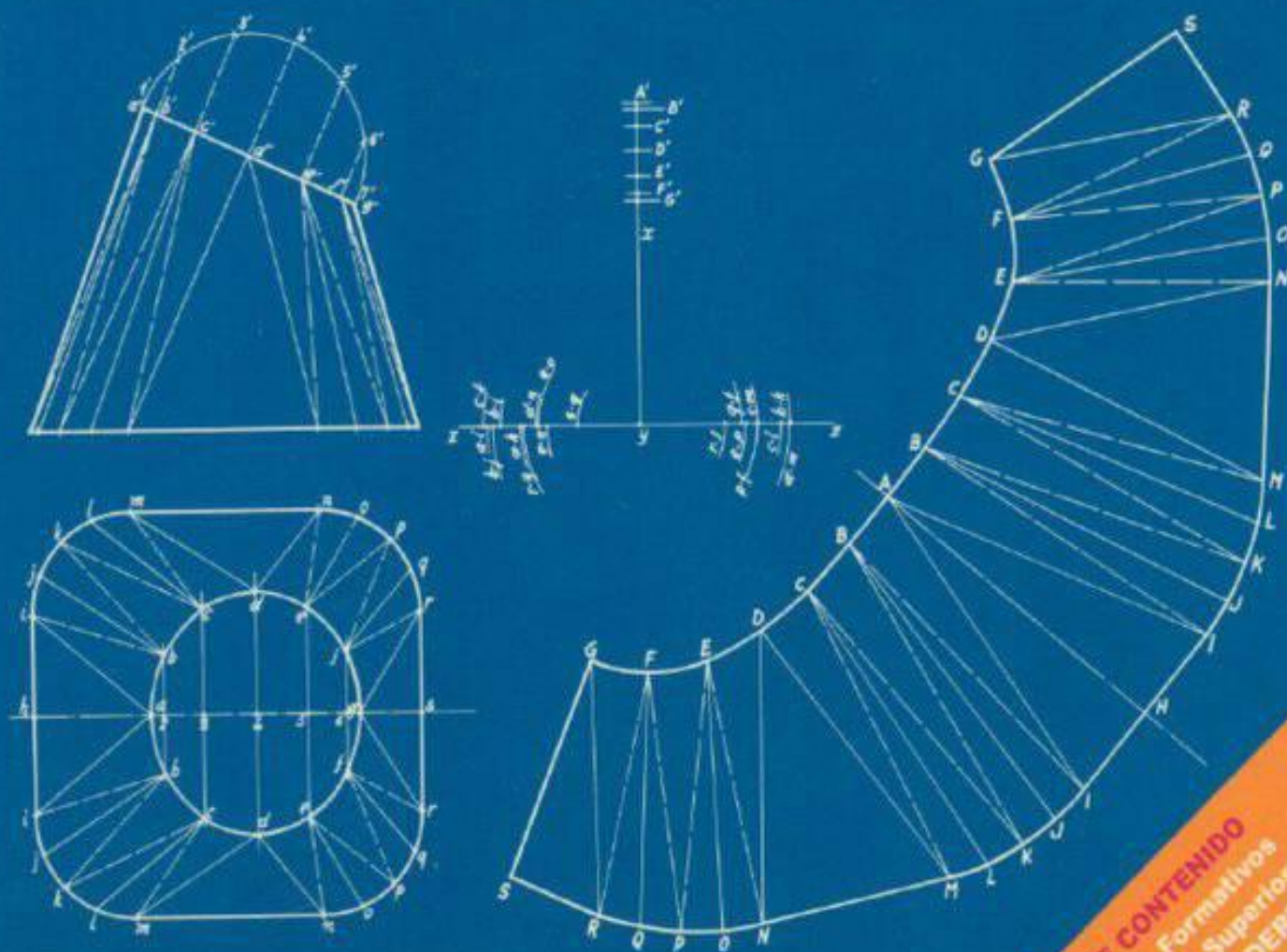


Manual práctico de desarrollos de calderería

Sencillos • Normales • Por triangulación

Antonio Olave Villanueva



ceac técnico
mecánica

TEMAS DE CONTENIDO
de los Ciclos Formativos
de Grado Medio y Superior de
SOLDADURA Y CALDERERÍA
Y CONSTRUCCIONES
METÁLICAS

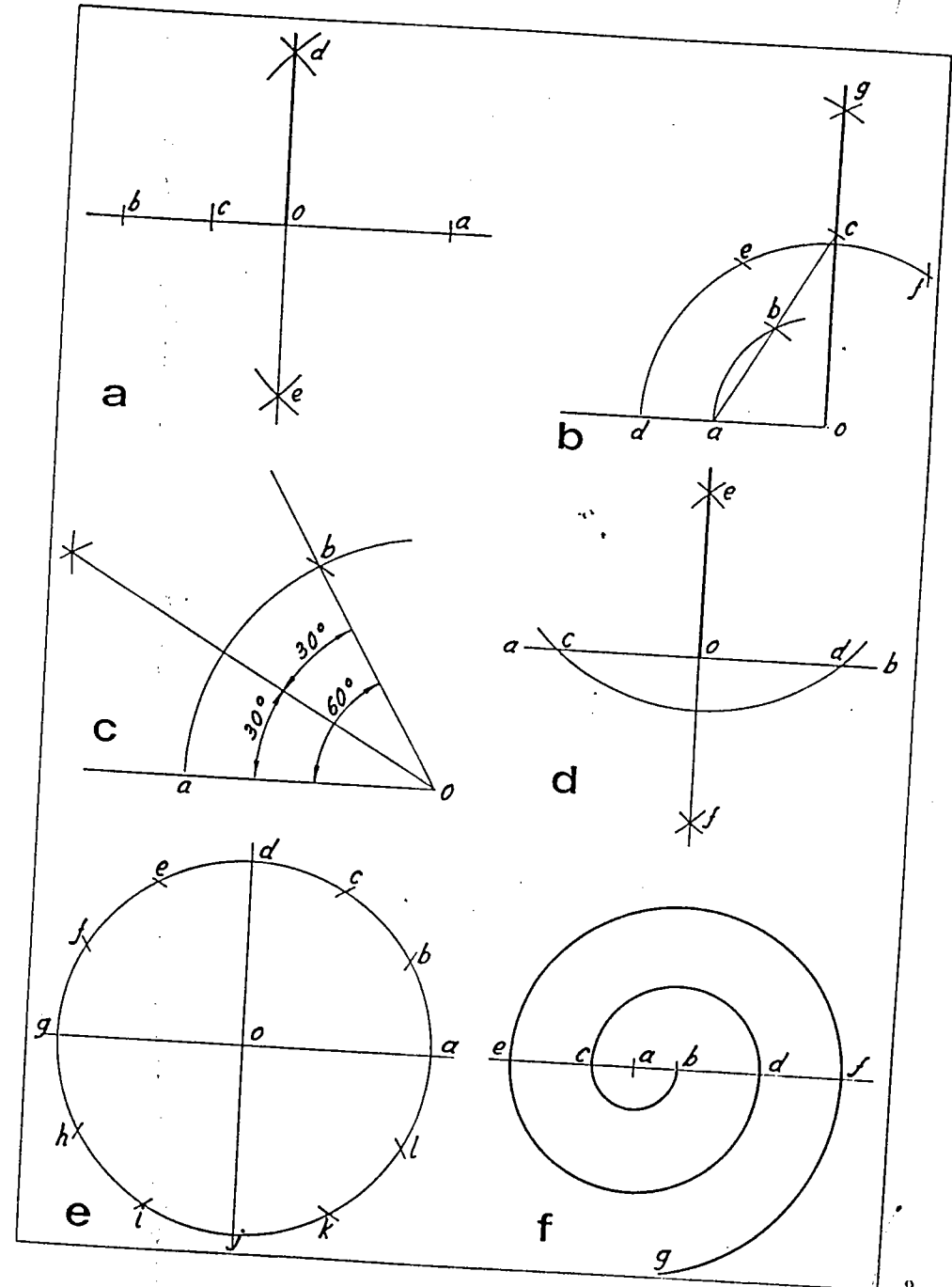
PRIMERA PARTE

Desarrollos sencillos de calderería

Antonio Jiménez Requena
Abn P - 02

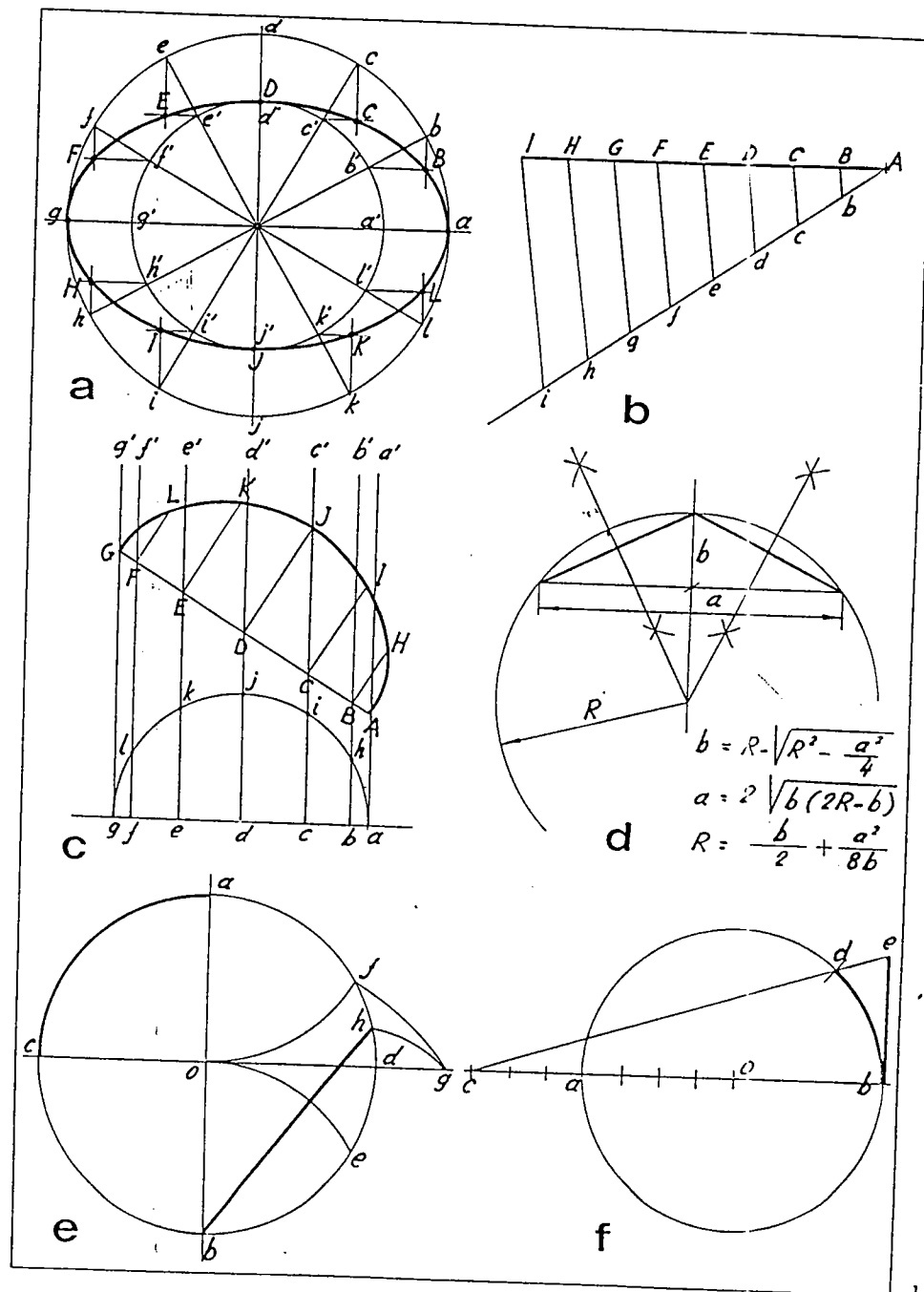
TRAZADOS FUNDAMENTALES.

- (a) Trazar a una recta, pasando por un punto determinado, una perpendicular.— Desde el punto o de una recta, marcar los puntos b, a , ambos a la misma distancia del punto o . Desde a , tomar un radio, sensiblemente mayor a la distancia $o-a$, y menor a la distancia $b-a$, el punto c en este caso. Desde a , con radio $c-a$, marcar un arco superior y otro inferior. Desde b , con el mismo radio $c-a$, trazar otro arco superior y otro inferior. Unir los puntos $d-e$, con una recta y se obtendrá la perpendicular deseada.
- (b) A una recta horizontal, trazar una perpendicular.
Primer procedimiento.— Desde el extremo o , de la perpendicular, con un radio cualquiera $d-o$, trazar un arco de circunferencia. Con el mismo radio, desde d , marcar el punto e , y desde e , marcar el punto f . Desde los puntos e, f , con el mismo radio, trazar dos arcos formando el punto g . Unir con una recta los puntos $g-o$, y obtendremos la perpendicular.
Segundo procedimiento.— Desde el extremo o de la perpendicular, con un radio cualquiera $c-a$, trazar desde a , un arco. Con el mismo radio marcar el punto b . Unir con una recta los puntos $a-b$, y prolongarla. Desde b , también con el mismo radio, marcar el punto c . Unir $c-o$ con una recta y habremos obtenido la perpendicular.
- (c) Trazar un arco de 60° .— Sobre una recta y con un radio cualquiera $o-a$, trazar un arco. Con el mismo radio, haciendo centro en a , marcar el punto b . Hacer pasar una recta por $b-o$, y el ángulo formado será de 60° . Para formar dos ángulos de 30° trazar la bisetriz a dicho ángulo.
- (d) Desde un punto determinado, trazar una perpendicular a una recta.— Desde e , trazar un arco que corte a la recta $a-b$ en los puntos c, d . De estos puntos trazando arcos marcar los puntos e, f . Uniendo estos puntos con una recta tendremos la perpendicular $o-e$.
- (e) Dividir una circunferencia en 12 partes iguales.— Trazar las perpendiculares $g-a, d-j$, pasando ambas por el centro o de la circunferencia. Desde a , con el mismo radio de la circunferencia, marcar los puntos k, c . Desde d , los puntos f, b . Desde g , los puntos e, i . Desde j , los puntos h, l .
- (f) Trazado de una espiral.— Sobre una recta $e-f$ marcar los puntos $a-b$, de distancia igual a la mitad del paso. Desde a , trazar la semicircunferencia $b-c$. Desde b , trazar la semicircunferencia $c-d$. Desde a , trazar $d-e$. Desde b , trazar $e-f$, etc.



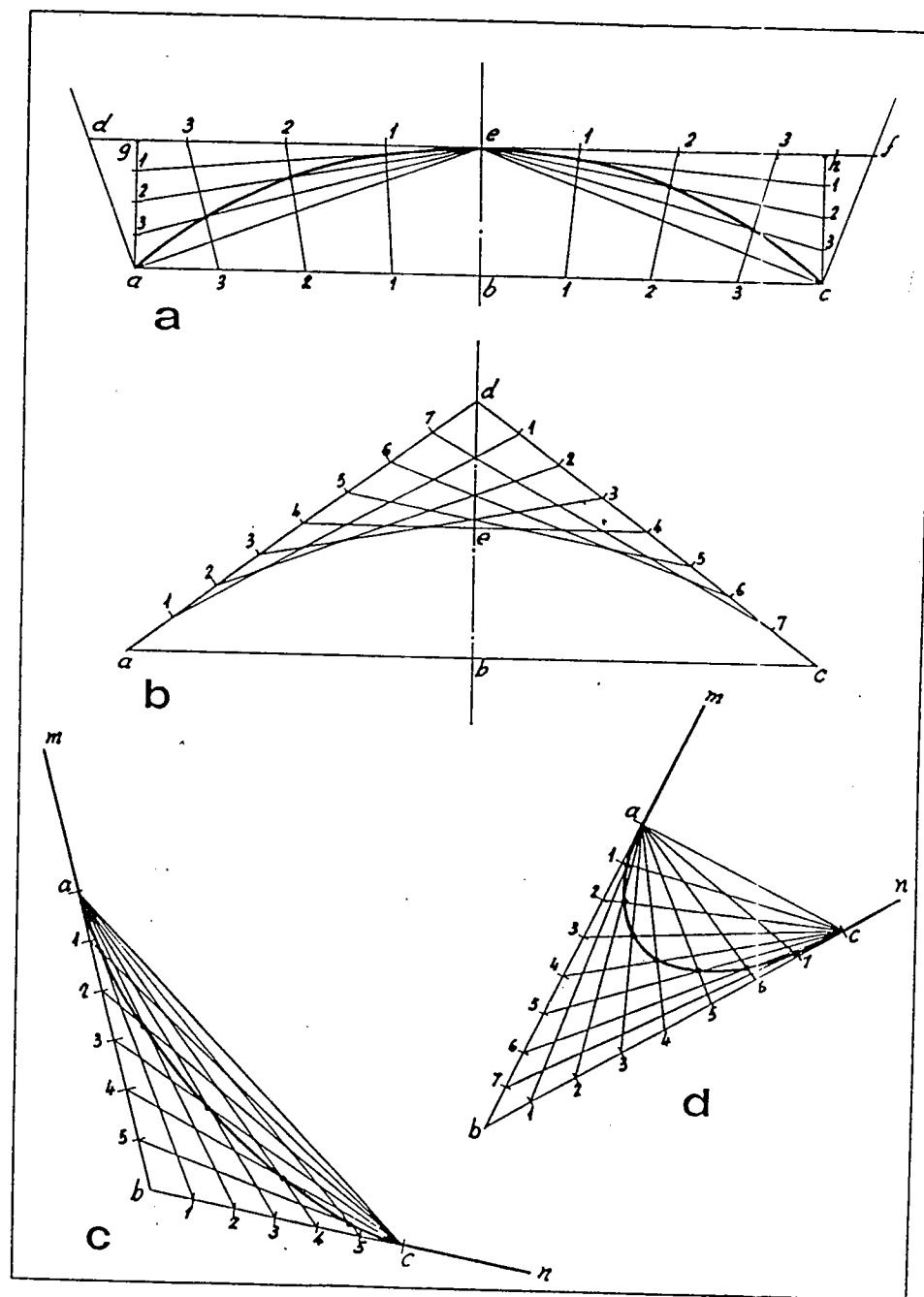
TRAZADOS FUNDAMENTALES.

- (a) Trazar una elipse conociendo las distancias máxima y mínima.— Trazar dos circunferencias concéntricas, la mayor de diámetro igual a la distancia máxima de la elipse, y la menor de diámetro igual a la distancia mínima de la elipse. Dividir la circunferencia mayor en 12 partes iguales. Unir con el centro cada una de estas divisiones. La circunferencia menor se habrá dividido también en 12 partes iguales. El punto F de la elipse lo hallaremos trazando desde el punto f una paralela al eje $d-j$, y desde f' una paralela al eje $g-a$. La intersección de estas dos rectas nos dará el punto deseado. Los demás puntos de la elipse se hallan de la misma manera.
- (b) Dividir una recta en un número de partes iguales.— Sea la recta $I-A$, a dividir en 8 partes iguales. Para ello tracemos una recta auxiliar $A-i$. Sobre dicha recta trazar 8 divisiones iguales, de una medida aproximada a las que queremos hallar. Unir los puntos i e I con una recta. A esta recta trazar paralelas que pasan por los puntos h, g, f , etc., marcando los puntos H, G, F , etc.
- (c) Trazar una elipse conociendo las distancias máxima y mínima.— Sobre una recta $g-a$ trazar una semicircunferencia de diámetro igual a la distancia mínima de la elipse y dividirla en 6 partes iguales. Trazar la recta $d-K$, y a ésta, paralelas $g-g', f-f', e-e', c-c', b-b', a-a'$. Trazar la recta $G-A$, igual a la distancia máxima de la elipse, y trazarle las perpendiculares $F-L, E-K, D-J, C-I, B-H$, de longitudes iguales a $f-l, e-k, d-j, c-i, b-h$. Unir con una curva los puntos $G-L-K-J-I-H-A$ y obtendremos la mitad de la elipse.
- (d) Hallar el centro de una circunferencia.— Trazar dos cuerdas de manera que se toquen en sus extremos y trazar perpendiculares a cada una de ellas. El punto en que se encuentren dichas perpendiculares será el centro de la circunferencia.
- (e) Trazar una recta de igual medida que la cuarta parte de una circunferencia determinada.— Desde el punto a trazar el arco $f-o$. Desde b , trazar el arco $o-e$, y también el arco $f-g$. Desde e , trazar el arco $h-g$. Unir $h-b$, que será en línea recta la longitud del cuadrante $c-a$.
- (f) Trazar una recta de igual medida que un arco cualquiera de una circunferencia dada.— Dividir el radio $a-o$ en 4 partes iguales y prolongar este radio marcando 3 partes más iguales a las anteriores marcando el punto c . Trazar una recta desde c hasta d , prolongándola. Desde el punto b , levantar una perpendicular hasta e . La distancia $b-e$, tendrá la misma medida que el arco $b-d$.



TRAZADOS FUNDAMENTALES.

- (a) Trazar un arco de circunferencia de grandes magnitudes, conociendo la cuerda y su flecha.— Trazar una horizontal $a-b-c$, igual a la cuerda. Desde el centro b de la misma levantar una perpendicular $b-e$, igual a la flecha. Unir $a-e$ por una recta y también $e-c$. A estas dos rectas levantarles las perpendiculares $a-d$, $c-f$, respectivamente. Por el punto e hacer pasar una recta $d-f$, que sea paralela a la recta $a-c$. A la recta $a-c$ levantar las perpendiculares $a-g$, $c-h$. Dividir las distancias $d-e$, $e-f$, en cuatro partes iguales. También las distancias $a-b$, $b-c$, $a-g$, $c-h$. Numerar las divisiones tal y como se indica en la figura. Unir el punto 1 de $a-b$ con el punto 1 de $d-e$, por medio de una recta. Unir el punto 1 de $g-a$ con el punto e , por medio de otra recta. La intersección de estas dos rectas nos dará un punto de la circunferencia que queremos hallar. Los demás puntos hallarlos de la misma manera.
- (b) Otro procedimiento.— Trazar una horizontal $a-b-c$, igual a la cuerda. Desde el centro b levantar una perpendicular $b-d$, igual al doble de la flecha. El punto e irá en el centro. Unir $a-d$ y también $d-c$, y dividir en partes iguales, las dos rectas en el mismo número. Unir el 1 de la recta $a-d$ con el 1 de $d-c$, el 2 con el 2 y así sucesivamente.
- (c) Unir dos rectas por una curva proporcional. (Las dos rectas forman un ángulo mayor de 90°).— Prolongar las rectas $m-a$, $n-c$ hasta el punto de intersección b . Dividir las distancias $a-b$, $b-c$ en el mismo número de partes iguales. Unir el punto a con todos los puntos de la recta $b-c$. Unir el punto c con todos los de la recta $a-b$. Las intersecciones de las rectas de igual número nos darán puntos de la curva.
- (d) Unir dos rectas por una curva proporcional. (Las dos rectas forman un ángulo menor de 90°).— Seguir el mismo método empleado en el apartado c.



DIÁMETROS EXTERIOR, INTERIOR Y NEUTRO.

Si observamos una virola cilíndrica construída en chapa de un espesor e determinado, apreciaremos dos diámetros, el exterior que será el que coincida con la cara externa de la virola y el interior que coincide con la cara interna.

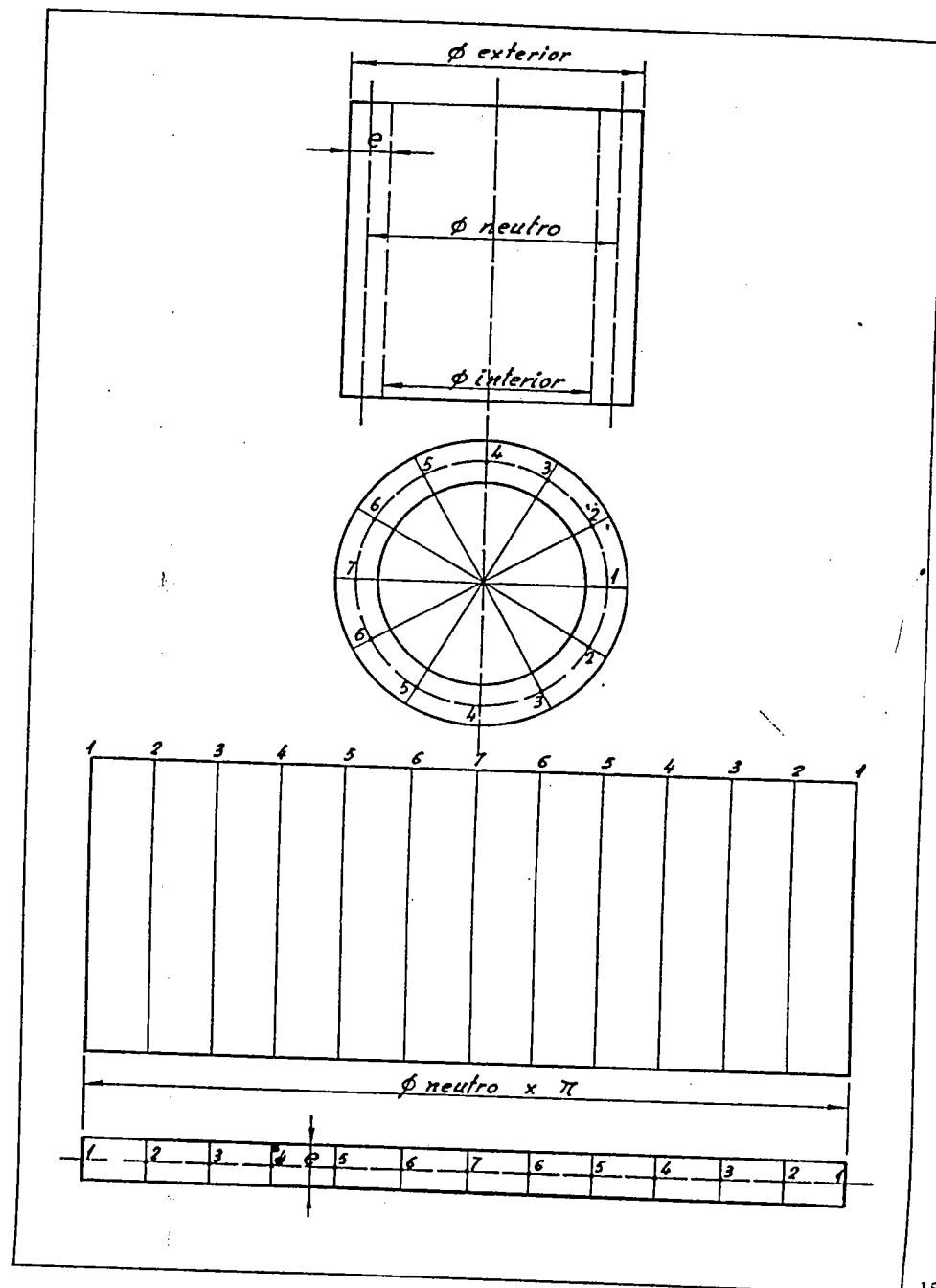
Si nosotros queremos construir dicha virola sobre una chapa de un espesor que coincida con e , tendremos que trazar el desarrollo del cilindro que forma la virola, cuyo desarrollo será, *diámetro $\times 3,14$* .

El diámetro que nosotros tenemos que emplear no es ninguno de los que apreciamos a simple vista, interior y exterior. Tenemos que emplear otro formado por una línea o plano imaginario que coincida con el plano central del espesor de la chapa y, por lo tanto, estará a la misma distancia del diámetro exterior que del interior y llamaremos diámetro o plano neutro.

Aunque en el caso anterior se emplea el diámetro neutro para el desarrollo, hay otros casos en que se emplean diámetros o planos interiores, y también exteriores.

Diámetro neutro = Diámetro exterior - espesor de chapa.

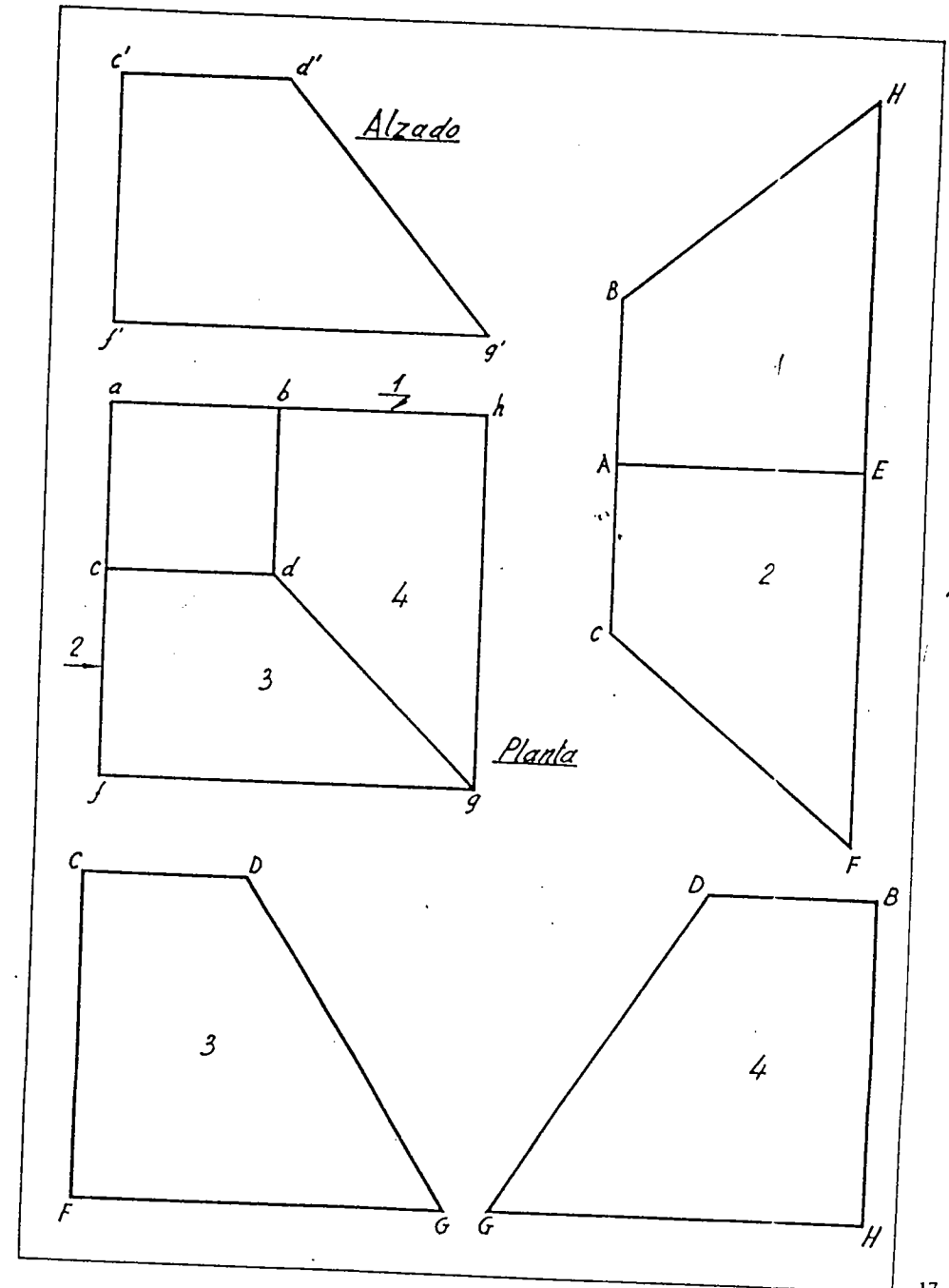
" " = Diámetro interior + espesor de chapa.



CAMPANA DE FRAGUA DE PAREDES LISAS.

Trazar las vistas de alzado y planta según las dimensiones interiores.

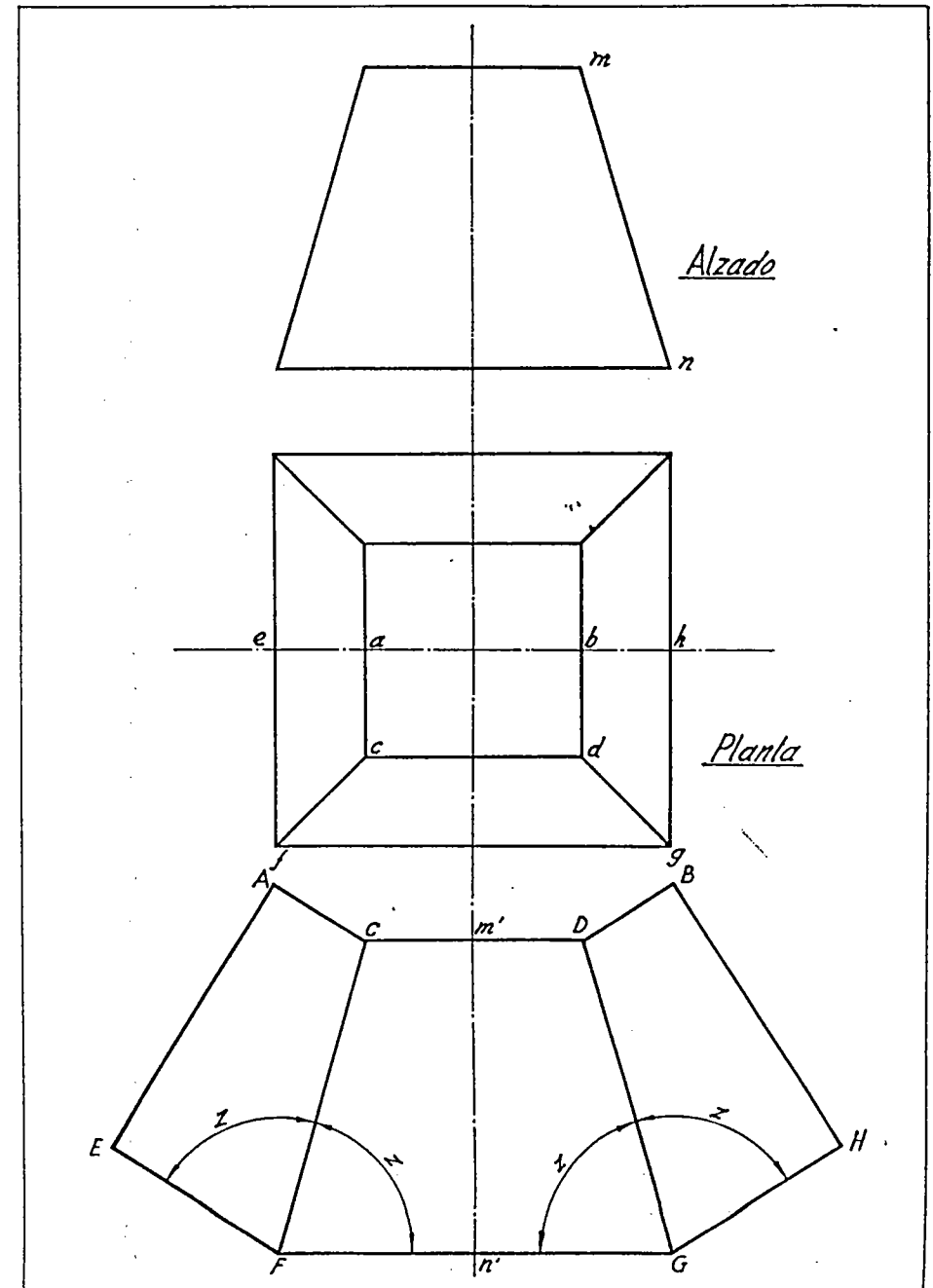
- Desarrollo del lateral n.º 1 .— La distancia $E-H = a-h$, de la planta. La distancia $E-A = f'-c'$, del alzado. El ángulo $H-E-A$ será de 90° . La distancia $A-B = a-b$ de la planta y paralela a $E-H$. Unir $B-H$.
- Desarrollo del lateral n.º 2 .— Sobre la prolongación de $H-E$, trazar $E-F = a-f$. $A-C = a-c$, de la planta y paralela a la recta $E-F$. Unir $C-F$.
- Desarrollo del lateral n.º 3 .— La recta $F-G = f-g$ de la planta. La distancia $F-C = F-C$ del desarrollo del lateral n.º 2. El ángulo $C-F-G$ será de 90° . La distancia $C-D = c-d$ de la planta y paralela a $F-G$. Unir $D-G$.
- Desarrollo del lateral n.º 4 .— La distancia $G-H = g-h$ de la planta. La distancia $H-B = H-B$ del desarrollo del lateral n.º 1. El ángulo $B-H-G$, será de 90° . La distancia $B-D = b-d$ de la planta, y paralela a $G-H$. Unir $D-G$.



CAMPANA DE FRAGUA DE PAREDES LISAS.

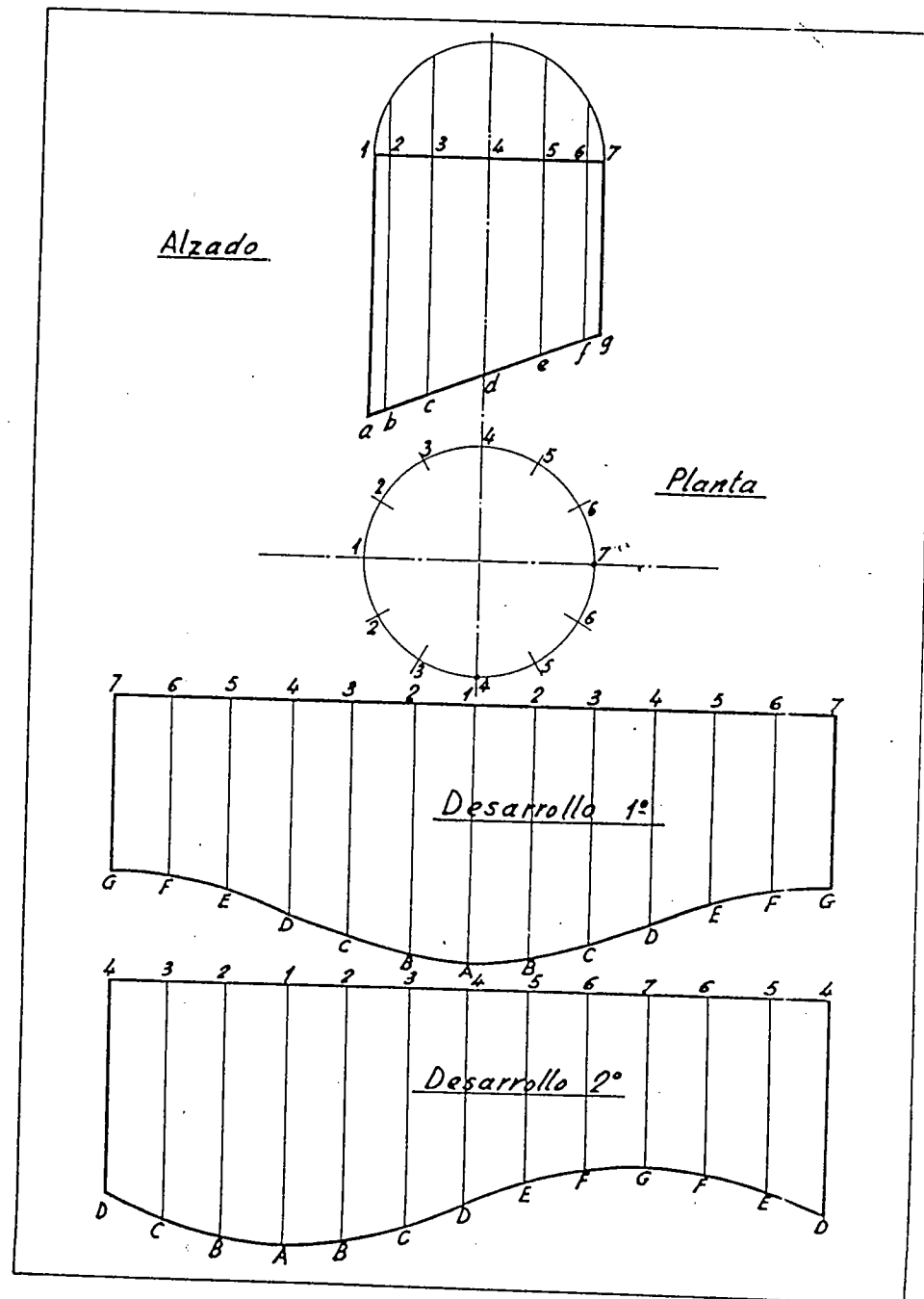
Trazar las vistas de alzado y planta según las dimensiones interiores.

- Semidesarrollo.— La distancia $F-n'-G = f-g$ de la planta. La perpendicular $n'-m = n-m$ del alzado. La distancia $C-m'-D = c-d$ de la planta, y paralela a $F-n'-G$. Unir $D-G$, $C-F$. Trazar el ángulo $D-G-H = D-G-F$. Trazar $G-H = g-h$ de la planta. Trazar $D-B = d-b$ de la planta, y paralela a $C-H$. Unir $B-H$. Trazar el ángulo $C-F-E = C-F-G$. Trazar $F-E = f-e$ de la planta. Trazar $A-C = a-c$ de la planta, y paralela a $E-F$. Unir $A-E$.



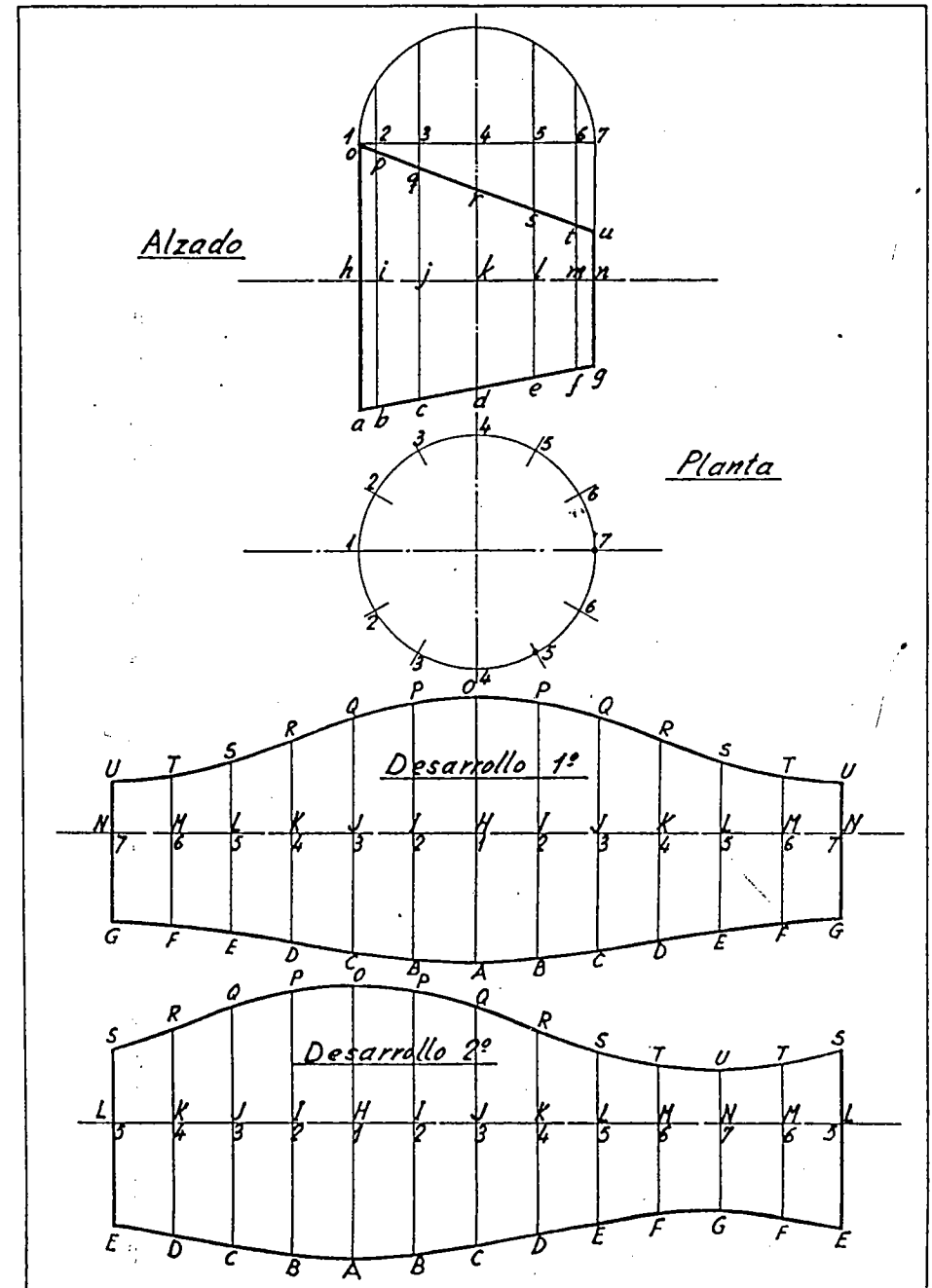
CILINDRO DE SECCION CIRCULAR, CON UNA DE LAS BASES CIRCULARES Y LA OTRA ELIPTICA POR NO SER PARALELA A LA SECCION DEL CILINDRO.

