

# IBERICA

EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS Y DE SUS APLICACIONES

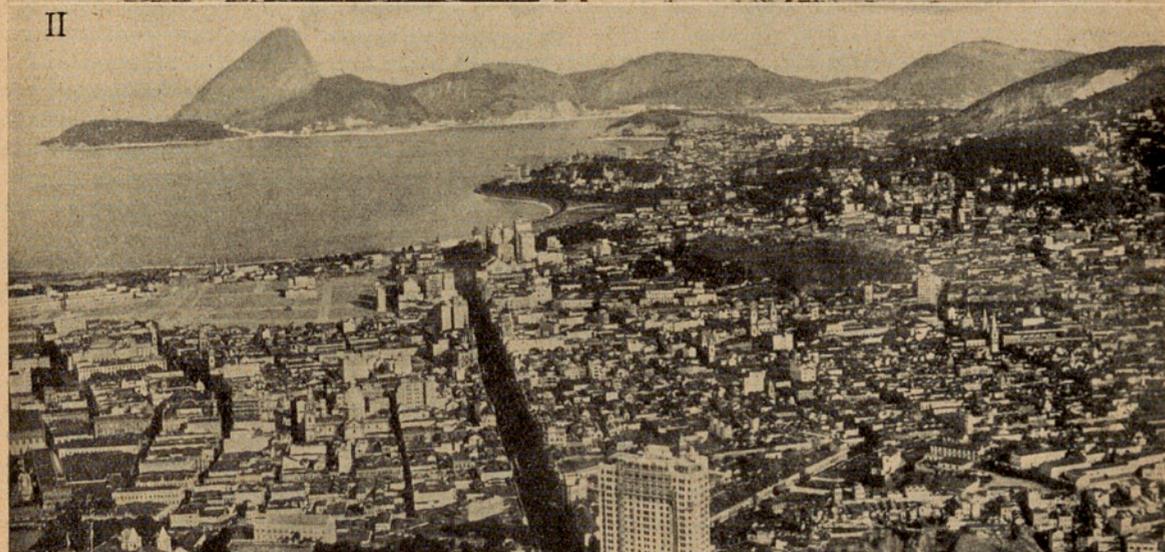
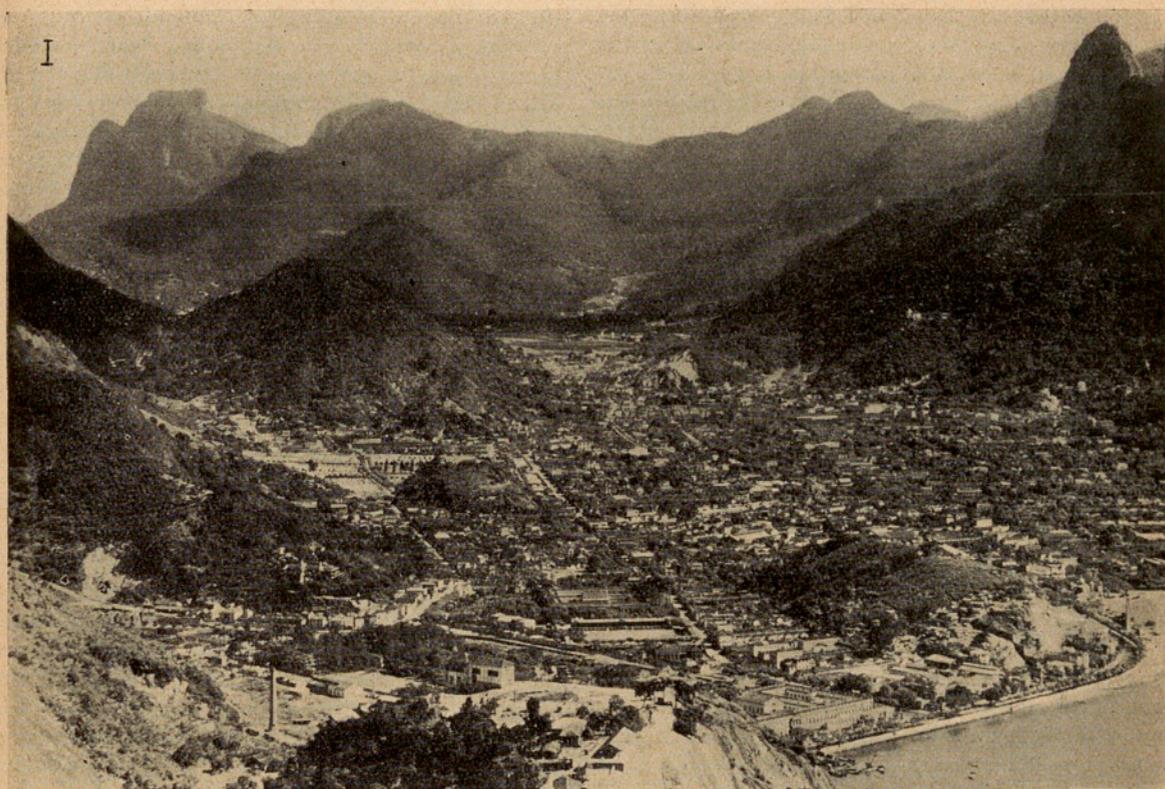
REVISTA SEMANAL

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN: PALAU, 3 - APARTADO 143 - BARCELONA

AÑO XVIII. TOMO 1.º

9 MAYO 1931

VOL. XXXV. N.º 877



Río Janeiro, la admirable capital del Brasil, edificada entre unas pintorescas montañas próximas (I) y la panorámica bahía (II)  
(Véase el art. de la pág. 292)

## Crónica hispanoamericana

### España

**El mecanismo de la visión y la pintura (\*).**— Hace unos meses, paseaba yo un día por nuestra magnífica Exposición. Contemplaba, con la admiración de siempre, los efectos mágicos del agua y la luz, y el pensamiento sin rumbo vagaba en consideraciones sobre las obras de la cultura y de la civilización a través de las edades. Pensaba en esas grandes obras realizadas por los pueblos, que han servido de pináculo a las grandes épocas, y en el hecho de que su importancia radica única y exclusivamente en el espíritu que las ha animado. Y, consecuente con mi ideología y con mi profesión, me preguntaba hasta qué punto aquella masa de público, que se entusiasma ante la magia del agua policroma, podría llegar a alcanzar el sentido físico de las sensaciones de color que percibía su retina, y podría, sobre todo, asimilarse lo que en nuestra civilización significa, lo que sabemos y lo que podemos hacer con este agente—sin el que, como dice Rostand, las cosas no serían más que lo que son—: la luz.

Y cuando estaba precisamente en este orden de consideraciones, mis pasos sin rumbo me llevaron a este local de la Exposición de la Luz, en el que—me da vergüenza decirlo—no había estado todavía.

Este palacio fué para mí una revelación insospechada que venía precisamente a llenar ese vacío de teoría, de espíritu interno, de sentido íntimo de las cosas que en mis reflexiones encontrara a faltar.

Yo he sido siempre un preocupado por la luz en su sentido físico. Y, al decir luz, hago extensivo este concepto, aunque parezca paradójico, a la luz que no se ve, es decir: a todas las radiaciones. El problema de la luz es, en sí, un problema tan arduo, que me atreveré a decir que el haber tomado una posición en él, y hoy día no cabe otra que la que la Física moderna nos impone con la Mecánica ondulatoria esencialmente relativista, equivale a haber adoptado una posición filosófica, tan definida, por lo menos, como cualquier dogma escolástico. Por esto el concepto que los pueblos han tenido de la luz—concepto físico, concepto filosófico, que quizás aquí vienen a concluirse—ha sido una medida de su progreso espiritual. Todo lo que se relaciona con la luz, tiene algo de trascendente. Esto parece que el hombre lo ha previsto siempre. Los grandes pensadores de la Humanidad han sido los grandes preocupados por la luz. Platón, Arquímedes, aquellos sabios de Bizancio que discutían sobre la naturaleza de la luz increada, mientras los turcos asaltaban la ciudad, el gran genio de Occidente, Goethe, todos preveían que la luz entraña en sí todos los misterios. Tan sólo hoy día, después de Einstein y

Planck, sabemos el motivo físico de ello. Hasta hoy, no hemos sabido con exactitud cuál era la constante universal que en sí encerraba la luz.

Pero lo bonito y, por decirlo así, elegante de ella es que, mirado por otro lado, el problema de la luz presente un aspecto aparentemente fácil, accesible, que es el problema de sus aplicaciones y manifestaciones. La luz parece, por decirlo así, que tenga la amabilidad de presentársenos bajo aspectos múltiples, dejándose en todos ellos observar y medir a nuestro placer. Diríamos, prosiguiendo el simil, que está tan segura de lo inabordable de su hermético secreto, que se complace en darse a todos con ese aspecto aparentemente trivial de la democrática policromía. En esto y en el género gramatical la luz es femenina. Estos problemas de dos filos—uno bonachón, fácil, trivial, de aplicación inmediata, y otro agudo, cortante, dirigido como una saeta a las cumbres más ásperas y elevadas de lo trascendente—tienen para mí un atractivo inmenso. Una dama, a mediados del siglo XVII, hacía en un salón elegante una pregunta coqueta a Pascal, y de este nimio incidente salió nada menos que el Cálculo de probabilidades, ese Cálculo de probabilidades que es precisamente uno de los auxiliares más valiosos en la investigación de las radiaciones.

No he de detenerme más en este prólogo, pues todos han comprendido que he querido decir con él, que la primera vez que penetré en esta Exposición de la Luz, sentí colmado un deseo muy íntimo: me encontré, por decirlo así, con el soñado palacio de los cuentos de hadas, con la cámara principio de las inmensas pirámides, con el rincón perdido del Templo, en que se mantiene y vivifica el espíritu que mueve moles de agua y de luz.

Es, pues, excusado decir que acepté gustoso el alto honor de hablar un poco de la parte de la luz cuyo aspecto físico es menos árido, que es el que se relaciona con el arte, en este caso, con la pintura. Pero conste que, antes de hacerlo, me complazco en rendir un tributo de admiración y cortesía a los señores que han sabido llevar a buen término esta Exposición de Luz, que encierra en sí muchísimo más de lo mucho que ya aparece a simple vista y cuyos frutos culturales y prácticos no dudo de que serán inmensos para nuestro país.

