









# ORGANO OFICIAL DEL CENTRO ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

2do. TRIMESTRE DE 1935

Nro. 7

## SUMARIO

### SECCION INGENIERIA Y AGRIMENSURA

*Replanteo de un ángulo y prolongación de una línea* (continuación del N° 6), por el Ing. Simón Rubinstein.

*La soldadura eléctrica en las construcciones metálicas*, por el ingeniero Díaz Valentín.

*Precisión en los relevamientos planimétricos tipo topográficos y topométricos*, por el Ing. J. A. Loureiro. (De folleto publicado por la Facultad).

*Las ecuaciones de Clapeyron Bertot y su resolución por el método de iteración*, por el Ing. J. C. Van Wyk.

*Teoría de los errores* (continuación del N° 6), por el Ing. J. A. Loureiro.

*Análisis del taquímetro auto-reductor Bosshardt-Zeiss*, por el ingeniero R. V. Lucchini.

*La influencia de la soldadura de arco sobre la fragilidad y dureza de los aceros especiales*, por M. Roux (traducción de la "Revue du Micel").

### SECCION ARQUITECTURA

*Trabajos de la Escuela de Arquitectura.*

*Ensayo sobre una biología del rascacielo* (conferencia dictada en el Instituto Argentino-Norteamericano de Buenos Aires), por el ingeniero A. Guido.

*Cómo debe planearse un hospital general*, por H. Elridge y H. Hammaford.

*Estudio sintético de la evolución de la Arquitectura a través de las épocas* (continuación del N° 6), por el Arq. E. De Lorenzi.

*Encuesta a los profesores de Arquitectura sobre concepto de Arquitectura Moderna.*

*Proyecto de un plan de estudios para la escuela de Arquitectos*, por el Arq. J. M. Bens Arrarte, de La Habana.

### SECCION SEMINARIO

*El seminario en la Facultad de Ciencias Matemáticas*, por el doctor Natalio Muratti.

### SECCION UNIVERSITARIA

*Resultados obtenidos en la sección Pedagogía y Asuntos Universitarios del 5° Congreso de Medicina reunido en Rosario*, por el doctor A. Baldrich.

### SECCION MISCELANÉAS

*Una página.*

DONACION  
DEL  
Centro Estudiantes P. C. M.  
ROSARIO



# CENTRO ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS

## JUNTA DIRECTIVA

---

### PRESIDENTE

Leopoldo F. Van Lacke

### VICE PRESIDENTE

Arón Noremberg

### SEC. GENERAL

Fernando L. Giménez

### TESORERO

José Fascella

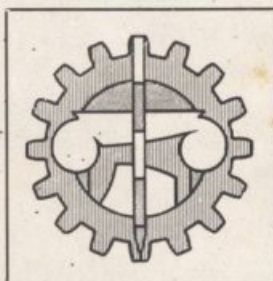
### SEC. REL. UNIV.

Pedro L. Vittori

### DELEGADOS DE CURSOS:

Toribio Alvarado  
José Valls  
Dante Tavagnacco  
Juan J. Berraondo  
Carlos Zeno

Luis Moreno Díaz  
Siro Colleoni  
Miguel Guerrini  
Germán Lange  
Juan Cerdá



*El Centro Estudiantes trabaja por la dignificación de la Universidad y defiende los intereses del estudiantado.*

*Justifique su condición de estudiante universitario ejercitándose en él, a ser útil a la sociedad.*

*El principio de unión preside el éxito de toda empresa.*

*El Centro Estudiantes espera en Vd. a un entusiasta y eficaz colaborador.*



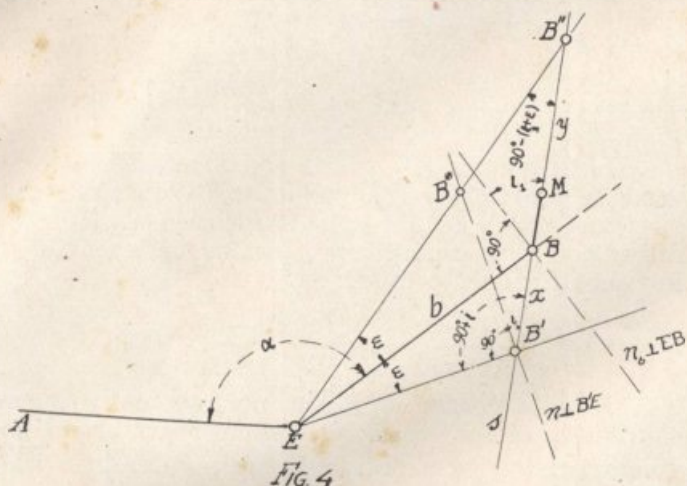
# REPLANTEO DE UN ANGULO

## PROLONGACION DE UNA LINEA UTILIZANDO UN TEODOLITO

(Continuación)

por el Ing. SIMON RUBINSTEIN

Sea (fig. 4)  $B'B'' = s$  la recta según la cual se ha movido el ayudante y que forma un ángulo de  $90^\circ + i$  con  $B'E$ . Con respecto a la normal  $n$  a  $EB'$ , se ha desviado de un ángulo  $i$  exteriormente al triángulo  $EB'B''$ . Llamemos  $B$  a la intersección de la bi-



sectriz con  $s$  y  $b$  a la distancia EB. Sea M el punto medio del segmento B'B". Nos proponemos demostrar que la distancia BM es despreciable aún para valores considerables del desvío  $i$ .

Llamemos  $i_1$  al ángulo que forman las rectas  $B'B''$  y la normal  $n_1$  a la bisectriz. En el  $\triangle EB'B''$ ,  $\angle \hat{B}B''$  es exterior y por lo tanto:

$$90^\circ + i_1 = 90^\circ + i + \varepsilon \therefore \boxed{i_1 = i + \varepsilon} \quad (5) \text{ é } i = i_1 - \varepsilon \quad (6).$$

Haciendo  $\overline{BB''} = y$ ;  $\overline{B'B} = x$  resulta:

$$\overline{\text{BM}} = \frac{y-x}{2} \quad (\text{ver revista anterior pag. 36})$$

dos últimas líneas y primera línea pag. 37).

Aplicando el teorema de los senos al  $\triangle EBB'$ :

$$\frac{x}{b} = \frac{\operatorname{sen} \varepsilon}{\operatorname{sen} (90^\circ + i)} = \frac{\operatorname{sen} \varepsilon}{\cos i} y \text{ teniendo en cuenta (6)}$$

$$\frac{x}{b} = \frac{\sin \varepsilon}{\cos (i_1 - \varepsilon)} \therefore x = b \frac{\sin \varepsilon}{\cos (i_1 - \varepsilon)} \quad (7)$$

Aplicando el mismo teorema al  $\triangle EBB''$

$$\frac{y}{b} = \frac{\text{sen } \varepsilon}{\text{sen } [90^\circ - (i_1 + \varepsilon)]} = \frac{\text{sen } \varepsilon}{\cos (i_1 + \varepsilon)}$$

$$\therefore y = b \frac{\operatorname{sen} \varepsilon}{\cos (i_1 + \varepsilon)} \quad (8)$$

Estamos en condiciones de calcular  $\overline{BM}$

$$\overline{\text{BM}} = \frac{y-x}{2} = \frac{1}{2} \left[ b \frac{\sin \varepsilon}{\cos(i_1 + \varepsilon)} - b \frac{\sin \varepsilon}{\cos(i_1 - \varepsilon)} \right] =$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{b \operatorname{sen} \varepsilon}{2} \left[ \frac{1}{\cos (i_1 + \varepsilon)} - \frac{1}{\cos (i_1 - \varepsilon)} \right] = \\
 &= \frac{b \operatorname{sen} \varepsilon}{2} \left[ \frac{1}{\cos i_1 \cos \varepsilon - \operatorname{sen} i_1 \operatorname{sen} \varepsilon} - \right. \\
 &\quad \left. - \frac{1}{\cos i_1 \cos \varepsilon + \operatorname{sen} i_1 \operatorname{sen} \varepsilon} \right] = \\
 &= \frac{b \operatorname{sen} \varepsilon}{2} \cdot \frac{1}{\cos i_1 \cos \varepsilon} \left[ \frac{1}{1 - \operatorname{tg} i_1 \operatorname{tg} \varepsilon} - \right. \\
 &\quad \left. \frac{1}{1 + \operatorname{tg} i_1 \operatorname{tg} \varepsilon} \right] = \\
 &= \frac{b \operatorname{tg} \varepsilon}{2 \cos i_1} \frac{2 \operatorname{tg} i_1 \operatorname{tg} \varepsilon}{1 - \operatorname{tg}^2 i_1 \operatorname{tg}^2 \varepsilon} = \\
 &= b \operatorname{tg}^2 \varepsilon \frac{\operatorname{tg} i_1}{\cos i_1} \frac{1}{1 - \operatorname{tg}^2 i_1 \operatorname{tg}^2 \varepsilon}
 \end{aligned}$$

Hemos llegado al resultado siguiente:

$$\overline{\text{BM}} = b \operatorname{tg}^2 \varepsilon \frac{\operatorname{tg} i_1}{\cos i_1} \frac{1}{1 - \operatorname{tg}^2 i_1 \operatorname{tg}^2 \varepsilon} \quad (9)$$

Dada la pequeñez de  $\varepsilon$  podemos hacer  $\operatorname{tg} \varepsilon =$  y de la fórmula rigurosa anterior pasamos a la siguiente cuya aproximación es suficiente:

$$\overline{\text{BM}} = b \varepsilon^2 \frac{\operatorname{tg} i_1}{\cos i_1} \cdot \frac{1}{1 - \varepsilon^2 \operatorname{tg}^2 i_1} = b \varepsilon^2 \frac{\operatorname{tg} i_1}{\cos i_1}.$$

$$[1 + \varepsilon^2 \operatorname{tg}^2 i_1] = b \varepsilon^2 \frac{\operatorname{tg} i_1}{\cos i_1} + b \varepsilon^4 \frac{\operatorname{tg}^3 i_1}{\cos i_1}$$

es decir

$$\overline{BM} = b \varepsilon^3 \frac{\operatorname{tg} i_1}{\cos i_1} + b \varepsilon^4 \frac{\operatorname{tg}^3 i_1}{\cos i_1} \quad (10) \quad \text{En esta fórmula}$$

mula  $\epsilon$  está expresado en radianes,

Si se tiene en cuenta (5) llegamos finalment

$$\overline{\text{BM}} = b \varepsilon^2 \frac{\text{tg}^2(i+\varepsilon)}{\cos(i+\varepsilon)} + b \varepsilon^4 \frac{\text{tg}^3(i+\varepsilon)}{\cos(i+\varepsilon)} \quad (11)$$

Apliquemos esta fórmula para  $b = 1000 \text{ m.}$ :  $\varepsilon = 2' = 0,0006$  y para un valor sumamente exagerado  $i = 44^{\circ}58'$ .

Encontremos el valor del 1er. término:

$$b_{\varepsilon^2} \frac{\operatorname{tg}(i+\varepsilon)}{\cos(i+\varepsilon)} = 1.000.000 \text{ mm} \times 0.000.00036 \frac{\operatorname{tg} 45^0}{\cos 45^0} = 0,36 \text{ mm} \cdot \frac{1}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = 0,51 \text{ mm.} \quad (a)$$



El valor del segundo término es:

$$b \varepsilon^4 \frac{\text{tg}^3 (i + \varepsilon)}{\cos (i + \varepsilon)} = 1.000.000.000 \mu \times 0,000.000.000.000.1296 \times \\ \times \frac{\text{tg}^3 45^\circ}{\cos 45^\circ} = 0,000.1296 \mu \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,000183 \mu.$$

El resultado obtenido nos permite afirmar que en el cálculo del error  $\overline{BM}$  podemos prescindir del 2º término con lo que la fórmula a emplear quedará reducida a la siguiente:

$$\overline{BM} = b \varepsilon^2 \frac{\text{tg} (i + \varepsilon)}{\cos (i + \varepsilon)} \quad (12)$$

Por otra parte, observamos que aún para un valor tan exagerado para la desviación  $i$ , el primer término no tiene mayor importancia, su valor es 0,51 mm.

Aplicemos la fórmula (12) para  $i = 19^\circ 58'$  y para  $i = 9^\circ 58'$ . Todos estos cálculos, lo mismo que los anteriores se hicieron con la regla de cálculo, que para el presente caso es suficiente.

Para  $i = 19^\circ 58'$ :

$$\overline{BM} = 1.000.000.000 \mu \times 0,000.00036 \times \frac{\text{tg} 20^\circ}{\cos 20^\circ} = \\ = 360 \mu \times \frac{0,364}{0,940} = 140 \mu = 0,14 \text{ mm (b)}$$

Para  $i = 9^\circ 58'$ :

$$\overline{BM} = 1.000.000.000 \mu \times 0,000.00036 \times \frac{\text{tg} 10^\circ}{\cos 10^\circ} = \\ = 360 \mu \times \frac{0,176}{0,985} = 64 \mu = 0,064 \text{ mm. (c)}$$

Analicemos ahora el caso en que la desviación  $i$  se produzca en sentido contrario, es decir cuando el ayudante se desplaza según  $s = B'B''$  (fig. 5) forman-

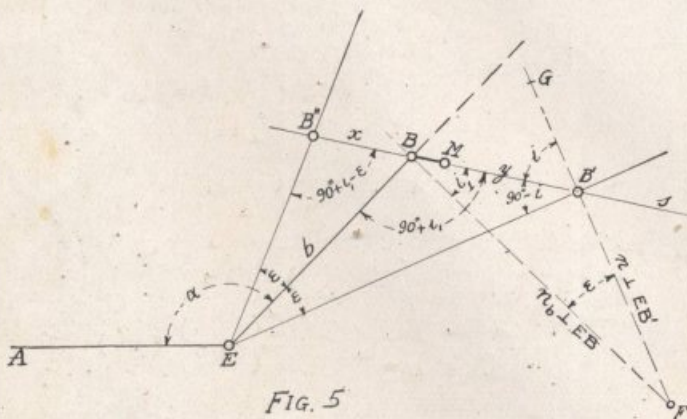


Fig. 5

do con  $EB'$  un ángulo  $90^\circ - i$ . Con respecto a la normal  $n$  a  $EB'$ ,  $B'B''$  está desviado de  $i$  hacia la estación E. Tracemos  $n_b \perp EB$ . El  $\angle BFB'$ , por tener sus lados perpendiculares a los del  $\angle BEB'$ , tiene por valor  $\varepsilon$ .

En el  $\triangle BB'E$ , el  $\angle BB'G$  es exterior, por consiguiente:

$$i = i_1 + \varepsilon \quad (6') \quad \text{é} \quad \boxed{i_1 = i - \varepsilon} \quad (5')$$

En el  $\triangle EB''B$ , el  $\angle EBB'$  es exterior

$\therefore 90^\circ + i_1 = \varepsilon + \angle EB''B$  es decir

$$\angle EB''B = 90^\circ + i_1 - \varepsilon$$

Designemos con  $x$  a la distancia  $B''B$ , con  $y$  a la distancia  $BB'$  y como en el primer caso con  $b$  a la distancia  $EB$ .

Si aplicamos el teorema de los senos al  $\triangle EB''B$  tendremos:

$$\frac{x}{b} = \frac{\text{sen } \varepsilon}{\text{sen } [90^\circ + (i_1 - \varepsilon)]} = \frac{\text{sen } \varepsilon}{\cos (i_1 - \varepsilon)}$$

$$\therefore x = b \frac{\text{sen } \varepsilon}{\cos (i_1 - \varepsilon)} \quad (7')$$

El mismo teorema apliquemos al  $\triangle EBB'$

$\frac{y}{b} = \frac{\text{sen } \varepsilon}{\text{sen } (90^\circ - i)} = \frac{\text{sen } \varepsilon}{\cos i}$  y teniendo en cuenta (6')

$$\frac{y}{b} = \frac{\text{sen } \varepsilon}{\cos (i_1 + \varepsilon)} \quad \therefore y = b \frac{\text{sen } \varepsilon}{\cos (i_1 + \varepsilon)} \quad (8')$$

Las fórmulas (7') y (8') son idénticas respectivamente a las (7) y (8), por lo tanto operando con ellas se llegaría a un resultado idéntico al (10). Si utilizamos esta fórmula y tenemos en cuenta (5') llegamos finalmente a que:

$$\overline{BM} = b \varepsilon^2 \frac{\text{tg} (i - \varepsilon)}{\cos (i - \varepsilon)} + b \varepsilon^4 \frac{\text{tg}^3 (i - \varepsilon)}{\cos (i - \varepsilon)} \quad (11)$$

En esta última expresión, por el motivo mencionado en el 1er. caso, podemos prescindir del segundo término y la fórmula definitiva del error  $\overline{BM}$  sería la siguiente:

$$\boxed{\overline{BM} = b \varepsilon^2 \frac{\text{tg} (i - \varepsilon)}{\cos (i - \varepsilon)}} \quad (12')$$

Esta fórmula para  $b = 1000 \text{ m}$ ;  $\varepsilon = 2'$ ;  $i = 45^\circ 02'$ ;  $i = 20^\circ 02'$ ; é  $i = 10^\circ 02'$  nos da respectivamente los resultados (a); (b) y (c). Estos resultados justifican la afirmación que hemos hecho en las tres últimas líneas de la pág. 37 de la revista anterior.

Dada la pequeñez de  $\varepsilon$  con respecto a  $i$ , en las fórmulas (12) y (12') podemos sustituir con aproximación suficiente a  $\frac{\text{tg} (i + \varepsilon)}{\cos (i + \varepsilon)}$  y a  $\frac{\text{tg} (i - \varepsilon)}{\cos (i - \varepsilon)}$

por  $\frac{\text{tg } i}{\cos i}$ , con lo que obtendríamos para el error  $\overline{BM}$  una fórmula única para ambos casos que sería la siguiente:

$$\boxed{\overline{BM} = b \varepsilon^2 \frac{\text{tg } i}{\cos i}} \quad (XII)$$

El método explicado no elimina el error debido a la falta de verticalidad del eje principal y si se quiere restringir su influencia hay que efectuar el calaje del teodolito en las mejores condiciones posibles. Para limitar el error de apuntamiento en un teodolito dado, hay que utilizar señales adecuadas a la distancia en que se opera.



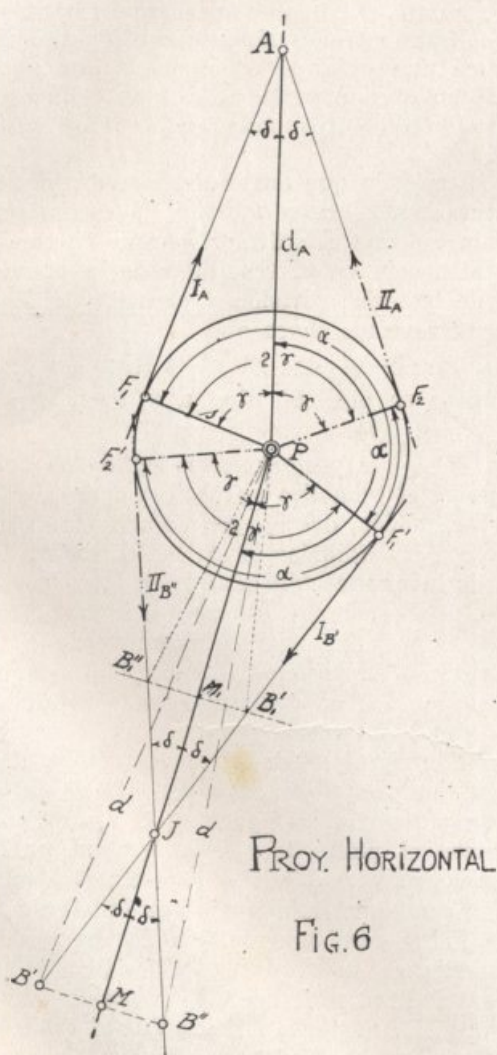
Si no se utilizan mas que jalones y fichas, deberán emplearse estas últimas cuando sus imágenes se vean con claridad en el anteojo del teodolito.

El error de división del limbo, que se restringe reiterando el procedimiento indicado en posiciones equidistantes del disco acimutal, tiene tan poca importancia en los teodolitos modernos, que basta en las operaciones topográficas con una sola operación.

En cuanto al arrastre del limbo en los teodolitos en buenas condiciones no tiene importancia. Si se quiere controlar el instrumento para juzgar si existe o no arrastre, basta una vez efectuada la lectura  $L_B$  girar la alidada en el mismo sentido sin invertir el anteojo y visar el punto A. La lectura que se efectue debe diferir de  $L_A$  de un valor comprendido en el entorno correspondiente a los errores de apuntamiento y de lecturas.

Al error de estacionamiento se le limita en excelentes condiciones cuando el teodolito dispone de plomada optica.

Para terminar con este asunto probaremos que el procedimiento analizado elimina un error residual de excentricidad del anteojo. Sea (fig. 6)  $P$  el eje



principal (que supondremos vertical),  $s$  el eje secundario (que admitiremos horizontal) y  $I_A$  el eje visual cuando se visa el punto A. Giremos alrededor de P de un ángulo  $\alpha$ . El eje visual pasa de la posición  $I_A$  a la posición  $I_B$  y fijemos sobre este rayo un punto  $B'$  que esté a una distancia  $d$  de P. Pasemos ahora

a la posición conjugada. El punto  $F_2$  debe estar sobre la circunferencia de centro P y de radio  $PF_1$  y por otra parte como el ángulo recto se conserva,  $AF_2$  debe ser tangente a la circunferencia mencionada. Bastará entonces, por A trazar la otra tangente  $AF_2$  para tener la posición  $II_A$  del eje de colimación. Giremos alrededor de P, y a partir de esta posición, de un ángulo  $\alpha$ . De  $II_A$  pasaremos a  $II_B$ . Fijemos sobre este rayo un punto  $B''$  que esté a una distancia  $d$  de P.

Llamemos J a la intersección de  $I_B$  y  $II_B$  y M a la intersección de PJ con  $B'B''$ . Demostraremos que M es el punto medio de  $B'B''$  y que el  $\angle APM = \alpha$ .

De la igualdad de los  $\triangle$  rectángulos  $AF_1P$  y  $AF_2P$  (tienen común la hipotenusa AP e iguales los catetos  $F_1P$  y  $PF_2$ ) surge que  $F_1PA = APF_2 = \frac{2\gamma}{2} = \gamma$

Por la misma razón son iguales los  $\triangle$  rectángulos  $PF_1J$  y  $PF_2J$  (tienen común la hipotenusa PJ e iguales los catetos  $PF_1$  y  $PF_2$ )

$$\therefore \angle F_1PJ = \angle JPF_2 \quad (13) \text{ y } F_1J = F_2J \quad (14).$$

Por otra parte:

$$\alpha = F_1PF_1' = F_1PF_2 + F_2PF_1' = 2\gamma + F_2PF_1' \text{ y}$$

$$\alpha = F_2PF_2' = F_2PF_1' + F_1PF_2' \text{ por consiguiente:}$$

$$2\gamma + F_2PF_1' = F_2PF_1' + F_1PF_2'$$

$$\therefore F_1PF_2' = 2\gamma \text{ y teniendo en cuenta (13)}$$

$$F_2PJ = JPF_1' = \frac{F_1PF_2'}{2} = \gamma$$

Los cuatro  $\triangle$  rectángulos  $PF_1A$ ;  $PF_2A$ ;  $PF_1J$  y  $PF_2J$  son iguales por tener iguales los catetos  $PF_1$ ;  $PF_2$ ;  $PF_1J$  y  $PF_2J$  y los ángulos agudos  $F_1PA$ ;  $APF_2$ ;  $F_1PJ$  y  $JPF_2'$ . Los ángulos  $F_1AP$ ;  $PAF_2$ ;  $F_1JP$  y  $PJF_2'$  complementarios de los anteriores serán iguales. Llamemos  $\delta$  a su común valor.

El rayo JP será por consiguiente bisectriz del  $\angle F_2JF_1'$  y el opuesto JM será entonces bisectriz del  $\angle B'JB''$  opuesto por el vértice del anterior.

$$\angle B'JM = \angle B''JM = \delta \quad (16).$$

Los  $\triangle$  rectángulos  $PF_1B'$  y  $PF_2B''$  son iguales por tener las hipotenusas  $PB'$  y  $PB''$  iguales y los catetos  $PF_1$  y  $PF_2$  iguales  $\therefore F_1B' = F_2B''$  (15)

$$\text{Si de (15) restamos (14) se llega } JB' = JB'' \quad (17)$$

Por último los  $\triangle JB'M$  y  $JMB''$  son iguales por tener  $JB' = JB''$  (17); JM común y los ángulos comprendidos iguales (16). De esta igualdad surge  $B'M = MB''$ . Por consiguiente M es el punto medio del  $B'B''$ .

Probemos ahora que  $\angle APM = \alpha$ .

En efecto:

$$\angle APM = F_1PF_2' - F_1PA + F_2PM = \alpha - \gamma + \gamma = \alpha$$

Acabamos de demostrar que el rayo, determinado por P y el punto medio M de  $B'B''$  forma con PA el  $\angle \alpha$  deseado, lo que nos permite afirmar que el método que se analiza elimina la influencia del error residual de excentricidad del anteojo.

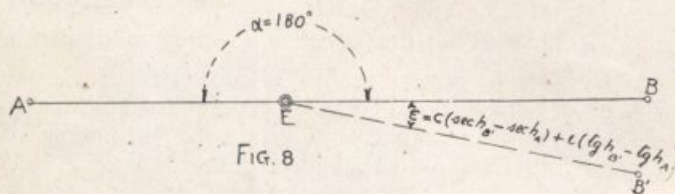
Si  $d = \overline{PB'} = \overline{PB''} = d_A$ ;  $B'; B''$ ; M y J coinciden.

Y si  $d = \overline{PB_1'} = \overline{PB_1''} < d_A$  se podría demostrar análogamente (fig. 6) que  $M_1$  es el punto medio de  $B_1'B_1''$ .



puede reducir al anterior. Sea  $P$  el eje principal,  $s$  el secundario y  $v$  perpendicular al anterior el eje visual. Tracemos por  $P$  la perpendicular a  $v$  y sea  $F_1$  su pié. Consideremos la circunsferencia de centro  $P$  y de radio  $PF_1$ . En cualquier posición del eje de colimación, éste será tangente de la circunsferencia mencionada y así, por ejemplo, para encontrar la posición conjugada del eje visual cuando se visa  $A$  bastará considerar la otra tangente  $AF_2$ . Vemos entonces, que a los efectos de fijar las posiciones del eje de colimación se puede reemplazar el eje secundario  $s$  por el  $s'$ , con lo que queda reducido este caso al anterior y vale por consiguiente la misma conclusión.

Si se desea prolongar una línea AE valiéndose de un teodolito (fig. 8), **un primer procedimiento** consistiría en aplicar el método anterior haciendo  $\alpha = 180^\circ$ .

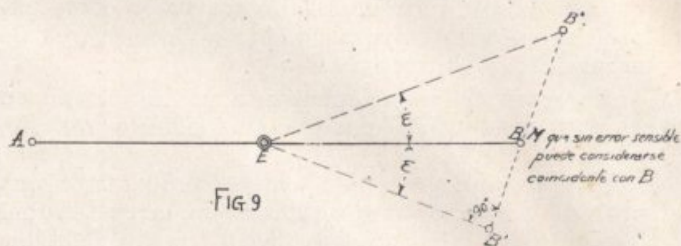


$i$  de colimación é inclinación del eje secundario, la línea resultaría desviada de un valor.

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

**Otro procedimiento** que elimina la influencia de los mismos errores que el método anterior, además de otros que indicaré más adelante, es el siguiente:

Verticalizado en las mejores condiciones el teodolito, se visa con C. I. la parte mas baja de la señal A y teniendo fija la alidada con el tornillo de presión correspondiente, se gira el anteojo alrededor del eje secundario y un ayudante coloca una señal B' de manera que su imagen se forme en el hilo verti-



cal del retículo. El operador repite la operación con C.D. y el ayudante moviéndose a ojo normalmente a EB' coloca una señal B'' de manera que su imagen coincida con el hilo vertical. El punto medio M del segmento B'B'' corresponde a la línea prolongada (fig. 9).

En el método que acaba de describirse, no se hacen lecturas en el disco acimutal, por consiguiente es más ventajoso que el anterior, porque en este caso no tienen influencia en el resultado de la operación los errores de lecturas, división y arrastre del limbo.

Demostremos ahora que

$$\varepsilon = c (\sec h_B + \sec h_A) + i (\operatorname{tg} h_A + \operatorname{tg} h_B).$$

Visemos en posición directa es decir con C. I. al punto A (fig. 10).

Sea  $PI_{da}$  la posición correspondiente del eje secundario. Si el teodolito no tuviese errores de colimación e inclinación del eje secundario, la posición de éste sería perpendicular a AP y el índice I (a los efectos de la explicación admitimos el índice I coincidente con el extremo derecho del eje secundario) ocuparía la posición  $I_{vda}$  (posición verdadera del índice I visando en posición directa, C. L., el punto A) formando con  $I_{da}$  en el sentido de la graduación (en nuestro caso) un arco  $\gamma = c \sec h_A + i \operatorname{tg} h_A$ .

Manteniendo fija la alidada con el tornillo de presión correspondiente, es decir dejando fijo el eje secundario en su posición  $PI_{dA}$  giremos el eje de colimación hasta visar el punto B'. Desde que al punto B' lo estamos visando en posición inversa, es decir C. D.,  $c \acute{e} i$  han cambiado de signo y por consiguiente su influencia habrá cambiado de sentido. La posición verdadera del eje secundario  $PI'_{viB'}$  ( $PI'_{viB'}$  posición verdadera del índice  $I$  visando en posición inversa, es decir con C. D., al punto B') las obtendremos entonces, en nuestro caso, haciendo girar el eje  $PI_{dA}$  en sentido contrario al de la graduación de un ángulo:

$\delta = c \sec h_B + i \operatorname{tg} h_B; (h_B = h_B)$ . Con esto queda fijado el rayo  $PB'$ , pues éste es  $\perp PI'_{\text{vir}}$ .

Desde que  $PB \parallel PI_{vdA}$ , y  $PB' \parallel PI'_{viB'}$  se tendrá:

$$\angle \text{BPB}' = \angle \text{I}_{\text{vdA}} \text{PI}'_{\text{viB}'} = \varepsilon = \gamma + \delta = \\ = c(\sec h_A + \sec h_B) + i(\operatorname{tg} h_A + \operatorname{tg} h_B)$$



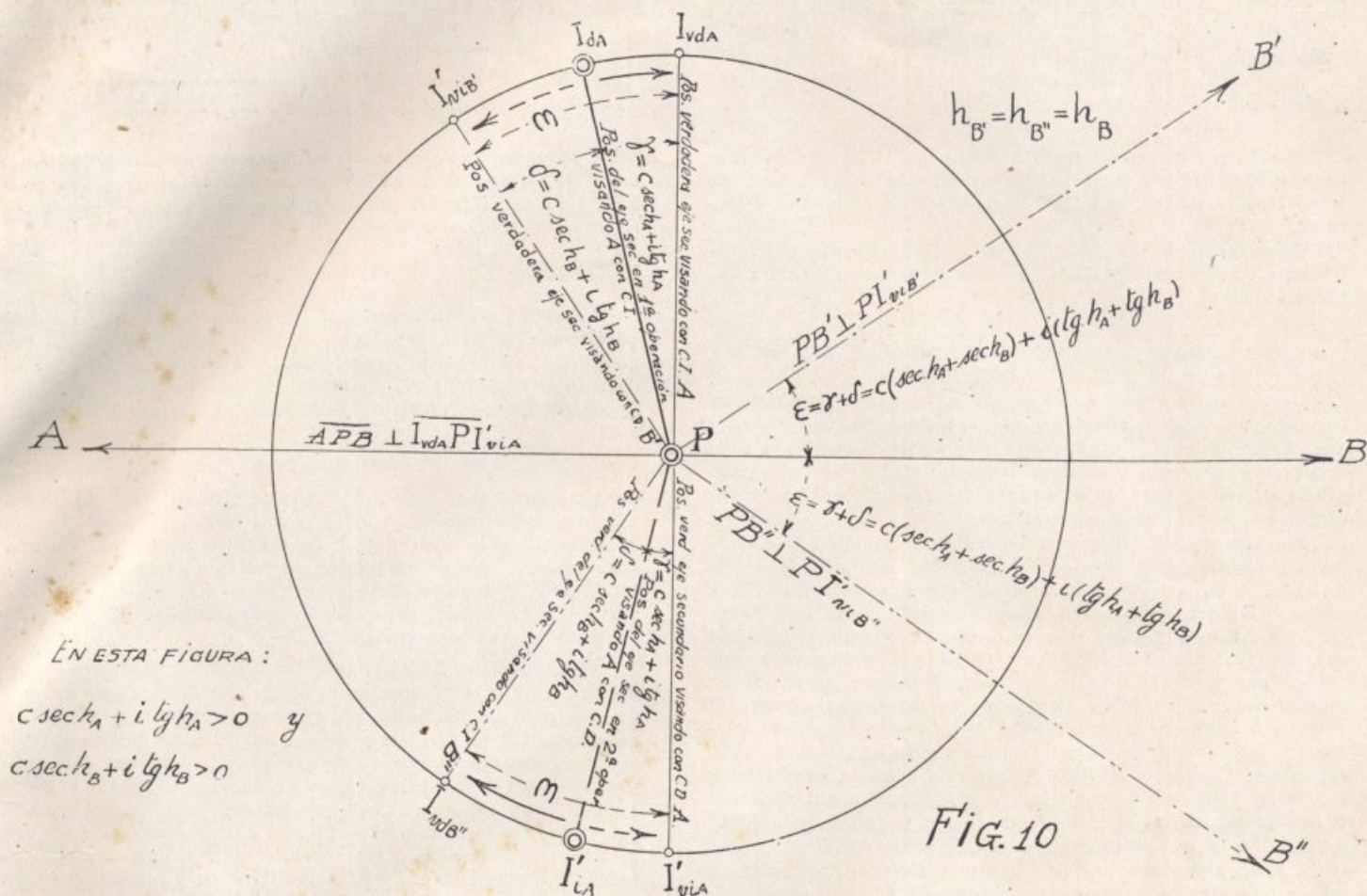


Fig. 10

EN ESTA FIGURA:

$$c \sec h_A + i \operatorname{tg} h_A > 0 \quad \text{y} \\ c \sec h_B + i \operatorname{tg} h_B > 0$$

Vemos que el punto B', debido a los errores de colimación e inclinación del eje secundario, no está sobre la recta AP siendo  $\epsilon$  la desviación de PB'.

Ahora se visa con C. D. al punto A y se fija la alidada. El eje secundario ocupará la posición PI<sub>ia</sub> de manera que I<sub>via</sub> (cuya posición conocemos, pues es opuesto a I<sub>vdA</sub>) esté desviado de I<sub>ia</sub> de un arco y engendrado en sentido contrario al de la graduación. (No olvidar que estamos con C. D. y que  $c$  e  $i$  han cambiado de signo). Y así se seguiría análogamente al caso analizado para la posición PI<sub>da</sub> del eje secundario y fácilmente se llegaría al resultado siguiente:

Que PB'' forma con PB el mismo ángulo  $\epsilon$  y en sentido contrario, es decir que PB es la bisectriz del  $\angle B'PB''$ .

Consideremos ahora el caso en que haya un error residual de excentricidad del eje de colimación. Sea P el eje principal que admitimos vertical,  $s$  el eje secundario que suponemos horizontal y F<sub>1</sub>A el eje de colimación que admitimos perpendicular al anterior y que tiene una excentricidad PF<sub>1</sub>. Giremos el eje visual alrededor de  $s$  y fijemos un punto B' a una distancia  $d$  de P. Consideremos ahora la circunferencia de centro P y de radio PF<sub>1</sub>. La posición conjugada del eje de colimación cuando se visa A es la otra tangente AF<sub>2</sub> y la posición correspondiente del eje secundario será  $s'$ . Giremos el eje visual alrededor de  $s'$  y fijemos un punto B'' a la misma distancia  $d$  de P.

Los triángulos APB' y APB'' son simétricos con

respecto a AP y por consiguiente el punto medio del segmento B'B'' estará sobre el eje de simetría AP. Esto

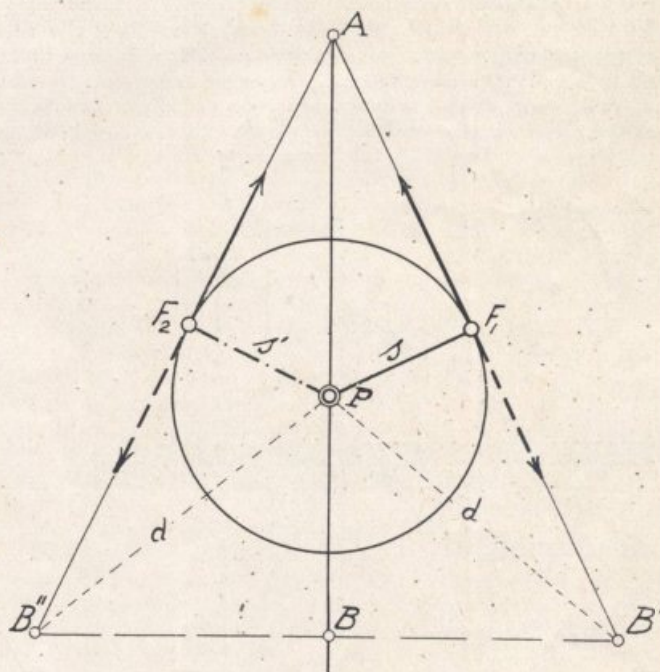
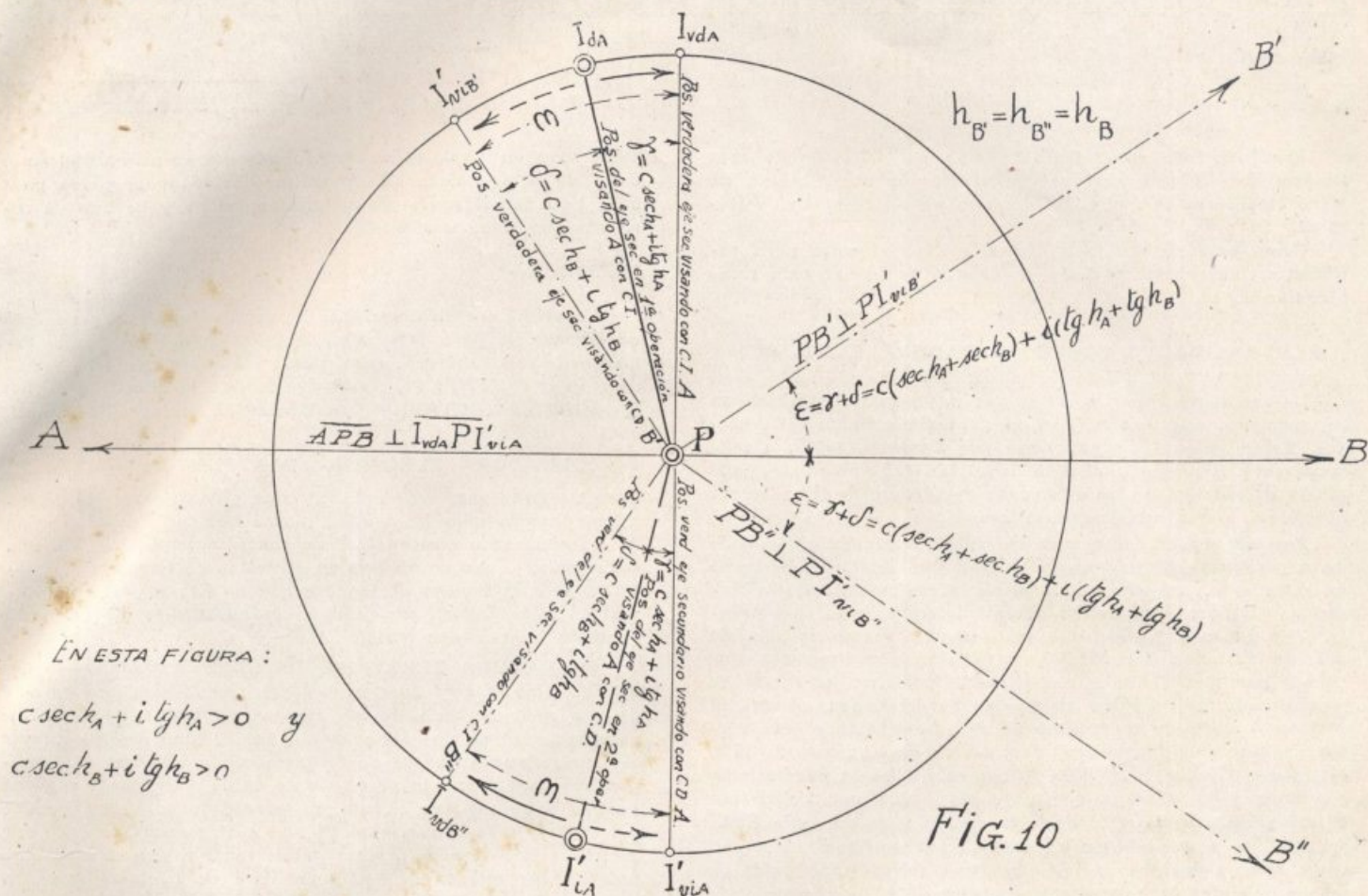


Fig. 11

nos permite afirmar, que el 2º procedimiento elimina también el error residual de excentricidad del eje de colimación.





[N ESTA FIGURA :

$$c \sec h_A + i \lg h_A > 0 \text{ y}$$

$$c \sec h_B + i \lg h_B > 0$$

Vemos que el punto B', debido a los errores de colimación e inclinación del eje secundario, no está sobre la recta AP siendo  $\varepsilon$  la desviación de PB'.

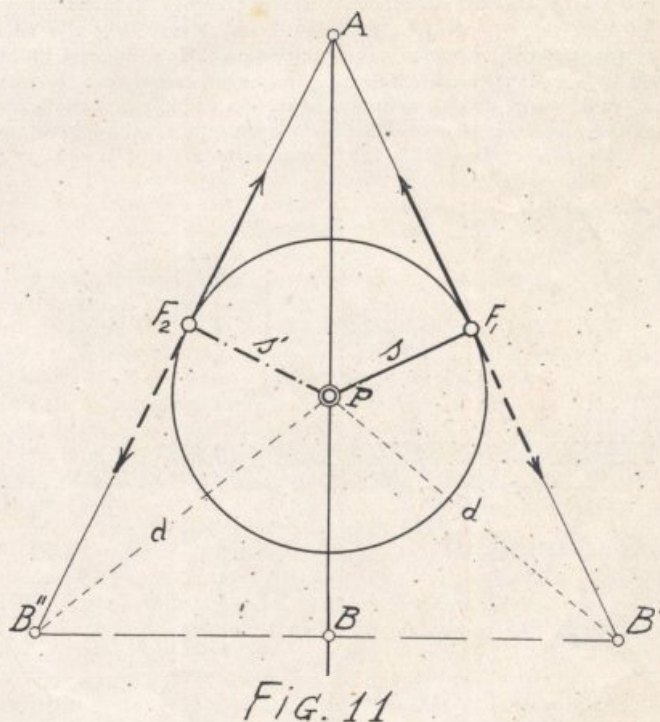
Ahora se visó con C. D. al punto A y se fija la alidada. El eje secundario ocupará la posición  $PI_{IA}$  de manera que  $I'_{via}$  (cuya posición conocemos, pues es opuesto a  $I_{vda}$ ) esté desviado de  $I_{IA}$  de un arco y engendrado en sentido contrario al de la graduación. (No olvidar que estamos con C. D. y que  $c$  e  $i$  han cambiado de signo). Y así se seguiría análogamente al caso analizado para la posición  $PI_{IA}$  del eje secundario y fácilmente se llegaría al resultado siguiente:

Que PB'' forma con PB el mismo ángulo  $\varepsilon$  y en sentido contrario, es decir que PB es la bisectriz del  $\angle B'PB''$ .

Consideremos ahora el caso en que haya un error residual de excentricidad del eje de colimación. Sea P el eje principal que admitimos vertical,  $s$  el eje secundario que suponemos horizontal y  $F_1A$  el eje de colimación que admitimos perpendicular al anterior y que tiene una excentricidad  $PF_1$ . Giremos el eje visual alrededor de  $s$  y fijemos un punto B' a una distancia  $d$  de P. Consideremos ahora la circunferencia de centro P y de radio  $PF_1$ . La posición conjugada del eje de colimación cuando se visa A es la otra tangente  $AF_2$  y la posición correspondiente del eje secundario será  $s'$ . Giremos el eje visual alrededor de  $s'$  y fijemos un punto B'' a la misma distancia  $d$  de P.

Los triángulos APB' y APB'' son simétricos con

respecto a AP y por consiguiente el punto medio del segmento B'B'' estará sobre el eje de simetría AP. Esto



nos permite afirmar, que el 2º procedimiento elimina también el error residual de excentricidad del eje de colimación.



# La soldadura eléctrica en las construcciones metálicas

por el Ing.

DÍAZ VALENTIN

Por insistente como gentil pedido del Director de esta Revista, hemos preparado este artículo, que adelantamos, no tiene otro carácter que el de difusión de un resumen de lecturas.

Como esta revista está dedicada especialmente para estudiantes, nos hemos tomado la libertad de iniciar esta colaboración con:

## GENERALIDADES SOBRE SOLDADURA ELECTRICA

La soldadura eléctrica no es nueva, ya en 1881 se hicieron las primeras aplicaciones con el procedimiento von Bernardos. Procedimiento perfeccionado por Zerener (1891); siendo finalmente Slavianoff, el que tuvo la idea, el mismo año (1891) de reemplazar los electrodos de carbón, de los métodos anteriores, por electrodos metálicos.

Sin trascender del campo del laboratorio, casi, siguieron las experiencias hasta que en 1908, el Ing. Kjellberg presentó un invento tan importante en el perfeccionamiento de la soldadura eléctrica, que determinó la iniciación de la fase práctica de la misma. Consiste este invento, como lo dice la patente francesa N° 391.079, en: "Un procedimiento para soldar por medio de la electricidad, formando el metal de la soldadura uno de los electrodos, caracterizado en que el metal del electrodo es rodeado de una materia apropiada, menos conductora de la electricidad, etc." y la siguiente de 1912, del mismo Kjellberg, N° 439.348, que reivindica la composición de diversas pastas especiales para electrodos, que tienen por objeto preservar el metal de la oxidación y de dar a la junta soldada las propiedades mecánicas deseadas. Ahora bien, con todos estos elementos de juicio y otros perfeccionamientos de menor importancia, llegamos al macabro 1916, de la gran guerra, con todos sus horrores, que contribuyó sin embargo a imprimirle a la soldadura eléctrica como a tantas otras actividades del campo de la ingeniería, de la cirugía, de la ortopedia, de la medicina, un impulso notable. La eterna ley de la necesidad creando al órgano, debido a la penuria de materias primas necesarias para soldar autogénicamente, faltaban, carburo de calcio y oxígeno en la cantidad necesaria y ello obligó a adoptar con entusiasmo la soldadura eléctrica, que si bien no tuvo comienzo nada felices, con sucesivas mejoras, llegamos a los equipos actuales, que a pesar de dar plena satisfacción, cuando están bien manejados, no han colmado aun la inquietud de perfección de los fabricantes que día a día se superan,

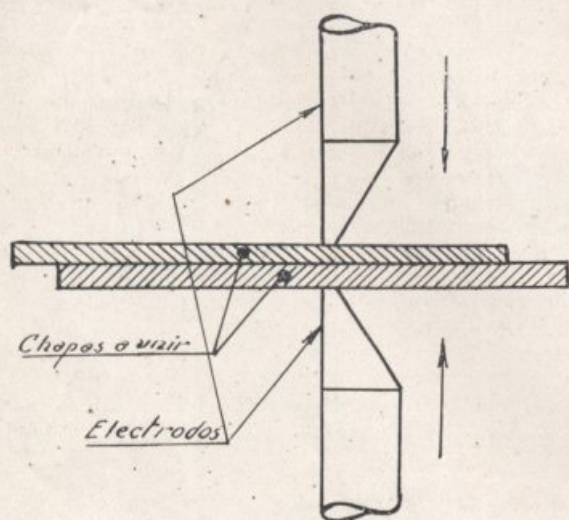


Fig 1  
Soldadura eléctrica por puntos

sobre todo, en lo que se ha comprobado que es primordial en el éxito de la soldadura eléctrica: un electrodo apropiado para cada tipo de soldadura, de material a soldar y de tipo de corriente (continua o alternada).

## MÉTODOS—

La soldadura eléctrica, que ha dejado de ser experimento de laboratorio para formar parte de la tecnología como elemento de indudable progreso, puede realizarse por tres métodos: POR PUNTOS (Thomson-Harmatta), de CABLE a CABLE y por ARCO VOLTAICO (von Bernardos, Zerener, Slavianoff, etc.).

### SOLDADURA ELECTRICA POR PUNTOS. — (Fig. 1).

Consiste en el pasaje de una corriente elevada entre las piezas (generalmente chapas) a unir; piezas que cerrando el circuito de los electrodos ofrecen, por su contacto imperfecto, elevada resistencia, lo que se traduce en elevación de temperatura hasta llegar a la fusión; de manera que no hay aporte de material en la soldadura por puntos, creándose más bien en cada contacto un remache invisible.

SOLDADURA ELECTRICA DE CABLE A CABLE. — (Fig. 2). Este tipo de soldadura es reciente, siendo una consecuencia del perfeccionamiento de los equipos de corriente alternada, se caracteriza en que las piezas a unir vienen a ser a su vez electrodos, cuyos puntos de contacto son cuidadosamente preparados para evitar la presencia de óxido o de impurezas que puedan hacer peligrar el éxito de la soldadura, que se produce por el pasaje de la corriente de uno a otro electrodo (es decir de una a otra pieza a soldar) dando lugar a una elevación de temperatura que funde las superficies de contacto que son aproximadas fuertemente por medios mecánicos durante la soldadura.

SOLDADURA ELECTRICA POR ARCO VOLTAICO. — Es la que tiene mayores aplicaciones sobre todo en las construcciones metálicas. Consiste en aprovechar la elevada temperatura que a manera de un horno eléctrico produce el arco voltaico (3500° C según Rosetti, 1879, temperatura comprobada mucho después por Violle para el carbón positivo y 2700° C para el negativo).

## ELECTRODOS—

La elección del electrodo apropiado hemos indicado el rol primordial que desempeña en el éxito de la soldadura, ya sea de arco de corriente continua o alternada. Los electrodos pueden ser de CARBON o METALICOS.

ELECTRODOS DE CARBON. — Tienen hoy limitadas aplicaciones, circunscribiéndose casi, a soldadura automática y particularmente al cortado económico cuando se desea desmantelar estructuras sin cortes precisos.

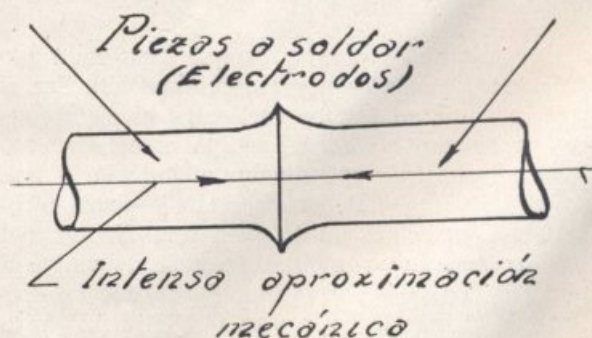


Fig 2  
Soldadura eléctrica de cable a cable



**ELECTRODOS DE METAL.** — Pueden ser **DESNUDOS** y **REVESTIDOS**. Los **DESNUDOS**, (Fig. 3) son usados especialmente por los alemanes, consiste en usar, generalmente, varillas del mismo material de la pieza a soldar. Este tipo de elec-

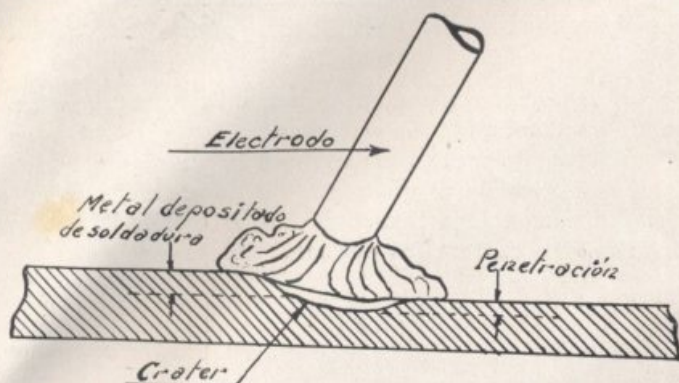


Fig 3  
*Soldadura eléctrica de arco voltaico  
con electrodo desnudo*

trodo requiere suma habilidad y precaución extrema del soldador, porque estando el arco en contacto directo con el ambiente atmosférico, da lugar a la formación de nitruros y óxidos metálicos, al pasar los glóbulos fundidos del electrodo a la pieza a soldar, que debilitan la soldadura de un 20 a un 50 %, al hacerla porosa y menos resistente a la corrosión. Además hay que hacer notar que no se puede usar sino con corriente continua porque la alternada provoca la interrupción repetida del arco, que obliga a intensificar la corriente de 3 a 4 veces de la normalmente necesaria, con continua.

