

CATEDRA DE FOTOGRAMETRIA

GUIA DE TRABAJOS PRACTICOS

TRABAJO PRACTICO N° 5 a

ESTEREOGRAFO MECANICO:
Fundamentos y descripción.

INTRODUCCION:

En el apartado B), párrafo I) de la Guía N° 4 (Estereocomparador) se ha proporcionado una definición de restitución fotogramétrica, destacando las dos maneras en que la misma puede llevarse a cabo.

El presente Trabajo Práctico trata los principios constructivos y de funcionamiento de los estereoresti-tuidores, instrumentos con los que se practica la segunda de las dos modalidades indicadas (guía citada, B, I, 2).

Para ello conviene seguir los mismos pasos que, históricamente, condujeron al diseño y construcción de los primeros aparatos de trazado continuo de líneas de nivel.

El objeto de esta Guía es dar una síntesis conceptual de esas etapas y de las soluciones constructivas finales.

A)- ABACOS:

(Consultese también: "Introducción a la Fotogrametría" de Limeses, Garlan y Saralegui, Pág. 63 y sigtes.)

El primer paso consistió en idear dispositivos que permitieran determinar, sin necesidad de cálculos numéricos, las coordenadas del punto P del terreno en función de las x_1 z_1 π leídas en el Estereocomparador. Fue el mismo Dr. Carlos Pulfrich quien materializó esta idea a través de los ábacos que se conocen con su nombre, cuyo funcionamiento, aplicado al caso normal de la Fotogrametría Terrestre, explican las figuras 1 a y 1 b.

Con referencia a la fig. 1 a:

L_1 : regla que gira alrededor del punto O_1 .

O_1AB : escuadra con sus cantos O_1A y AB graduados.

rr : regla paralela a O_1A .

Estos 3 elementos se montan sobre un tablero adecuado.