- Trazado.— Trazar en diámetro neutro la figura en vistas de alzado y planta. Dividir la planta en 12 partes iguales. De estas divisiones subir perpendiculares a la base circular de la vista en alzado.
- Desarrollo 1.º.— Trazar una recta igual al desarrollo de la sección del cilindro y dividir en 12 partes iguales. Considerando la unión en el punto 7, este punto corresponderá a los dos extremos de la recta, y a continuación irán (de izquierda a derecha) los puntos 6-5-4, etc. De estos puntos bajar perpendiculares cuyas medidas: $7-G = 7-g$ del alzado; $6-F = 6-f$; $5-E = 5-e$, etc. Unir $G-F-E-D$, etc. con una curva.
- Desarrollo 2.º.— Para realizar este desarrollo considerar la unión en el punto 4 de la vista en planta. Hacer el desarrollo de la misma forma que el anterior.



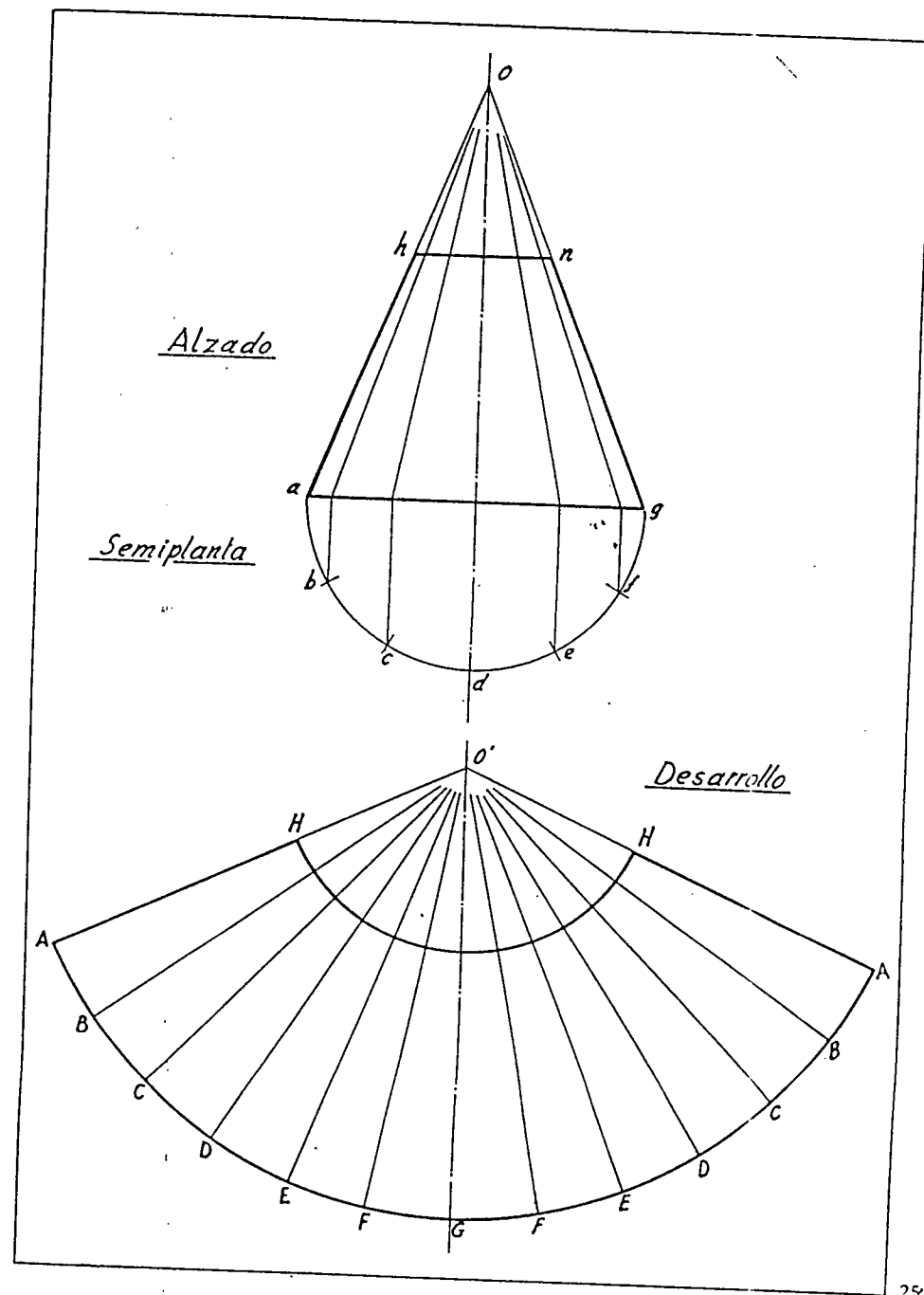
CILINDRO DE SECCION CIRCULAR, CON LAS DOS BASES ELIPTICAS POR NO SER PARALELAS A LA SECCION DEL CILINDRO.

- Trazado.— Trazar en diámetro neutro la figura, en vistas de alzado y planta. Trazar al eje del cilindro la perpendicular $h-n$. Dividir la planta en 12 partes iguales. De las divisiones de la planta, subir paralelas al eje $r-d$ del cilindro.
- Desarrollo 1.º.— Trazar una recta igual al desarrollo de la sección del cilindro y dividirla en 12 partes iguales. Considerando la unión en el punto 7, este punto corresponderá a los dos extremos de la recta, y a continuación irán (de izquierda a derecha) los puntos 6-5-4, etc. Por estos puntos hacer pasar perpendiculares cuyas medidas sean: Por la parte superior de la recta: $N-U = n-u$ del alzado, $M-T = m-t$, $L-S = l-s$, $K-R = k-r$, etc. Por la parte inferior de la recta: $N-G = n-g$ del alzado, $M-F = m-f$, $L-E = l-e$, etc. Unir $U-T-S-R$, etc. con una curva. Unir $G-F-E-D$, etc. con otra curva.
- Desarrollo 2.º.— Para realizar este desarrollo considerar la unión en el punto 5 de la vista en planta. Hacer el desarrollo de la misma forma que el anterior.



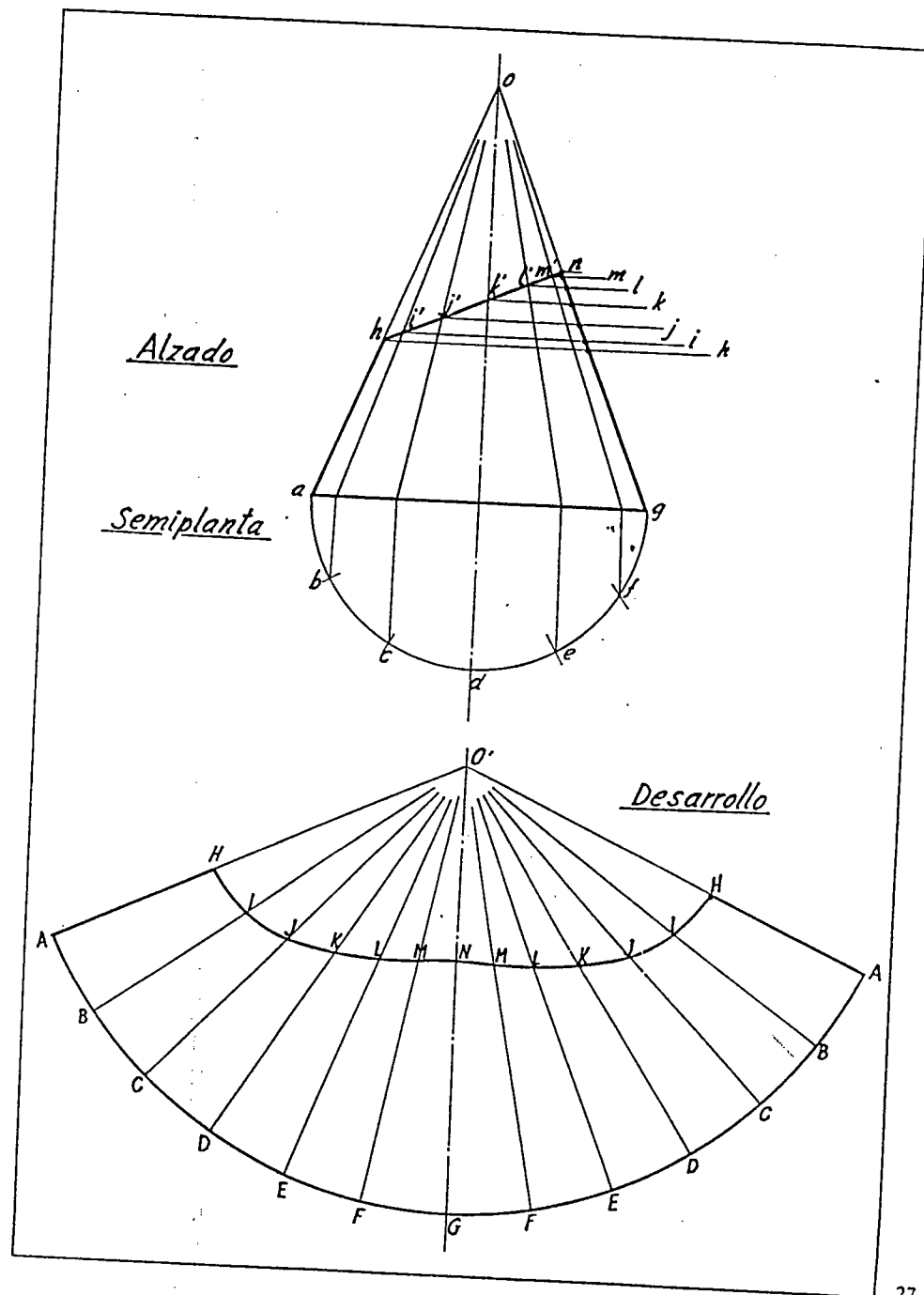
VIOLA TRONCO-CONICA DE EJÉ PERPENDICULAR A LAS BASES.
Bases circulares y paralelas.

- **Trazado.**— Trazar las vistas de alzado y semiplanta según diámetros neutros de las bases. Trazar el vértice del cono que inserta a la figura.
- **Desarrollo.**— Tomar la generatriz $o-a$ como radio, y desde O' como centro trazar un arco $A-B-C-D-E$, etc. de longitud igual al desarrollo del diámetro neutro de la base mayor. Unir los dos extremos A con el vértice O' . Tomar la distancia $a-h$ de la generatriz $o-a$ de la vista en alzado, y marcar la distancia $A-H$. Tomar el radio $O'-H$ y trazar el radio $H-H$.



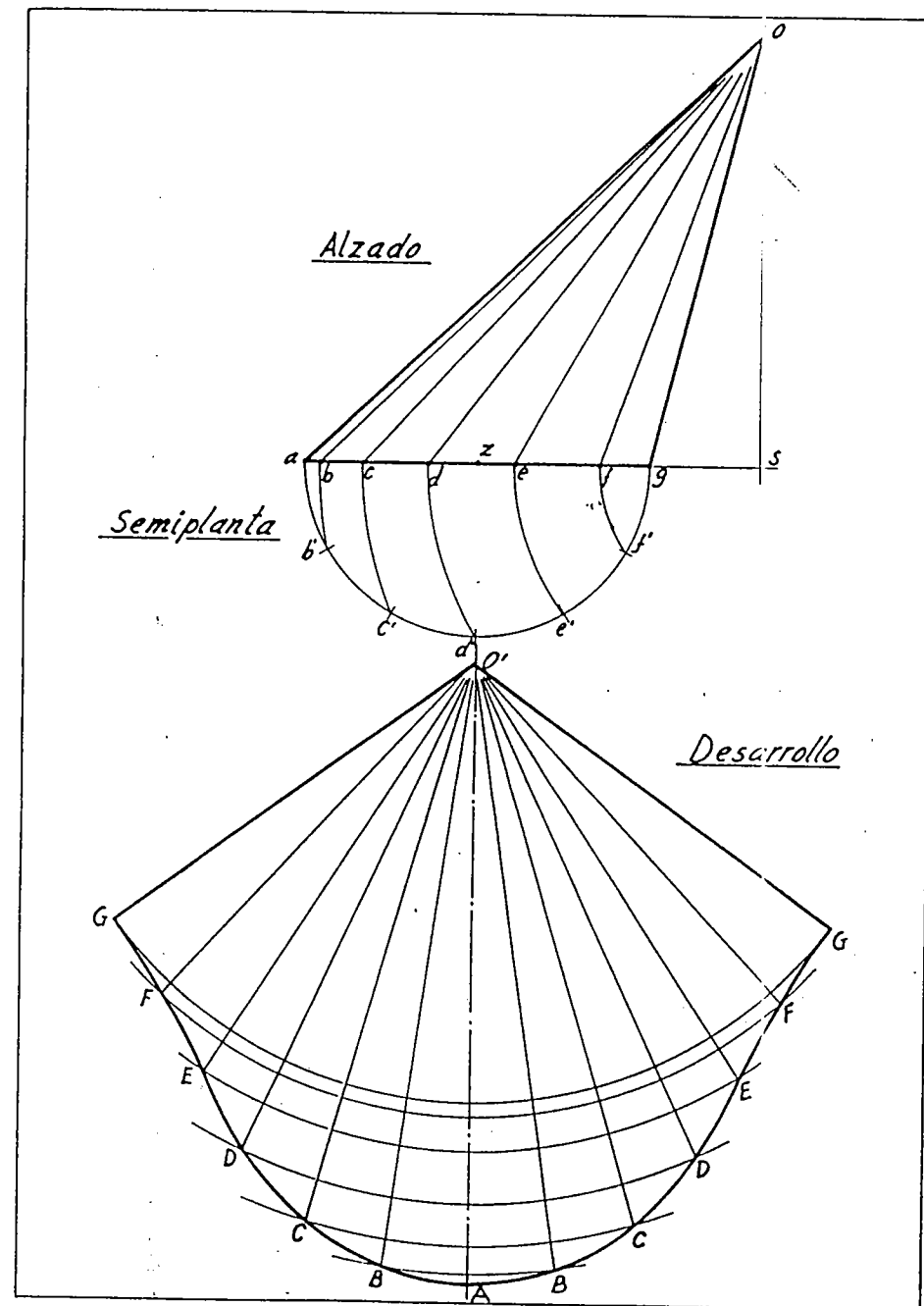
VIOLA TRONCO CONICA DE EJE PERPENDICULAR A LA BASE INFERIOR CIRCULAR. BASE SUPERIOR ELIPTICA Y NO PARALELA A LA INFERIOR.

- Trazado .- Trazar las vistas de alzado y semiplanta según diámetro neutro de la base mayor. Trazar el vértice del cono que inserta a la figura. Dividir la semiplanta en 6 partes iguales. Desde estos puntos trazar paralelas al eje hasta la base. Unir estos puntos de la base con el vértice. Sobre la generatriz $o-g$, marcar los puntos n, m, l, k, j, i, h .
- Desarrollo .- Tomar la generatriz $o-a$ como radio, y desde O' trazar un arco de longitud igual al desarrollo del diámetro neutro de la base mayor, y dividir en 12 partes iguales y unirlos con el vértice por medio de generatrices. Marcar $O'-N = o-n$, $O'-M = o-m$, $O'-L = o-l$, $O'-K = o-k$, $O'-J = o-j$, $O'-I = o-i$, $O'-H = o-h$.



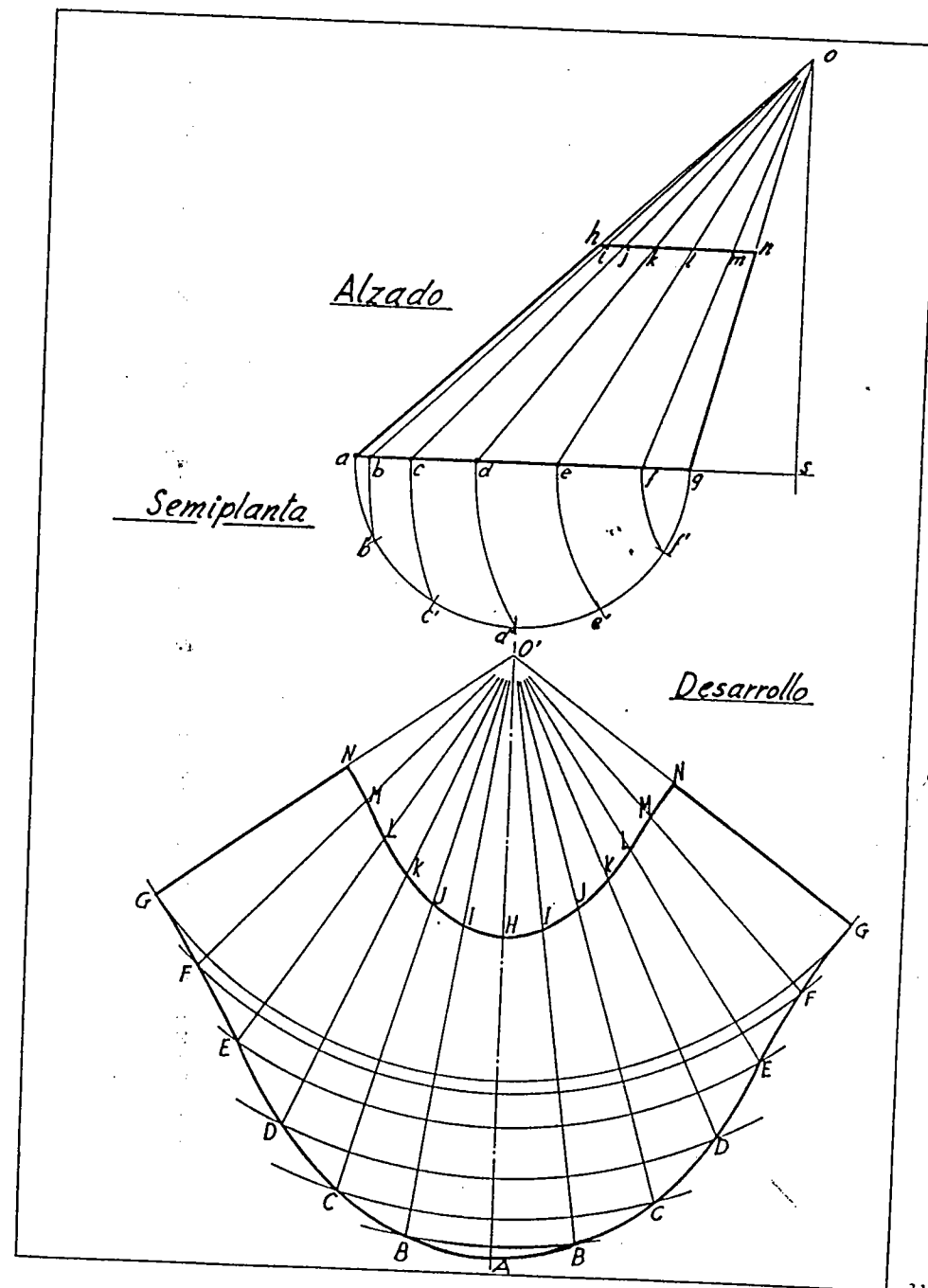
DESARROLLO DE CONO DE EJE OBLICUO A LA BASE CIRCULAR.

- **Trazado.**— Trazar la figura en vista de alzado y semiplanta, en diámetro neutro. Desde o trazar una perpendicular a la prolongación de la base $a-g$, y marcar el punto S . Dividir la semiplanta en 6 partes iguales. Desde estos puntos, haciendo centro en S , trazar arcos a la base $a-g$, marcando los puntos b, c, d, e, f , que unidos al vértice o nos darán en verdadera magnitud las distancias de las generatrices que corresponden a los puntos b', c', d', e', f' .
- **Desarrollo.**— Tomar la generatriz $o-a = O'A$, $o-b = O'B$, $o-c = O'C$, $o-d = O'D$, $o-e = O'E$, $o-f = O'F$, $o-g = O'G$, etc. Las distancias $A-B-C-D$, etc. se tomarán de la semiplanta, con regla flexible, de las distancias $a-b'-c'-d'$, etc.



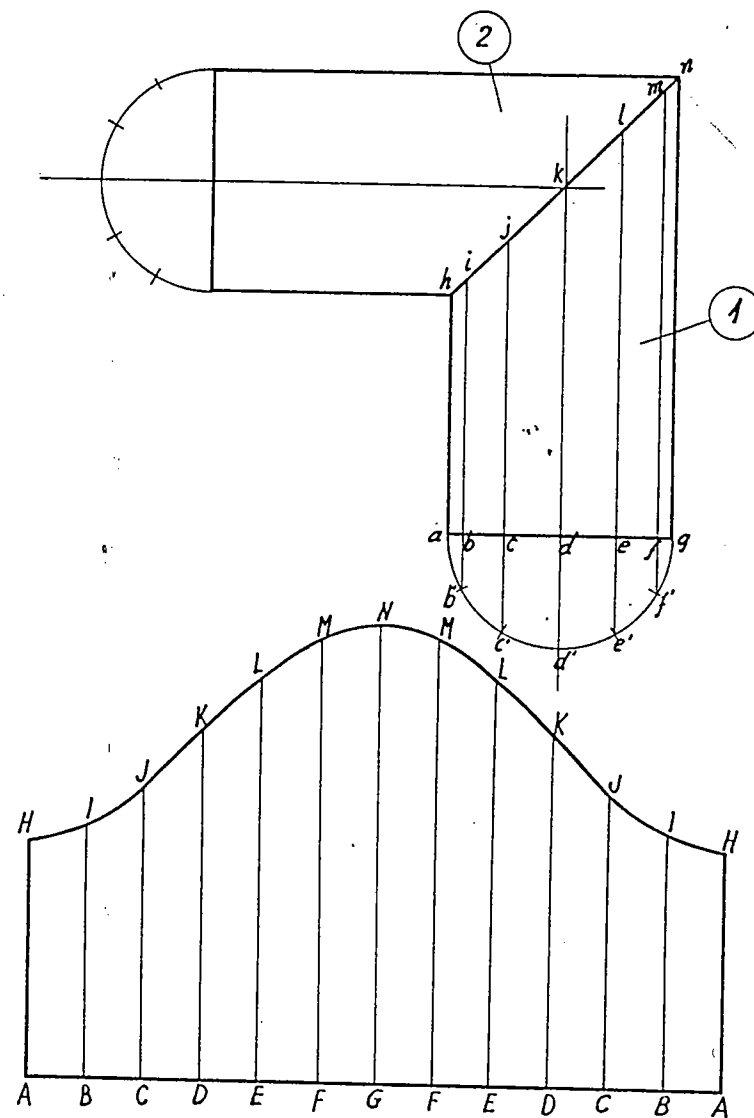
TOLVA EN FORMA DE CONO TRUNCADO, EJE OBLICUO A BASES CIRCULARES Y PARALELAS.

- Trazado.— Trazar la figura en vista de alzado, en semiplanta y en diámetro neutro. Prolongar las generatrices $a-h$, $g-n$ hasta encontrar el punto o . Desde este punto trazar una perpendicular a la prolongación de la base $a-g$ y marcar el punto S . Dividir la semiplanta en 6 partes iguales. Desde estos puntos, haciendo centro en S , trazar arcos a la base $a-g$, marcando los puntos b, c, d, e, f , que unidos al vértice o , nos darán en verdadera magnitud las distancia de las generatrices que corresponden a los puntos b', c', d', e', f' .
- Desarrollo.— Tomar la generatriz $o-a = O'A$, $o-b = O'B$, $o-c = O'C$, $o-d = O'D$, $o-f = O'F$, $o-g = O'G$, etc. Las distancias $A-B-C-D$, etc. se tomarán de la semiplanta, con regla flexible, de las distancias $a-b'-c'-d'$, etc. Tomar $O'H = o-h$, $O'I = o-i$, $O'J = o-j$, $O'K = o-k$, $O'L = o-l$, $O'M = o-m$, $O'N = o-n$.



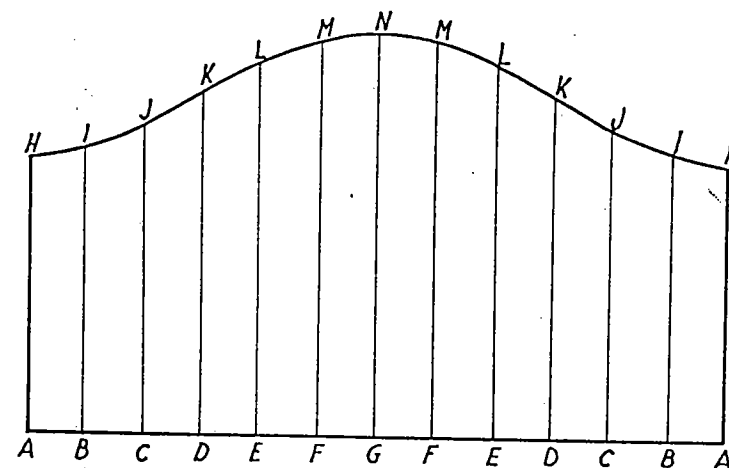
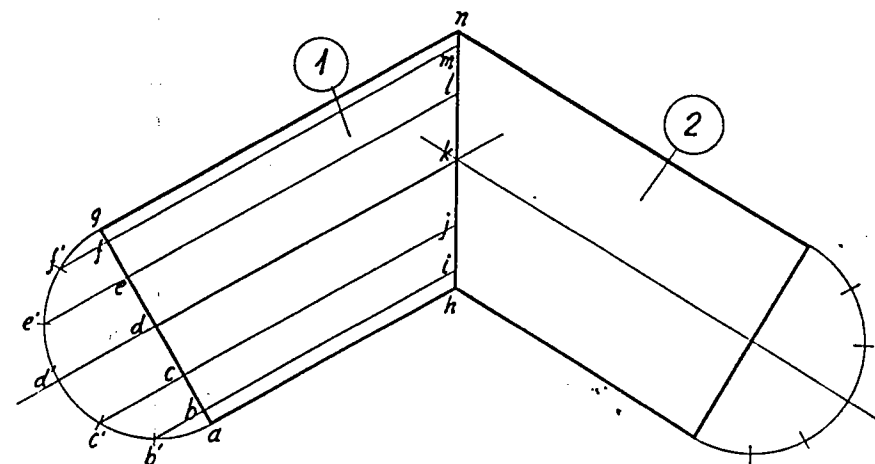
CODO FORMADO POR DOS CILINDROS CUYOS EJES FORMAN 90° .—

- Trazado.— Trazar en diámetro neutro la figura. En el cilindro n° 1 trazar la semisección y dividir en 6 partes iguales. De estas divisiones subir paralelas al eje del cilindro.
- Desarrollo.— Trazar una recta igual al desarrollo de la sección del cilindro y dividir en 12 partes iguales. Considerando la unión en la línea $a-h$, a los dos extremos de la recta les corresponderá el punto A , y a continuación irán (de izquierda a derecha) $B-C-D-E$, etc. Por estos puntos levantar perpendiculares cuyas medidas: $A-H = a-h$, $B-I = b-i$, $C-J = c-j$, etc. Unir $H-I-J-K$, etc. con una curva.



CODO FORMADO POR DOS CILINDROS CUYOS EJES FORMAN UN ANGULO SUPERIOR A 90°

- **Trazado.**— Trazar en diámetro neutro la figura. En el cilindro n.º 1 trazar la semisección y dividir en 5 partes iguales. De estas divisiones trazar paralelas al eje del cilindro.
- **Desarrollo.**— Trazar una recta igual al desarrollo de la sección del cilindro y dividir en 12 partes iguales. Considerando la unión en la línea $a-h$, a los dos extremos de la recta les corresponderá el punto A , y a continuación irán (de izquierda a derecha) $B-C-D-E$, etc. Por estos puntos levantar perpendiculares cuyas medidas: $A-H = a-h$, $B-I = b-i$, $C-J = c-j$, etc. Unir $H-I-J-K$, etc. con una curva.



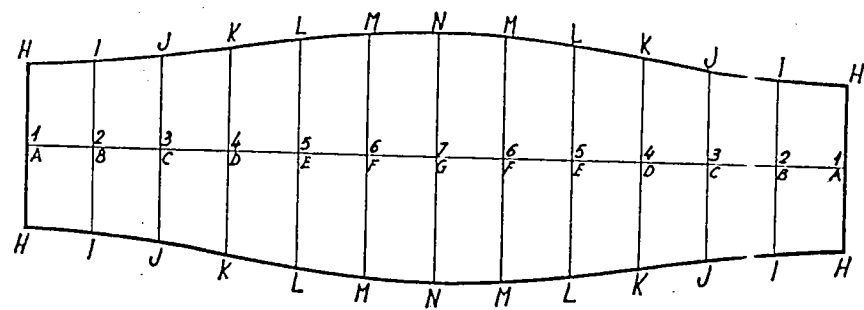
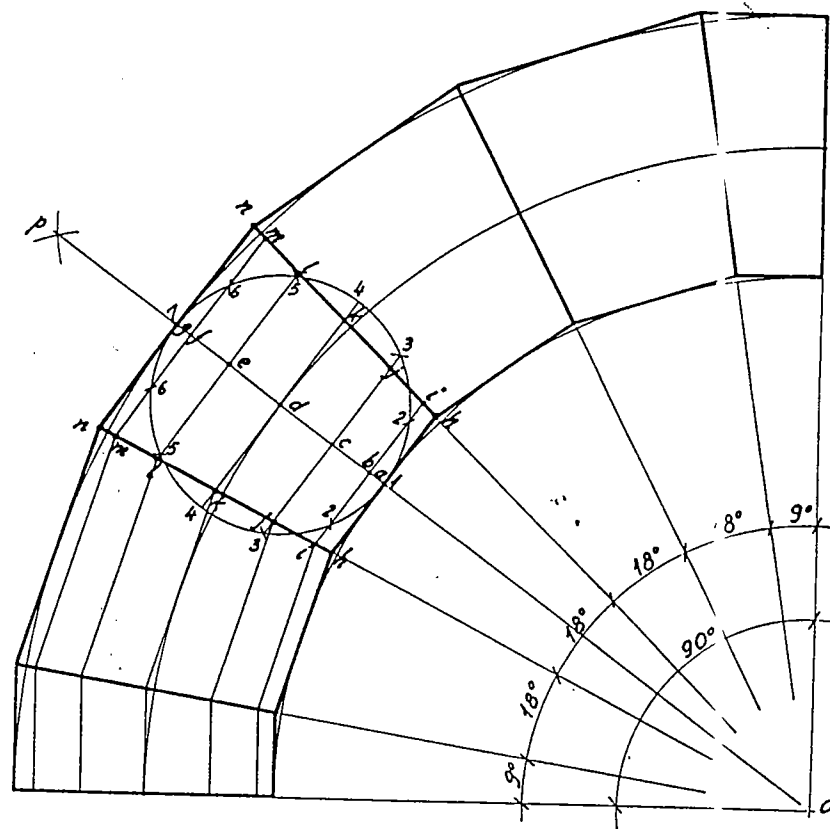
CODO A 90° EN 5 PARTES IGUALES, UNA DE ELLAS DIVIDIDA EN DOS FORMANDO LOS EXTREMOS.

- Trazado.— Trazar la figura en alzado en plano neutro. Dividir los 90° en 5 partes iguales: $90 : 5 = 18^\circ$. Una de las partes dividir en dos, $18 : 2 = 9^\circ$, que formarán los dos extremos del codo.

Trazar la sección $p-o$ a una de las virolas de 18° . Trazar una circunferencia según el diámetro neutro de la sección y dividir en 12 partes iguales. Por estas divisiones hacer pasar las rectas $m-m$, $l-l$, etc.

- Desarrollo de una virola.— Sobre una recta igual al desarrollo del diámetro neutro marcar 12 divisiones iguales. En cada división trazar las perpendiculares $H-H$, $I-I$, $J-J$, $K-K$, etc. iguales a $h-h$, $i-i$, $j-j$, $k-k$, etc.

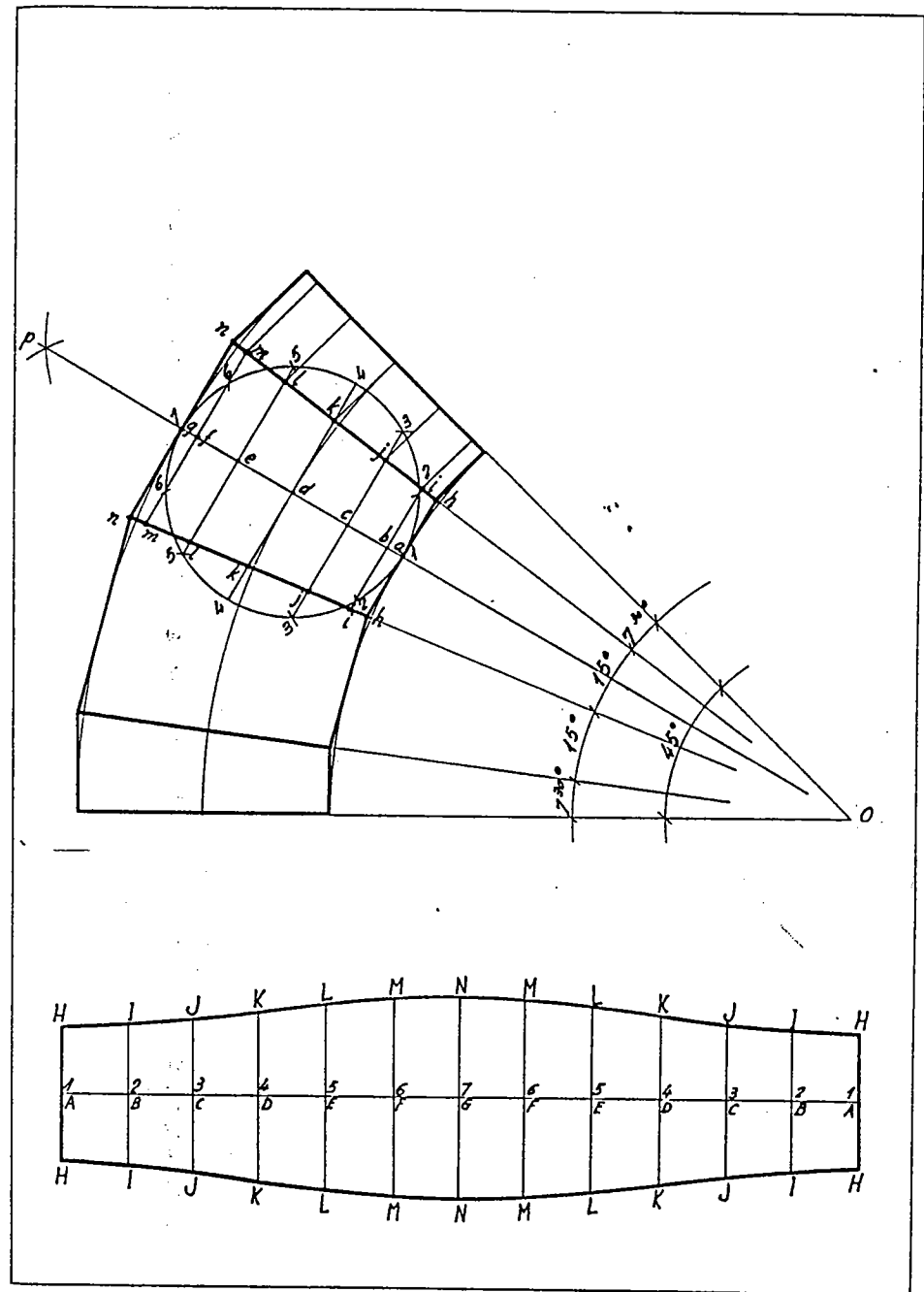
Para las dos medias virolas de los extremos, dividir una de las virolas en dos partes iguales.



CODO A 45° EN TRES PARTES IGUALES, UNA DE ELLAS DIVIDIDA EN DOS, FORMANDO LOS EXTREMOS.

CODO A 45° EN TRES PARTES IGUALES, UNA DE ELLAS DIVIDIDA EN DOS, FORMANDO LOS EXTREMOS.

- Trazado.**— Trazar la figura en alzado en plano neutro. Dividir los 45° en tres partes iguales. $45 : 3 = 15^\circ$ cada parte. Una de las partes dividir en dos: $15 : 2 = 7^\circ 30'$, en la parte que irá colocada en cada extremo del codo. Trazar la sección $p-o$ a una de las virolas de 18°. Trazar una circunferencia según el diámetro neutro de la sección y dividir en doce partes iguales. Por estas divisiones hacer pasar las rectas $m-m$, $l-l$, etc.
- Desarrollo de una virola.**— Sobre una recta igual al desarrollo del diámetro neutro marcar doce divisiones iguales. En cada división trazar las perpendiculares $H-H$, $I-I$, $J-J$, $K-K$, etc. igual a $h-h$, $i-i$, $j-j$, $k-k$, etc. Para las dos medias virolas de los extremos, dividir una de las virolas en dos partes iguales.



CODOS CILINDRICOS PARA UNION DE TUBERIAS DEL MISMO DIAMETRO.

Para el trazado de estos codos seguir las normas siguientes:

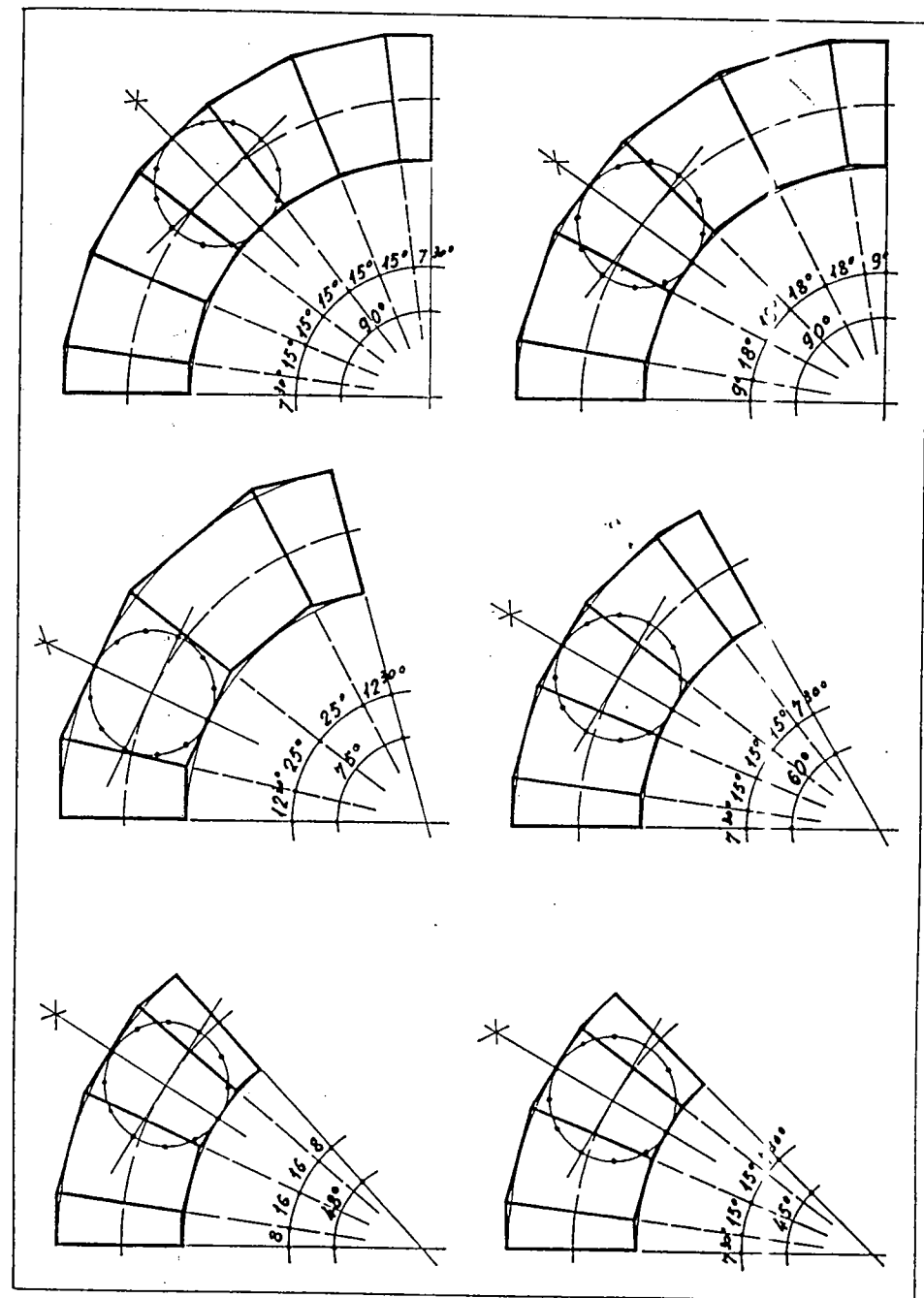
Del ángulo formado por las dos bocas del codo hacer tantas divisiones como virolas vaya a tener el codo.

Una de estas partes dividir en dos, que irán colocadas una en cada extremo del codo.

☐ Trazado.— Trazar el codo en vista en planta y en diámetro neutro.

☐ Desarrollo.— Para el desarrollo seguir el mismo procedimiento empleado en los desarrollos de las páginas 36-37 y 38-39.

Angulo del codo	N.º de virolas centrales	Angulo de cada virola central	N.º de virolas externas	Angulo de cada virola externa
90°	5	15°	2	7°30'
90°	4	18°	2	9°
75°	2	25°	2	12°30'
60°	3	15°	2	7°30'
48°	2	16°	2	8°
45°	2	15°	2	7°30'



CODOS CILINDRICOS PARA UNION DE TUBERIAS DEL MISMO DIAMETRO.