**ELECTRODOS REVESTIDOS.** — (Fig. 4). Ahora nos toca decir porqué fué importante la idea del ingeniero sueco Kjellberg, de revestir los electrodos metálicos. La idea de Kjellberg de revestir a los electrodos de sustancias tendien-

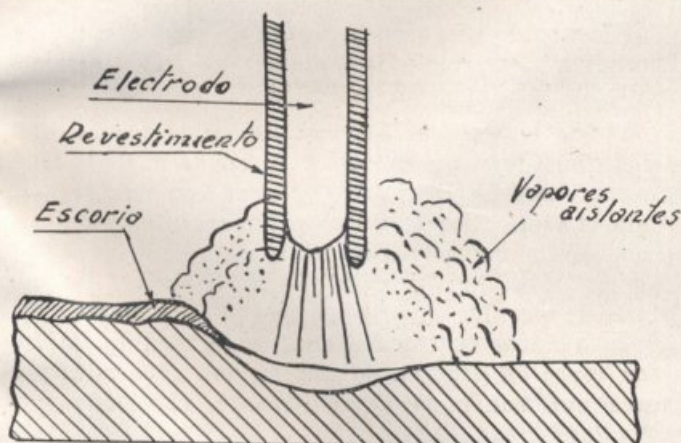


Fig 4  
*Soldadura eléctrica de arco  
voltaico con electrodo revestido*

tes a suplir las deficiencias que ofrecen el arco de electrodo desnudo, ha sido objeto de una intensa perfección paulatina y así para el **ARCO DE CORRIENTE CONTINUA**, el más seguro hasta hace pocos años y que aun hoy goza de la preferencia de los fabricantes norteamericanos y algunos europeos, se presentan problemas diferentes que para el arco de corriente alternada, más usado por los europeos, que fabrican los electrodos utilizables en ambas corrientes. Al hablar de electrodos metálicos desnudos, hemos puntualizado su defecto esencial y para suplir esta deficiencia, se preparan los electrodos para **CORRIENTE CONTINUA** con un revestimiento más difícilmente fusible que el núcleo del electrodo, de suerte que primero se funde el núcleo, quedando protegido por el revestimiento

que al fundirse después, da lugar al desprendimiento de una nube densa de vapores reductores que aíslan al arco del contacto atmosférico; a la vez da lugar, el revestimiento citado, a la formación de una escoria superficial, que defiende la soldadura de un enfriamiento demasiado rápido, que impida la formación normal de los cristales metálicos.

En cambio para el arco de alternada se presenta otro problema que ya hemos indicado, sobre la irregularidad del arco debido a la variación térmica del mismo. Defecto que ha sido uno de los factores determinantes de los repetidos fracasos de esta clase de soldadura eléctrica. Felizmente este problema está solucionado agregando al revestimiento electrodico sustancias que reaccionen exotérmicamente de manera que suplen, a manera de volante, las calorías que faltan en los periodos de deficiencia térmica.

En cuanto a la composición de los electrodos nos permitimos citar un párrafo del prestigioso ingeniero Wörtmann: "El análisis químico de los electrodos empleados para los ensayos, ha revelado diferencias muy sensibles de composición; este hecho prueba que es superfluo prescribir una composición determinada en los pliegos de condiciones de materiales. Solo importa las propiedades mecánicas y eventualmente el análisis del metal del mismo filete de soldadura. Es muy raro que el análisis químico del electrodo sea idéntico al del metal de aporte, después de la soldadura, las divergencias son a veces considerables. El único punto común a todos los electrodos examinados, es el muy débil tenor de azufre y fósforo; se constata entonces que todos los fabricantes conciben nocivos estos cuerpos. En cuanto al tenor de carbono, de todos los electrodos de soldadura de arco es inferior a 0,17 %".

#### VENTAJAS DE LA SOLDADURA ELECTRICA EN REEMPLAZO DE LA REMACHADURA

- 1º — Economía de peso de 15 a 30 %, según estructura.
- 2º — Menor peso propio del esqueleto. Detalle importante en puentes, techos, armaduras, etc.
- 3º — Gasto de conservación menor por ser más fácil el pintado de la estructura.
- 4º — Dada la tensión baja de funcionamiento (generalmente alrededor de 40 voltios) está descartado el peligro de electrocución.

Finalmente, si comparamos el precio de costo de la soldadura eléctrica con la autogénica resulta a un precio de costo medio, aproximadamente igual a la mitad.

#### PRECAUCIONES—

Creemos un deber dedicar breves líneas a las precauciones necesarias que deben observar los soldadores, para evitar las consecuencias funestas que veremos. En efecto, es sabido que una de las fuentes más importantes de rayos ultravioletas, es el arco voltaico; porcentaje que aumenta con el voltaje, así a 100 voltios ya, los rayos son tan numerosos como destructivos y penetran a través de los trajes, causando ampolladuras en la piel. Felizmente, cuando el voltaje no pasa de 40 voltios no es tan necesario tomar la precaución de usar guantes y chaquetas de cuero o lana muy gruesa. Pero un órgano que resulta afectado en todos los casos es el de la visión. Dicen al respecto, Ellis y Wells, en su tratado: *The Chemical Action of Ultraviolet Rays*: "Solamente aquellos que han experimentado los efectos perniciosos de los rayos ultravioletas del arco metálico pueden apreciar la agudeza del dolor resultante de tal exposición. Además de la inflamación, se experimenta un efecto semejante al de haberse restregado los ojos con un papel de lija o como se ha dicho: "como si estuvieran llenos de arena"; debido a la acción irritante de los citados rayos en membrana tan delicadas.

Es necesario, pues emplear anteojos protectores o mejor caretas, que están a la venta, provista de cristales de composición apropiada a base de plomo, que absorben cerca del 90 % de los rayos ultravioletas, con lo que desaparece el peligro antes citado. Conviene como medida complementaria de precaución, la provisión de anteojos protectores a la vez, a los operarios que están trabajando cerca del soldador eléctrico y si lo permitiera la característica de la pieza a soldar, debe aislarse el soldador en un recinto formado por cortinas de chapas negras, mate, para evitar la reflexión de los rayos ultravioletas.

(CONTINUARA)



# PRECISION EN LOS RELEVAMIENTOS PLANIMETRICOS

## TIPO TOPOGRAFICO Y TOPOMETRICO

por el Ing. JORGE A. LOUREIRO

Para el estudio y solución de muchos de los problemas que se presentan a diario en las distintas actividades a que se dedica el hombre, se necesita disponer, en forma cómoda, de una imagen reducida de la superficie de terreno a cuyo análisis está avocado, de tal modo que al primer golpe de vista pueda darse idea del conjunto.

Por lo común la imagen es plana, llamándose a las respectivas representaciones: mapas, cartas geográficas o topográficas y planos, según sea la extensión que abarcan, la escala con que está construida y la densidad de objetos o detalles representados.

Al confeccionar una de estas representaciones debe tenerse en especial cuenta cuál es el objetivo principal a que se le destina, adoptando a tal fin una escala y, por ende, una precisión en los relevamientos y en la confección del dibujo cuyo costo total esté en armonía con el interés utilitario.

A los militares, a los geólogos, a los ingenieros en estudios preliminares, a los marinos, a los turistas, les interesa especialmente la posición gráfica de objetos o detalles, por cuya razón deben resaltar en la representación imagen; si por la escala adoptada (relación entre las magnitudes lineales medidas en el terreno y la medida en la representación) la imagen del detalle que interesa representar, resultara de una magnitud tal que la agudeza visual no la alcanza a apreciar, se los distingue por medio de signos convencionales.

En estos casos los mapas, cartas o planos indican a determinada escala la posición de caminos, ferrocarriles, fuertes, cuarteles, cabinas telegráficas, telefónicas o postales y, en general, de los detalles que interesa a los militares; destaca la posición de los yacimientos de materias útiles al hombre, como ser: minerales, combustibles, materiales de construcción o bien la ubicación de zonas o lugares que permitan una fácil descripción geológica de la región.

A los marinos es de suma necesidad disponer de una representación que le permita conocer la delimitación de las costas y ubicación de faros y señales que le puedan servir de referencia; de la profundidad y naturaleza del fondo de los mares o ríos; requieren, además, la posición de ellos relativa a meridianos y paralelos que no son sino líneas ideales que le servirán de referencia para ubicarse en plena mar.

Bajo un punto de vista estadístico o administrativo se requiere el conocimiento de la superficie de una zona o región limitada por líneas materializadas por límites naturales o ideales, definidas por lo común en divisiones políticas (provincias, departamentos, distritos, etc.).

Las estadísticas de producción, el inventario de la riqueza agrícola, pecuaria, forestal, etc., se la relaciona a la superficie de zonas o regiones.

Para confeccionar un plano es preciso previamente conocer la posición relativa de puntos respecto a determinada línea que sirve de referencia y luego lle-

var a la imagen plana y a escala una figura semejante a la obtenida en el terreno.

Así, por ejemplo, para conocer la posición del punto E con respecto al punto A y la línea AM, sería suficiente conocer los elementos AB, BC, CD, DE y los ángulos que entre ellos forman.

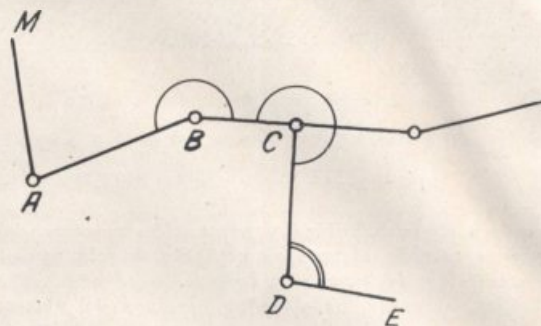


Fig 1

Supongamos determinar la posición relativa entre dos puntos (por ejemplo, entre D y E), fijando la dirección de la línea DE que los une y la distancia que los separa, es decir que valoraremos el ángulo CDE que forma con una línea de origen y la longitud lineal DE respectiva.

Efectuando una serie repetida de mediciones para determinar el ángulo y la distancia no encontraremos resultados idénticos, por la acción:

1º de los errores sistemáticos, como ser la dilatación de la cinta por efecto de la variación de la temperatura; por las distintas tensiones con que fué estirada la cinta; por la falta de horizontalidad del terreno, por la inexacta alineación, etc., en la medición de longitudes; por el error de verticalidad del eje principal; por los errores propios del instrumento; por la inexacta centración, etc., en la medida de ángulos, o sea en general, por los errores generados por causas que actúan permanentemente, siguiendo una cierta ley.

2º por los errores accidentales provocados por un cúmulo de causas que no intervienen sino "accidentalmente", como podría ocurrir con una ráfaga de viento, con una nube que provocó una iluminación desigual en la señal visada, etc.

Los primeros pueden ser analizados descubriendo su ley a objeto de efectuar las debidas correcciones, o bien para con método operatorio apropiado poder eliminar su influencia.

Aun después de corregidas las observaciones de los efectos de los errores sistemáticos, encontraremos entre las mismas discrepancias que son atribuidas a los errores accidentales.

Con gran número de observaciones, Gauss estudió la forma en que se distribuían estos errores accidentales, hallando la ley de distribución con cuya base



se funda la teoría de los errores, que en conclusión establece: El valor más probable de una magnitud es aquel que hace mínima la suma de los cuadrados de los errores.

Entre varias determinaciones (de igual peso) efectuadas por mismo observador, instrumento, ambiente y cuidados, el valor que goza de esta propiedad es el promedio aritmético que llamaremos valor aparente.

Llamamos error aparente o residual a la diferencia entre el valor de cada observación y el valor aparente (promedio de los valores observados).

Llamamos error medio cuadrático o simplemente error medio de una observación, a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los errores residuales dividido por el número de observaciones menos uno.

Error medio cuadrático o error medio del valor aparente, o sea de la media aritmética, es igual al error medio de una observación dividido por la raíz cuadrada del número de observaciones.

El estudio de la teoría de errores nos enseña la forma cómo se propagan los errores, es decir, que conocidos los errores medios de cada una de las variables que entran en cierta relación analítica, podremos conocer el error medio del resultado.

La experiencia adquirida después de un gran número de observaciones permite a los autores asegurar que gran porcentaje de ellas caen en un contorno fijado por tres veces el error medio de una observación, es decir que si, por ejemplo, el error medio de una observación de ángulo es  $\pm 5''$ , la casi totalidad de las observaciones están en un entorno de  $\pm 15''$ .

Si para la medición del ángulo  $\alpha$  y la longitud  $l$  se hubieran efectuado varias determinaciones con los resultados  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  y  $l_1, l_2, l_3, \dots, l_m$  tendríamos: como valor aparente o valor más probable de  $\alpha$  y  $l$

$$a = \frac{\sum a}{n}; l = \frac{\sum l}{m} \quad \text{relación que se acostumbra expresar así:}$$

$$a = \frac{[a]}{n}; l = \frac{[l]}{m} \quad \text{el paréntesis significa entonces, suma}$$

$$\varepsilon_1 = a_1 - a; \varepsilon_2 = a_2 - a; \varepsilon_3 = a_3 - a; \dots; \varepsilon_n = a_n - a$$

$$\lambda_1 = l_1 - l; \lambda_2 = l_2 - l; \lambda_3 = l_3 - l; \dots; \lambda_m = l_m - l$$

$$m_a = \sqrt{\frac{[\varepsilon \varepsilon]}{n-1}} \quad M_a = \frac{m_a}{\sqrt{n}}$$

$$m_l = \sqrt{\frac{[\lambda \lambda]}{m-1}} \quad M_l = \frac{m_l}{\sqrt{m}}$$

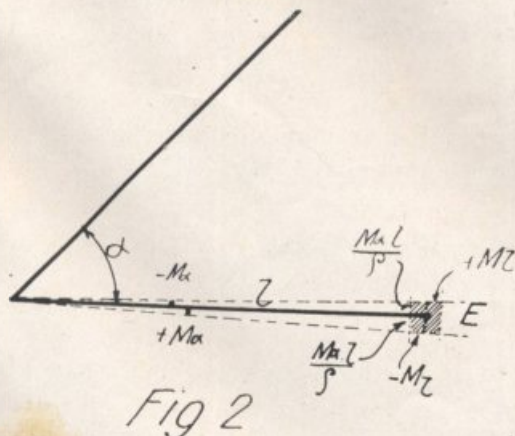


Fig 2

## Error medio de posición de un punto.

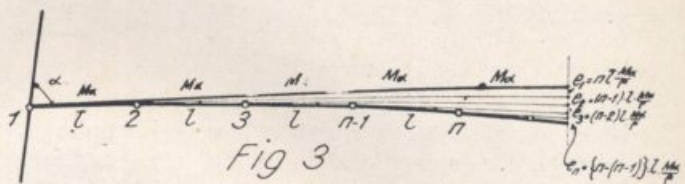
El error medio de posición del punto está definido por:

$$M = \pm \sqrt{M_l^2 + \frac{l^2 M_a^2}{q^2}} \quad (1)$$

Es decir que las coordenadas polares del punto E serán  $l$  y  $\alpha$ ; el valor de  $M_E$  define el entorno medio en el cual cae el punto E.

## Error medio transversal en una poligonal.

Supongamos una poligonal de lados iguales, siguiendo una cierta alineación recta



El error  $M_a$  producido en la primera estación origina un error transversal  $e_1 = n l \cdot \frac{M_a}{q}$

El error  $M_a$  en la segunda estación  $e_2 = (n-1) l \cdot \frac{M_a}{q}$

El error  $M_a$  en la tercera estación  $e_3 = (n-2) l \cdot \frac{M_a}{q}$

El error  $M_a$  en la  $(n-1)$  estación  $e_{n-1} = \left\{ n - (n-1) \right\} l \cdot \frac{M_a}{q}$

Estos errores transversales pueden ser positivos o negativos; tomando el error medio cuadrático, resulta: supuesto  $M_a = \text{constante}$

$$M_t = \sqrt{e_1^2 + e_2^2 + \dots + e_{n-1}^2}$$

$$M_t = \sqrt{\frac{l^2 M_a^2}{q^2} \left[ n^2 + (n-1)^2 + (n-2)^2 + \dots + \left\{ n - (n-1) \right\}^2 \right]}$$

$$M_t = \frac{l \cdot M_a}{q} \sqrt{1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + (n-1)^2 + n^2}$$

$$= l \cdot \frac{M_a}{q} \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{1 \times 2 \times 3}}$$

Es decir que el error medio transversal provocado por un error medio  $M_a$  en cada uno de los ángulos de una poligonal de  $n$  vértices y de lados iguales es:

$$(2) M_t = l \cdot \frac{M_a}{q} \sqrt{\frac{n^3}{3} + \frac{n^2}{2} + \frac{n}{6}} \quad q = \frac{1}{\sin 1''}$$

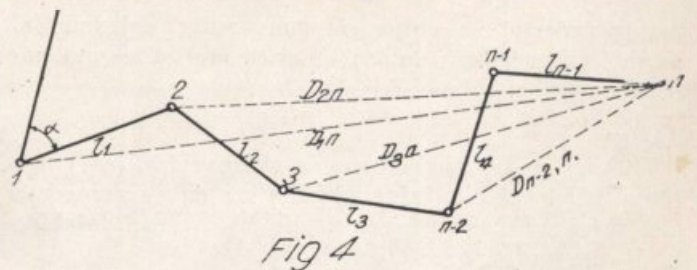


Fig 4

En el "Trattato di Geometria pratica" de N. Jananza, pág. 347, se deduce el siguiente valor del error



medio transversal producido en una poligonal cualquiera cuyos ángulos hubieran sido medidos con el error medio  $M\alpha$

$$M_n^2 = M_\alpha^2 \operatorname{sen}^2 1'' \left[ D_{1,n}^2 + D_{2,n}^2 + D_{3,n}^2 + \dots + D_{n-2,n}^2 + D_{n-1,n}^2 + l_n^2 \right]$$

fórmula que se reduce a la (2), si los vértices del polígono están sobre una alineación.

**Error medio transversal en una poligonal con medición de rumbos.**

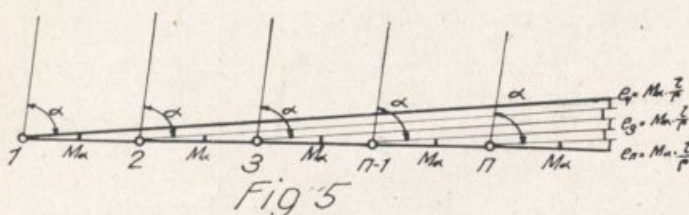


Fig. 5

Si en cada vértice se determinara el rumbo del lado siguiente por medio de una brújula, resultará: El error  $M\alpha$  producido en la primera estación pro-

voca error  $e_1 = M\alpha \frac{l}{q}$

El error  $M\alpha$  producido en la segunda estación provoca error  $e_2 = M\alpha \frac{l}{q}$

El error  $M\alpha$  producido en la enésima estación provoca error  $e_n = M\alpha \frac{l}{q}$

Tomando error medio cuadrático, resulta:

$$M_b = \sqrt{e_1^2 + e_2^2 + \dots + e_n^2} = \sqrt{M_\alpha^2 \frac{l^2}{q^2} + M_\alpha^2 \frac{l^2}{q^2} + \dots + M_\alpha^2 \frac{l^2}{q^2}} \\ M_b = \sqrt{n \cdot M_\alpha^2 \cdot \frac{l^2}{q^2}} \quad M_b = M_\alpha \frac{l}{q} \sqrt{n} \quad (3)$$

El gráfico A <sup>(1)</sup> se ha preparado en base a las fórmulas (2) y (3) en la suposición de que el error medio  $M\alpha = \pm 100''$  y  $M_t = \pm 1,00$  m. y  $M_b = \pm 1,00$  m.

En el eje de las abscisas resultan las magnitudes máximas de los lados para que en una poligonal de lados iguales y del número de vértices  $n$  (en eje de ordenadas) ocurra un error medio transversal  $M_t = \pm 1,00$  m. ó  $M_b = \pm 1,00$  m. en la suposición que el error medio de un ángulo y de un rumbo sea  $M\alpha = \pm 100''$ .

Para un otro valor del error medio  $M\alpha$  se obtendrá el valor del lado multiplicando al obtenido en el gráfico por  $\frac{100''}{M\alpha}$ ; y para un otro valor del error medio transversal se obtendrá como valor del lado al medido sobre el eje de las abscisas multiplicando por  $\frac{M_t}{1,00 \text{ m}}$ .

Como en las mediciones de poligonales, las longitudes están también afectadas de un cierto error medio, resultará que el error medio transversal total estará expresado por:

Con teodolito:

$$M_t = \sqrt{M_t^2 + l^2 \frac{M_\alpha^2}{q^2} \left( \frac{n^3}{3} + \frac{n^2}{2} + \frac{n}{6} \right)} \quad (2')$$

Con brújula:

$$M_b = \sqrt{M_t^2 + l^2 \frac{M_\alpha^2}{q^2} \cdot n} \quad (3')$$

Haremos después aplicación de estas fórmulas.

**Error medio relativo en el enésimo lado de una triangulación.**

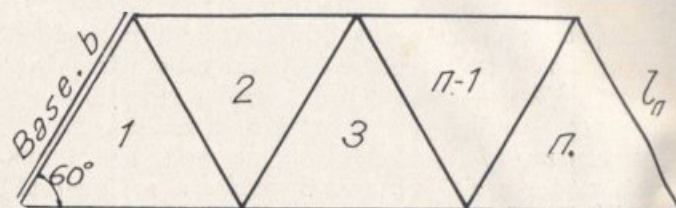


Fig. 6

En el caso de una cadena de triángulos equiláteros cuya base hubiera sido medida con un error medio relativo  $\frac{M_b}{b}$  y los ángulos con un error medio

$\pm M\alpha$ , la fórmula que expresa el error medio relativo del lado del triángulo enésimo es: (Jadanza, obra citada, pág. 342.)

$$\frac{M_{ln}}{l_n} = \sqrt{\left( \frac{M_b}{b} \right)^2 + 2n M_\alpha^2 \operatorname{sen}^2 1'' \operatorname{ctg}^2 60^\circ}$$

Por la sola influencia de los errores medios en los ángulos, la fórmula será:

$$\frac{M_{ln}}{l_n} = M_\alpha \operatorname{sen} 1'' \operatorname{ctg} 60^\circ \sqrt{2n}$$

fórmula con la cual se ha preparado el gráfico B <sup>(2)</sup> que nos da el error medio de cada ángulo para que el error medio relativo del lado del triángulo de orden  $n$ , sea uno determinado.

Para el caso de triángulos de forma cualquiera, la fórmula que expresa el error medio relativo del lado

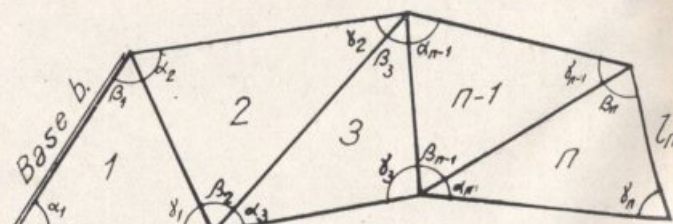


Fig. 7

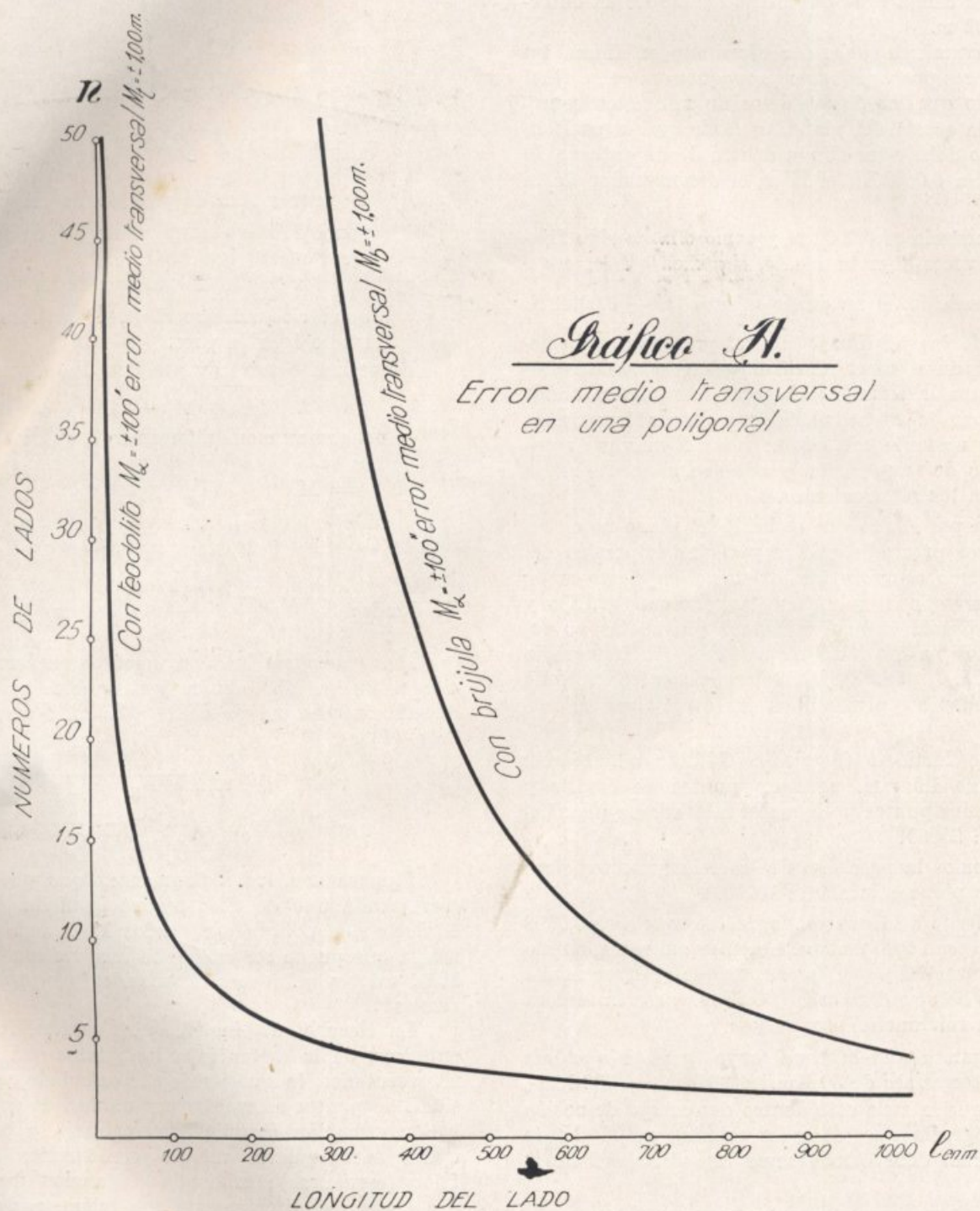
correspondiente al triángulo de orden  $n$ , es la siguiente: (Jadanza, obra citada, pág. 341).

$$\frac{M_{ln}}{l_n} = \sqrt{\left( \frac{M_b}{b} \right)^2 + \frac{2}{3} M_\alpha^2 \operatorname{sen}^2 1'' \left\{ \left( \operatorname{ctg}^2 \alpha_1 + \operatorname{ctg}^2 \gamma_1 + \dots + \left( \operatorname{ctg}^2 \alpha_n + \operatorname{ctg}^2 \gamma_n + \operatorname{ctg} \alpha_n \operatorname{ctg} \gamma_n \right) \right) \right\}}$$

(1) Ver Gráfico D en pág. 17.

(1) Ver Gráfico A en pág. 17.





#### PRECISION DE LOS RELEVAMIENTOS PLANIMÉTRICOS TIPO TOPOGRÁFICOS

Llamaremos relevamientos planimétricos tipo topográficos a aquellos que tienen por único objeto el de confeccionar un plano a determinada escala, vale decir que el propósito es el de tener una imagen pro-

porcionada de cierta región, deduciéndose distancias, ángulos y superficies de los elementos ya representados.

El valor de la menor fracción gráfica apreciable con la estimación directa y a simple vista se puede considerar la de dos décimos de milímetro, es decir que una cierta magnitud medida en el plano puede



diferir en más o menos del error gráfico inevitable igual a 0,0002 m.

Diremos que el punto está bien representado en el plano cuando dibujando con la debida precisión y por distintos caminos, el punto cae dentro de un entorno de 0,0002 m.

El relevamiento debe ser ejecutado en forma tal que los errores propagados no provoquen un error final mayor de lo que los dos décimos de milímetro representan en la escala del plano, es decir que la posición de un punto debe estar fijada dentro de un entorno de radio igual a 0,0002 N, si N es el denominador de la escala.

La tolerancia es 0,0002 N y como ella ha sido fijada en tres veces el error medio, significa que el error medio de posición de un punto es igual a  $\frac{1}{3}$  0,0002 N.

Para efectuar el dibujo con tal precisión serán necesarios, sin duda, tener muchísimos cuidados entre los que no escapa la elección del papel que pueden sufrir variación por la humedad, diferencia de temperatura, etc.; no obstante con ello se tiene el máximo aprovechamiento de la precisión y consecuentemente de la economía de los relevamientos.

Cuando por el uso que se hace del plano no se requiera mayor precisión gráfica y si una impresión del conjunto, como ocurre a los turistas y en cierto modo a los militares puede admitirse mayor error gráfico y redactarse directamente el plano con planchetas, en cuyo caso al decir de Jacoangeli (Corso di Topografia razionale-Vol. I, pág. 601) la tolerancia es el triple de los que pueden ser pretendidos con otros tipos de instrumentos.

Nuestro Instituto Geográfico Militar admite una tolerancia de 1,5 mm. para los puntos de detalle y 1 mm. para los puntos poligonales relevados a plancheta escala 1: 25000.

Analicemos la precisión de los relevamientos para redactar un plano a escala 1: 10000.

De acuerdo a lo expresado, la tolerancia es 0,0002 por 10000 o sean 2,00 metros. Los relevamientos, entonces, deben practicarse en forma tal que el error medio de posición de un punto sea  $\pm 0,67$  m. o sea la tercera parte de la tolerancia.

Supongamos que la zona cuyo gráfico a escala 1: 10000 interesa sea de 30 Km.  $\times$  30 Km. = 900 Km<sup>2</sup>, vale decir que la zona esté dentro del campo de acción de la Topografía que, como es sabido, es el límite fuera del cual debe considerarse la esfericidad de la Tierra.

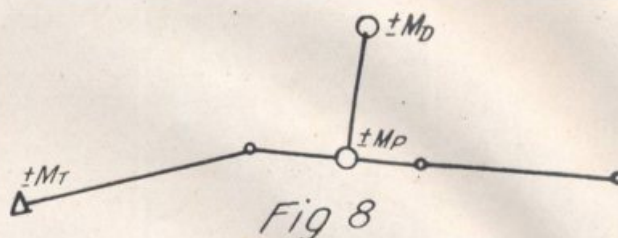
Hemos visto que el error medio de posición de un punto, estaba expresado por:

$$M = \pm \sqrt{M_l^2 + \frac{l^2 \cdot M_a^2}{q^2}} \quad (1)$$

pero como el punto de arranque está a su vez ligado por una poligonal a un punto trigonométrico relacionados a otros por medio de triangulación, resultará que, llamando:

$\pm M_D$  el error medio de posición de un punto de detalle relativo a uno poligonal, supuesto este

último de error medio de posición igual a cero.



$\pm M_P$  el error medio de posición de un punto poligonal relativo a un punto trigonométrico de error medio igual a cero.

$\pm M_T$  el error medio de posición de un punto trigonométrico relativo al origen supuesto de error medio igual a cero.

Error medio total de posición de un punto

$$M = \pm \sqrt{M_D^2 + M_P^2 + M_T^2}$$

Impongamos momentáneamente que los tres errores medios sean de igual valor, es decir:

$$M_D = M_P = M_T \text{ y como } M = \pm 0,67 \text{ m.}$$

$$\text{resultará } M = \pm \sqrt{3M_D^2} : \pm 0,67 = \pm M_D \sqrt{3}$$

$$\text{de donde: } M_D = \frac{\pm 0,67}{\sqrt{3}} = \pm 0,38.$$

Deben elegirse los instrumentos en forma que los errores medios de ángulos y distancias no provoquen un error medio mayor de  $\pm 0,38$  m. o sea, de acuerdo a (1)

$$\pm 0,38 > \sqrt{M_l^2 + \frac{l^2 \cdot M_a^2}{q^2}}$$

Muchos son los instrumentos que pueden adoptarse; cada uno de ellos tendrá su límite de empleo, es decir que podrán ser usados hasta una cierta distancia que puede ser calculada una vez conocido  $M_l$  y  $M_a$ , valores que son determinados por prolijas experiencias.

La elección del instrumentos es función también, entonces, de la distancia a los puntos que deben ser representados, lo que puede ser calculado por la densidad de puntos relevables por unidad de superficie.

Por radiación (coordenadas polares) o por coordenadas rectangulares usando goniómetros a ángulos fijos (escuadras); midiendo distancias directamente con cintas e indirectamente con telémetros o taquímetros, etc., está limitado el radio de acción para el empleo del instrumento o método operatorio.

Veamos algunos de los instrumentos y métodos que pueden ser utilizados.

Si utilizáramos instrumentos que nos mida ángulos y distancias en forma que el empleo de cada uno de ellos, nos provoque errores medios iguales, tendremos:

$$\pm 0,38 > \sqrt{M_l^2 + \frac{l^2 \cdot M_a^2}{q^2}}$$



$$M_l = \frac{l \cdot Ma}{q} = \frac{\pm 0,38}{\sqrt{2}} = \pm 0,26 \text{ m}$$

Si en una escuadra  $Ma = \pm 2'$ , resultará

$$l = \frac{0,26 \text{ m}}{2'} \cdot q' = \frac{0,26 \text{ m}}{2'} \cdot 3438' = \sim 447 \text{ m}$$

Cabe insistir que este cálculo es teórico y que previa a ser empleado, será necesario efectuar prolijas experiencias en el mismo terreno, colocando señales a la distancia de 447 m. a efecto de constatar si el error medio previsto es debidamente ratificado, habiendo tenido especial cuidado de centrar la escuadra para que el error medio resultante no esté afectado de la excentricidad. La experiencia dirá asimismo a qué distancia, como máximo, deberán estar los jalones o señales de la línea base (o sea la distancia AB, del croquis) para que sus imágenes en la escuadra alineadora (por ejemplo Zeiss) sean vistas con nitidez. La longitud AB será la máxima del lado poligonal.

La longitud DC no deberá estar afectada de un error medio mayor también de  $\pm 0,26 \text{ m}$ ; para ello será necesario tener en cuenta todas las causas de error sistemático en la forma que expondremos al tratar de Instrucciones.

Si se efectuaran los relevamientos por taquimetría y con mira común, resulta:

Con un taquímetro, los ángulos pueden ser medidos con toda comodidad con un error medio de  $Ma = \pm 2'$  que a 200, resulta

$$\frac{l \cdot Ma}{q} = \frac{200 \times 2}{3438} = \pm 0,11 \text{ m}$$

$$\text{y como } \pm 0,38 \text{ m} = \sqrt{M_l^2 + \frac{l^2 \cdot Ma^2}{q^2}}$$

$$\text{tendremos: } M_l = \sqrt{0,38^2 - 0,11^2} = \pm 0,36$$

$$\text{que representa } \frac{M_l}{l} = \frac{0,36 \text{ m}}{200 \text{ m}} = \frac{1}{555}$$

error medio relativo que puede ser ampliamente cumplido con este método.

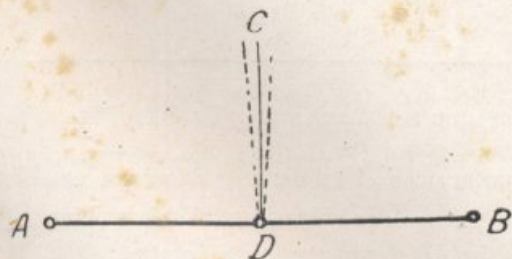


Fig 9

Será necesario emitir las instrucciones pertinentes para que se tengan los cuidados en la verticalidad de la mira, en la lectura de ángulos cenitales, menor apreciación de lecturas, etc., etc., para que la influencia total de todos los errores sea menor del error medio previsto.

Con el taquímetro, haciendo estación en cada vértice de un polígono, se relevarán en nuestro caso, cada uno de los puntos no distanciados más de 200 m., es

decir que los vértices deberán estar distanciados de  $2 \times 200 \times \cos. 45^\circ = 280,80 \text{ m}$ . Como es cálculo provisorio establezcamos para valor del lado el de 300 m.

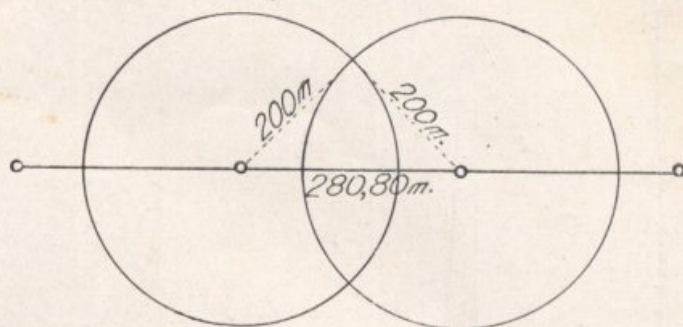


Fig 10.

Al tratar el error medio provocado por las poligonales, vimos para el caso de que los vértices estuvieran sobre una alineación.

Usando teodolito

$$(2') M_t = \sqrt{M_l^2 + l^2 \frac{Ma^2}{q^2} \left( \frac{n^3}{3} + \frac{n^2}{2} + \frac{n}{6} \right)}$$

$$\text{Usando brújula } (3') M_b = \sqrt{M_l^2 + l^2 \frac{Ma^2}{q^2} \cdot n}$$

No siempre será posible trazar polígonos siguiendo alineaciones rectas; pero ellas deben ser elegidas con preferencia por cuanto se obtiene el mínimo error transversal para determinado error medio angular y lineal.

Veamos primeramente lo que resulta suponiendo que

$$[M_l^2] = l^2 \frac{Ma^2}{q^2} \left( \frac{n^3}{3} + \frac{n^2}{2} + \frac{n}{6} \right) \text{ o sea}$$

$$M_t = \pm 0,38 = \sqrt{2[M_l^2]}$$

Como habíamos adoptado para  $M_p = M_D = M_T = \pm 0,38$ , tendremos teniendo presente que a  $M_p$  ahora llamamos  $M_t$

$$[M_l^2] = \frac{0,38^2}{\sqrt{2}} = \pm 0,26 \text{ m.}$$

y como se trata de una poligonal de lados iguales, resultará:

$$[M_l^2] = m_l^2 + m_l^2 + \dots + m_l^2 = n m_l^2 \text{ de donde:}$$

$$\pm 0,26 \text{ m} = m_l \sqrt{n}$$

es decir, el error medio de cada lado multiplicado por la raíz cuadrada del número de vértices.

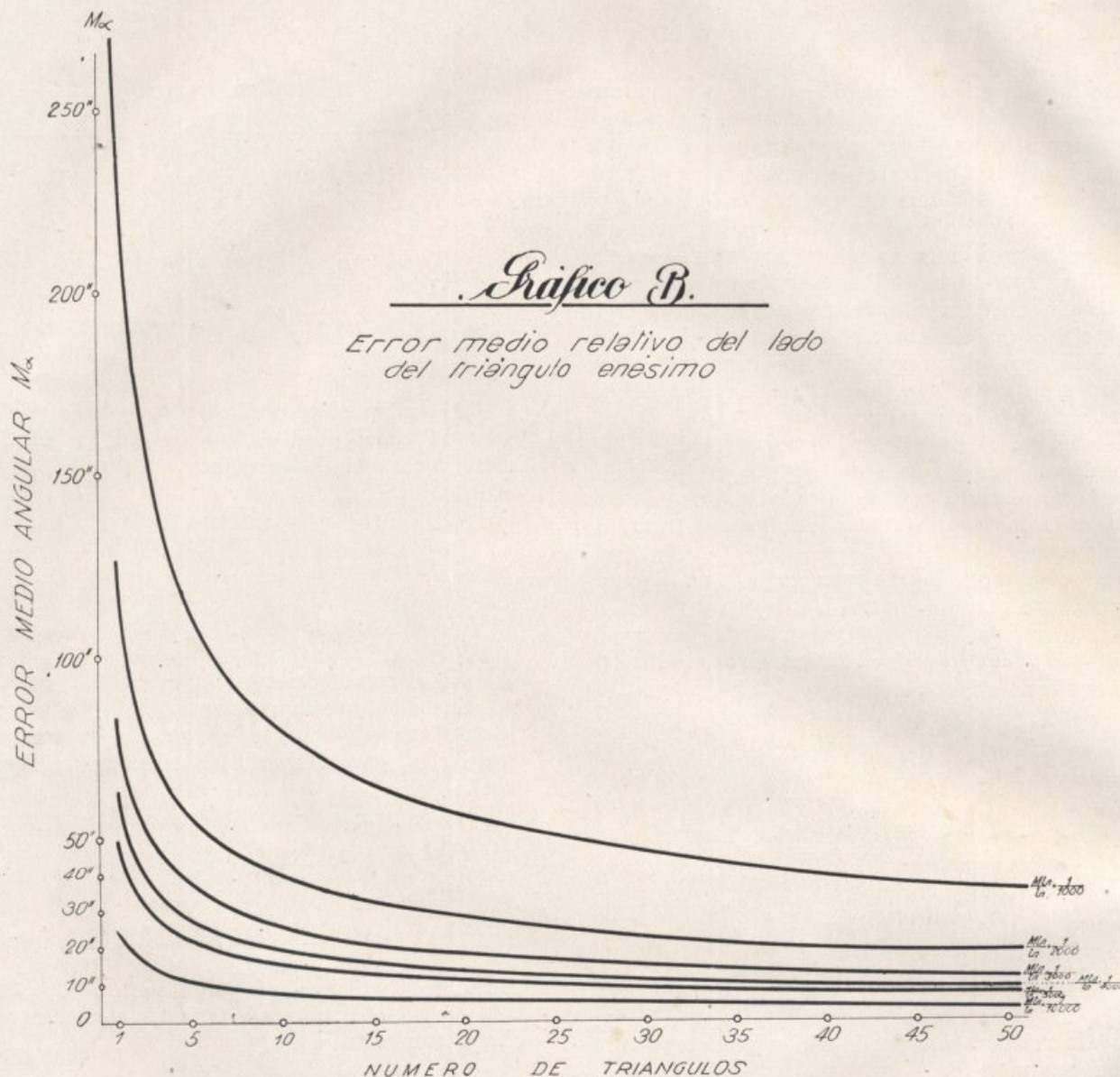
$$\text{Si } m_l = \frac{1}{5000} \cdot l \text{ o sea para } 300 \text{ m } m_l = \pm 0,06 \text{ m.}$$

$$\text{tendremos: } n = \frac{0,26^2 \text{ m}}{0,06^2 \text{ m}} = 18$$

Observando el gráfico (A) (1) vemos que con un error medio de  $100''$ , en 18 vértices de una poligonal de 45 m de lado, tendremos un error medio transversal de 1,00 m. Como la longitud de cada lado es de 300 m, daría:

(1) Ver Gráfico A en pág. 17.





$$\text{error transversal} = 1,00_m \times \frac{300 \text{ m}}{45 \text{ m}} = 6,66 \text{ m.}$$

Para que el error transversal sea de 0,26 m, será

$$\text{preciso un error medio angular de } \frac{100''}{\frac{6,66 \text{ m}}{0,26 \text{ m}}} = \pm 4''$$

Con brújula, resulta también con el gráfico:

Para  $n=18$   $l=500_m$   $m\beta = \pm 100''$  Error transv. = 1m.

" " "  $l=300_m$   $m\beta = \pm 100''$  "  $= 1 \times \frac{3}{5} = 0,60_m$

" " "  $l=300_m$   $m\beta = \pm \frac{100''}{\frac{0,60}{0,26}} = \pm 43''$  "  $= 0,26_m$

Es muy costosa la medición de los ángulos por los

cuidados que son necesarios. Veremos después en qué consisten.

Limitaremos el número de vértices, estableciendo:

$m\beta = \pm 2'$  con brújula Wild o bien

$m\beta = \pm 20''$  con teodolito común.

Resulta:

Para teodolito:

$n=5$   $l=300_m$   $m\beta = \pm 100''$   $Ml = \text{error transv.} = \pm 1,00_m$

" "  $m\beta = \pm 26''$  "  $= \pm 0,26$

$n=6$   $l=220_m$   $m\beta = \pm 100''$   $Ml = \text{error transv.} = \pm 1,00_m$

"  $l=300_m$  " " "  $= \frac{1 \times 300}{220} = \pm 1,37_m$

" " "  $= \pm \frac{100}{\frac{1,37}{0,26}} = \pm 18''$   $= \pm 0,26_m$







y uno de tercer orden será

$$M_{III} = \sqrt{M_{II}^2 + M_{II\ III}^2} = \sqrt{M_I^2 + M_{I\ II}^2 + M_{II\ III}^2}$$

Si usamos los métodos (intersección simple, lateral, problema Pothot, etc.) con los debidos cuidados para que los errores medios provocados por el procedimiento, no sean superiores al error medio de posición del punto de primer orden, tendremos:

$$\pm 0,38 = \pm M_I \sqrt{3} \text{ de donde}$$

$$M_I = \pm 0,22$$

El último lado de la triangulación tendrá un error medio

$$\pm 0,22 \sqrt{2} = \pm 0,31$$

o sea un error medio relativo de  $\frac{0,31}{8110} = \frac{1}{26.161}$

Un triángulo equilátero de 8110 m. ocupa una superficie de 28.479.319 m<sup>2</sup> y el total de 900 km<sup>2</sup> estará cubierto con 32 triángulos.

Reemplazando  $n = 32$ , resulta

$$\frac{1}{26161} = Ma \text{ sen } 1'' \text{ ctg } 60^\circ \sqrt{2 \times 32} \text{ de donde}$$

$$Ma = \pm 1'' 7$$

Tomando  $Ma = \pm 1''$ , resulta

$$Ma \text{ sen } 1'' \text{ ctg } 60^\circ \sqrt{2 \times 32} = \frac{1}{44685} \text{ y como}$$

$$\frac{M_{In}}{I_n} = \sqrt{\left(\frac{Mb}{b}\right)^2 + 2n Ma \text{ sen}^2 1'' \text{ ctg}^2 60^\circ}$$

$$\frac{1}{26161} = \sqrt{\left(\frac{Mb}{b}\right)^2 + \left(\frac{1}{44685}\right)^2} \text{ de donde resulta}$$

$$\frac{Mb}{b} = \pm \frac{1}{32279}$$

La base habrá que medirla con dicha precisión para lo cual habrá que usar los procedimientos explicados en Tolerancias e Instrucciones.

#### Precisión de los relevamientos para determinar superficies

La superficie puede ser determinada:

1º) Ligando por relaciones conocidas las medidas obtenidas gráficamente.

2º) Por medios mecánicos (planímetros).

3) Empleando las magnitudes obtenidas directamente del terreno y ligándolas por las mismas relaciones analíticas que en (1).

4º) Empleando las coordenadas.

##### 1º) Con medidas obtenidas gráficamente

Prescindiendo momentáneamente de la variación (encogimiento o dilatación) del papel, podemos admitir (como ya hemos visto) que al sacar una medida del plano se cometa en término medio un error de

0,6 mm. que a la escala  $\frac{1}{n}$  del plano representa 0,0006 por N metros (0,0002 m. por estimación directa y 0,00001 m. con coordinatógrafo).

La superficie es el producto de dos factores cada uno de los cuales puede a su vez ser el producto de otros.

$$S = x \cdot y$$

Si cada una de las medidas está afectada de cierto error medio, resultará sabiendo que

$$M_s = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x} M_x\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} M_y\right)^2}$$

$$M_s = \sqrt{y^2 M_x^2 + x^2 M_y^2} \text{ y si } M_x = M_y$$

se tendrá

$$M_s = M_x \sqrt{x^2 + y^2}$$

El mínimo de  $M_s$  para  $S = x \cdot y = \text{constante}$  y para un cierto valor de  $M_x$  ocurre cuando  $x = y$ , o sea en el caso de un cuadrado, en cuyo caso

$$M_s = M_x \cdot x \sqrt{2}$$

Dividiendo por la superficie  $S = x^2$  se tendrá:

$$\frac{M_s}{S} = \frac{M_x \cdot x \sqrt{2}}{x^2} = \frac{M_x}{x} \sqrt{2}$$

$$\text{Si } M_x = \pm 0,0002 \text{ m. para que } \frac{M_s}{S} = \frac{1}{1000}$$

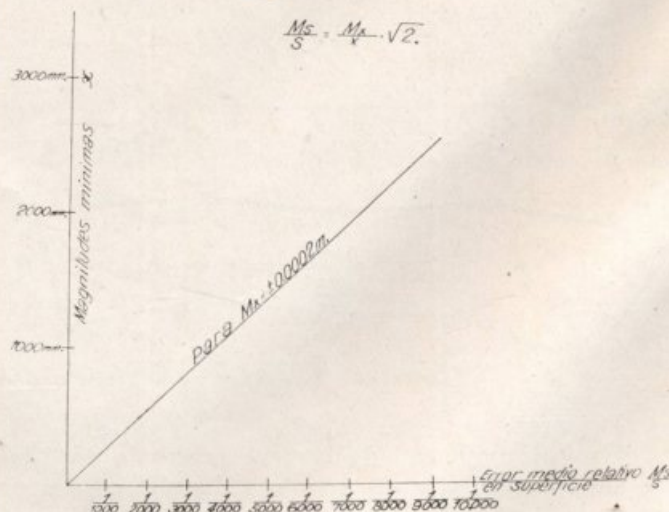
deberá ser  $x = 0,283 \text{ m.}$

Es decir que para tener en un cuadrado un error medio relativo en la superficie de  $\frac{1}{1000}$  no deberán

tomarse magnitudes menores de 0,28 m., siempre naturalmente que el plano estuviese redactado en forma tal que los errores de relevamiento no fueran mayores de lo que representa a la escala los 0,0002 m., vale decir, que se hubiera seguido el criterio expuesto anteriormente.

El gráfico C nos da las magnitudes mínimas que

#### Gráfico C.



deberán tomarse gráficamente para no tener un error relativo mayor del que se consigna en el eje de las abscisas.



La magnitud mínima determina en consecuencia la escala del dibujo.

En el caso de rectángulos se tendrá como antes

$$M_s = \sqrt{y^2 M_x^2 + x^2 M_y^2}$$

Dividiendo por  $S = x \cdot y$

$$\frac{M_s}{S} = \sqrt{\frac{M_x^2}{x^2} + \frac{M_y^2}{y^2}}$$

Esta fórmula permite deducir el error medio relativo de la superficie en función de los errores medios relativos de cada uno de los factores.

