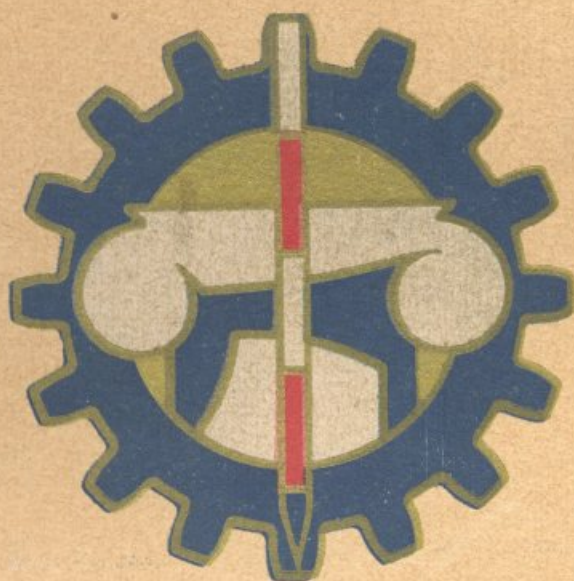


# C. E. F. C. M.

REVISTA DEL CENTRO ESTUDIANTES DE  
LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS



Nº. 6 - ROSARIO DE SANTA FE

# REVISTA DEL CENTRO ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS

EDITADA POR LA EDITORIAL DEL CENTRO ESTUDIANTES  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS

3ER. TRIMESTRE 1933

Nº. 6

## SUMARIO

\*\*\*\*\*

- *Tensión Superficial*  
Ingeniero Cortés Plá
- *Estudio Sintético de la Evolución de la  
Arquitectura a Través de las Epocas*  
Arquitecto Ermete De Lorenzi
- *El Campo Magnético y el Circuito Magnético*  
Ingeniero A. Schamis
- *Replanteo de un Angulo*  
Ing. Civil Simón Rubinstein
- *Noticiario Técnico*
- *Tragalo... si podés (Créase o no, criollo).*
- *Resumen Práctico Sobre Determinación del  
Poder Calorífico por la Bomba de Mahler-  
Kroeker.*  
Profesor Pedro H. Gambetta
- *Control de Combustion, sin necesidad de co-  
nocer la Composición Química Elemental  
del Combustible Empleado*  
Ingeniero Erico Rosenthal
- *Teoría de los Errores*  
Ingeniero Jorge A. Loureiro
- *Plan de Estudios para la Escuela de Arquitectura*  
Arquitecto José Micheletti
- *Por la Cenicienta*
- *Sección Oficial*  
En Fotgrabado:
- *Trabajos de la Escuela de Arquitectura*

# CENTRO ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS

## JUNTA DIRECTIVA

Presidente .....	Antonio J. Pasquale
Vice Presidente .....	David Stevenazzi
Secretario General .....	Pedro J. Cristiá
Secretario de RR. UU. ....	Francisco Artacho
Tesorero .....	Adolfo López Mayer
Delegado por 6º Civil .....	Jaime Ostrovsky
"    "    5º    "    .....	Horacio Albano
"    "    4º    "    .....	Aaron Noremberg
"    "    3º    "    .....	Alejandro Hochberg
"    "    2º    "    .....	A. Baragiola
"    "    1º    "    .....	Enrique Guma
"    "    4º Arquitectura .....	Julio Moritán
"    "    3º    "    .....	B. Ambroa
"    "    2º    "    .....	Orestes Llorden
"    "    1º    "    .....	Manuel Pineda
"    "    3º Agrimensura .....	Roberto Hoenig
"    "    2º    "    .....	Antonio Cerdá
Delegados del C. E. de la Escuela Industrial de la Nación .....	Luis Heumann David Lifschits

## DELEGADOS

Titulares al Consejo Directivo .....	Pedro J. Cristiá Amado H. Gabrielli
Suplentes " " " .....	Horacio Albano Orestes Llordén
Titular a la F. U. L. ....	Horacio Albano
Suplente " " " .....	Sabino Corsi
A La F. U. R. ....	Héctor O. Parody Alejandro Hochberg Orestes Llorden Eros Farauelo Eulises Stábile
A la Comisión Especial de Seminario: A la Asoc. Pro-Facultad y Escuela ..	Antonio J. Pasquale Adolfo López Mayer
A la Comisión Especial de Enseñanza: ..	Jaime Ostrovsky Atilio S. Moriello
A la Comisión Plan de Estudios: .....	Antonio J. Pasquale Jaime Ostrovsky

## COMISIONES INTERNAS

**Editorial.** — D. Stevenazzi, A. López Mayer, P. J. Cristiá, E. Dumas, A. P. Ondarcuhu, A. Furió, E. Roda, A. Vabre, A. Gaspar, E. Claverol.

**Pro - Biblioteca.** — O. Llordén, A. López Mayer, P. J. Cristiá, A. H. Gabrielli, A. Tonconogy.

**Deportes.** — E. Ferrería, J. Arfeli, D. Tavagnacco, V. López Oliver, A. Marioni, B. Ruggieri, E. Maini, A. Noremberg, A. Capdevilla.

**Extensión Universitaria.** — F. Ar-

tacho, C. Brebbia, A. A. R. Blodorn, A. Hochberg, V. Stábile.

**Reforma de Estatutos.** — S. Corsi, E. Fascella, E. Martinato, J. A. Patrickios, E. Barichello.

**Ingeniería Civil.** — H. Albano, P. J. Cristiá, J. Ostrovsky, A. Blodorn, E. Bartolomeo.

**Arquitectura.** — J. Moritán, V. Rosselló, E. Roda, S. Nemcovsky.

**Boletín Oficial.** — A. J. Pasquale, D. Stevenazzi, P. J. Cristiá, F. Artacho, A. López Mayer.

# TENSION SUPERFICIAL

POR EL INGENIERO CORTÉS PLA

La necesidad de conocer la naturaleza íntima de los fenómenos, llevó al hombre desde la más remota antigüedad a tratar de descifrar el misterio que lo rodeaba. Se comprende que uno de los primeros problemas que debió plantearse a su espíritu, fué el de la constitución de la materia, pero forzoso es confesar que las especulaciones de los hombres primitivos sobre este tema, no condujeron a resultados precisos. Sin embargo, basándose en la observación, ya los griegos con Anaxagoras, Demócrito, Leucipo, etc., admitieron que la materia, no obstante su aparente continuidad, estaba formada por pequeñísimas partículas. Nace así un rudimento de la teoría atómica, que solo siglos después iba a adquirir un contenido formal.

Admitir la hipótesis de que los cuerpos están formados por partes elementales llamadas moléculas, y éstas a su vez por agrupación de átomos, entraña la necesidad de introducir una nueva hipótesis: la de la existencia de fuerzas que actuando entre partículas elementales, se opongan a que un cuerpo se deforme bajo la acción de agentes exteriores. Por otra parte, esa hipótesis es necesaria para explicar los diferentes estados físicos.

Estas fuerzas moleculares recibieron distintos nombres. Se llamó cohesión la ejercida entre moléculas del mismo cuerpo y adherencia la que nace entre moléculas de cuerpos distintos.

Del mayor o menor valor de la fuerza de cohesión depende entonces el estado de un cuerpo. Este será sólido si la fuerza de cohesión es capaz de mantener unidas las diferentes partes que constituyen al cuerpo; líquido si la fuerza es menor y gaseoso cuando es casi nula.

Nos explicamos también, admitiendo la existencia de esta fuerza porque un cuerpo se opone a deformarse, tanto cuando se ejecuta sobre él un esfuerzo de tracción, como uno de compresión, etc., pues las moléculas no estando adheridas unas a otras sino separadas por pequeños espacios llamados intermoleculares, resisten a la separación que las fuerzas externas pretenden originar.

Es evidente que los líquidos y los sólidos se comparten distintamente a los cambios de forma, pues los primeros carecen de una forma propia, mientras que los segundos la poseen. Se explica esta diferencia admitiendo que las moléculas de los sólidos cumplen movimientos oscilatorios alrededor de posiciones fijas de equilibrio estable, mientras que las de los líquidos, no poseen posiciones fijas de equilibrio, sino que ejecutan movimientos irregulares desplazándose en forma lenta en el seno de la masa fluida.

Las fuerzas moleculares se evidencian solamente cuando las distancias que separan a las moléculas son infinitamente pequeñas. En efecto, si cortamos un cuerpo sólido y de la mejor manera posible ponemos uno junto a otro los dos trozos, la fuerza molecular no se manifiesta y los trozos siguen separados. Si el cuerpo es plástico como manteca, cera, etc. basta un pequeño esfuerzo para que las dos partes al ser presionadas se unan en una sola. Lo mismo ocurre con los otros cuerpos.

Como experiencia demostrativa de la existencia de la cohesión, se acos-

tumbra en los cursos de Física, realizar la de los discos de vidrio bien pulimentados que puestos en contacto, se requiere un cierto esfuerzo para separarlos. La pulimentación obedece a la necesidad de identificar las superficies, para lograr que existan algunos puntos de contacto donde pueda nacer la fuerza de cohesión. Stefan ha hecho notar respecto de esta experiencia que ella se explica, no por la acción de las fuerzas moleculares de los dos discos, sino porque la pequeña capa de aire que queda encerrada entre los discos está rarificada, y por consiguiente la presión atmosférica exterior que es mayor, las mantiene adheridas. No obstante ello, no existe duda de que cuando la pulimentación es perfecta, una pequeña presión que se ejerza sobre los discos al ponerlos en contacto, es suficiente para que nazca la fuerza de cohesión.

Estas fuerzas moleculares se manifiestan también cuando se ejercen fuerzas de compresión que varían según la naturaleza del cuerpo estudiado. Con el plomo, por ejemplo, se observa que si se toman dos trozos cilíndricos de 3 a 4 cm. de diámetro y se alisan sus superficies perfectamente, colocándolos uno al lado de otro y ejerciendo sobre ellos una compresión intensa, es necesario después para separarlos realizar un esfuerzo de varios kilogramos. El físico belga Walter Spring en 1878, inició una serie de experiencias interesantes sobre este particular, que fueron proseguidas por Drewitz en 1902, Roberts-Austen, etc.

Spring constató que tomando limaduras de plomo y sometiénolas a una presión de 2.000 kg./cm<sup>2</sup>, estas se transformaban en una masa homogénea y compacta, obteniendo un block semejante al que se logra por fusión. Las limaduras de zinc sometidas a una presión de 5000 Kg/cm<sup>2</sup>, se comportan de la misma manera, y lo propio ocurre con el polvo fino de bismuto, de estaño, etc., o con una mezcla de cobre y azufre pulverizados en que se obtiene un sulfuro de cobre mediante presiones considerables. Observó también Spring que la presión produce no solo la aglomeración de las partículas, sino también cambios de estructura relacionados con un aumento de densidad; llegando a provocar reacciones químicas y las formación de aleaciones análogas a las que se realizan en la fusión. Esto sirvió para que el mismo experimentador, consiguiera obtener una serie de aleaciones mediante presión, como la llamada aleación de Wood compuesta por bismuto, plomo, estaño y cadmio; como el latón, que logró comprimiendo limaduras de cobre y zinc, etc.

En cuanto a la fuerza de adherencia su constatación es más fácil de observar. Especialmente entre sólidos y líquidos, la adherencia se pone de manifiesto en experiencias sencillas y cuando introducimos una varilla de vidrio en un recipiente que contiene agua, al retirarla vemos que la varilla está mojada y que de su extremo pende una gota del líquido, retenida en él porque la adherencia entre el vidrio y el agua, ha sido mayor que la cohesión entre las moléculas del líquido. Lo mismo se puede constatar, suspendiendo del platillo de una balanza un disco de vidrio en posición horizontal y dispuesto de manera que toque la superficie libre de un líquido. Cargando el otro platillo, se observa que el disco se eleva arrastrando consigo una cierta cantidad de líquido, que termina por romperse, quedando adherido al disco una porción de líquido. El peso necesario para romper la columna líquida, tratándose del agua, es aproximadamente de 0.7 gramos por centímetro cuadrado de superficie del disco. La explicación del fenómeno es sencilla. Al principio, la adherencia del vidrio y del agua es mayor que la cohesión de ésta, pero debido a la cohesión las moléculas de agua próximas a la que están en contacto con el vidrio, estas también se elevan, hasta el instante en que la adherencia vence a la cohesión y la lámina líquida se desprende en parte del vidrio.

Lo mismo sucede con los líquidos que no mojan la superficie del vidrio,

como por ejemplo, el mercurio, con la única diferencia que en este caso la fuerza de cohesión entre las moléculas del mercurio es mayor que la adherencia con el vidrio.

**TENSION SUPERFICIAL. — PRESION MOLECULAR. — ESFERA DE ACTIVIDAD MOLECULAR. — CAPA DE PASAJE.** — Hemos dicho que las acciones moleculares se ponen de manifiesto solo a distancias pequeñísimas. Particularmente interesante es analizar que sucede con las moléculas líquidas situada muy cerca de la superficie libre del líquido. Si una molécula está muy próxima a la superficie libre, la resultante de las atracciones ejercidas sobre ella por las moléculas vecinas, tiende a retenerla. Procedimientos indirectos han llevado a la conclusión de que la resultante total de las acciones ejercidas sobre la molécula viene a ser prácticamente nula, cuando la distancia a que ésta se encuentra sumergida, alcanza a un micrón. Más allá de esta profundidad, las moléculas se encuentran atraídas en todo sentido por las vecinas sin que goce de privilegio ninguna dirección. Esto significa que la superficie libre de un líquido está delimitada por una capa de muy pequeño espesor que recibe el nombre de **capa de pasaje** y que constituye para las moléculas un campo de fuerzas dirigido hacia el interior.

Una molécula ejerce su acción sobre todas aquellas que se encuentran dentro del campo de su influencia, es decir, que obra sobre las moléculas contenidas en una esfera que tiene como diámetro el de la capa de pasaje. Recíprocamente, dentro de esta esfera, se encuentran a su vez todas las moléculas que obran sobre la considerada. Esa esfera recibe el nombre de **esfera de actividad molecular**, o como la llama Perrin, esfera de actividad de cohesión. Su diámetro es según Van der Mensbrugge de  $0.1 \mu$  a la temperatura ordinaria.

Teniendo en cuenta la existencia de cierta presión molecular, Laplace explicó el fenómeno de la siguiente manera: Consideremos una molécula situada en el seno de un líquido, la cual según lo dicho, se encontrará sometida a las fuerzas de atracción provenientes de todas las moléculas comprendidas dentro de la esfera de actividad molecular. Para el caso de las A y B (fig. 1) como la esfera de actividad molecular está íntegramente en el seno de la masa líquida, las acciones ejercidas por las moléculas vecinas se encuentran destruidas unas con otras y por lo tanto A y B estarán sometidas solo a la presión atmosférica y a la hidrostática proveniente del líquido que se encuentra encima de ellas.

No acaece lo mismo con la molécula C cuya esfera de influencia corta a la superficie libre; pues las fuerzas de atracción ejercidas por las moléculas situadas en la parte sombreada no son equilibradas debido a la ausencia de las simétricas a ellas que son precisamente las que deberían estar contenidas en el casquete esférico exterior a la superficie libre, idéntico al sombreado. De consiguiente, estas fuerzas de atracción admiten una resultante cuya dirección es normal a la superficie libre y cuyo sentido es hacia el interior del líquido. Esa resultante recibe el nombre de **presión molecular**, que designaremos con la letra K.

Imaginemos ahora que la extensión de la superficie libre se incrementa. Para ello es necesario que moléculas situadas antes en el interior del líquido a profundidad mayor de la capa de pasaje, se trasladen a distintos puntos de ésta, para lo cual es necesaria ejecutar cierto trabajo en contra de la presión molecular, trabajo que queda almacenada en forma de energía potencial de superficie. De ahí resulta la existencia de otra fuerza dirigida paralelamente a la superficie libre del líquido, que ha recibido el nombre de **tensión superficial**.

Para hacer más patente la razón de ser de estas fuerzas, insistiremos en

la explicación. Sea la molécula A (fig. 2) a la cual atribuimos forma cúbica

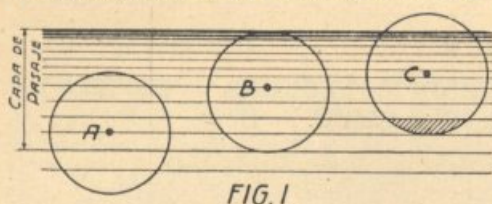


FIG. 1

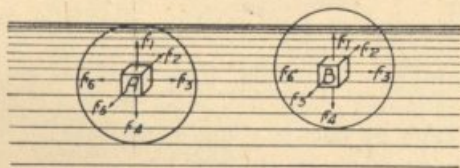


FIG. 2

para mayor claridad, y cuya esfera de actividad molecular sea tangente a la superficie libre del líquido. Esa molécula se encuentra atraída por todas las contenidas en la esfera y en virtud de esas atracciones sobre cada una de las caras del cubo se ejercen fuerzas  $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$ . Ahora bien la intensidad de  $f_1$  y  $f_4$  es la misma, pues el número y la distribución de las moléculas sobre la cara superior del cubo es idéntico al de la cara inferior; luego, estas fuerzas se anulan en sus efectos. Lo mismo sucede con  $f_2$  y con  $f_3$  y  $f_6$ .

De distinta manera se verifican las cosas para el caso de la molécula B

(fig. 2). Debido a la ausencia del casquete esférico superior se produce una disminución de la intensidad no solo de la tracción  $f_1$ , sino también de las correspondientes a las caras anterior y posterior y laterales mientras que el valor de  $f_4$  es evidentemente el mismo que en el caso anterior. Las fuerzas  $f_4$  y  $f_1$  no se anulan, sino que admiten una resultante igual a  $f_4 - f_1$  y cuyo sentido es el de  $f_4$ . — Por efecto de la resultante de todas las fuerzas análogas a  $f_4 - f_1$ , la capa superficial del líquido ejerce sobre éste una presión que considerada en su conjunto y por unidad de superficie es la que hemos llamado presión molecular.

Considerando ahora el sistema formado por las tracciones restantes, se vé que las paralelas a la superficie libre tienen un valor mayor que  $f_1$  perpendicular a esa misma dirección. Para evidenciar mejor lo que sucede a raíz de esta desigualdad de las tracciones, Batelli y Cardani imaginan que sustituyen las acciones recíprocas entre las moléculas de una masa líquida por hilos elásticos en tensión. En el interior del líquido estas tensiones son iguales en todos sentidos y están equilibradas por la resistencia que ofrece cada partícula a variar de volumen, pero en la capa superficial la tensión de los hilos elásticos es máxima paralelamente y mínima normalmente a la superficie libre. Considerando el haz de hilos tensos que forman esta capa, se vé que en la superficie de un líquido y por efecto de las atracciones moleculares se tendrán fenómenos análogos a los que se obtendrían si esa capa superficial estuviese constituida por una delgada membrana elástica, por ejm., de caucho, mantenida en tensión. Claro está que la comparación con el haz de hilos elásticos solo tiene por objeto ayudar a la comprensión del fenómeno, recurriendo por ello a esa analogía mecánica. De lo que antecede se deduce que:

En la capa superficial de un líquido, de espesor igual al diámetro de la esfera de actividad molecular, existe una fuerza llamada tensión superficial, cuya dirección es paralela a la de la superficie libre del líquido, por lo cual ésta se encuentra en estado de tensión tendiendo por lo tanto a contraerse.

#### EXPERIENCIAS DEMOSTRATIVAS DE LA EXISTENCIA DE LA TENSION SUPERFICIAL. — a) Que la superficie libre de un líquido se encuentra sometida a la acción de una fuerza particular que origina un estado de tensión semejante al de las membranas elásticas ordinarias, se comprueba

con simplemente observar la forma que va adquiriendo un gota de agua que sale lentamente por un tubo estrecho. Esta forma está representada en la fig. 3 y se asemeja por completo a la que tomaría una finísima lámina de goma fijada a los bordes de un anillo fijo y en la cual se fuera echando agua poco a poco.

b) Otra experiencia que demuestra la existencia de la tensión superficial, es la que consiste en sumergir una pluma de ave, en agua y retirarla luego. Se observa entonces que los pelos se adhieren unos a otros y puesto que cuando estaban dentro del líquido se mantenían separados, es preciso admitir que fuera del agua se acercan porque la membrana líquida que los rodea en todo sentido, tiende a contraerse, obligándolos entonces a aproximarse unos a otros.

c) Llenando un vaso profundo con mercurio y cubriendo su superficie con un polvo cualquiera, se observa que si se hunde verticalmente en el líquido, una varilla de vidrio bastante gruesa, el polvo gradualmente va reuniéndose alrededor de la varilla, como si el mercurio estuviera cubierto de una membrana que sin romperse, se hubiera deformado al introducir la varilla. El mismo fenómeno se observa si en lugar de mercurio se utiliza agua que se cubre con licopodio y se tiene la precaución de untar la varilla de vidrio con una grasa consistente cualquiera.

d) Es sabido por todos, que una aguja de coser puede dejarse a flote sobre la superficie del agua en equilibrio, si se tiene la precaución de colocarla con cuidado. Como la densidad del acero es cerca de ocho veces superior a la del agua, el hecho de que permanezca a flote, debemos explicarlo admitiendo que la aguja descansa sobre la capa superficial del líquido como sobre una membrana tensa y se corrobora esa explicación al constatar que cuando la aguja se hunde, la punta cae por delante, como si ella perforase esa delgadísima membrana líquida. A esta causa se debe también que los insectos llamados hidrométras o tejedores, puedan pasearse sobre la superficie del agua, deformando la capa superficial, que se mantiene intacta.

e) Sea ABCD una recipiente cuadrangular plano cuya pared lateral CD (fig. 4) es móvil alrededor de la arista C. Una pequeña cuña de madera sos-

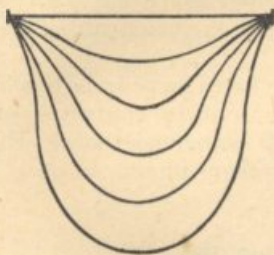


FIG.3



FIG.4

tiene a esta pared y un hilo DE la une a un tope de amarre. E. Si colocamos agua en este recipiente y luego quemamos el hilo vemos que no obstante la presión hidrostática, la pared CD gira hasta ocupar la posición  $CD_1$ . Este fenómeno debe atribuirse a una fuerza de contracción en la superficie CD de magnitud mayor que la presión hidrostática.

f) Pero donde la tensión superficial se manifiesta de una manera más clara y evidente es en las láminas líquidas y en las burbujas de jabón en particular, las cuales presentan una especie de contractibilidad cuando dejando abierto el tubo por donde se sopla, se reducen a un diámetro mucho menor. La siguiente experiencia debida a Van der Mensbrugge es posible-

con simplemente observar la forma que va adquiriendo un gota de agua que sale lentamente por un tubo estrecho. Esta forma está representada en la fig. 3 y se asemeja por completo a la que tomaría una finísima lámina de goma fijada a los bordes de un anillo fijo y en la cual se fuera echando agua poco a poco.

b) Otra experiencia que demuestra la existencia de la tensión superficial, es la que consiste en sumergir una pluma de ave, en agua y retirarla luego. Se observa entonces que los pelos se adhieren unos a otros y puesto que cuando estaban dentro del líquido se mantenían separados, es preciso admitir que fuera del agua se acercan porque la membrana líquida que los rodea en todo sentido, tiende a contraerse, obligándolos entonces a aproximarse unos a otros.

c) Llenando un vaso profundo con mercurio y cubriendo su superficie con un polvo cualquiera, se observa que si se hunde verticalmente en el líquido, una varilla de vidrio bastante gruesa, el polvo gradualmente va reuniéndose alrededor de la varilla, como si el mercurio estuviera cubierto de una membrana que sin romperse, se hubiera deformado al introducir la varilla. El mismo fenómeno se observa si en lugar de mercurio se utiliza agua que se cubre con licopodio y se tiene la precaución de untar la varilla de vidrio con una grasa consistente cualquiera.

d) Es sabido por todos, que una aguja de coser puede dejarse a flote sobre la superficie del agua en equilibrio, si se tiene la precaución de colocarla con cuidado. Como la densidad del acero es cerca de ocho veces superior a la del agua, el hecho de que permanezca a flote, debemos explicarlo admitiendo que la aguja descansa sobre la capa superficial del líquido como sobre una membrana tensa y se corrobora esa explicación al constatar que cuando la aguja se hunde, la punta cae por delante, como si ella perforase esa delgadísima membrana líquida. A esta causa se debe también que los insectos llamados hidrométras o tejedores, puedan pasearse sobre la superficie del agua, deformando la capa superficial, que se mantiene intacta.

e) Sea ABCD una recipiente cuadrangular plano cuya pared lateral CD (fig. 4) es móvil alrededor de la arista C. Una pequeña cuña de madera sos-

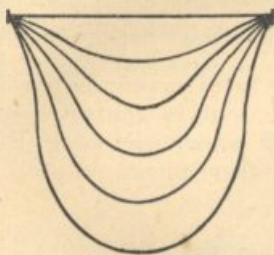


FIG.3

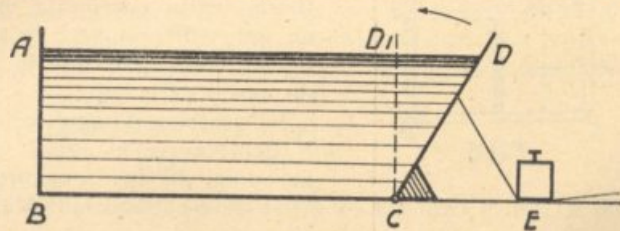


FIG.4

tiene a esta pared y un hilo DE la une a un tope de amarre. E. Si colocamos agua en este recipiente y luego quemamos el hilo vemos que no obstante la presión hidrostática, la pared CD gira hasta ocupar la posición  $CD_1$ . Este fenómeno debe atribuirse a una fuerza de contracción en la superficie CD de magnitud mayor que la presión hidrostática.

f) Pero donde la tensión superficial se manifiesta de una manera más clara y evidente es en las láminas líquidas y en las burbujas de jabón en particular, las cuales presentan una especie de contractibilidad cuando dejando abierto el tubo por donde se sopla, se reducen a un diámetro mucho menor. La siguiente experiencia debida a Van der Mensbrugge es posible-

mente la más interesante de cuantas hemos referido. Un anillo de acero del cual pende un hilo de seda, se sumerge en agua de jabón o en un líquido glicérico, de modo que el hilo esté en el plano del disco. Al retirarlo se observa que se ha formado una lámina líquida (fig. 5, I) adherida al disco. Si rompemos entonces esta lámina con un pedazo de papel, la punta de un lápiz, etc., se vé a la parte restante contraerse tanto que el hilo arrastrado por la lámina (fig. 5 II) llega a ponerse en contacto con el anillo. Si se opera con cuidado, se constata que tomando el hilo se puede volver a obtener la lámina líquida que primitivamente cubría el anillo.

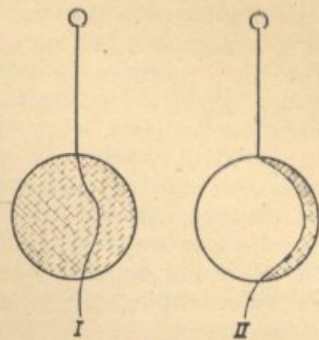


FIG.5

**VALOR DE LA TENSION SUPERFICIAL.** — Tratemos ahora de deter-

minar la expresión analítica que nos dará el valor de la tensión superficial. Loyarte lo obtiene de la siguiente manera: Supongamos tener un armazón rectangular ABCD (fig. 6) formado por sucesivas dobladuras de alambre. Lleve además un trozo rectilíneo EF movible, del mismo material y provisto de un resorte que lo vincula al rectángulo en la forma que muestra la figura. Sumergiéndolo en un líquido glicérico se recubre de una delgada lámina líquida y destruyendo ésta en la región CDEF se observa que el trozo movible EF se desplaza hacia arriba, lo que prueba que la lámina líquida tiende a contraerse, ejerciendo una tracción en ese sentido, que proviene de la tensión superficial.

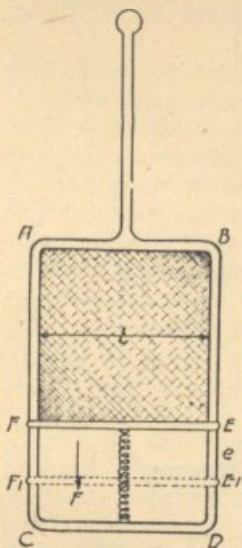


FIG.6

Esa tensión que representaremos con la letra T tiene, según enseña la experiencia, el mismo valor en todas direcciones; la tracción sobre EF proviene de las direcciones que le aplica la membrana fluida de uno y otro lado.

La posición de equilibrio se logra cuando la tensión F del resorte es igual y de sentido contrario que la suma de las tensiones T aplicadas sobre EF.

Si se indica con  $l$  la longitud de ese trazo movible, se tiene pues

$$F = 2 T l \quad (1)$$

donde  $2T$  es la fuerza aplicada por cada unidad de longitud.

Una diferencia esencial entre las láminas líquidas y las membranas elásticas ordinarias es que, mientras en éstas la tensión aumenta a medida que su espesor disminuye, en las láminas líquidas el valor permanece inalterable. Si la lámina ABEF fuese de goma y estuviese libre lateralmente, habría que aumentar continuamente el valor de F para incrementar su extensión. En cambio, si se trata de una lámina líquida se observa que si se sustituye por comodidad experimental, el resorte por un peso P (fig. 7) que sea la medida de la tracción F, cualquiera que sea la posición de EF, el sistema permanece en equilibrio, lo que prueba que la tensión de la lámina fluida tiene siempre el mismo valor.

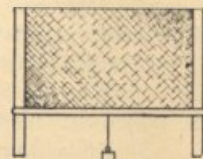


FIG.7

Estos hechos se pueden enunciar también diciendo que la tensión de una membrana elástica ordinaria aumenta a medida que su espesor disminuye, mientras que en una membrana líquida la tensión es independiente del espesor. Esto se pone de manifiesto de una manera categórica como sigue: Si en la experiencia citada de Van der Mensbrugge se coloca el anillo en posición vertical, se nota que el líquido se escurre hacia abajo, por lo cual su espesor no es el mismo en todo contorno del anillo y sin embargo, se mantiene en equilibrio lo que demuestra que la tensión tiene el mismo valor en todas partes.

La independencia de la tensión con el espesor se verifica dentro de grandes límites y hasta espesores que no sean inferiores a la diez millonésima parte de un centímetro.

Digamos también, que el primero que comparó la capa superficial de un líquido con una membrana elástica tensa, fué Segner en 1752, pero corresponde en rigor a Young el mérito de haber fundado realmente, en 1805, la teoría de la tensión superficial de los líquidos.