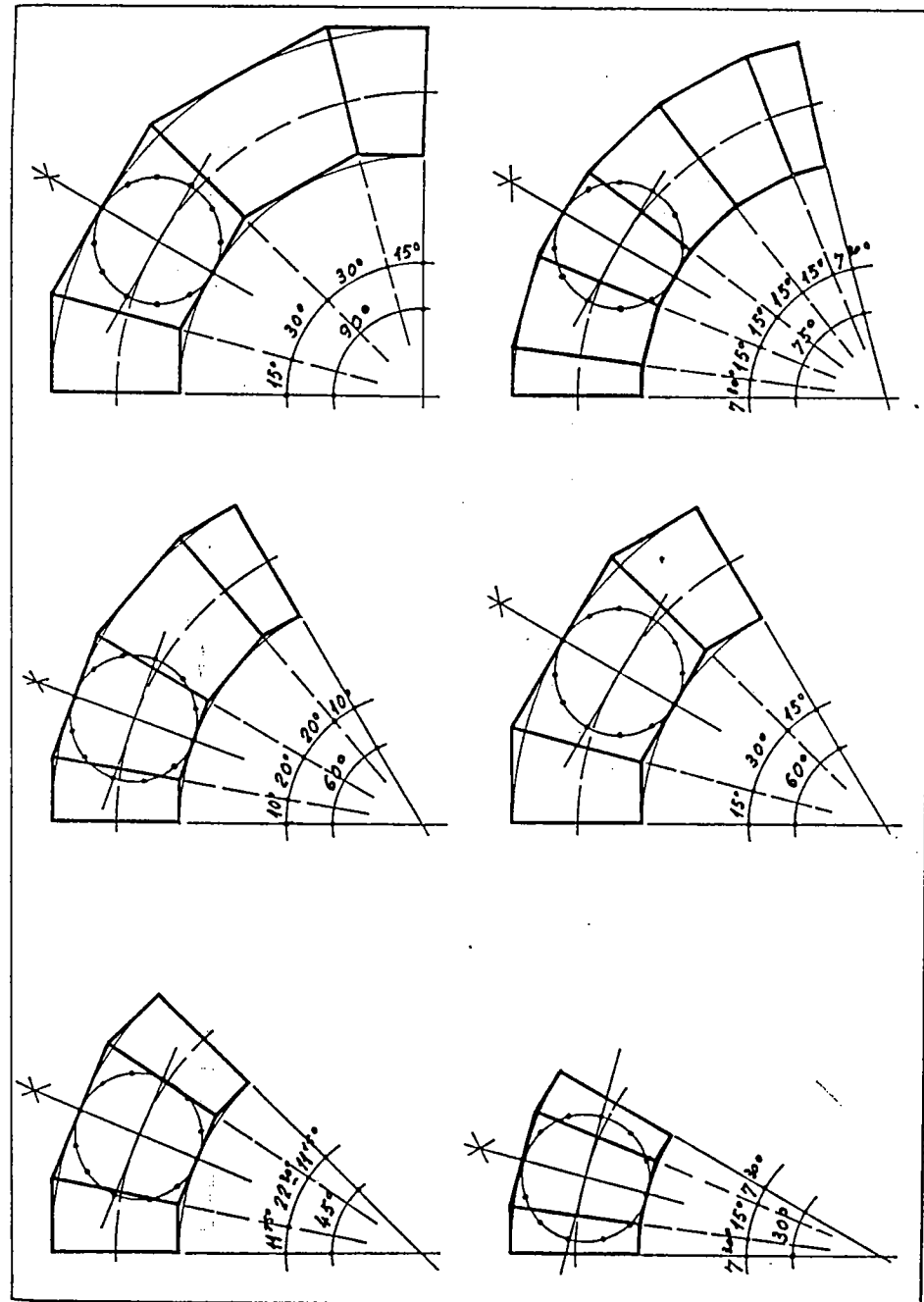
Para el trazado de esos codos seguir las normas siguientes:

Del ángulo formado por las dos bocas del codo hacer tantas divisiones como virolas vaya a tener el codo.

Una de estas partes lividir en dos partes iguales, que irán colocadas una en cada extremo del codo.

- ☐ Trazado.— Trazar el codo en vista en planta y en diámetro neutro.
- ☐ Desarrollo.— Para el desarrollo seguir el mismo procedimiento empleado en los desarrollos de las páginas 36-37 y 38-39.

Angulo del codo	N.º de virolas centrales	Angulo de cada virola central	N.º de virolas externas	Angulo de cada virola externa
90°	2	30°	2	15°
75°	4	15°	2	7°30'
60°	2	20°	2	10°
60°	1	30°	2	15°
45°	1	22°30'	2	11°15'
30°	1	15°	2	7°30'

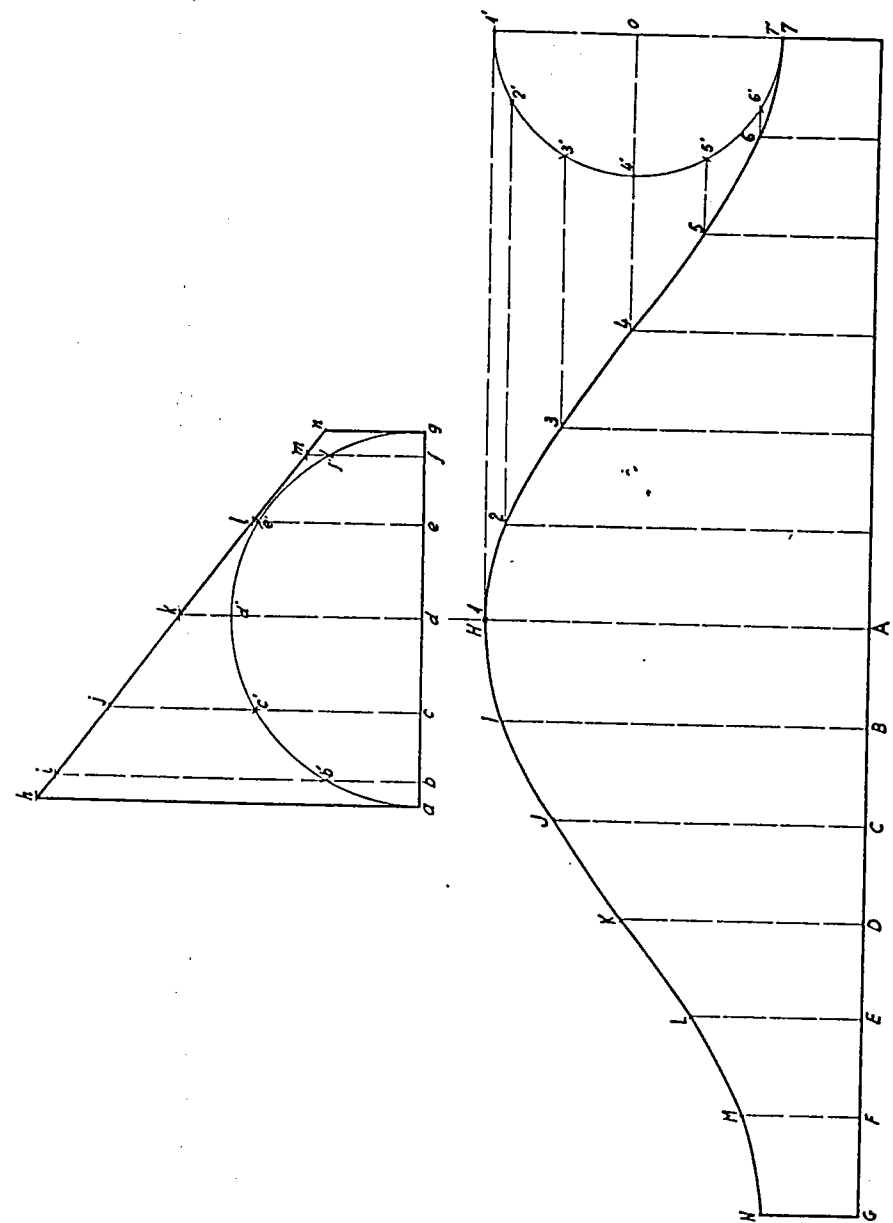


SEGUNDA PARTE

Desarrollos normales de calderería

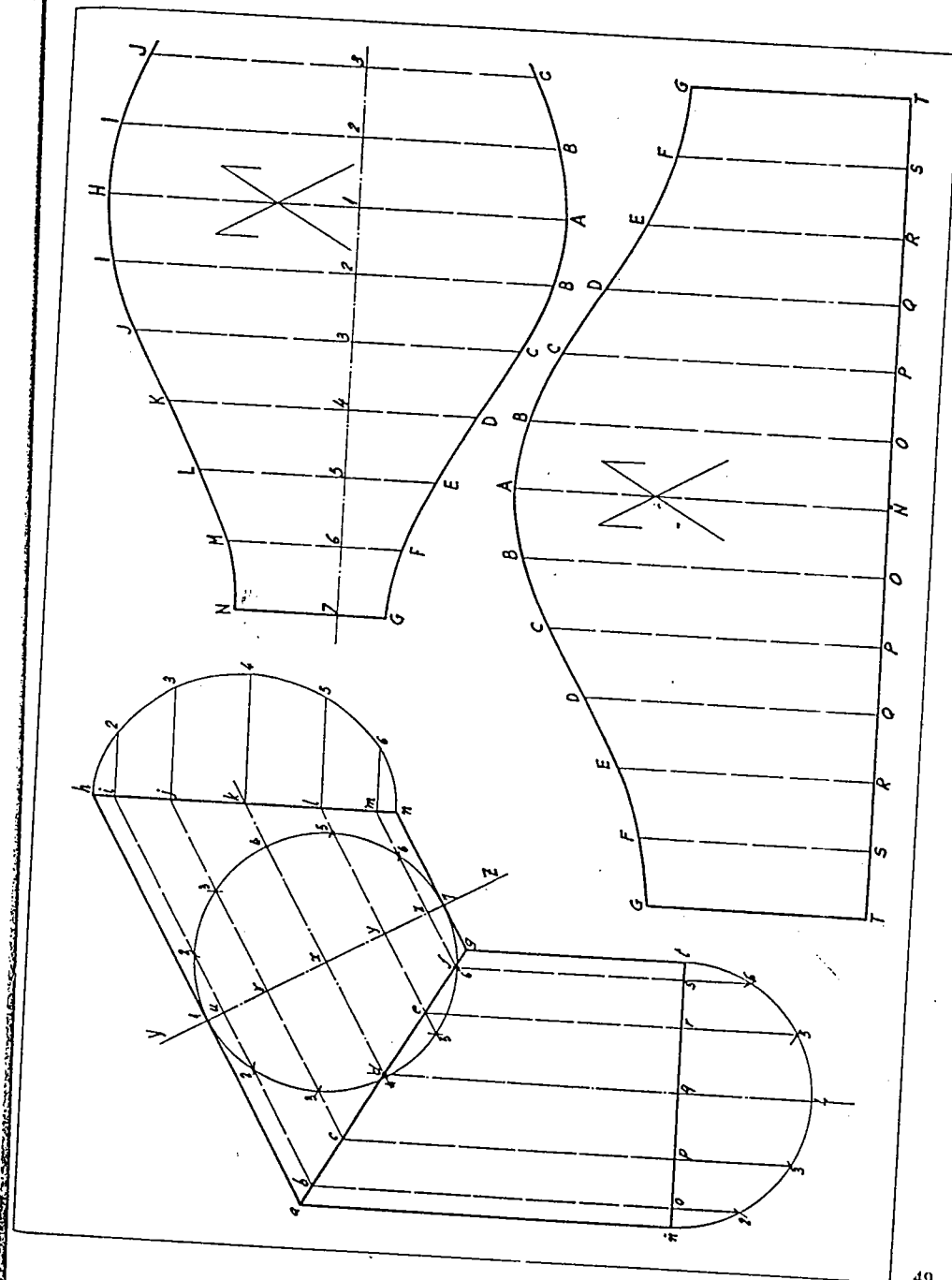
TUBO DE SECCION CIRCULAR, BASE INFERIOR CIRCULAR Y SUPERIOR ELIPTICA. BASES NO PARALELAS.

- Trazado.— Trazar la figura en vistas de alzado y diámetro neutro.
- Desarrollo, 1º procedimiento (semidesarrollo parte izquierda).— Trazar sobre una recta el semidesarrollo de la sección del tubo y dividirlo en seis partes iguales, (de derecha a izquierda) $A-B-C-D-E-F-G$.
Por cada una de estas partes levantar perpendiculares cuyas longitudes serán, $A-H = a-h$, $B-I = b-i$, $C-J = c-j$, $D-K = d-k$, $E-L = e-l$, $F-M = f-m$, $G-N = g-n$.
- Desarrollo, 2º procedimiento (semidesarrollo parte derecha).— Trazar sobre una recta el semidesarrollo de la sección y dividir en seis partes iguales. Por cada división levantar perpendiculares. Trazar una semicircunferencia cuyo diámetro sea igual a la diferencia de medidas entre $a-h$ y $g-n$. Dividirla en seis partes iguales. Por cada una de las divisiones trazar paralela a la base y tendremos los puntos 1-2-3-4-5-6-7 que corresponden a la curva que forma la base superior.



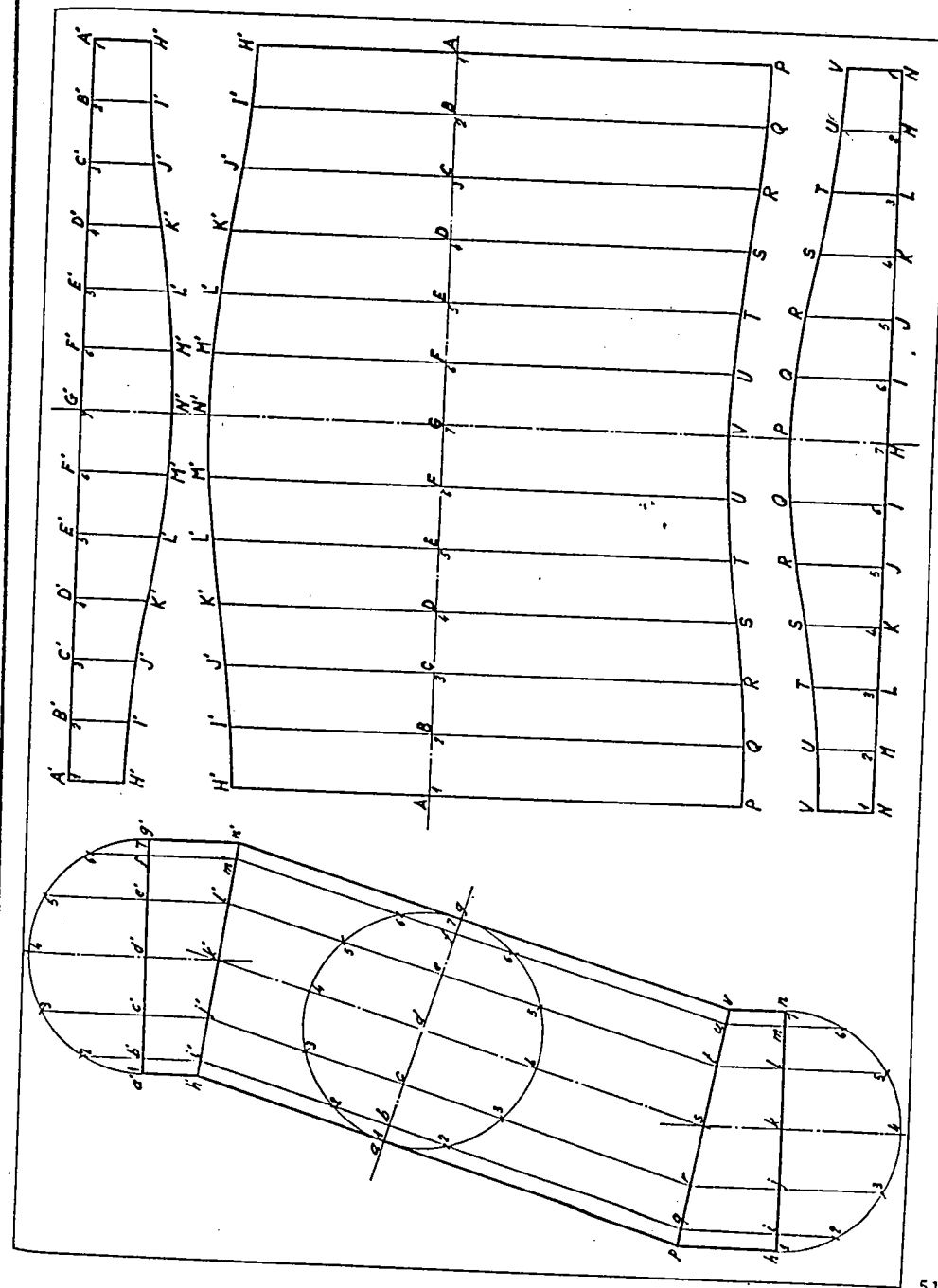
CODO EN DOS PARTES, DE SECCIONES CIRCULARES. CONSTRUIR ESTE DESARROLLO CONOCIENDO EL ANGULO FORMADO POR LOS EJES Y EL DIAMETRO DE LOS TUBOS.

- ☐ Trazado.— Trazar la figura en vista de alzado y diámetros neutros. Trazar la sección Y-Z, perpendicular al eje $d-k$. Trazar la sección en verdadera magnitud y dividirla en doce partes iguales.
- ☐ Desarrollo del tubo superior.— Desarrollar el diámetro neutro sobre una recta y dividirla en doce partes iguales. Por estos puntos hacer pasar las perpendiculares $N-G$, $M-F$, $L-E$, $K-D$, $J-C$, $I-B$, $H-A$, etc., iguales a $n-g$, $m-f$, $l-e$, $k-d$, $j-c$, $i-b$, $h-a$, etc. Repartir en la parte superior e inferior de la recta las medidas que correspondan.
- ☐ Desarrollo del tubo inferior.— Desarrollar la base en diámetro neutro y dividir en doce partes iguales. Levantar las perpendiculares $T-G$, $S-F$, $R-E$, $Q-D$, etc., que serán iguales a $t-g$, $s-f$, $r-e$, $q-d$, etc.



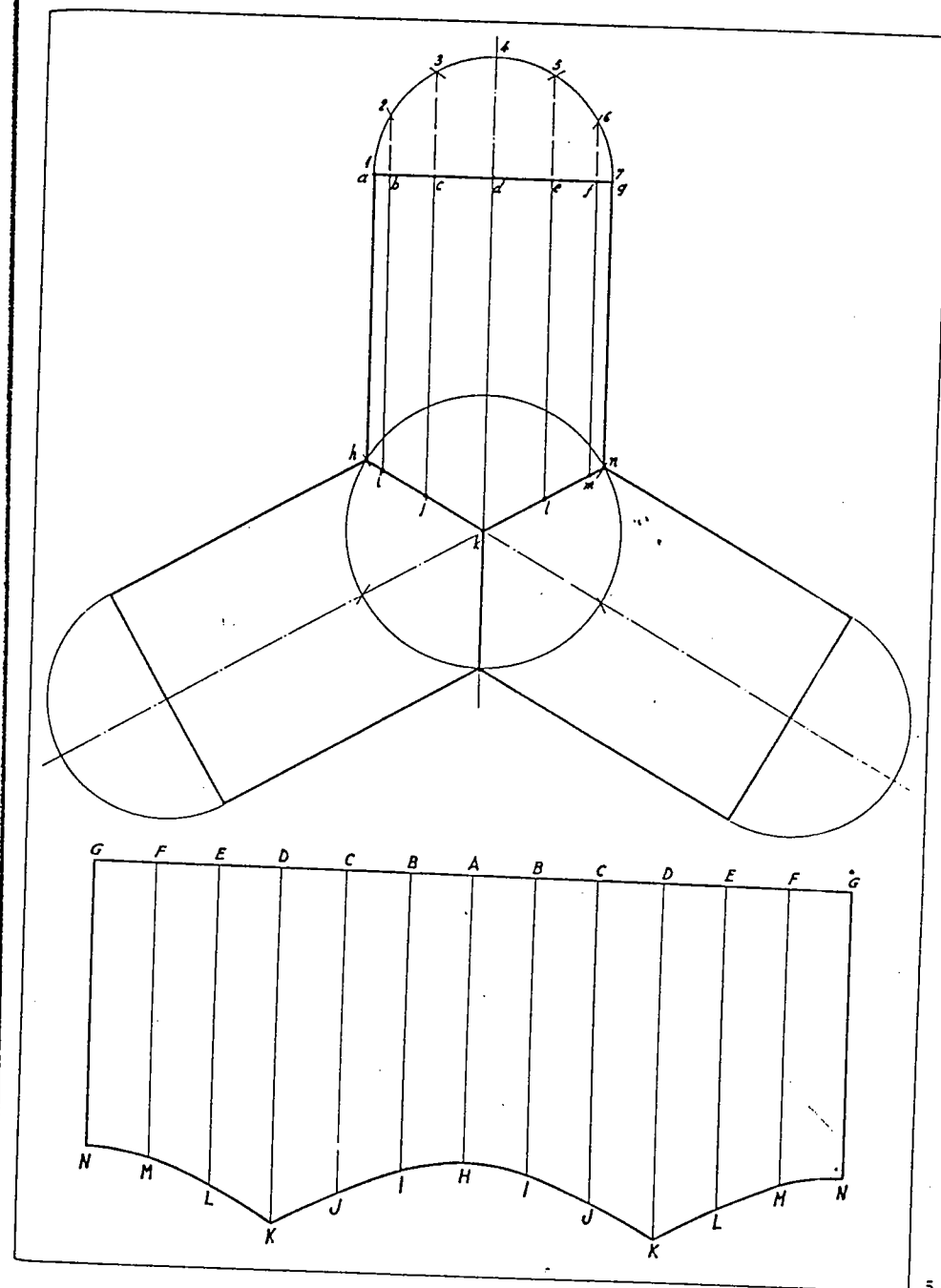
UNION DE SECCION CILINDRICA, QUE UNE DOS CILINDROS, DE SECCIONES CIRCULARES Y EJES PARALELOS.

- Trazado.— Trazar en plano neutro la figura, vista en alzado. Trazar $a-g$ sección perpendicular al eje del cilindro. Determinar la verdadera magnitud de esta sección trazando una circunferencia con centro en d , y de radio $a-d$, y dividirla en doce partes iguales. Trazar paralelas al eje $k-s$, que pasen por los puntos $b-c-d-e-f$.
- Desarrollo de la parte central.— Trazar la recta $A-A$, de igual medida que el desarrollo de la sección, y dividirla en doce partes iguales. Por estas divisiones hacer pasar perpendiculares: $G-N' = g-n'$, $F-M' = f-m'$, $E-L' = e-l'$, etc., y también $G-V = g-v$, $F-U = f-u$, $E-T = e-t$ etc.
- Desarrollo de la parte inferior.— Trazar una recta de igual medida que el desarrollo de la sección, y dividirla en doce partes iguales. De cada una de las divisiones levantar perpendiculares: $H-P = h-p$, $I-Q = i-q$, $J-R = j-r$, etc.
- Desarrollo de la parte superior.— Seguir el mismo procedimiento anterior.



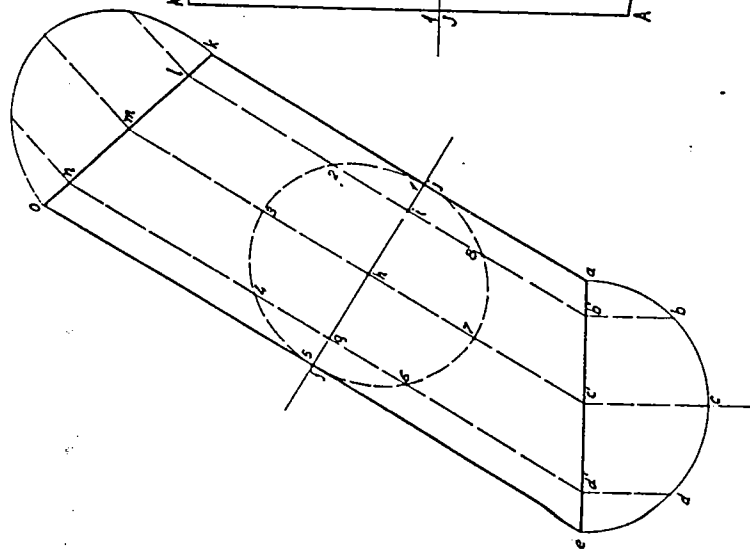
UNION FORMADA POR TRES TUBOS DE DIAMETROS IGUALES, CUYOS EJES ESTAN COLOCADOS A 120° .

- Trazado.— Trazar la figura en vista de alzado y diámetros neutros. Trazar la semivista a uno de los tubos y dividirla en seis partes iguales. De estas divisiones trazar paralelas al eje del tubo.
- Desarrollo.— Trazar una recta cuya longitud sea igual al desarrollo de la sección del tubo y dividirla en doce partes iguales. De cada una de estas divisiones trazar perpendiculares a dicha recta hacia la parte inferior. Marcar $G-N = g-n$, $F-M = f-m$, $E-L = e-l$, $D-K = d-k$, $C-J = c-j$, $B-I = b-i$, $A-H = a-h$, etc. Construir tres desarrollos iguales.



CILINDRO DE SECCION ELIPTICA, CUYO EJE ES OBLICUO A SU BASE INFERIOR CIRCULAR.

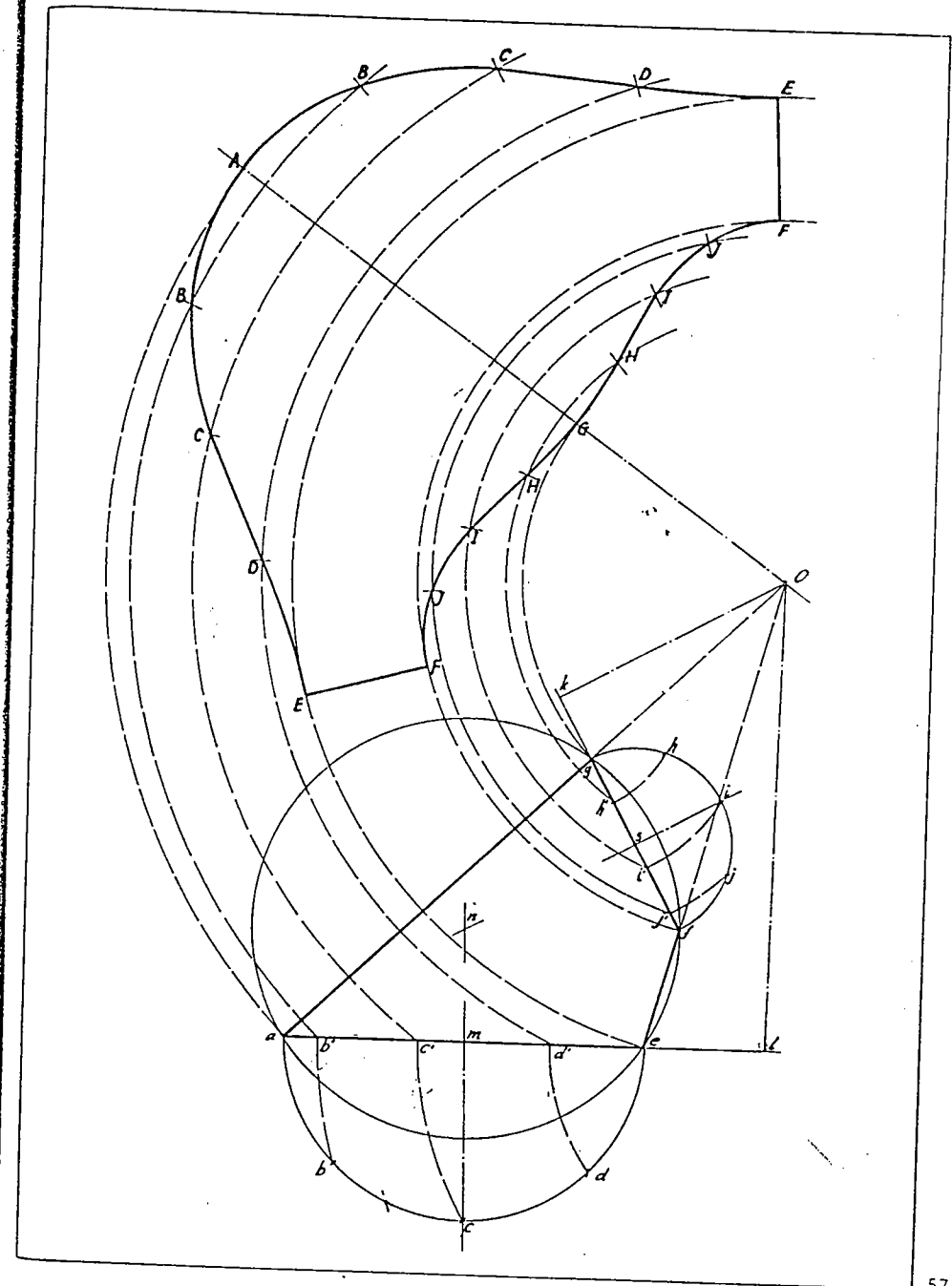
- **Trazado.**— Trazar la figura en vista de alzado y diámetro neutro. Trazar la semivista, en planta, de la base inferior y dividirla en cuatro partes iguales $a-b-c-d-e$. De estas divisiones subir perpendiculares a la base $e-a$, obteniendo los puntos $d'-c'-b'$. De estos puntos trazar paralelas al eje del tubo $m-c'$. A este mismo eje $m-c'$ trazarle la perpendicular $f-j$, que indicará una sección del tubo. Para obtener esta sección en verdadera magnitud trazar:
 $4-g, 6-g = d'-d'$; $3-h, 7-h = c'-c'$; $2-i, 8-i = b'-b'$.
- **Desarrollo.**— Trazar una recta $J-J$, y en ella trasladar, tomadas con regla flexible, las distancias 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-8, 8-1.
Trazar las generatrices correspondientes y en ellas marcar los puntos $F-E = f-e, G-D' = g-d', H-C = h-c$, etc., y lo mismo $F-O = f-o, G-N = g-n, H-M = h-m$, etc.
Unir con curvas los puntos determinados y terminar el desarrollo con las rectas $K-A$.
- **Nota.**— Obsérvese que la sección del tubo es una elipse cuyo eje mayor es igual al diámetro de la base y el eje pequeño igual a la distancia $f-j$.



TRONCO DE CONO DE BASES NO PARALELAS Y CIRCULARES POR ESTAR INSCRITO EN UNA CIRCUNFERENCIA.

- **Trazado.**— Trazar el tronco de cono en diámetro neutro. Trazar la semivista de la base mayor y dividir en cuatro partes iguales (1), $a-b-c-d-e$. Desde el punto l , perpendicular al punto O , trazar los arcos $d-d'$, $c-c'$, $b-b'$. Trazar la semivista de la base menor y dividir en cuatro partes iguales (1), $g-h-i-j-f$. Marcar el punto k , perpendicular al punto O con respecto a la prolongación de la recta $g-f$. Desde k trazar los arcos $h-h'$, $i-i'$, $j-j'$. Desde el punto O , como centro, trazar arcos por $a-b-c-d-e$, también por $f-j-i-h-g$.
- **Desarrollo.**— Trazar la recta $O-A$. Tomar en una tira de cartulina las distancias $a-b-c-d-e$, y hacer que estos puntos coincidan con $A-B-C-D-E$ cada uno sobre el arco de la misma letra que le corresponda. Asimismo tomar en una tira de cartulina las distancias $g-h-i-j-f$, haciendo que coincidan con $G-H-I-J-F$.

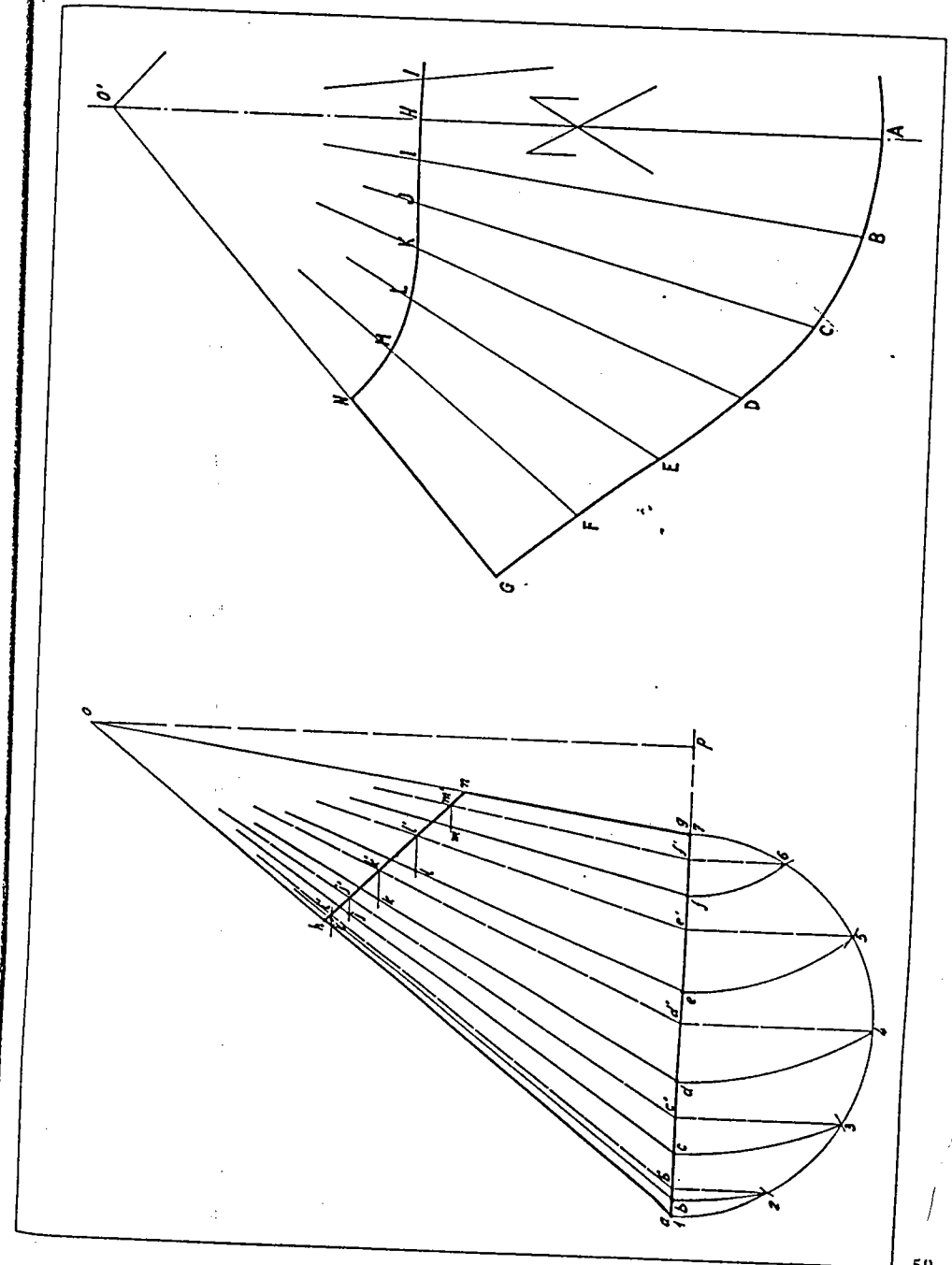
(1). Se divide en cuatro partes para no complicar el plano. No hay duda que en la práctica, en cuantas más partes se divida, mejor resultará el desarrollo.



VIROLA TRONCO-CONICA DE EJE OBLICUO A BASE INFERIOR CIRCULAR. BASES NO PARALELAS.

- **Trazado.**— Trazar la figura en vista de alzado, en semiplanta la base mayor y en diámetro neutro. Prolongar las generatrices $a-h$, $g-n$ hasta encontrar el punto o . Desde o , trazar una perpendicular a la prolongación de la base $a-g$, y marcar el punto p . Dividir la semiplanta en partes iguales (1) (seis en este caso) 1-2-3-4-5-6-7. De estos puntos trazar perpendiculares a la base $a-g$. Trazar las generatrices $f'o$, $e'o$, $d'o$, $c'o$, $b'o$. Desde p , trazar los arcos 6-f, 5-e, 4-d, 3-c, 2-b. Desde los puntos f , e , d , c , b , trazar a o , generatrices que serán en verdadera magnitud las trazadas anteriormente. Desde los puntos $m'l'k'j'i'$, trazar paralelas a la base $a-g$, hasta las respectivas generatrices en verdadera magnitud y marcar los puntos $i-j-k-l-m$.
- **Desarrollo.**—Trazar $O'A = o-a$, $O'B = o-b$, $O'C = o-c$, $O'D = o-d$, $O'E = o-e$, $O'F = o-f$, $O'G = o-g$. Las distancias $A-B-C-D-E-F-G$ se tomarán con regla flexible de las distancias 1-2-3-4-5-6-7. Trazar $O'N = o-n$, $O'M = o-m$, $O'L = o-l$, $O'K = o-k$, $O'J = o-j$, $O'I = o-i$, $O'H = o-h$.

(1) En la práctica, cuantas más divisiones se realicen, mejor resultará el desarrollo.



VIROLA TRONCO-CONICA DE EJE OBLICUO A LA BASE CIRCULAR. BASES NO PARALELAS.

- **Trazado.**— Trazar la figura en vista de alzado, en semiplanta la base mayor y en diámetro neutro.

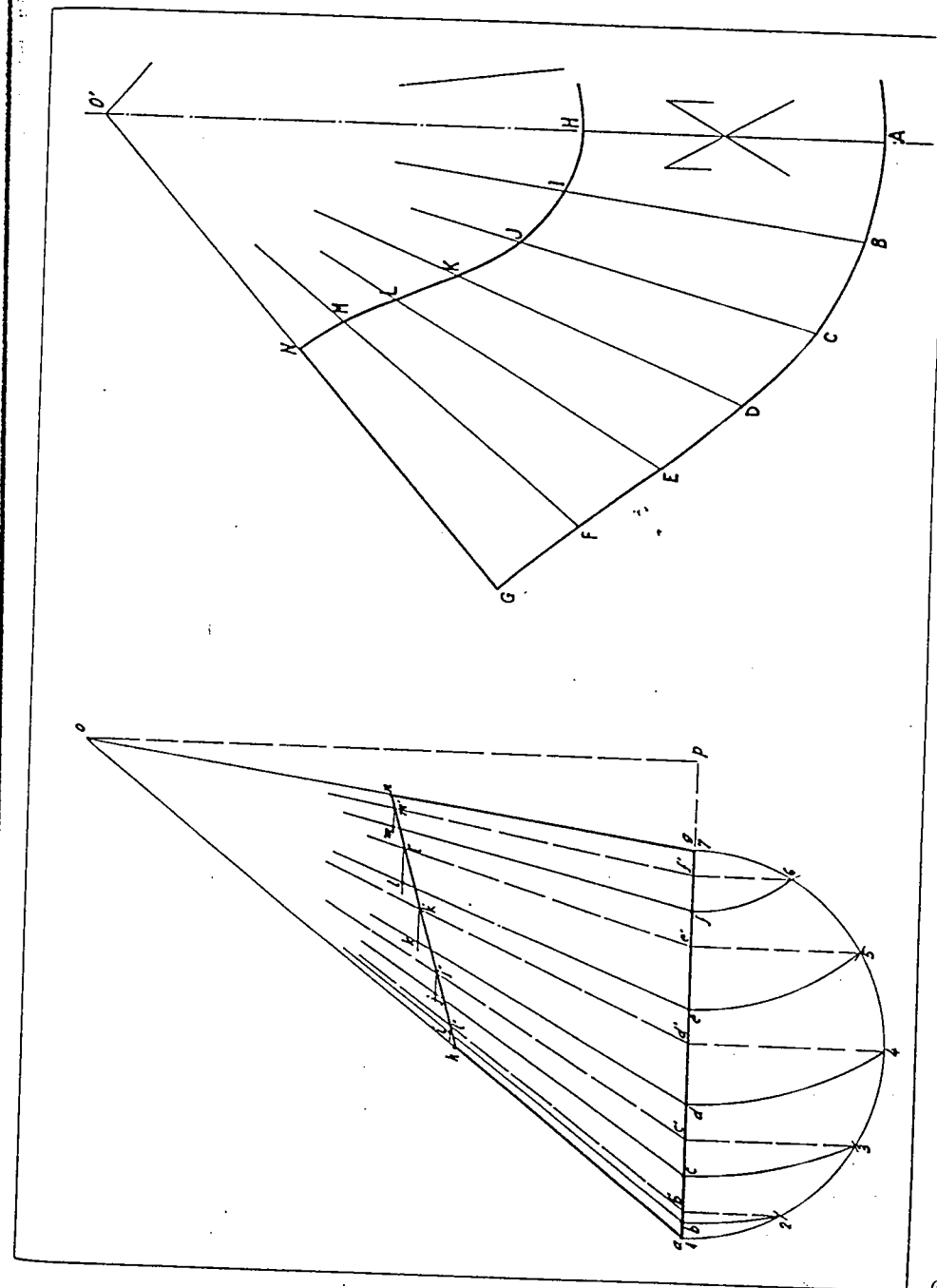
Prolongar las generatrices $a-h$, $g-n$ hasta encontrar el punto o . Desde o , trazar una perpendicular a la prolongación de la base $a-g$, y marcar el punto p . Dividir la semiplanta en partes iguales (1) (seis en este caso) 1-2-3-4-5-6-7. De estos puntos trazar perpendiculares a la base $a-g$. Trazar las generatrices $f-o$, $e-o$, $d-o$, $c-o$, $b-o$. Desde p trazar los arcos 6-f, 5-e, 4-d, 3-c, 2-b. Desde los puntos f , e , d , c , b trazar a o , generatrices que serán en verdadera magnitud las trazadas anteriormente.

Desde los puntos m' , l' , k' , j' , i' trazar paralelas a la base $a-g$, hasta las respectivas generatrices en verdadera magnitud y marcar los puntos $i-j-k-l-m$.

- **Desarrollo.**— Trazar $O'A = o-a$, $O'B = o-b$, $O'C = o-c$, $O'D = o-d$, $O'E = o-e$, $O'F = o-f$, $O'G = o-g$. Las distancias $A-B-C-D-E-F-G$ se tomarán con regla flexible de las distancias 1-2-3-4-5-6-7.

Trazar $O'N = o-n$, $O'M = o-m$, $O'L = o-l$, $O'K = o-k$, $O'J = o-j$, $O'I = o-i$, $O'H = o-h$.

(1). En la práctica, cuantas más divisiones se realicen, mejor resultará el desarrollo.