### CASO DE TRIÁNGULOS

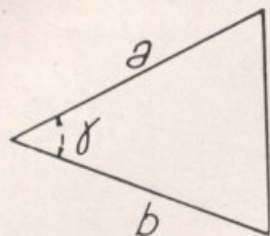


Fig 13

La superficie de un triángulo es:

$$S = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \cdot \text{sen } \gamma$$

$$M_s = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial a} \cdot M_a\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial b} \cdot M_b\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial \gamma} \cdot M_\gamma\right)^2}$$

Efectuando operaciones y dividiendo ambos miembros por  $S$ , resulta:

$$\frac{M_s}{S} = \sqrt{\left(\frac{M_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{M_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{M_\gamma}{\text{tg } \gamma}\right)^2}$$

**Ejemplo:** Con que error medio relativo se determinará la superficie de un triángulo en que:

$a = 0,30 \pm 0,0002 \text{ m.}; b = 0,25 \pm 0,0002 \text{ m.}$   
 $\gamma = 60^\circ \pm 7'30''$  supuesto un transportador dividido de  $1/2$  grado en  $1/2$  grado de  $0,10$  de radio

$$\left( \frac{0,0002}{0,10} \times 3438 = 7,5. \right)$$

Tendremos:

$$\frac{M_a}{a} = \frac{0,0002 \text{ m}}{0,30 \text{ m}} = \frac{1}{1500}; \quad \frac{M_b}{b} = \frac{0,0002}{0,25} = \frac{1}{1250}$$

$$\frac{M_\gamma}{\text{tg } \gamma} = \frac{7,5}{1,664} = \frac{1}{762}$$

$$\frac{M_s}{S} = \sqrt{\left(\frac{1}{1500}\right)^2 + \left(\frac{1}{1250}\right)^2 + \left(\frac{1}{762}\right)^2}$$

3º) El error medio de las superficies calculadas en base a los datos obtenidos directamente en el terreno, puede ser determinado con el mismo criterio que el seguido en (1) sin más que reemplazar los valores de los errores medios de lados y ángulos en lugar del error gráfico inevitable.

### 4º) Error medio de la superficie calculada en función de las coordenadas.

Hemos visto cómo determinar el error medio de posición de un punto en función del error medio lineal y angular cuando los puntos estaban ligados por una línea, por una poligonal o por una triangulación.

Cuando lados, polígonos y triángulos están referidos a un par de ejes de coordenadas o sea cuando se tienen las coordenadas rectangulares o polares de cada uno de los puntos, resulta también el error medio de posición o error medio transversal proyectado en cada uno de los ejes. Se tiene así  $X \pm M_x; Y \pm M_y$  por valores de abscisas y ordenadas con sus respectivos errores medios.

Veamos cuál es el error medio relativo de la superficie calculada en función de las coordenadas y sus errores medios.

En tratándose de un cuadrilátero, la fórmula de Gauss, expresa:

$$2S = X_A (Y_D - Y_B) + X_B (Y_A - Y_C) + X_C (Y_B - Y_D) + X_D (Y_C - Y_A)$$

Recordando que cuando

$$y = f(x, \beta, \gamma, \dots)$$

$$M_y = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x} \cdot M_x\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial \beta} \cdot M_\beta\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial \gamma} \cdot M_\gamma\right)^2}, \text{ resulta}$$

$$\frac{\partial f}{\partial X_A} = Y_D - Y_B; \quad \frac{\partial f}{\partial X_B} = Y_A - Y_C; \quad \frac{\partial f}{\partial X_C} = Y_B - Y_D; \quad \frac{\partial f}{\partial X_D} = Y_C - Y_A$$

$$\frac{\partial f}{\partial Y_A} = X_B - X_D; \quad \frac{\partial f}{\partial Y_B} = X_C - X_A; \quad \frac{\partial f}{\partial Y_C} = X_D - X_B; \quad \frac{\partial f}{\partial Y_D} = X_A - X_C$$

Entonces reemplazando y simplificando:

$$M_s = \frac{1}{2} \sqrt{(Y_D - Y_B)^2 (M_{X_A}^2 + M_{X_C}^2) + (Y_A - Y_C)^2 (M_{X_B}^2 + M_{X_D}^2) + (X_B - X_D)^2 (M_{Y_A}^2 + M_{Y_C}^2) + (X_C - X_A)^2 (M_{Y_B}^2 + M_{Y_D}^2)}$$

Si  $M_{X_A} = M_{Y_A}; M_{X_B} = M_{Y_B}$ ; etc.

es decir si los errores medios en ordenadas son iguales a los errores medios en abscisas que importa expresar que los puntos están dentro de un entorno.

$M_{X_A} = M_{Y_A}; M_{X_B} = M_{Y_B}$  etc.

valor independiente del sistema de referencia empleado, resultara, llamando

$$M_A = M_{X_A} = M_{Y_A}$$

$$M_B = M_{X_B} = M_{Y_B}$$

$$M_s = \frac{1}{2} \sqrt{(Y_D - Y_B)^2 (M_A^2 + M_C^2) + (Y_A - Y_C)^2 (M_B^2 + M_D^2) + (X_B - X_D)^2 (M_A^2 + M_C^2) + (X_C - X_A)^2 (M_B^2 + M_D^2)} \\ = \frac{1}{2} \sqrt{(M_A^2 + M_C^2) [(Y_D - Y_B)^2 + (X_B - X_D)^2] + (M_B^2 + M_D^2) [(Y_A - Y_C)^2 + (X_C - X_A)^2]}$$



$$M_s = \frac{1}{2} \sqrt{(M_A^2 + M_C^2) \cdot BD^2 + (M_B^2 + M_D^2) \cdot AC^2}$$

$$M^2_s = \frac{1}{4} \left[ (M_A^2 + M_C^2) \cdot BD^2 + (M_B^2 + M_D^2) \cdot AC^2 \right]$$

Para tener error medio relativo, dividamos ambos miembros por la superficie

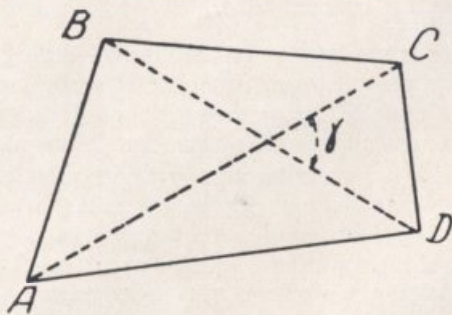


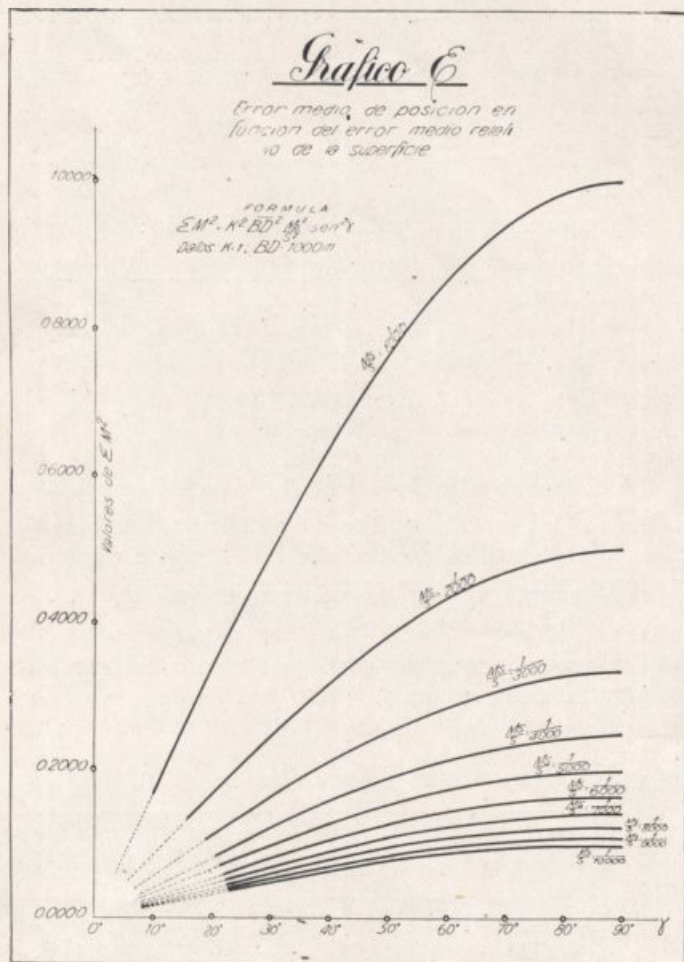
Fig 14

$$S = \frac{1}{2} BD \cdot AC \cdot \sin \gamma$$

$$S^2 = \frac{1}{4} BD^2 \cdot AC^2 \cdot \sin^2 \gamma$$

$$\frac{M^2_s}{S^2} = \frac{(M_A^2 + M_C^2) BD^2 + (M_B^2 + M_D^2) \cdot AC^2}{BD^2 \cdot AC^2 \sin^2 \gamma}$$

$$\frac{M^2_s}{S^2} = \frac{1}{\sin^2 \gamma} \left[ \frac{M_A^2 + M_C^2}{AC^2} + \frac{M_B^2 + M_D^2}{BD^2} \right]$$



Poniendo  $AC = K \cdot BD$

$$\frac{M^2_s}{S^2} = \frac{1}{\sin^2 \gamma} \left[ \frac{M_A^2 + M_C^2 + K^2 (M_B^2 + M_D^2)}{K^2 \cdot BD^2} \right]$$

Llamando  $M_A^2 + M_C^2 + (M_B^2 + M_D^2) K^2 = \Sigma M^2$  nos resulta:

$$\Sigma M^2 = K^2 \cdot BD^2 \frac{M^2_s}{S^2} \sin^2 \gamma$$

con cuya fórmula se ha preparado el gráfico E en el

que se ha supuesto  $BD = 1000m$ ;  $\frac{M^2_s}{S^2} = \frac{1}{N}$ ;  $K = 1$

o sean las diagonales iguales: —

**Ejemplo:** Para el caso que el cuadrilátero tenga la forma y dimensiones del croquis de fig. 15, ¿qué error medio de posición deberá corresponder a los vér-

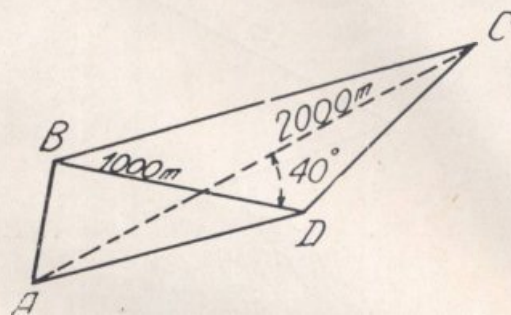


Fig 15

tices para que la superficie calculada en base a las coordenadas, esté determinada con un error medio relativo de 1:10000?

Tenemos  $\frac{M_s}{S} = \frac{1}{10000}$ ;  $BD = 1000m$ ;

$$K = \frac{AC}{BD} = \frac{2000m}{1000m} = 2; \gamma = 40^\circ$$

Reemplazando valores en (4), resulta

$$\Sigma M^2 = 4 \times 10^6 \times \frac{1}{10^8} (0,64279)^2 \text{ ó sea}$$

$$\Sigma M^2 = 0,016527$$

Una solución sería la de que los vértices estuvieran fijados con errores medios iguales o sean:

$$M_A = \pm 0,041m; M_B = \pm 0,041m;$$

$$; M_C = \pm 0,041m; M_D = \pm 0,041m.$$

Los valores se fijarán en modo que sean menores los más próximos a puntos fijos.

Establecidos los errores medios de posición deberá aplicarse para el relevamiento adecuado el mismo criterio que el expuesto con anterioridad.

Para el caso de una figura cualquiera tendremos, suponiéndola descompuesta en cuadriláteros

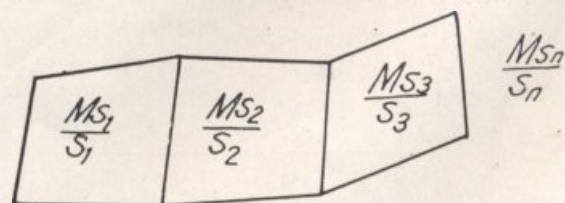


Fig 16



$$\frac{Ms}{S} = \sqrt{\left(\frac{Ms_1}{S_1}\right)^2 + \left(\frac{Ms_2}{S_2}\right)^2 + \left(\frac{Ms_3}{S_3}\right)^2 + \dots + \left(\frac{Ms_n}{S_n}\right)^2}$$

Los planos a escala preparados con el criterio a que se ha hecho referencia facilitan el estudio y proyecto de una obra de Ingeniería pero para su ejecución y replanteo debe haber puntos (señales o marcaciones) materializados en el suelo para que sirvan de referencia para las alineaciones o polígonos.

La precisión en la determinación de los elementos que ligan estas señales o marcaciones, será también función de la importancia del trabajo a realizar.

Para puntualizar mejor el criterio a seguir veamos un ejemplo en el que se impone gran precisión.

Supongamos que se trata de construir un túnel y que los trabajos serán iniciados simultáneamente desde los dos extremos A y B.

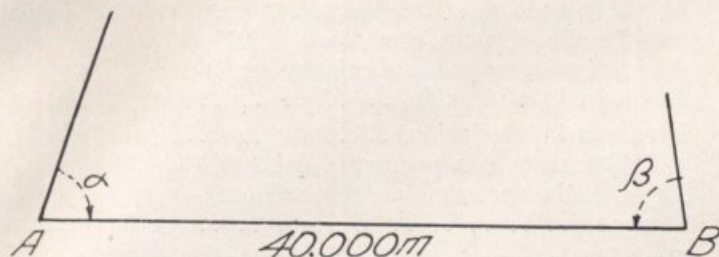


Fig. 17

Desde A y B se deberán trazar alineaciones o poligonales en tal forma que idealmente se encuentren. Como ello no se puede garantizar, la cuestión será el ver qué cuidados habrá que seguir para que los errores medios de posición de los puntos terminales no alcancen un valor superior al que previamente se imponga.

Cuanto mayor sea el cuidado, mayor será el tiempo que demandan las operaciones y consecuentemente el costo del relevamiento. El beneficio debe estar en consonancia con el gasto producido.

Tratándose de una carretera común trazada sobre la superficie podría previamente replantearse el eje y efectuar las debidas correcciones si los puntos terminales no coincidieran; el tiempo que demande la rectificación puede ser tal vez menor que el que ocasiona un trabajo de precisión en el replanteo.

Hemos visto cómo puede calcularse el error medio angular y lineal cuando se conoce el error medio de posición; es posible entonces establecer el costo de relevamiento correspondiente. Por otra parte puede determinarse el gasto de rectificación si los puntos terminales no se encontraran sino distanciados de la magnitud prevista (tolerancia igual a tres veces el error medio).

Es cuestión de establecer el error medio de modo que la diferencia de gasto que resulte imponiendo uno menor sea superior que la economía que se obtendría por el menor gasto de rectificación, es decir:

Con precisión I costo A gastos de rectificación A'  
Con precisión II costo B gastos de rectificación B'

$$A > B \quad B' > A'$$

Si  $A - B > B' - A'$  se elige precisión II

$A - B < B' - A'$  se elige precisión I

Supongamos haber establecido como tolerancia la de 0,50 m. o sea un error medio  $= \frac{\text{Tolerancia}}{3} = \pm 0,17 \text{ m.}$

En una poligonal (nuestro caso 20000 m.) el error medio transversal total debe ser de  $\pm 0,17 \text{ m.}$  El error medio transversal total depende del error medio del punto de partida y del error medio transversal propagado por la poligonal. O sea

$$Mt = \sqrt{M^2_{\text{arranque}} + M^2_{\text{poligonal}}}$$

Prescindiendo del error medio lineal pues éste no influiría sino en sentido longitudinal, podemos establecer el error medio angular en función del número de vértices que será conocido si asignamos un valor al lado (por ejemplo lado = 200 m ;  $n = \frac{20000}{200} = 100$ ) o sea por la relación ya conocida (2)

$$Mt = L \cdot \frac{M\alpha}{\rho} \sqrt{\frac{n^3}{3} + \frac{n^2}{2} + \frac{n}{6}}$$

de donde se deduce el valor de  $M\alpha$

Suponiendo que el punto de partida tenga un error medio nulo o sea que 0,17 m es el error medio transversal propagado por la poligonal, resulta

$$0,17 = \frac{M\alpha}{\rho} 200 \sqrt{\frac{100^3}{3} + \frac{100^2}{2} + \frac{100}{6}} \text{ de donde}$$

$$M\alpha = 0''3$$

$$\text{Si } L = 1000 \text{ m o sea } n = 20$$

$$M\alpha = 0''6$$

En el punto de partida deberá replantearse un ángulo con el error medio  $M$  deducido. Veamos qué error máximo puede ser admitido en la centración de la señal y en la estación para que el ángulo esté determinado con cierto error medio.

#### Error medio de un ángulo medido entre dos objetos—

De acuerdo con N. Jadanza (obra citada, pág. 306)

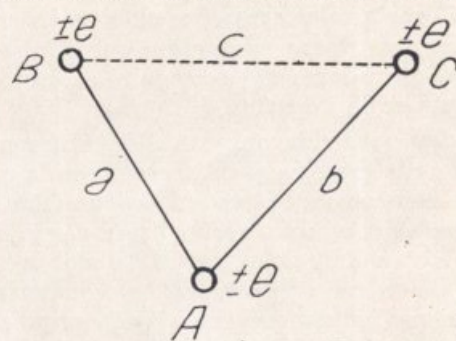


Fig 18.

el resultado numérico de un ángulo medido en A entre dos objetos B y C, está influenciado por tres causas de errores:

- 1º) De los inevitables errores de observación.
- 2º) De los errores de excentricidad de las señales que se visan.
- 3º) Del error de excentricidad del teodolito en la estación.

La fórmula que liga a los errores debido a las tres causas es la siguiente:

$$M^2\alpha = \frac{m^2\alpha}{n} + \left(\frac{e}{a \cdot b} \cdot e \cdot \rho\right)^2 + \left(\frac{e'}{a} \cdot \rho\right)^2 + \left(\frac{e'}{b} \cdot \rho\right)^2$$

y si  $e' = e$

$$M^2\alpha = \frac{m^2\alpha}{n} + \left(\frac{e}{\rho}\right)^2 \frac{c^2 + b^2 + a^2}{a^2 \cdot b^2}$$



$m\alpha$  = error medio de una observación.

$n$  = número de observaciones.

En caso que el ángulo sea aproximadamente  $180^\circ$ , será (Jordan, obra citada, pág. 459):

$$M^2\alpha = \frac{m^2\alpha}{n} + \left(\frac{a+b}{ab} e \cdot \rho\right)^2 + \left(\frac{e'}{a\rho}\right)^2 + \left(\frac{e'}{b\rho}\right)^2$$

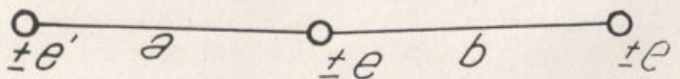


Fig 19

Para el caso de poligonales de lados iguales, siguiendo alineaciones y suponiendo  $e' = e$  o sea error de centración del instrumento igual al error de centración de la señal se tendrá

$$M^2\alpha = \frac{m^2\alpha}{n} + 6 \frac{e^2}{l^2} \cdot \rho^2$$

**Ejemplo:** ¿Con qué error medio debe ser determinado un ángulo para que el error del resultado sea el de  $4''$  si:  $e = \pm 0,001m$ ;  $l = 200m$  y  $\alpha = 180^\circ$ .

$$\frac{m^2\alpha}{n} = (4'')^2 - 6 \left( \frac{0,001}{200} 206265 \right)^2$$

$$\frac{m^2\alpha}{n} = 9''^2 \quad \frac{m\alpha}{\sqrt{n}} = \pm 3''$$

El error medio angular con  $n$  observaciones debe ser  $3''$ .

#### Instrucciones—

El razonamiento seguido nos ha fijado el valor de los errores medios angulares y lineales o sea

$$\pm M\alpha \text{ y } \pm M_l$$

Para llegar a tales errores medios serán necesarios ciertos cuidados y para asegurarse que ellos son mantenidos, los operadores deben seguir las instrucciones que al efecto se le impartan.

Así en la medición angular deberá asegurarse la centración en la estación y en la señal con la exactitud que fuera recomendado; medirá los ángulos con las dos posiciones del círculo, verticalizará el eje principal dentro de cierto límite que estará fijado en parte de divisiones del nivel y efectuará las combinaciones y número de mediciones que será fijado para cada instrumento pues de las características de éste depende el error medio de un ángulo medido una sola vez, valor que será determinado en experiencias previas.

El control será establecido en los cierres angulares que está fijado por la tolerancia ( $3 M\alpha \sqrt{n}$ ) siendo  $n$  el número de vértices.

Para que las longitudes no estén afectadas de un error medio superior al previsto, deberán seguirse las instrucciones impartidas, que no son sino los cuidados respectivos para eliminar los errores sistemáticos o por lo menos atenuarlos en proporción tal que no influyan más que en cierto valor.

En la revista N° 6 del Centro de Estudiantes de nuestra Facultad, ya tuve oportunidad de destacar la manera cómo se comportan las distintas causas de error sistemático como así los valores que ellos adquirirían.

Así para que la base de la triangulación del ejemplo desarrollado esté afectada de un error medio relativo de  $\frac{1}{32279}$  o sea en la longitud total de 8110 m (supuesto la base de un lado de la triangulación) de  $\pm 0,251 m$ , tendremos

$$\pm 0,251 = \sqrt{(A n)^2 + (B \sqrt{n})^2} \text{ en donde}$$

$A$  = error sistemático por cinta.

$B$  = error accidental por cinta.

$n$  = número de cintas.

Si la menor división de la cinta es de 0,001 m, podremos establecer que  $B = 0,001 m$  y tratándose de una cinta de 50 m, en el total de 8110 m resultará  $n = 163$ .

Para que quede satisfecha la igualdad, deberá ser  $A = 0,0015 m$ .

Siguiendo el criterio expuesto en el artículo de la revista citada, para que  $A = 0,0015 m$  por cinta, deberán adoptarse los siguientes cuidados:

Error en la alineación, . . . . .  $\pm 0,12m$

Error en la nivelación . . . . .  $\pm 0,015m$

(en terrenos con pendiente del 1 %)

Error en la apreciación de la temperatura . . . . .  $\pm 0,27$

Error en la apreciación de la tensión . . . . .  $\pm 0 \text{ Kg. } 126$

El Ingeniero o Agrimensor es en nuestro medio el encargado de proveer, para la solución de las distintas actividades a que en un comienzo me he referido, el plano con la imagen reducida de la superficie de terreno y para ello debe ejecutar las operaciones con un criterio racional obedeciendo a ciertas y adecuadas instrucciones.

Ya está visto que un plano topográfico a cierta escala demanda determinada precisión con los gastos consiguientes. De dicho plano no se pueden sacar conclusiones (longitudes, superficies, etc.) sino afectadas de los errores a que se ha hecho referencia.

Cuando se requiriera una mayor precisión sería necesario rehacer todo el trabajo para ejecutarlo teniendo en vista los nuevos puntos de mira. He ahí la necesidad de pesar muy bien el interés utilitario con el costo de los trabajos.

Por lo general es recomendable ejecutar los relevamientos con una precisión superior (levantamiento topométrico-medida de la región) al indispensable para redactar un plano (levantamiento topográfico-gráfico de la región).

Para cada levantamiento será necesario una triangulación con las construcciones de señales y marca-ciones adecuadas.

Siguiendo el principio a que hace referencia Federico Flora en su "Manual de Ciencia de la Hacienda", pág. 8, o sea que: "El Estado debe producir solamente aquellos servicios que, además de ser de utilidad general, en ciertas condiciones históricas, por falta de medios y de interés personal, no se obtendrían en absoluto, o se obtendrían económicamente por la actividad individual particular o voluntariamente asociada", es que al Estado por intermedio del Instituto Geográfico Militar, le está confiado los trabajos de triangulación fundamental del país.



# Las ecuaciones de Clapeyron - Bertot y su resolución por el método de iteración

por el Ing. Civil J. C. VAN WYK

La viga continua sobre  $n$  apoyos da lugar a un problema estático de  $n-2$  incógnitas hiperestáticas como surge del recuento del número de incógnitas y del número de condiciones de equilibrio que pueden establecerse.

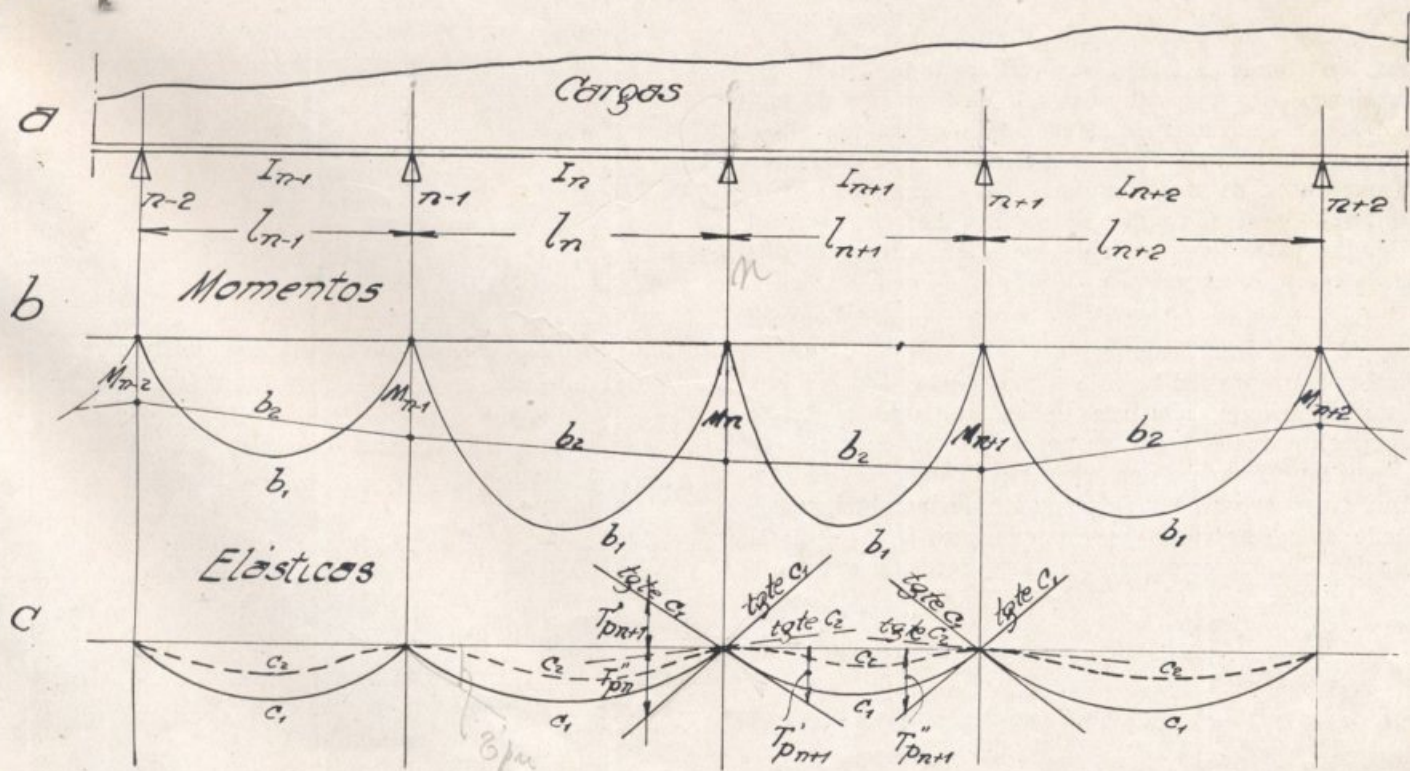
El método general consiste en la supresión de todos los vínculos menos tres; y hacer actuar en su lugar la fuerza equivalente; de tal modo se creará un sistema fundamental estáticamente determinado, sometido aparte de las cargas también a estas fuerzas de vínculo. Luego se estudia la deformación de este sistema fundamental mediante una fuerza hipotética que actúa sucesivamente superpuesta con las fuerzas de vínculo ya mencionadas; y la aplicación del teorema de Maxwell o también del principio de los trabajos virtuales, permite establecer las ecuaciones de elasticidad. Estas ecuaciones se obtienen entonces como  $n-2$  ecuaciones entre las  $n-2$  incógnitas.

El inconveniente de este método general de fundamentos tan simples y ecuaciones fáciles de plantear, reside en la resolución del sistema de ecuaciones, operación que debido a la similitud de los distintos coeficientes, deben llevarse con gran exactitud a causa de la repercusión apreciable que una aproximación insuficiente provoca.

También puede resolverse el problema por el método de los puntos fijos (debido a Ritter) método que en las últimas décadas ha sido perfeccionado y admirablemente generalizado. Por esta manera de operar una vez determinados los puntos fijos, se resuelve el problema para un solo tramo cargado, operación que debe repetirse para cada tramo y luego debe superponerse los efectos de manera a obtenerse el efecto más desfavorable. Tratándose de cargas móviles lo más conveniente es de obtener por este método las líneas de influencia; resulta uno de los métodos más eficaces para el análisis de las construcciones importantes; pero tratándose de vigas o losas continuas de las estructuras de edificios, caso en que los reglamentos permiten considerar la carga accidental como aplicada sucesivamente en toda la extensión de cada tramo; resulta al calculista más expeditivo la aplicación del teorema de los tres momentos y la resolución de las ecuaciones por el método de la iteración.

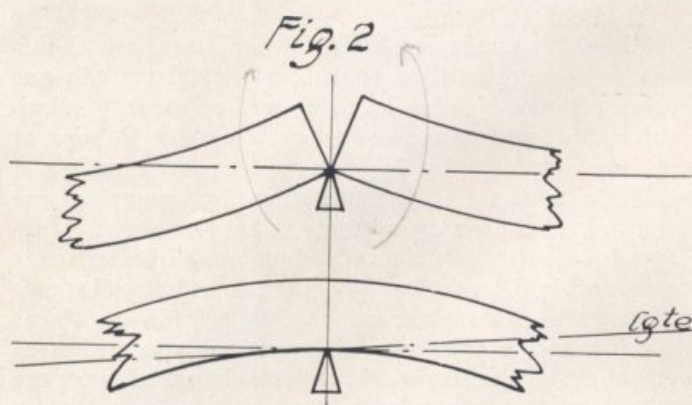
**Teorema de los tres momentos.** — En la figura 1 se ha representado la viga a cuatro tramos independientes, de luces:  $l_{n-1}$ ;  $l_n$ ;  $l_{n+1}$ ;  $l_{n+2}$  solicitadas por las cargas cuyos diagramas indicados en la figura 1 a); se producen momentos cuyos diagramas significados en la figura 1 b), son las curvas  $b_1$  y en la figura 1 c) las curvas  $c_1$  significan las elásticas de deformación.

Fig. 1





Sobre los apoyos y debido a la deformación se produce una situación como la representada en la figura 2; la junta entre dos vigas se ha abierto en V: situación que no puede producirse si la viga es continua y para obtener tal continuidad, deberá aplicarse a cada lado de la junta un momento o par capaz de cerrarla.



Este momento produce una contraflexión y en definitiva sobre los distintos apoyos de la viga continua, las elásticas correspondientes a los distintos tramos tendrán sobre los apoyos la normal a la curvatura en común o lo que es lo mismo, tendrán común la tangente a la curva elástica.

Comenzaremos con determinar la intensidad de la rotación producida por la sobrecarga en cada extremo de las vigas simples en que se ha resuelto la viga continua y titulamos estas rotaciones con  $\tau'_{pn}$  y  $\tau''_{pn}$  a la izquierda y derecha respectivamente en el tramo n.

La intensidad de la rotación es dada de acuerdo a la interpretación de Mohr de la ecuación diferencial de la elástica, como la reacción ideal del apoyo correspondiente al diagrama de la superficie de momentos reducidos  $\left(\frac{M}{EI}\right)$  considerada como diagrama de cargas.

Entonces  $\tau'_{pn} = \frac{A_n}{E I_n}$ ; y  $\tau''_{pn} = \frac{B_n}{E I_n}$  para I constante en el mismo tramo y significando  $A_n$  y  $B_n$  las reacciones de apoyo causadas por el diagrama de momentos considerado como diagrama de cargas, por ejemplo: para carga uniforme p, en el tramo  $l_n$  en el diagrama de momentos es una parábola de flecha  $1/8 p l_n^2$  ó  $1/8 P l_n$  — poniendo  $p l_n = P$  y serán  $A_n$  y  $B_n = 1/24 P l_n^2$ . Los Manuales dan tablas para  $A_n$  y  $B_n$  para distintos casos de carga.

La rotación relativa entre los extremos de dos vigas que en n tienen su apoyo será  $\tau''_{pn} + \tau'_{pn} (n+1)$  y sobre el apoyo n-1 será:  $\tau''_{pn} (n+1) + \tau'_{pn}$  etc. Estas rotaciones relativas deben anularse mediante aquellas producidas por los pares  $M_n$ ;  $M_{n-1}$ ; etc.

Si consideramos una viga simple, fig. 3, de longitud entre apoyos l y de momento de inercia I y solidada en un extremo por un momento igual a 1; la rotación del extremo donde está aplicado el momento es dado por:

$\frac{2}{3 \times 2} \cdot \frac{M_o l}{EI} = \frac{2 \times 1 \times 1}{3 \times 2 \times E \times 1} = \frac{2}{6E}$  y en el extremo opuesto  $\frac{1}{3} \times \frac{M_o l}{2EI} = \frac{1}{6E}$  rotación que titularemos  $2\tau$  y  $\tau$  respectivamente.

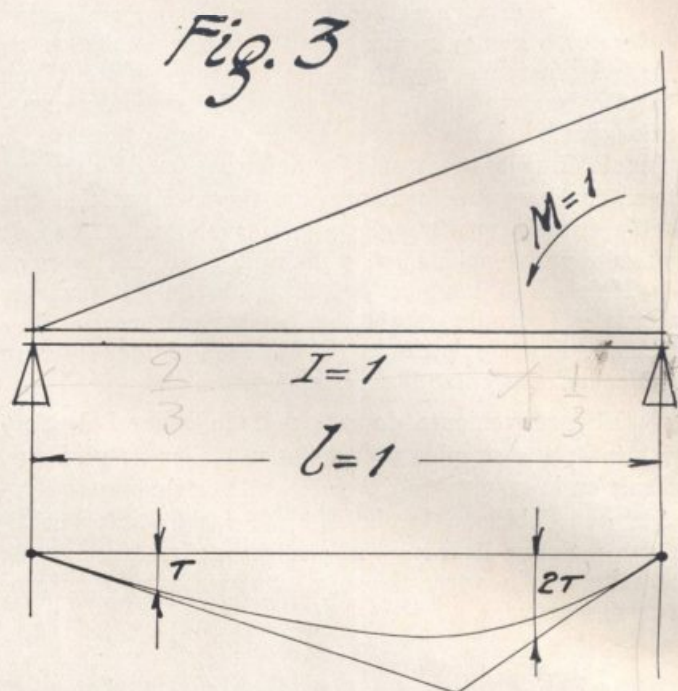
Si ahora la luz es por ejemplo  $l_n$  y el momento de inercia  $I_n$ , el momento aplicado en el extremo  $M_n$  las rotaciones de los extremos de la viga serán:

$$\frac{2}{6E} \cdot \frac{l_n M_n}{I_n} = 2\tau \frac{l_n M_n}{I_n}; \quad \frac{1}{6E} \cdot \frac{l_n M_n}{I_n} = \tau \frac{l_n M_n}{I_n}$$

para la misma viga  $l_n$ , pero actuando en el apoyo n-1 el momento  $M_{n-1}$  las rotaciones serán:

$$\tau \frac{l_n}{I_n} M_{n-1} \quad \text{y} \quad 2\tau \frac{l_n}{I_n} M_{n-1}$$

expresanse de tal modo las rotaciones en función de los momentos sobre los apoyos que son las incógnitas del problema.



Utilizaremos ahora la condición de la continuidad de la viga, y sobre cada apoyo intermedio la suma de las rotaciones es nula; es decir las rotaciones relativas producidas por las cargas deben anularse por las rotaciones debidas a los pares de fuerzas sobre los apoyos.

Tomemos el apoyo n

$$\left( \tau'_{pn} + \tau'_{p(n+1)} \right) + M_{n-1} \frac{l_n}{I_n} \tau + M_n \left( \frac{2l_n}{I_n} + \frac{2l_{n+1}}{I_{n+1}} \right) \tau + M_{n+1} \frac{l_{n+1}}{I_{n+1}} \tau = 0$$

multiplicando por  $\frac{1}{\tau} = 6E$  y transponiendo

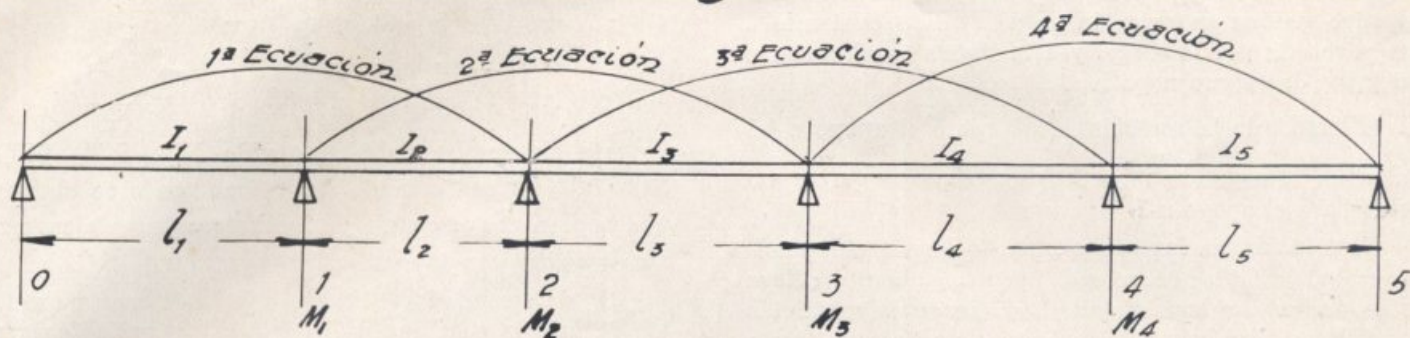
$$M_{n-1} \frac{l_n}{I_n} + 2M_n \left( \frac{l_n}{I_n} + \frac{l_{n+1}}{I_{n+1}} \right) + M_{n+1} \frac{l_{n+1}}{I_{n+1}} = -6 \left( \frac{B_n}{I_n} + \frac{A_{n+1}}{I_{n+1}} \right)$$

ecuación en el que aparecen los tres momentos incógnitas;  $M_{n-1}$ ;  $M_n$ ; y  $M_{n+1}$ . Es ésta la conocida ecuación de los tres momentos, dada a conocer por Clapeyron en el año 1857 pero con anterioridad presentada por Bertot en el año 1855 en Comptesrendus.

Tratándose de una viga continua como por ejemplo la de la figura 4; se puede establecer la primera ecuación como la dada para el apoyo n; para el apoyo 1 siendo  $M_o$  en este caso nulo, aparecen en la ecuación solamente  $M_1$  y  $M_2$ ; a continuación se establece la se-



Fig. 4



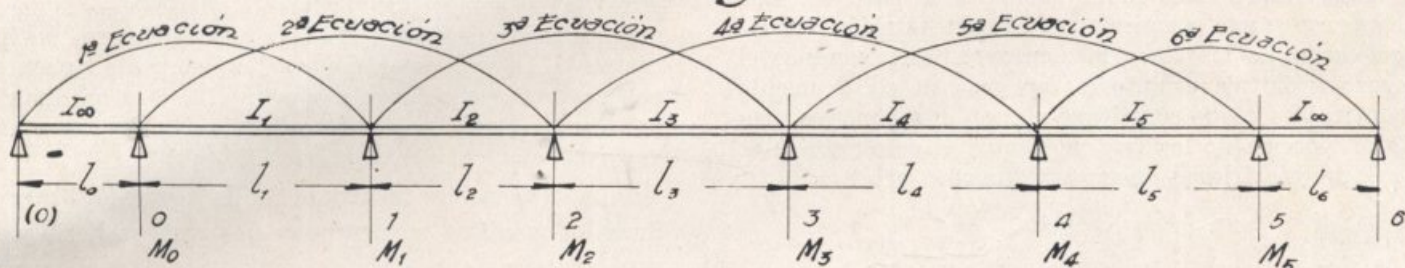
gunda ecuación con respecto al apoyo 2, apareciendo  $M_1$ ;  $M_2$  y  $M_3$ , luego la tercera ecuación respecto al apoyo 3 y finalmente la cuarta con respecto al apoyo 4 apareciendo sólo  $M_3$  y  $M_4$  porque siendo el 5 un apoyo libre será  $M_5 = 0$ .

Se habrán planteado de tal modo cuatro ecuaciones entre las cuatro incógnitas; obsérvese que en cada ecuación aparecen a lo máximo tres incógnitas y resalta a simple vista el predominio del coeficiente de

$$0 + 2 M_0 \left( \frac{l_0}{\infty} + \frac{l_1}{I_1} \right) + M_1 \frac{l_1}{I_1} = -6 \left( \frac{0}{\infty} + \frac{A_1}{I_1} \right)$$

Fácilmente puede también tenerse en cuenta el caso de hundimiento arbitrario de un apoyo. Suponemos que el apoyo  $n$  **esimo** (fig. 6) haya sufrido un descenso  $\Delta n$ ; los ejes de las vigas simples formarán entre sí ángulos dados por:

Fig. 5



la incógnita central en cada ecuación; esta circunstancia permite como se verá más adelante la fácil resolución por el método de la iteración.

$$\begin{aligned} 0 + 2 M_1 \left( \frac{l_1}{I_1} + \frac{l_2}{I_2} \right) + M_2 \frac{l_2}{I_2} &= -6 \left( \frac{B_1}{I_1} + \frac{A_2}{I_2} \right) \\ M_1 \frac{l_1}{I_1} + 2 M_2 \left( \frac{l_2}{I_2} + \frac{l_3}{I_3} \right) + M_3 \frac{l_3}{I_3} &= -6 \left( \frac{B_2}{I_2} + \frac{A_3}{I_3} \right) \\ M_2 \frac{l_2}{I_2} + 2 M_3 \left( \frac{l_3}{I_3} + \frac{l_4}{I_4} \right) + M_4 \frac{l_4}{I_4} &= -6 \left( \frac{B_3}{I_3} + \frac{A_4}{I_4} \right) \\ M_3 \frac{l_3}{I_3} + 2 M_4 \left( \frac{l_4}{I_4} + \frac{l_5}{I_5} \right) + 0 &= -6 \left( \frac{B_4}{I_4} + \frac{A_5}{I_5} \right) \end{aligned}$$

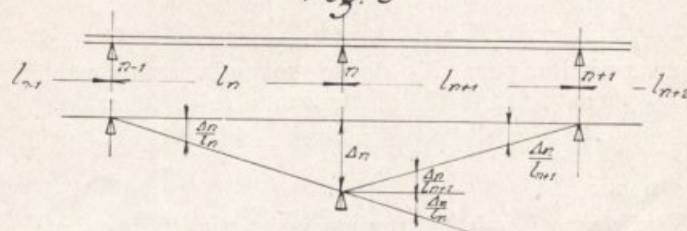
Si la viga tuviese los apoyos extremos empotrados como indica la figura 5 podemos imaginarnos agregado a la izquierda de 0 y a la derecha de 5, tramos  $l_0$  y  $l_6$  de una longitud arbitraria finita, pero de momento de inercia infinitamente grande, lo que significa una rigidez infinitamente grande de estos tramos agregados, equivalente al empotramiento. En el segundo miembro de la ecuación correspondiente o miembro de carga, figura naturalmente este tramo con carga nula y la ecuación primera correspondiente a la figura 5 toma la forma:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta_n}{l_n} &\text{ sobre el apoyo } n-1 \\ \frac{\Delta_n}{l_n} + \frac{\Delta_n}{l_{n+1}} &\text{ sobre el apoyo } n \text{ y} \\ \frac{\Delta_n}{l_{n+1}} &\text{ sobre el apoyo } n+1; \end{aligned}$$

estos ángulos o rotaciones teniendo en cuenta su signo, se agregan a las rotaciones relativas provocadas por las cargas.

Así al establecerse la ecuación correspondiente al apoyo  $n-1$ ; la rotación  $\frac{\Delta_n}{l_n}$  entra en el segundo miembro con signo menos, porque al igual que la rotación debida a la carga abre la junta en V.

Fig. 6





En la ecuación correspondiente al apoyo  $n$ , la rotación  $\frac{\Delta_n}{l_n} + \frac{\Delta_n}{l_{n+1}}$  entra en el segundo miembro con signo positivo porque su rotación es de sentido contrario a la provocada por la carga, y ésta figura en el segundo miembro con signo negativo.

Finalmente la rotación  $\frac{\Delta_n}{l_{n+1}}$  sobre el apoyo  $n+1$  entra en el segundo miembro con signo negativo tal como para el apoyo  $n-1$ .

**Resolución de las ecuaciones.** — Puede efectuarse la resolución de las ecuaciones por determinantes; lleva esta operación a buen resultado y sin excesivo cálculo numérico si el número de incógnitas no pasa de tres o cuatro, mayor número ya hace penosa la operación.

También puede procederse por el método de la eliminación o por sustitución y en la aplicación se encuentra el mismo inconveniente ya señalado para la resolución por determinantes.

El método de la iteración es de aplicación cuando los coeficientes de las distintas incógnitas predominan una vez por cada incógnita en cada ecuación.

Es decir si se colocan las ecuaciones en forma ordenada como se indica a continuación, los coeficientes en diagonal representados con letras mayúsculas son mucho mayores que los demás de la misma ecuación, y esto siempre tiene lugar en las ecuaciones del tipo Clapeyron como asimismo se cumple también en las ecuaciones de los cinco momentos a que conduce el mismo problema cuando los apoyos son elásticamente deformables y que constituye el caso más general, siendo el teorema de los tres momentos el caso particular para apoyos fijos o de un hundimiento arbitrario

$$A_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4 + a_5 X_5 = m_1$$

$$b_1 X_1 + B_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 = m_2$$

$$c_1 X_1 + c_2 X_2 + C_3 X_3 + c_4 X_4 + c_5 X_5 = m_3$$

$$d_1 X_1 + d_2 X_2 + d_3 X_3 + D_4 X_4 + d_5 X_5 = m_4$$

$$e_1 X_1 + e_2 X_2 + e_3 X_3 + e_4 X_4 + E_5 X_5 = m_5$$

una primera aproximación se obtiene de la ponencia en la primera ecuación todas las incógnitas igual a  $X_1$

en la segunda  $A_1 X'_1 + a_2 X'_1 + a_3 X'_1 + a_4 X'_1 + a_5 X'_1 = m_1$   
 $b_1 X'_2 + B_2 X'_2 + b_3 X'_2 + b_4 X'_2 + b_5 X'_2 = m_2$   
 etc. resuelta

$$X'_1 = m_1 : (A_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5)$$

$$X'_2 = m_2 : (b_1 + B_2 + b_3 + b_4 + b_5)$$

estas primeras aproximaciones sustituidas en la primera ecuación dan:

$$A_1 X'_1 + a_2 X'_2 + a_3 X'_3 + a_4 X'_4 + a_5 X'_5 = m_1$$

y resuelta para  $X_1$ , da la segunda aproximación  $X''_1$ ; de la segunda ecuación:

$$b_1 X'_1 + B_2 X'_2 + b_3 X'_3 + b_4 X'_4 + b_5 X'_5 = m_2$$

que resuelta para  $X_2$  da la segunda aproximación  $X''_2$  y continuando del mismo modo la 5ª ecuación.

$$e_1 X'_1 + e_2 X'_2 + e_3 X'_3 + e_4 X'_4 + E_5 X'_5 = m_5$$

de donde  $X''_5$

Estas segundas aproximaciones sustituidas dan:

$$A_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4 + a_5 X_5 = m_1$$

$$b_1 X_1 + B_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 = m_2$$

$$c_1 X_1 + c_2 X_2 + C_3 X_3 + c_4 X_4 + c_5 X_5 = m_3$$

$$d_1 X_1 + d_2 X_2 + d_3 X_3 + D_4 X_4 + d_5 X_5 = m_4$$

$$e_1 X_1 + e_2 X_2 + e_3 X_3 + e_4 X_4 + E_5 X_5 = m_5$$

de este sistema se habrá obtenido  $X''_1, X''_2, X''_3, X''_4, X''_5$ , y continuando del mismo modo se obtiene una rápida convergencia de los valores numéricos como se aclara con la siguiente aplicación:

Se determinará el diagrama de máximos momentos de la losa continua de la figura 7 para las cargas permanentes de 300 Kg/ml y cargas accidentales de 200 Kg/ml y se considera una faja de 1 metro en profundidad. Los espesores de la losa indicados en la figura se han determinado por un cálculo previo aproximado y de acuerdo a los espesores mínimos permitidos por el reglamento (la altura estática  $h' > 1/35$  de la distancia entre puntos de momentos nulos).

Debe comenzarse con ordenar las cargas accidentales de modo que se produzcan los efectos más desfavorables, pero de acuerdo al reglamento, en estructura de edificios puede suponerse la carga uniforme en la totalidad del tramo.

Trazada una ficción de la línea elástica en la figura 7 a) se comprende fácilmente que las cargas como ahí indicadas producen los máximos momentos en los campos  $l_1, l_3$  y  $l_5$ ; por que en los campos adyacentes no gravita la sobrecarga por cuyo efecto se produciría una contraflexión es decir se disminuiría la curvatura y por consiguiente el momento.

La ordenación de acuerdo a la figura 7 b) produce los máximos momentos en los campos  $l_2, l_4$  y  $l_5$  pero observando la simetría con el caso anterior, podemos utilizar en orden simétrico los valores correspondientes a tal caso.

También la figura 7 c) y 7 d) dan ordenaciones simétricas y basta con resolver uno de estos casos.

Finalmente se resolverá el caso de carga representada en la figura 7 e) para obtener el máximo momento sobre el apoyo 3.

