era una especie de discurso que, por constitución de Martín V, estaban obligados a pronunciar los catedráticos de Salamanca. Debía versar sobre un tema de la materia explicada en el curso anterior y se celebraba entre alumnos y maestros”. Generalmente las repeticiones consistían en actos de trámite y carentes de interés, Nebrija, por el contrario lo hizo de forma responsable. De las nueve que dictó, las cinco primeras se ocuparon de temas gramaticales, como no podía ser de otra manera, pero, alejándose de esta materia, dedicó una trilogía a intentar poner orden en una temática que resultaba un tanto caótica en su época. Se trata de las repeticiones sexta, séptima y octava: *De mensuris*, *De ponderibus* y *De numeris*.



⁴¹ Nebrija, Elio Antonio de, ob. cit.



De mensuris fue leída el 11 de junio de 1510 en Salamanca. En la introducción, Elio Antonio razona sobre una cuestión que se ha considerado anteriormente y es la necesidad de que se establezca un patrón fijo que sirva de referencia a las demás medidas y se declina a favor de que éste sea el pie. Pero su actuación va más lejos de la especulación teórica y se empeña en trabajos experimentales de campo, que lleva a efecto en el estadio de Mérida, “Hay en Mérida, en algún tiempo ciudad muy renombrada de Lusitania, un estadio circular donde se celebraban los juegos circenses, el cual a menudo medí con mis propios pies, gressus y pasos. De ahí deduje la medida exacta y segura del pie y del paso, también en las piedras miliare de la Ruta de la Plata”. Esta longitud del pie la mandaría colocar en la entrada de la Biblioteca Universitaria de Salamanca como patrón material del mismo. Con estos discursos y actuaciones, de alguna manera mantenía Nebrija una opinión de denuncia contra la caótica situación existente en su época por la profusión de medidas y abogaba a favor de la unificación de éstas y el establecimiento de una relación conocida entre las unidades de peso, longitud y volumen.

En *De mensuris*, el autor presenta un glosario de 77 palabras ordenadas alfabéticamente, sin agrupación por medidas de longitud, superficie o capacidad. Para conocerlas en su fuente original se puede consultar la obra citada. En el presente trabajo, se ha preferido separar las de longitud, superficie y capacidad y ordenarlas por múltiplos y submúltiplos, de la medida que se puede entender que el autor considera como patrón. Sería éste, el pes (pie) para las de longitud y el amphora o quadrantal para las de capacidad, no se ha identificado un patrón válido para las de superficie.

Para describir las dimensiones del ánfora, Nebrija transcribe unos versos de Prisciano:

Márquese un pie de alto, ancho y profundo, de forma que sea recto el ángulo que cierra la línea triple y rodéese con cuatro escuadras el espacio vacío intermedio: entonces se convierte en cubo el ánfora, la cual, para que nadie pudiese alterar, consagraron a Júpiter en el monte Tarpeyo los Quirites.

Finaliza diciendo: “Así pues, una vez que tenemos la longitud exacta del pie, podemos fácilmente normalizar las restantes medidas de longitud, anchura y profundidad, cuyas modalidades expondremos de una en una por orden alfabético”⁴². De acuerdo con lo indicado anteriormente, se ha alterado esta ordenación de las unidades, si bien en la descripción de éstas se ha conservado una selección de los textos del autor:

LONGITUD

Pes (pie)

16 dedos

Con el que se mide todo lo mensurable. No se puede indicar su tamaño con otra medida, puesto que él es el primero, con el que deben medirse todas las demás de la misma clase.

⁴² Nebrija, Elio Antonio, ob.cit. pág. 5.

| | | |
|-------------------------------------|-----------|---|
| Sicilicus | 1/48 pie | Se dice también sicilius por apócope. |
| Digitus (dedo) | 1/16 “ | Hay uno que se llama cuadrado y otro redondo. En el cuadrado se atiende a uno de los cuatro lados y en el redondo al diámetro, con el cual se miden los calibres de los surtidores de agura. |
| Vncia (onza) | 1/12 “ | Es la duodécima parte del as o de cualquier totalidad. El mismo pie, medida de todas las medidas , está dividido en doce onzas. |
| Palmus (palmo): menor= Palaestes | 4 dedos | Si el palaestes es la sexta parte del codo y a su vez el codo contiene pie y medio, es evidente que la sexta parte del codo es el palaestes, o sea, cuatro dedos. |
| mayor=Spithama | 12 “ | Es un dodrans del pie. Éste es nueve onzas del pie (16 dedos), por tanto 12 dedos. Plinio en el libro VII, piensa que los pigmeos se llaman espitameos porque tienen una altura de tres spithama, o sea, de tres palmos. |
| Cubitum = Pechys (codo) | 1,5 pies | Es una medida de 24 dedos. Existe también el codo real, que es tres dedos mayor, esto es, de veintisiete dedos. |
| Gressus (medio paso) | 2,5 “ | Tiene cinco pies. De modo que entre la pisada del pie que va delante y la del que le sigue, hay un codo de intervalo. |
| Passus (paso) | 5 “ | Se dice de los pasos y de los pies extendidos. |
| Orgyia | 6 “ | Abarca un espacio de 6 pies. Herodoto en el libro II, donde trata del laberinto dice que cien orgía completan un estado. Suidas interpretan como ogyía lo que se abarca entre los brazos y las manos extendidas, es decir una ulna. |
| Vlna (brazo) | | Es el espacio que miden los dos brazos extendidos. Se llama así de olenis, esto es, brazos. |
| Decempeda | 10 pies | Pértiga de 10 pies que usaban los agrimensores para medir los campos. De ella deriva decempedator, el que mide las tierras con la decempeda. |
| Stadium | 128 pasos | También se lee stadius y es la octava parte de la milla. |



Diaulus 2 estadios
 Milliarum (milla) 8 estadios

Contiene mil pasos. Pero los griegos utilizan más el número de estadios, mientras que los latinos el de las millas.

Dolichos 12 “

De donde se llamaban dolichodromos los que daban seis vueltas al estadio o corrían 12 estadios.

Parasanga 30 “

Según cuenta Herodoto en el libro II. Sin embargo Estrabón en el libro IX dice que unos consideran que la parasanga persa tiene sesenta estadios y otros trescientos cuarenta.

Funis (cuerda) 60 “

Los griegos la llaman schoenos. En hebreo esta medida se llama chebel.

Stathmos (jornada) 28 millas
 Status

Es el camino de un solo día. O statura, como dice Victorino, es la altura propia de cada uno. Pero cuando se dice simplemente status debemos referirlo a la estatura media, igual que a propósito del pie.

SUPERFICIE

Scrupulum 100 pies cuadrados

Su uso se encuentra no sólo en los pesos sino también en las medidas. Varrón, en *La Agricultura* dice “la parte más pequeña de la yugada se llama scrupulum, esto es, diez pies de longitud y otros tantos de anchura.

Sicilicus 600 “ “

Se llama así al que contiene 6 scrupulum.

Porca 3.600 “ “

Como dice Colmuela en el libro VI de *La Agricultura* abarca una superficie de 120 pies de longitud y 30 de anchura.

Actus 14.400 “ “

El actus cuadrado tiene de perímetro ciento veinte pies en cada uno de los cuatro lados. De modo que los ángulos que se forman de la unión de las líneas son rectos. El actus cuadrado contiene en su interior catorce mil cuatrocientos pies cuadrados. Según Varrón, Columela y Plinio, se llama actus porque era el trecho que de un solo tirón se le podía hacer andar (agüere) a los bueyes con el arado.

Iugerum (yugada) 28.800 “ “

Es un espacio de tierra que tiene doscientos cuarenta pies de longitud y ciento veinte de anchura, esto es dos actus cuadrados. Pero no sólo se llama yugada la que tiene esa forma, sino que toda superficie que abarca veintiocho mil ochocientos pies cuadrados puede llamarse yugada.

Centuria 100 yugadas

Para los antiguos ocupaba cien yugadas y de ahí su nombre. Pero después fue duplicada, aunque mantuvo el nombre originario, como atestiguan Varrón en *La Lengua latina* y Columela en *La Agricultura*, libro VI.

CAPACIDAD

Amphora = quadrantal 1 pie cúbico

A su capacidad se refieren todas las vasijas, tanto las mayores como las menores que ella, y ya se ha discutido mucho como está constituida. Pues si el pie que tiene de longitud se traslada a la anchura y también a la profundidad, pero de tal forma que la unión de los tres lados forme ángulos rectos, se obtendrá con precisión la capacidad del ánfora. Dice Festo que los antiguos llamaban quadrantal al ánfora.

Medimnum $\frac{1}{2}$ ánfora

Cornelio Nepote en la vida de Atico dice que en latín se dice modio y en ático medimno. Hay además un medimno mayor, que contiene siete modios, del cual habla Cicerón en la quinta acción contra Verres.

Modius $\frac{1}{3}$ ánfora

Al decir de Prisciliano “el ánfora contiene tres veces al modio y el sextario a éste dieciséis veces”.

Semodius $\frac{1}{6}$ “

Es medio modio. Varrón en *La Lengua Latina* dice: “se quiere decir mitad, como en semodius, selibra, se-muncia”.

Sextarius $\frac{1}{48}$ “

Festo dice en la palabra quadrantal: “el ánfora de un pie cuadrado contiene cuarenta y ocho sextarios”.

Choenix $\frac{1}{12}$ “

Es una medida que hace cuatro sextarios. Dice Prisciano: “un sextario



| | | | |
|-----------------|------------|---|--|
| Chus = congius | 1/8 ánfora | | hace cuatro heminas. Tomando cuatro sextarios se obtiene con nombre griego el choenix. Es una medida que contiene seis sextarios y que se llama también congius. |
| Cotyla = hemina | 1/96 | “ | La mitad de un sextario. Dice Prisciano: “mas un sextario contiene dos heminas que, si se quiere, podrán llamarse cotilas. |
| Acetabulum | 1/384 | “ | Como escribe Plinio en el libro veinticinco, contiene la cuarta parte de la hemina. El nombre de acetabulum viene de acetum (vinagre). El acetábulo era, pues, una vasija de un tamaño fijo, en la que se solía echar vinagre. Esta medida es prescrita con frecuencia por Plinio, Celso y restantes médicos. Los médicos actuales piensan que su capacidad es la de la cáscara de un huevo. |
| Cyathus | 1/576 | “ | Es la sexta parte de la cótila o hemina, esto es la duodécima parte del sextario. |
| Myxtrum | 1/2304 | “ | Es la cuarta parte del ciato. |
| Culleus | 20 | “ | Odre de buey que se llena con veinte ánforas. Del cual dice Prisciano: “hay también el culleus, al que completa dos veces diez nuestra ánfora, y mayor que el cual no existe medida laguna de líquidos”. |

Se describen también en esta obra una serie de unidades, algunas ya mencionadas, que son submúltiplos o múltiplos de otras y son comunes a varios órdenes. Entre éstas:

| | |
|-----------|---|
| As | Se emplea tanto para una cantidad discreta, que se llama conjunto, como para una cantidad continua, que se llama magnitud. Pues también Columela en la división de la yugada en doce partes llama as a la misma yugada. Tiene las mismas divisiones que la cantidad discreta: uncia (onza), dextans (cinco sextos), deuns (once dozavos), dodrans (tres cuartos), septuns (siete dozavos), semis (media yugada), quincus (cinco dozavos), quadrans (cuarto), triens (tercio). |
| Vncia | Es la duodécima parte del as o de cualquier totalidad, por lo que también la capacidad de las vasijas se distinguía por onzas y el mismo pie, medida de todas las medidas, está dividido en doce onzas. |
| Sescuncia | Contiene onza y media. |
| Bes | Contiene ocho onzas, tanto en los números como en las magnitudes y en las medidas. |

| | |
|---------|---|
| Decuns | O decunis, es lo mismo que el dextans, pero se dice decuns porque contiene diez onzas de alguna magnitud completa. |
| Deuns | Contiene once onzas. Así llamado, porque es como si se quitara una onza al as, no sólo en los números sino también en las magnitudes. |
| Sextula | Dice Varrón que se llama así por ser la sexta parte de la onza. |
| Septims | Es la parte duodécima y media de cualquier totalidad. |

Del texto de Nebrija, se han seleccionado las medidas romanas que son fáciles de interpretar y relacionar con otras que, se entiende, pueden resultar de utilidad su conocimiento.

Anteriormente se ha podido ver una relación bastante amplia de medidas romanas contenidas en la obra de Nebrija, aunque, para los fines de esta obra, falta una equivalencia de éstas con el sistema métrico decimal, que sí aparecen en Ferrer Rodríguez y González Arcas, aunque su relación es mucho más escasa y poco añaden al autor antes estudiado:

En las medidas de longitud la unidad era el pie (0,2957m), el palmo (1/4 de pie) y el dígito (1/16 de pie); los múltiplos partían del paso (2 ½ pies) y el doble paso (5 pies); mil de éstos formaron la milla.⁴³

La longitud del pie, dicen los autores citados, se confirma por la existencia abundante de ladrillos llamados pedalia, que miden algo más de 29 cm y de otros llamados bipedalia, que miden aproximadamente 60 cm. Continúan exponiendo:

Así, la Guide Romain Antique, ofreciéndonos un completo y detallado cuadro del sistema romano de medidas vigente durante el período de la República, nos informa que la unidad de longitud era el pie, compuesto de cuatro palmos, y equivalente a 0,2944 metros.

Como submúltiplo del pie se nos describen el palmus o palmo, compuesto de cuatro dedos y equivalente a 0,0736 m y el digitus, o dedo, equivalente a 0,0184 m. En cuanto a los múltiplos, esta obra recoge los siguientes:

- El Palmipes, compuesto por 1 palmo + 1 pie o, lo que es igual, por 20 dedos, equivalentes a 0,3680 m;
- El Cubitus, o codo, compuesto por 2 palmos + 1 pie, es decir por 24 dedos, lo que equivalía a 0,4416 m;
- El Gradus, que sería la denominación latina de lo que Beltrán traduce, correctamente, por paso, es decir 2 palmos + 2 pies, lo que es igual a dos pies y medio, o 40 dedos, equivalente a 0,736 m;
- El Passum, compuesto por 5 pies o dos grados, que Beltrán denomina doble paso (80 dedos), equivalente a 1,472 m;
- La Milia Passum, compuesta por 1.000 pasos de 5 pies, que equivale a 1.472 m.⁴⁴

⁴³ Beltrán Martínez A., *Arqueología Clásica*. Pegaso, Madrid, págs. 690-691. Citados por Ferrer Rodríguez A. y González Arcas A., ob. cit. pág.136.

⁴⁴ Ferrer Rodríguez A. y González Arcas A. ob.cit. pág. 137. Los autores citan a Hacquard, G., Dautry, J. y Maisani, O. (1952): *Guide Romain Antique*. París, Hachette, págs. 102-103.

Lo novedoso de estas obras es que incorporan la equivalencia del pie al sistema métrico decimal, del que se deducen las demás, en palabras de Nebrija, antes citadas: “una vez que tenemos la longitud exacta del pie, podemos fácilmente normalizar las restantes medidas de longitud, anchura y profundidad”. El reconocimiento del pie como unidad básica del sistema romano, cuatrocientos cincuenta años antes que por Hacquard, Dautry y Masiani, así como por Beltrán, ya había sido manifestado por el gramático lebrijano.

Sobre unidades romanas de longitud y superficie y su equivalencia métrica se encuentra una interesante información a través de Gérard Chouquer y François Favory⁴⁵:

El pie romano

División del pie en dieciseisavos (dedos): 1 pie = 296 mm ; 1 dedo = 18,5 mm.

Algunas unidades de medidas lineales en metros

| | | | | | | | |
|-----------|--------|-------|---------|---------|----------|-------|-----------|
| Pie | 0,2957 | Codo | 0,4435 | Grado | 0,7392 | Paso | 1,4785 |
| Decempeda | 2,9570 | Actus | 35,4800 | Estadio | 184,8100 | Milla | 1478,5000 |

Las medidas agrarias e itinerarias romanas

| | | | | |
|------------------------|----------|----------------------|-----------------|--------------------|
| El palmo | contiene | 4 dedos = 3 onzas | La media-sela | = 1/10 de la onza |
| El medio-pie | “ | 2 palmos | La sela | = 1/ 6 “ |
| El pie | “ | 4 palmos | El lycus | = 1/ 4 “ |
| El codo | “ | 1 pie y medio | La doble sela | = 1/ 3 “ |
| El grado | “ | 2 pies y medio | La semiuncia | = 1/ 2 “ |
| La braza | “ | 4 pies | La onza (uncia) | |
| El paso | “ | 5 pies | La sescuncia | = Una onza y media |
| La decempeda | “ | 10 pies de 16 dedos | El sextans | = Dos onzas |
| La pértiga | “ | 12 pies de 18 dedos | El quadrans | = Tres “ |
| El actus | “ | 120 pies | El trinas | = Cuatro “ |
| El estadio | “ | 625 pies | El quinqux | = Cinco “ |
| La milla | “ | 5000 pies | El semis | = Seis “ |
| | | | El septunx | = Siete “ |
| La porca ⁴⁶ | “ | 7.200 pies cuadrados | El bes | = Ocho “ |
| El actus (agnua) | “ | 14.400 “ “ | El dodrans | = Nueve “ |
| La yugada | “ | 28.800 “ “ | El dextans | = Diez “ |
| El versus | “ | 8.640 “ “ | El deunx | = Once “ |
| | | | El as | = Doce “ |

⁴⁵ Chouquer, Gérard y Favory, François, *Arqueologie Aujourd'hui, Les Arpenteurs romanins* Editions Errante, París, 1992, p. 80.

⁴⁶ Para Elio Antonio de Nebrija, ob.cit., pág. 18, la porca tendría la mitad de esta superficie, es decir 3.600 pies cuadrados.

V. METROLOGÍA HISPANO-MUSULMANA

De igual modo que en el caso de Roma, el interés sobre estas medidas se centra de modo fundamental en rastrear en la metrología hispano-musulmana los antecedentes de nuestras medidas tradicionales, labor de gran complejidad que supera el objetivo de este trabajo y, además, como señala Vallvé citando a Manuel Basas Fernández: “La Historia de los Pesos y Medidas españoles es algo que todavía está por hacer”⁴⁷

Examinando la terminología de las medidas tradicionales hispánicas, especialmente las que corresponden al antiguo reino de Castilla, en su aceptación más amplia, que incluye en éste León, Andalucía y Extremadura, se encontrarán un gran número de casos de procedencia musulmana:

| | | |
|---------|-----------|---------|
| Almud | del árabe | al-mudd |
| Arroba | “ “ | ar-rub’ |
| Azumbre | “ “ | al-tumn |
| Cahiz | “ “ | qafiz |
| Cántara | “ “ | qadab |
| Celemín | “ “ | tumni |
| Fanega | “ “ | faniqa |
| Marjal | “ “ | marya’ |
| Quintal | “ “ | qintār |
| Tahúlla | “ “ | tahwila |

La metrología hispano-musulmana resulta complicada y, en muchos casos, asignando a las unidades el mismo nombre, presentan sensibles variaciones, por lo que se procurará simplificar al máximo la exposición de esta materia.

1. EL CODO HISPANO-MUSULMÁN

El codo es una medida característica de la metrología musulmana y presenta una gran diversidad, haciéndose necesario un conocimiento elemental de los diversos codos hispano-musulmanes y un mayor detenimiento en aquéllos que han tenido una relación más directa en la formación de la metrología hispana tradicional. En ésta y con relación a las medidas de longitud y superficiales, debe tenerse en consideración que la unidad básica de medida en Castilla desde la época de Alfonso XI (1348, Ordenamiento de Alcalá), ha sido la vara de Burgos, llamada desde entonces vara de Castilla y que esta vara deriva del llamado codo de ribera.

⁴⁷ Vallvé Bermejo, Joaquín, “El Codo en la España Musulmana”, *Al-Andalus*, Vol. XLI, pág.339, cita a Basas Fernández Manuel, Introducción en España del Sistema Métrico Decimal, Estratto da Studi in onore di Amnitiore Fanfani, volume cuarto. Milano, 1962, p. 41.

El codo musulmán ha sido estudiado por Vallvé en la obra antes citada, de la que se han seleccionado los elementos fundamentales. Habrá que partir de un hecho básico en esta cuestión y es la confusión existente en la metrología hispano-musulmana entre dedo y pulgada, que Vallvé atribuye a que “la lengua árabe no conoce en teoría el concepto de la pulgada o uncia romana y la identifica en la práctica con el dedo. Resulta entonces que tanto en la España musulmana como en los reinos hispánicos se produce una proliferación de codos, de acuerdo con su composición:

| | |
|--------------------------|---|
| 24 dedos (0,418 m) | Como el codo geométrico castellano. |
| 24 pulgadas (0,55727 m) | Como el codo de ribera castellano, codo rassasí de Córdoba de 32 dedos o el codo mediano morisco. |
| 27 dedos (0,47 m) | Como el codo ma'muní o codo negro. Inventado por el califa de Bagdad al-Ma'mun (813-883) según la longitud del codo de un esclavo negro. |
| 27 pulgadas (0,6269 m) | Se identifica con el paso ordinario de Ibn Yubayrn, con el codo rassasí de tres palmos. Base del estadal de la fanega de Ávila y de la obra de Segovia de 3930,40 metros cuadrados. |
| 30 dedos (0,52244 m) | Como el codo rassasí de Ibn Luyun y base de la braza de la tahúlla del Sudeste de España. Se le conoce también como codo de Guadix, |
| 30 pulgadas (0,69659 m) | Base de la fanega superficial de Guadalajara de 400 estadales que tiene 3105,4985 metros cuadrados. |
| 32 dedos (0,5572 m) | Como el codo rassasí de 32 dedos, codo de ribera castellano y con el codo mediano morisco de 24 pulgadas. |
| 32 pulgadas (0,743 m) | Codo mayor morisco. |
| 33 dedos (0,57469 m) | Codo real de Castilla. |
| 33 pulgadas (0,766227 m) | Algunos lo identifican con la antigua vara de Toledo. Cuatro varas $0,766227 \times 4 = 3,064908$ constituye el estadal toledano de 11 pies muy generalizado en España para medir fanegas de tierra (ver Jaén y Úbeda). |
| 36 dedos (0,6269 m) | Es el mismo codo de 27 pulgadas, antes citado. |
| 36 pulgadas (0,835905 m) | Vara real de Castilla o vara de Burgos. |

De este amplio catálogo de codos Vallvé destaca cuatro:

1. **Codo geométrico, común o antiguo** (0,417925 m). Medía $\frac{1}{2}$ vara castellana o 1,5 pie, equivale al codo manual que representaba los $\frac{4}{5}$ del codo rassasí de 30 dedos. Equivale a $\frac{3}{4}$ del codo oficial o rassasí de 32 dedos.
2. **Codo mayor morisco** (0,743 m). De 32 pulgadas.

3. **Codo mediano morisco** (0,55727 m). Equivale al codo de ribera. Se identifica con el codo oficial de la España Musulmana, llamado codo rassasí de 32 dedos. Es la base de la milla y la legua.
4. **Codo real** (0,574 m). Impuesto por Orden de Felipe II (20 agosto de 1590).

Por su importancia en nuestra metrología se suma a los anteriores el **codo de Guadix** de 30 dedos (0,52244 m).

2. OTRAS MEDIDAS LINEALES Y SUPERFICIALES HISPANO-MUSULMANAS

- Arda.- Medida de superficie de 10 codos rassasíes de lado y equivale a 31,0549 m².
- Ba'.- Equivale al estadal cristiano de 11 cuartas o palmos y mide 2,2987 m.
- Barid .- Medida itineraria de 12 millas, equivale a una posta⁴⁸ castellana de leguas.
- Caña.- Medida de seis codos rassasíes, equivale al estadal del Consejo Real de Castilla.
- Cuerda.- Medida de longitud de 40 codos rassasíes o 48 codos manuales para medir marjales. Según Ibn al-Yayyab la cuerda empleada para medir tahúllas era más larga que la empleada para medir marjales.
- Marjal.- Para los musulmanes marya'. Medida de superficie que tenía 40 codos rassasíes de lado. En la Vega de Granada tiene 100 estadales cuadrados de 11 palmos y 528,42 m². En algunas zonas de la provincia de Granada se usa el marjal de cien brazas cuadradas o 436,7106 m².
- Milla.- Medida itineraria de 1000 pasos de camello o 4000 pasos manuales. Tenía 3333,33 codos rassasíes y medía 1857,57 metros.
- Parasanga.- Medida itineraria de 3 millas rassasíes. Medía 5572,71 metros y equivale a la legua española.
- Paso .- Según Ibn Yubayr el paso o jatwa tenía tres palmos mayores y medía aproximadamente 0,627 m. El paso citado por Ibn al-Yayyab es el paso de camello de 4 codos manuales y 1,85 m de longitud.
- Suerte⁴⁹.- Para los musulmanes sahm o qur'a. Ibn al-Yayyab cita un sahm o superficie de 100 codos ma'muníes (0,47 m) de lado, por lo que esta suerte tendría 2209 m².
- Tahúlla.- Tahwila, para los musulmanes, es una medida de superficie que utilizaba una cuerda mayor que la del marjal. En Murcia y Almería tiene 1118,2336 m².

⁴⁸ El diccionario de María Moliner dice de la posta: *Cierto número de caballerías que estaban apostadas de trecho en trecho en las carreteras o caminos para renovar las del correo, el tiro de las diligencias, etc. Local en que estaban. Distancia entre un posta y otra.* Habría que referirla a esta última acepción, que no expresa una distancia fija.

⁴⁹ Se sigue utilizando en el medio rural, especialmente en las descripciones de fincas en escrituras, como medida de tierra de superficie indeterminada. María Moliner la define como: *porción de tierra de labor que resulta de haber dividido otra mayor.*

Yugada.- Para los musulmanes *zawy*. Tierra que teóricamente puede labrar una yunta de bueyes y cuyos orígenes podríamos relacionar con la *iugerum* o yugada romana, aunque ésta tiene un quinto de la superficie de aquélla. La yugada hispanoárabe era una superficie de tierra de 960 codos rassa-sís de largo por 40 de ancho y contenía 24 marjales, aproximadamente 12.680 m².⁵⁰

3. MEDIDAS DE CAPACIDAD HISPANO-MUSULMANAS

Vallvé afirma que la metrología hispano-árabe pasa íntegramente a los reinos de la península:

En la España musulmana y en los reinos cristianos de la Península Ibérica se intentó y consiguió una equivalencia entre las medidas básicas de peso y capacidad, tanto de granos como de líquidos. Con ello se creó un auténtico sistema métrico de una gran uniformidad, que ha perdurado en gran parte hasta nuestros días. En este sistema se corresponden e identifican la arroba, unidad común de peso y capacidad; el *qadab* o cántara, unidad básica para medir líquidos y cereales y la fanega, unidad básica también para fijar la capacidad de los granos (...) la unidad máxima de peso y capacidad recibía el nombre genérico de carga (*himl*) (...) después será sinónimo de *qafiz* o *cahíz*.. En los reinos cristianos de la Península la carga de granos recibirá el nombre de *cahíz*: el de Castilla y Portugal pesará 12 quintales de a 100 libras castellanas o portuguesas y tendrá 12 fanegas (...) Si la carga es de líquidos en Castilla y Portugal se llamará *moyo* y tendrá 16 cántaras o arrobas de a 34 libras (...) En la España musulmana coexistieron dos clases de libras, la de doce onzas y la de 16 (...) en Castilla, Portugal, como en al-Andalus, se impondrá la libra de 16 onzas para medir y pesar granos, líquidos y otros sólidos, pero regirá la libra de 12 onzas para uso especial de médicos y boticarios.⁵¹

Seguidamente se expone un catálogo de medidas hispano-musulmanas de capacidad basado fundamentalmente en el manuscrito escurialense, n.º 929 del Catálogo de Dérenbourg, cuyo autor es conocido por Ibn al-Yayyab:

Almud (*al-mudd*) La palabra almud es posible que derive del latín *modius*, pasó de Al-Andalus a los reinos cristianos de la Península. Suele confundirse con la ochava o *celemín*. Encontramos dos tipos de almud:

1. Almud legal o almud del Profeta (*mudd al-Nabi*). Prevalece el criterio del asignarle el peso de una libra y un tercio de libra,

⁵⁰ Vallvé Bermejo, Joaquín, *Al-Andalus, Sociedad e Instituciones*, Real Academia de la Historia, Madrid 1999.

⁵¹ Vallvé Bermejo, Joaquín, "Notas de Metrología Hispano-Árabe II, Medidas de Capacidad", *Al-Andalus*, Vol. XLII, 1977.

tendría, pues, dieciséis onzas. El almud del Profeta era equivalente a una libra de dieciséis onzas. En la práctica el almud del profeta equivalió a una libra y un tercio de la libra de dieciséis onzas. Es decir veintiuna onzas y una tercia de onza.

2. El almud grande (mudd kabir) era cuatro veces mayor que el anterior. Seis de estos almudes grandes cabían en una cántara o qadab de 32 libras, a la que se puede asignar una capacidad de 16,42 litros, por lo que el almud grande tendría una equivalencia de 2,7366 litros y el almud del profeta 0,684 litros.

Almudí (al-mudi) Tenía en la época del califato de Córdoba doce cahíces (qariz) y pesaba ocho quintales (pintar).

Alquer (al-kayl) La palabra árabe quiere decir medida. En la España musulmana fue el patrón o medida por antonomasia para medir granos, pesar líquidos y sólidos e incluso patrón o medida de longitud. En la España musulmana llega un momento en que la cántar o qadab se identifica con el kayl.

Azumbre (al-tumn) Aparece con frecuencia para indicar la octava parte de una medida o peso. Su uso más frecuente es como octava parte de la arroba de líquidos.

Cahíz (qafiz) Pueden encontrarse distintos tipos de cahíz :

1. El cahíz oficial de la Córdoba califal tenía 48 almudes, equivalentes a un peso de 64 libras y una capacidad aproximada de 33 litros.
2. Algunos sabios de Córdoba decían que el cahíz empleado antiguamente en la capital de al-Andalus contenía solamente 42 almudes (pesaría 56 libras).
3. Según Ibn al-Yayyab, el cahíz de su tiempo (segunda mitad del siglo XII) contenía 20 qadah o cántaras, pesaba, pues, 640 libras y tenía 120 almudes mayores y 480 almudes legales o del Profeta.
4. Ibn al-Yayyab cita otros cahíces, de 1280 libras y 600 libras.

La palabra árabe qafiz pasa pronto a los reinos cristianos de la Península. En las Ordenanzas de Alfonso X se especifica que el cahíz debería tener 12 fanegas.

Cántara (qadab) Según Ibn al-Yayyab, el qadab o cántara era la mayor medida de capacidad para medir granos y tenía seis almudes (grandes) de a cinco libras y una tercia cada uno.



La cántara o qadah de peso variable, según la sustancia que se medía o pesaba, se impone en todos los reinos de la Península. En Castilla contiene 8 azumbres y pesa 34 libras de agua de río reposada o de agua del Tajo. En el siglo XIX la cántara de vino pesa 34 libras.

Celemín (tamani?)

Deriva de una palabra árabe que significa la octava parte de una medida superior. Entre las acepciones usadas está la de octava parte del qadif menor de 64 libras. De ésta parece proceder nuestro celemín, que en Castilla es la duodécima parte de la fanega.

Fanega (faniqa)

Al-Muqaddasi dice que pesaba medio cahíz de 60 libras.

Si aceptamos el cahíz cordobés de 42 almudes del Profeta y 56 libras de peso, la fanega tendría 21 almudes o 28 libras. Si se trata del cahíz cordobés de 48 almudes y 64 libras de peso, la fanega tendrá 24 almudes y 32 libras de peso.

Como medida de capacidad para áridos la faniqa se impuso en los reinos cristianos de la Península y está datada desde 1164. Como medida de tierras aparece citada en un documento de 1274.

Alfonso X, en su igualación de pesos y medidas de 1261 establece: “E por ende tenemos por bien e mandamos que la medida mayor del pan sea el Cafiz Toledano, en que a doze fanegas; e la fanega en ha doze çelemís...”

Desde el siglo XIII la fanega castellana contiene doce celemines, equivalentes a 55,50 litros.

Maquila (Manila)

Porción de grano, harina o aceite que corresponde al molinero, por la molienda. Según Ibn’Abdun en su *Sevilla a comienzos del siglo XII*: “En los molinos de agua, el molinero no debe cobrar más de diez arrates (libras) por carga de trigo”.

Se deduce que si el molinero debía cobrar diez libras por el cahíz de 640 libras, la maquila puede establecerse en una sexta y cuatroava parte.

VI. METROLOGÍA HISPANA TRADICIONAL



El título de este capítulo puede resultar demasiado holgado si se tiene en cuenta que su contenido se centrará especialmente en el antiguo Reino de Castilla, considerado, eso sí en su sentido más amplio. En general, cuando se habla o escribe sobre los antiguos sistemas de pesas y medidas españolas la mayor parte de la información que se aporta se refiere a las llamadas Medidas y pesas legales de Castilla, y de este modo se actuará, lo que además se justifica por el hecho de que este trabajo está orientado especialmente a Andalucía, integrada en el antiguo Reino de Castilla.

Se puede considerar que la metrología tradicional hispana que ha perdurado se fue gestando a lo largo de la Edad Media y en ella representó un papel fundamental la conquista por los cristianos de territorios dominados por los musulmanes y la consiguiente adopción o adaptación en gran medida de las unidades establecidas por éstos.

En el anterior capítulo, referido a metrología musulmana, se señalaba que la vara de Burgos había sido establecida como patrón de longitud por Alfonso XI en 1348 (Ordenamiento de Alcalá) como unidad básica de las medidas de longitud y superficie de Castilla y, consecuentemente, de las andaluzas. A pesar de lo cual en Andalucía se encontrarán medidas de tierras reducibles a vara de Burgos antes de que ésta fuese establecida como patrón.

No se debe olvidar que desde la batalla de las Navas de Tolosa (1212) y más aún desde la conquista de los reinos de Jaén, Córdoba (1236) y Sevilla (1248) por Fernando III, gran parte de Andalucía estaba en poder de Castilla cuando se estableció la vigencia de la vara de Burgos y en los correspondientes repartimientos de tierras se utilizaron medidas de longitud distintas de esta vara castellana, como, por ejemplo el estadal de 16 ½ palmos o cuartas (equivalente a 4,125 varas = 3,4481 m) que usaban los agrimensores de Sevilla. Este estadal sevillano coincide con la qasaba o caña de los agricultores hispanoárabes⁵².

El fracaso de Castilla en conseguir un sistema unificado de medidas está justificado por Ferrer Rodríguez y González Arcas por una serie de causas:

1. Al carecer de un sistema coherente para medir superficies, se ve impulsada a aceptar las diversificadas medidas musulmanas establecidas en la Península.
2. Los sistemas metrológicos convencionales y unitarios son propios de sociedades urbanas y la castellana era, fundamentalmente, una sociedad rural.
3. Estos sistemas son también propios de sociedades políticamente centralizadas y Castilla se caracterizó por la disgregación del poder político hasta la instauración del absolutismo.

⁵² Vallvé Bermejo, Joaquín, *Al-Andalus Sociedad e Instituciones*, Real Academia de la Historia, Madrid, 1999, pág. 324.

4. Su proyecto metrológico es imposible por contradictorio en diversos aspectos esenciales:

- En las medidas de longitud la recuperación del pie no trae aparejada la instauración de la medida romana de 296 mm como base de la medida de longitud, sino que el pie castellano de 279 mm viene a ser la mitad del codo rassaquí de algo más de 55 cm.
- En las medidas de superficie, Castilla hereda tanto la terminología de las medidas (fanega, celemín, almud, cahíz ...), como los patrones longitudinales (como estadal) moriscos.
- En las medidas ponderales, tanto las Cortes de Segovia de 1347, como las de Alcalá de 1348 establecen que el marco tendrá ocho onzas y la libra dos marcos, con lo que se perpetúa la libra de 16 onzas, que anteriormente vimos de clara raigambre islámica, frente a la libra de 12 onzas, típicamente romana.⁵³

Se ha dicho antes: “la metrología tradicional hispana que ha perdurado, sin que esto signifique nada estático” y es que los sistemas de medidas son, de algún modo dinámicos y experimentan a lo largo del tiempo un proceso de cambio, bien por adaptación a nuevas necesidades que demande la sociedad que las emplea, bien por imposición de la autoridad. Esta opinión, con posterioridad a expresarla, se ha visto que coincide con la de Matheo Sánchez Villajos, a quien se volverá a citar y que con relación a esta cuestión se manifiesta así:

A los que suelen ser nombrados, ò llamados para las medidas de Terminos; pero han de llevar siempre el cuidado de preguntar el grandor de anegas de tierra, que allí se acostumbran para mas seguridad, pues suele haver de un tiempo à otro novedad en ser mayores, o menores las anegas, ò no ser el mismo marco de anegas en las Villas ò Lugares, que en su Caxa, o Capital.”⁵⁴

Una advertencia necesaria: algunas de las variaciones que puedan apreciarse entre las medidas atribuidas a una misma localidad que aparezcan en esta obra no siempre reflejarán cambios producidos en ellas; además de por esta causa, pueden ser consecuencia de información errónea del autor o fuente que se ha utilizado y que será citada en cada caso.

Otra indicación obligada: no se pretende hacer un estudio histórico de los pesos y medidas en España, cuestión, de la que por otra parte, existe constancia que de forma solvente, y por distintos períodos temporales, ha sido investigada en varias tesis doctorales desarrolladas en el Departamento de Historia de la Ciencia y Documentación de la Universidad de Valencia, dirigidas por el Dr. Antonio Ten Ros.

⁵³ Ferrer Rodríguez, A y González Arcas, A, *ob.cit.*, págs. 158-159.

⁵⁴ Sánchez Villajos, Matheo, *ob. cit.*, pág. 57.

1. UNIDADES BÁSICAS

1.1. Longitudinales

En el capítulo anterior se ha descrito de forma amplia el codo *hispano-musulmán* en sus diversas formas, de las que han derivado las restantes unidades tradicionales de medida, lineales, superficiales y de capacidad. A pesar de ello la verdadera unidad tradicional de medida lineal, especialmente en Castilla, habría de ser la *vara*; en la segunda mitad del siglo XIII, por acuerdo de Alfonso X con Jaime I, se estableció como unidad la vara de Toledo, de tres pies romanos.

Alfonso XI, a través del Ordenamiento de Alcalá (1348), sustituye la vara de Toledo por la de Burgos, que había de perdurar hasta la implantación del Sistema Métrico Decimal como de las restantes unidades de medida. La equivalencia de esta vara castellana, predominante como unidad básica de medida longitudinal en España, es de 0,835905 metros, su patrón es la vara de Burgos.

Otras medidas longitudinales: el estadal = 4 varas; la legua=1666,666 estadales. La vara equivale a 3 pies; el pie tiene 12 pulgadas; la pulgada 12 líneas y la línea 12 puntos. También se divide la vara en 4 cuartas y cada cuarta en 12 dedos.

1.2. Superficiales

En cuanto a unidades superficiales, la unidad básica más común en España, es la vara castellana cuadrada cuya equivalencia es de 0,698737169025 m².

La fanega, medida superficial más empleada en el país, suele definirse por el número de varas cuadradas que contiene, aunque también se hace por el número de estadales cuadrados. De este modo, en la *Igualación de Pesos y Medidas en todo el Reino* decretada en 1801 por Carlos IV, se dice:

El estadal para medir las tierras será de cuatro varas o doce pies de largo (...) ⁵⁵

La fanega de tierra será un quadro de veinte y quatro estadales de lado, o tendrá de superficie quinientos setenta y seis estadales cuadrados. ⁵⁶

Situados en este punto, parece llegado el momento de destacar la importancia del estadal en nuestras medidas tradicionales. En la metrología hispanomusulmana se daba el nombre de estadal a la unidad de longitud formada por cuatro codos de cualquier tipo, que se distinguían de la caña o *qasaba*, formada por seis codos. Con posterioridad se fue

⁵⁵ Equivalen a 3,343616 metros.

⁵⁶ Vallvé Bermejo Joaquín, “Notas de metrología hispano-árabe”, *Al-Andalux*, Vol. XLII, Madrid-Granada, 1977, pág. 72

perdiendo la distinción entre caña y estatal, dándose el nombre de estatal a cualquier instrumento, de longitud superior a la vara, utilizado como medida de longitud por los agrimensores al evaluar superficies. Podía estar compuesto por cuatro, seis codos o no tener relación con éstos, pero siempre está relacionado con la vara, por lo que al mencionarlo debe indicarse su composición en ésta unidad.

Los estatales más usados son:

1. El de 4 varas, generado por el codo rassasí de Córdoba o de ribera castellano⁵⁷.
2. El de $33/8$ de vara (4,125 varas), generado por el codo real, oficial de la España cristiana a partir de Felipe II.
3. El de $11/3$ de vara (3,666 varas).
4. El de $29/8$ de vara (3,625 varas).

El orden en que han sido expuestos se corresponde con el de uso de los mismos, que podrá comprobarse al estudiar la fanega de cuerda.

Cualquiera que fuese la medida del codo utilizado al definir el estatal, al estar compuesto de dedos musulmanes, idénticos a los que después aceptaría la vara castellana como submúltiplos, hacen que las medidas superficiales establecidas en base a estos estatales, puedan ser reducidas a varas castellanas cuadradas.

1.3. Capacidad

La unidad básica de capacidad en la metrología hispana tradicional es la fanega, si bien el patrón que se establece oficialmente es la media fanega de Ávila. Su descripción podemos verla en la Real Orden de Carlos IV sobre Igualación de Pesos y Medidas:

La media fanega tendrá pues la forma que actualmente se la da, y consiste en un fondo de igual ancho, pero menos largo que la boca, sobre la cual se levantan tres lados planos y rectos, siendo el cuarto lado inclinado para la comodidad de llenarla y vaciarla (...) La luz de dicha boca, sin el grueso de los bordes, será de 35 dedos y 15 dedos de ancho. El fondo tendrá de ancho 15 dedos y de largo 25,5 dedos. La altura interior de la medida será de 12 dedos.

Otras medidas de capacidad: El cahiz = 12 fanegas; la fanega tiene 12 celemines

⁵⁷ Es conveniente llegar a esta precisión puesto que, como se ha expuesto anteriormente, Vallvé distingue 3 tipos de codo *rassasí*: el codo *rassasí de Córdoba o de ribera castellano* (0,55727 m), el codo *rassasí de tres palmos o paso ordinario de Ibn Yubayrn* (0,6269 m) y el codo *rassasí de Ibn Luyun o de Guadix* (0,5224 m).

1.4. Ponderales

Con relación a medidas ponderales:

De poco hubo de servir que el rey Alfonso XI mandase traer de Colonia y de Troyers dos marcos cuyo valor se pretendía idéntico al original romano, cuando, a renglón seguido las Cortes de Segovia de 1347 y las de Alcalá de 1348 establecen que el marco tendrá ocho onzas y la libra dos marcos, con lo cual se perpetúa la libra de 16 onzas de clara raigambre islámica, frente a la libra de 12 onzas que es la típicamente romana.⁵⁸

Como unidad ponderal básica se toma la libra, que es la utilizada por la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico en las *Equivalencias entre las Pesas y medidas usadas antiguamente en las diversas provincias de España y las Legales del Sistema Métrico-Decimal (1886)*.

El patrón era el marco (media libra) del Consejo de Castilla.

Múltiplos: arroba = 25 libras; quintal = 4 arrobas; tonelada = 20 quintales.

Submúltiplos: libra = 16 onzas; onza = 8 dracmas; dracma = 2 adarmes; adarme = 3 tomines; el tomín = 12 granos.

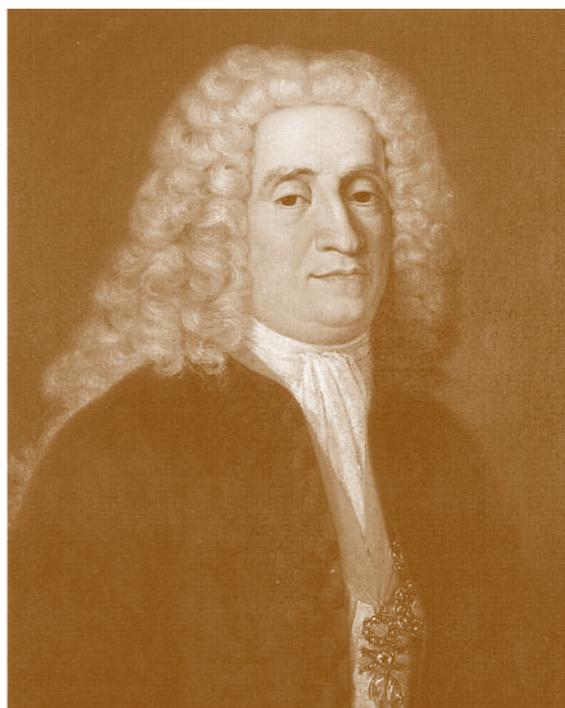
⁵⁸ Ferrer Rodríguez A. y González Arcas, A, ob. cit., pág. 159.

VII. LAS MEDIDAS AGRARIAS TRADICIONALES EN EL CATASTRO

1. LAS MEDIDAS EN EL CATASTRO DE PATIÑO

l Catastro, por el amplio uso que hace de las medidas, como elemento básico de la información que contiene, constituye una importante fuente de datos sobre las medidas tradicionales españolas.

La información contrastable más antigua, a la que se puede atribuir este origen, se sitúa en el primer tercio del siglo XVIII y está constituida por el llamado Catastro de Cataluña (1715-1735), más conocido como Catastro de Patiño⁵⁹, su autor.



José Patiño, Superintendente de Cataluña y autor del Catastro que lleva su nombre.
(El Catastro en España, 1714-1906, CGCCT).

⁵⁹ José Patiño y Rosales, había nacido en Milán en 1670, en el seno de una familia de origen gallego. Desde 1708, en que se traslada a España, hasta su fallecimiento en 1736 sirvió a Felipe V. En 1713 es nombrado superintendente de rentas de Cataluña y un año después Presidente de la Junta Superior de Gobierno y Justicia del Principado. Inspirador del decreto de Nueva Planta y del Catastro en Cataluña. Su carrera culminó en 1734 al asumir el ministerio de Estado. Junto con el marqués de la Ensenada, autor del conocido catastro que lleva su nombre, fueron dos de los más prestigiosos políticos españoles del siglo XVIII.



El origen del Catastro de Cataluña está íntimamente relacionado con la Guerra de Sucesión a la Corona de España, ocurrida a la muerte de Carlos II, cuyo testamento la adjudicaba a Felipe V de Borbón, nieto de Luis XIV de Francia. En esta contienda Aragón, Valencia y Cataluña se declararon partidarios del archiduque de Austria⁶⁰ y a su finalización, con el triunfo borbónico, Felipe V dictó el Decreto de *Nueva Planta* de enero de 1716, que instauró en el Principado un nuevo sistema y órganos de gobierno, a favor del centralismo implantado por la nueva dinastía. El Catastro se había ordenado hacer el 9 de diciembre de 1715, antes incluso de decretar la *Nueva Planta*, en él se debía realizar el *catastro-averiguación* de bienes y el consiguiente inventario de los mismos⁶¹.

El aparato legislativo del Catastro catalán se llevó a efecto en dos etapas. Durante la primera, 1716-1717, se realizaron las primeras averiguaciones catastrales y corresponden a la etapa de Patiño. Durante la segunda etapa, que compete a Antonio Sartine⁶² al frente de la Intendencia del Principado, se dictó la Instrucción de 1735, cuya documentación anexa contiene una interesante información sobre medidas agrarias:

BARCELONA

Usan los Lugares de su Veguerio⁶³ de dos medidas, la una es mujada de 45 canas, ó 90 pasos cada una en quadro; la otra quartera de 45 canas ó 90 pasos de largo y 22 canas y media, ò 45 pasos de ancho

VALLÉS

Los Lugares de este Sosveguerio usan la medida de quartera de 45 canas, ò 90 pasos de largo, y veinte y dos canas y media ò quareinte y cinco pasos de ancho.

GERONA

Los lugares de este Vegueío usan de dos distintas medidas, la una es Vasana de 30 canas ò 60 pasos en quadro; y la otra quartera de 35 canas, ò 70 pasos en quadro.

BESALÚ

Usan los lugares de su Veguerio dos distintas medidas, una es la quartera de 35 canas, ò 70 pasos en quadro; y la otra Vasana de 30 canas, ò 60 pasos en quadro.

CAMPREDÓN

Los Lugares de este Veguerio usan la medida de quartera de 45 canas ò 90 pasos de largo y vinte y dos canas y media ò 45 pasos de ancho.

RIBAS

Los Lugares de este Sosveguerio usan la medida de quartera de 45 canas ò 90 pasos de largo y veinte y dos canas y media, ò quareinta y cinco pasos de ancho.

⁶⁰ Matilla Gascón, A., *La Única Contribución y el Catastro de Ensenada*, Servicio de Estudios de la Inspección General del Ministerio de Hacienda, Madrid, 1947.

⁶¹ Camarero Bullón, Concepción y Faci Lacasta, Pilar, *La estructura documental del Catastro de Patiño, según las Reglas Anexas al Real Decreto de 9 de diciembre de 1715*, Revista Catastro, abril 2006, pp. 91-92.

⁶² Antoine de Sartine (1681-1744), personaje francés nacido en Lyon, estuvo al servicio de la Corona española desde 1710, incorporándose pronto a su Administración.

⁶³ Veguerío, territorio de la jurisdicción de un veguer. Veguer, magistrado antiguo de Aragón, Cataluña y Mallorca, equivalente al corregidor de Castilla.

VIQUE

Los Lugares de este Veguerio usan la medida de quartera de 37 canas y media, ò 75 pasos en quadro.

MOYÁ

Los Lugares de este Sosveguerio usan la medida de quartera de 37 canas y media, ò 75 pasos en quadro.

MANRESA

Los Lugares de este Veguerio usan la medida de jornal de 45 canas ò 90 pasos en quadro.

LLUSANÉS

Los Lugares de este Sosveguerio usan la medida de quartera de treinta y cinco canas ò 70 pasos en quadro.

BERGA

Los Lugares de este Sosveguerio usan la medida de quartera de 35 canas o 70 pasos.

PUIGCERDÁ

Los Lugares de este Veguerio usan la medida de jornal de 35 canas ò 60 pasos en quadro.

PALLÁS

Los Lugares de este Sosveguerio usan la medida de jornal de 35 canas ò sesenta pasos en quadro.

AGRAMUNT

Los Lugares de este Veguerio usan de dos distintas medidas, una es el jornal de 45 canas ò 90 pasos en quadro; y otra de jornal de 72 canas o 144 pasos de largo, y 30 canas, ò 60 pasos de ancho, ò doze porcas, que se componen de 30 canas ò sesenta pasos de largo y seis canas, o doze pasos de ancho cada una.

CERVERA

Los Lugares de este Veguerio usan de dos distintas medidas, una es quartera de 35 canas, ò 70 pasos en quadro, y la otra de jornal de 60 canas, ò 120 pasos de largo, y 30 canas, ò 60 pasos de ancho.

TARRAGA

Los Lugares de este Veguerio usan la medida de jornal de 45 canas, ò 90 pasos de largo, y 34 canas ò 68 pasos de ancho.

BALAGUER

Los Lugares de este Veguerio usan la medida de jornal de doze porcas de 60 canas, o ciento y veinte pasos de largo, y treinta canas ò 60 pasos de ancho cada una.

LERIDA

Los Lugares de este Veguerio usan dos distintas medidas, una es de jornal de 60 canas, ò 120 pasos de largo, y 30 canas ó 60 pasos de ancho; y otra es de fangada, de las cuales hacen cinco un jornal.

TORTOSA

Los Lugares de este Veguerio usan la medida de jornal de 30 canas, ò 60 pasos en quadro.

TARRAGONA

Los Lugares de este Veguerio usan la medida de jornal de 50 canas ò 100 pasos cada uno en quadro.

MONBLANCH

Los Lugares de este Veguerio usan la medida de jornal de 45 canas, ò 90 pasos en quadro.

VILLAFRANCA DEL PANADÉS

Los Lugares de este Veguerio usan la medida de jornal de 45 canas ò 90 paso en quadro.

IGUALADA

La medida es en los Lugares de este Sosveguerio de jornal de 45 canas, ò 90 pasos en quadro.

PRATS DEL REY

Los Lugares de este Sosveguerio usan la medida de jornal de 45 canas o 90 pasos en quadro.

Y porque se ha reconocido, que baxo el mismo nombre de medidas de tierra, se consideran en algunos Veguerios de menor dimensión, ò mayor que la expresada, todos deberán arreglarse à las sobredichas en sus respective Veguerios, en atención de haverse fundado el valor de cada medida sobre la referida dimensión, por cuya razón se deberá dar por mayor, ò menor número de medidas, el exceso ò disminución de las que cada individuo, Lugar, o Veguerio hubiere denunciado, baxo las mismas penas cominadas a las que hubieren ocultado parte de las cantidades de tierra, que les pertenecen.⁶⁴

Esta advertencia de la Instrucción de Sartine de 1735 testimonia la trascendencia del conocimiento exacto de los valores de las medidas tradicionales de la tierra para el Catastro, imprescindible para el reparto equitativo del tributo, que en este caso de Cataluña también se denominaba catastro, era el *catastro-gravamen* frente al *catastro-averiguación*.

2. LAS MEDIDAS EN EL CATASTRO DE ENSENADA

El Catastro de Ensenada o Proyecto de Única Contribución en la Corona de Castilla es considerado como el empeño estadístico más importante de la España del Antiguo Régimen. También es calificado como “la primera operación censal realizada por el Estado español con fines y métodos genuinos de técnica estadística”⁶⁵

⁶⁴ Camarero Bullón, Concepción y Faci Lacasta, Pilar, “La estructura documental del Catastro de Patiño, según las reglas anexas al Real Decreto de 9 de diciembre de 1715 (II)”. *Revista Catastro*, abril 2007, págs. 95 y 143-145.

⁶⁵ Ruiz Almansa, J., *Viaje a Simancas en busca del Catastro del Marqués de la Ensenada*, Madrid, 1946.

La idea inicial de sustituir todos los ramos de las Rentas Reales y Provinciales por una sola contribución fue planteada en 1732 por Miguel de Zabala y Auñón en un escrito titulado *Representación al Rey N. Señor don Phelipe V*. El memorial de Zabala hizo arraigar en la mente de Felipe V el criterio de llevar a efecto el planteamiento de Zabala, para establecer en Castilla una sola contribución repartida y recaudada por el sistema del Catastro de Patiño en Cataluña. De este modo, en 1737, el rey ordenaba se le enviara desde Cataluña toda la documentación relativa al Catastro y estos papeles fueron entregados a don Pedro de Hontalba y Arce, a quien mandó escribir la “Historia del Catastro de Cataluña”. Hontalba falleció sin llevar a cabo su tarea, y todos los papeles reunidos vinieron a parar a las manos de don Zenón de Somodevilla, marqués de la Ensenada, secretario de despacho de Hacienda, quien casi desde su nombramiento llevaba en cartera el proyecto de única contribución⁶⁶. Ensenada había trabajado en Cataluña bajo las órdenes de Patiño, por lo que conocía bien su modelo.



Zenón de Somodevilla, marqués de la Ensenada. J. Amigoni. Museo del Prado

⁶⁶ Matilla Gascón, A., ob. cit., págs. 51-53.

Tras dos ensayos, 1745 en el Reino de Murcia y 1746 en la provincia de Guadalajara, Fernando VI firmó el 10 de octubre de 1749 un decreto que mandaba realizar el catastro. En aplicación de éste se inició la tarea de averiguar las riquezas y medios de subsistencia de los súbditos de la Corona. La responsabilidad del trabajo quedó en primera instancia en manos de los intendentes provinciales, asesorados por equipos de agrimensores y expertos dependientes de ellos.



Inventario de los papeles del Catastro de Ensenada correspondientes a la provincia de Sevilla. España. Ministerio de Cultura. Archivo general de Simancas. DGR-IRE, 1987

El proceso de recogida de información se puede agrupar de forma muy esquemática en:

- a) *Respuestas Generales.*- Interrogatorio de 40 preguntas que aportaban una información general del pueblo, contenía datos descriptivos, socio-demográficos, cultivos y sus rendimientos, calidades de la tierra y sus precios en mercado, etc.
- b) *Respuestas Particulares.*- Correspondían a las declaraciones de los cabezas de familia.

- c) *Mapas Generales*.- Se obtenían por el intendente de la provincia a partir de la sistematización de los anteriores estados de información.
- d) *Libro de Mayores Hacendados*.- Se trataba de un registro de los bienes de la mayor casa diezmera de cada pueblo, que no siempre coincidía con el propietario más rico.

Entre las cuarenta preguntas del interrogatorio que servía para la elaboración del Libro de las Respuestas Generales, la número 9 requería información sobre:

De qué medidas de tierra se usa en aquel pueblo, de cuántos pasos o varas castellanas en cuadro se componen, qué cantidad de cada especie de grano de los que se cogen en el término se siembra en cada una.

El fondo documental que aporta esta fuente con relación a las medidas tradicionales españolas es incomparable a cualquier otro, como podrá valorarse en el siguiente epígrafe.

2.1. Medidas Agrarias de Andalucía en el Catastro de Ensenada.

Teniendo en cuenta que el presente trabajo se decanta de modo fundamental por el caso andaluz, se ha aprovechado la existencia de una interesantísima publicación, *Las Medidas de Tierras en Andalucía*, que analiza detalladamente estas medidas agrarias, de acuerdo con los datos consignados en el Catastro de Ensenada, y de la que son autores Amparo Ferrer Rodríguez y Arturo González Arcas (citados repetidamente en este trabajo), de la que se han extraído en gran medida los conceptos e información numérica necesarios para la elaboración de cuadros y resúmenes para una mejor comprensión de las medidas agrarias andaluzas:

El estudio detenido de las descripciones contenidas en las Respuestas Generales nos ha llevado a la convicción de que el sistema tradicional de agrimensura en Castilla es un sistema convencional en sentido propio (...) cuya característica fundamental consiste en que sus unidades de superficie, aunque puedan resultar variables, están definidas por referencia a un patrón longitudinal fijo: la vara castellana de Burgos.⁶⁷

Seguidamente se hará uso del conjunto de datos que aporta la obra antes citada y referidos a las respuestas a la novena pregunta de las *Respuestas Generales: De qué medidas de Tierra se usa en aquel pueblo: de cuántos pasos o varas Castellanas en cuadro se compone* y habida cuenta que las operaciones catastrales de Ensenada se iniciaron en 1750 y finalizaron hacia 1755, en base a esta información y estableciendo la limitación de reproducir únicamente las medidas que contienen datos suficientes para reducirlas a metros cuadrados, se pueden fijar las:

⁶⁷ Ferrer Rodríguez, A y González Arcas, A, o.c., pp.162-163.

MEDIDAS AGRARIAS EN ANDALUCÍA A MEDIADOS DEL SIGLO XVIII

(Según las Respuestas Generales del Catastro de Ensenada)

PROVINCIA DE ALMERÍA

Las medidas que aparecen en las Respuestas correspondientes a esta provincia de Almería son: fanega, fanega de sembradura, fanega de puño, marjal, tahúlla, celemín y obrada. El marjal y tahúlla se usaban para regadío o vega y la obrada en viñas.

| Municipio actual | Nombre y uso de la medida | Dicen que tiene | Varas cuadrads | Metros cuadrads |
|---|---------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------|
| Adra | Marjal regadío | | 756 | 528 |
| Adra | Fanega secano | 12 Marjales. | 9.072 | 6.334 |
| Alboloduy, Alhabia, Alhama de Almería, ALMERÍA, Alsodux, Benahadux, Bentarique, Cantoria, Gádor, Instinción, Nijar, Pechina, Rioja, Santa Cruz, Santa Fe de Mondújar, Terque y Vera | Tahúlla regadío | 40 Varas, 6 Cel. | 1.600 | 1.118 |
| Alboloduy y Bentarique | Fanega secano | 12 Celemines | 3.200 | 2.234 |
| Bayárcal y Paterna del Río | Celemín vega | | 384 | 268 |
| Berja | Fanega riego | 134 Pasos | 1.122 | 784 |
| Berja | Fanega secano | 260 Pasos | 4.225 | 2.952 |
| Cantoria, Gérgal, Íllar, Lubrón, María, Purchena, Serón, Vélez Blanco, Vera | Fanega secano | 320 Pasos | 6.400 | 4.472 |
| Cantoria | Fanega viña | 6 peonadas de 9 pasos = 1 fg. | 6.400 | 4.472 |
| Castro de Filabres | Fanega | 656 varas | 2.624 | |
| Dalías | Fanega | 360Varas,12 Cel. | 8.100 | 5.656 |
| Darrical | Celemín regadío | 30 x 14 Pasos | 420 | 293 |
| Darrical | Celemín secano | 75 x 35 Pasos | 2.450 | 1.712 |
| . Beninar | Celemín riego | 20 x 10 Varas | 200 | 140 |
| . Beninar | Celemín secano | 60 x 30 Varas | 1.800 | 1.258 |
| . Lucainema | Celemín regadío | 14 x 7 Varas | 98 | 68 |
| . Lucainema | Celemín secano | 24 x 12 Varas | 288 | 201 |
| Jergal | Fanega s. vega | 12 Cel. Cast. | 6.396 | 4.466 |
| Jergal | Fanega s. secano | | 8.533 | 5.958 |
| Laujar de Andarax | Obrada viñas | | 5.000 | 3.493 |
| Laujar de Andarax | Barchela vega | | 450 | 314 |
| . Presidio | Fanega secano | | 10.000 | 6.982 |
| . Presidio | Celemín vega | | 392 | 274 |
| Mojácar | Fanega p. | 86 x 43 Varas | 3.698 | 2.582 |
| Olula de Castro | Fanega | 12 Cel de 24 vara | 6.912 | 4.826 |

| | | | | |
|------------------------|-------------------|-------------------|--------|-------|
| Oria y Paterna del Rfo | Fanega | 100 Pasos, 12 Cel | 10.000 | 6.962 |
| Purchena | Fanega s. riego1ª | 60 Pasos | 3.600 | 2.514 |
| Purchena | Fanega s. riego2ª | 70 Pasos | 4.900 | 3.421 |
| Rágol | Celemín vega | 24 Varas | 576 | 402 |
| Rágol | Fanega secano | 12 Cel. | 6.912 | 4.826 |
| Santa Cruz | Tahúlla vega | 40 Varas | 1.600 | 1.118 |
| Santa Cruz | Fanega secano | 12 Cel.= 5 Tahú. | 8.000 | 5.590 |
| Serón | Fanega s. riego1ª | 48 Varas | 2.304 | 1.609 |
| Serón | Fanega s. riego2ª | 64 Varas | 4.096 | 2.860 |
| Sorbás | Fanega | 70 Varas | 4.900 | 3.421 |
| Suflí | Fanega | 12 Cel,85x48 var | 4.080 | 2.849 |

PROVINCIA DE CÁDIZ

Las medidas utilizadas en las Respuestas de la provincia de Cádiz son: fanega, fanega de puño y aranzada. La aranzada de 400 estadales es la medida más utilizada, pues de los 51 casos en que se especifica la superficie en estadales de la unidad, 27 corresponden a ésta.