Hay un contraste entre la música y la pintura, que llama la atención de todo aquél que, cultivando o apreciando ambas bellas artes, posee, aunque no sea más que elementales conceptos de Física. En efecto: el músico construye su obra basándose en un elemento: la nota. El pintor la suya basándose en otro: el color. Armonías, melodías: combinaciones de notas. Matices, sombras: combinaciones de color, de luz. Y así, ambas bellas artes crean sus obras, buscando la reacción de estas combinaciones en el tímpano o la retina, teniendo en cuenta la sensibilidad limitada de ambos órganos para un número de vibraciones, comprendido en los dos casos entre

(\*) Resumen de la Conferencia (del ciclo organizado por el Comité de Luminotecnia) dada por don Miguel Masriera Rubio, en el «Palacio de la Luz» de la Exposición de Barcelona.

límites muy estrechos de la escala de vibraciones longitudinales del aire o transversales del éter físico, o lo que en la Ciencia moderna lo sustituya.

Pero, entre la nota y el color, hay una diferencia, y es que, mientras la primera está perfectamente definida por valores físicos, el segundo no lo está. O mejor dicho, no lo estaba hasta hace unos pocos años en que Guillermo Ostwald ha intentado su primera sistematización.

Y claro está que, en un país tan dado a la especulación teórica con los valores de la cultura, como es Alemania, se ha atribuido a esta sistematización un valor, en la historia de la pintura, que no tenemos empeño en negar ni en poner de relieve. Querría tan sólo poner al alcance de todos el estado actual de la cuestión, mostrando lo que hoy día puede decir el físico al pintor, sobre el color que este maneja, que no haya podido decirle ya el físico de otras épocas.

Aunque parezca extraño, la teoría de los colores, que en los siglos XVII y XVIII fué una de las primeras preocupaciones de la Física naciente, era todavía, a principios del actual, un bosque casi virgen.

Se conocían, claro está, por un lado, los hechos empíricos sobre la mezcla y combinación de colores que el pintor de brocha gorda observa en su pote; y se sabía también, por el otro, que la escala de los colores corresponde, del rojo al violeta, pasando por la conocida gama del espectro, a diferencias de longitud de onda sin solución de continuidad, en las llamadas vibraciones electromagnéticas. Pero de esto a tener una sistematización y, sobre todo, una manera de designar específicamente a los colores, va un trecho muy largo. Es decir: un compositor neoyorquino bastará que mande las notas de una sinfonía suya, para que cualquier director pueda interpretarla; pero un pintor no puede dar a conocer a nadie por medio de números, es decir: datos físicos estrictos como son las notas, el tono del azul del cielo o del mar, de una marina que haya pintado. Y eso quizá explica el que, así como en arte ha habido una época que ha sido la época de la música, que es la actual, no ha habido ninguna época característica de la pintura, aunque hayan existido siempre artistas aislados, dotados de sensibilidad especial para los efectos del color. Pero una cultura de éste, en el sentido estricto de la palabra, no podía existir, porque no ha existido el elemento primordial de toda cultura: la posibilidad de transferencia.

Es curioso el que este problema haya preocupado tanto a los genios universales. Aristóteles, por ejemplo, nos dice: «Los colores elementales son los que acompañan a los elementos: fuego, aire, tierra y agua. El aire y el agua son, por su naturaleza, blancos; pero el fuego y el sol son amarillos. La tierra también es originariamente blanca, pero aparece de múltiples colores por estar tintada. Esto se hace patente en la ceniza; pues, tan pronto como la tierra pierde la humedad, que es la causa de la tintura, aparece otra vez blanca o, mejor dicho, gris, pues

toma otra vez algo del humo, que es negro. Por igual motivo es amarilla la lejía, o sea, porque hay algo flamígeno y negro que tiñe el agua.» Es de notar en éste, como en casi todos los pasajes del filósofo, la convincente sagacidad que emplea en la búsqueda de causas y efectos, lo que, sin duda, explica la influencia avasalladora que tuvieron sus teorías cosmológicas hasta el Renacimiento.

Goethe nos da un interesantísimo y concienzudo resumen de cuanto hasta él sobre la luz y los colores se había dicho, en su conocida obra sobre la luz y los colores («Farbenlehre»).

El principal objeto de ella es el establecer su propia teoría, en que claro está que no resolvió nada, pues partía de los falsos conceptos que sobre la naturaleza física del color se tenían en aquel entonces. No por ello dejan todavía de publicarse en Alemania extensos comentarios sobre esta obra, en que, como en todas las de su autor, hay empleado mucho ingenio (o genio, si se quiere), pero cuya exégesis, pese al empeño de físicos alemanes, no puede tener más carácter que el de mera curiosidad literaria.

No deja de ser interesante el hecho de que Schopenhauer entrevió ya, con su genio más profundamente filosófico, el punto débil de la teoría del color de Goethe, comunicándose en un par de cartas, que todavía se hallan dispersas entre la correspondencia de ambos y que apenas merecieron la atención del gran poeta, que brillaba con todos los esplendores que la vida puede dar al genio, en la Alemania de aquel entonces, mientras Schopenhauer era un viejo hurraño y poco conocido, cordialmente odiado por los filósofos oficiales de las universidades.

Sin embargo, como ya he dicho, la teoría de la luz y del color constituyó en Goethe una preocupación de toda la vida, preocupación que trascendió al terreno de su actividad literaria, como nos lo muestra un curioso ejemplo que él mismo cita en su «Farbenlehre».

El poeta de Weimar nos cuenta, en efecto, que, cuando escribió la célebre escena del «Faust» en que éste está con su discípulo Wagner y el perro que ha seguido a ambos en el paseo, estaba preocupado por el ya de antiguo observado hecho de que, al contemplar un objeto negro y cerrar los ojos o desaparecer éste del campo de nuestra visión, aparece en su lugar una estela blanca, cuya forma le asemeja. Es un sencillo efecto retiniano de contraste.

Pues bien, si releemos la dicha escena, vemos que, mientras Wagner no encuentra nada de particular en aquel perro negro y errante que les sigue, Fausto, que más tarde tiene que ver en él al diablo, empieza ya a alarmarse, pues cree ver como una estela de fuego en pos del can.

Es decir, toda la imagen poética, todo el difícil simbolismo mágico tan discutido por los comentaristas, queda en último lugar un mero recuerdo de laboratorio. Si el mismo Goethe no nos lo hubiera confesado, nunca lo hubiéramos creído. (Continuará)



Vista de conjunto de la incomparable bahía de Botafogo (Río Janeiro, Brasil)

## América

**Brasil.—Progresos y estado actual.**—Según el «Anuario del Brasil económico y financiero» de 1929, los datos comparativos del año 1888 y del año 1927 eran los siguientes:

	1888	1927
Habitantes . . . . .	14 millones	37 millones
Carreteras . . . . .	360 km.	53000 km.
Ferrocarriles . . . . .	9322 »	31300 »
Puertos . . . . .	—	16 km. de muelles
Telégrafos . . . . .	18000 km. de línea	164000 » de línea
Fábricas eléctricas . . . . .	1	426
Escuelas . . . . .	8157	25000
Producción agrícola . . . . .	500 millones ptas.	8100 millones ptas.
Capitales en industrias . . . . .	377 » »	7200 » »
Comercio de exportac. . . . .	206 » »	3180 » »
Comercio de importac. . . . .	187 » »	2665 » »

Observando estas cifras, vemos que en estos cuarenta años los 360 km. de carreteras han pasado a ser 53000, bastantes de ellas trazadas y construidas como las mejores de Europa, como, por ejemplo, los 60 km. de Río Janeiro a Petrópolis, que es como el Cercedilla de la capital.

La pavimentación y urbanismo de las poblaciones son casi perfectos; la circulación de *autos* y tranvías es de tal frecuencia, que en Río Janeiro muchas líneas circulan toda la noche.

En los ferrocarriles, que en 40 años han pasado de 9322 km. a 31300 km., el tráfico es también de gran intensidad; en 21000 kilómetros la recaudación anual excede de 20000 pesetas por kilómetro, aunque la mayor parte sólo tiene vía de 1 m. En Río hay cuatro estaciones, y por el número de sus viajeros se clasifica esta ciudad como la cuarta del Mundo.

En puertos, se han construido los 16 km. de muelle distribuidos entre Río Janeiro, Santos, Pernambuco, Bahía y algunos pe-

queños más; las condiciones marítimas de aquella costa de 8000 km, son excepcionalmente favorables para sus puertos. El Atlántico ecuatorial es mucho más tranquilo que los mares que se encuentran entre los polos y los trópicos; y como, por otra parte, aquella costa ofrece un gran número de bahías naturalmente abrigadas, las obras marítimas que requiere la utilización comercial de los puertos son de mucho menor coste que en Europa.

En cambio, en carreteras y ferrocarriles los ingenieros han tenido que vencer grandes dificultades de trazado y construcción, por lo abrupto de muchas sierras y los desniveles considerables que hay entre las altas mesetas de toda la parte central, cruzadas por cuencas profundas, algunas de considerable anchura, que obligan a rápidas y sinuosas pendientes e importantes obras de fábrica.

Sin embargo, aunque se ha construído mucho, no se han realizado obras de mayor importancia que las que estamos acostumbrados a proyectar en España, aunque es de presumir que, cuando las carreteras y vías férreas penetren más en el interior, tendrán que cruzar el río Amazonas con puentes colosales.

Porque hay que advertir que el Brasil, cuya superficie es superior a la de los Estados Unidos de N. A. y las tres cuartas partes de Europa, que en 1808 sólo tenía 4 millones de habitantes y hoy alcanza la de 39 millones (el doble aproximadamente que España), beneficia de un crecimiento constante de población, en una progresión que permite augurar que llegará a 200 millones de habitantes dentro de cincuenta años.

Y no se crea que es debido sólo a la emigración de Europa, pues los extranjeros sólo representan un 5 por 100 de la población total, de la que poco



Un rincón de la bahía de Botafogo con el Corcovado al fondo

más de 200 000 son españoles, 450 000 portugueses y 550 000 italianos.

Pero el clima es suave, la vida fácil y no se mantienen entre los europeos y los indígenas indios y los negros procedentes de antiguos esclavos africanos las repulsiones que dividen a las razas en Norteamérica; así que quizá alcance a un 40 por ciento la proporción de los mestizos de mayor o menor pureza de sangre.

Este aumento de población, el contacto creciente con Europa y la ayuda de la Banca inglesa y de la francesa, han contribuido a transformar el país, acometiendo obras formidables de urbanización que han hecho cambiar el aspecto de las poblaciones. Hoy Río Janeiro es una hermosísima capital con mayor superficie y población que Madrid, edificada entre la panorámica bahía y unas pintorescas montañas próximas; nada tiene que envidiar a las más hermosas ciudades europeas, por la superioridad de su clima, su fantástica vegetación y, sobre todo, por su situación orográfica admirable. (Véase lo publicado en IBÉRICA, volumen V, número 108, página 51).