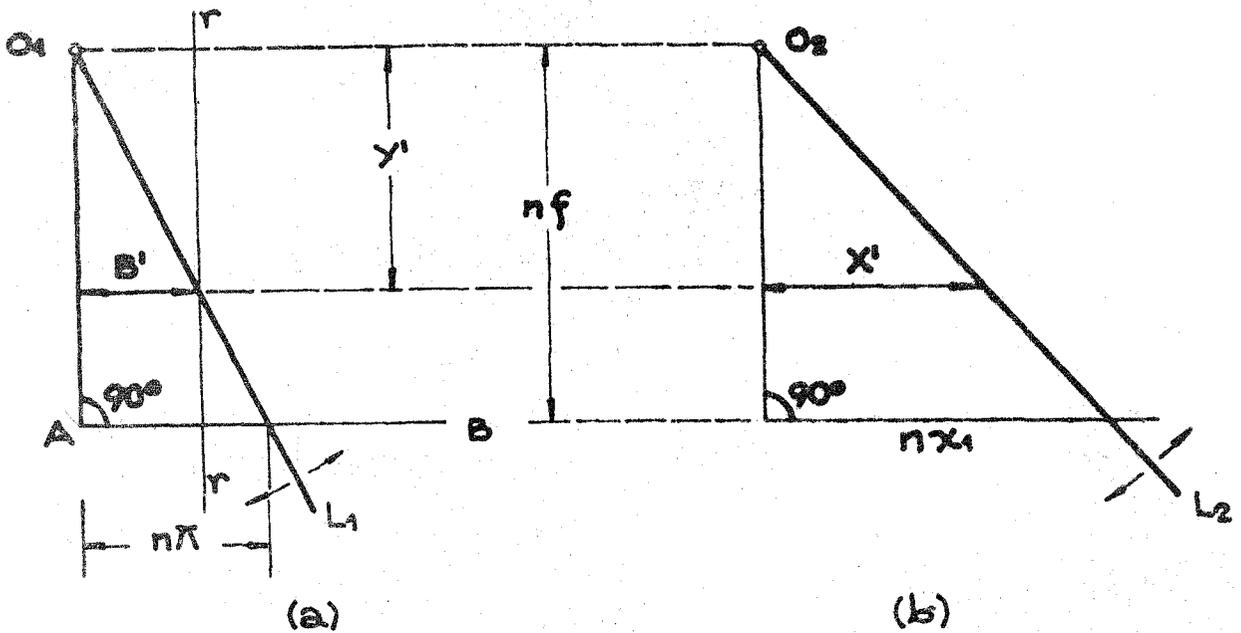


FIGURA 1

Si $O_1A = n.f$ ($f =$ distancia principal de la cámara métrica), y r se coloca a una distancia de O_1A igual a $B' = B.E$ ($B =$ base fotogramétrica medida en el terreno, y $E =$ escala elegida para la representación gráfica del plano), midiendo en AB segmentos $n.\pi$ ($\pi =$ paralaje longitudinal, variable con el punto elegido, medida en el estereocomparador) se obtendrá sobre O_1A , sin necesidad de cálculos, la distancia $Y' = Y.E$ del punto P considerado, a la escala E prefijada. En efecto, por comparación de triángulos rectángulos semejantes:

$$\frac{Y'}{B'} = \frac{n.f}{n.\pi} \quad \therefore \quad Y' = \frac{B'.f}{\pi} = \frac{B.E.f}{\pi} = Y.E$$

El factor n que, como se vé, no altera el resultado final, tiene por objeto amplificar las magnitudes f y π disminuyendo la imprecisión que resultaría de operar con segmentos pequeños ($f \cong 15$ cm, $\pi \cong 1$ a 4 cm).

Con un dispositivo similar al descrito (fig. 1 b) es posible determinar la coordenada X' de P , también a la escala E . La Y' que se necesita introducir en este nuevo ábaco proviene del anterior. En este caso se satisface la relación:

$$\frac{X'}{Y'} = \frac{X.E}{Y.E} = \frac{n.X_1}{n.f} \quad \therefore \quad X' = \frac{Y}{f} X_1.E = X.E$$

El mismo ábaco de la fig. 1 b serviría

para establecer la coordenada $\Delta Z'$ de P, a la escala E. Bastaría con introducir $n.z_1$ en lugar de $n.x_1$, obteniéndose $\Delta Z'$ en lugar de X' . La relación materializada sería ahora:

$$\frac{\Delta Z'}{Y'} = \frac{\Delta Z \cdot E}{Y \cdot E} = \frac{n \cdot z_1}{n \cdot f} \quad \therefore \quad \Delta Z' = \frac{Y}{f} z_1 \cdot E = \Delta Z \cdot E$$

Los ábacos de Pulfrich podrían funcionar según esta otra disposición (fig. 2), particularmente interesante a nuestros fines (suponemos que las magnitudes Y, X, ΔZ están dadas directamente a la escala E de restitución).