En todos los municipios se usa el estadal de 4 varas, exceptuando los casos de Bornos, Espera y Villamartín, que usan el de 4,125 varas, por esta razón las aranzada y fanegas de estos municipios tienen un número superior de varas y metros cuadrados a igualdad de estadales.

| Municipio actual | Nombre y uso de la medida | Dicen que tiene | Estadales cuadrs | Varas cuadrs | Metros cuadrs |
|---|---------------------------|-----------------|------------------|--------------|---------------|
| Alcalá de los Gazules | Fanega | | 532,00 | 8.512 | 5.948 |
| Alcalá de los Gaz., Algeciras, Arcos de la Fra., Los Barrios, CÁDIZ, Castellar Fr, Conil, Chiclana Fra., Chipiona, Jerez Fra., Jimena Fra., Medina-Sidonia, Paterna de Rivera, Pto. Real, Rota, San Fernando, S. Roque, Tarifa, Trebujena, Vejer Fra., Zahara | Aranzada Viña, hta. | | 400,00 | 6.400 | 4.472 |
| Algeciras, Los Barrios, Jimena Fra., Medina-Sidonia, Paterna de Rivera, Puerto de Santa María, Puerto Real, San Roque | Fanega Labor, monte | | 500,00 | 8.000 | 5.590 |
| Algodonales | Fanega | | | 6.400 | 4.472 |
| Arcos de la Frontera | Fanega Cortijos | | 536,66 | 8.539 | 5.966 |
| Bornos, Espera, Villamartín | Fanega | | 500,00 | 8.508 | 5.945 |

| | | | | | |
|---|---------------------|------------|--------|--------|-------|
| Bornos, Espera, Villamartín | Aranzada Heredades | | 400,00 | 6.806 | 4.756 |
| Bosque, El | Fanega | 100 Varas | | 10.000 | 6.987 |
| Jimena de la Frontera | Fanega Los propios | | 800,00 | 12.800 | 8.942 |
| Jimena de la Frontera | Fanega Particulares | | 550,00 | 8.800 | 6.149 |
| Olvera | Fanega Labor,monte | 12 Celems. | 574,00 | 9.184 | 6.417 |
| Olvera | Aranzada | 9 Cel. | 430,50 | 6.888 | 4.813 |
| Puerto de Sta. M ^a , Sanlúcar de Barrameda y .Desp. Masoterías | Aranzada | | 425,00 | 6.800 | 4.751 |
| . Desp Fte. Rosljo | Fanega | | 500,00 | 8.000 | 5.590 |
| . Desp Fte. Rosljo | Aranzada | | 400,00 | 6.400 | 4.472 |
| Torre-Alhaquime | Aranzada | 9 Celems. | 431,50 | 6.904 | 4.824 |
| Torre-Alhaquime | Fanega | | 564,00 | 9.024 | 6.305 |

PROVINCIA DE CÓRDOBA

Las medidas utilizadas en las Respuestas de Córdoba son: Fanega, fanega de puño y aranzada.

| Municipio actual | Nombre y uso de la medida | Dicen que tiene | Estadals cudrados | Varas por estatal | Varas cuads | Metros cuads |
|---|---------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------|--------------|
| Adamuz, Aguilar, Baena, Bélmez, Bujalance, Cañete de las Torres, El Carpio, Castro del Río, CÓRDOBA, D ^a Mencía, Espejo, Espiel, F. Núñez, Fuenteovejuna, Guadalcazar, Hornachuelos, Montalbán, Montemayor, Montilla, Montoro, Monturque, Obejo, Palma del Río, Pedro Abad, Posadas, Pte. Genil, La Rambla, S. Sebastián de los Bllros., Santaella, Valenzuela, Villa del Río, Villafranca de Córdoba, Villa Nueva del Rey | Fanega Sementera | 12 Celms. | 666,66 | 3,625 | 8.760 | 6.121 |

Adamuz, Aguilar, Bujalance, Cañete de las Torres, El Carpio, Castro del Río, CÓRDOBA, Espiel, Fernan Núñez, Guadalcazar, Hornachuelos, Montemayor, Montilla, Montoro, Obejo, Palma del Río, Pedro Abad, Posadas, La Rambla, S. Sebastián de los Bllros., Santaella, Villa del Río

| | | | | | |
|---------------------|------------|--------|-------|-------|-------|
| Aranzada Oliv, viña | 7,2 Celms. | 400,00 | 3,625 | 5.256 | 3.673 |
|---------------------|------------|--------|-------|-------|-------|

| | | | | | | |
|--|---------------------|---------------------------|--------|-------|--------|--------|
| Alcaracejos, Añora, Guijo, Pedroche, Pozoblanco, Sta.Eufemia, Torrecampo, Villanueva de Córdoba, Villaviciosa de Córdoba, El Viso. | Fanega | 96 Varas 12 Cels. | | | 9.216 | 6.439 |
| Belalcázar, Fuente la Lancha, Hinojosa del Duque, Villanueva del Duque | Fanega p. | 93 Varas | | | 8.649 | 6.043 |
| Benamejé | Fanega | 12 Celms. | 572,00 | 4,000 | 9.152 | 6.395 |
| Benamejé | Aranzada Oliv. Viña | 8,5 Celms | 400,00 | 4,000 | 6.400 | 4.472 |
| Cabra, Iznájar, Lucena, Luque, Rute, Zuheros | Fanega | 12 Celms. | 666,66 | 3,666 | 8.963 | 6.262 |
| Cabra, Caracabuey, Lucena, Priego de Córdoba, Rute | Aranzada | 7,2 Celms | 400,00 | 3,666 | 5.378 | 3.758 |
| Carcabuey, Priego de Córdoba, Villaharta | Fanega | 12 Cels. | 480,00 | 3,666 | 6.453 | 4.509 |
| Conquista | Fanega p.1ª | 9 Cels. | | | 6.570 | 4.591 |
| Conquista | Fanega p.2ª | Como la cuerda de Córdoba | | | 8.760 | 6.121 |
| Conquista | Fanega p.3ª | 2,5 Fg.de cuerda | | | 21.900 | 15.302 |

PROVINCIA DE GRANADA

Las medidas que aparecen en las Respuestas de la provincia de Granada son las más variadas de Andalucía, comprenden: Fanega, fanega p., fanega s., marjal, celmín, aranzada y obrada. Superficialmente, desde el celmín de 180 varas (126 m²) de Alicún de Ortega, a la fanega de sembradura de Orce de 160.000 varas (111.797 m²).

| Municipio actual | Nombre y uso de la medida | Dicen que tiene | Estads cuads | Varas por est. | Varas cuads. | Metros cuads |
|--|---------------------------|------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| Albolote, Los Guájares, Huéneja, Huéscar, La Malaha, Molvízar, Moraleda de Zafayona | Fanega Secano | 9 Marj. 12 celms | | | 5.625 | 3.924 |
| Albolote, Atarfe, Cájar, Cúllar Vega, Chimeneas, Churriana de la Vega, La Malá, Moraleda de Zafayona, Pinos Puente, Pulianas, Valor, Vegas del Genil, Ventas de Huelma | Marjal, Regadío, viña | 25 Varas | | | 625 | 436 |
| Aldeira | Fanega s. Riego de vega | 242 Pasos | | | 3.660 | 2.556 |
| Aldeira | Fanega Riego | 322 Pasos | | | 6.480 | 4.525 |

| | | | | | | | |
|--|------------|----------------|--------------------------|-----------|-------|---------|---------|
| Aldeira | Fanega s . | Secano | 484 Pasos | | | 14.641 | 10.223 |
| Aldeire | Fanega s. | Secano | 582 Pasos | | | 21.170 | 14.781 |
| Algarinejo, Huétor Tajar, Loja, Salar | Fanega | Secano | La cabida de Loja | 600,00 | 3,666 | 8.066 | 5.636 |
| Algarinejo, Huétor Tajar, Loja, Montefrío, Salar, Villanueva de Mesia | Aranzada | Riego, olivar | | 400,00 | 3,666 | 5.378 | 3.758 |
| Alhama de Granada, Arenas del Rey, Cacín, Jayena | Fanega | | 12 Celms. | 666,66 | 3,666 | 8.963 | 6.262 |
| Alicún de Ortega | Celemín | | 18x10 Va | | | 180 | 126 |
| Alicún de Ortega, Jerez del Marquesado | Fanega | | 15 Celms. | | | 2.700 | 1.890 |
| Almuñecar | Obrada | Secano, viña. | 500 Hoyos a 4 pasos | | | 8.000 | 5.590 |
| . Mecina Bombarón (Alpujarra de la Sierra), Bérchules, .Laroles y .Picena (Nevada), Puebla de Don Fadrique, .Cherín (Ujívar) | Celemín | Vega | | | | 392 | 274 |
| .Mecina Bombarón (Alpujarra de la Sierra), Bérchules, Dólar, .Laroles y .Picena (Nevada), Puebla de Don Fadrique, .Cherín (Ujívar) | Fanega | Secano | | | | 10.000 | 6.982 |
| .Yegen (Alpujarra de la Sierra), .Mecina Alfahar (Valor) | Celemín | Regadío | | | | 361 | 252 |
| .Yegen (Alpujarra de la Sierra), Orce, .Mecina Alfahar (Valor) | Fanega | Secano | | | | 12.996 | 9.074 |
| Benalúa de las Villas | Fanega | | | 500 y 2/3 | 3,666 | 6.731 | 4.703 |
| Busquistar | Fanega s. | Secano, viña | 250 cepas a 15 pies | | | 62.500 | 43.670 |
| Cádiar | | | 12 Cel 1Cel=100 Varas | | | 7.500 | 5.240 |
| . Yator (Cádiar) | Fanega | Secano | 12 Cel. 1 Cel= 200 Varas | | | 30.000 | 20.962 |
| . Yátor (Cádiar) | Celemín | Regadío | 100 Varas | | | 625 | 437 |
| Caniles | Fanega s. | Secano trigo | 200 x 100 Pasos | | | 20.808 | 14.539 |
| Caniles | Fanega s. | Secano centeno | 544 x 272 pasos | | | 147.968 | 103.389 |

| | | | | | |
|--|----------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|
| Caniles | Fanega s. Riego 1ª y 2ª | 68 x 34 Pasos | | 2.312 | 1.615 |
| Caniles | Fanega s. Riego 3ª | 70 x 35 Pasos | | 2.450 | 1.712 |
| Cáñar, .Barja | Fanega Viñas | 800 cepas x 15 pies | | 20.000 | 13.975 |
| Cáñar | Fanega Secano | 180 Pasos | | 32.400 | 22.639 |
| Caratunas | Fanega p. Secano | 3 Obradas | | | 5.586 |
| Caratunas | Obrada Viñas | 500 Cepas a 9 pies | | 4.500 | 3.144 |
| Castilléjar | Fanega | 44 Varas | | 1.936 | 1.353 |
| Cortes y Graena | Fanega s Secano | 460 Varas | | 13.225 | 9.241 |
| Dólar, Huéscar, Puebla de Don Fadrique | Fanega Vega | 240 Pasos | | 3.600 | 2.515 |
| Dólar | Fanega Secano | 600 Pasos | | 22.500 | 15.721 |
| Escúzar, Peligros | Fanega Secano | 9 Marjls. | | 6.806 | 4.755 |
| Ferreir | Fanega Vega | 213 Var. | | 2.853 | 1.994 |
| Ferreira | Fanega Campo | 320 Var. | | 6.400 | 4.472 |
| Ferreira | Fanega Secano | 426 Var. | | 11.342 | 7.925 |
| . Gabia Grande (Las Ga- bias), Jau (Santa Fe) | Marjal Regadío | Estadal de 110 Varas | 100,00 | 756 | 528 |
| Galera | Fanega | 65 Pasos, 12 Cel. | | 4.225 | 2.952 |
| Gor | Fanega p. Riego 1ª | 49 Varas | | 2.401 | 1.678 |
| Gor, Huescar | Fanega p. Riego 2ª y 3ª | 55 Varas | | 3.025 | 2.114 |
| Gor | Fanega p. Secano 2 años | 90 Varas | | 8.100 | 5.660 |
| GRANADA | Marjal Riego | 27 Varas, 100 Est. | | 729 | 509 |
| GRANADA | Fanega Secano | 243 Var. 12 Cel. 9 Marj. | | | |
| Guadix | Fanega Riego | | | 3.361 | 2.248 |
| Guadix, | Fanega Secano | | | 6.722 | 4.697 |
| . Guájjar Alto (Los Gua- járes) | Fanega p. | 290 Var. | | 5.256 | 3.673 |
| . Guájjar Alto (Los Gua- járes) | Obrada Viñas | 4 Cel. | | 1.752 | 1.224 |
| . Guájjar Faragüit, . Guájjar Fondón (Los Guájares) | Obrada | 3 Cel., 500 cepas | | 1.406 | 983 |
| Gualchos, . Pataura (Mo- tril) | Obrada Viñas | | | 2.920 | 2.040 |

| | | | | | |
|--|----------------------|----------------------|--------|---------|---------|
| Gualchos, . Pataura (Motril) | Fanega | | | 8.760 | 6.120 |
| Huéneja | Fanega Secano | 900 Pasos | | 50.625 | 35.373 |
| Huéneja | Fanega Campo | 500 Pasos | | 15.625 | 10.918 |
| Íllora | Fanega | 700 Var. | | 30.625 | 21.399 |
| Ítrabo | Obrada Viñas | 750 Cepas, a 9 pies | | 6.750 | 4.716 |
| Lacalahorra | Fanega Secano | 528 Var. | | 17.424 | 12.175 |
| Lacalahorra | Fanega Regadío | 264 Var. | | 4.356 | 3.043 |
| Lanteira, Orce | Fanega | 12 Cel. | | 4.900 | 3.424 |
| Molvízar | Obrada Viñas | 4 Cel., 700 cep. | | 1.875 | 1.310 |
| Montefrío, Motril, Villanueva de Mesía | Fanega Secano | | 500,00 | 3,666 | |
| Orce | Fanega s. Regadío 1ª | 57 Pasos | | 3.249 | 2.270 |
| Orce | Fanega s. Secano 1ª | 200 Pasos | | 40.000 | 27.949 |
| Orce | Fanega s. Secano 2ª | 300 Pasos | | 90.000 | 62.886 |
| Orce | Fanega s. Secano 3ª | 400 Pasos | | 160.000 | 111.797 |
| Soportújar | Fanega s. | 2.000 cepas a 9 pies | | 18.000 | 12.577 |
| Ujívar | Fanega Secano | 1.400 Varas | | 122.500 | 85.594 |
| . Cherín (Ujívar) | Obrada Viñas | ½ Fg. | | 5.000 | 3.493 |
| . Jorairátar (Ujívar) | Celemín Regad. | 120 Var. | | 900 | 629 |
| . Jorairátar (Ujívar) | Celemín Secano | 180 Var. | | 2.025 | 1.415 |
| . Nechite (Valor) | Celemín Vega | 60 Var. | | 225 | 157 |
| . Nechite (Valor) | Celemín Secano | 90 Var. | | 506 | 354 |

PROVINCIA DE HUELVA

Las medidas que aparecen en las Respuestas de esta provincia son: Fanega, fanega p., aranzada, huebra y peonada.

| Municipio actual | Nombre y uso de la medida | Dicen que tiene | Estad. Cuadr. | Varas por est. | Varas cuads. | Metros cuad. |
|---|---------------------------|------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|
| Almonte, Beas, Berrocal, Bollullos del Condado, Bonares, .Desp. de Garrochena y .Desp. de Gatos (Chucena), Escacena del Campo, Hinojos, Lucena del Puerto, Manzanilla, Niebla, La Palma del Condado, Paterna del Campo, Rociana, Villalva del Alcor, Villarrasa | Fanega | 12 Almudes | 500,00 | 4,125 | 8.508 | 5.945 |
| Aracena | Fanega p. Sembradura | 2 Fg. de Sevilla | 1.000,00 | 4,125 | 17.016 | 11.889 |

| | | | | | | |
|--|-----------------------------|------------------|----------|-------|--------|--------|
| Aracena | Fanega p. Barb. y roz | 4 Fg. de Sevilla | 2.000,00 | 4,125 | 34.031 | 23.779 |
| Arromolinos de León, Cañaverla de León | Fanega p. | 100 Varas | | | 10.000 | 6.987 |
| Chucena, Paterna del Campo, Villalba del Alcor | Aranzada | | 400,00 | 4,125 | 6.806 | 4.756 |
| Galaroza | Huebras Castaños y frutales | 6H= 1 Fg. | | | | |
| Gibraleón | Fanega p. | | 2.000,00 | 1.875 | 7.031 | 4.913 |
| HUELVA | Fanega | 67,5 Varas | | | 4.756 | 3.184 |
| Moguer, Palos, San Juan del Puerto, Trigueros | Fanega | | 1.500,00 | 1,871 | 5.251 | 3.669 |

PROVINCIA DE JAÉN

La provincia de Jaén es la más uniforme en cuanto a las medidas que aparecen en las Respuestas, se limitan a fanega y fanega p.

| Municipio actual | Nombre de la medida | Dicen que tiene | Estad. Cuadr. | Varas por estatal | Varas cuadr. | Metros cuadr. |
|--|---------------------|-----------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|
| Albanchez de Úbeda, Baeza, Bedmar-Garciez, Begijar, Cabra de Sto. Cristo, Cambil, Campillo de Arenas, Canena, Cárcheles, Cazorla, Hinojares, Huelma, Ibros, La Iruela, Iznatoraf, Jódar, Lupión, Navas de San Juan, Noalejo, Pozo Alcón, Quesada, Rus, Sabiote, Santo Tomé, Sorihuela del Guadalimar, Torreperogil, Úbeda, Valdepeñas de Jaén, Villacarrillo, Villanueva del Arzobispo, .Mármol (Villarodrigo) | Fanega | | 500,00 | 3,666 | 6.722 | 4.697 |
| Alcalá la Real, Castillo de Locubín | Fanega | 12 Cel. | 400,00 | 3,571 | 5.102 | 3.565 |
| Alcaudete | Fanega | 12 Cel. | 480,00 | 3,666 | 6.453 | 4.509 |
| Andujar, Arjona, Arjonilla, Bailén, Higuera de Arjona, , Higuera de Calatrava, Jamilena, Lopera, Marmolejo, Martos, Porcuna, Santiago de Calatrava, Torredonjimeno, Villanueva de la Reina | Fanega | 12 Cel. | 480,00 | 4,125 | 8.168 | 5.707 |
| Baeza, Bedmar-Garciez, Begijar, Cabra de Sto. Cristo, Canena, Ibros, Torreperogil, Úbeda, Villacarrillo | Fanega | | 435,00 | 3,666 | 5.848 | 4.086 |

| | | | | | | |
|---|-----------|---------------------|--------|-------|--------|-------|
| Baños de la Encina | Fanega | | 402,00 | 4,125 | 6.480 | 4.815 |
| Benatae, Génave, Hornos, Orquera, Segura de la Sierra, Torres de Albánchez, Villarodrigo | Fanega | 100 Varas | | | 10.000 | 6.987 |
| Castellar de Santisteban | Fanega | | 375,00 | 3,666 | 5.042 | 3.523 |
| Cazalilla, Escañuela, Espeluy, Fuerte del Rey, La Guardia de Jaén, JAÉN, Jimena, Mancha Real, Mengibar, Pegalajar, Torre del Campo, Vilches, Villardompardo, Los Villares, Villargordo y Torrequebradilla (Villatorres) | Fanega | 12 Cel. | 666,66 | 3,666 | 8.963 | 6.262 |
| Chiclana del Segura | Fanega p. | 90 Varas | | | 8.100 | 5.660 |
| Jabalquinto | Fanega | | 360,00 | 4,125 | 6.126 | 4.280 |
| Linares | Fanega | 12 Cel de 30 Estad. | 360,00 | 4,000 | 5.760 | 4.025 |
| Siles | Fanega | 98 Varas | | | 9.604 | 6.711 |

PROVINCIA DE MÁLAGA

Las medidas que aparecen en las Respuestas correspondientes a la provincia de Málaga son: Fanega, fanega p., aranzada, obrada y marjal.

| Municipio actual | Nombre y uso de la medida | Dicen que tiene | Estad. cuadr. | Varas por est. | Varas cuadr. | Metros cuadr. |
|--|-----------------------------------|---------------------|---------------|----------------|--------------|---------------|
| Alameda, Sierra de Yeguas | Fanega | | 573,00 | 4,000 | 9.168 | 6.406 |
| Alameda, Antequera y . Bobadilla, Sierra de Yeguas | Aranzada Huerta, viñas y olivares | | 400,00 | 4,000 | 6.400 | 4.472 |
| Alfarnatejo | Fanega | 75 Pasos | | | 5.625 | 3.930 |
| Algarrobo | Marjal | | | | 450 | 314 |
| Alozaina | Fanega | 70 Varas | | | 4.900 | 3.421 |
| Antequera y .Bobadilla | Fanega | | 572,00 | 4,000 | 9.152 | 6.390 |
| Archez, .Daimalos (Arenas) Iznate, Nerja, Sayalonga y . Corumbela, Sedella | Obrada Viñas | 500 cepas a 10 pies | | | 5.556 | 3.879 |
| Archez | Fanega Sembradura | 2,5 Obr. | | | 13.889 | 9.689 |
| Archidona, Villanueva de Tapia | Fanega Encinar, secano y campiña | | 666,66 | 3,666 | 8.963 | 6.262 |
| Archidona | Aranzada Huertos, olivares y viña | | 400,00 | 3,666 | 5.378 | 3.758 |
| Ardales | Fanega | | 460,00 | 4,333 | 8.638 | 6.036 |
| Ardales | Aranzada Viñas | | 400,00 | 4,333 | 7.511 | 5.248 |

| | | | | | | |
|--|----------------------------------|-------------------------|--------|-------|--------|--------|
| . Daímalos (Arenas), . . .Corumbela (Sayalonga), Sedella | Fanega Sembradura | 4 Obr. | | | 22.222 | 15.527 |
| Benamargosa, . Partido de las Rozas (El Borge) | Faenga Regadío y secano | 12 Cel de 25 varas | | | 7.500 | 5.241 |
| Borge, El | Obrada Cepas 700 | | | | 7.777 | 5.434 |
| Campillos, . Despoblado de Ortegícar (Cútar), Teba | Fanega | | 666,66 | 3,625 | 8.760 | 6.121 |
| Campillos, Montejaque | Aranzada Olivar, viña | | 500,00 | 3,625 | 6.570 | 4.591 |
| Canillas de Aceituno | Obrada Cepas 500 | | | | 6.722 | 4.697 |
| Cañete la Real | Fanega | | 574,00 | 4,000 | 9.184 | 6.417 |
| Cañete la Real | Aranzada | | 430,00 | 4,000 | 6.880 | 4.807 |
| Casabermeja | Obrada Viñas | 1 Fanega | | | 8.066 | 5.636 |
| Casabermeja, Colmenar, Riorogordo | Fanega Secano | | 600,00 | 3,666 | 8.066 | 5.636 |
| Coín, MÁLAGA | Fanega | | 540,00 | 4,000 | 8.640 | 6.037 |
| Cortes de la Frontera | Aranzada Viñas | 400Cepas a 1 vara | | | 400 | 279 |
| Cortes de la Frontera | Fanega | 1 Aranz. | | | 400 | 279 |
| Macharaviaya, Pizarra | Obrada Cepas 500 | | | | 2.500 | 1.747 |
| Monda | Fanega p. | 110,00 | | | 12.100 | 8.455 |
| Nerja | Fanega Secano | 540 Vars o 12 Mar de 45 | | | 24.300 | 16.979 |
| Nerja | Marjal Regadío | 45,00 | | | 2.025 | 1.415 |
| . Maro (Nerja) | Marjal | 25,00 | | | 625 | 437 |
| Sayalonga | Fanega | Fg. = 2 Obradas | | | 11.111 | 7.764 |
| Tolox | Fanega p. | 400 Pies | | | 17.778 | 12.422 |
| Vélez-Málaga | Fanega Regadío de siembra y hta. | 193 Var. | | | 2.328 | 1.627 |
| Vélez-Málaga | Obrada Viñas | 1.500 Varas | | | 1.500 | 1.048 |



PROVINCIA DE SEVILLA

Las medidas que aparecen en las Respuestas correspondientes a la provincia de Sevilla son: Aranzada, fanega y fanega sembradura.

| Municipio actual | Nombre y uso de la medida | Dicen que tiene | Estad. cuadr. | Varas por estatal | Varas cuadr. | Metros cuadr. |
|--|------------------------------------|-----------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|
| Aguadulce, Arahál, Badolatosá, Las Cabezas de San Juan, La Campana, Casariche, Écija, Estepa, .Desp. Monclava (Fuentes), Gilena, Herrera, Lora de Estepa, Marinaleda, Osuna, Pedrera, Puebla de Cazalla, La Roda de Andalucía | Aranzada Huertas, Viñas, Olivares. | | 400,00 | 4,000 | 6.400 | 4.472 |
| Agudulce, Badolatosá, Casariche, Écija, Estepa, Gilena, Herrera, Lora de Estepa, Marinaleda, Pedrera, Pruna, La Roda de Andalucía | Fanega | | 573,00 | 4,000 | 9.168 | 6.406 |
| Alanís, Alcolea del Río, La Campana, Carmona, Cazalla de la Sierra, Constantina, Fuentes de Andalucía y . Desp. de Monclova, Lora del Río, Mairena del Alcor , El Pedroso, Puebla de los Infantes, San Nicolás del Pto, Tocina, Villanueva del Río y Minas, El Viso del Alcor | Fanega Sembradura | | 510,00 | 4,000 | 8.160 | 5.702 |
| Albaida del Aljarafe, Alcalá de Guadaira, Alcalá del Río, Aznalcázar, Aznalcóllar , Benacazón, Burguillos, Las Cabezas de San Juan, Carrión de los Céspedes, Castilleja del Campo, Coria del Río, , El Coronil, Gerena, Guillena, Huévar, Lebrija, Los Molares, Morón de la Frontera, Los Palacios, Pilas, Puebla de los Infantes, Salteras, Sanlúcar la Mayor, Santiponce, SEVILLA, Utrera, Valencina de la Concepción, Villamanrique de la Condesa | Fanega | | 500,00 | 4,125 | 8.508 | 5.945 |

| | | | | | | |
|--|--------------------------------|----------|--------|-------|-------|-------|
| Albaida del Aljarafe, Alcalá de Guadaira, La Algaba, Aznalcázar, Benacazón, Bollullos de la Mitación, Bormujos, Camas, Castilleja de la Cuesta, Castilleja de Guzmán, Coria del Río, El Coronil, Espartinas, Gélves, Gines, Huévar, Lebrija, Mairena del Aljarafe, Los Molares, Morón de la Frontera, Olivares, Los Palacios, Palomares, La Rinconada, Salteras, Sanlúcar la Mayor, Santiponce, SEVILLA, Tomares, Umbrete, Utrera, Valencina de la Concepción, Villamanrique de la Condesa, Villanueva del Ariscal | Aranzada Viñas y olivares | | 400,00 | 4,125 | 6.806 | 4.756 |
| Arahal, El | Fanega | | 520,00 | 4,000 | 8.320 | 5.813 |
| Cantillana | Fanega Sembradura | 1 Aranz. | 500,00 | 4,000 | 8.000 | 5.590 |
| Marchena, Paradas | Fanega | | 510,00 | 4,250 | 9.212 | 6.437 |
| Marchena | Aranzada | | 420,00 | 4,250 | 7.225 | 5.048 |
| Osuna, La Puebla de Cazalla | Fanega | | 574,00 | 4,000 | 9.184 | 6.417 |
| Pedroso El, Puebla de los Infantes La | Aranzada Huerta, Viñas Olivar | | 255,00 | 4,000 | 4.080 | 2.851 |
| Peñaflor | Fanega | 12 Cel. | 666,66 | 3,625 | 8.760 | 6.121 |
| Peñaflor | Aranzada Huerta, Viñas, Olivar | 7,2 Cel. | 400,00 | 3,625 | 5.256 | 3.673 |
| Pruna | Aranzada Viñas, Olivar | 9 Cel. | 49,75 | 4,000 | 6.876 | 4.805 |

En síntesis puede concluirse que en Andalucía, de predominio cultural islámico, se ha podido apreciar cómo la fanega y aranzada aparecen dominantes en la metrología agraria, acompañadas en regadío por marjales y tahúllas, que se orientan inevitablemente al mundo musulmán. En las provincias del antiguo reino de Granada (Almería, Granada y Málaga), junto con las anteriores, aparecen otras medidas como son la obrada y el celemín. Las provincias que comprenden los antiguos reinos de Córdoba y Sevilla son de predominio casi absoluto de la fanega y aranzada. El que fue reino de Jaén está monopolizado por la fanega.

En el Apéndice estadístico de la obra de Ferrer Rodríguez y González Arcas, sintetizado en los cuadros anteriores, se contabilizan, para las ocho provincias andaluzas, 1267 medidas declaradas. En éstas se advierte una clara diferencia entre las provincias que constituían el antiguo Reino de Granada y el resto de Andalucía. En los territorios del Reino

de Granada se advierte una mayor complejidad en su metrología, tanto por la variedad nominal de sus medidas como por su diversidad métrica, pues con una superficie de suelo rústico estimada en 2.659.965 has⁶⁸, que representando menos de la tercera parte de la superficie rústica de Andalucía (8.237.897 has) contienen en sus Respuestas 689 medidas diferentes, lo que significa el 54,38% de la totalidad de éstas.

Seguidamente se procede a una descripción de las principales unidades de medida utilizadas en Andalucía, comenzando por las de menor uso y reseñando las provincias en que son declaradas, su grado de implantación y particularidades de su utilización.

LA OBRADA

Aunque conceptualmente la obrada sea una unidad de carácter funcional, que vendría dada por la superficie de suelo que puede labrar una yunta en una jornada, en la época en que se llevó a efecto el Catastro de Ensenada, en muchos casos, había sido regularizada y sujeta a patrones convencionales. Se aplica para plantaciones de viña y existe una gran variedad en las 78 Respuestas en que aparece, lo más frecuente es una indicación sobre el número de cepas, predominando las de 500, y a veces el marco de plantación en pasos o pies. Se presenta en las provincias de Málaga, Granada y Almería. Las superficies atribuidas oscilan entre las 1406 varas (983 m²) y 8066 varas (5036 m²).

EL CELEMÍN

Como medida superficial, aparece en 29 Respuestas de Andalucía y se declara para cultivos de vega o regadío y excepcionalmente para cultivos de secano, en las provincias de Granada, Almería y Málaga, especialmente en las dos primeras. Su extensión es muy variable, oscilando entre las 98 varas (68 m²) y 2450 varas (1712 m²).

EL MARJAL

Según Vallvé: “Superficie (medida de) hispanoárabe que tenía 40 codos rossasíes de lado (...). Medida de superficie de cien brazas cuadradas o 436,7106 m² que se emplea en algunas zonas de la provincia de Granada. Medida de superficie de la Vega de Granada de 100 estadales cuadrados de 11 palmos y equivale a 528,42 m²”.⁶⁹

Se encuentra en las Respuestas Generales correspondientes a 66 municipios, fundamentalmente de la provincia de Granada, algunos de Málaga (Algarrobo, Frigiliana y Nerja)

⁶⁸ Subdirección General de Estudios y Estadística, *Catastro Inmobiliario Rústico. Estadísticas básicas por municipios. Año 1990*. CGCT, 1991.

⁶⁹ Vallvé Bermejo, J., “El Codo en la España Musulmana”, *Al-Andalus*, Vol. XLI, 1976, pág.353.

y Adra en Almería. Declaran usarlo como medida de tierras de vega o riego y se describen varios tipos de marjal:

1. Cuadrado de 25 varas de lado (436,71 m²) que aparece en 15 Respuestas (Albolote, Atarfe, Cúllar Vega, Chimeneas, Churriana de la Vega, La Malá, Moraleda de Zafayona, Pinos Puente, Pulianas Altas, Pulianas Bajas, Ambroz, Belicena, Purchil y Ácula, todas ellas de la provincia de Granada y Maro en la de Málaga).
2. En algunos casos se documenta un marjal compuesto por un cuadro que tiene 27,5 varas de lado (528,42 m²). Entre éstos, Escúzar y Peligros de la provincia de Granada.
3. La mayoría de las poblaciones en que se documenta el marjal en las Respuestas no aportan datos que permitan determinar su superficie.

LA TAHÚLLA

Para Vallvé: Medida de superficie hispanoárabe que utilizaba una cuerda mayor que la del marjal. Medida de superficie de Murcia y Almería de 1118,2336 m².⁷⁰ En el sistema hispano-musulmán puede definirse como un cuadrado de 60 codos rassasíes de lado.

Según las Respuestas Generales es una medida para tierras de vega o regadío, localizadas en quince poblaciones de la actual provincia de Almería (Alboloduy, Alhabia, Alhama de Almería, Almería, Alsodux, Benahadux, Bentarique, Gádor, Níjar, Pechina, Rioja, Santa Cruz, Santa Fe de Mondújar, Terque y Vera) que lo definen unánimemente como un cuadrado de 40 varas de lado, lo que supone 1600 varas cuadradas o 1117,9794 metros cuadrados.

LA ARANZADA

Aunque semánticamente suele entenderse como *la extensión que alcanza un arado empleado de sol a sol en laborarla*, lo que llevaría a clasificarla en el grupo de las medidas funcionales, la realidad es bien distinta, puesto que analizando la totalidad de las medidas que aparecen en las Respuestas de Andalucía se podría llegar a la conclusión de que la aranzada se nos presenta como la más convencional de todas ellas, puesto que no se ha encontrado ningún caso en que pueda entenderse como medida significativo-funcional. De forma claramente mayoritaria, tanto en el Reino de Granada como en el resto de Andalucía, las declaraciones referidas a la aranzada expresan su composición en varas por estatal y estadales cuadrados, por lo que su superficie resulta conocida en un porcentaje muy superior al de cualquier otra medida.

Es la opinión de Ferrer Rodríguez y González Arcas: “aranzada, a la que hemos encontrado documentada en 167 Libros de Respuestas, de las cuales, sólo en trece está

⁷⁰ Vallvé Bermejo, J. o.c., p.354.

insuficientemente descrita, aunque siempre se aporta algún dato a partir del cual pudiera inferirse su extensión”. Para estos autores “la fanega de 4 tahúllas, 9 marjales o 400 estadales recibe casi siempre en Andalucía, el nombre de aranzada”.⁷¹.

Medida empleada de forma preferente en Andalucía para olivares, viña y huerta. La superficie total de los municipios andaluces en que aparece la aranzada en las Respuestas se ha calculado en 2.300.000 hectáreas⁷², aproximadamente. Esta medida aparece predominantemente en las provincias de: Sevilla, 720.000 ha y 56 municipios; Córdoba, 637.000 ha y 28 municipios; Cádiz, 588.000 ha⁷³ y 28 municipios. Estos datos, ampliados en el siguiente cuadro, indican de forma evidente la concentración territorial de la aranzada en sus diversas modalidades.

| Provincia | Varas/est | Estadales ² | Varas ² | Metros ² | Nº Mun. | Sup(ha) |
|-----------|-----------|------------------------|--------------------|---------------------|---------|---------|
| Cádiz | 4,000 | 400,00 | 6.400 | 4.472 | 21 | 517.333 |
| Córdoba | “ | “ | “ | “ | 1 | 5.251 |
| Sevilla | “ | “ | “ | “ | 17 | 296.699 |
| Cádiz | “ | 425,00 | 6.800 | 4.751 | 2 | 13.637 |
| Cádiz | “ | 430,00 | 6.880 | 4.807 | 2 | 20.018 |
| Sevilla | “ | “ | “ | “ | 1 | 9.834 |
| Sevilla | “ | 255,00 | 4.080 | 2.851 | 2 | 45.693 |
| Cádiz | 4,125 | 400,00 | 6.806 | 4.756 | 3 | 36.937 |
| Sevilla | “ | “ | “ | “ | 34 | 325.003 |
| Córdoba | 3,666 | “ | 5.378 | 3.758 | 5 | 103.001 |
| Córdoba | 3,625 | “ | 5.256 | 3.673 | 22 | 529.028 |
| Sevilla | “ | “ | “ | “ | 1 | 8.075 |
| Sevilla | 4,250 | 420,00 | 7.225 | 5.048 | 1 | 36.388 |

De acuerdo con esta información, la aranzada de 400 estadales cuadrados, y 4 varas por estadal, equivalentes a 6500 varas cuadradas y, en el sistema métrico, 4472 m², es la más utilizada en Andalucía; comprendiendo una extensión de 819.283 ha, concentradas en las provincias de Cádiz (63%) y Sevilla (36%).

LA FANEGA

Dice Corominas⁷⁴ que la primera referencia castellana de la fanega data de 1164 y se encuentra en un documento mozárabe. Como medida agraria ya aparece citada en un documento de 1274 en el que se habla de “12 hanegas sembradura de heredad”⁷⁵.

⁷¹ Ferrer Rodríguez, A y González Arcas, A, ob.cit. págs. 268-271.

⁷² Superficie total de los municipios en que se utiliza.

⁷³ Siempre se utiliza la superficie total de los municipios en que se emplea.

⁷⁴ Corominas, Joan, *Diccionario crítico etimológico de la lengua castellana*, Editorial Gredos, Reimpresión 1954.

⁷⁵ Vallvé Bermejo, J, “Notas de Metrología Hispano-Árabe II, Medidas de Capacidad”, *Al-Andalus*, Vol XLII,

Entre los musulmanes la *faniqa* era una medida de peso, al-Muqaddasi dice que pesaba medio cahíz de 60 libras. En Castilla la fanega designaba medida de capacidad y superficie sin relación metrológica con la anterior.

Se acepta de forma casi unánime que en Castilla la fanega como medida de capacidad precedió a su uso como medida superficial y, para justificarlo, con frecuencia se cita a Luis Besnier: “Las medidas de superficie agraria tienen su origen en las medidas de capacidad y llevan sus mismos nombres”⁷⁶. Siendo muy respetable la opinión de Besnier, no se le halla sustento al prestigio que ha adquirido la frase, puesto que el autor no aporta argumento alguno que la justifique o cita de autoridad en apoyo de su proposición.

Sí es cierto que las citas históricas más antiguas que se conocen se refieren a la fanega como medida de capacidad, así Alfonso X cuando en 1261 prescribe su igualación de pesos y medidas establece: “E por ende tenemos por bien e mandamos que la medida mayor del pan sea el Cafiz Toledano, en que a doze fanega”.⁷⁷

Por otra parte el orden lógico parece confirmar que debió aparecer en primer lugar la fanega de capacidad y después se trasladaría el nombre a la superficie que acogiese en la siembra tal cantidad de grano, la sucesión de hechos en sentido inverso no parece igualmente aceptable. Esto conduce a la siguiente cuestión, que sería admitir la primitiva fanega como medida funcional, de la que posteriormente se pasaría a la fanega convencional.

Por Orden de 26 de enero y Circular del Consejo de 20 de febrero de 1801, en que Carlos IV decreta la *Igualación de Pesos y Medidas para todo el Reino* se establece, entre otras extensas normas:

El estatal para medir las tierras será de quatro varas o doce pies de largo (...).

La fanega de tierra será un quadro de veinticuatro estadales de lado, o tendrá de superficie quinientos setenta y seis estadales cuadrados: esta fanega de tierra se dividirá en doce celemines, y cada celemín de tierra en quatro quartos o quartillos.⁷⁸

Esta es la llamada *fanega de marco real de Castilla* que, según lo expuesto, contendrá 9216 varas cuadradas y 6439,56 metros². Se debe suponer que, siguiendo a esta norma legal de Carlos IV, se produciría una cierta generalización de esta fanega que, con anterioridad a ella y según las fuentes consultadas, inducirían a pensar que podía no estar demasiado extendida. En tal sentido, Felipa Sánchez⁷⁹, en los nueve cuadros de “Medidas de Superficie Tradicionales y sus Equivalencias con el Sistema Métrico Decimal”, únicamente recoge esta fanega de 576 estadales y 9216 varas cuadradas en La Mancha. En el Apéndice estadístico de la obra de Ferrer Rodríguez y González Arcas⁸⁰, de todos los municipios andaluces, sólo aparece en diez de la provincia de Córdoba.

⁷⁶ Besnier Romero, Luis, *Medidas y Pesos Agrarios*, Ministerio de Agricultura, Madrid, 1964.

⁷⁷ Vallvé Bermejo, Joaquín, ob. cit., pág. 64.

⁷⁸ *Ibidem*, pág. 72.

⁷⁹ Sánchez Salazar, ob. cit. págs.472-480.

⁸⁰ Ferrer Rodríguez, A y González Arcas, A, ob. cit., págs. 309-361.

En sentido contrario a la última cita, Matheo Sánchez Villajos, *alarife* de Madrid, coetáneo con el Catastro de Ensenada y autor de una obra de agrimensura, que ha sido citado anteriormente, da un tratamiento enfático a la fanega de marco real, nombrando a ésta *universal*. Textualmente inicia así el capítulo IV de su obra⁸¹:

ANEGA DE MARCO REAL

El medio entre todos, sin que produzca quebrados, una anega de marco real universal es 576 estadales, un celemin 48 estadales, y un quartillo 12 estadales.

La diversidad de fanegas en los territorios del antiguo reino de Castilla es amplísima y en Andalucía donde, por su inclinación, se focaliza este trabajo es asimismo la medida tradicional de superficie agraria más empleada, hasta el punto que, de las 798 Respuestas consultadas, se documenta como medida principal –y con frecuencia única- en 767 ocasiones.

Anteriormente se ha acordado la existencia inicial de una fanega funcional de la que se pasaría posteriormente a la convencional, sin perjuicio de la coexistencia de ambas. Habrá que distinguir, por tanto, dos tipos de fanegas:

1. La fanega funcional, conocida como *fanega de puño* o *sembradura*. Forma de medir la tierra por la cantidad de grano consumido. En tierras de mejor calidad la fanega era más pequeña que en tierras peores.
2. La fanega convencional o *fanega de cuerda*. Que toma su nombre del elemento instrumental que se utiliza en su medición. En algunos lugares (Jaén) suele simplificarse el término y se dice simplemente cuerda.

Se analizarán ahora los distintos tipos de fanegas que aparecen en las Respuestas Generales utilizando de nuevo como fuente fundamental a Ferrer Rodríguez y González Arcas:

Fanega de puño o sembradura.

Se documentan por estos autores en 256 descripciones, de las que solo 55 aportan los detalles necesarios para determinar su extensión. Están localizadas en dos sectores: por una parte, la casi totalidad del Andévalo y de la sierra de Huelva y por otra las alineaciones serranas del antiguo reino de Granada.

Para que una fanega pueda ser clasificada como funcional deberá cumplir la condición esencial de que la cabida superficial sea variable pese a usar una misma cantidad de grano en la siembra, de lo contrario habrá que plantearse la duda del auténtico carácter funcional de la medida y se podría estar ante medidas convencionales. Aceptando que el sistema funcional estaba muy extendido y que coexistía con el convencional, dentro del

⁸¹ Sánchez Villajos, Matheo, ob. cit., pág. 29.

territorio dominado por el uso de la fanega de puño o sembradura, se encontrarán fanegas con esta denominación pero que se comportan como funcionales.

En las declaraciones pertenecientes a las actuales provincias de Granada, Almería, Málaga y Huelva es donde aparecen fanegas de puño o sembradura que aportan datos suficientes para determinar su superficie en varas cuadradas y, de éstas, calcular los correspondientes metros cuadrados. La provincia de Granada es donde son más numerosas y, de ella, se tomarán como ejemplo revelador el municipio de Orce, donde la fanega de sembradura de regadío oscila entre las 3249 varas (2270 m²) para el regadío de 1^a clase, hasta las 12.996 varas (9080 m²) para el regadío de 3^a clase; en seco, la 1^a clase tiene 40.000 varas (27.749 m²) y el de 3^a clase 160.000 (111.798 m²).

Estos modelos, en los que la fanega de sembradura presenta un amplio abanico de superficies, con variaciones entre 2270 hasta 111.798 metros cuadrados, que significa multiplicar casi por 50 la primera cantidad, se explican en un municipio, como Orce, suficientemente extenso (31.262 ha), donde se pueden presentar gran diversidad de suelos, tanto en regadío como en seco y que confirmarían el uso de una fanega funcional, que, por definición, presenta cabida variable. Las superficies más frecuentes en regadío se encuentran entre las 2300 y 6400 varas cuadradas; en seco entre 8500 y 20.000 varas cuadradas, aunque, como hemos visto, pueden llegar a las 160.000.

Fanega de cuerda

O convencional se entiende como tal *aquella susceptible de mensura mediante la cuerda, la vara o el estadal* (Felipa Sánchez añade otro instrumento, el palo). Aparecen en 511 descripciones de las Respuestas Generales de Andalucía, de las que 128 carecen de datos que permitan establecer su superficie.

Se hace seguidamente un análisis de la fanega convencional por provincias, comenzando por las correspondientes al antiguo Reino de Granada, que, según se ha visto anteriormente, presentan características comunes distintas de los restantes reinos andaluces. Estudiando el uso que hacen de la fanega de cuerda, se obtiene el siguiente resultado:

En **Almería**, de las 36 medidas distintas reducibles a varas y metros cuadrados, 14 corresponden a fanegas de cuerda diferentes, cuyas superficies oscilan entre las 1122 varas cuadradas (784 m²) de la fanega utilizada para riego en el municipio de Berja hasta las 10.000 varas cuadradas (6987 m²) de la fanega de seco de Presidio (Laujar de Andarax). No se declara en esta provincia ninguna medida en la que se expresen el número de varas por estadal ni los estadales cuadrados que contiene.

Granada es la provincia que presenta una metrología más compleja. En ella se han identificado 69 medidas diferentes que contienen datos de su composición, que permiten reducirlas a varas por estadal y estadales cuadrados y cuyas superficies presentan una gran diversidad, oscilando entre las 1936 varas (1353 m²) de Castilléjar y las 122.500 varas (85.594 m²) de Ujíjar, todas las cuales aparecen en el cuadro anterior correspondiente

a esta provincia, de las que 30 corresponden a fanegas de cuerda, recogiendo en el siguiente cuadro aquéllas de las que se conoce su composición en varas por estatal y estadales cuadrados:

| Varas/est. | Estadales ² | Varas ² | Metros ² | Nº Munic | Sup (ha) |
|------------|------------------------|--------------------|---------------------|----------|----------|
| 3,666 | 500,00 | 6.722 | 4.697 | 4 | 67.165 |
| “ | 500 y 2/3 | 6.731 | 4.703 | 1 | 2.089 |
| “ | 600,00 | 8.066 | 5.636 | 4 | 57.830 |
| “ | 666,66 | 8.963 | 6.262 | 4 | 64.345 |

Málaga mantiene una tónica similar a las dos provincias anteriores. Declara 34 medidas diferentes, de las que estamos denominando reducibles a varas y metros cuadrados, de éstas 15 corresponden a fanegas de cuerda, con superficies que oscilan entre las 400 varas (279 m²) de Cortes de la Frontera, hasta las 24.300 varas (16.979 m²) de la fanega de Nerja. Se describen 6 tipos de fanega de las que se aporta su composición en varas por estatal y estadales cuadrados:

| Varas/est. | Estadales ² | Varas ² | Metros ² | Nº Munic | Sup (ha) |
|------------|------------------------|--------------------|---------------------|----------|----------|
| 4,000 | 540,00 | 8.640 | 6.037 | 2 | 43.837 |
| “ | 572,00 | 9.152 | 6.395 | 1 | 77.436 |
| “ | 573,00 | 9.168 | 6.406 | 2 | 14.912 |
| “ | 574,00 | 9.184 | 6.417 | 1 | 16.264 |
| 3,666 | 600,00 | 8.066 | 5.636 | 3 | 16.488 |
| “ | 666,66 | 8.963 | 6.262 | 2 | 20.676 |

En **Cádiz** se declaran 17 medidas distintas que sean reducibles a varas cuadradas, 10 corresponden a fanegas de cuerda diferentes, 8 de las cuales constan con los datos de varas por estatal y estadales cuadrados:

| Varas/est. | Estadales ² | Varas ² | Metros ² | Nº Munic. | Sup (ha) ⁸² |
|------------|------------------------|--------------------|---------------------|-----------|------------------------|
| 4,000 | 500,00 | 8.000 | 5.590 | 8 | 163.707 |
| “ | 532,00 | 8.512 | 5.948 | 1 | 45.142 |
| “ | 533,66 | 8.539 | 5.966 | 1 | 51.255 |
| “ | 550,00 | 8.800 | 6.149 | 1 | 33.017 |
| “ | 564,00 | 9.024 | 6.305 | 1 | 1.694 |
| “ | 574,00 | 9.184 | 6.417 | 1 | 18.324 |
| “ | 800,00 | 12.800 | 8.942 | 1 | 33.017 |
| 4,125 | 500,00 | 8.508 | 5.945 | 3 | 36.937 |

En las Respuestas correspondientes a la provincia de **Córdoba** aparecen 12 medidas distintas, 5 se refieren a fanegas de cuerda, todas las cuales contienen datos de varas por estatal y estadales cuadrados:

⁸² Se expresa la suma de las superficies totales de los términos municipales en que se hace uso de esta medida.

| Varas/est. | Estadales² | Varas² | Metros² | Nº Munic. | Sup(ha) |
|-------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|----------------|
| 4,000 | 572,00 | 9.152 | 6.395 | 1 | 5.251 |
| “ | 576,00 ⁸³ | 9.216 | 6.439 | 10 | 224.255 |
| 3,666 | 480,00 | 6.453 | 4.509 | 3 | 36.707 |
| “ | 666,66 | 8.963 | 6.262 | 6 | 98.358 |
| 3,625 | 666,66 | 8.760 | 6.121 | 33 | 701.164 |

La provincia de **Huelva** aporta en las Respuestas 8 medidas diferentes reducibles a varas cuadradas, de las que 2 se declaran como fanegas de cuerda, constando varas por estatal y estadales cuadrados:

| Varas/est. | Estadales² | Varas² | Metros² | Nº Munic. | Sup(ha) |
|-------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|----------------|
| 4,125 | 500,00 | 8.508 | 5.945 | 16 | 234.621 |
| 1,871 | 1.500,00 | 5.251 | 3.669 | 4 | 38.676 |

Jaén es una provincia de metrología fácil en cuanto a que sólo utiliza fanegas, se declaran 13 diferentes y 12 de ellas de cuerda, 10 de éstas contienen los datos de varas por estatal y estadales cuadrados:

| Varas/est. | Estadales² | Varas² | Metros² | Nº Munic. | Sup(ha) |
|-------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|----------------|
| 4,000 | 360,00 | 5.760 | 5.760 | 1 | 17.925 |
| 4,125 | 360,00 | 6.126 | 4.280 | 1 | 6.985 |
| “ | 402,00 | 6.480 | 4.815 | 1 | 37.824 |
| “ | 480,00 | 8.168 | 5.707 | 14 | 229.517 |
| 3,666 | 375,00 | 5.042 | 3.523 | 1 | 14.376 |
| “ | 435,00 | 5.848 | 4.086 | 9 | 128.291 |
| “ | 480,00 | 6.453 | 4.509 | 1 | 23.311 |
| “ | 500,00 | 6.722 | 4.697 | 31 | 393.910 |
| “ | 666,66 | 8.963 | 6.262 | 15 | 145.282 |
| 3,571 | 400,00 | 5.102 | 3.565 | 2 | 36.059 |

En la provincia de **Sevilla** se declaran 14 medidas diferentes (fanegas y aranzadas), 8 son fanegas, de ellas 7 de cuerda con datos de varas por estatal y estadales cuadrados:

| Varas/est. | Estadales² | Varas² | Metros² | Nº Munic. | Sup(ha) |
|-------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|----------------|
| 4,000 | 510,00 | 8.160 | 5.702 | 15 | 335.973 |
| “ | 520,00 | 8.320 | 5.813 | 1 | 19.692 |
| “ | 573,00 | 9.168 | 6.406 | 12 | 162.889 |
| “ | 574,00 | 9.184 | 6.417 | 2 | 74.800 |
| 4,125 | 500,00 | 8.508 | 5.945 | 28 | 399.042 |
| 3,625 | 666,66 | 8.760 | 6.121 | 1 | 8.075 |
| 4,250 | 510,00 | 9.212 | 6.437 | 2 | 47.265 |

⁸³ No constan, pero se estiman por el número de varas cuadradas que contiene.

No se debe finalizar este amplio capítulo dedicado a analizar los datos contenidos en las respuestas a la novena pregunta del Catastro de Ensenada en Andalucía sin mencionar otras medidas que aparecen de forma muy poco frecuente y, en algunos casos, de modo testimonial. Éstas serían: en el municipio de Galaroza (Huelva) la *huebra*, utilizada en castaños y frutales y la *peonada* en viñas; en Málaga, aparecen las *hoces de poda*, preferentemente para viña, en los municipios de Algotocín, Atajate, Cartájima, Casares y Manilva, la *peonada* en Atajate y *peones de corte* en Cartájima, ambas para zumaque⁸⁴ y el *almud*, en Canillas de Albaida, Iznate, Parante y Pujerra. Ninguna de estas medidas son traducibles a varas cuadradas ni, consecuentemente, a metros cuadrados.

3. LAS MEDIDAS TRADICIONALES EN EL CATASTRO CONTEMPORÁNEO

Hasta que en época muy reciente, y por causas que han sido comentadas en la introducción de esta obra, puede decirse que el sistema métrico decimal prácticamente se ha implantado de forma plena en el agro español, los agricultores continuaban utilizando y entendiéndose para sus transacciones de tierras y operaciones agrícolas en las medidas tradicionales del lugar.

Como ejemplo del grado de instauración de estas medidas tradicionales puede verse la Real Orden de 25 de junio de 1914, por la que el Ministerio de Hacienda dicta Instrucciones de Servicio para los trabajos catastrales, que sirvieron de guía para su realización durante bastantes décadas a partir de esa fecha. El punto 18 de éstas dice:

La característica geométrica de magnitud, ó sea la extensión (...) Su anotación literal (...) se hará en las libretas como consecuencia del aforo superficial (...) Estos aforos (...) *deberán anotarse en las unidades agrarias locales.*

Puede sorprender que sesenta y cinco años después de la implantación legal en España del sistema métrico decimal, por Ley de 19 de julio de 1849, el Catastro siguiera haciendo oficialmente uso de las medidas agrarias tradicionales, pero los hechos eran así y lo siguieron siendo durante mucho tiempo. Por esta causa y para entender y atender correctamente a los agricultores, los funcionarios de las oficinas provinciales del Catastro se veían precisados a conocer las distintas unidades de medida utilizadas en sus demarcaciones y las correspondientes equivalencias con el sistema métrico decimal.

Se reproducen las tablas utilizadas a estos efectos en los Catastros de Rústica de algunas provincias andaluzas:

⁸⁴ Zumaque: Arbusto anacardiáceo que se emplea como curtiente por el mucho tanino que contiene (Dice. María Moliner).

CÁDIZ

Se utilizan las siguientes fanegas:

| Superficie m ² | Términos municipales |
|---------------------------|---|
| 6446 | Espera |
| 6440 | Alcalá del Valle Algodonales Benaocaz Bosque,El Gastor, El Grazalema Olvera Puerto Serrano Torre-Alhaquime Ubrique Zahara |
| 6439 | San Roque Villaluenga del Rosario |
| 6400 | Castellar de la Frontera Linea de la Concepción |
| 5963 | Alcalá de los Gazules Algar Arcos de la Fra. |
| 5962 | Prado del Rey |
| 5959 | Barrios, Los Bornos Villamartín |
| 5366 | Tarifa Vejer de la Frontera |



JAÉN

La única medida agraria tradicional utilizada es la fanega que, en algunos casos, también se denomina cuerda.

| Municipios | Superf. (m ²) | Municipios | Superf. (m ²) |
|--------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|
| Albanchez de Úbeda | 4.697 | Alcalá la Real | 3.566 |
| Alcaudete | 4.509 | Aldeaquemada | 6.440 |
| Andújar | 5.709 | Arjona | 5.709 |
| Arjonilla | 5.709 | Arquillos | 6.440 |
| Baeza | 4.697 | Bailén | 5.703 |
| Baños de la Encina | 4.192 | Beas de Segura | 6.440 |
| Bedmar | 4.697 | Begíjar | 4.697 |
| Bélmez de la Moraleda | 4.697 | Benatae | 6.440 |
| Cabra de Santo Cristo | 4.697 | Cambil | 6.263 |
| Campillo de Arenas | 4.697 | Canena | 4.697 |
| Carboneros | 6.400 | Carchel | 6.263 |
| Carchelejo | 6.247 | Carolina, La | 6.440 |
| Castellar de Santisteban | 6.440 | Castillo de Locubín | 3.566 |
| Cazalilla | 6.263 | Cazorla | 4.697 |
| Chiclana de Segura | 6.440 | Chilluévar | 4.697 |
| Escañuela | 6.263 | Espelúy | 6.440 |
| Frailes | 3.566 | Fuensanta de Martos | 5.702 |
| Fuerte del Rey | 6.263 | Garcéz | 6.263 |
| Génave | 6.440 | Guardia de Jaén, La | 6.263 |
| Guarromán | 6.440 | Higuera de Arjona | 5.709 |
| Higuera de Calatrava | 5.709 | Hinojares | 4.697 |
| Hornos | 6.440 | Huelma | 4.697 |
| Huesa | 4.697 | Ibros | 4.697 |
| Iruela, La | 4.697 | Iznatoraf | 4.392 |
| Jaén | 6.263 | Jabalquinto | 4.254 |
| Jamilena | 5.702 | Jimena | 4.697 |
| Jódar | 4.697 | Larva | 4.697 |
| Linares | 4.025 | Lopera | 5.709 |
| Lupión | 4.697 | Mancha Real | 6.263 |
| Marmolejo | 5.709 | Martos | 5.702 |
| Mengíbar | 6.263 | Montizón | 6.440 |

| Municipios | Superf. (m ²) | Municipios | Superf. (m ²) |
|------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Navas de San Juan | 6.440 | Noalejo | 4.697 |
| Orcera | 6.440 | Pegalajar | 6.263 |
| Peal de Becerro | 4.697 | Pontones | 6.440 |
| Porcuna | 5.707 | Pozo Alcón | 5.050 |
| Puente de Génave | 6.440 | Puerta de Segura, La | 6.440 |
| Quesada | 4.697 | Rus | 4.697 |
| Sabiote | 4.087 | Santa Elena | 6.440 |
| Santiago de Calatrava | 5.707 | Santiago de la Espada | 6.444 |
| Santisteban del Puerto | 6.440 | Santo Tomé | 4.697 |
| Segura de la Sierra | 6.440 | Siles | 6.440 |
| Solera | 4.697 | Sorihuela del Guadal. | 4.086 |
| Torreblascopedro | 4.697 | Torredelcampo | 6.263 |
| Torredonjimeno | 5.707 | Torreperogil | 4.697 |
| Torrequebradilla | 6.263 | Torres | 4.697 |
| Torres de Albalánchez | 6.440 | Úbeda | 4.087 |
| Valdepeñas de Jaén | 5.600 | Vilches | 6.440 |
| Villacarrillo | 4.697 | Villanueva del Arzob. | 4.697 |
| Villanueva de la Reina | 5.709 | Villardompardo | 6.263 |
| Villares, Los | 6.263 | Villargordo | 6.263 |
| Villarodrigo | 6.440 | | |

CÓRDOBA

| Municipios | Medidas | Equivalencia (m ²) |
|----------------------|-------------------|--------------------------------|
| Baena | Fanega | 6.121,22 |
| Belalcázar | Fanega marco real | 6.440,00 |
| Benamejí | Fanega | 6.440,00 |
| Blázquez, Los | Fanega | 6.440,00 |
| Cabra | Fanega | 6.262,00 |
| Cabra | Fanega | 3.757,00 |
| Cabra | Estacal | 11,18 |
| Cañete de las Torres | Fanega | 6.121,00 |
| Cañete de las Torres | Taza | 31,88 |
| Carcabuey | Fanega | 4.510,00 |
| Carlota, La | Fanega | 6.621,00 |



| Municipios | Medidas | Equivalencia (m ²) |
|------------------|--------------------|--------------------------------|
| Carlota, La | Almud | 3.310,50 |
| Carpio, El | Fanega | 6.121,00 |
| Castro del Río | Fanega | 6.121,00 |
| Conquista | Fanega | 6.440,00 |
| Córdoba | Fanega | 6.121,00 |
| Doña Mencía | Fanega | 6.121,00 |
| Dos Torres | Fanega | 6.444,00 |
| Espejo | Fanega | 6.121,00 |
| Espiel | Fanega | 6.450,00 |
| Fernan Núñez | Fanega | 6.121,22 |
| Fernan Núñez | Aranzada | 3.672,73 |
| Fuente la Lancha | Fanega de Castilla | 6.440,00 |
| Fuente Palmera | Fanega | 6.121,00 |
| Fuente Palmera | Aranzada | 3.672,00 |
| Fuente Tojar | Fanega | 4.510,00 |
| Granjuela, La | Fanega | 6.440,00 |
| Hinojosa | Fanega de Castilla | 6.440,00 |
| Hornachuelos | Fanega | 6.121,00 |
| Iznájar | Fanega | 6.220,00 |
| Iznájar | Aranzada | 3.757,00 |
| Iznájar | Almud | 521,00 |
| Luque | Fanega | 6.121,00 |
| Montalbán | Fanega | 6.121,00 |
| Montemayor | Fanega | 6.121,00 |
| Montilla | Fanega | 6.122,00 |
| Montilla | Octavo | 63,00 |
| Montoro | Fanega | 6.121,00 |
| Monturque | Fanega | 6.121,00 |
| Monturque | Aranzada | 3.600,00 |
| Moriles | Fanega | 6.121,00 |
| Moriles | Aranzada | 3.672,00 |
| Nueva Carteya | Fanega | 6.121,00 |
| Palma del Río | Fanega o cuerda | 6.121,00 |
| Palma del Río | Aranzada | 3.672,00 |
| Palma del Río | Vara | 84,00 |
| Pedro Abad | Fanega | 6.121,00 |

| Municipios | Medidas | Equivalencia (m ²) |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Pedroche | Fanega marco real de Castilla | 6.440,00 |
| Posadas | Fanega | 6.121,00 |
| Pozoblanco | Fanega | 6.440,00 |
| Priego de Córdoba | Fanega | 4.510,00 |
| Puente Genil | Fanega, margen derecha del Genil | 6.121,00 |
| Puente Genil | Aranzada, margen derecha del Genil | 3.672,00 |
| Puente Genil | Fanega, margen izquierda del Genil | 6.440,00 |
| Puente Genil | Aranzada, margen izquierda del Genil | 4.472,00 |
| Rambla, La | Fanega | 6.121,00 |
| Rambla, La | Aranzada | 3.672,00 |
| San Sebastián Ballesteros | Fanega | 6.121,00 |
| Santaella | Fanega | 6.121,00 |
| Santaella | Aranzada | 3.620,00 |
| Santa Eufemia | Fanega | 6.440,00 |
| Torrecampo | Fanega o cuerda | 6.440,00 |
| Valenzuela | Fanega | 6.121,00 |
| Valsequillo | Fanega | 6.440,00 |
| Villafranca | Fanega | 6.121,00 |
| Villanueva del Duque | Fanega | 6.440,00 |
| Villaralto | Fanega | 6.439,00 |
| Villaviciosa | Fanega | 6.440,00 |
| Viso, El | Fanega | 6.640,00 |
| Zuheros | Fanega | 6.400,00 |

SEVILLA

| PARTIDO JUDICIAL NÚM. 1 | | SEVILLA |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Municipio | Aranzada (m ²) | Fanega (m ²) |
| Alcalá del Río | 4.756 | 5.945 |
| Algaba, La | 4.756 | 5.945 |
| Almensilla | 4.756 | 5.946 |
| Bollullos de la Mitación | 4.750 | |
| Bormujos | 4.755 | 6.065 |
| Brenes | 4.756 | 5.945 |
| Burguillos | 4.800 | |



| | | |
|-----------------------------|-------|-----------------------------------|
| Camas | 4.755 | |
| Castilblanco de los Arroyos | | 5.945 |
| Castilleja de Guzmán | 4.755 | 5.944 |
| Castilleja de la Cuesta | 4.755 | |
| Coria del Río | 4.756 | |
| Garrobo, El | | 6.440 |
| Gélves | 4.756 | |
| Gerena | | 6.244 |
| Gines | 4.957 | |
| Guillena | 4.755 | 5.944 |
| Mairena del Aljarafe | 7.302 | aranzada de olivar de 60 pies. |
| Mairena del Aljarafe | 4.868 | aranzada de tierra calma. |
| Puebla del Río, La | 4.756 | 5.944 |
| Rinconada, La | 4.470 | 6.450 |
| San Juan de Aznalfarache | 4.998 | 6.664 |
| Santiponce | 4.756 | 5.900 |
| Sevilla | | 6.440 |
| Tomares | 4.756 | 5.945 |
| Valencina | 4.755 | 5.944 |

PARTIDO JUDICIAL NÚM. 2

CARMONA

| | | |
|--------------------|------------------------------------|-------|
| Campana, La | 4.400, aranzada de olivar. | |
| Campana, La | 5.702, aranzada de otros cultivos. | |
| Carmona | aranzada casi igual a la fanega | 5.701 |
| Mairena del Alcor | | 6.440 |
| Viso del Alcor, El | 4.755 | 5.702 |

PARTIDO JUDICIAL NÚM. 3

CAZALLA DE LA SIERRA

| | | |
|------------------------|-----------------------------|----------|
| Alanís | 9.660 | 6.440 |
| Almadén de la Plata | | 6.666 |
| Cazalla de la Sierra | aranzada de olivar, 60 pies | 6.450 |
| Constantina | | 6.450 |
| Guadalcanal | 4.300 | 6.440 |
| Navas de la Concepción | | 6.440 |
| Pedroso, El | 4.755,70 | 5.944,70 |
| Real de la Jara | | 6.440 |
| San Nicolás del Puerto | | 6.440 |

| PARTIDO JUDICIAL NÚM. 4 | | ÉCIJA |
|--------------------------------|------------------|---------------|
| Écija | 4.472, de olivar | 6.439, tierra |
| Fuentes de Andalucía | 4.276 | 5.702 |
| Luisana, La | 4.420 | 6.440 |

| PARTIDO JUDICIAL NÚM. 5 | | ESTEPA |
|--------------------------------|----------|---------------|
| Aguadulce | 4.472 | 6.440 |
| Badolatosa | 4.451 | 6.440 |
| Casariche | 4.280 | 6.440 |
| Estepa | 4.472 | 6.439 |
| Gilena | | 6.440 |
| Herrera | 4.833 | 6.440 |
| Lora de Estepa | 4.472 | 6.440 |
| Marinaleda | 4.460 | 6.440 |
| Pedraera | 4.755,70 | 6.440 |
| Roda de Andalucía, La | 4.472 | 6.440 |

| PARTIDO JUDICIAL NÚM. 6 | | LORA DEL RÍO |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------|
| Alcolea del Río | aranzada de 64 pies de olivo | 4.284 |
| Cantillana | 5.946 | 5.946 |
| Lora del Río | 4.552 | 5.702 |
| Peñaflor | | 6.121 |
| Tocina | | 5.702 |
| Villanueva del Río | 4.560 | 5.702 |
| Villaverde del Río | 4.756 | 5.945 |

| PARTIDO JUDICIAL NÚM. 7 | | MARCHENA |
|--------------------------------|-------|-----------------|
| Arahal | 4.472 | 5.813 |
| Marchena | 5.042 | 6.440 |
| Paradas | 4.755 | 5.945 |

| PARTIDO JUDICIAL NÚM. 8 | | MORÓNDELAFRONTERA |
|--------------------------------|-------|--------------------------|
| Algámitas | | 6.440 |
| Coripe | | 5.814 |
| Coronil, El | 4.756 | 5.945 |
| Montellano | 4.472 | 5.814 |
| Morón de la Frontera | 4.471 | 5.814 |
| Pruna | | 6.417 |
| Puebla de Cazalla, La | 4.392 | 6.417 |

| PARTIDO JUDICIAL NÚM. 9 | | OSUNA |
|--------------------------------|-------|--------------|
| Lantejuela, La | 4.472 | 6.440 |
| Martín de la Jara | | 6.417 |
| Osuna | | 6.417 |
| Rubio, El | | 6.417 |
| Saucejo, El | 6.417 | 6.417 |
| Villanueva de San Juan | | 6.417 |

| PARTIDO JUDICIAL NÚM. 10 | | SANLÚCAR LA MAYOR |
|---------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Albaida del Aljarafe | 4.755 | |
| Aznalcázar | 4.756 | 5.944 |
| Aznalcóllar | 4.705 | 5.940 |
| Benacazón | 4.300 | 6.440 |
| Carrión de los Céspedes | 4.200 | 3.333 fga. sembradura. |
| Castilleja del Campo | 6.000 aranz. Olivar | 3.500 fga. de puño. |
| Espartinas | | 6.000 |
| Huévar | 4.756 | 6.440 |
| Olivares | 4.755 | 5.944 |
| Pilas | 4.756 | 7.500 |
| Ronquillo, El | 4.472 | 6.440 |
| Salteras | 4.755 | 5.944 |
| Sanlúcar la Mayor | 4.756 | 5.945 |
| Umbrete | 4.756 | |
| Villamanrique de la Condesa | | 3.333 |
| Villanueva del Ariscal | 4.756 | |

| PARTIDO JUDICIAL NÚM. 11 | | UTRERA |
|---------------------------------|---------------------------|---------------|
| Alcalá de Guadaira | 7.727 | 6.040 |
| Cabezas de San Juan, Las | 4.458 | 5.945 |
| Dos Hermanas | 4.755 | 6.440 |
| Lebrija | 4.472 olivar, viña, hrta. | 5.958 |
| Molares, Los | 5.945 | 5.945 |
| Palacios y Villafranca, Los | | 5.947 |
| Utrera | 4.472 | 5.947 |



IMES.
ESTADAL
DE AGRICULTURA,
O PRACTICA

DEL PRIMER LIBRO DE EUCLIDES,
preciso para medir, aprear, tassar, y conservar
las Heredades del Campo.