Ahora corresponde determinar las reacciones de los apoyos A y B de cada tramo y debido a la superficie de momentos considerada como diagrama de cargas

$$l_1 = 4 \text{ M} \quad \text{p. p. o. } 3 \text{ T m/l} \quad P_p = 1,2 \text{ T}$$

$$A_p = B_p = \frac{1}{24} \times 1,2 \times 4^2 = 0,8 \text{ Tm}^2$$

carga total 0,5 T/ml  $P_t = 2 \text{ T.}$

$$A_t = B_t = \frac{1}{24} \times 2 \times 4^2 = 1,335 \text{ Tm}^2$$

$$l_2 = 3 \text{ m} \quad \text{p. p. } 0,3 \text{ T/ml} \quad P_p = 0,9 \text{ T.}$$

$$A_p = B_p = \frac{1}{24} \times 0,9 \times 3^2 = 0,3375 \text{ Tm}^2$$

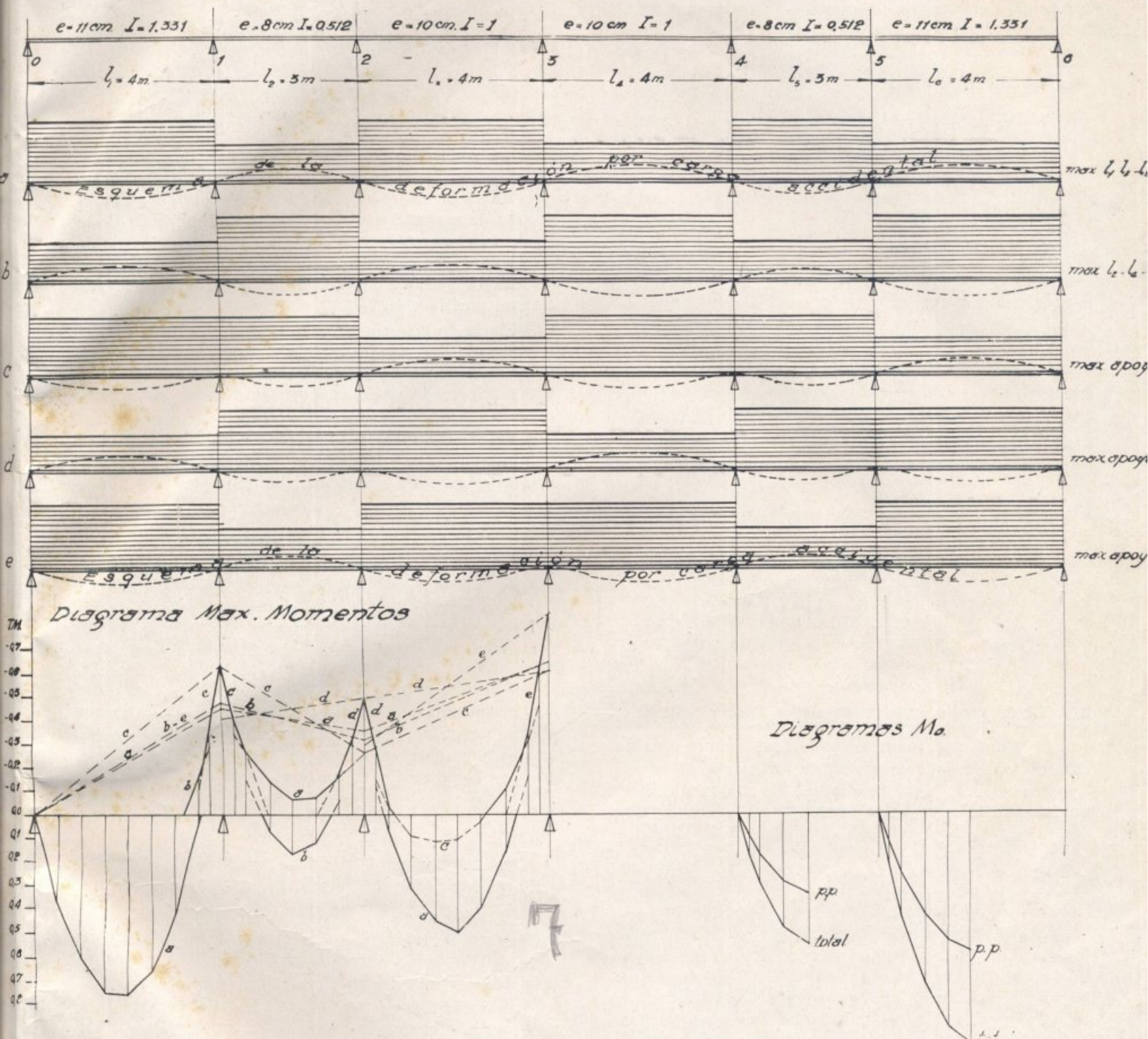
carga total 0,5 T/ml  $P_t = 1,5 \text{ T}$

$$A_t = B_t = \frac{1}{24} \times 1,5 \times 3^2 = 0,5625 \text{ Tm}^2$$

$$l_3; l_4; l_6 \text{ igual a } l_1; \quad l_5 \text{ igual a } l_2$$

Los momentos de inercia se calculan para una faja de 100 cms. de ancho; de acuerdo al reglamento no es necesario tener en cuenta la armadura de hierro; además como que siempre aparecen las I en los dos miem-





bro de las ecuaciones, necesitamos solamente sus valores relativos, por tal razón y por la comodidad en las operaciones multiplicamos los valores de  $I$  por  $\frac{12}{100000}$

$$I_1 e = 11 \text{ cm } \frac{1}{12} \times 100 \times 11^3 \times \frac{12}{100000} = 1,1^3 = 1,331$$

$$I_2 e = 8 \text{ cm } \frac{1}{12} \times 100 \times 3^3 \times \frac{12}{100000} = 0,8^3 = 0,512$$

$$I_3 e = 10 \text{ cm } \frac{1}{12} \times 100 \times 10^3 \times \frac{12}{100000} = 1^3 = 1$$

ecuaciones para el caso de carga de la figura 7a.

$$0 + 2 M_1 \left( \frac{4}{1,331} + \frac{3}{0,512} \right) + M_2 \frac{3}{0,512} = -6 \left( \frac{1,335}{1,331} + \frac{0,3375}{0,512} \right)$$

$$M_1 \frac{3}{0,512} + 2 M_2 \left( \frac{3}{0,512} + \frac{4}{1} \right) + M_3 \frac{4}{1} = -6 \left( \frac{0,3375}{0,512} + \frac{1,335}{1} \right)$$

$$M_2 \frac{4}{1} + 2 M_3 \left( \frac{4}{1} + \frac{4}{4} \right) + M_4 \frac{4}{1} = -6 \left( \frac{1,335}{1} + \frac{0,8}{1} \right)$$

$$M_3 \frac{4}{1} + 2 M_4 \left( \frac{4}{1} + \frac{3}{0,512} \right) + M_5 \frac{3}{0,512} = -6 \left( \frac{0,8}{1} + \frac{0,5625}{0,512} \right)$$

$$M_4 \frac{3}{0,512} + 2 M_5 \left( \frac{3}{0,512} + \frac{4}{1,331} \right) + 0 = -6 \left( \frac{0,5625}{0,512} + \frac{0,8}{1,335} \right)$$

reduciendo los coeficientes y aplicando el método de la iteración se obtiene en la primera columna los  $X'_1$  a  $X'_5$  en la segunda columna los  $X''_1$  a  $X''_5$  y se observa la rápida convergencia hacia los resultados finales de la quinta columna.

|                                         | 1a    | 2a    | 3a    | 4a    | 5a    |       |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $0 + 17,72 M_1 + 5,86 M_2 = -9,96$      | 0,42  | 0,428 | 0,43  | 0,445 | 0,447 | $M_1$ |
| $5,86 M_1 + 19,72 M_2 + 4 M_3 = -11,97$ | 0,405 | 0,40  | 0,356 | 0,347 | 0,349 | $M_2$ |
| $4 M_2 + 16 M_3 + 4 M_4 = -12,81$       | 0,534 | 0,605 | 0,63  | 0,638 | 0,638 | $M_3$ |
| $4 M_3 + 19,72 M_4 + 5,86 M_5 = -11,4$  | 0,386 | 0,328 | 0,311 | 0,308 | 0,307 | $M_4$ |
| $5,86 M_4 + 17,72 M_5 + 0 = -10,2$      | 0,43  | 0,467 | 0,471 | 0,473 | 0,473 | $M_5$ |



Ecuaciones del caso de carga fig. 7 c); varían únicamente los 2os miembros.

$$\begin{aligned} 0 + 17,72 M_1 + 5,86 M_2 &= -6 \left( \frac{1,335}{1,331} + \frac{0,5625}{0,512} \right) \\ 5,86 M_1 + 19,72 M_2 + 4 M_3 &= -6 \left( \frac{0,5625}{0,512} + \frac{0,8}{1,335} \right) \\ 4 M_2 + 16 M_3 + 4 M_4 &= -6 \left( \frac{0,8}{1} + \frac{1,335}{1} \right) \\ 4 M_3 + 19,72 M_4 + 5,86 M_5 &= -6 \left( \frac{1,335}{1} + \frac{0,5625}{0,512} \right) \\ 5,86 M_4 + 17,72 M_5 + 0 &= -6 \left( \frac{0,5625}{0,512} + \frac{0,8}{1,335} \right) \end{aligned}$$

ó reducido y resuelto:

|                                         | 1a    | 2a    | 3a    | 4a    |       |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $0 + 17,72 M_1 + 5,86 M_2 = -12,6$      | 0,535 | 0,584 | 0,612 | 0,62  | $M_1$ |
| $5,86 M_1 + 19,72 M_2 + 4 M_3 = -11,4$  | 0,385 | 0,296 | 0,274 | 0,27  | $M_2$ |
| $4 M_2 + 16 M_3 + 4 M_4 = -12,81$       | 0,535 | 0,602 | 0,608 | 0,61  | $M_3$ |
| $4 M_3 + 19,72 M_4 + 5,86 M_5 = -14,61$ | 0,494 | 0,49  | 0,494 | 0,494 | $M_4$ |
| $5,86 M_4 + 17,72 M_5 = -10,2$          | 0,432 | 0,415 | 0,412 | 0,412 | $M_5$ |

Ecuaciones del caso de carga fig. 7 e).

|                                         | 1a    | 2a    | 3a    | 4a    | 5a    |       |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $0 + 17,72 M_1 + 5,86 M_2 = -9,96$      | 0,423 | 0,427 | 0,448 | 0,46  | 0,463 | $M_1$ |
| $5,86 M_1 + 19,72 M_2 + 4 M_3 = -11,97$ | 0,405 | 0,345 | 0,306 | 0,298 | 0,296 | $M_2$ |
| $4 M_2 + 16 M_3 + 4 M_4 = -16,02$       | 0,668 | 0,83  | 0,85  | 0,853 | 0,855 | $M_3$ |
| $4 M_3 + 19,72 M_4 + 5,86 M_5 = -11,97$ | 0,405 |       |       |       |       |       |
| $5,86 M_4 + 17,72 M_5 + 0 = -9,96$      | 0,423 |       |       |       |       |       |

Los resultados así calculados se han llevado en ordenadas en figura 7f y unidos estos puntos por las líneas de cierre, las que llevan las letras correspondientes al caso de carga. Así en el primer tramo a partir de la línea de cierre a se han llevado las ordenadas de la parábola Mo y carga total trazada a la derecha; y se obtiene la porción del diagrama de los máximos momentos positivos en l<sub>1</sub>.

Llevando las ordenadas a partir de la línea de cierre c se obtiene una parte del diagrama de los mayores momentos negativos y que viene completado todavía por un trozo de parábola cuyas ordenadas se han tomado a partir de la línea de cierre b.

Procediendo en idéntica forma en los dos tramos restantes se formó la envolvente de los máximos momentos positivos y negativos.

(Continuará)

## TEORIA DE LOS ERRORES

(Continuación)

por el Ing. JORGE A. LOUREIRO

### 4º) Error medio cuadrático de la media aritmética.

Consideremos todavía como hasta ahora que los errores son verdaderos y sólo accidentales.

Sean l<sub>1</sub>, l<sub>2</sub>...l<sub>n</sub> resultados de una medición de una magnitud cuyo valor verdadero es V. Tendremos:

$$\begin{aligned} l_1 - V &= v_1 & l_1 \pm m &; m^2 \\ l_2 - V &= v_2 & l_2 \pm m &; m^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_n - V &= v_n & l_n \pm m &; m^2 \end{aligned}$$

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n}} \quad [l] \pm \sqrt{n \cdot m^2}$$

$$\angle = \frac{[l]}{n} = \frac{1}{n} [l]$$

y por la misma razón que cuando tratamos el caso X = ax

$$L \pm \frac{1}{n} \sqrt{n m^2} = L \pm \frac{m}{\sqrt{n}}$$

El error medio de la media aritmética es igual al error medio de una observación dividido por la raíz cuadrada del número de observaciones.

Hemos considerado hasta ahora que sólo intervenían errores verdaderos, vale decir que se conocía con anterioridad el verdadero valor de la incógnita.

Veamos qué ocurre cuando no se conoce el verdadero valor y que en consecuencia se adopta el promedio aritmético como el valor más probable.

Si tenemos determinaciones l<sub>1</sub>, l<sub>2</sub>, l<sub>3</sub>...l<sub>n</sub> de una misma magnitud, cuyo valor verdadero sea V y llamamos a v error verdadero; a ε error residual o aparente y L promedio aritmético

$$\begin{aligned} l_1 - V &= v_1 & l_1 - L &= \varepsilon_1 & (L + \varepsilon_1) - V &= v_1 \\ l_2 - V &= v_2 & l_2 - L &= \varepsilon_2 & (L + \varepsilon_2) - V &= v_2 \\ l_3 - V &= v_3 & l_3 - L &= \varepsilon_3 & (L + \varepsilon_3) - V &= v_3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_n - V &= v_n & l_n - L &= \varepsilon_n & (L + \varepsilon_n) - V &= v_n \end{aligned}$$

$$v_1 = L - V + \varepsilon_1 \quad ; \quad v_1 v_1 = (L - V)^2 + \varepsilon_1 \varepsilon_1 + 2 \varepsilon_1 (L - V)$$

$$v_2 = L - V + \varepsilon_2 \quad ; \quad v_2 v_2 = (L - V)^2 + \varepsilon_2 \varepsilon_2 + 2 \varepsilon_2 (L - V)$$

$$v_3 = L - V + \varepsilon_3 \quad ; \quad v_3 v_3 = (L - V)^2 + \varepsilon_3 \varepsilon_3 + 2 \varepsilon_3 (L - V)$$

$$v_n = L - V + \varepsilon_n \quad ; \quad v_n v_n = (L - V)^2 + \varepsilon_n \varepsilon_n + 2 \varepsilon_n (L - V)$$

$$[vv] = n(L - V)^2 + [\varepsilon\varepsilon] + 2[\varepsilon](L - V)$$

$$\text{pero } [\varepsilon] = 0 \quad [vv] = n(L - V)^2 + [\varepsilon\varepsilon]$$

L - V = M = error medio de la media aritmética

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n}} = \text{error medio de una observación;}$$

$$[vv] = nm^2$$

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}$$

Entonces reemplazando en a)



$$nm^2 = n \frac{m^2}{n} + [\varepsilon\varepsilon]$$

$$nm^2 = m^2 + [\varepsilon\varepsilon]$$

$$m^2 (n - 1) = [\varepsilon\varepsilon]$$

$$m^2 = \frac{[\varepsilon\varepsilon]}{n-1}; \quad m = \pm \sqrt{\frac{[\varepsilon\varepsilon]}{n-1}}$$

Tratándose de errores residuales, el error medio de una observación es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los errores residuales dividido por el número de observaciones menos uno.

Razonando en la misma forma que ya lo hemos hecho, obtenemos para el caso que se conozcan sólo errores residuales o aparentes:

$$X = ax \quad E = a.e$$

$$X = x_1 + x_2 \quad E = \sqrt{e_1^2 + e_2^2}$$

$$X = x_1 + x_2 + x_3 + x_n \quad E = \sqrt{e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + \dots + e_n^2}$$

$$e = \text{constante} \quad E = e \sqrt{n}$$

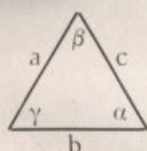
$$X = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \quad E = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1} e_1\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2} e_2\right)^2 + \dots}$$

en donde

$E$  = error medio del resultado.

$$e = \text{error medio de una observación} = \pm \sqrt{\frac{[\varepsilon\varepsilon]}{n-1}}$$

Ejemplo:



$$c = a \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha} = f(a, \alpha, \gamma)$$

Reemplazando en

$$e_c = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial a} e_a\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial \alpha} e_\alpha\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial \gamma} e_\gamma\right)^2}$$

$$\frac{\partial f}{\partial a} = \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha} = \frac{c}{a}$$

$$\frac{\partial f}{\partial \alpha} = \frac{-a \sin \gamma \cdot \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} = -\frac{c}{\sin \gamma} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = -\frac{c}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$\frac{\partial f}{\partial \gamma} = \frac{a}{\sin \alpha} \cdot \cos \gamma = \frac{c}{\sin \gamma} \cos \gamma = \frac{c}{\operatorname{tg} \gamma}$$

resultará

$$e_c = \sqrt{\frac{c^2}{a^2} e_a^2 + \frac{c^2}{\operatorname{tg}^2 \alpha} e_\alpha^2 + \frac{c^2}{\operatorname{tg}^2 \gamma} e_\gamma^2}$$

o también

$$\frac{e_c}{c} = \pm \sqrt{\left(\frac{e_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{e_\alpha}{\operatorname{tg} \alpha}\right)^2 + \left(\frac{e_\gamma}{\operatorname{tg} \gamma}\right)^2}$$

en donde queda evidenciado el inconveniente de ángulos pequeños.

Veamos ahora un ejemplo extraído del texto Cálculo de las probabilidades de Gabriel Galán el que copio literalmente por considerarlo claramente explicado.

Para determinar la colatitud de París, se verificaron varias observaciones meridianas con el círculo, tomando culminaciones de estrellas al Norte del cenit. El error medio del instrumento para una distancia cenital era, según el estudio previo hecho del mismo  $E = + 0''5$ .

He aquí ahora los valores de la colatitud, deducidos de las distancias cenitales tomadas y de las distancias polares correspondientes a las estrellas observadas. Se consigna también en la tabla la media de los valores y los errores residuales, diferencias entre la media y los valores de la colatitud.

| Distancias polares  | = colatitud deducida | Errores residuales |
|---------------------|----------------------|--------------------|
| p = + 31°           | 41°09'48''2          | + 0''8             |
| — 20° paso inf.     | 46''5                | — 0''9             |
| + 41°               | 49''1                | + 1''7             |
| 33° p. i.           | 45''7                | — 1''7             |
| + 1°                | 46''8                | — 0''6             |
| + 19°               | 48''1                | + 0''7             |
| + 10°               | 47''9                | + 0''5             |
| — 12° p. i.         | 46''7                | — 0''7             |
| Media = 41°09'47''4 |                      |                    |

El valor  $E$  que se consigna es el valor  $\frac{e}{\sqrt{n}}$  o sea

$$\sqrt{\frac{[\varepsilon\varepsilon]}{n(n-1)}}$$

en donde  $\varepsilon$  son errores residuales,

Los signos de los errores residuales (diferencias entre la media y los valores de observación), aparecen en la tabla sin obedecer a ley alguna; pero su magnitud excede mucho del error medio  $E = 0''5$ , atribuido al instrumento. Existe, pues, una causa sistemática de error, y como la declinación  $\delta$  que interviene en el cálculo de la colatitud,  $[90^\circ - \lambda = \delta + Z]$ , está calculada por las efemérides con gran exactitud, el citado error sistemático debe indudablemente atribuirse por completo a  $Z$ .

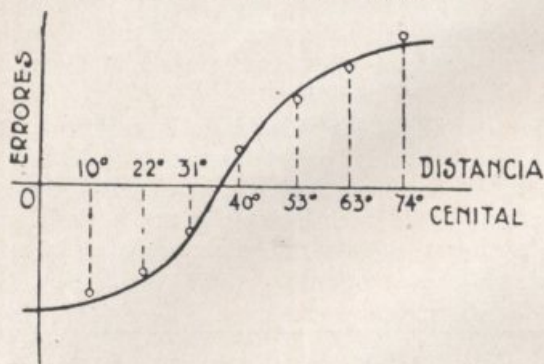
Ordenemos las observaciones ahora por orden creciente de las distancias cenitales.

| Distancia cenital | $\lambda$ Deducida | Errores residuales |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| 0°                | 41°09'49''1        | + 1''7             |
| 10°               | 48''2              | + 0''8             |
| 22°               | 48''1              | + 0''7             |
| 31°               | 47''9              | + 0''5             |
| 40°               | 46''8              | — 0''6             |
| 53°               | 46''7              | — 0''7             |
| 63°               | 46''5              | — 0''9             |
| 74°               | 45''7              | — 1''7             |



y ahora se observa que los errores residuales aparecen por orden creciente de magnitud, como los valores de Z. El error sistemático es, pues, una función de la distancia cenital, como era lógico sospechar.

Construyamos una curva tomando en coordenadas cartesianas los valores de Z sobre el eje X, y los valores de los errores sobre el eje de las y.



Esta curva cuya inspección es suficiente para sospechar que se trata de una senoide, tendrá por ecuación  $\delta = K \cdot \sin Z$  y satisface bastante bien a  $K = 0,97$ , deduciendo este valor K de la observación  $0''5 = K \cdot \sin 31^\circ$ , y por tanto:

$$\delta = 0''97 \sin Z.$$

Mas si se determina la ley de la flexión en el círculo graduado por cualquiera de los procedimientos conocidos —el de los colimadores horizontales— verbigracia, se halla para ley de la flexión:

$$f = k_1 \sin Z = + 3'' \sin Z$$

Calculemos esta corrección para los ocho valores de Z e introduzcámoslo en los valores de  $\lambda$ , según esta tabla:

| Z.  | observada   | Flexión | $\lambda$ corregida | Errores residuales |
|-----|-------------|---------|---------------------|--------------------|
| 0°  | 41°09'49''1 | + 0''5  | 41°09'49''1         | + 0''1             |
| 10° | 48''2       | 0''5    | 48''7               | — 0''3             |
| 22° | 48''1       | 1''1    | 49''2               | + 0''2             |
| 31° | 47''9       | 1''5    | 49''4               | + 0''4             |
| 40° | 46''8       | 1''9    | 48''7               | — 0''3             |
| 53° | 46''7       | 2''4    | 49''1               | + 0''1             |
| 63° | 46''5       | 2''7    | 49''2               | + 0''2             |
| 74° | 45''7       | 2''9    | 48''6               | — 0''4             |
|     |             |         | 41°69'49''          | Suma 0''0          |

y en ella puede observarse que los errores aparecen sin arreglo a ley alguna, y con magnitud al error  $0''5$  admitido como error medio del anteojo. Son, pues, estos errores que como accidentales debe considerárselos.

Hasta ahora hemos supuesto la sola intervención de los errores accidentales y un gran número de observaciones. Ello no ocurre en general, en especial por la intervención de errores residuales sistemáticos.

Así por ejemplo en la medición de longitudes, en cada cinta habrá un error sistemático A y en m cintadas un error sistemático A.m (supuesto A = constante).

Un error accidental B en cada cinta se propagará en m cintadas siguiendo la ley  $B \sqrt{m}$ . El error

medio total estará establecido por la siguiente expresión

$$c = \pm \sqrt{(Am)^2 + (B \sqrt{m})^2}.$$

No es el caso pretender entonces, cuando actúan también errores sistemáticos, de aplicar la ley  $E \frac{c}{\sqrt{n}}$  pues actuando siempre un error sistemático éste no disminuye por más que se repita el número de observaciones.

(Continuará).



# ANALISIS DEL TAQUIMETRO AUTO-REDUCTOR BOSSHARDT - ZEISS

por el Ing. RAUL V. LUCCHINI

## Consideraciones generales

La adopción de nuevos sistemas que importarán una mayor economía en el costo de los trabajos catastrales, y en el de los planos acotados destinados a los proyectos del Ingeniero Civil, hizo progresar el sistema de medición óptica, sobre todo en los países de topografía accidentada, pasando del viejo dispositivo de Reichembach al actual sistema auto-reductor de prismas de doble imagen, por una serie de dispositivos taquimétricos reductores o no, cuya descripción, ventajas y características se encuentran en las revistas especiales, folletos, prospectos, etc.

Las necesidades que he enumerado, impusieron a la oficina de Catastro de la Municipalidad de Rosario, el análisis de métodos operatorios e instrumental topográfico, de distinta naturaleza, para saber, apoyándose en los datos que la experiencia suministrara, el costo de los trabajos catastrales, y de acuerdo a tolerancias prefijadas, adoptar el material de trabajo que satisficiera a esas condiciones, lo que obligaba a hacer pruebas que permitieran obtener conclusiones definitivas acerca de la precisión de los mismos.

Consecuencia de ello, es el análisis que va a continuación con las conclusiones correspondientes, resultado de un trabajo de relevamiento practicado en el Parque Independencia de esta ciudad, con el taquímetro auto-reductor Bosshardt-Zeiss Redta III 36698, con las siguientes características:

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| Aumento anteojo .. . . .                                            | 24        |
| Precisión lectura azimutal .. . . .                                 | 12"       |
| Precisión lectura vertical .. . . .                                 | 12"       |
| Precisión lectura tangente .. . . .                                 | 0,0002    |
| Sensibilidad de los niveles azimutal, cenital y de anteojo .. . . . | 30"/2 mm. |

Este trabajo ejecutado con el fin de sacar un plano general de las instalaciones y motivos decorativos que existen en ese parque, hacía ideal el uso del taquímetro antes citado; otro método ya sea ortogonal o polar con taquímetros no reductores, no hubiera sido factible; el primero por las dificultades que ofrece el trazado de líneas auxiliares en sitios como ése, cuyo arboledado es una perpetua molestia y por la profusión de puntos a sacar; y el segundo la intensa labor de cálculo que hubiera significado la reducción de todos los puntos, que son aproximadamente 10.000 con los gastos consiguientes.

Como de estas operaciones se debían extraer conclusiones sobre el instrumento, se hizo necesario apoyar el trabajo sobre puntos fijados con una precisión tal, que frente a la que del aparato es posible obtenerse, permita suponer a los errores derivados como verdaderos. Así se trazó un polígono de precisión, algunas de cuyas características daré más adelante al tratar de los cierres poligonales obtenidos, y una base de contrastación que se citará al tratar el error de distancia.

Los puntos de apoyo de todo el trabajo son en número de 100, lo que equivale a decir que cada estación tenía un rendimiento medio de 100 puntos fijados mediante el instrumento.

Para la mejor ordenación del presente estudio he creído conveniente dividirlo en la forma que sigue:

- Errores imputables al aparato.
- Errores imputables a la mira.
- Errores generales.
- Observaciones al instrumental y a los métodos operatorios.
- Rendimiento económico.
- Conclusiones.

### a) Errores imputables al aparato

Ellos pueden ser considerados en su clasificación de sistemáticos y accidentales, y también en la de afectar al aparato considerado como teodolito o como auto-reductor. Tomamos como base esta última distinción y examinaremos las causas que tienden a disminuir la precisión del instrumento separadas según la primera clasificación.

#### 1) Como Teodolito

Entre los errores sistemáticos se tienen: colimación, verticalidad, inclinación, graduación, etc.; errores éstos cuya propagación es conocida y cuya influencia general la observamos al tratar el error medio angular.

Voy a destacar el efecto que produce el prisma de caras paralelas, que trasladando al eje visual produce el efecto de un error de colimación variable con la distancia, por eso las instrucciones recomiendan llevar el tambor de lectura de distancia a 10 cm., que corresponde, cuando no hay corrección por la constante de adición, a la posición normal del prisma. Imaginando que esta precaución no se tuviera en cuenta, la posición más desfavorable indicaría, ya sea a una trasiación del eje de 1,2 mm. Este valor es muy inferior al error de fijación de un punto como se verá, e inferior a la apreciación angular del instrumento para distancias mayores de 20 m. por lo cual la recomendación antedicha dejaría de tener valor.

A los errores citados pueden añadirse el de excentricidad e índice. Sobre el último se hablará en especial al tratar de los controles instrumentales.

Entre los errores accidentales se tienen: error de estación, de lectura, y de agudeza.

El primero depende del medio empleado para conseguir la centración del instrumento, sobre la señal terrestre que le sirve de punto de apoyo. Así será computable en forma distinta si se usa piomada gravitacional, bastón plomada, o plomada óptica. En el primer caso el error se estima en 3 a 4 mm. En el segundo caso depende de la sensibilidad del nivel de verticalidad. Los datos que se suministran indican que este



nivel tiene una sensibilidad de 10 minutos, lo que significa que para un centrado de la burbuja de 0,2 mm. se obtendría un error de estación de 0,8 mm. para una altura de 1,30 m.

El instrumento que se estudia viene munido de la plomada óptica III (fija) de 2 aumentos. La precisión de estacionamiento dependerá de la agudeza visual del observador, aceptando a ésta de 1 minuto, se tiene un error de apunte de 30" y su influencia para la altura de 1,30 m. sería de 0,2 mm. Valor bien bajo que no es compatible con las marcaciones comunes y que tiene una influencia despreciable en todas las observaciones que se practiquen.

Es evidente que la obtención de resultados como el que se ha calculado sólo es factible, cuando la corrección de la plomada sea llevada a un máximo, para lo cual se ha valido de un método de materialización de visuales cortas, con lo que se pudo proyectar sobre el suelo, el vértice del triedro de los ejes del aparato, llevando luego la cruz filar de la plomada a ese punto.

Sobre la influencia del error de lectura en las mediciones azimutales hablaremos al tratar del error medio angular, y el error de apuntamiento o agudeza será tratado ampliamente al hablar del error de coincidencia.

## 2) Como Auto-Reductor

Los sistemáticos que se pueden considerar son:

- I) Debidos a la constante de adición
- II) Debidos a la constante de multiplicación
- III) Debidos a la reducción.

I) Es sabido que por disposiciones constructivas acertadamente ejecutadas, es posible la eliminación de esta constante, particularizada para cada observador, como consecuencia de las diferencias ópticas de las superficies refractantes del ojo <sup>(1)</sup>, pero de falsas apreciaciones de lectura durante el período de corrección, o resultado de sumación de pequeños errores residuales, puede subsistir una pequeña porción de la misma, que afectaría el resultado de las mediciones de un error sistemático cuya importancia se ha determinado de la manera siguiente.

Como los observadores, que eran dos, se turnaban en el uso del instrumento y no siendo cómodo ni práctico correcciones sucesivas del mismo para ajustarlo cada vez al ojo del operador, se hizo una primera corrección, para luego establecer las correcciones definitivas de acuerdo a las observaciones que habían de practicarse para determinar el error en distancia. Así se obtendría la constante más probable para cada observador y el error medio de determinación de la misma para una observación, valor este último que es el que necesitamos. El nos indicaría la posibilidad de equivocación al ajustar el instrumento mediante una sola observación. Así se ha obtenido, llamando con  $m_a$  este error:

$$m_a \text{ (para observador A)} = \pm 4,6 \text{ mm.}$$

$$m_a \text{ (para observador B)} = \pm 5,2 \text{ mm.}$$

Acerca de la obtención de estos resultados se hablará al tratar del error en distancia.

Como se ve es un error que puede adquirir importancia reduciendo la eficacia real del instrumento,

por lo cual es aconsejable una rectificación cuidadosa de esa constante.

II) Las consideraciones que preceden son absolutamente válidas para la constante de multiplicación y el método descrito también se ha aplicado al presente caso, siendo los resultados obtenidos, llamando con  $m_c$  al error, los que siguen:

$$\text{Influencia a 100 m. } \begin{cases} m_c \text{ (para A)} = \pm 2 \text{ cm.} \\ m_c \text{ (para B)} = \pm 2,3 \text{ cm.} \end{cases}$$

Estos valores tienen una importancia menor que los anteriores, lo cual es razonable dada la posibilidad de regular con mayor comodidad esta constante, por la interpolación que se puede hacer por medio del prisma de débil refringencia destinado al efecto.

III) Los errores cuyo origen están en el sistema de reducción pueden limitarse a 3 tipos principales:

- a) Errores de reducción provenientes del prisma suplementario.
- b) Errores provenientes de una falsa posición normal de los prismas.
- c) Error causado por no ser analítico central el dispositivo de doble imagen.

a) Para subsanar las deficiencias indicadas anteriormente, y motivadas por defectos imputables al observador, se hacía factible el ajuste de la constante de multiplicación para cada operador, mediante el empleo de un prisma suplementario de débil refringencia, cuya desviación se gradúa por giro del mismo.

El rayo desviado que constituye el segundo lado del ángulo paraláctico, vendría así a sufrir una triple desviación, de la cual, se obtiene en las dos primeras el sistema auto-reductor variable con el movimiento zenital del antejo, y con un valor de la constante de:

$$c = 100 + \Delta_c \text{ (para antejo horizontal),}$$

y en el tercero el valor de la corrección  $\Delta_c$ , aproximadamente constante, como veremos, para cualquier posición en altura del eje visual.

Este prisma suplementario introduciría así una causa de error tanto más importante según la distancia zenital leída, y que vamos a valorar:

Supongamos (ver fig. 1), AB sea el rayo incidente con un ángulo  $\alpha$  respecto del eje principal, y  $\varphi$  el ángulo de refringencia del prisma suplementario. Las ecuaciones del rayo refractado son, siendo  $n$  el índice relativo del vidrio al aire:

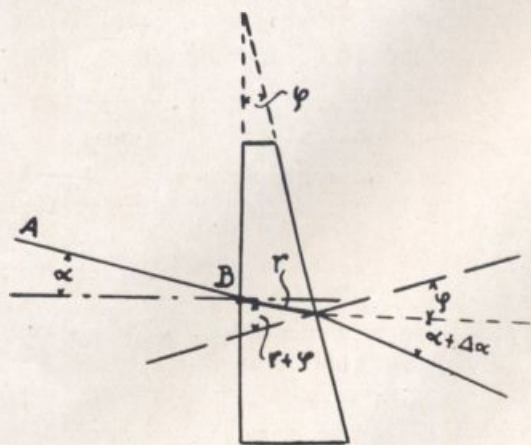


Fig 1

(1) R. Bosshardt — Mesure optique des distances et méthode des coordonnées polaires.



$$\operatorname{sen} \alpha = n \operatorname{sen} r ; n \operatorname{sen} (r + \varphi) = \operatorname{sen} (\alpha + \Delta \alpha + \varphi) \quad (1)$$

El ángulo  $\alpha$  es una función del ángulo de altura:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} p \cdot \cos h \quad (2)$$

en la que  $p$  es el valor del ángulo paraláctico para  $h = 0$  (anteojo horizontal), y aproximadamente;  $\operatorname{tg} p = 1/100$ .

De las ecuaciones (1), siendo que  $\varphi$  como  $\Delta \alpha$  son valores que no pasan de  $2''$  ó  $3''$  en el caso desfavorable, desarrollando en serie de Taylor se deduce:

$$\varphi (\sqrt{n^2 - \operatorname{sen}^2 \alpha} - \cos \alpha) = \Delta \alpha \cos \alpha \quad \text{de donde:}$$

$$\varphi \left( n \sqrt{1 + \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha (n^2 - 1)}{n^2}} - 1 \right) = \Delta \alpha$$

desarrollando nuevamente la raíz en serie se tendría finalmente:

$$\Delta \alpha = \varphi (n - 1) + \frac{\varphi}{2n} \operatorname{tg}^2 \alpha (n^2 - 1)$$

Siendo:  $n \approx 1,5$   $\operatorname{tg} \alpha$  (máx) = 0,01 se tendría:

el primer término del 2º miembro de (3) = 0,5  $\varphi$

el segundo íd. íd. íd. íd. de (3) = 0,00004  $\varphi$

Por tanto la constancia de  $\Delta \alpha$  puede admitirse, y sabido esto vamos a valorar el error provocado por ella.

Llamado  $Dr_v$  la distancia reducida verdadera, para un ángulo de altura  $h$  siendo  $D$  la distancia sin reducir, se tiene que:

$$Dr_v = 100 D \cdot \operatorname{tg} (\alpha + \Delta \alpha) \quad (4)$$

en que  $\alpha + \Delta \alpha$  sería el ángulo paraláctico para  $h$ , siendo  $\alpha$  variable con este valor y  $\Delta \alpha$  constante. El valor  $D \cdot \operatorname{tg} (\alpha + \Delta \alpha)$  representa la longitud observada de la mira. Desarrollando (4) y teniendo en cuenta a (2):

$$Dr_v = 100 D \left( \frac{\operatorname{tg} p \cdot \cos h + \operatorname{tg} \Delta \alpha}{1 - \operatorname{tg} p \cdot \cos h \cdot \operatorname{tg} \Delta \alpha} \right) \quad (5)$$

Pero en la práctica de la observación al anotar el valor de  $Dr$  (distancia reducida observada) se hace:

$$\operatorname{tg} (\alpha + \Delta \alpha) = 0,01 \cos h$$

suponiéndose que el ángulo paraláctico se reduce totalmente. De donde:

$$Dr_o = 100 D \cdot 0,01 \cos h = D \cos h$$

El error  $\varepsilon$  que se comete está dado por:

$$\varepsilon = Dr_o - Dr_v$$

$$\varepsilon = D \left( \cos h - \frac{100 \operatorname{tg} p \cdot \cos h + 100 \operatorname{tg} \Delta \alpha}{1 - \operatorname{tg} p \cdot \cos h \cdot \operatorname{tg} \Delta \alpha} \right) \quad (6)$$

De lo dicho anteriormente se deduce:

$$\operatorname{ctg} (p + \Delta \alpha) = 100 ; \operatorname{tg} (p + \Delta \alpha) = 0,01$$

$$\text{Dada la pequeñez de } p \text{ y } \Delta \alpha : p + \Delta \alpha = 0,01 \quad (7)$$

La expresión (6) teniendo en cuenta (7), y eliminando los términos en  $\Delta \alpha^2$ , queda:

$$\varepsilon = -D \left[ \frac{100 \Delta \alpha (1 - \cos h) + 0,01 \Delta \alpha \cos^2 h}{1 - 0,01 \Delta \alpha \cos h} \right]$$

Dada la pequeñez de  $\Delta \alpha$  se puede escribir:

$$\varepsilon = -D \cdot 100 \cdot \Delta \alpha (1 - \cos h) = -I (1 - \cos h) \quad (8)$$

siendo:  $I = 100 \Delta \alpha \cdot D$ , y representa la influencia que a la distancia  $D$  tiene la corrección  $\Delta \alpha$ . La ex-

presión (8) nos resuelve el problema; veamos la importancia de este error.

Bosshardt (1) al estimar la importancia del error sistemático personal, acepta un máximo de 20 mm. en 100 m., limitándonos a:  $I = 5 \text{ cm}/100 \text{ m.}$  para  $h = 60^\circ$ , que es la máxima altura visible con el aparato, se tendría un error de:  $\varepsilon = -5 (1 - 0,5) = -2,5 \text{ cm.}$  error que para una pendiente tan fuerte tiene poca importancia, pero es factible de ser eliminado averiguando el valor de  $I$  al hacer la corrección de la constante de multiplicación mediante el prisma suplementario. Para darse una idea del caso improbable que hemos analizado basta saber que la diferencia de nivel entre la mira y el aparato es de 77 m.

La expresión (8) podría también escribirse:

$$\varepsilon = -H \Delta \alpha 100 \left( \frac{1 - \cos h}{\operatorname{sen} h} \right) \quad (9)$$

siendo  $H$  la diferencia de nivel entre mira e instrumento. Admitiendo  $H = 30 \text{ m.}$  se tendría para  $h = 60^\circ$ :

$$\varepsilon = -30 \text{ m.} \cdot \frac{1''}{206265} : 100 \cdot \frac{0,5}{0,866} = \text{aprox.} -8 \text{ mm.}$$

valor bastante reducido, aun para esta pendiente tan pronunciada.

b) El fundamento del sistema reductor del instrumento reposa en la circunstancia de que la posición normal (anteojo horizontal), las líneas de máxima pendiente de los dos prismas sean también horizontales, pues así únicamente se conseguiría tener el ángulo paraláctico máximo en el horizonte, y para conseguir esto, se ha establecido en los prismas un doble sistema de conexión por intermedio de las ruedas dentadas, el primero es con alidada que lleva el nivel testigo del círculo vertical y el segundo es una independencia de movimientos con respecto a este círculo que se consigue mediante los tornillos de corrección.

Los errores que surgen de una corrección defectuosa, tanto del error de zenit, como del dispositivo reductor han sido analizados por Bosshardt (2), y tabulados para una descorrección prefijada.

Existiendo pues, una posibilidad de corrección de los prismas, quedaría únicamente en pie como causa perturbadora la que sigue:

Sabido es que la corrección del sistema de reducción, surge de la observación de una distancia en pendiente pronunciada, ejecutada desde los extremos de la misma, luego es evidente que la corrección obtenida estará afectada de un residual que es compatible con la precisión obtenible con el aparato. Este residual repereute con mayor intensidad cuando se observa distancias con mayor pendiente que la observada, si bien es cierto que los nuevos errores, son en realidad aceptables por lo accidentado del terreno. Queda el recurso de ajustar el instrumento para la pendiente más pronunciada, con lo cual se llevaría al mínimo la posibilidad de influenciar la observación.

c) Por razones constructivas, que fácilmente se adivinan, el vértice del ángulo paraláctico que se encuentra entre los dos prismas que constituyen el sis-

(1) R. Bosshardt (Op. cit.) pág. 66.

(2) R. Bosshardt (Op. cit.) y folleto Das neue Reduktions-Tachymeter. Sacado de la Revista "Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik".



tema de reducción, no se superpone con el vértice del triedro del aparato, en otras palabras el sistema de doble imagen no es analítico central.

Bosshardt asigna un valor de 88 mm. a esta distancia que añadiéndole la magnitud que la regla está adelante del punto de estacionamiento de la mira, y que se computa 36 mm. constituyen un total de 124 mm. que se distribuyen en 100 mm. sobre el tambor de distancia y 24 mm. en un desplazamiento lateral de los nonius, pero esta solución sólo tiene valor cuando el anteojo se encuentra en posición horizontal, pues en caso contrario siempre la distancia estaría dada desde el vértice del ángulo paraláctico y asignándole a la magnitud desde éste a la vertical del lugar 88 mm. que ya no existiría dado que su proyección es menor. Ocurriría pues que al reducir automáticamente la distancia hay una porción de la misma (los 88 mm.), que no se reducen provocando un error función del ángulo de altura, que vamos a determinar.

Sea (fig. 2) O, el vértice del triedro de los ejes, A, el vértice del ángulo paraláctico, OO' la visual direc-

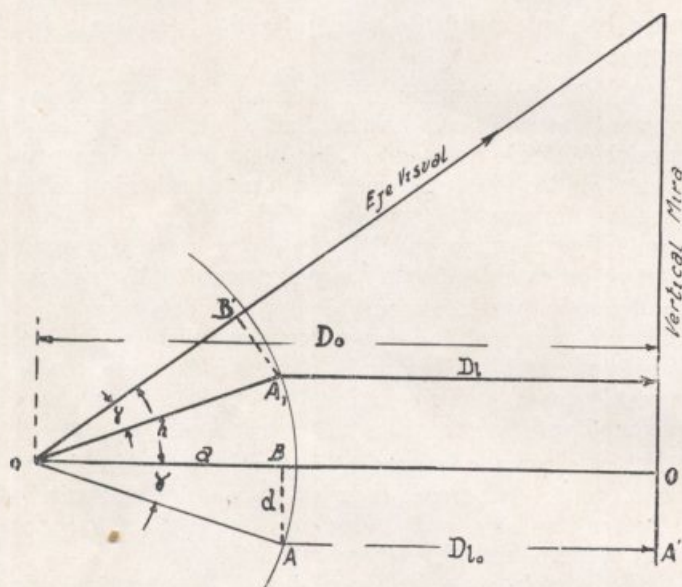


Fig 2

ta, AA' la visual doblemente refractada, OB = a = 88 mm. la distancia entre vértices y BA = d la distancia entre las dos visuales que dan origen al ángulo.

Supongamos el eje visual horizontal, la distancia leída D<sub>0</sub> estará dada, siendo D<sub>1</sub> la distancia leída desde A, por:

$$D_0 = D_1 + a$$

en la que a viene a representar la proyección de OA sobre la horizontal. Esta expresión que da la distancia real entre mira y aparato, coincide con la distancia observada porque el anteojo está horizontal y la proyección de OA es el valor a.

Imaginemos que el anteojo tenga un ángulo de altura h, el punto A girando alrededor de O, pasara a A<sub>1</sub> y llamando con γ el ángulo BOA, se tiene que OA<sub>1</sub> hace con la horizontal un ángulo h - γ

La distancia estará dada por:

$$D = D_1 + \overline{OC} = D_1 + \overline{OA_1} \cos (h - \gamma)$$

$$D = D_1 + \frac{a \cos (h - \gamma)}{\cos \gamma} = D_1 + \sqrt{a^2 + d^2} \cos (h - \gamma) \quad (1)$$

D, representa la distancia real entre instrumento y mira, pero ya deja de coincidir con la distancia observada, pues la proyección de OA<sub>1</sub>, no es más a. La distancia observada estaría dada por:

$$D_1 = D_1 + a \quad ; \quad D_l = D_1 - a$$

Reemplazando en (1):

$$D = D_l - a + \sqrt{a^2 + d^2} \cos (h - \gamma)$$

La corrección que habría que introducir en D<sub>l</sub> sería:

$$c = D - D_l = \sqrt{a^2 + d^2} \cos (h - \gamma) - a \quad (2)$$

pudiendo h asumir valores positivos como negativos. La expresión nos da valores asimétricos con respecto a la horizontal, lo que era fácil de prever, dado que el vértice A se encuentra por debajo de la horizontal.

Las correcciones que se obtienen de esta fórmula son positivas en el intervalo 0° a h = 2 γ pero de un valor pequeño, y negativas para h > 2 γ y h < 0°.

Se necesitan fuertes ángulos para tener correcciones importantes, (para 3 cm. de corrección hace falta un ángulo de depresión de 37° y uno de altura de aproximadamente 72° aunque este último no tiene lugar) y como son independientes de las distancias leídas se han graduado esos valores en el borde del círculo zenital para ejecutar la corrección directamente, estando así resuelta en forma cómoda la eliminación de este error sistemático. Las instrucciones de empleo del instrumento, hacen únicamente mención de la corrección negativa; la corrección positiva no se tiene en cuenta, pues no pasa en su valor máximo para h = γ de 3 mm.

Las consideraciones anteriores, no han agotado todas las posibilidades mecánicas de error del sistema de reducción. Podrían añadirse a aquellas, causas como las que siguen:

- d) Traslación del vértice del ángulo paraláctico como consecuencia del giro de los prismas.
- e) Causa de error debido a las imperfecciones del tallado de los prismas.
- f) Traslación del vértice del ángulo paraláctico como consecuencia de la interposición del prisma suplementario.

A todas estas posibilidades no las voy a tratar a raíz de su poca o casi nula influencia; de todas ellas la más importante es la (f) pero sólo se hace sensible su influencia, para distancias zenitales que no son compatibles con el semi-tránsito del anteojo.

Entre los errores accidentales del aparato en su funcionamiento como auto-reductor, habría:

- I) A los que perturbarían las constantes de adición y multiplicación y que provendrían del cansancio del operador, diferencias de iluminación, temperatura y humedad, que serán observadas más adelante.
- II) Los que perturbarían la reducción.

Entre éstos figura el que provoca falsa reducción como consecuencia de defectos en la horizontalidad del nivel testigo cuyo control se hace por intermedio del sistema de prismas. Sabiendo que la sensibilidad del nivel es de 30"/2 mm., aceptando un error de 2 mm. en la falsa posición de los bordes de las imá-



quiera sea  $e$  (positivo F a la derecha, o negativo F a la izquierda); luego la corrección es esencialmente negativa. En la fórmula (3) nos falta determinar  $e$ . En efecto, si al visar el nonius colocamos en el retículo la división en coincidencia, y si tenemos la precaución de anotar R, que sería la distancia desde el extremo del nonius al pie de la mira, se tendría:

$$e = R - k - v - \frac{D}{200}$$

como es fácil deducir de la fig. 3.

Para facilitar el cálculo de (3), se ha hecho el ábaco de puntos alineados (fig. 4) que está redactado

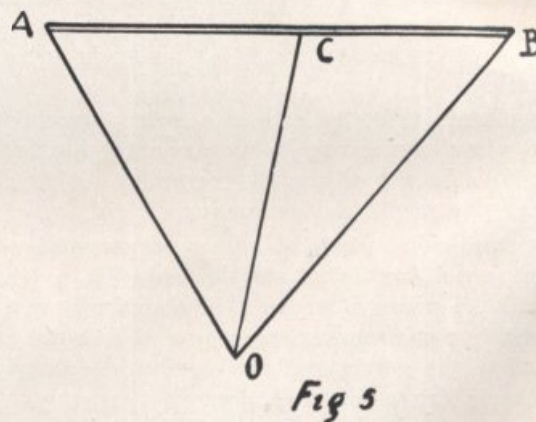
tancia de observación habría que desplazar la regla, anotar el nuevo valor.

Bosshardt ha estudiado este error y confeccionado un ábaco de anamorfosis logarítmica, pero habiendo analizado desde otro punto de vista ese ábaco no sirve al fin que se le ha destinado en el presente estudio. Del uso del ábaco surgirán los casos en que la corrección no es necesaria y por tanto se evitará la misma.

II) Por circunstancias diversas que pueden actuar sobre la máquina que debe centimetrar la regla, como ser, temperatura, deslizamientos, defectos del aparato divisor, etc., puede resultar que las magnitudes que en ellas se consignan no sean las que realmente correspondan y si se tiene en cuenta que esos defectos se reproducen 100 veces en la distancia, se puede dar una idea aproximada de la importancia que tiene el conseguir que estas desviaciones sean las menores posibles.

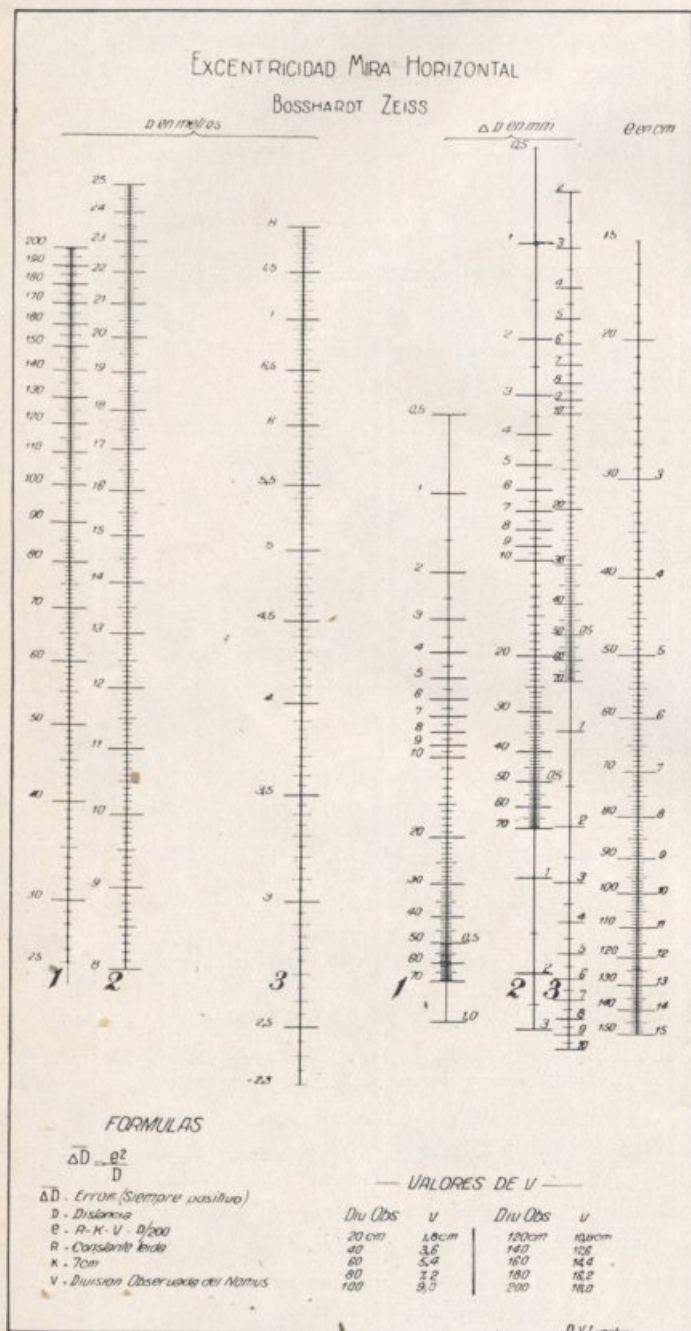
Es evidente que el procedimiento más lógico y sencillo para poder establecer esos defectos, es el de comparación directa, mediante el empleo de patrones de medida que nos permitan establecer con la precisión necesaria, si esas longitudes representan realmente lo asignado. En la imposibilidad de conseguir en calidad de préstamo, por parte de la Facultad de Ingeniería de esta ciudad, uno de esos comparadores, me ví forzado a practicar el procedimiento indirecto que detallo a continuación.

Sea fig. 5, AB la regla cuyo valor de división se quiere determinar, C, un punto intermedio de la división de la misma, siendo así conocidos AC y CB en primera aproximación. Si desde un punto O, viso a los



puntos A, B y C habré establecido el problema de la carta y por ende, fijado el punto O. Si desde el mismo punto visara las divisiones intermedias de la graduación de la regla, es evidente que con estos ángulos puedo determinar qué magnitud las separa y tomando una división como origen cuál es la medida que corresponde a cada división.

El problema queda en principio solucionado, pero se tiene una primera dificultad, al tomar como base para la fijación de O, la magnitud AB a la que se asigna un valor que es el indicado en la regla pero que puede o no corresponder con el real. Pero esta dificultad queda obviada al pensar que el auto-reductor, puede ajustar la lectura a un sistema que no sea el sistema métrico, y lo que interesa son las desviaciones posibles con respecto a esta nueva unidad.



dentro de un margen tal que es difícil que se presente prácticamente un caso que caiga fuera del mismo. Igualmente se ha tabulado  $v$  para las diferentes divisiones del nonius para facilitar el cálculo. Por el procedimiento arriba indicado se subsana esta causa de error, tomando la precaución de estimar un valor de R como normal de la mira y cuando por circuns-



Pero aparece una segunda dificultad al adoptar el trozo AC como real, es decir, acepto que un punto intermedio no tenga error, lo cual de ninguna manera se puede afirmar. Para resolver esto he procedido a tomar la magnitud AC o BC como provisoria en primera aproximación y ejecutar todos los cálculos, luego aplicando sobre los valores así obtenidos el método de los cuadrados mínimos, se obtendría el segmento AB más probable, que entraría definitivamente en los cálculos.

Al aceptar lo dicho anteriormente estoy admitiendo que los errores de división son puramente accidentales, de manera que frente a errores sistemáticos el método caería en defecto, si no se conoce "a priori" la ley, o se determina ésta, pero en cualquier forma se obtendría con él valores que con bastante verosimilitud llenarían el fin que nos proponemos.