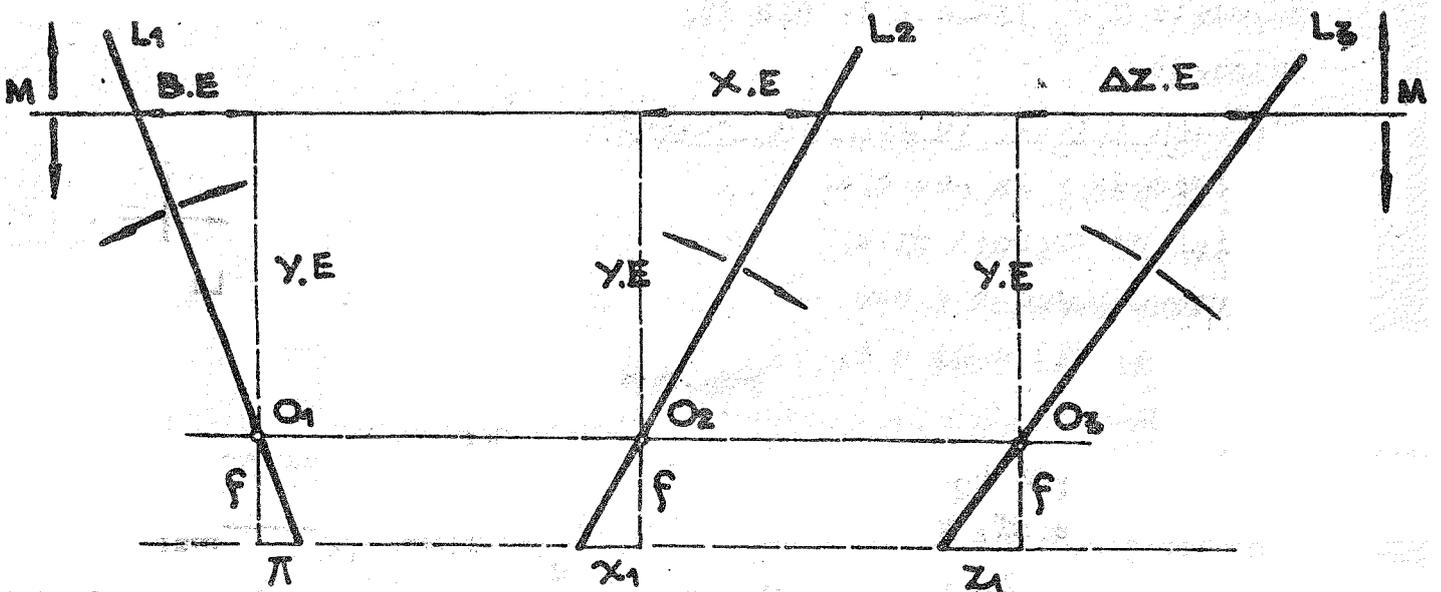


FIGURA 2

Obsérvese en la figura que la regla M-M (sobre la que se miden los segmentos B.E, X y ΔZ), obligada a mantenerse a la distancia Y de la recta determinada por los centros de giro $O_1 O_2 O_3$, pedría ser única para los 3 ábacos.

B)- RELACIONAMIENTO DE LOS ABACOS CON EL ESTEREOCOMPARADOR. Concepción de un estereorestituidor terrestre.

Con los elementos de trabajo disponibles hasta ahora, las operaciones de gabinete que demanda la restitución de cada punto P son:

1. Medición de $x_1 z_1$ y π en el Estereocomparador.
2. Transporte de estos segmentos a los ábacos.
3. Con ayuda de estos últimos, determinación de Y, X, ΔZ .

Las 3 operaciones quedarían integradas

en una sola si fuera posible interconectar de alguna manera los carros móviles del estereocomparador con las reglas giratorias de los ábacos.

I)- Solución para la planimetría.

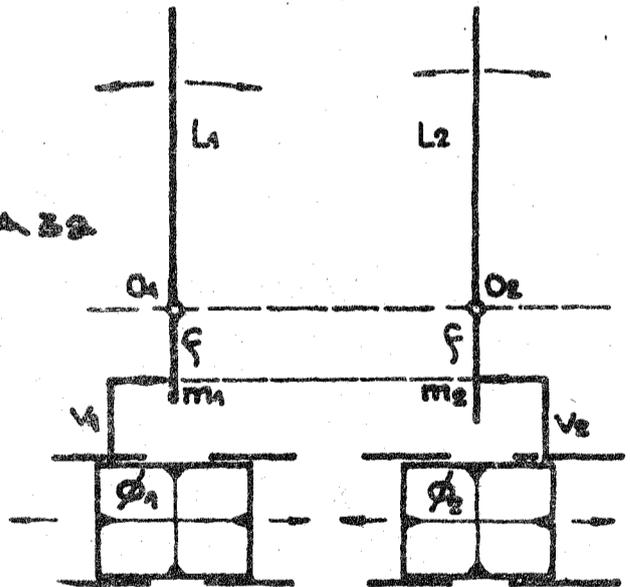
El relacionamiento precitado podría conseguirse, mecánicamente, por medio de vástagos v_1, v_2 (fig. 3 a) solidarios con los portaplacas ϕ_1, ϕ_2 , cuyos extremos hagan contacto en los bordes de las reglas L_1 y L_2 en los puntos de deslizamiento m_1 y m_2 , situados permanentemente a una distancia del segmento O_1O_2 igual a f . Las figs. 3 a y 3 b explican el montaje propuesto.

Posición inicial (o Posición "cero").

Corresponde a la posición inicial de trabajo en el Estereocomparador (ver Guía N° 4: II) - C) - 4, pág. 9).

Las reglas L_1 y L_2 son paralelas entre sí, y perpendiculares a la dirección de desplazamiento de los carros ϕ_1 y ϕ_2 .