**DIMENSION DE T.** — La dimensión de la tensión superficial es la de una fuerza sobre una longitud, conforme se deduce de la fórmula (1). Por lo tanto, su dimensión en el sistema técnico es:

$$\left[ T \right] = \frac{F}{2l} = \frac{\text{Kg.}}{\text{m}} = \text{Kg. m}^{-1}$$

y en el sistema C. G. S.:

$$\left[ T \right] = \frac{F}{2l} = \frac{\text{m. a}}{2l} = \frac{\text{gr. cm}}{\text{seg}^2 \text{ cm}} = \text{gr. seg}^{-2}$$

**TRABAJO DEBIDO A LA TENSION SUPERFICIAL.** — Para lograr incrementar por cualquier medio, la extensión de la superficie libre de un líquido, es necesario que suministremos cierto trabajo, que quedará en forma de energía potencial de superficie. Vamos ahora a evaluar ese trabajo, que evidentemente, será el necesario para vencer la tensión superficial.

Si en el experimento de la figura 6 llevamos el alambre EF a la posición E<sub>1</sub> F<sub>1</sub>, el trabajo cumplido por la fuerza F está expresado por el producto F.e, llamando con e al desplazamiento EE<sub>1</sub>. El trabajo resistente cumplido por la tensión superficial es 2 T l e y como 2 l e es el incremento de superficie, que llamaremos s, resulta:

$$\mathcal{C} = F \cdot e = T \cdot s \quad (2)$$

que es la fórmula de Gauss.

Si en esa fórmula hacemos e = 1, se tiene

$$\mathcal{C} = T$$

o sea que: La tensión superficial es numéricamente igual a la energía potencial acumulada por unidad de superficie.

**MEDIDA DE LA TENSION SUPERFICIAL.** — Los experimentos enunciados hasta ahora, salvo el de la figura 6, no permiten la medida de la tensión superficial y en ese, sería necesario que pudiésemos determinar el valor de la fuerza realizada por el resorte. Muchos métodos se han indicado para realizar esta medida, pero nosotros citaremos solamente dos.

Admitiendo la ley de Jurin, en el caso de un líquido que mojase perfectamente las paredes de un tubo capilar, podríamos conociendo el radio del tubo y la altura a que asciende el líquido dentro de él, determinar el valor de la tensión superficial.

Otro procedimiento es el siguiente: Del platillo de una balanza hidrostática suspendemos horizontalmente un anillo A (fig. 8) y equilibramos su

peso colocando en el otro platillo municiones. Debajo de A y de modo que al descender la cruz de la balanza, coincida perfectamente con A, colocamos otro anillo B sostenido por tres pies. Puestos en contacto ambos discos, mediante un pincel, formamos una lámina del líquido cuya tensión superficial deseamos conocer. Determinamos luego el peso P necesario para que la cruz vuelva a su posición horizontal, estando los dos anillos unidos por una lámina líquida que sin error apreciable podemos considerar cilíndrica.



FIG. 8

Ahora bien; El peso P mide la tensión en toda una sección recta del cilindro. Si llamamos con C al perímetro del anillo, dado que la lámina cilíndrica presenta dos superficies libres, según (1) se tiene:

$$P = 2 C T$$

$$\therefore T = \frac{P}{2 C}$$

o todavía

$$T = \frac{1}{2} \frac{P}{2 \pi R}$$

siendo R el radio del anillo.

Este valor de T que se tiene la costumbre de expresar en miligramo por milímetro lineal o en gramos por centímetro, se dice corrientemente que es una de las constantes de capilaridad. Nosotros para evitar confusiones seguiremos llamándola exclusivamente: tensión superficial.

**VALORES NUMERICOS DE LA TENSION SUPERFICIAL. — INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA.** — Los resultados obtenidos por los diferentes investigadores, distan mucho de ser concordantes, por lo cual los que transcribiremos, los admitimos como los más probables. Las experiencias han confirmado que el valor de la tensión superficial varía no solo con el líquido de que se trate, sino también con la temperatura y con la naturaleza del medio que está en contacto con la superficie terminal del líquido.

El cuadro siguiente dá los valores de la tensión superficial para diferentes líquidos con relación al aire:

Líquido	T en miligramo por milímetro y a 15°C	T en dinas por centímetro y a 20°C
Agua	7.226	81.—
Mercurio	55.—	540.—
Alcohol	2.365	25.5
Cloroformo	2.812	30.—
Bencina	2.877	—
Aceite de oliva	3.27	—
Eter	1.971	18.2
Toluol	2.849	—
Sulfuro de carbono	3.27	—
Petróleo	—	31.7

El cuadro anterior enseña que el agua y el mercurio poseen una tensión superficial muy superior a la de los otros cuerpos y ahí radica la causa de que al ponerse en contacto con ellos, esos líquidos se extienden fácilmente sobre su superficie ensuciándolos.

Se puede poner en evidencia de una manera sencilla que la tensión superficial del agua es superior a la del alcohol, mediante el siguiente experimento. En una cubeta plana se vierte cierta cantidad de agua coloreada y cuando su superficie está en equilibrio, se echan algunas gotas de alcohol en medio de la cubeta; se observa entonces que el agua se retira hacia las paredes del recipiente arrastrando consigo al alcohol, y en poco tiempo se vé el fondo de la cubeta en el lugar en que cayó el alcohol. Se deduce de ésto, que la membrana del alcohol tiene una tensión menor que la del agua.

El mismo resultado se obtiene si se vierte en la cubeta con agua, unas gotas de éter, lo que demuestra que éste tiene una tensión también menor que el agua.

Si se echan algunos pedazos de alcanfor en agua, se vé que éstos giran en todo sentido, este fenómeno es debido a la disminución de la tensión superficial en los puntos donde el alcanfor se disuelve en el agua.

El valor de la tensión superficial, hemos dicho anteriormente, depende no solo de la naturaleza del líquido, sino también de la del medio que está en contacto con él. El cuadro siguiente que extraemos de la obra de Tilleux, constata esa aseveración:

Mercurio-agua . . . . .	42.58	Mercurio-aceite de oliva . . . . .	34.19
Mercurio-alcohol . . . . .	40.81	Agua-sulfuro de carbono . . . . .	4.26
Mercurio-sulfuro de carbono . . . . .	37.97	Agua-aceite de oliva . . . . .	2.09

A medida que la temperatura crece, el valor de la tensión superficial va disminuyendo y por tal razón el ascenso o depresión que se observa en los tubos capilares, disminuye mucho más de lo que lo hace el peso específico. Los resultados experimentales han conducido a la siguiente expresión que satisface las consecuencias observadas:

$$T_t = T_o - a t + b t^2$$

donde  $T_t$  representa la tensión superficial a  $t^\circ\text{C}$ ,  $T_o$  la tensión a  $0^\circ\text{C}$ , y  $a$  y  $b$  dos coeficientes que se debñen determinar para todos los líquidos. Según Battelli y Cardani, los valores de esos coeficientes son:

Líquido	T	a	b
Agua	7.638	0.0136	0.000035
Alcohol	2.587	0.008837	„
Eter	1.971	0.01171	„
Bencina	3.12	0.01346	„

El cuadro siguiente expone los resultados obtenidos por Brunner, Wolf y otros experimentadores, a distintas temperaturas:

Temperatura	Agua	Alcohol	Eter
0°	7.69	2.585	1.971
20°	7.40	2.409	1.737
35°	7.16	2.277	1.562
60°	6.84	2.057	
75°	6.55	1.898	
90°	6.25		
100°	6.04		

Por su parte, Volkmann en 1895, obtuvo para el agua; según Chwolson:

t	T
0°	7.693
5°	7.633
10°	7.552
15°	7.478
20°	7.403
25°	7.325
30°	7.245
35°	7.16
40°	7.09

**VALOR DE LA PRESION MOLECULAR.** — La determinación del valor de la presión molecular no se ha logrado realizar mediante experimentos directos. Es con el auxilio de procedimientos indirectos como se ha podido obtener algunos valores. Van der Waals utilizó su ecuación de estado de los gases obteniendo como resultado que la presión molecular era de 1300 a 1400 atmósferas para el éter, de 2100 a 2400 atmósferas para el alcohol y de 10700 atm. para el agua. Stefan por su parte, haciendo uso de consideraciones totalmente distintas, halló para el éter el valor de 1284 atmósferas.

Se deduce de lo anterior, que la presión que ejerce la capa superficial de un líquido sobre él, es enorme, pues la masa interior del agua se encontraría a una presión superior a 100 Kg/mm<sup>2</sup> y parece extraño que a pesar de esta presión, un líquido no oponga sino una pequeña resistencia a cambios de forma. Se explica esto sin embargo, si se observa que los líquidos no pierden con el aumento de presión, su gran movilidad, como lo demuestra el hecho de que los animales marinos se mueven en las grandes profundidades del mar con entera facilidad.

**LIQUIDOS GLICERICOS.** — Antes de seguir adelante, y dado que hemos mencionado en varias oportunidades al agua jabonada, etc., diremos algunas palabras acerca de como pueden prepararse estos líquidos.

Una de las soluciones más empleadas, es la llamada de Plateau que se obtiene mezclando dos volúmenes de glicerina y tres volúmenes de una solución de jabón de Marsella en 40 veces su peso de agua destilada.

Raynolds y Rucker aconsejan preparar una solución que puede conservarse durante algunos años, en la siguiente forma: Se llenan las tres cuartas partes de una botella con agua destilada, se añade 1/40 de oléato sódico y se espera a que se disuelva, para lo cual se necesita por lo menos, un día entero; se acaba de llenar la botella y se agita bien, pasando el líquido varias veces de una botella a otra; después se deja reposar durante una semana en un lugar oscuro; al cabo de este tiempo, se decanta el líquido con un sifón, dejando la espuma y se agrega finalmente, tres o cuatro gotas de amoníaco concentrado por litro de solución. No es preciso calentar ni enfriar. Para conservar el líquido, se guarda la botella bien tapada en un lugar oscuro y fresco, y solo se destapa cuando haya que llenar alguna botella pequeña para realizar un experimento, teniendo presente que nunca debe volverse a echar a la botella grande, el líquido que sobra. Si el líquido no está en contacto con el aire sino el tiempo indispensable y se guardan las precauciones descriptas, se podrá conservar dos o tres años, esta solución.

Terquem recomienda el líquido siguiente: En un litro de agua se disuelven 15 gr. de jabón de Marsella, rallado y seco, que se disuelve en caliente en el agua. Se lo deja enfriar durante 24 horas a una temperatura de 10° C. Se filtra luego, hasta que el líquido sea perfectamente límpido. En la solución así obtenida, se agrega 300 gr. de azúcar por litro. Esta solución no se conserva mucho tiempo, especialmente en verano.

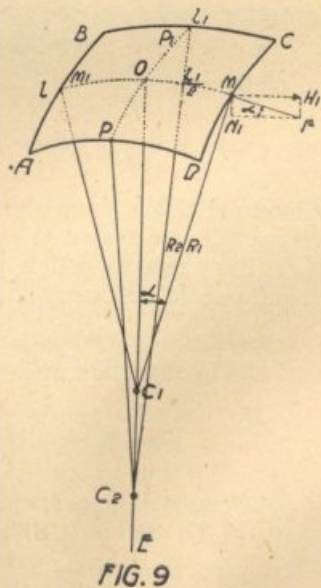
Izarn recomienda el jabón resinoso, obtenido haciendo hervir en un litro de agua, 10 gr. de colofonia (resina) y 10 gr. de carbonato de potasio.

Dejaremos constancia de que las soluciones mal hechas son corrientemente inferiores a la vulgar agua de jabón, obtenida dejando disolver un trozo de jabón en agua.

La solución de Plateau es la que hemos utilizado en las experiencias realizadas en nuestro curso.

**FORMULA DE LAPLACE.** — Si la superficie libre de un líquido es plana, la tensión superficial no admite ninguna componente normal a dicha superficie y por ende, de todas las acciones provenientes de la capa superficial, obra en sentido perpendicular a la superficie del líquido solo la presión molecular. Pero si la superficie es curva, cóncava o convexa, las cosas no suceden de la misma manera, pues la tensión superficial poseerá entonces una componente normal, que se sumará o restará de la presión molecular, según la naturaleza de la superficie.

Sea por ejemplo, la porción rectangular ABCD (fig. 9) de la superficie curva. Desde el punto medio O bajamos una perpendicular OE y sean  $R_1$  y  $R_2$  los radios de curvatura de esta porción, según las dos direcciones rectangulares. Cada lado, tal como CD, v. g. sufre una acción tangencial F cuyo valor es, según sabemos, igual a  $T \cdot l$  siendo  $l$  la longitud de  $AB = CD$  y T la tensión superficial. Descomponemos la fuerza F en dos direcciones; una



$N_1$  vertical, y otra  $H_1$  horizontal, de las cuales solo nos interesa conocer el valor de la primera. De la figura se deduce:

$$N_1 = F \cdot \text{sen } \alpha = T \cdot l \cdot \text{sen } \alpha$$

El ángulo  $OC_1M$  es igual al  $\alpha$  por tener sus lados respectivamente perpendiculares, luego

$$N_1 = T \cdot l \cdot \text{sen } \sphericalangle OC_1M$$

y cómo

$$\text{sen } \sphericalangle OC_1M = \frac{OM}{MC_1} = \frac{\frac{1}{2} l_1}{R_1}$$

resulta

$$N_1 = \frac{T \cdot l \cdot l_1}{2 R_1}$$

A un resultado análogo llegaríamos considerando ahora el lado  $AD$ ; o sea que la componente normal según las caras  $AB$  y  $CD$  será igual al duplo de  $N_1$  y razonando idénticamente para los lados  $AD$  y  $BC$ , obtendríamos una

fuerza igual a  $\frac{T \cdot l \cdot l_1}{R_2}$

La resultante de estas fuerzas, que llamaremos  $N$ , valdrá entonces:

$$N = \frac{T \cdot l \cdot l_1}{R_1} + \frac{T \cdot l \cdot l_1}{R_2} = T \cdot l \cdot l_1 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Si hacemos la superficie igual a la unidad ( $l = l_1 = 1$ ) la ecuación se escribe así:

$$N = T \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (3)$$

que es la fórmula de Laplace.

La presión total ejercida por la capa superficial sobre la masa líquida interior, será:

$$P = K \pm N$$

ó mejor aún:

$$P = K \pm T \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

donde el doble signo significa, que se suman las presiones si la superficie es convexa, y se restan si es cóncava.

Para una superficie plana se tiene  $R_1 = R_2 = \infty$  y por lo tanto resulta, conforme lo habíamos admitido antes:

$$P = K$$

Si la superficie es convexa,  $R_1$  y  $R_2$  son positivos y se tiene:

$$P = K + T \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \therefore P > K \quad (5)$$

Cuando la superficie es cóncava:

$$P = K - T \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \therefore P < K \quad (6)$$

En el caso particular de que la superficie fuese esférica, como  $R_1$  es igual a  $R_2$  se tiene

$$P = K + T \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} \right) = K + \frac{2T}{R_1} \quad (7)$$

Podría preguntarse porque se suma esta componente normal en el caso de ser la superficie libre convexa y se resta si es cóncava. Vamos a explicarlo.



FIG. 10

Sea A (fig. 10) una molécula próxima a la superficie libre MN del líquido, que imaginamos plana. Según se ha expresado ya, las moléculas situadas por debajo del plano BC paralelo a MN y que pasa por A atraen a ésta hacia el interior del líquido, mientras que las ubicadas encima de dicho plano obran en sentido contrario. Por lo tanto, cuanto mayor sea el número

de moléculas situadas por encima de BC mayor será la intensidad de las fuerzas que obran hacia arriba, y menor la resultante de las acciones ejercidas hacia el interior.

Si la superficie es cóncava, como  $M_1 N_1$ , vemos que encima de BC existen un mayor número de moléculas que en el caso de la superficie plana; luego, la resultante de las fuerzas dirigidas hacia abajo adquirirá un valor menor que si la superficie fuese plana. Por ello, la presión total P se encuentra disminuída como indica la fórmula (6).

En el supuesto de que la superficie sea convexa, por ejm.,  $M_2 N_2$ , existe por encima de BC un menor número de moléculas que cuando la superficie es plana por lo cual, la resultante hacia el interior del líquido, deberá ser mayor (fórm. 5).

**SUPERFICIES DE CURVATURA MEDIA CONSTANTE.** — Al deducir la fórmula de Laplace, no hemos tenido presente el peso del líquido, y por lo tanto, si se tuviera un líquido libre de la acción de la gravedad, éste debe adquirir un estado de equilibrio determinado solamente por las acciones moleculares, de modo que resultara una presión constante sobre todos los elementos de su superficie. Para que esto pueda verificarse, es preciso que los radios de curvaturas principales en un punto cualquiera de esta superficie, satisfagan a la ecuación siguiente:

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \text{constante} \quad (8)$$

De consiguiente, cualquiera sea la forma de equilibrio que el líquido pueda adoptar, debe satisfacer a la condición enunciada, y recíprocamente, todas las formas de superficie que la cumplen son figuras posibles de equilibrio estable o inestable. - Estas superficies se llaman superficies de curvatura media constante.

**FIGURAS DE EQUILIBRIO.** — La forma de equilibrio de una masa líquida sometida únicamente a la acción de las fuerzas moleculares, sería la esférica, pues esta goza de la propiedad de dar para un volumen determinado, la superficie libre mínima. A Gauss corresponde la prioridad de haber deducido de la condición del mínimo de la energía potencial, la forma de la superficie de la masa líquida en equilibrio.

Lo anterior nos permite entonces afirmar, que si la masa líquida es tan

pequeña como para poder despreciar su peso, su forma debe satisfacer a la condición de que su extensión sea mínima. Es por ello, que pequeñas gotas líquidas situadas sobre superficies que no mojan, adoptan la forma esférica,

mientras que gotas grandes, donde la energía de gravitación no puede despreciarse, experimentan un achatamiento, adoptando la forma de una lente biconvexa.

Repitamos la experiencia de Van der Mensbrugghe, pero de manera que el hilo forme un lazo (Fig. 11 - I) Introduciendo el aro en un líquido glicérico formamos una membrana líquida que abarcará todo el aro. Si destruimos la lámina en la región encerrada por el lazo, se observa que éste toma la forma que corresponde al área máxima (fig. 11 - II) es decir, se convierte en un círculo, pues de esa manera la superficie restante, que es la de la película líquida, adquiere el menor valor posible.

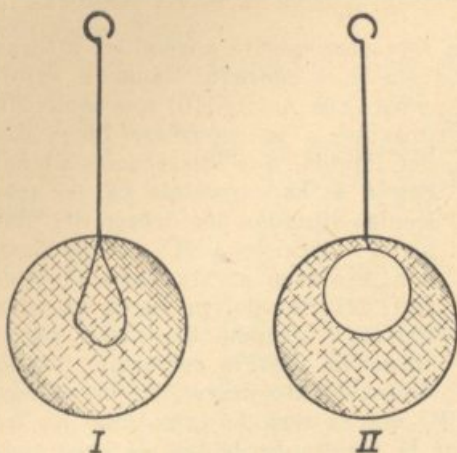


FIG. II

**EXPERIENCIA DE PLATEAU.** — Sumamente interesante es la experiencia de Plateau a quien se deben gran parte de estos estudios. Consignemos aquí que Plateau era ciego, y repitiendo la frase de Bouasse diremos que “él realizó sus famosas experiencias con los ojos de sus hijos”.

He aquí como Plateau explica su experiencia: “Se introduce una masa de aceite de oliva en una solución de agua y alcohol, cuya densidad sea exactamente igual a la del aceite empleado. Entonces, la acción de la gravedad sobre la masa de aceite se encuentra completamente neutralizada y como los dos líquidos no pueden mezclarse, la masa sumergida queda libre para obedecer a las presiones provenientes de su capa superficial y por lo tanto, cuando ella no está adherida a ningún sólido, adopta la forma — cualquiera sea su volumen — de una esfera perfecta que permanece suspendida en el seno del líquido circundante (fig. 13 a) He obtenido de esta manera esferas exactas hasta de 14 cm. de diámetro”.

Esa experiencia prueba que la forma esférica es la más estable y evidentemente ella satisface a la condición exigida por la fórmula 8. Es claro, que si

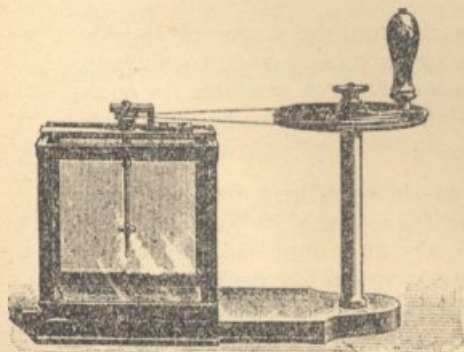


Fig. 12

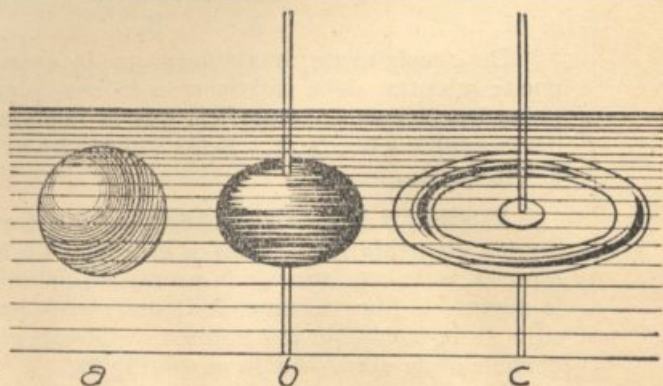


FIG. 13

en lugar de evitar la adherencia de la masa líquida a un sólido, se la fija a una superficie de contornos rígidos, ésta deberá adoptar otra forma, pero satisfaciendo siempre a la ecuación 8. Se explica así que si con una pipeta se hace llegar una gota de aceite a un aro de alambre situado dentro de un recipiente que contenga una mezcla de alcohol y agua (fig. 12), el aceite adherida toma la forma de una lente biconvexa (fig. 13 b).

Con el mismo procedimiento se pueden estudiar no solo fenómenos que obedecen a la acción de fuerzas moleculares, sino otros del dominio de la Dinámica. Por ejemplo, si al vástago vertical de la fig. 12 se le imprime un movimiento de rotación, después de haber colocado una gota de aceite adherida a él, se comprueba que ésta primeramente se achata en virtud de la fuerza centrífuga, adopta luego la forma de un anillo (fig. 13 c) y por fin se divide en gotas. Este fenómeno es para algunos autores, la imagen de la formación del anillo y de los satélites de Saturno.

#### SISTEMAS LAMINARES. — SUPERFICIES DE CURVATURA NULA.

— Recordemos la experiencia que nos sirvió para la medida de la tensión superficial. Si la separación entre los dos anillos de la figura 8 no es grande, se forma un cilindro líquido perfecto. Plateau ha demostrado que ese cilindro es una figura de equilibrio solo cuando su altura no excede del triple de su diámetro.

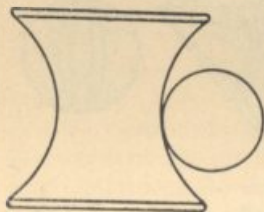


FIG.14

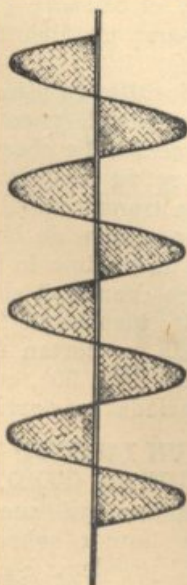


FIG.15

Al excederse la altura de ese límite, la lámina deja de ser cilíndrica y adopta la forma de la figura 14. Esta figura se encuentra reproducida en modelos de yeso y se observa que si se aplica contra ella, un disco que tenga exactamente el mismo diámetro de la garganta del modelo, que una parte de su contorno coincide exactamente con la superficie, luego, la superficie es igualmente curva en el interior y en el exterior en dos secciones perpendiculares entre sí. Ahora bien de acuerdo a la fórmula de Laplace, sabemos que la convexidad aumenta la presión, mientras que la concavidad la disminuye y como en este caso, las curvaturas son idénticas, actuando esas presiones en sentido contrario, se anulan. Es por ello, que todas aquellas superficies que tienen en cada punto curvaturas iguales y contrarias en dos secciones perpendiculares entre sí, reciben el nombre de **superficies de curvatura nula** y es claro, que la condición a la cual debe satisfacer la superficie de una membrana no cerrada sometida a la misma presión por sus dos caras, es decir que se tenga  $P = 0$ , es:

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = 0 \quad (9)$$

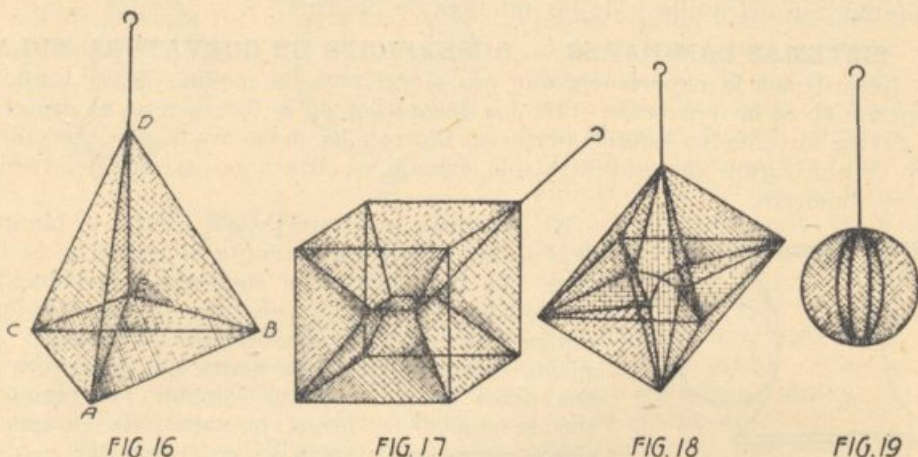
La superficie que hemos considerado, y que a excepción del plano es la única de su clase que es simétrica respecto a un eje, se llama catenoide, porque podemos imaginarla engendrada por la revolución alrededor de un eje de la curva llamada catenaria. Agreguemos que la catenoide es la única figura de revolución que satisface a la ecuación (9).

Existen muchas superficies de curvatura nula que no son de revolución. Una de ellas es el helicoides representado en la figura 15, que para engendrarlo es suficiente unir un alambre recto a otro doblado en forma de hélice.

También pueden obtenerse muchas figuras con caras planas con el auxilio de armazones metálicos adecuados. Si sumergimos en un líquido glicérico un armazón de alambre, se forma un sistema de láminas líquidas distribuidas de modo tal que su superficie total es mínima, lo que conduce a las siguientes leyes:

a) En una misma arista líquida no concurren nunca más de tres láminas y éstas forman entre sí ángulos iguales de  $120^\circ$

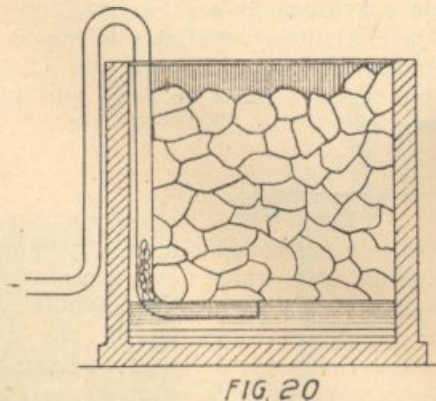
b) En un punto interior del sistema de láminas no pueden encontrarse más de cuatro aristas que forman entre sí ángulos iguales.



Mediante este procedimiento es como se obtiene al introducir en una solución glicérica un armazón metálico, distintas figuras de equilibrio. Así por ejemplo, el tetraedro de la figura 16, el cubo de la 17, el octaedro (fig. 18) o el sistema laminar de la figura 19, obtenido con un marco metálico formado por dos círculos dispuestos en ángulo recto.

Se pueden obtener sistemas mucho más complicados, insuflando aire en un líquido glicérico o agua de jabón, colocado en un recipiente de poco espesor y de caras paralelas. Se observa que a medida que se va insuflando aire, las burbujas van transformándose

presentando un gran número de láminas que se cortan en un punto a lo largo de una arista, pero cuando el sistema se hace estable, los planos que forman una misma arista, se cortan formando ángulos iguales, (fig. 20), cumpliendo las leyes enunciadas más arriba.



#### EXTENSION DE UN LIQUIDO SOBRE LA SUPERFICIE DE OTRO. —

Vamos a estudiar ahora qué sucede cuando se vierte un líquido sobre la superficie de otro. El problema a considerar es el de la concurrencia de tres

fluidos en un punto. Supongamos que en el punto O (fig. 21) concurren los

medios A, B y C, que con el propósito de generalizar, dejaremos indeterminados.

Las fuerzas que actúan son exclusivamente las tensiones superficiales debidas a los mismos y que llamaremos  $T_{A-B}$ , (que significa tensión entre los medios A y B),  $T_{A-C}$  y  $T_{B-C}$ , cuyas direcciones son tangentes a las superficies curvas en los puntos de contacto.

Según el principio general de la estática, el sistema determinado por estas tensiones, permanecerá en equilibrio si su resultante es cero, lo cual significa que para que el sistema esté en equilibrio, la resultante de dos de las tensiones,  $T_{A-C}$  y  $T_{B-C}$  por ejemplo, debe ser igual y directamente opuesta a la otra tensión  $T_{A-B}$ .

Llamando con  $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\gamma$  los ángulos determinados por las direcciones de las tensiones, se vé que los ángulos  $\alpha_1$ ,  $\beta_1$ , y  $\gamma_1$ , formados al construir el paralelogramo de las tensiones, son suplementarios de los primeros.

Aplicando el teorema de los senos, se tiene:

$$\frac{T_{A-B}}{\text{sen } \gamma_1} = \frac{T_{A-C}}{\text{sen } \beta_1} = \frac{T_{B-C}}{\text{sen } \alpha_1}$$

expresión que vincula a las tensiones con los ángulos que ellas forman entre sí, pues los senos de los ángulos suplementarios son iguales en valor absoluto y signo.

Se desprende inmediatamente de lo anterior, que para que sea posible la concurrencia de tres fluidos en un punto, es condición indispensable que una cualquiera de las tensiones, sea menor que la suma de las otras dos, pues solo en este caso es posible la construcción del triángulo de las tensiones.

En el caso contrario, lo que sucede es que uno de los líquidos se extiende sobre la superficie del otro, como acontece cuando se echa aceite sobre el agua.

Según hemos visto, la tensión del agua con respecto al aire era de 7.26 mgr/mm, la del aceite con respecto al agua de 2.09 mgr/mm y la del aceite con relación al aire, de 3.27 mgr/mm. De consiguiente la tensión entre el medio II (agua) y III (aire) (fig. 22) es mayor que la suma de las tensiones entre los medios I (aceite) y III y entre I y II, por lo cual el aceite se extenderá sobre la superficie del agua.

Debido a esta expansión del aceite, como de las grasas, esencias, etc., sobre la superficie del agua, o del mercurio, de mayor tensión, éstas se encucian con gran facilidad.