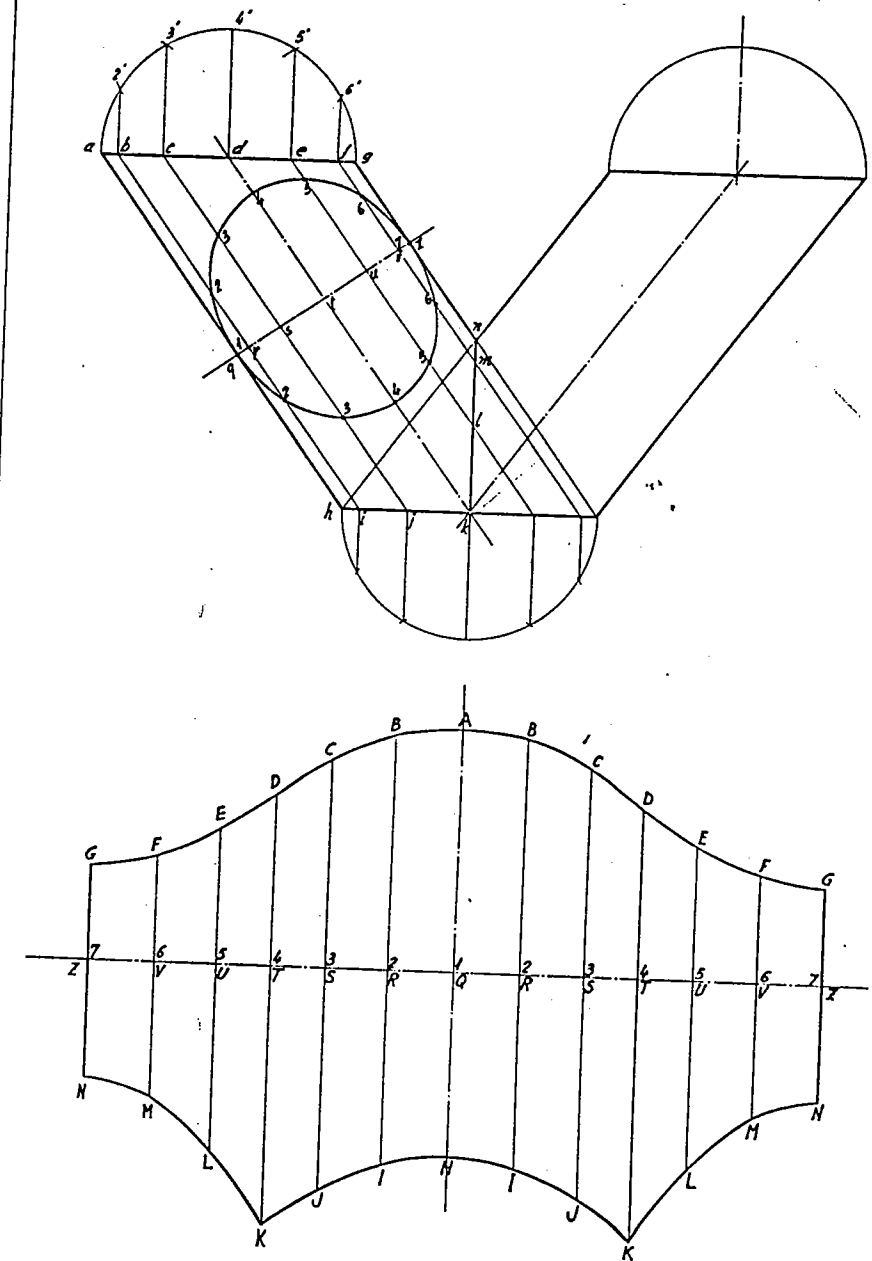
TUBO PANTALON CON LAS TRES BOCAS CIRCULARES Y DEL MISMO DIAMETRO.

□ **Trazado.**— Trazar la figura en vista de alzado y diámetros neutros. Al eje $d-k$ de uno de los tubos trazarle la perpendicular $q-z$. Trazar la semiplanta circular de la boca $a-g$, dividiéndola en seis partes iguales, $a, 2', 3', 4', 5', 6', g$. Desde estos puntos trazar perpendiculares a la boca $a-g$, obteniendo los puntos b, c, d, e, f . Desde estos puntos trazar paralelas al eje $d-k$. Trazar la vista en planta de la sección $q-z$, de la siguiente manera: $2r = 2b$, $3s = 3c$, $4t = 4d$, $5u = 5e$, $6v = 6f$. La sección $q-z$, es perpendicular al eje $d-k$.

□ **Desarrollo.**— Sobre una recta $Z-Z$, marcar los puntos 7-6-5-4-3-2-1, etc., cuyas distancias serán iguales a las tomadas con regla flexible en la vista en planta de la sección $q-z$.

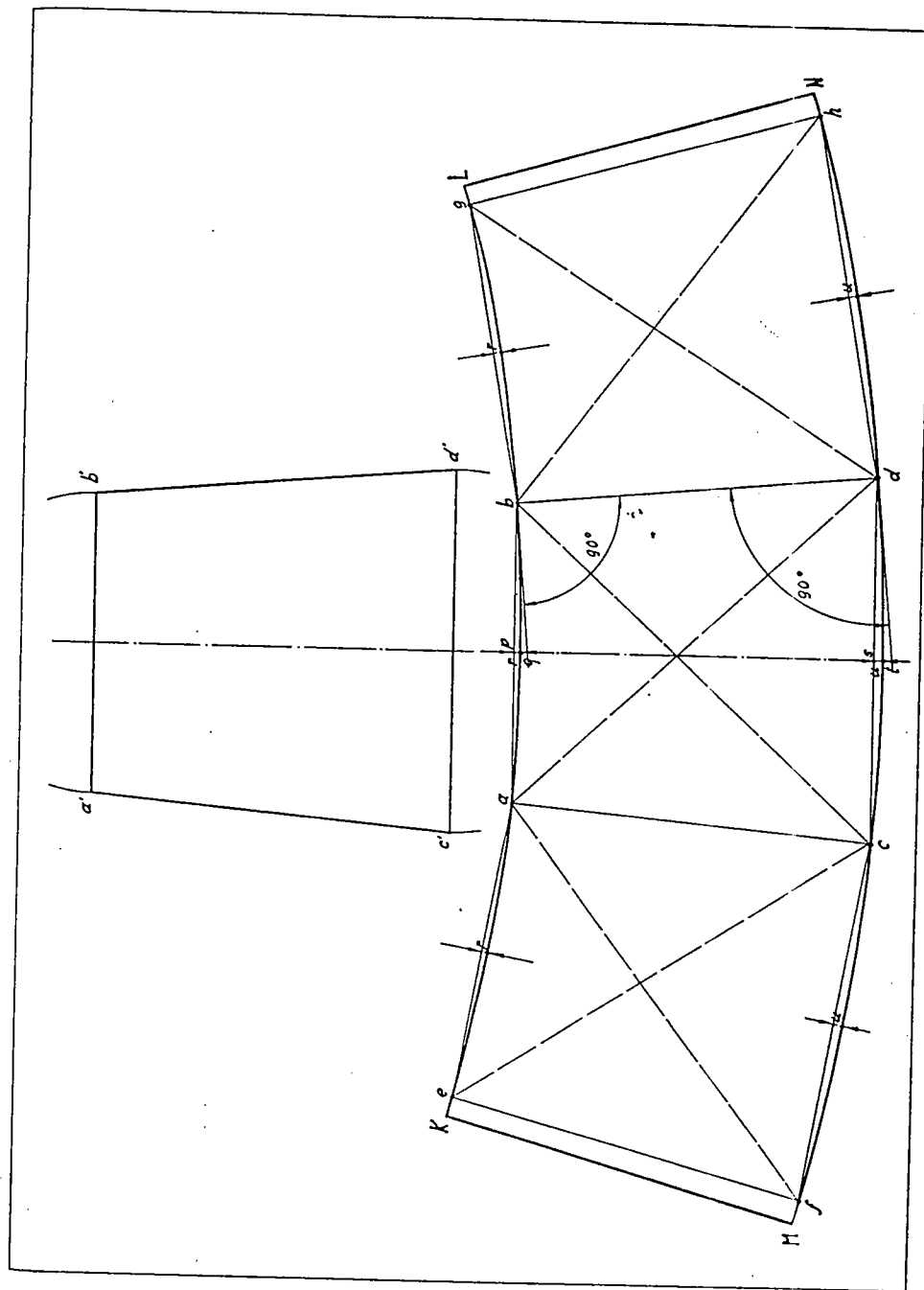
En cada punto trazar perpendiculares en la parte superior e inferior de la recta. En la parte superior de la recta, marcar $Z-G, V-F, U-E$, etc., tomadas de $z-g, v-f, u-e$, etc. del alzado.

En la parte inferior de la recta marcar $Z-N, V-M, U-L$, etc., tomadas de $z-n, v-m, u-l$, etc. Habremos obtenido el desarrollo de uno de los tubos. El desarrollo del otro tubo obtenerlo por el mismo procedimiento.



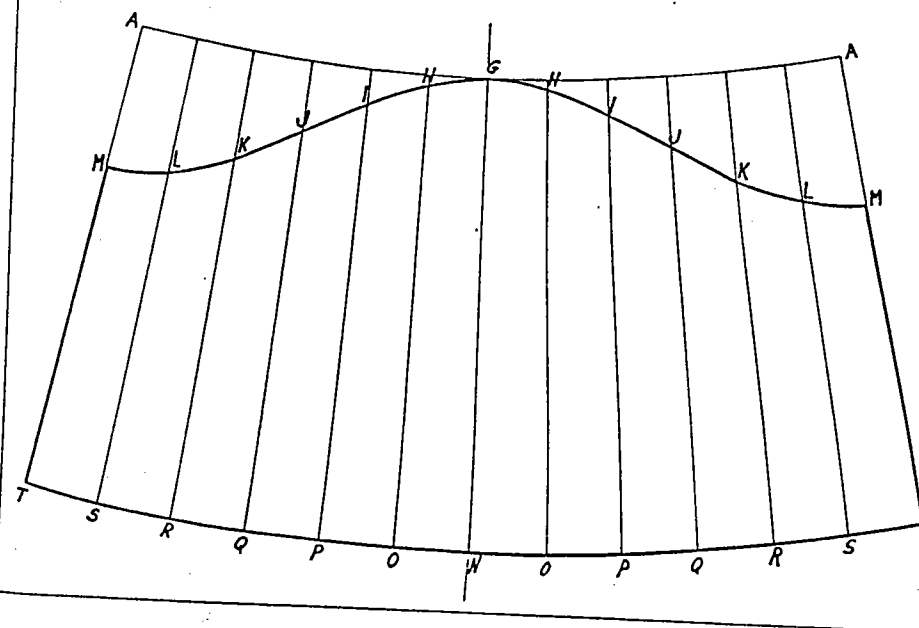
TRONCO DE CONO DE VERTICE INACCESIBLE. METODO DE TRAPPECIOS.

- Trazado.— Trazar la figura en vista de alzado y diámetros neutros.
- Desarrollo.— Trazar el trapecio $a-b-c-d$, de idénticas medidas a la figura en vista de alzado. A cada uno de los lados de este trapecio, trazar iguales los trapecios $e-a-f-c$, $b-g-d-h$, por medio de las diagonales. A la recta $b-d$, trazar las perpendiculares $q-b$, $t-d$. Trazar el punto r en la mitad de la distancia $p-q$. Trazar el punto u en la mitad de la distancia $s-t$. Las distancias r de los trapecios laterales serán iguales a la distancia $p-r$ del trapecio central. Las distancias u de los trapecios laterales serán iguales a la distancia $s-u$ del trapecio central. Unir por una curva los puntos r pasando por e , a , b , g , prolongada por sus dos extremos. Unir por una curva los puntos u , pasando por f , c , d , h , prolongada por sus dos extremos. De una y otra parte del eje del trapecio central y sobre dicha curva trasladar medio desarrollo a cada lado de la base pequeña marcando los puntos $K-L$, y lo mismo desde el punto u sobre la otra curva, trasladar medio desarrollo a cada lado de la base mayor marcando los puntos $M-N$.



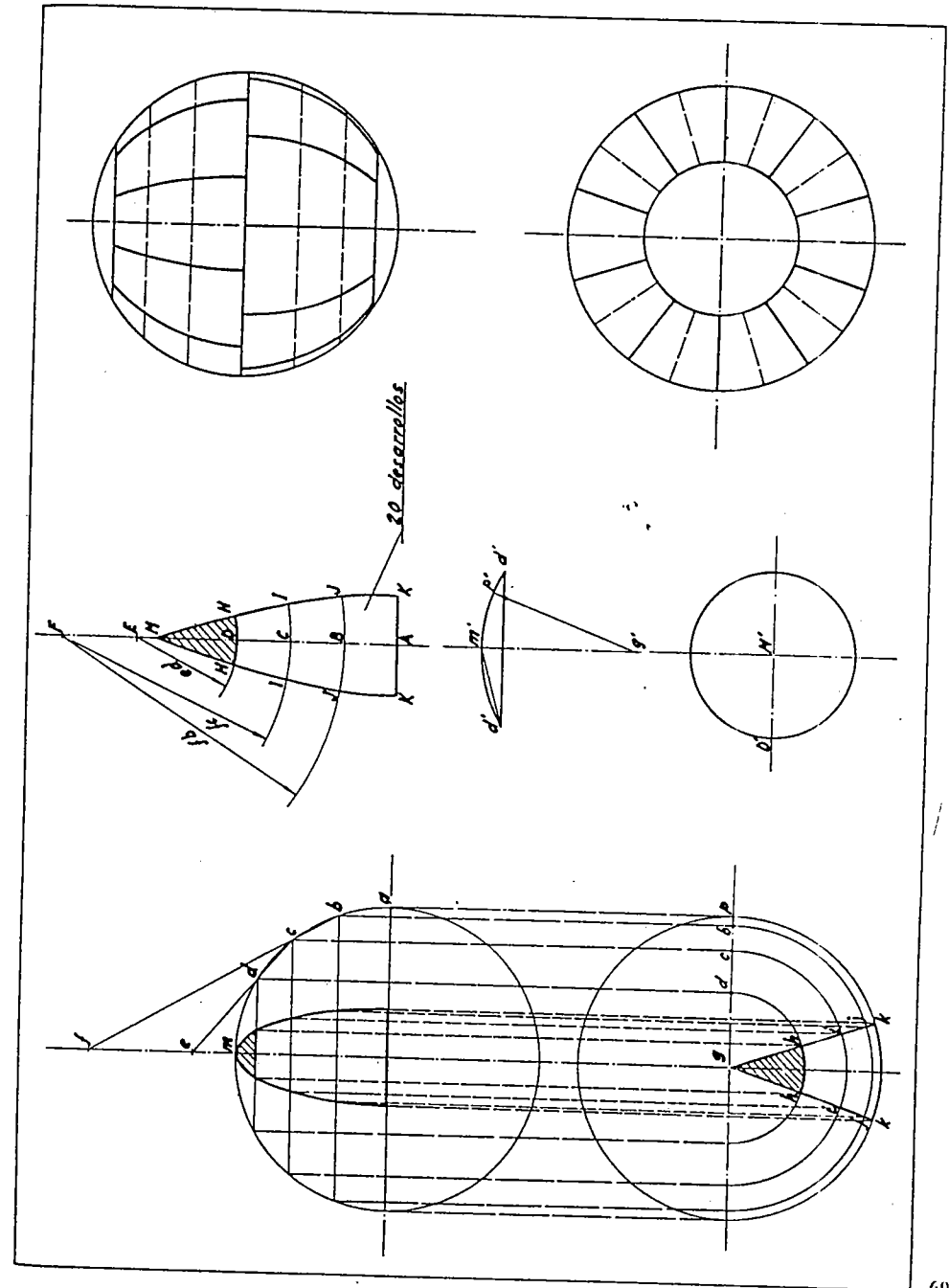
□ **Trazado.**— Esta virola se halla insertada en tronco de cono de bases circulares y paralelas y vértice inaccesible. Completar el tronco de cono de bases paralelas. Trazar las semiplantas de las bases y dividir cada una en seis partes iguales. Bajando perpendiculares a la base $g-a$, hallar los puntos $f-e-d-c-b$. Bajando perpendiculares a la base $n-t$, hallar los puntos $o-p-q-r-s$. Unir $o-f$, $p-e$, $q-d$, $r-c$, $s-b$, por medio de rectas, que al cruzarse con la base $g-m$, tendremos los puntos $h-i-j-k-l$. De estos puntos y también del m trazar paralelas a la base $n-t$, rectas hasta la generatriz en verdadera magnitud $g-n$, obteniendo los puntos $h-i-j-k-l-m$.

-



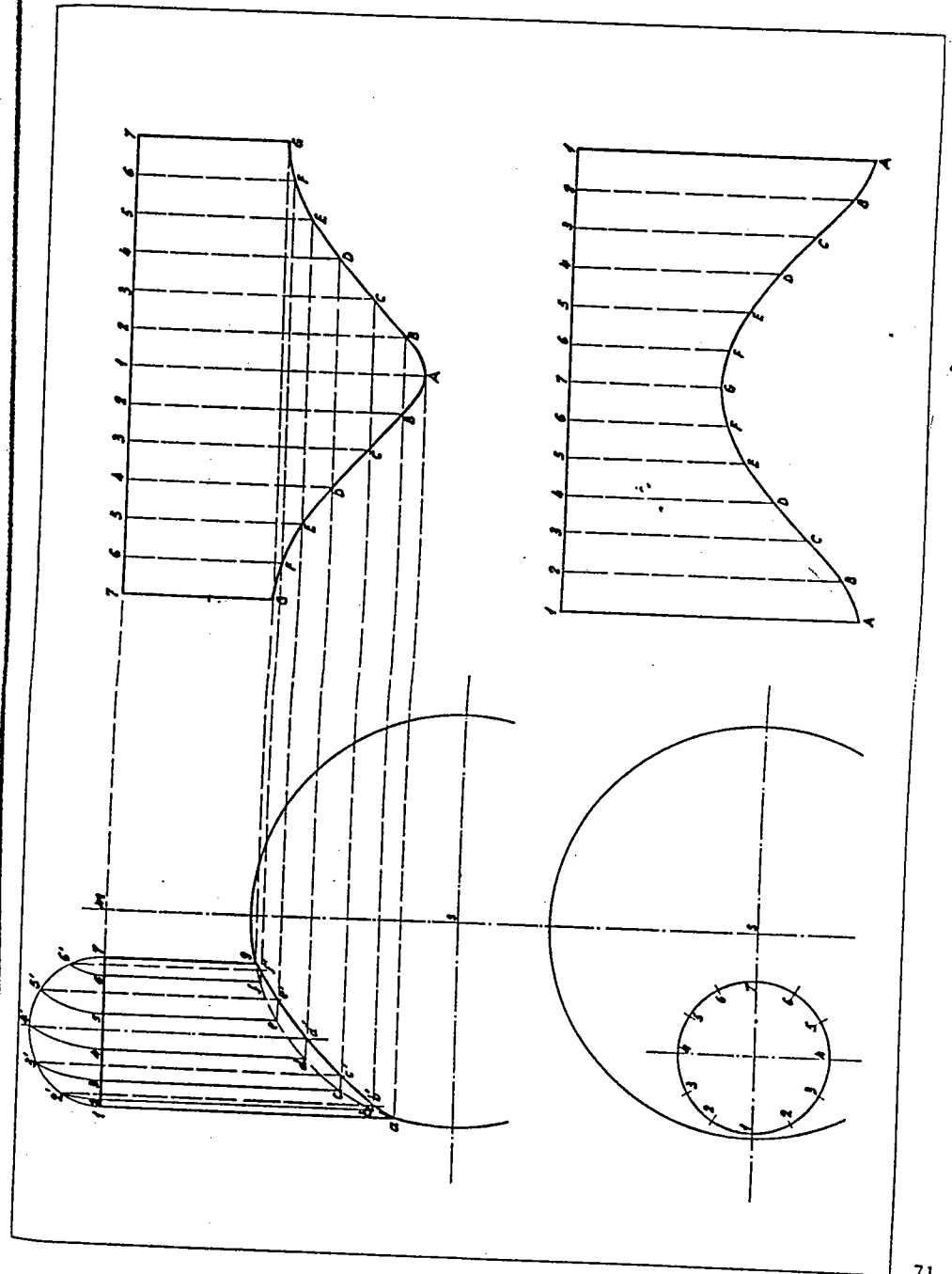
DESARROLLO DE RECIPIENTES ESFERICOS.

- Trazado.— Trazar la esfera en vistas de alzado y planta y diámetro neutro. Trazar el casquete esférico cuyo arco $m-d$ puede ser de $1/4$ a $1/3$ del cuadrante $m-a$. El resto, o sea el arco $d-a$, dividirlo en tres partes iguales $d-c$, $c-b$, $b-a$. Trasladar los puntos $d-c-b$ a la vista en planta, y trazar semicircunferencias haciendo centro en g . Trazar el arco $k-k$, equivalente a la quinta parte de la semicircunferencia, y estos dos puntos unir con el centro g .
En la vista de alzado, al arco $c-b$ trazar su cuerda y prolongarla hasta el punto f . Al arco $d-c$ trazar su cuerda y prolongarla hasta el punto e .
- Desarrollo.— Trazar una recta $F-A$, donde $A-B-C-D-M$ serán tomadas con regla flexible de las distancias $a-b-c-d-m$ del alzado. Con radio $F-B = f-b$ trazar un arco. Con radio $F-C = f-c$ trazar otro arco.
Con radio $E-D = e-d$ trazar un arco. Tomando con regla flexible el arco $k-k$, trazar $K-A-K$. Tomando $j-j$, trazar $J-B-J$. Con $i-i$, trazar $I-C-I$. Con $h-h$, trazar $H-D-H$. Unir los puntos $M-H-I-J-K-A$ y trazar veinte piezas iguales.
- Desarrollo del casquete esférico.— Con el radio de la esfera, trazar el arco $d'-m-d'$, donde $m-d' = m-d$. Con una abertura de compás igual a $m-d'$ y con centro en M' , trazar una circunferencia, que será el desarrollo del casquete esférico.



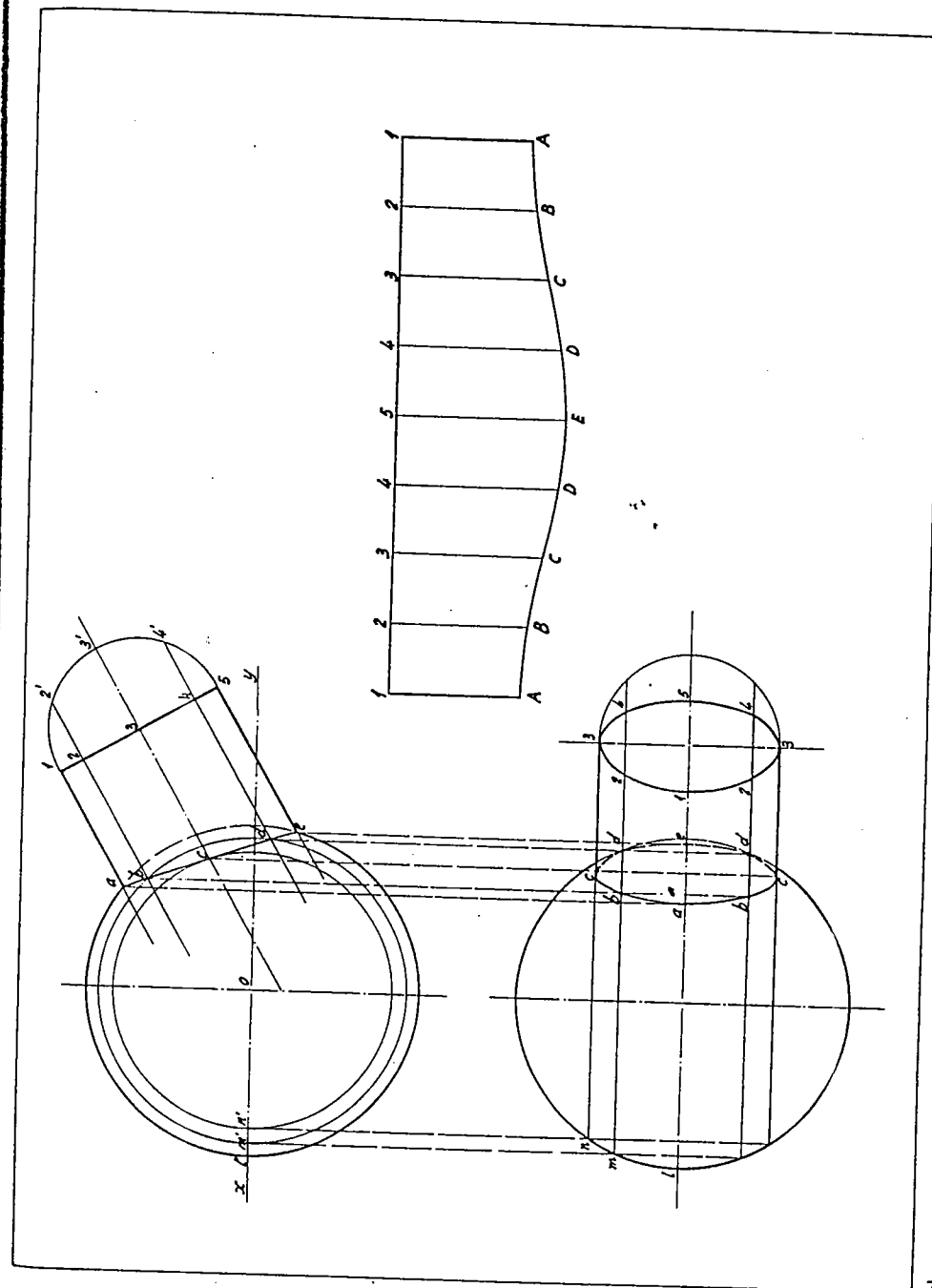
INJERTO DE TUBO CILINDRICO EN ESFERA. EJES PARALELOS.

- **Trazado.**— Trazar las vistas de alzado y planta de la figura, la esfera en diámetro exterior y el cilindro en diámetro interior. En la vista en alzado, trazar la semivista de la sección del tubo y dividir en seis partes iguales. Desde *m*, trazar los arcos 6-6', 5-5', 4-4', 3-3', 2-2'. Desde los puntos 2-3-4-5-6, trazar paralelas al eje del tubo hasta la esfera. Desde estos puntos de contacto con la esfera, trazar horizontales hasta que se encuentren cada una con las respectivas verticales bajadas de los puntos 2'-3'-4'-5'-6'. Estas intersecciones nos darán los puntos *b-c-d-e-f*, que con los puntos *a-g*, formarán la curva de unión entre cilindro y esfera.
- **Desarrollo.**— Trazar una recta 7-7', de la misma medida que el desarrollo del diámetro neutro del cilindro. Dividir en doce partes iguales y trazar perpendiculares. Tomar 1-A = 1-a, 2-B = 2-b, 3-C = 3-c, 4-D = 4-d, 5-E = 5-e, 6-F = 6-f, 7-G = 7-g.



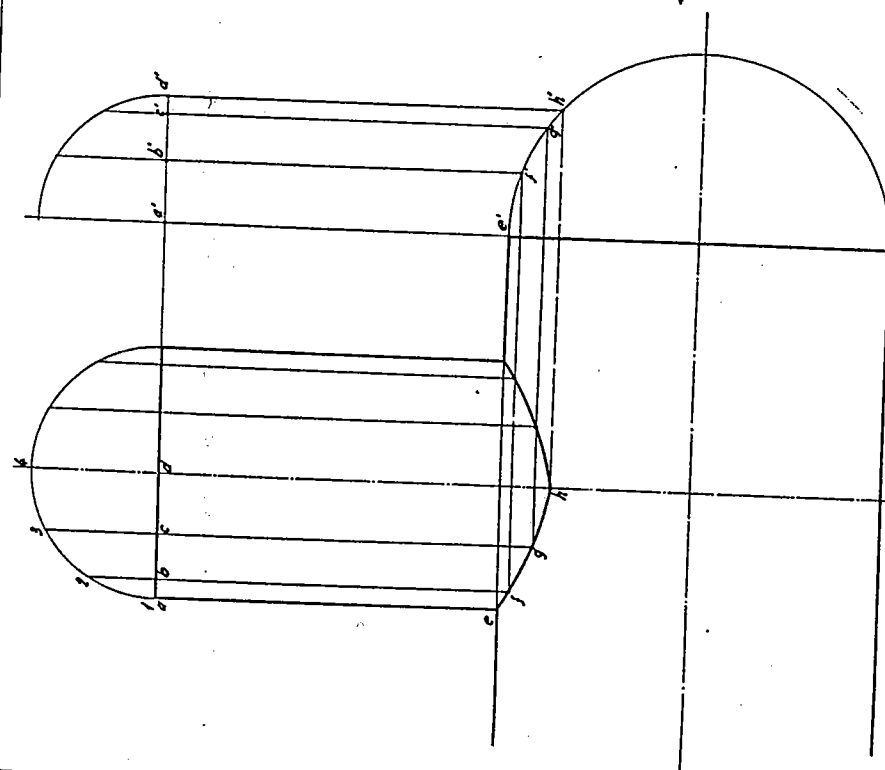
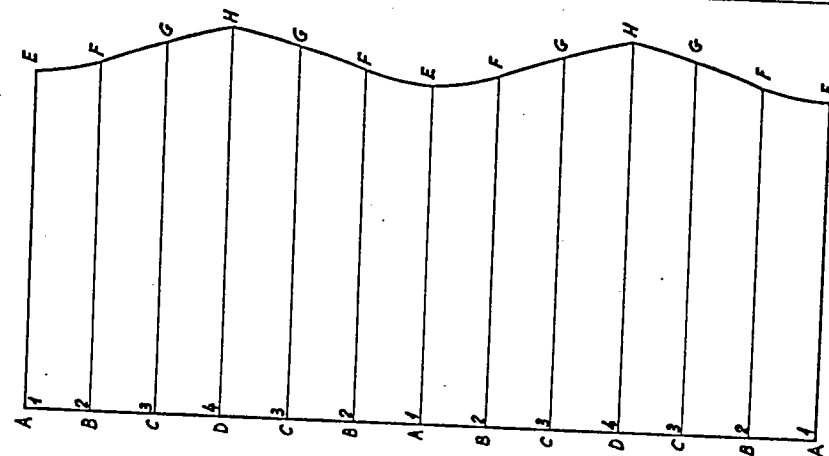
INJERTO DE TUBO CILINDRICO EN ESFERA. EL EJE DEL CILINDRO NO COINCIDE CON EL CENTRO DE LA ESFERA.

- **Trazado.**— Trazar las vistas de alzado y planta de la figura, la esfera en diámetro exterior y el cilindro en diámetro interior.
En la vista en alzado, trazar la semivista de la sección del tubo y dividir en cuatro partes iguales, 1-2-3-4-5. Hacer lo mismo en la vista en planta. Proyectar los puntos 1-2-3-4-5 del alzado a la planta. En la vista en planta prolongar la recta 3-c, hasta *n*. Trazar la paralela 4-m. Proyectar los puntos *l-m-n* de la vista en planta al eje *x-y* de la vista en alzado y tendremos los puntos *l'-m'-n'*. Desde el centro *o* trazar dos circunferencias con radio *o-m'*, y con radio *o-n'*. Marcar los puntos de intersección *a-b-c-d-e*, que corresponden a la curva de unión del cilindro con la esfera.
- **Desarrollo del tubo.**— Desarrollar el diámetro neutro del tubo y dividir en ocho partes iguales. Trazar perpendiculares en cada división cuyas medidas respectivas serán 1-A = 1-a, 2-B = 2-b, 3-C = 3-c, 4-D = 4-d, 5-E = 5-e.
- **Desarrollo de la esfera.**— Para desarrollar la esfera, trazarla en diámetro neutro, no el exterior empleado en las vistas de alzado y planta. Consultar para su desarrollo la lámina n.º 30.



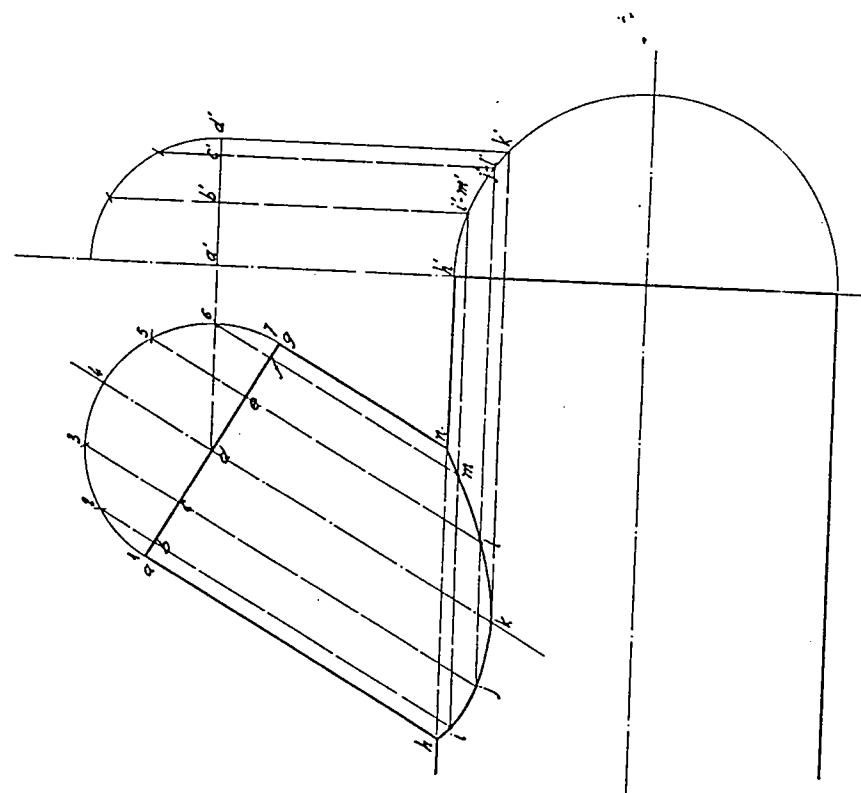
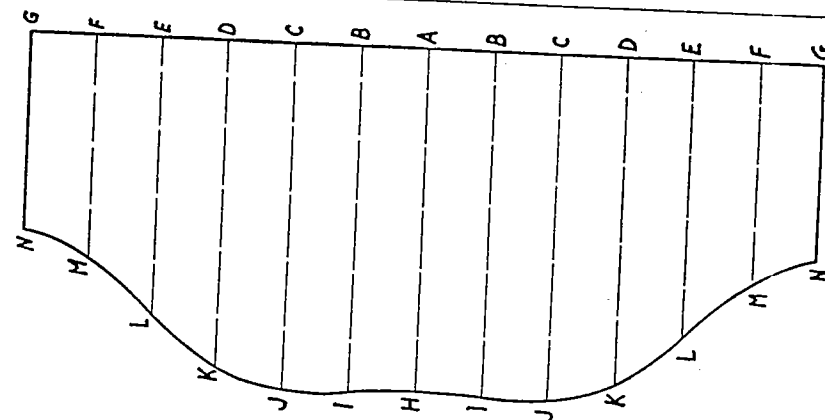
INJERTO DE DOS TUBOS DE SECCIONES CIRCULARES Y EJES PERPENDICULARES.

- Trazado.— Trazar la figura en vista de alzado, y semivista de perfil auxiliar. El tubo superior trazarlo en diámetro interior. El tubo inferior trazarlo en diámetro exterior. En la semivista de perfil hallar los puntos $e-f-g-h$. En la vista de alzado trazar la semivista de la sección del tubo superior y dividirla en seis partes iguales. De estos puntos bajar paralelas al eje $d-h$ del tubo. De los puntos $e-f-g-h$ de la semivista de perfil trazar horizontales a encontrarse con las rectas anteriores. Se obtendrán los puntos $e-f-g-h$ que corresponden a la curva de unión de los dos cilindros.
- Desarrollo del tubo superior.— Trazar una recta $A-A$, igual al desarrollo de la circunferencia del diámetro neutro y dividirla en doce partes iguales. De estas divisiones trazar perpendiculares cuyas medidas respectivas serán $A-E = a-e$, $B-F = b-f$, $C-G = c-g$, $D-H = d-h$, etc.
- Desarrollo del tubo inferior.— Trazar un rectángulo de manera que una de sus medidas sea el desarrollo de la circunferencia de su diámetro neutro, (no el diámetro exterior que se ha empleado en la vista de alzado), y la otra medida, la longitud del tubo.



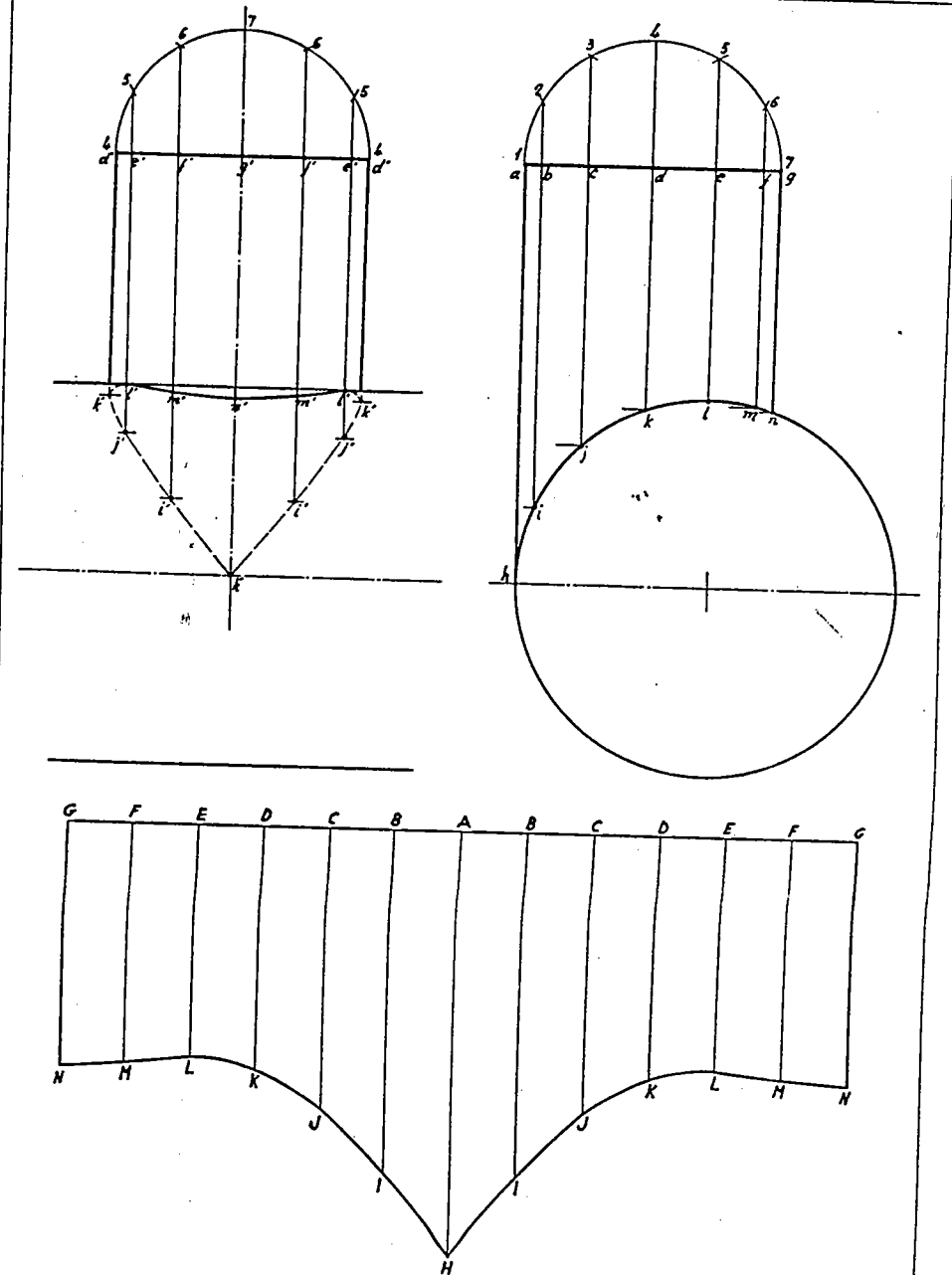
INJERTO DE DOS TUBOS DE SECCIONES CIRCULARES Y EJES OBLICUOS.

- Trazado.— Trazar la figura en vista de alzado, y semivista de perfil (auxiliar). El tubo superior trazarlo en diámetro interior. El tubo inferior trazarlo en diámetro exterior. En la semivista de perfil hallar los puntos h' , $i'm'$, $j'l'$, k' . En la vista de alzado trazar la semivista de la sección del tubo superior y dividirla en seis partes iguales. De estos puntos trazar paralelas al eje $d-k$ del tubo. Desde los puntos h' , $i'm'$, $j'l'$, k' de la semivista de perfil, trazar horizontales a encontrarse con las rectas anteriores. Se obtendrán los puntos $h-i-j-k-l-m-n$, que corresponden a la curva de unión de los dos cilindros.
- Desarrollo del tubo superior.— Trazar una recta $G-G$, igual al desarrollo de la circunferencia del diámetro neutro y dividirla en doce partes iguales. Desde estas divisiones trazar perpendiculares cuyas medidas respectivas serán $G-N = g-n$, $F-M = f-m$, $E-L = e-l$, $D-K = d-k$, $C-J = c-j$, $B-I = b-i$, $A-H = a-h$.
- Desarrollo del tubo inferior.— Trazar un rectángulo de manera que una de sus medidas sea el desarrollo de la circunferencia de su diámetro neutro, (no el diámetro exterior que se ha empleado en la vista de alzado), y la otra medida, la longitud del tubo.



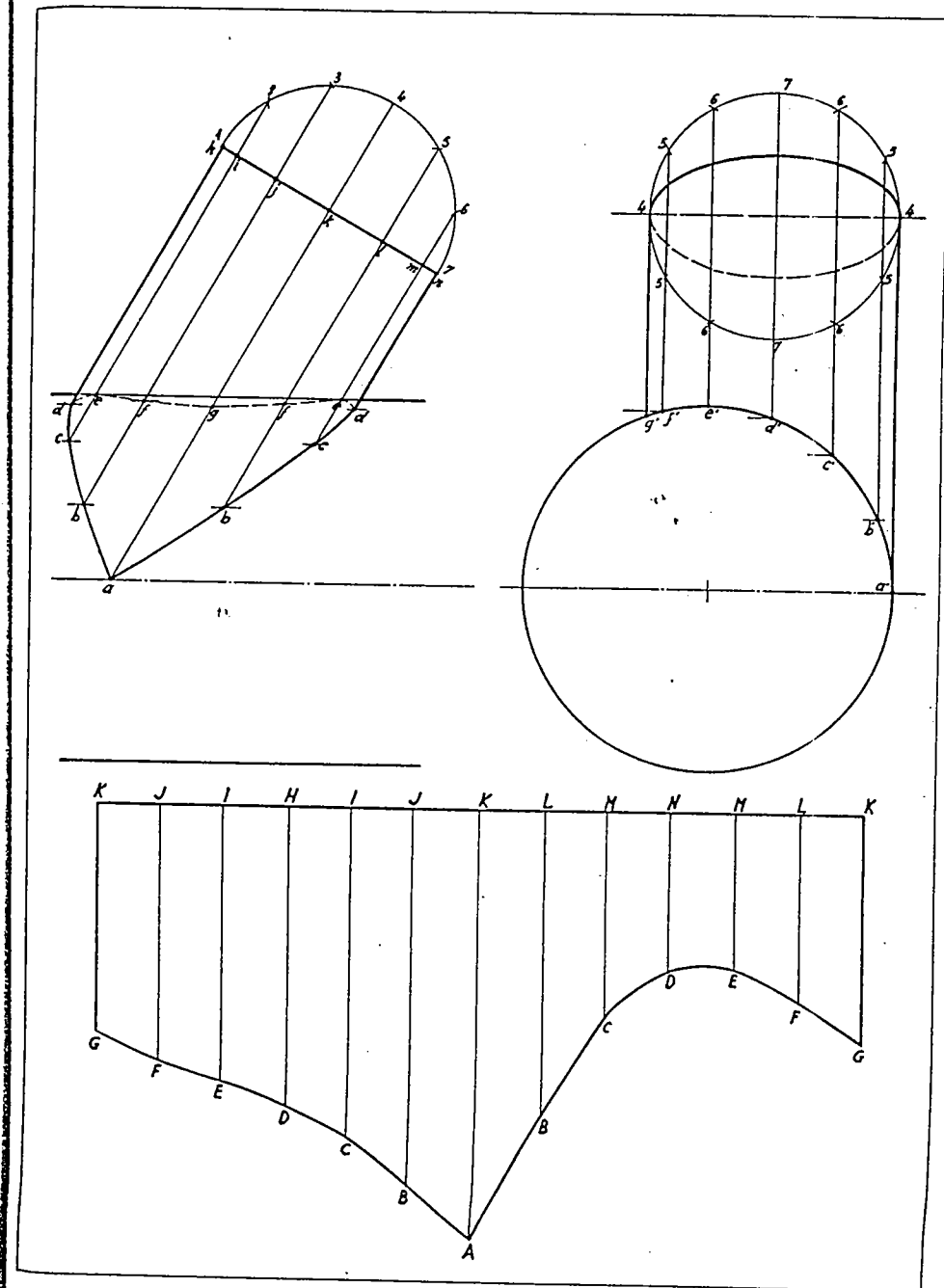
INJERTO DE DOS TUBOS DE SECCIONES CIRCULARES Y EJES PERPENDICULARES Y DESPLAZADOS.

