

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

"GRANDES VOUTES,"

POR

PAUL SEJOURNÉ,

INGENIERO-JEFE DE PUENTES Y CALZADAS, INGENIERO-JEFE DEL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA COMPAÑIA DE PARIS, LYÓN, MEDITERRÁNEO, PROFESOR DE PUENTES EN LA ESCUELA DE PUENTES Y CALZADAS

En venta en Bourges, editor Veuve Tardy-Pigelet, 15, rue Joyeuse.

Sejourné, nuestro eminente colega, que desde hace cuarenta años proyecta y construye, que explica la cátedra de puentes en la Escuela de Puentes y Calzadas, al mismo tiempo que es Inge-

portantes de la ingeniería moderna, con el título que encabeza estas líneas.

Me ha rogado, mi ilustre amigo y colega, que presente su último trabajo á los Ingenieros españoles, y lo hago no sólo con gusto, sino honradísimo por el encargo, pues que con ello presto un servicio á mis compañeros, á la par que tengo ocasión de rendir homenaje de admiración á la inmensa labor de un Ingeniero que figurará entre los más geniales de su época.

Monsieur Sejourné, que ha residido en Guadix muchos años, como Ingeniero de la construcción del ferrocarril de Linares á Almería, es, sobre todo, conocido en la ciencia internacional por los puentes notables que ha proyectado y dirigido, de los que



D. PABLO SEJOURNÉ
INGENIERO-JEFE DE PUENTES Y CALZADAS

niero-Jefe del Servicio de construcción de la importantísima Compañía de ferrocarriles de París, Lyón y Mediterráneo (1), acaba de dar cima á la publicación de uno de los libros más im-

(1) Ejemplo de compatibilidad, que debíamos imitar en mayor escala en nuestras Escuelas.

presentamos algunas fotografías, popularizadas ya por todas las Revistas profesionales.

La elegancia con que ha sabido aligerar los tímpanos de los arcos en los puentes ya clásicos de Castelet, Lavaur y Antoinette, y, sobre todo, la original y afortunada concepción de sustituir la

parte central de las bóvedas de gran anchura, por un tablero de hormigón armado, lo que permite ahorrar mucho cimient y mucha sillería, en puentes monumentales, como los del Luxemburgo y de Tolosa (disposición que he aplicado con gran éxito en el puente Reina Victoria de Madrid (1), y que voy á repetir en el

blemas de esta clase, que son casi todos, deben estudiar la obra monumental de Sejourné, seguros de que la han de ver y leer con gusto, fruición y provecho.

Para dar una idea de lo que contiene, extractaré, aunque sea ligeramente, cada uno de los seis tomos.