LE ESCRIVE

DON MATHEO SANCHEZ Villajos,
Alarife de Madrid, uno de los nones de los
del Consejo para las Tassaciones de las
paros, Agrimensor de Terminos,
pios de dicha Villa, natural
Ltal Villa de Madrid.

LE DEDICÓ

AL MUI ILUSTRE SEÑOR
Raymundo de Herrera Cárdenas

CON PRIVILEGIO

EN MADRID: En la Oficina de ANTONIO MARIN.
Año de 1744.

Se hallará dos puertas mas abaxo del Corral de la Cruz.

Portada del libro de Matheo Sánchez Villajos (Fondo Antiguo, Biblioteca Universidad de Sevilla).

De alto interés, y oportuna en este momento del presente trabajo por ser coetánea (1744) con el Catastro del Marqués de la Ensenada, cuya información sobre medidas agrarias en Andalucía se acaba de analizar en el capítulo anterior y al que puede servir de elemento de comparación, es la obra de Matheo Sánchez. En su capítulo VII, ESTADAL GENERAL, recoge las medidas agrarias, especialmente fanegas, que él nombra *anegas*, de un conjunto de municipios de toda España, expresadas en estadales de 4 varas, al que llama *estadal real o general*. Al autor, *alarife* de Madrid, se debe suponer que debía contar con

⁸⁵ Sánchez Villajos, Matheo, ob. cit., págs. 30-54.



gran experiencia de mediciones en Andalucía, puesto que de 129 municipios de los que describe sus medidas, 72 pertenecen a Andalucía y son las que se reproducen.⁸⁶:

ESTADAL GENERAL

es universal

Este estadal real, ò general se acostumbra en todas las provincias de España, a lo menos por lo que se mide por el Real Fisco de su Magestad: y quando no hai razon, ó no estoviesse en costumbre el medir, como sucede en muchas partes, se debe medir con este estadal de à 4 varas, dandole a la anega el numero, que fuese mejor acuerdo, costumbre, ò el dicho arriba, que es marco real universal de anegas, constando en la declaración del Agrimensor

| | | |
|--|---------|------------------------|
| ... | ... | ... |
| Cazalla, y Cañete la Real con este estadal general de 4 varas, a la anega le dàn | 570 | (6372 m ²) |
| Loja con este estadal general de 4 varas, à la anega le dan | 575 | (6428) |
| Y a lo de Riego | 400 | (4472) |
| Y alli à lo de Riego tambien | 350 | (3913) |
| | | |
| <u>Ossuna</u> , la Roda, <u>la Puebla de Cazalla</u> , y aquellos contornos de este estadal general de 4 varas, à la anega le dàn | 574 | (6417) |
| | | |
| <u>Ecija</u> y sus contornos con este estadal general de 4 varas, à la anega le dàn | 573 | (6406) |
| | | |
| <u>Antequera</u> y sus contornos con este estadal general de 4 varas a la anega le dàn | 572 | (6395) |
| | | |
| <u>Xerèz de la Frontera</u> , Orique (¿Ubrique?) y sus contornos con este estadal general de 4 varas, à la anega le dàn | 533 ½ | (5964) |
| Alli à la aranzada le dàn | 400 | (4472) |
| | | |
| Villa-Luenga, Bornos, Benaucar (¿Benaocaz?) y sus contornos con este estadal general de 4 varas, à la anega le dàn | 533 1/3 | (5964) |
| | | |
| <u>Carmona</u> , <u>Fuentes</u> , <u>la Campana</u> , y sus contornos con este estadal general de 4 varas, à la anega le dàn | 510 | (5702) |
| en Carmona Cebada, Viñas, Olivares, y Arboledas | 400 | (4472) |
| | | |
| Lara de los Membrillos, Moron de la Frontera, <u>el Arahál</u> , y sus contornos con este estadal general de 4 varas, à la anega le dàn... | 520 | (5813) |

⁸⁶ Se expresan los estadales cuadrados de cada unidad y, entre paréntesis, su equivalencia en metros cuadrados. Aparecen subrayados los municipios en los que la superficie de la unidad de medida coincide con la que consta en las Respuestas Generales del Catastro de Ensenada.

| | | |
|---|-------------|---------|
| Medina-Sydonia, y sus contornos con este estadal general de 4 varas, à la anega le dòn | 480 | (5366) |
| Espera, y sus contornos con este estadal general de 4 varas, à la Anega le dòn | 533 | (5959) |
| La Jarquia, y sus contornos con este estadal general de 4 varas a la anega le dòn | 460 | (5143) |
| <u>Gibraltar</u> ⁸⁷ con este estadal general de 4 varas a la anega le dòn | 500 | (5590) |
| En Zamora, y sus contornos, y el Puerto de Santa Maria, y sus Contornos, en tierra de pan para venta, y siega, con este estadal General de 4 varas, a la anega le dòn | 400 | (4472) |
| En el Puerto de Santa Maria, en Malaga y Motril, el margal de Caña dulce se siega a destajo, de este estadal general de 4 varas, El margal es | 84 1/16 | (939,8) |
| En Murcia, y Almeria de este estadal general de 4 varas, la taulla es | ... 177 7/9 | (1987) |
| Cadiz, <u>Ubeda</u> , y Baca (¿Baza?) de este estadal general de 4 varas la anega es | 420 5/36 | (4697) |
| Cordova, <u>Archidona</u> , Velez-Malaga, <u>Cabra</u> , Espejo, Comares, Benamarcota (¿Benamargosa?), el Vocercutal, Granada, <u>Jaén</u> , <u>Lucena</u> , Olvera, <u>Rutie</u> (Rute), y Teve (Teba), de este estadal general de 4 varas la anega es | 56 5/27 | (6262) |
| En Granada, Jaén, Comares, Benamarcota, y el Vocercutal, si es vega, de este estadal general de 4 varas es la anega | 420 5/36 | (4697) |
| <u>Priego</u> , <u>Carcabuey</u> , <u>Alcaudete</u> y Porcuna de este estadal general de 4 varas la anega es | 403 1/3 | (4509) |
| Benalcazar, la Hinojosa y los Pedroches, de este estadal general de 4 varas es la anega | 555 5/9 | (6211) |
| Los Pedroches, Huertas, Olivares y otras cosas, de este estadal general de 4 varas la anega es | 355 5/9 | (3975) |
| <u>Malaga</u> , y Comares de este estadal general de 4 varas la anega es | 539 31/36 | (6036) |

⁸⁷ La medida que asigna a esta fanega se ha comparado con las de San Roque, Algeciras y Los Barrios en las Respuestas del Catastro de Ensenada.

| | | | |
|---|-----|---------|--------|
| Alhama, <u>Aguilar</u> , <u>Baena</u> , <u>Castro del Rio</u> , <u>Corlaza</u> , <u>Campillo</u> , <u>Hernan-Nuñez</u> , <u>Genil</u> , <u>la Puente de Don Gonzalo</u> (¿ambas por Puente-Genil?), <u>la Rambla</u> , <u>Mantilla</u> (Montilla), <u>Monturque</u> , <u>Ronda</u> y <u>Santa Ella</u> , y todos aquellos contornos, de este estadal general de 4 varas es la anega | 547 | 101/192 | (6121) |
| Alhama tambien es | 378 | 1/8 | (4227) |
| <u>Alcala la Real</u> y sus contornos de este estadal general de 4 varas la anega es | 318 | 43/49 | (3565) |
| <u>Martus</u> (Martos) y <u>Santiago</u> , Lugar del Campo de Calatrava, <u>Andujar</u> , <u>Arjona</u> , y <u>Arjonilla</u> , <u>la Higuera</u> , <u>Lopera de Calatrava</u> , de este estadal general de 4 varas es la anega | 510 | 15/32 | (5707) |
| <u>La Ciudad de Sevilla</u> de este estadal general de 4 varas es la anega | 531 | 189/250 | (5945) |
| Olivares, Viñas y Huertas, la alanzada es | 425 | 25/64 | (4756) |
| Lopera de este estadal general de 4 varas es la anega..... | 425 | 25/64 | (4756) |
| Tebar ⁸⁸ de este estadal general de 4 varas es la anega | 406 | 13/32 | (4544) |
| <u>Marchena</u> y <u>Mairena</u> de este estadal general de 4 varas es la anega | 575 | 95/228 | (6433) |

LEGUA ESPAÑOLA

Las que oy se ven medidas, se miden, y yo he medido; y dice la Nueva Recopilación de estos Reinos de España es la legua de linea por cinco mil varas⁸⁹; y la legua legal à los Regatones⁹⁰ es su quadrado, que es veinte y cinco quentos de varas cuadradas supeficiales de suelo.

Por anegas de sembradura, estadal real, ò general de 4. varas, y 576.. en cada anega, la legua legal tiene 2712. anegas, 8 zelemines, y 4. estadales generales⁹¹

⁸⁸ Puede ser Teba (Málaga)

⁸⁹ Si se entiende vara de Burgos de 0,835905 metros, resultaría una legua de 4.179,525 metros; totalmente discordante con la legua usual, de algo menos de 5573 metros (Lladós, 5572, 70 m; Salinas, 5572,68 metros)

⁹⁰ No se ha encontrado el significado que pueda aplicarse a “los regatones” en este caso.

⁹¹ Equivalentes a 1746 hectáreas, 84 áreas y 29 centiáreas, lo que resultaría correcto aceptando la legua de 4179,525 metros (cinco mil varas) que utiliza Sánchez Villajos. Empleando la legua usual de 5572,7 metros, la legua legal equivaldría a 4822 fanegas, 6 celemines y 1,48 cuartillos (3105 hectáreas, 49 áreas y 85 centiáreas), la mayor unidad de superficie conocida.

LEGUA ESPAÑOLA.

LAS que oy se ven medidas, se miden, y yo he medido; y dice la Nueva Recopilacion de estos Reinos de España es la legua de linea por cinco mil varas; y la legua legal à los Regatones es su quadrado, que es veinte y cinco quentos de varas quadradas superficiales de suelo.

Por anegas de sembradura, estadal real; ò general de 4. varas, y 576. en

ca.

cada anega, la legua legal tiene 2712. anegas, 8. zellamines, y 4. estadales, que es 1562500. estadales generales.

La legua y la legua legal a los Regatones en la obra de Matheo Sánchez Villajos.

(Fondo Antiguo, Biblioteca Universidad de Sevilla).



IX. LAS PESAS Y MEDIDAS TRADICIONALES ESPAÑOLAS EN OTROS AUTORES

La complejidad del sistema tradicional de unidades de peso y medida en España debe haber quedado patente en lo que se lleva escrito sobre esta cuestión, teniendo en cuenta que se ha entrado en detalle exclusivamente en lo que se refiere a las provincias andaluzas y a las medidas superficiales, con alusión general al resto de España. En cualquier caso, la complejidad alcanza su mayor grado en lo que se refiere a las unidades superficiales agrarias, donde no es válido el recurso frecuentemente utilizado, cuando se relacionan las de todo el país, de dar valores únicos para cada provincia, cuando es bien sabido que estas unidades difieren de unos municipios a otros, a veces con variaciones importantes siendo éstos colindantes y, aún dentro del mismo municipio, dependiendo del tipo de cultivo o aprovechamiento del suelo.

Si anteriormente se ha hecho referencia preferentemente a unidades superficiales, en este apartado se recogerá información sobre unidades de capacidad, peso y medida en la forma en que aparecen en varios autores.

Lladós y Rius (1868)⁹²

Este autor, catalán e Ingeniero Inspector Industrial del distrito municipal de Barcelona, lógicamente aporta una información muy completa sobre Cataluña, pero también se refiere a otras unidades de interés utilizadas en la totalidad del país, como son: las itinerarias, las medicinales o las pesas para oro y plata. Tal y como recoge en el título de su obra, dedica una atención especial al *Sistema Monetario Español*, del que se reproduce en este apartado lo referente al vigente con anterioridad de la implantación de la peseta como unidad monetaria, particularmente la ley de 26 junio de 1864, por estimar que su conocimiento es de interés cultural, especialmente en estudios históricos y literarios en que frecuentemente se alude a estas monedas, cuyos valores absolutos y relativos son bastante desconocidos por el gran público. De la obra de Lladós se ha seleccionado la siguiente información:

MEDIDAS ITINERARIAS

Las distancias de los caminos se miden por horas y también por leguas, según lo dispuesto para todo el reino. Cada legua se conceptúa igual a una y media horas.

Cuando las leguas son de 20.000 pies geométricos se adopta la subdivisión siguiente:

1 grado = 20 leguas = 80 millas = 640 estadios = 16.000 cuerdas = 80.000 pasos geom.= 400.000 piés geom.

⁹² Lladós y Rius, Magín, *Sistemas Métrico-Decimal y Monetario Español*, Imprenta de los Herederos de la Viuda Pla, Barcelona, 1868.

| | <u>metros</u> |
|-----------|-----------------|
| 1 grado | = 111.111,11111 |
| 1 legua | = 5.555,55555 |
| 1 milla | = 1.388,88888 |
| 1 estadio | = 173,61111 |
| 1 cuerda | = 6,94444 |
| 1 paso g. | = 1,38888 |
| 1 pié geo | = 0,27777 |

El grado⁹³ = 6.666,66 varas = 1.666,66 estadales.

Si las leguas son de 20.000 piés burgaleses ó de Burgos, resulta que

| | <u>metros</u> |
|-----------|-------------------|
| 1 grado | = 111.454,1357280 |
| 1 legua | = 5.572,7067864 |
| 1 milla | = 1.393,1766966 |
| 1 estadio | = 174,1470871 |
| 1 cuerda | = 6,9658835 |
| 1 vara* | = 0,8359056 |
| 1 pie | = 0,2786352 |

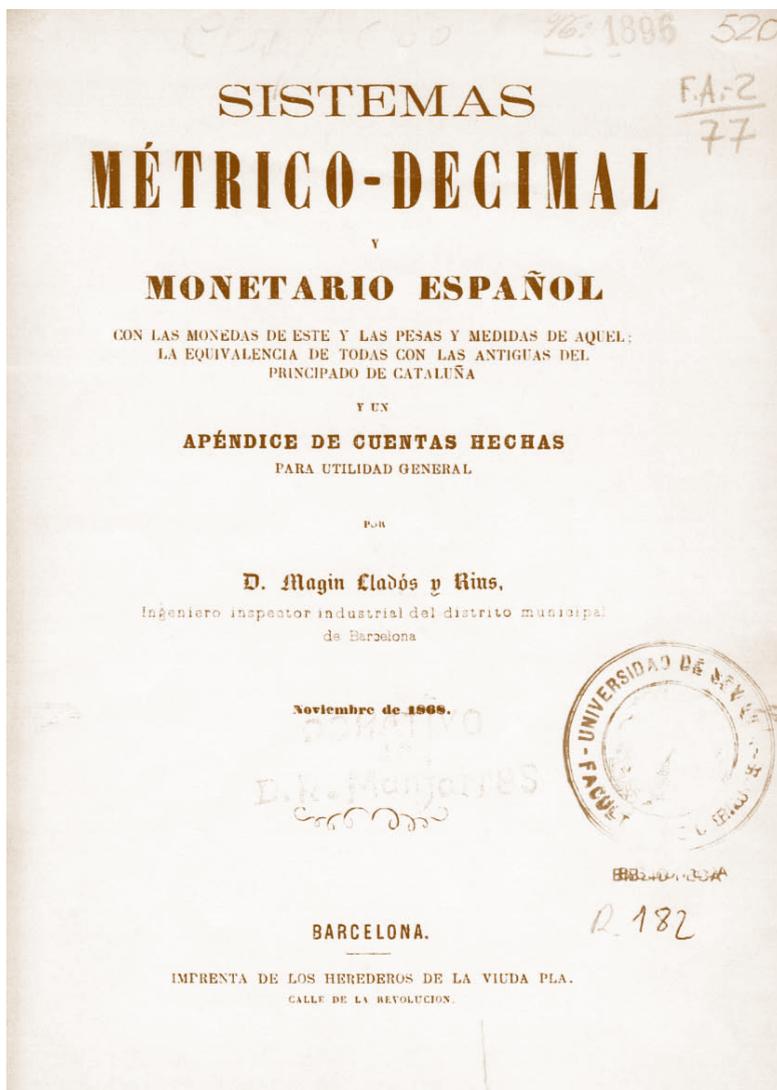
* Según cálculos del autor, la vara de Burgos es igual á 0,835422 metros⁹⁴; y un metro resulta igual á 1,197 varas, ó sean, 3,591 piés.

⁹³ De ese modo figura en el original, pero debe referirse a *legua*.

⁹⁴ El autor estaría mal informado o sus cálculos resultaron erróneos, la vara de Burgos vale 0,835905 metros, como él mismo ha indicado anteriormente.

MEDIDAS PARA DISTANCIAS MARÍTIMAS

1 grado= 20 leguas= 60 millas= 600 cables= 66.500 brazas o toesas= 399.000 piés= 111.111,111 metros.



Portada del libro de Magin Lladós y Rius. Universidad de Sevilla. Facultad de Química. Fondo Antiguo.



MEDICIONES AGRARIAS Ó SEA PARA TERRENOS DESTINADOS A LA AGRICULTURA

BARCELONA

Mojadas, mundinas, y picotines, reducidas a metros cuadrados.

| | |
|---|----------------------------|
| Un picotín (31 canas 41 palmos cuadrados) | 76,5078 metros cuadrados |
| Una mundina (4 picotines) | 306,0313 metros cuadrados |
| Una mojada (2025 canas* cuadradas) | 4896,5006 metros cuadrados |

* Según esto, la cana vale 2,472 metros cuadrados.

GERONA

Vesanas, reducidas a metros cuadrados.

| | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Una vesana (900 canas* cuadradas) | 2187,4329 metros cuadrados |
| Un curtón ó cuarta (225 canas) | 546,8582 metros cuadrados |

* Según esto, la cana vale 2,43 metros cuadrados.

LERIDA

Jornales, fangadas, y porcas reducidas a metros cuadrados

| | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Una porca (150 canas* cuadradas) | 363,1704 metros cuadrados |
| Un jornal = 1800 canas cuadradas | 4358,0448 metros cuadrados |
| Una fangada (360 canas cuadradas) | 871,6089 metros cuadrados |

* Según esto, la cana vale 2,42 metros cuadrados.

TARRAGONA

Jornales de Rey reducidos a metros cuadrados

| | |
|-----------------------------------|------------------------|
| Un jornal (2500 canas* cuadradas) | 6084 metros cuadrados. |
|-----------------------------------|------------------------|

* Según esto, la cana vale 2,43 metros cuadrados.

MEDICIÓN DE AGUAS

Las medidas cúbicas aplicadas á la medición de aguas potables y aguas para riego son las siguientes:

BARCELONA Y GERONA

Una pluma = 2.200 litros de agua = 2,200 metros cúbicos en 24 horas

LERIDA

Una pluma = 2.160 litros = 2,160 metros cúbicos en 24 horas



TARRAGONA

Una pluma = 24 cargas = 3.279,36 litros = 3,27936 metros cúbicos en 24 horas

PESAS MEDICINALES DE CASTILLA SUBDIVISIÓN

| | | | | |
|--------------|--|------------|--------------|----------------|
| El azumbre | = 6 cuartillos | = 8 libras | La dracma | = 3 escrúpulos |
| El cuartillo | = 16 onzas | | El escrúpulo | = 2 óbolos |
| La libra | = 12 onzas iguales a las del marco español | | El óbolo | = 3 silicuas |
| La onza | = 8 dracmas | | El silicua | = 4 granos |

EQUIVALENCIAS SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

| | | | |
|--------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
| Un grano | = 0,050 gramos | Un dracma (3 escrúpulos) | = 3,594 gramos |
| Un silicua | = 0,200 “ | Una onza (8 dracmas) | = 28,756 “ |
| Un óbolo (12 granos) | = 0,599 “ | Una libra (12 onzas) | = 345,070 “ |
| Un escrúpulo (24 granos) | = 1,198 “ | Un cuartillo (16 onzas) | = 460,093 “ |

PESAS PARA ORO Y PLATA

| | | | |
|------------------------|---|---------|--------|
| Un grano | = | 0,058 | gramos |
| Un quilate (4 granos) | = | 0,232 | “ |
| Un adarme (9 quilates) | = | 2,096 | “ |
| Una onza (16 adarmes) | = | 33,543 | “ |
| Un marco (8 onzas) | = | 268,348 | “ |

SISTEMA MONETARIO ESPAÑOL

Según la ley de 26 de junio de 1864 la unidad monetaria es el escudo, moneda efectiva de plata, equivalente á 10 reales vellon y de peso 2 gramos 980 miligramos á la ley de 900 milésimas de fino.

MONEDAS MÚLTIPLOS DEL ESCUDO

| Denominación | Valor | | Peso en gramos | Tolerancia* |
|------------------------------|---------|--------|----------------|-------------|
| | Escudos | Reales | | |
| Doblon de Isabel (de oro) | 10 | = 100 | 8,387 | 0,049 |
| Doblon de 4 escudos (de oro) | 4 | = 40 | 3,354 | 0,029 |
| Doblon de 2 escudos (de oro) | 2 | = 20 | 1,677 | 0,016 |
| Duro de plata | 2 | = 20 | 5,960 | 0,149 |

MONEDAS DIVISORES DEL ESCUDO

| | | | | | |
|--------------|-------------|-------|--------------|-----------------------|----------------------------|
| Peseta | (de plata) | 0,400 | = 4 | 5,192 | 0,074 |
| Media peseta | (de plata) | 0,200 | = 2 | 2,596 | 0,074 |
| Real | (de plata) | 0,100 | = 1 | 1,298 | 0,049 |
| Medio real | (de bronce) | 0,050 | = 5 céntimos | = 17 maravedises | = 4 cuartos y 1 maravedis. |
| Cuartillo | (de bronce) | 0,025 | = 2 ½ Cénts. | = 8 ½ maraveds. | = 2 cuartos y ½ maraveds. |
| Décima | (de bronce) | 0,010 | = 1 céntimo | = 3 2/3 maravedises. | |
| Medio décima | (de bronce) | 0,005 | = ½ céntimo | = 1 7/10 maravedises. | |

**Por exceso o por defecto.*

El orden de contabilidad para las oficinas del Estado y documentos públicos es el siguiente:

| Doblón de Isabel | Escudos | Reales | Décimas |
|------------------|---------|--------|---------|
| 1 | = 10 | = 100 | = 1.000 |
| | 1 | = 10 | = 100 |
| | | 1 | = 10 |

MONEDAS ANTIGUAS QUE CIRCULARÁN POR ALGÚN TIEMPO

DE ORO

| | | | |
|--------------------|---------------|----------------|---|
| Onza de oro | = 16 duros | = 32 escudos | = 320 reales |
| Media onza | = 8 id. | = 16 id. | = 160 id. |
| Doblon de 8 | = 4 id. | = 8 id. | = 80 id. |
| Durillo de aumento | = 1,063 duros | = 2,125 escud. | = 21 ¼ reales = 2 escudos, 1 real y una pieza de 2 ½ céntimos. |

DE PLATA

| | | |
|-------------------------|------------|---|
| Peseta columnaria | = 5 reales | = 500 milésimos de escudo. |
| Media peseta columnaria | = 2 ½ id. | = 250 id. = 2 reales y 1 pieza de 5 céntimos. |
| Real columnario | = 1 ¼ id. | = 125 id. = 1 real y 1 pieza de 2 ½ céntimos. |

DE COBRE

| | |
|------------------------|---|
| Pieza de 8 maravedises | = 2 cuartos, que se pagará con una pieza de 2 ½ céntimos de escudo. |
| id. de 4 maravedises | = 1 cuarto, que se pagará con 1 décimo ó sea 1 céntimo de escudo. |
| id. de 2 maravedises | = 1 ochavo, que se pagará con ½ décimo ó sea ½ céntimo de escudo. |

Salinas y Benitez (1921)⁹⁵

En su época debieron ser autores de prestigio, puesto que en la portada del libro consta:

OBRA ELEGIDA DE TEXTO

PARA TODAS LAS ACADEMIAS MILITARES, POR REAL ORDEN DE 28 DE JUNIO DE 1884 EN EL CONCURSO CELEBRADO EL 30 DE ABRIL DEL MISMO AÑO, POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE INSTRUCCIÓN MILITAR, Y PREMIADA CON MEDALLA DE ORO EN LA EXPOSICIÓN UNIVERSAL DE BARCELONA

De este libro habría que destacar, situándonos en el contexto en que fue escrito, las definiciones que contiene referidas a unidades, módulos, sistemas y demás elementos, tanto del sistema métrico decimal como del antiguo sistema de pesas y medidas y del monetario, reproduciéndose las que se han considerado de mayor interés:

Denominación genérica de los módulos⁹⁶. Las unidades de peso se llaman *pesas*; las de longitud, superficie, volumen o capacidad y las angulares y de tiempo, *medidas*; y *moneda* las de numerario.

Sistema de pesas y medidas y monetario. La designación de las diversas unidades y el conjunto de relaciones que ligan unas con otras, constituyen un *sistema de pesas y medidas*; y la reunión de las condiciones de la unidad monetaria, determinadas por su valor, peso, ley y diámetro, con la dependencia que las demás monedas tengan de ella, se denomina *sistema monetario*.

Sistema monetario. Se da el nombre de *monedas* a los objetos que sirven para representar el valor convencional de las cosas.

Dáse el nombre de *ley o título* de la pasta de que se acuña una moneda, a la cantidad de metal puro que contiene, expresada en milésimas del peso total de la aleación.

Se llama *talla o pie* de las monedas, el número de ellas que puede sacarse de una barra cilíndrica, cuyo peso sea igual a un kilogramo y que tenga el mismo diámetro de la moneda considerada y la misma ley de la pasta de acuñación correspondiente.

Como en la fabricación no pueden obtenerse con exactitud ni la ley ni el peso prefijados para las monedas, se admiten éstas como legales, aunque tengan mayor o menor peso o ley, dentro de límites señalados, que se llaman *permisos o tolerancias*. Éstos son, respecto de la ley, de 2 milésimas para las monedas de oro, y de 3 para las de plata. Cuando el permiso es por exceso se llama en *fuerte*, y si es por defecto en *feble*. La tolerancia del peso es variable en unas y otras.

⁹⁵ Salinas y Angulo, Ignacio, y Benitez y Parodi, Manuel, *Aritmética*. Imprenta de Eduardo Arias, Madrid, 1921.

⁹⁶ Los autores utilizan unidad y/o módulo de forma indistinta.

Descripción del antiguo sistema de pesas y medidas. No desechado todavía, por completo, nuestro antiguo sistema de pesas y medidas, conviene conocer sus diversas unidades y las relaciones que guardan entre sí, las cuales se indican a continuación.

MEDIDAS LONGITUDINALES. Son éstas:

| | | | | | |
|-------------------|---|--------------------------------|-------------------|---|-------------|
| la <i>legua</i> | = | 1.666 $\frac{2}{3}$ estadales; | el <i>estadal</i> | = | 4 varas |
| la <i>vara</i> | = | 3 pies; | el <i>pie</i> | = | 12 pulgadas |
| la <i>pulgada</i> | = | 12 líneas; | la <i>linea</i> | = | 12 puntos |

También se divide la vara en 4 palmos o cuartas; y la cuarta en 12 dedos. La unidad principal es la vara de Burgos (0,835905 metros).

En navegación se usan las unidades de longitud que siguen:

| | | | | | |
|--------------------------|---|--------------------|-----------------|---|-------------------------|
| la <i>legua marina</i> | = | 3 millas; | la <i>milla</i> | = | 9 $\frac{7}{30}$ cables |
| el <i>cable</i> | = | 120 brazas; | la <i>braza</i> | = | 6 pies. |
| el <i>codo de ribera</i> | = | 2 pies y 9 líneas. | | | |

MEDIDAS DE SUPERFICIE.

Son cuadrados que tienen de lado las unidades longitudinales. Las agrarias son:

| | | |
|--------------------|---|--------------------------|
| la <i>fanega</i> | = | 576 estadales cuadrados. |
| la <i>aranzada</i> | = | 400 estadales cuadrados. |

La fanega, variable en las diversas provincias, se divide siempre en 12 celemines.

MEDIDAS CÚBICAS O DE VOLUMEN.

Son cubos que tienen por aristas magnitudes iguales a las unidades de longitud.

Para medir la capacidad de los buques se emplean la tonelada de arqueo, que es un cubo cuya arista tiene dos codos de ribera, y cuyo volumen es, por tanto, ocho codos cúbicos.

MEDIDAS DE CAPACIDAD PARA ÁRIDOS.

| | | | | | | |
|------|-------------------|---|---------------|------------------|---|---------------|
| Son: | el <i>cahíz</i> | = | 12 fanegas; | la <i>fanega</i> | = | 12 celemines; |
| | el <i>celemín</i> | = | 4 cuartillos. | | | |

El patrón era la media fanega de Ávila.

MEDIDAS DE CAPACIDAD PARA LÍQUIDOS.

| | | | | | |
|-----------------------|---|--------------|-------------------|---|---------------|
| El <i>moyo</i> | = | 16 cántaras; | la <i>cántara</i> | = | 4 cuartillas; |
| cada <i>cuartilla</i> | = | 2 azumbres; | la <i>azumbre</i> | = | 4 cuartillos; |
| el <i>cuartillo</i> | = | 4 copas. | | | |

El patrón era la cántara de Toledo.



Para aceite se empleaban unidades de peso, en la siguiente forma:

la *arroba* = 25 libras; la *libra* = 4 *panillas*.

MEDIDAS PONDERALES.

Para los grandes pesos se usaba la *tonelada* = 20 quintales.

Las demás son las que siguen:

el *quintal* = 4 arrobas; la *arroba* = 25 libras; la *libra* = 16 onzas; la *onza* = 16 dracmas; la *dracma* = 2 adarmes; el *adarme* = 3 tomines; el *tomín* = 12 granos.

Para metales y piedras preciosas se usaban:

el *marco* = 8 onzas; la *onza* = 8 ochavas; la *ochava* = 6 tomines; el *tomín* = 3 quilates; el *quilate* = 4 granos.

En medicina y farmacia se empleaban:

La *libra* = 12 onzas; la *onza* = 8 dracmas; la *dracma* = 3 escrúpulos; el *escrúpulo* = 24 granos.

El patrón era el marco (media libra) del Consejo de Castilla.



X. DIVERSIDAD DE MEDIDAS EN ESPAÑA



Como colofón de lo expresado en los anteriores capítulos, referidos a medidas españolas tradicionales, se expone seguidamente una información general referida a todas las medidas y al territorio nacional.

En la exposición que sucede se encontrarán nombres de unidades que se repiten en diversas categorías de medidas o pesas, situación harto conocida por los versados y usuarios (que aún perduran) del sistema tradicional. Se ha aludido a esta cuestión al hacer referencia a la fanega, pero no es éste el único caso. A la anterior habría que añadir unidades que son múltiplos o submúltiplos de la fanega, como el *cahiz*, el *celemín* o el *cuartillo*, que se utilizan como unidades superficiales y de capacidad para granos. A todas ellas se añadirán otros casos menos conocidos:

- El *almud*, utilizado como medida de superficie y de capacidad de áridos.
- La *emina (hemina)* utilizada “ “ “ “ “ “ , de peso y capacidad de áridos.
- La *arroba* “ “ “ “ “ “ de líquidos.
- El *ferrado* utilizado “ “ “ “ y capacidad de áridos.
- La *cuartera* “ “ “ “ “ “ y líquidos.

1. MEDIDAS LONGITUDINALES

La unidad básica de las medidas longitudinales en la mayor parte del país es la vara, especialmente la llamada vara de Burgos o castellana de 0,835905 metros, que se utiliza en Álava, Ávila, Badajoz, Burgos, Cáceres, Cádiz, Córdoba, Cuenca, Granada, Guadalajara, Huelva, León, Málaga, Murcia, Orense, Oviedo, Palencia, Pontevedra, Salamanca, Santander, Sevilla, Soria, Valladolid, Vizcaya y Zamora.

Otras varas: Albacete, Guipúzcoa, Logroño, Segovia y Toledo, usan la vara de 0,837 metros. Alicante la vara de 0,912 m, Almería la de 0,833 m, Canarias la de 0,842 m, Castellón y Valencia la de 0,906 m, Ciudad Real y Jaén, la de 0,839 m, Coruña y Madrid, la de 0,843 m, Huesca y Zaragoza, la de 0,772 m, Lugo la de 0,855 m, Navarra la de 0,785m y Teruel la de 0,768 m.

| | | | |
|-----------------------|---------|---|-------------|
| Múltiplos de la vara: | Toesa | = | 2 varas |
| | Estadal | = | 4 varas |
| Como submúltiplos: | Vara | = | 3 pies. |
| | Pie | = | 12 pulgadas |
| | Pulgada | = | 12 líneas |
| | Línea | = | 12 puntos |



En Baleares y Cataluña la unidad básica de longitud es la cana, que en Baleares mide 1,564 m, en Barcelona 1,555 m, en Gerona 1,559 m, en Lerida 1,556 m, y en Tarragona 1,560 m. En Baleares también se utiliza como medida de longitud el destre, 4,214 m. Como submúltiplos de la cana:

Cana = 8 palmos

Palmo = 4 cuartos

En Aragón es usual la vara de 0,772 metros. Como submúltiplos:

Zaragoza y Huesca: Vara = 3 tercias = 4 palmos

Tercia = 12 pulgadas

Teruel: Vara = 3 pies o tercias = 4 palmos

Pie = 8 pulgadas

Palmo = 9 pulgadas

En Galicia la unidad de longitud es la vara de 0,843 metros. Como submúltiplos:

Vara = 3 tercias = 4 cuartas

Tercia = 12 pulgadas

Cuarta = 9 pulgadas

En Valencia la más usada es la vara de 0,906 metros. Como submúltiplos:

Vara = 3 pies = 4 palmos

Pie = 12 pulgadas

Palmo = 4 cuartos

Otras medidas de longitud:

Braza

- León: 2 varas, 1,67181 metros.

Brazo

- Vizcaya: 2 pies, 0,55727 metros.

Dedo

- Albacete: 0,017 metros.

Medidas itinerarias

Entre las medidas de longitud habría que incluir aquellas a las que suele darse el tratamiento de *medidas itinerarias*, que pueden definirse como *las que miden distancias entre puntos situados en un camino o itinerario* la más importante es la legua.

Hora de camino

- Gerona: 4500 varas castellanas, 3761,572 metros.
- Tarragona: 5333 “ “ , 4457,881 metros.
- Huesca: 5333 1/3 varas de Huesca, 4117,333 metros.

Legua⁹⁷

- Se utiliza en gran parte de Andalucía, Asturias, Castilla la Mancha, Castilla y León, Extremadura, Murcia, País Vasco y las provincias de Castellón y Coruña.

Se le asigna un valor en estadales de 1.666 y 2/3, para estadal de 4 varas Más frecuentemente se valora en varas = 6.666 y 2/3. = 5572,699 metros.

- Alicante: De 20 al grado, 5555,55 metros.
- Ciudad Real: De 8000 varas castellanas, 6687,24 metros.
- Huesca: De 8000 varas de Huesca, 6176 metros.
- Navarra: De 7000 varas de Navarra, 5495 metros.

2. MEDIDAS SUPERFICIALES

Anteriormente se ha señalado como las medidas superficiales agrarias representan la mayor complejidad métrica del sistema tradicional español. Elaborar un catálogo completo de éstas resulta muy laborioso y nunca se agotaría el tema, por lo que se ha establecido el límite de reseñar, por orden alfabético, las más usuales y las provincias o zonas de éstas en las que se aplican⁹⁸. Las utilizadas en Andalucía han sido consideradas anteriormente de forma extensa al analizar las Respuestas Generales al Catastro de Ensenada.

En Castilla, parte del antiguo reino de León, Andalucía y Extremadura la medida agraria más utilizada es la fanega. Múltiplo de ésta es el cahíz de 12 fanegas. Como submúltiplos:

| | | |
|-----------|---|-----------------------------|
| Fanega | = | 12 celemines o 4 cuartillas |
| Celemín | = | 4 cuartillos |
| Cuartillo | = | 12 estadales cuadrados |
| Estadal | = | 16 varas cuadradas |
| Vara | = | 9 pies cuadrados |

En la provincia de León se utiliza, además, la emina (hemina), diferenciándose las de secano y regadío. En Palencia y Valladolid se emplea la obrada.

En Cataluña las medidas superficiales agrarias son variadas. En Gerona se maneja la vesana de 900 canas cuadradas. En Lérida el jornal de 5 fangadas o 1800 canas cuadradas.

⁹⁷ Prácticamente equivale a la anterior. En la *Igualación de Pesos y Medidas para todo el Reino*, de Carlos IV (Orden de 26 de enero y Circular del Consejo de 20 de febrero de 1801) se dice que la legua “es el camino que regularmente se anda en una hora”.

⁹⁸ Fuente principal: Dirección General de Agricultura, *Pesas, medidas y monedas*, Madrid ¿1925?.

En Tarragona el jornal de 2500 canas cuadradas. En Barcelona se usa la mojada, con los siguientes submúltiplos:

| | | |
|----------|---|------------------------------------|
| Mojada | = | 2 cuarteras o 2025 canas cuadradas |
| Cuartera | = | 2 cuartas |
| Cuarta | = | 4 mundinas |
| Munina | = | 4 picotinas |
| Picotín | = | 31 canas cuadradas |

En Galicia la medida agraria más utilizada es el ferrado, con un amplio abanico de superficies.

Con relación a toda España y por orden alfabético las medidas agrarias más usadas:

Almud

- Andalucía: Suele emplearse como equivalente al celemin.
- Albacete: $\frac{1}{2}$ fanega: 3930 m²; 3941 m² en Alcalá del Júcar.
- Cuenca: $\frac{1}{2}$ fanega: 3220 m².
- Huesca: $\frac{1}{12}$ fanega: 59,5984 m².
- Zaragoza: $\frac{1}{12}$ hanega: 59,5984 m².

Aranzada

En el apartado referido a las Respuestas Generales del Catastro de Ensenada, se ha dado una información muy detallada sobre la utilización de esta medida agraria en Andalucía. Ahora se reproducen las usadas a nivel nacional:

- Ávila: Aranzada de viña de 6400 varas², 4472 m².
- Burgos: Aranzada de viña, 400 cepas.
- Cádiz: Aranzada, 4472 m².
- Córdoba: Aranzada de 5256 $\frac{1}{4}$ varas², 3673 m².
- Granada: Loja y Moraleda (Alhama): aranzada de riego, 3757 m².
- Málaga: Aranzada de olivar, 4472 m².
- Sevilla: Aranzadas, de 4756 y 4472 m².
- Vizcaya: De 55 brazas, 209,22 m²; de 54,85 estados, 208,65 m².

Arroba

- Zaragoza: De 5 cuartales, 1191,9680 metros cuadrados.
De 4 cuartales, 853,7544 metros cuadrados.

Barulla

- Tarragona: 730 m² (Uildecona).

Braza

- Canarias: 3,2801 m².
- Castellón: Braza real, 4,1554 m².

Cahíz

- Huesca: 5721 m².
- Zaragoza: Cahíz de 16 cuartales, 3814,30 m². Cahíz de 20 cuartales, 4767,87 m².
Cahíz de 22 cuartales, 5244,66 m². Cahíz de 24 cuartales (8 hanegadas) 5721,45 m².

Cahizada

- Castellón: 6 hanegadas, 4986 m².
- Huesca: Lo que se siembra con un cahíz de grano (medida significativo-funcional), variable desde 7628 m² hasta 11640 m².
- Valencia: 6 hanegadas, 4986 m².

Carga

- León: Tiene 4 fanegas. La fanega tiene 3 eminas (hemina) o 4 cuartales o 6 forcados o 12 celemines.

Carro

- Santander: el más empleado tiene 179 m².

Cavadura

- Orense: (viñedos). De 625 varas castellanas² 437 m².

Celemín

- Albacete: 146 a 655 m².
- Las Palmas: 458 y 1157 m².
- Palencia: 225 m².
- Toledo: 391,42 m².
- Vizcaya: grande, 536 m²; de 13,5 suelos, 462 áreas; de 120 brazas, 394 áreas.

Cien palos

- León: 856 m².

Conca

- Pontevedra: 52,50; 52,33; 51,75; 45; y 42 m².

Cuarta

- Barcelona: 4 mundinas, 1224,13 m².
- Palencia: 807 m², 937, 1401, 700, 891 y 908 m².

Cuartal

- León: Cuartal o jornal de secano, 705 m²; cuartal de regadío, 469 m²; cuartal de linar, 210 m²;
- Zaragoza: De 400 varas aragonesas², 4 almudes, 238,39 m².

Cuartera

- Barcelona: 2 cuarteras, 2448,25 m².
- Gerona: Cuartera: 1225 canas cuadradas, 2977,34 m², en Besalú y Olot.
Cuartera: 1012 canas cuadradas, 2460,86 m², en Ribas y Camprodón.
- Lerida: 8656 m², en Gosol; 2900 m², en Vilanova de la Aguda.
- Tarragona: 3042 m².

Cuarterada

- Baleares: 7103 m².

Cuartero

- Palencia: 1346 m².

Cuarto de sembradura

- Palencia: 1100 m².

Cuartón

- Valencia: 207,77 m².

Destre mallorquín

- Baleares: 17,7578 m².

Día de aradura

- Oviedo: De 1800 varas², 1257,72 m². Zona occidental: 1578,45 m² (menores); 1878,83 m² (medias); 1984,68 m² (mayores).

Día de bueyes

- Oviedo: Zona oriental: 1352,76 m² (Concejos de Llanes, Peñamellera y Cabrales); 1609,89 m² (Condejo de Rivadaveva).

Embelga

- Zamora: 268 m².

Emina (Hemina)

- León: Emina superficial de 1344 4/9 varas², para tierras de secano.
“ “ de 896 2/9 varas², para tierras de regadío.

Fanega

Con diversas denominaciones aparece esta medida agraria: fanega, fanegada, hanega, hanegada y anega⁹⁹, que se proclama, de manera destacada y a gran distancia de todas las demás, como la medida superficial tradicional más importante del país. Al menos en 38 provincias españolas se podrá encontrar utilizada esta medida superficial agraria, con cabidas muy dispares; desde la de 280 m², en Guriezo (Santander), la fanega de linar de 838 m² en León, la fanega de huerta de 1397 m² en Baza (Granada), hasta la fanegada de puño de 15.744 m² en Canarias. Casos excepcionales, por su extensión, aparecen en las Respuestas Generales del Catastro de Ensenada en la provincia de Granada, de este modo, en el municipio de Orce la fanega de secano de 3ª equivale a 111.389 m². En la publicación Pesas, Medidas y Monedas, de la Dirección General de Agricultura (hacia 1925) no consta esta fanega, ni otras similares en la provincia de Granada.

La más utilizada es la llamada de marco real de Catilla, de 6439,56 m², favorecida por la Igualación de Pesos y Medidas en todo el Reino decretada en 1801 por Carlos IV, donde se dice:

El estatal para medir las tierras será de cuatro varas o doce pies de largo...¹⁰⁰

La fanega de tierra será un quadro de veinte y quatro estadales de lado, o tendrá de superficie quinientos setenta y seis estadales cuadrados.¹⁰¹

Por provincias, éstas serían las medidas de las fanegas utilizadas:

- Álava: Fanega alavesa, 2510 m² (660 estados de 49 pies cuadrados).
- Albacete: Fanega, 7005 m² (10.000 varas cuadradas); en Balsa de Bes, 7884 m².
- Alicante: Hanegada, 831 m².
- Almería: Fanega secano, 6439,56 m²*
- Ávila: Fga. de tierra, 3930,34 m² (5625 varas²), Fga. de puño, 4192,42 m² (6000 varas²); Arenas de San Pedro, 6439,56 m²*
- Badajoz: Fanega de 6439,56 m²*; fanega de sembradura, 4400 m².
- Burgos: Fanega de 6439,56 m²*; de huerta, 1800 m²; secano de 1ª, 2200 m²; secano de 2ª, 2800 m²; secano de 3ª, 3600 m².
- Cáceres: Fanega de 6439,56m²*; de marco provincial, 4472 m².
- Cádiz: “ “ ; de 5962 m² en Alcalá de los Gazules, Arcos, Paterna y Prado del Rey; de 5360 m² en Chiclana, Vejer de la Fra. y Tarifa.

⁹⁹ Sánchez Villajos Matheo, ob. cit., págs. 29 a 56.

¹⁰⁰ Equivalen a 3,343616 metros.

¹⁰¹ Vallvé Bermejo Joaquín, “Notas de metrología hispano-árabe”, *Al-Andalux*, Vol. XLII, Madrid-Granada, 1977, pág. 72

- Canarias: Sta. Cruz de Tenerife: fanegada de tierra de 7511 1/9 varas², 5248 m²; fanegada de puño, 15744 m². Las Palmas: fanegada, 5503 m² (Gran Canaria); fanegada, 13895 m² (Lanzarote y Fuerteventura).
- Castellón: Hanegada, fanega de 200 brazas reales, 831 m².
- Cdad Real: Fanega de 6439,56 m^{2*}, en toda la provincia, a excepción del partido de Alcázar de San Juan; de 6987 m², en el partido de Alcázar de San Juan.
- Córdoba: Fanega de 6439,56 m^{2*}, utilizada en Fuente Obejuna y otros 23 municipios; de 6394,84 m², en Benamejí y Palenciana; de 6262,77 m², en Cabra, Encinas Reales, Iznajar, Lucena y Rute; de 8760 5/12 varas², 6121 m², en Córdoba y otros 36 municipios; de 5659,76 m², en Belalcázar; de 4509,18 m² en Almedinilla, Carcabuey, Fuente Tojar y Priego.
- Cuenca: Fanega de 6439,56 m^{2*}; fanega de puño o sembradura, de 3000 a 6000 m², dependiendo de la calidad del terreno.
- Granada: Baza: fanega de huerta, 1397 m²; de vega, 1643 m²; de orillas, 2376 m²; de secano, 4996 m². Huéscar: fanega riego 1^a, 1747 m²; riego 2^a, 2037 m²; riego 3^a, 3494 m²; secano, 5531 m². Guadix: fanega de riego, 2348 m². Loja: fanega de secano, 5637 m². Guadix, Iznállor y Montefrío: fanega de 4695 m². Granada, Motril y Santa Fe: fanega de secano, 4697 m². Alhama: fanega de riego y secano, 6115 m². Albuñol, de 6439,56 m^{2*}. Castril, Castillejar (Huéscar): fanega de riego de 1^a y 2^a, 1747 m²; riego de 3^a, 2306 m². Galera (Huéscar): de riego de 1^a y 2^a, 1747 m²; de riego de 3^a, 2096 m²; de secano, 6987 m². Puebla de Don Fadrique (Huéscar): fanega de riego, 2348 m²; de secano 6439,56 m^{2*}. Benamaurel (Baza): de riego 2147 m²; de secano, 6439,56 m^{2*}. Caniles (Baza): fanega de riego 1^a, 1526 m²; riego 2^a, 1615 m²; de 3^a, 1712 m²; de 4^a, 1810 m²; de secano, 3144 m². Cortes (Baza): fanega de riego, 1643 m². Cúllar (Baza): fanega de riego, 1747 m²; de secano, 6439,56 m^{2*}. Zújar (Baza): fanega de riego, 1611 m²; de secano, 3494 m². Freila (Baza): fanega de riego, 1747 m²; de secano, 3285 m². Alcázar (Albuñol): fanega de 4697 m². Orce (Huéscar): fanega riego 1^a, 1415 m²; de 2^a, 1747 m²; de 3^a, 2096 m²; secano 1^a, 3144 m²; de 2^a, 4472 m². Zafarroya (Alhama): fanega, 6261 m².
- Guadalajara: Cifuentes: fanega de 4444 4/9 varas², 3105 m². Sigüenza: fanega de sembradura, 3105 m²; fanega de puño, 2200 m². Pastrana: fanega de 3105 m². Sacedón, fanega de puño o sembradura, 3208 m². Molina de Aragón: fanega de 6440 m^{2*}.
- Guipúzcoa: Fanega de 4900 varas² (de 0,700569 m²), 3432,7881 m².

- Huelva: Fanega de 5280 varas², 3689,33 m².¹⁰²
- Huesca: Fanega de 1200 varas² (1/8 de cahiz): 715,18 m².
- Jaén: Guarromán: fanega de 7493 m². Benatae: fanega de 6451 m². Santistebán del Puerto y otros 21 municipios : 6439,56 m²*¹⁰³. Carboneros: 6400 m². Torres de Albánchez: 6282 m². Jaén y otros 15 municipios: fanega de 8963 varas castellanas², 6263 m²¹⁰⁴. Carchelejo: 6247 m². Carchel: 6242 m². Villanueva de la Reina: 5759 m². Andújar y otros 9 municipios: 5707 m²¹⁰⁵. Bailén, Martos, Jamilena y Torredonjimeno: 570² m².¹⁰⁶ Valdepeñas de Jaén: 5600 m². Pozo Alcón: 5050 m². Baeza: 5000 m². Baños de la Encina: 4807 m². Úbeda y otros 20 municipios: 4697 m²¹⁰⁷. Torreperogil: 4656 m². Bélmez de la Moraleda: 4600 m². Alcaudete: 4509 m². Iznatoraf: 4392 m². Jabalquinto: 4254 m². Rus y Mármol: 4087 m². Linares: 4024 m². Alcalá la Real, Castillo de Locubín y Frailes: 3566 m². Beas de Segura y Segura de la Sierra: 644 m². Fuensanta de Martos: 570 m². La Iruela: 557 m².
- León: Fanega de páramo, 4032 m²; de secano, 2818 m²; de regadío, 1878 m²; de 6 forcados, 1397 m²; de linar, 838 m².
- Logroño: Fanega de 2722 varas castellanas², 1902 m²; fanega de 2091 m².
- Madrid: Fanega Marco de Madrid, de 4900 varas² de Burgos, 3424 m²; fanega de 4900 varas² de Madrid, 3482 m²; fanega de 600 estadales de 10 pies, 4658 m². Alcalá y sus 25 villas, de 400 estadales de 9,5 pies, 2802 m². Alcalá: de 400 estadales, de 10 pies, 3105 m². Chinchón (en el llano): fanega de 150 estadales, 1162 m². Chinchón (en la vega): de 200 estadales, 1552 m². Chinchón (cerros): de 400 estadales, 3105 m². Navalcarnero: fanega de 575 estadales, de 11 pies, 5401 m²; de 600 estadales, de 11 pies, 5636 m².
- Málaga: Toda la provincia: fanega de 8640 varas y 540 estadales, 6037 m². Vélez: fanega de regadío, 4697 m²; de secano, 6262 m². Antequera: de secano, 6395 m². Cañete la Real: de secano, 6440 m²*. Campillos: de secano, 6127 m².
- Murcia: Fanega de secano, 9600 varas, 6708 m².
- Orense: Fanega de 3145 m², para tierras no dedicadas a viñedo.
- Oviedo: Zona Occidental: Fanega de tierra, 2105 m² (menores); fanega de 2505 m² (medias); fanega de 2646 m² (mayores).

¹⁰² Sorprende esta simplificación, pero de este modo consta en la publicación de la Dirección Gral de Agricultura.

¹⁰³ Se han agrupado las que aparecen con 6438, 6439 y 6440 m².

¹⁰⁴ “ “ “ con 6262 y 6263 m².

¹⁰⁵ Se han agrupado los que aparecen con 5709 y 5707 m².

¹⁰⁶ “ “ con 5700, 5702 y 5703 m².

¹⁰⁷ “ “ con 4695, 4696, 4697 y 4698 m².

- Palencia: Fanegas de: 2691 m², 2400, 2000, 2688, 2700, 2368, 2833, 2692, 2200, 2516, 6700, 1832, 2500, 2600, 2642 y 2586 m². Fanega castellana, 2700 m². Fanega de puño o sembradura, 6440 m²*.
- Salamanca: Fanega de marco real, 6439 m²*.
- Santander: Fanega de marco real, 6439 m²; y otra de 5617 m². Guriezo: fanega de 280 m². En varios ayuntamientos del partido de Reinosa: fanega de 2400 m².
- Sevilla: Fanegas de 6440 m²*, 6417, 4755 y 5702 m².
- Soria: Fanega o yugada de 3200 varas², 2236 m².
- Teruel: Fanega para huerta, de 1600 varas castellanas², 1118 m².
- Toledo: Fanega de 500 estadales, 4697 m²; fanega de 400 estadales, 3758 m², fanega de 600 estadales, 5636 m², fanega de marco real, 6439,56 m²*.
- Valencia: Hanegada de 1012 ½ varas valencianas², 831 m².
- Vizcaya: Aracaldo: fanega de 12 celemines, 6439 m²*. Galdamés: fanega de 12 celemines, 4723 m². Musques: fanega de 8 celemines, 3652 m².
- Zamora: De 4800 varas², 3354 m². Fanegas de 5071 m², 4472, 3074 y 2568 m².
- Zaragoza: Hanega de 715,18 m².

* Fanegas de 9216 varas castellanas², marco real de Castilla.

Ferrado

Medida propia de Galicia:

- La Coruña: Se identifican hasta 22 ferrados distintos en superficie, entre 335-640 m².
- Lugo: Se identifican hasta 27 ferrados distintos en superficie, entre 430-726 m².
- Orense: 629 m².
- Pontevedra: Constan 10 ferrados de distinta superficie, entre 432 m² y 629 m².

Galín

- Lerida: 216 m² (Bausen).

Golde

- Guipúzcoa: Golde tierra, 3333 m² (en casi toda la provincia).
Golde arado, 3115 m² (en Hernani).

Haz

- Vizcaya: 30 brazas, 114,12 m².

Hemina (Emina)

- León: De secano, 939 m²; de regadío, 626 m²; otras de 783, 856 y 776 m².
- Palencia: Hay de 1346 y 1057 m².
- Zamora: 856 m².

Huebra

- Ávila: De 3200 varas², 2236 m². Arenas de San Pedro, 3930 m²; Ávila (obrada), 3930 m².
- Burgos: 2000 m².
- Cáceres: 2500 m².
- Salamanca: 4472 m² (obrada).

Jornal

- Alicante: Hay de 2980 m², 4804 m² (5776 varas cuadradas) y 5868 m².
- Castellón: 6 hanegadas, 4986 m².
- Coruña: Jornal de viñedo, 273 m².
- Gerona: 3646 m².
- Huesca: Jornal de dallar prados, 2100 m².
- Lerida: 4358 m². Otros de 4858 m² (Verdú), 3600 m² (Bellver), 2179 m² (Alás), 2100 m² (Peramea), 1628 m² (Bausen).
- Orense: Jornal de viñedo, 193 m².
- Tarragona: 4242 m² (comarca de Tarragona), 8202 m² (comarca de Reus), 2109 m² (comarca de Tortosa).
Jornal estadístico, 6084 m².

Jugada

- Guipúzcoa: En casi toda la provincia, 3333 m². En Fuenterrabía, 2177 m².

Legual legal

Poco conocida y menos usada. Se ha visto anteriormente mencionada por Matheo Sánchez Villajos, equivale a un cuadrado con una legua de lado. Si se considera la legua más usual, de 6.666 varas y 2/3 y la vara de Burgos de 0,8359 m equivalente a 5.572,7 metros, resulta para la legua legal una superficie de 3.105 ha, 49 a y 85 ca, posiblemente la de mayor extensión de las medidas tradicionales.

Marjal

- Granada: Marjal de riego: 437 m² (Ugíjar), 528 m² (Granada, Motril y Santa Fe).
- Málaga: Marjar de regadío: 671 m² (Frigiliana), 576 m² (Torrox).

Mesura

- Tarragona: Mesura de 6100 m² en Ulldecona.

Mojada

- Barcelona: 2025 canas cuadradas, 4896 m².

Mundina

- Barcelona: 4 picotines, 306 m².

Obrada

- Ávila: 3930 m².
- Burgos: Obrada de tierra, 5400 m². Obrero de viña, 120 cepas.
- Granada: 3216 m² (Órgiva).
- Málaga: Obrada de viña en la costa, 1565 m²; obrada de viña (cuerda), 3131 m².
- Palencia: Desde 3773 m² a 6440 m² (30 obradas distintas). De 7704 1/6 varas², 5383 m².
- Santander: Obrero de viña, 200 m².
- Segovia: De 400 estadales² de 15 cuartas de vara de lado, 3940 m².
- Valladolid: Obrada de 600 estadales 2/3, 4658 m²; obrada de 400 estadales, 5660 m²; obrada de 600 estadales, 3773 m²; obrada de 900 estadales, 6987 m².

Peonada

- Ávila: Barco de Ávila, 3913 m²; Cebreros, contiene 100 cepas y equivale a 624 m²; Piedrahita, 3913 m² (peonada de prado).
- Coruña: 349 m².
- Navarra: 374 m².
- Vizcaya: Peonada de 100 estados grande, 380 m². Peonada de 100 estados pequeña, 274 m². Peonada de 544 4/9 varas².

Picotín

- Barcelona: 76,51 m².

Plaza

- Santander: 311 m², en San Pedro del Romeral y San Roque de Riomiera.

Porca

- Lerida: 438 m², en Pons.

Postura

- Guipúzcoa: En general, 3333 m²; Azpeitia, 3433 m²; Aya, 3600 m²; Hernani, 3115 m².

- Robada*
- Navarra: 1458 varas² de Navarra, 898 m².
- Sel*
- Vizcaya: (Sarobe, Korta). Círculo trazado con cordel de 12 nudos, lo que da para su cerco 72 nudos: 6 hectáreas.¹⁰⁸
- Suelo*
- Vizcaya: 9 brazas o estados, 34,24 m².
- Suerte*
- Aliciante: 1467 m².
- Tahúlla*
- Alicante: Tahúllas de 856 m², 953, 1118, 1185 y 1201 m².
 - Almería: Tahúlla para tierras de riego, 1118 m² (1600 varas castellanas cuadradas).
 - Lerida: De 1118 m², en Castellas.
 - Murcia: Tahúlla de riego, 1118 m².
- Tega*
- Orense: 388 m².
- Vesana*
- Gerona: De 900 canas cuadradas, 2187 m².
- Yarda*
- Zamora: 2802 m².
- Yugada*
- Castellón: 36 hanegadas, 29.919 m².
 - Soria: Fanega o yugada, 2236 m².
 - Valencia: 6 cahizadas (o jornal), 29.916 m².
- Yunta de olivos*
- Cáceres: 4472 m².

¹⁰⁸ Así consta en la publicación citada de la Dirección General de Agricultura, pág. 143.

3. MEDIDAS DE CAPACIDAD PARA LÍQUIDOS

La más utilizada a nivel nacional es la cántara o arroba para vino de 16,133 litros, con un múltiplo, el moyo, de 16 cantaros o arrobas y las siguientes medias fraccionarias:

| Vinos y licores | | Aceite | |
|-----------------|----------------|---------|--------------|
| Cántara | = 4 cuartillas | Arroba | = 25 libras |
| Cuartilla | = 2 azumbres | Libra | = 4 panillas |
| Azumbre | = 4 cuartillos | Panilla | = 4 onzas |
| Cuartillo | = 4 copas | | |

En Aragón:

| | | | | |
|----------|----------------|-----------------|----------|-------------|
| Huesca | Nietro | = 16 cántaros | Arroba | = 36 libras |
| | Cántaro | = 8 jarros | | |
| | Jarro | = 2 cuartillos | | |
| | Cuartillo | = 4 copas | | |
| Teruel | Cántaro | = 16 jarros | Arroba | = 36 libras |
| | Jarro | = 2 cuartillos | Arrobeta | = 14 libras |
| | Cuartillo | = 4 copas | | |
| Zaragoza | Nietro o carga | = 16 cántaros | Arroba | = 36 libras |
| | Cántaro | = 16 cuartillos | | |
| | Cuartillo | = 4 copas | | |

En Baleares:

| | | | |
|--------|--|----------------|----------------------|
| Carga | = 4 cortines | Odre o pellejo | = 3 medidas |
| Cortín | = 6 cuartés y $\frac{1}{2}$ o 26 cuartas | Mesura | = 4 cuartanes |
| Cuarté | = 4 cuartas | Cuartán | = 9 libras o rótulos |
| | | Rótulo | = 12 onzas |

En Cataluña:

| | | | | | |
|-----------|----------|-----------------------------|-----------|-----------------|--------------|
| Barcelona | Pipa | = 4 cargas | Carga | = 30 cuartanes | |
| | Carga | = 4 barrilones | | Cuartán | = 16 cuartas |
| | Barrilón | = 32 porrones | | | |
| | Porrón | = 4 patricones | | | |
| Gerona | Carga | = 8 mallales | Mallal | = 16 mitadellas | |
| | Mallal | = 16 porrones | Mitadella | = 4 cuartas | |
| | Porrón | = 4 patricones | | | |
| Lérida | Cántaro | = 12 porrones | Arroba | = 4 cuartanes | |
| | Porrón | = 4 cuartillos o patricones | | Cuartán | = 16 cuartas |

| | | | | |
|-----------|--------|---------------|----------|---------------|
| Tarragona | Pipa | = 4 cargas | Carga | = 6 cinquenas |
| | Carga | = 4 armiñas | Cinquena | = 5 cuartanes |
| | Armiña | = 32 porrones | | |

En Galicia:

| | | | | |
|--------|-----------|------------------|------------|------------------------|
| Coruña | Cántara | = 8 azumbres y ½ | Arroba | = 25 cuartillos |
| | Azumbre | = 4 cuartillos | Cuartillos | = 4 cuartas o panillas |
| | Cuartillo | = 4 copas | | |

| | | | |
|------|-----------|----------------|-------------------|
| Lugo | Cañado | = 17 azumbres | Arroba castellana |
| | Azumbre | = 4 cuartillos | |
| | Cuartillo | = 4 copas | |

| | | | |
|--------|-----------|----------------------|-------------------|
| Orense | Moyo | = 8 cántaras u ollas | Arroba castellana |
| | Olla | = 9 azumbres | |
| | Azumbre | = 4 cuartillos | |
| | Cuartillo | = 4 copas | |

| | | | |
|------------|--------------|--|-------------------|
| Pontevedra | Como en Lugo | | Arroba castellana |
|------------|--------------|--|-------------------|

En Navarra:

| | | | |
|-----------------|----------------|-------------------|-----------------|
| Cántaro navarro | = 16 pintas | Arroba castellana | = 25 libras |
| Pinta | = 4 cuartillos | Libra | = 4 cuarterones |

En Valencia:

| | | | | |
|-----------|---------|-----------------|--------|------------------------|
| Alicante | Pipa | = 40 cántaros | Arroba | = 24 libras |
| | Cántaro | = 16 michetas | Libra | = 18 onzas valencianas |
| Castellón | Pipa | = 40 cántaros | Arroba | = 32 libras |
| | Cántaro | = 16 cuartillos | Libra | = 4 cuartas |
| Valencia | Cántaro | = 16 cuartillos | Arroba | = 4 azumbres |

Con relación a toda España y por orden alfabético, las medidas más usadas serían:

Almud

- Las Palmas: 5,4945 litros, se usa el 1/2.

Almuden

- Lugo: Medida de capacidad para vino, 7,56 litros (Quiroga).



Alquez

- Huesca: 120 litros.
- Zaragoza: Para vino, 118,92 litros.

Armiña

- Tarragona: 34,66 litros (32 porrones).

Arroba

Es la medida de capacidad más utilizada en España, preferentemente para aceite y vino. En la mayoría de los casos se usa la ½ arroba.

Para líquidos en general:

- Albacete: 12,73 litros.
- Almería: 16,36 litros.
- Ávila: 12,563 litros (Arenas de San Pedro).
- Badajoz: 16,42 litros.
- Ciudad Real: 16,13 litros.
- Cuenca: 15,76 litros.
- Granada: 16,42 litros.
- Guadalajara: 16 litros en Pastrana; 16,42 litros en Sacedón; 16,133 en Molina de Aragón.
- Jaén: 14,24 litros.
- Madrid: 16,30 litros.
- Málaga: 16,66 litros.
- Segovia: 16 litros.
- Sevilla: 15,66 litros.