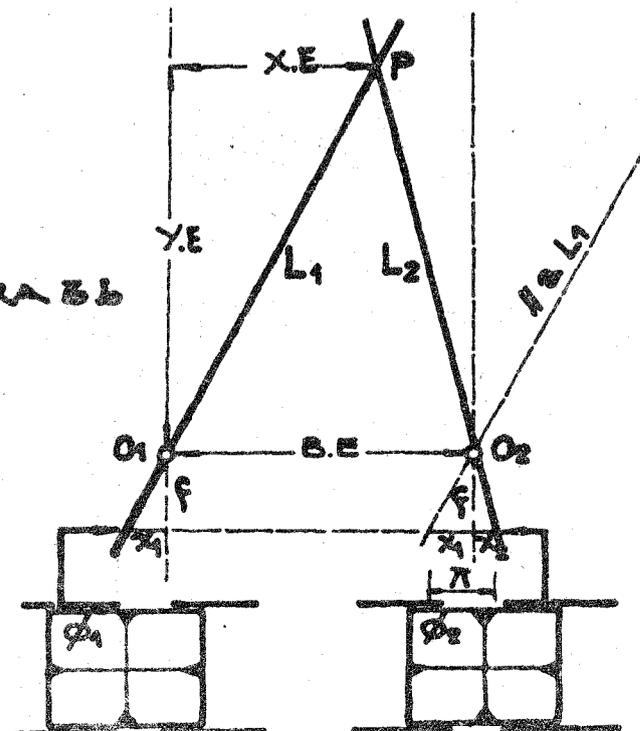
FIGURA 3a



Restitución planimétrica de P:

Los fotogramas ϕ_1 y ϕ_2 se han desplazado x_1 y x_2 respectivamente, obligando a las reglas L_1 y L_2 a tomar las posiciones indicadas. Si el segmento O_1O_2 es igual a $B.E$, en la intersección de ambas reglas se restituye la posición planimétrica de P a la escala E. [Verifíquese la analogía de la regla izquierda L_1

FIGURA 3b



(fig. 3 b) con el ábaco de las X (fig. 2, regla L_2) y de la regla derecha L_2 (fig. 3 b) con ábaco Y (fig. 2, regla L_1).

Esta solución, teóricamente sencilla, resulta en la práctica poco conveniente, pues:

- a. obliga a que la distancia entre los centros de giro O_1 y O_2 varíe con la base que se desee introducir, lo que resta estabilidad mecánica al conjunto.
- b. ubicar a P en la intersección de los bordes rectos de 2 reglas metálicas origina un problema mecánico complejo.

Para obviar estas dificultades se recurrió a un ingenioso artificio (incorporado con el tiempo a casi todos los aparatos de restitución, terrestre y aérea), consistente en dar a una de las reglas -por ejemplo la derecha L_2 - un desplazamiento arbitrario, en dirección de B, que lleve al centro de giro O_2 a ocupar la posición O'_2 (fig. 4).