- Trazado.— Trazar la figura en vista de alzado (auxiliar) y vista de perfil. El tubo superior trazarlo en diámetro interior. El tubo inferior trazarlo en diámetro exterior. En la vista de perfil dividir la semisección en seis partes iguales 1-2-3-4-5-6-7. De estos puntos bajar paralelas al eje $d-k$ del tubo, hasta que se encuentren con el diámetro exterior del tubo inferior. Se obtendrán los puntos $h-i-j-k-l-m-n$.
- Desarrollo del tubo superior.— Trazar una recta $G-G$, igual al desarrollo de la circunferencia del diámetro neutro y dividirla en doce partes iguales. De estas divisiones trazar perpendiculares cuyas medidas respectivas serán $G-N = g-n$, $F-M = f-m$, $E-L = e-l$, $D-K = d-k$, $C-J = c-j$, $B-I = b-i$, $A-H = a-h$.
- Desarrollo del tubo inferior.— Trazar un rectángulo de manera que una de sus medidas sea el desarrollo de la circunferencia de su diámetro neutro, (no el diámetro exterior que se ha empleado en las vistas de alzado y perfil), y la otra medida, la longitud del tubo.



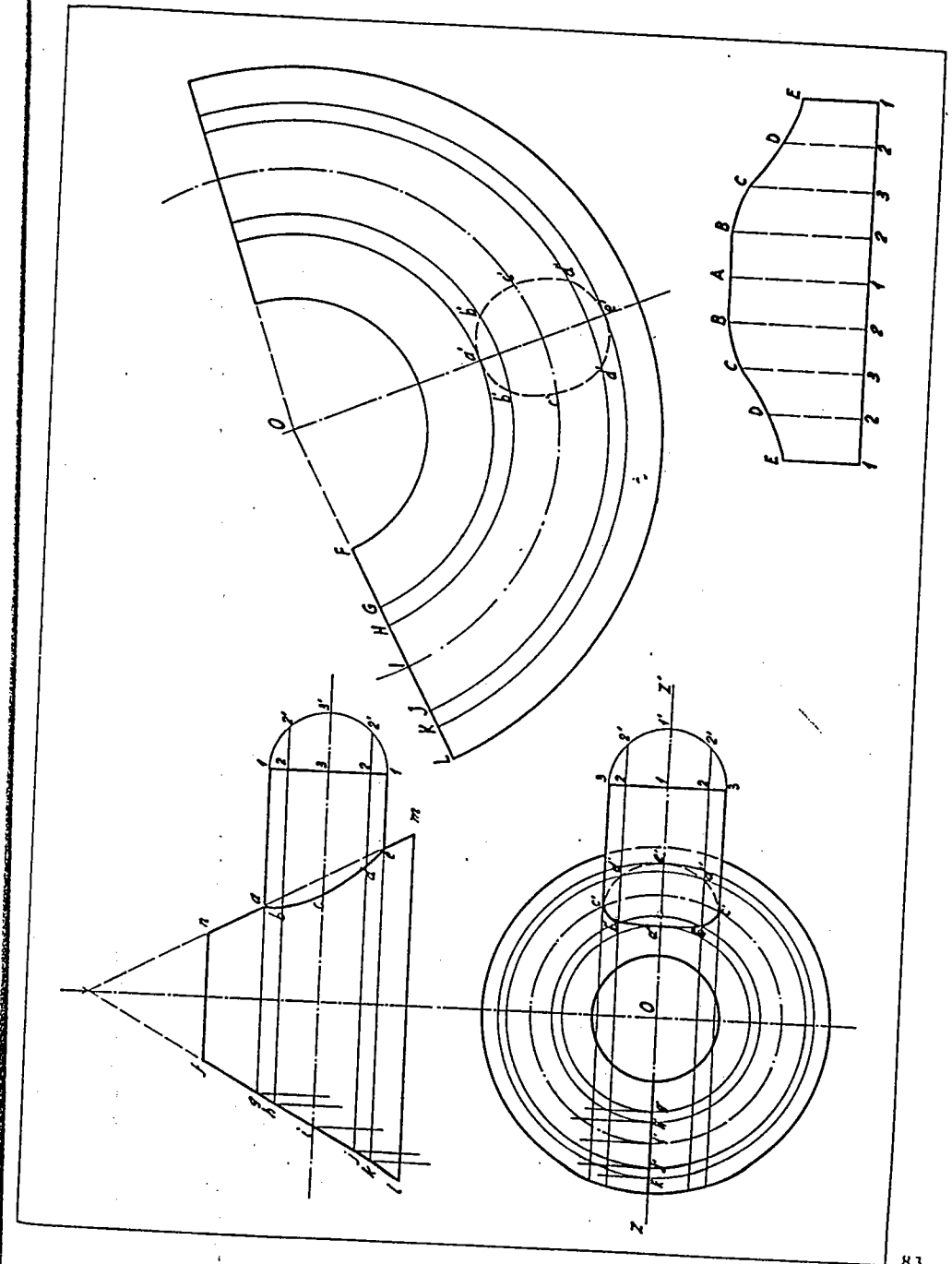
INJERTO DE DOS TUBOS DE SECCIONES CIRCULARES Y EJES OBLICUOS Y DESPLAZADOS.

- Trazado.— Trazar la figura en vista de alzado y de perfil (auxiliar). El tubo superior trazarlo en diámetro interior. El tubo inferior trazarlo en diámetro exterior. En la vista de perfil hallar los puntos $a-b-c-d-e-f-g$. En la vista de alzado trazar la semivista de la sección del tubo superior y dividirla en seis partes iguales. De estos puntos trazar paralelas al eje $k-a$ del tubo. Desde los puntos $a-b-c-d-e-f-g$ de la vista de perfil trazar horizontales a encontrarse con las rectas anteriores. Se obtendrán los puntos $a-b-c-d-e-f-g$, etc.
- Desarrollo del tubo superior.— Trazar una recta $K-K$, igual al desarrollo de la circunferencia del diámetro neutro y dividirla en doce partes iguales. De estas divisiones trazar perpendiculares cuyas medidas respectivas serán $K-G = k-g$, $J-F = j-f$, $I-E = i-e$, $H-D = h-d$, $I-C = i-c$, $J-B = j-b$, $K-A = k-a$, $L-B = l-b$, $M-C = m-c$, $N-D = n-d$, $M-E = m-e$, $L-F = l-f$, $K-G = k-g$.
- Desarrollo del tubo inferior.— Trazar un rectángulo de manera que una de sus medidas sea el desarrollo de la circunferencia de su diámetro neutro, (no el diámetro exterior que se ha empleado en las vistas de alzado y perfil), y la otra medida, la longitud del tubo.



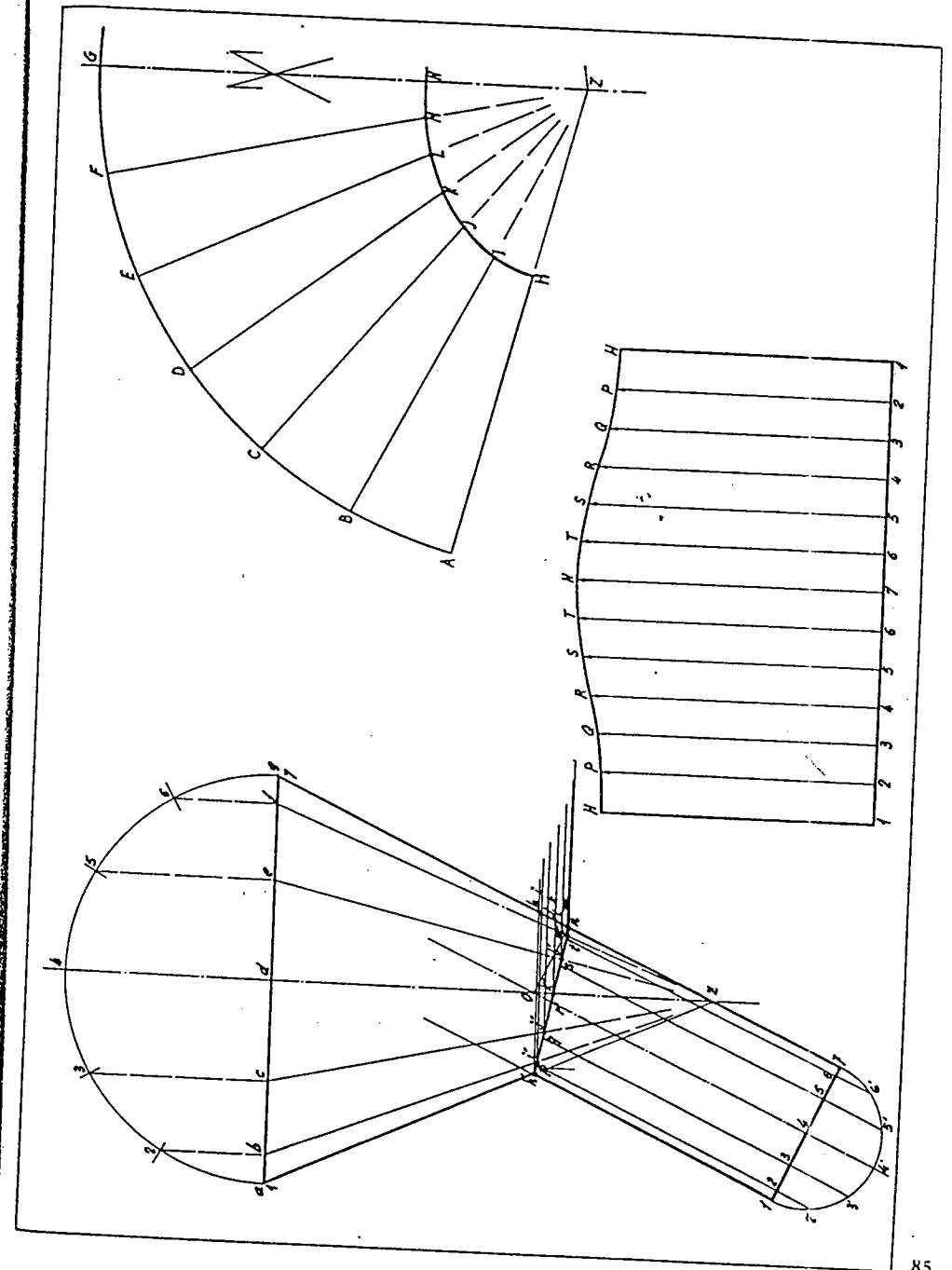
INJERTO DE TUBO CILINDRICO A CONO. LOS EJES RESPECTIVOS SON PERPENDICULARES.

- **Trazado.**— Trazar la figura en vistas de alzado y planta. El cono en sus diámetros exteriores, y el cilindro en su diámetro interior. Dividir la semisección del tubo en cuatro partes iguales, 1-2-3-2-1, en la vista de alzado, y 3-2-1-2-3 en la vista en planta. Trazar paralelas al eje $i-3'$ de la vista de alzado desde los puntos 1-2-2-1 obteniendo los puntos $g-h-i-j-k$; de estos puntos bajar perpendiculares al eje $Z-Z'$ de la vista en planta y se obtendrán los puntos $k'-j'-i'-h'-g'$, a los que, haciendo centro en O , se harán pasar circunferencias y se marcarán los puntos siguientes:
En la circunferencia de radio $O-k'$ marcar el punto e' . En la de radio $O-j'$, marcar los dos puntos d' . En la de radio $O-i'$ los puntos c' . En la de radio $O-h'$ los puntos b' . En la de radio $O-g'$ el punto a' . Subir los puntos $a'-b'-c'-d'-e'$ a la vista de alzado y marcar los puntos $a-b-c-d-e$ y unirlos con una línea formando la curva de unión.
- **Desarrollo del tubo.**— Desarrollar el diámetro neutro del tubo y dividir en ocho partes iguales. En cada una de estas divisiones levantar perpendiculares de las medidas siguientes: 1-A = 1-a, 2-B = 2-b, 3-C = 3-c, 2-D = 2-d, 1-E = 1-e.
- **Desarrollo del cono.**— Para el desarrollo del cono, emplear el diámetro neutro.



INJERTO DE TUBO CILINDRICO A CONO. UNA DE LAS GENERATRICES DEL CONO Y OTRA DEL TUBO COINCIDEN EN LA MISMA RECTA.

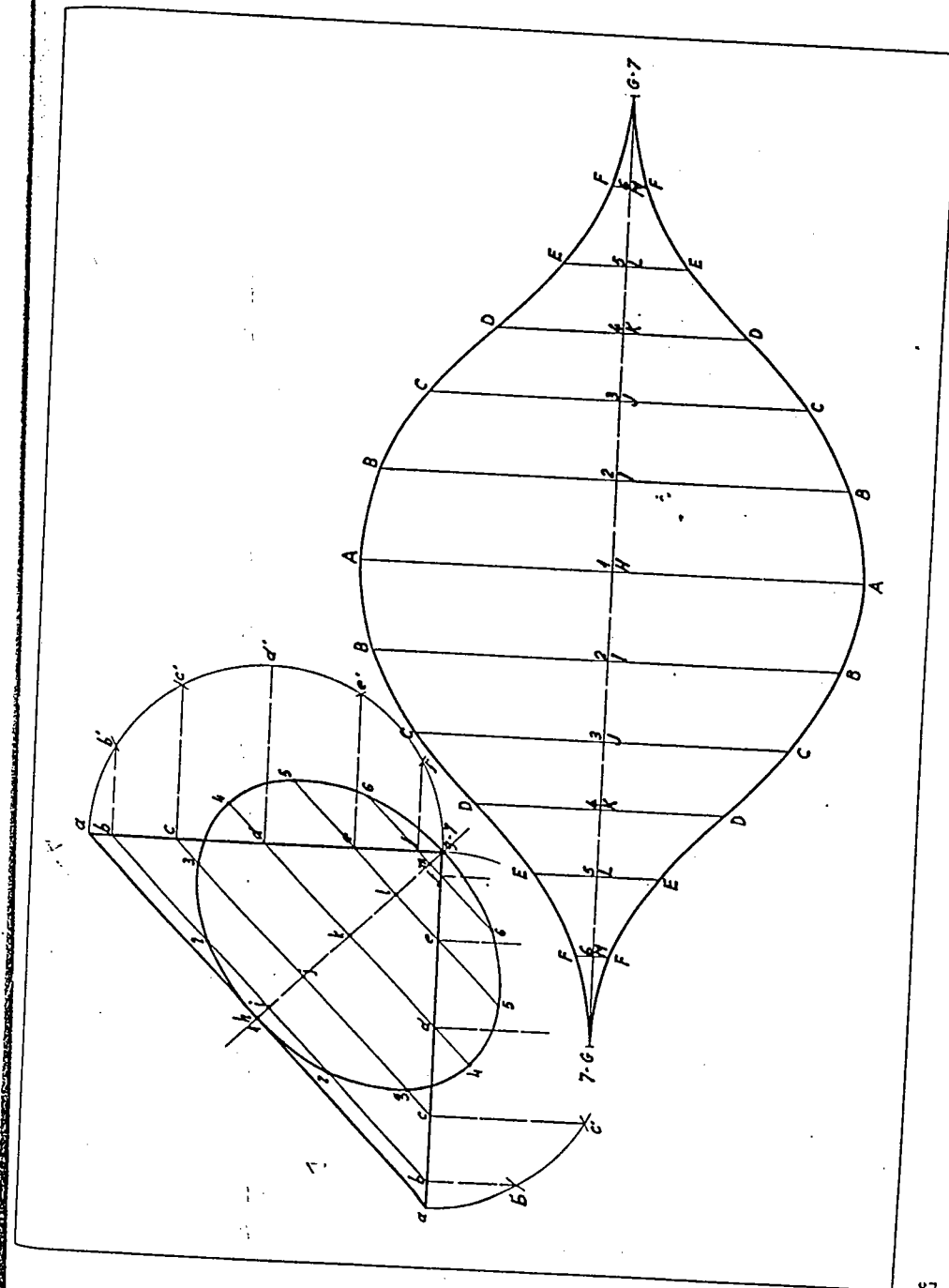
- **Trazado.**— Trazar la figura, tanto la parte cónica como cilíndrica, en diámetros neutros. Prolongar las generatrices del cono y marcar el punto z . Desde el punto O , intersección de los ejes de las dos figuras, trazar una perpendicular a la generatriz común $z-g$, marcando el punto n . La intersección entre la generatriz $a-z$ del cono con la generatriz $h-h'$ del cilindro, nos dará el punto h' . Unir con una recta los puntos $h-h'$, que indicará la unión entre el cono y el cilindro. Trazar la semiplanta de la base del cono y dividir en seis partes iguales. Trazar generatrices uniendo los puntos $b-c-d-e-f$, con el punto cúspide z . Estas generatrices en la recta de unión $h-h'$, darán los puntos $i-j-k-l-m$. Desde los puntos $h-i-j-k-l-m$ trazar horizontales a la generatriz en verdadera magnitud $g-n$, y se obtendrán los puntos $h-i-j-k-l-m-n$. Trazar la semiplanta de la base del cilindro y dividir en seis partes iguales. Por estos puntos trazar paralelas al eje del tubo, que en la recta de unión $h-h'$, darán los puntos $p-q-r-s-t$.
- **Desarrollo del cono.**— Desde el punto Z , con radio $z-g$, igual a la generatriz en verdadera magnitud, trazar el arco $A-B-C-D-E-F-G$, teniendo una longitud igual al semidesarrollo del diámetro neutro de la base $a-g$. Trazar $Z-H = z-h$, $Z-I = z-i$, $Z-J = z-j$, $Z-K = z-k$, $Z-L = z-l$, $Z-M = z-m$, $Z-N = z-n$.
- **Desarrollo del tubo.**— Trazar una recta igual al desarrollo del diámetro neutro del cilindro. Dividirla en doce partes iguales. Desde cada división trazar perpendiculares cuyas longitudes serán: $1-H = 1-h'$, $2-P = 2-p$, $3-Q = 3-q$, $4-R = 4-r$, $5-S = 5-s$, $6-T = 6-t$, $7-N = 7-n$, etc.



UNION PARA DOS TUBOS DE BOCAS IGUALES Y CIRCULARES, CUYOS EJES FORMAN UN ANGULO DE 90°.

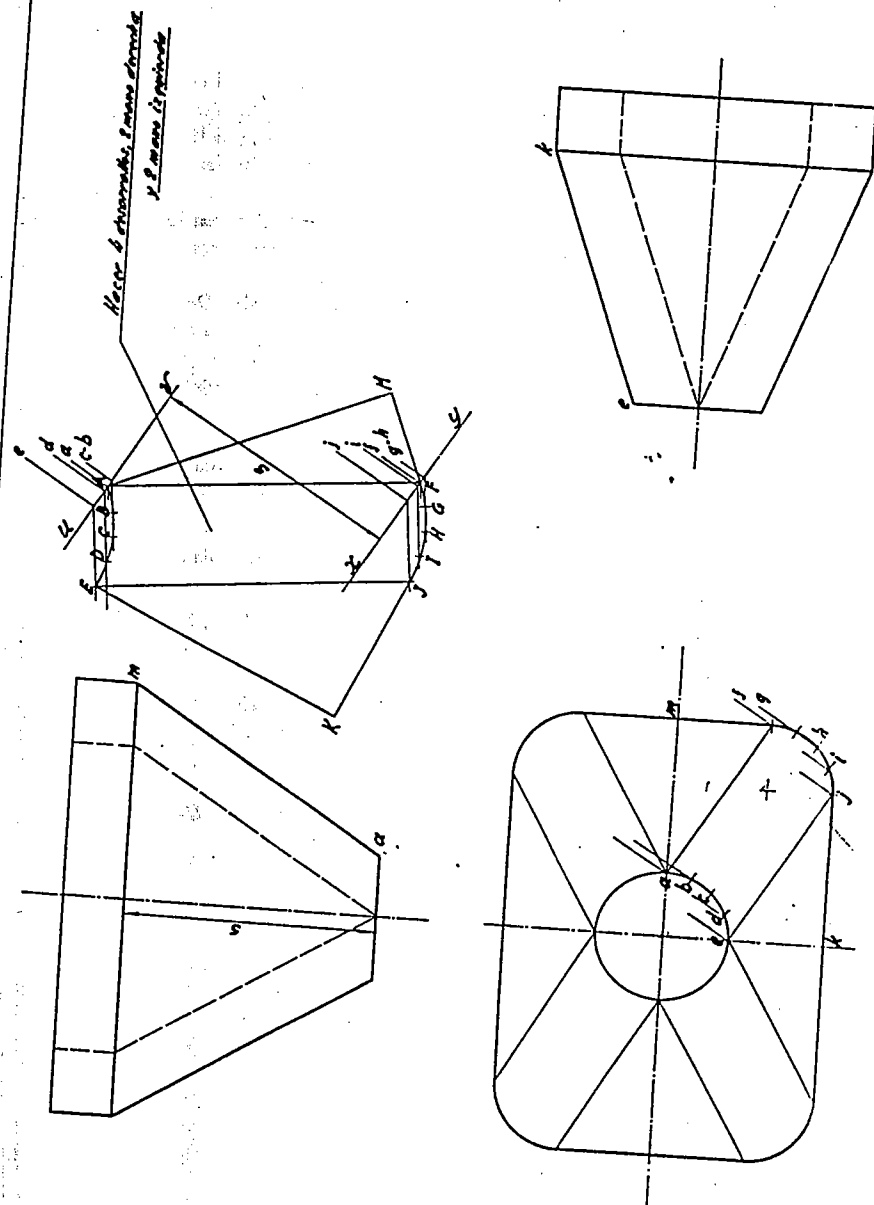
□ Trazado.— Trazar la figura en diámetro neutro. Trazar la semiplanta de la base inferior y dividirla en seis partes iguales, $a-b-c-d-e-f-g$. Desde estos puntos trazar perpendiculares a la base $a-g$, obteniendo $b-c-d-e-f-g$. De estos puntos trazar paralelas a la generatriz $a-a$, o lo que es lo mismo, al eje del tubo. Perpendicular a la generatriz $a-a$, trazar la sección $h-g$. Trazar la vista en planta de dicha sección marcando $2-i = b-b'$, $3-j = c-c'$, $4-k = d-d'$, $5-l = e-e'$, $6-m = f-f'$. La sección será elíptica.

□ Desarrollo.— Trazar una recta $G-G$. Sobre ella marcar los puntos $G-6-5-4-3-2-1$, etc. cuyas longitudes serán, tomadas con regla flexible, las medidas $g-6-5-4-3-2-1$, etc. de la sección $h-g$, de vista en planta. En cada uno de estos puntos trazar perpendiculares cuyas longitudes serán: $H-A = h-a$, $I-B = i-b$, $J-C = j-c$, $K-D = k-d$, $L-E = l-e$, $M-F = m-f$, etc.



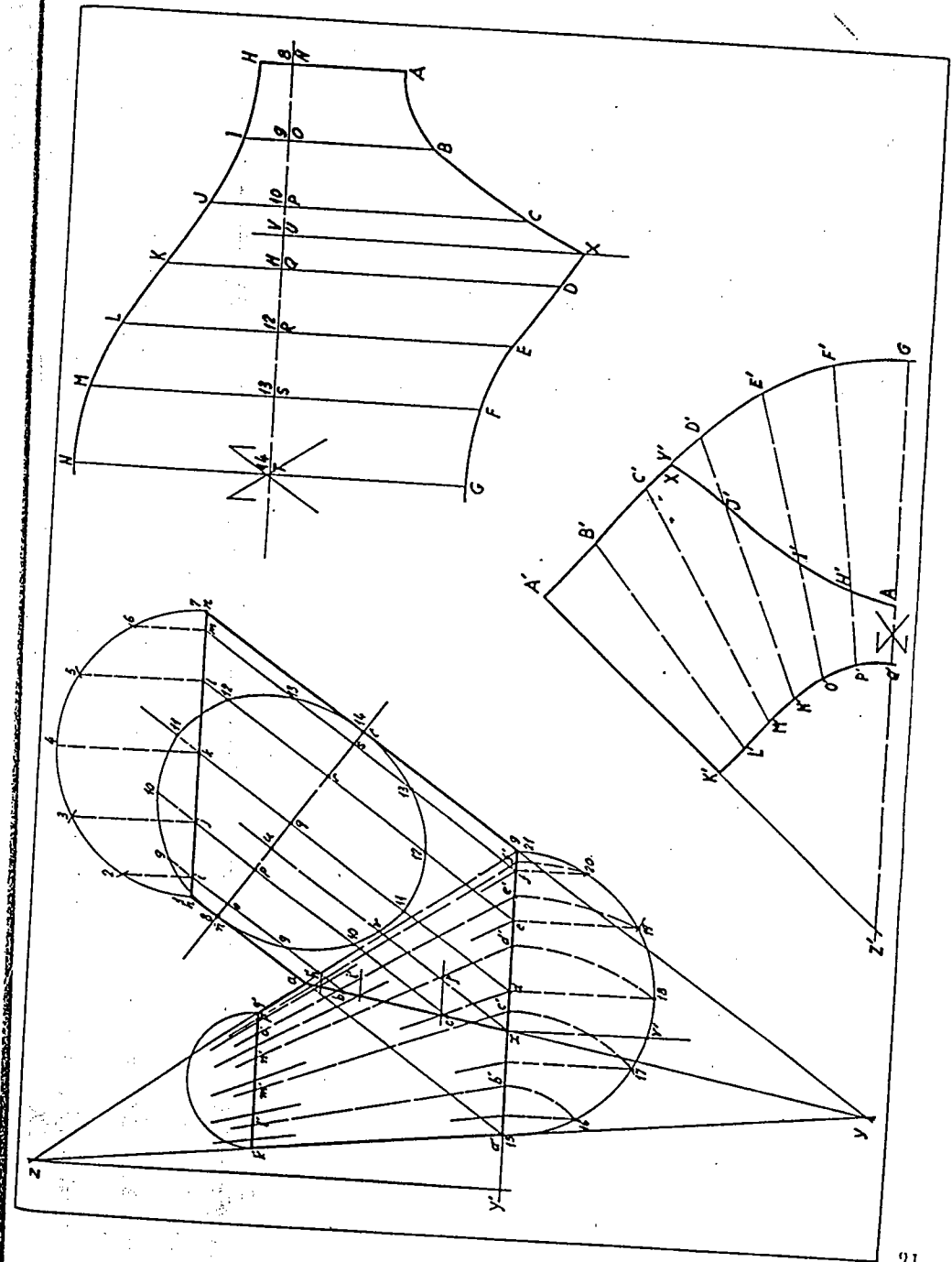
TOLVA DE BASES CIRCULAR Y RECTANGULAR CON ESQUINAS REDONDEADAS.

- Trazado.— Trazar en plano neutro la tolva, en las vistas de alzado y planta. Dividir un cuadrante de la base circular en un número de partes iguales (4 en este caso), $a-b-c-d-e$. Dividir en el mismo número de partes iguales la parte circular correspondiente a la otra base $f-g-h-i-j$. Unir $a-f$ y también $e-j$ por dos rectas que serán paralelas.
- Desarrollo.— Trazar la recta $x-y$, paralela a $a-f$. Proyectar en la recta $x-y$, perpendicularmente a $a-f$, los puntos $f-g-h-i-j$. Trazar la recta $u-v$, paralela a la recta $x-y$, a una distancia s , igual a la separación de las bases de la tolva. Proyectar en la recta $u-v$, perpendicularmente a la recta $a-f$, los puntos $a-b-c-d-e$. Por estos puntos trazar perpendiculares a la recta $A-F$. Tomar con una regla flexible las distancias $a-b-c-d-e$, y trasladarlas a $A-B-C-D-E$. Asimismo en $x-y$ trazar perpendiculares a la recta $A-F$, que pasen por los puntos $f-g-h-i-j$. Tomar con una regla flexible las distancias $f-g-h-i-j$, y trasladarlas respectivamente a $F-G-H-I-J$. Trazar $F-M = f-m$, $A-M = a-m$, de la vista en alzado, $J-K = j-k$, de la vista en la planta, y $E-K = e-k$, de la vista de perfil.



UNION DE CONO OBLICUO CON CILINDRO OBLICUO.

- Trazado.— Trazar la figura en vista de alzado y diámetros neutros. Completar el cono oblicuo prolongando sus generatrices hasta hallar el punto Z. Prolongar las generatrices del cono y del cilindro y hallar el punto Y. Unir con una recta los puntos Y-a, y la línea x-a nos marcará la unión del cono con el cilindro. Desde Z bajar una perpendicular a la prolongación de la base común a-g, y marcar el punto Y'. Hallar la semiplanta de la base común y dividir en seis partes iguales. Desde Y' trazar los arcos 16-b', 17-c', 18-d', 19-e', 20-f'. Trazar al cono oblicuo las generatrices en verdadera magnitud Z-b', Z-c', Z-d', Z-e', Z-f'. Hallar la semiplanta de la base superior del cilindro y dividir en seis partes iguales. Desde estas divisiones bajar perpendiculares a la base h-n, marcando los puntos i-j-k-l-m. Al eje k-l del cilindro trazarle las paralelas i-b', j-c', k-d', l-e', m-f'. Trazar la sección n-t, perpendicular al eje k-d. Hallar la verdadera magnitud de esta sección marcando respectivamente 9-o, 10-p, 11-q, 12-r, 13-s, iguales a 2-i, 3-j, 4-k, 5-l, 6-m.
- Desarrollo de la parte cónica.— Construirlo tomando las generatrices en verdadera magnitud de la parte cónica de la siguiente manera: Z'-G = Z-g, Z'-F' = Z-f', Z'-E' = Z-e', Z'-D' = Z-d', Z'-C' = Z-c', Z'-B' = Z-b', Z'-A' = Z-a'.
- Las longitudes A-G = a-g, H'-F' = h'-f', I'-E' = i'-e', J'-D' = j'-d', C'-V' = 17-v' tomada con regla flexible.
- Las generatrices Z'-Q' = Z-q', Z'-P' = Z-p', Z'-O' = Z-o', Z'-N' = Z-n', Z'-M' = Z-m', Z'-L' = Z-l', Z'-K' = Z-k'.
- Desarrollo de la parte cilíndrica.— En una recta marcar las distancias 14-13-12-11-V-10-9-8, etc., tomadas con regla flexible de la sección n-t, en verdadera magnitud. Sobre la recta marcar T-N = t-n, S-M = s-m, R-L = r-l, Q-K = q-k, P-J = p-j, O-I = o-i, N-H = n-h.
- En la parte inferior de la recta marcar T-G = t-g, S-F = s-f, R-E = r-e, Q-D = q-d, U-X = u-x, P-C = p-c, O-B = o-b, N-A = n-a.



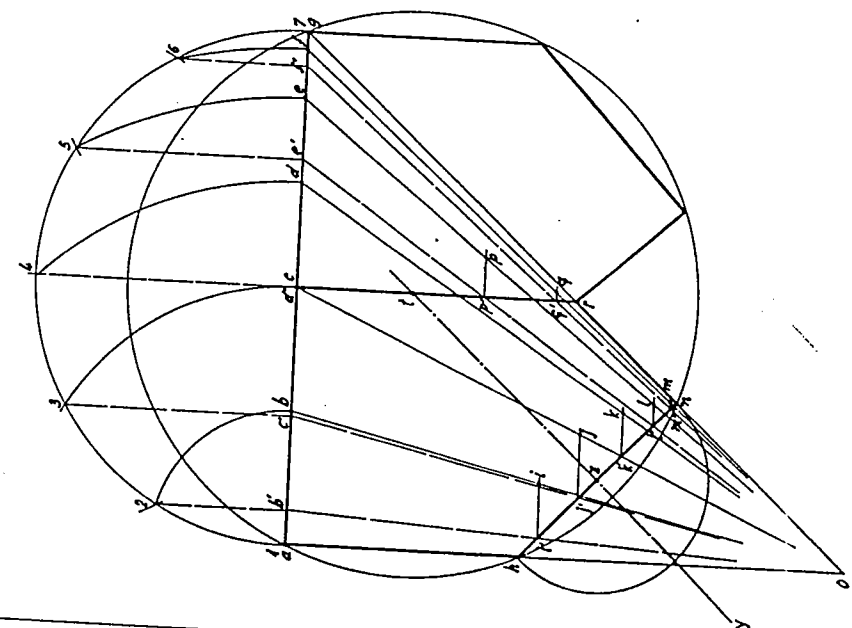
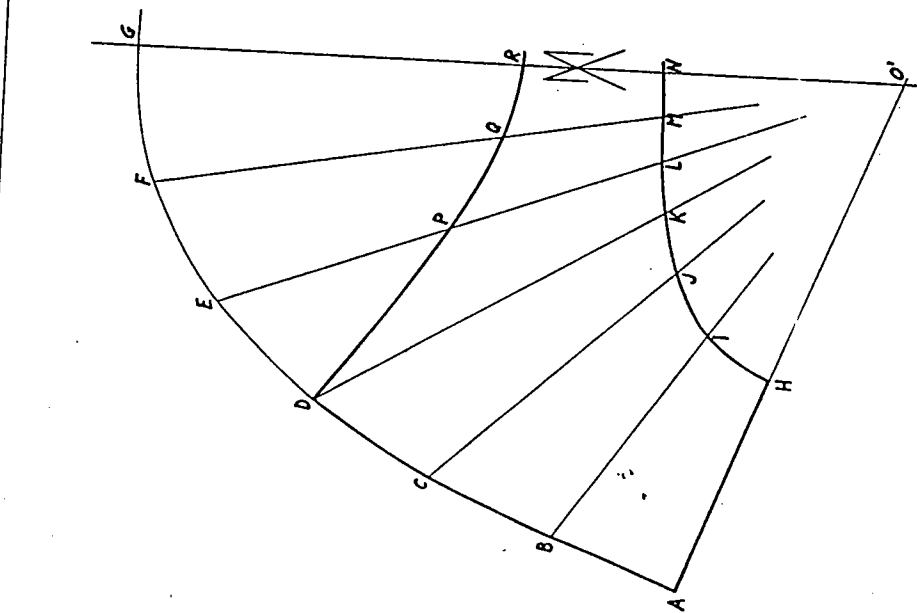
UNION DE DOS CONOS OBLICUOS FORMANDO TUBO PANTALON.

- **Trazado.**— Por estar inscritos los puntos $a-g-h-n$ en una circunferencia las bases $a-g$ y $h-n$ serán circulares.

Trazar la figura en diámetros neutros. Trazar la recta $a-g$, igual al diámetro neutro del tubo de entrada.

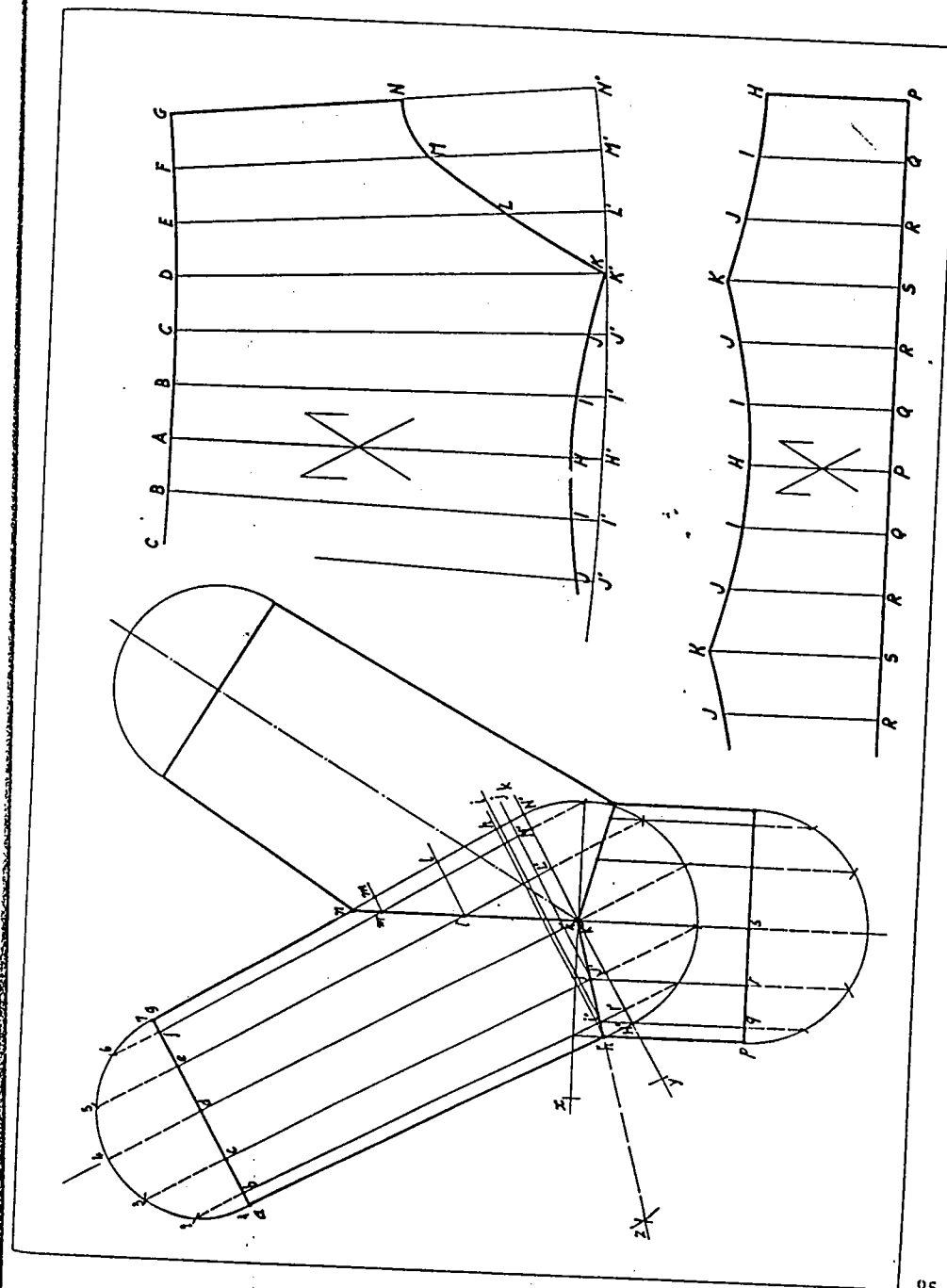
Trazar la generatriz $g-o$ con la misma inclinación que lleven las tuberías de salida. A esta generatriz trazar una paralela $y-t$, a una distancia $z-n$, que coincida con la mitad del diámetro neutro del tubo de salida. El punto t será el centro de la circunferencia. La distancia $z-h = z-n$. Trazar la semiplanta de la base $a-g$, y dividir en seis partes iguales. Desde a trazar los arcos $2-b$, $3-c$, $4-d$, $5-e$, $6-f$. Prolongar $a-h$ hasta el punto o . Trazar las generatrices en verdadera magnitud $o-b$, $o-c$, $o-d$, $o-e$, $o-f$.

- **Desarrollo.**— Construirlo tomando las generatrices en verdadera magnitud, de esta manera: $O'G = o-g$, $O'F = o-f$, $O'E = o-e$, $O'D = o-d$, $O'C = o-c$, $O'B = o-b$, $O'A = o-a$. Las longitudes $G-R = g-r$, $F-Q = f-q$, $E-P = e-p$. Las generatrices $O'N = o-n$, $O'M = o-m$, $O'L = o-l$, $O'K = o-k$, $O'J = o-j$, $O'I = o-i$, $O'H = o-h$.



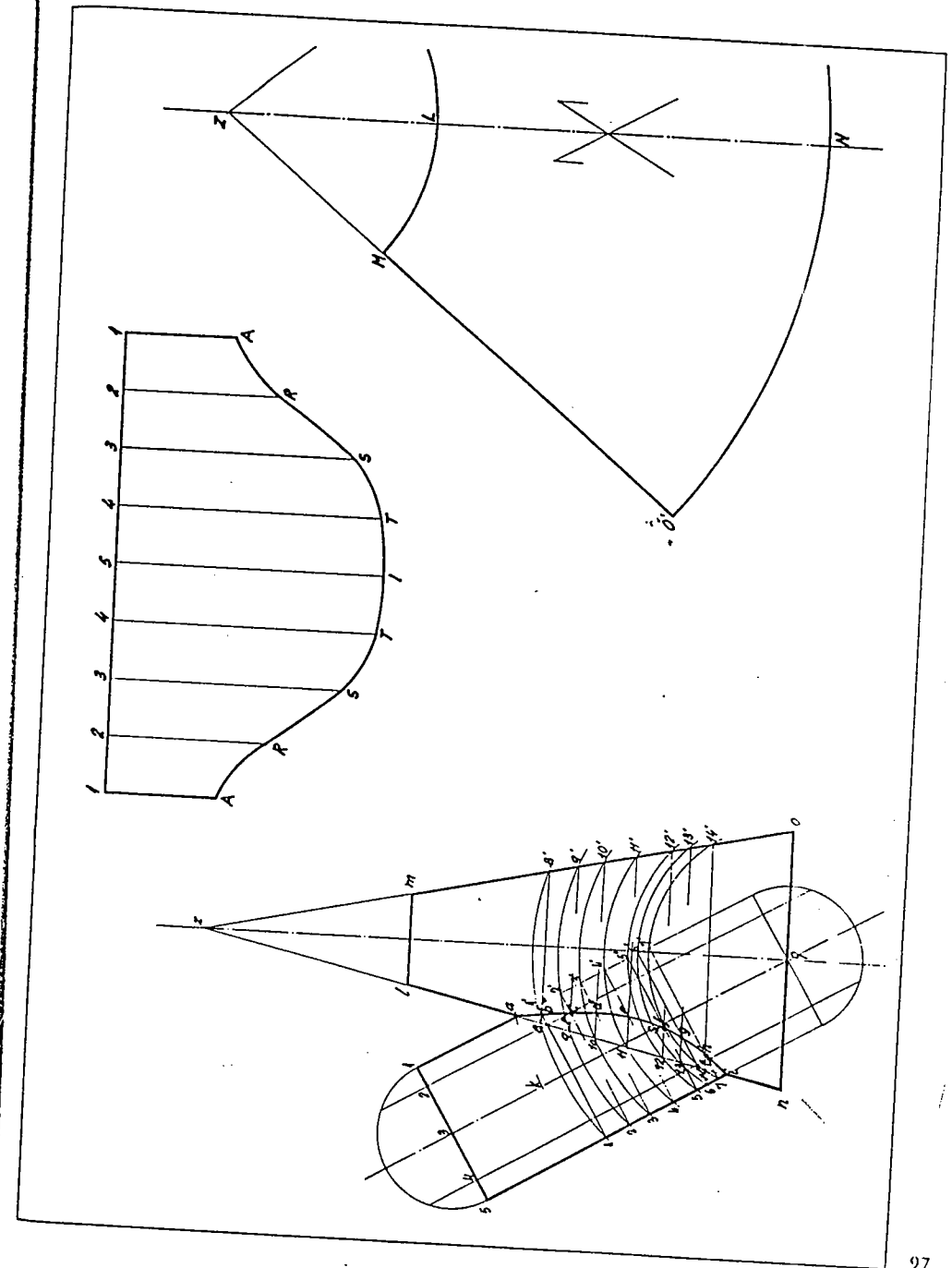
TUBO PANTALON FORMADO POR TRES TUBOS CILINDRICOS DE DIAMETROS IGUALES.— Este procedimiento se emplea también cuando los tubos superiores son ligeramente cónicos, según la lámina.