Para vino:

- Albacete: 16,13 litros.
- Alicante: 17,75 litros.
- Badajoz: 16 litros; 25 litros en Albuquerque.
- Cádiz: 16 litros.
- Córdoba: 16,31 litros.
- Cuenca: 16 litros.
- Guadalajara: 16 litros en Sigüenza y Cifuentes.
- Huelva: 15,78 litros.
- Jaén: 16,04 litros.
- Lugo: 14,18 litros.
- Murcia: 15,96 y 15,6 litros.
- Toledo: 16 litros.

Para aceite:

- Albacete: 12,56 litros.
- Alicante: 11,56 litros.

- Badajoz: 12,42 litros.
- Cáceres: 12,563 litros.
- Cádiz: 12,52 litros.
- Castellón: 12,14 litros.
- Ciudad Real: 12,44 litros.
- Córdoba: 12,563 litros.
- Coruña: 12,43 litros.
- Cuenca: 12,567 litros.
- Granada: 12,563 litros.
- Guadalajara: 12,5; 12,7; 12,567 litros.
- Huelva: 12,563 litros.
- Jaén: 12,50 litros (de 25 libras); 14,24 litros (de 27 libras)
- Lerida: 12 litros.
- Lugo: 12,56 litros.
- Murcia: 12,56 litros
- Navarra: 14,76 litros.
- Palencia: 12,24 litros.
- Toledo: 12,50 litros.
- Valencia: 11,93 litros.
- Vizcaya: 13,48 litros.
- Zaragoza: 13,93 litros (36 libras).

Azumbre

- Avila: 2,016 litros (4 cuartillos).
- Burgos: 2 litros “ ”.
- Córdoba: 2 litros.
- Cuenca: 2,17 litros.
- Granada: 2,017 litros.
- Guadalajara: 2,016 litros.
- Guipúzcoa: 2,52 litros, se usa la $\frac{1}{2}$; 2 litros (Cestona); 2,22 litros (Andoain).
- Vizcaya: 2,52 litros (8 chiquitos), 2,22 litros.

Barchilla

- Alicante: 20,775 litros.
- Castellón: 16,60 litros.

Barril

- Canarias: 35 litros.

Barrilón

- Barcelona: 32 porrones = 30,35 litros.

Bot

- Gerona: 4 mallals = 61,92 litros. Se usa para el vino.

Cántara

- Álava: 16,365 litros.
- Ávila: 15,92 litros, se usa la $\frac{1}{2}$; A. de S. Pedro y Cebreros, 16,133 litros.
- Burgos: 14,10 litros.
- Cáceres: 16,133 litros (aceite y vino).
- Coruña: 15,58 litros (vino); 16,43 litros (aguardiente).
- Guipúzcoa: 16 litros (Cestona).
- León: 16,13 litros (mayoría); 15,84 litros (otros). Se usa la $\frac{1}{2}$.
- Lérica: 11,38 litros.
- Logroño: 16,04 litros.
- Lugo: 22,68 y 18,14 litros (vino); 16,13 litros (aguardiente).
- Orense: 15,96 litros.
- Oviedo: 18,41 litros; 16,11 litros (vino, Concejo de LLanes).
- Palencia: 15,76 litros (se usa la media).
- Santander: 15,86 litros.
- Segovia: 16 litros.
- Soria: 15,80 litros (se usa la media).
- Toledo: 16,24 litros, se usa la $\frac{1}{2}$.
- Valladolid: 15,64 litros.
- Vizcaya: 20,16 litros.
- Zamora: 15,96 litros.

Cántaro

- Alicante: 11,55 litros.
- Navarra: 11,77 litros.
- Salamanca: 15,98 litros, se usa el $\frac{1}{2}$.
- Tarragona: 15 litros (vino); 10 litros (agua).
- Teruel: 10,96 litros.
- Valencia: 10,77 litros (vino).
- Zamora: 15,96 litros, se usa el $\frac{1}{2}$.
- Zaragoza: 19,82 litros, se usa el $\frac{1}{2}$.

Cañada

- Lugo: 5,80 y 7,66 litros. Para el vino.
- Oviedo: 4,89 litros(zona occidental). Para el vino.

Cañado

- Lugo: 31,96; 37,43;36, 28; 45,37; 42,4 litros. Para el vino.
- Pontevedra: 32,70 litros, se usa el $\frac{1}{2}$. Para el vino.

Carga

- Baleares: 106,704 litros (4 cortines).
- Barcelona: 121,40 litros (4 barrilones).
- Burgos: 220 litros (4 fanegas).

- Gerona: 123,84 litros = 2bots (vino).
- Lerida: 121,50 litros (vino).
- Tarragona: 121,60 litros (vino).

Chiquito

- Vizcaya: 0,63 litros (2 copas).

Cinquena

- Tarragona 20,54 litros (para aceite).

Copa

- Castilla: 0,126939 litros.
- Vizcaya: 0,315 litros.
- Zaragoza: 0,154844 litros.

Cortín

- Baleares: 26,676 litros (26 cuartas).

Cuarta

- Baleares: 1,026 litros (para vino).
- Barcelona: 0,2607 litros (aceite).
- Orense: 18,28; 14,72; 17,12; 15,39; 24,62; 11,29; 12,12 litros.

Cuartán

- Barcelona: 4,15 litros.
- Tarragona: 4 litros (aceite).

Cuarté

- Baleares: 4,104 litros (4 cuartas).

Cuartín

- Baleares: 26,676 litros.

Cuartera

- Barcelona: 69,518 litros.
- Baleares: 70,34 litros.

Jarro

- Huelva: 0,9862 litros.
- Huesca: 1,2469 litros.
- Teruel: 0,685 litros.
- Orense: 0,96 litros.

Herrada

- Vizcaya: 25,20 litros (10 azumbres).

Libra

- Huesca: 0,72 litros (aguardiente); 0,74 litros (aceite). Se usa la ½.

| | | |
|-----------------------|--------------|--|
| <i>Mallal</i> | - Gerona: | 15,48 litros =16 porróns (vino); 13,03 litros = 12 quartes (aceite). |
| <i>Mesura</i> | - Baleares: | 16,221 litros (aceite); 0,0193 litros (leche). |
| <i>Micheta</i> | - Alicante: | 0,721875 litros. |
| <i>Miedro</i> | - León: | 193,56 litros (12 cántaras). |
| <i>Mitadella</i> | - Gerona: | 0,814375 litros (aceite). |
| <i>Moyo</i> | - Castilla: | 258,128 litros. |
| | - Lugo: | 181,48; 145,15; 173,36 litros (vino). |
| | - Orense: | 127,68 litros. |
| <i>Nietro</i> | - Huesca: | 159,74 litros. |
| | - Zaragoza: | 158,56 litros = 16 cántaras (vino). |
| <i>Odre (Pellejo)</i> | - Baleares: | 48,663 litros, (aceite) = 3 medidas. |
| <i>Olla</i> | - Lugo: | 18,36 litros (vino). |
| | - Orense: | 18,24; 20,52; 16,64; 19,38; 15,96; 22,80; 18,28 litros. |
| <i>Panilla</i> | - Castilla: | 0,12563 litros (aceite). |
| | - Cáceres: | 0,45724 litros (aceite). |
| <i>Patricón</i> | - Barcelona: | 0,2371 litros (vino). |
| | - Gerona: | 0,2419 litros (vino). |
| | - Lérida: | 0,2371 litros (vino). |
| <i>Pinta</i> | - Navarra: | 0,735 litros. |
| <i>Pipa</i> | - Barcelona: | 485,6 litros = 4 cargas. |

- Canarias: 480 litros.
- Pontevedra: 457; 476; 494; 495; 496; 500; 503; 504 litros.
- Vizcaya: 443,52 litros = 22 cántaras.

Porró

- Barcelona: 0,9484 litros (vino).
- Gerona: 0,9675 litros (vino).
- Lérida: 0,9483 litros (vino).
- Tarragona: 1,0831 litros (vino).

Pote de Monte

- Orense: 18,24 litros.

Rótulo (Libra)

- Baleares: 0,4506 litros (aceite).

Tonelada

- Barcelona: 278,072 litros.

4. MEDIDAS DE CAPACIDAD PARA ÁRIDOS

La medida más utilizada es la fanega, con un múltiplo, el cahíz, de 12 fanegas y las siguientes medidas fraccionarias:

| | | |
|-----------|---|-----------------------------|
| Fanega | = | 12 celemines o 4 cuartillas |
| Celemín | = | 4 cuartillos |
| Cuartillo | = | 4 ochavos |
| Ochavo | = | 4 ochavillos |

En Aragón:

| | | |
|--------|---|------------------------|
| Cahíz | = | 8 fanegas |
| Fanega | = | 12 celemines o almudes |

En Baleares:

| | | |
|----------|---|-------------|
| Cuartera | = | 6 barcellas |
| Barcella | = | 6 almudes |

En Cataluña:

| | | | |
|-----------|----------|---|--------------|
| Barcelona | Tonelada | = | 4 cuarteras |
| | Cuartera | = | 12 cuartanes |
| | Cuartán | = | 4 picotines |

| | | | |
|--------|----------|---|-------------|
| Gerona | Cuartera | = | 4 cuartanes |
| | Cuartán | = | 6 mesurones |
| | Mesurón | = | 2 picotines |

| | | | |
|--------|----------|---|--------------|
| Lérida | Cuartera | = | 12 cuartanes |
| | Cuartán | = | 8 picotines |

Tarragona = Barcelona

En Galicia:

| | | | |
|--------|---------|---|--------------|
| Coruña | Fanega | = | 4 ferrados |
| | Ferrado | = | 6 celemines |
| | Celemín | = | 4 cuartillos |

| | | | |
|------|---------|---|--------------|
| Lugo | Fanega | = | 6 ferrados |
| | Ferrado | = | 2 celemines |
| | Celemín | = | 4 cuartillos |

| | | | |
|--------|---------|---|------------|
| Orense | Ferrado | = | 24 copelos |
|--------|---------|---|------------|

| | | | |
|------------|---------|---|-----------|
| Pontevedra | Ferrado | = | 12 concas |
|------------|---------|---|-----------|

En Navarra:

| | | |
|------|---|------------|
| Robo | = | 16 almudes |
|------|---|------------|

En Valencia:

| | | |
|-----------|---|----------------------------|
| Cahíz | = | 12 barchillas |
| Barchilla | = | 4 celemines |
| Celemín | = | 4 cuartillos o cuarterones |

Con relación a toda España, y por orden alfabético, las medidas más usadas son:

Almud

- Baleares: 1,95 litros.
- Canarias: 5,697; 5,821; 5,324 litros.
- Cuenca: 27,75 litros.
- Huesca: 1,87 litros.
- Navarra: 1,75 litros.
- Zaragoza: 1,87 litros.

Barcella

- Baleares: 11,72 litros.

Barchilla

- Alicante: 20,775 litros.
- Castellón: 16,60 litros.
- Cuenca: 13,88 litros (medio almud).
- Valencia: 16,75 litros (4 celemines).

Cahíz

- Castellón: 199,2 litros (12 barchillas).
- Cuenca: 666,012 litros (12 fanegas).
- Huelva: 660,744 litros (12 fanegas).
- Huesca: 179,68 litros.
- Valencia: 201,04 litros (12 barchillas).
- Zaragoza: 179,36 litros (8 fanegas).

Carga

- Cádiz: 96 litros.
- León: 222 litros (4 fanegas).

Carretada

- Cádiz: 480 litros (uva).

Conca

- Pontevedra: trigo, 1,298 litros; maíz, 1,738 litros.

Cop

- Gerona: 3,013 litros (2 picotins).

Copelo

- Orense: 0,578 hasta 1,028 litros.

Copín

- Oviedo: 9,5742 litros (zona oriental).

Cuarta

- Santander: 13,71 litros.

Cuartal

- Navarra: 7,03 litros.

Cuartán

- Gerona: 18,08 litros.
- Lérida: medida de 3 cuartanes, 18,34 litros.

Cuartera

- Baleares: 70,34 litros (se usa la $\frac{1}{2}$).
- Barcelona: 69,518 litros (se usa la $\frac{1}{2}$).
- Tarragona: 70,80 litros (se usa la $\frac{1}{2}$).



Emina

- León: 18,11 litros.

Esca

- Orense: 11,59 litros.

Fanega

De forma similar a lo visto con la fanega superficial, la fanega de capacidad para áridos es la unidad más empleada con esta utilidad. La fanega más generalizada es la de Castilla, de 55, 501 litros. En muchos casos la unidad utilizada es la media fanega.

La fanega se ha encontrado en 37 provincias:

- Álava: 55,62 litros.
- Albacete: 56,65; 55,501 litros.
- Almería: 55,062 litros.
- Ávila: A. de S. Pedro y Arévalo, 55,501 litros; Cebreros, 55,20; Piedrahita, 55.
- Badajoz: 55,84 litros.
- Burgos: 54,34 litros.
- Cáceres: 55,501 y 53,76 litros.
- Cádiz: 55,5 y 54,544 litros.
- Canarias: Sta. Cruz de Tenerife, 62,66 litros.
- Ciudad Real: 55,5 y 54,58 litros.
- Córdoba: 55,2359 litros (rasa); 69,0449 (colmada).
- Cuenca: 55,501 y 54,20 litros.
- Granada: 54,70 litros.
- Guadalajara: 54,80 litros.
- Guipúzcoa: 55,30 litros; 56,92 (Andoain); 55 (Mondragón); 64 (Anzuola).
- Huelva: 55,062 litros.
- Huesca: 22,46 litros.
- Jaén: 54,74 litros.
- León: 55,5 litros.
- Logroño: 54,94 litros.
- Lugo: De 58,88 hasta 94,10 litros (22 distintas). De 4 a 6 ferrados.
- Madrid: 55,34 litros.
- Málaga: 53,94 litros.
- Murcia: 55,28 litros.
- Oviedo: 67,84 litros (z. occ.); 76,59 (z.or.); z. central=Castilla; P. Oviedo, 74,14.
- Palencia: 55,501 litros.

- Salamanca: 54,58 litros.
- Santander: 54,84 litros.
- Segovia: 55,5 y 54,60 litros.
- Sevilla: 55,501 y 54,70 litros.
- Soria: 55,14 litros.
- Teruel: 42,80 litros.
- Toledo: 55,501 litros.
- Valladolid: 55,5 litros (fga. Castilla); 54,78 litros (fga. Valladolid).
- Vizcaya: 55,3 y 56,92 litros.
- Zamora: 55,28 litros.
- Zaragoza: 22,42 litros (12 almudes).

Ferrado

- Coruña: 11 litros; 11,80; 13; 13,92; 16; 17,50 ... hasta 28,70 (19 distintos).
- Lugo: 12,87 litros, hasta 19, suele equivaler a 2 tegos (27 distintos).
- Orense: 13,88 litros, hasta 24,68 (rasos); 19,18 hasta 30,02 (colmados).
- Pontevedra: Trigo y centeno: 15,58 litros (más usual); 14,72; 20,20. Maiz: 20,86. Otros: 15,97; 18 y 27,28.

Hemina

- León: 18,11 litros.
- Oviedo: 50,88 litros (zona occidental).
- Santander: 3,43 litros.
- Zamora: 18,50 litros.

Maquilo

- Oviedo: 3,191 litros (zona oriental).

Robo

- Navarra: 28,13 litros.

Seste

- Lugo: 2,97 litros.

Tega

- Lugo: 18,48 litros (2 tegos).
- Orense: 17,21 litros (rasa); 21,58 litros (colmada).

Tego

- Lugo: 7,98 litros, hasta 8,83 litros (6 diferentes).

5. MEDIDAS DE PESO (PONDERALES)

La unidad ponderal básica más utilizada es la libra, con los siguientes múltiplos y submúltiplos:

| | Múltiplos | | Submúltiplos |
|---------------------|----------------------------------|---------|--------------------------|
| Tonelada | = 20 quintales | Libra | = 16 onzas |
| Quintal | = 4 arrobas | Onza | = 8 dracmas, 16 adarmes |
| Arroba | = 25 libras | Dracma | = 2 adarmes |
| | | Adarme | = 3 tomines |
| | | Tomín | = 12 granos |
| En Aragón: | | | |
| Quintal | = 4 arrobas | Libra | = 12 onzas |
| Arroba | = 36 libras | Onza | = 4 cuartos, 16 arienzos |
| | | Cuarto | = 4 adarmes |
| En Baleares: | | | |
| Carga | = 3 quintales | Libra | = 12 onzas mallorquinas |
| Quintal | = 4 arrobas | | |
| Arroba | = 25 libras | | |
| En Cataluña: | | | |
| Carga | = 3 quintales | Libra | = 12 onzas |
| Quintal | = 4 arrobas | Onza | = 4 cuartos |
| Arroba | = 26 libras | Cuarto | = 4 argensos |
| | | Argenso | = 36 granos |
| En Galicia: | | | |
| Quintal | = 4 arrobas | Libra | = 20 onzas castellanas |
| Arroba | = 25 libras gallegas | | |
| En Navarra: | | | |
| Arroba | = 36 libras | Libra | = 12 onzas |
| | | Onza | = 8 ochavas |
| En Valencia: | | | |
| Alicante | Quintal, peso grueso = 4 arrobas | Libra | = 18 onzas valencianas |
| | Arroba = 24 libras | | |
| | Quintal, peso sutil = 4 arrobas | Libra | = 12 onzas valencianas |
| | Arroba = 36 libras | | |
| Castellón | Arroba = 36 libras | Libra | = 12 onzas |
| | | Onza | = 4 cuartos |
| | | Cuarto | = 4 adarmes |
| Valencia | Quintal = 4 arrobas | Libra | = 12 onzas |
| | | Arroba | = 36 libras |

Para toda España, y por orden alfabético, las medidas de peso más utilizadas son:

Anega Ardikua (media fanega)

- Guipúzcoa: 22,5 kg (Placencia).

Argenso

- Cataluña: 0,15625 gramos.

Arienzo

- Huesca: 1,828 gramos.

Arralde

- Vizcaya: 1,952 kg (4 libras).

Arroba

Junto con la libra, constituye la medida tradicional de peso más utilizada en España. Se encuentra usada en 37 provincias:

- Albacete: 11,5 kg.
- Alicante: 12,50 y 12,792 kg.
- Ávila: 11,502 kg (Arenas de San Pedro, Piedrahita).
- Badajoz: 11,5 kg (aceite).
- Baleares: 10,175 kg.
- Barcelona: 10,40 kg (arroba catalana).
- Burgos: 11,5 kg.
- Cáceres: 11,502 kg.
- Cádiz: 11,5 kg.
- Castellón: 12,888 kg (36 libras de 0,358 kg.).
- Ciudad Real: 11,5 kg.
- Coruña: 14,375 kg.
- Cuenca: 11,5 kg (aceite).
- Gerona: 10,4 kg (26 libras de 0,400 kg.).
- Granada: 11,502 kg.
- Guadalajara: 11,5 kg.
- Guipúzcoa: 12,5 kg (toda provincia); 12,3 (Urrieta); 15,9 (Aya); 11,5 Berástegui.
- Huelva: 11,5 kg.
- Huesca: 12,636 kg (36 libras).
- Jaén: 11,5 y 12,42 kg, aceite.
- León: 11,502 kg.
- Lerida: 10 kg; 11 kg (aceite).
- Lugo: 14,378 kg (25 libras de 575 gramos).
- Murcia: 11,5 kg.
- Navarra: 13,392 kg.
- Oviedo: 14,37791 kg @ mayor (zona occidental).

- Santander: 11,5 kg.
- Segovia: 11,5 kg.
- Sevilla: 11,502 kg.
- Soria: 11, 5 kg.
- Tarragona: 10 kg (convenida); 10,4 kg (real)
- Teruel: 13,212 kg (36 libras de 367 gramos)
- Toledo: 11,5 kg.
- Valencia: 12,780 kg (36 libras).
- Vizcaya: 12,2 kg.
- Zamora: 11,5 kg.
- Zaragoza: 12,6 kg (36 libras).

Las arrobas de 11,5 (11,502) kg están constituidas por 25 libras de 0,460093 kg

Carga

- Cataluña: 124,8 kg.
- Tarragona: 100 kg. Uva (Gandesa); 140 kg. Trigo (Gandesa).

Carretada

- Cádiz: 690 kg.
- Córdoba: 1150 kg.

Docena

- Navarra: 4,464 kg.

Erralde

- Vizcaya: 4,88 kg (10libras).

Fanega

- Guipúzcoa: 45 kg; 40 kg (Beizama).
- Salamanca: 43,240 kg (94 libras), trigo, algarrobas, lentejas; 41,40 kg (90 libras), centeno; 25 kg, avena; 40 kg, garbanzos, guisantes.

Halda

- Cádiz: 92 kg (8 arrobas de 11,5 kg), paja.
- Córdoba : 46 kg, paja.

Hemina

- León: 15,640 kg (34 libras).

Libra

La más utilizada es la libra de 0,460093 kilogramos que se encuentra en las siguientes provincias: Álava, Albacete, Almería, Ávila, Badajoz, Burgos, Cáceres, Cádiz, Canarias, Ciudad Real, Córdoba, Cuenca, Granada, Guadalajara, Huelva, Jaén, León, Logroño, Madrid, Málaga, Murcia, Oviedo (zona Oriental),

Palencia, Salamanca, Santander, Segovia, Sevilla, Soria, Toledo, Valladolid y Zamora. Otras libras utilizadas en España:

- Albacete: 0,458 kg.
- Alicante: 0,533 kg.
- Balerares: 0,407 kg.
- Cáceres: 0,456 kg.
- Castellón: 0,358 kg.
- Cataluña: 0,400 kg (libra catalana).
- Coruña: 0,575 kg.
- Guipúzcoa: 0,492 kg.
- Huesca: 0,351 kg.
- Lugo: 0,573 kg.
- Navarra: 0,372 kg.
- Orense: 0,574 kg.
- Oviedo: 0,690 kg.
- Pontevedra: 0,579 kg.
- Teruel: 0,367 kg.
- Valencia: 0,355 kg.
- Vizcaya: 0,488 kg.
- Zaragoza: 0,350 kg.

Quantal

- Vizcaya: 48,8 kg (4 arrobas).

Quintal

- Badajoz: 46 kg (4 arrobas); 50 kg (quintal grande).
- Baleares: 42,38 kg (4 arrobas, 104 libras).
- Barcelona: 41,60 kg (quintal catalán).
- Burgos: 46 kg, 4 arrobas (quintal castellano).
- Canarias: 46 kg.
- Coruña: 57,50 kg.
- Cuenca: 46 kg (4 arrobas).
- Gerona: 41,60 kg (4 arrobas).
- Guipúzcoa: 50 kg.
- Huelva: 46 kg (4 arrobas).
- León: 46 kg (4 arrobas).
- Lerida: 40 kg (4 arrobas)
- Lugo: 57,512 kg (4 arrobas)
- Murcia: 46 kg (4 arrobas)..
- Oviedo: 57,51 kg, quintal mayor (zona occidental); 70,87 kg quintal macho.
- Santander: 46 kg.
- Tarragona: 40 kg; 41,60 (para almendra).
- Toledo: 46 kg (4 arrobas).
- Valencia: 51,12 kg (4 arrobas).
- Zaragoza: 50,40 kg.



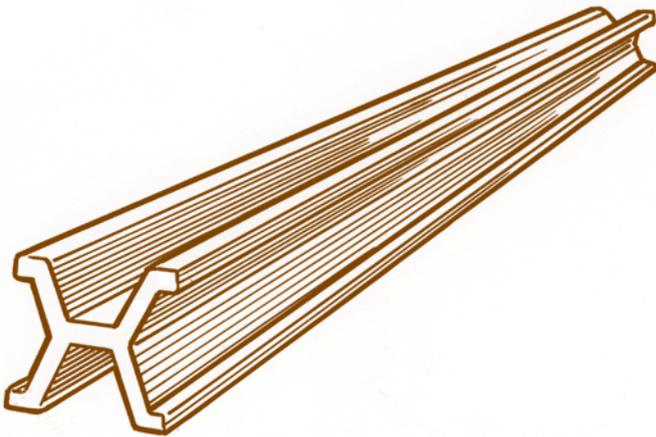
Ralde

- Guipúzcoa 5 kg (carne).

Tonelada

- Canarias: 920,184 kg (20 quintales, 80 arrobas), G. Canria, Lanzarote, Fuertev.
- Huelva: 920,186 kg (20 quintales).

Segunda Parte
El Metro



XI. INICIATIVAS DE UNIFICACIÓN METROLÓGICA



Las iniciativas decisivas a favor de la unificación de las medidas habrían de producirse en el ámbito de las actuaciones prioritarias de la Revolución Francesa, que aportarían la novedad de un fuerte apoyo popular. Anteriormente, las ideas unificadoras habían tenido su origen en el poder político o en oligarquías mercantiles ambos, claro está, para facilitar la consecución de sus fines.

Entre las determinaciones unificadoras más antiguas, se citan las de Filipo de Macedonia y su hijo Alejandro Magno, de las que no se conoce su grado de veracidad y, menos aún, detalles del supuesto proceso.

Superando la Antigüedad, y con anterioridad a la Revolución Francesa, según Kula¹⁰⁹ se establecen en Europa tres fases en la actividad unificadora de la metrología: la Medieval, la Renacentista y la de la Ilustración.

Durante la Edad Media adquiere especial importancia la reforma llevada a cabo por Carlomagno, a quien se atribuye la creación de una escuela de medidas y la unificación de éstas en todo su Imperio. La base legal de esta reforma se apoya en una serie de disposiciones normativas, dictadas por él y sus sucesores a lo largo de casi un siglo, las más importantes en los años 789, 800, 813 y 864, que contienen el programa regio sobre estas cuestiones y cuyo objetivo último será dejar establecido que las prerrogativas metroológicas pertenecen al dominio real y constituyen un atributo del poder del monarca. Como prueba de ello, “el patrón que se conserva en el palacio rige en todo el territorio hasta donde llega la autoridad real”.

Al parecer en la Inglaterra medieval también se acometieron reformas metroológicas, en este caso fruto de acuerdos entre el monarca y los señores, y se dice que lograron mayor éxito que las carolingias cuyos resultados prácticos fueron exagerados.

En Castilla durante la Edad Media son destacables las iniciativas reales de Alfonso X el Sabio, Alfonso XI y Juan II, que se verán con detalle al considerar de forma particular el caso de España.

Durante el Renacimiento, Felipe II promovió medidas unificadoras que igualmente serán tratadas al estudiar el caso español; también se mencionan las actuaciones metroológicas unificadoras de Francisco I en Francia; del mismo modo se intentaron en Lombardía y en Saboya; en Rusia realizó tentativas en este sentido Iván el Terrible, que no debieron ser eficaces porque la diversidad metroológica siguió actuando en este extenso país.

Se llega a la tercera fase, que se corresponde con la Ilustración (siglo XVIII) y que adquirió particular importancia en la Europa central y oriental, especialmente en Austria,

¹⁰⁹ Kula, Witold, ob. cit., págs. 149-156.

Rusia y Prusia, bajo el lema “si las medidas son el atributo del poder, deben abarcar el territorio que ese poder administra”. La comunidad de las medidas uniría las diversas provincias del Imperio, dentro de sus fronteras históricamente establecidas.

La más antigua (1705) de estas reformas centroeuropeas se llevó a efecto en Austria. Los resultados no fueron buenos, especialmente por el sabotaje de los señores feudales. En Rusia, a lo largo del siglo XVIII, las promovieron Pedro el Grande y Catalina, creándose en 1736 una Comisión de Medidas y Pesas. En Prusia, alrededor de 1750, Federico II intentó una unificación parcial.

1. TENTATIVAS DE UNIFICACIÓN EN ESPAÑA

Con relación al caso español, la iniciativa más antigua conocida es la promovida por Alfonso X el Sabio, monarca que mostró gran preocupación por estas cuestiones. Su primera disposición se remonta a 1261 cuando prescribe la igualación de pesos y medidas en todos sus reinos y para hacerlo cumplir envía diplomas a los distintos Concejos municipales. El 4 de abril de 1261 está fechado un pergamino que se conserva en el archivo municipal de León, en el que se dice:

Don Alfonso por la gracia de Dios, Rey de Castiella, de Toledo, de León, de Gallizia, de Sevilla, de Córdoba, de Murcia, de Jahén e del Algarbe, al Concejo de León e a todos los otros Concejos de su Obispado, tan bien de villas cuemo de Castiellos cuemo de Aldeas, salud e gracia.

Aviendo gran sabor de vos facer bien e merced, e por toller muchos dannos que recibien los omes por las medidas que eran de muchas maneras, e Moguer que ganvan en las unas, perdién en las otras; por todas estas razones e porque nuestro sennorio es uno, queremos que todas las medidas e los pesos de nuestros Regnos, tam bien de pan cuemo de vino e de las otras cosas, sean unas.

E por ende tenemos por bien e mandamos que la medida mayor del pan sea el Cafiz Toledano, en que a doze fanegas; e la fanega en que ha doze çelemí; e el çelemíen que a doze cuchares (...)

E la medida mayor del vino sea el Moyo de Valladolid (...)

E el peso mayor de Carne sea el Arrelde de Burgos en que a diez libras (...)

E de los pesos ponemos el marco Alfonsí, que es éste que vos enviamos (...)

E las medidas para medir las heredades sean éstas que vos enviamos (...)

Fecha la carta en Sevilla por nuestro mandato, Lunes quatro días andados del mes de Abril, en era de mil e dozientos e noventa e nueve años. Yo Gil Martínez de Sigüenza la escriví por mandado de Millán Pérez de Aellón, en el año Noveno que el Rey don Alfonso regnó.¹¹⁰

Por acuerdo de Alfonso X con Jaime I, esta unificación se extendió a la Corona de Aragón, estableciendo como vara de medir la de Toledo, de tres pies romanos. No serían éstas las únicas iniciativas sobre medidas del Rey Sabio. En el artículo 26 de las Cortes

¹¹⁰Vallvé Bermejo, Joaquín. “Notas de Metrología Hispano-Árabe II. Medidas de Capacidad”, *Al-Andalus*, Vol. XLII, Madrid-Granada, 1977, págs. 64-66.

u Ordenamiento de Jerez de la Frontera, de 25 de julio de 1268 se prescribe la igualación de pesos y medidas en los mismos términos, pero con dos variantes; se habla en este documento del moyo de Sevilla, en vez del de Valladolid, como medida mayor del vino y se asigna al arrelde de Burgos, para pesar la carne, cuatro libras en vez de diez.

Gran relevancia tendría la actuación de Alfonso XI a través del Ordenamiento de Alcalá, decretado el 25 de febrero de 1348 en las Cortes de Alcalá de Henares. Su decisión más importante sería la sustitución de la llamada vara de Toledo por la de Burgos, también conocida como vara real de Castilla y que habría de perdurar hasta la implantación del sistema métrico decimal como base de las restantes unidades de medida.

La vara de Castilla establecida se divide en 3 pies, 4 palmos, 36 pulgadas o 48 dedos. Derivada del llamado *codo de ribera*, que mide 0,55727 metros y que representa 2/3 de la *vara burgalesa* o de Castilla, por lo que un codo y medio de ribera equivale a una vara real de Castilla. Desde el Ordenamiento de Alcalá los agrimensores estaban obligados a utilizar esta vara.

Con relación a medidas de capacidad, en su decreto, Alfonso XI dice:

Porque en los regnos de nuestro sennorio an medidas e pesos departidos, por lo qual los que venden e compran reçiben muchos engannos e dannos, tenemos por bien que en todos los logares de nuestros regnos que las medidas e pesos que sean todos unas (...)

Et el quintal de azeyte, que sea en Sevilla e en la frontera de diez arrova, como se usó fasta aquí (...)

Otro sí tenemos por bien que el pan e el vino e todas las otras cosas que se suelen medir, que se midan e vendan por la medida toledana, que es la fanega de doze clemines, e la cántara de ocho açumbres.

Alfonso XI no cambia, pues, la medida para granos ratificando expresamente la medida toledana.

Nuevas decisiones en cuanto a medidas habrían de adoptarse por Juan II en las Cortes de Madrid de 1435 y de Toledo en 1436:

Item, que la medida para vino, así de arrobos como de cántaras y azumbres y medidas azaumbres y medias azumbres y quartillos, que sean en la medida toledana...

Item, que todo el pan que se hobiere de vender y comprar, que se venda y compre por la medida de la ciudad de Ávila.

Esta legislación sobre pesos y medidas será también sancionada y refrendada por los sucesivos reyes de España hasta llegar a Carlos IV.¹¹¹

Felipe II volverá a insistir en la obligatoriedad de las medidas toledanas para cereales. A través de una orden dada en San Lorenzo del Escorial, el 20 de agosto de 1590, impuso

¹¹¹ *Ibidem*, págs. 68-71.

el llamado *codo real* de 33 dedos castellanos, cuyo patrón se acompañaba y medía, según se ha visto anteriormente, los dos tercios de la *vara de Castilla*: “*el qual es medio entre los mayores y menores con que de presente se arquea, y no con otro alguno mayor, ni menor*” Este codo real, impuesto por Felipe II no obtendría gran difusión, usándose particular y significativamente en terrenos propiedad de la Corona¹¹².

Desde 1790, fecha muy temprana del proceso de unificación de pesas y medida, emprendido como objetivo básico de la Revolución francesa, ya se detecta participación de España en el mismo, en esta ocasión a través del sevillano José Mendoza y Ríos, a quien se hará referencia más adelante. Decidida la medición de un arco de meridiano, entre Dunkerque y Barcelona para determinar la dimensión de la nueva medida, al incluir suelo peninsular, la colaboración de España se hizo necesaria. A partir de septiembre de 1798, cuando la medición del arco estaba llegando a su fin, y atendiendo a invitación del gobierno francés, nueve países, entre los que se encontraba España, se reunieron en conferencia internacional de sabios, la primera de la historia, para determinar el valor del *metro verdadero y definitivo*, que quedó acordado en junio de 1799. La representación española estaría encabezada por el capitán de navío Gabriel Ciscar y como adjunto se designó a Agustín de Pedrayes.

En el párrafo anterior se ha querido poner de manifiesto la importancia de la implicación española en esta gesta francesa encaminada a la determinación de una medida universal. A pesar de todo, las motivaciones políticas pronto declinarían en otra dirección, así Carlos IV llevaría a cabo su “Contrarreforma” particular, posiblemente por tener poca fe en el futuro de la iniciativa francesa o desconfiar de ésta, el caso es que, por Real Orden de 26 de enero de 1801 y circular del Consejo de 20 de febrero, decreta la Igualación de Pesos y Medidas para todo el Reino:

Llévese a efecto la igualación de pesas y medidas que ha sido mandada en diferentes tiempos: y para que se logre la utilidad real de esta uniformidad con la menor incomodidad posible de los pueblos, se tomen por normas las pesas y medidas que están en uso más generalmente en estos reynos, prefiriendo elevar la confusión que de alterarlas resultaría, al darles cierto orden y enlace sistemático que se podría desear.

Estas normas son el patrón de la vara que se conserva en el archivo de la ciudad de Burgos; el patrón de la media fanega que se conserva en el archivo de la ciudad de Ávila; los patrones de medidas de líquidos que se custodian en el archivo de la ciudad de Toledo, y el marco de las pesas que existe en el archivo del Consejo.

Las pesas y medidas que deberán pues ser de uso general en todos mis reynos y señoríos, y que en lo sucesivo se llamarán pesas y medidas Españolas (...)¹¹³

Esta última denominación podría ser la novedad de la cita, que, por lo demás, tendría la validez de un texto refundido. Con estas actuaciones de Carlos IV finalizarían los movimientos unificadores de las pesas y medidas tradicionales españolas, el siguiente paso sería la implantación del Sistema Métrico Decimal.

¹¹² Ferrer Rodríguez y González Arcas, ob. cit., pág.177.

¹¹³ Vallvé Bermejo, Joaquín, “Notas de Metrología Hispano-Árabe II. Medidas de Capacidad”, *Al-Andalus*, Vol. XLII, 1977, pág.71.

XII. FRANCIA: LA REVOLUCIÓN Y LA UNIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS.



La formación del Sistema Métrico Decimal fue una empresa proyectada, programada y ejecutada de forma casi exclusiva por Francia, país al que corresponde la gloria de esta gran conquista para toda la Humanidad y hacia cuyo conocimiento se considera conveniente desplegar, aunque sea de una forma básica, como corresponde a la índole de este trabajo, el panorama socio-político en que se desarrollaron estos hechos y los precedentes históricos de este país, que favorecían la impulsión de acciones unificadoras de las medidas aún antes de que se planteara la creación de un sistema universal de medidas.

Un precedente francés del Sistema Métrico Decimal lo estableció en 1670 el vicario de la parroquia de San Pablo de Lyon, Gabriel Moutou, quien, además, planteó la idea de una medida universal tomada de la naturaleza. Para ello propuso una unidad de medida basada en la longitud de un minuto de arco de meridiano terrestre y sugirió un péndulo de periodo especificado como medio de preservar esta medida.

Para llevar a efecto el despliegue histórico arriba mencionado, será necesario invocar de nuevo como fuente básica a Witold Kula¹¹⁴, considerado como uno de los iniciadores de estudios en profundidad de esta materia, abundantemente citado en este trabajo y que motivó en estas cuestiones a toda una corriente de historiadores de la ciencia. En opinión de este autor la historia de los intentos de unificación de medidas en Francia debe ser estudiada en varios actos:

Partiendo de Carlomagno, extiende el primer acto durante mil años y lo considera muy pesimista, a pesar de los intentos de aquél, antes mencionados, que lograron un éxito relativo y los posteriores de Francisco I, quien, en un decreto de 1540, dice: “pero al rey, que es soberano en su reino, le corresponde el derecho a la unificación universal de las medidas” y Enrique II, en otro decreto de 1557: “Las medidas y las pesas recibirán una cierta forma específica y llevarán el nombre de medidas y pesas reales”. El fracaso de las disposiciones de estos monarcas tenían una explicación en el orden práctico y es que los señores ostentaban la potestad de establecer el tamaño de estas medidas, como se atestigua por la decisión del *Grand Conseil* del año 1565: “Los súbditos están obligados a pagar los tributos y la renta que deban al señor según la medida que éste posea en su hacienda, aunque existiese otra medida en dicha localidad”.

Pero los abusos iban más lejos, para mantener hipócritamente el principio de préstamos sin interés, el señor prestaba el grano al ras y el campesino lo devolvía con colmo. Se puede entender lo que esto podía significar aludiendo al cálculo llevado a efecto en 1640 por Mersenne sobre el *boiseeau*, medida parisiense para grano, en el que al ras comprobó que cabían 172.000 granos de trigo, mientras que con colmo los granos alcanzaban el número de 220.160, representando esta forma de medir un 28% más de grano. Resulta

¹¹⁴ Kula, Witold, ob. cit., capítulos 21 a 23.

revelador comparar este dato con lo anteriormente visto en el capítulo X, al estudiar la diversidad de medidas de capacidad para áridos en España, que, en el caso de Córdoba establece para la *fanega rasa* una capacidad de 55,2359 litros y para la *fanega colmada* 69,0449 litros; en Orense señala la *tega rasa* con 17,21 litros y la *tega colmada* con 21,58 litros¹¹⁵, representando para estas modalidades de medidas colmadas un 25% más de grano que para las rasas y estando ambos casos lo suficientemente próximos al caso francés para ser compatibles con éste, puesto que la pequeña diferencia entre ambos puede ser atribuible a la forma del recipiente con que se efectúa la medición.

Kula hace coincidir el segundo acto, al que califica de optimista, con un “sorprendente estallido de ensoñaciones populares a propósito de una única medida justa” en el período de *los cahiers de doléances* (1789). En este momento se hace necesaria la apertura de un paréntesis explicativo sobre el significado de éstos en los momentos iniciales de la Revolución Francesa y el papel protagonista desempeñado en la misma por la masa burguesa que se constituiría en el llamado Tercer Estado.

La burguesía del siglo XVIII se afianzó como la plataforma en la que va a gravitar próximamente el peso total de las manifestaciones políticas económicas y culturales de la Humanidad. La llamada *gran burguesía* llegó al Dieciocho ennoblecida, formando parte de las clases aristocráticas del país. Pero la masa burguesa, la que en conjunto se apropió el nombre de Tercer Estado, abre las puertas del siglo con nuevo ímpetu. Entre esta burguesía no privilegiada, alta y baja, negociantes, industriales, hombres de leyes, patriciado urbano, se difunden las nuevas concepciones ideológicas, racionalistas y críticas. Las palabras libertad e igualdad fueron adoptadas por ella como armas sagradas para la conquista de los reductos del Antiguo Régimen. Sin embargo, la burguesía sólo se manifestó revolucionaria en aquellos países en los que formaba una clase social poderosa. Ni en el Oriente de Europa ni en las penínsulas mediterráneas, ni en Inglaterra, donde la revolución de 1688 había dado completa satisfacción a sus deseos políticosociales.¹¹⁶

Para entender los hechos que habrían de ocurrir, será necesario situarse en el clima extremadamente tenso que existía en Francia entre 1787 y 1789. Por una parte el país estaba inmerso en crisis económica que afectaba especialmente al naciente proletariado urbano y a las clases campesinas, al tiempo que se producía la llamada “revuelta de los privilegiados” liderada por la llamada nobleza de toga de los Parlamentos (tribunales de justicia) que incitaban a la burguesía, deseosa de participar en los cargos públicos y que acabaría arrastrando a la revuelta de las clases populares.

Los factores socioeconómicos que motivaron la conciencia revolucionaria francesa fueron: en el sector económico, los deseos de liberalización del trabajo, la producción y el comercio; en el ámbito social, como ya se ha destacado, el creciente ascenso de la burguesía media y baja y en el mundo intelectual, la difusión de las ideas enciclopedistas y antitradicionalistas.

¹¹⁵Datos de la publicación *Pesas, medidas y monedas*, de la Dirección General de Agricultura, (hacia 1925), pp. 42 y 100.

¹¹⁶ Vivens Vives, Jaime, *Historia General Moderna*, Tomo II, Montaner y Simón, S.A., Barcelona, 1952, p. 123.

Siguiendo un orden cronológico, se destacarán los hechos más importantes que se produjeron en estos años: En julio de 1787 se reclamó por primera vez la reunión de los Estados Generales; en 1788 se desencadena el espíritu revolucionario y se precisan los objetivos del futuro movimiento: convocatoria de los Estados Generales y establecimiento de una monarquía constitucional. Para hacerse una idea de la trascendencia de esta petición, basta con saber que la última reunión de los Estados Generales se había celebrado en 1614.

Pero las peticiones iban más lejos, se rechazaban los viejos sistemas de elección y los procedimientos deliberativos de los Estados y se llegó a conseguir del Consejo Real que, el 27 de diciembre de 1788, aprobara que el número de diputados del Tercer Estado sería igual al de los dos restantes brazos (nobleza y clero) reunidos. El 5 de mayo de 1789 se produce la apertura de los Estados; el 17 de junio el Tercer Estado acordó erigirse en Asamblea Nacional; el 27, presionado por la burguesía, el monarca ordena la integración de los tres estados en una sola asamblea. Por fin, el 9 de junio ésta tomaba el nombre de Asamblea Nacional Constituyente, que consumaba la Revolución legal. Del 12 al 14 de julio estallaron en París una serie de actos violentos que habrían de culminar con la histórica toma de la Bastilla. Estos hechos ponen de manifiesto cómo la burguesía estaba capitalizando en beneficio propio el movimiento que se había desencadenado por la “revuelta de los privilegiados”. La Revolución culminaba con la adquisición de dos principios fundamentales: la soberanía nacional, representada por la Asamblea Constituyente y la igualdad de todos los ciudadanos ante la ley.

1. LES CAHIERS DE DOLEANCES

Con el fin de orientar las discusiones de los Estados Generales se redactaron *les cahiers de doléances* o “cuadernos de agravios”. La importancia de estos documentos se destacó en la Conferencia de la ONU sobre Comercio y Desarrollo del año 2000, en la que se aludió a ellos como “ejemplo para el futuro de crítica razonada a situaciones injustas”. Tocqueville¹¹⁷ escribe: “*Les cahiers de doléances* quedarán como un testamento de la antigua sociedad francesa, como la más perfecta manifestación de sus deseos, como la auténtica expresión de su voluntad postrera”.

Se redactaron 60.000 “cuadernos de agravios”, de los que se conservan 40.000, que constituyen la mayor investigación de opinión pública realizada en Europa con anterioridad al siglo XX. Eran documentos heterogéneos en cuanto a su extensión que variaba de una a ochenta páginas. Existían dos tipos de cahiers, los redactados en primera instancia en parroquias y gremios y los redactados en las baillías que pasaban directamente a los Estados Generales.

En los cuadernos del Tercer Estado se advierten diferencias entre los redactados en las ciudades, que expresaban de una forma más patente el pensamiento de la burguesía, exigiendo libertad de palabra, reunión y comercio, mientras que las zonas rurales se

¹¹⁷ Citado por Kula, Witold, ob. cit., pág. 321.

centran en la denuncia de los abusos feudales. Se destaca el clima de libertad en que fueron redactados, poco común para la época, y que no contaban con cuestionario previo o reglamentación alguna, no obstante, la población, invitada a expresar sus deseos encontraba importantes dificultades para redactarlos, por lo que Francia quedó inundada por los “modelos” que circularon. Decenas de parroquias transcribían el mismo modelo que se difundía de mano en mano. A este respecto cabe destacar que en pocos casos la transcripción se producía sin cambios.

Centrados en el aspecto de las quejas que se pueden conectar con el presente trabajo, el dominio de la metrología, es posible señalar que en bastantes casos el postulado de la unificación de las medidas era el único agregado que se hacía al modelo utilizado y a veces se copiaba literalmente en varios cuadernos. Es digno de asombro ver un postulado metrológico en dos cuadernos independientes entre sí en primer lugar, encabezando las listas de todas las quejas y como también con frecuencia aparece agregado al final, después de haberse firmado el documento. La unificación de medidas y pesas era deseada por todos: campesinos, artesanos y notables de casi todas las ciudades.¹¹⁸

Al menos 310 delegaciones a los Estados Generales introdujeron en sus *cahiers de doléances* la petición de una reforma de los pesos y medidas. Para la mayor parte de las asambleas que prepararon estos documentos la cuestión principal era más el asegurar medidas fijas e invariables que introducir medidas universales más o menos científicas.¹¹⁹

El feudalismo fue abolido en Francia por los decretos de 4 de agosto de 1789 y 15-28 de marzo de 1790 y conjuntamente con él desaparecía el monopolio señorial de las pesas y las medidas, se planteaba entonces la necesidad de llenar este vacío.

2. HACIA UN SISTEMA ÚNICO DE MEDIDAS

Con anterioridad a la Revolución, Lavoisier, científico de prestigio considerado uno de los fundadores de la química moderna, junto con otros académicos, había sido invitado a participar en las comisiones regias encargadas de analizar las ventajas de un sistema único de medidas. Más tarde se crearía la Comisión de Pesos y Medidas, que propondría los detalles de la reforma métrica y que estaba integrada por el mismo Lavoisier; Condorcet, secretario permanente de la Academia de Ciencias del Antiguo Régimen; Laplace, el matemático más destacado de su época; Borda, inventor del *círculo repetidor* utilizado por Méchain y Delambre en su medición y Legendre, uno de los más notables matemáticos de Francia¹²⁰. Esta pléyade de científicos da idea de la importancia que revestía el asunto de la unificación de las medidas.

Desde el inicio de la Revolución se habían producido propuestas de reforma de las unidades de medida y una de las más reconocidas fue la formulada por el astrónomo más

¹¹⁸ Kula, Witold, ob. cit., págs. 323-331.

¹¹⁹ Ten, Antonio E., *Medir el Metro*, Universidad de Valencia-C.S.I.C., Valencia, 1996, págs. 20-21.

¹²⁰ Alder, Ken, *La Medida de todas las cosas*, Taurus Historia, Madrid, 2003, pág. 98.

famoso de Francia Jêrôme Lalande, maestro de Méchain y Delambre, ejecutores de la medición del Meridiano de Dunkerque a Barcelona. En abril de 1789 Lalande, tras denunciar los abusos ocasionados por la diversidad de medidas, instaba a unificarlas por el procedimiento más elemental: hacer obligatorias en todo el país las unidades de París.

Un hito trascendental del proceso se produciría en marzo de 1790, cuando entra en liza un gran personaje de la política francesa Charles-Maurice de Talleyrand, antiguo obispo revolucionario de Autun, político incombustible y dueño perenne de la política exterior francesa, quien formuló una propuesta de envergadura: rechazar la idea de aplicar las medidas parisienses en toda Francia y fijar un nuevo prototipo que esté “tomado de la naturaleza”. Amplía su propuesta en el sentido de que los trabajos preparatorios se lleven a cabo por la Asamblea Nacional y la Academia Francesa conjuntamente con el Parlamento inglés y la *Royal Society*. Talleyrand, político pragmático, estaba convencido de que un nuevo sistema de pesos y medidas solo podía llegar a superar los viejos hábitos si podía ser verdaderamente universal y que únicamente la ciencia podía conseguir esta medida que debía estar fundada en la Naturaleza.

El 8 de mayo de 1790 la Asamblea Nacional aprobó por decreto una proposición, corrigiendo ligeramente la presentada por Talleyrand, quien había propuesto como base del nuevo sistema de pesos y medidas la longitud del péndulo que bate segundos a la latitud de 45°. Otro acuerdo de esta sesión de la Asamblea fue adoptar la proposición de Bureaux de Pussy de utilizar la escala decimal para todas las medidas. En la misma fecha, siguiendo el procedimiento establecido, la Asamblea acuerda someter su decisión a la Academia de Ciencias, que lo adopta el 19 de mayo. En esa misma fecha la Academia, para cumplir las misiones encomendadas, crea una comisión de trabajo de la que formarán parte los académicos Tillet, Condorcet, Laplace, Lavoisier, Borda, Lagrange y Coulomb. El 27 de octubre de 1790 la Academia sanciona el primer componente del nuevo sistema: la escala decimal que había propuesto Bureaux de Pussy.

Como se ha dicho, Talleyrand había sugerido que la unidad básica de longitud se derivase de la longitud de un péndulo que bate segundos. Los antecedentes de esta idea se remontan a principios del siglo XVI cuando Galileo había demostrado que el período de la oscilación de un péndulo estaba determinado exclusivamente por su longitud, siempre que la oscilación no fuese demasiado amplia. Talleyrand, por consejo de Condorcet, propuso que el gobierno francés invitase a dos sabios de cada una de las naciones del mundo para que participasen en un experimento conjunto con el fin de determinar la longitud de un péndulo de un segundo de oscilación.

El primer intento de internacionalización de la medida fue la idea de Talleyrand de realizar los trabajos preparatorios con el Parlamento inglés y la *Royal Society*; se apoyaba en sus coincidencias con Sir John Riggs Miller, miembro de la Cámara de los Comunes inglesa, con quien había mantenido correspondencia en este sentido, al ser igualmente defensor de una medida universal fundada en la Naturaleza, que había planteado en julio de 1789 en una resolución ante el Parlamento de su país. Si este sistema de medidas tenía éxito podría extenderse más allá de Europa, por todo el planeta. Por su parte el presidente Washington había pedido a Thomas Jefferson, primer secretario de Estado de la nación, que informase sobre la reforma de los pesos y medidas del país, y había accedido



a coordinar sus propuestas con las francesas. Condorcet predijo en privado que los franceses, los ingleses y los estadounidenses, “las tres naciones más ilustradas y activas del mundo”, no tardarían en utilizar las mismas medidas¹²¹.

La utilización del péndulo precisaba de algunas puntualizaciones, dado que con posterioridad a Galileo se había descubierto que en la longitud del péndulo que bate segundos influía la latitud, puesto que, según ésta, variaba levemente la gravedad. Se planteaba entonces la necesidad de elección del lugar en que se verificaría la medición que, de forma lógica, debería ser el Ecuador, por su equidistancia entre los polos. Se descartaba éste porque las naciones interesadas quedaban muy alejadas. Como alternativa viable, Talleyrand, siempre asesorado por Condorcet, propuso la elección de un punto medio entre el Polo y el Ecuador, a los 45 grados de latitud norte, donde el péndulo tenía su longitud media y propuso Burdeos. El británico Miller se inclinó por Londres y Jefferson que la medición se llevase a efecto en un lugar del paralelo 38, latitud media de los Estados Unidos. Las dotes diplomáticas de Talleyrand quedarían patentes al conseguir que, el 8 de mayo de 1790, la Asamblea Nacional formulase un texto ecléctico: “que la medición se efectuaría a 45 grados o cualquier otra latitud que se pudiese preferir”, con lo que consiguió la aquiescencia de Miller y Jefferson.

En Inglaterra, tras la finalización de su campaña legislativa, se produce la disolución del Parlamento y en la nueva cámara no es reelegido John Riggs Miller y ninguno de los nuevos miembros asume su propuesta. Ni política ni económicamente aparecían en Inglaterra intereses favorables a la colaboración con la Asamblea Nacional francesa y sus utópicos planes de reforma universal¹²².

Las tentativas de dar carácter internacional a la nueva unidad de medida defendidas por Talleyrand, gozaban, como se ha visto, del apoyo y asesoramiento de uno de los sabios franceses más entusiastas de la idea, el secretario permanente de la Academia de Ciencias, Marie-Jean-Antoine-Nicolas Caritat de Condorcet. Sus intentos de avanzar en la universalidad de la nueva unidad de medida no se limitaron a Inglaterra y Estados Unidos, también se extendieron a España. En su carta al presidente de la *Assemblée Nationale*, fechada en París el 11 de noviembre de 1790, Condorcet, afirma: “España ha enviado a Francia un sabio encargado de seguir todas las operaciones relativas a las medidas que se harán”. El nombre de este sabio español no podía ser otro que el sevillano D. José Mendoza.¹²³

El 16 de febrero de 1791 la Academia de Ciencias, a propuesta de Borda, crea una nueva comisión de la que éste formaría parte, junto con Laplace, Condorcet, Lagrange y otros. El 19 de marzo la comisión presenta un trascendental informe en el que asume la escala decimal y hace un análisis muy completo sobre las distintas posibilidades de medidas naturales, adopción de la longitud del péndulo que bate segundos o elección de una parte de un cuadrante de meridiano terrestre, inclinándose por esta última. Borda, presidente de la

¹²¹ *Ibíd.*, pág. 102.

¹²² Ten, Antonio E., *Medir el Metro*, Universidad de Valencia-C.S.I.C., Valencia, 1996.

¹²³ Ten, Antonio E., “El Sistema métrico decimal y España”, *Arbor*, nov-diciembre 1989, pág. 109

comisión, justificó la decisión por razones científicas, el péndulo planteaba el problema de que una unidad básica, de longitud, se basase en otra unidad, un segundo de tiempo. ¿Qué sucedería entonces si hubiese que cambiar las propias unidades de tiempo?

3. LA ELECCIÓN DEL ARCO DE MERIDIANO

Las aspiraciones universales de la Revolución francesa, que harían afamada la frase “para todos los hombres y para todas las épocas”, referidas al sistema métrico, justificaban que una medida para todos los habitantes de la Tierra se debía basar en una medición de ésta.

Sobre la elección concreta del arco de meridiano de Dunkerque a Barcelona, escribe Alder:

Borda explicó cómo los académicos franceses habían elegido ese meridiano basándose en criterios racionales que excluían “todo lo que era arbitrario”. Primero, el arco elegido tendría que atravesar al menos 10 grados de latitud para que fuese posible una extrapolación válida al arco completo de la Tierra. Segundo, el arco elegido tendría que extenderse a ambos lados del paralelo 45, el cual, como distancia intermedia entre el Polo y el Ecuador, reduciría al mínimo cualquier imprecisión debida a la excentricidad morfológica de la Tierra. Tercero, sus dos puntos finales tendrían que estar situados al nivel del mar, el nivel natural de la figura de la Tierra. Y cuarto, el meridiano tendría que atravesar una región bien cartografiada ya, de manera que pudiera medirse rápidamente. Sólo había un meridiano en todo el mundo que cumplierse todas estas condiciones: el meridiano que iba de Dunkerque a Barcelona pasando por París. Borda aseguró a los legisladores que “no había nada en esta propuesta que diese a nación alguna el menor pretexto para el reproche”. Les aseguró también que la tarea podía estar terminada en un año¹²⁴

El informe emitido el 19 de marzo por la comisión de la Academia de Ciencias se extiende ampliamente sobre la conveniencia de situar el extremo inferior del arco en Barcelona. Por razones meramente científicas se argumentaba que si se escogía como meridiano base el que pasaba por el Observatorio de París, repetidamente medido en territorio francés por los Cassini, sus dos extremos deberían estar a nivel del mar, y el meridiano de París tocaba el mar en Barcelona. Barcelona estaba, además, lo suficientemente alejada de los Pirineos como para que la masa de éstos no afectase la dirección de la vertical en el momento de determinar la latitud del extremo inferior del arco. El punto medio del arco, finalmente, se situaría más cerca del paralelo 45 que si la medida se limitaba al territorio francés y ello reportaría ventajas en el cálculo matemático del total. En un párrafo final se justificaba el carácter exclusivamente francés de los trabajos científicos, sin considerar que, al finalizar en Barcelona, debía atravesar suelo español, por lo que sería necesaria la colaboración de España que, como se verá, resultó importante.

¹²⁴ Alder, Ken, ob. cit., pág. 104.

El 26 de marzo de 1791, la Asamblea Nacional vota un proyecto de decreto presentado por Talleyrand, que Luís XVI sancionaría el siguiente día 30, por el que se adopta el cuarto de meridiano como unidad real de medida y su diezmillonésima parte como unidad usual y ordena su medición siguiendo las instrucciones que dicte la Academia de Ciencias. El 13 de abril, la Academia crea cinco comisiones para el conjunto de las actuaciones a realizar. Las mediciones geodésicas se llevarán a cabo por Jean Dominique Cassini, Pierre-François-André Méchain y Adrien-Marie Legendre.

Jean-Dominique Cassini (Cassini IV) era director del Observatorio Real y el último miembro de una prestigiosa dinastía de astrónomos, directores del Observatorio Real y geodestas medidores del meridiano de París. Cassini IV había colaborado con su padre, César-François (Cassini III, de Thury), en el levantamiento del mapa Cassini de Francia. Pero Jean-Dominique no estaba interesado en esta nueva misión y propuso dirigirla desde París mientras un colaborador realizaba el trabajo de campo, la Academia no aceptó su propuesta. En sustitución de Cassini y Legendre, que también declinó participar en estos trabajos, fue designado Jean Baptiste-Joseph Delambre, recientemente elegido miembro de la Academia.

La decisión de la Asamblea Nacional de adoptar el patrón basado en el meridiano tuvo repercusiones fuera y dentro de Francia. Una consecuencia inmediata fue la pérdida de apoyo internacional, los partidarios del patrón basado en el péndulo no aceptaban el cambio. La Royal Society acusaba a los franceses de imponer como medida *universal* la medición de diez grados de un meridiano de Francia, que también provocó la retirada de Jefferson comentando: “Si otras naciones adoptan esa unidad, deben aceptar la palabra de los matemáticos franceses respecto a su longitud (...) Así es que se acabó”¹²⁵. Desde Francia tampoco faltaron las críticas, el viejo Lalande se mantuvo en la oposición al proyecto, prefería una medida material como la *toise* de cobre de París que la Academia custodiaba y de la que podía garantizarse con mayor facilidad su precisión y seguía sin respuesta la pregunta que había planteado en su intervención ante la Academia de Ciencias “¿Qué significaba aportar un poco más de exactitud a la medida de los grados sobre el territorio de Francia (aludiendo al progreso a finales del siglo XVIII en instrumentos, técnicas y teorías) cuando se sabía que esa exactitud sería tan duradera como lo había sido la alcanzada hasta entonces?”.¹²⁶ El propio Delambre, uno de los ejecutores de la medición, consideraría más tarde que Borda había impulsado el proyecto del meridiano para hacer famosos sus círculos repetidores. Otros se preguntaban si Laplace y los demás físicos habían promovido el proyecto como **un medio de determinar la forma exacta de la Tierra**, más que como un intento de establecer la longitud del metro. Más tarde, y a la vista de los retrasos que sufría la medición, algunos políticos y ciudadanos corrientes se planteaban si era necesaria en realidad una medida natural: la naturaleza es cambiante e irregular, en la naturaleza todo es desigual; hasta la forma de la Tierra podía cambiar con el tiempo, como admitía el propio Laplace.¹²⁷

¹²⁵ *Ibidem*, pág. 108.

¹²⁶ Ten, Antonio E., *Medir el Metro*, Universidad de Valencia, 1996, pág. 76.

¹²⁷ Alder, Ken, *ob. cit.*, pág. 109.

XIII. LA FORMA DE LA TIERRA Y LAS EXPEDICIONES AL PERÚ Y LAPONIA

Se ha expuesto anteriormente que en marzo de 1791 la Asamblea Nacional, a propuesta de la Academia de Ciencias de Francia, adoptó la medición del arco de meridiano Dunkerque-Barcelona, a fin de determinar la longitud de la nueva unidad de medida, que habría de establecerse en la diezmillonésima parte del cuarto de meridiano y cómo algunos de los opositores a esta idea argumentaron que Laplace y los demás físicos habían promovido el proyecto como medio para *determinar la forma exacta de la Tierra*, de ésta se tratará en el presente capítulo. Se entiende por forma de la Tierra la imaginaria que poseería nuestro planeta si su superficie se hallase en todas partes a nivel del mar, que hoy se dice *geoide* y en el siglo XVIII se conocía como *imagen de la Tierra*.

La medida más antigua de la esfera terrestre data del siglo III antes de nuestra era y fue hecha por Eratóstenes, nacido en Cyrene (Libia) en el año 276 a. C., a la sazón director de la Biblioteca de Alejandría. En sus estudios de los papiros de la biblioteca, encontró un informe de observaciones en Siene (hoy Asuan, Egipto) en el que se decía que los rayos solares al caer sobre una vara al mediodía del solsticio de verano no producían sombra. Eratóstenes realizó la misma observación en Alejandría, el mismo día y a la misma hora, donde la sombra tenía un ángulo de $7,2^\circ$ con la dirección de la plomada. Como el Sol está tan lejos que sus rayos nos llegan prácticamente paralelos, la diferencia del ángulo de la sombra respecto a la vertical local sólo se puede deber a la curvatura de la superficie terrestre. Este ángulo puede ser usado para medir indirectamente el radio terrestre, para ello, Eratóstenes necesitaba saber la distancia entre Siene y Alejandría. Se dice que la midió multiplicando la velocidad promedio de un camello por el tiempo que le llevaba hacer ese viaje y obtuvo que la distancia es de unos 800 kilómetros. Como $7,2^\circ$ es igual a $1/50$ de 360° , entonces el círculo máximo terrestre debe tener $50 \times 800 \text{ km} = 40.000 \text{ km}$; es decir, para el radio terrestre resultaban unos 6.400 km.

El meridiano de París, elegido por la Academia de Ciencias, había sido medido en varias ocasiones, desde que el abad Jean Picard llevó a cabo el primero de estos trabajos entre 1669 y 1670. Picard realizó sus operaciones bajo la hipótesis de la esfericidad de la Tierra, pero este criterio estaba próximo a desvanecerse. Entre 1672 y 1673, en una expedición a la isla de Cayena, Jean Richer comprobó que su reloj de péndulo oscilaba más lentamente a medida que se aproximaba al Ecuador, lo que indicaba un ligero debilitamiento de la gravedad al ensancharse la Tierra, debido a que aumentaba la distancia al centro del planeta.

Habían transcurrido pocos años cuando Isaac Newton en su obra *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687) justificaría de forma teórica el achatamiento de la Tierra por los polos, cuestión que relacionaba con su novedosa teoría de la “atracción universal”, al calcular el efecto de la rotación sobre una esfera líquida homogénea (la Tierra) en la que todas sus partículas se atraen constantemente entre sí, Newton calculó que las fuerzas centrífugas producirían una excentricidad terrestre, con un achatamiento

(relación entre la diferencia entre los semiejes mayor y menor de la Tierra y el semieje mayor) de $1/230$, es decir, que el radio de la Tierra era más corto en el Polo que en el Ecuador, añadiendo una tabla de valores para los grados de latitud, en la que el grado 45 tiene el valor medio entre los calculados en el polo y en el ecuador. Las teorías de Newton, montadas sobre una perfecta estructura matemática, no tuvieron una buena acogida por parte de la comunidad científica francesa por su oposición a la idea contraria defendida por Descartes. La carencia de base experimental de las teorías de Newton provocó que los sucesivos trabajos de medición del meridiano de París por parte de la saga de los Cassini se comparasen con el dato sobre excentricidad de la tierra formulado por el sabio inglés.

Fue Colbert, ministro de Luís XIV, quien en 1683 encargó a Giovanni Domenico Cassini (Cassini I), italiano establecido en París, la medición del meridiano de París en dirección sur, trabajo que debió interrumpirse. En 1700 Giovanni Domenico Cassini y su hijo Jacques Cassini (Cassini II) reanudaron los trabajos, llegando hasta el Rosellón, completaron una cadena de 24 triángulos y establecieron los fundamentos de las grandes triangulaciones. Sus resultados, presentados en 1701, confirmaban, además, las teorías de Newton de la Tierra achatada por los polos. Reanudadas las mediciones, ahora hacia el norte, en 1713 Domenico Cassini modificó sus conclusiones, en sentido contrario a las que había presentado en 1701, afirmando que la figura de la Tierra se alargaba por los polos, rechazando las teorías de Newton sobre el achatamiento por los polos y toda su concepción del cosmos, fundamentando su oposición en sus datos empíricos.

En 1733, Jacques Cassini recibe el encargo de reemprender los trabajos para la conclusión de la carta de Francia, que debía comenzar por la determinación de la longitud del paralelo de París. En 1733 midió el arco París-St. Malo y en 1734 su opuesto, el París-Estrasburgo. Sus resultados confirmaban la forma de la Tierra alargada por los polos, se acusaba a Newton de especulativo y se reubicaba a Descartes en lo más alto del pedestal de la ciencia.