Como el Brasil está llamado a ser, por su extensión y riqueza agrícola, una de las más potentes de las repúblicas de América del Sur, su capital, Río Janeiro, seguirá creciendo en proporción, y al mismo ritmo irán desarrollándose las otras ciudades, como Santos, Sao Paulo, Río Grande y, no menos, su maravilloso interior casi todavía virgen y desconocido.

Hay, pues, en aquel país campo abierto para muchas iniciativas y para obras grandiosas, y merece ser visitado por los que tengan curiosidades o ambiciones, aunque hay ya lucha y competencia entre técnicos y capitales europeos con los del país, que han despertado del sopor en que estuvieron en el siglo pasado.—R. DE O. P.

## Crónica general

**La Feria Técnica de Leipzig.**—En los primeros días del mes de marzo ha tenido lugar la inauguración de la Feria Técnica de Leipzig de 1931. Las instalaciones de este certamen ocupan una extensión de 130 000 m.<sup>2</sup>, con 17 pabellones y grandes espacios

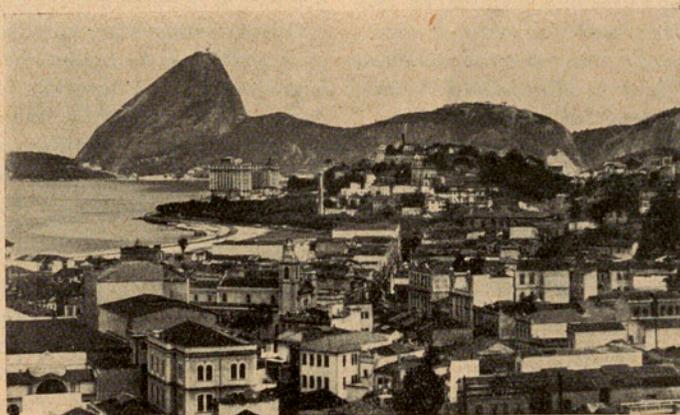
al aire libre. A diferencia de la mayoría de las exposiciones, que se concretan a algún ramo especial de la técnica, esta Feria de Leipzig abarca casi todo el campo de la técnica industrial representada por 2300 expositores, entre los que se cuentan las firmas más importantes, no sólo de Alemania, sino de

América, Japón y otros países, que contribuyen a dar a la Feria una innegable trascendencia mundial. La construcción de máquinas-herramientas figura con más de 300 expositores que presentan los

perfeccionamientos alcanzados hasta la fecha. Las mejoras obtenidas en la fabricación de aceros templados tendrán una completa demostración práctica. Es de notar el aumento de la velocidad de corte y de la sección de la viruta. Con objeto de alcanzar la mayor estabilidad que requieren las actuales condiciones de trabajo de las

máquinas-herramientas, se generaliza el empleo de bancadas y montantes soldados, con una notable reducción en el coste de las cimentaciones. Continúa la mejora del rendimiento con el empleo, cada vez más extendido, de mayores velocidades de retroceso en tornos, fresadoras y otras máquinas.

No menos notables son los resultados obtenidos en las máquinas para trabajar la madera. Las velocidades de corte y de avance han experimentado un incremento extraordinario; en la Feria se presentan acepilladoras que trabajan a 6000 revoluciones por minuto, con avances hasta de 100 m. por minuto.



Río Janeiro. Gloria y el Pílon de Azúcar



Río Janeiro. Canal del Mangue

En las sierras de cinta se llega a velocidades de corte de 30 m. por segundo, y en las fresadoras a 18000 revoluciones por minuto. Se echa de ver la tendencia al accionamiento por motores individuales, con mayor ventaja que en las máquinas de trabajar metales, ya que las elevadas velocidades de los árboles permiten la supresión de los engranajes.

Los métodos actuales de trabajo, orientados hacia la máxima mecanización de la mano de obra, han promovido el desarrollo de elementos destinados a hacerla posible. Tales son los pequeños electromotores trasportables, el árbol flexible de longitud casi ilimitada y la herramienta múltiple, que comprende en un mismo aparato limas, taladros, fresas y otros elementos. También se perfeccionan las herramientas manuales, como la lima con hojas intercambiables.

El segundo grupo grande de la Feria Técnica de Leipzig lo forma, desde hace algunos años, la exhibición de máquinas textiles. Esta sección, a la cual suelen concurrir casi toda la industria textil alemana y suiza, expositores de Inglaterra, Alsacia-Lorena, Norteamérica y otras naciones, permite formarse una idea cabal de este ramo de construcción de máquinas. Desde la fibra hasta el producto manufacturado, se utilizan las más diversas máquinas, exhibidas por cerca de 100 expositores.

Son dignos de mención los notables progresos realizados últimamente en la construcción de balanzas y básculas. Las balanzas automáticas rápidas han sido perfeccionadas con las indicaciones ópticas del peso.

La Electrotecnia tiene en la Feria Técnica la lucida representación que corresponde a su alta importancia en la moderna industria. Muy notables son los métodos de inspección eléctrica de las fases de trabajo en los telares, el embrague y desembrague automático de las máquinas de embalar o de los medios de transporte y aparatos elevadores. La construcción de los electromotores está influida por la moderna técnica de la soldadura, la cual permite construir motores de hierro laminado con una economía de peso de 40 a 45 %. El motor de doble ranura, que se distingue precisamente por sus buenas condiciones de arranque, a las que debe la buena acogida que se le ha dispensado, se construye actualmente con potencias de más de 550 kilowatts y hasta 4000 revoluciones por minuto. El motor trasportable para explotaciones agrícolas, el motor de fresar para el taller, los pequeños motores para aspiradoras de polvo, máquinas de calcular, lavadoras mecánicas y armarios frigoríficos son asimismo objeto de continuo perfeccionamiento, a fin de obtener la mayor seguridad de funcionamiento posible. La técnica de distribución ha experimentado también considerables perfeccionamientos, mediante el paso del interruptor de aceite a los de presión de aire y de gases.

En el campo de la técnica de la Radio, se han rea-

lizado también grandes progresos en el año pasado, dando lugar a novedades que saldrán ya en esta primavera y no en el invierno próximo, como se había dicho hasta la fecha. El receptor de conexión a la red, combinado en caso dado con el aparato de reproducción de discos gramofónicos y equipado con válvulas de rejilla blindada o válvulas de barra, presentará también nuevos perfeccionamientos.

Las investigaciones científicas sobre la composición adecuada de materiales de construcción, su empleo en la construcción de las obras y la necesidad de la normalización, han dado lugar a la fabricación de nuevas máquinas de construcción. También el espíritu inventivo trabaja para crear nuevos métodos en este ramo, y la industria de máquinas de construcción pone a disposición de los interesados máquinas apropiadas y económicas para todos los ramos. La ingeniería emplea dragas de oruga o trasportadores de cinta; la arquitectura, hormigoneras y montacargas; para la construcción de carreteras, hay necesidad de hornillos de alquitrán, machacadoras, tipos especiales de hormigoneras y apisonadoras, capaces de hacer en un turno de trabajo 250 m. de carretera de 9 m. de ancho. En general, a medida que aumenta el tráfico en las carreteras, mayor es la atención y cuidado que requiere su construcción.

Desde hace varios años, se ha combinado la exposición práctica de máquinas, herramientas y materiales, con sesiones científicas y económicas, en las que se discuten a fondo las cuestiones de actualidad sobre las diferentes materias. En combinación con una sesión general sobre los problemas de servicio en los talleres, se celebran conferencias sobre los nuevos progresos de la técnica de remachado y soldadura, y también en esas conferencias se facilita la observación práctica, mediante la exposición simultánea de máquinas y herramientas. Una notable organización de conferencias es la de la industria textil, que ofrece informes sobre los modernos adelantos en la construcción de máquinas textiles, sobre la dirección económica del servicio, y finalmente sobre la instalación de fábricas textiles.

**Alternador de 44000 kva. movido por turbina hidráulica.**—El aumento de potencia de los grupos turboalternadores conduce a dimensiones extraordinarias del material eléctrico, cuando se trata de centrales hidroeléctricas con saltos de poca altura y gran caudal. Actualmente en los talleres Oerlikon se está construyendo un alternador de 44000 kva. que pesará 625 toneladas. Desde el punto de vista de peso y dimensiones, es el mayor que se ha construido en Europa. Ha sido encargado por *The Beaharnois Power Corporation Ltd.*, Canadá, y será montado sobre el San Lorenzo, agua arriba de Montreal, entre los lagos San Luis y San Francisco.

Sus características técnicas serán: Potencia nominal (para  $\cos \varphi = 0.8$ , y 10 % de capacidad de so-

brecarga en marcha continua), 43886 kva.; tensión en los bornes, 3200 volts; frecuencia, 25 p.-s.; velocidad, 75 r.-p.-m.; peso del estator (solo), 282 ton.; peso del rotor, 320 ton.; peso total, 625 toneladas.

El cojinete o rangua de apoyo del eje que llevará acoplados los dos rotores de alternador y turbina, está proyectado para soportar un peso de 700 ton.

**Doctor Federico Ris.**—El día 31 de enero de 1931, falleció en Rheinau de Suiza (cantón de Zurich), a la edad de 64 años. Nació en Glarus, el día 8 de enero de 1867. Terminados sus estudios de Medicina en Zurich, se doctoró en 1890. Desde muy joven, mostró sus aficiones a las Ciencias Naturales, especialmente a la Entomología y Botánica. Ya en Glarus, y después en Zurich, hizo buenas recolecciones y observaciones. En calidad de médico de navío, hizo varias expediciones al archipiélago de las Indias orientales y a la América del Sur.

Después de tres años de activo servicio en el hospital frenopático de Rheinau, fué nombrado director en 1898, y allí trabajó durante 32 años. En las vacaciones, hacía excursiones por Suiza y, en el tiempo que le permitía su profesión, dedicábase a Entomología.

Distinguióse, sobre todo, en el estudio de los neurópteros, y en las libélulas o paraneurópteros era tenido por el primero. A él acudían en consulta de todas partes, y Tillyard, de Australia, confesó que no describía especie de odonatos sin consultársela primero.

Sus publicaciones sobre insectos, y especialmente sobre libélulas de todas las partes del Globo, han sido muy numerosas; pero descuella el estudio magistral y monográfico de la subfamilia de las libelulinas, de 1278 páginas en folio, ilustrada con 692 figuras y 8 láminas (1909-1919). Publicóse en la obra monumental «Colecciones zoológicas del barón de Selys Longchamps», de la cual él mismo era director o presidente del Consejo de redacción.

Su colección de odonatos debe de ser la segunda del Globo, después de la de Selys Longchamps, existente en el Museo de Bruselas.—L. N., S. J.

**El ferrocarril «Rheingold».**—El *Rheingold* (Oro del Rin) se puede afirmar que es el tren más lujoso de Europa, a la vez que uno de los más interesantes por su recorrido.