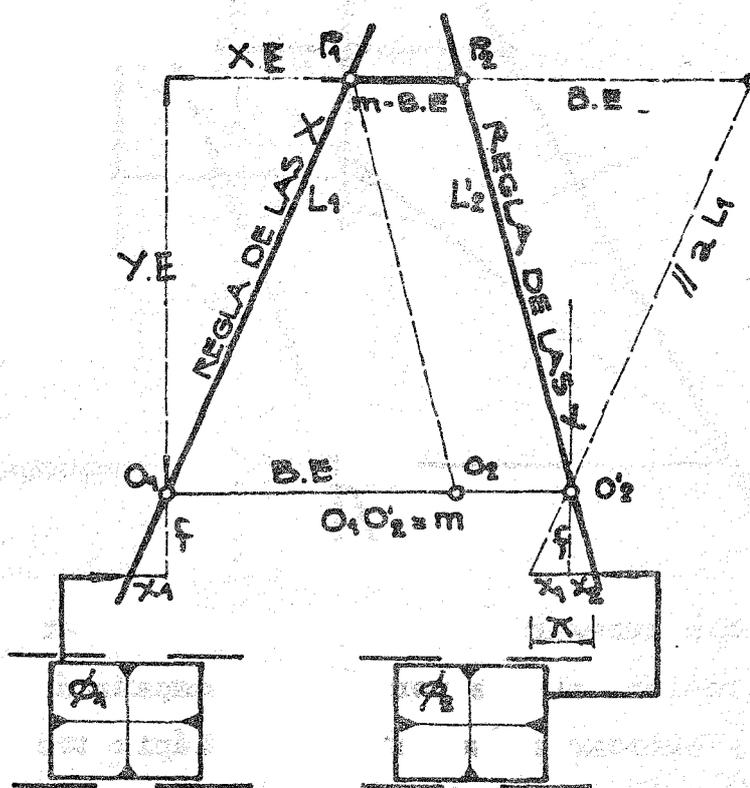


FIGURA 4

Este nuevo montaje proporciona también solución correcta al problema geométrico de la restitución planimétrica de P. Se destacan las particularidades siguientes:

- 1. La intersección P de L_1 y L_2 se ha desdoblado en los ex

- tremos P_1 y P_2 de un segmento que recibe el nombre de "segmento de restitución", cuya longitud $P_1P_2 = O_1O_2' - B.E$ (ver figura) depende del valor de la base B que corresponda al par de fotografías a restituir, y de la distancia O_1O_2' que separa a los centros de giro de las reglas.
2. Tales centros de giro tendrán ahora posiciones fijas, extremos de otro segmento de longitud $m = B.E + O_2O_2' =$ constante instrumental, cuyo valor en principio no interesa.
 3. Si el caso restituido es "normal" el segmento de restitución debe mantenerse paralelo al segmento m, cualesquiera sean las posiciones de trabajo que adopte el conjunto así armado. La fig. 5 indica cómo se mueven las 2 reglas y dicho segmento de restitución.

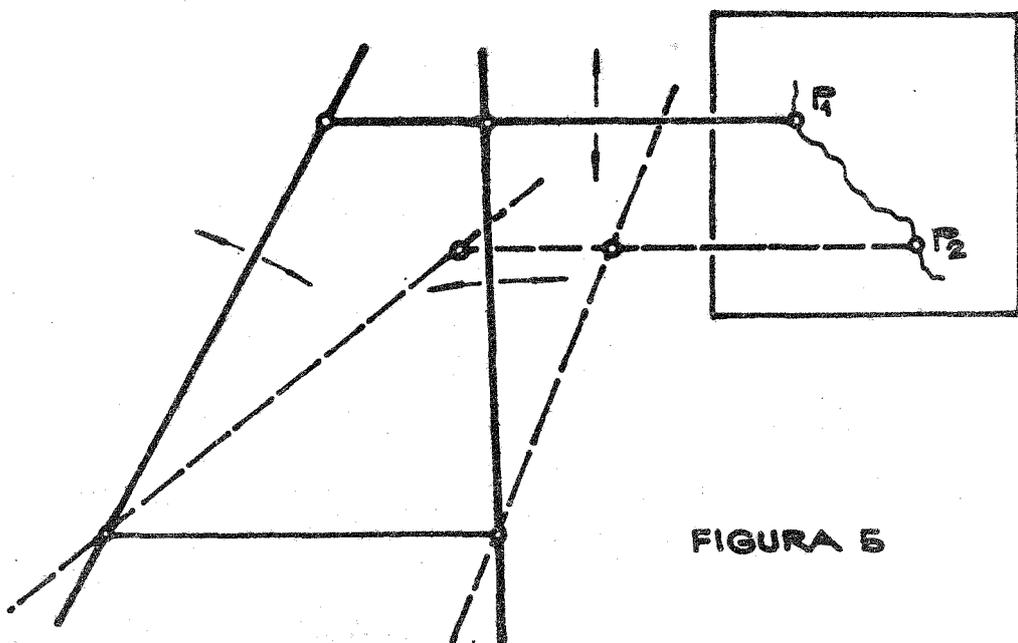


FIGURA 5

4. Con solo agregar un vástago solidario con el segmento de restitución, al que por tanto acompañará en sus movimientos, y colocar en su extremo un lápiz trazador (fig. 5), se podrá obtener gráficamente, sobre una hoja de dibujo emplazada en un tablero, la posición planimétrica de todos los puntos P_1, P_2, \dots que resulten de los sucesivos contactos estereoscópicos realizados en el grupo Estereo comparador.

II)- Solución para la altimetría.