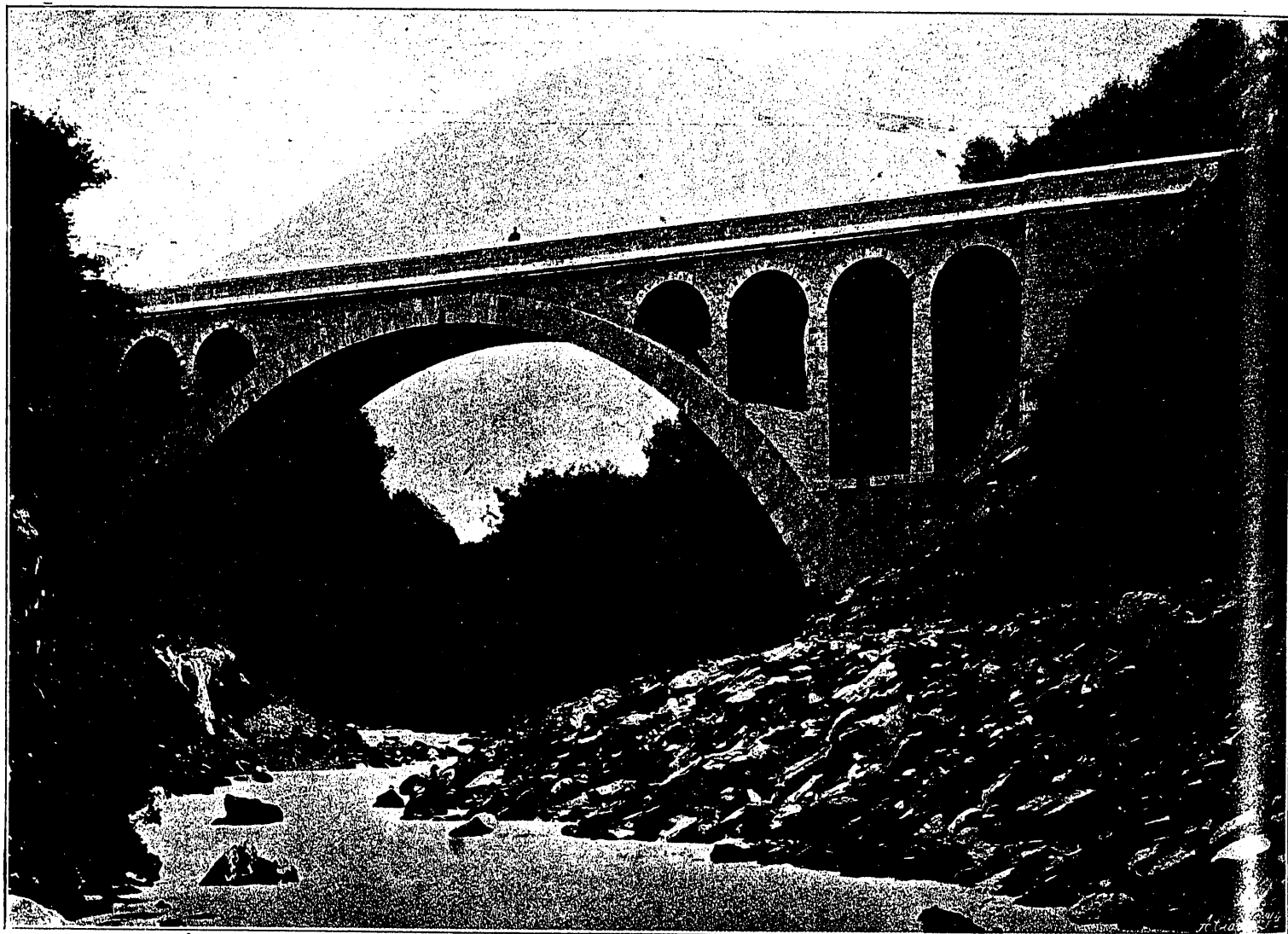


FIG. 1.ª—Puente de Castelet.

nuevo puente sobre el Urumea en San Sebastián), son títulos más que suficientes para coronar una laboriosa carrera.

Pero Sejourné no ha querido dormirse sobre sus laureles, y no sólo ha seguido proyectando y construyendo otras muchas obras, entre las que descuella por su originalidad el viaducto de Fontpedrouse, sino que se ha impuesto el impropio trabajo de coleccionar gran parte de los datos recogidos por un perseverante estudio de las grandes bóvedas del mundo entero, y deducir de su examen, contrastado por su gran experiencia personal, la síntesis de tanta labor constructiva.

La tarea fué ardua, pero el resultado es grandioso, y se evidencia por el examen de seis grandes tomos, editados con lujo y buen gusto y redactados con esa claridad de estilo y elegancia de expresión, característica de los sabios franceses.

Como tan concisamente dice Sejourné en su libro: *El Ingeniero encargado de proyectar ó de construir una gran bóveda, encontrará en este libro lo que se ha hecho, lo que se debe hacer, lo que no deberá hacerse.*

No sólo es un libro de consulta, es un tratado completo de las grandes bóvedas, y los Ingenieros que tengan que resolver pro-

Monsieur Sejourné llama grandes bóvedas, todas las que tienen luces de 40 ó más metros y no se ocupa en su libro de las bóvedas de hormigón armado propiamente dicho, cuyos principios de cálculo y construcción difieren de las de sillería ú hormigón en masa, únicas que estudia.

La primera parte de la obra, constituida por los tomos I, II y III comprende el estudio de lo que llama el autor *bóvedas inarticuladas*, que son las ordinarias, así clasificadas para diferenciarlas de las bóvedas articuladas.

Para deducir las enseñanzas que la experiencia aconseja, empieza el autor por describir todos los puentes de esta clase construidos hasta 1912. No sólo presenta fotografías y dibujos de detalle de todos ellos, sino cuantos datos históricos y constructivos ha podido reunir, y enumera las dificultades y accidentes de la ejecución, así como detalla los materiales y morteros empleados y las cifras de coste que ha conseguido reunir.

En el tomo I, se describen 39 puentes, que comprenden los arcos de medio punto, los arcos elípticos y los escarzos poco rebajados.

Entre ellos merecen citarse los puentes elípticos de Anibal y del Diablo, ambos de 55 metros de luz, y en Italia, el puente de Amidouniers (Toulouse) del propio M. Sejourné, y ya citado, constituido por dos arcos elípticos paralelos y separados, de

(1) REVISTAS DE OBRAS PÚBLICAS de 14, 21 y 28 de Mayo de 1908, «Los puentes modernos», y de 12 de Mayo de 1910, «El puente Victoria en Madrid».

42 metros de luz, y el viaducto de Wiessen en Suiza, que es un arco en elipse peraltada de 55 metros de luz.

El tomo II está exclusivamente dedicado á la descripción de 33 puentes con bóvedas inarticuladas, en arcos poco rebajados.

Contiene interesantísimos detalles de construcción y coste de los mayores puentes del mundo, entre los que se pueden citar: de Luxemburgo, 84,65 metros de luz; de Filadelfia (70,71 metros) y Cleveland (85,34 metros), en América, con bóvedas de hormigón en masa; el de Constantina (Argelia), de 68,76 metros de luz.

pectivamente, y el de Schaerchgraben (Austria) de 52 metros de luz.

En el tomo III se describen en su libro I los puentes inarticulados con arcos bastantes y muy rebajados.

Entre los primeros citaremos los de Plauen (Alemania), 90 metros de luz; el de Montanges (Francia), de 80,29 metros, y el de Salcano (Austria) para ferrocarril, de 85 metros.