Tan agudas llegaron a ser las discrepancias que no hay exageración cuando se afirma que una gran parte de la actividad científica continental, durante la cuarta y quinta década del setecientos, se orientó hacia la búsqueda y desarrollo de soluciones teóricas y experimentales.

París era ya el centro del mundo científico y casi toda la Academia confiaba en poder demostrar la superioridad de la ciencia francesa. **Para concluir los debates bastaba con demostrar el valor de un grado de meridiano en dos latitudes diferentes** y comprobar sus medidas. Si eran iguales, la Tierra sería esférica; si por el contrario eran diferentes se podría averiguar cuál era el eje achatado, así como su magnitud. Desde el gabinete parecía muy simple: bastaba, se decía con la organización de dos expediciones a latitudes lo más alejadas posibles, para así acentuar la previsible diferencia entre las dos medidas del grado¹²⁸.

¹²⁸ Lafuente, Antonio, "Retórica y experimentación en la polémica sobre la figura de la Tierra", en *II Centenario de Don Antonio de Ulloa*, Escuela de Estudios Hispano Americanos, Sevilla, 1995., pág. 127.

Entre 1735 y 1745 Francia acometería la medición de un arco de paralelo bajo el Ecuador, en el virreinato español del Perú y entre 1736 y 1737 un arco de meridiano en Laponia, que facilitarían valiosísimos datos sobre la forma de la Tierra confirmando su achatamiento y dando definitivamente la razón a Newton. Para respetar el orden cronológico, se anticipa la noticia de estas expediciones, que serán detalladas más adelante, para continuar con el relato de las mediciones de los Cassini sobre el meridiano de París, a fin de completar la obra de estos distinguidos astrónomos y cartógrafos franceses.

A partir de mayo de 1739 se lleva a efecto la medición del arco de meridiano Dunkerque-Perpiñán, que resultó la más exacta realizada hasta el momento gracias a la utilización de instrumentos más perfectos y nuevas técnicas de observación. La figura de prestigio de la expedición era César François Cassini de Thury (Cassini III), aunque el principal ejecutor de los trabajos fue el abate La Caille. Cassini de Thury, como académico más antiguo, sería quien los publicaría en 1744, divulgando la importancia de esta magna operación geodésica que facilitó el conocimiento de la forma de la Tierra y proporcionó datos para la realización de la prestigiosa carta de Francia. El siguiente y último de los Cassini, Jean-Dominique de Cassini (Cassini IV), designado para encabezar la medición del meridiano Dunkerque-Barcelona, como se ha visto anteriormente, dimitiría de la misión.

1. LA EXPEDICIÓN AL PERÚ

La divulgación de esta, no suficientemente propalada, expedición al Perú justifica la dedicación de un amplio espacio, apoyado básicamente en un interesante artículo de Antonio Lafuente¹²⁹, en el que, su autor, eludiendo en esta ocasión cuestiones técnicas, desvela algunas claves interesantes del viaje que pueden ayudar al entendimiento de esta larga (1734-1743) y costosa expedición, estimada entre 100 y 130 mil pesos fuertes, cantidad importante para una empresa científica que acredita se le otorgue un papel destacado en el contexto mundial.

Se ha visto anteriormente cómo durante las primeras décadas del siglo XVIII, las ciencias inglesa y francesa se encontraban sumidas en un profundo debate sobre la forma de la tierra. Los franceses se esforzaron a toda costa por rebatir de forma experimental lo que Newton había formulado por métodos matemáticos. De este modo, llegada la década de los treinta de ese siglo, la Academia de París plantea la realización de expediciones a Perú y Laponia, donde se llevarían a efecto las operaciones geodésicas de medición de nuevos grados de meridiano, complementarias de las realizadas en Francia y habría de ser el académico Louis Godin quien en 1733 propondría la expedición a tierras americanas.

La diplomacia francesa no tarda en ponerse en marcha, de tal modo que el 27 de febrero de 1734, Maurepas, secretario de Marina y de la Maison du Roi, suministra instrucciones a Cahmpeaux, embajador en Madrid, dándole cuenta de las gestiones a realizar ante el Reino de España, adjuntándole la memoria redactada por la Academia.

¹²⁹ Lafuente, Antonio, "Una Ciencia para el Estado: La expedición geodésica Hispano-Francesa al virreinato del Perú (1734-1743)", *Revista de Indias*, Vol.XLIII, julio-diciembre 1983.

Éstas eran las razones oficiales esgrimidas por Francia para justificar su expedición, cuando en el fondo de la cuestión gravitaba con fuerza una oculta motivación comercial, presidida por la necesidad que sentía el país galo de dar salida a los excedentes de sus manufacturas, así como satisfacer la creciente expansión comercial de sus colonos antillanos.

Por su parte, España tampoco actuaba solamente por altruismo científico, a cambio de la autorización y participación en la expedición, se esperaban obtener importantes beneficios para la navegación y la cartografía. Patiño, secretario de Marina, había planificado una expansión de la Armada que no podía ser llevado a cabo sin disponer de un personal científica y técnicamente preparado. El 17 de julio de 1734 el rey aprueba el plan propuesto por la Academia de Francia, pese al poderoso Consejo de Indias que siempre se mostró reticente al proyecto e impuso en la *Resolución de su Majestad Católica* que los franceses asegurasen “no ser su ánimo el fin de comerciar” y propuso que con los científicos franceses podían ir “dos Españoles Inteligentes para que Aprendiesen y estuviesen a su Enseñanza (...) eligiéndolos de los Guardamarinas”.

Para dar cumplimiento a ello, Patiño encarga a Francisco de Varas, intendente de Marina en Cádiz, que designe a dos guardiamarinas, que, finalmente, fueron Jorge Juan y Santacilla¹³⁰ y Antonio de Ulloa y de la Torre Giral¹³¹, a quienes el 3 de enero de 1735 se despacha la orden de su nombramiento. De este modo se entra en contacto con los que habrían de ser dos destacados miembros de nuestra marina y que iniciaron sus brillantes trayectorias con su actuación en esta expedición científica.

El 23 de marzo de 1735, *Le Portefaix*, parte hacia La Rochelle, desde donde el 16 de mayo la expedición francesa pondrá rumbo a la Martinica, a donde llega el 26 de junio. Dos meses después partieron hacia Santo Domingo, donde permanecieron otros cuatro. Su destino final sería Cartagena, lugar en que eran esperados por los dos marinos españoles. Éstos habían salido de Cádiz el 26 de mayo, en dos fragatas *El Incendio* y *El Conquistador*. Una vez unidas las dos expediciones, sus etapas siguientes serían Portobelo y Panamá. Desde Panamá, en barco a Guayaquil, para seguir por caminos intransitables hasta Quito, debiendo remontar la cordillera occidental en las proximidades del Chimborazo (6.130 metros).

¹³⁰ Jorge Juan y Santacilla, Novelda (Alicante) 1713, Madrid 1773. Ingresó como guardiamarina en 1729. En 1735 fue designado para formar parte de la famosa expedición al Perú. Regresó a España en 1745. Fue comisionado secretamente a Inglaterra para estudiar su sistema de construcción naval, arriesgando su vida y contratando ingenieros de los astilleros de Londres. Dirigió la construcción de los arsenales de El Ferrol y Cartagena. Perteneció a las Reales Academias de París y Berlín.

¹³¹ Antonio de Ulloa y de la Torre Giral. Sevilla 1716, Isla de León 1795. A los 17 años ingresó como guardiamarina de la Armada. En 1735 fue designado para formar parte de la expedición al Perú. A su regreso a España y por encargo de Ensenada realizó labores de espionaje industrial y de obras públicas en Francia, Holanda, Dinamarca y Alemania. Miembro de la Academia Sueca de Ciencias y de Real Sociedad de Londres; en 1765, por orden de Carlos III, tomó posesión de Luisiana; en 1766 fue nombrado gobernador de Florida Occidental y en 1779 ascendido a teniente general de la Armada.



Singladura en América Central de la expedición hasta su llegada a Quito.

La expedición francesa viajaba a lo grande, estaba formada por veintitrés personas: los científicos Godin, Bourguer, La Condamine, Jussieu, Verguin, Couplet, Godin de Desodonnais, Seniergues, Morainville y el relojero Huguet; asistidos por siete criados y seis esclavos negros y dotados de un voluminoso equipaje, integrado por 19 baúles, 16 cajones, 21 cajas, y 9 barriles, aparte de paquetes menores.

Los españoles se vieron obligados a partir de Cádiz sin los instrumentos astronómicos necesarios, pues Patiño había encargado la construcción de un juego igual al que portaban

los astrónomos parisinos. Con los instrumentos había de surgir el primer incidente de la expedición, en esta ocasión entre españoles, cuando el tesorero de las cajas reales se niega a pagar, siguiendo las instrucciones de Araujo, gobernador y presidente de Quito, los 20 pesos que costaba el porte a mulos del último trayecto. El percance provocó que Ulloa solicitase ser recibido por Araujo, produciéndose una violenta discusión entre ambos, motivo por el cual Araujo inició un proceso de desacato contra Ulloa.

La guerra con Inglaterra (1739-1748) sería otro acontecimiento que entorpecería el desarrollo de los trabajos, en cuanto a la participación de los españoles a los que ocuparía casi exclusivamente durante más de tres años. El ataque inglés a Portobelo, destruyendo sus fortificaciones e incendiando la ciudad, provocó que Jorge Juan y Antonio de Ulloa, que se encontraban realizando observaciones astronómicas, fuesen requeridos por el marqués de Villagarcía, virrey de Perú, para que fuesen a Guayaquil y se ocupasen de preparar su defensa ante la eventualidad de un ataque inglés. Las misiones de guerra les obligaron a realizar frecuentes viajes, visitando numerosos puertos, de los que determinaron su posición geográfica y levantaron planos. También realizaron trabajos de fortificación y construcción naval.

El objeto de la expedición científica era medir un arco de meridiano en las proximidades del Ecuador y se optó por hacerlo sobre un arco de tres grados. El método utilizado en la medición fue el de la triangulación geodésica, basada en el principio geométrico según el cual si es conocida la longitud de un lado de un triángulo y dos de sus ángulos se pueden obtener el resto de sus dimensiones. La cadena de triángulos que fue preciso trazar abarcó una longitud de 78 leguas, por una zona de altas montañas, a lo largo del corredor interandino, aprovechando las cordilleras occidental y oriental para la instalación de los puestos de observación¹³²; la medición estaba comprendida entre el pueblo de Mira, a unas 16 leguas al nornoreste de Quito y el de Pillat-Chiquir, emplazado a unas 6 leguas al sursureste de la ciudad de Cuenca, situada a 2° 52' al sur del Ecuador. Bourguer y La Condamine hicieron las observaciones astronómicas en los puntos septentrional y meridional del arco de meridiano, utilizando un anteojo denominado de *sector cenital* que medía la distancia al cenit de algunas estrellas cercanas a dicho punto; de estos puntos era necesario determinar con precisión su latitud, longitud y nivelación. Jorge Juan y Antonio de Ulloa, que participaron en estos trabajos, en varias ocasiones tuvieron que interrumpir su actuación para obedecer las órdenes de virrey del Perú.

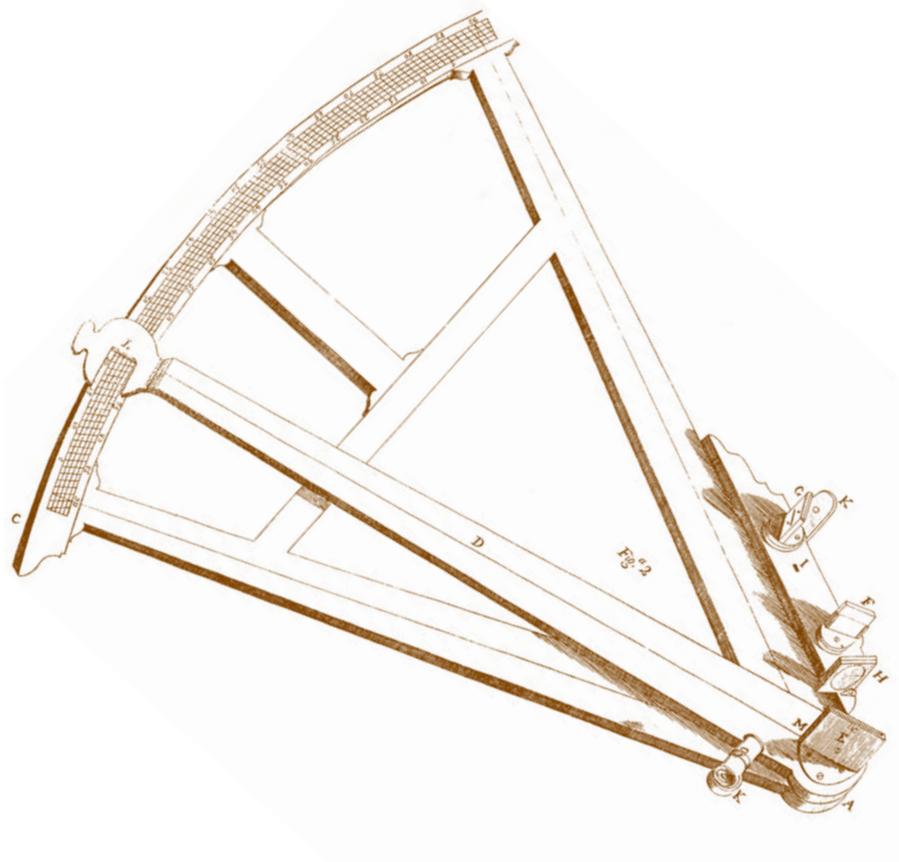
El impacto negativo de la guerra entre España e Inglaterra, antes visto, fue una de las causas que retrasaron la misión, sin olvidar los problemas financieros, que afectaron especialmente a los expedicionarios franceses y la complejidad de las comunicaciones con Europa. Tampoco pueden obviarse las dificultades, inéditas para la ciencia del momento, que se plantearon:

Nunca se habían efectuado observaciones astronómicas sistemáticas por encima de los 3.000 metros, como rara vez los lados de los triángulos, los desniveles entre las señales o las oscilaciones termométricas habían sido tan grandes. Igualmente,

¹³² Lafuente, Antonio, "Retórica y experimentación en la polémica sobre la figura de la Tierra", *II Centenario de Don Antonio de Ulloa*, Escuela de Estudios Hispanoamericanos, CSIC, Sevilla, 1995., pág.128.

no era habitual el traslado de instrumentos de precisión y casi de gabinete, a través de elevadas cimas montañosas y tras largas y penosas caminatas, lo que provocaría graves desajustes en el sector de pasos o en el barómetro (...)

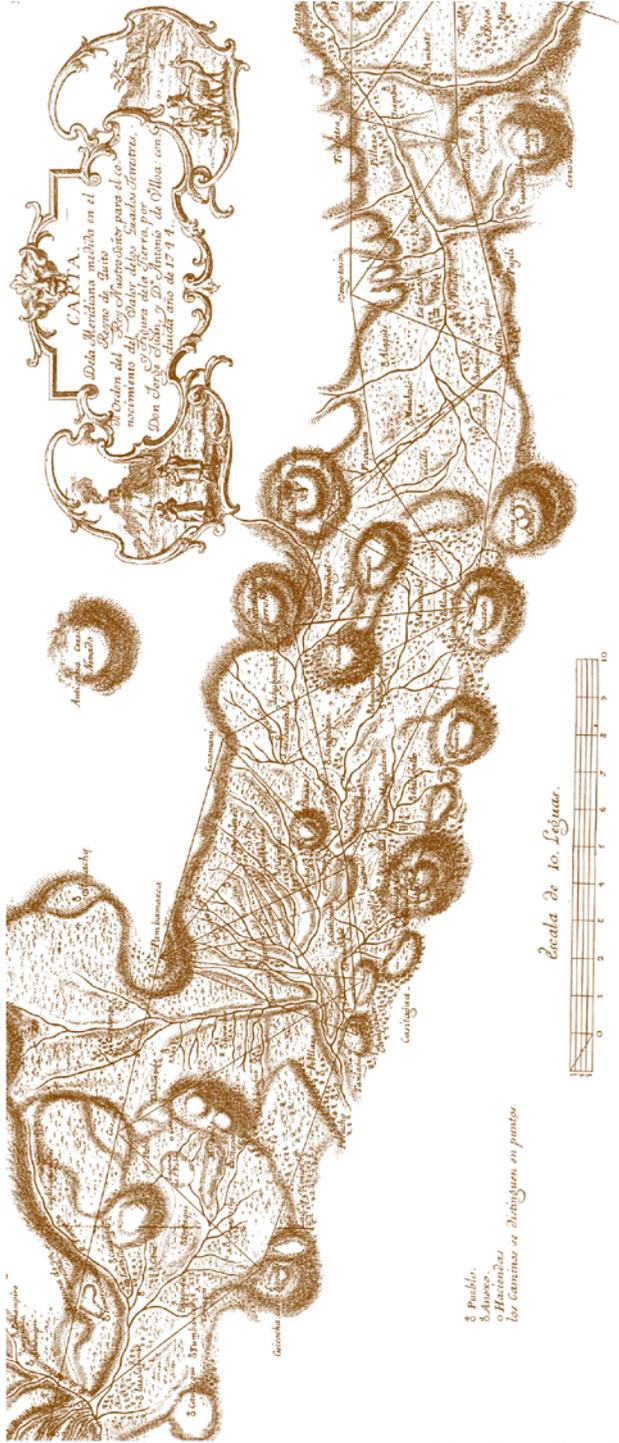
Tuvo que intervenir Voltaire, propagandista de esta gesta (...) para justificarla: “La misión del Perú [escribió en 1745] por el vasto programa de observaciones que tuvo el doble mérito de inaugurar y de realizar es un modelo para todas las expediciones científicas que vinieron después”.¹³³



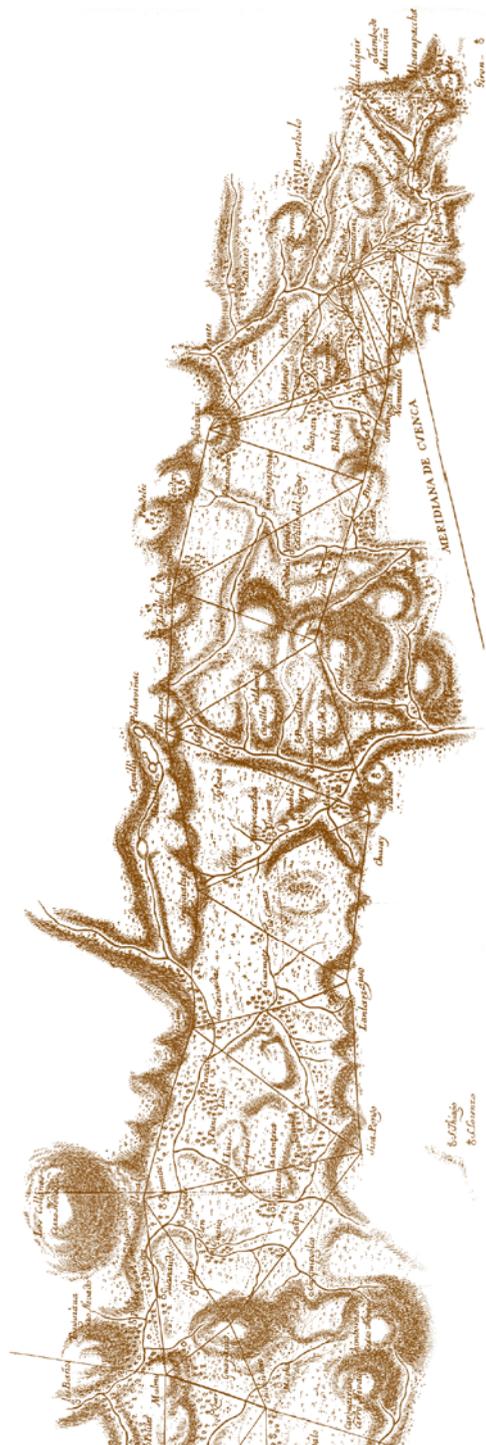
Dibujo y Demostracion del Octante Ingles para hacer las Observaciones de los Astros, y otros objetos, por medio de la Reflexion, tanto en la Mar como en tierra.

Fundación Universitaria Española. Biblioteca.

¹³³ *Ibidem*, págs. 129-130 y 138.



Las líneas rectas que se ven demuestran la serie de triángulos de D. Jorge Juan.
Las líneas cortadas de muchas de pequeñas porciones, comprenden los triángulos
en que se dividió las series de D. Jorge Juan, y D. Antonio de Ulloa.
Las de puntos los triángulos auxiliares.



Mapa de la triangulación realizada en las proximidades de Quito según aparece en la *Relación Histórica del Viage a la América Meridional hecho de orden de S. Mag.*
Publicado por Jorge Juan y Antonio de Ulloa en 1789. Fundación Universitaria Española. Biblioteca.





Ampliación de la cartela del mapa anterior. Fundación Universitaria Española. Biblioteca.



Grabado, del libro de La Condamine, que representa la base tomada en Yaruqui, cerca de Quito, para el cálculo de la triangulación. (Fondo Antiguo, Biblioteca Universidad de Sevilla).

Otra cuestión de interés que relata Lafuente en su extenso artículo es la referente a la inscripción conmemorativa del trabajo, las famosas “pirámides”, de las que también se ocupa profusamente La Condamine en su libro. Para hacerse una idea del ritual con que funcionaban estas cosas en Francia, es necesario saber que, antes de partir la expedición, la Academia de Inscripciones y Bellas Letras había redactado una inscripción conmemorativa que debía ser colocada en las pirámides emplazadas en los extremos de la triangulación.

Hacia 1741 y aprovechando la ausencia de Juan y Ulloa, que habían sido llamados por el virrey a causa de la guerra, La Condamine hace grabar una inscripción que no era conocida por Godin, ni por las autoridades judiciales quiteñas. A su regreso, los españoles presentan una demanda sobre la inscripción ante la Audiencia de Quito, exigiendo que

los *lises* de Francia que aparecen sean rodeados por la *corona* española y que el término *Auxiliantibus*, que acompañaba a sus nombres en la inscripción, sea sustituido por otro que refleje la realidad de su participación en los trabajos de medición.

En su contestación, La Condamine reconoce el error en el tema de la flor de lis, pero insistiendo que el otro asunto no admite apelación, dejando constancia del trato arrogante de una parte de los académicos franceses hacia los españoles, cuando afirma que en todo caso “no podían ser comparadas las condiciones de académico con la de antiguo alumno de la Academia de Guardamarinas de Cádiz”.

Por su parte, Juan y Ulloa manifestaron a Ensenada el desaire que se había cometido, asumiendo el Marqués el descontento de nuestros marinos, pasando a convertir el tema en asunto de Estado y ordenando al virrey de Nueva Granada que se destruyan las pirámides. El contencioso de las pirámides tendría una larga trayectoria, con sucesivas destrucciones y reconstrucciones en lugares diferentes, con lo que se perdía la posibilidad de revisar los resultados aportados por los académicos, y no se resolvería definitivamente hasta el 10 de agosto de 1913, en que se ultimó una nueva reconstrucción.

Destacando la cuestión fundamental que interesa de esta expedición como es la importancia de la contribución española, que había quedado en entredicho en este largo proceso, la realidad de esa participación queda patente en las tres voluminosas obras en que los protagonistas españoles resumían sus actividades. Las críticas favorables que recibieron en los medios científicos europeos así lo confirman; no sólo fueron nombrados miembros de las Academias de París y Londres, sino que el hecho de que se adelantaran a las publicaciones de los franceses resultó ciertamente escandaloso ante la propia Academia.



RELACION HISTORICA DEL VIAGE A LA AMERICA MERIDIONAL HECHO

DE ORDEN DE S. MAG.
PARA MEDIR ALGUNOS GRADOS DE MERIDIANO
Terrestre, y venir por ellos en conocimiento de la verdadera Figura,
y Magnitud de la Tierra, con otras varias Observaciones
Astronómicas, y Filosóficas:

Por DON JORGE JUAN, Comendador de Algeza, en el Orden de San
Juan, Socio correspondiente de la Real Academia de las Ciencias de París,
y DON ANTONIO DE ULLOA, de la Real Sociedad de Londres:
ambos Capitanes de Fragata de la Real Armada.

PRIMERA PARTE, TOMO PRIMERO.



IMPRESA DE ORDEN DEL REY NUESTRO SEÑOR.

EN MADRID

Por ANTONIO MARIN, Año de M.DCC.XLVIII.

ESCUELA DE ESTUDIOS

Retrato de Jorge Juan y Santacilla, Museo Naval. Madrid y portada del primer tomo de la *Relación Histórica*.
Fundación Universitaria Española. Biblioteca.



Retrato de Antonio de Ulloa (Fundación Universitaria Española) y lápida conmemorativa colocada en la casa donde nació en Sevilla, en la que no se alude a la expedición que se está comentando.

Si bien a Jorge Juan y Antonio de Ulloa hay que reconocerles, en el momento de su elección, menos formación que la poseída por los franceses, parece lícito suponer, a la luz de sus trabajos, que estuvieron más allá que de lo que de ellos se esperaba y, por supuesto, a la altura de las circunstancias. Debe señalarse también la destacada participación en los trabajos del criollo Pedro Vicente Maldonado, natural de Riobamba, relevante geógrafo y cartógrafo, gran conocedor del país, que acabaría siendo elegido miembro de varias instituciones científicas europeas, incluida la Royal Society de Londres.

Con relación al trato personal que recibieron de los franceses, éste fue desigual, queda patente en la cuestión de las pirámides la hostilidad, o al menos la prepotencia, de La Condamine; por el contrario, la actitud de Godin fue mucho más amistosa y reconocedora del valor de la participación de los españoles.

Los accidentados viajes de regreso a Europa de los expedicionarios ponen de manifiesto una vez más las grandes dificultades que entrañó una acción de esta envergadura. Para hacerse una idea de las complicaciones y obstáculos que debieron superar basta con conocer el dato de que entre el regreso a Francia de Bourguer y el de Jussieu transcurrieron veintisiete años (1744-1771).

Jorge Juan y Antonio de Ulloa, decidieron su retorno pasando por el cabo de Hornos al Atlántico y recorriendo, por tanto, toda la costa del continente sudamericano. Partieron de El Callao el 22 de octubre de 1744 en dos fragatas francesas denominadas *Deliverance* y *Liz*. La *Deliverance*, que conduce a Ulloa, es atacada repetidamente por los ingleses, siendo capturado y conducido a Londres como rehén. En esta ciudad los papeles de Ulloa son examinados por Mr. Folkes, con el resultado, no solo de su libertad, sino también el nombramiento como *fellow* de la Royal Society. El 25 de julio de 1746 llegaría a Madrid, después de un viaje de once años. El regreso de Juan fue menos accidentado. Llegaría a

Madrid en febrero de 1746, después de haber alcanzado Brest y pasado una breve estancia en París y ser nombrado correspondiente de La Condamine en la Academia.

Si bien los resultados de esta misión, que había de ser calificada como “*la mayor aventura científica jamás emprendida hasta el momento*”, iban a decidir entre las tesis contrapuestas de los Cassini y Newton, confirmaban el achatamiento de la Tierra por los polos, pero la realidad es que la expedición de Maupertius a Laponia, de la que se dará información en el siguiente epígrafe, había dejado la cuestión prácticamente resuelta.

JOURNAL
DU
VOYAGE FAIT PAR ORDRE DU ROI,
A L'EQUATEUR,
SERVANT D'INTRODUCTION HISTORIQUE
A LA
MESURE
DES
TROIS PREMIERS DEGRES
DU MERIDIEN.
Par M. DE LA CONDAMINE.

I, demens, & savas curre per Alpes. Juven. Sat. X.



A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.
M. DCCLII.

Portada del libro de M. de la Condamine. (Fondo Antiguo, Biblioteca Universidad de Sevilla).

La Condamine es autor de una obra titulada *Journal du Voyage fait pour ordre du roi a l'E'quateur servant d'introduction historique a la mesure des trois premiers degres du meridi*, publicada en París en 1751, en la que cuenta detalladamente su versión de las incidencias del viaje.



2. LA EXPEDICIÓN A LAPONIA

Ocurrió que, poco después de iniciarse la misión a tierras del Virreinato del Perú, Pierre Moureau de Maupertuis¹³⁴, científico que en 1732 había publicado un *Discours sur la figure des astres*, en el que defendía las tesis de Newton, para establecer la forma de la Tierra de forma inequívoca, propuso a la Academia de Ciencias otra expedición complementaria, que mediría un arco de meridiano en latitudes lo más al norte posible, para lo que se designó Laponia.

Junto con Maupertuis, participaron Clairaut, Camus, Lemonnier, el abate Outhier y el sueco Celsius que sería uno de los principales instigadores de esta expedición. La suerte y acertada elección del objetivo hicieron que esta expedición se finalizase a mediados de 1737, sólo quince meses después de haberse iniciado. Llegar a su destino les supuso un viaje de tres meses y en seis semanas realizaron la triangulación, debiendo esperar el buen tiempo para medir con precisión la posición del extremo norte. Se midió con exactitud una base de 14,3 km en el río Tornio, que estaba cubierto de hielo y, con la ayuda de ésta, se llevó a efecto la triangulación para calcular la longitud del grado de meridiano. El punto más meridional de la medición era el campanario de la iglesia de Tornio y el punto más septentrional la colina de Kittisvaara, 4 km al norte de la aldea de Pello.

Los resultados, que fueron expuestos por Maupertuis ante la Academia y publicados en su obra *La figure de la Terre* (París, 1738), refrendaban el achatamiento de la Tierra definido por Newton, que del mismo modo serían confirmados por los resultados de la misión al Perú. En su discurso ante la Academia de Ciencias, en diciembre de 1739, Maupertuis fija el valor del grado entre París y Amiens en 57.183 toesas, que comparado con las 57.437,9 del grado determinado en Laponia, establecían un achatamiento para la Tierra, con una relación entre el eje y el diámetro en el Ecuador de 177/178.¹³⁵

Francois Marie Voltaire, que se había exiliado a Inglaterra en 1726, conoció a Newton y de regreso a Francia se constituyó en defensor de las ideas del sabio británico, compartidas con su, entonces, amigo Maupertuis, por lo que, cuando éste regresó de su expedición a Laponia, lo felicitó por “haber aplastado a los polos y a los Cassini”. Más adelante, Voltaire se enemistó con Maupertuis y le atacó ferozmente: “Usted ha confirmado en lugares aburridos lo que Newton sabía sin salir de casa”.

3. LA FORMA DE LA TIERRA: MEDICIONES DEL PÉNDULO

Para finalizar con esta materia, rompiendo el orden cronológico del texto, se cerrará el capítulo dedicado a la figura de la Tierra con un esquemático relato de los acontecimientos científicos en pos de determinar esa figura y realizados con posterioridad a la

¹³⁴ Descubridor del principio de mínima acción e introductor de una hipótesis transformista para explicar la variabilidad y cambio en el mundo actual. Por encargo de Federico II de Prusia, ocupó la presidencia de la Academia de Ciencias de Berlín.

¹³⁵ Ten, Antonio E, *Medir el Metro*, Universidad de Valencia, pág. 65-67.

medición, entre 1792 y 1799, del arco de meridiano Dunkerque-Barcelona que ocupará el siguiente capítulo.

Durante la última fase del Congreso Científico Internacional (primero de la historia) del que habría de salir el metro definitivo, el 22 de junio de 1799 los miembros de la Comisión presentaron sus conclusiones finales. Actuaba como portavoz Van Swinden, quien, tras exponer los cálculos efectuados, aludió a las irregularidades del elipsoide terrestre, especialmente notables en el meridiano de París y hacía votos por la continuación de las medidas desde Barcelona a las Islas Baleares, idea que ya había sido planteada siete años antes por el sevillano José Mendoza y Ríos¹³⁶.

Y es que, en realidad, la cuestión que realmente importaba a los científicos desde hacía más de cien años era la determinación de la forma de la Tierra y a su búsqueda habrían de dedicar sus esfuerzos durante las décadas siguientes.

En este sentido se reproducen unos párrafos elocuentes tomados de A. Ten:

Desde 1793, de la mano de Laplace y desde 1784 de la de Legendre se comienza a construir efectivamente la teoría de la figura de los planetas en el marco de la mecánica newtoniana, que adquiere su expresión más completa en la *Mécanique céleste* de Laplace.

Entre las obras de Delambre (que había sido uno de los ejecutores de la medición del arco de meridiano Dunkerque-Barcelona) aparece la teoría del grado medio y su relación con el achatamiento de la Tierra. Sus *Methodes analytiques pour la détermination d'un degré de méridien* (1799) contienen las fórmulas adecuadas para demostrar que un arco cuyo centro coincida aproximadamente con el paralelo 45 es independiente, en su longitud, del achatamiento de la tierra.

El *Bureau des longitudes*, organismo creado para regir las actividades astronómicas francesas, en sesión del 31 de agosto de 1802 propone continuar el meridiano de Francia hasta Mallorca (...). En el informe titulado *Sur la continuation de la mesure de la méridienne de France jusqu'aux Îles Baléares* se encuentran definidas las razones teóricas que apoyaban la medición de un arco simétrico respecto del paralelo 45. Méchain es nombrado responsable de la operación.

El 24 de enero de 1803 Godoy, Primer Secretario de Estado del gobierno español, accede a la petición de Francia nombrando como oficiales comisionados por parte del Rey de España al oficial de Marina Pascual Enrile y al matemático José Chaix¹³⁷.

Con un lujo de detalles que no hacen al caso, Ten relata en su obra las vicisitudes de la expedición de Méchain, a partir de enero de 1804; su tentativa de unir geodésicamente las Baleares a la cadena costera catalana, que resultaría impracticable; sus proyectos de

¹³⁶ José de Mendoza y Ríos. Sevilla 1762- Brighton 1816. Autor de un importante "Tratado de navegación". Desde 1788, siendo capitán de fragata, era conocido en los ambientes matemáticos europeos. Fue protagonista de la primera relación de España con el nuevo sistema de pesos y medidas.

¹³⁷ Ten, Antonio E., *Medir el metro*, Universidad de Valencia-C.S.I.C., Valencia, 1996, págs. 100-128.

hacerlo a través de montañas situadas en el Reino de Valencia e Ibiza, hasta el 20 de septiembre de 1804 en que falleció en Castellón víctima del paludismo.

El 2 de marzo de 1806, Laplace, en el desarrollo de las actuaciones del *Bureau des longitudes*, solicita al Emperador la continuación de las operaciones de prolongación del meridiano en España, proponiendo para llevarla a efecto a Biot y Arago. Se demandó la autorización del gobierno español y la adscripción a la empresa de los matemáticos españoles José Chaix y José Rodríguez González. Inicialmente Biot proyecta seguir el último plan elaborado por Méchain. A partir de diciembre de 1806, se plantea cambiar el planteamiento de su predecesor, llevando a efecto la medición de lo que se llamaría el “gran triángulo”, que se completaría el 4 de abril de 1807, según carta de Biot a Delambre, fechada en Ibiza.

En esta misma carta, Biot expone por primera vez el plan programado por Arago, Rodríguez, Chaix y él mismo, no planeado en las operaciones de prolongación del meridiano de París, consistente en pasar a Ibiza y Formentera, comenzar las observaciones de latitud y longitud del péndulo que bate segundos en la estación de Formentera, para realizar finalmente la medición, no prevista inicialmente, de tres grados de paralelo terrestre entre Cabrera y Cullera, que no llegaría a ejecutarse.

El 9 de marzo de 1808, Biot hace entrega formal al Bureau des longitudes de los registros originales de las observaciones efectuadas y se nombra una comisión para efectuar los cálculos necesarios. El 1 de junio, en nombre de la Comisión, se lee ante la asamblea del *Bureau des longitudes* el resultado del cálculo del nuevo arco, cuya latitud media es, casi exactamente, los 45°.

Con estos resultados, la nueva medida del metro no difería de la establecida en 1799 apenas en dos diezmilésimas de milímetro, aunque lo que se discernía ahora no era ya un problema metrológico:

Pero, a la vuelta de Biot a Francia, y tras el análisis de los resultados obtenidos, **el problema científico de la figura de la Tierra** y de las particularidades locales de ésta, constituía ya, en si, un atractivo programa de investigación.

Laplace reabría de nuevo (...) el programa geodésico del *Bureau des longitudes* (...) que tendría como consecuencia la realización, en los ocho años siguientes, de otro vasto programa de investigación.

El 22 de junio de 1808, los encargados de revisar las operaciones efectuadas en Formentera para determinar la longitud del péndulo que bate segundos, Bouvard y Mathieu, comunican sus resultados a la asamblea del Bureau. La longitud del péndulo en la estación de Formentera, a una latitud de 38° 39' 56", reducida a nivel del mar, se establecía en 0,7412520 metros.

Con la mención “Tout est parfaitement d'accord.” se **cerraba la aventura de la “medida del metro”**. Comenzaba la de la **“medida del péndulo que bate segundos”** bajo diferentes latitudes.

Durante los días 30 de julio a 10 de agosto de 1808, Biot, Bouvard y Mathieu realizan las medidas decididas, en la sala de la meridiana del Observatorio de París (...) Reducida a nivel del mar, la longitud del péndulo decimal que bate segundos a la latitud del Observatorio de París, $48^{\circ} 50' 14''$, se establecía en 0,7419167 metros¹³⁸.

Las siguientes etapas de las mediciones del péndulo dirigidas por Biot tendrían lugar: bajo el paralelo 45, en Burdeos, obteniendo una longitud del péndulo decimal de 0,74160464 m; en Figeac, lugar lo más próximo posible al meridiano de París, obteniendo un valor, reducido al nivel del mar y en el vacío, de 0,741612279 m; en Clermont-Ferran, también bajo el meridiano de París, 0,7417052 m.

La última parte de la petición formulada por Laplace era determinar la longitud del péndulo en el extremo norte del arco y la determinación de la latitud en este punto.

Por fin, el 15 de junio de 1809, Biot y Mathieu presentan, ante el *Bureau des longitudes*, los cálculos de sus observaciones del péndulo en Dunkerque. La longitud del péndulo que bate segundos decimales, determinada en el extremo norte del arco, estimada en 0,7420761 metros, comparada con la determinada en el extremo sur de Formentera, permite calcular un achatamiento de la Tierra en torno a $1/321$, un poco mayor del estimado por la comisión internacional de 1799, pero todavía un poco menor del $1/305$ deducido por Laplace del análisis de las desigualdades de la Luna (...). Pero tampoco éste sería su verdadero término (...)¹³⁹

A partir de mayo de 1817, Biot, con la aprobación del *Bureau*, parte hacia Inglaterra para realizar con el coronel Mudge un plan consistente en llevar a cabo sus experiencias en el fuerte de Leith, cerca de Edimburgo, la más boreal de las estaciones en la isla de Gran Bretaña, pasar a las islas Orcadas, en el extremo norte del arco inglés, para terminar sus mediciones en Greenwich, ahora de nuevo en compañía de Arago.

La longitud calculada para el péndulo que bate segundos decimales en Leith, a la latitud de $55^{\circ} 58' 37''$, fue de 0,742413435 metros.

Aún midió Biot en Unst, la capital mayor de las Islas Shetland, la longitud del péndulo que bate segundos decimales (...) en 0,742721034 metros, a la latitud de $45^{\circ} 25''$.

El fruto de los trabajos de Biot, el *Recueil d'observations géodésiques, astronomiques et physiques* (...) que con Arago edita en 1821 contiene al final una nota, redactada por Biot, en que se resumen sus conclusiones:

“Tras listar en una tabla las longitudes calculadas en Unst, Leith, Dunkerque, París, Burdeos, Clermont, Figeac y Formentera, Biot comprueba la indudablemente irregular marcha de la variación de las medidas del péndulo con la latitud. La influencia de

¹³⁸ Ten, Antonio E., ob. cit., págs. 187-190.

¹³⁹ *Ibidem*, págs. 194-195.

las irregularidades de la densidad de las distintas capas superficiales de la Tierra se hace evidente. Cualquier deducción del verdadero achatamiento de la Tierra mediante estas medidas y con la utilización del método de los mínimos cuadrados, falsearía los resultados, al compensar como errores lo que en buena parte podían ser verdaderos valores de la longitud del péndulo”.

El astrónomo decide así no utilizar más que los valores de los extremos: Unst y Formentera, que presentan la ventaja adicional de estar situados en islas pequeñas, alejadas de las grandes masas terrestres y casi a nivel del mar. Sus cálculos ofrecen para la Tierra un achatamiento de $1/304$, extraordinariamente próximo del cálculo de Laplace. Utilizando todos los valores disponibles de medidas de grados terrestres, observaciones de la longitud del péndulo que bate segundos y el valor de las desigualdades lunares dependientes del achatamiento de la Tierra, Laplace obtuvo para esre achataamiento un valor de $1/306,75$ y Biot lo toma como el valor más seguro.

El espíritu de Biot es el que anima a los geodestas a partir del segundo cuarto del siglo XIX. El problema teórico debía dejar su sitio a las mediciones experimentales. A lo largo del siglo XIX multitud de científicos se acercaron al problema de la figura de la Tierra con este espíritu. De su trabajo conjunto surgió la Geodesia moderna, que hoy, con la ayuda de satélites geodésicos, continua estudiando la extraña forma de nuestro planeta, una realidad física y no una abstracción matemática¹⁴⁰.

Con la aceptación del valor del achatamiento de la Tierra, propuesto por Biot, concluye este apartado dedicado a la forma de la Tierra, se retrocede casi treinta años y se reanuda el relato de los trabajos para la determinación del valor del metro.

¹⁴⁰ *Ibidem*, págs. 199-201

XIV. MEDICIÓN DEL ARCO DE MERIDIANO DUNKERQUE-BARCELONA

1. EL MÉTODO DE TRIANGULACIÓN Y LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA

En todas las mediciones del arco de meridiano de París antes relatadas se utilizó el método de triangulación geodésica introducido en 1617 por el holandés Willebrod Snell. Este método, básico en geodesia, es muy simple y se fundamenta en un conocido principio de la geometría: conociendo los tres ángulos de un triángulo, más la longitud de uno cualquiera de sus lados, se puede calcular la longitud de los otros dos. El geodesta identifica una serie de estaciones de observación, que serán los *vértices o nodos*, de los triángulos; cada nodo debe ser visible, al menos, desde otros tres. De esta forma se establecía una cadena de triángulos que debía cubrir todo el meridiano. Una actuación fundamental en el trabajo era la medición de una *base*, operación que se debía hacer con la máxima precisión, mediante la colocación sucesiva de reglas a lo largo de varios kilómetros. Conocida la longitud de esta base y medidos los ángulos de todos los triángulos se calculaban los lados de éstos y la longitud del meridiano, de cuyos extremos y mediante observaciones astronómicas (otro momento estelar, y nunca mejor empleada la expresión) se obtenían sus correspondientes latitudes y así se podía extrapolar la longitud del arco al cuadrante de meridiano.

Cuando Picard realizó su medición del arco de meridiano de París entre 1669 y 1670, de acuerdo con la tecnología de su época, utilizó un telescopio asociado a un cuarto de círculo. En las sucesivas mediciones del meridiano de París, llevadas a cabo por la saga de los Cassini se fueron incorporando los avances científicos y técnicos que se producían: nuevas correcciones en los cálculos, como la de aberración, fenómeno descubierto en 1727 por Bradley¹⁴¹; e instrumentos cada vez más perfectos. Entre éstos, el círculo repetidor de Borda demostró su superioridad en los trabajos de unión geodésica de los observatorios de París y Greenwich, realizados entre 1787 y 1788, en los que participaron por parte francesa Jean Dominique Cassini, Legendre y Méchain y por parte inglesa el general Roy.

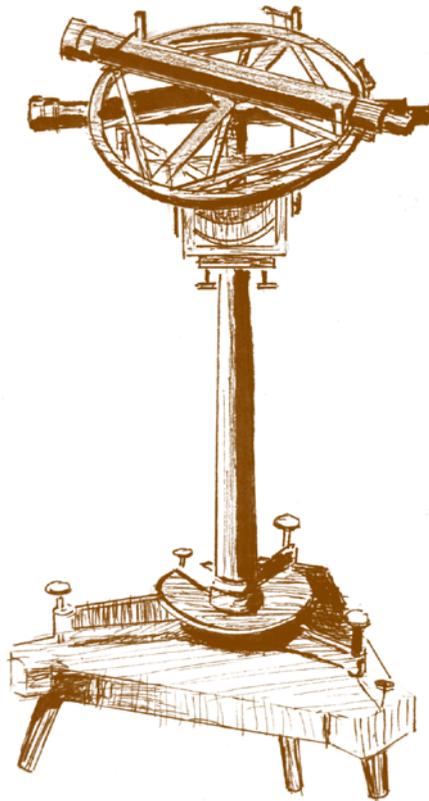
Se cuenta que, frente al gran teodolito de Jesse Ramsden, utilizado por los ingleses, que pesaba noventa kilos, los franceses alardearon del ligero círculo repetidor de Borda, de sólo nueve kilos, además podía medir tanto ángulos terrestres como celestes. En cuanto a precisión, frente al instrumento británico, que reducía el margen de error a menos de dos segundos de arco, los franceses presumían de haber cerrado sus triángulos con un margen de 1,5 segundos.¹⁴²

El círculo repetidor era una creación de Jean-Charles de Borda, a quien anteriormente se ha hecho referencia, era el físico experimental más destacado de Francia y también

¹⁴¹ James Bradley (1693-1762). Astrónomo inglés. Publicó importantes observaciones sobre la aberración de la luz y descubrió el fenómeno de la rotación del eje terrestre. Fue profesor en Oxford y astrónomo real, tras la muerte de Halley en 1741. Murió en Greenwich, donde residió desde entonces.

¹⁴² Alder, Ken, ob. cit., pág. 57.

comandante de marina, que hacia 1785 había transformado uno de sus instrumentos de navegación en un aparato para medir la Tierra, lo que había conseguido en colaboración con Etienne Lenoir, el mejor constructor de aparatos científicos de Francia. El círculo de Borda permitía efectuar múltiples lecturas del mismo ángulo sin tener que mover el instrumento, estaba compuesto de dos anteojos situados uno encima del otro sobre círculos de latón que giraban independientemente en una escala circular de precisión.¹⁴³



Círculo repetidor de Borda

2. LA MEDICIÓN: MÉCHAIN Y DELAMBRE

Anteriormente se ha detallado la decisión tomada, el 13 de abril de 1791, por la Academia de Ciencias de encargar la medición del arco de meridiano Dunkerque-Barcelona a una comisión constituida por Jean-Dominique Cassini (Cassini IV), Adrien-Marie

¹⁴³ *Ibíd.* Para ver con detalle el funcionamiento del círculo repetidor de Borda, pp. 67-70.

Legendre y Pierre-François-André Méchain. Monge y Meussnier medirían las bases de Melun, al sur de París y la de Perpiñán. Cassini y Legendre declinarían el encargo, siendo sustituidos por Jean Baptiste-Joseph Delambre.

Desde el principio Cassini se resistió a emprender la misión, el reciente fallecimiento de su esposa y el ambiente revolucionario, inquietante para un manifiesto monárquico como era este personaje, no creaban las mejores circunstancias para que llevara a la práctica un trabajo de esta naturaleza. Por influencia personal de Cassini, el 19 de junio de 1791 los miembros de la comisión fueron recibidos en audiencia por Luís XVI, quien mostró su preocupación por lo que la operación podía significar de desembolso de erario real, algo inexplicable si se tiene en cuenta que a la mañana siguiente el monarca y su círculo más próximo emprendieron la tristemente célebre “huida a Varennes”, que resultaría fallida. Las dudas de Cassini, los avatares políticos del momento y el retraso en la construcción de los instrumentos de medición, que no se terminaron por Lenoir hasta enero de 1792, fueron demorando el inicio del proyecto e inquietando al primer ministro Jean-Marie Roland, quien el 13 de abril de 1792 amenazó con declarar unidades nacionales las que se utilizaban en París, lo que daría al traste con el proyecto. Esto provocó la preocupación de los académicos que, viendo peligrar la empresa, aceleraron el inicio de la medición.



El meridiano Dunkerque-Barcelona medido por Méchain y Delambre.

Comenzaron por dividir la expedición en dos sectores. El sector norte comprendía desde Dunkerque hasta Rodez y el sector sur, desde esta localidad hasta Barcelona. Examinando sobre un mapa la situación de estas ciudades, resultan sorprendentemente desproporcionados ambos sectores, siendo la extensión del norte el doble que la del sur; esto a priori, porque aún más desconcertados nos sentiríamos si, antes de entrar en detalles, conociéramos la antelación con que se finalizaron los trabajos del norte. Es necesario conocer las circunstancias que justifiquen estos hechos, uno era que el sector norte en su totalidad había sido cartografiado varias veces por los Cassini, mientras el sur, que penetraba en territorio español, además de carecer de esta información era mucho más montañoso; a esto habría que añadir la crisis política entre ambos países provocada por la Revolución francesa y posterior enfrentamiento bélico durante el desarrollo de los trabajos.

Ante la renuncia definitiva de Cassini y la incorporación de Meussnier a su puesto militar y el nombramiento de Monge como ministro de marina, el 5 de mayo fue designado Delambre, a quien se encargó la medición del sector norte y de la base de Melum, mientras Méchain llevaría la del sector sur y la base de Perpiñán. Desde abril el Ministerio de Exteriores francés garantizaba la plena cooperación del gobierno español, por lo que en junio de 1792, los dos astrónomos partían en direcciones opuestas, emprendiendo una misión prevista para un año, pero que se transformaría en una aventura de siete años de duración. Todos los detalles de ésta aparecen en la obra, tantas veces citada, de Ken Alder. El relato que sigue será mucho más esquemático, tomando gran parte de la información de este autor que inicia su Prólogo con estas palabras:

En junio de 1792 (mientras la monarquía francesa agonizaba y el mundo comenzaba a girar en torno a una nueva y revolucionaria promesa de igualdad) dos astrónomos partían en direcciones opuestas en búsqueda de algo extraordinario. Así, el erudito y cosmopolita Jean-Baptiste-Joseph Delambre salía de París en dirección norte, mientras que el cauto y escrupuloso Pierre-François-André Méchain se dirigía hacia el sur. Acompañados por personal especializado, ambos abandonaron la capital en sendos carruajes adaptados y provistos de los instrumentos científicos más avanzados de la época. Su misión era medir el mundo, o al menos el sector del meridiano comprendido entre Dunkerque y Barcelona.

Los dos vocablos con que Alder presenta a cada uno de los personajes, de alguna forma, adelantan un retrato que de los mismos hace este autor, poniendo de manifiesto su inclinación a favor de Delambre. En otros autores no se aprecia esta distinción, más bien, al contrario, se muestran favorables a destacar la figura de Méchain, quien al iniciarse las operaciones era un personaje más prestigioso, de mayor edad también, y respetado por el propio Delambre. Hay que tener en cuenta que el libro de Alder es de publicación relativamente reciente, 2002 en Estados Unidos y 2003 en España, y puede constituir el relato más minucioso y documentado que se ha hecho sobre este tema y cuyo impacto aún esté por producirse.

La versión oficial de la expedición del meridiano consta en una obra escrita por Delambre.¹⁴⁴ Pese a ser un relato minucioso de mil páginas, Alder encuentra en él contradic-

¹⁴⁴ Delambre, Jean Baptiste-Joseph, *Base du Système Métrique Décimal, ou Mesure de L'arc du Méridien compris entre les Parallèles de Dunkerque et Barcelone, exécutée en 1792 par MM, Méchain et Delambre*, Paris, 1806.

ciones y deduce que Delambre no contaba toda la verdad y narra como, hojeando uno de los cuadernos de Méchain, encontró un comentario de Delambre: “no le he dicho al público más de lo que necesita saber (...). He callado cuidadosamente todo lo que pudiese alterar lo más mínimo la buena opinión de la que monsieur Méchain disfrutó con toda justicia (...)”. En uno de los márgenes de la última carta de Méchain a Delambre, éste había escrito otra nota explicativa: “Aunque Méchain me rogó más de una vez que quemara sus cartas, el estado en que le veía y el temor a que un día se volviese contra mí, me han llevado a guardarlas (...) pero consideré prudente protegerlas con un sello”. El conjunto de éstos y otros documentos revelan que Méchain cometió un error en los primeros años de la expedición y lo ocultó¹⁴⁵. Esto es un extracto del relato de Alder en el prólogo de su obra que justifica parte del subtítulo de la misma: “*El error oculto que transformaron al mundo*”. Antes de iniciar el relato, resulta conveniente conocer algunos antecedentes de estos personajes:



Jean Baptiste-Joseph Delambre



Pierre-François-André Méchain

Pierre-François-André Méchain, era hijo de un yesero de Laon y había nacido el 16 de agosto de 1744. Educado en los jesuitas, consiguió el ingreso en la *Ecole des Ponts et Chaussées*, Escuela de Ingenieros de Obras Públicas de Francia. Por falta de medios económicos abandonó estos estudios y ejerció de tutor; con el dinero ahorrado se consagró a estudios de astronomía, ciencia por la que sentía pasión. El prestigioso astrónomo Jérôme Lalande le consiguió un trabajo en el departamento cartográfico de la Marina, a cuya labor se dedicó durante veinte años. El mismo Lalande lo integraría en la elaboración de sus tablas celestes, convirtiéndose en uno de los astrónomos más famosos de Francia,

¹⁴⁵ Alder, Ken, ob. cit., págs. 19-21.

nombrado miembro de la Academia de Ciencias y director de la revista de astronomía *Connaissance des temps*.

Jean Baptiste-Joseph Delambre nació en Amiens, el 16 de septiembre de 1749, hijo de unos modestos vendedores de ropa. Estudió con los jesuitas, aprendiendo inglés y alemán. Consiguió una beca en el colegio parisino de Du Plessis, donde adquirió estudios de clásicos latinos pero no superó las pruebas finales y perdió la beca. No obstante, permaneció en París estudiando griego clásico, frecuentando tertulias literarias y haciéndose llamar el “abad de Lambre”. Estudió la ciencia de la Grecia antigua y la astronomía moderna, asistiendo como oyente en el Collège de France a las lecciones que impartía Lalande, quien consideró “muy capaz al abad de Lambre”, gracias al cual se encumbró a la fama de la astronomía. El 15 de febrero de 1792 ingresó en la Academia de Ciencias.

Al margen del carácter introvertido y desconfiado de Méchain, acentuado por el supuesto error que cometió en su trabajo, se entenderá mejor el prolongado retraso con que se llevó a efecto la medición del meridiano Dunkerque-Barcelona si se narra su desarrollo intercalando referencias a sucesos coetáneos, decisivos y puntuales del proceso revolucionario francés, que condicionaron decisivamente los trabajos.

Cuando a finales de junio de 1792, Méchain y Delambre, parten de París en direcciones opuestas para iniciar su labor, habían pasado casi tres años de la toma de la Bastilla (14 julio de 1789). El 20 de abril de 1792, en respuesta a las amenazas austroprusianas, Francia había declarado la guerra a Austria, lo que significaba su extensión a Prusia. La Fayette y los suyos estaban interesados en la guerra, porque al dominar el ejército y la guardia nacional, el conflicto les llevaría al poder. La guerra servía también para desviar la atención de los problemas internos. A pesar de ello, la indisciplina del ejército, las desertiones y el asesinato de generales, obligaron a La Fayette y el resto de los mandos a suspender en mayo las operaciones militares.

El 24 de junio, una vez que dispuso de la autorización real, Delambre recorrió las estaciones situadas en las cercanías de París que había utilizado César François Cassini III en su medición del meridiano en 1740. Pensaba emplazarse, en la medida en que fuese posible, en los mismos vértices. Como estación en París Cassini y su equipo habían elegido el campanario de la iglesia de Saint-Pierre, cercano a la cima de Montmatre y de la actual iglesia del Sacre-Coeur. La primera decepción no iba a tardar en presentarse, ninguno de los puntos que debían observarse desde el campanario resultaban visibles. Esta temprana experiencia puso de manifiesto a Delambre los profundos cambios producidos en el paisaje, a los que se añadirían la destrucción o ruina de muchas de las construcciones utilizadas cincuenta años atrás.

El 10 de agosto, justamente cuando se estaban produciendo actuaciones revolucionarias tan relevantes como el asalto a las Tullerías, la insurrección y constitución de la comuna popular de París, la destitución del rey por la Asamblea y convocatoria de la Convención Nacional; precisamente esa misma fecha, Delambre iniciaba sus mediciones desde el campanario de la *Collégiale* de Dammartin y esa noche, desde su observatorio, pudo

ver las llamas del incendiado Palacio de las Tullerías. Tras renunciar a Montmatre, y en medio de ese turbulento ambiente, Delambre deambulaba por París buscando otro punto que le sirviera como estación central y acabó instalándose en la cúpula de los Inválidos.

Entre los días 2 y 5 de septiembre las masas parisinas se desbordaron y provocaron las *Massacres de Sétembre*, de las que se culpó a Marat y los miembros del Comité de Vigilancia del Ayuntamiento de París, con la implicación del ministro de Justicia Danton. El 6 de septiembre, Delambre y su equipo, bordeando París, se encaminaron hacia el norte, parando en Saint-Denis, donde consiguieron un salvoconducto para proseguir su viaje.

La población de Saint-Denis estaba situada en un punto especialmente conflictivo, por una parte era ruta de escape de los aristócratas que huían de la capital, por otra, en aquellos días era un punto de concentración de los voluntarios que se dirigían a luchar contra el ejército prusiano que había acudido en defensa de la monarquía. Delambre y los suyos a bordo de sus carruajes pertrechados de sus instrumentos de observación, a pesar de sus salvoconductos, despertaban todas las sospechas imaginables. Una gran ayuda les supuso el acuerdo tomado con fecha 7 de septiembre de 1792 por la Convención Nacional por el que se nombraba a Méchain y Delambre emisarios oficiales del gobierno del pueblo, ordenando a las autoridades locales que les prestaran ayuda en su misión, que ya no era misión del rey sino del pueblo. El 21 de septiembre la Convención abolió la monarquía y al día siguiente proclamaba de hecho la República. Durante el mes de septiembre la bruma y la niebla tuvieron prácticamente paralizado a Delambre que intentaba avistar la cúpula de los Inválidos. Cuando consiguió divisar París descubrió que una colina le impedía ver la cúpula de los Inválidos, quedándole el Panteón como única estación viable en la capital y obligándole a rehacer todas sus mediciones. Con el otoño muy avanzado consiguió completar de nuevo su recorrido a París. Al finalizar noviembre se encontraba en el punto en que inició su recorrido en junio.

Méchain, director de la ruta sur, superaba en edad a su compañero, cuarenta y siete frente a cuarenta y dos años, aún más en antigüedad en la Academia, diez años frente a un nombramiento reciente; para la medición del meridiano fue elegido dos años antes que Delambre. Existen dudas acerca de la fecha exacta de salida de Méchain de París, pero se sabe que fue después del 28 de junio de 1792 cuando partió a bordo de su carruaje acondicionado, acompañado de sus ayudantes, el primero de los cuales era Jean-Joseph Tranchot, ingeniero de cartografía militar; iban provistos de dos círculos repetidores de Borda, contruidos por Lenoir. Una semana después llegaban a la ciudad meridional de Perpiñán, donde tomaron la *Grande Route* camino de Barcelona. Ya en Barcelona, Méchain se reunió el 10 de julio con un grupo de funcionarios y colaboradores científicos españoles. Éstos estaban dirigidos por el teniente José González, comandante de la fragata *Corzo* y especialista en navegación celeste, secundado por el teniente de navío José Plánez y el alférez Álvarez¹⁴⁶. Los franceses habían propuesto a González a petición de D. José Mendoza y Rios, instalado en París, donde gozaba de prestigio y actuaba, podríamos decir, en calidad de observador científico, e informaba al ministro español de

¹⁴⁶ Ibidem, págs. 61-62.

Marina de todo lo que se gestaba en Francia con relación a la nueva unidad de medida. Además la Corona española deseaba beneficiarse de las últimas innovaciones de la geodesia, especialmente el círculo repetidor de Borda.

En los primeros días de agosto Méchain y su equipo emprenden un recorrido hacia el norte a fin de explorar esa zona, hasta la frontera francesa en los Pirineos, carente de una cartografía de precisión utilizable, e identificar una cadena de estaciones adecuadas para, posteriormente, realizar las mediciones necesarias con el círculo repetidor de Borda. La frontera entre España y Francia se había acordado que discurriría por “las cumbres de los Pirineos”, sin mayor precisión, por lo que ambos gobiernos estaban esperanzados en que las triangulaciones de la medición del meridiano serían de gran utilidad para ayudar a definir la frontera en términos científicos. Iniciaron sus trabajos en la cadena de Valvidriera y siguieron en dirección norte hasta el monasterio de Montserrat. Méchain se instaló en la cima de mayor altura, desde donde se podía divisar hacia el norte los Pirineos y en dirección sur Mallorca. El mes siguiente lo pasaron avanzando hacia las cumbres pirenaicas. En septiembre, cuando se acercaban a la frontera, junto al mal tiempo, llegaban noticias inquietantes desde Francia, la monarquía había sido derrocada.

La situación francesa creaba también tensión y recelo por parte española. El gobernador de Cataluña ordenó que los oficiales españoles se alejasen de la frontera, lo que obligó a Méchain y los suyos a replegarse igualmente, pues su pasaporte les obligaba a viajar en compañía de aquéllos. El regreso hacia Barcelona lo hicieron estacionando en los puntos previstos y haciendo las mediciones angulares con el círculo de Borda. El 28 de noviembre de 1792 Méchain se encontraba ya en Montjuich y tenía motivos para encontrarse satisfecho, en menos de tres meses había completado siete estaciones y recorrido casi la mitad de la distancia total hasta su meta de Rodez, quedándole por medir las estaciones de alta montaña de los Pirineos, aunque cabía la posibilidad de hacerlo desde el lado francés donde dispondría de la cartografía de Cassini. Para finalizar su trabajo en España, debería realizar las medidas de latitud necesarias para determinar el extremo sur del arco de meridiano.

Durante el mes de diciembre de 1792, la Convención transformada en corte suprema de justicia celebró el juicio contra Luís XVI, en su curso los convencionales declararon casi por unanimidad que el rey era culpable de conspiración contra la libertad pública y la seguridad nacional. La noche del 16 de enero de 1793 la Convención, por 387 votos contra 334, decretó la muerte del rey. En la mañana del 21 de enero Luís XVI murió guillotinado. El 1 de febrero se declara la guerra a la Gran Bretaña y otras potencias, entre ellas España. El 10 de marzo se establece el Tribunal Criminal Extraordinario encargado de juzgar a los presuntos contrarrevolucionarios. El 6 de abril se crea el Comité de Salvación Pública, constituido por nueve miembros que deliberaban en secreto y gozaban de amplias atribuciones, estaba dirigido por Dantón. No puede decirse que éste fuese el ambiente más propicio para estar encaramado haciendo observaciones sobre París, a pesar de lo cual Delambre pasó los meses de febrero y marzo de 1793 en lo alto de la cúpula del Panteón –la estación geodésica en el centro de París– triangulando los puntos que rodeaban la ciudad. Cuando descendió de su observatorio había completado la parte del meridiano que atravesaba el entorno de París. Esto representaba la décima parte del

sector que tenía asignado, entretanto Méchain casi había terminado la mitad del suyo y estaba acabando las mediciones de la latitud de Montjuich.

Delambre estaba impaciente por reaudar su misión, pero también escarmentado por los sucesos del año anterior, para evitarlos, en el mes de marzo solicitó al consejo municipal de París un permiso para desplazarse libremente por toda la República, en primera instancia se le denegó, pero, al reiterar su petición, buscó el apoyo de destacados miembros de la administración concediéndosele entonces el deseado pasaporte. Con relación a su trabajo, decidió cambiar de estrategia y, esta vez, iniciar las actuaciones en Dunkerque, la estación más septentrional y principio del arco de meridiano, y desde allí continuar hacia el sur. A mediados de mayo de 1793 había llegado a Dunkerque desde donde fue avanzando hacia el sur a través de la Picardía, su región natal, aprovechando la facilidad del territorio y el verano, la estación ideal para las triangulaciones geodésicas. A mediados de julio había cerrado diez triángulos, consiguiendo más en un solo mes que en todo el año anterior, encontrándose cerca de su ciudad natal de Amiens.¹⁴⁷

El 27 de julio fueron desplazados del Comité de Salud Pública Dantón y sus partidarios, para dar cabida a Maximiliano Robespierre y sus amigos¹⁴⁸. Entre éstos, se encontraba Claude-Antoine Prieur-Duvernois, conocido como *Prieur de la Côte-d'Or*, ingeniero militar, que habría de adquirir un gran protagonismo en las decisiones políticas relacionadas con el sistema métrico, de cuya adopción era partidario. El 1 de agosto, la Convención decretó la uniformidad y sistema general de pesos y medidas, codificando el sistema métrico y poniendo en vigor lo que se conoce como “el metro provisional”, incluyendo la nomenclatura metódica. En su momento la Academia había propuesto dos tipos de nomenclaturas: uno era metódico y el otro se componía de nombres simples y monosílabos; inclinándose por el metódico, argumentando que como las medidas a adoptar eran nuevas se debían emplear nombres nuevos, en segundo lugar destacaba la economía del sistema metódico.¹⁴⁹ Actuando al margen de la situación de los trabajos de medición del meridiano, la Revolución imponía el cambio metrológico y, por el mismo decreto, se ordenaba a la Academia de Ciencias la construcción inmediata de patrones de los nuevos pesos y medidas.

La puesta en práctica de esta medida planteó serios problemas, pues era necesario dotar a todo el país de juegos completos de medidas y pesas de forma, dimensiones y peso exactamente iguales entre sí. Muy problemático resultaba conseguir, en tiempos de guerra, la materia prima necesaria y organizar la producción en masa de un material que, por su naturaleza, requería la máxima precisión. Finalmente, había que dar solución al problema de las equivalencias elaborando las correspondientes tablas; también se organizaron cursos de enseñanza del sistema métrico; los mayores problemas para su comprensión por el pueblo se centraban en ser un sistema decimal y en su nomenclatura compuesta de elementos ajenos al idioma francés.