Para relacionar mecánicamente el tercer ábaco de la fig. 2 (que proporciona ΔZ) con el carro del estereomicroscopio (o carro de las Z) del estereocomparador (cuyo movimiento corresponde a las ordenadas z_1 del fotograma ϕ_1) es necesaria recurrir a una tercera regla L_3 acodada a 90° en su punto de giro O_3 . Las figs. 6 a y 6 b explican el funcionamiento del nuevo dispositivo. (Nótese la analogía con la regla L_3 de fig. 2)

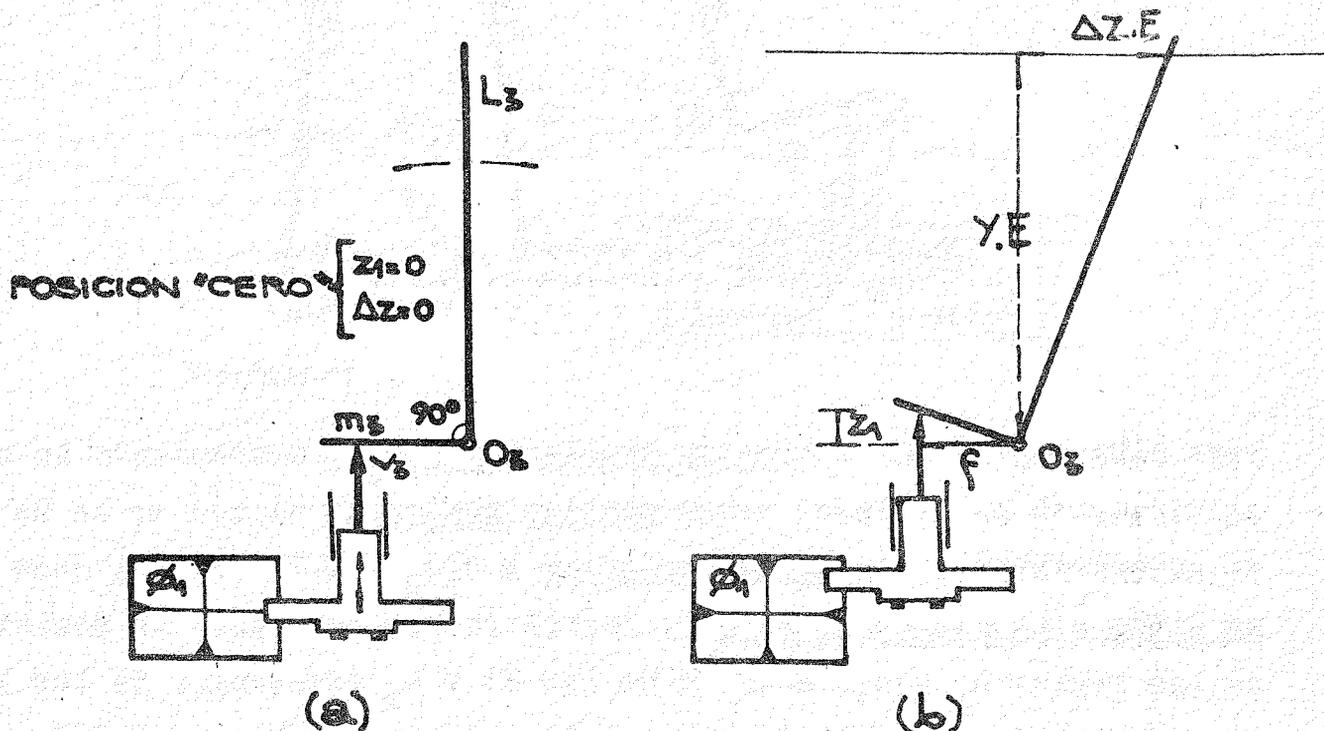


FIGURA 6

III)- Combinación de las soluciones para la planimetría y altimetría

Los dispositivos que separadamente se han explicado en los apartados I) y II) funcionan en realidad formando parte de un solo sistema mecánico (tal como lo sugieren la fig. 2 y la observación que le sigue). El aparato resultante es un estereorestituidor terrestre, y su esquema es el que aparece en la fig. 7 (Analícese detenidamente los elementos mecánicos en él representados)

IV)- Otra solución para la planimetría.