Compuesto este nuevo tren exclusivamente de salón restaurante, hace el trayecto de la frontera de Holanda a la de Suiza, siguiendo la corriente del Rin durante el día, y permite a los viajeros, en el curso de unas cuantas horas, contemplar el espectáculo en extremo variado y siempre en sumo grado interesante que la cuenca del célebre río ofrece en los diversos tramos de su curso, desde las llanuras bajoarrenanas hasta los Alpes.

Este tren de gran lujo lleva también coches de segunda clase, instalados con menos suntuosidad, pero con idénticas comodidades que los de primera. Los viajeros pueden utilizar, a todas horas, el servicio permanente de restaurante sin moverse de sus butacas.

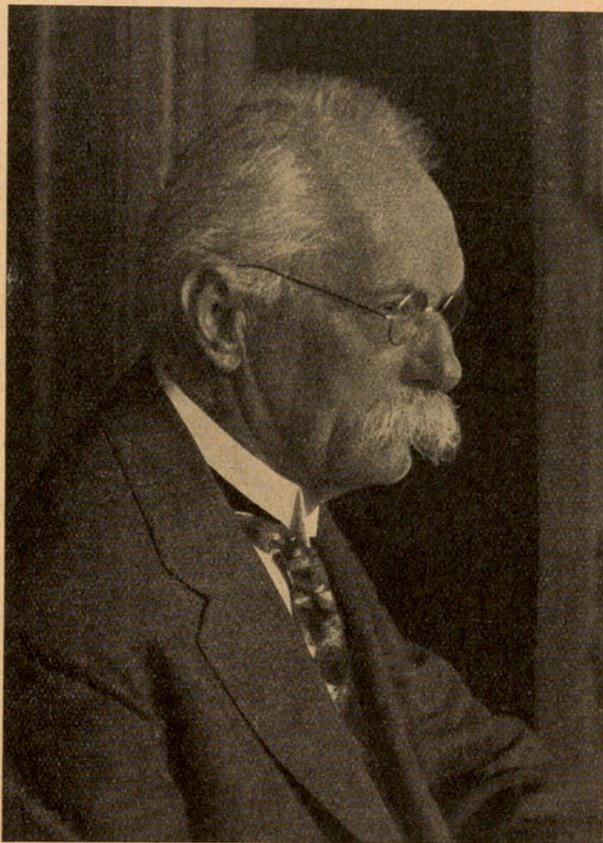
El expreso Nápoles-Costa Azul-Berlín, recientemente inaugurado, permite trasladarse a la capital de Alemania desde Cannes, Niza, Nápoles o Roma (el tren de Nápoles y el de Cannes se reúnen en Milán) en el breve espacio de unas treinta horas y con sólo una noche de permanencia en el tren. Su velocidad media es de 67 km.-hora, a pesar de que en el curso de los

2143 km. de recorrido ha de ascender hasta una altura de 1151 metros (paso de San Gotardo) con una carga total de casi 400 toneladas.

Desde Nápoles hasta Berlín, pasa el tren por 385 estaciones, pero el número de sus paradas se limita a 14, incluyendo el paso de las fronteras.

#### **Proyecto de comunicación rápida Berlín-Madrid.**

—La Conferencia internacional de horarios y servicios directos, celebrada en Copenhague, ha estudiado una comunicación rápida, mixta de ferrocarril y avión, limitando el ferrocarril para verificar los dos recorridos nocturnos Berlín-Stuttgart y Barcelona-Madrid, y haciendo en avión, durante el día, el trayecto Stuttgart-Ginebra-Barcelona.



Federico Ris (1867-1931)

## ESTUDIO DEL RÉGIMEN DE LOS EMBALSES

Para poder determinar el régimen de aprovechamiento de un embalse, es indispensable, en primer término, determinar la riqueza hidráulica de la cuenca alimentadora, cosa que podemos hacer a la vista de los datos pluviométricos o, mejor, de los aforos directos, en caso de que dispongamos de ellos.

Con los datos numéricos de las precipitaciones pluviométricas, en caso de que el número de estaciones distribuidas por la cuenca del embalse en estudio sea numeroso, se puede determinar con cierta aproximación la precipitación mensual en ella, valiéndose de las curvas isohietas (de igual precipitación); pero queda por fijar un coeficiente medio de escorrentía y en este punto ya es más difícil lograr exactitud, por la variedad de los factores que influyen en ese coeficiente (altitud, composición física y geológica de la cuenca, vegetación, etc.). Pero de todas maneras, si se puede comparar con otras cuencas en las que se disponga de aforos directos, los números a que llegamos nos darán una idea de las disponibilidades de la cuenca y, si esos datos abarcan un ciclo de unos cuantos años, podremos sobre ellos basar el estudio del aprovechamiento del embalse.

El caso ideal es aquél en que se dispone de aforos directos en el perfil de emplazamiento de la presa y que abarcan suficiente número de años; si así no ocurre, se pueden tomar los de la estación más próxima y referirlos al punto que interesa, por medio de un coeficiente de corrección que sea el cociente de las superficies de las cuencas alimentadoras hasta los dos perfiles del valle.

De un modo o de otro, dispondremos de los datos mensuales de aportaciones del río en un cierto

número de años y sobre ellos empezaremos a trabajar.

Dibujaremos, para cada uno de los años, la curva de aportaciones o, mejor dicho, de aportaciones acumuladas; de ella sacaremos el caudal medio anual, que es el coeficiente angular de la recta que une el origen con el punto extremo, y determinaremos, por las rasantes paralelas a dicha recta, la capacidad del embalse necesario para conseguir la regulación total.

Si dispusiéramos de un vaso de capacidad ilimitada, el problema en toda su integridad sería: determinar la capacidad de embalse más conveniente, teniendo en cuenta la variación del coste con la capacidad y los distintos beneficios, tanto de regulación, como agrícolas e industriales que cada embalse proporcionaría.

Pero, para simplificar la cuestión, supondremos que la capacidad está definida y nuestra misión es sacar de ese embalse el máximo rendimiento posible, compatible con su objeto primordial.

Se puede hacer el estudio completo del régimen en todos y cada uno de los años, y normalmente, después de un trabajo penosísimo, llegaríamos a resultados muy diferentes; pues, si el número de años estudiados es un poco crecido, los habrá de aportaciones anuales muy distintas y con una distribución dentro del año variable; tendremos, es verdad, un máximo y un mínimo del

rendimiento del embalse, pero no sabremos cuál ha de ser el régimen del embalse, para tener un rendimiento medio.

Para simplificar la labor, se podría pensar en hacer el estudio sobre el año medio, tomando como tal un año hipotético cuyas aportaciones fueran las

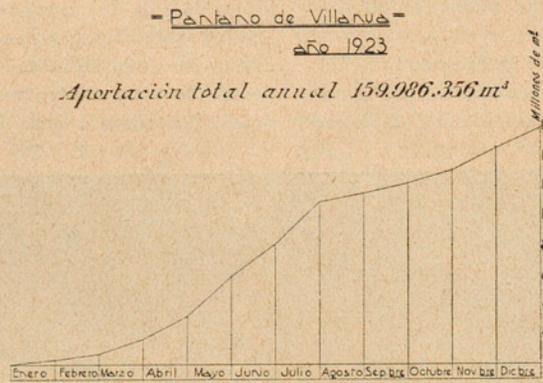


GRAFICO A-1

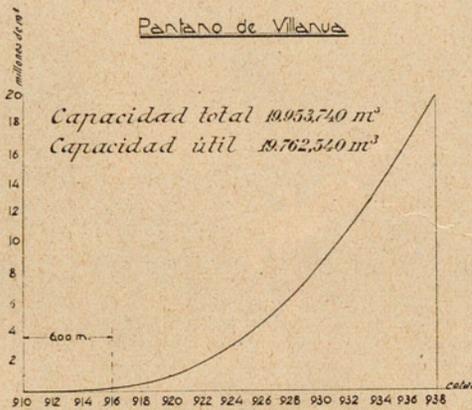


GRAFICO A-2

Pantano de Villanva  
RÉGIMEN DE CAUDAL CONSTANTE

Capacidad total	19.953.740 m <sup>3</sup>
id. útil	19.762.540 "
Aportación total anual	159.986.356 "
Volumen regularizado	131.582.147 "
id. sobrante	28.404.209 "
Caudal mínimo	4.172 m <sup>3</sup> /seg.

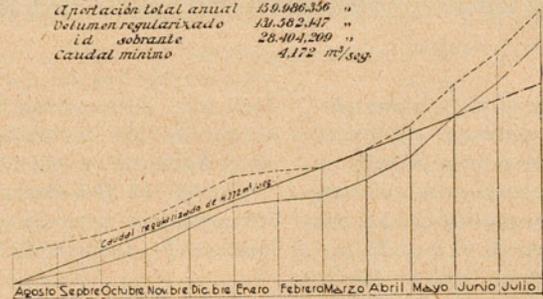


GRAFICO A-3

medias aritméticas de las correspondientes a todos los años; pero esto es inadmisibles, pues al hacerlo así, si bien es verdad que la aportación anual es media, también lo es que se desdibuja completamente el aire de la curva de aportaciones acumuladas, ya que, no coincidiendo corrientemente las riadas y estiajes en todos los años, resulta un año medio de mucha más regularidad que los reales; al hacer el estudio sobre él, nos ponemos en condiciones ventajosas y llegaríamos a resultados muy halagüeños, pero completamente equivocados.

Lo más lógico es, a la vista de todos los gráficos

aportación anual sea inmediata por defecto a la media calculada; de esta manera, colocándonos en condiciones de garantía, utilizaremos un año de aportación anual media y de regularidad normal.

Exponemos a continuación, a modo de ejemplo, el estudio del aprovechamiento del pantano de Villanúa en el río Aragón, aguas arriba de Castiello de Jaca, con objeto de que se vea una forma bastante cómoda de llevar los cálculos por medio de cuadros numéricos y gráficos.