- **Trazado.**— Trazar la figura en diámetros neutros. Al ángulo $d-k'$ trazarle la bisectriz $Z-k'$. Prolongar las generatrices $a-h'$ y $g-n$ hasta completar el cilindro o cono, $a-g-H'-N'$. Hallar la semiplanta de las bases $a-g$, $H'-N'$ y dividir cada una en seis partes iguales. De cada una de las divisiones trazar perpendiculares a su respectiva base. Trazar las generatrices $a-H'$, $b-I'$, $c-J'$, $d-K'$, $e-L'$, $f-M'$, $g-N'$. Desde los puntos h' , i' , j' , k' , l' , m' trazar paralelas a la base $H'-N'$, y marcar en la generatriz $g-N'$ de la verdadera magnitud, los puntos $m-l-h-i-j-k$.
- **Desarrollo de uno de los tubos superiores.**— Desarrollar el cilindro o cono $a-g-H'-N'$, con sus respectivas generatrices y marcar $G-N = g-n$, $F-M = g-m$, $E-L = g-l$, $D-K = g-k$, $C-J = g-j$, $B-I = g-i$, $A-H = g-h$, etc.
- **Desarrollo del tubo inferior.**— Trazar una recta de igual medida que el desarrollo del diámetro neutro del tubo y dividir en doce partes iguales. En cada una de las divisiones levantar perpendiculares de las siguientes medidas: $P-H = p-h'$, $Q-I = q-i'$, $R-J = r-j'$, $S-K = s-k'$, etc.



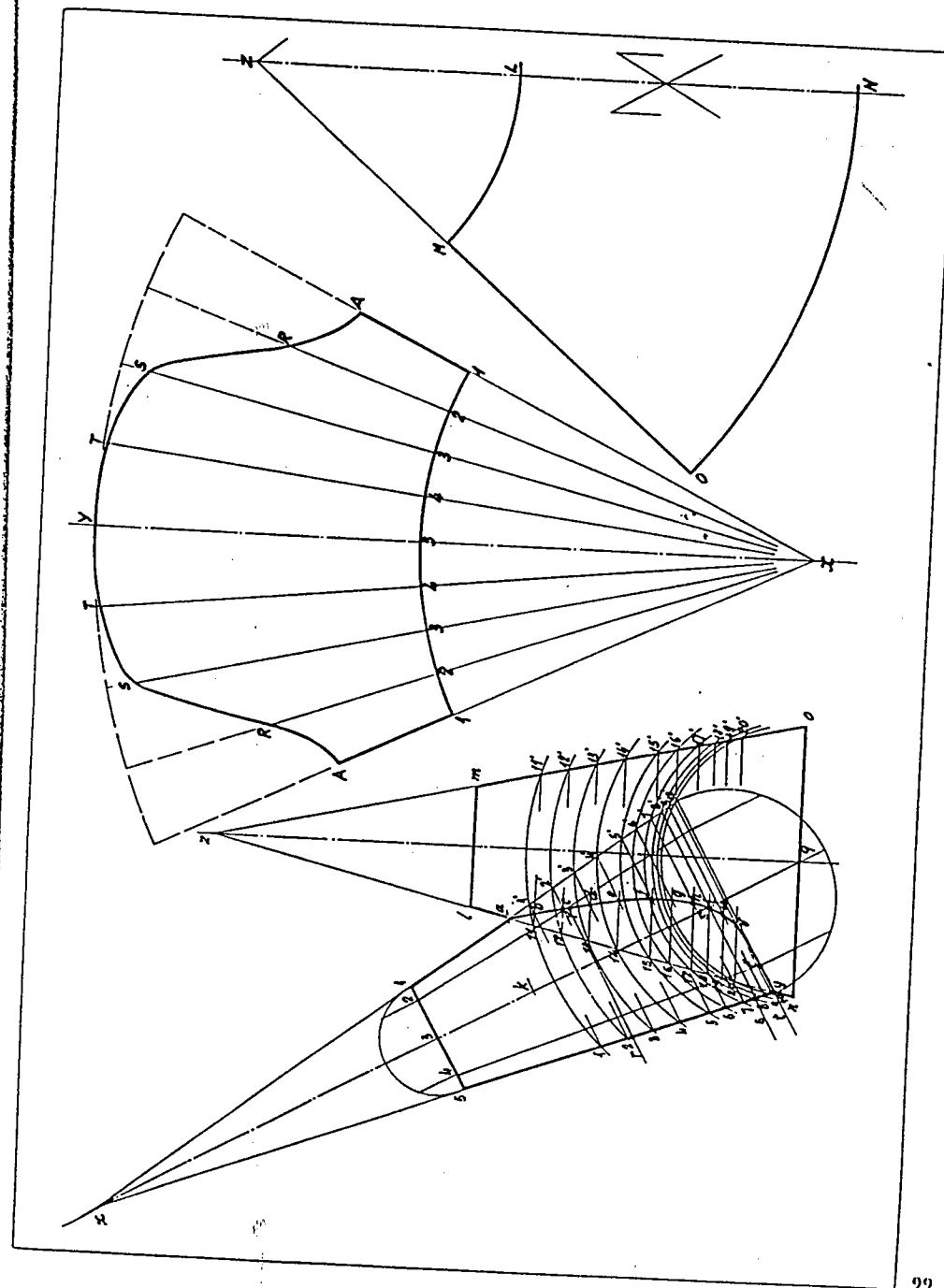
INJERTO DE TUBO CILINDRICO EN CONO.

- Trazado.— Trazar la figura en vista de alzado; el tubo cilíndrico en diámetro interior, y la parte cónica en diámetro exterior. Es importante hallar la curva de unión $a-b-c-d$, etc. Para ello trazar a una distancia prudencial del punto a , la recta $8-8'$, paralela a la base $n-o$. Haciendo centro en q , que es la intersección de los dos ejes, y con un radio $q-8'$, trazar un arco que nos dará el punto $1'$ en la prolongación de la generatriz $1-a$ del cilindro, y el punto 1 en la otra generatriz $5-i$. Unir con una recta los puntos $1-1'$ y en el encuentro con la recta $8-8'$, nos dará el punto b , que pertenecerá a la curva de la unión del cilindro con el cono. Hallar de la misma manera los puntos $c-d-e-f$, etc., los que sean necesarios para trazar la curva.
- Desarrollo de la parte cilíndrica.— Desarrollar sobre una línea el diámetro neutro del cilindro y dividir en ocho partes iguales. Trazar en cada división una perpendicular y marcar $1-A = 1-a$, $2-R = 2-r$, $3-S = 3-s$, $4-T = 4-t$, $5-I = 5-i$, etc.
- Desarrollo de la parte cónica.— Trazar el cono en diámetro neutro y tomar $Z-N = z-n$, $N-O$, igual al semidesarrollo del diámetro neutro del cono $n-o$, y $Z-L = z-l$.



INJERTO DE TUBO CONICO EN CONO.

- **Trazado.**— Trazar la figura en vista de alzado, el cono lateral en diámetro interior y el cono central en diámetro exterior. Es importante hallar la curva de unión $a-b-c-d$, etc. Para ello trazar a una distancia prudencial del punto a la recta $11'-11''$, paralela a la base $n-o$.
Haciendo centro en q , que es la intersección de los dos ejes, y con radio $q-11'$, trazar un arco que nos dará el punto $1'$, en la prolongación de la generatriz $1-a$, del cono, y el punto 1 en la otra generatriz $5-y$.
Unir con una recta los puntos $1-1'$, y en el encuentro con la recta $11'-11''$ nos dará el punto b , que pertenecerá a la curva de la unión de cono con cono. Hallar de la misma manera los puntos c, d, e , etc. de la curva.
- **Desarrollo del cono lateral.**— Desarrollar el cono en diámetro neutro y trazar las respectivas generatrices. Trazar $X-Y$, igual a $x-y$, tomada en la generatriz de verdadera magnitud $x-y$, $X-T = x-t$, $X-S = x-s$, $X-R = x-r$, todas ellas en la misma generatriz, y por último $X-A = x-a$, tomada en la generatriz opuesta, también en verdadera magnitud.
- **Desarrollo del cono central.**— Trazar el cono en diámetro neutro y tomar $Z-N = z-n$, $N-O$, igual al semidesarrollo del diámetro neutro del cono $n-o$, y $Z-L = z-l$.



UNION DE TUBOS CUYOS EJES FORMAN ANGULO OBLICUO.

- Trazado.— Trazar la figura en vista de alzado, los tubos 2, 3, 4, en diámetro exterior y el 1 en diámetro interior.

Es importante hallar la curva de unión $f-g-h-i-j$, etc.

Para ello trazar a una distancia prudencial del punto f la recta $11-11'$, paralela a la base $u-z'$. Haciendo centro en m' , que es la intersección de los dos ejes, y con radio $m'-11'$, trazar un arco que nos dará el punto 1 en la prolongación del costado $j-p$ del tubo n° 2, y el punto 1 en el otro lado $f-k'$. Unir con una recta los puntos $1-1'$ y en el encuentro con la recta $11-11'$ nos dará el punto g que pertenecerá a la curva de la unión de los dos tubos.

Hallar de la misma manera los puntos $h-i-j$, etc., los que sean necesarios para trazar la curva.

- Desarrollo del tubo n° 1.— Desarrollar sobre una recta el diámetro neutro del tubo y dividir en ocho partes iguales.

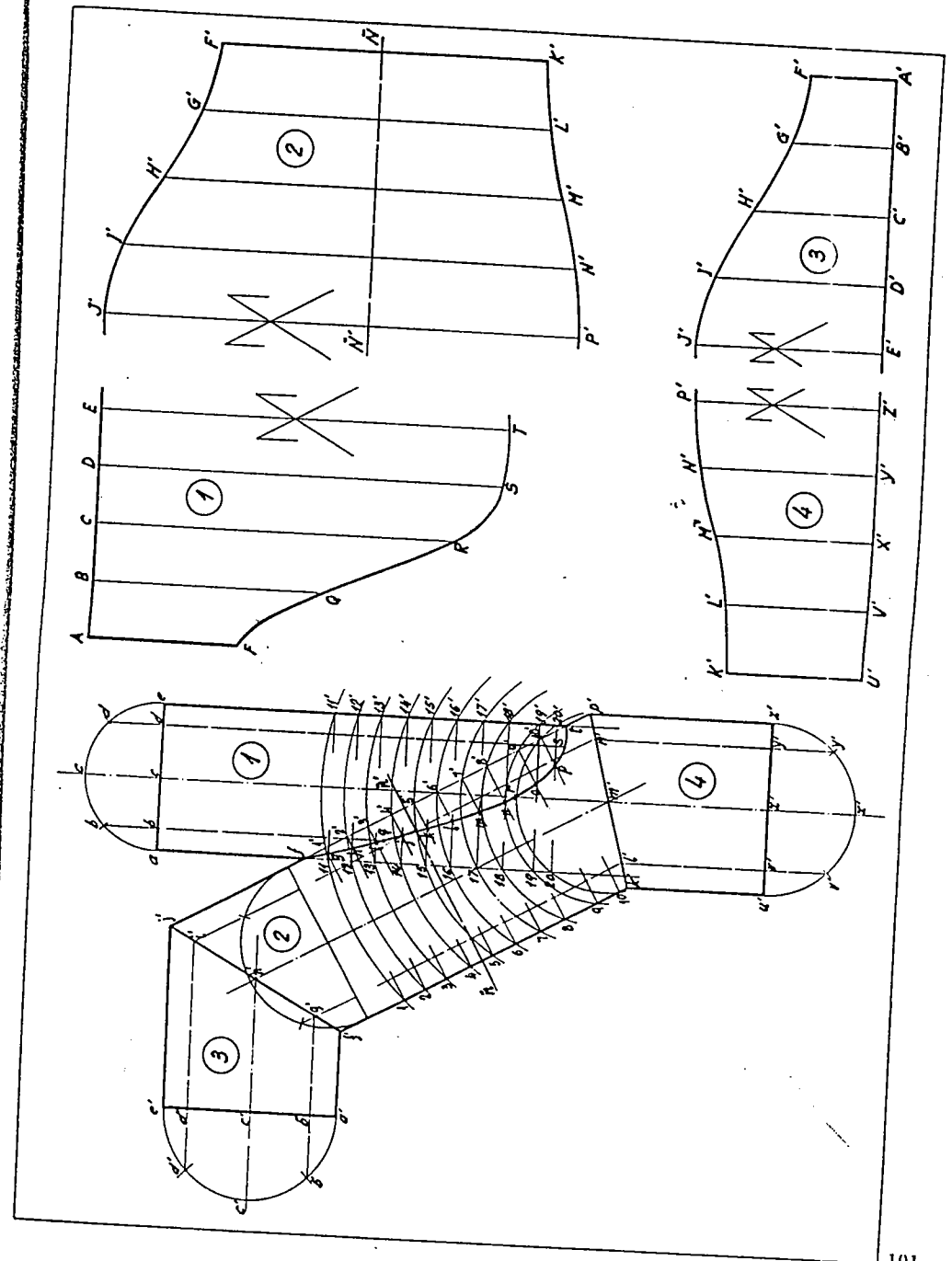
Trazar $A-F = a-f$, $B-Q = b-q$, $C-R = c-r$, $D-S = d-s$, $E-T = e-t$.

- Desarrollo del tubo n° 2.— Desarrollar sobre una recta $\tilde{N}-\tilde{N}$ el diámetro neutro del tubo y dividir en ocho partes iguales.

Desde la recta $\tilde{N}-\tilde{N}$, a los respectivos puntos $F'-G'-H'-I'-J'$ dar las distancias tomadas desde la recta $\tilde{n}-\tilde{n}$ a los puntos $f'-g'-h'-i'-j'$.

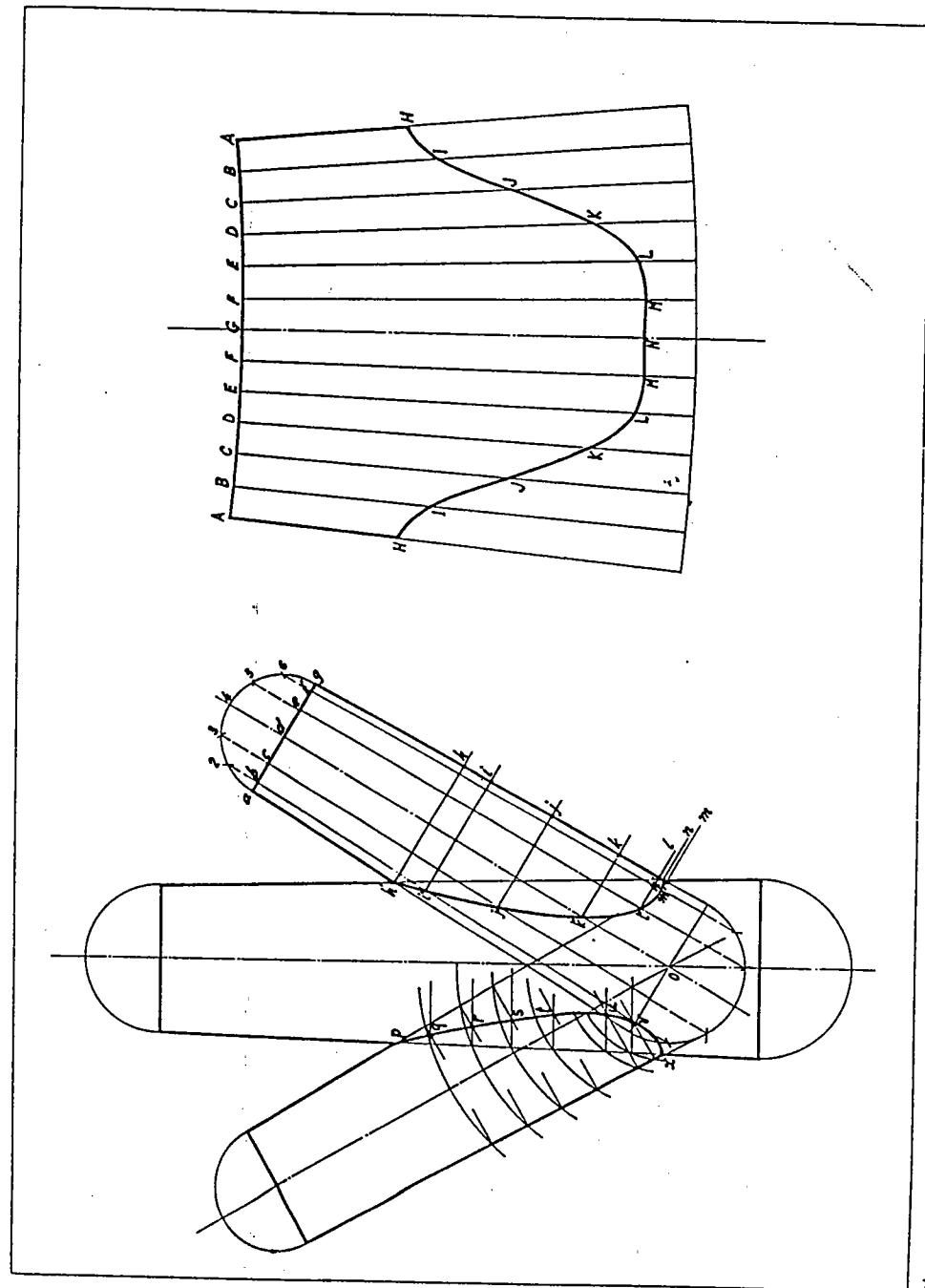
De la misma manera marcar los puntos $K'-L'-M'-N'-P'$ según distancias tomadas de la recta $\tilde{n}-\tilde{n}$ a los puntos $p'-n'-l'-k'$.

- Desarrollo de los tubos 3 y 4.— Emplear los diámetros neutros respectivos para su construcción.



INJERTO DE TUBO CONICO EN TUBO CONICO.

- Trazado.— Trazar la figura en vista de alzado. El tubo central en diámetro exterior y el tubo lateral en diámetro interior. Es muy importante hallar la curva de unión $p-q-r-s-t$, etc. Para ello desde el punto O, que es el de intersección entre los ejes de los dos tubos, se trazarán los arcos de circunferencia que sean necesarios para hallar los puntos de la curva. El procedimiento no difiere en nada a los hechos en las láminas anteriores. En el tubo de la derecha prolongar las generatrices $a-h'$, $g-m$, y formar el cono de bases paralelas tal como en la figura. Trazar las semiplantas de las bases y dividir cada una de ellas en seis partes iguales. Trazar las generatrices correspondientes, que al cruzarse con la curva unión, marcarán los puntos $h-i-j-k-l-m-n$. De estos puntos trazar paralelas a la base $a-g$, hasta la generatriz en verdadera magnitud $g-n'$, y se obtendrán los puntos $h-i-j-k-l-m-n$.
- Desarrollo del cono lateral.— Desarrollar el cono de bases paralelas con sus respectivas generatrices, cuyas longitudes serán: $A-H = g-h$, $B-I = g-i$, $C-J = g-j$, $D-K = g-k$, $E-L = g-l$, $F-M = g-m$, $G-N = g-n$, etc.
- Desarrollo del cono central.— Desarrollar el cono empleando los diámetros neutros.



INJERTO DE TUBO DE SECCION CIRCULAR EN OTRO TUBO DE SECCION ELIPTICA.

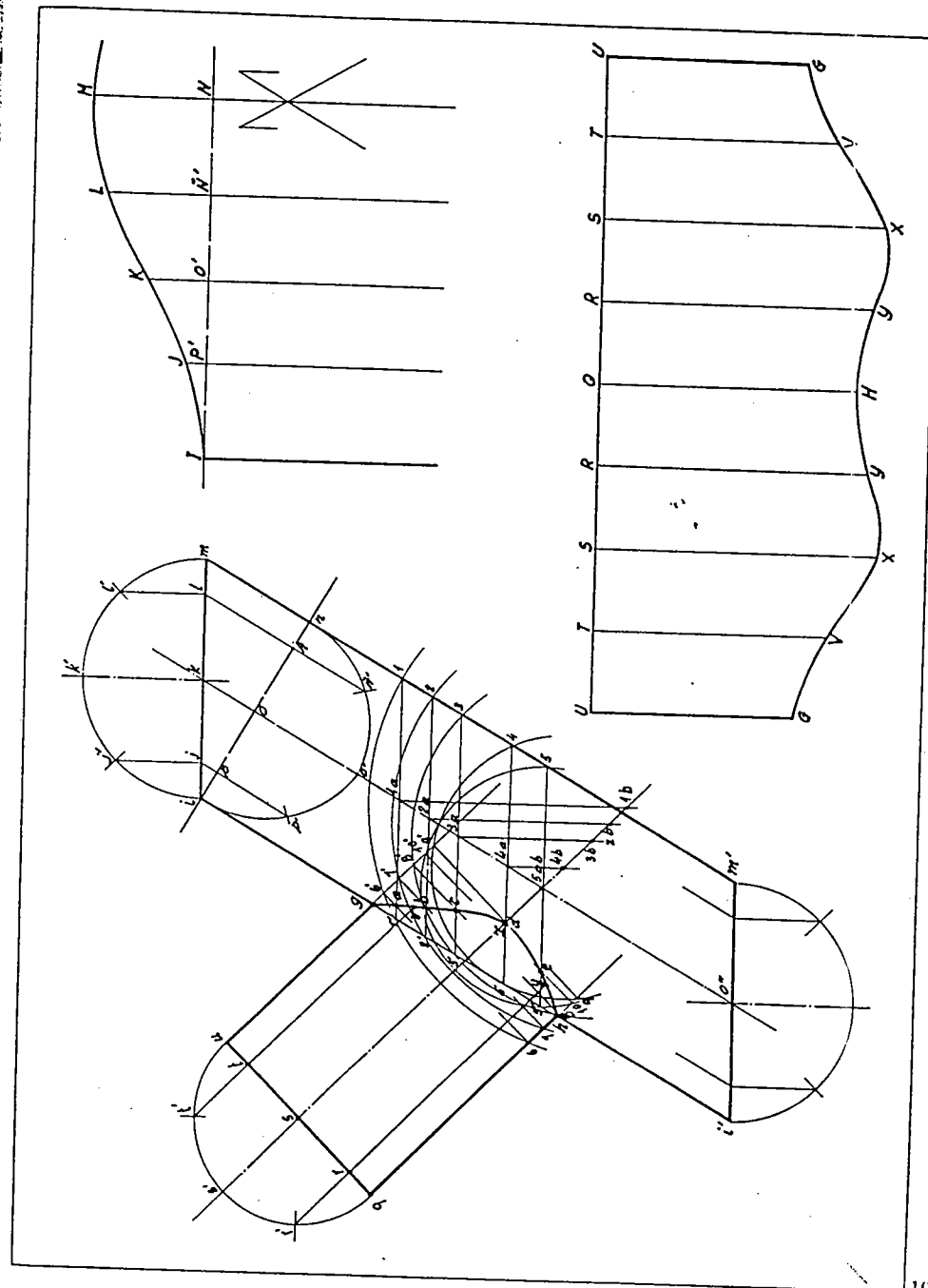
- **Trazado.**— Trazar la figura en vista de alzado, el tubo menor en diámetro interior y el tubo mayor en plano exterior. Es importante hallar la curva $g-a-b-c$, etc. Para ello trazar a una distancia prudencial del punto g , la recta $1'1$, paralela a la base $i'm'$. En esta recta marcar el punto $1a$, en la unión con el eje $k-o'$. Desde este punto $1a$ bajar una perpendicular al eje del tubo menor y marcar el punto $1b$. Desde este punto con radio $1b-1$, trazar un arco que nos dará el punto $6'$ en la prolongación del costado $u-g$, del tubo menor, y el punto 6 , al otro lado $q-h$. Unir con una recta los puntos $6-6'$, y en el encuentro con la recta $1'1$, nos dará el punto a , que pertenecerá a la curva de la unión de los dos tubos.

Hallar los demás puntos de la misma manera.

- **Desarrollo del tubo menor.**— Desarrollar sobre una recta el diámetro neutro del tubo. Dividir en 8 partes iguales. Trazar $U-G$, $T-V$, $S-X$, $R-Y$, $Q-H$, etc. iguales a $u-g$, $t-v$, $s-x$, $r-y$, $q-h$.

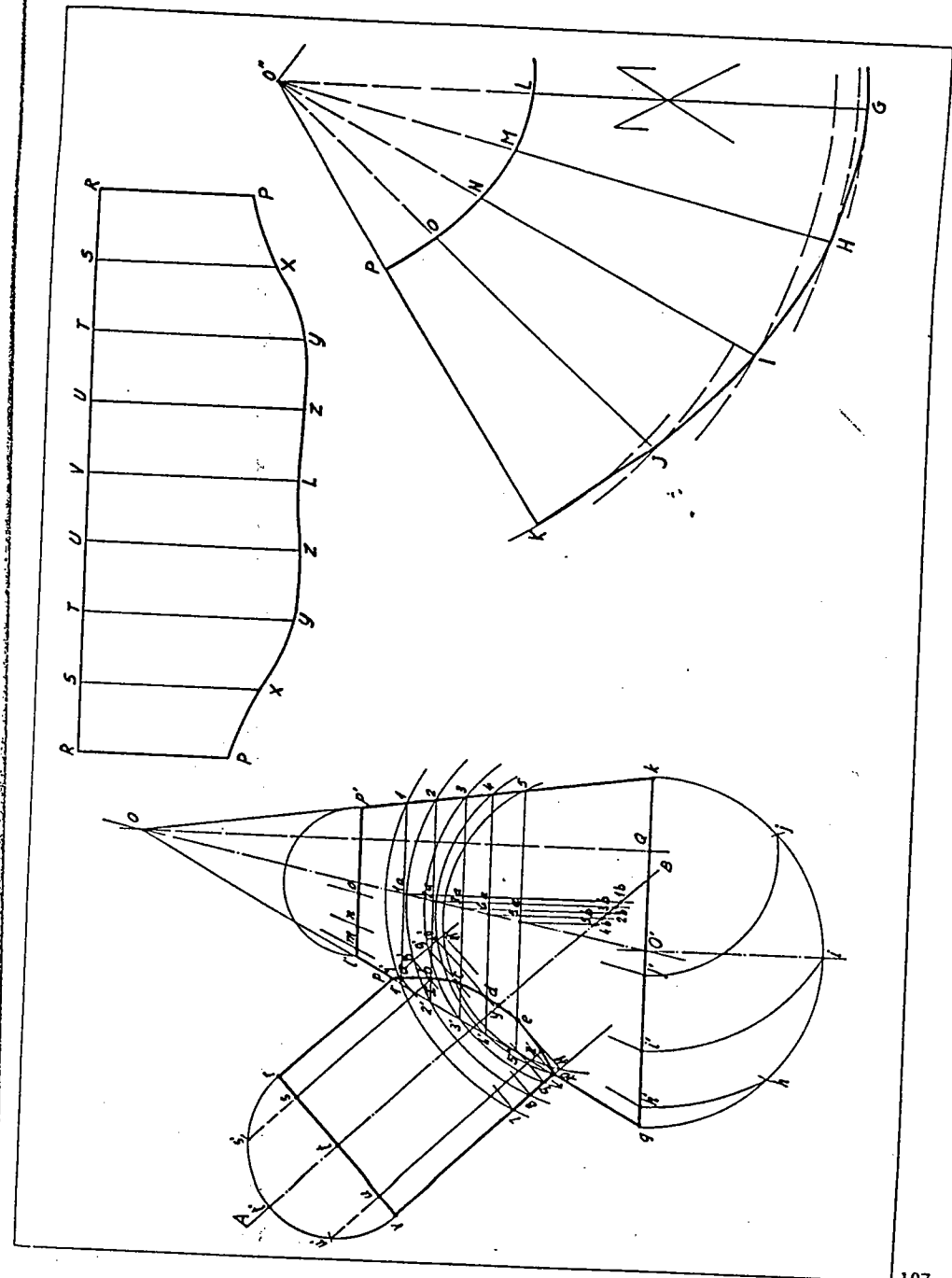
- Desarrollo del tubo mayor.— Trazar la recta $i-n$, que será perpendicular a la generatriz $m-m'$, y a continuación marcar la sección que corresponderá al corte $i-n$, pero considerando el diámetro neutro del tubo, de la siguiente manera: $p-p' \cong j-j'$, $o-o' \cong k-k'$, $\hat{n}-\hat{n}' \cong l-l'$.

Trazar sobre una recta las distancias $I-P \doteq O \doteq \bar{N} \doteq N$, etc. tomadas con regla flexible de $i-p$ $o \cdot \bar{o} \cdot \bar{n} \cdot n$. Para trazar la curva $I-J-K-L-M$, tomar $J-P \doteq j-p$, $K-O \doteq k-o$, $L-\bar{N} \doteq l-\bar{n}$, $M-N \doteq m-n$.



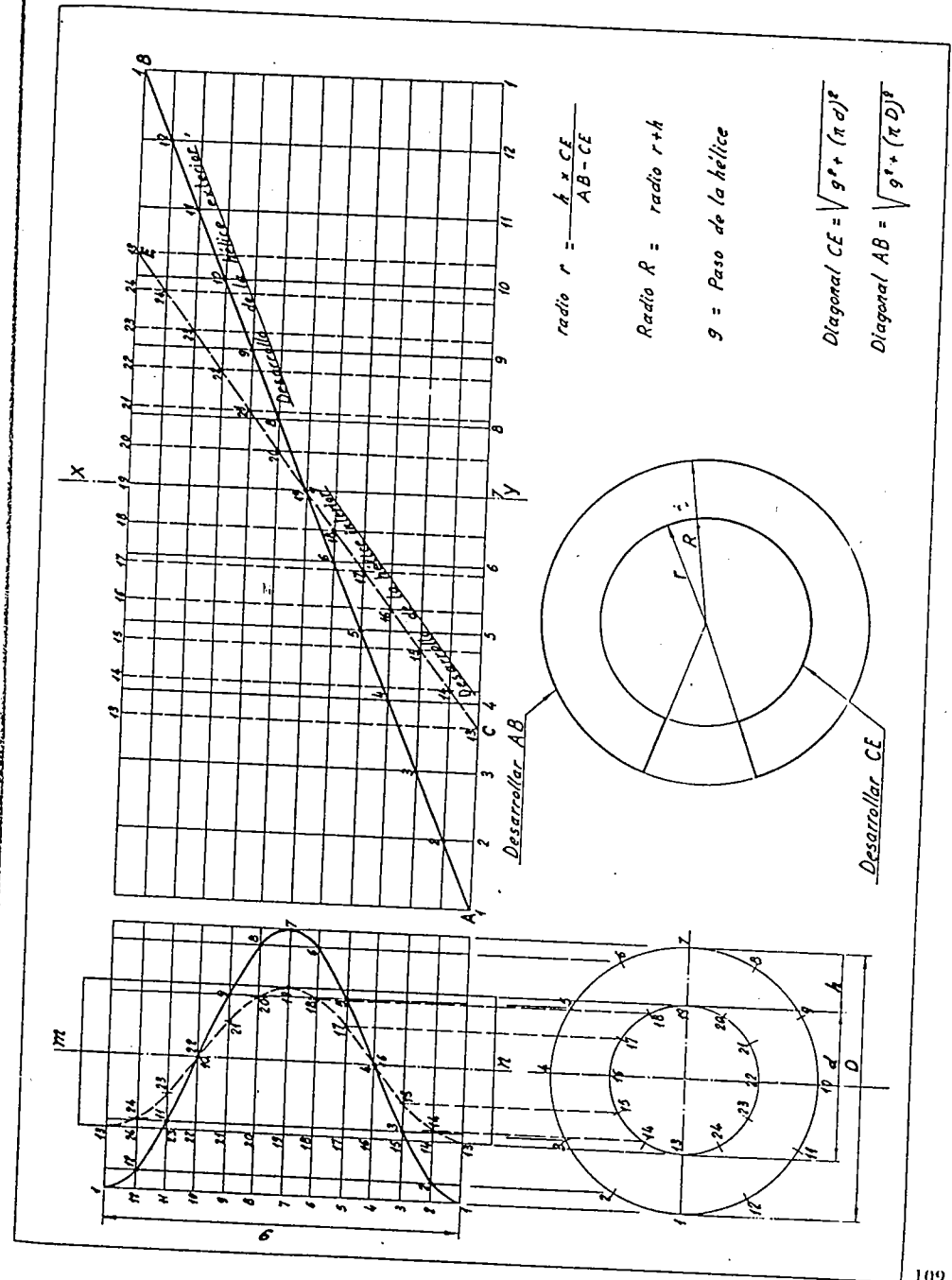
INJERTO DE TUBO DE SECCION CIRCULAR CON CONO DE EJE OBLICUO A BASE CIRCULAR.

- **Trazado.**— Trazar la figura en vista de alzado, el tubo en diámetro interior y el cono oblicuo en plano exterior. Es importante hallar la curva $p-a-b-c-d$, etc. Para ello trazar a una distancia prudencial del punto p la recta $1-1'$, paralela a la base $g-k$. En esta recta marcar el punto $1a$, en la intersección con el eje $O-O'$. De este punto $1a$, bajar una perpendicular al eje del tubo y marcar el punto $1b$. Desde este punto con radio $1b-1$ trazar un arco que nos dará el punto $7'$ en la prolongación de la generatriz $r-p$ del tubo, y el punto 7 en la otra generatriz $v-l$. Unir con una recta los puntos $7-7'$, y en el encuentro con la recta $1'-1$ nos dará el punto a que pertenecerá a la curva de unión del cilindro con el cono. Hallar los demás puntos necesarios de la misma forma.
- **Desarrollo del tubo.**— Desarrollar sobre una recta el diámetro neutro del tubo. Dividir en ocho partes iguales. Trazar $R-P=r-p$, $S-X=s-x$, $T-Y=t-y$, $U-Z=u-z$, $V-L=v-l$.
- **Desarrollo del cono oblicuo.**— Emplear los diámetros neutros en el desarrollo.



DESARROLLO DE HELICE SOBRE EJE CILINDRICO.

- Trazado.— Trazar la figura en vistas de alzado y planta. El eje en su diámetro exterior d , y la hélice en su diámetro interior D . Diferencia de radios, h . En la vista en planta, dividir los diámetros d, D en el mismo número de partes iguales, doce en este caso. Dividir en la vista de alzado el paso g de la hélice en doce partes iguales. A partir del eje $X-Y$, como centro, desarrollar a partes iguales a derecha e izquierda la vista en alzado. Trazar la diagonal $A-B$, que será el desarrollo exterior de la hélice. Trazar la diagonal $C-E$, que será el desarrollo interior de la hélice. Tanto la diagonal $C-D$ como la diagonal $A-B$ se pueden hallar directamente por las fórmulas señaladas en la lámina.
- Desarrollo.— Trazar una circunferencia de radio r . Dicho radio r se hallará multiplicando la distancia h por el desarrollo interior de la hélice y este resultado dividirlo por la diferencia entre el desarrollo exterior de la hélice y el desarrollo interior de la hélice. A este radio r sumarle h , y obtendremos el radio R . Sobre el mismo punto como centro trazar dos circunferencias, con radio r y con radio R . Sobre la circunferencia de radio R , desarrollar $A-B$, y sobre la circunferencia de radio r , desarrollar $C-E$.



TERCERA PARTE

Desarrollos de calderería por triangulación

FUNDAMENTO DEL METODO DE TRIANGULACION.

- Este procedimiento consiste en dividir en triángulos, convenientemente relacionados, la superficie a desarrollar. Se procurará obtener uno o dos lados de cada triángulo en verdadera magnitud, o sea medidas reales. Esta división en triángulos, por medio de rectas, se procurará hacer en la vista que mejor convenga, generalmente en la vista en planta. Ahora, partamos de la base de que, conocida la verdadera magnitud de los catetos de un triángulo rectángulo, para hallar la medida de la hipotenusa, basta unir los dos extremos de los catetos con una recta. La magnitud de las rectas que han formado la división en triángulos de la superficie a desarrollar, serán respectivamente el cateto horizontal o base, del triángulo rectángulo al que nos referimos. La medida del cateto vertical o altura del triángulo rectángulo será la que corresponda a la vertical bajada desde el punto más alto de la hipotenusa que buscamos, hasta la base. Esta medida la tenemos que localizar en otra vista diferente a la planta, generalmente en la vista de alzado. Uniendo los dos extremos de los catetos nos dará la hipotenusa que queremos hallar. La medida de esta hipotenusa será, en verdadera magnitud, la de la recta correspondiente a las trazadas al dividir en triángulos la superficie a desarrollar.

- Ejemplo 1º.**— Conocidos los diámetros de las bases paralelas de una virola tronco-cónica y la distancia entre bases, hallar la generatriz de la misma. Construyamos el ángulo recto imaginario $a-d-c$, en la vista de alzado y en la planta. La verdadera magnitud de la generatriz será la hipotenusa $a-c$. Construyamos un ángulo recto $A-D-C$, donde $A-D = a-d$, (altura de la virola) será un cateto, y $D-C = d-c$, el cateto menor. Unir $C-A =$ hipotenusa = generatriz. En este caso, como el plano del triángulo rectángulo $a-d-c$ es paralelo al plano vertical, la hipotenusa $A-C$ es igual a la generatriz $a-c$ de la vista de alzado.

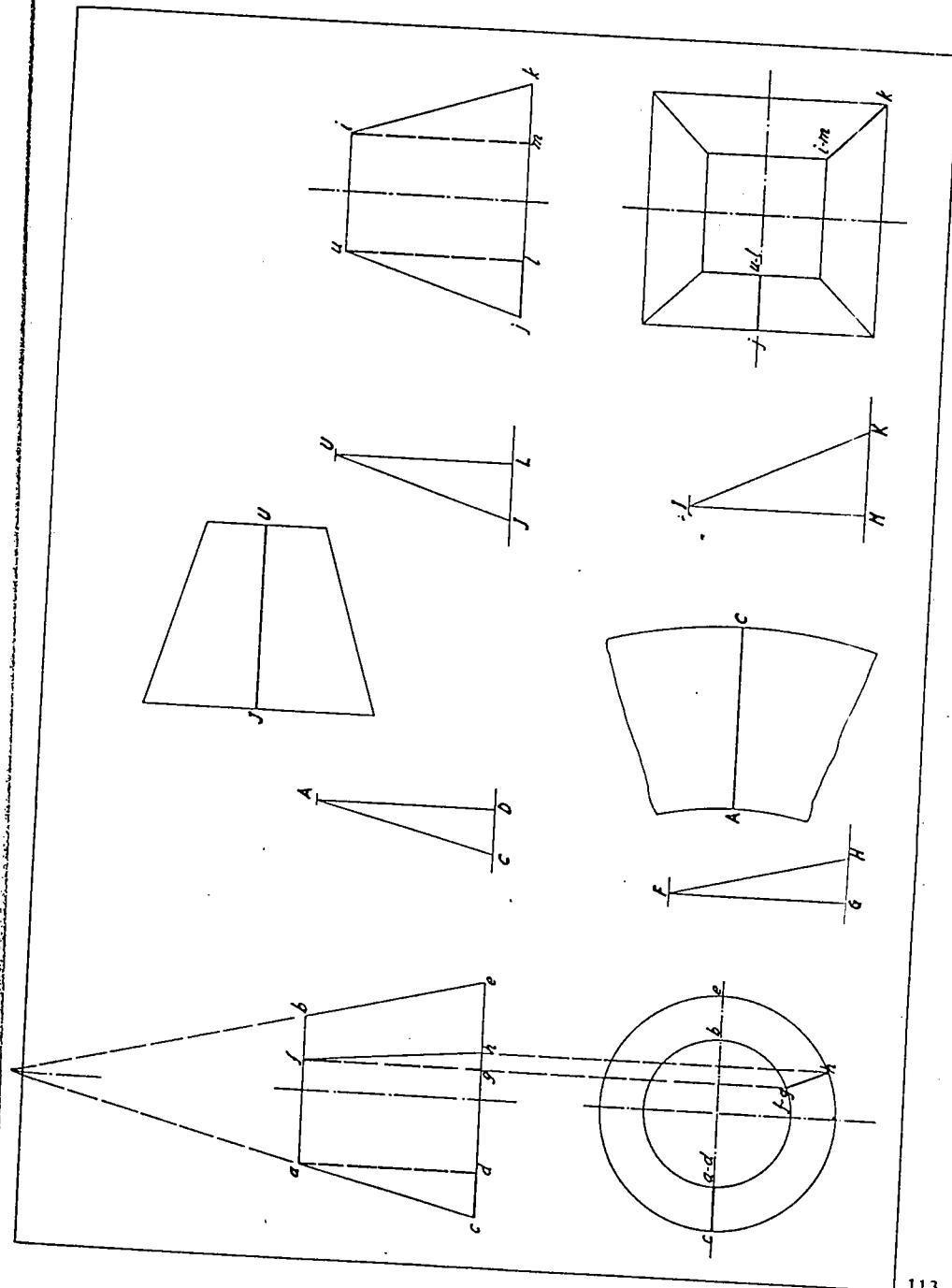
Ahora veamos el caso en el cual el triángulo $a-d-c$ no es paralelo al plano vertical, que es el caso más interesante y que más se practica en el desarrollo por triangulación. Hallaremos la hipotenusa o generatriz con un ángulo recto auxiliar.

- Ejemplo 2º.**— Hallar la verdadera magnitud de la generatriz $f-h$. Desde el punto f de la vista de alzado bajar una perpendicular a la base y marcar el punto g . Proyectar el triángulo formado a la vista en planta obteniendo la recta $g-h$. Esta recta es la proyección de un triángulo rectángulo visto desde arriba donde $g-h$ será el cateto de la base.

El punto $g-f$, corresponde a la proyección de una vertical de una altura igual a $f-g$ de la vista de alzado. La distancia $f-h$ corresponde a la proyección de la hipotenusa $f-h$ del alzado.