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

LOYARTE R. G.: Física General, t. 2º — MURANI O.: Física t. 1º — BATTELLI E CARDANI: Trattato di Fisica sperimentale t. 1º — CHAPUIS ET BERGET: Lecons de Physique générale, t. 1º — CHWOLSON O. D.: Tratado de Física t. 2º — BOUASSE: Capillarité. — VAN DER MENSBRUGGHE: Sur les phénomènes capillaires. — TILLIEUX J.: Essai d'un Traité élémentaire de Physique selon les théories modernes. — PERRIN J.: Les éléments de la Physique. — VILLEY J.: Physique élémentaire et théories modernes. — PLATEAU J.: Statique expérimentale et théorique des liquides soumis aux seules forces moléculaires. — SCHOENTJES H.: Physique expérimentale. — POGGENDORFF: Histoire de la Physique.

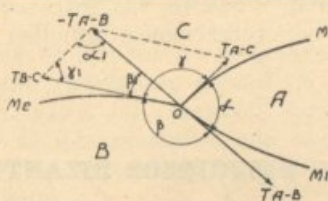


FIG. 21

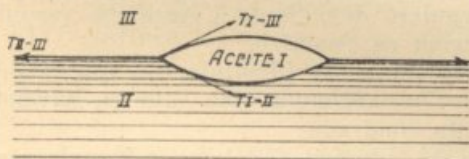


FIG. 22

# **ESTUDIO SINTETICO DE LA EVOLU- CION DE LA ARQUITECTURA A TRAVES DE LAS EPOCAS**

(Continuación)

**POR EL ARQUITECTO ERMETE DE LORENZI**

Tratándose en nuestro caso de un trabajo de síntesis vamos a pasar por alto los elementos secundarios bajo el punto de vista de las influencias en las grandes épocas de la arquitectura y nos concretaremos a aquellas escuelas más notables en este sentido.

.....

## **CLASIFICACION DE LOS MONUMENTOS RELIGIOSOS BIZANTINOS**

I) **Iglesias a Santuario central:** Santa Sofía de Andrinópolis; Iglesia Santo Sepulero (Jerusalem).

II) **Iglesia del tipo latino de Occidente a entramados de madera:** Basílica de Belén; Antigua basílica de S. Sofía en Constantinopla (ambas con ábsides en tres absidiolos); Basílica del S. Sepulero; Basílica de la Virgen en Jerusalem; San Demetrio (siglo V); Eski-Djuma de Salónica; Karyes (Athos - Grecia).

III) **Basílicas abovedadas, intermediarias entre las anteriores de entramado de madera y las clásicas que siguen:** San Juan de Sardes, San Jorge de Sardes, Santa Trinidad de Efeso.

IV) **Iglesias con cúpula sobre planta circular:** San Jorge de Salónica, San Elías de Brussa, Santa Elena (sepulcro de), Santa Constancia (sepulcro de), Sepulcro o tumba de Deocleciano en Spalatro.

V) **Iglesias con cúpula sobre planta octogonal (Justiniano):** Iglesia del monte Garizim, San Sergio y Bacekus en Constantinopla, San Vital en Ravena.

VI) **Iglesias con cúpula sobre planta cuadrada:**

a) **A cuatro arcadas:** Santa Sofía de Salónica, Catolicon y Kapnicarea, Thotocus y Pantocreatus, Virgen de la cabeza de oro, Santa Sofía de Trebizonda, Santa Fosca (Génova).

b) **A cuatro nichos:** Santa Sofía de Andriapolis.

c) **A dos arcadas y dos nichos:** Santa Sofía de Constantinopla.

VII) **Iglesias únicamente a cúpulas y en cruz:** San Marcos de Venecia, San Front de Perigeux.

## **CLASIFICACION DE LOS MONUMENTOS RELIGIOSOS DE LA ESCUELA SIRIA**

I) **Basílicas con entramado de madera (valle de Oronte donde, aunque escasa, la madera existe):** Roueihá, Qald-Louzeh, Bagouza, Babouda, Turmanin, San Simeon Estilita.

II) **Basílicas con cubierta de losas de basalto (Sud de Damasco, en el Haurán, donde no hay madera):** Basílica de Tafkha.

III) Basílicas cubiertas con cúpula central (en el Haurán): Catedral de Bosra, San Jorge de Ezra.

### **CLASIFICACION DE LOS MONUMENTOS RELIGIOSOS DE LA ESCUELA ARMENIA**

Samthavis: prototipo de la escuela armenia en esbeltez, decoración y simulación de planta: El abside se simula parcialmente.

Catedral d'Ani.

Usunlar: de planta completamente rectangular.

Dighour, Pitzounda, Trebizonda, etc., cuyos absides se acusan más o menos al externo.

Akhpat: parecida al Mirhab de Córdoba, es decir, cúpula a panaux sobre nervaduras.

### **ESCUELAS RUSAS Y DEL BAJO DANUBIO**

Iglesia de Prokowa: carácter esbelto del Armenio pero sin ojivas como el bizantino (pertenece al sud de Rusia).

En el valle del Danubio, Servia, Rumania y Moldavia, el carácter armenio de la decoración es aún más marcado. Podemos citar:

Ravanica, Krusevac, Studenica, todas ellas con masa bizantina y decorado armenio.

Kurtea d'Argryich, Tergoviste, Dragomira, con decoración esencialmente armenia.

El valle del bajo Danubio parecería una colonia Armenia, de la cual, lo único que no adopta es la ojiva.

### **ARQUITECTURA ROMANICA Y SU EVOLUCION HACIA EL GOTICO**

**Corrientes que influenciaron en el arte romano en ruinas para originar el románico**

- I) Influencias Bizantinas (invasión de las Galias por los Bárbaros; actuación de Carlomagno).
- II) Influencias Sirias.
- III) „ Persas y Musulmanas.
- IV) „ Normandas.

#### **I) INFLUENCIAS BIZANTINAS (Siglo IX y X)**

##### **En Francia (Siglo IX)**

- a) Tipos que recuerdan el carácter romano:  
Santa María de Aquisgran.  
Ingelheim.  
Nimega.  
Construídas las tres por Carlomagno.
- b) Tipos que recuerdan el carácter Bizantino:  
Saint Germiny des Prés.

##### **En España, Italia y Alemania:**

Llegan las influencias Bizantinas puestas mas particularmente de manifiesto en la Iglesia de

Tarrasa en Lombardía.

En Alemania la influencia se debe a los artistas orientales que fueron con motivo del casamiento de Otton II con la princesa griega Theophano lo cual dió motivo al surgimiento de muchas obras.

## II) INFLUENCIAS SIRIAS (primer cuarto del siglo XII)

Según L'Duc en el primer cuarto del siglo XII (después de la 1ª Cruzada) los clérigos que la acompañaban, pasado el tiempo de permanencia en Antioquía, regresaron a Provençe y Lanquedoc con el recuerdo de los arcos y las losas que inspira a los arquitectos Franceses.

Según Vogué la enorme relación que existe entre los monumentos de Occidente y los cristianos de Siria (molduras Sirias casi análogas a las Románicas y Góticas) se debería a una influencia Siria, anterior a las cruzadas, por vías del comercio.

## III) INFLUENCIAS PERSAS Y MUSULMANAS

La influencia directa de Persia, o indirecta por medio de los Musulmanes, en el arte Románico la demostró Dielafoy.

Como causa del comercio vienen, por España o el Mediterráneo, obras de arte: orfebrería, dibujos, tapices sarracenos, etc., que los monjes utilizan para manteles de altares, trajes de ritual y reproducción de sus dibujos en las decoraciones.

## IV INFLUENCIAS NORMANDAS

Las invasiones normandas, iniciadas en el siglo VIII, invaden Inglaterra, recorriendo la costa de España entran en el Mediterráneo y, por el Ródano, llegan al foco del arte Románico (Cluny, Auverne, etc); por tierra pasan a Italia donde conquistan mucho terreno, constituyendo un estado independiente, en el que se origina una de las escuelas Románicas más influenciadas por el arte musulmán.

## ESTUDIO SISTEMATICO DE LAS ESCUELAS ARQUITECTONICAS EN LAS IGLESIAS ROMANICAS

Podemos dividirlo en tres capítulos:

- A) Finalidades de las iglesias Románicas.
- B) Análisis de los pasos para llegar de las iglesias sin bóvedas a la abovedadas.
- C) Estudio del siglo XI (época de las conquistas reales del arte Románico).

### A) FINALIDADES DE LAS IGLESIAS ROMANICAS

La evolución que dura del siglo V al final del siglo XI (Romano-Latina del siglo V al X y Románica del X al XII) tiene como problemas a resolver:

1º Abovedar sus naves.

2º Dar luz a la nave central a pesar de las bóvedas.

Sin tratar el caso de iglesias a una sola nave, en que la solución de la bóveda y de la iluminación no ofrecen dificultades (y que por otra parte son excepcionales) los casos que se presentaban a solucionar eran:

- a) Iglesias a tres naves, sin bóvedas; el problema de la luz no ofrece dificultades.
- b) Iglesias a tres naves, con las naves laterales únicamente abovedadas. Trabaja en este problema la escuela **Normanda**.
- c) Iglesias a tres naves totalmente abovedadas.

Trabajan en este problema:

- 1º Las escuelas de **Poitou y Auvernia**. (Consiguen abovedar sin dar luz).  
 2º Las escuelas de **Cluny (Bourgogne)** y del **Rhin**. (Consiguen abovedar y dar luz).

**B) ANALISIS DE LOS PASOS PARA LLEGAR DE LAS IGLESIAS SIN BOVEDAS A LAS ABOVEDADAS**

**a) Iglesias sin bóvedas (Siglo V al X)**

Siguen el tipo de basílica conocido pero con pilares en vez de columnas.  
**Colateral a un piso.** — Beauvais.

**Colateral a doble piso.** — Montier - en - Der.

**b) Abovedamiento de las naves colaterales únicamente (Siglo X)**

Escuela Normanda; la luz se procura por encima de las colaterales.  
 Cabe considerar tres tipos característicos:

1º **Abovedado solo el piso bajo de las colaterales:**

S. Remi de Reims.

S. Germier.

S. Germain - des - Prés.

2º **Abovedados los dos pisos de las colaterales:**

Junieges.

S. Gabriel.

Bernay.

En realidad de este tipo dejaron pocos ejemplos pues consideraban difícil y de peligro abovedar los dos pisos.

3º **Colaterales abovedadas y central con diafragmas** (Probable origen oriental en la iglesia de Roueiha).

Bocherville.

**c) Abovedadas las tres naves (Siglo XI)**

**Principios del siglo XI:**

Tournus. - Procedimiento Persa al plano latino con luz a la nave central. La misma solución aparece en otras regiones del comercio con Oriente.

Perigeux y Limoges. - Fundación de escuelas de tipo Bizantino.

Perigord. - Implantación de la cúpula.

**Consecuencias de este período:**

La escuela de Perigord falla por el deseo de hacer con piedras construcciones Bizantinas.

**Curso del siglo XI:**

Poitou y Auvernia. - Tratan de abovedar sin resultado. Aceptan como tipo iglesias sin luz.

Saint Savin. - Bóvedas cilíndricas sacrificando la luz.

**Consecuencias de este período:**

Escuela de Poitou y Auvernia consigue abovedar las tres naves pero sin luz directa.

**Fines del siglo XI:**

El centro del movimiento arquitectónico pasa de Poitou y Auvernia a Cluny (Bourgogne) y las regiones del Rhin.

Cluny. — Sigue la escuela de Poitou y Auvernia pero con luz a la nave central a la que trata de aplicar la bóveda de arista.

Rhin. — Sus ensayos basados en gérmenes traídos por artistas griegos de Aix - la - Chapelle, en época de Carlomagno, origina la bóveda "dominical".

### Consecuencias de este período:

Con el trabajo de las escuelas de Cluny y regiones del Rhin el Románico llega al resultado deseado; la luz y las bóvedas, aunque con algunas rajaduras que salvará el gótico con sus notables elementos de equilibrio (losas sobre nervaduras, pináculos, arbotantes y contrafuertes).

### C) ESTUDIO DEL SIGLO XI

#### (Epoca de las conquistas reales del arte románico)

El escalonamiento de los ensayos en este siglo — de verdadera evolución del arte románico, en el que, a la par que abovedar las tres naves, se consiguió darle luz — puede concretarse como sigue:

- 1) Ensayos de origen Persa.
- 2) Importación y desarrollo de los tipos Bizantinos.
- 3) Ensayos tendientes a abovedar a cañón corrido la nave principal con adaptación del sistema a las exigencias de iluminación: Poitou y Auvernia, iglesias del sud de Francia y origen de Cluny.
- 4) Combinaciones a bóvedas de arista: escuela de Cluny (su continuación en Palestina).
- 5) Combinación a bóveda dominical: escuela del Rhin.

Pasando al análisis de cada ensayo tenemos:

#### 1) Ensayos de origen persa.

Tournus.

Notre Dame de Puy.

Saint Hilaire (Poitiers):

La diferencia con la escuela persa estriba en que aquí se trabaja con pequeñas piedras y con cimbras; se trata de una adaptación al plano latino del tipo persa de Tag - Eivan o mejor de los dispositivos Sirios a este tipo sasánide.

#### 2) Tipos Bizantinos.

Perigord:

A partir del siglo XI presenta la dominación del tipo Bizantino, cúpula sobre pechina, así como en la zona entre:

Narbone y La Rochelle:

Son de poco empuje y construídas sobre grandes aberturas, se pueden suprimir entonces las laterales de equilibrio a los empujes y surgen iglesias a una nave iluminadas por aberturas del muro. La diferencia con el Bizantino está en el material que aquí siendo piedra exige, para una fácil construcción, sobre elevación acentuada.

En el Perigord y colonias Bizantinas impera la pechina a triángulo esférico; en todo el resto de Francia, donde se desarrolla este arte tenemos la trompa persa.

Como ejemplos caben citar:

Souillae; Soullignae; Cahors y San Front de Perigeux;

Catedral de Angouleme; Iglesia de Loches.

Los tipos Orientales descriptos fueron difícil de adaptar en Francia por el material de piedra. Las bóvedas persas sobre arco perpiaño no resultaron, no solo por el material, sino que también por la gran altura que daban al edificio; tampoco resultó la construcción bizantina de cúpulas sobre pechinas pues, ejecutadas a pequeñas piezas exigía grandes gastos en cimbras, salvo que se sobrelleva mucho el perfil y el costo era entonces superior al de las cimbras.

En tales condiciones las bóvedas de cañón corrido parecía la solución más conveniente, motivando el caso que pasamos a analizar.

3) **Ensayos tendientes a abovedar a cañón corrido.**

- a) Escuela de Poitou y Charentes: catedrales a un piso; nave central a cañón corrido, sin luz.
- b) Escuela de Auvernia: (consecuencia de la escuela de Poitou), colaterales a dos pisos, nave central en general sin luz directa.
- c) Escuela de las iglesias del sud de Francia: Arquitecturas de Provence y Langedoc.
- d) Escuela de las iglesias en la nave central iluminada directamente con ventanas bajo el nacimiento de los arcos.  
Origen de los estudios de las escuelas de Cluny (Bourgogne).

a) **Escuela de Poitou y Charentes:** catedrales a un piso; nave central a cañón corrido; sin luz.

Saint Savin.  
Notre Dame de Poitiers.  
Vieux Parthenay.  
Saint Eutrope de Saintes.  
Saint Loup de Naud.

b)

Estas iglesias de Auvernia (salvo la de Puy que es un monumento aparte) son todas a cañón corrido, sin embargo estos cañones corridos se diferencian fundamentalmente de los de la escuela antes analizada de Poitou donde la ligereza de las bóvedas exigen un techo a armaduras, lo cual no ocurre en la escuela de Auvernia pues las bóvedas exteriormente llevan un dispositivo de piedra que recibe directamente las tejas del techo.

Notre Dame d'Issoire:

Como radiaciones de la Escuela de Auvernia se tiene:

En Nevers: Saint Etienne.

En Languedoc: Saint Sernin de Toulouse y la Abadía de Conques.

En España: Santiago de Compostela.

c)

La arquitectura en Provence y Languedoc resulta de dos influencias:

1º Influencia de la antigua Roma (perpetuada por sus ruinas).

2º Arquitectura de las escuelas vecinas a ella (Auvernia y Poitou).

Lo primero lo acusan las combinaciones de equilibrio de sus iglesias, donde las bóvedas centrales tienen como estribos bóvedas transversales a semejanza de las grandes salas romanas (de las termas por ejemplo).

Lo segundo lo establecen las bóvedas que son de la misma escuela de Poitou y Auvernia.

Como ejemplo de estas influencias tenemos:

Catedral de Orange.

Abadía de Hauteuve (en Savoia).

Escuela de Provence:

Se reconoce la escuela de Poitou y Auvernia y presenta el tipo arcaico sin luz en la nave central y el tipo con luz directa, este tipo más perfecto no se introduce hasta el siglo XII.

Como ejemplos de soluciones con luz directa tenemos:

Notre Dame de Vaison.

Saint Trophine d'Arles.

Escuela de Languedoc.

Saint Nazaire de Carcassone.

(continuará)

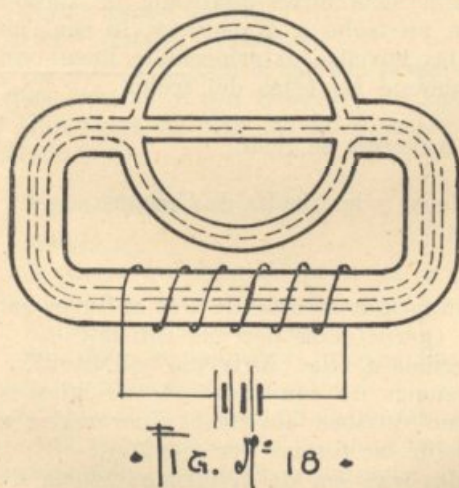
# EL CAMPO MAGNETICO Y EL CIRCUITO MAGNETICO

(Conclusión)

DOR EL INGENIERO A. SCHAMIS

**30. CIRCUITO MAGNETICO.** — Sabemos por el párrafo 20 que todo tubo tiene que cerrarse después de un camino más o menos largo. Ese camino, como se ve en la figura 18, puede subdividirse en algunas partes, pero forzosamente las derivaciones, con sus flujos parciales, tienen que volver a encontrarse para que el tubo se pueda cerrar, constituyendo lo que se llama un **circuito magnético**.

Es posible entonces, como se ve en la figura, arrollar una bobina de tal modo que por su interior pase todo el flujo del circuito. En realidad, esa bobina es la que genera el flujo.



La tensión magnética total, en cualquier camino que pase por el interior de la bobina, no dependerá ni del material, ni del largo, ni de la forma de ese camino, si no, como se deduce de la fórmula 12 a, de los Amperes y de las vueltas de la bobina. Esa tensión, que también se llama fuerza magneto-motriz del circuito, es pues la misma en cualquiera de los tres caminos dibujado con líneas de puntos en la figura 18, y para aumentarla o disminuirla no hay más que aumentar o disminuir los Ampere-vueltas de la bobina, con lo cual se aumentará o disminuirá, también, el flujo.

**31. Intensidad del campo en el interior de un solenoide con núcleo cerrado homogéneo.** — Se puede conseguir un tubo de inducción muy homogéneo, considerando un anillo delgado y de gran radio, de hierro o de aire, rodeado enteramente, como se ve en la figura 16 con la bobina excitadora, cuyas espiras se apretarán bien para evitar intersticios por los cuales pueda pasar flujo de dispersión.

Aplicando a éste circuito magnético las fórmulas 12 a y 13 obtendremos:

$$\mathcal{H} = 0.4 \pi \frac{NI}{l} \quad (14 a)$$

Si la intensidad del campo la medimos en una unidad  $0,4\pi$  veces mayor que el Oersted, lo que indicaremos simbólicamente con el signo  $\mathcal{H}'$ , tendremos

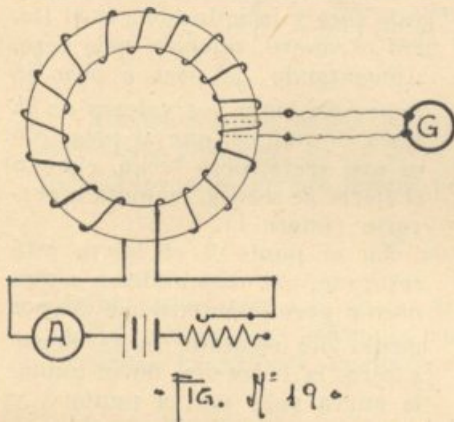
$$\mathcal{H}' = \frac{NI}{l} \quad (14 b)$$

Esa unidad, como lo dice la misma fórmula, es el Ampere - vuelta por centímetro.

Si la bobina no envuelve totalmente si no en forma parcial un núcleo de hierro muy permeable, habrá muy poca dispersión, el flujo será pues constante y aproximadamente homogéneo, y se puede calcular la intensidad  $\mathcal{H}$  con las mismas fórmulas 14 a y 14 b.

No hay que olvidar que  $l$  es la longitud del circuito magnético, y no la de la bobina como se dice en algunas partes.

### 32. Medición de la permeabilidad y de la inducción en un hierro. —



Si conociéramos  $\mathcal{H}$  y pudiéramos medir la inducción  $\mathcal{H}$ , la relación entre este valor y el anterior nos daría la permeabilidad según vimos en el párrafo 16.

Para ello se construye, con el hierro dado, un anillo, se le enrolla una bobina excitadora de  $N$  vueltas cuya corriente  $I$  se puede medir en un amperímetro. Un reóstato permite variar la corriente a voluntad.

Sobre el mismo anillo se enrosca una bobinita exploradora de  $N'$  vueltas, conectada a un galvanómetro balístico.

Aumentando, por pequeños incrementos  $\Delta I$  la intensidad de la corriente, se obtiene de la fórm. 14 a

$$\Delta \mathcal{H}' = \frac{0,4 \pi N \Delta I}{l}$$

en la cual todos los valores del segundo miembro se conocen. Luego podemos saber el valor de  $\Delta \mathcal{H}'$ .

El galvanómetro balístico nos dará, para cada incremento, el valor (ver fórmula 8)

$$\int E dt = - \int 10^{-8} N' \frac{d\Phi}{dt} dt$$

de donde  $\int E dt = - 10^{-8} N' \Delta \Phi$

y recordando que  $\Delta \Phi = S \times \Delta \mathcal{H}$  según vimos en el párrafo 17, tendremos:

$$\int E dt = - 10^{-8} N'S \Delta \mathcal{H}$$

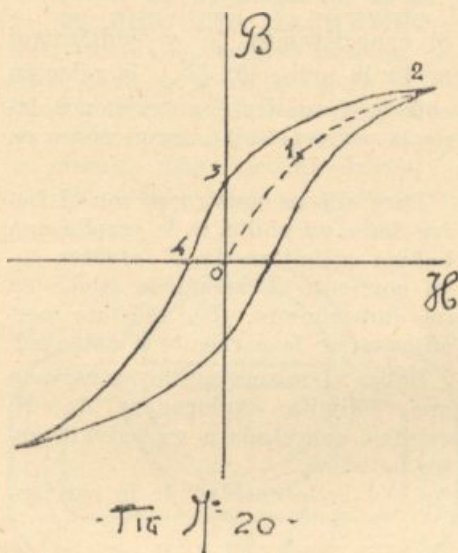
de donde

$$\Delta \mathcal{F} = \frac{-\int E dt}{10^{-8} N'S}$$

En el segundo miembro conocemos el numerador, puesto que lo mide el galvanómetro balístico, y el denominador, puesto que  $N'$  es el número de vueltas de la bobinita exploradora y  $S$  es la sección normal del núcleo. Luego es fácil calcular  $\Delta \mathcal{F}$ .

Repitiendo la experiencia se puede dibujar, por pequeños incrementos, una curva que nos dará la inducción en función de la intensidad, y por lo tanto se puede hallar el valor de la permeabilidad para cada punto de la curva, dividiendo un valor por otro.

**33. Ciclo de histéresis.** — Las curvas mencionadas en el párrafo anterior tienen formas como la de la figura 20.



En el origen  $O$  la intensidad vale cero y la inducción, si el hierro es nuevo, también vale cero. Aumentando  $\mathcal{H}$  poco a poco la inducción sigue los valores de la línea de puntos, que al principio es casi recta, pero luego, cuando el hierro se satura, empieza a curvarse (punto 1).

En el punto 2 el hierro está saturado. Si disminuimos ahora poco a poco la intensidad  $\mathcal{H}$  por medio del reóstato, hasta llegar a cero, la inducción no se anula, la curva pasa por el punto 3 y en el hierro queda "inducción remanente". Para anularla debemos invertir la corriente, dando a la intensidad del campo un valor negativo, indicado por el punto 4 ("Intensidad coercitiva").

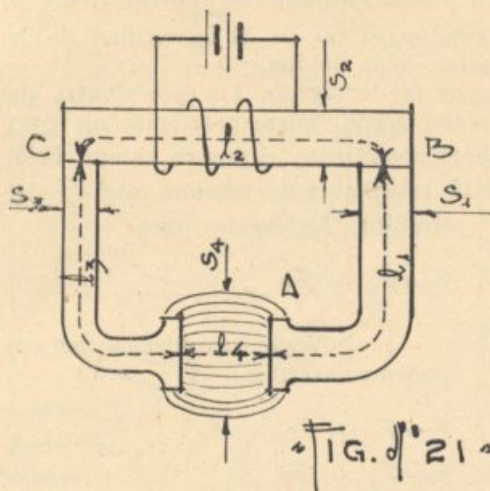
Completando el ciclo se obtiene la curva de línea llena, llamada curva de histéresis, la que se repite si se repite la operación.

Para cada clase de hierro los manuales dan tablas, en las cuales se obtienen los valores de  $\mathcal{B}$  en función de los valores de  $\mathcal{H}$  para la parte punteada de la curva de la figura. En algunos manuales la intensidad del campo se da en Ampere-vuelta sobre centímetro que, como hemos dicho, es 1.25 veces mayor que el Oersted.

Puede observarse que la permeabilidad  $\frac{\mathcal{B}}{\mathcal{H}}$  es aproximadamente constante en la parte recta de la curva, pero disminuye a medida que el hierro se satura. No tiende al valor cero si no al valor uno, puesto que el hierro saturado se comporta, para grandes valores de  $\mathcal{H}$ , como material no magnético, por ejemplo como el aire.

**34. Circuito magnético con segmentos en serie.** — Supongamos un circuito como el de la figura 21 en el que hay segmentos aproximadamente ho-

mogéneos pero de largos, secciones y materiales diferentes (fierro, acero, aire, etc.), conectados en serie.



Supongamos también que la dispersión es despreciable:

Como el mismo flujo recorre todos los trozos tendremos

$$\Phi = \Phi_1 = \Phi_2 = \dots \text{ etc.}, \quad (15)$$

fórmula semejante a la de la corriente de los circuitos eléctricos en serie.

Tanto las inducciones  $\mathcal{H} = \frac{\mathcal{F}}{S}$ , como las intensidades

del campo  $\mathcal{H}' = \frac{\mathcal{H}}{\mu}$ , son distintas para cada segmento.

La tensión magnética (trabajo de la masa unitaria), en el camino homogéneo AB valdrá  $\mathcal{F}_1 = \mathcal{H}'_1 l_1$ ; en el camino BC valdrá  $\mathcal{F}_2 = \mathcal{H}'_2 l_2$ , y en todo el circuito cerrado tendrá por valor

$$\mathcal{F}_{\text{total}} = \Sigma \mathcal{F} = \Sigma \mathcal{H}' l, \quad (16 a)$$

fórmula semejante a la de las tensiones eléctricas en los aparatos en serie.

Si medimos las tensiones magnéticas en [Av] y las intensidades de los campos en Ampere - vuelta por centímetro, la fórmula 16 a se convertirá en

$$\mathcal{F} [\text{Av}] = \Sigma \mathcal{H}' \left[ \frac{\Delta v}{\text{cm}} \right] \times l$$

lo que abreviadamente, para los usos prácticos, escribiremos con esta notación

$$\mathcal{F}'_{\text{total}} = \Sigma \mathcal{F}' = \Sigma \mathcal{H}' l \quad (16 b)$$

Es posible, también, demostrar que, a semejanza de los circuitos eléctricos en serie, la reluctancia total es igual a la suma de las reluctancias de cada trozo.

**35. Circuito magnético con trozos en derivación.** — En la figura 22 el flujo  $\Phi$  que recorre el tronco común MB alrededor del cual está enrollada la bobina, se subdivide, a partir del punto B en flujos parciales  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  y  $\Phi_3$ , los que después de recorrer las derivaciones 1, 2 y 3 se vuelven a unir en el punto M para cerrar el circuito en B.

Si no hay dispersión por el aire sabemos, por las propiedades de los tubos de inducción, que

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \dots \quad (17)$$

fórmula semejante a la de las corrientes de los circuitos eléctricos en derivación.

Como vimos en la observación puesta al final del párrafo 27, la tensión magnética en cualquier camino cerrado que se eslabone con todas las espiras de una bobina, tiene un valor  $\mathcal{F}$ , dado por la fórmula 12, que no depende del recorrido ni del material de ese camino, si no de la intensidad de la corriente eléctrica y del número de espiras de la bobina.

En el circuito **B1MB**, que pasa por la desviación **1** y por dentro de la bobina, tenemos dos tensiones en serie: La  $\mathcal{F}_1$  correspondiente al trozo **B1M** o sea a la derivación, y la  $\mathcal{F}_e$  correspondiente al tronco común **MB**. La suma de ambos, según la fórmula 16 es igual a la tensión total  $\mathcal{F}$  del circuito. Tendremos pues:

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}_1 + \mathcal{F}_e$$

Y por las mismas razones podemos escribir:

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}_2 + \mathcal{F}_e$$

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}_3 + \mathcal{F}_e$$

De donde

$$\mathcal{F}_1 = \mathcal{F}_2 = \mathcal{F}_3 \quad (18)$$

fórmula también semejante a la de los circuitos eléctricos en derivación.

De igual modo, es posible deducir que la inversa de la reluctancia del grupo de derivaciones es igual a la suma de las inversas de las reluctancias parciales, pero no hace falta hacer esa demostración para nuestro objeto.

**36. Entrehierros.** — Los entrehierros son de material no magnético, como el aire, y sabemos que en este caso la permeabilidad vale 1, según vimos en el párrafo 2. Además, el valor de  $\mathcal{B}$ , medido en Gauss, es numéricamente igual al valor de  $\mathcal{H}$  medido en Oersted, es decir

$$\mathcal{H} = \mathcal{B} \quad (19 a)$$

Midiendo  $\mathcal{H}$  en Ampere-vuelta por centímetro resultará:

$$\mathcal{H} = \frac{\mathcal{B}}{0,4 \pi} = \frac{\mathcal{B}}{1,25} \quad (19 b)$$

**37. Cálculo de circuitos magnéticos.** — El cálculo exacto de un circuito magnético es, salvo casos muy contados como el del anillo del párrafo 31, muy complicado, porque los tubos no son homogéneos, tienen dispersión y la parte del flujo que va por el aire es de sección variable y camino difícil de determinar.