A continuación describe el autor algunos puentes con bóvedas de hormigón, de más de 40 metros de luz, que no clasifica entre los puentes de hormigón armado, propiamente dichos (pues

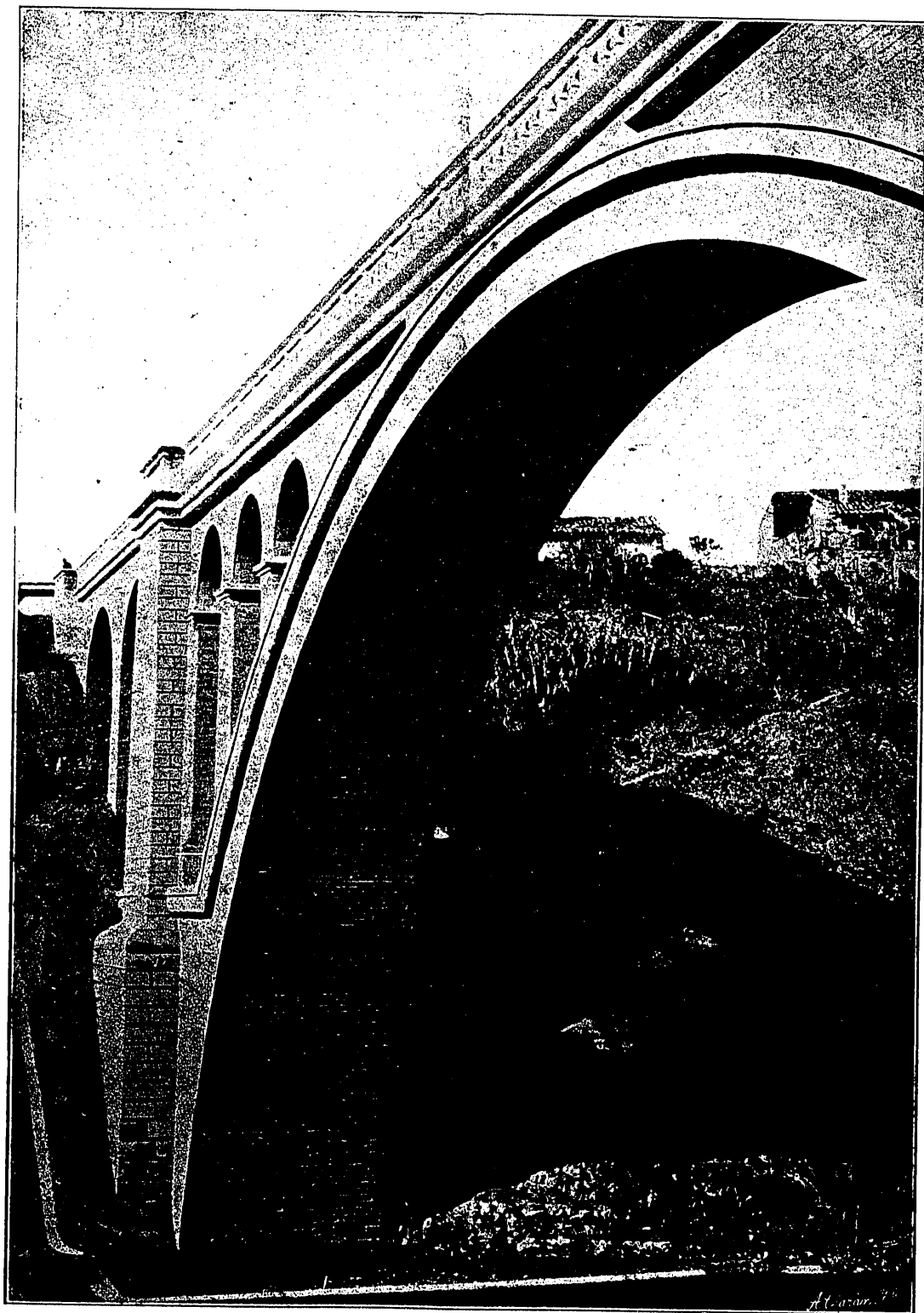


FIG. 2.ª—Puente de Laval.

Todos estos puentes son para carretera y están constituidos por dos anillos de frente, unidos por tableros de hormigón armado.

En puentes de ferrocarril debemos citar los de Antoinette, Escot y Laval, en Francia, de 50, 50 y 61.50 metros de luz, res-

de éstos no se ocupa M. Sejourné), porque las débiles armaduras que contienen no se han tenido en cuenta para el cálculo.

También dedica otro capítulo á la descripción de algunos puentes, á los que equivocadamente se les ha atribuido más de 40 metros de luz, y entre ellos se representan las únicas obras

españolas que figuran en el libro, que son los antiguos puentes de Toledo sobre el Tajo, de Orense sobre el Miño, de Martorell sobre el Llobregat, y que por mediciones exactas hechas por nuestros compañeros Alfonso, Uriarte y Ortega, á ruego de M. Sejourné, resultan sólo tener, respectivamente, 39,75, 37,60 y 37,30 metros de luz.

En total se describen en este tomo 88 puentes.

En el libro II del mismo tomo el autor desarrolla magistralmente el tema «Lo que la experiencia enseña de particular en las bóvedas inarticuladas».

Apoyándose en la innumerable colección de datos recogidos en tantos puentes notables, M. Sejourné detalla cómo se traza y

rio experimental», es decir, hasta que nuevos ensayos establezcan otras fórmulas que se ajusten más á la realidad.»

Termina el tomo III con un anejo que da los espesores en la clave de 562 puentes en 3.300 bóvedas inarticuladas.

Dedica M. Sejourné el tomo IV á las bóvedas articuladas que, como es sabido, se han generalizado bastante, sobre todo en Alemania.

Explica primeramente por qué y cómo se han articulado muchas grandes bóvedas, los cálculos y experiencias á que han dado lugar y los diferentes tipos de articulación empleados.