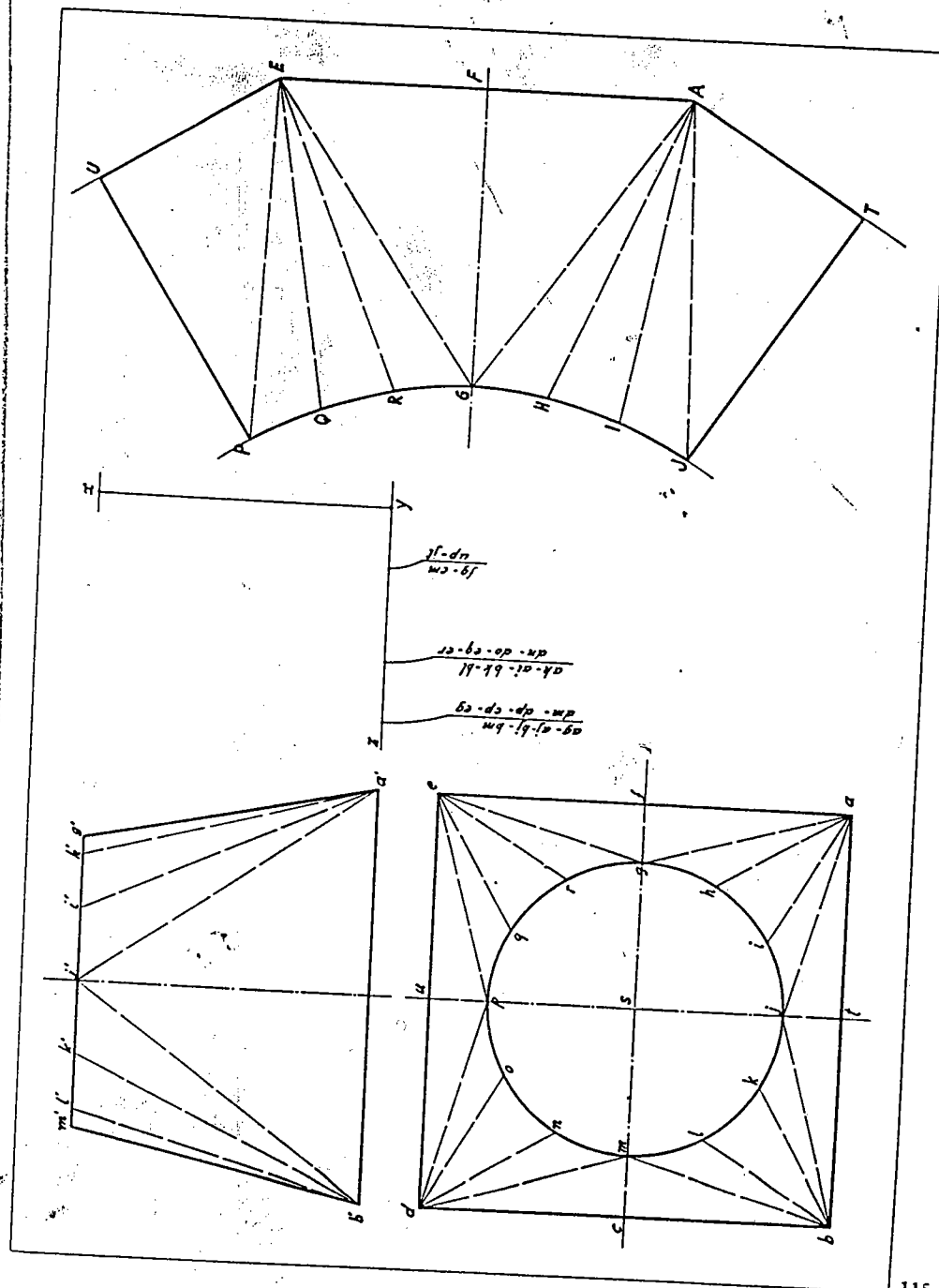
Según esto, para hallar prácticamente la verdadera magnitud de la hipotenusa $f-h$, tracemos el ángulo recto $F-G-H$, donde el cateto $G-H = g-h$, de la vista en planta, y el cateto $F-G = f-g$, de la vista en alzado. Unir los extremos $F-H$ con una recta y tendremos en verdadera magnitud la generatriz $f-h$, del alzado.

- Ejemplo 3º.**— Virola tronco-cónica de bases cuadradas y paralelas. Tomar las consideraciones anteriores.



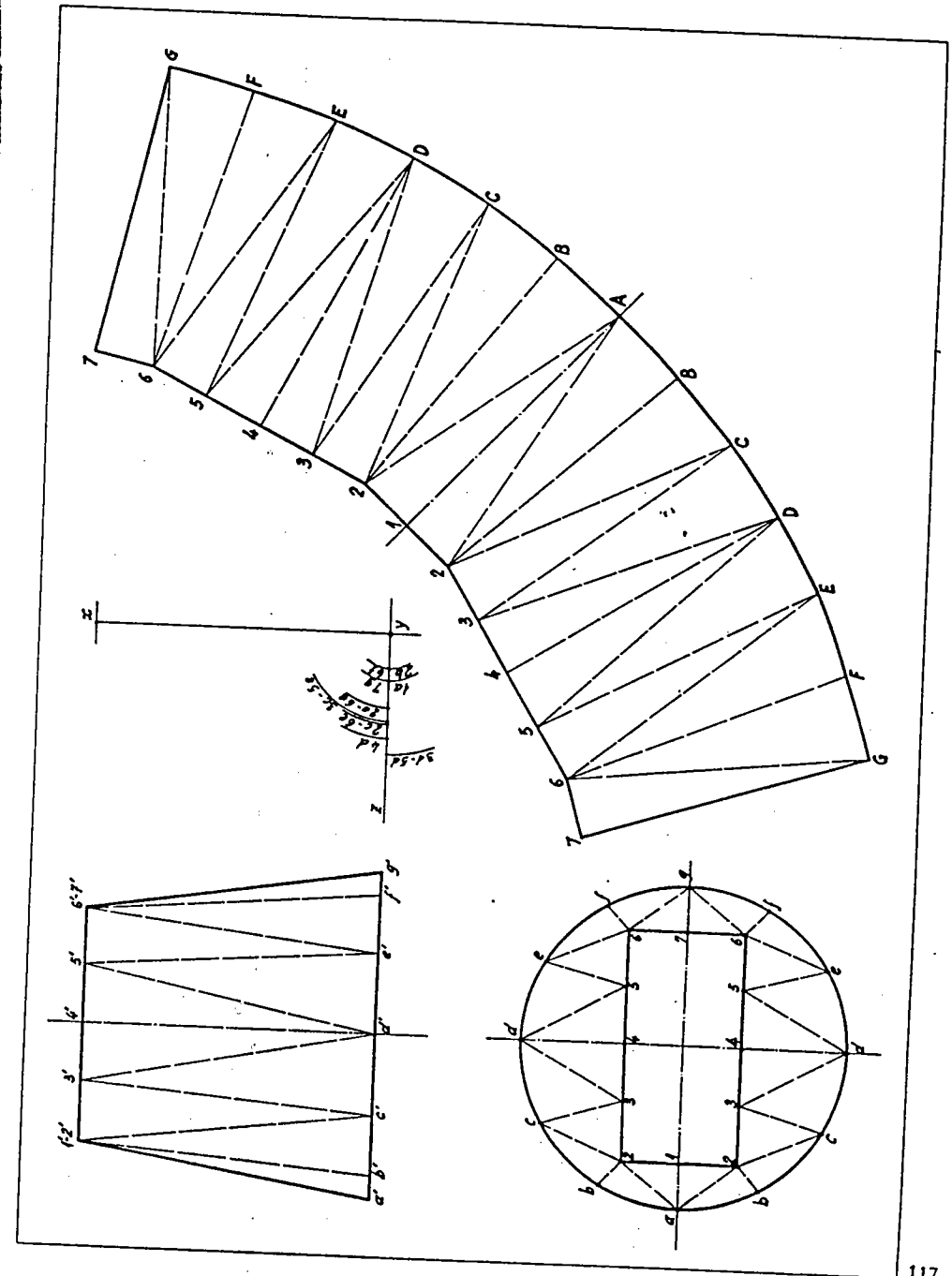
TOLVA DE BASES PARALELAS, LA MAYOR CUADRADA Y LA MENOR CIRCULAR.

- Trazado.— Trazar las vistas de alzado y planta de la figura en planos neutros. Dividir la base circular en doce partes iguales. En la vista en planta, por medio de rectas, dividir la superficie a desarrollar, en triángulos en la disposición indicada. Unir m, n, o, p , con d . Unir también p , con u . Unir p, q, r, g , con e . Unir g , con f . Unir g, h, i, j , con a . Unir j con t . Unir j, k, l, m , con b . Unir m , con c . Efectuar la triangulación de todas las líneas que hemos trazado anteriormente en la vista en planta. Para ello, trazar el ángulo recto $x-y-z$. La distancia $x-y$, será igual a la distancia entre bases, y por ser éstas paralelas, la altura x , servirá para todos los puntos de la base superior. Sobre el otro lado $z-y$, del ángulo recto, haciendo centro en y , marcar las distancias $c-m, d-m, d-n, d-o, d-p, u-p, e-p, e-q, e-r, e-g, f-g, a-g, a-h, a-i, a-j, c-j, b-j, b-k, b-l, b-m$.
- Desarrollo.— Tomar la recta $A-F-E = a-fe$, de la vista en planta. Desde el centro F de la recta, trazar la perpendicular $F-G$, cuya distancia será tomada desde $f-g$ hasta x , de la triangulación. Asimismo, de la triangulación se tomarán $e-g, e-r, e-q, e-p, a-g, a-h, a-i, a-j, j-t, p-u$. Las distancias $E-U, A-T$, se tomarán de la vista en planta $e-u, a-t$, respectivamente. Las distancias $G-R-Q-P, G-H-I-J$ serán tomadas con regla flexible en la vista en planta, las distancias $g-r-q-p, g-h-i-j$. Habremos obtenido medio desarrollo. El otro medio será análogo al anterior.



TOLVA DE BASES PARALELAS, LA MAYOR CIRCULAR Y LA MENOR RECTANGULAR.

- **Trazado.**— Trazar las vistas de alzado y planta de la figura en planos neutros. Dividir la base circular en doce partes iguales. Dividir la base rectangular en el mismo número de partes iguales. En la vista en planta, por medio de rectas, dividir la superficie a desarrollar en triángulos, en la disposición indicada u otra parecida. Unir 1-a, 2-a, 2-b, 2-c, 3-c, 3-d, 4-d, 5-d, 5-e, 6-e, 6-f, 6-g, 7-g.
- Efectuar la triangulación de todas las bases que hemos trazado anteriormente en la vista en planta. Para ello, trazar el ángulo recto x-y-z. La distancia x-y será igual a la distancia entre bases, y por ser éstas paralelas, la altura x, servirá para todos los puntos de la base superior. Sobre el otro lado z-y, del ángulo recto, haciendo centro en y, marcar las distancias 1-a, 2-a, 2-b, 2-c, 3-c, 3-d, 4-d, 5-d, 5-e, 6-e, 6-f, 6-g, 7-g.
- **Desarrollo.**— Trazar la recta 1-A, cuya medida será tomada en la triangulación desde 1a hasta x. Trazar, asimismo, de la triangulación 2-A = 2-a, 2-B = 2-b, 2-C = 2-c, 3-C = 3-c, 3-D = 3-d, 4-D = 4-d, 5-D = 5-d, 5-E = 5-e, 6-E = 6-e, 6-F = 6-f, 6-G = 6-g, 7-G = 7-g. Las distancias 1-2-3-4-5-6-7, se tomarán de la vista en planta 1-2-3-4-5-6-7. Las distancias A-B-C-D-E-F-G serán tomadas con regla flexible en la vista en planta de las distancias a-b-c-d-e-f-g.

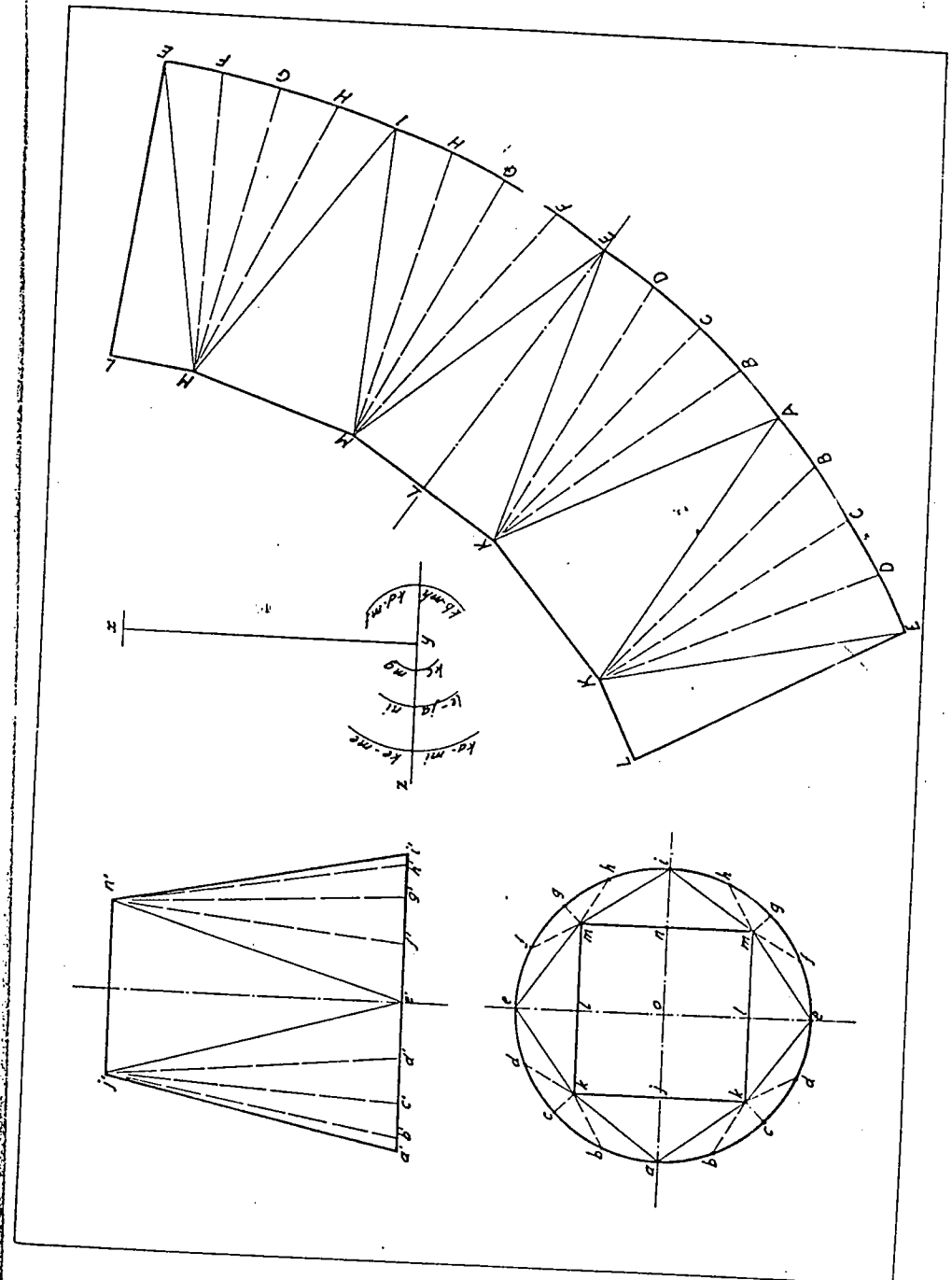


TOLVA DE BASES PARALELAS, BASE MAYOR CIRCULAR Y BASE MENOR CUADRADA.

- **Trazado.**— Trazar las vistas de alzado y planta de la figura en planos neutros. Dividir la base circular en 16 partes iguales. Dividir la base cuadrada en dos partes cada lado. En la vista en planta, por medio de rectas, dividir la superficie a desarrollar en triángulos, en la disposición indicada. Unir $a-b-c-d-e$, con k . Unir e , con l . Unir $e-f-g-h-i$, con m . Unir n con i . Unir a con j .

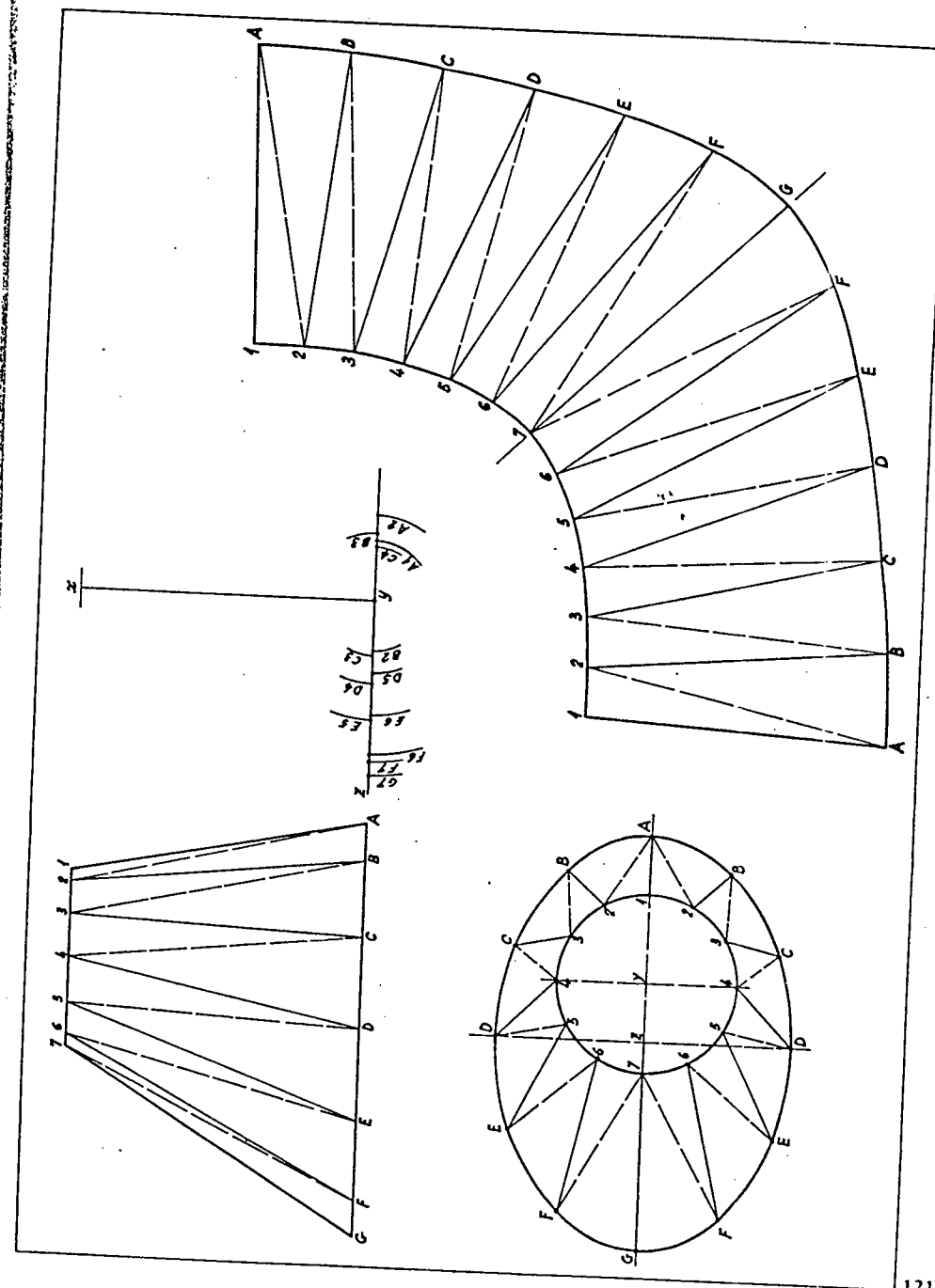
Efectuar la triangulación de todas las líneas que hemos trazado anteriormente en la vista en planta. Para ello, trazar el ángulo recto $x-y-z$. La distancia $x-y$ será igual a la distancia entre bases, y por ser éstas paralelas, la altura x servirá para todos los puntos de la base superior. Sobre el otro lado $z-y$ del ángulo recto, haciendo centro en y , marcar las distancias $j-a$, $k-a$, $k-b$, $k-c$, $k-d$, $k-e$, $l-e$, $m-e$, $m-f$, $m-g$, $m-h$, $m-i$, $n-i$.

- **Desarrollo.**— Trazar la recta $L-E$, cuya medida será tomada en la triangulación desde $l-e$ hasta x . Trazar, asimismo, de la triangulación $K-E = k-e$, $K-D = k-d$, $K-C = k-c$, $K-B = k-b$, $K-A = k-a$, $M-E = m-e$, $M-F = m-f$, $M-G = m-g$, $M-H = m-h$, $M-I = m-i$, etc. Las distancias $a-b-c-d-e-f-g-h-i$, serán tomadas con regla flexible en la vista en planta para marcar las $A-B-C-D-E-F-G-H-I$. Las distancias $K-M$, $M-M$, $K-K$ se toman de la vista en planta de las $k-m$, $m-m$, $k-k$.



TOLVA DE BASES PARALELAS, BASE MAYOR ELIPTICA Y BASE MENOR CIRCULAR.

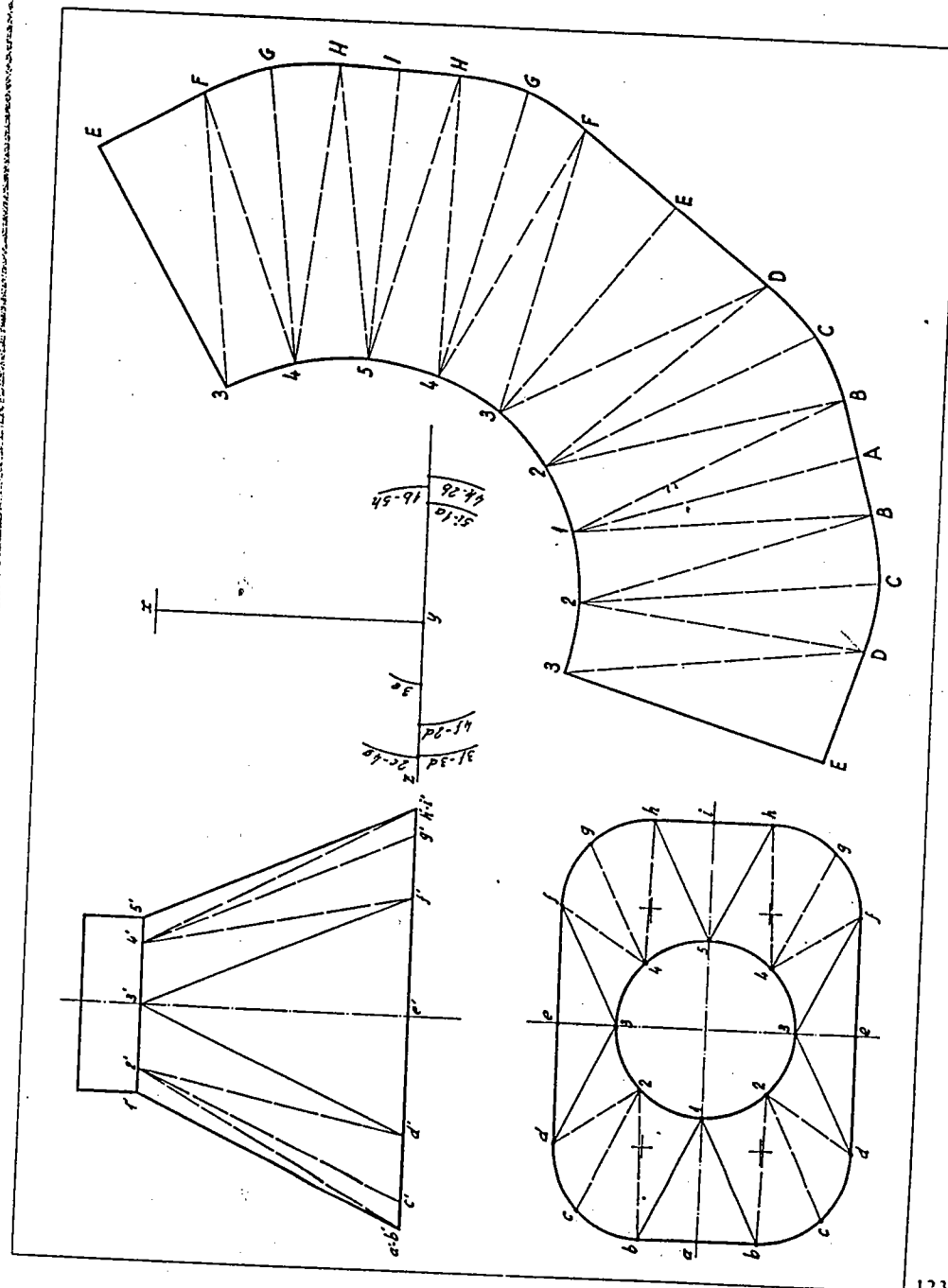
- **Trazado.**— Trazar las vistas de alzado y planta de la figura en planos neutros. Dividir la base circular en doce partes iguales. Dividir la base elíptica en el mismo número de partes iguales. En la vista en planta, por medio de rectas, dividir la superficie a desarrollar, en triángulos en la disposición indicada. Unir 7-G, 7-F, 6-F, 6-E, 5-E, 5-D, 4-D, 4-C, 3-C, 3-B, 2-B, 2-A, 1-A.
- Efectuar la triangulación de todas las líneas que hemos trazado anteriormente en la vista en planta. Para ello, trazar el ángulo recto $x-y-z$. La distancia $x-y$, será igual a la distancia entre bases, y por ser éstas paralelas, la altura x servirá para todos los puntos de la base superior. Sobre el otro lado $z-y$, del ángulo recto, haciendo centro en y , marcar las distancias $G7, F7, F6, E6, E5, D5, D4, C4, C3, B3, B2, A2, A1$.
- **Desarrollo.**— Trazar la recta 7-G, cuya medida será tomada en la triangulación desde $G7$ hasta x . Trazar asimismo 7-F del desarrollo tomando de la triangulación la distancia $F7-x$, de la misma manera trazar 6-F, 6-E, 5-E, 5-D, 4-D, 4-C, 3-C, 3-B, 2-B, 2-A, 1-A. Las distancias $A-B-C-D-E-F-G$ serán tomadas con regla flexible en la vista en planta. Las distancias 1-2-3-4-5-6-7 serán tomadas también con regla flexible de la vista en planta.



TOLVA DE BASES PARALELAS, BASE MAYOR RECTANGULAR CON ARISTAS REDONDEADAS Y BASE MENOR CIRCULAR.

□ **Trazado.**— Trazar las vistas de alzado y planta de la figura en planos neutros. Dividir la base circular en ocho partes iguales. La base mayor dividirla en las partes indicadas en la figura. En la vista en planta, por medio de rectas, dividir la superficie a desarrollar en triángulos en la disposición indicada. Unir 1-a, 1-b, 2-b, 2-c, 2-d, 3-d, 3-e, 3-f, 4-f, 4-g, 4-h, 5-h, 5-i. Efectuar la triangulación de todas las líneas que hemos trazado anteriormente en la vista en planta. Para ello, trazar el ángulo recto $x-y-z$. La distancia $x-y$ será igual a la distancia entre bases y, por ser éstas paralelas, la altura x servirá para todos los puntos de la base superior. Sobre el otro lado $z-y$, del ángulo recto, haciendo centro en y , marcar las distancias 1-a, 1-b, 2-b, 2-c, 2-d, 3-d, 3-e, 3-f, 4-f, 4-g, 4-h, 5-h, 5-i.

□ **Desarrollo.**— Trazar la recta 3-E, cuya medida será tomada en la triangulación desde 3-e hasta x . Trazar, asimismo, 3-D del desarrollo tomando de la triangulación la distancia 3d-x. De la misma manera trazar 2-D, 2-C, 2-B, 1-B, 1-A, 1-B, 2-B, 2-C, 2-D, 3-D, 3-E, 3-F, 4-F, 4-G, 4-H, 5-H, 5-I, 5-H, 4-H, 4-G, 4-F, 3-F, 3-E. Para las distancias E-D-C-B-A, etc., tomar con regla flexible las medidas e-d-c-b-a, etc., de la vista en planta. Las distancias 1-2-3-4-5, etc., serán tomadas, asimismo, con regla flexible de las medidas 1-2-3-4-5, etc., de la vista en planta.

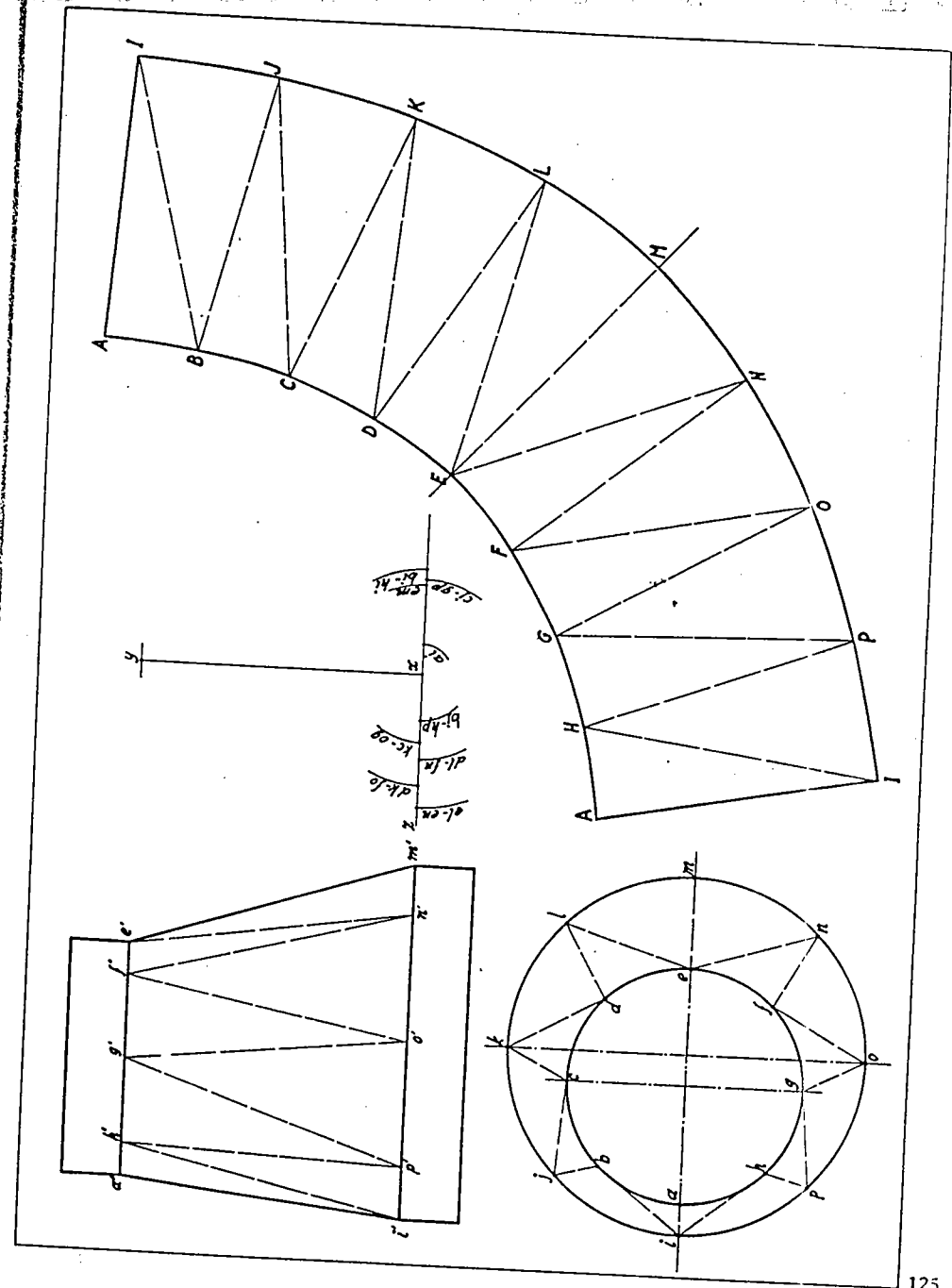


TOLVA DE BASES PARALELAS, CIRCULARES Y EJES DESPLAZADOS.

- Trazado.— Trazar las vistas de alzado y planta de la figura en diámetros neutros. Dividir las dos bases circulares en el mismo número de partes iguales, ocho en este caso. En la vista en planta, por medio de rectas, dividir la superficie a desarrollar en triángulos en la disposición indicada. Unir $a-i$, $i-b$, $b-j$, $j-c$, $c-k$, $k-d$, $d-l$, $l-e$, $e-m$, $e-n$, $n-f$, $f-o$, $o-g$, $g-p$, $p-h$, $h-i$.

Efectuar la triangulación de todas las líneas que hemos trazado anteriormente en la vista en planta. Para ello, trazar el ángulo recto $y-x-z$. La distancia $x-y$ será igual a la distancia entre bases, y por ser éstas paralelas, la altura y servirá para todos los puntos de la base superior. Sobre el otro lado $z-x$, del ángulo recto, haciendo centro en x , marcar las distancias ai , bi , bj , cj , kc , dk , dl , el , em , en , fn , fo , og , gp , hp , hi .

- Desarrollo.— Trazar la recta $E-M$, cuya medida será tomada en la triangulación desde $e-m$ hasta y . Trazar, asimismo, $E-N$ del desarrollo tomando de la triangulación la distancia $e-n-y$. De la misma manera trazar $N-F$, $F-O$, $O-G$, $G-P$, $P-H$, $H-I$, $I-A$, $E-L$, $L-D$, $D-K$, $K-C$, $C-J$, $J-B$, $B-I$, $I-A$. Para las distancias $M-N-O-P-I$, $M-L-K-J-I$, tomar con regla flexible las medidas $m-n-o-p-i$, $m-l-k-j-i$ de la vista en planta. Para las distancias $E-F-G-H-A$, $E-D-C-B-A$ se tomarán, asimismo, de la vista en planta las medidas $e-f-g-h-a$, $e-d-c-b-a$.



TOLVA DE BASES PARALELAS, LA MENOR CIRCULAR Y LA MAYOR IRREGULAR. EN DOS PARTES.

- **Trazado.**— Trazar las vistas de alzado y planta de la figura en planos neutros. Dividir la semibase circular que corresponde al desarrollo número 1, en ocho partes iguales, y la base mayor que corresponde a este mismo desarrollo, dividirla en las partes indicadas en la figura. En la vista en planta, por medio de rectas, dividir la superficie a desarrollar en triángulos en la disposición indicada. Unir 1-a, 1-b, 2-b, 2-c, 2-d, 3-d, 4-d, 4-e, 4-f, 5-f, 5-g.

Efectuar la triangulación de todas las líneas que hemos trazado anteriormente en la vista en planta. Para ello, trazar el ángulo recto y-x-z. La distancia x-y será igual a la distancia entre bases y, por ser éstas paralelas, la altura y servirá para todos los puntos de la base superior. Sobre el otro lado z-x del ángulo recto, haciendo centro en x, marcar las distancias 1a, 1b, 2b, 2c, 2d, 3d, 4d, 4e, 4f, 5f, 5g.

- **Desarrollo.**— Trazar la recta 1-A, cuya medida será tomada en la triangulación desde 1-a hasta y. Trazar, asimismo, 1-B del desarrollo tomando de la triangulación la distancia 1b-y. De la misma manera trazar 2-B, 2-C, 2-D, 3-D, 4-D, 4-E, 4-F, 5-F, 5-G. Las distancias A-B-C-D-E-F etc., serán tomadas con regla flexible en la vista en planta. Las distancias 1-2-3-4-5, etc., serán tomadas con regla flexible de la vista en planta. El desarrollo número 2 no ofrece ninguna dificultad por ser parte de virola tronco-cónica.

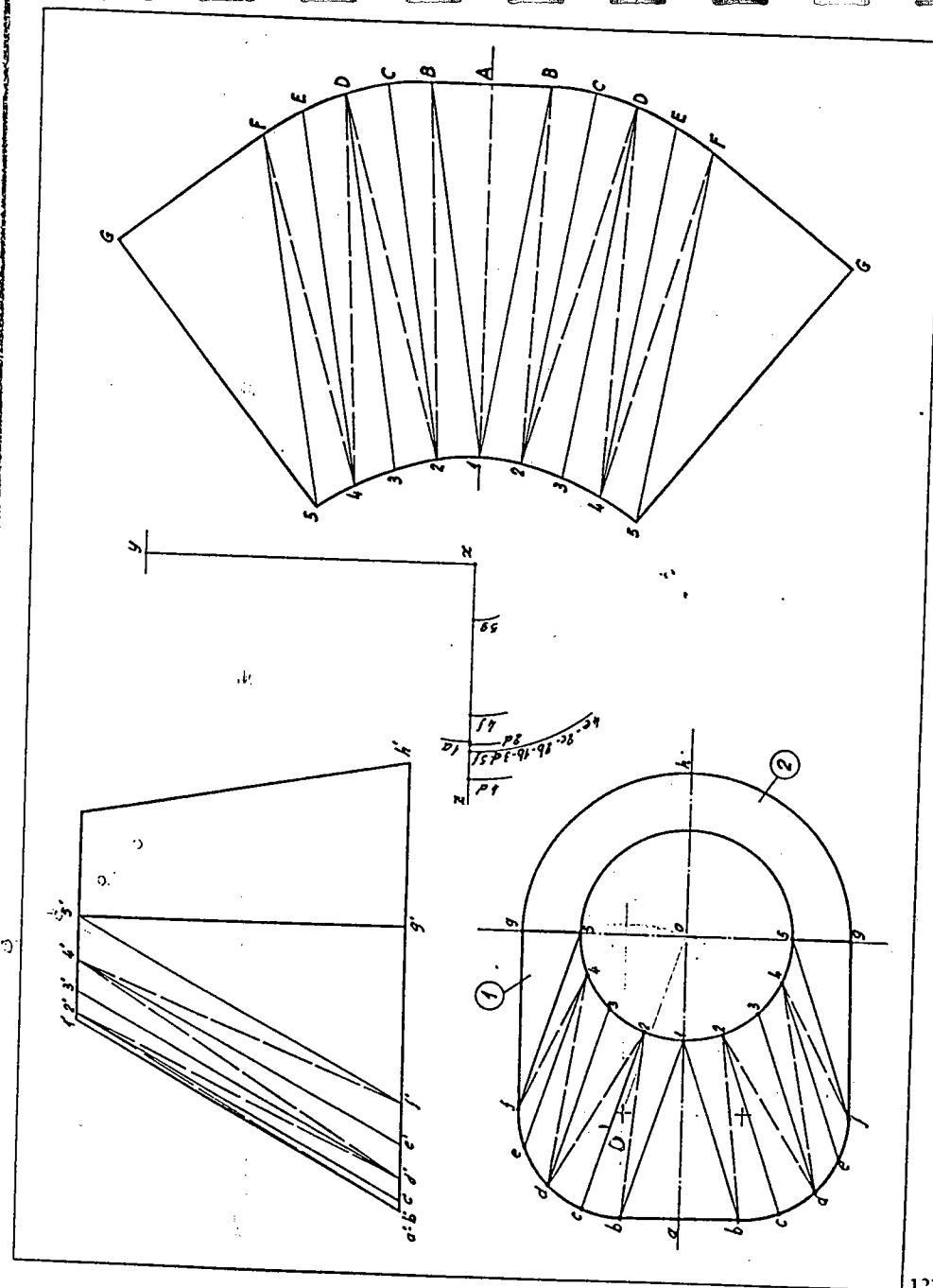


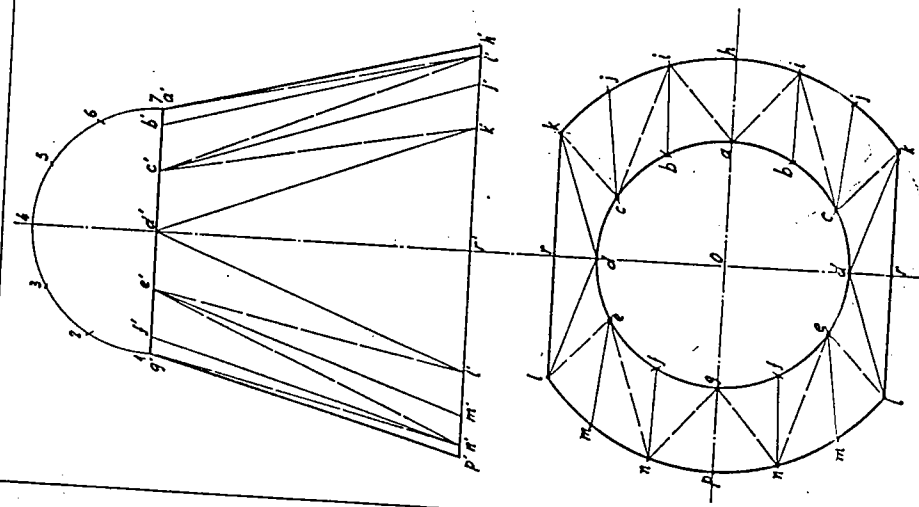
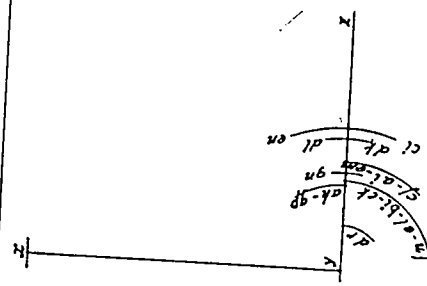
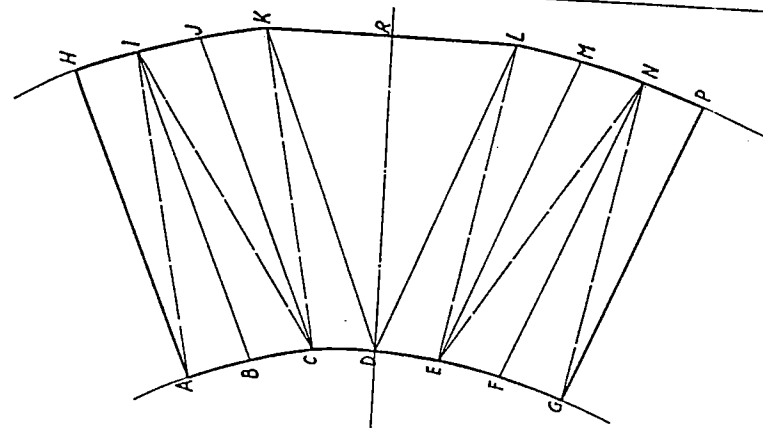
Fig. 12. Tolva

TOLVA DE BASES PARALELAS, LA MENOR CIRCULAR Y LA MAYOR CON PARTES CIRCULARES Y RECTAS.

- **Trazado.**— Trazar las vistas de alzado y planta de la figura en planos neutros. Dividir la base circular en doce partes iguales. La base mayor dividir en las partes indicadas. En la vista en planta por medio de rectas, dividir la superficie que se va a desarrollar, en triángulos, como se indica en la figura. Unir $g-p$, $g-n$, $f-n$, $e-n$, $e-m$, $e-l$, $d-l$, $d-r$, $d-k$, $c-k$, $c-j$, $c-i$, $b-i$, $a-i$, $a-h$.

Construir la triangulación de todas las líneas que hemos trazado en la vista en planta. Para ello, trazar el ángulo recto $x-y-z$. La distancia $x-y$, será igual a la distancia entre bases, y por ser éstas paralelas, la altura x servirá para todos los puntos de la base superior. Sobre el otro lado $z-y$ del ángulo recto, haciendo centro en y , marcar las distancias gp , gn , fn , en , em , el , dl , dr , dk , ck , cj , ci , bi , ai , ah .