Se precisa, en primer término: el gráfico de aportaciones acumuladas del año escogido (gráfico A-1)

Pantano de Villanúa  
RÉGIMEN DE CAUDAL CONSTANTE

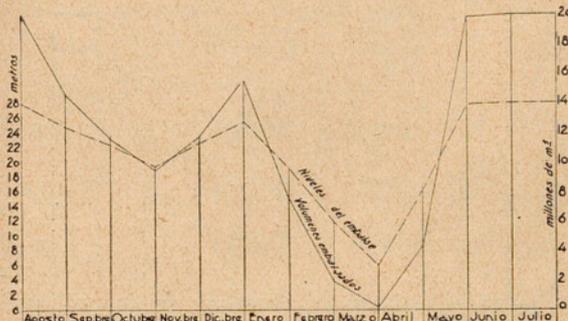


GRAFICO A-4

Pantano de Villanúa  
RÉGIMEN DE CAUDAL CONSTANTE

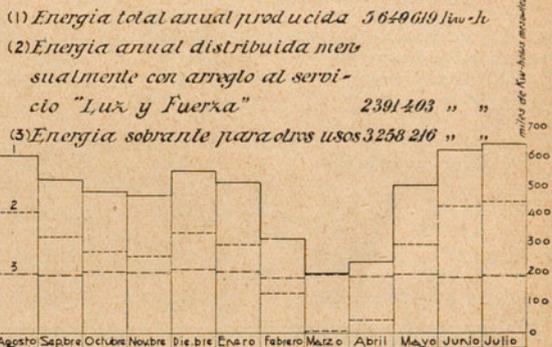


GRAFICO A-5

Pantano de Villanúa  
RÉGIMEN DE CAUDAL CONSTANTE

- (1) Volumen reservado para los actuales aprovechamientos 23.652.000 m<sup>3</sup>  
(2) Volúmenes destinados a riego 54.890.238 "  
(3) Régimen del río aguas abajo del volumen embalsado total 150.986.356 "  
(4) Volumen sobrante 31.244.118 "  
HECTÁREAS REGADAS 7841.403

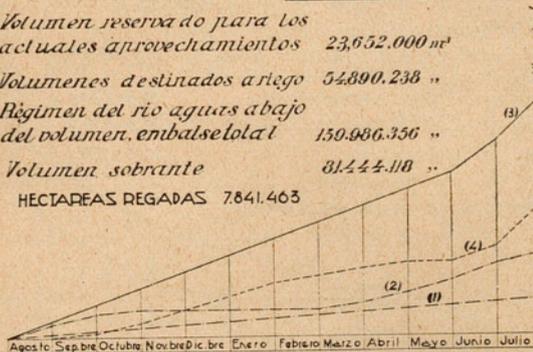


GRAFICO A-6

Pantano de Villanúa  
RÉGIMEN AGRÍCOLA

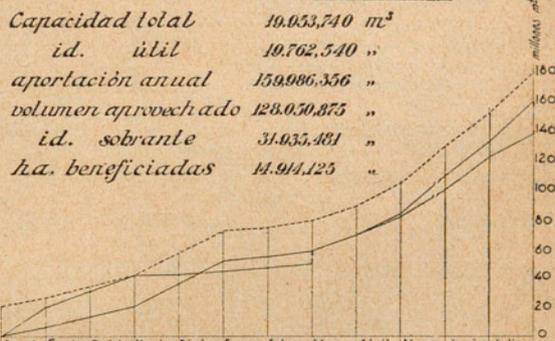


GRAFICO A-7

de aportaciones y de sus cuadros numéricos correspondientes, proceder a una elección en la siguiente forma:

Prescindir en primer lugar de aquellos años que por su gran abundancia o por su extremada escasez pueden considerarse como excepcionales y, por tanto, no deben ser tenidos en cuenta; fijar las épocas de crecidas ordinarias y de estiajes normales, prescindiendo, si es preciso, de algún año en que o se hayan presentado riadas extraordinarias o las ordinarias y estiajes no han tenido lugar en las épocas fijadas. Nos quedarán así los años que podemos considerar normales, cuyas curvas de aportaciones acumuladas tendrán el mismo aire.

Determinar la aportación anual media de estos años y tomar, como base del estudio, el año cuya

y el cuadro numérico correspondiente (B-1, puesto al final del artículo), y el cuadro (B-2) y el gráfico (A-2) de relación de niveles de agua en el embalse y de volúmenes embalsados. Sobre ellos se pueden estudiar los regímenes siguientes:

- Régimen de caudal mínimo constante.
- Régimen de explotación eléctrica.
- Régimen de explotación agrícola.
- Régimen mixto.

**Régimen de caudal mínimo constante.**—El caudal mínimo, regularizado, se ha determinado suponiendo el embalse lleno en 1.º de agosto y vaciándolo completamente en 1.º de abril; se vuelve a llenar con las crecidas ordinarias de abril y mayo y, durante los meses de junio y julio, saltan por el aliviadero o se utilizan en la limpia 28404209 metros

cúbicos, estando el embalse lleno en 1.º de agosto.

Los cuadros (B-3, B-4) y los gráficos (A-3, A-4) indican la situación del embalse a lo largo del año. En los cuadros (B-5, B-6) y gráfico (A-5) se ha calculado la energía que se puede producir con este régimen en la central de pie de presa, distinguiendo la que se podría dar regularizada con arreglo a una ley de consumo de luz y fuerza y el resto que valdría para suplementar otras centrales de régimen complementario, para industrias electroquímicas, etc., o para lanzarla a la red eléctrica nacional. Por últi-

la zona de Las Bardenas. Para la zona regable de cada embalse se debe hacer un estudio análogo, pues las necesidades son muy distintas, dependiendo de múltiples factores (clima, altitud, clase de terreno, cultivos probables, etc.). Respetando el caudal concedido a los aprovechamientos de aguas abajo, se tienen los volúmenes mensuales disponibles para la agricultura y se determina la extensión que puede regarse y el régimen de gastos. Ocurre en nuestro caso, cuadro (B-8) y gráfico (A-7), y es casi general, que, con el régimen exclusivamente agrícola, el apro-

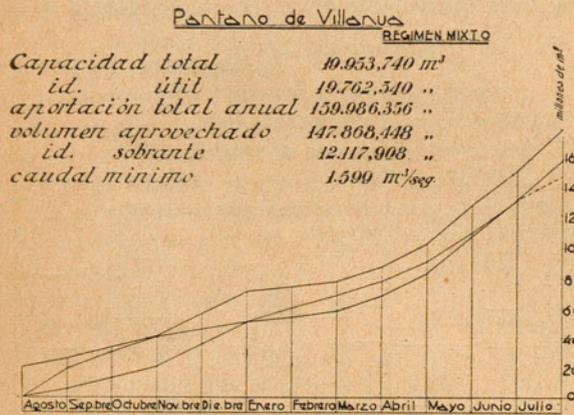


GRAFICO A-8

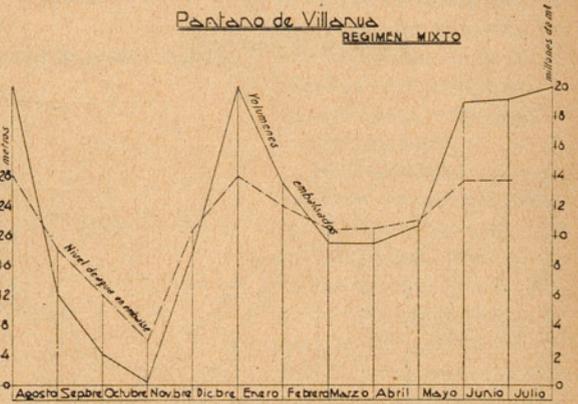


GRAFICO A-9

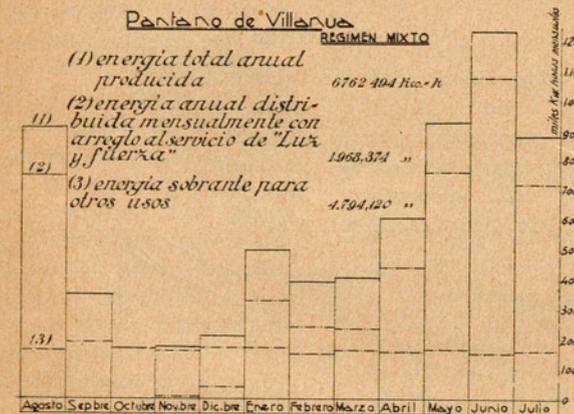


GRAFICO A-10

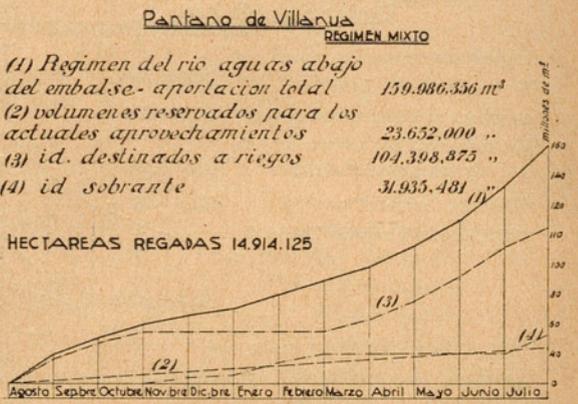


GRAFICO A-11

mo, en el cuadro (B-7) y gráfico (A-6) están indicadas las características del aprovechamiento agrícola que se podría crear con este pantano, explotado con régimen de caudal mínimo constante.

**Régimen de explotación eléctrica.**—No está estudiado con detalle, porque este pantano, como todos los que estudian y construyen las Confederaciones Hidrográficas, tiene como objeto primordial el riego, pasando la parte eléctrica a ser considerada como un subproducto. De todas maneras, en el estudio del régimen mixto, se ve la marcha a seguir para determinar este régimen.

**Régimen de explotación agrícola.**—Tanto aquí, como al tratar del aprovechamiento agrícola del primer caso, se ha tomado, como base, los consumos determinados por el Sr. Lapazarán para el riego de

vechamiento del pantano es deficiente, ya que la energía que se puede producir en el salto de pie de presa, o es nula en los meses de noviembre, diciembre y enero, o es muy poca y, por tanto, los kilowatts-hora anuales que se podrían dar para un mercado uniforme son escasos.

**Régimen mixto.**—Se estudia de manera que, cubriendo las necesidades agrícolas determinadas en el caso anterior, la producción de energía eléctrica sea mayor y más regular; la determinación del régimen de gastos del embalse en unos meses, está perfectamente definida por las necesidades agrícolas, pero en los otros hay que proceder por tanteos, tratando de que aumente lo posible la producción de energía regularizada, ya que es la que mayor valor tiene en el mercado.

El estudio completo de este régimen está condensado en los cuadros (B-9, B-10) y representado en los gráficos (A-8, A-9, A-10 y A-11).

La determinación del régimen óptimo es ahora bien sencilla: para cada caso de los estudiados, teniendo en cuenta los precios corrientes de la energía eléctrica regularizada y discontinua, así como los beneficios de todo orden por hectárea regada, se tiene una cifra del beneficio anual que se puede sacar del embalse. Su relación al coste total de las instalaciones necesarias, en cada caso, será el rendimiento y

el mayor de los números encontrados definirá el régimen más apropiado para el pantano en cuestión.

Una vez fijado, se puede extender su estudio a todos los años del período tenido en cuenta, viendo entonces en cuántos de ellos este régimen medio determinado no se podría cumplir por escasez de agua y estudiar la importancia de la disminución de beneficios que se ocasionaría.