Describe después los 88 puentes de más de 40 metros de luz construidos por este sistema hasta 1912, entre los que citaremos

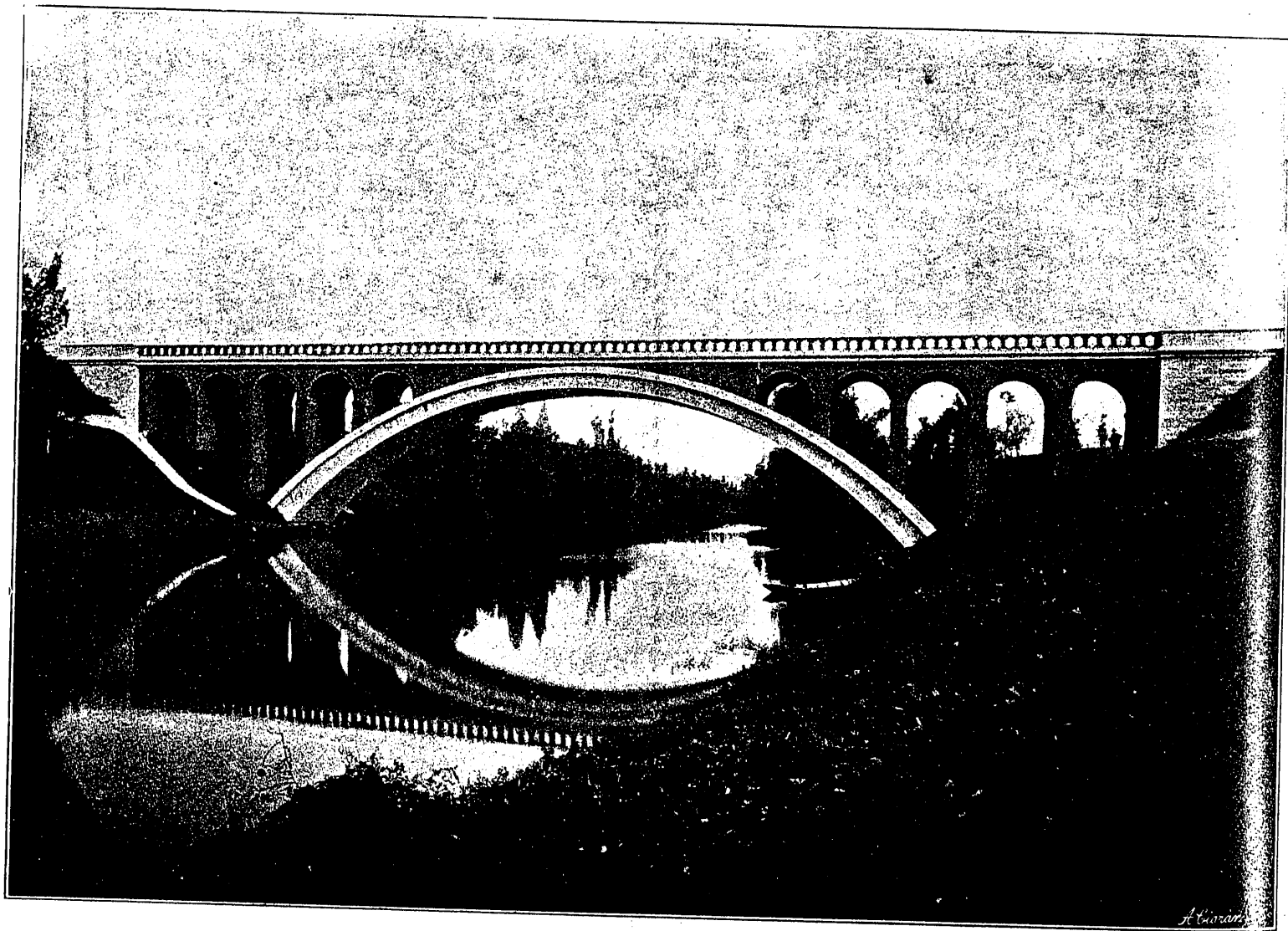


FIG. 3.^a—Puente Antoinette.

se calculan las bóvedas, analiza todas las fórmulas empíricas, los métodos estáticos y, por fin, la hipótesis elástica.

Desde luego, y con muy buen sentido práctico, recomienda los procedimientos gráficos; á los que da preferencia sobre los de cálculo, y dice sobre esto:

«Ambos proceden de hipótesis inexactas; la precisión del cálculo es inútil; la del gráfico basta; no hay que preocuparse de decimales, cuando los enteros son sospechosos.»

Respecto á la hipótesis elástica, la opinión de M. Sejourné, que hace tiempo comparto, es la siguiente:

«No hay, por ahora, para el cálculo de bóvedas, una hipótesis mejor que la elástica.»

Aceptémosla, pues, no porque sea exacta, sino porque bóvedas delgadas, así calculadas, han resistido.

Pero aceptémosla muy provisionalmente «á beneficio de inventa-

el de Mundergiken (Wurtemberg) de 59 metros de luz, de Morbegno (Italia) de 70 metros, para ferrocarril, los de Kempten (Baviera) de 63,80 y 64,50 metros de luz para ferrocarril, los de Gohren (Sajonia) 60 metros y Ulm (Wurtemberg) de 65,45 metros, los de Illerbeuren (Baviera) de 59 y 57 metros y los de Munich de 60 á 64 metros (1).

Después de descritas estas obras, estudia el autor, según hizo con las bóvedas inarticuladas, lo que la experiencia enseña de particular en las bóvedas articuladas, compara las disposiciones y

(1) Monsieur Sejourné cita, entre estos puentes, el que yo proyecté de 50 metros de luz sobre el Nalón, carretera de Oviedo á Pola de Lena, en Las Segadas, y que no se atrevió el contratista de la carretera á ejecutar, por cuya razón consiguió de la Superioridad que se sustituyera por un tramo metálico, muy inferior, á mi juicio, á mi proyecto, y que resultó tan caro. (Véase REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 25 de Abril de 1901, en que describo este proyecto).