Un ejemplo mostrará como se puede hacer un cálculo aproximado.

Sea una máquina dinamo bipolar, con inducido liso, de material y dimensiones conocidas (figura 23). Se desea que en el inducido entre un flujo de 1.000.000 Maxwell, y se quiere calcular la fuerza magnetomotriz de la

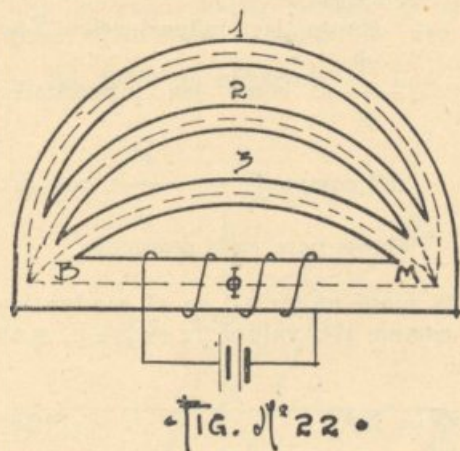
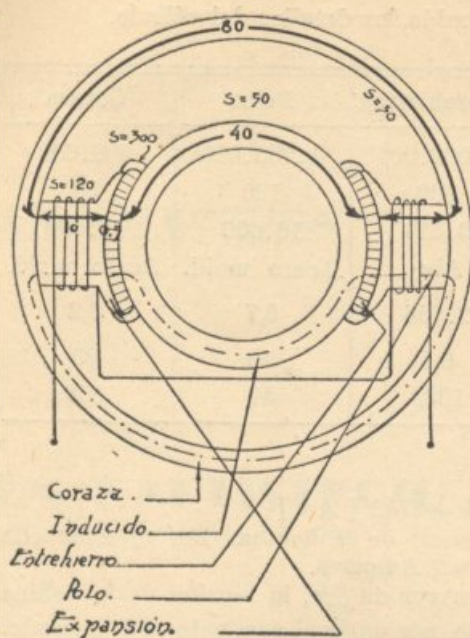


FIG. N.º 22.



Tig. N.º 25

bobina que arrollaremos en parte sobre uno y en parte sobre el otro de los polos.

Se empieza por dibujar el circuito a escala y se divide en partes aproximadamente homogéneas: coraza, polos, entrehierros e inducido.

Se puede ver que el flujo se divide en dos circuitos cuyos ejes se han marcado aproximadamente, en la figura. Los largos de cada segmento se obtienen midiendo sus ejes.

Se conocen todas las secciones, menos la del entrehierro. Esta es igual al desarrollo de la cara de la expansión polar (despreciando el ensanchamiento del flujo en los bordes). Supongamos que dicho desarrollo es de  $300 \text{ cm}^2$ .

La sección neta del hierro del inducido es menor que la indicada en el dibujo, porque está constituida de chapas prensadas con papel intermedio. Sea, por ejemplo, la sección neta, de  $50 \times 0,80 = 40 \text{ cm}^2$ , siendo 0,80 la proporción de hierro.

Los polos y la coraza son de acero moldeado.

El flujo en cada segmento de tubo será el siguiente:

Inducido, dos derivaciones con 5.000.000 Maxwell cada una.

En el entrehierro pasa la suma de las dos derivaciones, o sea 1.000.000 Maxwell.

Todo el flujo de los polos no va al inducido; una parte, o sea el flujo de dispersión, va por afuera. Por ello en los polos debe haber, por ejemplo, un 20 % más, o sea 1.200.000 Maxwell.

En la coraza hay dos derivaciones de 600.000 Maxwell cada una.

**Cálculo de la inducción.** — Aplicando la fórmula  $B = \frac{\Phi}{S}$  tendremos

en cada parte el valor de  $B$ .

**Cálculo de  $\mathcal{H}$ .** — Conocido el material y  $B$ , el manual nos da  $\mathcal{H}$  o  $\mathcal{H}'$ . En nuestro caso hemos aplicado la tabla de la página 1008 del manual Hütte, pero para el aire  $\mathcal{H}'$  se saca de la fórmula 19 b.

**Cálculo de las tensiones.** — La tensión, en cada parte, se obtiene haciendo el producto  $\mathcal{H}'$ .

**Cálculo de tensión total.** — En cualquiera de los dos circuitos cerrados cuyos ejes se han dibujado, tendremos la tensión total sumando las de la coraza, los dos polos, los dos entrehierros y el inducido, puestos en serie.

En el cuadro siguiente se han resumido los detalles del cálculo.

Segmentos	Inducido	Entrehierros	Polos	Coraza
Flujo .....	500.000	1.000.000	1.200.090	600.000
Secciones .....	40	300	120	50
Inducción .....	12.500	3.333	10.000	12.000
Material .....	Chapa	Aire	Acero mold.	Acero mold.
Intensidad $\left[ \frac{Av}{em} \right]$	7,9	2.666	5,7	8,2
Longitud .....	40	0,5	10	80
Tensión .....	316	1333	57	656

La tensión total resulta de

$$316 + 2 \times 1333 + 2 \times 57 + 656 = 3752 \text{ [ } \Delta v \text{ ]}$$

Esta debe ser la fuerza magnetomotriz de la bobina. Por ejemplo ella puede tener 1876 espiras alimentadas con 2 Amperes.

Si el manual nos hubiera dado  $J'$  en vez de  $J''$ , la tensión de la bobina estaría dada en Gilbert y la fórmula 12 a nos daría el producto  $NI$  buscado.

Puede observarse que a pesar de su poca longitud, la tensión magnética del entrehierro es mucho mayor que la de las otras partes. Ello es debido a la pequeña permeabilidad o lo que es lo mismo, a la gran reluctancia del aire.

Para que esta reluctancia no fuera mayor aún, se aumentó la sección del entrehierro mediante las expansiones polares. De lo contrario se hubiera necesitado una bobina de un exagerado número de Ampere - vueltas.



FACHADA  
PRINCIPAL

**ESCUELA**  
**DE**  
**ARQUITECTURA**

**UN BAPTISTERIO**

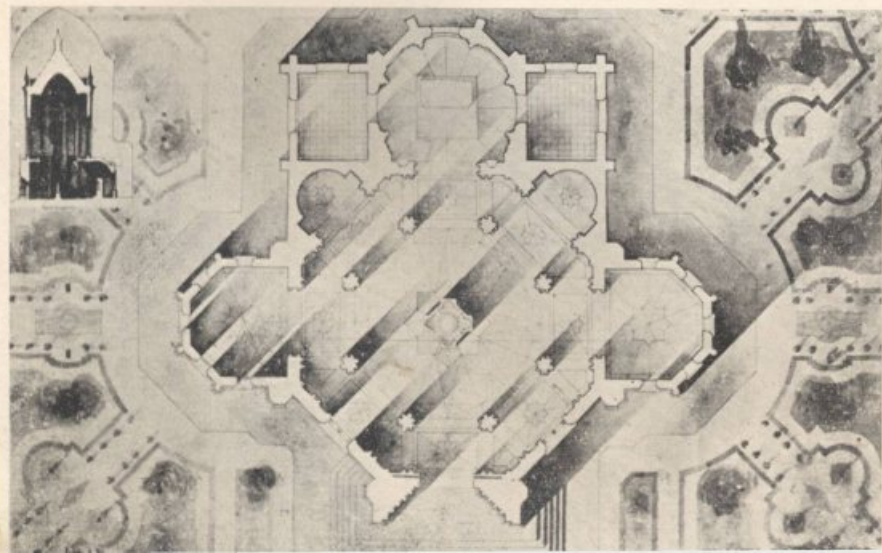
(DIBUJO LINEAL 1ER. AÑO)

POR  
**CARLOS GUARAGNA**

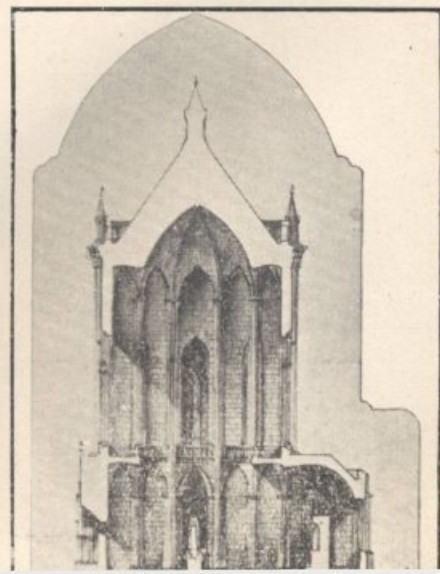
PROFESOR  
**VICTOR DELLAROLE**

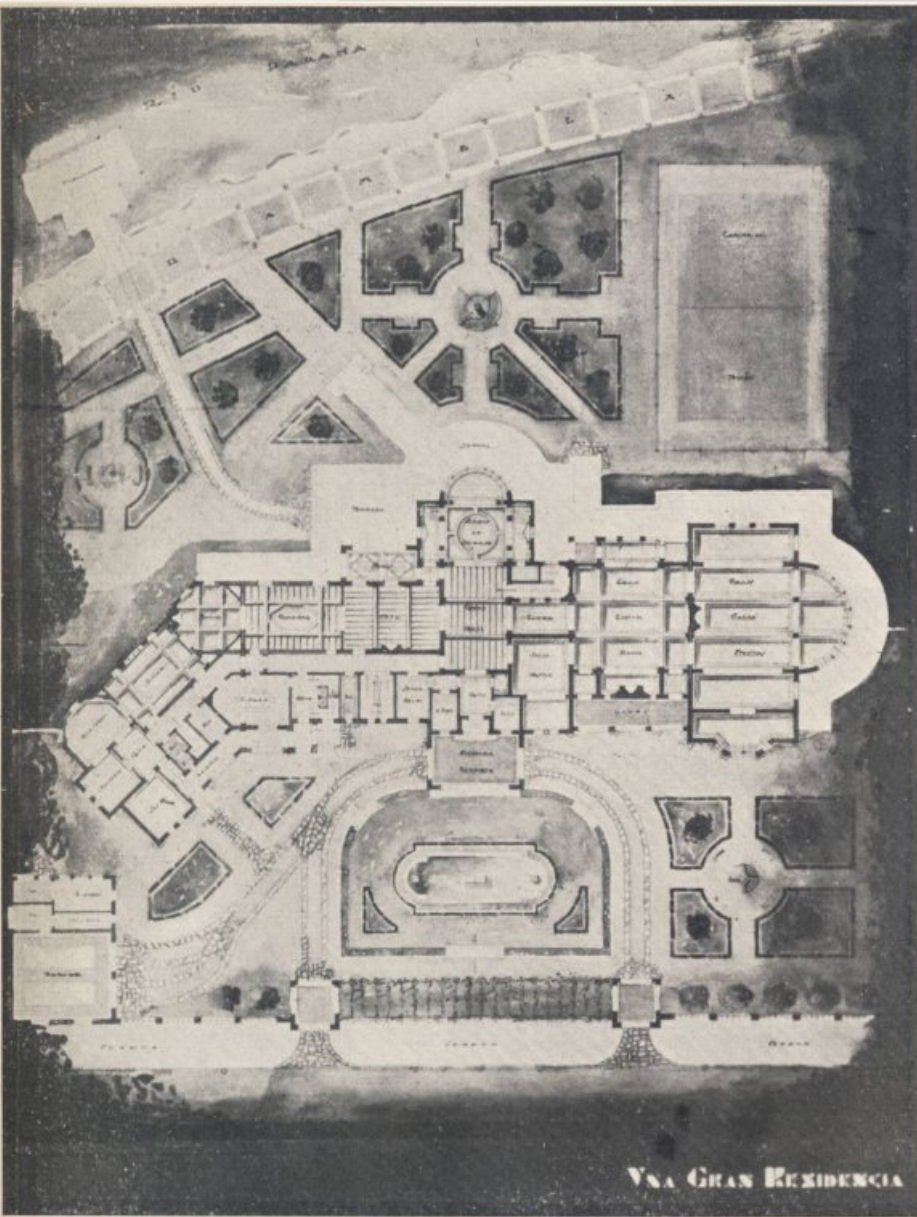


PLANTA



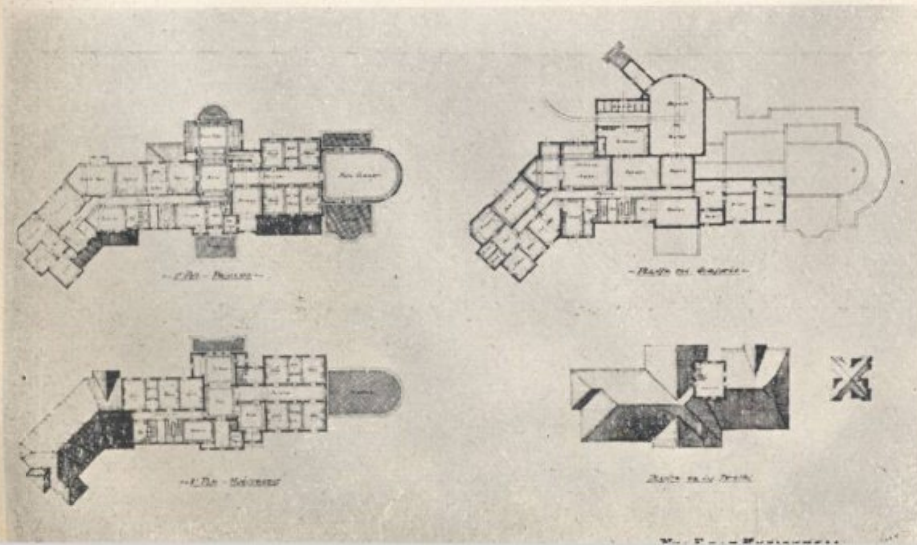
CORTE





PLANTA PRINCIPAL

PLANTAS



E  
S  
C  
U  
E  
L  
A

D  
E

UNA RESIDENCIA

POR  
DOMINGO RIVERA

PROFESOR  
ANGEL GIOIACCHINO

JEFE DE TRABAJOS  
ANGEL GIOIACCHINO

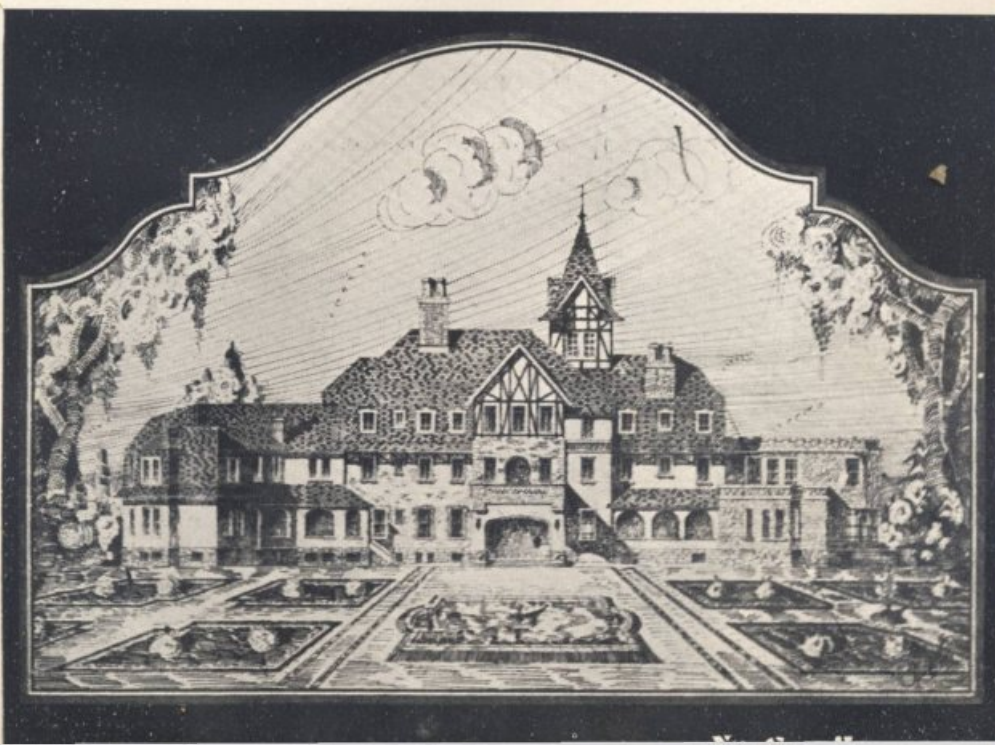
A  
R  
Q  
U  
I  
T  
E  
C  
T  
U  
R  
A



VNA GRAN RESIDENCIA

FACHADA SOBRE EL RIO

FACHADA DE ACCESO



RESIDENCIA

PROF. ARQUITECTO  
FRANCESCO RIZZOTTO

CONSEJERO  
GUIDO

PROYECTOS PRACTICOS  
GIORGIO MORGETTI

# ESCUELA DE ARQUITECTURA

CURSO DE ORNATO Y FIGURA (2º AÑO)

PROFESOR MANUEL OCAMPO



**AFFICHE**

Por PAULINO LOTTICI



**VENUS ESTILIZADA**

Por ALFONSO CAPDEVILA

## CURSO DE MODELADO (2º AÑO)

PROFESOR CESAR CAGGIANO



**ESTATUA**

Por ALFONSO CAPDEVILA



**MASCARON BRONCEADO**

Por ERNESTO RODA

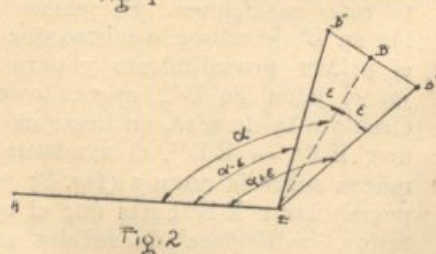
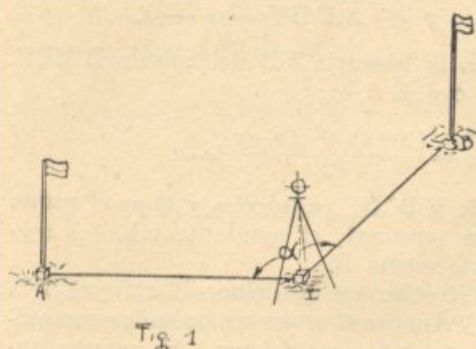
# REPLANTEO DE UN ANGULO

## PROLONGACION DE UNA LINEA UTILIZANDO UN TEODOLITO

DOR EL ING. CIVIL SIMON RUBINSTEIN

Se quiere utilizando un teodolito colocar un jalón J de manera que el ángulo AEB reducido al horizonte (que es el que debe figurar en una planimetría) tenga un valor fijado  $\alpha$ . Con círculo a la izquierda se visa el jalón clavado en A y con el objeto de que el error proveniente de la inclinación del mismo tenga influencia mínima se apunta a la parte visible más baja. Se hacen las dos lecturas correspondientes a esta posición. Sean

estas lecturas LIA y LIA'. Se hace el promedio  $L_A = \frac{L_{IA} + L_{IA'} + 180^\circ}{2}$



Si se opera con el teodolito Zeiss o con el Wild se obtiene directamente el valor  $L_A$ . Este valor está libre del error de excentricidad quedando subsistente la mitad del error de índices.

Se gira la alidada hasta una posición tal que la lectura promedio, sea igual a  $L_B = L_A + \alpha$  y utilizando el anteojo del teodolito para esta posición se fija un jalón en B' (fig. 2). Si no hubiese errores el ángulo AEB' tendría el valor  $\alpha$ . Pero hay varias causas de errores. El de excentricidad ya ha quedado eliminado en cada posición. El de índices no tiene influencia, porque cada dirección está afectada con la mitad del mismo y al hacer la diferencia de las direcciones para obtener el valor del ángulo queda eliminada su influencia.

Quedan subsistentes las siguientes causas de error: error de estacionamiento del teodolito, errores de lectura, error de división del limbo, de apuntamiento, de falta de verticalidad del eje principal, de inclinación del eje secundario y de colimación.

En el presente estudio nos proponemos analizar un procedimiento que elimina la influencia de estos dos últimos. Al final indicaremos como se restringe la influencia de los anteriores.

Admitamos por ahora, que solamente existan errores debido a la coli-

mación y a la inclinación y que los otros fueran nulos. Llamemos  $c$  al error de colimación e  $i$  a la inclinación del eje secundario. Sean  $h_A$  y  $h_{B'}$  las alturas de las visuales dirigidas a  $A$  y  $B'$ . El valor del ángulo  $\angle AEB'$  será:

$$\alpha + c (\sec h_{B'} - \sec h_A) + i (\operatorname{tg} h_{B'} - \operatorname{tg} h_A) \quad (1)$$

En el caso de que las dos visuales tienen igual altura, es decir si  $h_A = h_{B'}$  la corrección

$c (\sec h_{B'} - \sec h_A) + i (\operatorname{tg} h_{B'} - \operatorname{tg} h_A) = 0$ , y la expresión (1) toma el valor  $\alpha$ , es decir el  $\angle AEB'$  tiene el valor  $\alpha$  deseado.

Si  $h_A \neq h_{B'}$  la parte subrayada de (1) no se anula en general. En este caso se repite la misma operación pero con círculo a la derecha. Sea  $L'A$  la lectura promedio visando a  $A$ . Se mueve la alidada de manera que la lectura promedio sea  $L'A + \alpha$ ; y en esta posición, dirigiendo la operación con el hilo vertical del retículo un ayudante coloca un jalón en  $B''$  de manera que  $\overline{EB''} = \overline{EB'}$ .

Teniendo en cuenta, que al pasar de círculo a la izquierda a círculo a la derecha, los errores  $c$  e  $i$  cambian de signo, el ángulo  $\angle AEB''$  tendrá el valor:

$$\alpha - c (\sec h_{B''} - \sec h_A) - i (\operatorname{tg} h_{B''} - \operatorname{tg} h_A).$$

En general, las alturas de las visuales de los puntos  $B'$  y  $B''$ , que son muy próximos, pueden considerarse iguales. Es decir, podemos hacer  $h_{B'} = h_{B''}$ .

Haciendo  $c (\sec h_{B'} - \sec h_A) + i (\operatorname{tg} h_{B'} - \operatorname{tg} h_A) = \varepsilon$  tendremos que:

$$\angle AEB' = \alpha + \varepsilon \quad \text{y} \quad \angle AEB'' = \alpha - \varepsilon.$$

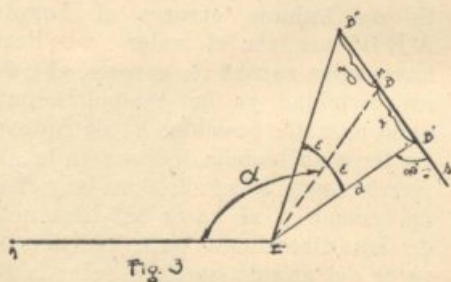
La posición verdadera corresponde a la bisectriz  $EB$  del ángulo  $B'EB''$ . En efecto, el ángulo que la misma hace con  $EA$  es:

$$\angle AEB = \frac{\angle AEB' + \angle AEB''}{2} = \frac{(\alpha + \varepsilon) + (\alpha - \varepsilon)}{2} = \alpha$$

Desde que  $\overline{EB'} = \overline{EB''}$  el triángulo  $EB'B''$  es isósceles y  $B$  es el punto medio del lado  $B'B''$ . Y entonces para terminar, el ayudante mide el segmento  $B'B''$  y ubica el jalón en el punto medio  $B$ .

El procedimiento explicado obliga a efectuar las mediciones  $\overline{EB''}$  y  $\overline{EB'}$ .

Analizaré ahora un método, que evita estas mediciones. El primer jalón en  $B'$  se coloca lo mismo que en el primer procedimiento y para fijar el jalón en  $B''$ , operando con círculo a la derecha, en lugar de tomar  $\overline{EB'} = \overline{EB''}$ , el ayudante se mueve sobre la recta  $s$  (fig. 3) perpendicular a  $EB'$  hasta que el operador, valiéndose de señales adecuadas, le indique que la imagen



del jalón coincide con la del hilo vertical del retículo.

Luego se mide  $\overline{B'B''}$  y se ubica el jalón en el punto medio  $M$ . Demostraremos ahora, que prácticamente puede considerarse que  $M$  coincide con  $B$  (intersección de la bisectriz con la recta  $s$ ), para lo cual bastará con hacer ver que la longitud  $BM$  es despreciable.

Hagamos:  $\overline{BB'} = x$ ;  $\overline{BB''} = y$  y  $\overline{EB'} = d$ .

Ahora:  $\overline{B'B''} = \overline{B'B} + \overline{BB''} = x + y$

$$y \overline{BM} = \overline{B'M} - \overline{B'B} = \frac{B'B''}{2} - \overline{B'B} = \frac{x+y}{2} - x = \frac{y-x}{2}$$

Del triángulo rectángulo  $EB'B''$  obtenemos:

$$y + x = \overline{B'B''} = \overline{EB'} \operatorname{tg} 2\varepsilon = d \operatorname{tg} 2\varepsilon \quad (2) \quad \text{y} \quad \overline{EB''} = \frac{d}{\cos 2\varepsilon}$$

Teniendo en cuenta que  $EB$  es la bisectriz del ángulo  $B'EB''$  por un teorema conocido de la Geometría Elemental podemos escribir:

$$\frac{B''B}{BB'} = \frac{EB''}{EB'} \quad \text{es decir}$$

$$\frac{y}{x} = \frac{\frac{d}{\cos 2\varepsilon}}{d} = \frac{1}{\cos 2\varepsilon} \quad \text{de donde:}$$

$$\frac{y-x}{y+x} = \frac{1-\cos 2\varepsilon}{1+\cos 2\varepsilon} = \frac{2 \operatorname{sen}^2 \varepsilon}{2 \operatorname{cos}^2 \varepsilon} = \operatorname{tg}^2 \varepsilon.$$

$$\begin{aligned} \therefore y-x &= (y+x) \operatorname{tg}^2 \varepsilon \\ \text{y teniendo en cuenta la (2)} \\ y-x &= d \operatorname{tg} 2\varepsilon \operatorname{tg}^2 \varepsilon. \end{aligned}$$

Y recordando que  $BM = \frac{y-x}{2}$  se tiene por último

$$\overline{BM} = \frac{y-x}{2} = \frac{d}{2} \operatorname{tg} 2\varepsilon \operatorname{tg}^2 \varepsilon \quad (3)$$

De esta fórmula rigurosa podemos pasar a la siguiente aproximada, teniendo en cuenta que por la pequeñez de  $\varepsilon$  puede hacerse:

$$\operatorname{tg} 2\varepsilon = 2\varepsilon \quad \text{y} \quad \operatorname{tg}^2 \varepsilon = \varepsilon^2.$$

$$\overline{BM} = \frac{d}{2} \cdot 2\varepsilon \cdot \varepsilon^2 = d \varepsilon^3. \quad (4)$$

En esta última fórmula  $\varepsilon$  está expresado en radianes.

Calculemos  $\overline{BM}$  para el caso en que  $d = 1000$  m. y  $\varepsilon = 2'$ . Previamente encontraremos el valor de  $\varepsilon$  en radianes.

$$\varepsilon = 2' = 2 \times 0,0003 = 0,0006.$$

$$\overline{BM} = 1000 \text{ m} \times 0,0006^3 = 1000.000.000 \times 0,000.000.000.216 \mu = 0,216 \mu.$$

Como vemos la distancia  $\overline{BM}$  es despreciable.

Ahora nos proponemos hacer ver que no hay necesidad de fijar a escuadra la perpendicular  $s$ , que si el ayudante se mueve a ojo según una perpendicular a  $EB'$ , la operación quedará bien efectuada.

(Continuará)

# NOTICIARIO TECNICO

---

Hay un estado europeo que recién el año pasado, ha sido unido, mediante una línea férrea, con el resto del mundo. Se trata de la República de San Marino que mediante el F. C. Eléctrico a Rimini, de 32 Km. de largo y que cruza 17 túneles de 3,2 km. de largo total, tiene su primer ferrocarril.

Reykjavik, capital del reino de Islandia, tan nombrada ahora por el vuelo del Ministro Balbo tiene desde principio de año su primer ómnibus de pasajeros. En Islandia no hay tranvías ni ferrocarriles.

Seguramente, en lo que menos se piensa al encender una lamparita eléctrica es que hace 50 años muy pocas personas la conocían. El 15 de julio de 1882, Emilio Rathenau fundó en Alemania una Sociedad Científica que se propuso demostrar el valor práctico que revestiría el uso de la lamparita Edison. Esta Sociedad Científica fué la base de la Sociedad Alemana Edison de Electricidad Aplicada, formada en 1883, precursora de la actual A. E. G.

Un monumento rememora, desde el 1º de Diciembre del año ppdo., el 40º aniversario de la primera conducción de electricidad desde Fívoli a Roma.

Según una revista de Moscú, el número de ingenieros ocupados en Rusia se ha triplicado en los tres últimos años. En el año 1929 habían 57000 Ingenieros y 55000 Técnicos mientras que a fines de 1932 su número era de 164.000 y 138.000 respectivamente.

Para los trabajos de investigación del "Department of Scientific and Industrial Research" en Inglaterra se gastan más de 500.000 libras esterlinas anuales.

Las mayores redes ferrocarrileras, las poseen las siguientes naciones: Estados Unidos de Norte América 402.860 Km., Rusia 77.035 Km., Canadá, 68.600 Km., Alemania 58.620 Km., Francia 53.560 Km., Rep. Argentina, 37.800 Km., Inglaterra 34.415 Km. y Brasil 34.500 Km. aproximadamente.

En los 50 años comprendidos entre 1878 y 1928, los Estados Unidos de N. A. han aumentado en: población 128 %, extracción de hulla 736 %, aprovechamiento de las caídas de agua, 1018 %, aprovechamiento de gas natural 1018 % y petróleo 3346 %.

La industria de aviación inglesa gasta 400.000 libras esterlinas para trabajos de investigación a los que hay que agregar 1.000.000 de libras esterlinas con que el Estado subvenciona estos trabajos por intermedio de su Ministerio de Guerra.

Aproximadamente el motor de aviación pesa 0,9 Kg. por H. P. y cuesta \$ 60.— por H. P., en Europa. Es interesante que para la locomotora con un

peso de 150 kg. por H. P. el precio es el mismo. Ello se debe a la calidad de los materiales, trabajo de precisión e intervención de especialistas que necesariamente encarecen al motor de aviación.

En 1931 se fabricaron en Inglaterra 83 millones de latas de conservas de verduras y frutas.

El subterráneo de París, transportó en 1930 a 887.902.000 pasajeros y en 1931 a 888 millones.

Las líneas férreas alemanas tienen en total aproximadamente 108 millones de durmientes de madera y 80 millones de durmientes de acero.

Inglaterra importa anualmente unos 4,5 millones de durmientes de madera.

Los aviones comerciales suecos recorrieron en 1931 más de medio millón de Km. sin que ocurriera alguna desgracia.