JOSÉ MARTÍNEZ RAYÓN,  
Ingeniero de Caminos.  
Al servicio de la C. S. H. del E.

Zaragoza.

CUADROS NUMÉRICOS

Cuadro B-1

Río Aragón - Año 1923

Cuadro B-2

Meses	Aportaciones		Cotas	Volúmenes		Cotas	Volúmenes	
	mensuales m. <sup>3</sup>	acumuladas m. <sup>3</sup>		parciales m. <sup>3</sup>	totales m. <sup>3</sup>		parciales m. <sup>3</sup>	totales m. <sup>3</sup>
Enero . . . . .	3018321	3018321	910			924		
Febrero. . . . .	4512648	7530969	911	2200	2200	925	697640	3756100
Marzo . . . . .	9436675	16967644	912	6000	8200	926	775160	4531260
Abril . . . . .	14948505	31916149	913	12200	20400	927	836900	5368160
Mayo . . . . .	26715384	58631533	914	28200	48600	928	917880	6286040
Junio . . . . .	22160454	80791987	915	55400	104000	929	1009180	7295220
Julio . . . . .	28323288	109115275	916	87200	191200	930	1092770	8387990
Agosto . . . . .	5896632	115011907	917	126400	317600	931	1167750	9555740
Septiembre . . . . .	7464982	122476889	918	176400	494000	932	1253320	10812060
Octubre . . . . .	7438216	129915105	919	247000	741000	933	1349200	12161260
Noviembre . . . . .	14987014	144902119	920	328200	1069200	934	1424060	13585320
Diciembre . . . . .	15084237	159986356	921	397000	1466200	935	1495610	15080930
			922	461440	1927640	936	1557670	16638600
			923	527260	2454900	937	1622620	18261220
			924	603560	3058460	938	1692520	19953740

Río Aragón

Cuadro B-3

Régimen de caudal constante

Meses	Aportaciones		Consumos		Diferencias		Capacidad total del embalse 19953740 m. <sup>3</sup>
	mensuales	acumuladas	mensuales	acumulados	mensuales	acumuladas	
Agosto . . . . .	5896632	5896632	11175470	11175470	- 5278838	- 5278838	Capacidad útil del embalse 19762540 m. <sup>3</sup>
Septiembre . . . . .	7464982	13361614	10814971	21990441	- 3349989	- 8628827	Caudal mínimo constante
Octubre . . . . .	7438216	20799830	11175470	33165911	- 3737254	- 12366081	Aport. de ag. a marzo + Cap.
Noviembre . . . . .	14987014	35786844	10814971	43980882	+ 4172043	- 8194038	± seg. de agosto a marzo
Diciembre . . . . .	15084237	50871081	11175470	55156352	+ 3908767	- 4285271	87601265 = 4'172 m. <sup>3</sup> sg.
Enero . . . . .	3018321	53889402	11175470	66331822	- 8157149	- 12442420	
Febrero . . . . .	4512648	58402050	10093973	76425795	- 5581325	- 18023745	
Marzo . . . . .	9436675	67838725	11175470	87601265	- 1738795	- 19762540	
Abril . . . . .	14948505	82787230	10814971	98416236	+ 4133534	- 15629006	Resultados:
Mayo . . . . .	26715384	109502614	11175470	109591706	+ 15539914	- 89092	Volumen anual regularizado
Junio . . . . .	22160454	131663068	10814971	120406677	+ 11345483	+ 11256391	131582147 m. <sup>3</sup>
Julio . . . . .	28323288	159986356	11175470	131582147	+ 17147818	+ 28404209	Volumen sobrante
							28404209 m. <sup>3</sup>

Cuadro B-4

PANTANO DE VILLANÚA					
Río Aragón			Régimen de caudal constante		
Meses	Diferencias mensuales	Volúmenes embalsados	Volúmenes sobrantes	Alturas de embalse a fin de mes	
Agosto . . .	- 5 278 838	14 674 902	-	24'70	
Septiembre . . .	- 3 349 989	11 324 913	-	22'45	Volumen total . . . . . 19953 740 m. <sup>3</sup>
Octubre . . .	- 3 737 254	7 587 659	-	19'35	Volumen útil . . . . . 19 762 540 m. <sup>3</sup>
Noviembre . . .	+ 4 172 043	11 759 702	-	22'70	Nivel medio del río, cota . . . . . 910'00 m.
Diciembre . . .	+ 3 908 767	15 668 469	-	25'40	Altura máxima . . . . . 28'00 m.
Enero . . . .	- 8 157 149	7 515 320	-	19'25	Nivel mínimo del embalse
Febrero . . .	- 5 581 325	1 929 995	-	11'90	en la cota . . . . . 916'00 m.
Marzo . . . .	- 1 738 795	191 200	-	6'00	Altura perdida . . . . . 6'00 m.
Abril . . . .	+ 4 133 534	4 324 734	-	15'80	
Mayo . . . .	+ 15 539 914	19 864 648	-	27'95	
Junio . . . .	+ 11 345 483	19 953 740	11 256 391	28'00	
Julio . . . .	+ 17 147 818	19 953 740	17 147 818	28'00	

Cuadro B-5

PANTANO DE VILLANÚA					
Río Aragón			Régimen de caudal constante		
Producción de la central de pie de presa					
Meses	Caudal constante m. <sup>3</sup>	Altura a fin de mes m.	Altura media m.	Energía producida kw.-hora	
Agosto . . . . .	4 172	24'70	26'350	601 971	Energía producida en los meses de 31 días $N = 5 475'84 \times Q \times h$ kw.-h.
Septiembre . . . .	»	22'45	23'575	521 202	Energía producida en los meses de 30 días $N = 5 299'20 \times Q \times h$ kw.-h.
Octubre . . . . .	»	19'35	20'900	477 465	Energía producida en el mes de 28 días $N = 4 945'92 \times Q \times h$ kw.-h.
Noviembre . . . . .	»	22'70	21'025	464 826	Producción anual: 5 649 619 kw.-hora
Diciembre . . . . .	»	25'40	24'050	549 427	En los meses de junio y julio se podría producir más energía que la calculada, haciendo pasar por la central todo o parte del sobrante, pero obligaría a montar un grupo que, trabajando sólo en esos meses, rendiría poco. Por otra parte, el sobrante indicado tiene utilización en la limpia anual del embalse, para tratar de evitar el aterramiento
Enero . . . . .	»	19'25	22'325	510 019	
Febrero . . . . .	»	11'90	15'575	321 380	
Marzo . . . . .	»	6'00	8'950	204 465	
Abril . . . . .	»	15'80	10'900	240 980	
Mayo . . . . .	»	27'95	21'875	499 739	
Junio . . . . .	»	28'00	27'975	618 479	
Julio . . . . .	»	28'00	28'000	639 666	

Cuadro B-6

PANTANO DE VILLANÚA					
Río Aragón			Régimen de caudal constante		
Producción de la central de pie de presa					
Meses	Energía producida en la central	Distribución mensual de 40 000 kw.-h.	Energía destinada a la luz y fuerza	Sobrante para otros usos	
Agosto . . . . .	601 971	3 300	197 291	404 680	La energía anual que se puede destinar al servicio de luz y fuerza, adoptando la distribución de Eléctricas Reunidas de Zaragoza, la define el mes de marzo
Septiembre . . . .	521 202	3 260	194 899	326 303	
Octubre . . . . .	477 465	3 420	204 465	273 000	$N = \frac{204 465 \times 40 000}{3 420} = 2 391 403 \text{ kw.-hora}$
Noviembre . . . . .	464 826	3 380	202 073	262 753	
Diciembre . . . . .	549 427	3 550	212 239	337 188	Los 3 258 216 kw.-hora anuales restantes, distribuidos mensualmente como se indica en la última columna, se pueden dedicar a industrias de funcionamiento discontinuo o lanzarlos a la red eléctrica nacional
Enero . . . . .	510 019	3 520	210 444	299 575	
Febrero . . . . .	321 380	3 140	187 725	133 655	
Marzo . . . . .	204 465	3 420	204 465	000 000	
Abril . . . . .	240 980	3 270	195 497	45 483	
Mayo . . . . .	499 739	3 320	198 486	301 253	
Junio . . . . .	618 479	3 180	190 116	428 363	
Julio . . . . .	639 666	3 240	193 703	445 963	

## Cuadro B-7

## PANTANO DE VILLANÚA

Río Aragón

Régimen de caudal constante

## Aprovechamiento agrícola y otros usos

Meses	Volúmenes mensuales	Vol. para los actuales aprovecham.	Volúmenes disponibles para riegos	Volúmenes para riego de una hectárea	Volúmenes para riego de 7841 463 Ha.	Volúmenes sobrantes	Jaca toma el agua para su abastecimiento del río Aragón; suponiendo una población de 10 000 habitantes y una dotación de 200 litros por habitante y día, necesita un caudal de 0'023 m. <sup>3</sup> -sg.
Agosto . . .	11 175 470	2008 800	9 166 670	1 169	9 166 670	—	Los aprovechamientos hidroeléctricos más importantes, Sdad. Molino Harinero y Luz Eléctrica y Sdad. Mutuo-Electra Jaquera, están aguas arriba de la presunta zona regable. Los demás son de muy pequeña importancia. Para atender todos estos servicios y asegurar el arrastre de las aguas residuales de Jaca y otros pueblos, respetamos en el río un caudal constante de 0'750 l.-sg. El número de Ha. que se pueden regar las define el mes de agosto $\frac{9\ 166\ 670}{1\ 169} = 7\ 841\ 463\ \text{Ha.}$ Los volúmenes necesarios para el riego de una hectárea son los estudiados para el riego de Las Bardenas
Septiembre . .	10 814 971	1 944 000	8 870 971	669	5 245 939	3 625 032	
Octubre . . .	11 175 470	2 008 800	9 166 670	482	3 779 585	5 387 085	
Noviembre . .	10 814 971	1 944 000	8 870 971	—	—	8 870 971	
Diciembre . .	11 175 470	2 008 800	9 166 670	—	—	9 166 670	
Enero . . . .	11 175 470	2 008 800	9 166 670	—	—	9 166 670	
Febrero . . .	10 093 973	1 814 400	8 279 573	49	3 842 232	7 895 341	
Marzo . . . .	11 175 470	2 008 800	9 166 670	500	3 920 731	5 245 939	
Abril . . . .	10 814 971	1 944 000	8 870 971	794	6 226 121	2 644 850	
Mayo . . . .	11 175 470	2 008 800	9 166 670	1 094	8 578 560	588 110	
Junio . . . .	22 071 362	1 944 000	20 127 362	1 343	10 531 084	9 596 278	
Julio . . . .	39 579 679	2 008 800	37 570 879	900	7 057 316	30 493 563	