En B.I (ver fig. 4) se optó por trasladar la regla L_2 hacia la derecha, llevándola a su nueva posición $L'_2 // L_2$.

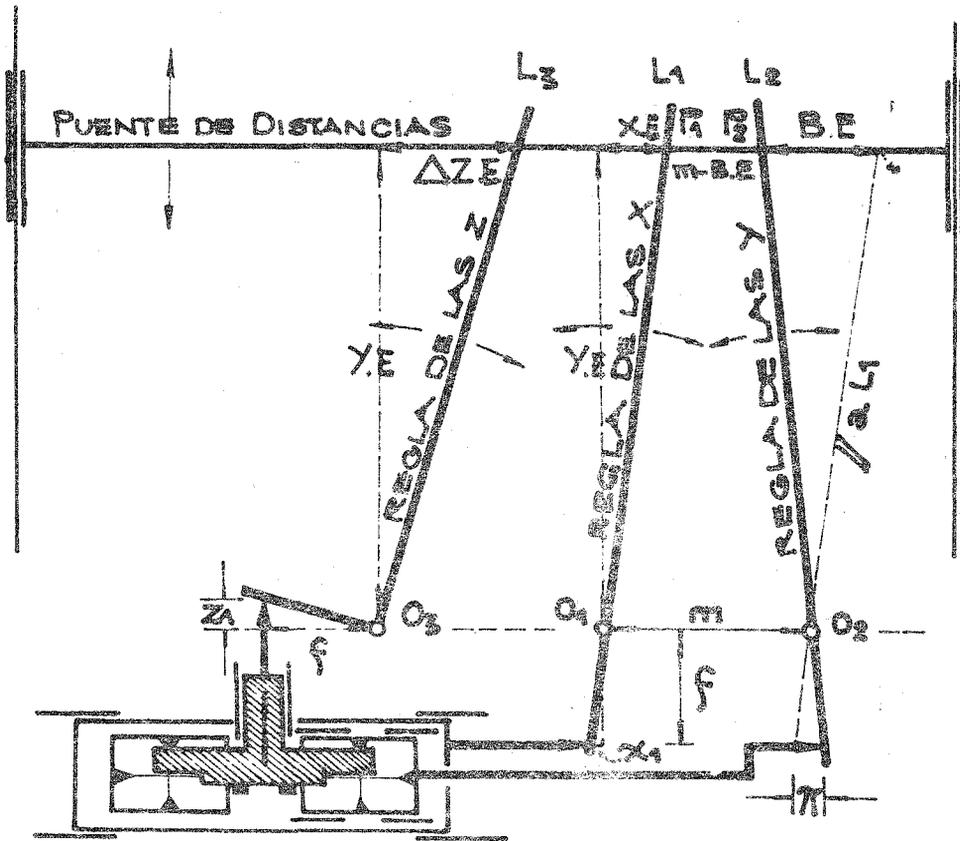


FIGURA 7

Pero nada impide que el vector traslación $O_2 O'_2$, manteniendo la misma dirección de la base, tenga sentido contrario al que se le ha dado anteriormente, y magnitud superior a $O_1 O_2 = B.E$. En tal caso O'_2 se sitúa a la izquierda de O_1 , invirtiéndose por tanto la posición de las reglas L_1 (izquierda, o de las X) y L_2 (derecha, o de las Y). El segmento de restitución tiene ahora longitud $P_1 P_2 = m + B.E$. Esta solución graficada en la fig. 8, se denomina inversa, por oposición a la anterior, llamada directa.