---

## TRAGALO... SI PODÉS

(CREASE O NO, CRIOLLO)

Un "rosarino" rico (y solamente uno) ha resuelto imitar a los mecenas norteamericanos, donando a las Facultades de la ciudad en que se enriqueció y a los fines de investigaciones científicas aproximadamente cien mil pesos.

Si el "rosarino" en cuestión llegara a hacer la donación, la haría bajo la condición de no hacer figurar su nombre en ninguna parte...

Numerosas casas de comercio de esta ciudad nos han escrito pidiéndonos les enviemos los compañeros encargados de conseguir avisos para nuestra Revista. Les pedimos disculpen las que no pudimos visitar por haber sido muchos los interesados en publicar avisos.

En nuestro "Noticiario Técnico" figura el número de Ingenieros que el gobierno de Rusia hace trabajar. S. E. el señor Presidente de la Nación Argentina Ingeniero Civil A. Justo al leerlo hará valer su alta influencia para que también en nuestro país se usen más Ingenieros en los cargos técnicos.

En nuestro "Noticiario Técnico" figuran otras noticias de las que nos imaginamos ejercerán una influencia benefactora. En la Cámara de Diputados de la Nación, en ocasión de tratarse el presupuesto de nuestras Universidades, se hará referencia a los subsidios que con fines de investigación allí figuran.

En la Facultad de Ciencias Matemáticas, etc., de Rosario, hay cursos de más de 100 alumnos que se las arreglan cómodamente en aulas para 30 alumnos. Es tal la comodidad, que 50 o 60 alumnos más no se sentirían. Los diarios que antes la atacaban por falta de alumnos no lo harán en lo sucesivo.

# RESUMEN PRÁCTICO SOBRE DETERMINACIÓN DEL PODER CALORÍFICO POR LA BOMBA DE MAHLER - KROEKER

(Apuntes del curso de Doctorado en Química)

POR EL PROFESOR PEDRO H. GAMBETTA

El principio del método consiste en producir la combustión de la sustancia, en una atmósfera de oxígeno a 25-30 atm/presión. Esta combustión se provoca mediante un hilo delgado de hierro que toca la sustancia contenida en una capsulita de platino y por el que se hace pasar en momento oportuno, una corriente eléctrica de 4-6 volts que lo pone incandescente.

El aparato que contiene la sustancia y el oxígeno a presión se denomina obús o bomba calorimétrica, existiendo diversos tipos, todos los cuales fundados en el mismo principio y siendo el más empleado entre nosotros el modelo de Mahler-kroeker.

El obús se introduce en un recipiente o calorímetro conteniendo una cantidad determinada de agua. La operación consiste, en sí, en medir la elevación de temperatura que experimenta la masa de agua como consecuencia de la combustión.

El cálculo exige tener en cuenta:

1.) Conocer el valor de la "constante del aparato", es decir el equivalente en agua del obús, de la parte sumergida del termómetro y del agitador del agua. Esta constante podría determinarse por el conocimiento de los calores específicos y de las masas de esas distintas partes; pero comunmente se prefiere establecerla por combustión de una cantidad de sustancia cuyo poder calorífico es exactamente conocido (ácido benzoico, naftalina, sacarosa, siendo más aceptado el primero).

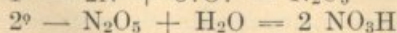
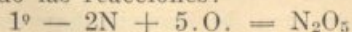
2.) Conocer la cantidad de agua empleada: ésta es siempre la misma para un aparato determinado y es la necesaria para cubrir el obús salvo los topes por donde se ha de hacer pasar la corriente eléctrica. En el tipo común Mahler-Kroeker es de 2200 e.c.

3.) Conocer la cantidad de sustancia con que se opera; el peso del hilo de hierro, el del ácido nítrico y sulfúrico formados por combustión.

a) El hilo de hierro al quemar se transforma en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  desprendiendo calor que debe deducirse del obtenido. 1 gr. de Fe produce 1600 cal. al oxidarse.

b) El ácido nítrico se forma a partir del nitrógeno del combustible, del que puede tener el oxígeno empleado y del que contiene el aire que está dentro del obús (este último no se consideraría si antes de la operación se elimina el aire mediante corriente de oxígeno). El calor de formación de este ácido nítrico disuelto debe descontarse, pues el combustible al quemar en la práctica, a presión ordinaria, elimina su nitrógeno en tal estado, sin oxidación; de manera que en la bomba se obtiene un desprendimiento de calor ligeramente superior debido a este hecho.

Se calcula el calor de formación del ácido nítrico en la bomba considerando las reacciones:



3° -  $2 \text{NO}_3\text{H} + n \text{H}_2\text{O} = \text{NO}_3\text{H}$  disuelto (el agua que proviene de la combustión del hidrógeno, siempre está en cantidad como para disolver,

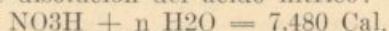
en solución diluída a la pequeña cantidad de ácido nítrico formado).

Se observan en las tablas el calor de las tres reacciones, suma y divídese por el producto de  $2 \times 63$  (2 moléculas de ácido nítrico de peso molecular 63) para obtener el calor correspondiente a 1 gr.

O sinó se busca el calor de la formación del ácido nítrico:

$N_2O_5, H = 41,610$  Cal. (41,610 grandes calorías o 41,610 pequeñas calorías).

Luego el calor de disolución del ácido nítrico:



Es decir:  $41,610 + 7,480 = 49,090$  Cal que corresponde a la formación de ácido nítrico disuelto, pero a partir de N, O, H; en cambio las reacciones son: primero formación de  $N_2O_5$  y luego combinación de éste con el agua; de manera que del valor 49,090 debe deducirse el calor de formación de media molécula de agua (Agua que ya está formada. Por otra parte se tiene en cuenta media molécula, pues con una molécula se forman dos de ácido nítrico).

Como:  $H_2 + O$  (líquido) = 69,000 Cal.

$\frac{1}{2} (H_2 + O)$  (líquido) = 34,500 Cal.

Entonces:  $49,090 - 34,500 = 14,590$  Cal. por 1  $NO_3H$ .

a partir de  $2 N + 5 O + H_2O$

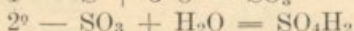
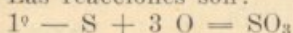
y por 1 gr. de  $NO_3H$  será:

$$\frac{14,590}{63} = 0,230 \text{ Calorías.}$$

c) El ácido sulfúrico se forma por combustión del azufre de la sustancia a presión.

En la hornalla, en cambio, el azufre produce  $SO_2$ , de manera que se debe descontar en la operación, el calor que corresponde a la diferencia entre calores del ácido sulfúrico disuelto y  $SO_2$  gaseoso.

Las reacciones son:



3º —  $SO_4H_2 + n H_2O = SO_4H_2$  (disuelto) igual observación que para el ácido nítrico.

y el cálculo:

Para la 1ª reacción: $S + 3 O$ (líquido)	= 103,240 Cal.
„ „ 2ª „ $SO_3 + H_2O$	= 19,960 „
„ „ 3ª „ $SO_4H_2$ disuelto	= 17,850 „

En total: 141,050 Cal.

Deduciendo de esto el calor de formación del  $SO_2$  gaseoso = 69,260 resta: 71,990 Cal.

o sea por cada 1 gr. de ácido sulfúrico debe tenerse en cuenta para descontar:  $\frac{71,990}{98} = 0,734$  Cal.

4.) Conocer la tabla de correcciones del termómetro (o sea el certificado de control de un Instituto de responsabilidad) para corregir las temperaturas leídas al hacer la operación.

Estas correcciones se refieren:

a) **A errores de calibre**, que lo tienen todos los termómetros como consecuencia de pequeñas irregularidades en el diámetro del tubo capilar.

En el certificado se indica la cantidad que hay que restar o sumar (generalmente milésimas de grado) en cada grado o medio de grado o 1/10 de grado marcado en la escala.

b) A diferencias en el volúmen del mercurio contenido en el bulbo.

Estas diferencias provienen de que en los termómetros diferenciales (Beckmann) la cantidad de mercurio del bulbo varia con la temperatura a que se opera (ya que es necesario sacar mercurio del bulbo hacia el depósito o viceversa) y a la dilatación del bulbo mismo y en consecuencia variará la cantidad de dilatación para un grado de diferencia de temperatura, si se trabaja a 10-11 y 25-26 grados por ej.

Esto puede llamarse "valor del grado" a una temperatura determinada (los alemanes le llaman "gradwert"; grad = grado; wert = valor; los ingleses: "setting correction"; corrección de depósito significando corrección según el depósito de mercurio existente a una temperatura dada).

c) A diferencias de temperaturas entre el líquido con que se opera y el ambiente (es decir diferencias de temperaturas entre el líquido con que se opera o sea temperaturas de la parte sumergida del termómetro y temperatura de la columna mercurial emergente). Esta corrección puede ser despreciable en determinaciones calorimétricas cuando se opera con agua a temperatura ambiente y el mayor ascenso de temperatura del líquido (agua) no pasa de 3-4 grados centígrados.

Sin embargo en los certificados para termómetros que se destinan a estas operaciones se establece el valor del grado para una temperatura media ambiente y simultáneamente para un límite de temperatura de líquido con que se opera, (Véase el tipo de certificado).

#### EJEMPLO DE CERTIFICADO DE TERMOMETRO BECKMANN

Corrección de calibre:				0	1	2	3	4	5
grados de la escala .....				0	1	2	3	4	5
milésimo de grado a corregir .....				0	-7	-10	-1	-3	6
Valor del grado.	(1)	(2)	(3)						
	Límite de temp. del liq. a medir grados	Temp. media de la parte ext. de la escala (ambiente)	Valor del grado.						
Caso I	0 — 6	15	0,991						
„ II	10 — 16	17	0,996						
„ III	20 — 26	20	1,000						

Por cada 6 grados de temperatura más alta o más baja de la indicada en la columna (2), deberá disminuirse o aumentarse el valor del grado (3) en 0,001 de grado.

#### EJEMPLO:

Grados leídos en el termómetro .....	Inicial	Final
	0,86	4,90

Temperatura ambiente (que consideramos practicamente igual a la columna mercurial emergente): 16 grados C.

Temperatura media del líquido: 15 grados C.

Para saber cual es el incremento real, corregido, en la operación calorimétrica mencionada, tendremos:

1º. Corrección (Calibre).

La lectura 0,86 está afectada por el error -0,007 (por ser más próximas a 1 grado según el certificado):  $0,86 - 0,007 = 0,853$

La lectura 4,90 está afectada por el error 0,006 (la más próxima a 6 grados):  $4,90 + 0,006 = 4,906$  grados C.

Luego el verdadero incremento observado, corregido el calibre es:  $4,906 - 0,853 = 4,053$  grados C.

2º Corrección (Valor del grado):

Siendo la temperatura del líquido comprendida en los límites 10 y 16 grados (Caso II del certificado), y como la temperatura ambiente es de 16 grados (Difiere en 1 grado de la indicada en el certificado) solo si fuese la diferencia superior a 6 grados correspondería la corrección de 0,001 de grado por cada 6 grados; el valor del grado es 0,996 y por lo tanto el incremento 4,053 grados es en realidad:  $4,053 \times 0,996 = 4,037$  grados C. que resulta ser el incremento real corregido.

**CALCULO DEL PODER CALORIFICO SOBRE LA BASE DE LOS SIGUIENTES DATOS EXPERIMENTALES, CON TERMOMETRO, CUYO CERTIFICADO ES EL MENCIONADO ANTES**

Peso de la pastilla: 1,016 gr. ( Carbón empleado: 1,003 gr.  
 Peso del alambre de Fe: 0,013 gr.  
 Grados leídos:

Período preliminar 5 minutos	{	0' 0,81 1' 0,815 2' 0,82 3' 0,825 4' 0,83 5' 0,835 infl.	Período post. comb. 5 minutos	{	9' 3,92 10' 3,91 11' 3,90 12' 3,89 13' 3,88
Combustión	{	6' 1,96 7' 3,91 8' 3,925 máximo			

Cms3 de Na OH N/10 empleados para neutralizar el ácido formado por combustión ( $\text{NO}_2\text{H} + \text{SO}_4\text{H}_2$ ) = 7,6 c.c.

Sulfato de bario pesado, al ppr. con cloruro de bario el líquido proveniente de la anterior determinación: 0,030 gr.

El sulfato de bario corresponde a ácido sulfúrico según la relación:

$$\frac{\text{SO}_4\text{Ba}}{\text{SO}_4\text{H}_2} = \frac{233}{98} = \frac{0,03}{X} \quad \text{Luego: } X = 0,0126 \text{ gr. de } \text{SO}_4\text{H}_2$$

Como 1 c.c.  $\text{SO}_4\text{H}_2$  N/10 = 0,0049; 0,0126 corresponden a 2,6 c.c. de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  N/10 = 2,6 de Na. OH N/10. Luego 7,6 — 2,6 = 5 c.c. que corresponden al ácido nítrico.

Temperatura del agua al comenzar la operación: 15 grados C.

Temperatura del ambiente: 15 grados C.

Constante del aparato: 400.

Cantidad de agua empleada: 2200 c.c.

1) Dedución del incremento corregido por los factores termométricos: Las temperaturas mínimas y máximas: 0,835 Grados C. y 3,925 grados C. que corregidos para el error de calibre dán: 0,828 y 3,922 grados C. respectivamente.

El aumento aparente de temperatura es:  $3,922 - 0,828 = 3,094$  grados C; el que se debe corregir teniendo en cuenta el valor del grado en las condiciones de la experiencia. Este es de 0,996 (véase el caso II en el certificado del termómetro).

Luego el incremento real (sin tener en cuenta la influencia de las pérdidas por radiación) es:  $3,094 \times 0,996 = 3,082$  grados C.

2) Dedución del incremento corregido para los factores de irradiación (Pérdida por enfriamiento).

De las diversas fórmulas propuestas para el cálculo de las pérdidas por radiación, la de Langbein es la más sencilla obteniéndose resultados de suficiente aproximación como para ser aceptables:

a) Se debe calcular el término medio, por minuto, de aumento o disminución de temperatura en el período preliminar de la combustión (5 minutos):

$$a_1 = \frac{0,835 - 0,81}{5} = 0,005^\circ\text{C. Esta cantidad debe afectarse por el$$

signo negativo, pues el agua aumentaba su temperatura ( $- 0,005$ ).

b) Analogamente el término medio de la disminución en el período posterior al máximo es:

$$a_2 = \frac{3,925 - 3,88}{5} = 0,009^\circ\text{C. Afectado por el signo positivo pues es$$

calor perdido ( $0,009^\circ\text{C.}$ )

Ahora bien, se considera que sobre el primer minuto 5—6 gravitan las influencias de los períodos preliminar y posterior y en consecuencia se toma el término medio de ambos:

$$\text{minuto 5—6; corrección: } \frac{-0,005 + 0,009}{2} = 0,002^\circ\text{C.}$$

Sobre los (n) minutos restantes, hasta llegar al máximo 6—7, 7—8 gravita solo el período posterior y por tantos minutos 6—7, 7—8; corrección:  $0,009 \times 2 = 0,018^\circ\text{C.}$

La corrección es:  $0,002 + 0,018 = 0,020^\circ\text{C.}$

(Nota: La fórmula Langbein se expresa:  $\frac{a_1 + a_2}{2} + n a_2$ )

y por lo tanto el incremento definitivamente corregido es:

$3,082 + 0,020 = 3,102^\circ\text{C.}$  es decir el aumento verdadero de temperatura.

3.) Cálculo de los calores de formación de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_3\text{H}$ ,  $\text{SO}_4\text{H}_2$ .

a)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ :  $1,6 \times 0,013 = 0,0208 \text{ Cal.}$

b)  $\text{NO}_3\text{H}$ : 5c.c. de  $\text{NO}_3\text{H N}/10 = 0,0063 \times 5 = 0,0315 \text{ gr.}$

Calor de formación:  $0,0315 \times 0,230 = 0,007 \text{ Cal.}$

c)  $\text{SO}_4\text{H}_2$ : Calor de formación del ácido sulfúrico dil. menos calor de formación del anhídrido sulfuroso (gas):  $0,0126 \times 0,734 = 0,009 \text{ Cal.}$

En Total:  $0,0368 \text{ Cal.}$

4) Con todos estos datos se puede ya aplicar directamente la fórmula del cálculo del poder calorífico:

$$\text{P. C.} = (\text{A} + \text{C}) (\text{b} + \text{a}) - \left[ (\text{p}_1 \times 1,6) + (\text{p}_2 \times 0,230) + (\text{p}_3 \times 0,734) \right]$$

En la cual:

A: Agua empleada (2200 gr.)

C: constante del aparato (400)

$\text{p}_1$ : peso del hierro

$\text{p}_2$ : peso del ácido nítrico

$\text{p}_3$ : peso del ácido sulfúrico.

(b + a): incremento real, corregido, de temperatura.

En consecuencia nuestro ejemplo dá:

$$\text{P.C.} = (2,200 + 0,400) 3,102 - 0,0368 = 8,0284 \text{ Cal.}$$

(Nota: operando en grandes calorías debe expresarse el agua en litros 2,200 y la constante, igualmente, en condiciones análogas: 0,400

Por Kg. de combustible el P. C. será:

$$1,003 : 8,0284 :: 1000 : X \\ X = 8004,3 \text{ Cal.}$$

### CALCULO DEL PODER CALORIFICO INFERIOR

El poder calorífico encontrado anteriormente es el PODER CALORIFI-

# CONTROL DE COMBUSTION, SIN NECESIDAD DE CONOCER LA COMPOSICION QUIMICA ELEMENTAL DEL COMBUSTIBLE EMPLEADO

POD EL INGENIERO ERICO ROSENTHAL

A fin de evitar gastos inútiles de combustible, es necesario controlar, la forma en que se desarrolla la combustión en los hornos y hogares industriales. Ello requiere el análisis, mediante aparatos especiales, de los gases producidos por la combustión, para poder así efectuar un "balance térmico", del que resultarán, el aprovechamiento y las pérdidas de la instalación estudiada (Manual Hütte castellano, pág. 110, 2º tomo). El balance se basa en la composición química elemental de combustible, que debe determinarse a base de una "muestra" bastante engorrosa de obtener (ver Hütte II, pág. 106, inc. 9). Acóntese, sin embargo, que la gran mayoría de las fábricas y usinas no disponen de oficinas propias o extrañas capacitadas para efectuar dicho análisis, por lo que creo conveniente dar a conocer un método que permita controlar la combustión utilizando para ello exclusivamente el análisis de los gases de combustión, cosa que se puede hacer mediante el aparato de Orsat (Hütte II, pág. 387) que por su baratura y fácil manejo no debería faltar en ninguna instalación térmica.

En lo que sigue, se hará uso de las llamadas ecuaciones de combustión, que figuran en Hütte I, pág. 556 y sig. Por comodidad, en ellas designaremos con "y" al anhídrido carbónico y con "z" al oxígeno. Así resulta que las ecuaciones de combustión a emplear, válidas para productos secos y en % de volumen son:

$$(1) \dots\dots\dots y = \frac{0,21}{0,21 + (\lambda - 0,21) \cdot \sigma}$$

$$(2) \dots\dots\dots z = \frac{0,21 (\lambda - 1) \cdot \sigma}{0,21 + (\lambda - 0,21) \cdot \sigma}$$

De la (1) y de la combinación de (1) y (2) se obtienen, respectivamente, para el "grado de dilución" o "coeficiente de exceso de aire:

$$(3) \dots\dots\dots \lambda = \frac{0,21}{\sigma} \left( \frac{1}{y} + \sigma - 1 \right) = 1 + \frac{0,79}{0,21 \frac{1-y}{z} - 1}$$

en las que  $\sigma$  es la relación entre el mínimo teórico de oxígeno que requiere el combustible y la proporción, en carbono, que él contiene, esto es:

$$(4) \dots\dots\dots \sigma = \frac{O \text{ min}}{c/12} = 1 + \frac{3 \cdot (h - \frac{0}{8})}{c}$$

# CONTROL DE COMBUSTION, SIN NECESIDAD DE CONOCER LA COMPOSICION QUIMICA ELEMENTAL DEL COMBUSTIBLE EMPLEADO

POD EL INGENIERO ERICO ROSENTHAL

A fin de evitar gastos inútiles de combustible, es necesario controlar, la forma en que se desarrolla la combustión en los hornos y hogares industriales. Ello requiere el análisis, mediante aparatos especiales, de los gases producidos por la combustión, para poder así efectuar un "balance térmico", del que resultarán, el aprovechamiento y las pérdidas de la instalación estudiada (Manual Hütte castellano, pág. 110, 2º tomo). El balance se basa en la composición química elemental de combustible, que debe determinarse a base de una "muestra" bastante engorrosa de obtener (ver Hütte II, pág. 106, inc. 9). Acontece, sin embargo, que la gran mayoría de las fábricas y usinas no disponen de oficinas propias o extrañas capacitadas para efectuar dicho análisis, por lo que creo conveniente dar a conocer un método que permita controlar la combustión utilizando para ello exclusivamente el análisis de los gases de combustión, cosa que se puede hacer mediante el aparato de Orsat (Hütte II, pág. 387) que por su baratura y fácil manejo no debería faltar en ninguna instalación térmica.

En lo que sigue, se hará uso de las llamadas ecuaciones de combustión, que figuran en Hütte I, pág. 556 y sig. Por comodidad, en ellas designaremos con "y" al anhídrido carbónico y con "Z" al oxígeno. Así resulta que las ecuaciones de combustión a emplear, válidas para productos secos y en % de volumen son:

$$(1) \dots\dots\dots y = \frac{0,21}{0,21 + (\lambda - 0,21) \cdot \sigma}$$

$$(2) \dots\dots\dots z = \frac{0,21 (\lambda - 1) \cdot \sigma}{0,21 + (\lambda - 0,21) \cdot \sigma}$$

De la (1) y de la combinación de (1) y (2) se obtienen, respectivamente, para el "grado de dilución" o "coeficiente de exceso de aire:

$$(3) \dots\dots\dots \lambda = \frac{0,21}{\sigma} \left( \frac{1}{y} + \sigma - 1 \right) = 1 + \frac{0,79}{0,21 \frac{1-y}{z} - 1}$$

en las que  $\sigma$  es la relación entre el mínimo teórico de oxígeno que requiere el combustible y la proporción, en carbono, que él contiene, esto es:

$$(4) \dots\dots\dots \sigma = \frac{0 \text{ min}}{c/12} = 1 + \frac{3 \cdot (h - \frac{0}{8})}{c}$$

La Fig. 1 es el diagrama de Bunte convenientemente completado. Sus abscisas  $x$  representan la suma  $(y + z)$  mientras que sus ordenadas a  $y$ . El límite superior de  $x$  e  $y$  es 0,21, pues al oxígeno contenido en el aire, le corresponde el 21 % de su volumen, luego cuando en él no se quema nada ( $y = 0$ ), la suma  $x = y + z = 21\%$  y si en cambio se quemara carbono puro en volumen exacto de aire ( $z = 0$ ),  $x = y = 21\%$ . Los puntos de la diagonal del cuadrado dibujado, se caracterizan por ser para ellos  $x = y$  es decir  $z = 0$ , o lo que es lo mismo, para puntos situados a la derecha de la diagonal, a una ordenada  $y$  cualquiera, la parte de abscisa hasta la diagonal vale también  $y$  siendo el resto, hasta el punto  $z$ .

Tratándose de un combustible común, su combustión no dá 21 % de anhídrido carbónico, porque una parte del oxígeno del aire se combina con el hidrógeno del combustible, produciendo agua, que no se mide en el análisis de gases secos.

De ello se desprende que la suma  $x$  será mayor, para un determinado combustible, mientras mayor exceso de aire haya intervenido, así por ejemplo, si el combustible se quemará con un enorme exceso (teóricamente infinito), el porcentaje de anhídrido carbónico sería pequeñísimo (nulo), ( $y = 0$ ) pero la suma  $x = 21\%$  prácticamente. La línea que limite en nuestro diagrama los valores de  $x$  pasará, por lo tanto, por el punto de coordenadas  $x = 0,21$  e  $y = 0$ , resultando ser una recta cuya pendiente depende de la clase de combustible usado. Para encontrar su ecuación  $x = f(y)$ , observo que la (2) es la (1) multiplicada por  $(\lambda - 1) \cdot \sigma$ , y que por tanto:

$$x = y(1 + (\lambda - 1) \cdot \sigma)$$

en la que reemplazado el valor de  $\lambda$  por la (3) y después de operar resulta:

$$x = 0,21 + (1 - \sigma) \cdot 0,79 \cdot y$$

que es la ecuación de una recta que corta al eje  $x$  a la distancia 0,21 del origen y cuya pendiente depende de  $\sigma$ , esto es, del combustible. Así que cada combustible, tiene en el diagrama de Bunte su recta "característica", límite de los valores de  $x$  para determinados valores de  $y$ , **siempre que la combustión sea completa**, porque las fórmulas (1) y (2) a ella se refieren. Conocida, por lo tanto, la composición química elemental del combustible, calcúlase  $\sigma$  y se reemplaza su valor en la ecuación, de tal manera que al dar valores a  $y$  se obtiene su  $x$  correspondiente, pudiendo construirse la recta por puntos.

Bunte siguió otro camino: se sabe que la recta pasa por el punto  $x = 21\%$ ,  $y = 0$ ; con determinar un segundo punto se la puede trazar. Ese segundo punto se obtiene de (1) para  $\lambda = 1$ , sobre la diagonal del cuadrado, pues se desprende de lo dicho para los puntos de la diagonal, que ellos representan combustión completa sin exceso de aire ( $x = y$  con  $z = 0$ ) o lo que es lo mismo  $\lambda = 1$ . De la (1) calcúlase  $x = y$  y se individualiza el punto correspondiente sobre la diagonal. La recta que lo une con el de abscisas 21 al origen, es la "característica" para el combustible en cuestión.

A estos dos métodos agregaremos ahora uno que podemos llamar "práctico". Consiste él en analizar los gases de combustión en que se tenga la seguridad de que la combustión sea completa, cosa que no presenta dificultades conseguir, pues basta que la capa de combustible sea delgada. Se obtendrán varios valores de  $y$  y los de  $z$  correspondientes. Ubicados los puntos en el diagrama, teóricamente deben quedar alineados con el de abscisa 0,21 al origen. Haciendo el análisis con un poco de cuidado, fácil resultará trazar la línea "característica" del combustible y en este caso ya **no necesitamos más conocer su composición química elemental**.

En cualquier momento nos encontramos ahora en condiciones de con-

trolar si la combustión es completa o nó, es decir si hay o nó óxido de carbono que, como se sabe, cada por ciento que haya en los gases de combustión, representa un 6 % de pérdida de calor. Efectivamente, si el valor  $y + z$ , para el valor  $y$  medido, no dá un punto sobre la "característica" hay combustión incompleta. Se evitará que los gases salgan a medio quemar, por la chimenea, por los medios usuales, pero podría ahora acontecer que haya demasiado exceso de aire, es decir que se caliente aire innecesariamente, lo que puede representar una pérdida de importancia (ver Hütte II, pág. 109). Como se ve de la fórmula que da Hütte, esta pérdida es función de  $k = y$  y así como también de la temperatura a que salen los gases por la chimenea, pero interviene nuevamente la composición química elemental del combustible, que es la que deseamos evitar y para lo cual haremos uso de la fórmula de Siegert, que dice:

$$\% \text{ Pérd.} = c \cdot \frac{T - t}{k}$$

en la que  $T$  es la temperatura del humo,  $t$  la del ambiente y  $c$  un coeficiente que vale 0,65 para hulla 0,7 a 0,8 para lignito, y crece con el porcentaje de agua del combustible. Se entiende que el cálculo es aproximado, pero se obtienen buenos resultados, por lo que por lo general se la aplica. En nuestra Fig. (1) puede calcularse la pérdida nomográficamente para lo cual únanse el valor  $k = y$  (medido con el aparato de Orsat) con el de la escala  $(T - t)$ , medido en ese instante (por termómetro) y sobre la diagonal del cuadrado obtiéndose el % de pérdida que he calculado a base de  $c = 0,65$ . En realidad, nada se opone a usar el nomograma aún para combustibles de otro valor de  $c$ , puesto que lo que perseguimos no es hacer un balance térmico, sino saber cuando es la pérdida un mínimo y poco interesa saber su valor numérico. Podría decirse que los números puestos sobre la diagonal del cuadrado están demás, porque mientras más cercana al vértice superior derecho del cuadrado se encuentre la intersección de la diagonal a éste y la recta de unión de las escalas  $k$  con  $(T - t)$ , mejor el aprovechamiento de calor del combustible. Los números los usamos para mayor comodidad y en la gran mayoría de casos darán valores bastante buenos.

Con lo que antecede queda resuelto el problema que nos habíamos propuesto. Recapitulando diremos: con el aparato de Orsat, se determinan valores de la suma anhídrido carbónico más oxígeno, para combustión con mucho exceso de aire, para poder trazar la recta "característica" en nuestro diagrama. Encontrada ésta, cualquier otro análisis que de menos valor, para determinado valor de  $y$  y para la suma mencionada significa combustión incompleta; debe darse más aire.

Si para el por ciento de anhídrido carbónico establecido, a su suma con el oxígeno le corresponde un punto de la "característica", al unir por una recta  $k = y$  y con  $(T - t)$  obtengo, sobre la diagonal del cuadrado, la pérdida que por comparación con otras mediciones posteriores me dirá si la puedo aminorar o nó.

Para mayor comodidad y mejor control, lleva el diagrama algunas "características" de combustibles usuales y un haz de rayos (casi paralelos) que permita la lectura directa del grado de dilución con que en ese instante se trabaja. Por interpolación entre los puntos de intersección de la "característica" con dos rectas del haz, entre las que se encuentra el punto  $(x)$  obtiéndose el exceso de aire, o grado de dilución respectivo.