## Cuadro B-8

## PANTANO DE VILLANÚA

Río Aragón

Régimen agrícola

## Aprovechamiento agrícola

Meses	Aportaciones		Cons. const. 0'750 m. <sup>3</sup> -seg.		Consumo agrícola		Consumos totales acumulados	Disponibilidad para agosto, septiembre y octubre 40 562 370 m. <sup>3</sup>	Consumo total en esos meses 5961 600 + C. agríc. = 40 562 370 - Consumo agrícola en esos meses = 34 000 770 m. <sup>3</sup>	Volumen necesario en esos meses para regar una hectárea con la distribución estudiada para Las Bardenas 2 320 m. <sup>3</sup>
	Mensuales	Acumulados	Mensuales	Acumulados	Mensuales	Acumulados				
Agosto . . .	5 896 632	5 896 632	2 008 800	2 008 800	17 434 612	17 434 612	19 443 412	Hectáreas beneficiadas 14 914'125		
Septiembre . .	7 464 982	13 361 614	1 144 000	3 952 800	9 977 550	27 412 162	31 364 962			
Octubre . . .	7 438 216	20 799 830	2 008 800	5 961 600	7 188 608	34 600 770	40 562 370			
Noviembre . .	14 987 014	35 786 844	1 944 000	7 905 600	—	34 600 770	42 506 370			
Diciembre . .	15 084 237	50 871 081	2 008 800	9 914 400	—	34 600 770	44 515 170			
Enero . . . .	3 018 321	53 889 402	2 008 800	11 923 200	—	34 600 770	46 523 970			
Febrero . . .	4 512 648	58 402 050	1 814 400	13 737 600	730 792	35 331 562	49 069 162			
Marzo . . . .	9 436 675	67 838 725	2 008 800	15 746 400	7 457 063	42 788 625	58 535 025			
Abril . . . .	14 948 505	82 787 230	1 944 000	17 690 400	11 841 815	54 630 440	72 320 840			
Mayo . . . .	26 715 384	109 502 614	2 008 800	19 699 200	16 316 053	70 946 493	90 645 693			
Junio . . . .	22 160 454	131 663 068	1 944 000	21 643 200	20 029 670	90 976 163	112 619 363			
Julio . . . .	28 323 288	159 986 356	2 008 800	23 652 000	13 422 712	104 398 875	128 050 875			

## Cuadro B-9

## PANTANO DE VILLANÚA

Río Aragón

Régimen mixto

## Aprovechamiento industrial

Meses	Aportaciones mensuales m. <sup>3</sup>	Energía producida kw.-hora	Altura media m.	Caudal m. <sup>3</sup> -kg.	Volumen de agua disponible m. <sup>3</sup>	Volumen gastado m. <sup>3</sup>	Volumen restante m. <sup>3</sup>	Altura a fin de mes	Energía regularizada kw.-hora	Energía sobrante kw.-hora
Agosto . . .	5 896 632	914 229	23'00	7'259	25 850 372	19 443 412	6 406 960	18'00	162 391	751 838
Septiembre . .	7 464 982	352 161	14'45	4'599	13 871 942	11 921 550	1 950 392	11'90	160 422	191 736
Octubre . . .	7 438 216	168 296	8'95	3'434	9 388 608	9 197 408	191 200	6'00	163 296	—
Noviembre . .	14 987 014	172 489	14'00	2'325	15 178 214	6 026 400	9 151 814	20'70	166 328	6 161
Diciembre . .	15 084 237	213 205	24'35	1'599	24 236 051	4 282 311	19 953 740	28'00	174 693	38 512
Enero . . . .	3 018 321	503 142	26'00	3'534	22 972 061	9 465 863	13 506 198	24'00	173 217	329 925
Febrero . . .	4 512 648	393 275	22'50	3'534	18 018 846	8 549 791	9 469 055	21'00	154 517	238 758
Marzo . . . .	9 436 675	405 416	20'95	3'534	18 905 730	9 465 863	9 439 867	20'90	168 296	237 120
Abril . . . .	14 948 505	603 190	21'40	5'319	24 388 372	13 785 815	10 602 557	21'90	160 914	442 276
Mayo . . . .	26 715 384	923 698	24'65	6'842	37 317 941	18 324 853	18 993 088	27'40	163 376	760 322
Junio . . . .	22 160 454	1 233 090	27'45	8'477	41 153 542	21 973 670	19 179 872	27'50	156 486	1 076 604
Julio . . . .	28 323 288	880 303	27'90	5'761	47 503 160	15 431 512	19 953 740	28'00	159 438	720 865
		6 762 494							1 968 374	4 794 120

Caudal sobrante: 12 117 908 m.<sup>3</sup>

Cuadro B-10

PANTANO DE VILLANÚA								
Río Aragón				Régimen mixto				
Meses	Aprovechamiento agrícola		Volúmenes para riegos		Volúmenes sobrantes		Total. aguas abajo del embal.	
	Mensuales	Acumulados	Mensuales	Acumulados	Mensuales	Acumulados	Mensuales	Acumulados
Agosto . . .	2008800	2008800	17434612	17434612	—	—	19443412	19443412
Septiembre . .	1944000	3952800	9977550	27412162	—	—	11921550	31364962
Octubre . . .	2008800	5961600	7188602	34600770	—	—	9197402	40562370
Noviembre . .	1944000	7905600	—	34600770	4082400	4082400	6026400	46588770
Diciembre . .	2008800	9914400	—	34600770	2273511	6355911	4282311	50871081
Enero . . . .	2008800	11923200	—	34600770	7457063	13812974	9465863	60336944
Febrero . . .	1814400	13737600	730792	35331562	6004599	19817573	8549791	68886735
Marzo . . . .	2008800	15746400	7457063	42788625	—	19817573	9465863	78352598
Abril . . . .	1944000	17690400	11841815	54630440	—	19817573	13785815	92138413
Mayo . . . .	2008800	19699200	16316053	70946493	—	19817573	18324853	110463266
Junio . . . .	1914400	21643200	20029670	90976163	—	19817573	21973670	132436936
Julio . . . .	2008800	23652000	13422712	104398875	12117908	31935481	27549420	159986356

## ESTADO PRESENTE DE LA TEORÍA Y DE LA EXPERIMENTACIÓN EN LO CONCERNIENTE A DESINTEGRACIÓN Y A SÍNTESIS ATÓMICA (\*)

El noveno punto de referencia se descubrió en 1927, cuando Aston llevó al cabo una serie de mediciones, de mayor precisión, de las masas relativas de los átomos, haciendo posible el someter a una nueva comprobación la fórmula de Einstein que relaciona la masa y la energía  $E = Mc^2$ .

La curva de Aston es uno de los indicadores más elocuentes de que disponemos en la actualidad. Demuestra lo siguiente:

1.º—La ecuación de Einstein resiste muy bien la comprobación cuantitativa de los procesos radiactivos o de desintegración y, con ello, recibe nuevo crédito.

2.º—Los procesos radiactivos o de desintegración con emisión de rayos  $\alpha$  tienen que quedar limitados a unos pocos elementos de elevado peso atómico, ya que son éstos los únicos que se hallan situados en la curva en forma tal, que puede desaparecer de ellos una cierta parte de la masa y aparecer la consiguiente cantidad de energía, mediante la mencionada desintegración.

3.º—Los elementos más comunes, aparte del hidrógeno, se encuentran ya en condiciones de máxima estabilidad, esto es, de masa mínima, de manera que, si nosotros los desintegramos, tendremos que invertir trabajo en la operación, en lugar de obtener energía de la misma.

4.º—Por consiguiente, las únicas fuentes de energía, distinta de la del Sol, de que dispone el hombre, son la formación de los átomos de los elementos corrientes, partiendo del hidrógeno o del helio, o bien la total aniquilación de los electrones positivos

y negativos: no es probable que ninguno de ambos procesos tenga lugar en la Tierra.

5.º—Si el precedente proceso constructivo tiene su realización en algún punto, la menos penetrante y más abundante de las radiaciones emitidas por él, que correspondería a la formación del helio, partiendo del hidrógeno, debería ser unas diez veces más energética que los rayos  $\gamma$  más duros que se conocen, o lo que es lo mismo, debería corresponder a 26 millones de electrón-volts, en lugar de 2'5 millones.

6.º—Las otras radiaciones correspondientes a los elementos abundantes: oxígeno, silicio y hierro, tendrían que ser, respectivamente, 4, 7 y 14 veces más energéticas que los «rayos del helio».

7.º—La radiación correspondiente al mínimo proceso de aniquilación que puede tener lugar (el *suicidio* de un electrón positivo y otro negativo) es 350 veces más energética que los rayos  $\gamma$  más duros, o sea 35 veces más energética que los «rayos del helio».

Esto nos conduce al décimo descubrimiento, el de los rayos cósmicos (véase IBÉRICA, n.º 874, página 248 y lugares allí citados). Esto revela:

1.º—Una radiación, cuya fracción principal, siguiendo nuestra comparación directa, es cinco veces más penetrante que los rayos  $\gamma$  más duros; según la mejor fórmula teórica de las que relacionan la energía con el poder de penetración (la de Klein-Nishina), representa una radiación diez veces más energética que los rayos  $\gamma$  más duros, *de acuerdo exactamente con lo predicho*.

2.º—Unas franjas especiales de radiación cósmica que, a grandes rasgos, se encuentran en la posición debida para corresponder a la formación de los demás elementos abundantes, a partir del hidrógeno,

(\*) Continuación del artículo publicado en el n.º 876, pág. 285.

aunque (por motivos que ya se expondrán) no hay que contar con una coincidencia exacta, excepto en el caso del helio.

3.º—Junto a ésta, no hay que esperar (por lo menos, en cantidad apreciable) radiación alguna que pueda proceder de la hipótesis de la aniquilación, por haberse comprobado que un 95 % (por lo menos) de los rayos cósmicos observados, son debidos a procesos de menor energía.

4.º—Una radiación—completamente independiente del Sol (el gran núcleo de irradiación inmediatamente fuera de nuestros confines) ni relacionada tampoco, al parecer, con la Vía Láctea, ni con la nebulosa espiral más próxima (la de Andrómeda)—que llega hasta nosotros uniformemente desde todos los puntos de la bóveda celeste y es tan constante (sin depender del tiempo ni de la latitud), a cada altura determinada, que las pequeñas fluctuaciones observadas en una estación fija reflejan con gran fidelidad los cambios de espesor de la capa absorbente de aire, a través de la cual tienen que pasar los rayos para llegar hasta el observador.