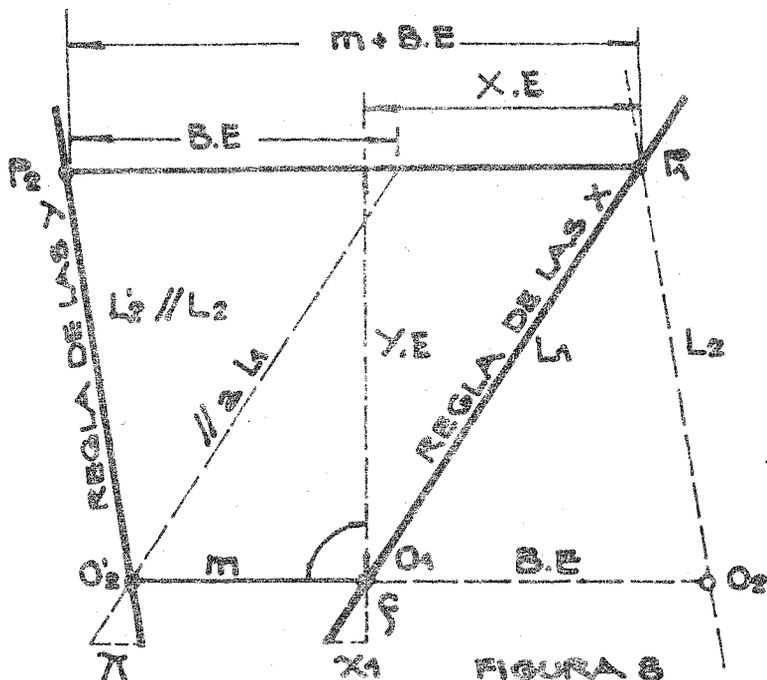
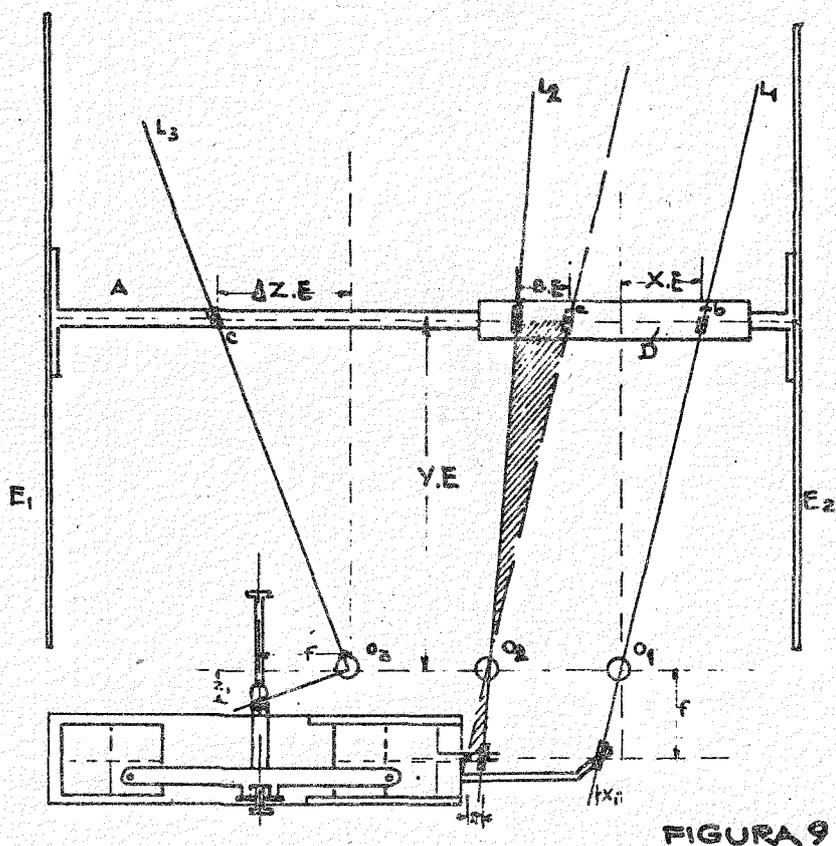


FIGURA 8

Eduardo von Orel aplicó en 1909 la solución directa en la construcción del primer aparato de restitución, el Estereocautógrafo que lleva su nombre (ver fig. 7). Durante la clase práctica se trabajará, en cambio, con un instrumento basado en la solución inversa: el Estereógrafo Mecánico IFTA-M3, íntegramente diseñado y construido en nuestro país.

C)- FUNCIONAMIENTO DEL ESTEREOGRAFO MECANICO.

La descripción de este aparato y su modo de funcionamiento deberán estudiarse en "Introducción a la Fotogrametría" pág. 77 y siguientes.



D)- OBJETO DE LA CLASE PRACTICA.

Se procurará la familiarización del alumno con el Estereógrafo Mecánico (base para la comprensión de estereorestituidores más complejos), y se explicará el funcionamiento aislado y conjunto de sus distintos mecanismos.