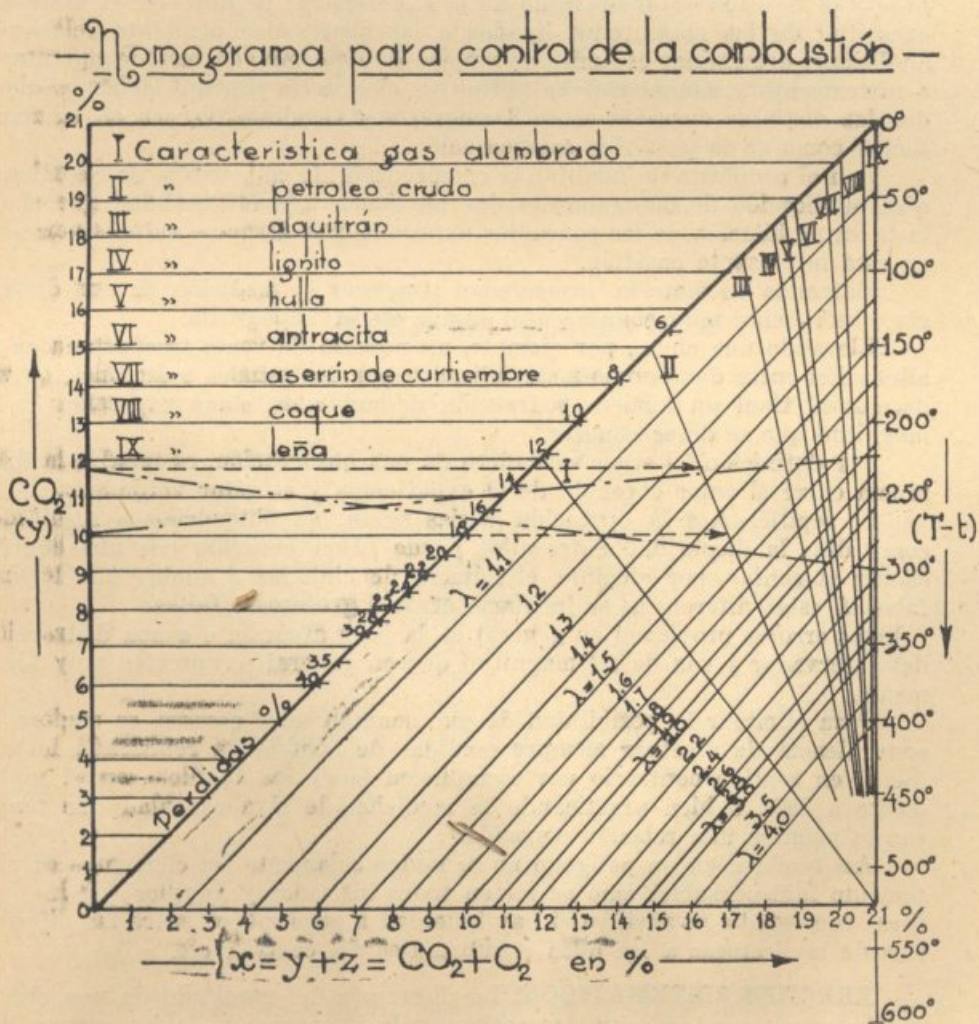
La ecuación del haz, se deduce fácilmente de la segunda forma de (3), en la que después de separar variables y algunas nuevas operaciones elementales, se obtiene:

$$x = \frac{0,21 \cdot (\lambda - 1)}{\lambda - 0,21} + \frac{0,79 \cdot \lambda \cdot y}{\lambda - 0,21} = a + \text{etg. } \alpha \cdot y$$

en que tanto  $a$  como  $\text{etg. } \alpha$  dependen de los valores numéricos que se den al parámetro  $\lambda$ . Para los valores usuales de  $\lambda$ , la  $\text{etg. } \alpha$  varía muy poco y prácticamente podríase dibujar el haz de rayos paralelo a la diagonal del cuadrado, es decir a  $45^\circ$ , cosa que en el diagrama no se ha hecho, sino que se han usado los valores exactos.

EJEMPLO: Se quema petróleo crudo, cuya "característica" sea II en la fig. Al medir 13 % de anhídrido carbónico y 1,2 % de oxígeno veo que para  $y = 13$  el extremo de  $x = 14,2$  no cae sobre la característica, por lo que doy más aire para corregir la combustión incompleta. Con  $y = 12$  % ya la conseguí. La temperatura en la chimenea menos la del ambiente dió  $300^\circ$ . Unido  $y = 12$  con  $T - t = 300^\circ$  resulta 17 % de pérdida; el grado de dilución es 1,26.

Repetido lo último para  $y = 10$  % =  $225^\circ$  resultó 15 % de pérdida y  $\lambda = 1,45$  (Ver Diagrama).



# TEORIA DE LOS ERRORES

POR EL ING. JORGE A. LOUREIRO

La Geometría nos enseña la relación que existe entre los distintos elementos de una figura; supone los valores conocidos sin error es decir que ellos son verdaderos.

En la práctica, como los elementos son determinados como resultados de observaciones o de experiencias, no pueden ser conocidos exento de toda diferencia con la verdad.

La teoría de los errores nos permitirá juzgar la bondad o el grado de exactitud de cada valor obtenido de la experiencia; de apreciar el grado de exactitud de las magnitudes ligadas a las observadas mediante relaciones analíticas; determinar el límite de empleo de determinado método operatorio o instrumento y suministrar en definitiva el criterio con que debemos abordar las distintas operaciones en Topografía y Geodesia, ya sea en su realización como en la posterior compensación.

Con el propósito de facilitar la comprensión de esta teoría, doy comienzo a la publicación de unos apuntes que no tienen más originalidad que el de la tarea de hilación de los conceptos expuestos por diversos autores versados en esta interesante cuestión.

Entrando en materia, supongamos practicar la medición de una distancia, observación muy común en el campo de la Topografía.

Llevando una cinta, por ejemplo, un número de veces trasportada en la alineación entre dos puntos materializados por dos señales o mojones, obtendremos al final un número y fracción de unidades, como expresión de la magnitud que se desea conocer.

Por definición, el error verdadero de una observación, es igual a la diferencia entre el valor obtenido de la experiencia y el valor verdadero.

Si repitiéramos la operación varias veces, no obtendríamos resultados concordes; la disparidad entre ellos puede haber ocurrido por una equivocación al contar, por ejemplo, el número de cintadas o anotar una lectura falsa. A estas diferencias se les llama **errores groseros o faltas**.

Estos errores provienen en general de la poca atención o a una distracción del observador y son de tal magnitud que en general se aprecian muy fácilmente.

Para eliminar la posibilidad de que ocurran tales errores, se sugiere la conveniencia de efectuar **siempre** medidas de control ya repitiendo la medición en sentido contrario por ejemplo en la de los ángulos con el suplemento a  $360^\circ$ , o bien practicando la medición de otra cantidad que tenga con la primera una relación conocida.

Así también en un polígono no se miden solamente los elementos extrínsecamente indispensables sino se miden todos los lados y ángulos; en las lecturas con estadía se verifica si hay igualdad a poco menos entre las diferencias de las lecturas a los hilos equidistantes del central, etc.

**ERRORES SISTEMATICOS:** La diferencia del resultado de una observación con la verdad ocurre también por la intervención de los errores llama-

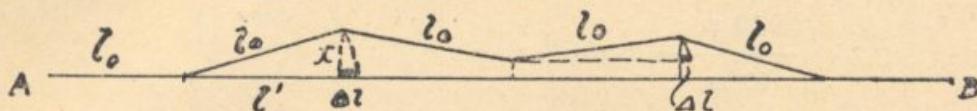
mados sistemáticos o también permanentes, constantes o regulares que son los motivados por causas permanentes y que se reproducen siempre de la misma manera siguiendo una cierta ley.

Analicemos los que intervienen en la medición de una distancia.

### ERROR DE ALINEACION:

Al no trasportar la cinta en la alineación, se provoca un error sistemático que vamos a valorar.

Si  $l_0$  es la longitud de la cinta inclinada con respecto a la alineación y  $l'$  su proyección sobre ésta, tendremos:



$$l'^2 + x^2 = l_0^2 \text{ y como } l = l_0 - \Delta l$$

$$(l_0 - \Delta l)^2 + x^2 = l_0^2 \text{ o también}$$

$$l_0^2 - 2 l_0 \Delta l + \Delta l^2 + x^2 = l_0^2$$

Despreciando  $\Delta l^2$  por su insignificancia en relación a  $l_0^2$

$$l_0^2 - 2 l_0 \Delta l + x^2 = l_0^2 \text{ por lo que}$$

$$\Delta l = \frac{x^2}{2l_0}, \text{ con cuya fórmula formamos la siguiente}$$

TABLA DE VALORES DE X

$\Delta l$	$l_0 = 25 \text{ m}$	$l_0 = 50 \text{ m}$	$l_0 = 100 \text{ m}$
0,01 mm	0,022 m	0,031 m	0,045 m
0,05 mm	0,050 m	0,071 m	0,100 m
0,1 mm	0,071 m	0,100 m	0,141 m
0,5 mm	0,158 m	0,223 m	0,316 m
1 mm	0,224 m	0,316 m	0,447 m
5 mm	0,500 m	0,707 m	1,000 m
10 mm	0,707 m	1,000 m	1,414 m
50 mm	1,581 m	2,236 m	3,162 m
100 mm	2,236 m	3,162 m	4,472 m
500 mm	5,000 m	7,071 m	10,000 m
1000 mm	7,000 m	9,950 m	14,107 m

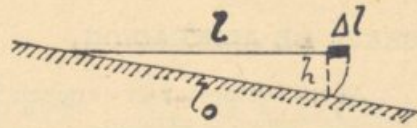
Notamos en la tabla que para no obtener por este concepto un error sistemático mayor de 0,1 mm. no debemos desviarnos de la alineación más de 0,7 m con una cinta de 25 m; de 0,10 m con una de 50 m y de 0,14 con una cinta de 100 m.

### Falta de horizontalidad

Al apoyar la cinta en el suelo que no es horizontal, se ha provocado un

error sistemático que asume un valor que, siguiendo el mismo razonamiento que en el caso anterior, está dado por la fórmula

$$\Delta l = \frac{h^2}{2 l_0}$$



Así por ejemplo si no deseamos que por este motivo se produzca un error sistemático mayor de 0,1 mm con una cinta de 50 m, sólo podemos aceptar que el terreno es horizontal cuando tiene una pendiente menor de

$$\frac{0,10 \text{ m}}{50 \text{ m}} = 2 \text{ o/oo.}$$

Si hubiera una mayor pendiente deberemos hallar la diferencia de nivel  $h$  en cada cintada.

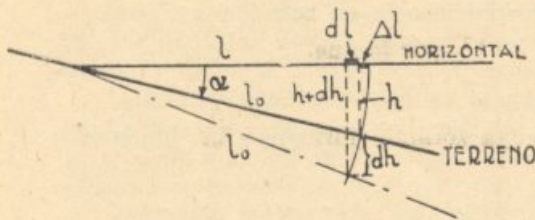
Que error  $dl$  nos provoca un error  $dh$  en la determinación de la diferencia de nivel?

Diferenciando la fórmula

$$\Delta l = \frac{h^2}{2 l_0}$$

con respecto a las variables, tendremos:

$$dl = \frac{2 h \cdot dh}{2 l_0} = \text{sen } \alpha \cdot dh$$



Operando con una cinta de 50 m en un terreno con pendiente del 1 % o sea  $\alpha = 34'$ , tendremos:

$dl = 0,01 dh$  o sea que resultaría  $dl = 0,1 \text{ mm}$  cuando la indeterminación de la diferencia de nivel  $h$  es de 10 mm.

**Influencia de la temperatura:** Un aumento de la temperatura de la cinta provoca una dilatación de la misma de una cantidad.

$$dl = l_0 \alpha dt^\circ, \text{ en donde:}$$

$l_0$  longitud de la cinta.

$\alpha$  coeficiente de dilatación

$dt^\circ$  error en la temperatura

$dl$  su influencia sobre la cinta.

Conociendo la longitud de la cinta a una determinada temperatura puede obtenerse con esta fórmula la corrección que corresponde para una variación  $dt^\circ$ . Un error en la determinación de la temperatura provoca un error

en la asignación de la longitud de la cinta por la fórmula  $dl = \frac{1}{91000} l_0 dt^\circ$

pues el coeficiente de dilatación del acero de la cinta es 0,000011 o sea

$$\alpha = \frac{1}{91000}$$

La tabla siguiente nos da los valores de los errores que se pueden admitir en la determinación de la temperatura para que la corrección no esté afectada de un error mayor del consignado.

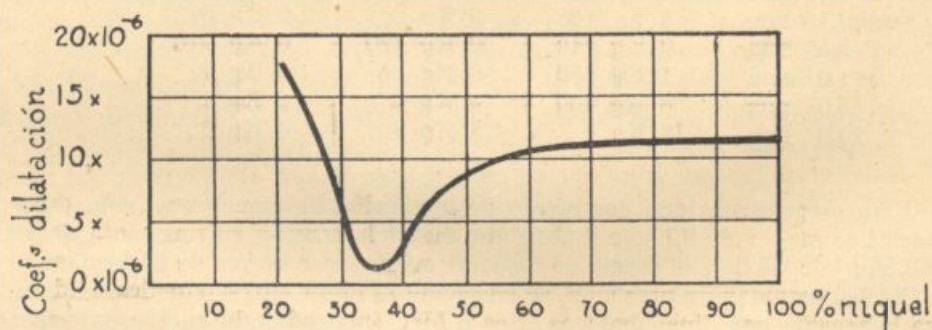
### VALORES DE $dt^\circ$

dl	$l_0 = 25 \text{ m}$	$l_0 = 50 \text{ m}$	$l_0 = 100 \text{ m}$
0,01 mm	0°036	0°018	0°01
0,02 mm	0°07	0°036	0°018
0,05 mm	0°18	0°09	0°045
0,1 mm	0°36	0°18	0°09
0,5 mm	1°8	0°9	0°45
1 mm	3°6	1°8	0°9
5 mm	18°2	9°1	4°5
10 mm	36°4	18°2	9°1

Vale decir que un error en la determinación de la temperatura de 0°09, produce en una cinta de 100 m un error sistemático de 0,1 mm y un error de 0°9 un error de 1 mm.

Dada la gran dificultad de determinar la temperatura con esta exactitud se llega al resultado de que para medidas de gran precisión es inconveniente el uso de cintas de acero.

El físico suizo Guillaume estudió la dilatabilidad de los aceros con níquel en función de la proporción de níquel, encontrando la relación que da idea el gráfico siguiente.



Se observa en este gráfico que el menor coeficiente de dilatación ocurre cuando la proporción del níquel es del 36 %.

A esta aleación del 36 % de níquel y 64 % de hierro se le llama INVAR.

En el libro *Mesure rapide des bases géodésiques* de Benoit y Guillaume se citan los siguientes coeficientes de dilatación de hilos de invar.

Hilo N° 259  $\alpha = (0,028 - 0,00232 t) 10^{-6}$

Hilo N° 617  $\alpha = (0,338 + 0,00007 t) 10^{-6}$

En los hilos considerados de 24 m, para no obtener un error sistemático mayor de 0,01 mm, es suficiente determinar la temperatura con un error de  $\pm 14^\circ$  en el primero y de  $\pm 1^\circ 2$  en el segundo hilo.

**Influencia de la tensión:**

Está determinada por la fórmula

$$dl = \frac{l_0}{s} \cdot \frac{l}{E} \cdot dP \text{ en donde}$$

- $l_0$  longitud de la cinta
- $s$  su sección
- $E$  módulo de elasticidad del material de la cinta
- $dP$  error en la apreciación de la tensión
- $dl$  su influencia sobre la longitud
- $E$  para acero = 21000 Kg mm<sup>-2</sup>
- $E$  para invar = 16000 Kg mm<sup>-2</sup>

Un simple análisis de la fórmula nos indica la conveniencia de usar cintas de sección grande, cuando más anchas mejor.

Suponiendo operar con una cinta de acero de 2 mm<sup>2</sup> de sección, obtenemos la siguiente tabla de valores a admitir en la apreciación de la tensión.

**VALORES DE dP**

dl	$l_0 = 25 \text{ m}$	$l_0 = 50 \text{ m}$	$l_0 = 100 \text{ m}$
0,01 mm	0 Kg 017	0 Kg 008	0 Kg 004
0,02 mm	0 Kg 034	0 Kg 017	0 Kg 008
0,05 mm	0 Kg 084	0 Kg 042	0 Kg 021
0,1 mm	0 Kg 168	0 Kg 084	0 Kg 042
0,5 mm	0 Kg 840	0 Kg 420	0 Kg 210
1,0 mm	1 Kg 680	0 Kg 84	0 Kg 42
5,0 mm	8 Kg 400	4 Kg 2	2 Kg 1
10,0 mm	16 Kg 8	8 Kg 4	4 Kg 2

Para asegurarnos que por efecto de la tensión no cometeremos un error sistemático mayor de 0,1 mm, habrá que medir la tensión en una cinta de 50 m y 2 mm<sup>2</sup> de sección en forma de no cometer un error mayor de 84 gramos.

En las medidas de precisión, se suspende la cinta entre tripodes, midiéndose la tensión por dinamómetros fijos o bien suspendiendo en sus extremos pesos constantes y conocidos.

En estas condiciones, se produce otro error sistemático debido a la disminución aparente de la longitud de la cinta o hilo que toma la forma de una catenaria.

Haciendo uso del hilo invar ocurren otros errores sistemáticos de menor cuantía pero que es preciso tenerlos en cuenta para obtener medidas de gran precisión. Los inventores y fabricantes señores Benoit y Guillaume las han hecho conocer en el interesante libro *Mesure rapide des bases géodésiques*.

No es mi objeto hacer mención de los trabajos y cuidados que son menester para efectuar la medida con una gran precisión, sino el de dar algunos ejemplos de como se comportan los errores sistemáticos y de como ellos pueden ser analizados para conocer su influencia y efectuar la debida corrección cuando estos exceden del valor que estamos dispuestos a consentir según sea la naturaleza, objeto y precisión del trabajo.

Así por ejemplo si no deseamos tener errores sistemáticos superiores al 1/10000 o sea en una cinta de 50 m, uno mayor de 5 mm, tendremos que tomar los cuidados para que el conjunto de las causas no provoquen un error de 5 mm, o cada una de ellas de, por ejemplo 1/10 de este valor, vale decir 0,5 mm.

Los errores a admitir, entonces, son:

Error en la alineación 0,22 m

Error en la nivelación 0,05 m

Error en la apreciación de la temperatura 0<sup>o</sup>9. (pendiente 1:100)

Error en la apreciación de la tensión 0 Kg. 42.

En vez de usarse fichas, se deberá marcar en el suelo una raya menor de 0,5 mm de espesor.

En la medición de los ángulos se estudian los errores sistemáticos (colimación, inclinación, verticalidad, excentricidad de la alidada y del anteojo, aumento del anteojo para no producir un error de apuntamiento mayor del preestablecido, etc., etc.)

Veamos aun otras fuentes de errores sistemáticos:

#### **Errores teóricos o ficticios:**

Estos errores son ocasionados al hacer uso de ciertas teorías o hipótesis científicas que son más simples que las rigurosas o que se estiman son aproximadas.

Por ejemplo cuando las observaciones se refieren al geoide y se estima que este tiene la forma de un elipsoide de revolución; cuando se supone que la tierra es plana en una cierta extensión; que las verticales son paralelas; que los meridianos son paralelos y no convergentes; que las superficies de nivel son paralelas y concéntricas; que al determinar la refracción se supone la atmósfera compuesta de capas concéntricas etc., se comete un error sistemático cuyo valor puede ser hasta ignorado.

**Errores instrumentales:** — Dependen estos de la imperfección de los instrumentos de medida ya sea por que no tienen la longitud exacta del tipo unidad o sus múltiplos o bien por que están mal rectificadas o construídos hasta la perfección como ser la excentricidad de la alidada o del anteojo, etc.

**Errores personales:** — La vista, el oído, el tacto, los sentidos del observador son incapaces de hacer constataciones u operaciones de una exactitud absoluta; las aberraciones que se manifiestan en los sentidos provocan errores sistemáticos que en investigaciones delicadas son objeto de estudios especiales; los valores se les llama **ecuación personal**.

Así un operador recibe un top no en forma instantánea; observa una imágen a la izquierda o a la derecha del hilo del retículo cuando otro observador la ve coincidente, etc.

**Errores de cálculo:** — Los resultados de las experiencias pueden también estar afectadas de un error sistemático de esta naturaleza que proviene, por ejemplo, al haber reemplazado coeficientes dados por números incommensurables o de números periódicos por números decimales aproximados; o bien de la supresión de los restos en los desarrollos en serie, o bien haciendo uso de tablas de logaritmos, etc.

Los errores sistemáticos o sea aquellos producidos por causas permanentes y que actúan siempre de la misma manera siguiendo una cierta ley pueden ser anulados, después de una completa investigación, ya repitiendo la operación bajo la influencia de acciones físicas opuestas, cambiando los instrumentos o métodos operatorios, variando de observador o bien introduciendo en el cálculo la correspondiente corrección.

**ERRORES ACCIDENTALES:** — Supongamos haber efectuado una larga serie de observaciones en las que previamente se han analizado todas las fuentes de errores sistemáticos y compensado sus efectos.

Notaremos que los resultados no concuerdan aún. Las discrepancias deben ser atribuidas a errores accidentales o irregulares y cuyos efectos no se vinculan por leyes fijas a las circunstancias en que aquellas se realizan, no pudiendo por tanto ser objeto de un cálculo a priori.

Una vibración del instrumento producido por el viento, un cambio inevitable ocurrido por variaciones anormales de la temperatura, la imperfección de los sentidos de la vista en la apreciación de espacios pequeños; del oído en la apreciación de pequeños intervalos de tiempo; una nube que pasa, el aire que se agita, el suelo que se mueve, son causas que si no actúan en forma permanente provocan errores accidentales que unas veces se suman y otras se restan.

El carácter distintivo del error sistemático consiste en alterar las observaciones siempre en un sentido determinado, mientras que el error accidental las altera en uno o en otro sentido. El primero deriva de la preponderancia que ejerce una cierta causa y el segundo de la influencia que varias causas ejercen conjuntamente, causas cuyo origen y manera de actuar se ignora.

Si los resultados de las observaciones varían más en un sentido que en otro, se debe de inmediato concebir que existe alguna causa que aleja las observaciones del verdadero valor más en un sentido que en otro, o sea que interviene un error sistemático.

Así por ejemplo si midiéramos los tres ángulos de un triángulo plano un número grande de veces habiendo previamente eliminado o efectuado la debida corrección de todas las causas de error sistemático conocidas y notaríamos que la suma de los ángulos es más de las veces mayor de  $180^\circ$  que menor, de inmediato concebimos una causa de error sistemático, cuyo origen corresponde investigar.

Si dos observadores efectúan la medida de una misma magnitud con los mismos métodos, instrumentos, cuidados y ambiente y siempre el observador A, obtiene resultados mayores (o menores) que el observador B, hay una causa de error sistemático en el observador A o en el B o en ambos que se le designa, como hemos referido, con el nombre de ecuación personal.

La repetida experiencia asigna al error accidental una característica que se adopta como postulado: estos asumen valores tanto positivos como negativos, vale decir "que será nula la suma algebraica de los valores de los errores accidentales".

El segundo carácter del error accidental consiste en que este oscila entre límites asignables y generalmente bastante restringidos. Estos límites varían evidentemente según el grado de perfección de los instrumentos y el género de observaciones.

En los observatorios astronómicos actuales, por ejemplo, el anteojo meridiano, los micrómetros, el péndulo sideral, etc. son llevados a tal punto de perfección y la habilidad puesta en juego es tal que todo error superior a  $0^{\text{m}}6$  no puede ser considerado como accidental y  $0^{\text{m}}6$  será en consecuencia el límite de los errores accidentales en la determinación del ángulo horario o de las ascensiones rectas.

Si medimos hasta el décimo de milímetro no podremos aceptar que  $0,05$  m se considere como error accidental.

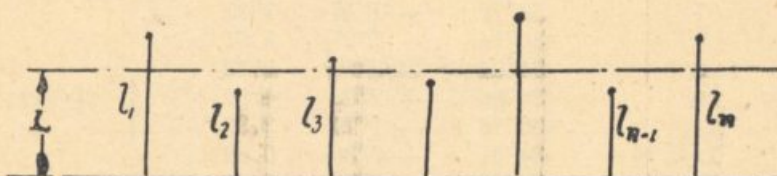
Como consecuencia se adopta como postulado: "La magnitud de los errores accidentales no excede nunca de cierto límite determinable.

El tercer carácter de los errores accidentales es que estos no se cometen con la misma facilidad. Los pequeños se presentan más frecuentemente que los grandes.

El postulado "La probabilidad de cada error es función de su magnitud" ha sido obtenida de la experiencia analizando la frecuencia con que se repiten los errores accidentales ordenados por su magnitud.

Pues bien; supongamos haber efectuado un número de observaciones para valorar una magnitud en las que se han eliminado todas las causas de error sistemático, vale decir que los resultados están solo afectados de errores accidentales.

Representemos gráficamente los resultados  $l_1, l_2, l_3 \dots, l_n$ .



Si adoptamos como resultado un único valor  $L$ , tendremos:

$$\begin{aligned} l_1 - L &= d_1 \\ l_2 - L &= d_2 \\ l_3 - L &= d_3 \\ \dots\dots\dots \\ l_n - L &= d_n \end{aligned}$$

$$[l] - nL = [d] ; [ ] \text{ expresa suma algebraica.}$$

Hemos visto que la característica de los errores accidentales es hacer la suma algebraica de los errores igual a 0; haciendo  $[d] = 0$ , tendremos el valor de  $L$  más posible, más probable.

$$L = \frac{[l]}{n} = \text{media aritmética de observaciones.}$$

Si las magnitudes anotadas están afectadas de un error sistemático constante, la media aritmética estará afectada del mismo error sistemático y si este fuera variable lo estará del promedio de los errores sistemáticos.

Como ya hemos expresado a la diferencia entre la magnitud anotada y la verdadera, llamamos error verdadero.

Por analogía a la diferencia entre la magnitud anotada y la aparente o más probable (media aritmética) se llama error aparente o residual.

En la práctica interesa también conocer el grado de bondad o de exactitud de las observaciones afectadas de errores sistemáticos variables; pero ello será objeto de una consideración posteriormente a que tratemos la forma en que se propagan los errores accidentales.

Por ello insistiremos que momentaneamente y hasta nuevo aviso solo consideraremos las observaciones que están afectadas solo de errores accidentales.

Ejemplo: (Ver Jordan — Calcoli di compensazione Edic. italiana)

En la medida del grado en la Prusia Oriental, **Bessel** obtuvo 18 medidas independientes de un ángulo, con los siguientes resultados:

Nº	Observación 1	$\varepsilon$	$\varepsilon\varepsilon$
1	83° 30' 36"25	+ 1"38	1.90
2	37"50	+ 2"63	6.92
3	36"00	+ 1"13	1.28
4	34"77	— 0"10	0.01
5	33"75	— 1"12	1.25
6	30"25	— 4"62	21.34
7	33"70	— 1"17	1.37
8	36"14	+ 1"27	1.61
9	34"04	— 0"83	0.69
10	36"96	+ 2"09	4.37
11	33"16	— 1"71	2.92
12	34"57	— 0"30	0.09
13	34"75	— 0"12	0.01
14	36"50	+ 1"63	2.66
15	35"00	+ 0"13	0.02
16	34"75	— 0"12	0.01
17	34"25	— 0"62	0.38
18	35"25	+ 0"38	0.14
Media 83°30'34"87		+ 10"71	$ \varepsilon\varepsilon  = 46"97$
		— 10"64	

La media aritmética de todos estos errores residuales o aparentes tomados en valor absoluto, puede dar una idea de la exactitud de la observación. Otra forma de caracterizar la observación sería hallando la media geométrica, o el promedio de los cuadrados, de los cubos, de la cuarta, de la  $n$  potencia.

Se ha adoptado universalmente el error medio cuadrático o **error medio** que es el valor cuyo cuadrado es la media aritmética de los cuadrados de los errores.

1º) Porque el error medio cuadrático presenta sobre la media aritmética la ventaja que la suma  $[\varepsilon\varepsilon]$  (desde el momento que todos los cuadrados son positivos) no necesita distinción de signos ya que el signo  $\pm$  de la raíz cuadrada resulta del cálculo.

2º) El error medio cuadrático es medida de exactitud mejor que la media aritmética de los errores, por que en aquel tienen mayor influencia los errores grandes.

3º) La principal y la más importante que es la que el error probable del error medio cuadrático tiene el menor error probable.

Se llama error probable aquel error para el cual la probabilidad que no se le sobrepase es igual a  $\frac{1}{2}$ ; es el error que en determinada observación tiene igual probabilidad de no ser alcanzado como de ser sobrepasado.

Tomando por ejemplo las observaciones a que recientemente nos hemos referido y ordenando por su magnitud absoluta a los errores encontrados en las 18 observaciones efectuadas por Bessel, podemos adoptar por error probable aquel que divide la serie de valores en dos partes; como el número es par podemos suponer que es el de 1"125. El número de errores mayor a

1.125 es igual al número de los menores. 0"10—0"12—0"12—0"13—0"30—0"38  
0"62—0"83—1"12—1"13—1"17—1"27—1"38—1"63—1"71—2"09—2"63—4"62.

Tomando estos errores como magnitudes, puede a su vez hallarse el error medio del error medio determinado este último a distintas potencias.

En el mencionado libro de Jordan, se demuestran las siguientes relaciones entre el error probable y el error medio obtenido de distintas potencias.

Si  $v$  son errores verdaderos en número de  $n$  y  $r$  es su error probable, tenemos:

$$r_1 = 0,8453476 \sqrt{\frac{[\pm v]}{n}} \left( 1 \pm \frac{0,5095841}{\sqrt{n-1}} \right)$$

$$r_2 = 0,6744897 \sqrt{\frac{[vv]}{n}} \left( 1 \pm \frac{0,4769363}{\sqrt{n-1}} \right)$$

$$r_3 = 0,57719 \sqrt[3]{\frac{[\pm v^3]}{n}} \left( 1 \pm \frac{0,49720}{\sqrt{n-1}} \right)$$

$$r_4 = 0,51250 \sqrt[4]{\frac{[v^4]}{n}} \left( 1 \pm \frac{0,55072}{\sqrt{n-1}} \right)$$

$$r_9 = 0,35704 \sqrt[9]{\frac{[+v^9]}{n}} \left( 1 \pm \frac{1,44391}{\sqrt{n-1}} \right)$$

$$r_{10} = 0,33996 \sqrt[10]{\frac{[v^{10}]}{n}} \left( 1 \pm \frac{1,82506}{\sqrt{n-1}} \right)$$

Los sub-fijos indican la potencia a que se han elevado los errores.

Vemos que el menor error probable del error probable ocurre cuando se toma en base el cuadrado de los errores.

Justificada la elección del error medio cuadrático para caracterizar la observación, veamos la forma en que se propaga.

### 1º) $X = a x$

Que es el caso, por ejemplo, cuando se han efectuado varias diferencias de lecturas de mira con los hilos estadimétricos de un anteojo horizontal y a analatismo central.