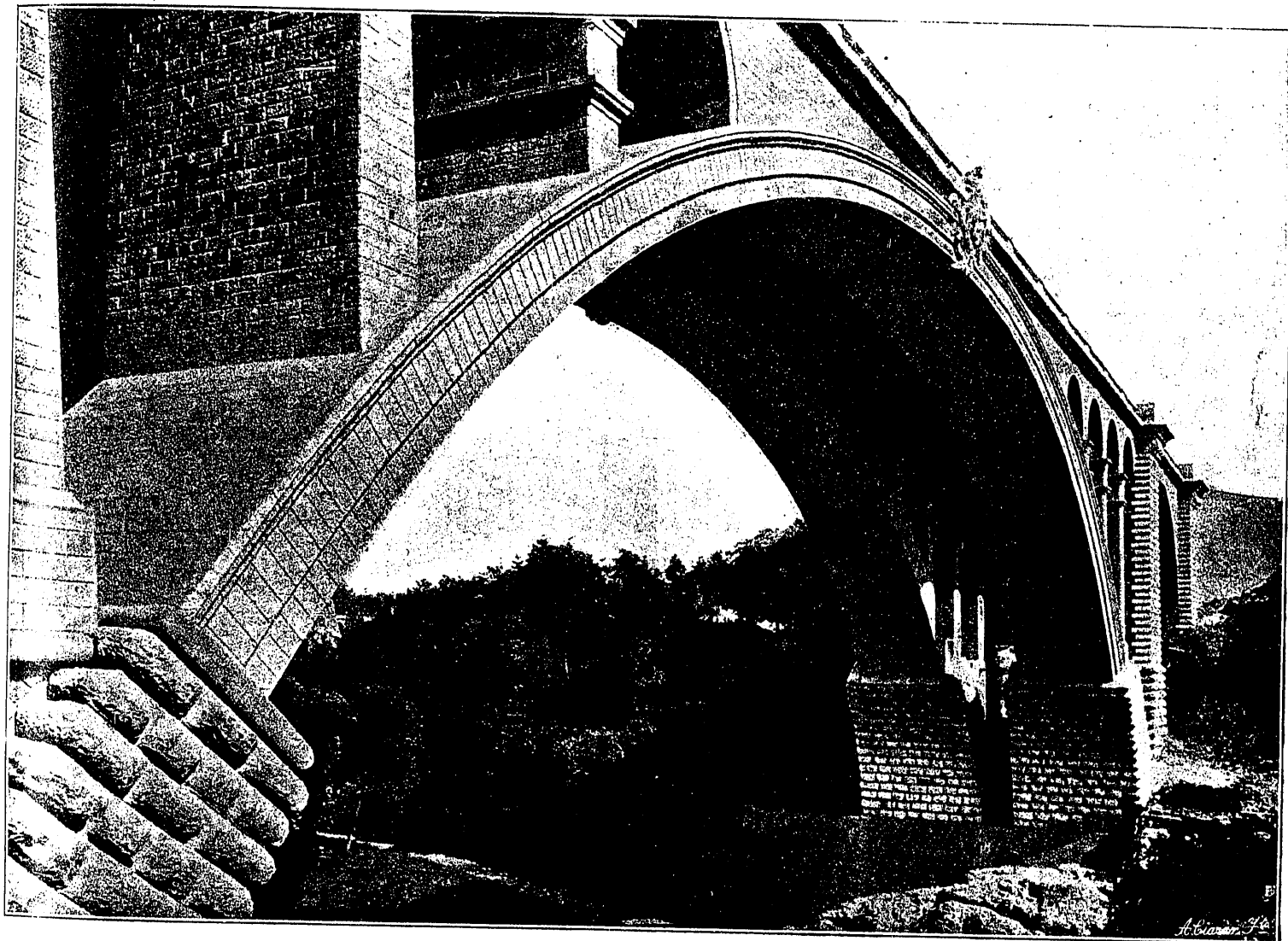


FIG. 4.^a—Puente Adolphe en Luxemburgo.