Esta última propiedad es la más sorprendente y más significativa que ofrecen los rayos cósmicos, y debe discutirse su interpretación, antes de pasar a redactar las conclusiones finales. Su significado es el de que esos rayos, a su entrada en la atmósfera terrestre, son ondas etéreas o fotones casi puros.

Si fuesen electrones de alta velocidad, o incluso si hubiesen sido transformados en una fracción importante (por efecto de choques Compton, al atravesar la materia), los tales electrones de gran velocidad o rayos  $\beta$ , recorrerían necesariamente trayectorias espirales en torno de las líneas de fuerza del campo magnético terrestre, por lo cual entrarían en la Tierra más abundantemente en las inmediaciones de los polos magnéticos terrestres, y en menos cantidad en latitudes más bajas. Esto es, precisamente, lo que han demostrado *no ser cierto* los experimentos llevados al cabo durante el verano pasado en Churchill (Manitoba) (lat. 59° N) a menos de 1200 km. del polo magnético norte: la intensidad media de los rayos no presenta diferencia apreciable con la que señalan las mediciones hechas en Pasadena a los 34° de lat. N.

La conclusión de que los rayos cósmicos entran en la atmósfera de la Tierra en forma de fotones casi puros, no deriva únicamente de las mediciones efectuadas el verano pasado. Se deduce también de los sondeos de la alta atmósfera llevados al cabo con globos-sonda en abril de 1922 por Millikan y Bowen y en combinación con las ascensiones aerostáticas a grandes alturas, realizadas por Hess y Kolhörster en 1911-14. Pues, elevándose hasta una altura de 15'5 km., se obtenía tan sólo una cuarta parte de la descarga total de nuestro electroscopio, calculada por extrapolación en las curvas precedentemente obtenidas. Esto viene a indicar que hay una zona en la atmósfera, por debajo de los 15'5 km. de altura,

en que la intensidad de la ionización, dentro de un recipiente cerrado expuesto a las radiaciones, alcanza un máximo y luego decrece con gran rapidez con el aumento de altura. Hemos efectuado observaciones de gran precisión hasta la cima del Pike's Peak (4'3 km.): el aumento de intensidad comprobado, dentro de estas zonas, sigue una progresión tan grande como la señalada por Hess y Kolhörster a raíz de sus ascensiones aerostáticas, de manera que no queda la menor duda de la existencia de ese máximo. Éste significa, desde luego, que los rayos, antes de entrar en la atmósfera, no han tenido aún que atravesar una cantidad de materia suficiente para llegar al estado de equilibrio con sus secundarios (rayos  $\beta$  y fotones de frecuencia reducida; IBÉRICA, vol. XXXII, n.º 801, pág. 276): en otros términos, que *no han hallado a su paso cantidades apreciables de materia, al pasar desde su lugar de origen hasta la Tierra.*

Esto concuerda con la ausencia de influencia del campo magnético terrestre, en la intensidad de aquellos rayos; y ambos fenómenos, de naturaleza completamente distinta, considerados a la vez, prueban con toda evidencia, a mi modo de ver, que los rayos cósmicos no pueden tampoco tener origen en las atmósferas exteriores de las estrellas, aunque estén formadas por hidrógeno y helio a elevadas temperaturas, sino que más bien tienen que tener su origen en aquellas regiones del Universo desde las que es posible llegar hasta la Tierra sin haber de atravesar materia en cantidad apreciable (en comparación con la atravesada en la atmósfera terrestre): o dicho en otros términos, que *deben tener su origen en las regiones intensamente frías de las profundidades de los espacios interestelares.*

Además, cuanto más penetrantes sean los rayos  $\beta$  producidos por los choques Compton, mayor será el espesor de materia que tendrá que ser atravesado, antes de que el haz de fotones puros que entra en la atmósfera llegue al equilibrio con sus secundarios; y, hasta que tal equilibrio se alcance, el coeficiente de absorción aparente tiene que ser menor que el coeficiente calculado con ayuda de la fórmula de Klein-Nishina, partiendo de la energía puesta en juego en el proceso de que se deriva la radiación. Ahora bien, los experimentos Bothe-Kolhörster, realizados el año pasado, indican que, si la energía de los fotones incidentes es suficientemente elevada, los rayos  $\beta$  puestos en libertad por los choques Compton resultan precisamente penetrantes en extremo: de manera que la teoría indica que los rayos cósmicos producidos por la formación de los elementos corrientes más densos, como el silicio y el hierro, a partir del hidrógeno, deben ser algo menores que los calculados partiendo de la energía disponible para su formación.

Éste es, precisamente, el modo de conducirse, deducido de lo que indica realmente nuestra curva de ionización profunda de los rayos cósmicos. En

las alturas mayores a que nosotros hemos podido hacer observaciones (4300 m.), los rayos del helio llegan al equilibrio con sus secundarios y los coeficientes observados concuerdan con los calculados, en la máxima precisión posible. Para los rayos del oxígeno, el coeficiente observado es algo más bajo que el valor computado (un 17 % más bajo) y para los rayos del silicio es aún más bajo (un 30 %). Para los rayos del hierro, resulta muchísimo más bajo (alrededor de un 60 %); todo ello resulta en coincidencia excelente con lo que pide la teoría, según ya se ha indicado.

Los precedentes resultados parecen indicar, de manera muy clara, las conclusiones siguientes:

1.<sup>a</sup>—Los rayos cósmicos tienen su origen, no en las estrellas, sino más bien en los espacios interestelares.

2.<sup>a</sup>—Son debidos a la formación, en las profundidades del Espacio, de los elementos químicos más corrientes, a partir del hidrógeno, dado que la observación espectroscópica del cielo demuestra que tales elementos se encuentran ampliamente distribuidos por el Espacio. El helio y los elementos corrientes: oxígeno, nitrógeno, carbono y asimismo el azufre se encuentran también en los espacios interestelares, según ha sido demostrado recientemente por el bello descubrimiento de que las rayas del *nebulio* proceden de aquellos elementos.

3.<sup>a</sup>—Estos procesos de integración atómica no pueden tener lugar en las condiciones de temperatura y presión existentes en el Sol y en las estrellas, ya que el calor de estos cuerpos tiene probablemente que ser mantenido por el proceso de aniquilación atómica, postulado por Jeans y Eddington para ser desarrollado precisamente allí (IBÉRICA, vol. XXVIII, n.º 700, pág. 270; vol. XXXI, n.º 771, pág. 206).

4.<sup>a</sup>—Todo esto nada absolutamente nos dice acerca de la segunda ley de la Termodinámica ni de la *muerte del calor*, pero sí contiene una escueta y llana indicación de que, si la formación atómica a partir del hidrógeno se está realizando por todo el

Espacio (como, al parecer, sucede), puede darse el caso de que el hidrógeno consumido sea repuesto en alguna parte, y asimismo mediante la única forma de energía que sabemos está constantemente irradiando desde las estrellas hacia los espacios interestelares, esto es, la energía radiante.

Esto ha sido especulativamente sugerido, ya hace mucho tiempo, con objeto de explicar que el Creador puede estar continuando todavía y constantemente su obra de creación (1). En esto hay tal vez un ligero indicio de comprobación *experimental*; pero no se halla probado de manera absoluta, ni siquiera presentado como consecuencia necesaria. Si sir James Jeans prefiere mantener sobre esta cuestión una opinión y yo otra, nadie puede objetarnos lo más mínimo (véase esta discrepancia en IBÉRICA, vol. XXXI, n.º 773, p. 238). Lo único de que estamos y podemos estar completamente seguros, es que ninguno de los dos *sabe nada* de ello. Sin embargo, los rayos cósmicos proporcionan una excelente prueba experimental de la formación continua de los elementos corrientes, a partir del hidrógeno, en las profundidades de los espacios interestelares. No desconozco las dificultades que se presentan, para formarse una imagen cinética, completamente satisfactoria, de la manera como tienen lugar esos fenómenos; pero hemos de observar que, en nuestro siglo XX, los hechos aceptables y demostrables no parecen estar dispuestos a esperar que se les encuentren representaciones mecánicas adecuadas. ¿La misma Física no ha arrancado de raíz, de su mismo solar, la teoría puramente mecánica del Universo?

(1) Aquí el A. no puede tomar la palabra «creación» en el sentido propio y filosófico (como hemos hecho ya notar en otra ocasión, acerca de la tan repetida «aniquilación»); pues crear es sacar de la nada, o dar existencia a lo que no la tiene en modo absoluto; ahora bien, producir materia por condensación de energía, no es producirla de la nada; y aunque comience a existir *como tal*, ya *preexistía* como energía. Tampoco es aniquilar, convertir la materia en energía.

Las palabras «su obra de creación» pueden interpretarse como «proceso de la formación del Universo», en cuanto, presupuesta la creación de la energía, brote la materia por condensación de ésta, en lo cual no hay dificultad de orden filosófico ni teológico.—N. DE LA R.



## BIBLIOGRAFÍA

Mapa Geológico de España. Hoja 420. *San Baudilio de Llobregat*. Memoria explicativa. 119 pág. con numerosas láminas, figuras y cortes geológicos. Madrid. 1931.

Esta hoja comprende gran parte de la ciudad de Barcelona, extendiéndose por el W hasta los altos de Subirats. Ha sido estudiada bajo la dirección de A. Marín. Se completa con la hoja 421, *Barcelona*. Abarca los capítulos de Bibliografía, Geografía física, Tectónica, Estratigrafía, Petrografía, minerales, minas y canteras, Hidrología y Paleontología.

Se han tomado por guía, en la parte estratigráfica de esta hoja, los estudios del doctor Almera; aunque el mapa formado se separa

mucho del trazado por dicho geólogo, debido a que él no tuvo un buen mapa topográfico, a la distinta interpretación que da la ciencia moderna a ciertos fenómenos geológicos, a algunas variaciones introducidas por los geólogos que se han ocupado de la región (después de la muerte de Almera) en la nomenclatura y clasificación de los terrenos, y a la interpretación personal sobre el modo de ver la tectónica de la región. Coinciden las teorías de Schriil con las aseveraciones hechas en la hoja 421.

Se suprime el arcaico y cambriano, considerando todas las rocas metamórficas como de edad diluviana. En el cretácico de Garrat admiten sólo el aptiense, en contra de la opinión de Kilian y Almera.

**SUMARIO.** El mecanismo de la visión y la pintura ■ Brasil. Progresos y estado actual ■ La Feria Técnica de Leipzig.—Alternador de 44000 kva. movido por turbina hidráulica.—Doctor Federico Ris, L. N., S. J.—El ferrocarril «Rheingold» ■ Estudio del régimen de los embalses. José Martínez Rayón.—Estado presente de la teoría y de la experimentación en lo concerniente a desintegración y a síntesis atómica, R. A. Millikan ■ Bibliografía