Se podría objetar que se admite en el trabajo que los tres puntos A, B y C están en línea, lo cual es muy improbable, pero veremos al tratar el error de curvatura la poca influencia que tiene las flechas reducidas en la apreciación de las distancias:

Voy a deducir las fórmulas que han intervenido en el cálculo:

Sea fig. 6,  $\alpha$  y  $\beta$  los elementos determinantes,  $a$  y  $c$ , los datos. Las expresiones para este Pethenot particularizado son: (1)

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{a \operatorname{sen} \beta}{c \operatorname{sen} \alpha}$$

$$1/2 (\mu + v) = 90^\circ - 1/2 (\alpha + \beta); \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} 1/2 (\mu - v) = - \frac{1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{sen} 1/2 (\mu + v)}{1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{sen} 1/2 (\mu + v)}$$

$$d = \frac{c \operatorname{sen} \mu}{\operatorname{sen} \beta} = \frac{a \operatorname{sen} v}{\operatorname{sen} \alpha} \quad (2)$$

finalmente:

$$D = d \operatorname{sen} \delta; \quad R = 90^\circ - \delta; \quad (3)$$

Determinada la posición de O, el cálculo de las longitudes intermedias, llamando  $L', L'', \dots, L^n$ , las observaciones angulares con  $L$ , la de origen, y el sentido indicado en la figura como positivo, estaría resuelto por:

$$T = L - L_o = L - 360^\circ + (\alpha - R) = L - 360^\circ + (\alpha + \beta + \mu - 90^\circ)$$

y  $y = D \operatorname{tg} T$ ; las medidas  $y$  tienen su origen en E.

Si hacemos  $L = 360^\circ$ , y toma el valor  $y$ , que corresponde a la abscisa del extremo B:

$$y_o = D \operatorname{tg} T_o = D \operatorname{tg} (\alpha + \beta + \mu - 90^\circ)$$

Las medidas en la regla se cuentan desde B hacia la izquierda y para poder comparar los valores vamos a trasladar el origen desde E á B. Los nuevos valores de  $y$  los llamaremos  $l$ , y están dados por:

$$l = D (\operatorname{tg} T - \operatorname{tg} T_o) \quad (4)$$

así obtendremos la serie de valores,  $l, l', \dots, l^n$ , con base en los valores de  $a$  y  $c$ . Las magnitudes a com-

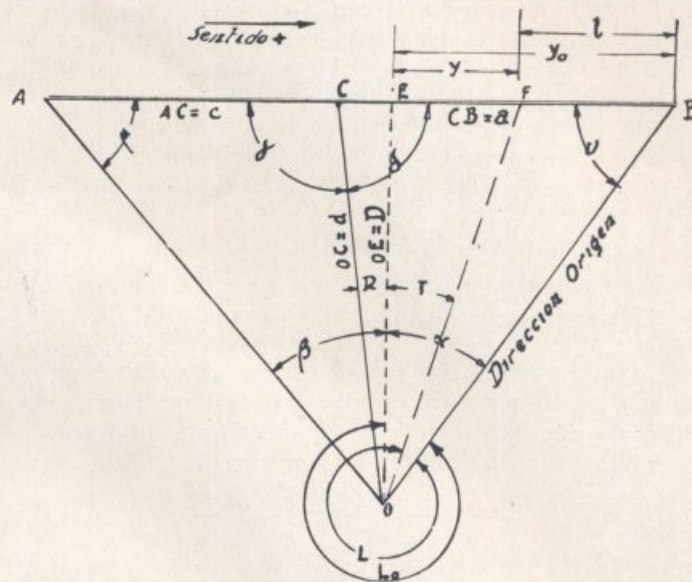


Fig 6

rar que las suministra la regla son:

$$l_o, l_1, l_2, \dots, l_n;$$

el error está dado por:

$$\Delta_o = l_o - l; \quad \Delta_1 = l_1 - l'; \quad \dots \quad \Delta_n = l_n - l^n$$

Si se variaran  $c$  y  $a$  de  $\Delta_c$ , se tendría:

$$C + \Delta_c : a - \Delta_c$$

y los valores  $l, l', \dots, l^n$ , tomarían uno nuevo, y por ende los errores  $\Delta_o, \dots, \Delta_n$ .

El valor más probable de  $c$  estaría dado cuando los valores  $\Delta$  cumplieran la condición:

$$\sum_{o}^n \Delta \Delta = \text{mínimo} \quad (5)$$

Todo consiste, pues, en buscar la ley que liga a  $l, l', \dots, l^n$  con  $\Delta_c$ , e imponerle la condición (5); así se obtendría el valor de  $\Delta_c$  y con el valor de  $c$  definitivo se repetirá el cálculo de los  $l$ .

Reemplazando en (4) el valor de  $D$  dado por (3) y teniendo en cuenta (2):

$$l = - \frac{c \operatorname{sen} \mu \cdot \operatorname{sen} (\mu + \beta)}{\operatorname{sen} \beta} (\operatorname{tg} T_o - \operatorname{tg} T) \quad (6)$$

los valores de  $T$  y  $T_o$  son una función de  $\mu$ , pudiéndose escribir:

$$l = - \frac{c \operatorname{sen} \mu \cdot \operatorname{sen} (\mu + \beta)}{\operatorname{sen} \beta} \cdot \left[ \operatorname{tg} (P_o + \mu) - \operatorname{tg} (P + \mu) \right]$$

en la que  $P$  y  $P_o$  englobarían las otras cantidades constantes, pues  $\mu$  es una función de  $c$ .

Al incrementar  $c$  de  $\Delta_c$ ,  $\mu$  variará á  $\mu + \Delta\mu$  y  $l$  á  $l + dl$ , de donde:

$$l + dl = - \frac{(c + \Delta_c)}{\operatorname{sen} \beta} \operatorname{sen} (\mu + \Delta\mu) \operatorname{sen} (\mu + \beta + \Delta\mu) \cdot \left[ \operatorname{tg} (P_o + \mu + \Delta\mu) - \operatorname{tg} (P + \mu + \Delta\mu) \right]$$

$\Delta\mu$  es un valor pequeño (menor de  $20''$ ), por tanto se puede desarrollar a (7) en serie de Taylor hasta

(1) N. Jadanza "Geometría Práctica".



a  $\Delta_c$ . Sustituyendo (14) en (10):

$$\Delta' = -E + A \overline{\Delta_c} + KB \overline{\Delta_c} = -E + (A + KB) \overline{\Delta_c} \quad (15)$$

La expresión (15) resuelve el problema aplicándole el método de los cuadrados mínimos. Cuadrando y ponderando la (15) se tiene para las diversas observaciones:

$$p_o \Delta'_o \Delta'_o = p_o E_o^2 + p_o (A_o + B_o K)^2 \overline{\Delta_c^2} -$$

$$- 2 p_o E_o (A_o + B_o K) \overline{\Delta_c}$$

$$p_1 \Delta'_1 \Delta'_1 = p_1 E_1^2 + p_1 (A_1 + B_1 K)^2 \overline{\Delta_c}^2 -$$

$$p_2 \Delta'_2 \Delta'_2 = p_2 E_2^2 + p_2 (A_2 + B_2 K)^2 \overline{\Delta_c}^2 -$$

$$- 2 p_2 E_2 (A_2 + B_2 K) \overline{\Delta_c}$$

.....

.....

$$p_n \Delta'_n \Delta'_n = p_n E_n^2 + p_n (A_n + B_n K)^2 \overline{\Delta_c}^2 -$$

$$\text{sumando: } (p \Delta' \Delta') = (pEE) + \left[ p(A + BK)^2 \right] \overline{\Delta_c^2} - 2 \left[ pE(A + BK) \right] \overline{\Delta_c}$$

la condición  $(p \Delta' \Delta') = \text{mínimo}$ , será llenada para:

$$-\frac{\delta}{\delta} (p \Delta' \Delta') = 0 \quad \text{De donde:}$$

$$o = [p(A+BK)^2] \Delta_c - [p(EA+BK)]$$

$$\Delta_c = \frac{[pE(A+BK)]}{[p(A+BK)^2]} \quad (16)$$

La fórmula (16) resuelve simplemente la dificultad quedando únicamente por resolver el valor del peso  $p$ .

Sabemos que:  $y = D. \operatorname{tg} T$   
 el error de esta función está dado por:

$$m_y^2 = \operatorname{tg}^2 T \cdot m_o^2 + \frac{D^2}{\cos^2 T} m_r^2 \quad (17)$$

en la que  $m_y$  y  $m_z$  son respectivamente los errores de D y T. De las dos componentes de  $m_y$  la segunda es más preponderante que la primera. En el caso más desfavorable que es (como se verá más adelante), para  $T = 40^\circ$  están en la relación 1:20, luego podemos escribir:

$$m_y^2 = \frac{D^2}{\cos^2 T} \quad m_r^2 = \frac{K}{\cos^2 T}$$

de donde  $p$  :

$$p = 1/m_y = k \cos^2 T \quad (18); \quad \frac{p_1}{p_0} = \frac{\cos^2 T_1}{\cos^2 T_0}$$

Esta expresión del peso es la que se ha aplicado en la compensación.

Conocidos los fundamentos analíticos del método, los resultados que se indican en la planilla adjunta (1) han sido obtenidos por medio de un teodolito Zeiss II visado a la regla asegurada en una pared, luego de haber sido correctamente horizontalada, estar plana y en un plano vertical la cara dividida. Las observaciones debieron hacerse de una sola vez, pues es imposible repetir la estación con la precisión que es in-

(1) Ver planilla en pág. 44.



vaciones que determinaron el Potænot y que en la planilla van por separado, son cuatro, habiendo dispuesto el aparato en forma tal, que cumpla en forma aproximada las condiciones favorables al mismo, que son:

$$\alpha + \beta = 70^{\circ} 32'$$

Para evitar en lo posible el deslizamiento de errores groseros, se ejecutaba doble apunte en cada visación y dos lecturas para cada apunte, como se puede observar en la planilla. Las observaciones se ejecutaron en las dos posiciones del círculo aunque el anteojo se había dispuesto a la altura de 0°.

En las observaciones puede observarse una mayor discrepancia entre los datos de círculo izquierda y derecha (ver columnas de promedios parciales referidos a 0°), por tener el instrumento un pequeño juego axial sobre el eje secundario, haciéndolo trabajar como anteojo excentrico y es notable en las lecturas angulares por ser cortas las visuales (aproximadamente 1,50 m.).

La base total de apoyo AB, estaba dada por el espacio de 0 m. a 2 m. y como el 0 del nonius está corrido por la corrección de adición de 0,24 mm., el largo de:  $\overline{AB} = c + a = 1,99976$  m.

$$c = 1,00000 \text{ m.}; a = 0,99976 \text{ m.};$$

c, es el espacio entre 1 m. y 2 m.

Se han visado todas las divisiones de decímetros, a un lado y al otro de la división, la que tiene un espesor de 4,5 mm., en todo el largo de la regla (2,20 m.), lo que significa un total de 46 observaciones.

Los 4 Pothenot han sido calculados por separado, para dar una idea de la bondad del método comparando sus resultados.

Los cálculos, que no se detallan para no extenderse demasiado, han dado para D los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} D &= 1,469128 \text{ m.} \\ 1,469113 & \quad D (\text{medio}) = 1,469108 \pm 0,000008 \text{ m.} \\ 1,469100 & \\ 1,469091 & \end{aligned}$$

El error medio es de 8 micrones.

Los valores medios de  $\alpha$  y  $\beta$  son:

$$\alpha = 34^{\circ} 41' 06'', 1 \pm 1'', 0; \beta = 33^{\circ} 46' 11'', 8 \pm 0'', 7$$

El error medio por cada división observada es de 2" a 3" e introduciendo estos valores en la expresión (17) resulta:  $m = \pm 0,03$  mm.

Siguiendo el orden de los cálculos, de los que daremos sus resultados principales, se ha obtenido:

$$\text{tg } \varphi = 0,97656085 \quad \text{como promedio}$$

$$\mu = 54^{\circ} 46' 25'', 9 \quad " \quad "$$

$$\nu = 56^{\circ} 46' 16'', 2 \quad " \quad "$$

$$\delta = 88^{\circ} 32' 37'', 7 \quad " \quad "$$

$$d = 1,469583 \text{ m.} \quad " \quad "$$

$$D = 1,469108 \text{ m.}$$

$$K = -1,4694/\text{m.}$$

$$\text{ctg } \mu + \text{ctg } (\mu + \beta) = 0,7315$$

Los valores de p, A, B, K.B, E, etc., para llegar a p.  $(A + K.B)^2$  y p.E  $(A + K.B)$  y sus sumas,  $[p. (A + K.B)^2]$  y  $[p.E. (A + K.B)]$ , están expresadas en la planilla.

$$[p. (A + K.B)^2] = 20,3297$$

$$[p.E. (A + K.B)] = 1,1556 \text{ mm.}$$

$$\Delta_c = \frac{1,1556 \text{ mm.}}{20,3297} = 0,057 \text{ mm.}$$

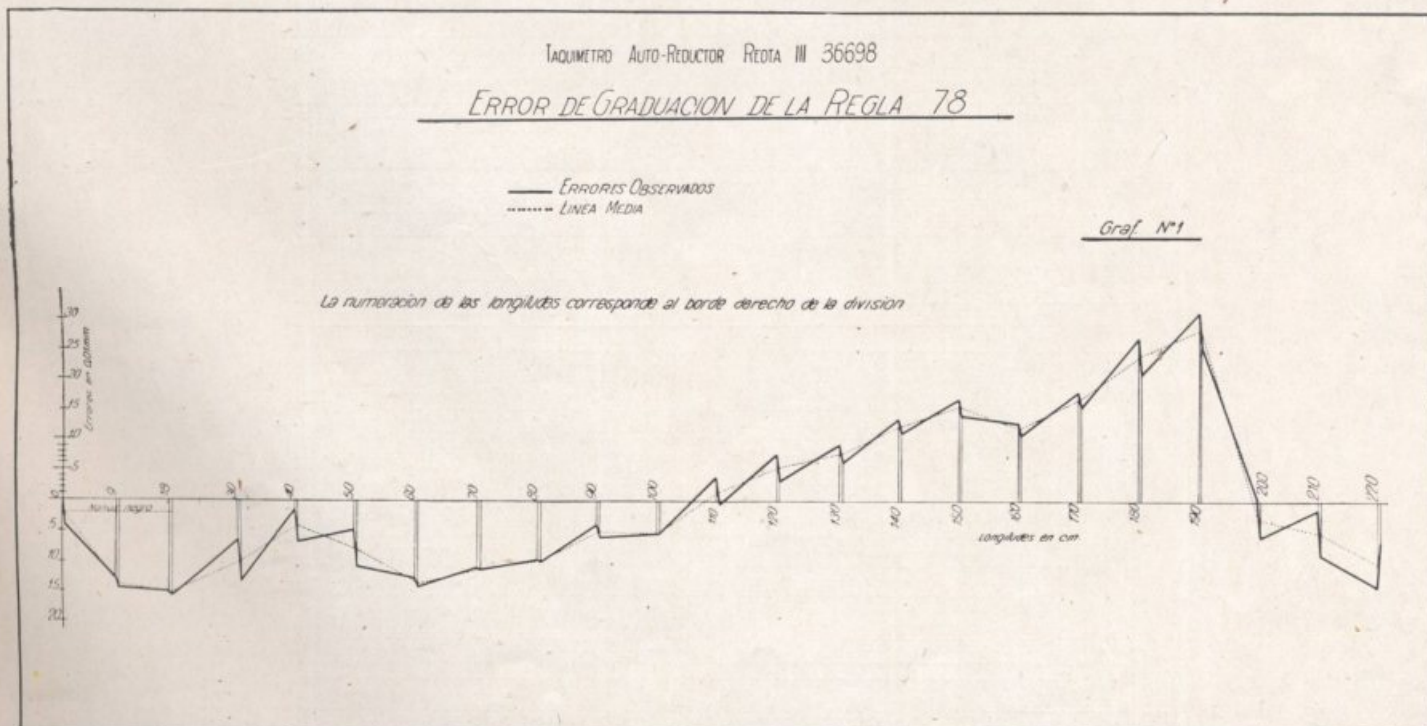
$$\Delta\mu = -1,4694/\text{m.} \cdot \frac{0,057 \text{ mm.}}{100,0 \text{ mm./m.}} \cdot 206264'', 8 = -17'', 0$$

Luego las correcciones son:

$$\Delta_c = 0,057 \text{ mm.} \quad \text{y} \quad \Delta\mu = -17'', 0$$

y el valor de  $D_c = 1,469103$  m.

Entrando con estos resultados se han calculado  $c_c$  y  $\mu_c$  y con ellos los nuevos  $T_c$  (direcciones), sus tangentes como se expresa en la planilla y finalmente los valores  $\Delta'$  definitivos que han sido representados en el gráfico 1.





### ERROR DE GRADUACION DE LA REGLA



De este gráfico se deduce la existencia de un error sistemático, así como una caída entre los espesores de división, que nos dice que el espesor de 4,5 mm. que le asigna la casa constructora no es el real, aunque las divergencias no alcanzan al 0,1 mm. Por otra parte, indica una contradicción con los resultados que alude Bosshardt, si bien éste los ha obtenido con medios mejores (deslizador del coordinatógrafo Coradi).

El error medio de división obtenido es:

$$mg = \sqrt{\frac{0,6008}{46}} = \pm 0,11 \text{ mm.}$$

Bosshardt ha obtenido:  $\pm 0,029 \text{ mm.}$

Las discordancias observadas en la graduación son un poco sensibles, si bien es cierto que ellas pueden ser reducidas en parte por el ajuste del instrumento. Los resultados que se han obtenido no están fuera de la realidad, como se verá al tratar del error en distancia. Volveremos a insistir sobre ellos en esta oportunidad.

III) ¿Cuáles son las causas que pueden determinar un encorvamiento de la regla?

En primer término, la acción de la humedad ambiente al actuar en forma desigual sobre las caras de la misma. Luego la acción de fuerzas que actuando accidental o sistemáticamente pudieran determinar deformaciones permanentes al vencer su elasticidad. De tal tipo de fuerzas podrían ser el peso propio, los golpes y también el sistema de fijación.

La acción de la humedad vendría a representar el efecto de una carga axial (de punta), excéntrica determinando esfuerzos de pandeo, con su elástica correspondiente del tipo senoidal. En cambio, la acción de fuerzas podría engendrar elásticas parabólicas (de 3.º o 4.º grado).

El análisis de los errores que darían lugar a estas nuevas formas de equilibrio, nos harían surgir expresiones que serían función de la flecha, de la cuerda abarcada y aun más a igualdad de cuerdas, de su ubicación con respecto al eje.

Se puede también observar que esas formas de equilibrio no son en parte analizables en el campo elástico, dado que por la plasticidad del material al pasar el límite de elasticidad recién han sido adquiridas en forma estable.

Un examen analítico de este género, podría hacerse en base al estudio de las ecuaciones diferenciales que surgen del examen de las elásticas, pero veamos si en realidad esta causa puede llegar a influenciar en tal forma que podría merecer esa detención.

Bosshardt, al analizar este punto, se ha colocado impropriamente en el supuesto de un círculo, éste sería una curva intermedia entre las antes citadas y admitiéndola, por ser la curva que se puede tratar con más rapidez, vamos a averiguar qué diferencia puede dár lugar en la apreciación de la distancia.

En la práctica corriente si una regla tuviese una flecha de 10 mm. ya sería notable y daría lugar a que se tratase de colocar en condiciones normales. Pero vamos a ejecutar los cálculos con flechas de 1 mm., 10 mm. y 20 mm. El cálculo que se hará con 1 mm. es para justificar lo afirmado al tratar del error de división, pues dentro de este valor se colocó la regla plana.

Las diferencias entre arco y cuerda son:

|             |                              |
|-------------|------------------------------|
| para 1 mm.  | $a - c = 0,0005 \text{ mm.}$ |
| para 10 mm. | $a - c = 0,09 \text{ mm.}$   |
| para 20 mm. | $a - c = 0,36 \text{ mm.}$   |

En los cálculos se ha tomado la distancia máxima de 200 m., siendo  $c = 2000 \text{ mm.}$  La influencia en la distancia es 100 veces ese error, debiéndose agregarle a este resultado el valor de la flecha o quitárselo, según que la concavidad esté del lado del observador o a la inversa. Nos quedaría, pues, en el caso más desfavorable:

$$\text{para flecha de 10 mm. } \Delta D = 19 \text{ mm.}$$

$$\text{para flecha de 20 mm. } \Delta D = 56 \text{ mm.}$$

Estos valores de flechas ya de por sí pronunciadas, han sido calculadas para el caso más desfavorable (distancia máxima); tomemos ahora una distancia media de 100 m.:

$$\text{para 10 mm. } \Delta D = 9 \text{ mm.}$$

$$\text{para 20 mm. } \Delta D = 25 \text{ mm.}$$

Los valores obtenidos hacen ver que en la práctica (flechas inferiores a 10 mm.), su influencia no es tan grande y por tanto un estudio detallado, no sería útil, surgiendo únicamente como recomendación la revisión periódica y corrección de la misma cuando fuera indispensable, en forma tal de conservarla en lo posible cerca de los 5 mm. que importaría un error de 3 mm. a los 100 m.

Entre los errores sistemáticos podíamos haber analizado aquellos que provienen de una falsa ubicación de los nonius. Debe entenderse esta falsa ubicación, no en el sentido de una traslación pues ello repercutiría sobre la constante de adición y sería corregible, sino del que podría existir si los dos nonius no estuvieran exactamente separados de 60 cm. como corresponde. En esas condiciones, el ajuste con respecto a uno de ellos no sería válido para el otro y por tanto surgirían diferencias de lecturas entre ellos. Para poder evidenciarlo deberíamos haber leído con los dos nonius varias distancias, o sino haber establecido el error de división con un comparador directo. El doctor Ackerl<sup>(1)</sup> ha analizado este defecto pero sus conclusiones están afectadas del error de excentricidad de la mira que no ha tenido en cuenta, aunque lo ha tratado de evidenciar. Habría que añadir la posibilidad de haber introducido en las observaciones ejecutadas por él, el error personal aditivo, examinado por Bosshardt. El valor obtenido por Ackerl es de aproximadamente 6 mm. como diferencia de lectura entre ambos nonius.

Del examen ejecutado por el Dr. Waiter<sup>(2)</sup>, a hacer observaciones con los dos nonius, y consignando las diferencias negro menos rojo en un gráfico, se puede deducir una variación entre los 20 m. y 100 m. de  $-9 \text{ mm.}$  a  $+15 \text{ mm.}$ , padeciendo estos valores de los mismos defectos expresados para el anterior.

Otra de las causas que puede influir en la apreciación de la distancia, es la temperatura que provocaría alargamientos o acortamientos de la chapa de metal en la que está inscripta la división de la mira, pero esto lo trataremos conjuntamente con la variación óptica del sistema de prismas por la misma causa al analizar el error en distancia.

(Continuará).

(1) Dr. Franz Ackerl "Versuchsmessungen mit dem selbstreduzierenden Distanzmesser Bosshardt-Zeiss" de la Revista Zeitschrift für Instrumentenkunde - 1929.

(2) Dr. Walter "Prüfungsmessungen mit dem reduktion-tachymeter Bosshardt-Zeiss."



# La influencia de la soldadura de arco sobre la fragilidad y dureza de los aceros especiales

por M. ROUX

Jefe de T. P. de la escuela central de Artes y Manufacturas.  
Jefe del laboratorio de la soldadura Autógena Francesa  
(traducción del artículo aparecido en la "Revue du  
Micel" No. 4 del 4 de Octubre de 1931)

El empleo de la soldadura en lugar de los remaches permite realizar una economía de peso, importante en las construcciones metálicas, armaduras de edificios, puentes y cascos de navíos; economía que en este último caso hace posible un aumento importante en la carga útil de los mismos.

La búsqueda de un aligeramiento conduce igualmente a utilizar en estas construcciones los aceros especiales que permiten conciliar un límite elástico elevado con una gran resiliencia.

La aplicación de la soldadura a un producto metalúrgico debe ser precedido del estudio de su soldabilidad.

Fundir el metal y unir entre sí las diferentes partes de la junta no son suficientes para la realización de una buena soldadura, es necesario además que las propiedades del metal en las regiones vecinas no sean disminuidas por esta operación.

En toda ensambladura soldada se distinguen en efecto tres zonas:

1ª El metal fundido durante la soldadura, en que las propiedades mecánicas iniciales han sido modificadas, ya sea por consecuencia de la variación de la composición química durante su pasaje al estado líquido o por consecuencia de la desaparición del afino.

2ª Las regiones de la junta donde el metal no ha sido fundido y llevado solamente a una temperatura más o menos elevada por el calor difundido por la zona fundida: el metal conserva en estas regiones la misma composición química, pero su estructura o la naturaleza de sus constituyentes físico-químicos puede variar.

3ª Por último las regiones bastante alejadas de la soldadura para que el aumento de temperatura sea suficiente para producir modificaciones en las mismas.

En la segunda zona que hemos enumerado, el acero toma el temple del hecho de la soldadura, si la temperatura ha pasado en esta zona durante la operación la de los puntos de transformación y si la velocidad de enfriamiento es enseguida superior a la velocidad crítica del temple.

Para un mismo acero los resultados varían con el procedimiento de soldadura utilizado; es así que con el arco, la fuente de calor está menos localizada que con el soplete, la velocidad de enfriamiento es más grande y el temple más acentuado.

Para un mismo procedimiento de soldadura, la composición química del acero hace variar su posibilidad de temple.

Si en el caso de los aceros extradúctiles, el temple mejora simultáneamente todas las propiedades mecánicas, no sucede lo mismo en el caso de los aceros más carburados, para los cuales el aumento del límite elástico y de dureza se producen en detrimento de la resiliencia y de los alargamientos.

Hemos estudiado la influencia de la soldadura sobre la variación de la dureza y de la resiliencia en la zona próxima a la región de composición química diferente, por consiguiente de susceptibilidad de temple diferente; hemos limitado este estudio al caso de la soldadura de arco que produce con la agudeza máxima las modificaciones posibles de estas propiedades.

La carga de rotura de aceros experimentados varía entre 52 y 62 kg. y hemos utilizado para las soldaduras, electrodos comerciales (Safer Spéciales B. de la Société La Soudure Autogène Française), que dan después de fundidos un acero con una carga de rotura de 55 kg., 15 o/o de alargamiento y una resiliencia sobre probeta Mesnager de 10 kg./cm.<sup>2</sup>

La composición química de los aceros soldados era la siguiente:

| Nº | Carbono | Niquel | Cromo | Cobre |
|----|---------|--------|-------|-------|
| 1  | 0,25    | 3,2    | 0,0   | 0,0   |
| 2  | 0,1     | 3,0    | 0,8   | 0,0   |
| 3  | 0,3     | 0,0    | 0,5   | 0,6   |
| 4  | 0,4     | 0,0    | 0,0   | 0,0   |

Hemos utilizado placas de 20 a 30 mm. de espesor sobre las que hemos depositado un cordón de soldadura de eje rectilíneo, como lo indica la figura 1.

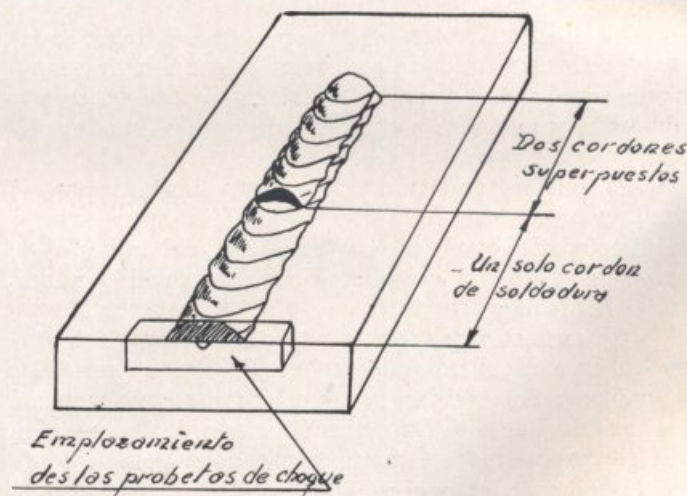


Fig 1

Utilizando un electrodo de 4 mm. de diámetro y una corriente de 130 Amp., varía el ancho del cordón depositado por desplazamiento continuo del electrodo sobre la placa de 11 a 12 mm.; el depósito de material así formado es ligeramente combado y de un espesor máximo de 2 a 3 mm. en el centro del ancho.

Este primer cordón estaba recubierto en una parte de su longitud de un segundo cordón idéntico. Se acercaba en esa forma a las condiciones de la práctica, en que la soldadura es obtenida por varias pasadas, salvo el caso de espesores débiles.



Desde el punto de vista de la modificación de las propiedades mecánicas del acero en las vecindades de la soldadura, no es indiferente que haya allí o no superposición de varias pasadas de soldadura.

En efecto, el depósito de un segundo cordón recalienta las partes de la placa en las que los fenómenos de temple se habían producido en el primer depósito.

Durante el segundo recalentamiento la temperatura realizada en un punto de la placa es inferior a la obtenida la primera vez: la fuente de calor está alejada en efecto del espesor del primer cordón depositado.

Por la superposición de pasadas de soldadura es posible por consiguiente recalentar a una temperatura inferior a la de los puntos de transformación las par-

## VARIACION DE LA DUREZA EN LA VECINDAD DE LA SOLDADURA

La figura 2 da la variación de la dureza medida sobre la superficie de la placa, después de la reducción del depósito de soldadura, a diferentes distancias del eje de este depósito.

La dureza ha sido medida con una bola de 2 mm. y una carga de 120 kg.

Para los aceros 1 y 2, se produjo en el borde del cordón sobre un ancho de 2 mm. más o menos.

En el caso del acero 1, la dureza inicial es más que el doble en este lugar de la placa.

Esta modificación de dureza se produjo igualmente en el interior de la placa y las superficies de

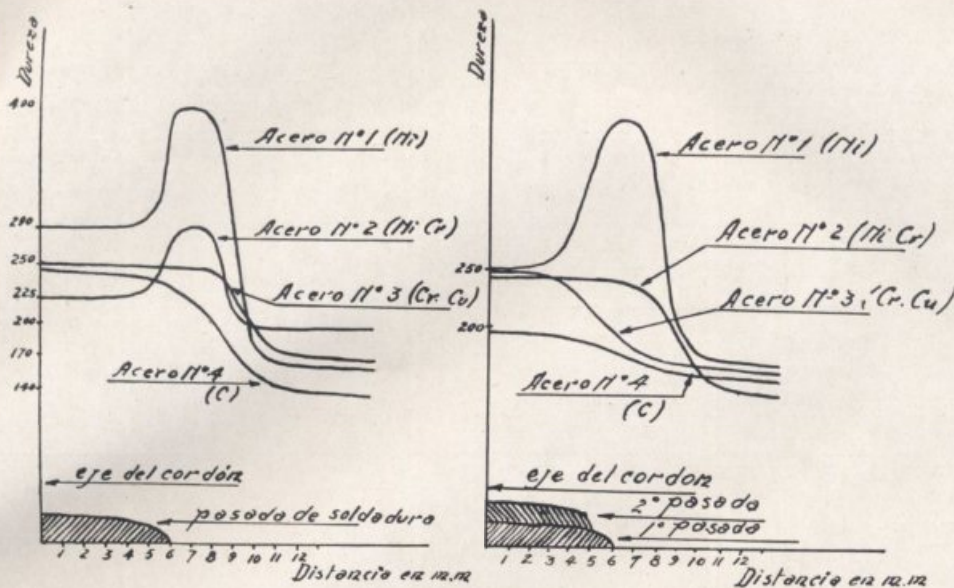


Fig 2

tes de la placa, templadas en el momento del primer depósito; se destruyen así los efectos del temple.

Este procedimiento desplaza la región de la junta en que se produce el temple durante la soldadura, pero no la suprime.

Sobre todo por esta razón es interesante cuando las diferentes regiones de la ensambladura soldada son de composición química diferente y que una de ellas es menos sensible al temple que las otras; es en esta región que se debe esforzarse en localizar las temperaturas superiores al punto de transformación.

En el caso de este estudio, el metal fundido de los electrodos tiene sensiblemente la misma carga de ruptura que el de las placas al estado recocido, pero a causa de su composición química es menos modificado por el temple. Gracias a esta propiedad el método de la superposición de pasadas puede tener un resultado eficaz.

A fin de estudiar las variaciones de la resiliencia del acero de las placas, variaciones consecutivas a la soldadura, los cordones soldados sobre estas placas han sido reducidos por fresado hasta el restablecimiento de la superficie primitiva; las probetas de choque de allí han sido sacadas de tal manera que la cara entallada corresponde a la cara soldada de la placa y que el entalle esté situado en el medio del emplazamiento del antiguo depósito; el eje de las barras era normal al eje del depósito.

igual dureza son sensiblemente cilindros de sección elíptica cuyo eje mayor está situado sobre la cara de la soldadura.



Fig. 3. — Micrografía mostrando un grano de martensita en una placa de acero al carbón en la vecindad de la soldadura ejecutada en una sola pasada. Aumento: 250. Ataque: ácido pícrico



En el caso del acero 2, la variación de dureza es menos importante. Con los aceros 3 y 4, la dureza es la misma bajo el depósito y en la vecindad, pero ella es entretanto superior a la del metal inicial.

La medida de la dureza ha demostrado que cuando el depósito había sido hecho en dos pasadas, la variación de dureza era menos importante que en el caso de una sola pasada, salvo para el acero 1 donde no hay cambio alguno.

### VARIACION DE LA RESILIENCIA

Los resultados de los ensayos de choque (sobre probetas Mesnager, con el péndulo de Charpy) son resumidos en la tabla 1.

Se ve que en el caso de los depósitos de una sola pasada, la resiliencia de la placa es disminuída para todos los aceros estudiados.

Al contrario, la segunda pasada aporta una me-

jora muy sensible de la resiliencia que viene a ser igual y superior misma a la de la placa bruta.

En el primer caso, el fondo del entalle estaba situado en la región de las grandes durezas, mientras que en el segundo caso se encontraba en la región de las revenidas.

Se puede notar la excelente resiliencia de los aceros al níquel y al níquel-cromo 1 y 2 que es triple de la del acero dulce ordinario, para las mismas condiciones de soldadura.

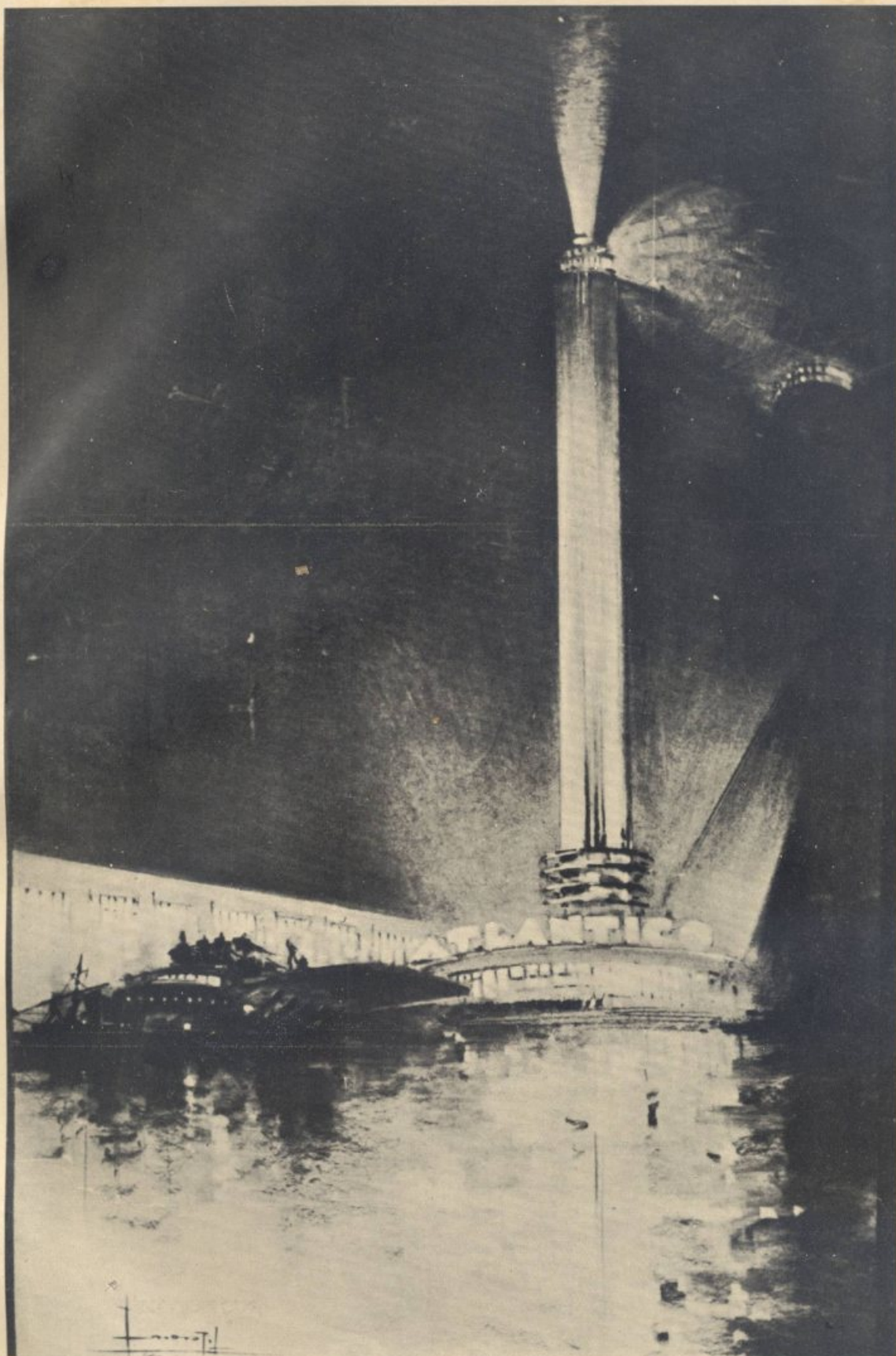
La posición del entaile en las zonas perturbadas por la soldadura había sido verificada por macrografía y micrografía.

### CONCLUSION

Estos ensayos han permitido poner en evidencia la importancia de la técnica de soldadura sobre la fragilidad del metal soldado, y los buenos resultados que se pueden obtener utilizando los aceros al níquel o al níquel-cromo.

| Marca del<br>acero      |                           | Resiliencia      | Angulo de<br>ruptura |           | Resiliencia | Angulo de<br>ruptura    |
|-------------------------|---------------------------|------------------|----------------------|-----------|-------------|-------------------------|
| 1<br>Acero<br>Ni-Cr     | 1 pasada                  | 10,7             | 127°                 | 2 pasadas | 20          | no se<br>quebró         |
|                         | sin soldadura             | 17,0             | 120°                 |           |             |                         |
| 2<br>Acero<br>Ni-Cr     | 1 pasada                  | [ 13,93<br>15,94 | [ 170°<br>152°       | 2 pasadas | 17,6<br>18  | 142°<br>no se<br>rompió |
|                         | sin soldadura             | [ 14,26<br>18,66 | [ 145°<br>155°       |           |             |                         |
| 3<br>Acero<br>Cr-Cu     | 1 pasada                  | 5,98             | 172°                 | 2 pasadas | 7,9         | 163°                    |
|                         | sin soldadura             | 7,37             | 167°                 |           |             |                         |
| 4<br>Acero<br>ordinario | 1 pasada                  | 3,88             | 167°                 | 2 pasadas | 5           | 172°                    |
|                         | sin soldadura             | [ 4,115<br>3,206 | [ 166°<br>170°       |           |             |                         |
|                         | recocido<br>sin soldadura | 5,342            | 165°                 |           |             |                         |



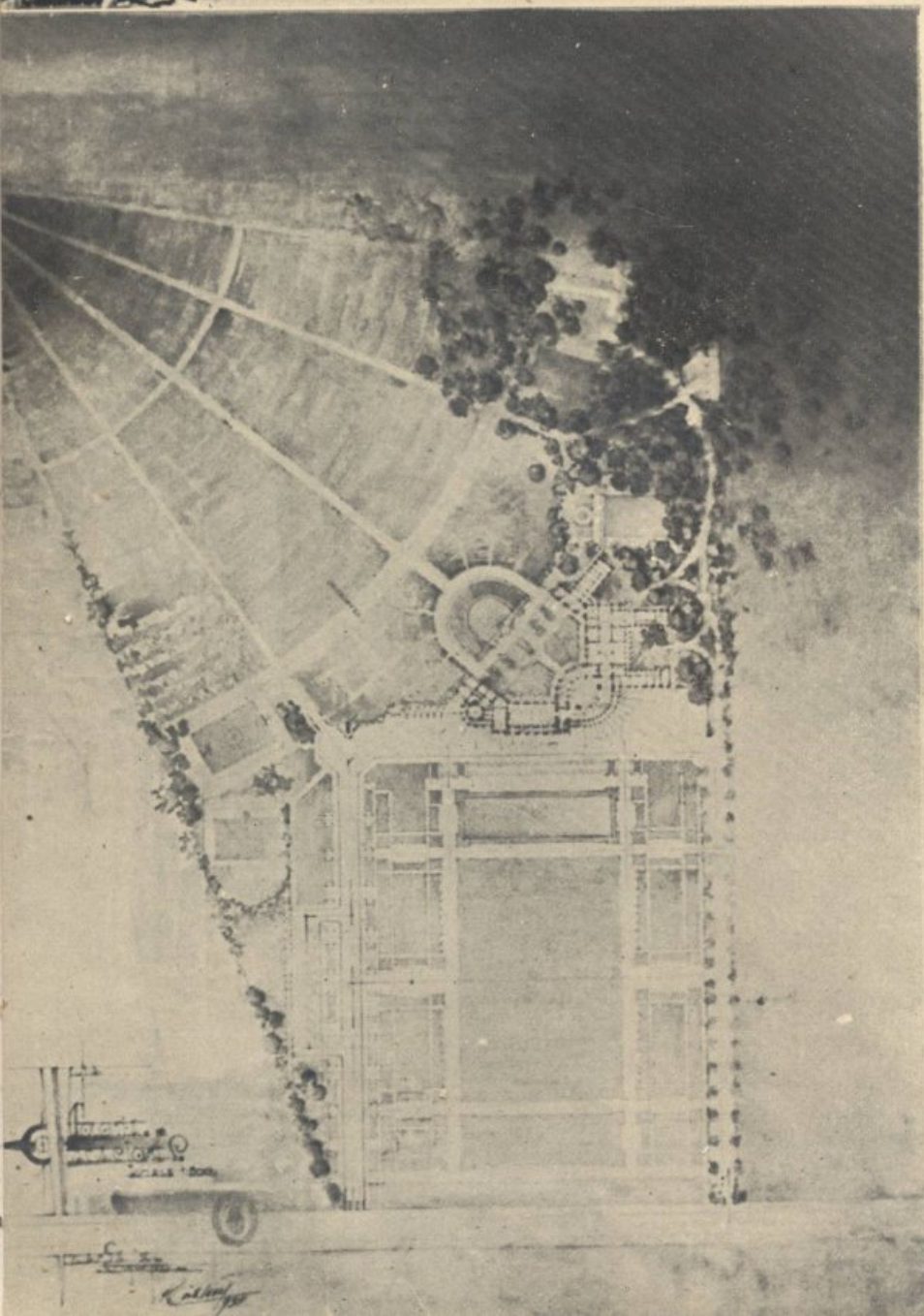


TORRE DE AMARRE EN UN AEROPUERTO  
ARQUITECTURA — III CURSO

ALUMNO  
CARLOS NAVRATIL

PROFESOR  
Arg. ERMETE DE LORENZI





# UNA COLONIA DE VACACIONES

ARQUITECTURA  
IV° CURSO

Alumno: RAUL COSTA VARSÍ

Profesor: Arq. JOSÉ MICHELETTI



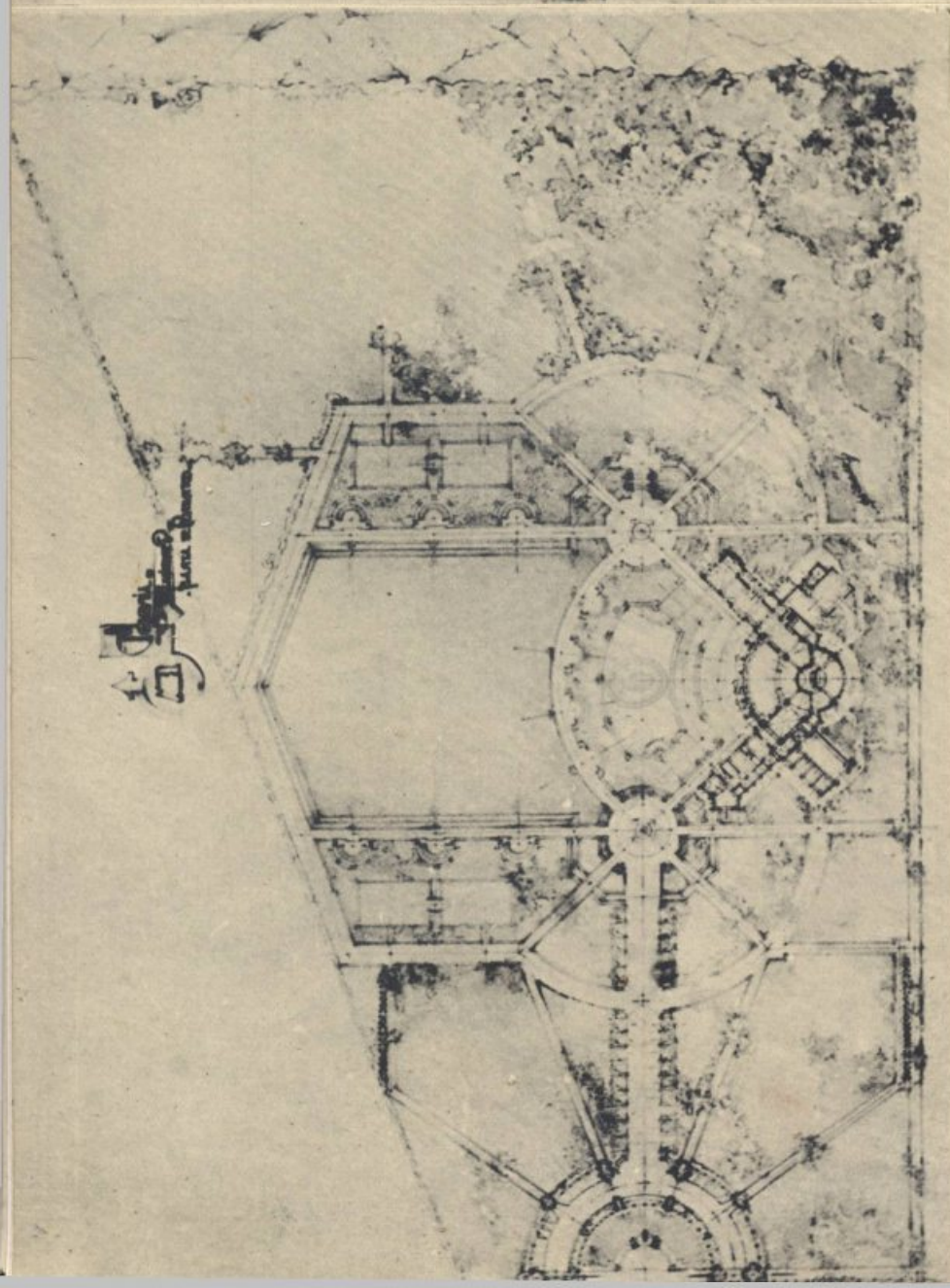
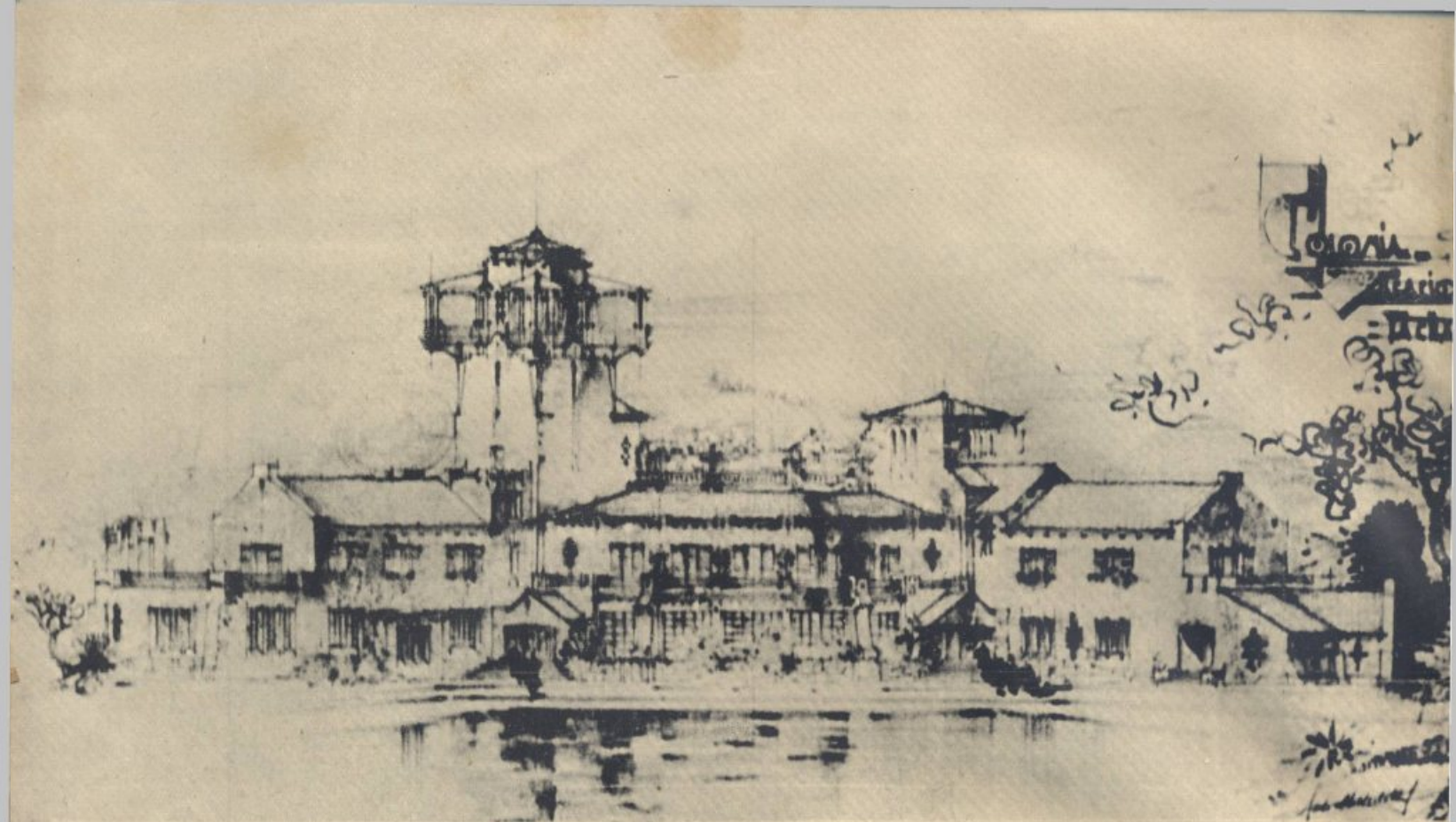


UNA SOCIEDAD CENTRAL DE ARQUITECTOS  
A R Q U I T E C T U R A — I I I C U R S O

ALUMNO  
CARLOS NAVRATIL

PROFESOR  
Arq. ERMETE DE LORENZI





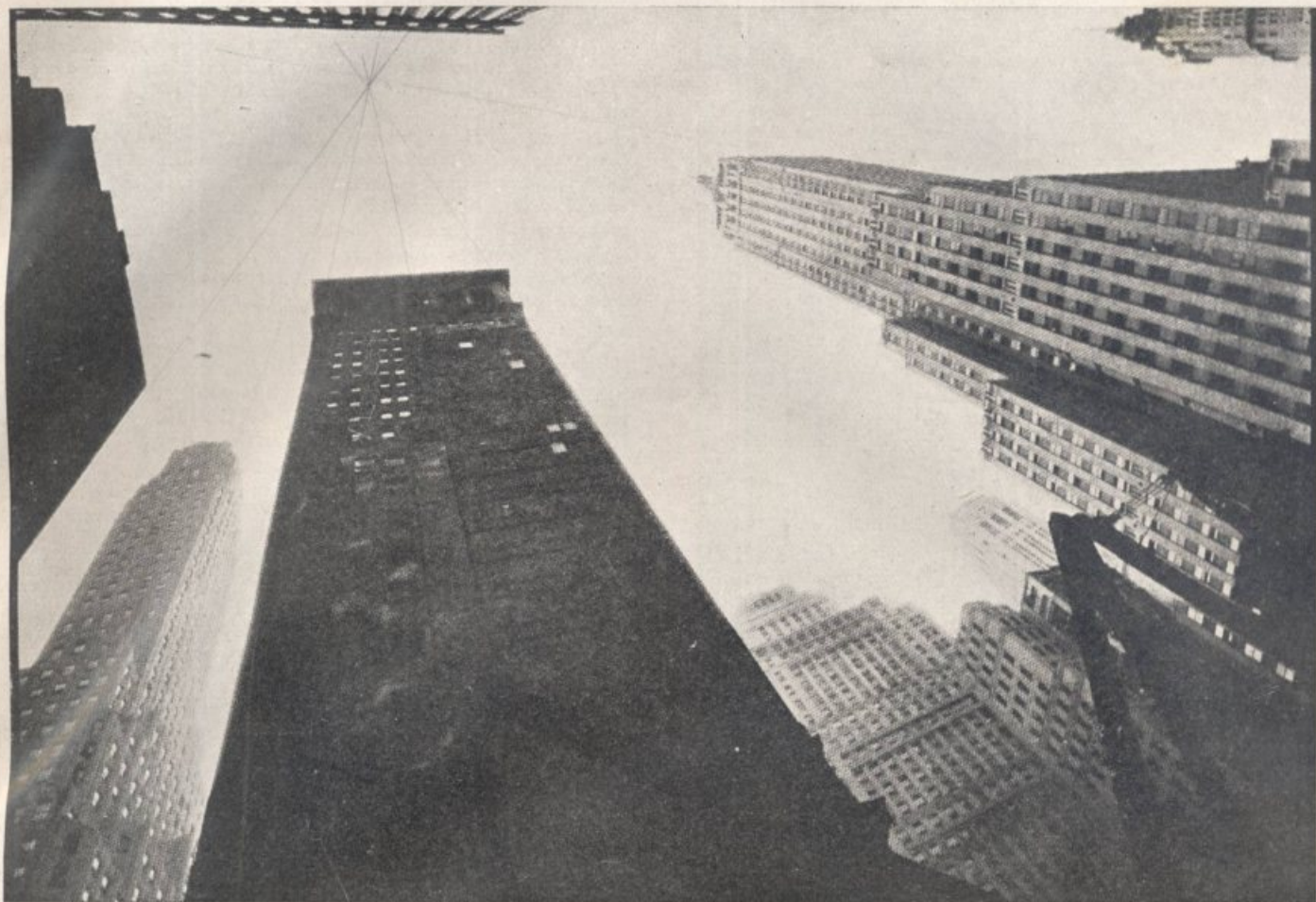
# UNA COLONIA DE VACACIONES

ARQUITECTURA  
IVº CURSO

Alumno: ATILIO TODESCHINI

Profesor: Arq. JOSE MICHELETTI





# ENSAYO SOBRE UNA BIOLOGIA DEL RASCACIELO

(Conferencia dictada en el Instituto Argentino Norteamericano de Buenos Aires)

por el Ing. ANGEL GUIDO

El avión ha descubierto un nuevo flanco de matices estéticos para la Arquitectura. La perspectiva a vuelo de pájaro —que hoy debe ya reemplazarse por perspectiva aeronáutica— ha revelado un nuevo mundo de formas inatrapables en otro tiempo.