¹⁴⁷ Ibídem, págs. 88, 90 y 110 a 112.

¹⁴⁸ Vicens Vives, Jaime, ob. cit., pág. 201.

¹⁴⁹ Gutiérrez Cuadrado, Juan y Peset, José Luis, *Metro y Kilo, El Sistema Métrico Decimal en España*, Ediciones Akal, S.A., 1977, pág. 12.

El 8 de agosto se suprimen las academias francesas y el 11 de septiembre se crea la *Comission temporaire des poids et mesures*, el día 22 son designados sus miembros: Borda, que la presidirá, Brisson, Coulomb, Delambre, Hatüy, Laplace, Lavoisier, Méchain, Monge y Vandesmonde. Su depuración no se haría esperar y el 23 de diciembre son expulsados Borda, Lavoisier, Laplace, Coulomb, Brisson y Delambre. Méchain conservó el cargo, posiblemente por encontrarse en España en posesión de instrumental e información de alto valor estratégico.

Pero ¿cuál fue la medida que se asignó a este metro provisional? Antes de que Méchain y Delambre iniciasen su medición del meridiano, Borda había calculado que el metro equivaldría aproximadamente a 443,5 líneas en las unidades de París (una línea era la doceava parte de una pulgada), pero no hizo público su resultado para no debilitar la importancia de la medición del meridiano. En enero de 1793, el Comité de Finanzas había pedido a la Comisión de Pesos y Medidas que hiciesen un cálculo de la longitud probable del metro. De ello se encargaron Borda, Lagrange y Laplace, que se basaron en la longitud de un grado de arco a 45 grados de latitud norte, aceptada como media de todo el arco de meridiano. La longitud de un grado fue tomada de la medición de Cassini de Thury (Cassini III) en 1740 que, multiplicada por 90 y dividida por diez millones, arrojaba la longitud del metro provisional, equivalente a 443,44 líneas. La Comisión no comunicó este valor hasta que la Academia estuvo amenazada de disolución

Durante el mes de octubre, Delambre realizó mediciones desde la aguja de la catedral de su ciudad natal de Amiens. En los primeros días de septiembre abandonaba la ciudad y a principios de octubre ya había conectado esta cadena de triángulos, iniciados en Dunkerque, con la de París, lo que representaba, aproximadamente, un tercio de su recorrido hasta Rodez. Al finalizar ese mes pasó al sur de la capital para enlazar con sus mediciones del año anterior. Como consecuencia de la depuración de la *Comission Temporarire des poids et mesures*, acaecida el 23 de diciembre, el 4 de enero de 1794 recibió una carta de la misma en la que se le notificaba que, por orden del Comité de Seguridad Pública, había sido depurado y apartado de la medición del meridiano y que debía hacer entrega de todas sus notas de campo, cálculos e instrumentos. Delambre escribió a la Comisión pidiendo que le permitiesen completar su plan y se lanzó furiosamente a trabajar hasta Orleáns para terminar los triángulos en las orillas del Loira. En año y medio de trabajo había completado la mitad de su itinerario hasta Rodez, un arco de más de trescientos kilómetros. A finales de enero regresó a París. A su llegada fue detenido y conducido a la prisión de Luxemburgo¹⁵⁰.

A finales de 1792, cuando en su país se iniciaba el proceso contra Luís XVI, se encontraba Méchain emplazado en la fortaleza de Montjuich gozando de una espléndida vista que, en días despejados, con instrumentos adecuados y aprovechando la refracción de la luz, podía alcanzar a Mallorca. Esta visión le hizo soñar con extender el meridiano hacia el sur hasta Mallorca, idea que no era original del astrónomo francés pues en fecha coincidente con los inicios de la medición del meridiano había sido sugerida por José

¹⁵⁰ Alder, Ken, ob. cit. págs. 114-119.

Mendoza, como relata Antonio Ten, transcribiendo sendas cartas del ministro español de Marina, Antonio Valdés y de José González, teniente de navío, que sería integrado por parte española en el equipo de Méchain:

Pues Mendoza le instruirá con la conveniente anticipación de todo lo que haya de practicarse y de que procure se extienda la medida de la meridiana hasta Mallorca para proporcionar que quede quasi exactamente en medio de ella el paralelo de 45° (...)

Al mismo tiempo he recibido carta de igual data [21 de mayo] de Don Josef Mendoza, y por ambas infiero que convendrá el Comisionado de la Academia de las Ciencias en extender sus operaciones hasta Mallorca (...)¹⁵¹

Méchain recibe de París autorización para proseguir sus medidas hasta Mallorca y el comandante González que, como se acaba de leer, estaba prevenido para la ampliación de la medición, se ofreció para llegar en su bergantín, *Corzo*, hasta la isla y enviar señales desde sus cumbres. En diciembre, González navegaba hacia Mallorca mientras Méchain se posicionaba en la fortaleza de Montjuich, la tarde del 16 localizaba a través del telescopio una tenue luz, pero la resolución era insuficiente, hubiera necesitado anteojos más potentes en el círculo repetidor de Borda y mayores espejos parabólicos para las señales. A partir de entonces, Méchain se ocupó de instalar un observatorio astronómico adecuado para captar el paso de las estrellas y determinar la latitud de su punto extremo de la medición. En este trabajo, que debía realizarse de noche, González se encargaba de contar los segundos con un reloj de péndulo, Tranchot sostenía un farol y verificaba el nivel del instrumento, mientras Méchain, con su meticuloso estilo de trabajo, observaba las estrellas y albergaba la esperanza de determinar la latitud de Montjuich con un grado de precisión no logrado hasta ese momento en la historia de la astronomía. En el transcurso de estas operaciones surgieron algunos incidentes con sus acompañantes españoles, al acaparar Méchain las observaciones y no ceder el ocular en ningún momento, Pláñez se quejó a Méchain y hubo de ser sustituido por Agustín Bueno, capitán ingeniero militar. Durante los tres meses siguientes, incluyendo Navidad y Año Nuevo, Méchain, con la ayuda de Tranchot y González, realizó hasta mil cincuenta mediciones de seis estrellas diferentes. Por aquéllas fechas Luís XVI estaba siendo juzgado y, finalmente, ejecutado.

La misión de Méchain en Cataluña se podía dar por finalizada a finales de febrero, poco antes de partir las autoridades españolas le transmitieron su deseo de recibir información sobre sus triangulaciones geodésicas y sobre la latitud de Montjuich, que habrían de permitir trazar el primer mapa de precisión de Cataluña. Méchain no se apresuró en atender la petición y dedicó todo el mes de marzo a redactarla. Parece ser que le llegaba poca información sobre los últimos sucesos en su país, de los cuales el que más habría de afectarle era la declaración de guerra a Gran Bretaña y una serie de países, entre ellos España. De esto tuvo conocimiento a principios de marzo cuando las autoridades españolas ordenaron la salida de los ciudadanos franceses y Méchain tuvo que solicitar

¹⁵¹ Ten, Antonio E., "El Sistema métrico decimal y España", *Arbor*, nov-diciembre 1989, págs.110-111.

autorización para permanecer el tiempo necesario para finalizar el informe que le habían requerido. El 4 de abril de 1793, el mando militar español le ordenó abandonar el castillo de Montjuich. En los primeros días de mayo, realizando una excursión con su amigo el doctor Salvá fue víctima de un desgraciado accidente, que estuvo a punto de costarle la vida y le obligó a permanecer dos meses en cama¹⁵².

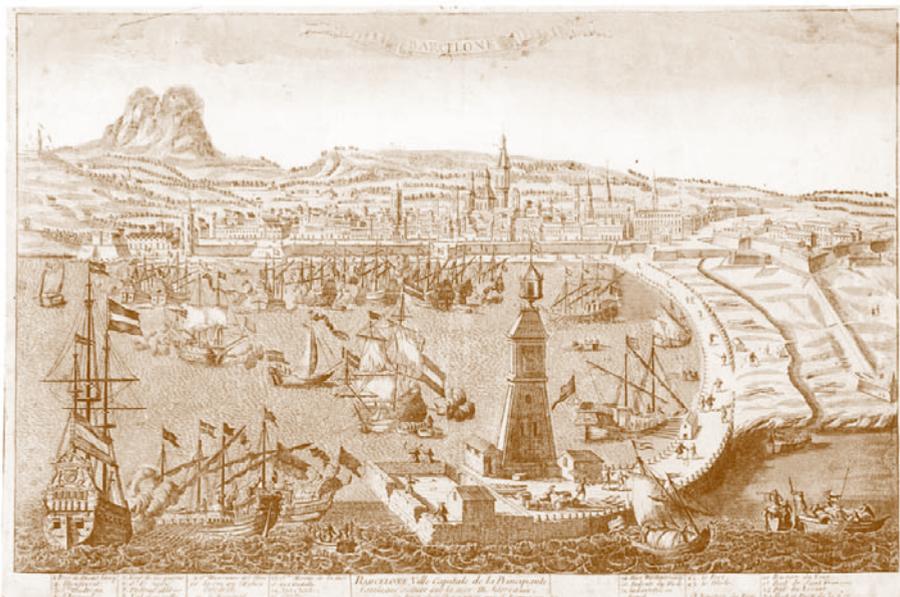


Plano de la ciudad de Barcelona en la época de los trabajos de Méchain.
A la izquierda aparece el castillo de Montjuich. (El Catastro en España, 1714-1906, CGCCT).

A la llegada del verano, aún convaleciente, Méchain se hizo instalar por Tranchot en la terraza de la Fontana de Oro, la fonda donde se alojaba, el círculo repetidor y realizó algunas mediciones, lo que agravó su situación y, por sugerencia del doctor Salvá, se sometió a una cura medicinal en las termas de Caldas. A principios de otoño de 1793 consiguió permiso del general Ricardos, mando supremo del ejército español, para completar sus triángulos a lo largo de las cumbres de los Pirineos. En los primeros días de noviembre, Méchain completaba sus mediciones angulares, con lo que su misión en Cataluña podía darse por concluida y regresó a Barcelona. El general Ricardos no se dejó convencer en esta ocasión e insistió en retener a los franceses hasta que se firmase la paz. Incapaz de permanecer ocioso y ante la prohibición de acceder a Montjuich,

¹⁵² Alder, Ken, ob. cit., págs. 73-79.

Méchain rehizo en diciembre su observatorio de la terraza de la Fontana de Oro. Por medio de estas observaciones pretendía una doble comprobación de sus resultados de latitud para Montjuich, posiblemente el resto de sus días lamentaría haber tomado esta decisión, cuyos resultados habrían de atormentarle.



Vista del puerto de Barcelona en la época de los trabajos de Méchain.
(El Catastro en España, 1714-1906, CGCCT).

En sus cálculos de latitud de Montjuich había medido las alturas de seis estrellas, pero utilizado los datos de cuatro de ellas: la Polar, Kochab, Thuban y Mizar. Convergían notablemente los resultados de las tres primeras, con un margen de fluctuación de 0,3 segundos de grado de arco, que le permitía situar la torre del castillo con un margen de nueve metros. La cuarta estrella, Mizar, difería de las otras en cuatro segundos de arco o ciento veinte metros. Si se consideraba el arco de casi mil kilómetros entre Dunkerque y Barcelona estos cuatro segundos eran asumibles, pero a Méchain esta diferencia le sacaba de quicio y se empeñó en justificarla, pasando el invierno de 1793-1794 haciendo observaciones nocturnas desde la terraza de su fonda de Barcelona, pero los resultados de Mizar seguían manteniéndose en el mismo grado de discrepancia.

Para aclarar el misterio, quiso comparar sus resultados de latitud de la Fontana de Oro con los de Montjuich, trazando una triangulación que incluía su fonda, Montjuich y la catedral y una segunda formada por la fonda, Montjuich y el Fanal del faro del puerto. Pudo realizar este trabajo gracias al permiso que le otorgó el comandante de Montjuich para acceder un día, el 16 de marzo de 1794, al observatorio del castillo. Cuando completó sus cálculos se sintió horrorizado al comprobar que sus resultados diferían en 3,2

segundos de arco, pero esta vez se trataba de un arco de 1,7 kilómetros, que representaba una discrepancia del 5,4 por ciento. Lo peor del caso es que, dadas las circunstancias políticas del momento, resultaba imposible conseguir nueva autorización para repetir las observaciones de Montjuich. Por otra parte, el general Ricardos había muerto, lo que le facilitó conseguir un pasaporte para la neutral Italia, de tal modo que a finales de mayo, después de dos años de estancia en Cataluña, partía en un navío rumbo a Génova.¹⁵³

En las últimas noticias que se daban sobre Francia, quedaba sumida en plena dictadura de Robespierre y muchos franceses se mostraban partidarios de poner fin a la obra revolucionario. Sin embargo, Robespierre se mantenía aferrado a su principio de que la Revolución había quedado incompleta y que era preciso llevarla a término por el Terror. El sector antiterrorista de la Asamblea fue polarizado por Danton, al que se unieron varios diputados constituyendo un núcleo, denominado “los indulgentes” o moderantistas. La posición contraria estaba constituida por los heberistas, que postulaban una revolución social y religiosa. Entre las dos corrientes se situaba Robespierre que odiaba a los heberistas, considerándolos el elemento más pernicioso para el triunfo de la Revolución, pero no menos odio profesaba a los dantonistas, a quienes estimaba como avanzadilla del ejército contrarrevolucionario. Herbert y sus seguidores fueron acusados de conspirar contra la Convención y guillotinado en masa el 24 de marzo de 1794. Pocos días después, el 5 de abril, los dantonianos corrieron igual suerte. La dictadura de Robespierre sólo podía subsistir acentuando el Terror, esto explica el desencadenamiento del *Gran Terror* durante los meses de junio y julio. Su caída sería provocada por intrigas y rivalidades personales dentro de la Convención; Robespierre, Saint-Just y Couthon se habían distanciado de sus compañeros. El 27 de julio, después de una sesión tumultuosa, Robespierre fue acusado por la Asamblea y detenido, al día siguiente caía bajo la guillotina, junto con 21 de sus partidarios, entre ellos Saint-Just¹⁵⁴.

Durante este vértigo de sangre desaparecieron dos figuras eminentes del mundo científico, trascendentales en el proceso de formación del sistema métrico y ambos en el mismo mes: mayo de 1794. Condorcet, durante tantos años secretario permanente de la Academia de Ciencias, asesor que había sido de Talleyrand en el empeño por una medida universal, hallándose en la clandestinidad tras su condena por el Comité de Seguridad Pública, prefirió suicidarse antes que enfrentarse a una segura ejecución. Por su parte Lavoisier, uno de los fundadores de la química moderna, tenía en su contra haber sido recaudador de impuestos durante la monarquía, por lo que fue ejecutado el 8 de mayo, junto a otros veintisiete recaudadores.

El período entre julio de 1794 y septiembre de 1795, se conoce como Convención Termidoriana (por el 9 Termidor II, fecha de la ejecución de Robespierre según el calendario revolucionario). El poder pasa a manos de los diputados centristas (*la llanura*), beneficiarios de la reacción, pero incapaces de poner fin a las convulsiones internas de Francia. La República se mantuvo porque el ejército, el único órgano poderoso que había creado,

¹⁵³ *Ibidem*, págs. 121-136.

¹⁵⁴ Vicens Vives, Jaime, ob. cit., págs. 205-207.

la apoyó en contra de los jacobinos, los comunistas de Baboeuf y los monárquicos. La consigna del momento fue que la Revolución ya estaba hecha, y que, por tanto eran inútiles los organismos que se habían creado para asegurarla. En consecuencia la Convención recuperó el poder ejecutivo y redujo a los Comités de Salud Pública y de Seguridad General a la categoría de los demás comités parlamentarios de la Asamblea. En mayo-junio de 1795 se producen los conocidos como *motines del hambre*, últimos estallidos revolucionarios, drásticamente sofocados.

Con relación al proceso de instauración del sistema métrico y a la misión de medida del meridiano, durante este período se adoptarían decisiones importantes. A instancias de Prieur de la Côte-d'Or, la Convención nacional aprobó la ley de 18 de germinal III (7 de abril de 1795), por la que se sustituye la Comisión Provisional de Medidas y Pesas por la Oficina Provisional de Medidas y Pesas, que confirma el cuarto de meridiano como base del nuevo sistema, constituyendo la fase final del sistema métrico tal y como hoy lo conocemos y aplicando la nomenclatura metódica a múltiplos y submúltiplos. Por decreto 28 germinal III (28 abril 1795) el Comité de Instrucción pública nombra comisarios particulares a Bertholet, Borda, Brisson, Coulomb, Delambre, Haüy, Lagrange, Laplace, Méchain, Monge, Prouy y Vandermonde, quienes el 10 de mayo de 1795 decidieron la construcción en el plazo de 10 días de un patrón del metro en cobre, encargando a Borda y Brisson su determinación¹⁵⁵. En junio se crea la Oficina de Longitudes que, entre otras funciones, debía supervisar el Observatorio de París y que integraría a grandes sabios de Francia: Laplace, Legendre y Borda, además de Méchain y Delambre. Poco después, y formando parte del Instituto Nacional, se restauró la Academia de Ciencias.

La reanudación de la misión del meridiano de forma decisiva se vería impulsada por el nombramiento en 1794 del general Etienne-Nicolas Calon como director del Dépôt de la Guerre et de la Marine, uniéndose así bajo su mando a los cartógrafos del ejército y de la marina. Era miembro de la cámara legislativa y disponía del presupuesto necesario para realizar sus planes cartográficos, para los que la medición del meridiano pasaba por ser su columna vertebral. Para cumplir su objetivo, pidió al Comité de Seguridad Pública que, para la reanudación del proyecto, se volviese a contratar a Méchain y Delambre.

El viaje que Méchain emprendió rumbo a Génova a finales de mayo de 1794, se frustró por la presencia de una fragata inglesa que desvió el buque hacia el puerto de Livorno, desde allí se puso en contacto con el director del observatorio astronómico de Pisa, que acudió en su ayuda y el 22 de junio lo recibía en su casa, donde permaneció tres semanas. El 11 de julio llegaba a Génova, donde se reunió con sus ayudantes Tranchot y Esteveny. El 9 de agosto conocieron la noticia de la caída de Robespierre. A mediados de agosto a Méchain, por conducto de su esposa, le llegó la noticia de la suspensión de la medición del meridiano “al menos hasta la primavera”. En los primeros días de octubre tuvo conocimiento de la reactivación del proyecto del meridiano tras el nombramiento del general Calon, quien le había designado como jefe de cartografía naval y le ordenaba regresar a París. Estos acontecimientos que, en circunstancias normales deberían haberle

¹⁵⁵ Ten, Antonio E., *Medir el Metro*, Universidad de Valencia, 1996, págs. 84-85.

devuelto el optimismo, no le supusieron otra cosa que un agravio de su sentimiento de culpabilidad por el error que le atormentaba.

Méchain aún habría de permanecer en Génova el resto del otoño, el invierno y parte de la primavera de 1795, valiéndose de diversos subterfugios para demorar su regreso, primero fue un plan con el astrónomo milanés Barbera Oriani para unir las cuadrículas francesa e italiana vía Génova, dado que los milaneses habían estado realizando un levantamiento geodésico propio; segundo, aprovechando que esta ciudad se encontraba en el paralelo 45°, experimentar con el péndulo para facilitar la determinación del metro. Entre enviar las correspondientes solicitudes al general Calon y esperar las respuestas, fue transcurriendo el tiempo sin medir triángulos geodésicos ni experimentar con el péndulo. Hasta que la ley de 18 de germinal del año III (7 de abril de 1795) reinició la medición del meridiano y se incorporó Delambre a la misión, no se empezó Méchain a tomar en serio el regreso. Una vez en Marsella, al fin en tierras francesas, cabían dos posibilidades, regresar a París o dirigirse a Perpiñán para retomar sus triangulaciones, no hizo ninguna de las dos cosas, permaneciendo cinco meses más en Marsella. A finales de agosto, junto con su equipo, zarpó hacia Sette, desde donde llegó a Perpiñán, tras una interrupción de dos años y medio, reanudaba la medición del meridiano¹⁵⁶

En mayo de 1795, tras acordar con el general Calon las condiciones, Delambre se reincorporó a la Comisión de Pesos y Medidas y el 28 de junio, tras un paréntesis obligado de dieciocho meses, partía de París con su instrumental y acompañado de sus ayudantes, cinco días después llegaban a la ciudad de Bourges, donde establecería una base de operaciones, dado que el campanario de su catedral dominaba un círculo de cincuenta kilómetros a la redonda. La región de Sologne, entre Orleáns y Bourges, que les correspondía cartografiar a continuación, era llana y pantanosa, con grandes dificultades para estos trabajos, por la dificultad de seleccionar los vértices de los triángulos entre los escasos campanarios que quedaban tras largos años de Revolución, por lo que, en bastantes casos, hubieron de ser suplidos por torres construidas ex profeso para la observación. Tras varios meses empleados en la medición de Sologne, Delambre decidió trasladarse a Dunkerque y aprovechar el invierno, estación inadecuada para triangulaciones, en las observaciones astronómicas necesarias para determinar la latitud del extremo norte del arco de meridiano.

Tras los violentos sucesos de la primavera-verano de 1795, con aplastamientos por el ejército de intentos jacobinos de levantamientos y terrorismo contrarrevolucionario organizado (Terror del año III), entre septiembre de 1795 y noviembre de 1799 tiene lugar en Francia el gobierno del Directorio. A partir de septiembre de 1795 la Convención, temerosa de la influencia del pueblo se orienta hacia un gobierno de notables, expresada en la llamada Constitución del año III: ejecutivo débil, integrado en un Directorio de cinco miembros y legislativo compuesto por dos Cámaras: *Consejo de Ancianos* y *Consejo de los Quinientos*. El 5 de octubre (13 vendimiario) Napoleón Bonaparte sofoca un levantamiento monárquico en París¹⁵⁷. La burguesía sólo tenía interés en rehacerse económicamente y se dice que ningún gobierno ha sido más impopular en Francia que el

¹⁵⁶ Alder, Ken, ob. cit., págs. 175-193.

¹⁵⁷ Kinder, Hermann y Hilgemann, Werner, *Atlas histórico mundial***, Ediciones Istmo, Madrid, 1971, pág. 21.

directorial. Se suceden las crisis económicas y financieras. El 10 de mayo de 1796 son detenidos Babeuf y sus compañeros de la *Sociedad de los Iguales* (comunistas), que acabarían guillotinado. Los tres miembros republicanos del Directorio, Barrás, Larevelliére y Reubell, con la ayuda de Bonaparte, que les cedió una división del ejército de Italia, dieron el golpe de Estado de 18 Fructidor V (4 de septiembre de 1797). Las elecciones de 9 de abril de 1798 darían el triunfo a los “exclusivos” o jacobinos, pero los directores suprimieron las elecciones en los departamentos jacobinos y las revalidaron en los afectos (maniobra del 12 de mayo). Ante la desorganización completa del Estado, se plantearía la conveniencia de reconstruir de pies a cabeza la administración y la economía públicas, en lo que estaban de acuerdo la burguesía republicana moderada, los católicos, los aristócratas y los monárquicos, pero, siendo necesario el apoyo del ejército, se halló la persona adecuada en Napoleón Bonaparte¹⁵⁸. El 18 Brumario VII (9-10 noviembre 1799) Napoleón, apoyado en el ejército y su hermano Luciano, aclamado por monárquicos, directoriales, termidorianos y por el pueblo, disuelve el Directorio y el *Consejo de los Quinientos* y constituye un gobierno provisional con Fouché, el tigre de Lyon, como jefe de policía y Talleyrand, en el ministerio de asuntos exteriores.

Antes de partir hacia Dunkerque, Delambre escribió una carta a Méchain, su compañero de misión, requiriéndole información sobre las estrellas seleccionadas para sus observaciones y los métodos utilizados para medir su altura y para evitar errores. Méchain, por su parte se había dirigido a Delambre preguntándole la forma en que llevaba su diario, el modo que empleaba para reseñar los datos, el número de lecturas por ángulo y la forma de construcción de señales. Ante estos hechos, Alder se sorprende y escribe:

La nación científicamente más adelantada del mundo había organizado una expedición que debía medir el tamaño de la Tierra con la mayor precisión de toda la historia de la humanidad; sin embargo los jefes de la expedición, dos de los astrónomos más meticulosos del mundo, no habían coordinado la forma de registrar los datos.¹⁵⁹

Hacia finales de diciembre de 1795 y tras detenerse en París, donde se entrevistó con Lalande y Calon, Delambre ya se encontraba en Dunkerque. Empleó los tres meses siguientes en sus observaciones para determinar la latitud de este punto septentrional y realizó su trabajo con la mayor escrupulosidad, comenzando por la verificación de la verticalidad de su círculo y la corrección de datos de refracción y temperatura. Seguidamente inició por fin sus observaciones de la Polar, verificando treinta y ocho observaciones de su paso. Finalizados sus cálculos sobre esta estrella pudo comprobar que el total obtenido sólo difería de sus mejores datos en 0,25 segundos (7,5 metros). Seguidamente inició sus medidas sobre una estrella próxima, Kochab. De ésta consiguió resultados desiguales, a consecuencia de la capa de nubes eran de baja calidad los correspondientes a su paso más bajo, pero en los del paso superior consiguió una asombrosa coincidencia de hasta 0,02 segundos con los obtenidos sobre la Polar. Conseguido de forma satisfactoria su objetivo, el 29 de diciembre abandonaba Dunkerque.

¹⁵⁸ Vicens Vives, Jaime, ob. cit., págs. 210-212.

¹⁵⁹ Alder, Ken, ob. cit., pág. 196.

Al inicio del otoño de 1795 Méchain se encontraba en las montañas próximas a Perpiñán luchando por avanzar en su triangulación hacia el norte. Las dificultades que planteaban las altas montañas en que debió operar y las malas condiciones climáticas, viento, frío y nubes, entorpecieron su trabajo, para sólo completar tres triángulos en seis largos meses de penoso trabajo. A continuación decidió centrar sus esfuerzos en la búsqueda de un emplazamiento adecuado para medir la base que se le había asignado, para lo que necesitaba una extensión recta de unos ocho kilómetros en terreno llano y cuyos extremos pudiesen ser triangulados desde una estación próxima. A este fin eligió un tramo de la Gran Ruta que iba de Perpiñán a la fortaleza de Salses. Cuando recibió orden desde París de que previamente debía finalizar sus mediciones angulares, Méchain quedó consternado. Al finalizar el verano de 1796, seguía en Perpiñán haciendo mediciones de latitud.

Durante el verano y el otoño de 1796, Delambre midió siete estaciones al sur de Bourges en dirección a Evaux, donde se encontraba el 24 de noviembre. Las condiciones meteorológicas se tornaron adversas y en los dos meses siguientes sólo consiguió dos noches aptas para observaciones astronómicas. Evaux, situado en el borde septentrional del Macizo Central, disponía en el siglo XVIII de tres balnearios de aguas termales, que proporcionaron un merecido descanso al astrónomo, quien el 1 de abril de 1797, tras cuatro meses de permanencia, inició su avance hacia la meta final de Rodez. Los problemas se fueron acentuando a medida que progresaba hacia el sur, las montañas y el tiempo lluvioso le crearon toda clase de dificultades. El 12 de agosto divisó por primera vez Rodez a través de su círculo repetidor y el día 23 del mismo mes, Delambre divisó hacia el sur una de las señales de Méchain y pensó que ambos se aproximaban simultáneamente a Rodez. No era así, se trataba de Tranchot, a quien Méchain había dado instrucciones para que construyera una cadena de señales desde Carcasona hasta Rodez que él seguiría más tarde. El 26 de agosto de 1797 Delambre llegaba a Rodez.¹⁶⁰

La idea de Talleyrand, desde su incorporación a las altas esferas de la política francesa, era imprimir un carácter internacional al proyecto de unificación de las medidas, de ahí sus intentos de ejecutarlo conjuntamente con la *Royal Society*. Después de fracasar esta actuación conjunta con los británicos Condorcet, principal impulsor de la idea desde Academia, seguía considerando como objetivo básico de la reforma su universalidad. A medida que la revolución avanzaba la filosofía del proyecto fue adquiriendo matices nacionalistas sin renunciar a su aceptación por todas las naciones. Es posible imaginar lo que ocurría durante el período jacobino, según la descripción de Kula:

El sistema métrico –aquel invento perfecto, fruto del espíritu humano- se convirtió de un objeto de orgullo nacional para toda la Francia revolucionaria, lo fue precisamente por constituir un don perfecto ofrecido por Francia a toda la humanidad. Se decía entonces que el sistema métrico era para *todos los pueblos y para todas las épocas*. Pueblos que, después de abolir las tiranías, serán hermanos del pueblo francés, aceptarán con toda seguridad el sistema métrico.¹⁶¹

¹⁶⁰ *Ibidem*, págs. 201-222.

¹⁶¹ Kula, Witold, ob. cit., págs. 431-432.

La realidad sobre la ejecución del proyecto para la determinación del metro era que, exceptuando la colaboración española, obligada por razones geopolíticas, había sido una empresa exclusivamente francesa, lo que incumplía la idea inicial de Talleyrand-Condorcet y todos los que la apoyaron. Cuando la misión del metro tocaba a su fin se vislumbró la posibilidad de recuperar la internacionalidad del proyecto integrando a otras naciones en la ejecución de los cálculos necesarios para la obtención de la longitud metro definitivo, a partir de los datos aportados por los geodestas franceses. La decisión de convocar un congreso internacional de matemáticos para realizar estos cálculos se adoptó en la primera clase del Instituto de Francia el 20 de enero de 1798, cuya primera reunión debería celebrarse el siguiente mes de septiembre y que habría de constituir el primer congreso científico internacional de la historia. No sería casualidad el hecho de que la política exterior francesa estuviese dirigida en aquellas fechas por Talleyrand, uno de los más importantes impulsores de la universalidad de las nuevas medidas, quien se interesó en que inmediatamente se enviasen cartas de invitación a los países neutrales, amigos o dependientes de Francia y sus ejércitos.

Durante el invierno de 1796 y la primavera y verano de 1797, Méchain permaneció en la ciudad de Carcasona. Repasaba sus cálculos y cada vez estaba más abrumado por su sentimiento de culpabilidad debido al error de Barcelona, que se agravaba al comparar sus datos con los de Delambre y estaba convencido de que debía volver a Barcelona para comprobarlos. Hasta octubre de 1797 no se sitúa Méchain en su siguiente etapa, las Montañas Negras. Permaneció en el lugar hasta enero de 1798, ascendiendo a la cumbre más de treinta veces. Cuando faltaban dos meses para la inauguración del Congreso Internacional, a Méchain aún le faltaban cinco estaciones por medir. A mediados de septiembre, cuando los primeros sabios estaban ya en París tenía dos estaciones pendientes de medir en las Montañas Negras del Languedoc .

Delambre realizó durante el invierno de 1797-1798 los preparativos para la medición de la base norte de la misión. Se eligió para ello un trayecto recto del camino real próximo a Melum. De forma extractada, así lo cuenta Alder:

En compañía de Laplace y del ingeniero jefe del país había explorado previamente el terreno y solicitado que se construyesen dos señales de obra, cada una de ellas con una cubierta de cobre que definiese el punto final exacto. Encima de cada basamento de piedra mandó ahora erigir una torre de madera de unos veinte metros (...) Durante las seis semanas siguientes trabajadores a sus órdenes podaron unos seiscientos árboles, mientras él [Delambre] triangulaba los dos extremos de la base (...)

A las 11 de la mañana del 24 de abril [1798], el equipo colocó la primera de sus reglas de alta precisión para medir la base. Las cuatro reglas de que disponían tenían dos *toises* (tres metros y sesenta centímetros) de longitud y eran una maravilla artesanal. Las habían hecho en el taller de Lenoir con platino puro (...) Borda había calibrado luego cada una de ellas con un péndulo de un segundo (...) El procedimiento era el siguiente: Bellet colocaba las reglas, Tranchot comprobaba su

alineación y su nivelación, Delambre leía el indicador de temperatura y cada uno de ellos reseñaba los resultados en su cuaderno de campo particular (...) Avanzar ciento cincuenta y ocho metros les llevó el primer día entero (...) Recorrer los casi diez kilómetros les llevó cuarenta y un días, trabajando desde el amanecer hasta que oscurecía.

Varios visitantes eminentes acudieron a observar su tedioso arrastrarse por la tierra. Lalande bajaba a caballo de París por la tarde. Un grupo de sabios llegaron el 3 de junio para celebrar las mediciones finales: entre ellos estaban Louis-Antoine de Bougainville, de setenta y cuatro años, que había dado la vuelta al mundo y había sido el primer europeo que había llegado a Tahití, y el joven geógrafo alemán Alexander Humboldt, que estaba a punto de emprender un viaje por el mundo que le convertiría en el explorador más famoso de la época (...)¹⁶²

A Delambre, ayudado de nuevo por Tranchot, se encomendó también la medición de la base de Perpiñán, que inicialmente había sido asignada a Méchain, el astrónomo de la ruta sur, lo que incrementó los recelos de éste. A finales de julio, Delambre junto con Tranchot y el resto de su equipo, llegaban a Perpiñán para iniciar la medición de la base sur. El 6 de agosto colocaban la primera regla, el 19 de septiembre finalizaron los trabajos.

A la vista de los acontecimientos, Lalande encargó a Delambre que completara los triángulos que restaban a su compañero. Delambre no quería someter a Méchain a esta afrenta y lo que hizo fue desplazarse hasta Carcasona y ponerse en contacto con él ofreciéndose para ayudarlo. Méchain rechazó la propuesta y aportó toda clase de excusas para justificar su retraso. Para el cinco de octubre anunció el envío de todos los datos, cuando los sabios extranjeros esperaban en París. A principios de noviembre de 1798 los dos astrónomos se encontraron en Carcasona, tras una espera de cincuenta y cinco días por parte de Delambre, ambos emprendieron el regreso a París. Se había completado la medición del arco de meridiano Dunkerque-Barcelona.

¹⁶² Alder, Ken, ob. cit., págs. 232-233.

XV. EL SISTEMA METRICO

Al fin podía iniciarse el primer Congreso Científico Internacional de la historia del que habría de salir el metro definitivo. Contaba con ausencias tan significativas como Estados Unidos, Alemania y Suecia; los ingleses fueron deliberadamente excluidos. No todos los científicos franceses se mostraban entusiasmados por la idea, así Borda, uno de los mayores promotores de la misión del meridiano, puso reparos al Congreso. Pero Laplace, el impulsor de la convocatoria, contaba con dos entusiastas de la misma, el ya mencionado ministro de Asuntos Exteriores, Talleyrand y el miembro más joven de la Academia de Ciencias, Napoleón Bonaparte. Según Laplace, el Congreso garantizaría la universalidad del sistema métrico y si la medida la establecía una comisión internacional se disiparían los recelos de otros países ante un metro basado en un meridiano que pasaba por Francia. El hecho de que los sabios extranjeros asumieran el trabajo del sistema métrico garantizaría su difusión por sus respectivos países.

Fueron así invitados la República Bátava (Holanda); la República Helvética; la República Cisalpina (Milán y Bolonia); la República Liguria (Génova); el reino de Cerdeña, conquistado por Francia y reemplazado por el gobierno provisional del Piamonte (Turín); la República Romana, Toscana (Florencia), Dinamarca y España.

Por la República Bátava asistieron Van Swiden y Aeneae; por la cisalpina, Mascheroni; por la República Helvética, Trallès; por la Liguria, Multedo; por el Reino de Cerdeña, Balbo, reemplazado por el piemontino Vassalli; por la Romana, Franchini; por Toscana, Fabbrini; por Dinamarca, Bugge y por España Gabriel Ciscar y Agustín Pedrayes.

A ellos se unieron por parte francesa, Borda, Brisson, Coulomb, Darcet, Haüy, L'ange, Laplace, Lefèvre-Gineau, Méchain y Prouy (...)

La primera reunión general tuvo lugar el 28 de noviembre (...). En enero de 1799, se crearon tres subcomisiones: una encargada de examinar las medidas realizadas y calcular el valor del metro definitivo, en la que se integraron como miembros activos Bugge, reemplazado por Ciscar, Delambre, Méchain, Laplace, Tralles, Van Swinden y Legendre; otra encargada de determinar la unidad de peso, formada por Colulomb, Mascheroni, Tralles, Van Swinden y Vassalli; y otra, por fin, encargada de comparar las viejas medidas con las nuevas compuesta por Colulomb, Mascheroni, Méchain, Multedo y Vassalli¹⁶³.

Para llevar a efecto el metro definitivo la Comisión internacional encargada de examinar las medidas realizadas y calcular el valor del metro debía centrar su atención en la exactitud de los resultados de la misión que durante siete años habían desarrollado Méchain y Delambre. Éste tenía su trabajo totalmente finalizado, pero Méchain no había terminado

¹⁶³ Ten, Antonio E., *Medir el Metro*, Universidad de Valencia, 1996, págs. 89-90.

el suyo ni estaba en condiciones mentales de presentar sus datos. Su inseguridad le hacía evitar a sus colegas e incluso dejó de asistir a las sesiones de la Comisión internacional. Tres meses después del regreso de Méchain y Delambre, los franceses aún no habían presentado sus datos geodésicos y algunos delegados extranjeros comenzaron a impacientarse, uno de los que se mostraba más alterado era el astrónomo danés Thomas Bugge que acabó abandonando la Comisión, siendo reemplazado por el español Gabriel Ciscar. Dado el cariz que iban tomando las reuniones, Delambre se sintió obligado a presentar oficialmente sus datos ante la Comisión Internacional el día 2 de febrero de 1799, desvinculándose de su compañero. Los miembros de la Comisión, después de examinar cada estación y cada observación, se vieron en la necesidad de confiar en sus cuadernos de campo y aceptar casi todos sus datos y, al finalizar el día, los triángulos de Delambre, desde Dunkerque a Rodez quedaron oficialmente respaldados. Méchain pidió un aplazamiento de diez días para hacer lo propio con sus datos, pero hasta el 22 de marzo no lo hizo efectivo y, finalmente, la Comisión se sintió obligada a felicitarle por la notable coherencia de sus triángulos. Cumplida la primera parte de su misión, a la Comisión correspondía ahora traducir aquellos resultados a un número único: el metro. Durante las semanas siguientes, cada miembro realizó sus cálculos de forma independiente y utilizando el método elegido: Legendre empleó la geometría elipsoidal, el holandés Jan Hendrik Van Swinden utilizó las técnicas geodésicas tradicionales, Delambre hizo uso de nuevos métodos que había publicado recientemente¹⁶⁴

El 22 de junio de 1799 todos los miembros presentaron sus propuestas finales ante las dos cámaras legislativas, el *Consejo de Ancianos* y el *Consejo de los Quinientos*. Actuaba como portavoz Van Swinden quien, tras una exposición de los métodos empleados por Méchain y Delambre:

A continuación comienza con los resultados de los cálculos efectuados por la comisión, de los que se deduce el decrecimiento de la medida de los grados de meridiano medidos hacia el ecuador, pero también la variación irregular de este decrecimiento (...) Van Swinden nos revela un detalle espectacular del proceso de cálculo empleado, sobre cuya significación matemática y política, las historias clásicas del Sistema Métrico Decimal no han puesto demasiado énfasis: en el cálculo del achatamiento de la Tierra, valor fundamental a la hora de establecer el nuevo metro, los miembros de la comisión se habían visto obligados a utilizar, junto con las medidas del arco Dunkerque-Barcelona, las realizadas sesenta años antes por la expedición al Perú. Las irregularidades del arco Dunkerque-Barcelona impedían calcular sobre la única base de comparación de grados meridianos a diferentes latitudes dentro del mismo, un único valor para el achatamiento de la Tierra (...) las irregularidades locales del elipsoide terrestre, especialmente notables en el meridiano de París en las proximidades de Evaux, eran demasiado importantes como para compensarse entre sí.

¹⁶⁴ Alder, Ken, ob. cit., págs. 263-265.

Este detalle (...) una trágica realidad: un aspecto crucial de la nueva medida universal, cuya determinación se había presentado ante la Asamblea Nacional como la más perfecta jamás realizada (...) iba a apoyarse sobre las medidas realizadas sesenta años atrás, con instrumentos y técnicas que habían sido explícitamente considerados ya insuficientes a la hora de establecer el nuevo sistema métrico (...) Van Swinden hacía votos por la continuación de las medidas de Méchain del arco de meridiano de París subtendido desde Barcelona a las Islas Baleares (...) Pero la parte más esperada de su informe sería: “*el metro verdadero y definitivo es de 443,296 líneas de la toise del Perú*”¹⁶⁵

El metro provisional, según había establecido la Ley de 1 de agosto de 1793 medía 443,44 *lignes*, el definitivo se fijaba en 443,296, una diferencia de 0.144 *lignes* (0,325 milímetros). La intervención de Van Swinden reabre la incertidumbre sobre la forma de la Tierra y, para mejorar su conocimiento, aboga por la continuación de la medida del meridiano de París hasta las Islas Baleares.

La idea de extender la medición del arco de meridiano hasta las Islas Baleares había sido propuesta siete años antes por el marino y astrónomo sevillano José Mendoza y Ríos. Antonio Valdés, ministro de Marina de España en carta al Conde de Aranda, fechada el 15 de abril de 1792, comentada en el capítulo anterior.

El siguiente paso a dar era materializar el metro en una unidad permanente, es decir, construir el correspondiente patrón. Si para el metro provisional se había utilizado el cobre, para el definitivo se imponía el metal que se consideraba como último y definitivo, el platino. Según se estimaba en la época, no se podía fundir, era difícil de refinar y prácticamente indestructible. Era un material perdurable, por lo que resultaba idóneo para la construcción de unidades métricas permanentes y, a tal fin, la Comisión de Pesos y Medidas adquirió cien libras de platino puro. A Lenoir, el principal fabricante de instrumentos de precisión de Francia, que ya había construido los círculos repetidores de Borda, se encargó el trabajo. En abril de 1799 le facilitaron el valor calculado para el metro definitivo y cuatro barras de platino puro para cortar cuatro unidades de un metro exacto cada una. Utilizó un calibrador de su invención que trabajaba con un margen de una millonésima de *toise*. De las cuatro barras, se seleccionó la más exacta como patrón definitivo del metro, con un margen de error del 0,001 por ciento¹⁶⁶. En la ceremonia solemne, antes referida, del 22 de junio de 1799 fue presentada a las asambleas legislativas francesas.

A la unidad de volumen, que inicialmente se había llamado “cadil”, se le dio el nombre de “pinta” (después renombrada como litro), se definió como el volumen de un cubo de lado igual a la décima parte del metro. Se acordó que la unidad de peso (que no se distinguía de la masa), a la que se llamó “grave” y después gramo, sería una millonésima de la unidad de volumen (1 cm³) lleno de agua a la temperatura de congelación. En 1799 el gramo se basó en un centímetro cúbico de agua a su temperatura de máxima densidad (unos 4° C). Por razones prácticas se construyó el kilogramo patrón.

¹⁶⁵ Ten, Antonio E., *Medir el Metro*, Universidad de Valencia, 1996, págs. 92-94.

¹⁶⁶ Alder, Ken, ob. cit., págs. 269-270.

Las reformas llevadas a cabo por la Revolución francesa no se limitaron a pesos y medidas, afectaron también a la medida del tiempo. Los revolucionarios entendían que si el calendario gregoriano vinculaba el tiempo con las festividades cristianas, la república debía establecer uno nuevo basado en la naturaleza y en la razón. En 1793, y aceptando la propuesta del matemático Gilbert Romme, se acordó que el año I de la nueva era comenzaría el 22 de septiembre de 1792, fecha de la fundación de la República francesa, coincidente con el equinoccio de otoño. El calendario contendría doce meses de treinta días, designando cada uno de ellos de acuerdo con su estación:

Vendémiaire mes de la vendimia: septiembre/octubre

Brumaire mes de la niebla: octubre/noviembre

Frimaire mes de la escarcha: noviembre/diciembre

Nivôse mes de la nieve: diciembre/enero

Pluviôse mes de la lluvia: enero/febrero

Ventôse mes del viento: febrero/marzo

Germinal mes de la germinación: marzo/abril

Floréal mes del florecer: abril/mayo

Prairial mes de los prados: mayo/junio

Messidor mes de la recolección: junio/julio

Thermidor mes del calor: julio/agosto

Fructidor mes de los frutos: agosto/septiembre

Cada mes estaba dividido en tres semanas de diez días llamadas *décadas* que, por razones obvias, sería uno de los cambios más impopulares; sin domingos ni otras festividades religiosas. La reforma llegó más lejos y por ley de 11 brumario año II (1 de noviembre de 1793) el día se dividía en diez horas y la hora en cien minutos¹⁶⁷; realmente no llegó nunca a ponerse en práctica, por lo complicada y cara (entre otras cosas, sustituir o modificar todos los relojes) que hubiera resultado. El calendario republicano fue abolido por Napoleón Bonaparte poco después de ser coronado emperador, a medianoche del 10 nivoso XIV devolvió a Francia el calendario gregoriano el 1 de enero de 1806.

1. CRONOLOGÍA DEL METRO

- 1789 En los inicios del proceso revolucionario francés, se redactaron los *cahiers de doléances* (cuadernos de agravios) con el fin de orientar las discusiones de los Estados Generales. En un número considerable de estos cuadernos se exponen quejas contra el caótico sistema metrológico vigente en Francia y se plantea la necesidad de unificar pesos y medidas.

¹⁶⁷ *Ibidem*, págs. 154-155.

| | | |
|---------------|------|--|
| Marzo | 1790 | Charles-Maurice de Talleyrand formula la propuesta de un prototipo de medida tomado de la naturaleza. |
| 27 octubre | 1790 | La Academia de Ciencias sanciona la propuesta de Bureaux de Pussy sobre la adopción de la escala decimal para todas las medidas. |
| 26 marzo | 1791 | La Asamblea Nacional adopta el cuarto de meridiano como unidad real de medida y su diezmillonésima parte como unidad usual y ordena su medición siguiendo las instrucciones de la Academia de Ciencias. |
| 13 abril | 1791 | La Academia de Ciencias encomienda a Jean Dominique Cassini, Pierre-François-André Méchain y Adrien-Marie Legendre la medición del arco de meridiano Dunkerque-Barcelona. |
| 5 mayo | 1792 | La Academia decide que la medición del arco de meridiano se llevará a efecto por Pierre-François-André Méchain (sector sur) y Jean Baptiste-Joseph Delambre (sector norte). |
| Finales junio | 1792 | Méchain y Delambre comienzan las mediciones. |
| 1 agosto | 1793 | La Convención pone en vigor el “metro provisional” con una longitud de 443,44 líneas. |
| 11 sepbre | 1793 | Creación de la Comisión Provisional de Pesos y Medidas. |
| 28 junio | 1795 | Delambre, tras un paréntesis de 18 meses, reanuda la medición del arco de meridiano. |
| 26 agosto | 1797 | Delambre llega a Rodez, con lo que concluye la medición del sector norte del arco de meridiano. |
| 20 enero | 1798 | El recientemente creado Instituto de Francia decide la convocatoria de un Congreso Científico Internacional (primero de la historia) de matemáticos, para realizar los cálculos necesarios para la determinación del metro definitivo. |
| 24 abril | 1798 | Delambre inicia la medición de la base de Melun, que realiza en 41 días. |
| 6 agosto | 1798 | Delambre inicia la medición de la base de Perpián, la completa en 43 días. |
| Noviembre | 1798 | Méchain llega a Rodez, concluyendo la medición des sector sur del arco de meridiano. |
| 28 nobre. | 1798 | Primera reunión del Congreso Científico Internacional. |
| 2 febrero | 1799 | Delambre presenta los resultados de su medición. |
| 22 marzo | 1799 | Méchain entrega los resultados de su medición. |
| 22 junio | 1799 | Van Swiden presenta los resultados de los cálculos efectuados por la Comisión internacional: <i>el metro verdadero y definitivo es de 443,296 líneas de la toise del Perú.</i> |



2. IMPLANTACIÓN EN FRANCIA

Para formarse una idea de los problemas que habría de plantear la difusión internacional del sistema métrico, basta con saber que no resultó una labor fácil su introducción en Francia, el país donde fue concebido y llevado a término. Desde el establecimiento del *metro provisional*, por decreto de la Convención de 1 de agosto de 1793, se producen continuos cambios de gobiernos, pero en todos ellos se mantiene constante su fidelidad al sistema métrico. Tras cada cambio de gobierno se difunde el mismo rumor “el sistema métrico ya no habrá de durar mucho”. Las mayores dificultades estribaban en ser un sistema decimal y en la nomenclatura empleada; el sistema decimal no era de aprendizaje fácil por el pueblo y la utilización de elementos ajenos al idioma francés hacía que no resultase asimilable por los ciudadanos comunes. La Oficina de Medidas y Pesas, organismo competente para el control metrológico, con distintas denominaciones según los gobiernos, se ve en la obligación de dirigirse asiduamente a los departamentos gubernamentales para reiterarles su obligación de utilizar las nuevas medidas, llegándose al extremo de tener que denunciar que el Consejo Superior, el Consejo de los Quinientos y el mismo Directorio ejecutivo no utilizan las medidas métricas ni siquiera en las actas legislativas.

Los rumores de abandono del sistema métrico llegan a tal insistencia que el Directorio se ve obligado a proclamar de forma expresa su fidelidad al metro a través de una nota del ministro del Interior de fecha 5 germinal IV, notas que se irán repitiendo anualmente durante todo el Directorio. En la nota de 23 fructidor V (9 septiembre 1797), dirigida a los prefectos se dice: “No debemos, ciudadanos, olvidar jamás que la uniformidad de las medidas fue el eterno deseo de los pueblos”. En vísperas de la convocatoria del Congreso Internacional que establecería el valor del metro, Napoleón es el miembro más joven de la Academia de Ciencias y muestra su entusiasmo por la idea afirmando: “Las conquistas pasan, pero estas operaciones permanecerán para siempre”. Pero las dificultades para la implantación del sistema métrico no cambian con la llegada del Imperio, el ministro del Interior, en nota a los prefectos de fecha 18 pluvioso XIII (7 febrero 1805), insiste en mantener el sistema métrico y acelerar su puesta en práctica en todo el Imperio. Finalmente y a la vista de la actitud pasiva de la población en esta materia, Napoleón que, pese a su entusiasmo inicial, se había negado en redondo a aprender el sistema métrico y decía que era incapaz de pensar en las nuevas unidades, trató de hallar una solución de compromiso a través del decreto de 12 de febrero de 1812 que, tras afirmar la obligatoriedad del sistema métrico, volvió a permitir el uso de nombres tradicionales y unidades aproximadas a éstas, así como la aplicación de sucesivas divisiones y multiplicaciones por dos, es decir, los múltiplos y submúltiplos no tenían que ser necesariamente decimales. Estas concesiones se limitaban a las operaciones minoristas, para los mayoristas se mantenía la exclusividad del sistema métrico. La llegada al poder de Luis XVIII no significó cambios en este sentido, al aprobar el 4 de julio de 1814 mantener el sistema métrico en la suavizada versión napoleónica. Este sistema “retrógrado y bastardo”, como fue descrito por los “doctrinarios” del sistema métrico, habría de perdurar en Francia durante otro cuarto de siglo.

En 1837, el problema volvió al Parlamento y por decreto de 4 de julio (obligatorio desde el 1 de enero de 1840), Francia retornaría al sistema métrico “puro”¹⁶⁸.

3. DIFUSIÓN MUNDIAL

Entre las aportaciones más perdurables de la Revolución francesa se citan la Declaración de los Derechos del Hombre y el Sistema Métrico Decimal. Para los revolucionarios, el sistema métrico, convertido en objeto del orgullo nacional, era “para todos los pueblos y para todas las épocas”; pueblos que, después de abolir las tiranías, serían hermanos del pueblo francés; por esta razón, los soldados de la Revolución, “en su mochila”, llevarían el metro por Europa.

Antes de la ocupación militar, en el Piamonte, el principal propagador del sistema métrico había sido A.M. Vassalli-Eaudi, profesor de física de la Universidad de Turín y colaborador de los sabios franceses, que en 1797 publicaría un libro sobre el sistema métrico y sería representante de su país en el Congreso Científico Internacional convocado por Talleyrand para fijar el metro definitivo. El 17 de agosto de 1809 el alcalde de Turín proclama que a partir del 1 de octubre el sistema métrico tendría vigencia obligatoria. Nada definitivo, ni mucho menos, pues la política manda y un decreto real de 21 de mayo de 1814 (el 31 de marzo entraban los aliados en París y Napoleón abdicaba el 6 de abril) suprime todas las leyes francesas. La implantación definitiva del sistema métrico sería por decreto real de 11 de septiembre de 1845. La aplicación en toda Italia hubo de esperar a la unificación del país.

A la república de Ginebra, o departamento de Lemán, también llegó el sistema métrico junto con la bandera tricolor. Tras su incorporación a Francia, se establece la unificación administrativa y el metro. Se impone su obligatoriedad por disposición de la prefectura del departamento de Lemán de 16 floreal X. De forma similar a lo ocurrido en el Piamonte, fue desechado inmediatamente después del derrocamiento de Napoleón. Hasta 1876 la Confederación no impondría finalmente el sistema métrico.

También en el caso de los departamentos anexionados que más tarde serían Bélgica y la República Bátava, la unificación administrativa impondría el sistema métrico. En el departamento de Dyle (Bruselas) el sistema métrico se hizo obligatorio en fecha temprana por ley de 19 frimaire año VIII (10 de diciembre de 1799). El 21 de agosto de 1816, Guillermo I introdujo en todos los Países Bajos un sistema unificado de medidas que era una combinación de denominaciones antiguas con el sistema decimal. Cuando Bélgica se separó de Holanda en 1830, por sus sentimientos antiholandeses o tal vez por sus simpatías hacia Francia, no sólo conservó el sistema métrico sino que volvió a su nomenclatura original en 1836.

¹⁶⁸ Kula, Witold, ob. cit., págs. 413-425.

Inglaterra sería uno de los estados más reticentes con relación al sistema métrico, en 1863 la Cámara de los Comunes aprobó una ley que lo imponía en todo el Imperio británico, pero el curso parlamentario terminó antes de que pudiera actuar la Cámara de los Lores, quedando sin efecto; en 1897 se permitió el uso optativo del metro, sin mayores consecuencias prácticas.

En 1868 el *Zolleverein* germano (la unión aduanera dirigida por Prusia que sentó las bases de la unificación alemana) acordó imponer el sistema métrico a partir del 1 de enero de 1872. La intención de Prusia era unificar a todos los estados alemanes bajo su dominio, pues siendo más potente militar y administrativamente, quería que los estados ricos e industrializados de Alemania occidental aceptaran la unificación voluntariamente¹⁶⁹.

Austria en 1871 y Hungría en 1874 aceptan el sistema métrico. A los estados de la Europa oriental y a los bálticos el metro llega conjuntamente con la independencia: Servia en 1863, Rumanía en 1883, Bulgaria en 1888, Polonia en 1919, Yugoslavia en 1919, Letonia y Lituania en 1920. En Checoslovaquia era obligatorio desde 1871.

En España, el 19 de julio de 1849 Isabel II dictó la *Ley de pesos y medidas*, por la que se establecía el sistema métrico decimal como único de medidas en todo el territorio nacional, aunque su aplicación había de sufrir sucesivos retrasos, pero el caso español será tratado con detalle en un capítulo posterior. Portugal, en 1852 estableció un período de transición de diez años, también ampliado. En cuanto a las fechas de adopción oficial por los nuevos estados independientes de la América Latina: Chile (1848), Colombia (1843), Ecuador (1856), México (1857), Brasil (1862), Perú (1862) y Argentina (1863), todos ellos sufrirían sus correspondientes retrasos y problemas de implantación.

La Unión Soviética implantó el sistema métrico en 1918, como expresión simbólica de su voluntad de modernizar el país. Japón lo haría en 1921 por la misma razón, aunque se tratase de un régimen diametralmente opuesto al soviético. También lo hizo China tras la victoria de la revolución y la República de la India después de su independencia¹⁷⁰.

Los Estados Unidos desde el momento de su independencia atribuyeron un papel trascendental al tema de los pesos y medidas, así el artículo 1, sección 8 de su Constitución establece que el Congreso tendrá el poder “de fijar el modelo patrón de pesos y medidas”. En 1790, cuando en Francia se iniciaba la Revolución y Talleyrand capitaneaba la reforma métrica, el presidente George Washington delegaba el tema de pesos y medidas en su secretario de estado, Thomas Jefferson quien, como se ha visto anteriormente, mantuvo contactos con los franceses y grandes coincidencias cuando se trataba de establecerlo en base del péndulo que bate segundos. A partir del 26 de marzo de 1791, cuando la Asamblea Nacional francesa acuerda basar la nueva unidad en la medición de un arco del meridiano de París, puede decirse que los americanos se “descuelgan”

¹⁶⁹ Alder, Ken, ob. cit., págs. 350-351.

¹⁷⁰ Kula, Witold, ob. cit., págs. 447-448.

del proyecto. Tras la ley de agosto de 1793 que establecía el “metro provisional”, los franceses realizaron nuevos intentos con los Estados Unidos, enviando al explorador y naturalista Joseph Dombey para que les hiciese entrega de las nuevas medidas, una regla de cobre de un metro y una pesa de un kilogramo. El embajador francés, Fauchet, que mantenía relaciones amistosas con el presidente Washington, consiguió que éste pidiera al Congreso que reconsiderara el sistema métrico, pero una actuación desafortunada de Fauchet con relación a la llamada “Rebelión del Whisky”, de tendencia jacobina, enfureció al presidente y dio al traste con la gestión. Seis meses después la Cámara de Representantes votó la adopción de medidas nacionales basadas en una versión modificada de la libra y el pie ingleses. En 1795 la firma de un tratado con Inglaterra acerca de la ocupación de los territorios del Noroeste y comercio con las Indias Occidentales británicas fue interpretado por Francia como evidencia de una alianza Anglo-Americana. Todos estos hechos determinaron la exclusión de Inglaterra y los Estados Unidos de la Conferencia Científica Internacional convocada en 1798 por Francia para el establecimiento del metro definitivo. En 1866, bajo la supervisión de la Academia Nacional de Ciencias, el sistema métrico fue hecho legal por el 39º Congreso y el presidente Andrew Johnson firmó el Acta como ley el 28 de julio, estableciéndose una resolución adjunta para distribuir modelos métricos por todos los estados. Sobre la posición de su país con relación al metro, escribe Alder en el prólogo de su obra:

Cuando a John Quincy Adams le pidieron que diera su parecer sobre si los Estados Unidos debían incorporarse al sistema métrico, lo calificó como el invento más grande desde la imprenta y dijo que había ahorrado más trabajo a los hombres que la máquina de vapor. Sin embargo recomendó que no se adoptase. Hasta hace poco los fabricantes estadounidenses no han iniciado la reconversión a unidades métricas (...)

Pero por el momento esta conversión es, por supuesto, vergonzantemente incompleta. Los estadounidenses cobraron dolorosa conciencia de ello en 1999, con la pérdida del Satélite Meteorológico de Marte. La investigación que llevó a cabo la NASA para averiguar las causas del fallo del satélite reveló que un equipo de ingenieros había utilizado unidades estadounidenses tradicionales, mientras que otro había utilizado el sistema métrico. El resultado fue un error de trayectoria de cien kilómetros y ciento veinticinco millones de dólares esfumados.

XVI. LA OFICINA INTERNACIONAL DE PESOS Y MEDIDAS Y EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Al Congreso Científico Internacional celebrado en 1799 para el establecimiento del metro definitivo no le faltaron disidentes, el astrónomo real danés Thomas Bugge había llegado a afirmar que el valor obtenido por la expedición para la curvatura de la Tierra era inverosímil y que sus mediciones geodésicas eran unas mediciones “carentes de valor, mal ejecutadas, no concluyentes e indignas de confianza”.

En 1861 el general del ejército prusiano Johann Jacob Baeyer había conseguido permiso para crear en Berlín una Asociación Geodésica de la Europa Central, que se habría de convertir en el núcleo de la primera asociación científica internacional del mundo. Cuando los alemanes enviaron invitaciones para ampliar la asociación a todo el continente, algunos científicos vieron en ella una oportunidad de revitalizar la geodesia francesa, anclada en las técnicas de Méchain y Delambre, con setenta años de antigüedad.

La primera Conferencia Geodésica Internacional se celebró en Berlín en 1867 y, en ella, Baeyer y el resto de los geodestas de Europa acordaron que el metro debería seguir siendo la unidad de longitud pero, existiendo motivos para temer que la longitud de la barra de 1799 se hubiese alterado y que cambiase en el futuro, coincidieron en que la nueva barra debería diferir lo menos posible del metro del Archivo, pero que un organismo internacional permanente se hiciese cargo de este nuevo patrón para que ninguna nación pudiese reclamarlo para sí.

El ministro francés de Comercio y los científicos del Observatorio y de la Academia rechazaron cualquier intento de sustituir el metro pero, ante el riesgo de que se crease un sistema rival, prefirieron invitar a sus colegas extranjeros a París. El emperador Napoleón III cursó las invitaciones para una segunda Conferencia Métrica pero, en julio de 1870, dos semanas antes de la fecha en que debía iniciarse, estalló la guerra entre Francia y Prusia. Lógicamente los alemanes no asistieron a la conferencia, pero estuvieron presentes científicos de quince países, incluidos los Estados Unidos e Inglaterra, que celebraron la primera reunión en París el 8 de agosto. La Conferencia debió interrumpirse a consecuencia de la guerra y en 1872 la nueva república francesa volvió a cursar invitaciones para una conferencia métrica internacional. El objetivo fundamental de esta conferencia era considerar el diseño de nuevos modelos métricos internacionales que sustituyeran al metro y al kilogramo de los archivos franceses. Con relación al metro acordaron que la nueva barra debería hacerse lo más parecida posible a la antigua, incluso en sus impurezas: una mezcla de 90 por ciento de platino y 10 por ciento de iridio. Finalmente propusieron la creación de una Oficina Internacional permanente para la supervisión de estas cuestiones¹⁷¹.

¹⁷¹ Alder, Ken, ob. cit., págs. 351-354.

Para ratificar estos acuerdos científicos, se decidió la celebración de una Conferencia Diplomática sobre el Metro. De este modo la aprobación internacional formal se consiguió por la Convención del Metro, firmada en París por los delegados de 17 países, incluidos los Estados Unidos y España, el 20 de mayo de 1875. La Convención del Metro de 1875 continúa siendo el marco de todos los patrones métricos internacionales. Un acuerdo importante de la Convención fue el establecimiento de la OFICINA INTERNACIONAL DE PESOS Y MEDIDAS (BIPM); inicialmente los delegados franceses no estaban interesados en su creación pero, ante el hecho consumado, se ofrecieron a albergar la institución en París antes de permitir que se la llevaran a Berlín. A tal fin el gobierno francés ofreció el Pavillon de Breteuil, antigua residencia real, para servir de sede a la Oficina en Sevres, cerca de París, lo que constituye un diminuto enclave internacional dentro de territorio francés. También se decidió la creación de un Comité Internacional para Pesos y Medidas (CIPM), dirigido por el español Ibáñez de Ibero¹⁷², para gestionar la oficina y la Conferencia General de Pesos y Medidas (CGPM), como cuerpo diplomático formal para ratificar los cambios que fueran precisos.

Se tardaría aún unos años para disponer de los nuevos patrones oficiales, construidos de acuerdo con las especificaciones de la Oficina y eso cuando en gran parte de Europa se había implantado el sistema métrico. Los primeros tres kilogramos se construyeron en 1880, uno de los cuales fue escogido como prototipo internacional. En 1884 se fabricaron 30 metros, con una aleación del 90 por ciento de platino y 10 por ciento de iridio por Jonson, Mathey and Co. de Londres. La Oficina Internacional de Pesos y Medidas verificó los modelos, seleccionando la barra de metro número 6 como prototipo internacional y distribuyendo las restantes entre los países signatarios. En la primera Conferencia General de Pesos y Medidas de 1889 se ratificó el proceso.

En 1948 la Conferencia General de Pesos y Medidas era responsable de las unidades y patrones de longitud, masa, electricidad, fotometría, temperatura y radiación ionizante. En esta época, la siguiente gran fase evolutiva del sistema métrico había comenzado. Fue iniciada por la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada “tendiendo a adoptar para uso internacional un sistema de unidades práctico”. Por ello el 9º CGPM (1949) decidió definir una lista completa de unidades derivadas¹⁷³. También el CGPM tomó bajo su supervisión la unidad de tiempo, que había sido prerrogativa de los astrónomos.

El trabajo comenzó en el 10º CGPM en 1954 y fue completado por el 11º CGPM en 1960. Durante este período hubo una revisión extensiva y una simplificación de las definiciones de unidades métricas, símbolos y terminología. El kelvin y la candela fueron añadidos como unidades base para termodinámica e intensidad luminosa, y en 1971 el mol fue añadido como una séptima unidad para cantidad de sustancia.

El moderno sistema métrico es conocido como SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES, con la abreviatura internacional SI y se adoptó en 1960 (11º CGPM) por convenio

¹⁷² Ibáñez e Ibáñez de Ibero, Carlos. Primer Director del Instituto Geográfico, creado en 1870.