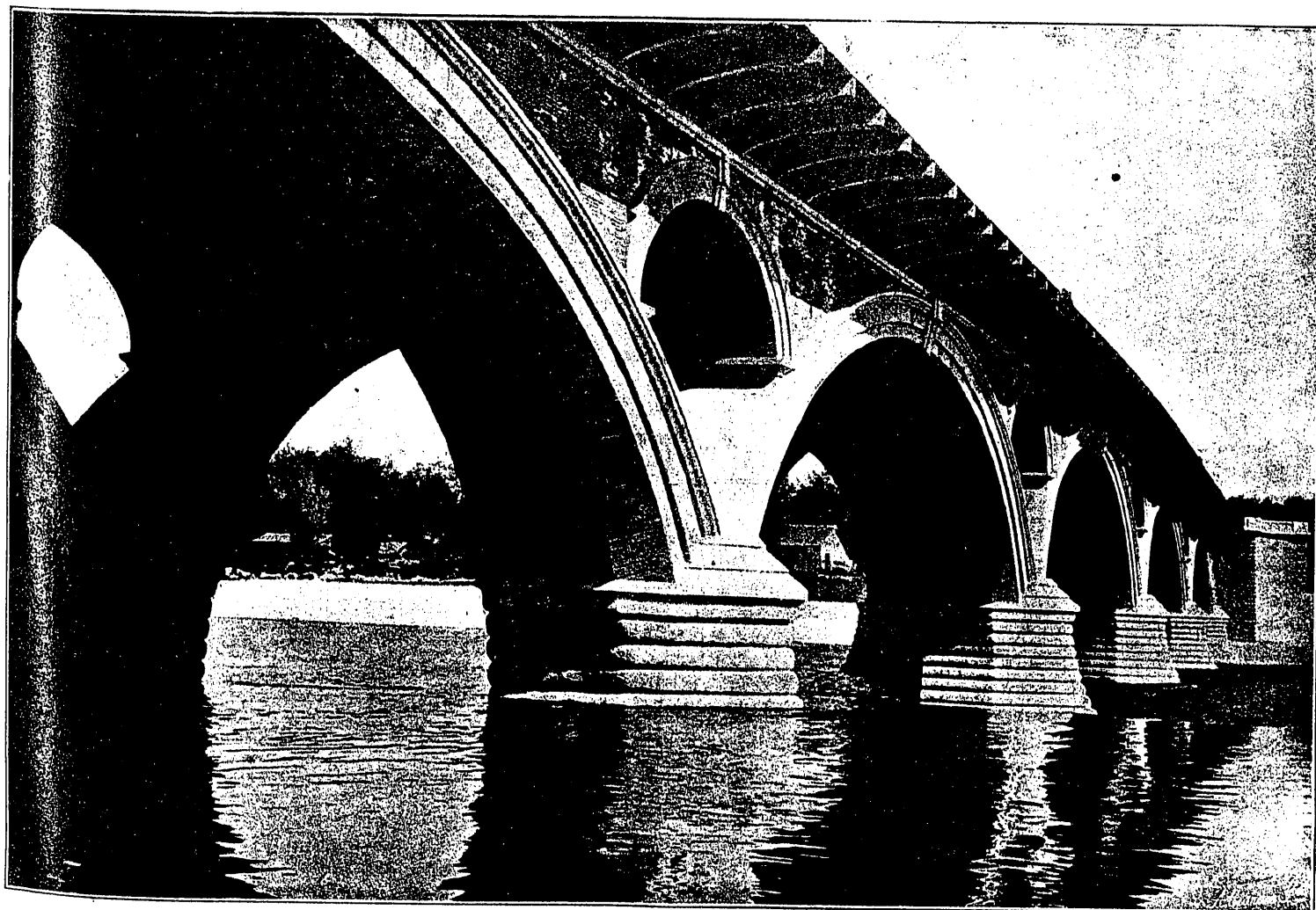


FIG. 5.^a—Puente de los Amidonniens (Tolosa).

dimensiones, así como los diferentes tipos de articulación, y deduce, por último, las conclusiones que el estudio de todas estas obras permite establecer.

Descritos en los primeros cuatro tomos todas las bóvedas de más de 40 metros de luz, dedica el autor su tomo V á exponer con toda la autoridad personal del que ha construido mucho, robustecida por un profundo estudio de cuanto se ha construido en el mundo, *lo que la experiencia enseña, común á todas las bóvedas.*

Se divide este tomo en tres libros, cuyo simple enunciado evidencia su importancia:

Libro I Cómo se proyecta un puente de fábrica.

de fábrica de pequeña luz (hasta 8 metros de luz) y los viaductos, de necesidad tan corriente en los trazados de vías férreas.

Después de formular las reglas más prácticas para la elección de todos los elementos de estas obras, desarrolla el autor los métodos de cálculo de una bóveda, detallando el de Culmann-Ritter para el arco elástico inarticulado y reseñando su aplicación al puente Antoinette. Termina esta parte del libro con numerosas tablas numéricas de gran utilidad para el proyectista.

Como anejo á este tomo VI describe M. Sejourné los 15 grandes puentes terminados desde el año 1912, todos ellos para ferrocarriles, entre los que citaremos los de luces superiores á 50 metros, y que son:

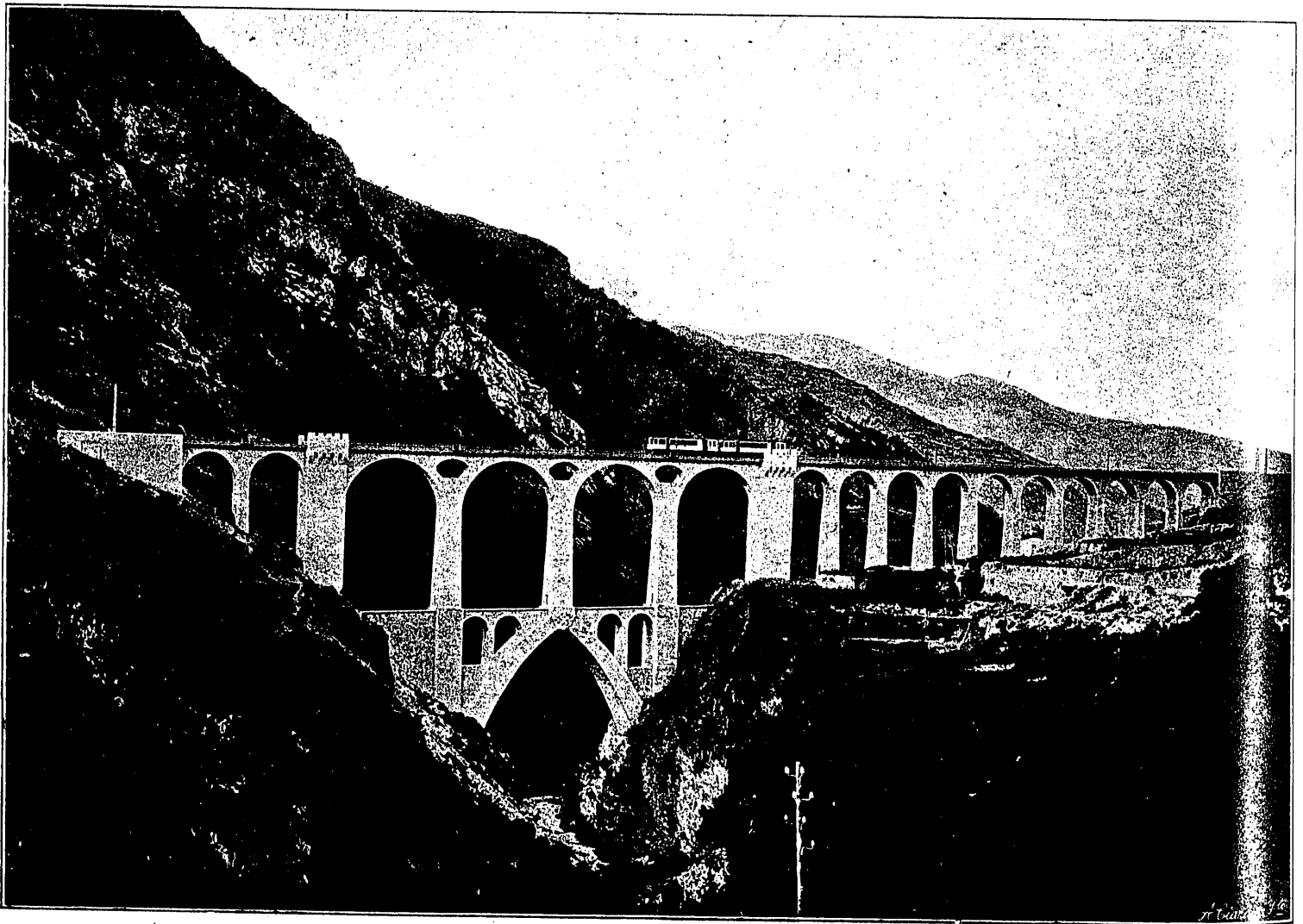


FIG. 6.^a—Puente de Fontpedrouse.

Libro II Cómo se ejecuta un puente de fábrica.

Libro III Conclusiones generales.

Excusado es decir el lujo de figuras, de detalles, de cuadros comparativos con que el autor desarrolla este estudio, en el que se analizan cada uno de los elementos de los puentes de sillería, mampostería y hormigón, acumulando datos y consejos prácticos que no figuran en ningún tratado de puentes, y de indudable interés para todos los Ingenieros.

Citaremos, por ejemplo, el estudio que se hace de los efectos de la temperatura en las grandes bóvedas y los medios de combatirlos, así como los capítulos dedicados á las cimbras, que en esta clase de puentes adquieren singular importancia.

El tomo VI llamado modestamente *Apéndice* por el autor, es, sin embargo, tan interesante como los anteriores.

Aprovechando M. Sejourné su gran experiencia en construcción de ferrocarriles, dedica la primera parte de este tomo á resumir las *Instrucciones para proyectar y construir todas las obras*

	Metros.
En Francia: Puente de Aguas saladas, medio punto de.....	50,00
Idem: Id. de Roizonne, idem de.....	79,45
Idem: Id. de Pelussia, escarzano de.....	55,00
Idem: Id. de Villeneuve, idem de.....	97,65
En Noruega: Idem de Orkla, idem de.....	60,00
Idem: Id. de Dombas, idem de.....	54,00
En los Estados Unidos: Idem de Nicholson, idem de.....	54,86
En Portugal: Idem de Vouga, idem de.....	55,70
En Wurtemberg: Idem de Canstatt, idem de.....	61,60

De todos ellos el más notable es el de Villeneuve, para carretera y ferrocarril de interés local, constituido por dos anillos de hormigón de 96,25 metros de luz, unidos por un tablero de hormigón armado y que hasta ahora es el *record* de las bóvedas de fábrica (1).

* *

(1) Por causa de la guerra se han suspendido los trabajos de un puente de hormigón en masa de 173 metros de luz en Bernard (Francia).

Re-eñadas, aunque muy sucintamente, las materias comprendidas en los seis tomos de este gran trabajo, no puedo menos de significar el deseo de que M. Sejourné complete su obra con un séptimo tomo, dedicado á las *grandes bóvedas de hormigón armado*, que son un perfeccionamiento de las de hormigón en masa.

Tan eminente Ingeniero ha demostrado la confianza que le inspira el hormigón armado, á cuyo material ha recurrido para los tableros de sus grandes puentes de Luxemburgo y Tolosa, pero no sólo es en los tableros, sino en las bóvedas donde el hormigón armado permite soluciones variadas, con gran ventaja, á mi juicio, sobre el hormigón en masa.

Claro es que cuando se dispone de buena sillería ó sillarejo á precios económicos, no es dudosa la preferencia para estos materiales en la construcción de bóvedas, pero muy frecuentes son los casos en que no se dispone más que de piedra menuda, sólo utilizable en forma de hormigón, y entonces considero muy preferible armar las bóvedas, pues que se evitan así los inconvenientes y peligros que á veces ofrecen los grandes arcos de hormigón en masa.