Las masas arquitectónicas se escorzan con inusitada energía. Adoptan, los volúmenes, todas las posturas enfocables cenitalmente. De aquí, que ante ese nuevo mundo de formas urbanas, creado por aquel flamante punto de vista, se perfilan aspectos decisivos entre la ciudad europea y la norteamericana. En las ciudades europeas, en su mayoría, emergen las catedrales góticas. En las norteamericanas, los rascacielos. Ambas estructuras escorzan su plástica con energía, las que al amparo de sombras violentas antojan entidades vivas. Las catedrales, como monjes sumidos en petrificada oración. Los rascacielos, como gigantes mitológicos, sin sentido místico, pero de plástico veraz, ceñida y extrañamente hacinados, bregando cada cual por sobrepasarse orgullosamente.

Ambos, catedrales y rascacielos, antojan númenes tutelares de la ciudad plácida y extensa.

Esta adjudicación de vida interior —tan grata a un Worring o un Dvorak— justifica en parte, nuestro título de “biología”, antipático título de veinte años atrás, pero certero y preciso hoy, que la investigación de arte apunta ya hacia blancos no positivistas, sino psicológicos y espirituales, anchos en posibilidades inductivas y filosóficas.

Sentada pues esta premisa entremos en el análisis del ras-

cacielo donde realizaremos —fiel a nuestro propósito— una suerte de disección, iniciando por su anatomía, continuando por su morfología y terminando con el espíritu del rascacielo, símbolo admirable de un estadio de la vida de nuestro tiempo.

## ANATOMIA DEL RASCACIELO

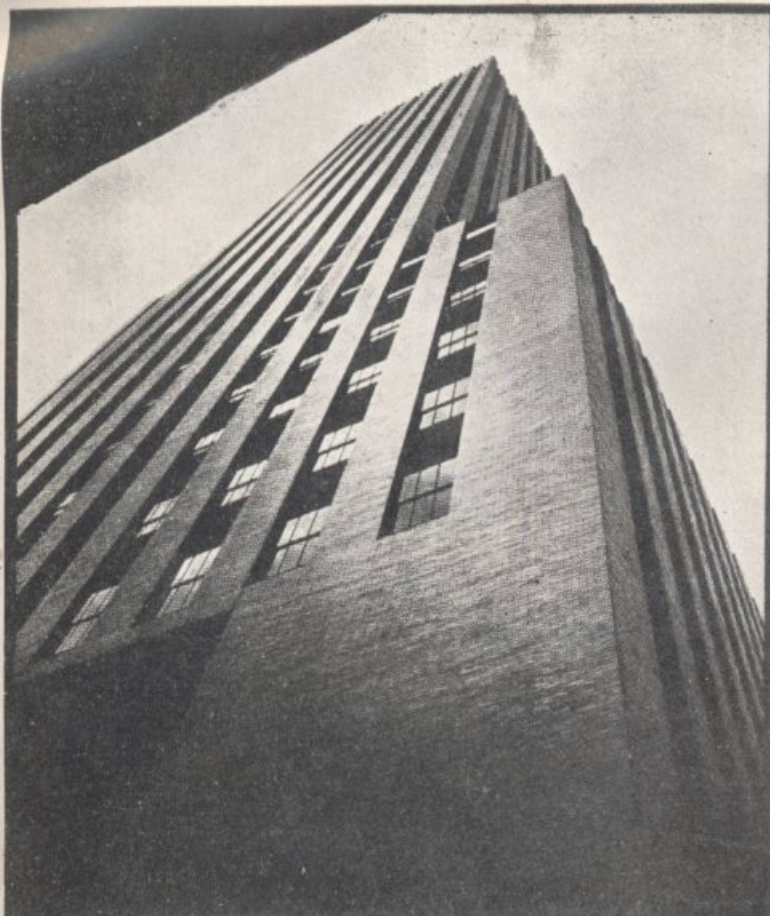
Con anterioridad al año 1881, no se concebía aun un edificio mayor de nueve a diez pisos. Razones técnicas por una parte, falta de demanda por otra y también, debido a un elemento práctico esencial que evolucionó extraordinariamente: el ascensor. En efecto, conocido es el ascensor antiguo, el hidráulico o a vapor, lentísimo, incómodo, inseguro y de difícil control.

Exigióse pues una evolución paralela entre el ascensor y el rascacielo, ya que, de no evolucionar aquél, las baterías de ascensores en los grandes edificios, hubieran requerido una amplitud exagerada, en desmedro de la planta utilizable. De aquí, que ese monstruo del rascacielo tuvo necesidad de fortificar sus arterias para lograr erguirse más allá de los diez pisos, provocando así la fácil circulación sanguínea de los gruesos contingentes humanos en su interior.

Mas, enfoquemos el problema central y fundamental del rascacielo en su anatomía, desde su infancia si se nos permite el parangón.

El problema capital es éste: sustitución de los muros SOSTENEDORES por SOSTENIDOS.





Edificio del  
diario "News"

El fino escritor francés Paul Morand en su conocida obra "Nueva York", comete un leve error técnico e histórico al adjudicar a Viollet-le-Duc, el carácter de precursor de los rascacielos, fundado en una breve e intrascendente frase del notable panegirista francés del gótico. Esto significaría quitar a los constructores chicaguenses el honor y la gloria que por entero merecen, de ser ellos los precursores y creadores del rascacielo, lo cual con detención veremos enseguida.

El Profesor Weis, eminente crítico y distinguido catedrático, que ha estudiado con aguda penetración este proceso, señala como la primera insinuación hacia los esqueletos sostenedores, los cimientos del Montauk de Chicago en el 1881.

Los cimientos de los muros de fachada en los edificios de nueve o diez pisos, resultaban anchísimos, pesados y restaban, en demasía, la superficie útil. Los ingenieros Burnham y Root, consumaron el hallazgo de reemplazar estos cimientos gigantes, por emparrillados con vigas de acero y columnas.

Comenzamos, ya, a descubrir nuestro gigante del rascacielo, y anotemos, de paso, que presagiando su grandeza futura fué por sus pies —los cimientos— que comenzó a fortalecerse.

Este acierto de los ingenieros Burnham y Root, tuvo consecuencias inmediatas y se aplicó el sistema en los muros interiores de los edificios. Eran estos sostenidos por vigas de acero y columnas, mientras que los muros exteriores se sostenían por sí mismos.

La aplicación completa del "Skeleton Construction", no es inmediata. Una lucha tenaz de parte de la Escuela del Este —de la cual nos ocuparemos más adelante— se traduce en una evolución en cierto sentido lenta, aunque el descubrimiento constructivo traía la tremenda fuerza e la verdad en lo científico y en lo económico y no podía pasar mucho tiempo sin consagrarse su triunfo definitivo. Tal aconteció cuatro o cinco años después con el "Home Insurance Building" y con el "Tacoma" ambos de Chicago.

En el año 1931, en un breve estudio que realizáramos sobre rascacielos citábamos, siguiendo a Woermann —el gran historiador alemán— el "Monadnock" de Chicago y siguiendo a Starret, al "Home Insurance Building", también de Chicago, como los rascacielos precursores.

Estudios posteriores al año 1931, precisaron este punto y fué aclarado merced a la interesante polémica suscitada en el

mismo Chicago, a propósito de la demolición del "Home Insurance Building" erigido en el año 1885 en la calle La Salle esquina Adams. La polémica se había concretado alrededor de cual era el precursor verdadero del rascacielo de completo "Skeleton Construction", si el citado o el Tacoma, levantado en 1888 en la calle La Salle N 1.

De esta demolición se dedujo que el "Home Insurance Building" tenía sus muros interiores SOPORTADOS, el exterior "no soportado" sino en sus cimientos "emparrillados". El "Tacoma" construido por Holabird y Roche, de 14 pisos y 53 metros de altura, tenía muros interiores y exteriores SOPORTADOS por vigas y columnas.

De aquí que, según el punto de vista que se tome, podrá ser el "Home Insurance Building" (1885) o el "Tacoma" (1888) el primer rascacielo verdadero.

Dejemos sentado, por otro lado, que como véis Chicago es el escenario único de estos primeros ensayos y de aquí, el nombre de "Sistema de Chicago" titulada a la fórmula constructiva de los primeros rascacielos que se levantaron en Nueva York, Philadelphia o Pittsburgh.

Mas no creáis que este sistema de Chicago triunfó inmediatamente. Tuvo que luchar nada menos que con el llamado "Sistema del Este", de Nueva York, excesivamente imbuido de la influencia europea.

Los arquitectos de Nueva York habían ido a estudiar a París y L'Ecole de Beaux Arts pesaba demasiado sobre ellos. No podían conformarse con esa arquitectura, según ellos, antiestética, que de pasar por la censura de los maestros franceses contemporáneos, no se salvaría uno solo de aquellos "monstruos" edificios que ya se les comenzaba a llamar, pretensiosamente "Skyscraper", es decir rascacielo.

Establécese, pues, una pugna entre la escuela de Chicago y L'Ecole de Beaux Arts ya que en Nueva York —como en Buenos Aires— la influencia de los Luisas clásicos era excluyente y decisiva. Se ametralla, pues, desde el Este, a la escuela chicaguense. La prensa y las revistas de aquella época están llenas de ataques violentos y sátiras a las "torres" antiestéticas que los chicaguenses se obstinan en levantar. Se recurre a las opiniones de los maestros europeos, de París, que no escatiman ironías más o menos piadosas ante la nueva "babilonia" que Chicago quería imitar, lo cual, por otro lado, demuestra irrefutablemente que las apreciaciones del exégeta del gótico, Viollet-le-Duc, no fueron escuchadas ni atendidas en un ápice pese a la buena voluntad del fino y agudo escritor francés Paul Morand.

Más, los rascacielos venían al mundo limpios de prejuicios estéticos, ajenos de toda vejez occidental y traían dos verdades incontrovertibles: la de la utilidad y la de satisfacer, certeramente, una demanda de la vida norteamericana.

Tarde o temprano, tenía pues que ser de ellos el triunfo. En efecto, ya en 1889 con la Tower Building (La Torre) del arquitecto Bradford L. Gilbert se introduce en Nueva York el sistema de Chicago a título de ensayo. Pero es después del "Monadnock" de Chicago en 1891, cuando en 1894 se levanta en Nueva York el Manhattan Life Insurance Company, construido por Kimball y Thompson con 18 pisos y 348 pies de altura (J. Weis, "El Rascacielo").

El Departamento de Construcciones de Nueva York tuvo reparos muy serios para con La Torre de Gilbert y para este Manhattan Life Insurance; pero a partir de allí, Nueva York, la extraordinaria ciudad del Norte se siente contagiada del sistema de Chicago, hasta superar a su propia maestra y en 1895 ya levanta el Saint Paul de 25 pisos y al 1900 el más alto edificio del mundo, por varios años, el Iivings Syndicate de 29 pisos y 386 pies de altura.

Ya Nueva York ha sentido en carne propia el sabor del triunfo del rascacielo y su isla Manhattan se puebla de esos gigantes formidables que pugnan entre sí por superarse, desde el Singer en 1908 hasta el Empire State, en 1931, de mil doscientos cuarenta y ocho pies y 86 pisos.

He aquí, el gigante que estudiamos hoy, parado ya orgullosamente sobre sus formidables pies de acero o de cemento armado. Y de él ya hemos practicado su disección y nos ha mostrado la anatomía de su esqueleto, de su formidable estructura a la cual rastreamos desde su infancia hasta su adultez arrogante.

Examinemos, ahora, su morfología, su envoltura estética, para luego entrar en el espíritu, en el alma de esa entidad gigantesca, símbolo extraordinario de nuestro tiempo.



LISMO contra el HORIZONTALISMO de l'Ecole de Beaux Arts.

Aquel advenimiento no fué inmediato por supuesto. La guerra europea provoca un paréntesis en la evolución del rascacielo, pues, como veremos más adelante, el rascacielo constituyó el índice revelador de la prosperidad económica de aquel gran país.

Fué, en efecto, en el año 1922 cuando el periódico de Chicago "Tribune" llamó a concurso para la erección de su edificio propio. En este concurso, quizá uno de los más grandes del mundo, donde intervinieron 23 naciones, triunfaron los arquitectos norteamericanos Howells y Hood con su magnífico proyecto en un gótico modernizado. Pero entre los trabajos presentados figuraron ya formas que dentro del VERTICALISMO se alejaban también del gótico. Entre estos figuró el del gran maestro finlandés Saarinen, trabajo que era una suerte de cristalización definitiva de las viejas teorías de Sullivan y Wright.

Esta revolución en la organización estética del rascacielo, viene a consagrarse, definitivamente, con la flamante Ley de Zonas, mediante la cual el rascacielo con estilo personalísimo adopta una masa movimentada, magnífica como expresión plástica.

Desde aquel momento y ante el vigoroso apogeo de la ri-

pretensiones estéticas. Sullivan y Wright pretenden velar por su morfología de acuerdo a su espíritu. L'Ecole de Beaux Arts intercede, mediante la Escuela del Este y nuestro gigante transa en dejar crecer sus músculos todavía bajo la forma clasicista. Se verifica una suerte de pugna entre el horizontalismo europeo y el verticalismo americano. El goticismo del Woolworth es el comienzo del triunfo definitivo americano. Luego, ya el rascacielo tendrá la musculatura que le corresponde. Ha llegado a mayoría de edad. Original, libre, consciente de su propia grandeza se lanza a formas personalísimas y por medio de la Ley de Zonas adopta una plástica inusitada, sorprendente.

De que ya ha triunfado el rascacielo, por encima de todo prejuicio, se justifica claramente con la Ley de Zonas. Esta que surgió para regular la invasión del rascacielo, no fué capaz de destruir la voluntad preeminente del mismo: elevarse en parte, a su capricho. Y, en efecto, esta Ley de Zonas permite elevarse sin límite alguno el 25 % de la superficie del terreno total.

Es ya, pues, hombre nuestro gigante y contra toda intención contraria impone su propia voluntad —grata a su magestad y a su belleza— de poder elevarse indefinidamente.

He aquí, pues, llegados a este punto de esta breve disertación: Esa entidad del rascacielo que se nos antojara viva



Masas de rascacielos de Nueva York

queza de aquel gran país, se inicia la pugna de rascacielos por ser más bellos y más altos. El nuevo estilo, absolutamente americano se ha impuesto ya y nuestro gigante, esbelto y ágil se levantará ya erguido con toda su franqueza vertical. Los órdenes clásicos y l'Ecole de Beaux Arts son olvidados en absoluto y el rascacielo consciente de su adultez y de su fuerza se lanza a las formas modernas más audaces. Como réplica a la influencia europea se exorna hasta de influencias indígenas, mayas o aztecas, como por ejemplo en el New York Telephone o el Park Avenue Building.

La bonanza o prosperidad tiene entonces, en los cinco años que corren desde el 26 al 31, un sentido exacerbado y culmina en los extraordinarios rascacielos: el Manhattan Building en el año 30, por Craig Severance, el Chrysler (1920) por Van Alen y el Empire State (1931) por Sheve, Lamb y Harmon.

Ya el rascacielo adulto ha definido su personalidad, acusando su morfología vertical ingravida, como un reto a las trabas impuestas por la pesadez de los materiales.

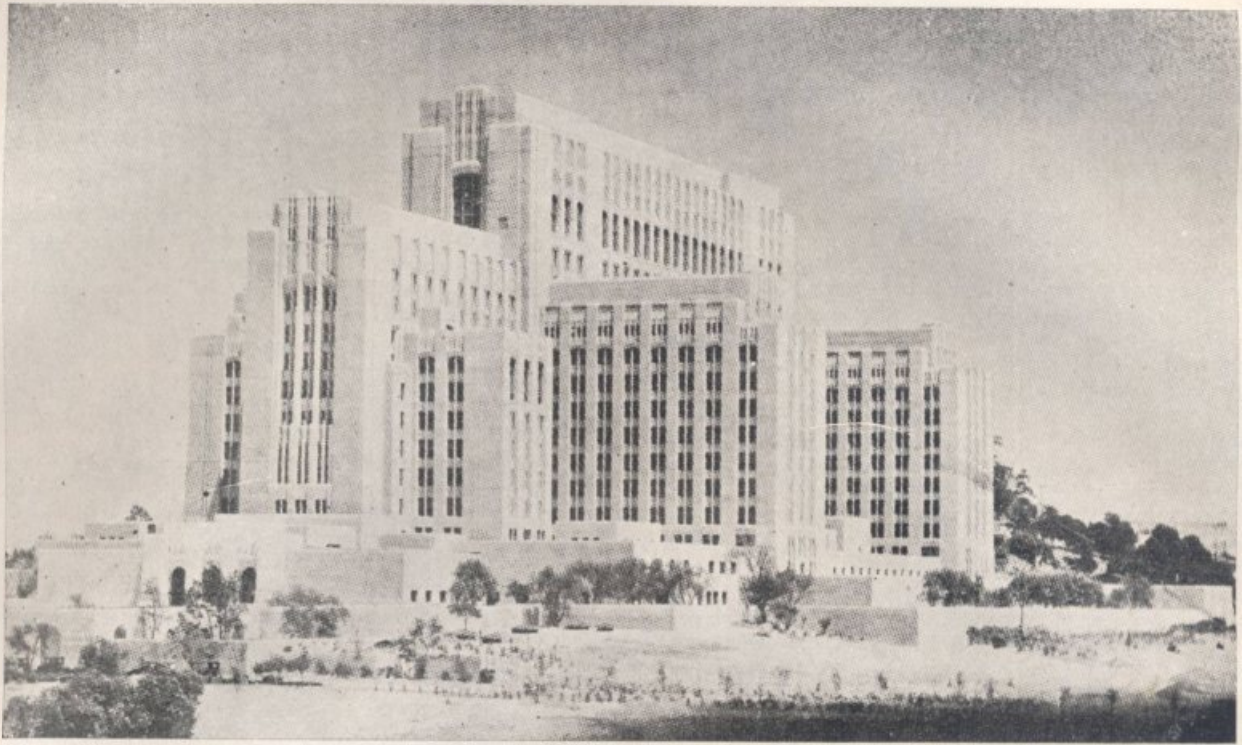
Llegamos pues a este punto, después de perseguir la plástica del rascacielo desde sus primeros balbuceos. Iniciado en el más riguroso "funcionalismo" comienza el rascacielo sin

merced a sus inusitadas formas atrapadas desde el avión, ya casi no tiene secretos para nosotros en su anatomía y en su morfología. Pero nos resta un punto capital: su espíritu. Porque, no creáis que el rascacielo se levantó solamente por la invención del esqueleto de acero o de cemento armado. Mucho antes de que se iniciaran los rascacielos en Chicago, en Europa se conocían las vigas de acero y todos los fierros manufacturados para construcciones. Sin embargo Europa todavía no ha creado rascacielos.

Los materiales y los métodos constructivos fueron USADOS para cumplir con una demanda SUI-GENERIS, con un espíritu determinado, certero, característico. Y es este el que nos falta analizar, lo cual cumpliremos enseguida. Más, para ello hemos de pedir apoyo a aquella otra entidad estructural que emerge de las ciudades europeas y que enfocáramos desde el avión: las catedrales góticas. Y veremos, aunque por la observación superficial parezca antagónico, cuántos puntos de contacto tienen las catedrales con los rascacielos. Su comparación rigurosa nos ofrecerá el espíritu del rascacielo que es lo que nos interesa por el momento.

(CONTINUARA)





Hospital de Los Angeles

# Como debe planearse un hospital general

por  
H. ELRIDGE y H. HAMMAFORD

Ningún hospital podrá ser mejor que su programa. La importancia de esta verdad es incontrovertible. En este artículo el término "planearse" debe ser interpretado en su sentido más amplio, y antes de discutir la planta actual de los edificios y los departamentos que los constituyen, permítasenos considerar el proyecto del hospital común en su estado de formación.

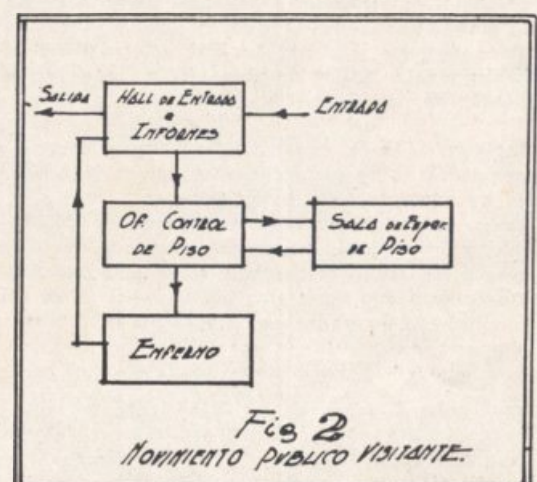
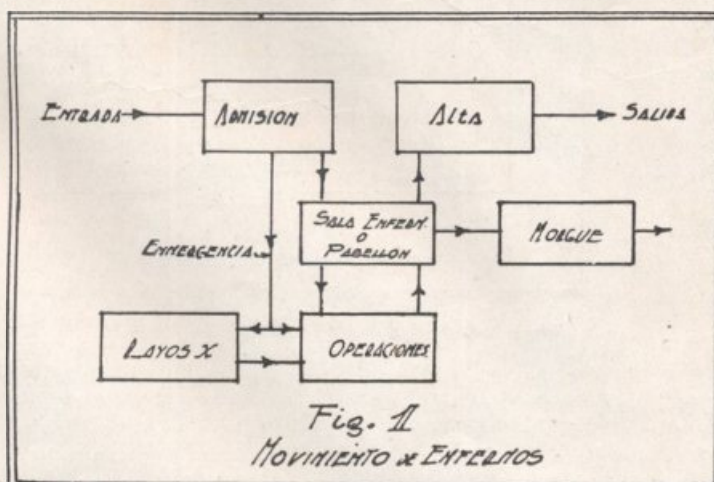
Generalmente un grupo de individuos se reúnen, inspirados únicamente en los más altos ideales de producir un servicio real, se reúnen y deciden "construir un hospital". Sin mayores análisis del problema, aseguran un lugar y el proyecto entero es lanzado en un entusiasmo huracanado, bien intencionado y de energías malgastadas. Al seguir este camino es probable que el proyecto fracase.

Cualquier proyecto de hospital debe ser considerado como un problema dificultoso a solucionarse.

Primero deberá hacerse un análisis claro, deben determinarse las necesidades reales, basados en los requerimientos amplios de la comunidad, para tener así una concepción definida de los resultados exactos a obtenerse.

Algunas de las cuestiones a ser contestadas al formularse un programa de hospital, son:

1. ¿Habrà necesidad de contemplar futuras ampliaciones?
2. ¿Justamente, qué tipo de servicio deberá cumplirse de manera de suplementarse o encajarse en el problema sanitario del público en general?
3. ¿Deberá ser proyectado sobre las bases de los hospitales de caridad, hospitales en que paguen parte de los gastos o los estrictamente privados (sanatorios)?
4. ¿Cuál es la mejor ubicación del hospital propuesto, con respecto al tipo de servicio que debe producir, áreas que debe servir y con respecto a otros hospitales?





5. ¿Cuál es el tipo general de edificación a emplearse en la edificación hospitalaria? ¿Deberá ser la planta de "cottage", pabellones separados, bloques de varios pisos o bloques de varios pisos con alas unidas por corredores?

6. ¿Cómo se contemplará la futura ampliación y cómo puede ser prevista?

7. ¿Deberá el edificio ser dispuesto para futura anexión a otros hospitales o deberá ser construido aisladamente para un propósito especial?

Estas cuestiones y, como éstas, muchas otras, deben ser cuidadosamente estudiadas y pesadas, unas con otras y con el problema en total, antes de tomar una decisión y de formularse un programa efectivo y lógico. Debe tenerse en cuenta la cooperación del consultor sobre hospitales y del arquitecto que tenga especial y exitosa experiencia sobre hospitales. Al elegir tales colaboradores especializados debe recordarse, como un principio básico, que la economía y el descuido en la selección de los servicios profesionales resultan altamente gravosos al final, y el mejor servicio que se pueda conseguir es apenas lo suficiente para obtener un resultado acertado.

#### DETERMINACIONES GENERALES

Supongamos estar ya en condiciones de empezar el proyecto del hospital general.

**NUMERO DE CAMAS.** — El primer ítem a determinar es el número de camas adecuadas necesarias para los servicios que demanda la comunidad. La siguiente es una buena tabla para usar en cálculos preliminares de comunidades urbanas:

|                                         |                         |
|-----------------------------------------|-------------------------|
| Camas para clínica general y cirugía .. | 0,5 o/o de la población |
| " " enfermedades contagiosas.           | 0,5 " "                 |
| " " niños .....                         | 0,5 " "                 |
| " " maternidad .....                    | 0,5 " "                 |

Estas proporciones podrán modificarse por distintos factores, tales como:

1º La permanencia de la enfermedad.

2º La actitud de la profesión médica a hospitalizar sus pacientes.

3º Las condiciones sociales de la comunidad.

4º Grado de crecimiento de la población.

En comunidades rurales donde los hospitales no son tan extensamente usados como en las ciudades, estas proporciones pueden reducirse en un 40 a 50 % para formar la base del programa.

**UBICACION.** — La importancia de una elección inteligente del sitio no puede ser nunca exagerada. Las siguientes consideraciones deberán reglar la selección del lugar:

1º Quietud. Evitar ubicación sobre lugares fuertemente traficados, calles o ferrocarriles, plazas de diversiones, canchas de juego, fábricas, etc.

2º Aire puro. Evítese todo lugar donde haya humo, tierra o ubicaciones en que tales impurezas puedan ser transportadas por los vientos dominantes.

3º Ausencia de insectos. Evítese locación cerca de pantanos, lagunas, arroyos o industrias en que esos insectos, como sabemos, se reproducen fácilmente.

4º Acceso. Seleccione una ubicación que puede ser fácil y rápidamente accesible por autos, tranvías u ómnibus.

5º Alrededores agradables. Elijase un lugar en que los pacientes puedan tener el beneficio de una perspectiva amplia, de bien cuidados campos, bosques o montañas distantes.

6º Orientación. Elija un lugar que permita a las construcciones una disposición tal que asegure la luz del sol en la habitación de cada paciente durante una parte del día.

7º Permanencia. Elija un sitio en un lugar en que las probabilidades de cambio en su carácter físico y social sean remotas.

8º Facilidades para expansión. El lugar deberá ser de tales dimensiones como para permitir, por lo menos, un cien por ciento de expansión sin amontonamiento.

9º Costo. Este ítem, aunque importante, no deberá nunca ser el factor controlador, excepto en el caso de dos o más lugares que reúnan todas las anteriores exigencias. Aun en el caso de un terreno que haya sido donado —si no es útil para uso de hospital—, éste podrá ser más costoso al final.

#### CATEGORIA DE CAMAS

No hay reglas fijas para establecer las categorías de camas. Algunas instituciones adoptan el sistema de ubicar las camas en grandes pabellones, y otras las disponen una por habitación. El tipo de servicio que debe darse (caridad, pa-

gos, etc.) determina el número de camas por sala. Deben de proveerse, además, camas privadas y semiprivadas.

Probablemente, una proporción común será:

El 25 % de las camas en pabellón (más de dos camas en la misma sala), 25 % semiprivadas (dos camas por sala) y 50 % privadas (una por sala).

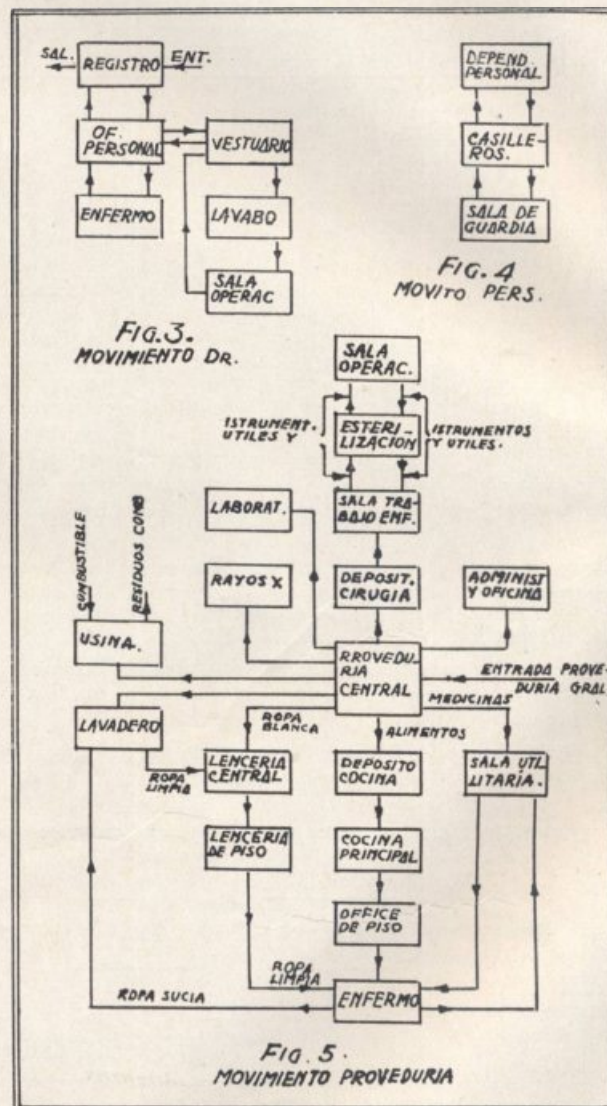
Estos porcentajes deben ser considerados únicamente como un punto de vista inicial y deben ser usados con el máximo de discreción.

Además, deberán considerarse otras clasificaciones respecto a las camas; pongamos: ¿Cuántas camas de varias categorías pueden ser necesarias para casos de cirugía; para clínica general; para maternidad? ¿Cuántas para hombres; para mujeres; para niños?

#### TRAFICO

Debe hacerse un cuidadoso estudio del tráfico hacia y desde el hospital y, además, el de los distintos edificios que lo constituyen.

1) Deberá proveerse formas adecuadas para permitir la admisión de los pacientes que llegan en ambulancia, auto o a pie. 2) La llegada y partida de las visitas. 3) Estacionamiento de vehículos para médicos convenientemente ubicado. 4) Provisión para acceso del personal. 5) Provisión adecuada para el tráfico de proveeduría y servicios. 6) Dispositivo sin obstrucción para el traslado de los cadáveres, y 7) Allí donde el instituto mantenga un consultorio externo serán necesarias



provisiones separadas para permitir la llegada de estos pacientes durante las horas de clínica.

Todo el tráfico debe ser distribuido de tal manera de evitar conflictos, cruzamientos o retroceso que produce confusión.

Entre los edificios deben solucionarse otros problemas de tráfico. 1) Deben estudiarse facilidades para permitir el tráfico de pacientes desde la sala de admisión directamente a



su correspondiente cama o —en casos de emergencia— inmediatamente a las salas de operaciones o rayos X; todo sin tener contacto con otras clases de tráfico interno. 2) Las mismas facilidades para el tráfico de pacientes debidamente dispuestas sirven para sacar los cadáveres. 3) El movimiento de visitas a través de la institución debe ser dispuesto de tal modo que ellas estén constantemente bajo supervisión y mantenidas separadas del tráfico de pacientes y otros tráficos internos, en todo lo posible. Las visitas están, generalmente, poco familiarizadas con estos ambientes y, por consiguiente, tienden a deambular por ellos sin un control eficiente. 4) Deben estudiarse provisiones para el manejo del personal clínico y quirúrgico a fin de que puedan éstos llegar o ir a sus deberes tan directa, fácil y privadamente como sea posible, sin ponerse en contacto con el público visitante. 5) El manejo de proveeduría, servicio de alimentación, remoción de basuras, etcétera, deberá proveerse de tal manera que se efectúe desde su punto de origen hasta su último destino, con prontitud y sin conflicto con otros tráficos (de pacientes, público, personal de hospital).

Estos problemas requieren se realice un cuidadoso estudio de las circulaciones, determinando: puntos de entrada; disposición de conexiones por túneles o galerías abiertas entre unidades, y corredores y ascensores en ellas; como también la relación correcta de tráfico entre los varios departamentos componentes del conjunto de la edificación.

No solamente será necesario estudiar la relación del tráfico de acuerdo a sus áreas, sino también teniendo en cuenta la relación 4 impuesta por sus funciones y al proyectar los grupos debe estudiarse esta relación.

Todas estas cuestiones parecen altamente complejas, pero un entendimiento claro de los resultados a que debe llegarse simplifica materialmente el problema.

Los diagramas adjuntos demuestran algunos de los movimientos de tráfico. (Ver fig. 1, 2, 3, 4, 5.)

#### RELACION ENTRE DEPARTAMENTOS

Cada departamento de un hospital debe existir, ante todo, para servir al paciente. Este factor obvio es muchas veces no tenido en cuenta por los entusiastas en cada renglón especial, quienes, en el desarrollo ambicioso hacia la perfección de su departamento, introducirá en él una cantidad de detalles que en ninguna forma contribuirán a la mayor comodidad del paciente y generalmente lo harán costoso.

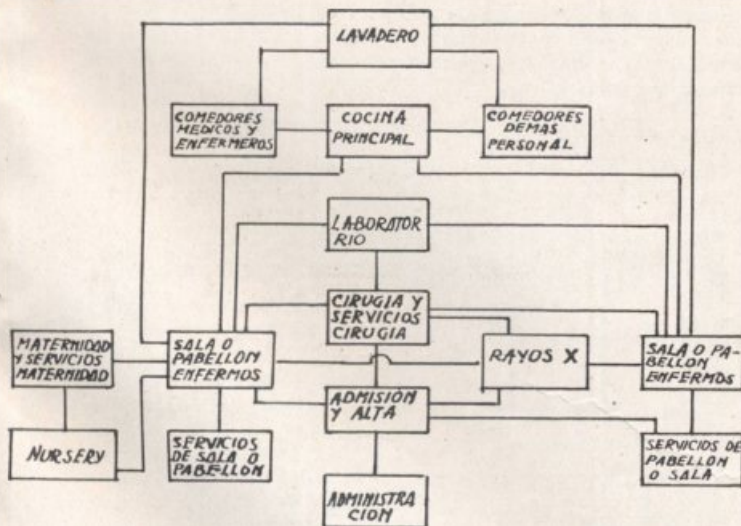
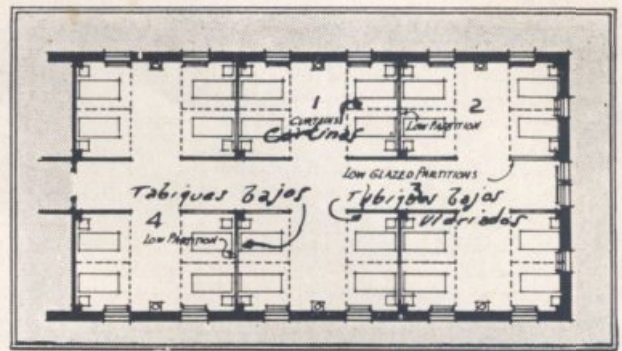


Fig. 6

RELACIONES FUNCIONALES ENTRE LOS DEPARTAMENTOS.

En la fig. 6 están indicadas las relaciones generales funcionales de los departamentos de varios hospitales. Tales departamentos, como la planta de fuerza motriz, calefacción, garage, mantenimiento y reparaciones, etc., no han sido incluidos en los esquemas porque ellos sirven el desarrollo entero sin especial relación a cualquiera subdivisión.



#### DEPARTAMENTO DE PACIENTES

Desde que el paciente debe ser objeto de primera atención, deberá comenzarse por desarrollar un plan satisfactorio de los varios pabellones y salas para pacientes. El área general y forma de edificación del hospital están, como regla, determinados por la planta típica para enfermos; conteniendo las varias unidades dependencias necesarias para cada pabellón, salas semiprivadas y privadas.

Al proyectar estos pisos típicos, pueden ser útiles los puntos siguientes:

1. Cada unidad no debe pasar de 20 a 24 camas; esto se aplica ya sea que las camas sean de pabellón, semiprivadas o

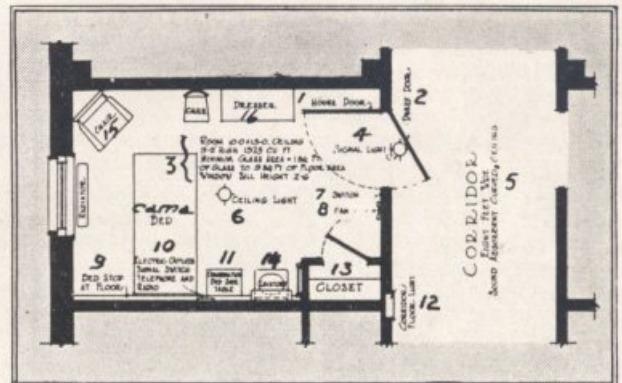


Fig. 8

#### DORMITORIO PRIVADO TÍPICO

1. — Puerta común. — 2. Puerta baja. — 3. Sala de 3 m. x 4.5 m.; altura cielo aso 3.20 m.; área mín. de vidrio 13 pies cuadrados; altura ventana 2' 6". — 4. Señal luminosa. — 5. Corredor, ancho 2.40 m.; techo anti-sonoro. — 6. Artefacto de luz. — 7. Llave. — 8. Ventilador. — 9. Retén de cama en el piso. — 10. Enchufes eléctricos (señales, teléfonos y radio). — 11. Mesa de combinación para cama.

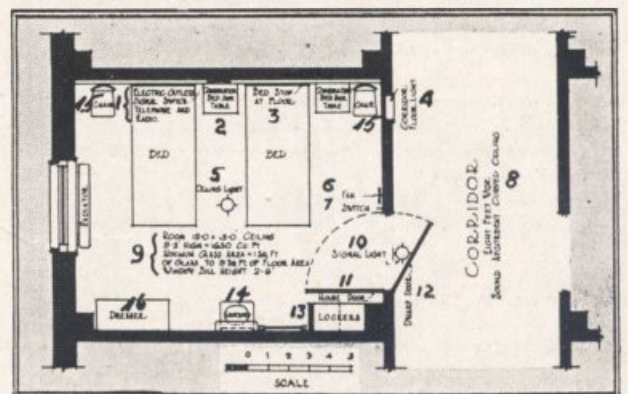


Fig. 9

#### DORMITORIO TÍPICO SEMIPRIVADO

1. — Enchufes eléctricos: señales, teléfono y radio. — 2. Mesa de combinación para cama. — 3. Retén de la cama en el piso. — 4. Luz de corredor. — 5. Artefacto de luz. — 6. Ventilador. — 7. Llave. — 8. Corredor, 2.4 m. de ancho; techo antisónico. — 9. Sala, 3.6 x 4.5 m.; 3.2 m. de altura y 1650 pies cúbicos. Área vidriada mínima, 13 pies cuadrados. Altura de la ventana, 2' 6". — 10. Señal luminosa. — 11. Puerta común. — 12. Puerta baja. — 13. Roperos. — 14. Lavabos. — 15. Silla.



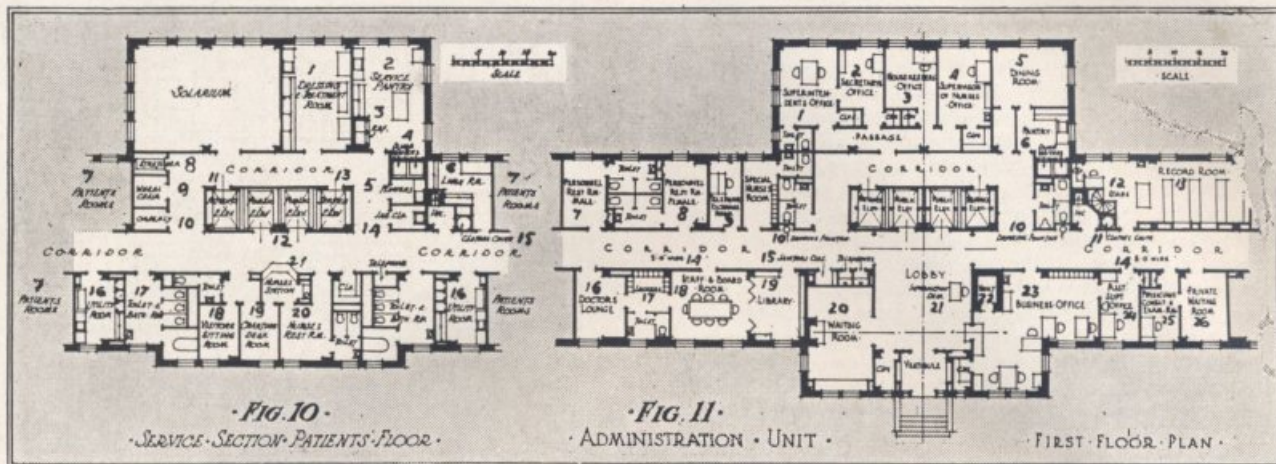


Fig. 10

#### PISOS PACIENTES

1. — Vestuario y sala de tratamiento. — 2. Office de servicio. — 3. Refrigerador. — 4. Montaplatos. — 5. Flores. — 6. Lencería. — 7. Sala de pacientes. — 8. — 9. Silla de mano. — 10. — 11. — 12. — 13. Ascensores para pacientes. — 14. Depósitos de utensilios sanitarios. — 15. Tubo ropa sucia. — 16. Sala utilitario. — 17. Toile y baño. — 18. Sala de espera de visitas. — 19. Depósito de cuadros clínicos. — 20. Sala de descanso de enfermeras. — 21. Enfermera de guardia

Fig. 11

#### ADMINISTRACION

1. Oficina del superintendente. — 2. Secretario. — 3. Encargado. — 4. Cabo de sala. — 5. Comedor. — 6. Office. — 7. Sala de descanso personal (hombres). — 8. Sala de descanso personal (mujeres). — 9. Central telefónica. — 10. Bebederos. — 11. Tubo de ropa sucia. — 12. Escalera. — 13. Archivo. — 14. Corredor (8 pies de ancho). — 15. — 16. Sala de Médicos. — 17. Roperos. — 18. Sala del personal. — 19. Biblioteca. — 20. Sala de espera. — 21. Informes. — 22. Caja fuerte. — 23. Oficina comercial. — 24. Ayudante de superintendente. — 25. Consultorio y examen. — 26. Sala de espera privada.

privadas. Unidades mayores no pueden ser supervisadas adecuadamente por una sola persona y más pequeñas no ocupan suficientemente el tiempo de una persona. De aquí, entonces, que ambas sean poco económicas.

2. Cada unidad deberá ser controlada por un supervisor cuya ubicación será central con respecto al área supervisada, y estará estudiada de tal manera de permitir el control visual de la unidad y sus servicios.

3. Cada unidad deberá ser provista de las dependencias de servicio que se ubicarán en el centro del área que deban servir. En ningún caso estarán emplazadas de modo que obliguen a enfermeros o pacientes a caminar más de 27 metros (18 a 24 es la distancia preferible) desde la cama más alejada al servicio en cuestión.

En algunos casos cada unidad es provista de una cocina de servicio, sala de curaciones y un solarium o living-room; pero en los pisos que contienen grupos de unidades, estos servicios se disponen en la parte central para que puedan servir a todas. El tamaño de estos servicios será solamente el sufi-

ciente como para permitir una eficiente disposición para el trabajo, de los elementos necesarios y equipos que irán en cada servicio.

#### SECCION ADMINISTRACION

(Figura 11.) En esta sección se lleva a cabo la parte comercial del hospital. En ella el público tiene su primer contacto con el hospital y adquiere una impresión definitiva con respecto a la institución. Es, por consiguiente, muy importante que esta sección sea proyectada y terminada como si irradiase hospitalidad, amistad y bienvenida, a más de dar la impresión de eficiencia comercial.

El hall de entrada y las salas de espera deben ser espaciales y amuebladas con gusto, el mostrador de información, ascensores y otros puntos de contacto con el público visitante deben ser colocados en conexión con el hall de entrada, de tal modo, que sean fácilmente encontrados por aquellos que entren por primera vez.

#### DEPARTAMENTO DE ADMISION

Esta sección maneja la admisión del paciente a la institución. Principalmente, serán manejados aquí los casos de am-

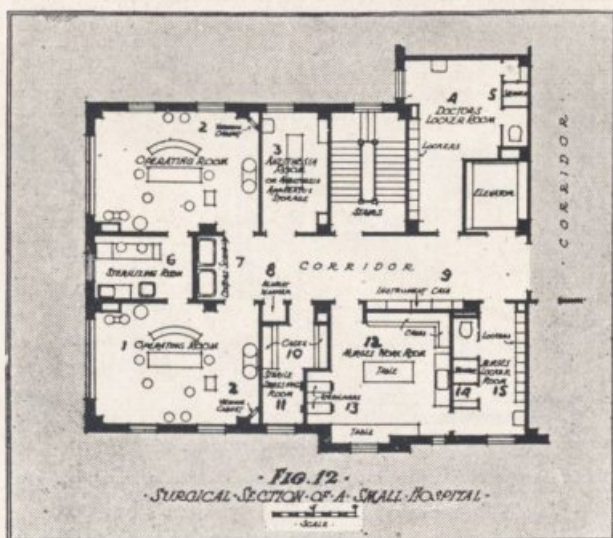


Fig. 12

#### SECCION CIRUJIA DE UN PEQUEÑO HOSPITAL

1. Sala de operaciones. — 2. — 3. Sala de anestesia o depósito de aparatos de anestesia. — 4. Sala de médicos. — 5. Lluvia. — 6. Sala de esterilizaciones. — 7. Lavabos. — 8. Calentador de frazadas. — 9. Vitrina de instrumental. — 10. Vitrinas. — 11. Lencería esterilizada. — 12. Sala de trabajo de enfermeras. — 13. Esterilizadores. — 14. Ducha. — 15. Vestuarios enfermeras.

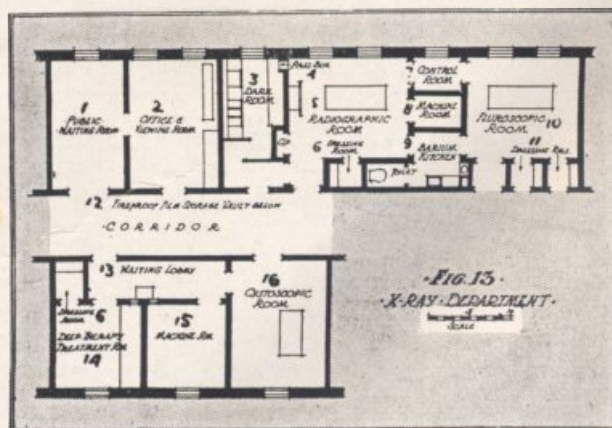


Fig. 13

#### DEPARTAMENTO DE RAYOS X

1. Sala de espera. — 2. Oficina y sala de revisión. — 3. Cuarto oscuro. — 4. Laberinto. — 5. Sala de radiografía. — 6. Vestuario. — 7. Sala de control. — 8. Sala de máquinas. — 9. Cocina de alientos para radio-diagnóstico. — 10. Sala de fluoroscopia. — 11. — 12. Depósito para películas, en subsuelo a prueba de incendio. — 13. Hall de espera. — 14. Sala para terapia profunda. — 15. Sala de máquinas. — 16. Sala de escopía.



bulancia. (Los pacientes que pueden entrar por sus propios medios son admitidos a través de la sección administrativa.)

Aquí el paciente es sacado de la ambulancia, colocado en una camilla o en una silla de ruedas, llevado al ascensor y transportado al pabellón, sala o sección operatoria, según lo que demande el caso. A veces es conveniente que haya una sala de primeros auxilios en conexión directa con esta sección, de tal modo, que los casos de urgencia puedan ser preparados y tratados u operados de la manera más rápida. Esto no es una práctica general y la disposición común de la sección de admisión deberá planearse de manera que satisfaga las condiciones locales.

### SECCION CIRUGIA

Esta sección incluye todas las salas de operaciones el servicio necesario y el material de trabajo en conexión con ello.

Permítasenos señalar en forma breve lo que se lleva a cabo en esta sección para hacer visible este problema.

**EL PACIENTE** es traído a la sección cirugía breves instantes de la hora fijada para la operación, ya sea a la sala de anestesia o directamente a la sala de operaciones (cuando se anestesia en ella). Hay una marcada diferencia de opiniones respecto a la necesidad de la sala de operaciones en cualquier caso, y que por consiguiente la sala de anestesia separada únicamente utiliza espacio que puede ser mejor ocupado. Otros en cambio sostienen que la administración de anestésico en la sala de operaciones tiende a alterar los nervios del paciente y por consiguiente la sala de anestesia separada es esencial. Las dos opiniones tienen puntos en su favor. La técnica local y la práctica deberán gobernar.

Después de la operación el paciente, cubierto con frazadas calientes para evitar un enfriamiento post-operatorio es retornado a su cama.

Antes era práctica común proveer salitas especiales para "recién operados" a las cuales los pacientes podían ser llevados después de la operación y luego recién ser trasladados a su propia cama. Como esto acarrea un exceso de movimiento del enfermo, con posiblemente malos resultados, se considera mejor volverlos directamente a su propia cama, exceptuando los casos de pacientes de pabellón que deberán ser aislados hasta que se recobren de los efectos del anestésico para que no molesten a los otros pacientes del mismo pabellón.

**EL CIRUJANO** que deberá tomar parte en la operación va primero al vestuario donde se cambia de ropa, toma una ducha, se pone un traje de pijamas limpio y cubre su cabeza con una toalla esterilizada. Luego en la sala de lavabos se enjabona vigorosamente manos y brazos; luego con sus manos y brazos envueltos en toallas esterilizadas, entra en la sala de operaciones, pónese su máscara, introduce sus manos y brazos en un desinfectante químico, se pone los guantes de goma y está listo para operar.