¹⁷³ Por su número y complejidad, se limitará a la simple mención por superar la naturaleza de este trabajo.

entre 36 naciones, entre ellas España. El SI está fundado en las siete unidades base, reflejadas en la siguiente Tabla, que por convención son contempladas como dimensionalmente independientes¹⁷⁴:

Unidades base SI

| MAGNITUD | NOMBRE | SÍMBOLO |
|---------------------------|-----------|---------|
| Longitud | Metro | m |
| Masa | Kilogramo | kg |
| Corriente eléctrica | Amperio | A |
| Tiempo | Segundo | s |
| Temperatura termodinámica | Kelvin | K |
| Intensidad luminosa | Candela | cd |
| Conjunto de sustancia | Mole | Mol |

DEFINICIONES ACTUALES DE LAS UNIDADES BASE DEL SISTEMA INTERNACIONAL

| UNIDAD | DEFINICIÓN | FECHA |
|-----------|--|---------------|
| Metro | Es la longitud de la trayectoria de un rayo de luz en el vacío en un intervalo de tiempo de $1/299.792.458$ de segundo ¹⁶⁷ . | 17ª CGPM 1983 |
| Kilogramo | Es la masa del prototipo que se custodia en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas de Sevres (París). | 3ª CGPM 1901 |
| Amperio | Es la corriente eléctrica continua que mantenida en dos conductores paralelos delgados e infinitos separados un metro entre sí en el vacío producen una fuerza entre ellos de $2 \cdot 10^{-7}$ N/m | 9ª CGPM 1948 |
| Segundo | Es el tiempo que transcurre entre 9.192.631.770 períodos de radiación correspondientes a la transición entre dos niveles energéticos hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio. | 13ª CGPM 1967 |
| Kelvin | Es la fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua. | 13ª CGPM 1967 |
| Candela | Es la intensidad luminosa en una cierta dirección de una fuente que emite radiación monocromática de frecuencia $540 \cdot 10^{12}$ Hz y que tiene una intensidad de radiación en esa dirección de $1/683$ W/sr. | 16ª CGPM 1979 |
| Mol | Es la cantidad de sustancia que contiene tantas entidades elementales (hay que especificarlas) como átomos hay en 0,012 kg de ^{12}C | 14ª CGPM 1971 |

¹⁷⁴ Nelson, Robert A., El Sistema Internacional de Unidades (Traducción: C..A. García Casado. Madrid, octubre 2000).

¹⁷⁵ El efecto de esta definición es fijar la velocidad de la luz en 299.792,458 m/s.

Resulta conveniente ampliar las definiciones anteriores sobre las magnitudes y unidades básicas en mecánica: la longitud (el metro), la masa (el kilogramo) y el tiempo (el segundo), que permiten a su vez definir un conjunto de unidades derivadas, con otras informaciones históricas de interés.

El metro.- El patrón prototipo internacional metro de 1889 consistía en una barra de platino (90%) e iridio (10%) de sección cruzada en forma de X. Fue definido en esa primera Conferencia General de Pesos y Medidas de 1889 como “la distancia entre dos líneas grabadas en la superficie superior del puente” (en lugar de la distancia entre las dos caras extremas). Fue derivado del metro de los Archivos franceses en su estado existente y abandonada la referencia al meridiano terrestre.

Mejoras en fuentes de luz monocromática dieron como resultado un nuevo modelo basado en una longitud de onda de la luz bien definida. Se escogió una particular línea de krypton-86 roja-naranja, cuya longitud de onda fue obtenida por comparación directa con la longitud de onda del cadmio. En consecuencia, en 1960, la 11ª CGPM definió el metro como “la longitud igual a 1.650.763,73 longitudes de onda de esta línea espectral”.

Investigaciones sobre lasers en el laboratorio Boulder, Co. de la Oficina Nacional de Standard contribuyó a otra revisión del metro. De este modo, en 1983, la 17ª CGPM adoptó la actual definición del metro, antes expresada. El efecto de esta definición es fijar la velocidad de la luz en 299.792.458 m/s exactamente.

El kilogramo.- En 1889, primera Conferencia General del Pesos y Medidas, se adoptó el kilogramo prototipo internacional como el patrón de masa, es el más antiguo del sistema internacional. El kilogramo prototipo es un cilindro de platino-iridiado de igual altura que diámetro, de 3,9 cm y bordes ligeramente redondeados. Para la figura de un cilindro, estas dimensiones son las que presentan la más pequeña relación de superficie por volumen para minimizar el desgaste. El kilogramo es la única unidad todavía definida en términos de un artefacto arbitrario, en lugar de un fenómeno natural. En 1901, tercera conferencia de la CGPM se decidía acabar con la ambigüedad que existía en el uso habitual del significado del término peso, empleado tanto en el sentido de “masa” como en el sentido de “esfuerzo mecánico”. Para ello, se acordó de una vez por todas que “el peso de un cuerpo es el producto de la masa de ese cuerpo por la aceleración normal de la gravedad ($9,806\ 65\ \text{m/s}^2$)”. La masa de los patrones secundarios se compara a la masa del prototipo de platino iridiado por medio de balanzas cuya precisión puede sobrepasar 10⁻¹⁸. En el caso de patrones de acero inoxidable, la exactitud de la comparación depende de aquélla con la cual se conoce la corrección debida al empuje del aire (puesto que el volumen de 1 kg de platino es diferente del de 1kg de acero y, según el principio de Arquímedes, el peso del volumen de aire desplazado, no es el mismo)¹⁷⁶.

El segundo.- Las unidades de tiempo a lo largo de la historia han permanecido con escasa variación: el día, el mes lunar, el año solar, la hora, el minuto “primo” y el minuto “segundo”, todos se desarrollaron a partir de ciclos naturales casi-periódicos y sus divisiones

¹⁷⁶ Arteaga Solsona, Francisco Javier, *Unidades de Medida*, Prensas Universitarias de Zaragoza, 1995, págs. 25-26.

sexagesimales de la tradición astronómica babilónica. Históricamente, la unidad de tiempo, el segundo, fue definido con relación al período de rotación de la tierra sobre su eje, como “1/86.400 de un día solar medio”. El segundo, significando “segundo-minuto”, fue primeramente aplicado a cronometraje en el siglo XVII cuando fueron inventados relojes de péndulo que podían mantener el tiempo con esta precisión.

En el siglo XX, los astrónomos comprobaron que la rotación de la tierra no es constante, debido a fuerzas de marea gravitacionales producidas por la luna en los océanos poco profundos, la duración del día se incrementa unos 1,4 milisegundos por siglo. Consecuentemente, en 1956 el segundo se redefinió en términos del periodo de revolución de la tierra alrededor del sol, tal como se representan en las Tablas del Sol computadas a final del siglo XIX por el astrónomo Simon Newcomb del Observatorio Naval de Estados Unidos en Washington, DC. El segundo fue definido para ser 1/31.556.925,9747 del año tropical 1900.

El rápido desarrollo de los relojes atómicos pronto permitió aún otra definición. En 1967, la 13ª CGPM definió el segundo como “la duración de 9.192.631.770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos estados fundamentales del átomo de cesio-133”.¹⁷⁷

¹⁷⁷ Nelson, Robert A., ob. cit.

XVII. EL SISTEMA MÉTRICO EN ESPAÑA



La implantación del sistema métrico en España, del mismo modo que ocurrió en la misma Francia y el resto de Europa, según se ha visto, sería un proceso lento y no exento de complicaciones. No se debe olvidar, y de ello se ha aportado información, la importancia de la participación española en todo el proceso que llevaría al establecimiento del sistema métrico, tanto en la expedición de La Condamine al Perú, como en la medición del meridiano Dunkerque-Barcelona y la presencia de sabios de nuestro país desde los primeros momentos del proceso con la intervención de José Mendoza; la presencia de Gabriel Ciscar en el Congreso de 1789 y la dirección en 1875 del Comité Internacional de Pesos y Medidas por Carlos Ibáñez.

1. GABRIEL CISCAR Y LA INTRODUCCIÓN DEL SISTEMA MÉTRICO EN ESPAÑA

Al Congreso Científico Internacional convocado por Francia en enero de 1798 para la determinación del metro definitivo asistieron delegados de nueve países. La representación española estaba encabezada por el capitán de navío Gabriel Ciscar¹⁷⁸, adjuntado por el profesor de matemáticas Agustín de Pedrayes. Ciscar fue designado miembro de la comisión encargada de verificar los cálculos de los geodestas Méchain y Delambre. El Congreso finalizó el 22 de junio de 1799, cuando el portavoz de la comisión, Van Swiden, presentó los resultados de los cálculos y declaraba que el *metro verdadero y definitivo es de 443,296 líneas de la toise del Perú*. En la despedida a los delegados se les rogó impulsasen las nuevas medidas en sus respectivos países y se les hizo entrega de un prototipo de las mismas. Gabriel Ciscar, cumpliendo un encargo del rey, encargó otros cuatro modelos, construidos por Lenoir, casi todos estaban destinados a la Armada. Los modelos de kilogramo eran de latón y los metros de hierro puro, pero con platina en sus extremos para evitar la oxidación. A Ciscar hay que enmarcarlo dentro de la tradición científica de la marina española, de la que se han destacado otros dignos representantes que participaron en acciones relacionadas con el sistema métrico.

En 1800, a su regreso a España, publicó un informe sobre las nuevas medidas que tituló *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales fundados en la Naturaleza*. El argumento principal que esgrime en su obra a favor del nuevo sistema de medidas se basa en que éstas han sido tomadas de la naturaleza –y no en arbitrarias imposiciones–, pues se basan en el arco de meridiano en cuya medida colaboraron franceses y españoles. Las nuevas medidas, afirma, serán de aplicación para un buen número de cuestiones científicas y técnicas, siempre unidas a la navegación y la geografía y, por

¹⁷⁸ Ciscar y Ciscar, Gabriel. Oliva (Valencia) 1760, Gibraltar, 1829. Eminente matemático. Ocupó destacados puestos políticos, entre otros, fue miembro del Consejo de la Regencia de España e Indias. Murió en el exilio, en Gibraltar.

tanto, al comercio, puesto que en todos los países se conocían “las grandes ventajas que resultarían al comercio de la adopción de una medida y peso universales, constantes e invariables”. También pondera la mayor sencillez de cálculo que entraña el sistema métrico decimal. Ciscar no acepta el nuevo sistema de forma integral y plantea algunas objeciones; esclarecedor de ello es el título del capítulo III de su *Memoria*, “De la nueva nomenclatura métrica de los franceses y de las razones que hay para sustituirla por otra castellana”, donde detalla con claridad y precisión la motivación de cada nombre elegido, según sus propias palabras:

No hay duda de que las denominaciones derivadas del griego y del latín manifiestan la naturaleza de las nuevas unidades con elegancia y precisión. Pero estas ventajas, tan apreciables por los sujetos instruidos, dejan de serlo para el pueblo (...) ¹⁷⁹

Ciscar apuesta decididamente por las lenguas modernas frente a las clásicas. Un tópico muy del siglo XVIII ilustrado “la educación del pueblo, el facilitar el acceso del pueblo a los conocimientos”, ha influido en Ciscar para preferir las denominaciones vulgares: “la riqueza del idioma castellano facilita la invención de la nomenclatura más variada que se ha propuesto, sin alterar por eso en nada el hermoso sistema decimal de pesos y medidas”. Para la unidad del sistema métrico se vale de una figura retórica, la *antonomasia*¹⁸⁰; Ciscar sabía bien, por tanto, qué significaba llamar a la unidad sobre la que descansaba todo el sistema métrico la *medidera*, que es su propuesta. A otras unidades les reserva simplemente el nombre de *uno* seguido del correspondiente sufijo. Así, de las agrarias la unidad será la *unada*; de las de capacidad, la unidad será la *unera*; de las de peso, la unidad será *unal*. Obviamente, esta propuesta de terminología formulada por Ciscar no tuvo éxito.

Con relación a la difusión del sistema métrico, Ciscar razona sobre los criterios de cada una de las “provincias”, que impiden la introducción de las medidas de unas a otras, pues es evidente que los sistemas forman fronteras entre los viejos reinos, que son trasuntos de viejos poderes, difíciles de salvar. Opina, en este sentido, que sería más sencillo introducir nuevas medidas que comunicarlas unas a otras. También da instrucciones sobre las medidas a tomar para difundir el nuevo sistema y propone, para facilitararlo, repartir modelos a cada gobernación, o cabecera de partido, que denomina primarios, y copia de éstos, que llama modelos secundarios, a los pueblos. Todos ellos acompañados de tablas de reducción que permitan adaptar las nuevas medidas a las antiguas.

En 1821 publicaría una obra más extensa titulada *Apuntes sobre medidas, pesos y monedas*, que pueden considerarse una segunda parte de la *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas*... publicada en 1800. En esta obra se advierte un retroceso de su propuesta de nomenclatura que había planteado en 1800, en su *Memoria*. Ahora emplea continuamente los nombres franceses castellanizados.

¹⁷⁹ Gutiérrez Cuadrado, Juan y Peset, José Luis, ob. cit., pág. 17.

¹⁸⁰ Moliner, M^a, ob. cit., pág. 199: Empleo de un nombre común o un adjetivo aplicable a varias cosas, como nombre particular de una determinada (...). Por ejemplo, llamar “el Salvador” a Jesucristo.

Además de Ciscar, en su época, otros autores se ocupan en España del sistema métrico, Ros y Renart en 1821 publica su *Memoria sobre los más adecuados pesos y medidas*, donde defiende la unificación de medidas que supone el sistema métrico decimal, afirmando que es comercialmente útil y fácil de enseñar y propone una nomenclatura española, que resulta poco atinada. En 1835, José Randón publica sus *Apuntes para un proyecto de arreglo de Medidas, Pesos y Monedas*, que representan un intento de crear –o mejorar– un sistema español y demuestra la influencia que el nacionalismo tiene con relación a la ciencia. Vázquez Queipo, autor de un famoso manual de tablas de logaritmos, no era partidario del sistema métrico decimal, quizá un nacionalismo exagerado le condujeron a rechazar tal novedad; en 1835 el gobierno español le había encargado un proyecto para la reforma del sistema de medidas, para lo que se enfrascó en el estudio de todos los sistemas de la antigüedad, dejándose ganar por la historia; magnífico matemático y político importante, se equivocó en cuanto al sistema métrico; paradójicamente, en 1849 formó parte de la comisión encargada de introducir el nuevo sistema de medidas¹⁸¹.

2. LA LEY DE PESOS Y MEDIDAS



Retrato de Isabel II, bajo cuyo reinado se dictó la Ley de Pesos y Medidas.
(El Catastro en España 1714-1906, CGCCT).

¹⁸¹ Gutiérrez Cuadrado, J. y Peset, J.L., ob. cit., págs. 23-26.

La entrada oficial del sistema métrico decimal en España se producirá el 19 de julio de 1849, cuando Isabel II sancionó la *Ley de Pesos y Medidas*, redactada en los siguientes términos:

Ley de Pesos y Medidas

Doña Isabel II, por la gracia de Dios y la Constitución de la monarquía española Reina de las Españas, á todos los que la presente vieren y entendieren, sabed: que las Cortes han decretado y Nos sancionado lo siguiente:

- Art. 1.º En todos los dominios españoles habrá un solo sistema de medidas y pesos.
- Art. 2.º La unidad fundamental de este sistema será igual en longitud a la diezmillonésima parte del arco de meridiano que vá del polo Norte al Ecuador y se llamará *metro*.
- Art. 3.º El patrón de este metro, hecho de platina, que se guarda en el Conservatorio de Artes y que fué calculado por D. Gabriel Ciscar, y construido y ajustado por el mismo y D. Agustín Pedrayes, se declara patrón prototipo y legal, y con arreglo á él se ejecutarán todos los del reino.
- El gobierno sin embargo se asegurará prévia y nuevamente de la rigurosa exactitud del patrón prototipo, el cual se conservará depositado en el archivo nacional de Simancas.
- Art. 4.º Su longitud á la temperatura cero grados centígrados, es la legal y matemática del *metro*.
- Art. 5.º Este se divide en diez decímetros, cien centímetros y mil milímetros.
- Art. 6.º Las demás unidades de medida y peso se formarán del metro, según se ve en el adjunto cuadro.
- Art. 7.º El gobierno procederá con toda diligencia á verificar la relación de las medidas y pesas actualmente usadas en diversos puntos de la monarquía con las nuevas, y publicará los equivalentes de aquellas en valores de estas. Al efecto recogerá noticias de todas las medidas y pesas provinciales y locales, con su reduccion á los tipos legales ó de Castilla, y para su comprobacion reunirá en Madrid una coleccion de las mismas. La publicacion de las equivalencias con el nuevo sistema métrico tendrá lugar antes del 1.º de julio de 1851 y en Filipinas al fin del mismo año. Tambien 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.º Todas las capitales de provincia y de partido recibirán del gobierno, antes del 1.º de enero de 1852 una coleccion 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.º Queda autorizada la circulación y uso de patrones que sean el doble, la mitad ó el cuarto de las unidades legales.
- Art. 10.º Tan luego como se halle ejecutado, en cuanto sea indispensable, lo dispuesto en los artículos 7.º y 8.º, principiará el gobierno á plantear el nuevo sistema por las clases de unidades cuya adopción ofrezca menos dificultad, estendiéndolo progresivamente á las demás unidades, de modo que antes de diez años quede establecido todo el sistema. En 1.º de enero de 1860 será este obligatorio para todos los españoles.
- Art. 11.º En todas las escuelas públicas ó particulares en que se enseñe ó deba enseñarse la aritmética ó cualquiera otra parte de las matemáticas, será obligatoria la del sistema legal de medidas y pesas y su nomenclatura científica, desde 1.º de enero de 1852, quedando facultado el gobierno para cerrar dichos establecimientos siempre que no cumplan con aquella obligación.
- Art. 12.º El mismo sistema legal y su nomenclatura científica deberán quedar establecidos en todas las dependencias del Estado y de la administración provincial, incluidas las posesiones de Ultramar, para 1.º de enero de 1853.
- Art. 13.º Desde la misma época serán tambien obligatorios en la redaccion de las sentencias de los tribunales y contratos públicos.
- Art. 14.º 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.º Los nuevos tipos ó patrones llevarán grabado su nombre respectivo.
- Art. 16.º El gobierno publicará un reglamento determinando el tiempo, lugar y modo de procederse anualmente á la comprobación de las pesas y medidas, y los medios de vigilar y evitar los abusos.
- Art. 17.º Los contraventores á esta ley quedan sujetos á las penas que señalan ó señalan las leyes contra los que emplean pesas y medidas no contrastadas.

NUEVAS MEDIDAS Y PESAS LEGALES

Medidas longitudinales

Unidad usual. El *metro*, igual á la diezmillonésima parte de una cuadrante de meridiano, desde el polo Norte al Ecuador.

Sus múltiplos

El decámetro: diez metros.
El hectómetro: cien metros.
El kilómetro: mil metros.

Sus divisores

El decímetro: un décimo del metro.
El centímetro: un centésimo del metro.
El milímetro: un milésimo del metro.

Medidas superficiales

Unidad usual. La *área*, igual á un cuadrado de diez metros de lado, ó á cien metros cuadrados.

Sus múltiplos

La hectárea, ó cien áreas, igual á diez mil metros cuadrados.

Sus divisores

La centiárea, ó el centésimo del área, igual á 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: diez litros.
El hectolitro: cien litros.
El kilólitro: mil litros ó una tonelada de arqueo.

Sus divisores

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

Medidas cúbicas ó de solidez.

El *metro cúbico* y sus divisiones.

Medidas ponderales.

Unidad usual. El *kilogramo*, ó mil gramos, igual al peso en el vacío, de un decímetro cúbico de agua destilada y á la temperatura de cuatro grados centígrados.

Sus múltiplos.

Quintal métrico: cien mil gramos.

Tonelada de peso: un millón de gramos, igual al peso del metro cúbico de agua.

Sus divisores.

Hectógramo: cien gramos.

Decágramo: diez gramos.

Gramo: peso de un centímetro cúbico, ó sea mililitro de agua.

Decígramo: un décimo de gramo.

Centígramo: un centésimo de gramo.

Milígramo: un milésimo de gramo.

Por tanto mandamos, etc.- Dado en San Ildefonso á 19 de julio de 1849.- Está rubricado de la real mano.- El ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, Juan Bravo Murillo.

El anterior documento es copia literal (manteniendo la ortografía del original) de la reproducción de esta ley, en la forma en que aparece en la obra de Marcial de la Cámara, editada en 1863, prácticamente coetánea con los hechos.¹⁸² Es destacable el caso del quintal métrico y la tonelada métrica, que conservan la denominación del antiguo sistema de pesas, sin el añadido “métrico/a”. En las medidas tradicionales, de forma mayoritaria, el quintal equivalía a 4 arrobas¹⁸³, si bien el peso de ésta es variable de unas provincias a otras, el predominante en España y válido en todas las provincias andaluzas es de 11,5 kilogramos, por lo que el peso del quintal sería de 46 kilogramos. La tonelada era equivalente a 20 quintales y su peso, mayoritario en España, sería de 920 kilogramos.

¹⁸² Cámara, Marcial de la, *Tratado Teórico-Práctico de Agrimensura y Arquitectura Legal*, Imprenta de D. Francisco Miguel Perillán, Valladolid, 1863.

¹⁸³ Cada arroba vale 25 libras, por lo que el quintal contiene cien libras. Siendo la libra la unidad de peso en el sistema tradicional español, el quintal vale cien unidades, lo mismo que ocurre en el sistema métrico.

3. LA DIFUSIÓN EN ESPAÑA DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

Por real orden de 20 de julio de 1849, se encarga a una comisión los trabajos necesarios para la implantación del sistema métrico. El artículo 11 de la ley establecía la obligatoriedad de la enseñanza del nuevo sistema legal de medidas y pesas, en todas las escuelas públicas o particulares desde 1.º de enero de 1852 y la enseñanza habría de constituir el vehículo principal de su introducción en la sociedad. La *Revista de Instrucción Primaria*, de máximo prestigio entre el magisterio, se constituiría en adalid del nuevo sistema de medidas y para facilitar su difusión publicaría en 1852 su *Manual popular de medidas y pesas*, con la advertencia de sus editores de que para los niños basta la sencilla exposición del sistema, mientras que los maestros necesitan un conocimiento más extenso y profundo para que sean provechosas sus explicaciones.

Los funcionarios y la burguesía mercantil también contribuyeron en gran medida a la difusión del sistema métrico, así una de sus principales vías de penetración serían los manuales para formar profesionales de comercio y banca. Los ingenieros y especialistas en diferentes ramas técnicas, en sus contactos con bibliografía europea se familiarizaron pronto con el sistema métrico decimal. La ciencia química sería de las más precoces en su introducción, por su relación con la nueva química, de cuño francés. La agrimensura fue asimismo un camino propicio para la entrada del nuevo sistema, como se ha comprobado anteriormente en el Tratado de Marcial de la Cámara de 1863. Realmente la agricultura fue un terreno importante para la entrada de las nuevas medidas.¹⁸⁴

De la obra de Marcial de la Cámara, a estos efectos, es destacable el Capítulo II, *PESOS Y MEDIDAS*, que comienza con unas *Ideas generales*, donde se dice:

Aunque no es expresamente propio de este Tratado detenernos á examinar y esplicar un sistema de pesos y medidas; sin embargo consideramos solamente bajo el punto de vista legislativo¹⁸⁵, tanto el sistema antiguo como el que hoy debiera ya estar vigente, el métrico-decimal¹⁸⁶(...)

A los agrimensores particularmente es á quienes mas perjudica esta divergencia de medidas(...) haciendo en España indispensable un sistema único de pesos y medidas, sea el que fuere, y el gobierno, conociendo esta necesidad, ha planteado el sistema métrico decimal, que debió quedar ya establecido, según la ley de 19 de julio de 1849, en principios de 1853 y obligatorio para todos los españoles; pero si en noviembre de 1854, llamando á sí todos los antecedentes, el ministro de Fomento le calificó de “olvidado asunto”, no lo está hoy menos,

¹⁸⁴ Gutiérrez Cuadrado, J. y Peset, J.L., ob. cit., págs. 27-35.

¹⁸⁵ Con esta advertencia el autor pone de manifiesto el carácter de su obra.

¹⁸⁶ Interesante observación sobre las dificultades iniciales para la implantación en España del sistema métrico-decimal, cuestión que detallará más adelante.

siendo lo mas sensible, y hasta punible, que el gobierno mismo, no solo consienta que no se acate la ley de 1849 antes citado, siendo que es uno de los que la infringen, dando en sus establecimientos, y en algunos de los documentos públicos que de él parten, los pesos y medidas en la nomenclatura antigua¹⁸⁷

TRATADO TEÓRICO-PRÁCTICO
DE
AGRIMENSURA Y ARQUITECTURA LEGAL,

POR
MARCIAL DE LA CÁMARA,

PROFESOR DE ARQUITECTURA, DIRECTOR DE CAMINOS, CANALES DE RIEGO, ETC.

OBRA ADOPTADA DE PRETO EN VARIAS ESCUELAS ESPECIALES DE BELLAS ARTES.

NECESARIA

á los tribunales, centros administrativos, autoridades judiciales y gubernativas, Consejos y Diputaciones provinciales, ayuntamientos, empresas y sociedades de obras públicas y civiles, juriscosultos, ingenieros de caminos y militares, arquitectos, maestros de obras, directores de caminos y canales de riego, ingenieros agrónomos, subalternos de obras públicas, peritos agrícolas, agrimensores, aparceros, alumnos de la Escuela especial de arquitectura y á los de las Escuelas especiales de Bellas Artes.

INDISPENSABLE Á LOS PROPIETARIOS

DE HEREDADES RÚSTICAS Y URBANAS,

marcándoles sus derechos y los de los demás, evitando costosos litigios y trasgresiones á la ley.

329
539

TERCERA EDICION,
notablemente corregida y aumentada.

Departamento de Estudios Económicos
Publicado en el Boletín de Estadística y Demografía
Instituto de Estadística de Sevilla

VALLADOLID.—1863.
IMPENTA DE D. FRANCISCO MIGUEL PERILLAN,
Libertad, 8.



Portada del Libro de Marcial de la Cámara (Fondo Antiguo, Biblioteca Universidad de Sevilla).

La "Gaceta de Madrid" del 28 de diciembre de 1852 publicó la *Correspondencia oficial entre las antiguas medidas de todas las provincias españolas con las métricas legales*, de conformidad con la Real Orden de 9 de diciembre de 1852.

¹⁸⁷ Estos hechos no deben causar sorpresa, porque en Francia, país mentor del sistema, ocurrió algo semejante en los primeros años de su implantación.

SE PUBLICA TODOS LOS DIAS.

PUNTOS DE SUSCRICION.

En MADRID, en el depósito de la Imprenta nacional, y en las PROVINCIAS en todas las Administraciones de Correos.

En PARIS, en casa de los Sres. Baubert y de B. herederos, rue d'Anjou-lez, núm. 15. En LONDRES, Morgan & Siret, núm. 21.

No se recobraré ninguna cuota oficial ni particular que no venga designada.



GACETA DE MADRID.

PARTE OFICIAL.

4.ª SECCION.—MINISTERIOS.

PREFIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS.

La Reina nuestra Señora (Q. D. G.) y su Augusta Real Familia continúan sin novedad en su importante salud.

El Capitan general de la Isla de Cuba participa con fecha 29 de Noviembre último que según hallaraba la tranquilidad de la Isla, y que el cólera habia cesado enteramente en la Habana y sus inmediaciones, ni bien continuaba todavía, aunque con menos intensidad, en Santiago de Cuba, cuya guarnicion habia tenido sin embargo muy pocas bajas, por las medidas higiénicas adoptadas por aquel Comandante general.

Tambien se habian repitado los temblores de tierra, especialmente en el 4 del mismo mes, aunque sin causar otro mal que la alarma producida en aquellos desgraciados habitantes.

El Gobernador Capitan general de Puerto-Rico en 30 de Noviembre parti-

cipa con el mismo que continúa sin alteracion la tranquilidad pública.

MINISTERIO DE LA GOBERNACION.

Subsecretario.

Ilmo. Sr.: S. M. la Reina (Q. D. G.) se ha servido resolver que D. José Manuel de Aguirre se encargue interinamente de la Subsecretaría de este Ministerio, sin perjuicio de que continúe desempeñando la Direccion de Contabilidad, Ordenacion general de pagos del mismo, que le está confiada en propiedad.

De Real orden le comunico á V. I. para su inteligencia y efectos correspondientes. Dios guarde á V. I. muchos años. Madrid 27 de Diciembre de 1852.—Licente.—Sr. Director de Contabilidad y Ordenador general de pagos de este Ministerio.

Seccion de ramos especiales.—Mojadocho 21

El Gobernador de la provincia de Córdoba, con fecha 24 del mes actual, participa á este Ministerio que el Jefe de primera instancia de Montilla, auxiliado por un sereno, la Guardia civil, y uno de los alguaciles del juzgado, habia logrado aprehender tres salteadores de caminos que pocas horas antes habian cometido un robo en las inmediaciones de dicha ciudad, habiéndose recobrado al propio tiempo el dinero robado.

MINISTERIO DE FOMENTO.

Comercio.

Ilmo. Sr.: Terminadas por la comision encargada de preparar los trabajos para la ejecucion de la ley de pesos y medidas, las tablas de correspondencia reciproca entre las medidas métricas, y las que actualmente están en uso en las diferentes provincias del reino: S. M. la Reina, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 7.º de la ley de 19 de Julio de 1849, se ha servido disponer la publicacion de las indicadas tablas en la Gaceta y Boletín oficial de este Ministerio, para los efectos correspondientes.

Lo que de Real orden digo á V. I. para su inteligencia, y á fin de que disponga lo conveniente para la remision á las provincias del número de ejemplares que considere necesarios de las tablas mencionadas. Madrid 9 de Diciembre de 1852.—Bertea de Lis.—Sr. Director general de Agricultura, Industria y Comercio.

TABLAS de correspondencia reciproca entre las penas y medidas métricas usadas en España por la ley de 19 de Julio de 1849, y las que actualmente están en uso, segun resulta de los trabajos ejecutados en los años 1798 á 1800 por Don Gabriel Ciscar y D. Agustín Pedraza, y de las comparaciones hechas actualmte por la Comision de penas y medidas entre los tipos métricos que existen en el Conservatorio de Artes y los modelos que han remitido las provincias, todo en cumplimiento de lo que previene el art. 21 de la citada ley.

MEDIDAS Y PESAS LEGALES DE CASTILLA.

Table with 2 columns: Measure and Value. Includes items like 'La vara de Burgos', 'La libra', 'La media arroba', etc.

Table with 2 columns: Measure and Value. Includes items like 'Un libra de grano', 'La fanega superficial', etc.

MEDIDAS Y PESAS REMITIDAS DE LAS PROVINCIAS.

ALAVA.

Table with 2 columns: Measure and Value. Includes items like 'La vara', 'La libra', 'La media arroba', etc.

ALBACETE.

Table with 2 columns: Measure and Value. Includes items like 'La vara', 'Un metro', 'La libra', etc.

ALICANTE.

Table with 2 columns: Measure and Value. Includes items like 'La vara', 'Un metro', 'La libra', etc.

ALMERIA.

Table with 2 columns: Measure and Value. Includes items like 'La vara', 'Un metro', 'La libra', etc.

AVILA.

Table with 2 columns: Measure and Value. Includes items like 'La vara', 'La libra', 'La media arroba', etc.

| MADRID. | |
|--|--|
| La vara..... | Es la de Castilla. |
| La libra..... | Idem. |
| La media arroba para acedite..... | 4 cuartillos, 831 milésimas de cuartillo. |
| Un litro..... | 3 litros, 81 centilitros. |
| La media arroba para los demás líquidos..... | 3 cuartillos, 314 milésimas de cuartillo. |
| Un litro..... | 37 litros, 93 centilitros. |
| La media fanega para aridos..... | 9 cuartillos, 869 milésimas de cuartillo. |
| Un litro de grano..... | Véase Castilla. |
| La fanega superficial de 9116 varas cuadradas..... | |
| BALEARES. | |
| PALMA. | |
| La media onza..... | 0 onzas, 782 milímetros. |
| Un metro..... | 2 palmos, 419 milésimas de palmo. |
| La libra..... | 2 kilogramos, 497 gramos. |
| Un kilogramo..... | 3 libras, 5 onzas, 484 milésimas de onza. |
| La medida para acedite..... | 16 litros, 56 centilitros. |
| Un litro de acedite..... | 2 libras, 9 onzas, 955 milésimas de onza. |
| La medida para vino..... | 0 litros, 78 centilitros. |
| Un litro de vino..... | 4 onzas, 282 milésimas de onza. |
| La libra para aguardiente..... | 0 litros, 41 centilitros. |
| Un litro de aguardiente..... | 3 libras, 139 milésimas de libra. |
| La medida cuartea para aridos..... | 4 cuartillos, 17 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 almudes, 212 milésimas de almud. |
| El castor mallequin liado..... | 3 metros, 24 milímetros. |
| El destre mallequin superficial..... | 47 metros cuadrados, 75 decímetros id., 78 centímetros id. |
| La encierada..... | 71 áreas, 93 centímetros, 41 decímetros cuadrados, 84 centímetros id. |
| Una área..... | 3 destros superficiales, 46 varas cuadradas de Burgos, 9 picas id., 363 milésimas de pic id. |
| BARCELONA. | |
| La onza..... | 4 metros, 538 milímetros. |
| Un metro..... | 5 palmos, 443 milésimas de palmo. |
| La libra..... | 0 kilogramos, 490 gramos. |
| Un kilogramo..... | 0 kilogramos, 390 gramos. |
| La libra medicinal..... | 3 libras, 4 onzas. |
| El barcelon..... | 30 litros, 35 centilitros. |
| Un litro..... | 4 mitadella, 654 milésimas de mitadella. |
| Un litro..... | 4 libras, 18 centilitros. |
| El cuartea de acedite..... | 4 cuartillos, 463 milésimas de cuartilla. |
| Un litro..... | 31 litros, 739 milímetros. |
| La media cuartea para aridos..... | 0 cuartillos, 172 milésimas de cuartea. |
| Un litro de grano..... | 48 áreas, 96 centímetros, 50 decímetros cuadrados, 66 centímetros id. |
| La medida superficial de 2325 canas superficiales..... | 41 canas cuadradas, 22 palmos id., 738 milésimas de id. |
| Una área..... | |
| BURGOS. | |
| La vara..... | Es la de Castilla. |
| La libra..... | Idem. |
| La media onza..... | 7 idem, 85 centilitros. |
| Un litro..... | 2 cuartillos, 793 milésimas de cuartillo. |
| La media fanega para aridos..... | 37 litros, 97 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 9 cuartillos, 983 milésimas de cuartillo. |
| Véase Castilla. | |
| La fanega superficial..... | Véase Castilla. |
| CACERES. | |
| La vara..... | Es la de Castilla. |
| La libra..... | 0 kilogramos, 466 gramos. |
| Un kilogramo..... | 2 libras, 3 onzas, 1 adarme, 404 milésimas de adarme. |
| La media cuarta para vino..... | 4 litros, 73 centilitros. |
| Un litro de vino..... | 2 cuartillos, 621 milésimas de cuartillo. |
| La media cuarta para acedite..... | 4 litros, 60 centilitros. |
| Un litro de acedite..... | 2 panillas, 457 milésimas de panilla. |
| La media fanega para aridos..... | 30 litros, 88 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 cuartillos, 893 milésimas de cuartillo. |
| Véase Castilla. | |
| La fanega de 14 estacas, a 800 varas de lado..... | Véase Castilla. |
| CADEZ. | |
| La vara..... | Es la de Castilla. |
| La libra..... | Idem. |
| La media arroba para vino..... | 7 litros, 928 mililitros. |
| Un litro..... | 2 cuartillos, 020 milésimas de cuartillo. |
| La media arroba para acedite..... | 6 litros, 86 centilitros. |
| Un litro de acedite..... | 1 litro, 3 panillas, 957 milésimas de idem. |
| La media fanega para aridos..... | 37 litros, 97 mililitros. |
| Un litro de grano..... | 9 cuartillos, 983 milésimas de idem. |
| Véase Castilla. | |
| La fanega superficial..... | |
| CANARIAS. | |
| La vara..... | 0 metros, 818 milímetros. |
| Un metro..... | 1 vara, 0 pica, 6 pulgadas, 5 líneas, 004 milésimas de línea. |
| La libra..... | 34 la de Castilla. |
| La arroba de líquidos de Santa Cruz de Tenerife..... | 0 litros, 68 centilitros. |
| Un litro..... | 0 cuartillos, 984 milésimas de cuartillo. |
| La arroba de líquidos de la ciudad de las Palmas..... | 0 litros, 34 centilitros. |
| Un litro..... | 0 cuartillos, 026 milésimas de cuartillo. |
| El cuartillo de la gita de Canarias..... | 0 litros, 996 mililitros. |
| Un litro..... | 4 cuartillos, 005 milésimas de cuartillo. |
| El cuartillo del arcedio de Lanzarote..... | 3 litros, 46 centilitros. |
| Un litro..... | 0 cuartillos, 407 milésimas de cuartillo. |
| La media fanega de aridos de Santa Cruz de Tenerife..... | 31 litros, 33 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 cuartillos, 765 milésimas de cuartillo. |
| El medio almud de la ciudad de las Palmas..... | 2 litros, 79 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 almudes, 182 milésimas de almud. |
| El medio almud de la gita de Canarias..... | 2 litros, 84 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 almudes, 176 milésimas de almud. |
| La fanega superficial de 2844 1/2 varas cuadradas..... | 39 áreas, 48 centímetros, 29 decímetros cuadrados, 33 centímetros id. |
| Una área..... | 39 áreas, 485 milésimas de área. |
| CASTELLON. | |
| La vara..... | 0 metros, 966 milímetros. |

| Un metro..... | vale | 4 vara, 0 pica, 6 pulgadas, 8 líneas, 841 milésimas de línea, 7 line 1 vara, 0 palmos, 4 cuart, 668 milésimas de cuarta. |
|---|------|--|
| La libra..... | | 0 kilogramos, 358 gramos. |
| Un kilogramo..... | | 2 libras, 9 onzas, 8 cuartos, 0 adarme, 310 milésimas de adarme. |
| El cuartea para los líquidos, excepto el acedite..... | | 41 litros, 27 centilitros. |
| Un litro..... | | 4 cuartillos, 420 milésimas de cuartillo. |
| La media arroba para acedite..... | | 12 litros, 14 centilitros. |
| Un litro de acedite..... | | 3 libras, 2 cuartos, 144 milésimas de cuarta. |
| La barquilla..... | | 16 litros, 60 centilitros. |
| Un litro de grano..... | | 0 cuartillos, 344 milésimas de cuarta. |
| La fanega superficial de 290 brazas reales..... | | 8 áreas, 21 centímetros, 9 decímetros cuadrados, 61 centímetros id. |
| Una área..... | | 21 brazas reales, 005 milésimas de braza. |
| CIUDAD-REAL. | | |
| La vara..... | vale | 0 metro, 830 milímetros. |
| Un metro..... | | 4 vara, 0 pica, 4 pulgadas, 10 líneas, 999 milésimas de línea. |
| La libra..... | | Es la de Castilla. |
| La media arroba para líquidos, excepto el acedite..... | | 8 litros. |
| Un litro..... | | 2 cuartillos. |
| La media arroba para acedite..... | | 6 litros, 33 centilitros. |
| Un litro de acedite..... | | 0 cuartillos, 080 milésimas de arroba. |
| La media fanega para aridos..... | | 27 litros, 53 centilitros. |
| Un litro de grano..... | | 0 cuartillos, 870 milésimas de cuartillo. |
| Véase Castilla. | | |
| CORDOBA. | | |
| La vara..... | | Es la de Castilla. |
| La libra..... | | Idem. |
| La media arroba para líquidos, excepto el acedite..... | | 16 litros, 41 centilitros. |
| Un litro..... | | 4 cuartillos, 908 milésimas de cuartillo. |
| La media fanega para aridos..... | | 27 litros, 60 centilitros. |
| Un litro de grano..... | | 0 cuartillos, 870 milésimas de cuartillo. |
| La fanega superficial de 8760 5/12 varas cuadradas..... | | 44 áreas, 81 centímetros, 22 decímetros cuadrados, 75 centímetros id. |
| Una área..... | | 30 áreas, 79 centímetros, 73 decímetros cuadrados, 75 centímetros id. |
| Véase Castilla. | | |
| CORUÑA. | | |
| La vara..... | | Véase Madrid. |
| La libra..... | | 0 kilogramos, 373 gramos. |
| Un kilogramo..... | | 4 litros, 41 onzas, 783 milésimas de onza. |
| El ferrado de trigo..... | | 46 litros, 15 centilitros. |
| El ferrado de maíz..... | | 46 cuartillos, 456 milésimas de cuartillo. |
| La media fanega para aridos..... | | 30 litros, 87 centilitros. |
| Un litro de grano..... | | 1 cuartillo, 459 milésimas de cuartillo. |
| La onza de vino..... | | 15 litros, 58 centilitros. |
| Un litro de vino..... | | 2 cuartillos, 162 milésimas de cuartillo. |
| La onza de aguardiente..... | | 4 cuartillos, 43 centilitros. |
| Un litro de aguardiente..... | | 2 cuartillos, 069 milésimas de cuartillo. |
| Un litro de acedite..... | | 12 litros, 11 centilitros. |
| La media fanega para aridos..... | | 2 cuartillos, 014 milésimas de cuartillo. |
| Un litro de grano..... | | 6 áreas, 39 centímetros, 28 decímetros cuadrados, 41 centímetros id. |
| El ferrado superficial de 625 varas cuadradas..... | | 4 áreas, 44 centímetros, 13 decímetros cuadrados, 56 centímetros id. |
| Una área..... | | 149 varas cuadradas, 9 picas id., 445 milésimas de pic id. |
| CUNEA. | | |
| La vara..... | | Es la de Castilla. |
| La libra..... | | Idem. |
| La media arroba para líquidos..... | | 6 litros, 58 centilitros. |
| Un litro..... | | 3 cuartillos, 030 milésimas de cuartillo. |
| La media fanega para aridos..... | | 27 litros, 49 centilitros. |
| Un litro de grano..... | | 0 cuartillos, 886 milésimas de cuartillo. |
| Véase Castilla. | | |
| Para la medida superficial..... | | Véase Castilla. |
| GERONA. | | |
| La cana..... | vale | 4 metro, 569 milímetros. |
| Un metro..... | | 0 palmos, 0 cuartos, 026 milésimas de cuarto. |
| La libra..... | | 0 kilogramos, 490 gramos. |
| Un kilogramo..... | | 2 libras, 6 onzas. |
| El malil para vino..... | | 16 litros, 45 centilitros. |
| Un litro..... | | 4 perras, 004 milésimas de perra. |
| El cuartea para aridos..... | | 18 litros, 38 centilitros. |
| Un litro..... | | 0 cuartillos, 532 milésimas de cuartea. |
| La vesana de tierra de 500 canas cuadradas..... | | 31 áreas, 27 centímetros, 43 decímetros cuadrados, 29 centímetros id. |
| Una área..... | | 44 canas cuadradas, 9 palmos id., 224 milésimas de palmo. |
| GRANADA. | | |
| La vara..... | | Es la de Castilla. |
| La libra..... | | Idem. |
| La media arroba para líquidos..... | | Véase Badajoz. |
| La media fanega para aridos..... | | 27 litros, 53 centilitros. |
| Un litro..... | | 0 cuartillos, 878 milésimas de cuartillo. |
| Véase Castilla. | | |
| Para la medida superficial..... | | Véase Castilla. |
| GUADALAJARA. | | |
| La vara..... | | Es la de Castilla. |
| La libra..... | | Idem. |
| La media arroba para líquidos..... | | Véase Badajoz. |
| La media arroba para acedite..... | | 6 litros, 35 centilitros. |
| Un litro de acedite..... | | 4 litros, 3 panillas, 874 milésimas de panilla. |
| La media fanega para aridos..... | | 27 litros, 49 centilitros. |
| Un litro de grano..... | | 0 cuartillos, 876 milésimas de cuartillo. |
| La fanega superficial de 4444 1/3 varas cuadradas..... | | 31 áreas, 00 centímetros, 19 decímetros cuadrados, 80 centímetros id. |
| Una área..... | | Véase Castilla. |
| GUIPUEZCO. | | |
| La vara..... | | Véase Alabaico. |
| La libra..... | | 0 kilogramos, 492 gramos. |
| Un kilogramo..... | | 2 libras, 0 onzas, 353 milésimas de onza (1). |

(1) Se le calcula con la libra dividida en 47 onzas.

La media anubas..... 4 libro, 96 centilitros.
 Un libro..... 4 cuartillo, 387 milésimas de cuartillo.
 La media fanega para aridos..... vale 97 litros, 65 centilitros.
 Un libro de grano..... 4 cuartillo, 197 milésimas de chilla.
 La fanega superficial de 4900 varas cuadradas..... 34 áreas, 32 centilitros, 78 decímetros cuadrados, 81 centímetros id.
 Una área..... Véase Alfoeste.

HUELVA.

La vara..... Es la de Castilla.
 La libra..... Idem.
 La media arroba para líquidos..... vale 7 litros, 89 centilitros.
 Un libro..... 1 jarro, 614 milésimas de jarro.
 La media fanega para aridos..... Véase Almorá.
 La fanega superficial de 5280 varas cuadradas..... 36 áreas, 89 centilitros, 53 decímetros cuadrados, 23 centímetros id.
 Una área.....

HUESCA.

La vara..... Vale 0 metro, 772 milímetros.
 Un metro..... 4 varas, 0 tercios, 886 milésimas de tercia.
 La libra..... 0 kilogramos, 351 gramos.
 Un kilogramo..... 2 libras, 10 onzas, 3 arrienzas, 603 milésimas de arrienza.
 El cántaro..... 9 litros, 58 centilitros.
 Un libro..... 9 jarros, 802 milésimas de jarro.
 La medida de libra para el uso de aguardiente..... 0 litros, 36 centilitros.
 Un libro de aguardiente..... 0 litros, 778 milésimas de libra.
 La medida de libra para aceite..... 0 litros, 37 centilitros.
 Un libro de aceite..... 0 litros, 703 milésimas de libra.
 La fanega para aridos..... 23 litros, 46 centilitros.
 Un libro de grano..... 0 almudo, 834 milésimas de almud.
 La fanega superficial de 4800 varas cuadradas..... 7 áreas, 15 centilitros, 18 decímetros cuadrados, 68 centímetros id.
 Una área..... 1 almud, 67 varas cuadradas, 7 tercios idem, 198 milésimas de tercia id.

JAEÑ.

La vara..... Véase Ciudad-Real.
 La libra..... Es la de Castilla.
 La medida de media arroba para vino..... vale 8 litros, 92 centilitros.
 Un libro..... 4 cuartillo, 808 milésimas de cuartillo.
 La medida de media arroba para aceite..... 7 litros, 37 centilitros.
 Un libro de aceite..... 7 litros, 37 centilitros.
 La media fanega para aridos..... 27 litros, 37 centilitros.
 Un libro de grano..... 0 cuartillo, 877 milésimas de cuartillo.
 La fanega superficial de 4000 varas cuadradas..... 63 áreas, 48 centilitros, 78 decímetros cuadrados, 43 centímetros id.
 Una área..... Véase Castilla.

LEÓN.

La vara..... Es la de Castilla.
 La libra..... Idem.
 La media cántaro..... vale 7 litros, 92 centilitros.
 Un libro..... 2 cuartillos, 689 milésimas de cuartillo.
 La media para aridos..... 46 litros, 41 centilitros.
 Un libro de grano..... 0 cuartillo, 883 milésimas de cuartillo.
 La media superficial de 4314 4/9 varas cuadradas para las tierras de secano..... 0 áreas, 30 centilitros, 41 decímetros cuadrados, 33 centímetros id.
 La media superficial de 896 2/9 varas cuadradas para las tierras de regadío..... 6 áreas, 26 centilitros, 12 decímetros cuadrados, 38 centímetros id.
 Una área..... Véase Castilla.

LERIDA.

La media cana..... vale 0 metros, 778 milímetros.
 Un metro..... 8 palmos, 441 milésimas de palmo.
 La libra..... 0 kilogramos, 401 gramos.
 Un kilogramo..... 3 libras, 2 onzas, 3 carrias, 2 arrens, 803 milésimas de arrens.
 El cántaro de vino..... 41 litros, 35 centilitros.
 La medida de tres cuartanos para aridos..... 18 litros, 34 centilitros.
 Un libro de grano..... 1 picotin, 309 milésimas de picotín.
 El jornal superficial de 1800 varas cuadradas..... 4 áreas, 38 centilitros, 84 decímetros cuadrados, 48 centímetros id.
 Una área..... 41 canas cuadradas, 49 palmos id, 387 milésimas de palmo id.

LOGROÑO.

La vara..... Véase Alfoeste.
 La libra..... Es la de Castilla.
 La cántaro..... 46 litros, 61 centilitros.
 Un libro..... 4 cuartillo, 993 milésimas de cuartillo.
 La media fanega para aridos..... 27 litros, 47 centilitros.
 Un libro de grano..... 43 litros, 13 centilitros.
 La fanega superficial de 2722 varas cuadradas..... 9 áreas, 01 centilitros, 95 decímetros cuadrados, 26 centímetros id.
 Una área..... Véase Alfoeste.

LUGO.

La vara..... vale 0 metros, 833 milímetros.
 Un metro..... 4 varas, 0 tercios, 6 pulgadas, 405 milésimas de pulgada.
 La libra..... 0 kilogramos, 373 gramos.
 Un kilogramo..... 4 libras, 2 cuarterones, 981 milésimas de cuarterón.
 El cuartillo para líquidos..... 0 litros, 47 centilitros.
 Un libro..... 0 cuartillo, 498 milésimas de cuartillo.
 El serrado para aridos..... 43 litros, 13 centilitros.
 Un libro de grano..... 0 serrado, 076 milésimas de serrado.
 El serrado superficial de 625 varas cuadradas..... 4 áreas, 36 centilitros, 71 decímetros cuadrados, 97 centímetros id.
 Una área..... Véase Castilla.

MADRID.

La vara..... 0 metros, 813 milímetros.
 Un metro..... 4 varas, 0 pies, 6 pulgadas, 8 líneas, 156 milésimas de línea.
 La libra..... Es la de Castilla.

La media arroba para líquidos..... vale 8 litros, 45 centilitros.
 Un libro..... 1 cuartillo, 963 milésimas de cuartillo.
 La media fanega para aridos..... 27 litros, 67 centilitros.
 Un libro de grano..... 0 cuartillo, 867 milésimas de cuartillo.
 La fanega superficial llamada marco de Madrid y de 4000 varas cuadradas de Burgos..... 34 áreas, 23 centilitros, 81 decímetros cuadrados, 31 centímetros id.
 Una área..... Véase Castilla.
 Nota. Si las 4000 varas cuadradas de que consta la fanega se miden con la vara de Madrid, la fanga es de 48 decímetros cuadrados, 6 pies id., 448 milésimas de idem.
 410 varas cuadradas, 6 pies id., 448 milésimas de idem.

MÁLAGA.

La vara de Castilla..... Es la de Castilla.
 La libra..... Idem.
 La media arroba para líquidos..... vale 8 litros, 33 centilitros.
 Un libro..... 1 cuartillo, 921 milésimas de cuartillo.
 La media fanega para aridos..... 26 litros, 57 centilitros.
 Un libro de grano..... 0 cuartillo, 809 milésimas de cuartillo.
 La fanega superficial de 8040 varas cuadradas..... 69 áreas, 37 centilitros, 68 decímetros cuadrados, 31 centímetros id.
 Una área..... Véase Castilla.

MUÇCA.

La vara..... Es la de Castilla.
 La libra..... Idem.
 La media arroba para medir vino..... vale 7 litros, 89 centilitros.
 Un libro..... 2 cuartillos, 691 milésimas de cuartillo.
 La media fanega para aridos..... 27 litros, 64 centilitros.
 Un libro de grano..... 0 cuartillo, 868 milésimas de cuartillo.
 La fanega superficial de 9600 varas cuadradas..... 67 áreas, 67 centilitros, 78 decímetros cuadrados, 63 centímetros id.
 Una área..... Véase Castilla.

ORENSE.

La vara..... Es la de Castilla.
 La libra..... 0 kilogramos, 373 gramos.
 Un kilogramo..... 4 libras, 14 onzas, 543 milésimas de onza.
 La cántaro..... 45 litros, 56 centilitros.
 El serrado para medir grano..... 2 cuartillos, 265 milésimas de cuartillo.
 Un libro..... 43 litros, 88 centilitros.
 Un libro de grano..... 4 copelo, 729 milésimas de copelo.
 El serrado ordinario para medir malta..... 4 litros, 79 centilitros.
 Un libro..... 1 copelo, 277 milésimas de copelo.
 El serrado superficial de 900 varas cuadradas..... 6 áreas, 28 centilitros, 86 decímetros cuadrados, 63 centímetros id.
 La cavadura de 625 varas castellanas cuadradas..... 4 áreas, 36 centilitros, 71 decímetros cuadrados, 87 centímetros id.
 Una área..... Véase Castilla.

OVIEDO.

La vara..... Es la de Castilla.
 La libra..... Idem.
 La cántaro..... vale 48 litros, 41 centilitros.
 Un libro..... 4 cuartillo, 738 milésimas de cuartillo.
 La media fanega superficial para aridos..... 37 litros, 67 centilitros.
 Un libro de grano..... 4 cuartillo, 726 milésimas de cuartillo.
 El área de 37 centilitros, 72 decímetros cuadrados, 69 centímetros id.
 Una área..... Véase Castilla.

PALANCA.

La vara..... Es la de Castilla.
 La libra..... Idem.
 La media cántaro..... vale Véase Comca.
 La media arroba para aceite..... vale 6 litros, 12 centilitros.
 Un libro de aceite..... 2 libras, 615 milésimas de libra.
 Es la de Castilla.
 La obrada de tierra de 2704 4/9 varas cuadradas..... 53 áreas, 83 centilitros, 16 decímetros cuadrados, 76 centímetros id.
 Una área..... Véase Castilla.

PAMPLONA.

La vara..... vale 0 metros, 783 milímetros.
 Un metro..... 4 varas, 0 pies, 2 pulgadas, 40 líneas, 348 milésimas de línea.
 La libra..... 3 kilogramos, 372 gramos.
 Un kilogramo..... 2 libras, 8 onzas, 5 ochavas, 064 milésimas de ochava.
 El cántaro..... 44 litros, 27 centilitros.
 Un libro..... 1 pinta, 4 cuartillo, 438 milésimas de cuartillo.
 La libra para medir aceite..... 2 litros, 41 centilitros.
 Un libro de aceite..... 2 libras, 1 cuarterón, 756 milésimas de cuarterón.
 El reto para aridos..... 25 litros, 15 centilitros.
 Un libro de grano..... 0 almudo, 89 centilitros, 45 decímetros cuadrados, 60 centímetros id.
 La retada superficial de 1451 varas cuadradas..... 102 varas cuadradas, 2 pies idem, 506 milésimas de pié id.

PONTEVEDRA.

La vara..... Es la de Castilla.
 La libra..... 0 kilogramos, 370 gramos.
 Un kilogramo..... 4 libras, 14 onzas, 5 arrienzas, 677 milésimas de arrienza.
 El medio cahado para líquidos..... 46 litros, 35 centilitros.
 Un libro..... 2 cuartillo, 680 milésimas de cuartillo.
 El serrado para medir trigo..... 45 litros, 35 centilitros.
 Un libro de trigo..... 6 cocas, 770 milésimas de coca.
 Un libro de maíz..... 30 litros, 80 centilitros.
 Un libro de maza..... 0 cocas, 575 milésimas de coca.
 Una área..... Véase Orense.
 Una área..... Véase Castilla.

SALAMANCA.

La vara..... Es la de Castilla.
 La libra..... Idem.
 El medio cántaro..... vale 2 litros, 99 centilitros.
 Un libro..... 2 cuartillos, 693 milésimas de cuartillo.



| | |
|---|-----------------------|
| La media fanega para aridos..... | 1916 varas cuadradas. |
| La libra..... | |
| La media castara..... vale | |
| Un litro..... | |
| La media fanega para aridos..... vale | |
| Un litro de grano..... | |
| Para la unidad de medida superficial..... | |

Viase Ciudad-Real.
Viase Castilla.

SANTANDER.

| | |
|---|---|
| La vara..... | Es la de Castilla. |
| La libra..... | Idem. |
| La media castara..... vale | 7 libras, 90 centilitros. |
| Un litro..... | 3 cuartillos, 426 milésimas de cuartillo. |
| La media fanega para aridos..... vale | 37 libras, 43 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 cuartillos, 875 milésimas de cuartillo. |
| Para la unidad de medida superficial..... | Viase Castilla. |

SEGOVIA.

| | |
|---|---|
| La vara..... | Viase Alhobeta. |
| La libra..... | Es la de Castilla. |
| La media arroba para líquidos..... vale | 8 libras. |
| Un litro..... | 9 marillos. |
| La media fanega para aridos..... vale | 37 libras, 39 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 cuartillos, 879 milésimas de cuartillo. |
| La obrada de tierra de 400 estadas cuadradas..... | 30 áreas, 39 centilitros, 39 decímetros cuadrados, 99 centímetros id. |
| Una área..... | Viase Castilla. |

SEVILLA.

| | |
|--|---|
| La vara..... | Es la de Castilla. |
| La libra..... | Idem. |
| La arroba para líquidos..... vale | 15 libras, 66 centilitros. |
| Un litro..... | 3 cuartillos, 543 milésimas de cuartillo. |
| La media fanega para aridos..... vale | 37 libras, 30 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 cuartillos, 878 milésimas de cuartillo. |
| La fanega superficial de 8507 13/16 varas castellanas cuadradas..... | 30 áreas, 41 centilitros, 72 decímetros cuadrados, 48 centímetros id. |
| La cantidad de 6856 1/4 varas castellanas cuadradas..... | 47 áreas, 52 centilitros, 77 decímetros cuadrados, 90 centímetros id. |
| Una área..... | Viase Castilla. |

SORIA.

| | |
|--|---|
| La vara..... | Es la de Castilla. |
| La libra..... | Idem. |
| La media castara..... vale | 37 libras, 97 centilitros. |
| Un litro..... | 0 cuartillos, 871 milésimas de cuartillo. |
| La fanega superficial de 3300 varas cuadradas..... | 30 áreas, 32 centilitros, 50 decímetros cuadrados, 89 centímetros id. |
| Una área..... | Viase Castilla. |

TARRAGONA.

| | |
|---|---|
| La media cana..... vale | 6 metros, 780 milímetros. |
| Un metro..... | 8 palmos, 125 milésimas de palmo. |
| La libra..... | Es la de Gerona. |
| La arroba para líquidos..... | 34 libras, 66 centilitros. |
| Un litro..... | 0 arrobes, 923 milésimas de perron. |
| La sargueta para aceites..... | 30 libras, 60 centilitros. |
| Un litro de aceite..... | 0 cuartillos, 212 milésimas de cuartillo. |
| La media caudera para aridos..... | 32 libras, 40 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 arrobes, 469 milésimas de corian. |
| La cana de rey superficial de 8500 canas cuadradas..... | 69 áreas, 84 centilitros. |
| Una área..... | 41 canas cuadradas, 3 palmos, 549 milésimas de palmo. |

TERUEL.

| | |
|--|---|
| La vara..... vale | 0 metro, 798 milímetros. |
| Un metro..... | 4 vara, 328 milésimas de vara. |
| La libra..... | 0 kilogramo, 367 gramos. |
| Un kilogramo..... | 4 libras, 725 milésimas de libra. |
| El medio castara..... vale | 16 libras, 90 centilitros. |
| Un litro..... | 0 cuartillos, 946 milésimas de cuartillo. |
| La fanega para aridos..... | 91 libras, 40 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 fanegas, 647 milésimas de fanega. |
| La fanega de tierra de 1600 varas castellanas cuadradas..... | 41 áreas, 17 centilitros, 97 decímetros cuadrados, 90 centímetros id. |
| Una área..... | Viase Castilla. |

TOLEDO.

| | |
|---|---|
| La vara..... | Viase Alhobeta. |
| La libra..... | Es la de Castilla. |
| La media arroba..... vale | 8 libras, 49 centilitros. |
| Un litro..... | 4 cuartillos, 970 milésimas de cuartillo. |
| La media fanega para aridos..... | 6 libras, 39 centilitros. |
| Un litro..... | 3 libras. |
| La media fanega para aridos..... | Es la de Castilla. |
| La fanega superficial de 400 estadas cuadradas..... | 37 áreas, 57 centilitros, 63 decímetros cuadrados, 31 centímetros id. |
| La fanega superficial de 500 estadas cuadradas..... | 46 áreas, 97 centilitros, 60 decímetros cuadrados, 60 centímetros id. |
| Una área..... | Viase Castilla. |

VALENCIA.

| | |
|--|---|
| La vara..... | Viase Castellón. |
| La libra..... vale | 0 kilogramo, 358 gramos. |
| Un kilogramo..... | 3 libras, 9 onzas, 3 cuartias, 214 milésimas de cuarte. |
| El cántaro de vino..... | 40 libras, 77 centilitros. |
| Un litro..... | 1 cuartillo, 498 milésimas de cuartillo. |
| La arroba de aceite..... | 41 libras, 61 centilitros. |
| Un litro de aceite..... | 0 arrobas, 335 milésimas de arroba. |
| La barchilla para aridos..... | 46 libras, 75 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 cuartillos, 955 milésimas de cuartillo. |
| La fanega superficial de 1412 1/2 varas valencianas..... | Viase Castellón. |

VALLADOLID.

| | |
|---|---|
| La vara..... | Es la de Castilla. |
| La libra..... | Idem. |
| La media castara..... vale | 7 libras, 88 centilitros. |
| Un litro..... | 3 cuartillos, 616 milésimas de cuartillo. |
| La media fanega para aridos..... | 37 libras, 39 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 cuartillos, 876 milésimas de cuartillo. |
| La obrada superficial de 600 estadas cuadradas..... | 46 áreas, 23 centilitros, 34 decímetros cuadrados, 78 centímetros id. |
| Una área..... | Viase Castilla. |

VIZCAYA.

BIELSO.

| | |
|---|--|
| La vara..... vale | Es la de Castilla. |
| Un kilogramo..... | 0 kilogramo, 488 gramos. |
| Un litro..... | 2 libras, 0 onzas, 12 adarmas, 377 milésimas de adarma. |
| La media arroba..... | 4 libras, 14 centilitros. |
| Un litro..... | 4 cuartillos, 963 milésimas de cuartillo. |
| La media arroba de aceite..... | 6 libras, 74 centilitros. |
| Un litro de aceite..... | 4 libras, 3 cuarterones, 0 ochavas, 837 milésimas de ochava. |
| La media fanega para aridos..... | 28 libras, 46 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 celeminas, 241 milésimas de celemin. |
| La fanega superficial de 514 1/2 varas cuadradas..... | 6 áreas, 50 centilitros, 43 decímetros cuadrados, 35 centímetros id. |
| Una área..... | Viase Castilla. |

ZAMORA.

| | |
|--|---|
| La vara..... | Es la de Castilla. |
| La libra..... | Idem. |
| El medio castara..... vale | 7 libras, 98 centilitros. |
| Un litro..... | 4 cuartillos, 963 milésimas de cuartillo. |
| La media fanega para aridos..... | 37 libras, 64 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 cuartillos, 868 milésimas de cuartillo. |
| La fanega superficial de 1600 varas cuadradas..... | 33 áreas, 53 centilitros, 95 decímetros cuadrados, 84 centímetros id. |
| Una área..... | Viase Castilla. |

ZARAGOZA.

| | |
|--|--|
| La vara..... vale | 0 metros, 772 milímetros. |
| Un metro..... | 4 vara, 0 pies, 10 pulgadas, 7 líneas, 885 milésimas de línea. |
| La libra..... | 0 kilogramos, 350 gramos. |
| Un kilogramo..... | 4 libras, 10 onzas, 1 cuervo, 0 almaras, 571 milésimas de almaras. |
| El cántaro de vino..... | 9 libras, 91 centilitros. |
| Un litro..... | 4 cuartillos, 615 milésimas de cuartillo. |
| La arroba para medir aceite..... | 13 libras, 91 centilitros. |
| Un litro de aceite..... | 3 libras, 584 milésimas de libra. |
| La arroba para medir aguardiente..... | 13 libras, 53 centilitros. |
| Un litro de aguardiente..... | 3 libras, 731 milésimas de libra. |
| La fanega para aridos..... | 39 libras, 45 centilitros. |
| Un litro de grano..... | 0 cuartillos, 838 milésimas de cuartillo. |
| El cuartal superficial de 406 varas cuadradas..... | 3 áreas, 28 centilitros, 19 decímetros cuadrados, 36 centímetros id. |
| Una área..... | 0 cuarterales, 1 almará, 67 varas cuadradas, 730 milésimas de vara id. |

Madrid 13 de Noviembre de 1852.—Vicente Sisonch.—Joaquín Olivares.—Alejandro Olivares.—G. Bordin.—Vicente Yunque Quispa.—Marta Eberche, Secretario.

NOTA.

Las correspondencias de las pesas y medidas de las provincias publicadas por Real órden de 25 de Junio de 1851 son las mismas que comprenden estas tablas, con solo algunas pocas pequeñas diferencias desde la tercera cifra decimal en adelante en las medidas superficiales que tienen por base la vara de Burgos, producidas por el mayor exactitud que proporciona el cálculo de estas medidas, tomando la relación de dicha vara de Burgos al metro con sus seis cifras decimales que se dan ahora en lugar de las tres que se dieron en las primeras tablas.

También se ha cuidado de aumentar por aproximación la cantidad de la última cifra decimal en todas las cosas en que ha sido necesario apreciar una resta mayor que la mitad de dicha unidad, lo que dejó de hacerse en algunas cosas en las tablas anteriores.

Madrid 9 de Diciembre de 1852.—Bertran de Lis.

MINISTERIO DE GRACIA Y JUSTICIA.

Idem de 27. 3. 54.
Anales del Banco español de las Penas de 169 p.
Fomento de 500 n. 81.

ESPECULACIÓES.