Pero mientras nuestro ilustre colega dé satisfacción á este ruego, deben todos los Ingenieros estudiar su hermoso libro, cuya lectura, tan amena como instructiva, contribuirá seguramente á que en España, donde tantos puentes y viaductos quedan por hacer, se generalicen algo más las grandes bóvedas, que merced á los progresos realizados, tan magistralmente expuestos en esta obra, permiten soluciones á veces tan económicas como los tramos metálicos y siempre más duraderas y sobre todo más bellas y artísticas.

Como dice elocuentemente M. Sejourné: *No hay que dejarse conducir por los cálculos; la ciencia debe ayudar el arte pero no ahogarle. Debemos siempre preocuparnos del aspecto, no hay derecho á proyectar una obra fea.*

J. EUGENIO RIBERA.

Madrid, Abril de 1917.

La electricidad aplicada á la agricultura

POR

PAUL LECLER

(CONCLUSIÓN) (1)

Ignoro el número de aparatos de vapor que habrá en Francia. Verdaderamente no debe exceder de algunas decenas á lo más, casi únicamente en el Este de Francia. Esta falta de empleo del material de vapor en nuestro país, es debido ciertamente á diferentes condiciones de la tierra (naturaleza y configuración), pero, según mi opinión, á condiciones económicas susceptibles de modificación.

Por ejemplo, desde el punto de vista técnico, en Beauce nada se opone á la labranza de vapor (2).

(1) Véase el núm. 2170.

(2) Ciertas formas de contrato de alquiler de las tierras como la aparcería ó arriendo, son á veces un gran obstáculo para el cultivo mecánico. El arriendo puro y simple, clásico podríamos decir, es un obstáculo capital para el perfeccionamiento del cultivo. (Felizmente, algunos propietarios inteligentes lo han mejorado en muchas regiones y han conseguido, por el contrario, hacer de ello un instrumento de progreso.)

La división de la propiedad es un grave inconveniente para el desarrollo del cultivo mecánico, obstáculo de tal naturaleza, que existen muchos partidarios de la reunión obligatoria de las parcelas. Creo que están en lo cierto; más adelante estudiaré más detalladamente este asunto y hablaré de ello en otro artículo.

Los tornos eléctricos son también conocidos desde hace mucho tiempo.

Los Sres. Chretien y Félix hicieron la primera aplicación en 1879 en la azucarera de Sermaize.

Posteriormente gran número de inventores se han ocupado de la labranza eléctrica, lo mismo en Francia que en Alemania, donde las firmas más acreditadas en electricidad, la Allgemeine Electricitaets Gesellschaft (A. E. G.), Siemens y Halske, Helios, Bergmann, han construido material eléctrico de labranza alentados por el Emperador en persona, que ya desde antes de 1900, y especialmente en el dominio de Dahlem ha hecho realizar á la A. E. G. importantes aplicaciones eléctricas.

Hace ya más de quince años que la Sociedad alemana de agricultura, con el concurso de los constructores, organizó importantes ensayos comparativos de tres distintas explotaciones agrícolas.

Sin embargo, á pesar de todos estos esfuerzos y de estos estímulos, la labranza eléctrica no ha alcanzado en Alemania un desarrollo considerable. Desde 1909 decayó el entusiasmo del principio; la firma Zimmermann había abandonado el asunto hacía ya bastante tiempo y las Casas que de ello se habían ocupado, todavía antes de la guerra, especialmente la A. E. G., parecían hacerlo más bien por principio que por convicción.

La falta de desarrollo de la labranza eléctrica en Alemania, á mi parecer, fué debido á errores de principio por parte de los constructores alemanes, pero de esto no debe sacarse como consecuencia que la labranza eléctrica no sea susceptible de extenderse.

Por muchas razones, tengo la convicción de que la labranza eléctrica realizada en condiciones convenientes es susceptible de una gran aplicación, siempre que el problema se plantee bien y se trate metódicamente. Yo he estudiado ya varios aparatos de labranza eléctrica.

Hasta ahora la labranza eléctrica se ha extendido muy poco en Francia; se ha empleado, principalmente, para cavar el terreno, y únicamente pueden citarse algunas instalaciones que existen esparcidas por el Mediodía y también en Argelia. Algunas de estas instalaciones parece que funcionan con regularidad.

En suma, parece ser que los aparatos eléctricos de labranza no están todavía en su punto.

Las condiciones de su empleo no permite empalmarlos indistintamente en todas las redes existentes. En fin, es prácticamente imposible construir ahora series de estos aparatos.

En las circunstancias actuales no pueden, pues, hacerse los agricultores la idea de emplear de un modo general la labranza eléctrica.

Por análogas razones (y por otras varias) tampoco pueden confiar en el uso de los aparatos de vapor para igual fin.

El único recurso que les queda disponible es el de los aparatos de petróleo independientes de toda red. Estos aparatos son, prácticamente, *tractores* de importación americana; los constructores franceses (dejando aparte toda consideración respecto al valor de estos aparatos) actualmente no pueden entregar aparatos de esta clase, y, excepcionalmente, unidad por unidad; es decir, que de un modo general no puede contarse con ellos.

De esta situación resulta que, en la actualidad, el cultivo mecánico se hace con tractores de petróleo americanos, de los que en el momento actual ya hemos importado algunos cientos, continuando acentuándose el movimiento.

Ciertamente, desde el punto de vista de los cambios y del desarrollo de la industria francesa en lo referente á la construcción de máquinas agrícolas, es un hecho triste, porque cada tractor que entra representa una suma de 10 á 12.000 francos, ó