Terminada la operación el cirujano vuelve a la sala de lavabos donde se saca los guantes, delantal y máscara y si no tiene otras operaciones que hacer vuelve al vestuario.

**EL PERSONAL ENFERMERO:** Es el deber del supervisor quirúrgico preparar todo para cada operación; ver que toda necesidad —así normal como de emergencia— sea provista durante la operación; limpiar la sección quirúrgica al final del trabajo de cada día y dejarlo listo para el próximo.

Delantales, máscaras, guantes, etc. deben de ser esterilizados y guardados de esta manera: listos para uso inmediato. Los instrumentos e utensilios deben ser esterilizados, puestos en perfectas condiciones y acondicionados en sus respectivos armarios. Lencería esterilizada, esponjas, vendas, almohadillas, deben de ser preparados y guardados en depósitos esterilizados hasta ser usados. Este trabajo es hecho en la sala de esterilizaciones y el trabajo de las enfermeras en la sección cirugía.

Sumado a esto las enfermeras que trabajan en el departamento operatorio deberán cambiar sus vestidos, enjabonarse y vestir máscaras, guantes, etc. con el mismo meticuloso cuidado que los cirujanos. La ilustración figura 12 de una sección de cirugía ilustra cómo debe procederse en la forma arriba señalada. Las dimensiones varias de las actividades de cirugía deben ser consideradas como un mínimo.

**OBSTETRICIA:** En este departamento la disposición es generalmente muy similar a la de cirugía excepto ciertas dependencias especiales que deben incluirse. Estas consisten principalmente en: Salas de labor, en proximidad a la sala de parto; sala de espera en que, el "expectante padre" pueda



Sala de Helioterapia

permanecer; sala de descanso para el uso de las obstetricias durante el período final de labor; inmediatamente antes de ser requerida su presencia. La nurse y sus dependencias de servicio que cuidan por el recién nacido. En conexión con la nursery deberá estar el baño de los infantes y sala utilitaria y una sala de temperatura o incubadora para cuidar de los nacimientos prematuros o criaturas poco desarrolladas. Deberá haber además una sección de aislamiento para nacimientos sépticos y niños infectados.

**RAYOS X:** Este departamento funciona para diagnosis y tratamientos. El trabajo de diagnosis consiste en el examen del paciente bajo el fluoroscopio y la toma de las radiografías. El tratamiento que consiste en exponer las partes afectadas del paciente (erupciones de la piel, úlceras, tumores, cáncer, etc.) bajo la acción de los rayos X. Como regla general este departamento es puesto en proximidades de la sección cirugía pero debido al extenso uso de los Rayos X en la diagnosis general,



Tipos de Pabellón



se prefiere a veces una ubicación en cualquier otro lugar (en la sección de admisión).

El tamaño de la sección Rayos X que se ve en la figura N° 13 debe ser considerado como digno. Las paredes de la sala de fluoroscopia, radiografía y terapia profunda deben ser cubiertas con plomo. Las puertas de esta sala deben ser forradas también con plomo y en caso en que las habitaciones de los pacientes estén colocadas abajo o arriba los techos y pisos deben ser también forrados con plomo. Provéese además de amplio espacio para depósito con el objeto de permitir un cuidadoso archivo de las películas (de un material no inflamable) guardados en una sala y en recipientes a prueba de fuego con ventilación adecuada dispuesta de tal manera que permita a los gases de las películas escapar sin peligro en el caso eventual de un incendio.

**LABORATORIO:** Esta sección es una parte del departamento de diagnóstico general del hospital (análisis urinario, sangre, microscopía, etc.) y además funciona como un medio del tratamiento en la preparación de cultivos especiales, suero, y demás.

La ubicación usual es fusionándola con la sección cirugía; pero como en el caso de los Rayos X ésta deberá ser determinada para llenar las necesidades del problema particulares en cada caso. No hay reglas para medir el tamaño o disposición de este departamento, como que estas pueden variar desde una pequeña sala hasta un piso entero o ala de edificio, dependiendo según el tipo de trabajo a efectuarse.

**DEPARTAMENTO CULINARIO:** Este departamento es necesario para la preparación y servicio de la alimentación; no solamente para los pacientes sino también para el personal. Es de vital importancia, antes de estudiar la ubicación de este departamento determinar su disposición interior de tal modo que se contemple el esquema general del servicio de alimentación en forma predeterminada (1).

**CASAS DE ENFERMERAS Y SECCION PERSONAL:** El estudiar la vivienda del personal en conexión con el hospital, es verdaderamente de por sí un problema que puede ser discutido en detalle en un artículo separado. En conexión con cualquier hospital en desarrollo por pequeño que sea en su comienzo es aconsejable tener en consideración la casa de enfermeras (ya sea presente o futuro) y vivienda para el otro

personal (hombres y mujeres) que podrán llegar a ser necesarios a medida que la institución crezca. Estas unidades deberán ser provistas como una parte del plan general u original y deberán ser ubicadas de manera que ella sea directamente al hospital y sin embargo suficientemente privada para permitir al personal una libre distracción en un ambiente que no le recuerde la rutina diaria.

Deberá además ser provista una superficie suficiente de terreno en conexión con esta sección con canchas de juego para recreación de los mismos.

Un cierto grado de supervisión y control del personal residente es esencial y esta sección deberá ser dispuesta de tal modo de permitir que esta vigilancia sea fácil. Como una regla general solamente salas individuales deberán ser provistas y éstas serán de dimensiones para acomodar los muebles pero no de un tamaño que permita la reunión de grupos en ella. Una habitación de 2,10 por 3,90 metros a 4,2 m. es suficiente. La mayor dimensión se supone formando un ángulo recto con la pared exterior y el corredor interior. La reunión del personal interno franco deberá hacerse en salas de descanso agradables y salones de recreos de dimensiones adecuadas. Es aconsejable en algunos casos agregar una pequeña cocina y otra habitación en donde el personal pueda repasar o lavar sus enseres.

Para dormitorio típico el mobiliaje deberá ser simple, consistiendo en una cama de plaza, dos sillas rectas, un armario de cajones sin escritorio. Deberá también proveerse un armario embutido de tamaño suficiente para permitir el depósito del vestuario personal y uniformes sobrantes, pero no es necesario que pueda acomodar un baúl pues estos artículos están mejor cuidados en un depósito para baúles ubicado en otra parte del edificio.

**CONCLUSION:** En este artículo ha sido el pensamiento del escritor cubrir meramente algunos factores básicos en el problema de planear un hospital general, pero cada proyecto de hospital es único. Factores especiales y combinación de circunstancias darán consideración individual y el problema en conjunto correctamente según su importancia en el esquema general, antes de llegar a una solución adecuada cualquiera.

Es probable que el consejo más útil que podamos dar es: **CONOZCA SU PROBLEMA AMPLIAMENTE, EN TODAS SUS BASES, ANTES DE INTENTAR SU SOLUCION.**

## Estudio sintético de la evolución de la Arquitectura a través de las épocas

(continuación)

por el Arq. ERMETE DE LORENZI

d) Nave central iluminada con ventanas bajo el nacimiento de los arcos.

Origen de los estudios de la escuela de Cluny.

Iglesia de Sallieu.

Paray le Monial.

La iluminación por ventanas bajo el nacimiento de las bóvedas que, a tal efecto se sobrelevan, obliga (para que la estructura resista) la construcción de bóvedas lo más livianas posible sobre grandes macizos que se detienen a la altura del riñón de las mismas. Además, el arco a medio punto se sustituye por la ojiva y se agregan los contrafuertes.

Las naves colaterales de la escuela Cluny nunca presentan bóvedas de medio cañón (comunes en las escuelas de Poitou, Charentes, Auvernia y Provence) pues transmite empujes peligrosos al centro del pilar donde apoyan, ahora que las naves centrales se hacen más altas.

La ojiva que aparece en esta escuela no es solo pa-

ra la nave central, sino también para las cabeceras de bóvedas de aristas de las naves colaterales y tienen estas ojivas un verdadero valor constructivo, pues no se usan en las ventanas donde no son necesarias; es decir: dejan de tener la simple finalidad estética de los casos en que se presentan en las escuelas anteriores.

De los dos ejemplos que hemos citado Sallieu representa en la escuela de Cluny la máxima perfección de forma y de detalle. Paray-le-Monial hace una mayor ostentación de riqueza.

Fué una preocupación del arquitecto de la época no debilitar los muros, piés derechos de la nave principal; pone una sola ventana por arcada para la luz directa y otra en el mismo eje para el triforium y cuando, como en Paray-le-Monial, marca tres sólo se atreve a abrir la central.

4) Combinaciones a bóveda de aristas: Escuela de Cluny (su continuación en Palestina).

De los casos que acabamos de analizar queda planteado el tipo de Arquitectura Románica en que las co-



laterales eran argostas y cubiertas a bóvedas de aristas, el poco ancho de éstas naves permitía contrarrestar fácilmente los empujes y al mismo tiempo solucionar el acceso de la luz.

Tratar de implantar la bóveda de aristas en la nave central ya implica complicar el problema y por ello, en Francia, se presentan pocos ejemplos en tales condiciones difundiéndose por el contrario esta solución en Palestina. Podemos citar entonces como ejemplo:

En Oriente: Santa Ana de Jerusalén.

Iglesia de Santa Magdalena.

Iglesia del Santo Sepulcro de Jerusalén.

En Occidente: Vezelay.

En el caso de Oriente se obtienen los techados en forma de terraza, propio de países escasos en maderas y de poca lluvia.

En Occidente el clima es más lluvioso. Habíamos visto a la Escuela de Cluny adoptar la bóveda ojival que procura pocos empujes pero, en este caso, por ocasionar techos muy altos no es aconsejable en países lluviosos pues hace la construcción más propensa a desastres. Parecería entonces aconsejable la bóveda de medio punto, pero ello, si bien soluciona la menor altura del techo, dá muchos empujes peligrosos en una época en que ya la nave central toma luz por encima de las laterales, elevando su bóveda sobre una faja de pared vertical muy sometida a dichos empujes; entonces se opta por el promedio: la bóveda de aristas.

Tenemos así, en ambos casos, la bóveda de aristas pero con menos resultados en occidente que en oriente pues en aquél está coronada por un techo que aumenta la altura y el peligro, mientras que en éste tiene una terminación a terraza que la hace más estable.

El hecho es que las buenas condiciones de las iglesias Sirias desaparecen en occidente por razones de clima y, ante la evidencia de peligro se trató de contrarrestar los empujes por tensores de hierro, trabajo que resultó casi inútil; es así que en Vezelay se pusieron puntales de madera que trataban de salvar las rajaduras, los cuáles al ser destruidos por la acción del tiempo, se iban substituyendo por elementos de piedra: verdadero origen de los arbotantes góticos.

5) Combinaciones a bóveda dominical: Escuela del Rhin.

La arquitectura románica del Rhin se constituye al tiempo que la de Cluny toma su vuelo.

El movimiento en la región del Rhin es provocado por Enrique IV; salvo raras excepciones las bóvedas de esta arquitectura que han quedado no se remontan mas allá de los fines del siglo VII, pues todas las bóvedas con que se cubrieron las grandes naves, tal vez muy imperfectas, tuvieron que reconstruirse a fines de ese siglo. Como ejemplo de iglesia a bóveda dominicales (bóvedas de aristas muy sobreelevadas que se identifican arriba con el casquete que queda como sobre pechinas) podemos citar: la Basílica de Spire.

## ARQUITECTURA GOTICA

En este punto de la arquitectura puede decirse que ya estamos en el gótico.

Se tienen las nervaduras, los arbotantes (ya de piedra en Vezelay para sustituir los de madera destruidos) y tenemos, asimismo los contrafuertes: de espesor uniforme en el románico y triangulares o escalonados en el gótico que ya comprendió la diferencia de trabajo a lo largo de los mismos.

Pero la principal diferencia entre el románico y el gótico está en que la construcción románica es maciza y por el empuje de las bóvedas se raja. El gótico:

"Sustituye las cuatro aristas de la cúpula dominical, por cuatro nervaduras sobre las que apoyan los cuatro paños.

Se trata pues aquí de sistemas equilibrados, esqueletos y revestimientos (como en las modernas construcciones con esqueleto de hormigón armado) resultando más fácilmente acompañadas por el material, sin rajaduras, las posibles deformaciones".

De intento no hemos detenido en la evolución del románico hasta crear los elementos del gótico, pues con esta base el estudio de este último ya resulta una sucesión de perfeccionamientos, fáciles de seguir en los textos y para el cuál creemos basten, como resumen, los datos puestos en la tabla cronológica que agregamos a continuación:

## RESUMEN CRONOLÓGICO

### CATACUMBAS

Siglo I — Comienzan a desarrollarse.

Siglo II — Su mayor apogeo.

Hasta el siglo V. — Se entierra en ellas.

Hasta el siglo IX. — Se las continúa decorando.

### BASILICAS

Siglo IV. — El edicto de Milán da origen a la basílica que se continúa en adelante (en el XI San Miniato de Florencia y otras aún después).

### LAS TRES CORRIENTES

Siglo IV. — Grecia es una civilización antigua, las provincias latinas están minadas en su existencia; sólo está en fulgor persia Sasánide que origina las tres corrientes.

### BIZANTINO

Siglo VI — Alcanza su mayor fulgor. Partiendo con Siria y Armenia del siglo IV llega en el siglo VI a dar los ejemplos de Santa Sofía de Salónica, Andrinópolis y Constantinopla. La última en 532 (construida en 5 años, 10 meses, 3 días).

Siglo X — (979) Se inicia San Marcos de Venecia.

### SIRIA

Siglo IV — Prototipo de Mousmyeh.

Siglos IV y V — Techan a cúpula sobre losas en plafón o sobre sucesión de polígonos que aumentan en número de lados.

Siglo VII al IX. — La bóveda de arista.

Siglo XI. — La oviya.

Siglo XII — Los cruzados no consiguen implantar la bóveda a nervaduras y en cambio se les grava a ellos la oviya.

Iglesias Sirias: Basílica de Tafkha, siglo IV; Catedral de Bosra, siglo VI.

### ARMENIA

Siglo XI — (1010) oviya Siria en la catedral d'Ani. Antes tuvieron el arco en herradura (Dighour).



Siglo IX al XI — Cúpula cónica sobre cilindro y éste sobre pechinas.

Siglo X — Bóveda a nervaduras de Akhpat.

### IGLESIAS SIRIAS

Siglo IV — Basílica de Tafkha.

Siglo VI — Catedral de Bosra.

### IGLESIAS ARMENIAS

Siglo XI al XII — Desarrolla recién su arte pues entre Grecia y Persia este pueblo está envuelto en guerra.

### MUSULMAN

Siglo VII — Empieza el arte musulmán cuyo origen está en Siria, 1er. Centro del Islamismo.

Siglos VII y VIII — Centro del Musulmán en Damasco y el Cairo.

Siglo IX — Centro del Musulmán en el Cairo y Córdoba.

Siglo VIII al XIII — En Siria las Mezquitas del tipo de construcción Siria.

Siglo XIV — Se reemplazan las terrazas por bóvedas de origen Persa (la 1ª es la del Califa Hassan).

Siglo VII — Comienza la dominación musulmana en Siria y Egipto y recién en:

Los siglos VIII y IX. — Aparecen las mezquitas de Damasco y Amrou respectivamente.

Siglo VIII — Desde el principio de este siglo España es Árabe y recién el

Siglo IX — Aparece la mezquita de Córdoba.

Siglo VIII — Desde la mitad de este siglo hasta el IX Bagdad es el centro intelectual del mundo y del Islamismo.

Siglo X — En Córdoba dibujos de yeso resaltando en azul, vermellón y oro y se generaliza en el

Siglo XII y XIII en la Alambra de Granada y Alcazar de Sevilla.

Siglo XII — Persia decora poniendo, entre ladrillo y ladrillo rojo, una junta blanca.

Siglo XII — Mosaicos esmaltados formando estrellas.

Siglo XIII — Lambris de mosaicos.

Siglo XIV — En adelante vidrieras yuxtapuestas imitando lambris de esmaltes.

### MEZQUITAS MUSULMANAS

Siglo VIII — (700) de Damasco.

(742) de Amrou.

(785) de Córdoba.

(786) de Tulum.

### PALACIOS MUSULMANES

Siglo X — (963) Medina Azzahara (durante 25 años; trabajaron 12.000 hombres).

Siglo XIII — Apogeo de la Alambra (cuando Mahomed-Ben-Almar afianza su poderío en Granada.

### ROMANICO

A cada invasión bizantina sucedía un renacimiento (Carlomagno - Otton II - Abad Didier). Fueron necesarios tres siglos de desastres para hacer olvidar las

tradiciones y el arte, hundiendo al pueblo en la ignorancia.

Siglo VI. — Existían aún ciudades Galoromanas, con edificios medio aruinados por las devastaciones e incendios. Carlomagno ordena monjes que ni saben leer ni escribir, copian malamente y como pueden esos restos, pero la tradición se salva.

Siglo VIII (777). — Alianza de Carlomagno con los moros de Zaragoza y Huesca. Se encuentra además en buenas relaciones con el califa Harún.

Siglo VIII (787). — Carlomagno envía gramáticos, músicos, matemáticos a Roma. Más probable es que lo enviara a sus aliados de Siria y España, pues los romanos (juzgando los monumentos de la época) estaban en decadencia. Influencia de los artistas traídos de Bizancio, Damasco y Córdoba.

Siglo IX (801). — El califa Harún cede a Carlomagno la tierra Santa.

Siglo IX (804). — S. María de Aquisgran de Carlomagno consagrada por León III.

Siglo X (972). — Otton II se casa con la princesa griega Theophano.

Siglo X. — Se ha predicho el fin del mundo. Como el hecho no se produce, surge la confianza en los monjes, los cuáles entonces se imponen, aumentan en número, aproximándose la gran época del Románico; el siglo XI con sus grandes monasterios cuyas iglesias dan el carácter al estilo.

Siglo XII (1er. cuarto). — Según Le Duc la influencia siria por la primer Cruzada.

Siglo VIII. — Se inician las invasiones normandas a Inglaterra.

Siglo XI. — Recién viene de Oriente la ojiva traída por el intercambio comercial, y se cimenta en el siglo XII por las cruzadas que vuelven de Antioquía (antes se tenía el medio punto sobreelevado).

Siglo XI. — Aparece la solución definitiva de nervaduras sobre columnitas.

Siglo X. — Arco perpiano, originándose al principio de la bóveda.

Siglo XI. — Arco perpiano, simula originarse al principio de la bóveda pero continúa adentro.

Siglo XI. — (Al final del siglo). Arco perpiano totalmente afuera, sobre columnitas (ayuda para hacer la cimbra).

Siglo XII. — Hasta mediados del siglo la escuela de Cluny en bóveda de aristas, que alcanza igual montea de las cabeceras y aristas por arcos sobreelevados y después por aristas.

Siglo IX. — Monasterio de San Gall (se reconoce por la descripción del monje Gerung (en 820).

### RESUMEN DE LAS IGLESIAS ROMANICAS:

Siglos V al VII se tiene la evolución.

Siglos V al X se tiene las romano-latinas.

Siglos XI al XII se tiene las románicas.

Siglos V al X se tiene sin bóvedas.

Siglo X se tiene bóvedas en las laterales.

Siglo XI se tiene bóvedas en las tres naves.

### GOTICO

Siglo XII. — (A mediados). Liberación de las villas del poder feudal. Isla de Francia, primer foco del gótico con dicha liberación de las villas sujetas solamente al Rey.



**Siglo XII.** — Surgido el gótico en la isla de Francia, durante ese siglo (primera época del gótico) los edificios se localizan en cincuenta leguas a la redonda y se distinguen por su sistema de equilibrio fundado en la transmisión de empujas.

Caben citar en este primer período (1150-1180) las catedrales de Noyon; París; Soissons; Rúan y las de Arras y Cambrai, destruidas junto a otras por la revolución (en la de Cambrai trabajó Honnecourt). Este primer período tiene su mayor esplendor en el último cuarto de siglo y se acaba con ese siglo.

**Siglos XII y XIII.** — (Felipe Augusto 1180-1223). Época de cultura, riqueza y libertad de ciudades; por el esfuerzo de los obispos y del pueblo hay un progreso artístico y económico colosal surgiendo:

Chartes (1194); Bourges (1199); la nave de Notre Dame de París (1197-1208) y la fachada (1208-1223); abside de Soissons (fin del siglo XII); se comienza Reims y Amiens (1220), etc.

**Siglo XIII.** — Una de las obras más atrevidas del gótico: ábside de la catedral de Beauvais, comenzada en 1240 y acabada en 1272 bajo el régimen memorable de San Luis (1226-1270).

**Siglo XIII.** — Al final del siglo el gótico alcanza su mayor perfección y desarrollo en la región de origen (isla de Francia).

**Siglo XIII.** — El gótico invade la Champaña donde produce sus mayores progresos.

**Siglo XIII.** — Al finalizar el siglo: San Martín des Champs; campanario de San Pedro de Caen; capilla de la virgen en la catedral de Rúan.

**Siglo XIV.** — Al comienzo:

Saint Urbain de Troyes. Saint Ouen de Rúan.

**Siglo XIV.** — El gótico ya solucionado en estructura se perfecciona en forma:

Molduras más finas y elegantes; supresión de los macizos llegando a lo exagerado de los efectos livianos y, como nota más dominante del siglo, la extensión de sus dominios irradiando de la isla de Francia.

**Siglo XV.** — Poderío de Francia atemorizado por el de los duques de Borgoña, Flandes y Artois; la guerra interior y la exterior contra los ingleses.

El arte huye del corazón de Francia a Dijon (capital de Borgoña) e a las ciudades ricas de Flandes como Gantes y Brujas. En este momento aparece el Flamígero.

**Siglo XII (1175).** — Primera influencia de Inglaterra por Guillermo de Sens llamado a reparar los incendios del coro de Canterbury.

**Siglo XIII.** — Aparece el arquitecto en su carácter de tal (libro de apuntes de Willard de Honnecourt).

**Siglo XIV.** — Comienzan a darse las obras por contrata.

**Siglo XII.** — Dos bóvedas colaterales por una central.

**Siglo XIII.** — Una bóveda colateral por cada central.

## EVOLUCION DE LOS DIVERSOS ELEMENTOS GOTICOS

### A) Arbotantes:

**Siglo XII.** — A partir del último tercio del siglo los arbotantes libres en el espacio.

Sólo la nave principal con arbotantes (Notre Dame de Paris).

**Siglo XIII.** — Al principio del siglo los arbotantes, a fin de llevar el agua de los techos, están lejos del arranque de la bóveda y fallan en su misión. Se solucionan bajándolos y llevando un canal sobre arcaditas.

Los arbotantes ya no aparecen sólo en la nave principal sino también en el transept, cruzando a los anteriores.

los arbotantes a fin de llevar el agua de los techos están lejos del arranque de la bóveda y fallan en su misión. Se solucionan bajándolos y llevando un canal sobre arcaditas.

Los arbotantes ya no aparecen solo en la nave principal sino también en el transept, cruzando a los anteriores.

### B) Bóvedas:

**Siglo XII.** — Bóvedas a seis panneaux, de planta cuadrada (Isla de Francia).

**Siglo XIII.** — Bóveda a cuatro panneaux y bragueterones, de planta rectangular (Amjou).

**Siglo XIII.** — Al final del siglo los ingleses usan bragueterones y tercerones.

### C) Ojivas:

**Siglo XII.** — Ojiva de radio 3/5.

**Siglo XIII.** — Ojiva de radio 2/3.

**Siglo XIII.** — Al final del siglo la ojiva a radio 1.

### D) Ventanas:

**Siglo XII y comienzos del XIII.** — Ventanas con la gran rosa circular.

**Siglo XIII.** — A la mitad del siglo la rosa festoneada.

**Siglo XIII.** — Al final del siglo la rosa acompañada de otras más pequeñas.

**Siglo XIV.** — La rosa se sustituye por triángulos curvilíneos.

**Siglo XV y XVI.** — El menó es una continuación de las nervaduras, el capitel desaparecido. Tenemos el flamígero en las ventanas.

### E) Rosas:

**Siglo XII y mitad del XIII.** — Rosas formadas por anillos huecos concéntricos.

**Siglo XIII.** — (Segunda mitad del siglo). Rosas con dibujos en que predomina el sentido radial.

**Siglo XIV.** — El sentido del dibujo sigue siendo radial pero más complicado.

**Siglo XV y XVI.** — Los menó radiales de las rosas en vez de terminar en círculos, arcos, etc., terminan por líneas flamantes.

### F) Triforium:

**Siglo XIII.** — En la primera mitad del siglo el triforium es ciego; después se ilumina por lo alto.

**Siglo XIII.** — (Segunda mitad del siglo). Triforium transparente.

### G) Bases:

**Siglo XIII.** — Base ática con escocia común.

**Siglo XIII y XIV.** — Para aumentar el efecto de la sombra la escocia se va cerrando, pero entonces el agua se acumula y al congelarse con el frío raja la base.

**Siglo XV.** — Se salva el inconveniente antes apuntado cerrando del todo, es decir suprimiendo la escocia.

### H) Nervaduras:



Siglo XII. — Nervaduras inscriptas en un rectángulo.

Siglo XIII. — Nervaduras inscriptas en un triángulo.

Siglos XIV, XV y XVI. — Nervaduras inscriptas en triángulos que degeneran cada vez más hacia el Flamígero.

Siglo XV. — Claves colgantes.

Siglo XIII. — Hasta este siglo haces de nervaduras sobre haces de columnitas y estas a su vez sobre columna única.

Siglo XIII. — Al principio del siglo el capitel pierde importancia, pues se dan cuenta que el rol de la columnita es aparente.

Siglo XIV. — Subsiste el capitel para no interrumpir de golpe la nervadura y permitir continuarla hacia abajo como columnita más delgada, que no molesta tanto a la visual y quita menos sitio.

Siglo XV. — Solución original de suprimir el capitel haciendo perder las nervaduras en el fuste de los pilares o por enlace entre ellas.

I) Capiteles:

Siglo XII. — Abaco del capitel de una pieza y canastillo de otra. Capiteles de líneas irregulares; flores de líneas rústicas inspiradas por lo general en la hoja de agua.

Siglo XIII. — El abaco se reduce y todo el capitel se hace de una sola pieza.

El capitel se torna de forma elegante, ligero y esbelto. No ya la hoja de agua sino la gran flora, de tallos finos y bordes dentados, que aplican también a los ángulos del abaco.

Siglo XIII. — Hacia el final del siglo los capiteles pierden pureza; la decoración tiende a salir mucho debajo del abaco: tendencia al realismo, pérdida de la línea arquitectónica y de la monumentalidad.

Siglo XIV. — Reacción contra el ornamento esculpido.

Siglo XV. — Se vuelve al capitel más intranquilo por copiar las hojas de cardo y otras de borde muy rizado. Se aplican escudos heráldicos.

Siglo XVI. — Plena degeneración, figuras grotescas.

(Continúa el Renacimiento)

## Encuesta a los profesores de Arquitectura sobre el concepto de Arquitectura Moderna

La Dirección de esta Revista ha pensado dirigirse a los Sres. Profesores de Arquitectura, solicitándoles la contestación a una encuesta no mayor de 300 palabras, sobre el concepto de la Arquitectura Moderna.

Es evidente la confusión de ideas y la de orientación existente con respecto a la forma y al concepto del arte moderno en lo que se refiere a la Arquitectura; basta observar los trabajos presentados en los últimos exámenes para tener una confirmación de lo enunciado.

Lulcat, Mallet-Steves, Gropius, Le Corbusier, Mies van der Rohe, etc., se mezclan en fantástica y pintoresca confusión. Proyectamos con elementos o motivos que conciente o subconcientemente y en forma heterogénea extraemos de las últimas revistas extranjeras.

Es claro que la labor del Profesor en lo que se refiere al estudio estético del proyecto, tratando de mantener la concepción del alumno, se ve dificultada por la falta de cánón o alguna otra disciplina que pueda reglar la composición y es indudable que el conocimiento de un concepto claro sobre dicho tema traerá aparejado también la simplificación del estudio de los proyectos de taller.

Estamos seguros que de la enunciación de estos conceptos el estudiante podrá orientarse en forma neta y definida hacia la tendencia que esté de acuerdo con su pensamiento o ideología estética, o quizás del conjunto de éstos, pueda formarse un concepto personal orgánico y no ya incoherente sobre un problema que nunca podremos exagerar su importancia trascendental.

Todos los estudiantes de Arquitectura le estarán muy agradecidos si el Señor Profesor contesta la siguiente encuesta:

1. — ¿Cuál es la característica esencial del estilo de nuestros días?

2. — ¿Si éste fuera lo funcional-útil, debe aplicarse este concepto con rigor en todos los casos?

3. — ¿Cuáles son a su juicio los casos de excepción?

4. — En la gran composición subsisten los conceptos de masas y de gradaciones?

5. — ¿Y si subsisten? ¿Es esto "funcionalismo"?

6. — Lo "funcional" como partido de planta y como constructivo ¿determinan la belleza?

7. — ¿En el caso de aceptarse los conceptos de masas y gradaciones? ¿Cuál es el acertado: el simétrico o el asimétrico, el de superficies planas o el de superficies curvas, el de masas tranquilas o el de volúmenes movidos y exagerados?

8. — ¿Deben buscarse proporciones entre llenos y vacíos, entre vanos y muros? ¿Qué impresión deben producir?

9. — ¿Cuál será el porvenir de la arquitectura moderna?

10. — ¿Creé Vd. que el ingeniero desplazará al arquitecto?

Si al Señor Profesor le interesan estas cuestiones y quisiera ahondar los temas, mucho le agradeceríamos la publicación de los mismos en la Revista del Centro, pero publicándolos asimismo la contestación a nuestra encuesta.

Esperando que el Sr. Profesor coincida con nosotros en las vistas de este problema y agradeciendo desde ya su contestación a nuestra encuesta, saludamos al Sr. Profesor con la consideración más distinguida.

LA DIRECCION

C. E. F. C. M.



# PROYECTO DE UN PLAN DE ESTUDIO PARA LA ESCUELA DE ARQUITECTOS

por el Arquitecto J. M. BENS ARRARTE, de la Habana

No es posible en estas breves palabras necesarias para encabezar este interesante trabajo, presentar al distinguido arquitecto, profesor, escritor y crítico de Arte, J. Bens Arrarte.

Solo decimos lo siguiente, a título de presentación: Bens Arrarte pertenece a un selecto grupo de arquitectos jóvenes de La Habana, que en brillante forma se han plantado frente a la Arquitectura de Nuestro Tiempo, no simplemente como problema técnico-profesional sino, también, como problema intelectual, como problema de cultura.

Lo profesional en Arquitectura Moderna, logra su ritmo por el encaje natural dentro de las actividades propias de todo pueblo en marcha. Pero, detrás de este desenvolvimiento doméstico — podríamos llamarle — asoma un problema de orden superior, si es que la Arquitectura debe ser — como lo fué siempre — la expresión certera de una época o de un pueblo en su doble flanco material y espiritual.

Pues bien: Bens Arrarte, conjuntamente con Joaquín Wells — el brillante autor del libro "El Rascacielo" y también profesor de la Escuela de Arquitectura de Habana (Cuba) — están desarrollando una labor magnífica en este sentido y cuya transcendencia no solamente interesa a sus colegas cubanos, sino a todos los arquitectos de Latino América.

Oportunamente, tendremos la ocasión de ocuparnos detenidamente de la copiosa obra de este cultísimo arquitecto.

Hoy, presentamos esta interesante exposición crítica respecto a Planes de Estudio de Arquitectura, tema que como es sabido es de sumo interés y de actualidad en nuestra casa.

Hace bien tres años prometí presentar a la consideración de mis compañeros un trabajo completo sobre un Plan de Estudios para una Escuela de Arquitectura en nuestra Universidad. En aquel escrito (Revista de la Habana sep. 1930) ofrecía llevar mis ideas al Congreso Pan-Americano de Arquitectos que se celebraría en la Habana en este desventurado 1933. Pero habiéndose propuesto el Congreso y no así el año, he querido aprovechar la oportunidad del momento y la bondadosa acogida del Colegio y Federación de Arquitectos para venir ante Vds. a cumplir lo prometido.

Y nunca en mejores condiciones que en esta renovación de valores que se siente por todas partes, en esta hora rebelde y revolucionaria donde caen podridos por sus bases viejos métodos y programas, nunca me ha parecido más oportuno reanudar una vieja charla con mis excelentes compañeros los Catedráticos de la Escuela de Arquitectura, pero una charla en un campo estrictamente técnico, despojada de pequeñeces, una polémica en este terreno de camaradería en donde todos estamos animados por el mismo deseo de acertar y nadie viene aquí creyéndose poseedor de toda la verdad, cuando más, se aspira a traer un pedacito de verdad.

También me imagino las grandes dificultades con que tropezaría un grupo de Profesores de cualquier Universidad que quisieran de improviso lograr un nuevo y más eficiente Plan de Estudios. En primer lugar tendrían la resistencia de los intereses creados contra toda innovación, y en estas líneas hay más pero que todo el plomo corrido por la Habana en estos meses.

En segundo término se verían obligados a trabajar de lo particular a lo general, y nótese bien este desfavorable procedimiento o metodología, contando con esta o aquella proposición de este o aquél maestro quien opina, por ejemplo, que se deben extender, ampliar o disminuir tales o cuales materias y todas estas opiniones sometidas a las variadas influencias de una junta cuyos miembros no poseen la misma preparación. ¿Qué tendríamos de todo esto?, un plan en el cual la responsabilidad se había perdido en el número y no quedaba para juzgarlo en el mañana ni la firma ni el nombre del autor.

Aun más, después de haber oído respetables opiniones de Profesores quienes me confiaron sus desencantos y hasta los fracasos que experimentaron al pretender imponer sus criterios, pienso que un estudio hecho por alguien desde afuera, que no sea de la casa, tiene por lo menos la cualidad de ser sincero, llevar una firma con su responsabilidad para el mañana y no estar influenciado con la amistad ni obligado con el medio. Tampoco se pueden hacer estos estudios "a puertas cerradas", hay que tener en cuenta la opinión de las Aso-

ciaciones de Profesionales y oír a su vez a las Asociaciones de Estudiantes.

Por todas estas razones y consciente de mis propósitos vengo ante Vds. con una súplica: critiquen, analicen, destruyan si lo creen necesario mis conceptos, pero argumenten. Es terrible el hermetismo y el "caracol del silencio" donde hemos vivido hasta ahora, y téngase bien presente que sobre nosotros pesa en estos momentos el futuro de varias generaciones de arquitectos.

Quiero repetir que sobre nosotros pesa el futuro de varias generaciones de arquitectos y frente a esta premisa, ¿por qué no hacer en dos minutos un pequeño sketch que nos libere del estrecho panorama donde nos movemos?

Maeterlink el célebre escritor belga en una de sus obras teatrales, cuando pinta los jardines del porvenir coloca como personajes del cuadro, las almas de los niños que van a nacer, y los presenta en creación febril, trabajando ya en lo que luego harán cuando vengan a la tierra; un pequeño chico inventa una máquina que volará a velocidades portentosas, otro ambiciona fundar la confederación de los siete planetas, aquel concibe grandes palacios rodeados de frondas y sueña con ciudades maravillosas que luego hará surgir, y todos a la llegada del Tiempo que periódicamente viene a buscarlos se embarcan con sus ideas para Tierra, casi dejando sin dolor el escenario coloreado de azul.

Pues bien, por qué no ver a través de ese Plan o a través de los cerebros de los arquitectos que van a venir los proyectos geniales que desde ahora enfatarán su ambición, por qué no ver los barrios o ciudades que guarda en ellos el futuro y vislumbrar un más allá mejor que este prosaico y mesquino ambiente que nos destruye. Antes del año 14 quien previó la nueva Habana del otro lado del río. Ella es aun con sus errores, el honor de nuestra promoción viviente.

Hecho este pequeño paréntesis antes de comenzar la exposición de mi tesis permitanme buscar el mal en la raíz.

Dicen las sagradas escrituras que no se puede entrar en el reino de los cielos sin haber recibido antes las aguas del bautismo y esto parece ser axiomático, pues bien señores, yo quiero sentar también como axiomático que no se pueden comenzar los estudios de arquitectura si no se conoce previamente el dibujo. Y aquí estriba el error máximo que tiene en su base el Plan de estudios de nuestra Escuela de Arquitectos. ¿Cómo un individuo puede considerarse capacitado para estudiar arquitectura si desconoce antes su aptitud para el dibujo?, sin lengua no se puede hablar y el dibujo es para el arquitecto su propia lengua.

¿Se podrían comenzar los estudios de ingeniería sin nociones de aritmética? No responderían Vds. al unísono, pues



el absurdo cualitativamente es el mismo al permitir estudiar arquitectura a los bachilleres o a los procedentes de exámenes que no acreditan sus conocimientos de dibujo.

Hace treinta años se pensaba que los estudios del bachillerato eran suficientes para poder ingresar en la Escuela de Ingenieros y Arquitectos. Hoy esta creencia persiste y sin embargo el absoluto desconocimiento del dibujo y aun de otras materias incapacita a esos candidatos para ingresar con ventajas en nuestra Escuela.

Además el título de bachiller es costoso, requiere cuatro años y su utilidad para ganarse la vida es casi cero, de donde es mucho más lógico que la Escuela de Arquitectos tuviese anexa una escuela preparatoria en la cual con un máximo de dos años y un costo mucho menor obtendría el alumno la serie de conocimientos indispensables que ayudarían después en mucho a los mismos profesores a su mayor éxito.

En esta Escuela preparatoria se verificaría la selección, ya que un futuro próximo será necesaria para combatir el desempleo profesional, problema éste que ha adquirido graves proporciones en otros países. Estas escuelas preparatorias existen en casi todas las Universidades americanas y europeas. A grandes rasgos se estudian en ellas: Aritmética, Álgebra, Geometría, Trigonometría, Dibujo al lavado, Dibujo al natural, Modelado, Elementos de Geometría Descriptiva, Elementos Arquitectónicos, con pequeñas composiciones o esquicios, nociones de Cívica, Historia del Arte. Nociones de Física y Química e Idiomas. Sería muy fácil a la hora en que se notase un exceso profesional regular la admisión por Concurso con un número de candidatos limitado. En la Escuela de Artes de París, en las pruebas de arquitectura, sólo pasan 45 alumnos en cada concurso de admisión.

Recuerdo que al empezar mis estudios en la Universidad, la primera mañana que nos reunimos en el aula de Villalon, éramos cerca de cien compañeros. Al cabo de cinco años de pruebas sólo terminamos unos 18. Los distintos tribunales se encargaron de efectuar la selección, con un costo muy alto para los alumnos que se vieron rechazados.

Naturalmente que una medida de esta clase no puede ser impuesta de momento, hay que dar un plazo prudencial para no lesionar intereses de bachilleres últimamente graduados.

Construida en mi papel la escuela preparatoria, entremos en la tesis, pero antes quiero materializar en algo tangible al sujeto o al volumen de conocimientos que se requieren para formar un arquitecto, pero un volumen que hable por sí, o también como un pequeño grupo de personajes que pudieran actuar ante Vds. exponiendo las ideas de su teatro interior.

En este muro tenemos un símbolo que puede ser formado por el integral de varios hombres, los cuales durante X años ingirieron un caudal de ciencia, arte, práctica e historia. Descendámosle y tratemos de hacer sobre la mesa su análisis o disección.

Aquí hay un primer personaje que quiere salir lo más pronto posible, es el MATEMÁTICO, que cargue con sus libros y se vaya a la esquina. Un segundo individuo el dibujante de la escuela preparatoria viene ascendido con su guerra de Projectista, le sigue del brazo un tercer camarada en overall, es el constructor, trae en la mano un martillo. A continuación un hombre serio de impecable aspecto moderno entra cargado con el patrimonio arquitectural de veinte siglos y aun así viene chiflando como si le importaran poco las síntesis históricas que trae en la cabeza, es el MASON. Todos estos caballeros han dejado sólo a un pobre diablo... al ARTISTA.

Pero hablemos nosotros primero para ver si hay tiempo a que luego hablen ellos.

Es un hecho ya muy conocido casi un lugar común, que en todas las escuelas de arquitectura se tiende a la reducción de los programas matemáticos y se ha visto la necesidad de limitar estas materias por el desarrollo excesivo y casi inútil que adquirieron, en perjuicio de otros conocimientos que también necesita el arquitecto.

El Profesor Anasagasti de la Escuela de San Fernando de Madrid cuando critica el exceso de preparación nos dice: El plan de estudios español es uno de los más extensos, quizás el más de todos. Es adecuado para formar técnicos enciclopedistas que se han bautizado en el extranjero con el nombre de técnicos ómnibus.

La Sociedad de Ingenieros Franceses hace tiempo acordó que se imponía una gran aligeración en los estudios de las matemáticas preparatorias.

Nuestra propia Universidad redujo en el año 25 sus programas.

El Instituto Politécnico de Troy, bien conocido entre Vds., después de exigir un medio curso de álgebra, exige otros dos medios cursos para el Cálculo Diferencial e Integral, y un año escolar para la Geometría Analítica y conste que es fama en este centro docente el predominio de los estudios científicos.

Aun se ha avanzado más en la simplificación. En la Escuela de Bellas Artes de París que es una escuela superior de arquitectura, estos dos cursos de análisis matemático y geometría analítica se han reducido a uno sólo que se aprueba en el concurso de admisión. (La obra de texto ajustada al programa es de Carl Bourlet. Después de oír todas estas autorizadas opiniones y por haber estudiado en todos estos textos (españoles, americanos y franceses), ésto me parece más que suficiente un año escolar para el análisis matemático con los capítulos del Cálculo Integral y otro curso completo para la Geometría Analítica, aunque en mi interior desearía fundir los dos en uno sólo como se hace en París. Cuando a la Trigonometría y el Álgebra, si estas son materias de la preparatoria y se estudian aun en el bachillerato, ¿para qué repetirlas una segunda vez?

Del Análisis Matemático pasamos seguidamente a la Estática Gráfica y Resistencia de Materiales, esto les sorprenderá a muchos, pero oigamos a Bourlet: "Los primeros capítulos de esta obra contienen el desarrollo completo de los elementos de análisis y geometría analítica cuyos conocimientos se les exige a los alumnos de la Escuela de Bellas Artes".

"El Capítulo V trata de los rudimentos de cálculo integral que sirven de introducción a mi curso de Teoría de la Resistencia de Materiales". A continuación agrega: "No he creído deber suprimir el capítulo VI que trata de la geometría a tres dimensiones, aunque estas materias hayan desaparecido de los programas de la Escuela de Bellas Artes. Su lectura podrá ser muy útil a los arquitectos deseados de completar su educación matemática".

Como Vds. ven Bourlet no es sólo un Profesor de Análisis sino que a la vez profesó la cátedra de Resistencia de Materiales y Estática, cuyas principales lecciones incluyendo las de mecánica se encuentran en su obra: "Estatica".

Pero estos cursos de Bourlet tiene fecha de 1901.

Paul Montel su continuador, mi maestro, Profesor de la Sorbonne y además Profesor de Estática y Resistencia de Materiales de l'Ecole des Beaux Arts, ha llevado más lejos las simplificaciones y en su curso publicado el año 24 en el prefacio nos dice: "Dirigiéndome a un público al cual muchas de las certidumbres les vienen por los ojos, y para el cual la regla y el lápiz pueden ser excelentes instrumentos de cálculo, me ha parecido natural adoptar una forma geométrica para las demostraciones y procedimientos gráficos para el cálculo numérico. He evitado un tanto que me ha sido posible los procesos analíticos".

"Las condiciones de equilibrio de un sistema de fuerzas situadas en el mismo plano, como sucede en la mayor parte de las piezas de construcción, han sido establecidas por medio de la estática gráfica, y numerosas aplicaciones de este método han sido hechas, hasta la determinación de las reacciones de los apoyos y el cálculo de los esfuerzos en los sistemas triangulares".

"Se ha demostrado también como la construcción de funiculares permite efectuar las operaciones de aritmética, en particular el cálculo de los momentos estáticos y el de los momentos de inercia". Esta construcción permite aun la determinación gráfica de los integrales definidos. Por esto ella se emplea por medio de la noción de la carga ficticia, para la construcción de la elástica y la valorización de las flechas dentro del estudio de la deformación de las vigas rectas. El mismo método conduce a una demostración muy simple del teorema de tres momentos. Hasta aquí, hemos oído al Profesor Montel, ahora diré que en Troy se cursan un medio curso (cuatro meses) de Mecánica Racional y otro medio curso de Resistencia de Materiales, pero es que allí no se menciona en el plan de estudios la Estatica Gráfica. ....

En mi proyecto de plan, les doy el mismo tiempo, ahora bien, suprimo la mecánica racional y restituyo a la asignatura su verdadero nombre. Y digo restituir su nombre porque en el programa que se aprobó en nuestra Universidad el año 25 algún experto en la hermenéutica del lenguaje desenterró el nombre de Mecánica Aplicada a las Construcciones, creado por el gran matemático Pillet en el siglo XIX cuando reco-



piló y aumentó los principios de esa ciencia, hoy mundialmente conocida con el nombre de *Estática y Resistencia de Materiales* y en esto hago justicia al que fué notable Profesor de la Universidad doctor Aurelio Sandoval.

La Geometría Descriptiva no es más que geometría aplicada al dibujo, haciendo de ella como decía el Maestro Mimó el lenguaje del arquitecto: estando su importancia reconocida en todas las escuelas, sólo añadiremos que para su mejor estudio, en otros centros docentes se exigen al alumno cuadernos de problemas. Un método moderno de examen, cuenta también ejercicios orales. Anotaremos que las Sombras constituyen un capítulo de la Descriptiva; es su aplicación práctica y deben ser estudiadas juntas y no en otro curso.

El estudio de la perspectiva lineal tiene por objeto servir de guía al arquitecto en la práctica del dibujo perspectivo, y el curso corto que se estudia en muchas Universidades en otras tiende a ser sustituido por apuntes tomados del natural y así como de paso y sobre las mesas de dibujo van los Profesores enseñando al alumno los principales métodos y teoremas de la construcción en perspectiva. Hoy ha tomado gran incremento la perspectiva inversa o sea la restitución del geometral partiendo de las cantidades que arroja la fotografía.

Una antigua definición dice que la Estereotomía es el arte de tallar los materiales sólidos y aunque su primitiva aplicación fué sólo el corte de piedra, ampliándose luego con el empleo de la madera, al llegar el siglo XIX con el apogeo que tomaron las armazones metálicas, esta ciencia se completa.

Hoy un programa moderno de estereotomía abarca el corte de madera, hierro y piedra conteniendo también algunas lecciones sobre la estereotomía del hormigón armado. Un curso de un año escolar con un cuaderno de trabajos prácticos y un tema de concurso para el examen basta para sus enseñanzas.

Con ocho o diez lecciones a lo más, en un curso parcial puede un candidato a arquitecto, obtener los conocimientos necesarios para el levantamiento de planos, la nivelación y el estudio topográfico del terreno.

Dos cursos de Física exigidos a un arquitecto se pudieran considerar como un exceso sobre todo si es física superior, más propia para los doctores en Ciencias. Un curso se exige en Troy y otro en París, por tanto si aun mantengo los dos años en mi proyecto de plan es porque la física del arquitecto debe especializarse con el estudio de la acústica de los salones, y en la óptica, con los problemas de la iluminación artificial de interiores y exteriores, y aun más en las lecciones dedicadas al calor, se deben estudiar los métodos de REFRIGERACION, CLIMATIZACION y AEREACION de que tan necesitados estamos en el trópico. Si no fuera porque nuestros medios económicos no son extensos, me atrevería a proponer una cátedra especial que estudiara los sistemas de refrigeración de nuestros edificios. Hay que marchar con los progresos de la época, el cuerpo se resiente demasiado por las temperaturas en que vivimos y el desgaste de la juventud es muy rápido. Además los conocimientos de las máquinas elementales que se estudian en la Física me permite suprimir la asignatura de Maquinarias. (Ni en Troy ni en París estudian los arquitectos Maquinarias).

Un curso parcial de Química, pero no la inorgánica del farmacéutico, si no las nociones de química que necesita el arquitecto cuyo programa simple les acompaña y en donde se estudian los materiales usuales en la construcción, además de las funciones y reacciones químicas que se producen en los morteros, cales, cementos, pinturas, etc. Esta química aplicada me permite suprimir la asignatura de Materiales de Construcción, que tampoco se cursa en los centros antes mencionados.

Y con unas nociones de Geología en General cuyo contenido no llega a una sola hoja de papel, completo el volumen de conocimientos de matemáticas y ciencias que hoy, y a mi modesto entender se le deben exigir al arquitecto.

No he querido cansar con los detalles particulares de textos, programas y métodos de examen, están a la disposición de mis compañeros, pero si quiero hacer honor a los muy notables Profesores de la Escuela de Ciencias que en todas las épocas ha tenido la Universidad. La tradición matemática que nos viene de los antiguos Ingenieros Militares Españoles es excelente y no voy contra la tradición, sólo pido interferir con los de la composición, son dos estados mentales distintos y aquí reside el gran acierto del Plan Francés.

Además quién no recuerda aquellas dos horas catastróficas de matemáticas que dábamos de 2 a 4? ¡los concursos de espejuelos negros y el sueño invencible!! El trópico no permite o dificulta con sus procesos de digestión la enseñanza de estas materias en las horas de la tarde.

Pero dejemos el campo matemático para entrar en el dominio de lo práctico, la construcción, la obra, la carne que pudiéramos llamar de la carrera; para poseerla y dominarla se necesita el estudio analítico de las diversas partes que componen el edificio desde el replanteo con las excavaciones, andamiajes, cimientos, muros, techos, pisos, cubiertas, escaleras, etc., carpintería, herrería, cristales, pinturas e instalaciones de todas clases, hasta los detalles de la técnica constructiva, el racionalismo que las dirige, las justas proporciones de los materiales, su equilibrio, conservación y los múltiples problemas que esto trae.

El estudio de todas estas materias forma al constructor y si vestí a nuestro amigo en "overall", es porque el espíritu funcionalista, económico o simple de la época rechazó hace tiempo las ensaladas de ornamentos que encarecían y afeaban las fachadas. La técnica de los nuevos materiales impone sus principios y al traducir con ella las necesidades modernas forzosamente nace el estilo.

Y por aquí se escapa el espíritu del arquitecto y queda muchas veces vivo en las grandes dimensiones o nobleza de un salón, en el regalo a la vista que produce la orquestación de sus interiores y exteriores, o en la suavidad de sus escaleras, o en la intensidad emotiva que guardan sus horizontales y sus verticales, etc. Y no hay que darle vuelta, el interno de un hombre se mira en lo que construye, un espíritu mezuquino se delatará rápido en esas minúsculas puertas por donde no pasa un sarcófago, o en esas escaleras horrendas de 60 cm. de ancho y en tantos detalles más.

Sentaremos para el aprendizaje de la técnica constructiva varias premisas. 1º El Estudio de la construcción es un estudio esencialmente objetivo, se facilita con las proyecciones en la pantalla de las principales partes o problemas de la obra, se aprende con la práctica continuada de croquis constructivos y se familiariza el alumno con ella en las visitas a los laboratorios y a las obras en construcción.

El alumno debe ver ante sí el problema que le explica el Profesor, y este reduce en grado sumo su tarea con el uso de la pantalla, la palabra tarda mucho en representar la imagen, en cambio la visión ilustra rápidamente.

Un cuaderno de croquis ayuda al alumno a retener los problemas que más tarde constituirán las materias del examen y de toda la carrera, y un proyecto terminado, listo para ejecutar con todas sus cotas y detalles completa la preparación del candidato.

En los tres volúmenes de la obra del Arquitecto M. Arnaud, está el programa de la construcción, profesado en la Escuela Central de Artes y Manufacturas de París y en la Escuela de Bellas Artes. Como se puede ver, las enciclopedias de la Construcción de las escuelas americanas, son muy parecidas, sólo que los métodos varían algo con las costumbres, clima y materiales de las distintas regiones.

Algunas Universidades norte americanas amplían varios capítulos hasta constituir con ellos asignaturas especiales. Se concibe que ella en el Norte se dé un curso especial de estructuras, pues el egoísmo del terreno y la adoración a Midas permitieron levantar esos rascacielos que muestran el símbolo materialista de la época. No nacieron como las flechas de los templos medioevales por un anhelo de superación en la busca de divinidad. No, ellos representan el "business", la supremacía y el imperio del dólar, y aunque los admire por los bellos efectos arquitectónicos a que se prestan, los estimo improcedentes en nuestro clima y me permito aconsejar la arquitectura horizontalista rodeada de árboles, que acerque más el hombre a la naturaleza. Por todo esto creo que el estudio de por sí interesante de las estructuras las modernas osamentas de los edificios, no debe pasar de sus correspondientes capítulos en la asignatura de construcción. Pero conste que no llamo rascacielos a las casas corrientes de cinco o seis pisos.