TRAYO RÍOAS. A las ocho y media de la noche.—Anuncios de feria, sigue en tres actos.
TRAYO DEL PRINCIPAL. A las cuatro y media de la tarde.—Sueldos.—La cantidad sujeta a dos años, arrojada del franco, titulada *La rosa y el sol*, y en verso, titulada *Don de Dios*, desde la una al veinte de Don Ramón de la Cruz, titulado *La rosa de Ysaura*, acompañado por las primeras actores.

A las ocho y media de la noche.—Sueldos.—La cantidad sujeta a tres años, escrita en francés por Tassal, y arrojada a la noche española, titulada *El retorno por los lajes*—La comedia nueva, original y en verso, en un acto, titulada *El sol y la luna*, titulada *Don de Dios*, desde la una al veinte de Don Ramón de la Cruz, titulado *La rosa de Ysaura*, acompañado por las primeras actores.

TRAYO DE VANDERBARE. A las cuatro y media de la tarde.—*La de arde abajo*, *La luna y el arco*, comedia de costumbres populares en dos jornadas.—Sueldos.—*Las flores de montaña*, italiano.
TRAYO DE LA ALBA. Comedia nueva en tres actos y en prosa, original de tres españoles enteros.—Sueldos.—*El burlado*, siete de D. Ramón de la Cruz, acompañado por los principales actores.

TRAYO DE LA GIRA.—Comedia española. A las cuatro y media de la tarde.—*No hay luna en el cielo*, comedia en un acto.—*El marido de la mujer de D. Alca*, tragedia en dos actos.—*Novedad y sus sucesos*, 141 por la de Bello, que ha de ser un comedia nueva en tres actos.—*Don Marcelino*, baile nuevo en un acto.—*Pallos* (juegos) representados en un acto.

A las ocho y media de la noche.—Sueldos.—*El cortejo de un camión*, comedia en tres actos.—*Una comedia en un acto*—*La rancia*, comedia en un acto.

TRAYO DE LA CIUDA. A las cuatro y media de la tarde.—Sueldos.—*Resaca*, tragedia, comedia de la república en dos actos, libre nueva, con adaltes.—*Belle*,—*Tragedia en Dios*, que ha de ser un comedia nueva en tres actos.—*Belle*,—*El valle de Ardena*, comedia en tres actos.—*Belle*.

EN LA IMPRENTA NACIONAL.

GUARDIA-COSTAS.

El conde de Balmás, de la quinta división, apes en las márgenes del río Miño el 16 del actual 40 arrobas de sal portuguesa.

La Alameda, de la primera, capturó saleros los arcales de San Gerónimo el 17 los buques los con otros tercios de tabaco, tres de gresos y un rollo de lana antracita.

BOLSA DE MADRID.

Delicación del día 27 de Diciembre de la tarde de la tarde.
EFECTOS PUBLICOS.
Título del 3 por 100 consolidado, 44 5/8.
Idem diferido, 51 3/4.
Amortizable de 17 en novena titular, 10 5/8.



Esta Real Orden de 9 de diciembre de 1852 modifica levemente la correspondencia publicada por Real Orden de 28 de junio de 1851, con pequeñas diferencias en la aproximación decimal, que se mejora al utilizarse la relación entre la vara de Burgos y el metro con seis cifras decimales, cuando en la primera correspondencia se utilizaron tres. Los cálculos se realizaron por comparación entre los tipos métricos existentes en el Conservatorio de Artes y los modelos remitidos por las provincias en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 7.º de la ley de 19 de julio de 1849.

Puede sorprender la simplicidad de esta correspondencia que, en la mayoría de las provincias reduce la de los distintos tipos de medidas a un caso, cuando lo común es la diversidad dentro de un mismo territorio provincial, sobre todo en las medidas superficiales. Para apreciar esta circunstancia es suficiente con examinar el caso de Granada, donde se ha visto anteriormente la desmedida variedad de fanegas que presenta su metrología provincial y en la R.O. se simplifica en una, algo similar ocurre en Galicia con los múltiples ferrados. Lo contrario ocurre en provincias como Ávila, donde se describen hasta cinco medidas agrarias: fanega de tierra, fanega de puño, aranzada, huebra y peonada de prado. Pasados ciento cincuenta y ocho años es difícil saber las causas de esta desigualdad, probablemente tuvieron algo que ver en ellos los responsables provinciales que enviaran la información, que, pudieron haber recibido la sugerencia de simplificarla al máximo para poder cumplir el plazo comprometido en la Ley. En cualquier caso hay que valorar el rigor de los cálculos que siempre pueden ser extrapolados a otras situaciones.

Siguiendo el análisis de las medidas agrarias contenidas en la Real Orden se advierte una supremacía de la vara, como unidad superficial básica para la composición de las medidas y, entre éstas, la *fanega* es la más usada. La *vara castellana o vara de Burgos* es mayoritaria entre las distintas varas utilizadas. Ocurre entonces que hasta veinticuatro provincias utilizan la fanega compuesta de varas castellanas cuadradas: Almería, Ávila, Badajoz, Burgos, Cáceres, Cádiz, Canarias, Ciudad Real, Córdoba, Cuenca, Granada, Guadalajara, Huelva, Jaén, Logroño, Málaga, Murcia, Salamanca, Santander, Sevilla, Soria, Teruel, Toledo y Zamora. En algunas de éstas: Canarias, Ciudad Real, Logroño, Teruel y Toledo, se da la circunstancia de que utilizando como medida lineal una vara distinta de la castellana, a la hora de componer sus fanegas recurren a la vara castellana.

La vara castellana cuadrada sirve también para la información de otras medidas distintas de la fanega. Es el caso de la *aranzada, huebra y peonada* de Ávila; la *hemina* de León; los *ferrados* de Lugo, Orense y Pontevedra; el *día de los bueyes* de Oviedo y las *obradas* de Palencia y Valladolid.

Existen otras fanegas formadas a partir de varas cuadradas distintas de la castellana. Esto ocurre con las de Albacete, Guipúzcoa, Huesca, Madrid y Valencia. También perviven medidas diferentes a la fanega compuestas de varas cuadradas diversas, es el caso del *jornal* de Alicante, el *ferrado* de La Coruña, la *robada* de Pamplona y el *cuartal* de Zaragoza.

Caso aparte lo constituyen las medidas catalanas, *mojada* de Barcelona, *vesana* de Gerona, *jornal* de Lerida y *cana de rey* de Tarragona, configuradas a partir de la cana cuadrada. La *fanega* de Álava se forma a partir de estados cuadrados, la *fanegada* de Castellón de las brazas reales.

En 1863 se publicaron unas *Tablas de reducción de las pesas y medidas legales de Castilla a las métrico-decimales*. Aunque la publicación más prestigiosa sería realizada en 1886 por la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico con el título *Equivalencias entre las pesas y medidas usadas antiguamente en las diversas provincias de España y las legales del sistema métrico-decimal*.

En su introducción se advierte que:

Casi agotada la la edición primera, hecha en 1868, (...) ha sido indispensable hacer de estas tablas una segunda edición, (...) ahora que el uso de las pesas y medidas legales va adquiriendo gran extensión y se va rápidamente vulgarizando.

Esta DIRECCIÓN GENERAL, de acuerdo con la Comisión permanente de Pesas y Medidas, y debidamente autorizada al efecto por la Superioridad, no se ha limitado a reimprimirlas aprobadas por Real orden de 9 de diciembre de 1852, sino que ha aprovechado la ocasión de revisarlas, a fin de darles forma más cómoda para los usos comunes, añadiendo las equivalencias de las unidades cuadradas y cúbicas, (...) evitando las referencias de las medidas y pesas de unas provincias a las de las otras, corrigiendo alguna errata que en la edición primitiva se deslizó y la cifra correspondiente a la mensura mallorquina para aceite, que a petición de la provincia rectificó la Coimisión permanente (...) algunas expresiones de medidas itinerarias que en la primera impresión se omitieron y en ésta se añaden (...)

Al fin de las tablas se agregan las abreviaturas oficiales de las pesas y medidas métricas, acordadas por la Cosmisión internacional de Pesas y Medidas y circulares en España por Real orden de 16 de diciembre de 1880.

Realmente son pocas las novedades que incorpora el Instituto Geográfico en su publicación: medidas itinerarias, formato más cómodo y abreviaturas oficiales.

La Ley de Pesos y Medidas promulgada por Isabel II el 19 de julio de 1849, en su artículo 10 disponía que “En 1.º de enero de 1860 será éste [el Sistema Métrico Decimal] obligatorio para todos los españoles”. Por el contenido del primer párrafo de esta introducción se puede saber que, en 1886, después de veintiséis años de esa fecha límite, *el uso de las pesas y medidas legales va adquiriendo gran extensión y se va rápidamente vulgarizando*. No puede decirse, pues, que la implantación transcurriera con celeridad.



La obra del Instituto Geográfico y Estadístico, contiene las siguientes tablas:

ANTIGUO SISTEMA DE PESAS Y MEDIDAS ESPAÑOLAS¹⁸⁸

| | | | |
|---|------|----------------------|--|
| Vara | Vale | 0,835905 | metros |
| Metro | “ | 1,196308 | varas, ó 1 vara, 0 pies, 7 pulgadas, 0 líneas, 805 milésimas de línea. |
| Vara cuadrada | “ | 0,698737169025 | metros cuadrados. |
| Metro cuadrado | “ | 1,431153292 | varas cuadradas, ó 1 vara cuadrada, 3 pies cuadrados, 126 pulgadas cuadradas, 111 líneas cuadradas, 552 milésimas de línea cuadrada. |
| Vara cúbica | “ | 0,584077893273842625 | metros cúbicos. |
| Metro cúbico | “ | 1,71210040906 | varas cúbicas, ó 1 vara cúbica, 19 pies cúbicos, 391 pulgadas cúbicas, 1307 líneas cúbicas, 552 milésimas de línea cúbica. |
| Libra | “ | 0,460093 | kilogramos. |
| Kilogramo | “ | 2,173474 | libras, ó 2 libras, 2 onzas, 12 adarmes, 409 milésimas de adarme. |
| Cántara o Arroba de vino | | 16,133 | litros. |
| Litro de vino | “ | 1,983512 | cuartillos, ó 1 cuartillo, 3 copas, 934 milésimas de copa. |
| Arroba de aceite | “ | 12,563 | litros. |
| Litro de aceite | “ | 1,989971 | libras, ó 1 libra, 3 panillas, 960 milésimas de panilla. |
| Fanega de áridos | “ | 55,501 | litros. |
| Litro de grano | “ | 0,864849 | cuartillos, ó 3 ochavillos, 459 milésimas de ochavillo. |
| Fanega superficial de 9216 varas cuadradas, llamada de marco real | “ | 64,395617 | áreas. |
| Área | “ | 143,115329 | varas cuadradas, ó 143 varas cuadradas, 1 pie cuadrado, 38 milésimas de pie cuadrado |
| Legua, de 6666 2/3 varas | | 5,572699 | kilómetros. |
| Kilómetro | “ | 1196,308 | varas, ó 1196 varas, 0 pies, 924 milésimas de pie. |

¹⁸⁸ Comúnmente llamadas *Medidas y pesas legales de Castilla*, y mandadas antiguamente emplear en todo el Reino por la ley 5.^a, tít. IX, lib. IX, Novísima Recopilación, al intentarse por segunda vez la unificación en España.

Siguen las tablas correspondientes a cada una de las provincias de España, con los valores que figuraban en la Real orden de 9 de diciembre de 1852, aplicando los cambios de formato que se expresaban en la introducción y se completa con valores de unidades cuadradas y cúbicas y medidas itinerarias. Se reproducen las correspondientes a las provincias de Andalucía:

ALMERÍA

| | | | |
|---|-------------|---------------|--|
| Vara | <i>Vale</i> | 0,833 | metros |
| Metro | “ | 1,200480 | varas, 0 pies, 7 pulgadas, 2 líneas, 607 milésimas de línea. |
| Vara cuadrada | “ | 0,693889 | metros cuadrados. |
| Metro cuadrado | “ | 1,441152692 | varas cuadradas, ó 1 vara cuadrada, 3 pies cuadrados, 139 pulgadas cuadradas, 105 líneas cuadradas, 680 milésimas de línea cuadrada. |
| Vara cúbica | “ | 0,578009537 | metros cúbicos. |
| Metro cúbico | “ | 1,73007525999 | varas cúbicas, ó 1 vara cúbica, 19 pies cúbicos, 1230 pulgadas cúbicas, 676 líneas cúbicas, 218 milésimas de línea cúbica. |
| Libra | “ | 0,460093 | kilogramos. |
| Kilogramos | “ | 2,173474 | libras, ó 2 libras, 2 onzas, 12 adarmes, 409 milésimas de adarme. |
| Media arroba para líquidos | | 8,18 | litros. |
| Litro | | 2,200 | cuartillos, ó 2 cuartillos, 200 milésimas de cuartillo. |
| Media fanega para áridos | | 27, 531 | litros. |
| Litro de grano | | 0,872 | cuartillos, ó 0 cuartillos, 872 milésimas de cuartillo. |
| Tahúlla de 1600 varas castellanas cuadradas, para tierras de riego. | | 11,182336 | áreas. |
| Fanega de 9216 varas castellanas cuadradas, para tierras de secano | | 64,395617 | áreas. |
| Área | | 144,1153 | varas cuadradas, ó 144 varas cuadradas, 1 pie cuadrado, 37 milésimas de pie cuadrado. |
| Legua de 6666 2/3 varas castellanas | | 5,572699 | kilómetros. |
| Kilómetro | | 1200,4802 | varas, ó 1200 varas, 1 pie, 440 milésimas de pie. |



CÁDIZ

| | | | |
|--------------------------|------------------------|----------------|--|
| Vara | <i>Vale</i> | 0,835905 | metros. |
| Metro | “ | 1,196308 | varas, ó 1 vara, 0 pies, 7 pulgadas, 0 líneas, 805 milésimas de línea. |
| Vara cuadrada | “ | 0,698737169025 | metros cuadrados. |
| Metro cuadrado | “ | 1,431153292 | varas cuadradas, ó 1 vara cuadrada, 3 pies cuadrados, 126 pulgadas cuadradas, 111 líneas cuadradas, 525 milésimas de línea cuadrada. |
| Vara cúbica | 0, 584077893273842 625 | | metros cúbicos. |
| Metro cúbico | | 1,71210040906 | varas cúbicas, ó 1 vara cúbica, 19 pies cúbicos, 391 pulgadas cúbicas, 1307 líneas cúbicas, 552 milésimas de línea cúbica. |
| Libra | | 0,460093 | kilogramos. |
| Kilogramo | | 2,173474 | libras, ó 2 libras, 2 onzas, 12 adarmes, 409 milésimas de adarme. |
| Media fanega para vino | | 7,922 | litros. |
| Litro de vino | | 2,020 | cuartillos, ó 2 cuartillos, 20 milésimas de cuartillo. |
| Media arroba para aceite | | 6,26 | litros. |
| Litro de aceite | | 1,9967 | libras, ó 1 libra, 3 panillas, 987 milésimas de panilla. |
| Media fanega para áridos | | 27,272 | litros. |
| Litro de grano | | 0,880 | cuartillos, ó 0 cuartillos, 880 milésimas de cuartillo. |
| Fanega superficial | | 64,395617 | áreas. |
| Área | | 143,115329 | varas cuadradas, ó 143 varas cuadradas, 1 pie cuadrado, 38 milésimas de pie cuadrado. |
| Legua de 6666 2/3 varas | | 5,572699 | kilómetros. |
| Kilómetro | | 1196,308 | varas, ó 1196 varas, 0 pies, 924 milésimas de pie. |

CÓRDOBA

| | | | |
|---------------|-------------|----------------|--|
| Vara | <i>Vale</i> | 0,835905 | metros. |
| Metro | “ | 1,196308 | varas, ó 1 vara, 0 pies, 7 pulgadas, 0 líneas, 805 milésimas de línea. |
| Vara cuadrada | “ | 0,698737169025 | metros cuadrados. |

| | | | |
|---|---|----------------------|--|
| Metro cuadrado | “ | 1,431153292 | varas cuadradas, ó 1 vara cuadrada, 3 pies cuadrados, 126 pulgadas cuadradas, 111 líneas cuadradas, 552 milésimas de línea cuadrada. |
| Vara cúbica | | 0,584077893273842625 | metros cúbicos. |
| Metro cúbico | “ | 1,71210040906 | varas cúbicas, ó 1 vara cúbica, 19 pies cúbicos, 391 pulgadas cúbicas, 1307 líneas cúbicas, 552 milésimas de línea cúbica. |
| Libra | “ | 0,460093 | kilogramos. |
| Kilogramo | “ | 2,173474 | libras, ó 2 libras, 2 onzas, 12 adarmes, 409 milésimas de adarme. |
| Arroba para líquidos | | 16,31 | litros. |
| Litro | | 1,962 | cuartillos, ó 1 cuartillo, 962 milésimas de ñ |
| Litro de grano | | 0,870 | cuartillos, ó 0 cuartillos, 870 milésimas de cuartillo. |
| Fanega superficial de 8760 5/12 varas cuadradas | | 61,212287 | áreas. |
| Aranzada de 5256 ¼ varas cuadradas | | 36,727372 | áreas. |
| Área | | 143,115329 | varas cuadradas, ó 143 varas cuadradas, 1 pie cuadrado, 38 milésimas de pie cuadrado. |
| Legua de 6666 2/3 var as | | 5,572699 | kilómetros. |
| Kilómetro | | 1196,308 | varas, ó 1196 varas, 0 pies, 924 milésimas de pie. |

GRANADA

| | | | |
|----------------|-------------|----------------------|--|
| Vara | <i>Vale</i> | 0,835905 | metros |
| Metro | “ | 1,196308 | varas, ó 1 vara, 0 pies, 7 pulgadas, 0 líneas, 805 milésimas de línea. |
| Vara cuadrada | “ | 0,698737169025 | metros cuadrados. |
| Metro cuadrado | “ | 1,431153292 | varas cuadradas, ó 1 vara cuadrada, 3 pies cuadrados, 126 pulgadas cuadradas, 111 líneas cuadradas, 552 milésimas de línea cuadrada. |
| Vara cúbica | | 0,584077893273842625 | metros cúbicos. |
| Metro cúbico | “ | 1,71210040906 | varas cúbicas, ó 1 vara cúbica, 19 pies cúbicos, 391 pulgadas cúbicas, 1307 líneas cúbicas, 552 milésimas de línea cúbica. |

| | | | |
|-----------------------------|---|------------|---|
| Libra | “ | 0,460093 | kilogramos. |
| Kilogramo | “ | 2,173474 | libras, ó 2 libras, 2 onzas, 12 adarmes, 409 milésimas de adarme. |
| Media arroba para líqui dos | | 8,21 | litros. |
| Litro | | 2,314 | cuartillos, ó 2 cuartillos, 314 milésimas de cuartillo. |
| Media fanega para árido s | | 27,35 | litros. |
| Litro | | 0,878 | cuartillos, ó 0 cuartillos, 878 milésimas de cuartillo. |
| Fanega superficial | | 64,395617 | áreas. |
| Área | | 143,115329 | varas cuadradas, ó 143 varas cuadradas, 1 pie cuadrado, 38 milésimas de pie cuadrado. |
| Legua de 6666 2/3 varas | | 5,572699 | kilómetros. |
| Kilómetro | | 1196,308 | varas, ó 1196 varas, 0 pies, 0,924 p. |

HUELVA

| | | | |
|--|-------------|----------------------|--|
| Vara | <i>Vale</i> | 0,835905 | metros. |
| Metro | “ | 1,196308 | varas, ó 1 vara, 0 pies, 7 pulgadas, 0 líneas, 805 milésimas de línea. |
| Vara cuadrada | “ | 0,698737169025 | metros cuadrados. |
| Metro cuadrado | “ | 1,431153292 | varas cuadradas, ó 1 vara cuadrada, 3 pies cuadrados, 126 pulgadas cuadradas, 111 líneas cuadradas, 552 milésimas de línea cuadrada. |
| Vara cúbica | “ | 0,584077893273842625 | metros cúbicos. |
| Metro cúbico | “ | 1,71210040906 | varas cúbicas, ó 1 vara cúbica, 19 pies cúbicos, 391 pulgadas cúbicas, 1307 líneas cúbicas, 552 milésimas de línea cúbica. |
| Libra | “ | 0,460093 | kilogramos. |
| Kilogramo | “ | 2,173474 | libras, ó 2 libras, 2 onzas, 12 adarmes, 409 milésimas de adarme. |
| Media arroba para líquidos | | 7,89 | litros. |
| Litro | | 1,014 | jarros, ó 1 jarro, 14 milésimas de jarro. |
| Media fanega para áridos | | 27,531 | litros. |
| Litro de grano | | 0,872 | cuartillos, ó 0 cuartillos, 872 milésimas de cuartillo. |
| Fanega superficial de 5280 varas cuadradas | | 36,893323 | áreas. |

| | | |
|-------------------------|------------|---|
| Área | 143,115329 | varas cuadradas, ó 143 varas cuadradas, 1 pie cuadrado, 38 milésimas de pie cuadrado. |
| Legua de 6666 2/3 varas | 5,572699 | kilómetros. |
| Kilómetro | 1196,308 | varas, ó 1196 varas, 0 pies, 924 milésimas de pie. |

JAÉN

| | | | |
|--|-------------|---------------|---|
| Vara | <i>Vale</i> | 0,939 | metros. |
| Metro | “ | 1,191895 | varas, ó 1 vara, 0 pies, 6 pulgadas, 10 líneas, 899 milésimas de línea. |
| Vara cuadrada | “ | 0,703921 | metros cuadrados. |
| Metro cuadrado | “ | 1,420613961 | varas cuadradas, ó 1 vara cuadrada, 3 pies cuadrados, 113 pulgadas cuadradas, 16 líneas cuadradas, 660 milésimas de línea cuadrada. |
| Vara cúbica | “ | 0,590589719 | metros cúbicos. |
| Metro cúbico | “ | 1,69322283783 | varas cúbicas, ó 1 vara cúbica, 18 pies cúbicos, 1239 pulgadas cúbicas, 8 líneas cúbicas, 159 milésimas de línea cúbica. |
| Libra | “ | 0,460093 | kilogramos. |
| Kilogramo | “ | 2,173474 | libras, ó 2 libras, 2 onzas, 12 adarmes, 409 milésimas de adarme. |
| Media arroba para vino | | 8,02 | litros. |
| Litro de vino | | 1,995 | cuartillos, ó 1 cuartillo, 995 milésimas de cuartillo. |
| Media arroba para aceite | | 7,12 | litros. |
| Litro de aceite | | 1,896 | libras, ó 1 libra, 896 milésimas de libra. |
| Media fanega para áridos | | 27,37 | litros. |
| Litro de grano | | 0,877 | cuartillos, ó 0 cuartillos, 877 milésimas de cuartillo. |
| Fanega superficial de 8963 varas castellanas cuadradas | | 62,627812 | áreas. |
| Área | | 142,0614 | varas cuadradas, ó 142 varas cuadradas, 553 milésimas de pie cuadrado. |



MÁLAGA

| | | | |
|--|-------------|----------------------|--|
| Vara | <i>Vale</i> | 0,835905 | metros |
| Metro | “ | 1,196308 | varas, ó 1 vara, 0 pies, 7 pulgadas, 0 líneas, 805 milésimas de línea. |
| Vara cuadrada | “ | 0,698737169025 | metros cuadrados. |
| Metro cuadrado | “ | 1,431153292 | varas cuadradas, ó 1 vara cuadrada, 3 pies cuadrados, 126 pulgadas cuadradas, 111 líneas cuadradas, 552 milésimas de línea cuadrada. |
| Vara cúbica | “ | 0,584077893273842625 | metros cúbicos. |
| Metro cúbico | “ | 1,71210040906 | varas cúbicas, ó 1 vara cúbica, 19 pies cúbicos, 391 pulgadas cúbicas, 1307 líneas cúbicas, 552 milésimas de línea cúbica. |
| Libra | “ | 0,460093 | kilogramos. |
| Kilogramo | “ | 2,173474 | libras, ó 2 libras, 2 onzas, 12 adarmes, 409 milésimas de adarme. |
| Media arroba para líquidos | | 8,33 | litros. |
| Litro | “ | 1,921 | cuartillos, ó 1 cuartillo, 921 milésimas cuartillo. |
| Media fanega para áridos | | 26,97 | litros. |
| Litro de grano | “ | 0,890 | cuartillos, ó 0 cuartillos, 890 milésimas cuartillo. |
| Fanega superficial de 8640 varas cuadradas | “ | 60,370891 | áreas. |
| Área | “ | 143,115329 | varas cuadradas, ó 143 varas cuadradas, 1 pie cuadrado, 38 milésimas de pie cuadrado. |
| Legua de 6666 2/3 varas | | 5,572699 | kilómetros. |
| Kilómetro | “ | 1196,308 | varas, ó 1196 varas, 0 pies, 924 milésimas pie. |

SEVILLA

| | | | |
|--|-------------|----------------------|--|
| Vara | <i>Vale</i> | 0,835905 | metros. |
| Metro | “ | 1,196308 | varas, ó 1 vara, 0 pies, 7 pulgadas, 0 líneas, 805 milésimas de línea. |
| Vara cuadrada | “ | 0,698737169025 | metros cuadrados. |
| Metro cuadrado | “ | 1,431153292 | varas cuadradas, ó 1 vara cuadrada, 3 pies cuadrados, 126 pulgadas cuadradas, 111 líneas cuadradas, 552 milésimas de línea cuadrada. |
| Vara cúbica | “ | 0,584077893273842625 | metros cúbicos. |
| Metro cúbico | “ | 1,71210040906 | varas cúbicas, ó 1 vara cúbica, 19 pies cúbicos, 391 pulgadas cúbicas, 1307 líneas cúbicas, 552 milésimas de línea cúbica. |
| Libra | “ | 0,460093 | kilogramos. |
| Kilogramo | “ | 2,173474 | libras, ó 2 libras, 2 onzas, 12 adarmes, 409 milésimas de adarme. |
| Arroba para líquidos | | 15,66 | litros. |
| Litro | “ | 2,043 | cuartillos, ó 2 cuartillos, 43 milésimas de cuartillo |
| Media fanega para áridos | | 27,35 | litros. |
| Litro de grano | “ | 0,878 | cuartillos, ó 0 cuartillos, 878 milésimas cuartillo. |
| Fanega superficial de 8507 13/16 varas castellanas cuadradas | | 59,447248 | áreas. |
| Aranzada de 6806 ¼ varas Castellanas cuadradas | | 47,557799 | áreas. |
| Área | | 143,115329 | varas cuadradas, ó 143 varas cuadradas, 1 pie cuadrado, 38 milésimas de pie cuadrado. |
| Legua de 6666 2/3 varas | | 5,572699 | kilómetros. |
| Kilómetro | | 1196,308 | varas, ó 1196 varas, 0 pies, 924 milésimas pie. |



Se finaliza con las:

ABREVIATURAS OFICIALMENTE ADOPTADAS EN ESPAÑA
POR REAL ORDEN DE 16 DE DICIEMBRE DE 1880

COMISIÓN INTERNACIONAL DE PESAS Y MEDIDAS

| Medidas de Longitud | B Medidas de Superficie | C Medidas de Volumen | D Medidas de Capacidad | E Pesas |
|--|--|--------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Miriámetro μm | Miriámetro cuadrado..... μm^2 | Metro cúbico... m^3 | Hectólitrohl | Tonelada.....t |
| Kilómetro km | Kilómetro cuadrado..... km^2 | Estéreo s | Decálitro dal | Quintal métricoq |
| Metro.....m | Hectárea ha | Decímetro cúbico..... dm^3 | Litro..... l | Kilogramokg |
| Decímetro.....dm | Área..... a | Centímetro cúbico..... cm^3 | Decílitrodl | Gramog |
| Centímetro.....cm | Metro cuadrado..... m^2 | Milímetro cúbico..... mm^3 | Centílitrocl | Decígramo.....dg |
| Milímetro mm | Decímetro cuadrado..... dm^2 | | | Centígramo.... cg |
| Micrón, ó sea milésima de milímetro..... μ | Centímetro cuadrado..... cm^2 | | | Milígramomg |
| | Milímetro cuadrado..... mm^2 | | | |

A lo largo de este trabajo se han utilizado profusamente los datos contenidos en una importante publicación de la Dirección General de Agricultura, *Pesas, Medidas y Monedas*, no fechada, pero estimada hacia 1925 por otras obras datadas que se mencionan en esta publicación. Como consta en una *Advertencia* inicial, fue fruto de una encuesta dirigida a las antiguas y entrañables *Secciones Agronómicas provinciales* que, sin duda, se esmeraron en atenderla, pues aparte de los Catastros, en especial el de Ensenada, (véase capítulo VII), constituyen la fuente más importante utilizada en este trabajo. En esa misma *Advertencia* se previene: “No extrañe que no tengan exactamente un formulario o encasillado idéntico unas de otras...”, lo que no resta valor al trabajo realizado.

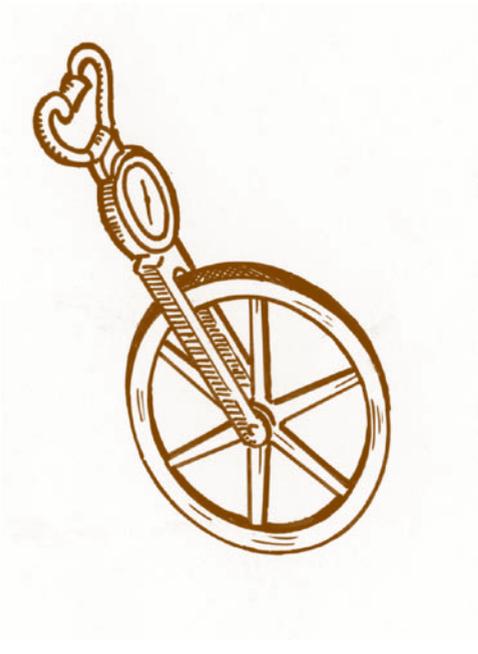
Para concluir, los hitos legales más importantes que marcaron la implantación del sistema métrico en España fueron:

- 19 de julio de 1849. Ley de Pesos y Medidas.
- 20 de julio de 1849. Real Orden por la que se encarga a una comisión los trabajos necesarios para la implantación del sistema métrico.

- 28 de diciembre de 1852. Real Orden por la que se hacen públicas unas tablas de correspondencia recíproca entre las pesas y medidas métricas mandadas implantar en España por la ley de 19 de julio de 1849 y las que actualmente están en uso.
- 16 de diciembre de 1880. Abreviaturas oficialmente adoptadas en España de conformidad con los acuerdos de la Comisión Internacional de Pesas y Medidas.
- 8 de julio de 1892. Ley por la que se manda observar el sistema métrico en todos los dominios españoles.
- 5 de septiembre de 1895. Real Decreto que aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley anterior.



Bibliografía



Bibliografía

ALDER, KEN, *La medida de todas las cosas. La odisea de siete años y el error oculto que transformaron el mundo*, Taurus, Madrid, 2003.

ÁLVAREZ DE LA BRAÑA, RAMÓN y FITA, FIDEL, *Igualación de pesos y medidas por Don Alfonso el Sabio*, Boletín de la Academia de la Historia, XXXVIII, 1901.

ARCENAGA SOLSONA, FRANCISCO JAVIER, *Unidades de Medida*, Prensas Universitarias de Zaragoza, 1995.

ASÍN PALACIOS, MIGUEL, *Una descripción nueva del Faro de Alejandría*, Al-Andalus, Madrid, 1961.

AZNAR GARCÍA, JOSÉ, *La unificación de los pesos y medidas en España durante el siglo XIX. Los proyectos para la reforma e introducción del sistema métrico decimal*, Universidad de Valencia, 1997.

BASAS FERNÁNDEZ, MANUEL, *Introducción en España del Sistem Métrico Decimal*. Estratto du Studi in onore di Amintore Fanfani, Milano, 1962.

BESNIER ROMERO, LUIS, *Medidas y Pesos Agrarios*, Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Manuales Técnicos, Madrid, 1964.

BELTRÁN MARTÍNEZ, A., *Arqueología Clasica*, Pegaso, Madrid.

CÁMARA, MARCIAL DE LA, *Tratado teórico y práctico de agrimensura y arquitectura legal*, Imprenta de Francisco Miguel Perillán, Valladolid, 1863.

CAMARERO BULLÓN, CONCEPCIÓN y FACI LACASTA, PILAR, *La estructura documental del Catastro de Patiño, según las Reglas Anexas al Real Decreto de 9 de diciembre de 1715*, Revista Catastro, abril, 2006.

CHOURQUER, GERARD y FAVORY, FRANÇOIS, *Archeologie Audjoud'hui, Les Arpenters Romains*, Editions Errance, París, 1992.

CONDAMINE, M de la, *Journal de voyage fait par ordre du roi, a l'Equateur, servant d'introduction historique a la Mesure de trois premiers degres du Meridien*, París, 1751.

COROMINA, JOAN, *Diccionario critico etimológico de la Lengua Española*, Editorial Gredos, Madrid, 1954.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA, *Pesas, Medidas y Monedas*, Servicio de Publicaciones Agrícolas, Madrid, hacia 1925.

DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO, *Equivalencias entre las pesas y medidas usadas antiguamente en las diversas provincias de España y las legales del Sistema Métrico Decimal*, Imprenta del la Dirección General del Instituto Geográfico y Estadística, Madrid, 1886.

DOMÍNGUEZ ORTIZ, ANTONIO, *Sociedad y Estado en el Siglo XVIII*, Ariel, Barcelona, 1976.

FERRER RODRÍGUEZ, AMPARO y GONZÁLEZ ARCAS, ARTURO, *Las Medidas de tierra en Andalucía*, Colección Alcabala del Viento, Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria y Ediciones Tabapress, Madrid, 1996.

GUTIÉRREZ CUADRADO, JUAN y PESET, JOSÉ LUIS, *Metro y Kilo. Sistema Métrico Decimal*, Ediciones Akal, S. A., 1997.

HERNÁNDEZ GIMÉNEZ, FÉLIX, *El Codo en la historiografía de la Mezquita de Córdoba*, Madrid, 1961.

KULA, WITOLD, *Las Medidas y los hombres*, Siglo veintiuno de España Editores S. A., 1980.

KINDER, HERMANN y HILGEMANN, WERNER, *Atlas histórico Mundial***, Ediciones Istmo, Madrid, 1971.

LAFUENTE, ANTONIO, *Una ciencia para el Estado: La expedición geodésica Hispano-Francesa al Virreinato del Perú (1734- 1743)*, Revista de Indias, julio-diciembre, 1983.

- *Retórica y experimentación en la polémica sobre la figura de la Tierra*, en II Centenario de Don Antonio de Ulloa, Escuela de Estudios Hispanoamericanos- CSIC, Sevilla 1995.

LLADÓS Y RIUS, MAGIN, *Sistemas Métrico-Decimal y Monetario Español, con las medidas de éste y las pesas y medidas de aquél, la equivalencia de todas con las antiguas del Principado de Cataluña*. Imprenta de los herederos de la Viuda Pla. Barcelona, 1868.

MATILLA GASCÓN, A., *La Única Contribución y el Catastro de Ensenada*, Servicio de Estudios de la Inspección General del Ministerio de Hacienda, Madrid, 1947.

MOSZYNSKI, K, *Cultura ludowa Stowian*, Cracovia, 1934.

NEBRIJA, ELIO ANTONIO DE, *Repetición Sexta sobre las Medidas*, Introducción, traducción y notas de Jenaro Costas Rodríguez, Ediciones Universidad de Salamanca, 1981.

NELSÓN, ROBERT, A, *El Sistema Internacional de Unidades*, traducción de C. A. García Casado, Madrid, 2000.

RUDORFF, A, *Instituciones Gromáticas*, Berlín, 1848, traducción al español de Gerardo Torres Diaz, Editorial Gráficas Sol, 1997.

RESINA SOLA, PEDRO, *Frontino, De Agrimensura, Opera histórica ad iurisprudentium exspectantia*, Universidad de Granada, 1984.

RUIZ ALMANSA, J., *Viaje a Simancas en busca del Catastro del Marqués de la Ensenada*, Madrid, 1946.

SALINAS ANGULO, IGNACIO Y BENITEZ PARODI, MANUEL, *Aritmética*, Imprenta de Eduardo Arias, Madrid, 1921.

SÁNCHEZ SALAZAR, FELIPA, *Medidas de superficie tradicionales y sus equivalencias con el Sistema Métrico Decimal*, Agricultura y Sociedad, núm. 49, (octubre-diciembre, 1988).

SÁNCHEZ VILLAJOS, MATHEO, *Estadal de Agricultura o Práctica del Primer Libro de Euclides*, Oficina de Antonio Marín, Madrid, 1744.

SANTACILLA, JORGE JUAN y ULLOA, ANTONIO, *Relación Histórica del Viage a la América Meridional hecho de Orden de S. Mag.*, Madrid, 1748.

SOROA, JOSÉ MARÍA DE, *Prontuario del Agricultor y del Ganadero*, Editorial Dosat, Madrid, 1953.

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS Y ESTADÍSTICA, *Catastro Inmobiliario Rústico. Estadísticas básicas por municipios, Año 1990*, Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, Madrid, 1991.

TEN, ANTONIO E., *El Sistema Métrico Decimal y España*, Arbor, noviembre-diciembre, 1989.

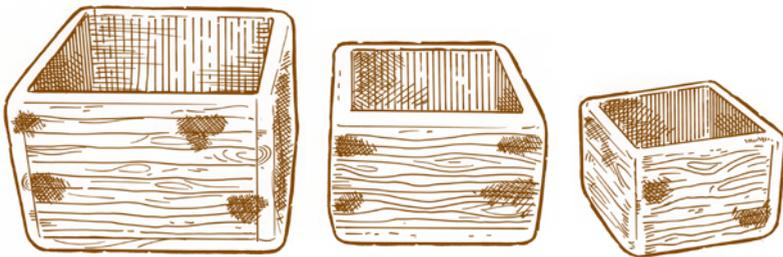
- *Medir el Metro. La historia de la prolongación del arco de meridiano Dunkerque-Barcelona, base del Sistema Métrico Decimal*, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia, Valencia 1996.

VALLVÉ BERMEJO, JOAQUÍN, Al-Andalus:

- *Sociedad e Instituciones*. Real Academia de la Historia, Madrid, 1999.
- *Notas de Metrología Hispano-Árabe. El Codo en la España Musulmana, Al Andalus, vol. XLI*. Madrid-Granada, 1976.
- *Notas de Metrología Hispano-Árabe II, Medidas de Capacidad, Al Andalus, vol. XLII*. Madrid-Granada, 1977.

VICENS VIVES, JAIME, *Historia General Moderna*, Montaner y Simón S. A., Barcelona, 1952.

*Índice de medidas,
pesos y monedas*



Índice de medidas, pesos y monedas

| | |
|---------------------|---|
| Acetabulum | 40 |
| Actus | 28, 38, 39 |
| Adarme | 53,103,134 |
| Alanzada | 96 |
| Almud | 43, 46, 50, 82, 86, 112, 123, 130 |
| Almud grande | 47 |
| Almud legal | 46 |
| Almuden | 123 |
| Almudí | 47 |
| Alquer | 47 |
| Alquez | 124 |
| Amperio | 203 |
| Ámphora | 36, 39 |
| Anega | 78, 94 - 97, 115 |
| Anega Ardikua | 135 |
| Anega de marco real | 78 |
| Anega de sembradura | 96 |
| Ánfora | 33, 36, 39, 40 |
| Aranzada | 24, 29, 63 - 66, 69, 70 - 73, 75, 76, 86 - 88, 112, 220, 225, 229 |
| Arda | 45 |
| Argenso | 134, 135 |
| Arienzo | 135 |
| Armiña | 123, 124 |
| Arrate | 48 |
| Arralde | 135 |
| Arroba | 22, 43, 46, 47, 53, 107, 109, 112, 122 - 124, 134, 135, 222 - 229 |
| Arrobeta | 122 |
| As | 40, 41, 42 |
| Azumbre | 43, 47, 103, 106, 122, 123, 125 |
| Ba´ | 45 |
| Barchela | 62 |
| Barchilla | 125, 130, 131 |



| | |
|-------------------|--|
| Barid | 45 |
| Barril | 125 |
| Barrilón | 122, 125 |
| Barulla | 112 |
| Bes | 40, 42 |
| Bipedalia | 41 |
| Bot | 125 |
| Braza | 27, 37, 42, 44, 106, 110, 112 |
| Cable | 106 |
| Cadil | 193 |
| Cafiz toledano | 48, 77, 142 |
| Cahíz | 46-48, 50, 77, 106, 111, 113, 129-131 |
| Cahíz cordobés | 48 |
| Cahizada | 113 |
| Cana | 56, 102, 110 |
| Cana cuadrada | 221 |
| Candela | 202, 203 |
| Cántara | 43, 46-48, 122, 123, 126, 143, 222 |
| Cántara de Toledo | 106 |
| Cántaro | 122, 123, 126 |
| Caña | 18, 45, 49, 51, 52 |
| Cañada | 126 |
| Cañado | 123, 126 |
| Carga | 29, 46, 48, 113, 122, 126, 131, 134, 136 |
| Carretada | 131, 136 |
| Cavadura | 29, 113 |
| Celemín | 24, 43, 46, 48, 50, 62, 63, 65, 66, 68, 73, 74, 106, 109, 111, 113, 129, 130 |
| Centuria | 30, 39 |
| Charge | 29 |
| Chebel | 38 |
| Chiquito | 127 |
| Choenix | 39, 40 |
| Chus | 40 |
| Cinquena | 123, 127 |
| Codo | 24, 37, 41 - 45, 51, 52 |
| Codo de Guadix | 44, 45 |
| Codo de ribera | 43, 45, 106 |

| | |
|-----------------------------|--|
| Codo de ribera castellano | 44 |
| Codo geométrico castellano | 44 |
| Codo geométrico común | 44 |
| Codo mamuní o negro | 44 |
| Codo mayor morisco | 44 |
| Codo mediano morisco | 44, 45 |
| Codo musulmán | 44 |
| Codo rassasí de 32 dedos | 44, 45 |
| Codo rassasí de Córdoba | 44, 52 |
| Codo rassasí de Ibn Luyun | 44 |
| Codo rassasí de tres palmos | 44 |
| Codo real | 37, 45, 52 |
| Codo real de Castilla | 44 |
| Conca | 113, 131 |
| Congius | 40 |
| Cop | 131 |
| Copa | 127 |
| Copín | 131 |
| Cortín | 122, 127 |
| Cótila | 40 |
| Cuarta | 51, 102, 106, 110, 112, 113, 127, 131 |
| Cuartal | 113, 131 |
| Cuartán | 122, 127, 129, 130, 131 |
| Cuartera | 109, 112, 114, 127, 129, 130, 131 |
| Cuartero | 114 |
| Cuartés | 122 |
| Cuartilla | 106, 122 |
| Cuartillo | 103, 104, 106, 109, 111, 122, 123, 129 |
| Cuartín | 127 |
| Cuarto | 104, 134 |
| Cuarto de sembradura | 114 |
| Cubitum | 37 |
| Cubitus | 41 |
| Cuerda | 38, 45, 65, 78, 79, 81, 100, 120 |
| Culleus | 40 |
| Curtón | 102 |
| Cyathus | 40 |
| Decempeda | 37, 42 |



| | |
|--------------------------|---|
| Décima | 104 |
| Dedo | 27, 37, 41, 42, 44, 110 |
| Deuns | 40, 41 |
| Deunx | 42 |
| Dextans | 40, 41, 42 |
| Día de aradura | 29, 114 |
| Día de bueyes | 29, 114 |
| Diaulus | 38 |
| Digitus | 27, 37, 41 |
| Doble sela | 42 |
| Doblón de cuatro escudos | 104 |
| Doblón de dos escudos | 104 |
| Doblón de Isabel | 104 |
| Doblón de ocho | 104 |
| Docena | 136 |
| Dodrans | 37, 40, 42 |
| Dolichos | 38 |
| Dracma | 53, 103, 107, 134 |
| Durillo de aumento | 104 |
| Duro de plata | 103 |
| Embelga | 114 |
| Erralde | 136 |
| Esca | 132 |
| Escrúpulo | 103, 107 |
| Escudo | 103 |
| Espitameos | 37 |
| Estacal | 85 |
| Estadal | 18, 32, 44, 45, 49, 50-52, 63, 64, 67, 75, 81, 109, 111, 115 |
| Estadal cuadrado | 45, 75, 79, 80, 81 |
| Estadal general | 93, 94, 95, 97 |
| Estadal real | 93, 94, 96 |
| Estadio | 38, 42, 100 |
| Estado | 37 |
| Fanega | 24, 29, 32, 43, 44, 46, 48, 50-52, 62-73, 76-78, 80, 81, 83, 84, 91, 106, 109, 111, 115 - 118, 129, 130, 132, 135 |
| Fanega de cuerda | 52, 78, 79 |

| | |
|----------------------|---|
| Fanega de marco real | 77, 78, 118 |
| Fanega de páramo | 117 |
| Fanega de puño | 62-64, 78, 79, 116, 118 |
| Fanega de sembradura | 62, 65, 75, 79, 116 |
| Fanegada | 115, 116 |
| Fanegada de puño | 115, 116 |
| Fanegada de tierra | 116 |
| Fangada | 57, 102 |
| Faniqa | 43, 48, 77 |
| Ferrado | 109, 112, 118, 130, 133, 220 |
| Funis | 38 |
| Galín | 118 |
| Golde | 118 |
| Grado | 42, 99, 100, 101 |
| Gradus | 41 |
| Grano | 27, 103 |
| Gressus | 36, 37 |
| Hoces de poda | 82 |
| Halda | 136 |
| Hanega | 76, 112, 115, 118 |
| Hanegada | 113, 115, 116, 118 |
| Haz | 118 |
| Hemina | 40, 109, 111, 113, 114, 119, 133, 136 |
| Heredium | 30 |
| Herrada | 127 |
| Himl | 46 |
| Huebra | 24, 29, 68, 82, 119 |
| Iugerum | 28, 39, 46 |
| Jornal | 29, 57, 58, 102, 111, 112, 113, 119 |
| Jornal de Rey | 102 |
| Jugada | 119 |
| Juguerum | 28 |
| Kayl, al- | 47 |
| Kelvin | 202, 203 |
| Kilate | 28 |
| Kilogramo | 23, 105 |
| Legua | 45, 51, 97, 99, 100, 106, 110, 111, 119 |
| Legua de línea | 96 |



| | |
|-----------------------------|---|
| Legua española | 45, 96 |
| Legua legal | 16, 96, 97, 119 |
| Legua legal a los regatones | 96, 97 |
| Legua marina | 106 |
| Libra | 46, 47, 50, 53, 103, 107, 122, 134, 136 |
| Ligne | 193 |
| Línea | 32, 51, 106 |
| Lycus | 42 |
| Mallal | 122, 128 |
| Manila | 48 |
| Maquila | 48 |
| Maquilo | 133 |
| Maravedí | 104 |
| Marco | 32, 50, 53, 103, 107 |
| Marco del Consejo de Cast. | 53, 107 |
| Margal | 95 |
| Marjal | 24, 43, 45, 62, 65, 67, 70, 71, 74, 75, 119 |
| Media décima | 104 |
| Media fanega | 32, 52, 106, 132, 135, 144, 223, 224, 226 - 229 |
| Media libra | 53, 107 |
| Media onza | 104 |
| Media peseta columnaria | 104 |
| Media-sela | 42 |
| Medidera | 208 |
| Medimno | 39 |
| Medimnum | 39 |
| Medimno mayor | 39 |
| Medio cahíz | 48, 77 |
| Medio paso | 37 |
| Medio pie | 42 |
| Medio real | 104 |
| Mesura | 120, 122, 128 |
| Micheta | 128 |
| Miedro | 128 |
| Milia Passum | 41 |
| Milla | 37, 38, 41, 42, 45, 100, 106 |
| Milliarum | 38 |
| Mitadella | 122, 128 |

| | |
|-----------------|------------------------------------|
| Modio | 39 |
| Modius | 33, 39, 46 |
| Mojada | 102, 120 |
| Mol | 202, 203 |
| Mole | 203 |
| Moyo | 46, 106, 122, 123, 128, 142, 143 |
| Mudd Kabir | 47 |
| Mudd, al- | 43, 46 |
| Mudd, al-Nabi | 46 |
| Mudí, al- | 47 |
| Mujada | 56 |
| Mundina | 102, 120 |
| Myxtrum | 40 |
| Nietro | 122, 128 |
| Óbolo | 103 |
| Obrada | 29, 44, 62, 65-68, 70, 73, 74, 120 |
| Obrero | 28 |
| Obrero de viña | 29, 120 |
| Ochava | 46, 107 |
| Ochavo | 104, 129 |
| Octavo | 86 |
| Odre | 122, 128 |
| Olla | 123, 128 |
| Onza | 37, 40, 41, 47, 53, 103, 107 |
| Onza de oro | 104 |
| Orgía | 37 |
| Orgyia | 37 |
| Palaestes | 37 |
| Palmipes | 41 |
| Palmo | 27, 37, 41, 110 |
| Palmo cuadrado | 110 |
| Palmus | 27, 37, 41 |
| Palo | 79 |
| Panilla | 122, 128, 222 |
| Parasanga | 38, 45 |
| Paso | 25, 27, 36, 37, 41, 42, 45 |
| Paso geométrico | 99 |
| Paso ordinario | 44 |

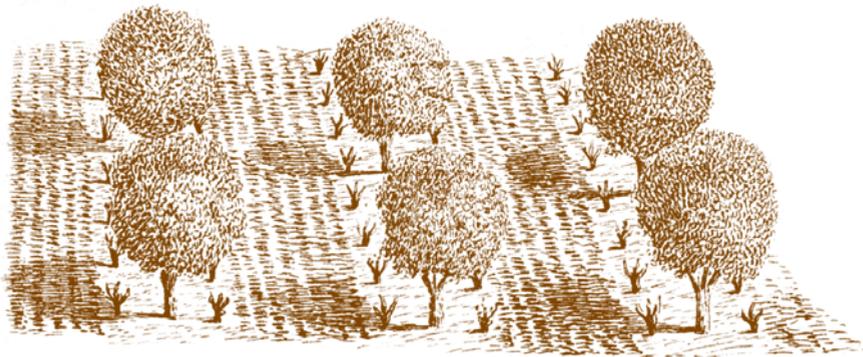
| | |
|-------------------|----------------------------------|
| Passum | 41 |
| Passus | 37 |
| Patricón | 128 |
| Pechys | 37 |
| Pedalia | 41 |
| Pellejo | 122, 128 |
| Peonada | 29, 30, 68, 82, 120 |
| Peones de corte | 82 |
| Pértiga | 42 |
| Pes | 27, 36 |
| Peseta | 99, 104 |
| Peseta columnaria | 104 |
| Picotín | 102, 112, 120 |
| Pie | 25, 27, 36-42, 50, 105, 109, 110 |
| Pie burgalés | 100 |
| Pie geométrico | 100 |
| Pie romano | 42 |
| Pinta | 123, 128, 193 |
| Pipa | 122, 128 |
| Pluma | 16, 102 |
| Porca | 42, 57, 102, 120 |
| Porrón | 122 |
| Posta | 45 |
| Pulgada | 44, 51, 106, 109, 180 |
| Punto | 51, 106 |
| Qadab | 43, 46, 47 |
| Qafiz | 43, 46, 47 |
| Qariz | 47 |
| Qasaba | 18, 49, 51 |
| Quadrans | 40, 42 |
| Quadrantal | 33, 36, 39 |
| Quantal | 137 |
| Quartan | 131 |
| Quartera | 56, 57, 114 |
| Quilate | 28, 103, 107 |
| Quincus | 40 |
| Quinquinx | 42 |
| Quintal | 43, 53, 107, 134, 137, 143 |

| | |
|-----------------|------------------------------|
| Qur'a | 45 |
| Ralde | 138 |
| Real | 104 |
| Real columnario | 104 |
| Real de vellón | 104 |
| Robada | 121, 220 |
| Robo | 130, 133 |
| Rótulo | 122, 129 |
| Sahm | 45 |
| Saltus | 30 |
| Schoenos | 38 |
| Scrupulum | 38 |
| Segundo | 150, 151, 170, 203, 204, 205 |
| Sel | 121 |
| Sela | 42 |
| Selibra | 39 |
| Semis | 40, 42 |
| Semodius | 33, 39 |
| Semuncia | 39 |
| Septuns | 40, 41 |
| Septunx | 42 |
| Sescuncia | 40, 42 |
| Seste | 133 |
| Sextans | 42 |
| Sextarii | 33 |
| Sextarius | 33, 39 |
| Sextula | 41 |
| Sicilicus | 37, 38 |
| Sicilius | 37 |
| Silicua | 103 |
| Spithama | 37 |
| Stadium | 37 |
| Stadius | 37 |
| Stathmos | 38 |
| Statura | 38 |
| Status | 38 |
| Suelo | 121 |
| Suerte | 45, 121 |



| | |
|--------------------------|--|
| Tahúlla | 24, 43, 45, 62, 75, 121 |
| Tahwila | 43 |
| Tamaní | 48 |
| Taulla | 95 |
| Taza | 85 |
| Tega | 121, 133 |
| Toesa | 109 |
| Toise | 152 |
| Tomín | 53, 107, 134 |
| Tonelada | 53, 107, 129, 134, 138 |
| Tonelada de arqueo | 106, 212 |
| Triens | 40 |
| Trinas | 42 |
| Tumn, al- | 43, 47 |
| Ulna | 27, 37 |
| Unada | 208 |
| Unal | 208 |
| Uncia | 40, 42, 44 |
| Unera | 208 |
| Vara | 18, 32, 51, 52, 62, 71, 79, 86, 100, 106, 109, 110 |
| Vara castellana cuadrada | 51, 52 |
| Vara cuadrada | 222-229 |
| Vara de Burgos | 18, 32, 43, 44, 49, 51, 61, 100, 109, 119 |
| Vara de Castilla | 43, 44 |
| Vara de Toledo | 44, 51 |
| Vasana | 56 |
| Versus | 42 |
| Vesana | 102, 111, 121, 221 |
| Vncia | 40 |
| Yarda | 121 |
| Yugada | 28-30, 38-40, 42, 46, 118, 121 |
| Yunta de olivos | 121 |
| Zawy | 46 |

Índice Onomástico



Índice Onomástico

| | |
|-----------------------------------|---|
| Abdón, Ibn | 31 |
| Adams, John Quincy | 199 |
| Aeneae | 191 |
| Alder, Ken | 33, 148, 151, 171, 174, 175, 180, 182, 186, 187, 189, 190, 192, 193, 198, 199, 201, 235 |
| Alejandro Magno | 25, 141 |
| Alfonso X | 25, 47, 48, 51, 77, 141, 142 |
| Alfonso XI | 25, 43, 49, 51, 53, 141, 143 |
| Álvarez, Alferéz | 177 |
| Arago | 168, 169 |
| Araujo | 158 |
| Arbogast | 33 |
| Arteaga Solsona, Francisco Javier | 204, 235 |
| Austria, Archiduque de | 56 |
| Baboeuf | 185 |
| Baeyer, Johann Jacob | 201 |
| Balbo | 191 |
| Barrás | 187 |
| Basas Fernández, Manuel | 43, 235 |
| Bellet | 189 |
| Beltrán Martínez, A. | 41, 42, 235 |
| Benitez y Parodi, Manuel | 105, 237 |
| Bertholet | 185 |
| Besnier Romero, Luis | 77, 235 |
| Biot | 168-170 |
| Bonaparte, Luciano | 187 |
| Bonaparte, Napoleón | 186, 187, 191, 194, 196, 197, 201 |
| Borda, Jean-Charles de | 148-152, 171, 172, 177, 178, 180, 181, 185, 189, 191, 193 |
| Bougainville, Luois-Antoine | 190 |
| Boureaux de Pussy | 33 |
| Bourguer | 157, 158, 164 |
| Bouvard | 168, 169 |
| Bradley, James | 181 |
| Brisson | 180, 185, 191 |
| Budgge, Thomas | 192, 201 |



| | |
|--|--|
| Bueno, Agustín | 181 |
| Cahmpeaux | 155 |
| Caille, Abaite La | 155 |
| Calon, Etienne-Nicolás | 185, 186, 187 |
| Cámara, Marcial de la | 213, 214, 215, 235 |
| Camarero Bullón, Concepción | 56, 58, 235 |
| Camus | 166 |
| Carlomagno | 33, 141, 145 |
| Carlos II | 56 |
| Carlos III | 156 |
| Carlos IV | 25, 32, 51, 52, 77, 111, 115, 143, 144 |
| Cassini I, Giovanni Domenico | 154 |
| Cassini II, Jacques | 154 |
| Cassini III de Thury, César-François | 152, 155, 176, 180 |
| Cassini IV, Jean-Domenique | 152, 171, 172, 174, 195 |
| Cassini, Los | 154, 155, 165, 166, 171 |
| Celsius | 23, 166 |
| Chaix, José | 167, 168 |
| Chouquer, Gérard | 42 |
| Cicerón | 39 |
| Ciscar, Gabriel de | 18, 32, 144, 191, 192, 207, 208, 210 |
| Clairaut | 166 |
| Colbert | 154 |
| Columela | 38, 39 |
| Condamine, La | 157, 158, 162, 163-165, 207, 235 |
| Condorcet, Marie-Jean-Antoine-Nicolás Caritat de | 33, 148-150, 184, 188, 189 |
| Corominas, Joan | 76 |
| Coulomb | 149, 180, 185, 191 |
| Couplet | 157 |
| Couthon | 184 |
| Danton, Georges-Jacques | 177 |
| Darcet | 191 |
| Delambre, Jean Baptiste-Joseph | 17, 148, 149, 152, 167, 168, 172-180, 185-192, 195, 201, 207 |
| Descartes, René | 154 |
| Enrile, Pascual | 167 |

| | |
|-------------------------|--|
| Enrique II | 145 |
| Ensenada, Marqués de la | 18, 55, 59, 93, 156, 163, 237 |
| Eratóstenes | 153 |
| Esteveny | 185 |
| Estrabón | 38 |
| Fabbrini | 191 |
| Faci Lacasta, Pilar | 56, 58, 235 |
| Fahrenheit | 23 |
| Fauchet | 199 |
| Favory, François | 42, 235 |
| Federico II | 142 |
| Federico II de Prusia | 166 |
| Felipe II | 25, 45, 52, 141, 143, 144 |
| Felipe V | 55, 56, 59 |
| Fernandez Justo | 30 |
| Fernando III | 49 |
| Fernando IV | 60 |
| Ferrer Rodríguez, A. | 18, 28, 30, 32, 41, 49, 50, 53, 61, 73, 75-78, 144, 237 |
| Filipo de Macedonia | 25, 141 |
| Folkes | 164 |
| Fouché | 187 |
| Franchini | 191 |
| Francisco I | 141, 145 |
| Galileo | 23, 149, 150 |
| Godin de Desodonnais | 157 |
| Godin, Louis | 155, 157, 162, 164 |
| Godoy | 167 |
| González Arcas, A. | 18, 28, 30, 32, 41, 49, 50, 53, 61, 73, 75, 76-78, 144, 237 |
| González, José | 177, 181 |
| Guillermo I | 197 |
| Gutiérrez Cuadrado, J. | 32, 179, 208, 209, 214, 237 |
| Hamilton | 30 |
| Haüy | 180, 185, 191 |
| Herbert | 184 |
| Herodoto | 37, 38 |
| Hilgemann, Werner | 186, 236 |



| | |
|----------------------------------|---|
| Hontalba y Arce, Pedro de | 59 |
| Huguet | 157 |
| Humboldt, Alexander | 190 |
| Ibáñez e Ibáñez de Ibero, Carlos | 202, 207 |
| Isabel II | 198, 209, 210, 221 |
| Iván el Terrible | 141 |
| Jaime I | 51, 142 |
| Jefferson, Thomas | 149, 150, 152, 198 |
| Jorge III de Inglaterra | 25 |
| Josefo, Flavio | 21 |
| Juan II | 25, 141, 143 |
| Juan y Santacilla, Jorge | 156, 163, 237 |
| Jussieu | 156, 164 |
| Kinder, Hermann | 186, 236 |
| Kula, Witold | 21, 23-25, 27-29, 33, 34, 141, 145-148, 188, 197, 198, 236 |
| La Fayette | 176 |
| Lagrange | 149, 150, 180, 185, 191 |
| Lalande, Joseph-Jerôme | 149, 152, 175, 176, 187, 190 |
| Laplace, Pierre-Simón | 148-150, 152, 153, 167-170, 180, 185, 189, 191 |
| Larevellière | 187 |
| Lavoisier, Antoine-Laurent | 148, 149, 180, 184 |
| Lefevre-Gineau | 191 |
| Legendre, Andrien-Marie | 148, 152, 167, 171, 173, 185, 191, 192, 195 |
| Leibniz | 33 |
| Lenoir, Etienne | 172, 173, 177, 189, 193, 207 |
| Lladós y Rius, Magín | 96, 99, 101, 236 |
| Luis XIV | 25, 56 |
| Luis XVI | 173, 178, 181 |
| Luis XVIII | 196 |
| Luyun, Ibn | 44, 52 |
| Maldonado, Pedro Vicente | 164 |
| Marat, Jean-Paul | 177 |
| Martín V | 35 |
| Mascheroni | 191 |
| Mathieu | 168, 169 |
| Matilla Gascón, A. | 56, 59, 236 |
| Maupertuis, Pierre Moreau | 17, 166 |

| | |
|--|---|
| Maurepas | 155 |
| Mechain, Pierre-François-Andre | 17, 148, 149, 152, 167, 168, 171-183, 185-195, 201, 207 |
| Mendoza y Rios, José | 18, 144, 150, 167, 177, 181, 193, 207 |
| Mersenne | 145 |
| Meussnier | 173, 174 |
| Miller, John Riggs | 149, 150 |
| Mirabeau | 33 |
| Moliner, María | 18, 31, 45, 82, 208 |
| Monge | 173, 174, 180, 185 |
| Morainville | 157 |
| Moszynski, K. | 24, 236 |
| Moutou, Gabriel | 145 |
| Mudge, Coronel | 169 |
| Multedo | 191 |
| Muqaddasi, al | 48, 77 |
| Napoleón III | 201 |
| Nebrija, Elio Antonio de | 25, 28, 35, 36, 41, 42, 236 |
| Nelson, Robert A. | 203, 205 |
| Nepote, Cornelio | 39 |
| Newton, Isaac | 153-155, 165, 166 |
| Oriani, Barbera | 186 |
| Outhier, Abate | 166 |
| Patiño y Rosales, José | 55, 56, 58, 59, 156, 157, 235 |
| Pedrayes, Agustín | 144, 191, 207, 210 |
| Pedro el Grande | 142 |
| Peset, J. L. | 32, 179, 208, 209, 214, 236 |
| Picard, Jean | 153, 171 |
| Planez, José | 177, 181 |
| Plinio | 29, 37, 38, 40 |
| Prieur-Duvernois, Claude-Antoine, “Prieur de la Côte-d’Or” | 179, 185 |
| Prisciano | 36, 39, 40 |
| Protágoras de Abdera | 27 |
| Prouy | 185, 191 |
| Pussy, Bureaux de | 33, 149, 195 |
| Randón, José | 209 |
| Reamur | 23 |

| | |
|------------------------------------|--|
| Reubell | 187 |
| Ricardos, General | 182,184 |
| Richer, Jean | 153 |
| Robespierre, Maximiliano | 179, 184, 185 |
| Rodríguez González, José | 168 |
| Roland, Jean-Marie | 173 |
| Romme, Gilbert | 194 |
| Ros y Renart | 209 |
| Roy, General | 170 |
| Ruiz Almansa, J. | 58, 237 |
| Saint-Just | 184 |
| Salinas y Angulo, Ignacio | 96, 105, 237 |
| Salvá, Doctor | 182 |
| San Gregorio Magno | 23 |
| Sánchez Salazar, Felipa | 24, 28, 77, 237 |
| Sánchez Villajos, Matheo | 16, 19, 21, 50, 78, 93, 96, 97, 115, 119, 237 |
| Sartine, Antonio | 56, 58 |
| Senierges | 157 |
| Snell, Willebrod | 171 |
| Somodevilla, Zenón de | 59 |
| Swiden, Jean Hendrik van | 191, 195, 207 |
| Talleyrand, Charles-Maurice | 33, 149, 150, 152, 184, 187-189, 191, 195, 197, 198 |
| Ten Ros, Antonio | 17, 50, 148, 150, 152, 166, 167, 169, 171, 181, 185, 191, 193, 194 |
| Tillet | 149 |
| Tofiño de San Miguel | 18 |
| Trallès | 191 |
| Tranchot, Jean-Joseph | 177, 181, 182, 185, 188-190 |
| Ulloa y de la Torre Giral, Antonio | 17, 18, 154, 156, 158, 162-164, 236 |
| Valdés, Antonio | 181, 193 |
| Vallvé Bermejo, Joaquín | 43, 44, 46, 49, 51, 52, 74-77, 115, 142, 144, 237 |
| Vandesmonde | 180 |
| Varas, Francisco de | 156 |
| Varrón | 28, 38, 39, 41 |
| Vasalli-Eaudi, A-M | 191, 197 |
| Vázquez Queipo | 209 |
| Verguin | 157 |

| | |
|---------------------------|--------------------|
| Vicens Vives, Jaime | 179, 184, 187, 237 |
| Villagarcía, Marqués de | 158 |
| Voltaire, François-Marie | 159, 166 |
| Washington, George | 149, 198 |
| Yayyab, Ibn al | 45-47 |
| Yubayrn, Ibn | 44, 52 |
| Zabala y Auñón, Miguel de | 59 |



Colofón

Esta edición de “Estadal, una aproximación al universo de la Mensura”, se terminó de imprimir el día 13 de diciembre de 2009, festividad de Sta. Lucía, pasando a formar parte de la colección El Arado y la Red.