Si  $\Delta$  es error verdadero de  $X$ ; y  $v$  error verdadero de  $x$ , en cada observación se tendrá:

$$X + \Delta = a (x + v) \text{ de donde } \Delta = a \cdot v$$

En varias observaciones:

$$\Delta' = a \cdot v' \quad \Delta' \Delta' = a^2 v' v'$$

$$\Delta'' = a \cdot v'' \quad \Delta'' \Delta'' = a^2 v'' v''$$

$$\Delta^n = a v^n \quad \Delta^n \Delta^n = a^2 v^n v^n$$

$$[\Delta \Delta] = a^2 [v v]$$

$$\frac{[\Delta \Delta]}{n} = a^2 \frac{[v v]}{n} \quad M^2 = a^2 m^2$$

en donde

$$M = \sqrt{\frac{[\Delta \Delta]}{n}} \quad m = \sqrt{\frac{[v v]}{n}}$$

$$M = \pm a \cdot m.$$

2º)  $X = x_1 + x_2$

Si  $\Delta$  es error verdadero de  $X$  y  $v_1$   $v_2$  errores verdaderos de  $x_1$  y  $x_2$  respectivamente, tendremos:

$$X + \Delta = x_1 + v_1 + x_2 + v_2 \text{ o sea } \Delta = v_1 + v_2$$

En varias observaciones:

$$\Delta' = v_1' + v_2'; \Delta' \Delta' = v_1' v_1' + v_2' v_2' + 2 v_1' v_2'$$

$$\Delta'' = v_1'' + v_2''; \Delta'' \Delta'' = v_1'' v_1'' + v_2'' v_2'' + 2 v_1'' v_2''$$

$$\Delta^n = v_1^n + v_2^n; \Delta^n \Delta^n = v_1^n v_1^n + v_2^n v_2^n + 2 v_1^n v_2^n$$

$$\frac{[\Delta \Delta]}{n} = \frac{[v_1 v_1]}{n} + \frac{[v_2 v_2]}{n} + 2 \frac{[v_1 v_2]}{n}$$

Los tres primeros términos son siempre positivos. El término  $2 \frac{[v_1 v_2]}{n}$

es el promedio de los productos de los errores. Como hemos adoptado la premisa de que solo considerábamos hasta ahora la intervención de los errores accidentales, debemos admitir que en un número grande de observaciones los productos, con la misma probabilidad, serán positivos o negativos;

es decir que  $2 \frac{[v_1 v_2]}{n} = 0$ .

El error medio puede variar dentro de un entorno que será mayor o menor según sea el promedio de los productos  $2 \frac{[v_1 v_2]}{n}$

Si se adopta en este como en todos los casos, los valores que siempre son positivos como son los cuadrados de los errores.

tenemos

$$M^2 = m_1^2 + m_2^2 \text{ en donde}$$

$$M = \sqrt{\frac{[\Delta \Delta]}{n}} \quad m_1 = \sqrt{\frac{[v_1 v_1]}{n}} \quad m_2 = \sqrt{\frac{[v_2 v_2]}{n}}$$

Si por ejemplo se han medido dos ángulos con los siguientes resultados

$$\alpha = 71^\circ 33' 41'' \pm 3'' \quad \beta = 53^\circ 26' 36'' \pm 4''$$

obtendremos

$$\text{Suma} = 125^\circ 00' 17'' \pm \sqrt{3^2 + 4^2} = 125^\circ 00' 17'' \pm 5''$$

$$\text{Diferencia} = 18^\circ 07' 05'' \pm \sqrt{3^2 + 4^2} = 18^\circ 07' 05'' \pm 5''$$

pues con el mismo razonamiento al producirse la resta los cuadrados de estos errores son positivos.

$$3^\circ) \quad \text{Si} \quad X = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n \quad y$$

$M; m_1; m_2; m_3; m_n$  son sus errores verdaderos resultará

$$M = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_n^2}$$

Si los errores  $m_1, m_2, \dots, m_n$  son constantes, obtendremos

$$M^2 = n m^2 \quad \text{o sea} \quad M = m \sqrt{n}$$

Si el error accidental en la medición con una cinta de 50 m es

$m = \pm 0,005$  m, el error accidental de una medición de una distancia de

450 m es  $\pm 0,005 \sqrt{9}$  o sea  $\pm 0,015$  m.

(continuará)

# PLAN DE ESTUDIOS PARA LA ESCUELA DE ARQUITECTURA

Conferencia dictada por el

**ARQUITECTO JOSE MICHELETTI**

## FUNCIONES DE LA UNIVERSIDAD

Se ha dicho reiteradamente que todo Instituto Universitario debe cumplir una triple función: promover y alentar las conquistas de la ciencia pura; formar, mediante un lógico proceso intelectual y práctico a los técnicos de las distintas especialidades que han de egresar de sus aulas, e irradiar a la sociedad, por la divulgación, los beneficios de una cultura general que mejore paulatinamente el nivel de vida de los individuos que integran la comunidad.

Para que cada una de éstas funciones puedan llevarse a la práctica con la seguridad o, por lo menos, la probabilidad de éxito es evidentemente necesario el estudio de un plan orgánico que contemple todos los aspectos que han de concurrir en su desarrollo y aseguren su normal desenvolvimiento. Es por otra parte indispensable que entre los distintos planes que rijan la actividad en las funciones que acabo de citar exista una vinculación que exprese la colaboración necesaria entre cada una de ellas. En general nuestros Institutos Universitarios prestan especial atención a la función de formar profesionales (solo de esta se tienen trazados los planes de estudios) dejando las otras libradas a la actividad individual de algunos Profesores sin el encauzamiento y la orientación definida que las normas más elementales del aprovechamiento de la energía humana establecen.

¿Se cumplen en nuestra Facultad las funciones que acabamos de enumerar? Por falta de medios y por falta de un Plan Orgánico solo se cumplen por ahora aquella que se refiere a la formación de técnicos-profesionales, a los que, mediante el desarrollo del plan de estudios para cada especialidad entregamos a la sociedad con el título habilitante para ejercer una determinada actividad. Esto no significa afirmar que no tengamos dentro de nuestra Facultad quien se dedique a la investigación científica. Hay Profesores que, por inclinación natural o por la índole de la asignatura a su cargo, tratan a pesar de la falta de medios con que se cuenta, de formar en el estudiante el concepto de la ciencia pura, insitendo al mismo a ascender por la árpera pero luminosa senda que conduce a la verdad científica.

Convengamos sin embargo que estos no son más que esfuerzos aislados, meritorios por cierto, pero sin responder a una organización pre-establecida, que, vinculando entre sí aquellos esfuerzos, constituyan una verdadera obra de contribución científica al servicio de la humanidad.

## LA CIENCIA Y LA TECNICA

Las conquistas de la ciencia pura son la materia prima de la estructura que edifica la técnica. La ciencia pone en manos de la técnica sus conclusiones, la verdad indiscutible o aproximativa. La técnica mediante sus métodos de realización aplica aquellos resultados al mejoramiento de las condiciones de vida. Una y otra desempeñan un rol igualmente importante y el resultado de sus actividades, sin igualmente valiosas para la humanidad. Estas dos actividades intelectuales no pueden ser consideradas dentro de la

Universidad como desvinculadas en absoluto. Sea porque dentro de las asignaturas de carácter técnico existen puntos de contactos con la ciencia, o porque a ésta debe plantear a menudo la técnica los interrogantes que a manera de soluciones de continuidad se le presenten en el desarrollo de sus métodos de aplicación; el hecho es que la función científica y técnica tienen una interdependencia tan pronunciada como indispensable. Los cursos de seminario, los Institutos de especialización y experimentación han de cumplir la función complementaria a los planes de estudios, pero asociados a estos en forma tal que no signifiquen un desmembramiento y sin peligro para su eficaz desarrollo.

### **EFICACIA EN LA ENSEÑANZA Y EFICIENCIA PROFESIONAL**

La eficacia de la enseñanza técnica-científica o artística que se imparten en las aulas universitarias dependen fundamentalmente de los planes de estudio que rigen su desarrollo. Muchos otros factores intervienen, es cierto, en el éxito de la enseñanza. La calidad científica y docente y la dedicación del Profesional; el perfeccionamiento y modernización de sus gabinetes de estudio y experimentación; las condiciones naturales, la voluntad de trabajo y la inquietud científica o artística de los estudiantes son todos factores que puedan hacer variar el índice de rendimiento de la enseñanza superior. Pero es indiscutible que, si ésta no responde a un plan racionalmente dispuesto, científica y prácticamente estudiados aquellos factores de rendimiento pierden gran parte de su valor diluidos en el conglomerado informe de las asignaturas, que solo tienen su punto alto como patrón para medir el derecho para ejercer una determinada actividad profesional.

Es por otra parte evidente que la eficiencia en el ejercicio profesional depende de la eficacia de la enseñanza recibida. Median también a veces, otras circunstancias: condiciones naturales, don de gentes, criterio práctico, vinculaciones, medio ambiente. Pero casi siempre la eficiencia de la gestión profesional es una consecuencia de la preparación y la preparación una derivada de la enseñanza cumplida con eficacia.

Estas dos premisas nos llevan lógicamente a la conclusión de que la eficiencia en el ejercicio de una determinada profesión depende en primer término del plan de estudios con que fuera cursada en las aulas universitarias.

Y vamos a fijar bien al alcance y los términos de ésta afirmación.

No quiero que ella sea considerada como una crítica acerba a todo lo hecho hasta hoy, sería por otra parte injusto el pretenderlo. No deseo menospreciar el mérito, el prestigio y la voluntad de los que hasta hoy marcaron derroteros en la enseñanza universitaria. Ellos anhelaron, como hoy nosotros, el mejoramiento siempre creciente de las condiciones científicas, artísticas o técnicas de los egresados. Ellos, como hoy nosotros, se preocuparon por buscar una fórmula que tradujera la síntesis del perfeccionamiento profesional de los Universitarios Argentinos.

Solo deseo presentar a vuestra consideración un estado de inquietud provocado por la experiencia profesional y de la enseñanza universitaria y que se actualiza con la resolución del claustro de Profesores de nuestra Facultad ante quién se planteara el interrogante de la conveniencia de rever los planes de estudios en vigencia. Y como toda inquietud implica un ansia de renovación y mejoramiento (y en este caso debe ser considerada como un aporte al bienestar colectivo) la presento ante vosotros para que tamizada por el razonamiento colectivo, pulida y depurada por la crítica y complementada con el aporte de ideas y conceptos podamos algún día hallar la fórmula que la convierta en realidad para bien de los futuros profesionales, para bien de todos.

## PLAN DE ESTUDIOS

Y en qué consiste un plan de estudios?

La simple enumeración de una determinada cantidad de asignaturas distribuidas en un determinado número de años no es un plan de estudios; y aunque dichas asignaturas se dicten mediante un sabido programa de tópicos gradualmente dispuestos, y aunque entre las distintas asignaturas exista una natural correlación no habremos resuelto el problema del plan de estudios. Habremos desarrollado las distintas asignaturas que comprenden todos los conocimientos que le son indispensables al futuro profesional. Habremos dispuesto convenientemente las mismas a fin de evitar se produzcan lagunas en la evolución de los conocimientos. Habremos conseguido un proceso intelectual adecuado para el conocimiento de la verdad científica y de los preceptos de la técnica y del arte. Pero no se habrá aún conseguido la trabazón orgánica de los distintos conocimientos. No se habrá obtenido la integración de los mismos en la forma y de acuerdo al proceso con que ineludiblemente se han de aplicar en la práctica del ejercicio profesional.

**Un plan de estudios debe ser la expresión clara, sintética y estructural del proceso y de la aplicación de los distintos conocimientos técnicos o artísticos a la realización de una idea.**

Y entremos en materia.

## CRITICA DE LOS PLANES EN VIGENCIA

La observación y análisis descubren que en la preparación de nuestros planes de estudio, se ha orientado su desarrollo en un sentido, sino inverso, por lo menos inapropiado al que se opera en la aplicación práctica de aquellos conocimientos que constituyen los factores esenciales de realización. Mediante la aplicación de esos planes de estudio se provee al futuro profesional de los conocimientos generales y particulares que necesariamente ha de aplicar en la ejecución de sus proyectos pero se fía exclusivamente a la práctica profesional el proceso de integración y unificación. Y así, concebida una determinada obra arquitectónica desvinculada en absoluto del material que ha de traducir sus formas y colores, como algo abstracto e incorporeo, aparecen ante la mente del nuevo profesional los primeros síntomas de la duda las primeras contrariedades que a la manera de bruceas sacudidas le llaman a la realidad. Entonces contempla su concepción admirable, el fruto de su esfuerzo imaginativo y conceptual y comprende que todo aquello ha de sufrir los desgarramientos a que obligan su realización. Un proceso equivocado lo llevó al final, sin pensar con que materiales habría de expresar aquella concepción, de que medios dispondría para su realización y que inconvenientes se presentarían a la expresión de las formas que con tanto ardor concibiera.

Y de este continuo batallar entre la rebeldía de una potencia imaginativa mal educada y la férrea disciplina impuesta por los medios de expresión se debaten las primeras actividades del profesional. El equilibrio, el ajuste, el despertar a la realidad solo se presenta después de un largo período de experimentación y queda como amargo saldo un gran caudal de energías malogradas, un desaliento a veces peligroso, y cuantiosos intereses de terceros afectados.

He pensado muchas veces sobre la posibilidad de adelantar ese período de reajuste y unificación de conocimientos técnicos y artísticos a la vida misma universitaria. Esto es: provocarlo dentro de los estudios y como parte íntimamente vinculada al desarrollo de los planes de enseñanza. Sería más sano y más noble hacer que el futuro profesional se asome desde la Univer-

sidad a la vida real; se familiarice con los procedimientos y materiales que han de constituir la materia prima con que necesariamente ha de modelar su obra.

La arquitectura constituye un verdadero arte escultórico monumental y como tal no se circunscribe a tener expresión en el papel mediante los recursos del dibujo o el color o en el modelado dócil y arbitrario de la maquette sino que aspira a ser materializada en sus verdaderas magnitudes con la sinceridad de los recursos que el material permite.

---

Ante la amable y honrosa invitación del Centro de Estudiantes de la Facultad de Ciencias Mat. de ocupar esta tribuna se ha renovado en mi espíritu el vehemente deseo de hallar una fórmula concreta que tienda a evitar los inconvenientes que acabo de anotar. El tema que se me fijara rebelaba por otra parte el deseo de los estudiantes de promover un cambio de ideas sobre nuestro plan de estudios en vigencia y me brindaban la brillante oportunidad de presentar ante los mismos y sobre todo ante mis estimados colegas y profesionales (que como yo, han sentido los efectos y experimentado los resultados de un plan de estudios que, salvo ligeras variantes de detalle, no difiere del que hoy está en vigencia en nuestras Escuelas de Arquitectura) de presentar, decía, el balance sincero de los beneficios o perjuicios que la observación y la experiencia como profesional y como docente me han sugerido.

He de tener pues en los estimados colegas que me escuchan un ajustado control de la veracidad de mis afirmaciones y un apoyo, a no dudarlo, a la necesidad de hacerlas públicas.

### **DEFECTOS DEL PLAN DE ESTUDIOS EN VIGENCIA PARA LA ESCUELA DE ARQUITECTURA**

Nuestro plan de estudio adolece a mi entender de tres defectos importantes: 1º) El plan en general y los programas de las asignaturas que lo componen están redactados y orientados en el sistema **gradual** en lugar de serlo en los sistemas **cíclico** y **concéntrico**.

2º) En el desarrollo de los distintos problemas de carácter técnico se prescinde a menudo de la realidad encarándose los mismos aisladamente y sin proveer los inconvenientes de la puesta en obra y las condiciones que imponen las estructuras y las características de los materiales adyacentes.

3º) Falta la enseñanza de ciertos conocimientos que hagan más posible la inmediata convivencia del futuro profesional con el resto de la sociedad en sus aspectos social-jurídico y económico.

El primero de los defectos anotados es, a mi entender, el que reviste más fundamental importancia. No es posible concebir que en la enseñanza de la Arquitectura tan esencialmente integral se pueda adoptar un sistema **gradual-fragmentario** y si bien es cierto que algunos conocimientos pueden ser adquiridos aisladamente y como complemento útil al patrimonio artístico-científico o técnico del arquitecto, no debemos aceptar un proceso de enseñanza que no responde a la evolución natural del proceso mental o imaginativo y que ha de culminar en la realización de la composición arquitectónica.

¿Responde nuestro plan de estudios al sistema **cíclico** y **concéntrico**? Entiendo que nó. Para demostrarlo empezaré por definir y aclarar como se opera en nuestra mente el proceso de una composición arquitectónica y cuando ella ha de ser satisfactoriamente resuelta.

Guadet el célebre autor de "Elementos y Teoría de la Arquitectura" di-

cé en el prólogo de su siempre interesante obra: "La arquitectura no tiene más que una razón de ser, bien neta, bien definida, la de **construir**". Es difícil expresar en menos palabras un concepto tan acabado del objeto de nuestro arte. Yo me permito traducir las palabras de Guadet en estos otros términos: No se hace Arquitectura **proyectando, sino se proyecta para construir**. Pues bien; a esto debe responder aquel proceso. Cualquier problema Arquitectónico es concebido originariamente por nuestra imaginación con la grandiosidad, la frondosidad y el sentimiento propios de un estado fuertemente emotivo. Se presenta así, como la visión luminosa de un conjunto de formas y colores cuya traducción a la realidad ansiamos ver cumplida. Observemos ante todo que el primer proceso de gestación ha sido sintético. Hemos concebido la obra en tres dimensiones. Hay en su conjunto masas, silueta, colorido. Es decir, formas que traducen un algo en su interior y que expresan en su exterior un sentido estético y una emoción. **Se ha concebido en volumen**. Como puede verse no se ha concebido primero **la planta**, luego el **alzado o fachadas** y por ltimo el **corte o sección**. La planta, las fachadas y el corte no son más que elementos de un sistema de representación que hemos convenido en adoptar para dimensionar más claramente nuestras concepciones. Las plantas, las fachadas y el corte son dibujos convencionales del conjunto que componen la obra Arquitectónica y que demuestran la posibilidad y forma de realización. Debemos insistir sobre el particular; es peligroso e inconsulto el criterio de que primero se ha de solucionar la planta y luego el alzado. Quién así procede en Arquitectura ha perdido su libertad, ha encarcelado a la imaginación y al sentimiento y ha perdido el derecho de titularse Arquitecto.

Debemos proyectar en volumen indicando simultáneamente en las piezas o elementos de representación las variantes que sufre nuestra composición arquitectónica por obra de la imaginación, de la técnica o de la ciencia.

### CICLO DE INTEGRACION

Después de aquel primer proceso del que surgiera la visión ideal y sintética de nuestra obra, se inicia el de su ajustada adaptación al programa, al emplazamiento, al medio ambiente, a los procedimientos técnicos y recursos de los materiales disponibles. Este período que es la **clave del éxito** debe ser desarrollado con la integridad y en la forma concéntrica exigida por la unidad de la obra concebida. Y este período de la evolución del producto originario de nuestra imaginación debe estar expresado claramente en el plan de estudios, es el ciclo concéntrico que **he llamado de integración**.

Los conocimientos técnicos artísticos o científicos son valiosos auxiliares que deben materializarse necesariamente al concebirse y dar expresión real a la obra Arquitectónica. No podemos desvincular la forma de la materia y esta de la ciencia y de la técnica. De ahí la necesidad de que todas aquellas asignaturas de carácter técnico afluyan y se compenetren en la composición Arquitectónica para brindarles los secretos del material, sus características, sus condiciones naturales y su adaptabilidad a las formas concebidas.

Aceptar el proceso sencillamente gradual de los estudios en Arquitectura sería aceptar como conveniente la solución de un proyecto cuya expresión exterior e interior podría ser realizada indistintamente en piedra, en ladrillo vistos o estucados, en hierro, vidrios, hormigón armado, etc. Sería aceptar como buena una silueta de cubierta sin interezarse por el material y sus condiciones. ¿Cómo suponer cíclico y concéntrico un sistema de enseñanza donde los cursos de **Construcciones** se dictan después de haber el estudiante producido gran cantidad de composiciones arquitectónicas desconociendo los secretos de los materiales y las normas técnicas de su puesta en obra? No es

posible dimensionar las estructuras resistentes sin haberse familiarizado con su empleo y conocido la forma en que se comportan los materiales que la integran. Se me arguirá que el estudio y cálculo a posteriori de las estructuras resistentes no modifican el concepto de la composición y su sentido estético. Es un argumento pobre y profundamente equivocado. Solo puede ofrecerlo quién desconozca las características esenciales de la obra Arquitectónica: **Unidad de su estructura, sinceridad en la expresión integridad en sus funciones.** Porque el estudio ulterior de las partes vitales pueden significar la modificación substancial de los ambientes interiores y de las proporciones exteriores por imponerlo así el trabajo exigido al material resistente.

Hay pues un manifiesto desplazamiento, una excentricidad en la enseñanza de las asignaturas técnicas respecto a la asignatura que constituye eje y centro vital en un plan de estudios para Arquitectura: "**La composición Arquitectónica**". A ésta debrían convergir todas las asignaturas de carácter técnico y que tienen atinencia con los materiales y sistemas de construcción vinculándose en forma inseparable a todos sus problemas. De aquella debrían surgir las normas y preceptos a que deben sujetarse el desarrollo de los cursos de especialización técnico o artística a fin de que se conviertan como he dicho anteriormente en los auxiliares que han de dar expresión real a la obra Arquitectónica.

No está inspirado el plan de estudios en vigencia en el sistema cíclico y concéntrico; está orientado exclusivamente de acuerdo al sistema gradual. Y esto no basta. Es elemental que para la adquisición de conocimientos se proceda en forma gradual. Es un proceso que responde al proceso natural del intelecto para el conocimiento de la verdad.

Pero si a ese elemental precepto de graduación y correlación podemos asociar los que imponen el desenvolvimiento cíclico y concéntrico conven-gamos que habremos acereado nuestros planes de estudio a la materialización de un ideal largo tiempo acariciado; el de la inmediata eficiencia del egresado en el ejercicio de su profesión.

## 2º DEFECTO DEL PLAN EN VIGENCIA

He manifestado que otro de los defectos de nuestros planes de estudio (y que se pone de manifiesto en los programas de cada asignatura) es que, en el desarrollo de los distintos problemas de carácter técnico se prescindie a menudo de la realidad encarándose los mismos aisladamente. Perdonen los Señores Profesores. No es un defecto atribuirle a ellos, es una consecuencia inevitable del desmembramiento del plan actual. Se les encomienda el dictado de una asignatura. No constituyen estas un conjunto orgánico. No convergen a un determinado aspecto de un proyecto a realizar. Estudian las características de un material y las normas técnicas que rigen su trabajo y ensamblaje. Se calcula una estructura resistente. Se proyecta la composición de los elementos suponiéndose un caso ideal; no interesa el lugar del emplazamiento, ni las características del ambiente que afecta. Se fijan los datos; se fijan las cargas y empiezan los cálculos. Mediante un proceso científico se ha resuelto el problema; los distintos elementos que componen la estructura resistente han sido dimensionados en base de las normas más modernas de la técnica y las investigaciones más recientes de la ciencia. Y bien — como caso ideal es interesante; pero debemos tener en cuenta que una de las incógnitas de la ecuación de equilibrio que resolviera el problema ha sido fijada **arbitrariamente**: las cargas que gravitan sobre la estructura. ¡Y que incógnita! Como cuesta fijar luego el concepto para la determinación de las características e intensidades reales de las cargas.

Esto es lo que tendrá que aprender el nuevo profesional en la vida prác-

tica por haberse relegado a segundo término o mejor dicho desplazado de su verdadero centro las distintas asignaturas del plan de estudios que cursara. No es defecto atribuirle a los encargados de la enseñanza de las asignaturas de carácter técnico. Es un defecto originado por el sistema exclusivamente gradual que orienta nuestro plan de estudios.

### 3º DEFECTO DEL PLAN EN VIENCIA

He manifestado también que para completar nuestro plan de estudios deberían dictarse algunas asignaturas que hagan posible la inmediata conveniencia del futuro profesional con la sociedad en sus aspectos artísticos, social-jurídico y económico. El ejercicio de nuestra profesión es más compleja de lo que parece a primera vista. Los múltiples facetas de la actividad de un Arquitecto deben ser igualmente cuidadas. Su misión es social, cultural, artística y económica. Si la vivienda es la expresión más fidedigna del grado de cultura, modalidades, costumbres y condiciones económicas del individuo, la familia y la sociedad, en la obra del Arquitecto han de verse reflejadas las orientaciones tendientes a mejorarlas, encausarlas o resolverlas. La elevación de la cultura artística o el refinamiento del sentido estético de la sociedad depende en gran parte del Arquitecto. Debe además saber organizarse, metodizar su actividad en beneficio propio o ageno como contribución al bien común.

El estudio de cuestiones jurídicas y económicas presentarían al futuro profesional un panorama de los distintos aspectos de su actividad; dichas cuestiones podrían resumirse en cierto capítulo: 1) El derecho civil, el derecho privado, el derecho de las obligaciones (contratos). 2) Economía política (la producción, la circulación, la distribución y el consumo de la riqueza). 3) El derecho público y administrativo. 4) Contabilidad general del estado y privada. 5) Leyes especiales, reglamentos de edificación, etc.

El estudio y organización de obras. El estudio y organización de su oficina de proyectos; dirección y administración de obra. El estudio de las distintas formas de financiación, justipreciación y rendimiento de las mismas. Todo esto completaría el caudal de conocimientos del que ha de desplegar una actividad tan enfrentada a los distintos aspectos de la vida humana.

Su cultura artística debería ser completa; la historia del arte tan vinculada a la historia de los pueblos. ¡Cuántas sugerencias nobles e interesantes brindaría el Arquitecto! El estudio de los interiores; la decoración de los ambientes, la decoración de los complementos del confort; el arte de amueblar deben también figurar en un plan de estudios para Arquitectura.

### ANTE-PROYECTO DE PLAN DE ESTUDIOS

Hasta ahora no he hecho más que una crítica de los sistemas de enseñanza en vigencia. Con más facilidad se descubren los defectos e inconvenientes de una obra realizada, que se plantean y concretan las soluciones para evitarlas. No deseando merecer el reproche voy a presentar a vuestra consideración un ante-proyecto de plan de Estudios para Arquitectura orientado en los conceptos básicos que acabo de exponer.

He dividido en Plan en tres ciclos; el preparatorio o de generalización en concéntrico o de integración y el superior o de profundización.

He proyectado dos variantes dentro de la misma orientación. Una se cumpliría en cinco años de estudio, la otra en seis. La primera tiene la virtud de una mayor posibilidad de aplicación inmediata. La segunda la de un desarrollo más racional y por consiguiente más ajustada a los conceptos fundamentales que la inspiraron.

# ANTE PROYECTO DE PLAN DE ESTUDIOS PARA ARQUITECTURA

A REALIZARSE EN 6 AÑOS DE ESTUDIO

**EXAMEN DE INGRESO.** — Solo tendría por objeto constatar las condiciones naturales del alumno mediante exámenes de dibujos del natural y ornato.

	<b>I AÑO</b>			
Ciclo preparatorio o de generalización	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Análisis matemático (Algebra elemental y superior)</li> <li>2) Geometría analítica y cálculo infinitesimal.</li> <li>3) Geometría descriptiva y proyectiva.</li> <li>4) Dibujo de ornato y figura.</li> <li>5) Trigonometría y Topografía.</li> <li>6) Dibujo de Arquitectura.</li> </ol>			
	<b>II AÑO</b>			
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Descriptiva aplicada (perspectiva y sombras)</li> <li>2) Estática y Resistencia.</li> <li>3) Materiales de construcción.</li> <li>4) Historia del Arte y de la Arquitectura I. C.</li> <li>5) Dibujo del natural y paisaje.</li> <li>6) Dibujo de figura II C. (Estilización)</li> <li>7) Composición Arquitectónica I C. (Elementos de Composición).</li> </ol>			
	<b>III AÑO</b>			
Materiales y dispositivos de construcción (Edificios)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Composición Arquitectónica II C.</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Composición Decorativa I C.</td> </tr> </table>	Composición Arquitectónica II C.	Composición Decorativa I C.	Construcciones complementarias
Composición Arquitectónica II C.	Composición Decorativa I C.			
Plástica ornamental y Arquitectónica (Modelado)	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">I Semestre</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">II Semestre</td> </tr> </table>	I Semestre	II Semestre	Construcciones de madera y hierro
I Semestre	II Semestre			
Historia del arte y de la Arquitectura II C.	<b>IV AÑO</b>	Construcciones de mampostería		
Elementos y caracteres de los edificios (Teoría)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Composición Arquitectónica III C.</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Composición Decorativa II C.</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Ciclo concéntrico o de integración</p>	Composición Arquitectónica III C.	Composición Decorativa II C.	Construcciones de hormigón armado
Composición Arquitectónica III C.	Composición Decorativa II C.			
	<b>V AÑO</b>			
Ciclo Superior o de profundización	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Composición Arquitectónica IV C.</li> <li>2) Composición Decorativa III C. (Interiores y muebles)</li> <li>3) Física aplicada (Iluminación, acústica y electricidad)</li> <li>4) Economía y Legislación.</li> </ol>			
	<b>VI AÑO</b>			
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Composición Arquitectónica V. C.</li> <li>2) Urbanismo.</li> <li>3) Organización del estudio y realización de obras.</li> </ol> <p>(Durante éste año se hará práctica en el estudio de un Arquitecto ú oficina pública).</p>			

# ANTE PROYECTO DE PLAN DE ESTUDIOS PARA ARQUITECTURA (VARIANTE)

## A REALIZARSE EN 5 AÑOS DE ESTUDIO

**EXAMEN DE INGRESO.** — Solo tendría por objeto constatar las condiciones naturales del alumno mediante exámenes de dibujos del natural y ornato.

	<b>I AÑO</b>				
Ciclo preparatorio o de generalización	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Geometría analítica y cálculo infinitesimal.</li> <li>2) Álgebra elemental y superior.</li> <li>3) Geometría y Trigonometría.</li> <li>4) Geometría descriptiva y Proyectiva.</li> <li>5) Dibujo de ornato y figura.</li> <li>6) Dibujo de Arquitectura.</li> </ol>				
	<b>II AÑO</b>				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Descriptiva aplicada (perspectiva y sombras)</li> <li>2) Estática y Resistencia.</li> <li>3) Materiales de construcción.</li> <li>4) Dibujo de figura y del natural.</li> <li>5) Composición Arquitectónica I. C. (Elementos de Composición)</li> <li>6) Historia del Arte y de la Arquitectura I. C.</li> </ol>				
	<b>III AÑO</b>				
Materiales y dispositivos de construcción (Edificios)	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Composición Arquitectónica II C. Composición Decorativa I C.</td> </tr> </table>	Composición Arquitectónica II C. Composición Decorativa I C.	Construcciones complementarias		
Composición Arquitectónica II C. Composición Decorativa I C.					
Plástica ornamental y Arquitectónica (Modelado)	<table border="0" style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">I Semestre</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="text-align: center;">II Semestre</td> </tr> </table>	I Semestre		II Semestre	Construcciones de madera y hierro
I Semestre		II Semestre			
Historia del arte y de la Arquitectura II C.	<b>IV AÑO</b>				
Elementos y caracteres de los edificios (Teoría)	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Composición Arquitectónica III C. Composición Decorativa II C.</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Ciclo concéntrico o de integración</p>	Composición Arquitectónica III C. Composición Decorativa II C.	Construcciones de mampostería		
Composición Arquitectónica III C. Composición Decorativa II C.					
		Construcciones de hormigón armado			
		Física aplicada			
	<b>V AÑO</b>				
Ciclo Superior o de profundización.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Composición Arquitectónica IV C.</li> <li>2) Composición Decorativa III C.</li> <li>3) Economía y Legislación.</li> <li>4) Organización del estudio y realización de obras.</li> <li>5) Urbanismo.</li> </ol> <p style="text-align: center;">(Después del quinto año de estudios se exigirá un año de práctica en el estudio de un Arquitecto u oficina pública).</p>				

Los conocimientos, como puede verse, van adquiriéndose en los planes proyectados en tres ciclos perfectamente definidos. Al primero comprenden todas aquellas asignaturas de carácter general y cuyos conocimientos son indispensables para el desarrollo y comprensión de las que han de estudiarse en el 2º ciclo pero que no exigen un sistema concéntrico de vinculación entre las mismas.