En cambio la importancia que ha alcanzado el hormigón o concreto armado, las nuevas soluciones que en la técnica arquitectural ha traído, mostrando campos inexplorados de bellezas, los aciertos logrados en su unión con el vidrio, los nuevos ritmos de volúmenes que exige la época, los pentagramas de proporciones modernas y la adaptabilidad de este



material a nuestras construcciones, todo esto me hace cederle al estudio del concreto armado una asignatura especial como ya se ha hecho en otros centros docentes.

A poco que se analice el programa de la Construcción francesa se verá que la superintendencia y el equipo de los edificios es una parte de él. Pero a fin de lograr tal vez una simplificación, o un mejor estudio de las distintas instalaciones sanitarias, de gas, agua y electricidad y de las diversas maquinarias y aparatos, elevadores, montacargas, de refrigeración, de recogida de basuras, bombeo, etc., etc., consignaremos en el plan esa asignatura pero sumándole los contratos, presupuestos y legislación vigente.

Con esto se completan los conocimientos de la técnica constructiva desde la iniciación del programa hasta la total terminación del edificio.

Un tiempo prudencial de práctica en las oficinas y en las construcciones facultan al candidato para el ejercicio profesional.

Dijimos antes que la tradición matemática debe continuar simplificada, cuanto a la parte constructiva diremos que también por tradición maestros y discípulos en todas las épocas fueron excelentes, pues los ciclones no nos permitirían la menor debilidad. Con mi plan creo aportar algunas modernidades y ventajas a nuestra buena escuela de construcción.

Sabemos que los estudios de la ciencia constructiva así como también la solución de muchos problemas matemáticos se resuelven por medio del dibujo, proyecciones, croquis, esquemas, por eso dije que nuestros amigos el MATEMÁTICO y el CONSTRUCTOR salieron del brazo con su camarada el DIBUJANTE.

Empecemos a construir al Proyectista. Como educar y perfeccionar el ojo del dibujante y hacerlo avanzar en su propia edificación. A esto responderemos muy simplemente que dibuje y proyecte desde el primer día de su ingreso en la escuela bajo las indicaciones de sus compañeros más preparados y las del mismo profesor.

Y aquí descansa la superioridad de los "ateliers" europeos y americanos sobre las antiguas aulas de dibujo de origen español.

Se cursan en todas las escuelas de arquitectura, el dibujo de ornamento y el dibujo de figuras o academias, al lápiz, sanguinea, o carboncillo. En nuestra Universidad se les llamaba dibujo al natural o copia del yeso.

Alguien queriendo traducir literalmente la palabra "free-hand", creó la denominación de dibujo a mano libre y el nombre hizo fortuna, esto quizás nos haga pensar que hay otro dibujo a mano amarrada, todos sabemos lo que quiere decir, pero no hay que asombrarse, los propios americanos cuando traducen su "freehand" le llaman dibujo a mano, como si existiese en alguna forma el dibujo a pie.

En las escuelas de bellas artes, en San Alejandro por ejemplo se le llama dibujo o antiguo griego, denominándose ornamento, a los detalles arquitectónicos y academias, a las figuras. Nosotros pensamos que hacen bien falta dos cursos al individuo que ya tenga preparación. En Troy se exigen tres.

Ahora bien, estas prácticas del dibujo deben aprobarse sobre hojas de papel Ingres o similar de medida standard (63 por 48 cm.) En París estos concursos duran doce horas, trabajándose todas las tardes de dos a cuatro durante una semana, bajo la crítica del profesor y la vigilancia de los bebes.

Hacen falta muchos ejercicios de este dibujo a mano libre, o a mano sola, como le quieran llamar, en la formación del arquitecto.

Y pasemos al trazado arquitectónico.

Aquí entramos en el estudio de la composición y esta, repito, debe empezar desde el primer día que se ingresa en la escuela; el matemático y el constructor nos darían la larva del futuro arquitecto, al trabajar la composición, le brotan las alas, empieza el vuelo de la imaginación.

Pero antes de seguir adelante quiero rechazar con toda la energía que me sea posible el viejo método de origen español del copiado de láminas, y dejemos hablar al propio Anasagasti:

"COPISTAS NO CREADORES" grita él... "Hay siete asignaturas de dibujo en el plan español y sólo tres proyectos o composición. En las primeras se reproduce el modelo lámina, yeso o natural y el alumno es un copista, creador so-

lamente en las tres últimas que vienen cuando la carrera empieza a declinar y el alumno está asfixiado.

"En el Instituto Carnegie, de los Estados Unidos se obtiene el título de bachiller en Arquitectura en cuatro años, menos en el primero en los otros tres cursos hay clases de proyectos".

En el Instituto Politécnico de Troy se cursan tres años y medio de proyectos por cuatro de carrera.

Nuestra Escuela en el Plan de 1935 a pesar de todas mis críticas y de todos mis esfuerzos, CONTABA CON OCHO CURSOS DE DIBUJO Y SOLO DOS DE PROYECTOS.

Y ese virus del copiado de láminas, esa enfermedad que nos corroe todavía se aumentó con las láminas de Historia de la Arquitectura e Historia del Ornamento.

En las Escuelas de Bellas Artes de París y en las grandes Universidades americanas no existe el copiado de láminas.

Señores perdóneme si empleo una crítica algo fuerte contra el sistema, ya dije que es un vicio que nos viene de herencia, la muy centenaria Academia de San Fernando, lo tuvo hasta muy poco, pero es que me remuerden los años que me robaron en mi juventud. Si estas cuartillas se convirtieran de repente en una ametralladora, y digo esto porque entre nosotros están de moda, y el sistema fuese un grupo de textos, papeles o personajes, los barrería sin piedad y que en honor de los arquitectos futuros me sea perdonada mi ferocidad en el mañana.

Si esos cinco años de trabajos que realicé en "L'Ecole des Beaux Arts" que fueron valorados en nuestra escuela como cero, pesan por algo, si la cadena de noches sin dormir, de días de fiebre, de días de hambre, de hambre espiritual que ellos encierran, valen por algo, por ellos pido de una vez para siempre, que liquidemos el viejo y antiguo sistema del copiado de láminas.

Ahora bien creen Vds. que el éxito de una escuela se transforma de la mañana a la noche por cambiar en un papel tales o cuales cursos y proyectos? Si nunca existieron en nuestra escuela los concursos, si sólo contamos con aulas de dibujo anticuadas con altas mesas cuya inutilidad para los grandes rendidos es manifiesta, como vamos de repente a crear el espíritu de atelier si no contamos con elementos y los pocos que pudieran traer, sistemáticamente se les cierra las puertas.

¿Cómo crear el estímulo de los concursos, cómo orientar al alumno para el logro de la finalidad deseada?

Anasagasti, en su estudio antes citado describe con todo lujo de detalles el carácter de los ateliers vieneses y el de las escuelas alemanas de Munich, y se encanta con los métodos cooperativos, su franca superioridad sobre las antiguas aulas de dibujo, anota todo lo que ve a su paso inclusive la ejecución de uno de los concursos, y sin embargo Anasagasti no ha vivido en un atelier.

¡¡La vida de atelier!!... como describirla con la obediencia y ayuda mutua o fraternidad que impera entre novatos y ancianos; cada novato no tiene un solo profesor, si no que todos los ancianos le enseñan, y a su vez cada anciano (como se llama a los más adelantados) tiene a su disposición para ayudarlo en su trabajo a cuantos novatos pueda necesitar.

Una vez, recuerdo, pasé dos horas con la mano mojada en engrudo pegando planos y bandas en los chasis de mis compañeros, y era en invierno y la cola casi era hielo. En otra ocasión no me dieron tiempo de coger el abrigo y a escape en un auto y en camisa partí para la escuela sosteniendo un proyecto en lo alto... y esto es, porque en París los principales ateliers no han podido conseguir locales en la propia escuela.

En los ateliers franceses se trabaja mañana, tarde y noche, y la pequeña biblioteca propiedad de los alumnos está abierta siempre. Cuando falta poco tiempo para terminar un concurso allí no se duerme, se empatan los días, a lo más se "roupille", como dicen en "argot", sobre una mesa. Pero no créais que con aulas muy limpias ni con esas mesas que me hacen pensar en las garzas o flamencos, ni con alumnos muy pulcros que tengan unas horas libres entre clase y clase para dibujar en "amateur" y vayan después al tennis o a pasear por San Rafael, no créais que con esos elementos se forma un atelier. Aquí sí que no pueden existir los filomáticos, tiralevas o cachazudos aspirantes para las ayudantías.

Allí antes que nada vive el estímulo y se respira la am-



mis ideas, no la han querido tomar. Yo lamento que hayan necesitado ocho años para reconocer ellos mismos que el plan que hicieron en 1925 es malo.

Públicamente hice mis primeras críticas contra ese plan en la Revista "El Arquitecto en 1926" y desde entonces vengo diciendo y sosteniendo que es malo, hoy ellos me dan la razón.

Los mismos autores vuelven a trabajar hoy en otro nuevo Plan, yo les deseo un mejor acierto, pero sepan que gentilmente les ofrecí, pensando en los alumnos, todos estos estudios, por si en algo les podía ayudar en su labor.

## DIAGRAMAS

### ESCUELA PREPARATORIA

#### MINIMUM DE DURACION DE LOS ESTUDIOS: DOS AÑOS

Algebra — Geometría Superior — Trigonometría — Elementos de Geometría Descriptiva — Dibujo Natural — Dibujo al lavado — Modelado — Elementos de Arquitectura — Esquicios o pequeñas composiciones — Nociones de Física — Nociones de Química — Historia del Arte — Nociones de Cívica — Idiomas.

### ESCUELA DE ARQUITECTOS

#### DURACION MINIMA DE LOS ESTUDIOS: CUATRO AÑOS

#### ESTUDIOS DE POST-GRADUADO: UN AÑO

#### "EL MATEMATICO"

- 1—Análisis Matemático.
- 2—Geometría Analítica.
- 3—Geometría Descriptiva.
- 4—Perspectiva.
- 5—Estereotomía.
- Corte de hierro, madera, piedra.
- 6—Estadística gráfica y Resistencia de materiales.
- 7—Física (dos cursos).  
Acústica.  
Iluminación.  
Refrigeración.
- 8—Levantamiento de planos
- 9—Química aplicada, y
- 10—Geología.

#### "EL PROYECTISTA"

- Concursos
- 1—Dibujo, dos cursos.  
Ornamento, un curso.  
Academia, un curso.
  - 2—Modelado, un curso.  
Composición.
  - 3—Trazado arquitectónico, cuatro cursos.

#### PROYECTOS - ESQUICIOS

- Elementos analíticos, 3 valores.  
Proyectos de segunda clase, cuatro valores.  
Proyectos de primera clase, diez valores.  
Proyectos de jardinería.  
Proyectos de interiores.  
Proyectos de exteriores.  
Proyectos de plantas.  
Elementos de arqueología, y  
Proyectos de restituciones arqueológicas, dos valores.

## DIAGRAMAS

#### "EL CONSTRUCTOR"

- 1—Construcción.  
Teoría.  
Proyecto de construcción.  
Práctica.
- 2—Concreto armado.
- 3—Superintendencia y  
Equipo de edificios.  
Contratos y presupuestos  
Legislación.
- 4—Práctica profesional en obras en construcción.

#### "EL MASON"

- 1—Teoría de la Arquitectura (dos cursos).
- 2—Arquitectura de parques, ciudades y jardines tropicales.
- 3—Historia de la Arquitectura.
- 4—Historia de la Arquitectura de América y de la Arquitectura colonial cubana.
- 5—Historia de las Bellas Artes.

## EL ARTISTA

Alpha o la Ambición.  
Delta, Tiempo o Vida.  
Omega, la Obra.

$$\frac{\text{Alpha}}{\text{Delta}} = \text{Omega}$$

#### PROYECTO DE GRADO — TEMA LIBRE A ESCOGER POR EL ALUMNO

Estudio completo de la obra — Plantas, fachadas, secciones, detalles — Detalles constructivos, cálculos, memorias y presupuestos.

#### ESTUDIOS SUPERIORES DE POST-GRADUADO CONCURSOS — PROYECTOS-ESQUICIOS

- 1—Grandes composiciones.
- 2—Urbanismo, y Urbanismo Tropical.
- 3—Economía Política.

....Horario. — Las asignaturas de Matemáticas, Construcción y Teoría e Historia de la Arquitectura se cursarán en las primeras horas de la mañana. La base del nuevo plan consiste en dejar parte de la mañana y toda la tarde libre para los dibujos, trazado arquitectónico, y críticas y asignaturas del atelier.

## PARA QUE LOS ESCOLARES POBRES TENGAN LIBROS

*Hay que hallarse en contacto con los padres de familias pobres, para saber el sacrificio que importa el comprar, cada año, los libros de clase de sus hijos, que van a la escuela.*

*Muchos tiene que disminuir sus ropas, tasar su alimento, para pagar el libro. Y muchos, retiran sus hijos de la escuela, porque no tienen cómo costearles los gastos que ella ocasiona, aunque sea gratuita.*

*Sin embargo, hay millares de libros escolares que se pierden en las casas de familias pudientes. Cada año, el niño cambia de clase y no necesita los textos del año anterior, y los abandona o los destruye.*

*¡Qué lástima, cuando tanto niño pobre sería feliz si se los dieran!*

*La Biblioteca Nacional ha tenido una idea: pedir esos libros, para distribuirlos entre los millares de niños que carecen de ellos.*

*La Biblioteca Nacional, por intermedio de todos los diarios y revistas del país, se dirige a los padres de familia y les habla así:*

1º Acostumbre a sus niños a cuidar los libros en que estudian.

2º A fin de año, envíe los textos que ya no necesite, aún los más modestos, a la Biblioteca Nacional, Buenos Aires.

3º Ahora mismo, seguramente, si revisa bien, encontrará en su casa, algunos libros escolares que no le hacen falta.

*Es una lástima perderlos, cuando millares de niños argentinos están clamando por ellos.*

*Mándelos a la Biblioteca Nacional, Buenos Aires. No necesita más dirección.*



# EL SEMINARIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS

por el

Dr. NATALIO MURATTI

Jefe del Seminario de la Facultad de Ciencias  
Económicas, Sociales y Políticas



## I

Corresponde señalar de entrada que el **SEMINARIO** es un sistema ideal en la enseñanza universitaria y constituye un verdadero taller de trabajo intelectual no tan sólo para las ciencias económicas, sino también, para las ciencias exactas o aplicadas.

El rasgo típico de los seminarios es ahondar la investigación científica en cualquier rama de la ciencia, con método y criterio severos, con plena conciencia, evitando las conclusiones dogmáticas o eternas.

El profesor en los seminarios es un guía en las investigaciones: indica, métodos, señala procedimientos, imprime un sello personal, no es un mero expositor académico sino un verdadero explorador científico, y los estudiantes, en cambio, son los indispensables colaboradores del profesor en la investigación emprendida. De ahí, precisamente, que es un grave error confundir los trabajos prácticos de la cátedra o de los laboratorios con la labor que se desenvuelve en los seminarios.

Sabido es que en el aula "se expone el estado de los conocimientos, de una manera metódica y propia, para que el estudiante pueda orientarse en el período o suceso elegido, y en el seminario se enseña a adquirir ese conocimiento, mostrando como se practica científicamente una investigación, de modo que se forme así un trabajador científico con método y criterio propios, con exegética, crítica y hermeneútica, estrictamente científicas; las conferencias, pues, son siempre más dogmáticas que exegéticas, el seminario, más exegético y crítico". (1) En suma, las exposiciones de la cátedra sirven como introducción al curso de seminario pero es éste el que constituye lo fundamental de la enseñanza universitaria moderna.

Los ejercicios de seminario no son solamente para los estudiantes sino además para los egresados. Los ingenieros y arquitectos que desearan obtener el grado de doctor en ingeniería o en arquitectura, respectivamente, sería necesario que cursen, por lo menos, dos años de seminario (2).

Por ello, es lamentable que aun no exista en la Facultad de Ciencias Matemáticas un Seminario dotado de todos los elementos y del personal necesarios. No olvido, sin embargo, que hace algunos años fué presentado al H. Consejo Directivo de esa Facultad un proyecto del distinguido profesor Angel Guido, alabable por más de un concepto. Proyecto encarpado, sin duda alguna, por razones financieras y no por incompreensión de las indudables ventajas de este moderno sistema pedagógico.

## II

### FUNCIONES

Las principales funciones del Seminario son:

a) enseñar la técnica en las elaboraciones científicas; b) reunir y sistematizar el material bibliográfico, documental y estadístico; y, c) propulsar la elaboración científica. Este triple orden de funciones determina la división del Instituto en tres secciones: docente, técnica y elaboración permanente. Pero en realidad esta división no es más que formal. Cada una de esas funciones exige la cooperación de las otras dos. Debe existir, base a la competencia técnica y a la unidad de dirección superior.

#### A) FUNCION DOCENTE

La función docente, la primordial en atención a los fines del Seminario, se manifiesta en tres formas:

1) Impartiendo a los alumnos del primer año la enseñanza del método en la investigación científica: elección del tema; recolección, conservación y preparación del material; disposición de la materia; exposición del tema; citas y notas bibliográficas; publicación (división del trabajo en título, subtítulos, secciones, capítulos, párrafos, números): prefacio e índices;

2) Realizando los alumnos de segundo año monografías, con la colaboración de ayudantes expertos;

3) Concurriendo los alumnos de los años superiores a las reuniones de seminario (cursos) para realizar, bajo la dirección del profesor de la materia y secundado por un ayudante idóneo, investigaciones colectivas sobre un tema concreto previamente determinado (y no sobre el desarrollo de tal o cual bolilla del programa oficial).

El curso para la enseñanza del método en la investigación debe durar, por lo menos, seis meses. En los cuatro primeros se dedica a una instrucción teórica y en los meses restantes a la aplicación, mediante ejercitaciones prácticas, de lo estudiado teóricamente. Este curso puede estar a cargo de un ayudante principal (egresado de la casa). Conviene establecer la obligatoriedad de la asistencia, con el fin de predisponer a los estudiantes desde el comienzo a una disciplina que haga más provechosa la tarea en los futuros tra-

(1) Ernesto Quesada, *La enseñanza de la historia en las universidades alemanas* (La Plata, 1910), pág. 551.

(2) En Italia existe el grado de doctor en las carreras de ingeniería y en las de química industrial. Real decreto del 26 de junio de 1930.



bajos que han de realizar en los cursos de seminario.

Los trabajos monográficos deben efectuarse con la colaboración de los ayudantes del Seminario. Los alumnos han de concurrir con la mayor asiduidad al instituto, no sólo con el objeto de conseguir una mayor eficacia en la labor que desarrollan, sino también para evitar que las monografías se hagan A LA CARRERA unos días antes de finalizar el año universitario.

Los conocimientos adquiridos sobre el método en la investigación individual han de completarse con la asistencia a las reuniones de seminario, para que en ellas se integren con la elaboración colectiva.

Como es necesario que el estudiante tenga noción exacta de la responsabilidad en el trabajo que desarrolla, por la coordinación que en el conjunto se espera, es condición previo para su inscripción a estas reuniones tener aprobada o estudiada la asignatura respectiva.

Por otra parte, el sistema de seminario implica varias exigencias: a) de parte del profesor: 1) competencia técnica y especial vocación; 2) amor a las investigaciones; 3) gran jerarquía científica; 4) autonomía en la investigación. b) de parte de los alumnos: 1) interés en la investigación; 2) relativa disciplina científica; 3) conocimiento de varios idiomas.

Así como no todo catedrático está en condiciones de dirigir con eficiencia un curso de seminario, tampoco todos los alumnos pueden trabajar en él con provecho, porque para que la labor concluida resulte un aporte científico se necesita actividad constante, voluntad, especial amor al trabajo y sometimiento riguroso a los cánones de la disciplina formal (2').

A estos factores hay que agregar otros: a) las reuniones semanales no han de agrupar más de diez o doce alumnos; b) tener al alcance de los asistentes al curso el material bibliográfico, documental y estadístico bien ordenado y sistematizado; c) poseer los instrumentos necesarios para el trabajo; d) locales apropiados; e) sesiones no mayores de una hora y media; f) evitar la existencia de alumnos inactivos; g) el profesor que dirige el curso no debe exponer sino orientar, dirigir, analizar, en suma, colaborar con los alumnos; h) ha de desecharse las exposiciones orales, las tendencias librecas y las posturas magistrales; i) todos deben trabajar, pensar, observar e indagar con método apropiado.

#### b) FUNCION TECNICA

La función de reunir y sistematizar el material bibliográfico, documental y estadístico, se concreta en:

1) **FICHAJE** de revistas científicas y de información especial, nacional y extranjera (las de idioma extranjero se traducen al español), y de las obras, libros y folletos;

2) Recortes de diarios y periódicos (3) sobre asuntos técnicos y económicoestadísticos;

3) Colección ordenada de publicaciones e informes técnicos oficiales (leyes, decretos, ordenanzas, memorias, anuarios, exposiciones, muestrarios, **AFFICHES**, proyectos, etc.);

4) Clasificar los planos, proyectos de construcciones, de fábricas, de **USINAS**, puentes, caminos, ferrocarriles, etc.

5) Agrupar los informes consulares y de agentes

comerciales, en punto al desarrollo del maquinismo, de la técnica y de los ensayos técnicos;

6) Clasificar los datos estadísticos especiales, sobre precios de materiales, costo de producción, tarifas, etcétera;

7) Archivar en forma ordenada los trabajos de laboratorio, taller, gabinetes, etc.

El material acumulado se archiva, una vez clasificado, seleccionado y ordenado, en ficheros apropiados.

Esta actividad que debe estar a cargo del personal permanente del Seminario es de suma importancia y sirve de sólida base para la iniciación, el desenvolvimiento y el éxito de todo trabajo de investigación. Y aun para evacuar informes para las instituciones privadas y oficiales.

Para facilitar el manejo de ese material coleccionado se han de confeccionar dos índices, uno alfabético y el otro metódico, teniendo en cuenta las carreras que se cursan en la Facultad.

#### c) FUNCION DE ELABORACION CIENTIFICA

La función de elaboración científica permanente se desarrolla mediante el estudio y análisis de los problemas técnicoindustriales del país.

Esta función requiere especial dedicación y actividad permanente de parte de los encargados de realizarla. Corresponde que sea desempeñada por graduados o aspirantes a cátedras.

Se consigue en el desenvolvimiento de estas actividades seguir el ritmo de los adelantos científicos de la especialidad. La labor debe ser permanente y continuada, según un plan previamente indicado.

Los trabajos realizados han de ser publicados en provecho de la colectividad.

### III

#### ORGANIZACION INTERNA DEL SEMINARIO

El Seminario debe estar a cargo de un Director designado por el H. Consejo directivo, secundado en sus funciones por un cuerpo de empleados nombrados por el Decano, y por los profesores autorizados.

Ha de corresponder al Director del Seminario:

a) La dirección técnica y administrativa del Seminario;

b) Coordinar la acción de los empleados;

c) Dictar los reglamentos internos, reglando:

1º La forma y extensión de las monografías;

2º Fijar las fuentes para la formación de las estadísticas permanentes;

3º Todo lo concerniente a la ordenación técnica del Seminario y a los registros de asistencia y calificación de alumnos;

(2') Aun para los estudiantes inactivos que pasen por un seminario, "el espíritu científico adquirido será un factor auxiliar poderoso para el ejercicio de la profesión". Cfr. P. J. Baiocco, *Función de los Institutos universitarios de investigación económica* (Buenos Aires, 1924), pág. 11.

(3) La importancia y el valor científico de los recortes de los diarios y periódicos en idioma extranjero depende de la correcta selección crítica de los artículos por extraerse; por esto es que debe cuidarse que esta tarea de responsabilidad sea realizada por empleados que a su condición de traductores de idiomas extranjeros una amplia preparación general.

Para cada diario deben existir instrucciones oficiales respecto de lo que ha de extraerse de un modo regular y cuáles son, del resto, los artículos a que deben darse especial valor.



- d) Elevar a la Facultad la nómina de las obras, revistas y publicaciones que considere necesario adquirir;
- e) Elevar mensualmente al decanato la planilla de asistencia de los profesores a los cursos de seminario;
- f) Elevar mensualmente al decanato la planilla de asistencia del personal;
- g) Suspender a los empleados que falten a sus deberes, pudiendo alcanzar la suspensión hasta el término de ocho días;
- h) Conceder hasta ocho días de licencia, y por una sola vez durante el año, a los empleados que lo soliciten justificando su necesidad;
- i) Disponer todo lo relativo a horario, con aprobación del decano.

Puede asignarse a los profesores que dirigen cursos de seminario, las siguientes obligaciones:

- a) Dirigir semanalmente una reunión de seminario, de una duración no menor de hora y media;

- b) Revisar los informes parciales que los alumnos deben presentar, en cada reunión, y que se refieren al tema en estudio;
- c) Calificar, conjuntamente, con el Director del Seminario, los trabajos realizados.
- d) Indicar los trabajos que han de publicarse.

#### IV

He sintetizado las actividades propias de todo Seminario. Su organización específica depende de las modalidades de cada Facultad; por ello la he dejado de lado.

El sistema de seminario en el país, después del movimiento del **DIECIOCHO**, ha quedado consagrado, como principio pedagógico universitario, según se advierte en los diversos estatutos de las universidades argentinas y cuya eficiencia se demuestra en forma documentada con las publicaciones anuales de los Seminarios existentes.

Natalio MURATTI.



*Cuando pones la proa visionaria hacia una estrella y tiendes el ala hacia tal excelsitud inasible, afanoso de perfección y rebelde a la mediocridad, llevas en tí el resorte misterioso de un Ideal. Es ascua sagrada, capaz de templarte para grandes acciones. Custódiala; si la dejas apagar no se reencienda jamás. Y si ella muere en tí, quedas incerte: fría bazofia humana. Sólo vives por esa partícula de ensueño que te sobrepone a lo real. Ella es el lis de tu blasón, el penacho de tu temperamento. Innumerables signos la revelan—: cuando se te anuda la garganta al recordar la cicuta impuesta a Sócrates, la cruz izada para Cristo o la hoguera encendida a Bruno—; cuanto te abstraes en lo infinito leyendo un diálogo de Platón, un ensayo de Montaigne o un discurso de Helvecio—; cuando el corazón se te estremece pensando en la desigual fortuna de esas pasiones en que fuiste, alternativamente, el Romeo de tal Julieta y el Werther de tal Carlota—; cuando tus sienes se hielan de emoción al declamar una estrofa de Musset que rima acordé con tu sentir—; y cuando, en suma, admiras la mente preclara de los genios, la sublime virtud de los santos, la magna gesta de los héroes, inclinándote con igual veneración ante los creadores de Verdad o de Belleza.*

*Todos no se extasían, como tú, ante un crepúsculo, no sueñan frente a una aurora o cimbran ante una tempestad; ni gustan de pasear con Dante, reír con Molière, temblar con Shakespeare, crujir con Wagner; ni enmudecen ante el David, la Cena o el Partenón. Es de pocos esa inquietud de perseguir ávidamente alguna quimera, venerando a filósofos, artistas y pensadores que fundieron en síntesis supremas sus visiones del sér y de la eternidad, volando más allá de lo Real. Los seres de tu estirpe, cuya imaginación se puebla de ideales y cuyo sentimiento polariza hacia ellos la personalidad entera, forman raza aparte en la humanidad: son idealistas.*

José INGENIEROS.



# Resultados obtenidos en la sección Pedagogía y asuntos Universitarios del 5o. Congreso Nacional de Medicina reunido en el Rosario

por el Dr. ALBERTO BALDRICH

## I

En la Sección Pedagogía del 5º Congreso de Medicina, realizado en esta ciudad, se planteó acertadamente, como cuestión fundamental, el problema de la Universidad argentina.

Dos corrientes se marcaron de inmediato; —a) La que entendía que la Universidad actual es una Universidad que cumple debidamente la misión universitaria y que por lo tanto no debía reformársela; y b) la que consideraba que ella no es una verdadera Universidad, por lo cual había que tomar medidas para instaurar la Universidad que faltaba.

## II

No sin esfuerzo logramos aclarar la divergencia principal pues ella amenazaba perderse entre aspectos minúsculos y secundarios, utopías y confusiones.

Estaba en juego un problema educacional fundamentalísimo, que había que enfocar desde toda una ciencia, la de la educación.

Porque la educación constituye una ciencia distinta de la médica, la jurídica y los cálculos matemáticos y a la cual —pese a la buena voluntad de los profesionales—, no se puede llegar por el arte de litigar, de curar o de construir casas.

La ciencia de la educación o pedagogía, tiene su tradición histórica, sus problemas peculiares, su íntima y estrecha vinculación con las disciplinas filosófico-humanistas, su riquísima elaboración a través de la capacidad y del esfuerzo de los pensadores más grandes que ha tenido la cultura europea y de los movimientos más notables que han agitado la vida de aquel continente.

Basta citar el Humanismo y la Reforma, el Aufklärung o época de las luces, el Neohumanismo y las corrientes filosóficas contemporáneas y la fundamentación dada entre otros por Montaigne, Locke, Rousseau, Kant, Fichte Goethe, Pestalozzi Schleiermacher, Herbart, Natorp, Wyneken y Gentile.

Todo ese admirable trabajo acumulado ya, excluye la posibilidad de improvisación en la materia, y obliga a los universitarios que por vocación o por la naturaleza de sus cargos se ven obligados, a intervenir en ella, a conocerlo y dominarlo —(porque él no está comprendido en la enseñanza profesional de nuestras facultades)— para actuar con la necesaria eficacia, en la decisión de los problemas concretos que al respecto se plantean.

De lo contrario se corre el peligro de caer en aquella severa crítica de Ortega y Gasset sobre el nuevo bárbaro, producto de la especialización o del profesionalismo, el que erige como único tipo válido de saber, el que le proporciona su unilateral preparación.

Trae Ortega sobre esto, unas frases de certera iro-

nía en las que dice: “cuanto más reducida sea la esfera de acción propia a una idea, más perturbadora será su influencia si se pretende proyectarla sobre la totalidad de la vida. Imagínese lo que sería un vegetariano en frenesí, que aspire a mirar el mundo desde lo alto de su vegetarianismo culinario: en arte censuraría cuanto no fuese el paisaje hortelano; en economía nacional sería eminentemente agrícola, en religión no admitiría sino las arcaicas divinidades cereales; en indumentaria solo vacilaría entre el cáñamo, el lino y el esparto, y como filósofo se obstinaría en propagar una botánica trascendental”. (2do. tomo del Espectador).

## III

La divergencia fundamental ya aludida, provenía de que se tuviera o nó, el concepto de Universidad.

Para los que aceptaban la Universidad como institución de enseñanza técnico-profesional exclusivamente, era natural que el conjunto de escuelas profesionales que hoy presentan las universidades argentinas, constituya una Universidad.

Para nosotros en cambio, el concepto de Universidad no se agota —ni mucho menos— en la preparación profesional. Este es solamente un aspecto de su misión, el último que se incorporó a la Universitas, la que, como unidad y totalidad, elaboraba una concepción del mundo y de la vida y permitía la formación de la personalidad espiritual en el hombre.

Por lo tanto, dentro de nuestro concepto de la Universidad, ésta debía asumir en su acción creadora y docente:

I La elaboración de la cultura y la formación del hombre.

II La elaboración del saber científico.

III La enseñanza de las ciencias aplicadas preparando así, para el ejercicio de las carreras técnicas superiores; medicina, derecho, ingeniería, etc.

Confrontado este concepto de Universidad con la actual Universidad del país, encontrábamos que ésta no es una verdadera Universidad, porque no cumple las dos primeras funciones, y aunque quisiera, no podría ni tendría donde cumplirlas.

¿Dónde habría de elaborar la alta cultura y con quienes, si solo dispone de profesores aptos para la preparación profesional y de los elementos que les pertenecen a las escuelas profesionales; aulas, institutos, bibliotecas, etc.?

Donde y como habría de realizar el proceso formativo si estudiantes y profesores están preocupados solo por la adquisición de un saber de rendimiento económico?

Con qué investigadores y en qué ambiente habría de realizar la investigación científica si los contados laboratorios están adaptados a las exigencias de las escuelas profesionales y si el hipotético investigador de-



be dedicar su energía a dar clases que valgan para conseguir el título indispensable en el ejercicio de la profesión?

Es tiempo ya de que nos demos cuenta de la inexistencia de la Universidad, de que solo tenemos conjuntos de escuelas profesionales de que lo que hoy llamamos Universidad, es solo un organismo administrativo y de que el Consejo Superior, aunque quisiera realizar verdadera labor universitaria —como lo intenté con mis distinguidos colegas en el Consejo Superior de la Universidad del Litoral,— no tiene elementos ni medios económicos, para llevarla a cabo.

Ni la elaboración de la alta cultura ni la producción de la ciencia, son cosas que pueden realizarse a medias, híbrida o clandestinamente, pidiendo prestado tiempo y elementos a los intereses profesionales. El hecho de que se produzca algo de ellas en algún instituto o a través de algún profesor, no solo no asegura la validez de ese sistema para obtenerlas, sino que confirma la imposibilidad de admitirlo como tal.

La elaboración de la cultura requiere, como la investigación científica, aparte de la consiguiente capacidad, tiempo, dedicación, clima propicio, tranquilidad espiritual y económica, elementos aptos para las finalidades que se persiguen y respeto social.

Ya lo dijo elocuentemente el ingeniero Guido, cuyas palabras merecieron una especial aprobación del maestro español Dr. García Morente allí presente: "hay que crear el mito del hombre culto y el mito del hombre de ciencia".

Y esto no ha de lograrse, ciertamente, manteniendo la unilateral organización actual de la Universidad ni exigiéndoles a los profesores que transmiten el saber adecuado en las distintas facultades, que lo realicen ellos, salvo que posean las condiciones necesarias, pues el final, será el fracaso de la intencionalidad y el desprestigio de nuestra capacidad para la ciencia y la cultura.

Tampoco la formación espiritual del hombre puede deslizarse así, como de contrabando, sorprendiendo con ella al estudiante.

Debe traerse claramente, valientemente a la Universidad, infundiéndole la conciencia de su necesidad y de su jerarquía, para que el alumno, aunque prolongue su tiempo universitario, la acepte de frente y en la plenitud de su importancia y significación.

La Universidad debe disponer pues, de elementos propios, donde cumplir estas funciones y debe incorporar los hombres capaces de tomarlas a su cargo.

Se requieren institutos para la cultura, institutos para la investigación científica, e institutos para impartir el ideal formativo. Todos ellos, animados de un nue-

vo espíritu, distinto del profesional y con voluntad de existencia. Puestos en manos de la Universidad, serán sus elementos propios y autónomos que llevarán una representación al Consejo Superior para constituir así, en este alto cuerpo, una expresión de la Universidad como unidad y totalidad.

Cuando la Universidad, por medio de su Consejo Superior resuelva entonces activar la productividad científica, dar a una de sus especulaciones la debida trascendencia, poner en vigencia una producción cultural en cualquiera de sus manifestaciones, modificar el ideal formativo, orientar al pueblo con una concepción de la vida, hacer valer su poder social en una encrucijada por la que atraviase la comunidad, u opinar ante el mundo con eficacia y maestría en algún problema internacional, tendrá el lugar apropiado y honorable, desde donde hacerlo y la autoridad correspondiente para imponer su voz.

#### IV

Se esperaba un brillante debate sobre estos problemas vivos y palpitantes y un programa de verdad, que proyectara de una vez la Universidad que se anhela, pues concurrían a la asamblea veteranos de la enseñanza, según hacían constar los años de servicio y los recuerdos que esgrimían; pero él quedó postergado por un nuevo Congreso que se reunirá el año entrante en Buenos Aires.

A pesar de todo, por fin se debatió el tema llevándolo a su verdadero problema, a lo que, entre otros, contribuyó la gran figura filosófica del doctor Alejandro Korn, cada vez mas nuestro y más maestro, quien trajo su palabra clara y autorizada; y el grupo de profesores que concurrió, se enteró de la forma en que se han condensado algunas de las expresiones universitarias que hace tiempo están gestándose en el país.

#### V

Y bien: solamente instaurando una Universidad como la bosquejada, se cumplirán las aspiraciones de los universitarios argentinos que hace tiempo vienen luchando por ella y los postulados afirmados por el segundo congreso de estudiantes universitarios reunido en agosto de 1932 en la ciudad de Buenos Aires.

A los universitarios de la Universidad del Litoral y a sus estudiantes, —partiendo de una indispensable base de estudios filosófico-humanistas incorporada a su saber—, corresponde pues, levantar como bandera un plan concreto que permita realizar en la institución esos anhelos de mejoramiento y progreso.

#### (de Ingenieros)

*Renovar la Universidad es un problema de moral y de acción. Las instituciones se tornan inútiles cuando permanecen invariables en un medio social que se renueva. La educación superior no debe mirarse como un privilegio para crear diferencias en favor de pocos elegidos, sino como el instrumento colectivo más apropiado para aumentar la capacidad humana frente a la naturaleza, contribuyendo al bienestar de todos los hombres.*

*La especialización directa, sin una base previa de cultura general, es contraria al desenvolvimiento de la personalidad.*

*El desarrollo de las Escuelas profesionales ha muerto a la vieja Universidad, pero no ha creado todavía la Universidad nueva.*



# MISCELANEAS

Por la prensa nos hemos informado de la nueva empresa en que está empeñado el genial ingeniero francés George Claude, consistente en utilizar la energía térmica del mar frente a las costas del Brasil para fabricar hielo, por medio de una usina flotante. Esta "bella aventura" como la llama en son de chnza, Claude, agrega "sería singular que se convirtiera en bello negocio".

La usina flotante que setá instalada en el "Tunisie", barco de 10.000 toneladas pretende aprovechar el hielo formado para acondicionar el aire de las viviendas de las zonas tórridas, tiene las siguientes características: aprovecha el procedimiento Claude-Boucherot, consistente en hacer hervir en el vacío el agua tibia de las superficie del mar (25° a 28° C). El vapor producido se condensa con el agua fría (2° a 3° C) de las profundidades, bombeada por medio de un tubo vertical anclado de 2,5 m. de diámetro y de una longitud de 650 m. Resulta de esto que se establece entre el hervidor y condensador una corriente de vapor de 500 m. por seg. que se aprovecha en la turbina Claude-Boucherot para generar fuerza motriz en la fábrica de hielo.

Estas consideraciones que hacen pensar e inquietar el espíritu sobre el destino de una especie de futurismo industrial, de tan vastos y maravillosos horizontes, que nos hace vivir la realidad de Julio Verne.

Lo que puede surgir de esta empresa es una renovación tan profunda de ciertos aspectos de la energética industrial que no puede dejar de interesar a la filosofía misma de nuestra civilización. (De "Chaleur e Industrie", Agosto 1934).

Empleo del método del túnel sobre un modelo reducido para medir la acción del viento sobre un rascacielo.

Experiencias efectuadas simultáneamente sobre el Empire State Building y un modelo reducido de este rascacielo en un túnel aerodinámico.

Resultados: es necesario tener en cuenta las presiones negativas sobre las caras opuestas a la dirección del viento en que los efectos se suman a las presiones positivas.

La presión es máxima en el centro de la fachada, si el

viento le es perpendicular. este valor máximo está dado por la fórmula:

$$P_v = 0,0038 V^2$$

( $P_v$  — presión en libras por pulgada cuadrada y  $V$  en millas por hora) o también

$$P_v = 0,0029 V^2$$

$P_v$  en kg. por cm. cuadrado y  $V$  en km./hora.

La velocidad del viento en las vecindades del edificio es 1,5 veces mayor que en campo raso o abierto.

La velocidad máxima considerada ha sido tomada igual a 40 millas (64 km.) por hora según los ensayos hechos en Wáshington.

En el Estado de nueva York en abril del corriente año, ha sido sentenciado a un año de prisión el ciudadano tejano Murfee N. Faulk por ilegal personificación de arquitecto.

Es hasta ahora el primer caso castigando con prisión por tal delito en el estado de Nueva York, pero con ello se ha sentado un precedente y otras sentencias se han impuesto, pues 4 han sido los convictos de los cinco casos llevados a los tribunales desde el 1° de junio de 1933.

Desde el 1° de enero de 1930 cuando la Ley Mastick fué puesta en vigencia, el Departamento de Educación ha recibido y dispuesto, alrededor de 800 denuncias.

La mayoría de ellos han sido resuelta por el método sumario de una amonestación. Cuando ello no ha dado los efectos requeridos o la denuncia es más seria, se ha seguido acción disciplinaria ante el State Licensing Board o la persecución criminal.

Desde enero de 1930 se han seguido trece casos de acción criminal, resolviéndose sólo un caso además de 15 de acción disciplinaria, algunos de los cuales están todavía pendientes.

Los delitos más graves consisten a agregar a una firma de arquitecto el nombre de una persona sin la licencia o firmar planos ajenos. Las penas pueden ser la revocación o cancelación del permiso, \$ 500 dólares de multa o un año de cárcel, o los tres juntas.

En esa forma el Estado de Nueva York protege la profesión de arquitecto (The Arquitectural forum, julio de 1934).

## Compañero:

Contribuya a la obra que realiza el CENTRO ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS

## Haciéndose Socio



# GUIA PROFESIONAL

**ABALLERON MARCELINO**

Ingeniero Civil

Serodino

**ABALOS JOSE BENJAMIN**

Médico Cirujano

Br. Oroño 450

**ALBANESE JULIO D.**

Agrimensor

9 de Julio 750

**ALBANESE SANTIAGO**

Técnico Constructor Nacional

9 de Julio 750

**ALBANO HORACIO O.**

Ingeniero Civil

Pte. Roca 1173 — U. T. 22362

**ALVAREZ CLEMENTE**

Agrimensor Nacional

Laprida 1350

**ALVAREZ SANTIAGO**

Técnico Constructor Nacional

Las Ciencias 2953 (B. Parque)

**ANTOGNAZZI MARCOS**

Ingeniero Civil

Rodríguez 173 B

**ANTRUEJO ISIDRO**

Técnico Constructor y Agrimensor  
Nacional

Almafuerte 2373

**ARDIGO DANTE**

Ingeniero Civil

3 de Febrero 2840 (S. F.)

**AYMI LUIS**

Ingeniero Civil

Paraguay 1178

**BAIOCCHI (H.) PABLO**

Ingeniero Civil

Balcarce 840

**BASCOLO JUAN R.**

Ingeniero Civil

Rafaela (F. C. C. A.)

**BARALIS LORENZO**

Ingeniero Civil

Cangallo 439 (B. A.)

**BARTOLOMEO ENRIQUE N.**

Agrimensor Nacional

Ayacuchb 1482

**BERETERBIDE FERMIN H.**

Arquitecto

Culpina 141 (B. A.)

**BELOTTI EUGENIO**

Ingeniero Industrial

Corrientes 832

**BERNARD LUCIO X.**

Ingeniero Civil

Rioja 1320

**BERTUZZI SALVADOR**

Arquitecto

Santa Fe

**BONAUDI ROMULO**

Ingeniero Civil

Corrientes 720

**BORDABEHERE I. C.**

Ingeniero Civil

Rioja 1330

**BRINDISI FELIX T.**

Ingeniero Civil

Mitre 1236

**BUGNONE ALEJANDRO**

Ingeniero Civil

Balcarce 683

**CABRERA MODESTO J.**

Procurador Titular

Rioja 1558 — U. T. 23706

**CAFFARO ROSSI LUIS**

Arquitecto

Paraguay 593

**CAFFERATA MANUEL**

Ingeniero Civil

1º de Mayo 945

**CANTERO FERMIN**

Ingeniero Civil

Callao 932

**CAPDEVILA ALFONSO**

Arquitecto

Mitre 2132

**CARDARELLI JOSE S.**

Ingeniero Civil

Italia 569

**CARDOSO SERVANDO**

Ingeniero

Santiago 1229



**CARNIGLIA JOSE**

Ingeniero Civil

San Luis 423

**CASELLA ALBERTO T.**

Ingeniero Civil

Laprida 2192

**CASTELLANOS ALFREDO**

Médico

Montevideo 625

**CASTELLANOS CONRADO**

Técnico Constructor

3 de Febrero 2389

**CAUTERO JUAN B.**

Arquitecto

Entre Ríos 718

**CHIAPPARA TITO**

Ingeniero Civil

Córdoba 797

**CHIARELLO LUIS G.**

Ingeniero Civil

Montevideo 2491

**CHICHONI ROBERTO**

Ingeniero Civil

Cochabamba 1136

**COLOMBO BERRA J. J.**

Abogado

Santa Fe 604

**CORNERO GUILLERMO**

Ingeniero Civil

Chacabuco 1340

**COSTANTINO CARLOS**

Ingeniero Civil

San Martín 712

**COSTA VARSÍ RAUL**

Arquitecto

Rioja 1031

**CREXELL JOAQUIN A.**

Construcciones

Santa Fe 911

**CRISTIÁ PEDRO J.**

Agrimensor Nacional

1º de Mayo 2215

**D'ANGELO JUAN**

Ingeniero Civil

Mitre 1527

**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**

Arquitecto

Av. Arijón 1236

**DOTTA ANTONIO H.**

Contador Público Nacional

Urquiza 226

U. T. 22660

**DOTTA LORENZO Z.**

Ingeniero Civil

Urquiza 2265

**ERLIJMAN MARCOS**

Agrimensor

Rioja 727

**ESCANDELL MIGUEL**

Ingeniero Civil

San Luis 559

**ESCUDERO ANTONIO**

Ingeniero Civil

Olivos (F. C. C. A.)

**FARENGO ADOLFO**

Ingeniero Civil

Yerbal 2750 (B. A.)

**FASCELLA JOSE**

Agrimensor Nacional

Avda. Alberdi 19

**FERNANDEZ DIAZ LUIS**

Arquitecto

Paraguay 594

**FERRERO PEDRO**

Electrotécnico Nacional

Santa Fe 2098

**FIALLO MONTERO JORGE**

Ingeniero Civil

Mendoza 463

Corrientes

**FRAQUELLI CARLOS**

Ingeniero Mecánico

Tucumán 2050

**FREYRE LEOPOLDO A.**

Ingeniero Civil

Santa Fe



**GAMBETTA PEDRO H.**

Doctor en Química

Santa Fe 1047 - Piso 4º Dto. 6º

U. T. 25365

Rosario

**GAZZO NICOLAS**

Arquitecto

Callao 1138

**GERMAIN ALBERTO**

Agrimensor

Dorrego 1246

**GIORGETTI ANGEL**

Arquitecto

V. Sársfield 762

**GREPPI HIGINIO**

Agrimensor

Viamonte 2988

**GUEGLIO HUGO**

Ingeniero Civil

Buenos Aires 1145

**GUERRINI MIGUEL ANGEL**

Técnico Constructor Nacional

9 de Julio 312

**GUIDO ANGEL**ARQUITECTO  
Ingeniero Civil

Colón 1345

**GUITART JOSE**

Ingeniero Civil

Maipú 1827

**HERNANDEZ LARGUIA**

Arquitecto

San Luis 454

**INFANTE ALEJO**

Ingeniero Civil

Buenos Aires 1037

**INFANTE ANASTASIO**

Agrimensor Nacional

Alem 1344

**ISELLA CARLOS**

Ingeniero Civil

San Lorenzo 1453

**JULIÁ VICTOR A.**

Agrimensor Nacional

25 de Diciembre 1454

**KLEIN ALBERTO**

Ingeniero Civil

1º de Mayo 946

**KLINGER JORGE**

Ingeniero Civil

Buenos Aires

**KNUDSEN EINAR**

Técnico Nacional

Petrópolis 626

**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

**LEIYA OTONIEL**

Ingeniero Civil

Br. Rondeau 395

**LOPEZ MAYER ADOLFO**

Agrimensor 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.**

Ingeniero Civil

Sarmiento 1538

**CARLOS ALBERTO LUPPI**

Ingeniero Civil

Santa Fe 1123

U. T. 25733

**MAINI CUNEO ULRICO**

Ingeniero Civil

9 de Julio 543

U. T. 3775

**MAISONNAVE EMILIO**

Arquitecto

1º de Mayo 1776

**MAISONNAVE RAMON**

Ingeniero Civil

1º de Mayo 1776

**MALAJOVICH LUIS**

Ingeniero Civil

Tostado (F. C. C. N. A.)

**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

**MINETTI A.**

Ingeniero

Pte. Roca 1228

**MILIA JULIAN H.**

Agrimensor Nacional

9 de Julio 318

**MOREIRAS MARQUE CARLOS**

Agrimensor

Laprida 1210

**NACHEZ ANTONIO R.**

Ingeniero Civil

Corrientes 377

**NAVRATIL CARLOS**

Arquitecto

Santa Fe

**NEWTON JUAN**

Arquitecto

San Luis 448

**NOREMBERG ARON**

Agrimensor Nacional

Mendoza 859

**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.**

Arquitecto

3 de Febrero 1744

**PEREZ HERNANDEZ L. A.**

Ingeniero Civil

Colón 1568

**PERFUMO MARIO**

Ingeniero Civil

Gorriti 543

**PICASSO ENRIQUE**

Arquitecto

Paraguay 594

**PINASCO EMIGDIO**

Ingeniero Civil

Salta 1747

**PLA CORTES**

Ingeniero Civil

Santa Fe 1479

**QUAGLIA EDMUNDO D.**

Ingeniero Civil

Italia 531

**RAZORI FRANCISCO**

Ingeniero Civil

Sorrento

**RECAGNO VICTOR E.**

Arquitecto

Entre Ríos 278

**REPOSSINI JOSE P.**

Ingeniero Civil

Pueyrredón 935 (B. A.)

**RICARDO PABLO E.**

Ingeniero Civil

Montevideo 530

**RIESTRA MARTIN A. DE LA**

Arquitecto

Santa Fe 1859

**RIGANTI ERNESTO F.**

Arquitecto

Junín 1492 (B. A.)

**RUBINSTEIN SIMON**

Ingeniero Civil

Pje. Cullen 711

**SALLOVITZ MANUEL**

Ingeniero Civil

Av. Belgrano 351



SANCHEZ GRANEL P.

Ingeniero

Buenos Aires 1336

SANCHO JOSE (h.)

Ingeniero Civil

Av. Pellegrini 1620

SANMARTINO JOSE

Arquitecto

Pueyrredón 1615

SCHAMIS AARON

Ingeniero

Rioja 2307

SCHUSTER FEDERICO

Contador Nacional

San Luis 805 — U. T. 0078

SCHWARZ LEOPOLDO

Arquitecto

Alvear 1019

SIBURU DAVID

Agrimensor

Laprida 881

SILVA PEDRO

Ingeniero Geógrafo

1º de Mayo 941

SOLHAUNE AQUILES J.

Profesor de Francés

Santa Fe 2357

STEVENAZZI DAVID

Ingeniero Civil

Buenos Aires 1466

STRASSER RICARDO C.

Técnico Nacional

Br. Oroño 549

TAIANA ANGEL M.

Ingeniero Civil

3 de Febrero 1775

TAIANA ENRIQUE (h.)

Ingeniero

Moreno 1145

TAVERNIER JORGE A.

Arquitecto

Av. Belgrano 348

TODESCHINI ATILIO

Arquitecto

TORRIGLIA CESAR

Agrimensor

San Lorenzo 1131

VACCA ALBERTO D.

Arquitecto

E. Zeballos 642

VACCA ENRIQUE

Agrimensor

E. Zeballos 642

VALLS JOSE

Agrimensor Nacional

Jujuy 3298

VAN LACKE LEOPOLDO F.

Técnico Constructor Nacional

E. Zeballos 555

VASALLI MIGUEL E.

Doctor en Química

Br. Oroño 939

VASSALLO MANUEL

Ingeniero Civil

Av. Pellegrini 95

VAZQUEZ RODRIGUEZ JOSE

Agrimensor Nacional

9 de Julio 318

VERGA LUIS C.

Ingeniero Civil

Jujuy 1279

VERGARA OROÑO G.

Agrimensor

San Lorenzo 1338

VITTORI PEDRO L.

Técnico Constructor Nacional

Moreno 797

WEIHMULLER F. G.

Ingeniero Civil

Alvear 470

WYK JUAN C. VAN

Ingeniero Civil

Salta 1880

PASCUAL E. ZANOTTI

Ingeniero Civil

Maipú 841 — U. T. 20774

ZAPATA RAUL

Ingeniero Civil

Av. Pellegrini 2085