El 2º ciclo es fundamentalísimo y en él se realiza el verdadero proceso de conjunción entre las distintas asignaturas que convergen a la Composición Arquitectónica y su complementaria la Composición Decorativa. He dividido este ciclo en dos años. Durante los dos años se familiarizaría el alumno con la Composición Arquitectónica auxiliada con los conocimientos técnicos, científicos y artísticos que comportan las asignaturas que, divididas en semestre, se encargarían de resolver los problemas que plantearan diariamente las soluciones adoptadas en los proyectos en estudio.

Podría objetarse que el desarrollo de la enseñanza en la forma proyectada provocaría la confusión y el desorden. Que los dos cursos de Composición Arquitectónica del segundo ciclo perderían su eficacia como gimnasia de la facultad creadora.

No lo creo. Más aún, sostengo que es el único proceso racional para la enseñanza integral de la Arquitectura. Es la única forma de llevar al alumno a la realidad y hacerle sentir y palpar la ductibilidad o la rebeldía de la materia con que ha de modelar su arte. Es el único recurso para hacerles pesar la responsabilidad que implica el concebir formas que no han de resistir los reparos que le opondrán el material y la técnica. Es fundamentalísimo este segundo ciclo de la enseñanza. Todas las asignaturas que lo componen constituyen los eslabones de una cadena cerrada que oprime pero unifica, que abate las alas de la imaginación pero las tonifica, que limita los recursos del sentimiento estético pero los purifica por el sacrificio y la verdad.

La disyuntiva es ésta: O someterse a un proceso racional que haga posible la realización de nuestras concepciones Arquitectónicas o conformarse con hacer arquitectura de afiche; **Proyectar para realizar** y ser así verdaderos Arquitectos o **proyectar para el papel** y ser simplemente dibujantes.

En el tercer ciclo (de especialización o profundización) ya se podría modelar a gusto. Familiarizados con el material lo hemos de someter a nuestra voluntad y a nuestro sentimiento estético. Lo hemos de obligar a traducir formas y a expresar colores que más se adaptan a nuestra concepción. Y de esa seguridad en el manejo de nuestra materia de expresión hemos de adquirir la agilidad y la seguridad necesaria para dar rienda suelta a la imaginación y al sentimiento. Y complementados con otros conocimientos o con el refuerzo del caudal artístico o técnico provisto con nuestro esfuerzo personal y temperamento artístico nos asomaremos al umbral de la vida profesional y podremos percibir con diafanidad el panorama de la realidad.

---

No quiero significar con ésto que habremos resuelto el problema de eliminar el doloroso período experimental que como benéfico crisol depura, temple y ennoblece nuestro acerbo profesional. A pesar de que nuestro proyecto tiende a acortar aquel período, un prurito muy humano nos hará dejar de lado la experiencia ajena perdiendo, por excesivo amor propio, las valiosas enseñanzas que de ésta podríamos aprovechar. Es ley humana, solo en carne propia tiene la experiencia un alto valor educativo.

Quiero hacer notar de paso una característica lamentable de nuestra vida pos-universitaria. Apenas egresado de las aulas universitarias, la lucha por la vida, algunas veces, un exagerado concepto sobre el valer personal

otras aleja a nuestro egresados de todo aquello que ha sido y debió seguir siendo su hogar intelectual científico o artístico. Una inexplicable urgencia por desprenderse de todos aquellos atributos y vínculos que caracterizan el estudiante y el estudioso desvía bruscamente la ruta de aquel que de ayer a hoy solo ha modificado su caudal personal con la posesión de un diploma que atestigua haber aprobado un determinado número de asignaturas y de haberse iniciado una actividad técnica y artística. Esos cambios bruscos de ruta son peligrosos para el que desea seguir el derrotero que conduce al éxito. Al éxito se llega por una sola línea de conducta, y sin soluciones de continuidad. Es necesario para completar la obra del plan de Estudio que presento a vuestra consideración que se auspicie y se forme un ambiente de estudio pos-universitario. Inquietud por superarse inquietud por ahondar en el arte y en la ciencia, por devolver a esta y aquel lo que aquel y esta le dieron, que sin ser usureras piden para bien de la humanidad se le devuelva cien por uno.

Antes de terminar deseo sugerir la imperiosa necesidad de un acercamiento entre las distintas Escuelas de Arquitectura del país a fin de estudiar en colaboración el problema de los Planes de Estudio. A todas interesa por igual el mejoramiento de la enseñanza y la mayor eficiencia de los egresados. Para beneficio de nuestra sociedad, para el acrecentamiento del prestigio de nuestra Profesión propiciemos la unidad de energías y voluntades. Propiciemos la unificación de los planes de estudio de las distintas Escuelas. Con ella desaparecerán las prerrogativas y los pujos de superioridad mal fundados. Solo subsistirá así la supremacía del mérito efectivo y del esfuerzo individual.



*Infatuado, aprisionado en el rencor de su honorabilidad profesional puesta en duda, un arquitecto de Rosario pretendió echar sombras sobre nuestra Escuela de Arquitectura.*

*Su juicio erróneo, audaz y mediocre, pretendió afectar a los egresados de ella, queriéndoles restar méritos para desempeñarse con acierto en su profesión, frente a pseudos afortunados que egresaran de otras Facultades.*

*Y se pretende rebajarlos en una forma lisa, llana, gratuita y sin fundamentos; que solo sirve para explotar las debilidades evidentes y conocidas de partes que aceptan esos juicios cuando caen sobre nuestra Escuela, y aún los premian; aunque provocan la protesta justificada, airosa y sincera del que es perfecto catador de su valer y de su capacidad.*

*A nuestra Escuela de Arquitectura no es posible echarle sombras. Más aún, no las tiene, pues si la sombra al siluetea la forma del cuerpo que la arroja, se parece a aquel; nuestra Escuela no admite la más remota confusión. No parece, es.*

*Ahí están cuatro sucesivos premios de la Institución Mitre. Ahí están los exámenes brillantes de muchos alumnos, que son todo una promesa de honradez y capacidad profesional futura. Ahí están varias camadas de egresados capaces de gestar, concebir y realizar las mejores concepciones arquitectónicas, capaces de competir en cualquier terreno con cualquier arquitecto, del origen más diverso, en capacidad, en conocimiento y honradez; y tan dignos todos en su juventud y en su desempeño, que son merecedores del mejor de los conceptos.*

*Denigrando institutos, que aunque jóvenes son respetabilísimos, no se amengúan las fallas de procederes equívocos. No es necesario poner a colegas en plano inferior de "capacidad de Origen", para justificar una acción incorrecta y criticable.*

*Se definen situaciones, se pone por debajo del propio nivel, al prójimo, sobresaliendo digna y lealmente, a base del propio esfuerzo, del preciado crisol de una actividad limpia y clara.*

*Y es por todo ello que el juicio audaz que responde a una ofuscación impropia de un hombre culto, cae en el vacío, y solo contará con la atención de los que elaboran su pasar al continuado contacto del interés creado, del egoísmo y de la mala fé.*

*En el afán de disculpar a su modo, pues, un proceder falaz, se le ha hecho un cargo a nuestra Escuela de Arquitectura, y con ella, a sus profesores, egresados y actuales alumnos. Y éstos últimos, conscientes de su justo y exacto valer, de la honrada inquietud de aprender que poseen, de la hombría de bien que si bien incipiente les asiste, y no es desconocida declaran la más absoluta falta de autoridad, de acierto y de veracidad en los términos vertidos.*

*Para ello todo los alumnos de nuestra Escuela de Arquitectura, habidos y actuales, ponen a disposición de quienes lo desearan sus trabajos y sus proyectos, sin menoscabar a nada ni a nadie.*

*Y por último instamos al arquitecto de Rosario, que tiene, según su pensar, la ventura de no ser egresado de nuestra Escuela, y que tan fácilmente rebajara nuestra calidad; instámoslo a que levante públicamente — como hiciera el cargo — el concepto erróneo e interesado que emitira en un momento de exagerado amor propio. Que no ha logrado desvalorar a quienes pretende, sino que pone en tela de juicio la honestidad de sus sentimientos.*

# SECCION OFICIAL

## Plan de estudios para la Escuela de Arquitectura

"Proyecto del Centro de Estudiantes"

### EXAMEN DE INGRESO

Dibujo Lineal (Los alumnos de las Escuelas Industriales nó). Dibujo de Ornato. Este examen tendrá carácter general.

**Primer Año.** — Análisis matemático; Trigonometría y elementos de geometría; Geometría descriptiva y proyectiva (I Curso); Dibujo de Arquitectura (Ordenes, lavados estereotomía, aplicación arquitectónica de conocimientos de descriptiva); Dibujo de Ornato. (Estudio al natural de los elementos decorativos y de ornamentación); Edificios. I Curso. (Nociones constructivas, complementadas con visitas a obras en ejecución y terminadas; ejecución de replanteos; croquis de dispositivos de construcciones encarpetadas, etc.

**Segundo año:** Arquitectura 1er. Curso; Geo-

metría descriptiva (2do. Curso) Perspectiva y sombras; Cálculo Infinitesimal 1ª Parte (2º I. Civil); Dibujo de figura; Historia de la Arquitectura (1er. Curso); Teoría de la Arquitectura (con nociones de acústica).

**Tercer año:** Arquitectura 2º Curso; Estabilidad de las construcciones; Composición decorativa, (1er. Curso); Historia de la Arquitectura (2do. Curso); Modelado y estudio de masas arquitectónicas; Edificios (2º Curso) Construcciones sanitarias, ventilación, calefacción, iluminación y electricidad).

**Cuarto año:** Arquitectura (3er. Curso); Composición decorativa (2do. Curso); Materiales: Madera y hierro; Mampostería.

**Quinto año:** Arquitectura (4º Curso. Gran composición); Hormigón armado; Urbanismo; Legislación de Obras, Proyectos y Dirección.

Este proyecto ha sido presentado a la Comisión de Plan de Estudios en el mes de Setiembre de 1933.

## Primer entrega de libros efectuada por el Centro de Estudiantes de la Facultad de Ciencias Matemáticas, en calidad de donación a la Biblioteca de dicha Facultad

**C. Castelfranchi.** — Física moderna, Editado en 1932. 1 tomo.

**Stahl in Hochbau.** — Tablas técnicas. Editado en 1930. 1 tomo.

**M. Letelier.** — Estabilidad de las construcciones 2 tomos; Primer tomo, Resistencia de materiales. Editado en 1930; Segundo tomo: Obras de fábrica. Hormigón armado. 1932.

**Percy L. Marks.** — Plantas de edificios. 1926. 1 tomo.

**C. Bach e R. Baumann.** — Elasticidad e Resistencia dei materiali. (Teorie, prove ed applicazioni tecniche), 1928. 1 tomo.

**Tratado práctico de Arquitectura** con los cinco órdenes, según Vignola, Palladio y Scamozzi, 1 tomo con láminas.

**Gaetano Frisoni** — Dizionario moderno spagnuolo-italiano e italiano spagnuolo. 2 tomos.

**H. Danneel.** — Electroquímica y sus fundamentos físico químicos. 2 tomos.

**Guido Grassi.** — Corso di elettrotecnica; Volume primo. Alternatori, Dinamo a corrente continua e trasformatore. 1927.; Volume secondo. Motori, convertitori, accumulatori, sistemi e impianti di distribuzioni, lampade elettriche, trazioni. 1930.

**W. Muller.** — Tablas y fórmulas técnicas de mecánica y electricidad aplicadas, 1927.

**H. Andoyer.** — Cours d'Astronomie. Première partie. Astronomie theorique, 1923. lume primo. Massime piu importanti per

**W Schule.** — Termodinamica Tecnica. Vo-

la costruzione di macchine termiche con applicazioni pratiche. 1925; Volume segundo. Termodinamica superiore contrattazioni delle transformaciones quimicas e di varie aplicaciones practicas. 1928.

Ottorino Pomini. — Construzione di macchine. Tomo tercero. Machine a stantuffo e loro elementi. 1922; Tomo cuarto. Ingranaggi, 1922.

Enrico Muller Breslau. — La ciencia de la construcción. — Volume segundo y tercero. Sistemas staticamente indeterminati; Volume cuarto. Metodos, resutados de la teoria de la elasticidad e en la statica de las construcciones. 1927.

Apuntes de cálculo infinitesimal. — Primer Curso.

Californian Architecture in Santa Bárbara.

## Concurso de Trabajos Técnicos

La Revista del Centro Estudiantes de la Facultad de Ciencias Matemáticas de Rosario, tratando de fomentar el estudio y la investigación entre los estudiantes de la Facultad, patrocina y organiza el presente concurso:

Art. 1º — Queda abierto el primer concurso de artículos técnicos-científicos, originales de estudiantes de la Facultad de Ciencias Matemáticas de Rosario.

Art. 2º — Los trabajos presentados deberán ser absolutamente originales e inéditos pudiendo versar sobre cualquier tema relacionado con alguna de las carreras que se cursan en la Facultad.

Art. 3º — Los trabajos serán recibidos por la Secretaría de Redacción de la Revista hasta las 12 horas del día 31 de Enero de 1934.

Art. 4º — Los trabajos no llevarán otra indicación de su autor que el lema por este elegido, y vendrán acompañados de un sobre lacrado en cuyo interior se indicará el nombre y domicilio del autor con la carrera y año que cursa. En el exterior de este sobre se escribirá solamente el lema correspondiente.

Art. 5º — Cada autor podrá presentar con uno o distintos lemas más de un trabajo.

Art. 6º — Los trabajos deberán ser escritos con claridad, de preferencia a máquina y ocuparán como máximo el espacio correspondiente a 20 páginas de la Revista (incluso láminas si las hubiere).

Art. 7º — El jurado que clasificará los trabajos por orden de méritos, estará constituido por un profesor de cada carrera de las que se cursan en la Facultad y por el Director de la Revista.

Art. 8º — Los trabajos que a juicio del jurado, revistan el interés necesario, serán publicados por orden de méritos y en número de tres.

Art. 9º — En ningún caso la publicación de los trabajos demandará gasto alguno a sus autores.

Art. 10. — Inmediatamente después de cerrado el concurso se citará a los miembros del jurado para que tomen conocimiento del material recibido, debiendo expedirse en el término de 20 días. El jurado podrá declarar desierto el concurso total o parcialmente.

Art. 11. — Si la situación financiera de la Revista lo permitiera, será instituido un premio para cada trabajo publicado. Los premios consistirán en libros relacionados con la carrera del premiado.

## Comisión "Extensión Universitaria"

Esta Comisión continúa desarrollando su obra. En efecto, el día 19 de Agosto el Ing. Pedro Mendiondo conferenció en la Escuela Normal Dr. Nicolás Avellaneda sobre el tema: "Origen y desarrollo de los Puentes de Acto". El interés que despertará la misma al ser anunciada, se puso de manifiesto en el Acto, al cual concurrió un crecido número de personas, entre las cuales fué fácil distinguir numerosos profesionales y estudiantes. No cabe duda que el Ing. Mendiondo dejó ampliamente satisfechos los deseos de nuestro Centro al encomendarle la reunión que estuvo a su cargo.

Recientemente en el Salón de Actos de nuestra Facultad habló el Arquitecto José A. Micheletti, sobre un interesante tema:

"Los Planes de Estudio de la Arquitectura". Tal como era de esperar dada la categoría del conferencista supo abordar al mismo en forma enérgica, serena y precisa, señalando y justificando la necesidad de abrir nuevas rutas en la enseñanza, dentro de la Escuela en cuestión. Con ella, en el Salón de Actos de nuestra Facultad grabóse una de sus mejores reuniones.

Por otra parte, el curso de Inglés que se viene desarrollando a cargo de la misma Comisión, bajo la dirección del conocido profesor M. Galimberti, se ha ganado el más franco éxito. En cuanto al curso de Alemán, dada la altura del año en curso, no ha sido iniciado, pero al comenzar el próximo año Universitario será llevado a la realidad con la atención que se merece.

# GUIA PROFESIONAL

**ABALERON MARCELINO**

Ingeniero Civil

1° de Mayo 2316

**ALBANESE JULIO D.**

Agrimensor

9 de Julio 750

**ALBANO HORACIO O.**

Agrimensor Nacional

Pte. Roca 1173 — U. T. 22362

**ALVAREZ SANTIAGO**

Técnico Constructor Nacional

Las Ciencias 2953 (B. Parque)

**ARDIGO DANTE**

Ingeniero Civil

San Martín 522 Buenos Aires

**ARFELI JOAQUIN**

Técnico Nacional

Río Bamba 573

**ARTACHO FRANCISCO**

Agrimensor Nacional

Buenos Aires 1932

**AYMI LUIS**

Ingeniero Civil

Paraguay 1178

**BAIOCCHI (H.) PABLO**

Agrimensor Nacional

Balcarce 840

**BASCOLO JUAN R.**

Ingeniero Civil

Rafaela (F. C. C. A.)

**BARALIS LORENZO**

Ingeniero Civil

Cangallo 439 (B. A.)

**BERETERBIDE FERMIN H.**

Arquitecto

Culpina 141 (B. A.)

**BELOTTI EUGENIO**

Ingeniero Industrial

Corrientes 832

**BERNARD LUCIO X.**

Ingeniero Civil

Rioja 1330

**BONAUDI ROMULO**

Ingeniero Civil

Corrientes 720

**BORDABEHERE I. C.**

Ingeniero Civil

Rioja 1330

**BRINDISI FELIX T.**

Ingeniero Civil

Mitre 1236

**BULANO LUIS**

Agrimensor Nacional

Doprego 850 U. T. 22054

**CABRERA MODESTO I.**

Procurador Titular

Rioja 1558 — U. T. 23706

**CAEIRO MANUEL DAMASO**

Técnico Mecánico Nacional

Cine sonoro

V. Sársfield 1308

**CAESAR JUAN H.**

Ingeniero Civil

Rioja 1285

**CAESAR GUSTAVO O.**

Ingeniero Electricista

E. Zeballos 519

**CANTERO FERMIN**

Ingeniero Civil

Callao 932

**CAPDEVILA ALFONSO**

Técnico Nacional

Mitre 2132

**CARDARELLI JOSE S.**

Ingeniero Civil

Italia 569

**CARDOSO SERVANDO**

Ingeniero

Santiago 1229

**CARNIGLIA JOSE**

Ingeniero Civil

San Luis 423

**CASAS GUILLERMO**

Ingeniero Civil

Sargento Cabral 50

CASELLA ALBERTO T.  
Ingeniero Civil  
Laprida 2192

CAUTERO JUAN B.  
Arquitecto  
Entre Ríos 718

CHICHONI ROBERTO  
Ingeniero Civil  
Cochabamba 1136

COGAN JORGE E.  
Técnico Nacional  
Construcciones  
España 1668 U. T. 25294

CLAVEROL MANUEL  
Técnico Nacional  
San Martín 1593

COLOMBO BERRA J. J.  
Abogado  
Santa Fe 604

CONTINO DOMINGO  
Agrimensor Nacional  
Buenos Aires 1626

CORNERO GUILLERMO  
Agrimensor Nacional  
Chacabuco 1340

CORSI SABINO  
Técnico Nacional  
Córdoba 1150

CRISTIÁ PEDRO J.  
Técnico Nacional  
1º de Mayo 2215

DAUMAS ERNESTO  
Agrimensor Nacional  
Br. Oroño 1024

DE LIO JOSE CARLOS  
Médico Cirujano  
Lagos (F. C. C. A.)

DELLA PAOLERA CARLOS M.  
Ingeniero Civil  
Caseros 410 (B. A.)

DELLAROLLE VICTOR  
Arquitecto  
25 de Diciembre 1890

DE LORENZI ERMETE  
Arquitecto  
Córdoba 2035

DEVOTO JUAN A.  
Ingeniero Agrónomo  
Pje. Centeno 40

DIAZ ANDRIEU LUIS  
Técnico Constructor Nacional  
Av. Arijón 1236

DOTTA LORENZO Z.  
Ingeniero Civil  
Urquiza 2265

DURAND JUAN B.  
Arquitecto  
Santa Fe 1894

ELIAS ADOLFO  
Doctor en Química  
Córdoba 575

ELLERT WALTER OTTO J.  
Agrimensor Nacional  
Salta 3049

ERLIJMAN MARCOS  
Agrimensor  
Rioja 727

ESCANDELL MIGUEL  
Ingeniero Civil  
San Luis 559

ESCUADERO ANTONIO  
Ingeniero Civil  
Olivos (F. C. C. A.)

FARENGO ADOLFO  
Ingeniero Civil  
Yerbal 2750 (B. A.)

FERRERO PEDRO  
Electrotécnico Nacional  
Santa Fé 2098

FIALLO MONTERO JORGE  
Ingeniero Civil  
Entre Ríos 840

FRAQUELLI CARLOS  
Ingeniero Mecánico  
Tucumán 2050

FUENTES FRANCISCO  
Agrimensor Nacional  
Urquiza 1230

GABRIELLI AMADO  
Técnico Nacional  
Montevideo 1984

**GAMBETTA PEDRO H.**  
Doctor en Química  
Santa Fé 1047 - Piso 4º Dto. 6º  
U. T. 25365 Rosario

**GARCIA ANGEL**  
Agrimensor Nacional  
3 de Febrero 2164

**GERMAIN ALBERTO**  
Agrimensor  
Dorrego 1246

**GIORGETTI ANGEL**  
Arquitecto  
V. Sársfield 762

**GOMEZ OSCAR**  
Ingeniero Civil  
Balcarce 1021

**GREPPI HIGINIO**  
Agrimensor  
San Martín 3447

**GUIDO ANGEL**  
Ingeniero Civil  
Colón 1345

**GUITART JOSE**  
Agrimensor Nacional  
Maipú 1827

**HERNANDEZ LARGUIA**  
Arquitecto  
San Luis 454

**HOCHBERG ALEJANDRO**  
Técnico Nacional  
Salta 1834

**INFANTE ALEJO**  
Ingeniero Civil  
Buenos Aires 1037

**ISELLA CARLOS**  
Ingeniero Civil  
San Lorenzo 1453

**KLINGER JORGE**  
Ingeniero Civil  
25 de Diciembre 1261

**KNUDSEN EINAR**  
Técnico Nacional  
Petrópolis 626

**KOJANOVICH VALERIO**  
Técnico Nacional  
Vierra 226 (Saladillo)

**LACAL EMILIO**  
Ingeniero Civil  
R. Falcón 7059 (B. A.)

**LAMARQUE EDUARDO**  
Ingeniero Civil  
Italia 387

**LAMOURET LEON**  
Arquitecto  
4 de Enero 2742 (S. F.)

**LAPORTE LUIS B.**  
Ingeniero Civil  
San Luis 602

**LEIVA OTONIEL**  
Ingeniero Civil  
Br. Rondeau 395

**LOPEZ MAYER ADOLFO**  
Técnico Nacional  
Dorrego 1619

**LOTTICI PAULINO**  
Técnico Nacional  
3 de Febrero 565

**LOUREIRO JORGE A.**  
Ingeniero Geógrafo  
Balcarce 1486

**LO VOI GUIDO**  
Arquitecto  
Buenos Aires 1059

**LUCHINI RAUL V.**  
Agrimensor  
Sarmiento 1538

**MAINI CUNEO ULRICO**  
Agrimensor Nacional  
9 de Julio 543 — U. T. 3775

**MAISONNAVE EMILIO**  
Arquitecto  
1º de Mayo 1776

**MAISONNAVE RAMON**  
Agrimensor Nacional  
1º de Mayo 1776

**MALAJOVICH LUIS**  
Ingeniero Civil  
Tostado (F. C. C. N. A.)

**MANZELLA ERNESTO J.**  
Arquitecto  
Maipú 1708

MARCOGLIESE EMILIO

Arquitecto

Pte. Roca 1458

MARTINO CANDIDO

Ingeniero Civil

Canning 1322 (B. A.)

MAZZONI EDUARDO B.

Ingeniero Civil

25 de Diciembre 1116

MENDIONDO PEDRO

Ingeniero Civil

San Juan 1575 (B. A.)

MICHELETTI LUCIANO E.

Ingeniero Civil

Santa Fe 1360

MICHELETTI TITO

Arquitecto

Santa Fe 1360

MICHELETTI JOSE A.

Arquitecto

Santa Fe 1360

MILIA JULIAN

Agrimensor Nacional

Cochabamba 436

MILITELLO CARMELO

Técnico Nacional

San Luis 3015

MINETTI A.

Ingeniero

Pte. Roca 1228

MOLINA Y VEDIA E.

Ingeniero Civil

Arenales 1642 (B. A.)

MOREIRAS MARQUE CARLOS

Agrimensor

Laprida 1295

MORGANTINI MARIO

Ingeniero Civil

25 de Diciembre 1013

NACHEZ ANTONIO R.

Ingeniero Civil

Corrientes 377

NOCERA GUILLERMO DANTE

Técnico Constructor Nacional

1º de Mayo 1909 — U. T. 22895

NOVERO ANDRES

Técnico Nacional

Salta 1267

OLGUIN JUAN

Agrimensor

Urquiza 1775

OLLIER ERNESTO

Técnico Constructor Nacional

Laprida 2328

ORLANDO HUMBERTO

Técnico Nacional

Pichincha 1157

PAGNACO MODESTO L.

Ingeniero Civil

Moreno 1615

PARENTI DOMINGO

Ingeniero Industrial

Arijón 1060

PARFAIT RODOLFO A.

Ingeniero Civil

25 de Diciembre 832

PASQUALE ANTONIO J.

Técnico Nacional

3 de Febrero 1744

PEREZ HERNANDEZ L. A.

Ingeniero Civil

Colón 1568

PERFUMO MARIO

Agrimensor

Gorriti 543

PIZZOLATO ERNESTO

Técnico Constructor

Av. Pellegrini 386

PLA CORTES

Ingeniero Civil

Santa Fe 1479

QUAGLIA EDMUNDO D.

Ingeniero Civil

Italia 531

RAZORI FRANCISCO

Ingeniero Civil

Sorrento

REPOSSINI JOSE P.

Ingeniero Civil

Pueyrredón 935 (B. A.)

RICARDO PABLO E.  
Ingeniero Civil  
Montevideo 530

RIGANTI ERNESTO F.  
Arquitecto  
Junín 1492 (B. A.)

RODA ERNESTO  
Constructor Técnico Nacional  
Catamarca 1173

RUBINSTEIN SIMON  
Ingeniero Civil  
Pje. Cullen 711

SANCHEZ GRANEL P.  
Ingeniero  
Buenos Aires 1336

SANCHO JOSE (h.)  
Ingeniero Civil  
Av. Pellegrini 1620

SANMARTINO JOSE  
Arquitecto  
Pueyrredón 1615

SCHAMIS AARON  
Ingeniero  
Ríoja 2307

SCHUSTER FEDERICO  
Contador Nacional  
San Luis 805 U. T. 0078

SIBURU DAVID  
Agrimensor  
Laprida 881

SICA JOSE  
Médico Cirujano  
Laprida 1210 U. T. 6814

SOLHAUNE AQUILES J.  
Profesor de Francés  
Santa Fé 2357

STEVENAZZI DAVID  
Agrimensor Nacional  
Buenos Aires 1466

TAVERNIER JORGE A.  
Arquitecto  
Av. Belgrano 348

TONCONOGY JOSE  
Agrimensor Nacional  
Ayacucho 5357 — U. T. Arijón 230

TORRIGLIA CESAR  
Agrimensor  
San Lorenzo 1131

VACCA ENRIQUE  
Agrimensor  
E. Zeballos 642

VASSALLI MIGUEL E.  
Doctor en Química  
Br. Oroño 939

VASSALLO MANUEL  
Ingeniero Civil  
Av. Pellegrini 95

VAZQUEZ RODRIGUEZ JOSE  
Agrimensor Nacional  
Ayacucho 1292

VERGA LUIS C.  
Ingeniero Civil  
Jujuy 1379

VERGARA OROÑO G.  
Agrimensor  
San Lorenzo 1338

VIGNAUX JUAN C.  
Doctor en Matemáticas  
Berruti 3813 (B. A.)

ZABETTA CODA S. O.  
Técnico Constructor Nacional  
25 de Diciembre 958

ZANOTTI PASCUAL E.  
Ingeniero Civil  
Maipú 341 U. T. 20774

ZAPATA RAUL  
Ingeniero Civil  
Av. Pellegrini 2085

WYK JUAN C. VAN  
Ingeniero Civil  
Salta 1880

## JOYERIA TRIPPUTI

Alhajas - Relojes - Brillantes  
Copas y Medallas para Premios

NO DEJE DE VISITARLA

SAN JUAN 1224

U. T. 20724

MANTEQUERIA  
**"La Moderna"**

SOLAMENTE ARTICULOS  
DE CALIDAD GARANTIDOS  
:: POR LA MARCA ::  
**"SUPERCLASS"**

MANTECA PURA DEL DIA  
QUESOS NACIONALES  
QUESOS IMPORTADOS  
ACEITES DE OLIVA DE LUCCA  
EXTRACTO de TOMATE de PARMA  
HONGOS SECOS MUY FINOS  
CONSERVAS EN GENERAL  
PASTAS ALIMENTICIAS DE NA-  
POLES.

**PEDRO LENTI**

SAN LUIS 979-983 - Teléf. 22351

**KURT RICHTER**

INGENIERO

••

**ESTABLECIMIENTO METALURGICO**

••

**SILOS  
ELEVADORES DE GRANOS**

••

INSTALACIONES DE EMBARQUES

••

CONSTRUCCIONES METALICAS

••

INSTALACIONES INDUSTRIALES  
EN GENERAL

••

DORREGO 1957 - ROSARIO

**En la Casa PEUSER**

LIBROS DE TEXTO PARA LAS ESCUELAS PRIMARIAS,  
COLEGIOS NACIONALES, NORMALES Y FACULTADES

•••

LOS MEJORES UTILES ESCOLARES Y  
MATERIAL DE DIBUJO Y PINTURA

•••

GUARDE NUESTRAS BOLETAS DE VENTA :: ESTAMOS ADHERIDOS A  
LA PUBLICIDAD "ALFA" Y SU COMPRA PUEDE RESULTARLE GRATIS

•••

ACORDAMOS CREDITOS AL MAGISTERIO

**CASA JACOBO PEUSER Lda.**

1164 - CORDOBA - 1164 - ROSARIO

---

TALLERES  
GRÁFICOS  
FENNER  
ROSARIO

---