- **Desarrollo.**— Trazar la recta $D-R$, cuya medida se tomará de la triangulación desde $d-r$ hasta x . Trazar de la misma manera $D-K$, del desarrollo, tomando de la triangulación la distancia $d-k-x$. Trazar de la misma manera $K-C$, $C-J$, $C-I$, $I-B$, $I-A$, $A-H$, $D-L$, $L-E$, $E-M$, $E-N$, $F-N$, $N-G$, $G-P$. Las distancias $R-K = r-k$, $R-L = r-l$. Para las distancias $L-M-N-P$, $K-J-I-H$, $D-C-B-A$, $D-E-F-G$, tomar de la vista en planta con regla flexible $i-m-n-p$, $k-j-i-h$, $d-c-b-a$, $d-e-f-g$. Habremos obtenido medio desarrollo. El otro medio será análogo al anterior.



$D = 105.5 \text{ mm}$

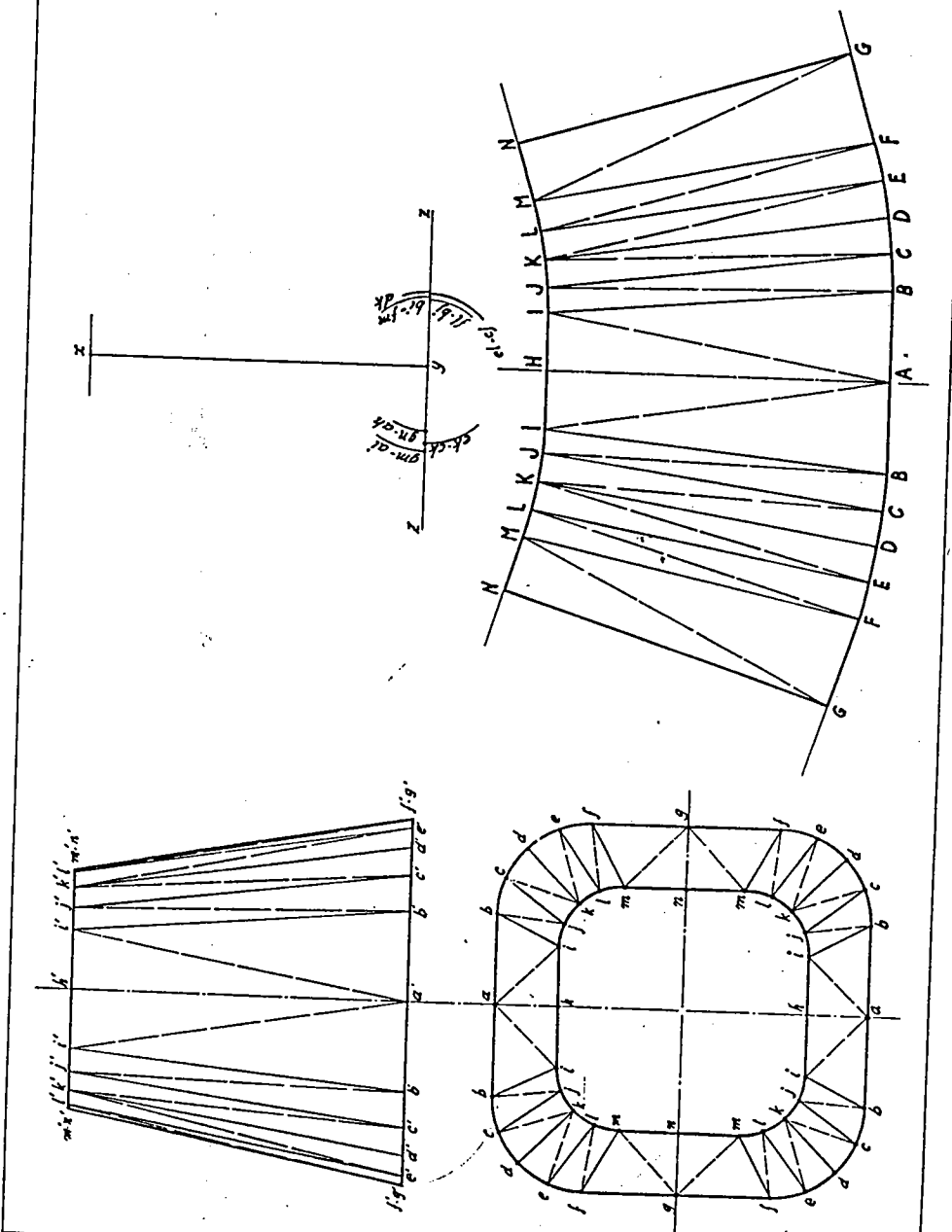
UNION DE BASES PARALELAS, CUADRADAS, CON ESQUINAS REDONDEADAS.

- Trazado.— Trazar las vistas de alzado y planta de la figura en planos neutros. Dividir las curvas de la base mayor y menor en el mismo número de partes iguales. En la vista en planta dividir en triángulos, por medio de rectas, la superficie a desarrollar. Para ello unir $g-n$, $g-m$, $m-f$, $f-l$, $l-e$, $e-k$, $k-d$, $k-c$, $c-j$, $j-b$, $b-i$, $i-a$, $a-h$, $a-i$, $i-b$, $b-j$, $j-c$, $c-k$, $k-d$, $k-e$, $e-l$, $l-f$, $f-m$, $m-g$, $g-n$.

Trazar la triangulación de todas estas líneas que hemos trazado en la vista en planta. Para ello trazar los ángulos $x-y-z$. La distancia $x-y$ será igual a la distancia entre bases, y siendo éstas paralelas, la altura x , será común para todos los puntos de la base superior. Sobre los otros lados $z-y$, de los ángulos rectos, haciendo centro en y , marcar las distancias gn , gm , fm , fl , el , ek , dk , ck , cj , bj , bi , ai , ah .

- Desarrollo.— Trazar la recta $A-H$, cuya medida se tomará de la triangulación desde $a-h$ hasta x . Trazar de la misma manera $A-I$, del desarrollo, tomando de la triangulación la distancia $a-i-x$. Asimismo, trazar $I-B$, $B-J$, $J-C$, $C-K$, $K-D$, $K-E$, $E-L$, $L-F$, $F-M$, $M-G$, $G-N$. Las distancias $A-B = a-b$, $H-I = h-i$.

Las distancias $B-C-D-E-F-G$, $I-J-K-L-M-N$, tomarlas con regla flexible de $b-c-d-e-f-g$, $i-j-k-l-m-n$, de la vista en planta. Habremos obtenido medio desarrollo. El otro medio será análogo al anterior.

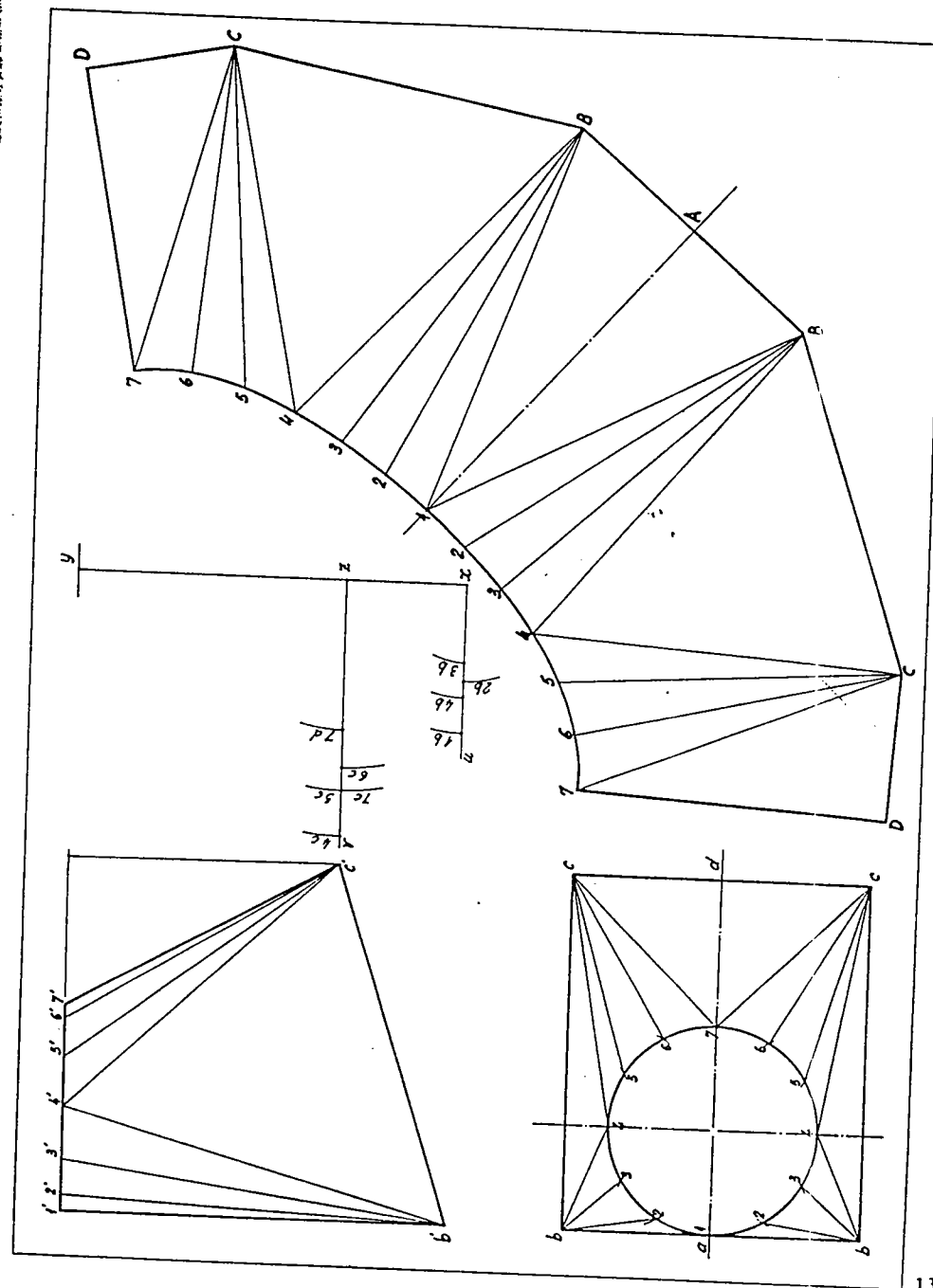


TOLVA DE BASES NO PARALELAS, LA BASE MENOR CIRCULAR Y LA BASE MAYOR RECTANGULAR.

- **Trazado.**— Trazar las vistas de alzado y planta en planos neutros. Dividir la base circular en doce partes iguales. En la vista en planta, dividir la superficie a desarrollar en triángulos por medio de rectas, uniendo los puntos 1-2-3-4 con *b*, 4-5-6-7 con *c*, y 7 con *d*.

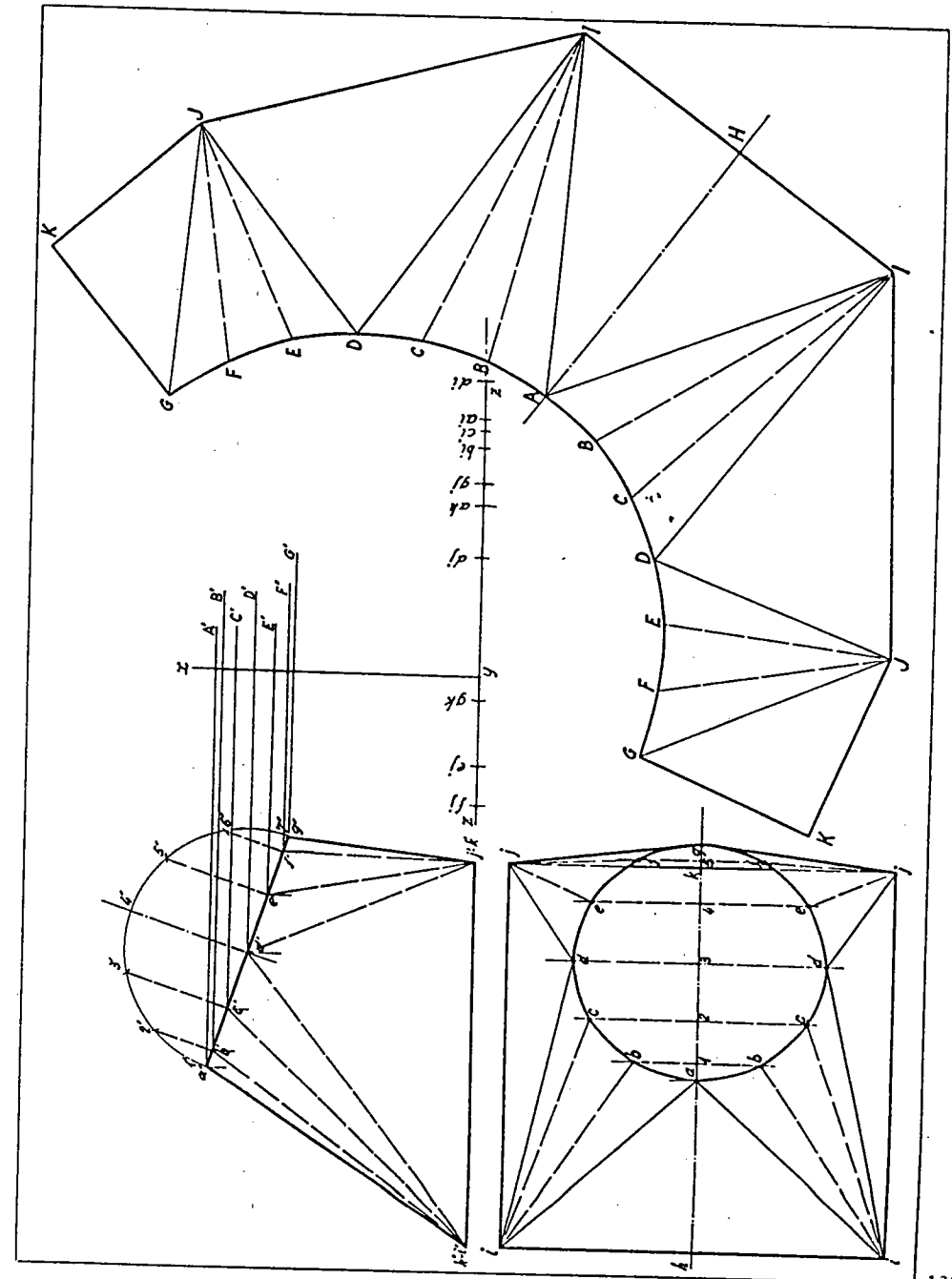
Efectuar la triangulación de todas las líneas que hemos trazado anteriormente en la vista en planta. Para ello trazar el ángulo recto *y-z-v*. La distancia *y-z* será igual a la perpendicular trazada desde *c'* del alzado hasta la prolongación de la base circular. Sobre el otro lado *z-v*, del ángulo recto, haciendo centro en *z*, marcar las distancias 4*c*, 5*c*, 6*c*, 7*c*, 7*d*. Trazar también el ángulo recto *y-x-u*, en el que la distancia *y-x*, será igual a la perpendicular trazada desde *b'* hasta la prolongación de la base circular, en este caso *b'-1'*. Sobre el otro lado *x-u* del ángulo recto, haciendo centro en *x*, marcar las distancias 1-*b*, 2-*b*, 3-*b*, 4-*b*.

- **Desarrollo.**— Trazar la recta 1-*A*, cuya longitud se tomará de la triangulación desde *x* hasta *y*. Trazar también 1-*B*, tomando de la triangulación la distancia 1*b-y*. Asimismo, trazar 2-*B*, 3-*B*, 4-*B*. Para trazar 4-*C*, tomar de la triangulación 4*c-y*. Trazar de la misma manera 5-*C*, 6-*C*, 7-*C*, 7-*D*. Las distancias *A-B-C-D* se irán tomando de la vista en planta *a-b-c-d*. Lo mismo las distancias 1-2-3-4-5-6-7, tomarlas de la vista en planta 1-2-3-4-5-6-7.



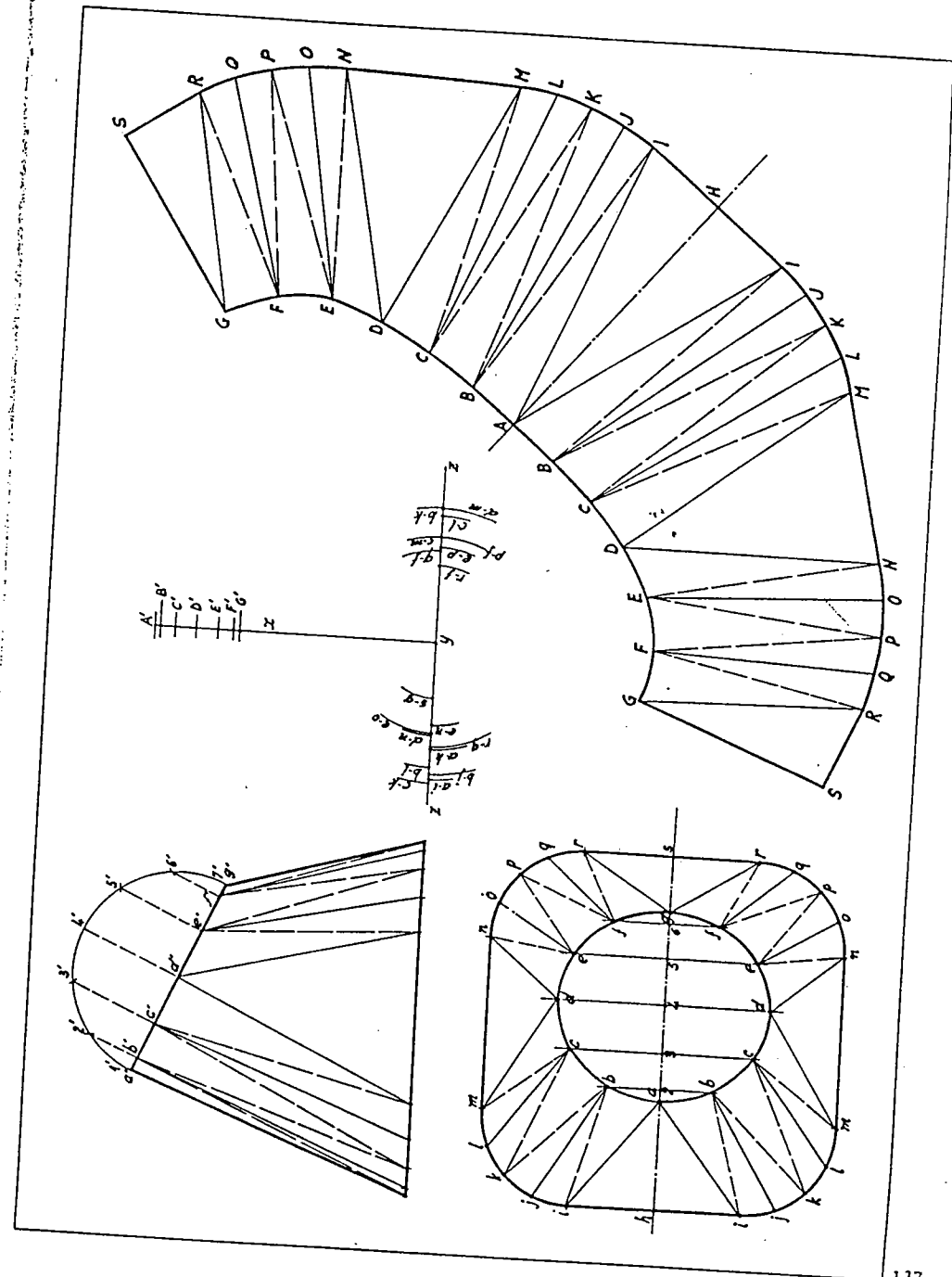
UNION DE BASES NO PARALELAS, LA BASE MAYOR CUADRADA Y LA BASE MENOR CIRCULAR.

- Trazado.— Trazar la figura en vistas de alzado y planta en planos neutros. Para ello trazar en la vista de alzado la semisección de la base $a'-g'$, y dividirla en 6 partes iguales $1'-2'-3'-4'-5'-6'-7'$. Trazando perpendiculares a la base $a'-g'$, se obtendrán junto con éstos los puntos $a'-b'-c'-d'-e'-f'-g'$. Estos puntos proyectarlos sobre el eje $h-g$ de la vista en planta y marcar los puntos $a, 1, 2, 3, 4, 5, g$. Por los puntos $1, 2, 3, 4, 5$ trazar perpendiculares cuyas longitudes serán: $1-b = b'-2'$, $2-c = c'-3'$, $3-d = d'-4'$, $4-e = e'-5'$, $5-f = f'-6'$. En la vista en planta unir con rectas los puntos a, b, c, d con i , y los puntos d, e, f, g con j . Efectuar la triangulación de estas líneas trazando primeramente el ángulo recto $x-y-z$. En la recta $x-y$ marcar las alturas $A', B', C', D', E', F', G'$, trazando perpendiculares desde los puntos $a', b', c', d', e', f', g'$. Sobre el otro lado $y-z$, del ángulo recto, haciendo centro en y , marcar las distancias tomadas de la vista en planta $ai, bi, ci, di, dj, ej, fj, gi, ah, gk$.
- Desarrollo.— Trazar la recta $A-H$, tomando de la triangulación $ah-A'$, $A-I = ai-A'$, $B-I = bi-B'$, $C-I = ci-C'$, $D-I = di-D'$, $D-J = dj-D'$, $E-J = ej-E'$, $F-J = fj-F'$, $G-J = gj-G'$, $G-K = gk-G'$. Para las distancias $H-I-J-K$, tomar de la vista en planta las medidas $h-i-j-k$. Para las medidas $A-B-C-D-E-F-G$, tomar con regla flexible de la vista en planta las distancias $a-b-c-d-e-f-g$.



UNION DE BASES NO PARALELAS, LA BASE MAYOR CUADRADA CON ESQUINAS REDONDEADAS Y LA BASE MENOR CIRCULAR.

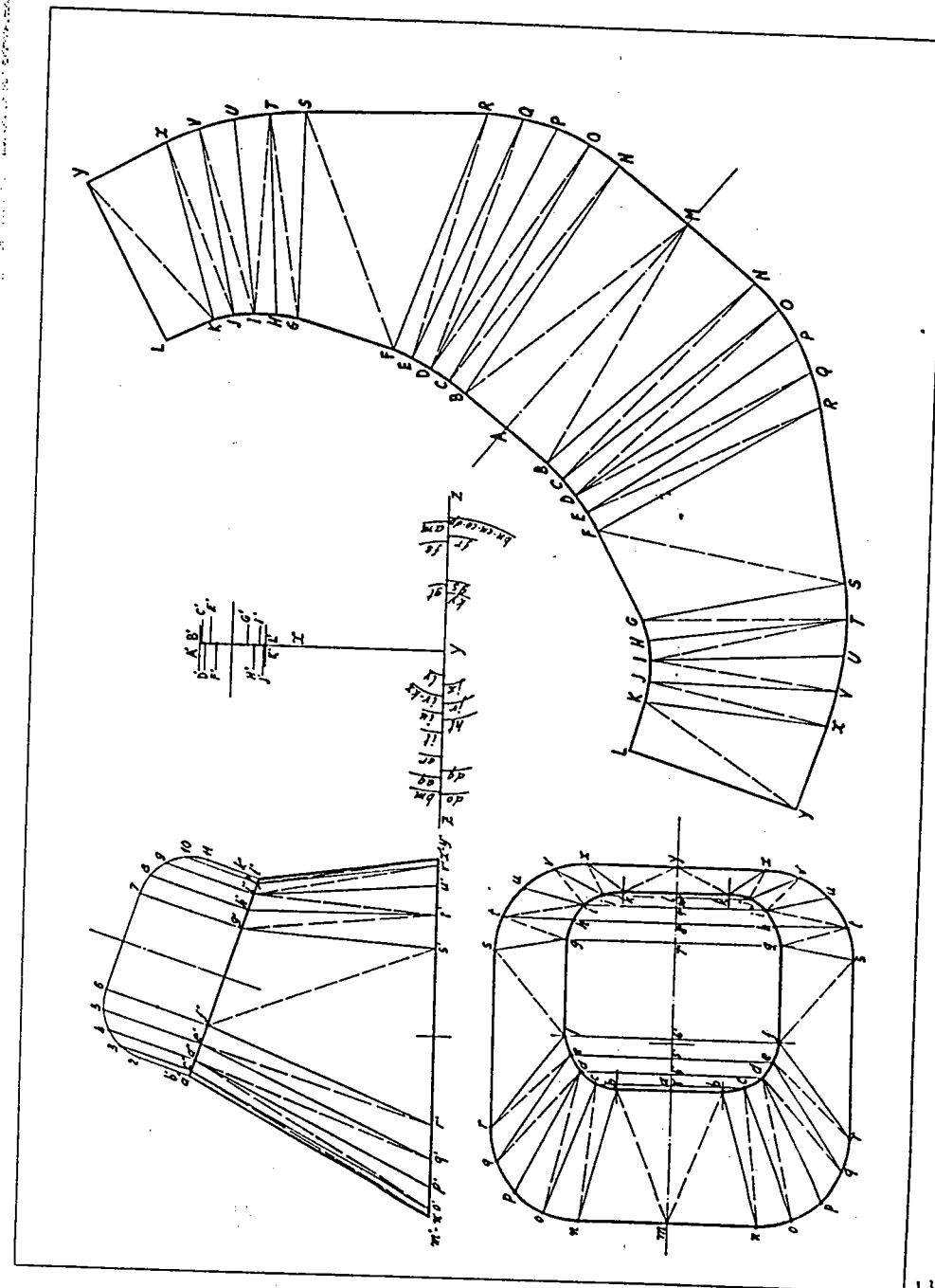
- Trazado.— Trazar la figura en vistas de alzado y planta y en planos neutros. Trazar en la vista de alzado la semisección de la base $a'g'$ y dividirla en seis partes iguales $1'2'3'4'5'6'7'$. Trazar perpendiculares a la base $a'g'$, obteniendo los puntos $a''b''c''d''e''f''g''$. Estos puntos proyectarlos sobre el eje $h-s$ de la vista en planta y marcar los puntos $a, 2, 3, 4, 5, 6, g$. Sobre cada uno de ellos trazar perpendiculares cuyas longitudes serán $2-b = b'2'$, $3-c = c'3'$, $4-d = d'4'$, $5-e = e'5'$, $6-f = f'6'$. En la vista en planta dividir la superficie a desarrollar por medio de rectas según se indica en la figura, en triángulos.
- Efectuar la triangulación de las líneas $a-h$, $a-i$, $b-i$, $b-j$, $b-k$, $c-k$, $c-l$, $c-m$, $d-m$, $d-n$, $e-n$, $e-o$, $e-p$, $p-f$, $q-f$, $r-f$, $r-g$, $s-g$, trazando primeramente el ángulo recto $x-y-z$. Sobre el lado $y-z$, a partir de y , marcar todas las distancias anteriores. En la perpendicular $x-y$ marcar las alturas $A'B'C'D'E'F'G'$, trazando perpendiculares desde los puntos $a''b''c''d''e''f''g''$.
- Desarrollo.— Trazar la recta $A-H$, tomando de la triangulación $ah-A'$, $A-I = ai-A'$, $B-I = bi-B'$, $B-J = bj-B'$, $B-K = bk-B'$, $C-K = ck-C'$, $C-L = cl-C'$, $C-M = cm-C'$, $D-M = dm-D'$, $D-N = dn-D'$, $E-N = en-E'$, $E-O = eo-E'$, $E-P = ep-E'$, $P-F = pf-F'$, $Q-F = qf-F'$, $R-F = rf-F'$, $R-G = rg-G'$, $S-G = sg-G'$.
- Las distancias $H-I$, $M-N$, $R-S$, se toman de la vista en planta $h-i$, $m-n$, $r-s$. Para las medidas $I-J-K-L-M$, $N-O-P-Q-R$, $A-B-C-D-E-F-G$, tomar con regla flexible de la vista en planta las distancias $i-j-k-l-m$, $n-o-p-q-r$, y del alzado $1'2'3'4'5'6'7'$.



UNION DE BASES NO PARALELAS, CUADRADAS, CON ESQUINAS REDONDEADAS.

□ Trazado.— Trazar la figura en vistas de alzado y planta y en planos neutros. Trazar en la vista de alzado la semisección de la base $a'-l'$, y dividirla en las partes indicadas en la figura 2-3-4-5-6-7-8-9-10-11. Por estos puntos trazar perpendiculares a la base $a'-l'$, obteniendo los puntos $a'-c'-d'-e'-f'-g'-h'-i'-j'-l'$. Estos puntos proyectarlos sobre el eje $m-y$ de la vista en planta y nos darán los puntos $3'-4'-5'-6'-7'-8'-9'-10'$. Sobre cada uno de ellos trazar perpendiculares de las longitudes siguientes: $3'-c = c'-3$, $4'-d = d'-4$, $5'-e = e'-5$, $6'-f = f'-6$, $7'-g = g'-7$, $8'-h = h'-8$, $9'-i = i'-9$, $10'-j = j'-10$. En la vista en planta dividir la superficie a desarrollar en triángulos por medio de rectas según se indica en la figura. Efectuar la triangulación de las líneas $a-m$, $b-m$, $b-n$, $c-n$, $c-o$, $d-o$, $d-p$, $d-q$, $e-q$, $e-r$, $f-r$, $f-s$, $g-s$, $g-t$, $h-t$, $i-t$, $i-u$, $j-v$, $j-x$, $k-x$, $k-y$, $l-y$, trazando primeramente el ángulo recto $x-y-z$. Sobre el lado $y-z$, a partir de y , marcar todas las distancias anteriores. En la perpendicular $x-y$ marcar las alturas $A-B'-C'-D'-E'-F'-G'-H'-I'-J'-K'-L'$, trazando perpendiculares desde los puntos $a'-c'-d'-e'-f'-g'-h'-i'-j'-l'$.

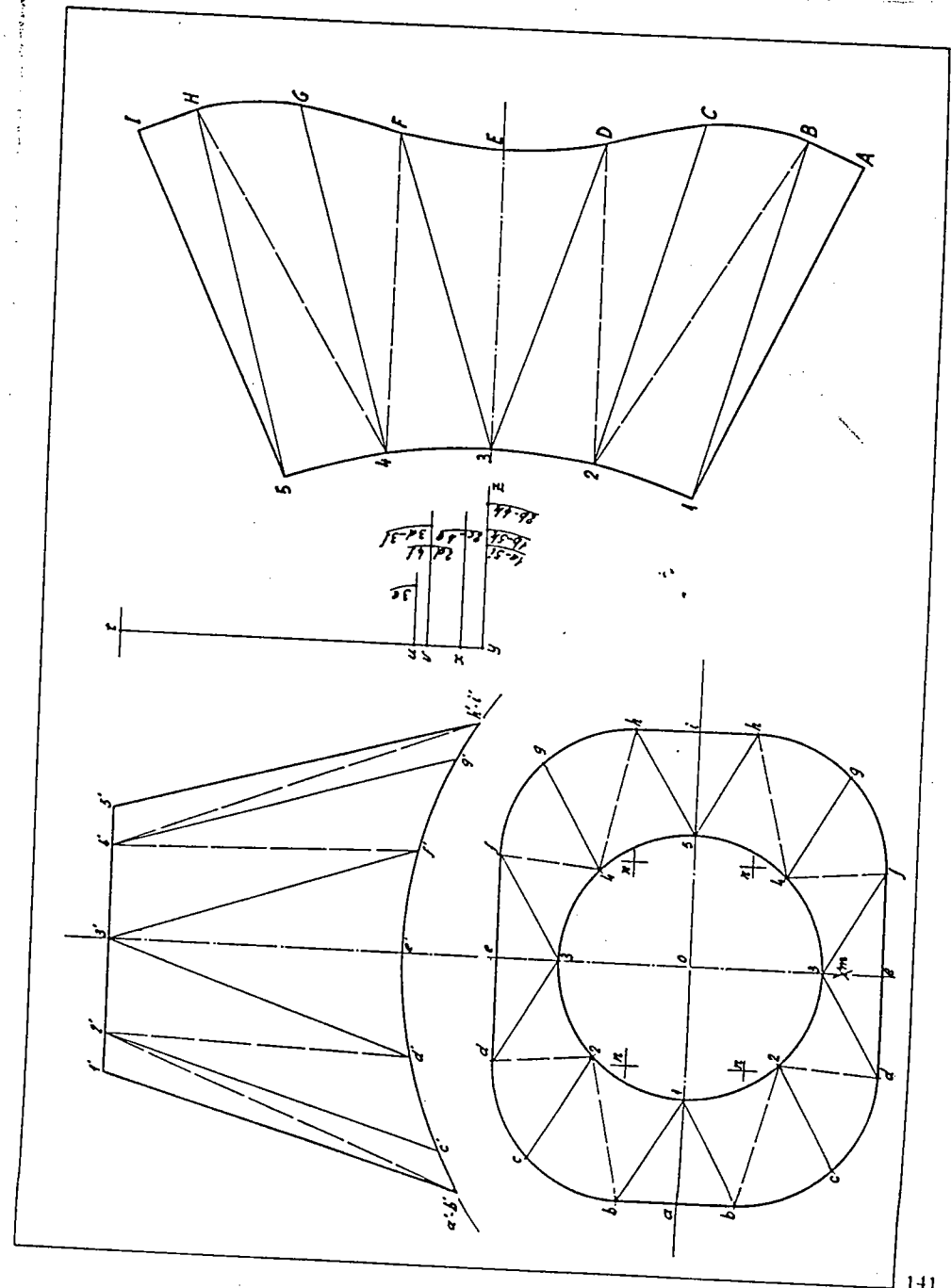
□ Desarrollo.— Trazar la recta $A-M$, tomando de la triangulación $am-A'$, $B-M = bm-B'$, $B-N = bn-B'$, $C-N = cn-C'$, $C-O = co-C'$, $D-O = do-D'$, $D-P = dp-D'$, $D-Q = dq-D'$, $E-Q = eq-E'$, $E-R = er-E'$, $F-R = fr-F'$, $F-S = fs-F'$, $G-S = gs-G'$, $G-T = gt-G'$, $H-T = ht-H'$, $I-T = it-I'$, $I-U = iu-I'$, $I-V = iv-I'$, $J-V = jv-J'$, $J-X = jx-J'$, $K-X = kx-K'$, $K-Y = ky-K'$, $L-Y = ly-L'$. Las distancias $M-N$, $R-S$, $X-Y$ tomar de la vista en planta, $m-n$, $r-s$, $x-y$. Para las medidas $A-B$, $F-G$, $K-L$, tomar de la vista en planta $a-b$, $f-g$, $k-l$. Las medidas $N-O-P-Q-R$, $S-T-U-V-X$, $B-C-D-E-F$, $G-H-I-J-K$, se tomarán de la vista en planta con regla flexible $n-o-p-q-r$, $s-t-u-v-x$, y de la vista en alzado 2-3-4-5-6, y 7-8-9-10-11.



UNION DE BASE MENOR CIRCULAR Y BASE MAYOR RECTANGULAR CON
ESQUINAS REDONDEADAS, INJERTADO EN TUBO DE SECCION CIRCULAR.

□ Trazado.— Trazar la figura en vistas de alzado y planta, en planos neutros. Dividir, en la vista en planta, la base circular en ocho partes iguales; en la base mayor dividir tanto las partes rectas como las curvas en dos partes iguales cada una. En la vista en planta, dividir la superficie a desarrollar en triángulos por medio de rectas uniendo 1-a, 1-b, 2-b, 2-c, 2-d, 3-d, 3-e, 3-f, 4-f, 4-g, 4-h, 5-h, 5-i. Proyectar en la base del alzado los puntos a-b-c-d-e-f-g-h-i de la base mayor de la vista en planta. Obtendremos los puntos a'-b'-c'-d'-e'-f'-g'-h'-i'. De estos puntos trazar horizontales a la recta de la triangulación t-y, marcando las alturas u-v-x-y. El punto t, corresponde a la prolongación de la base menor. En el ángulo de vértice u, haciendo centro en el mismo, marcar la medida 3-e, tomada de la vista en planta. En el vértice v marcar 4-f, 3-f, 3-d, 2-d. En el vértice x marcar 2-c, 4-g. En el vértice y marcar 1-a, 1-b, 2-b, 4-h, 5-h, 5-i.

□ Desarrollo.— Trazar la recta 3-E, tomando la distancia 3e-t, de la triangulación, 3-D = 3d-t, 2-D = 2d-t, 2-C = 2c-t, 2-B = 2b-t, 1-B = 1b-t, 1-A = 1a-t, 3-F = 3f-t, 4-F = 4f-t, 4-G = 4g-t, 4-H = 4h-t, 5-H = 5h-t, 5-I = 5i-t. Las distancias A-B-C-D-E-F-G-H-I, 1-2-3-4-5, tomarlas de la vista en planta con regla flexible, de las medidas a-b-c-d-e-f-g-h-i, 1-2-3-4-5. Se habrá obtenido medio desarrollo. Completar el desarrollo de la misma manera.



UNION DE BASE MENOR CIRCULAR Y BASE MAYOR SEGUN LA FIGURA, APLICADA A TUBO DE SECCION CIRCULAR.

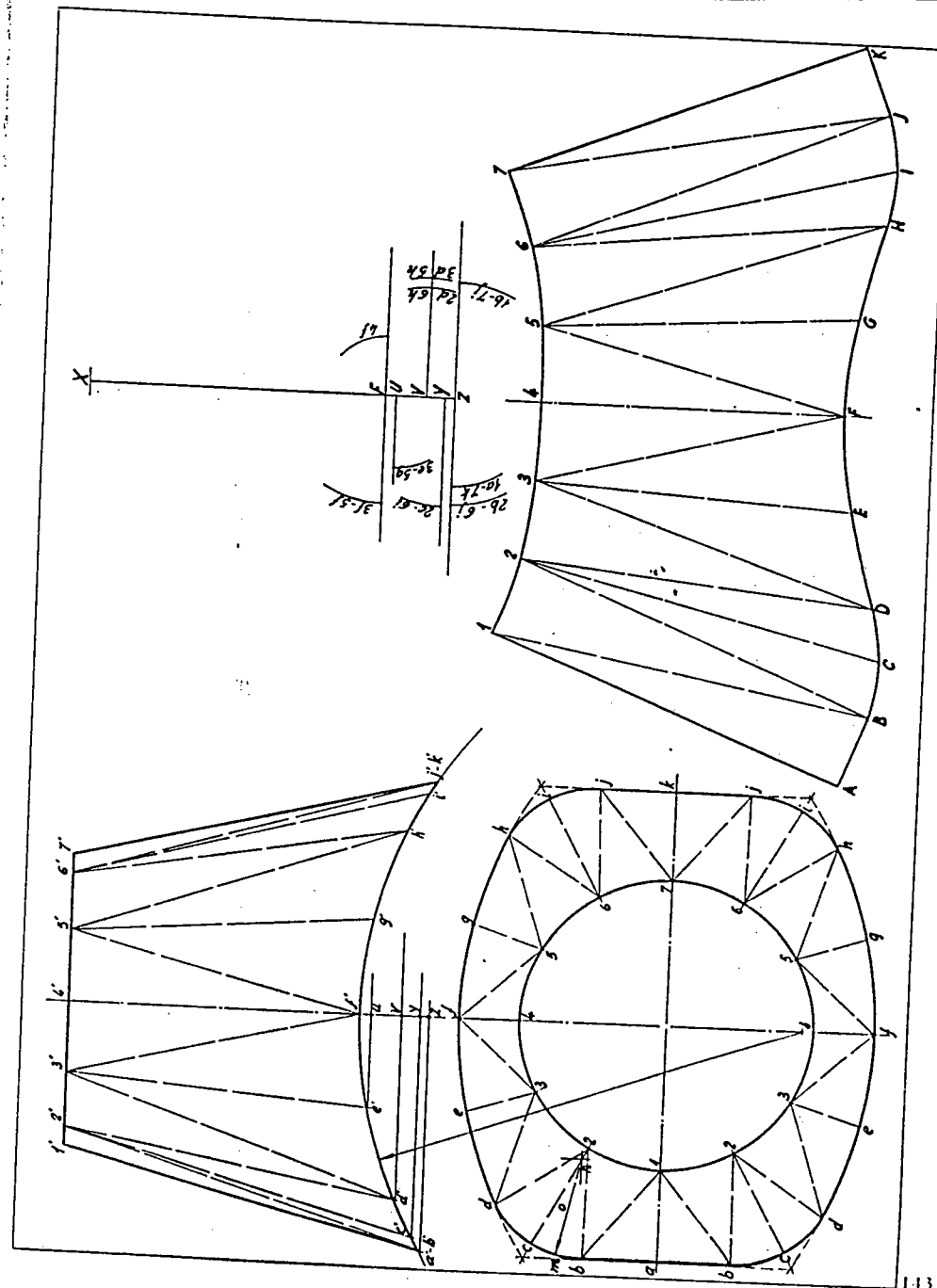
- Trazado.— Trazar la figura en vistas de alzado y planta en planos neutros. En la vista en planta dividir la base menor circular en doce partes iguales. La base mayor dividir en partes tal y como se indica en la lámina.

En la vista en planta dividir la superficie a desarrollar en triángulos por medio de rectas uniendo 1-a, 1-b, 2-b, 2-c, 2-d, 3-d, 3-e, 3-f, 4-f, 5-f, 5-g, 5-h, 6-h, 6-i, 6-j, 7-j, 7-k.

Proyectar en la base del alzado los puntos a-b-c-d-e-f-g-h-i-j-k, de la base mayor de la vista en planta. Obtendremos los puntos a'-b'-c'-d'-e'-f'-g'-h'-i'-j'-k'. De estos puntos tracemos horizontales al eje del alzado marcando las alturas u, v, y, z.

Trazar la triangulación sobre la vertical X-Z, donde el punto X, corresponde a la prolongación de la base menor, y las alturas F, U, V, Y, Z, a las alturas f'-u-v-y-z, de la vista de alzado. En el ángulo de vértice F, haciendo centro en el mismo, marcar las medidas 3-f, 4-f, 5-f, tomadas de la planta. En el vértice U marcar 3-e, 5-g. En el vértice V marcar 2-d, 3-d, 5-h, 6-h. En el vértice Y marcar 2-c, 6-i, y en el vértice Z marcar 1-a, 1-b, 2-b, 6-j, 7-j, 7-k.

- Desarrollo.— Trazar la recta 4-F, tomando las distancias 4f-X, de la triangulación, 3-F = 3f-X, 3-E = 3e-X, 3-D = 3d-X, 2-D = 2d-X, 2-C = 2c-X, 2-B = 2b-X, 1-B = 1b-X, 1-A = 1a-X, 5-F = 5f-X, 5-G = 5g-X, 5-H = 5h-X, 6-H = 6h-X, 6-I = 6i-X, 6-J = 6j-X, 7-J = 7j-X, 7-K = 7k-X. Las distancias B-C-D-E-F-G-H-I-J, 1-2-3-4-5-6-7 tomarlas de la vista en planta con regla flexible, de las medidas b-c-d-e-f-g-h-i-j, 1-2-3-4-5-6-7. Las distancias A-B, J-K, tomarlas de la vista en planta a-b, j-k. Se habrá obtenido medio desarrollo. Completar el desarrollo de la misma manera.



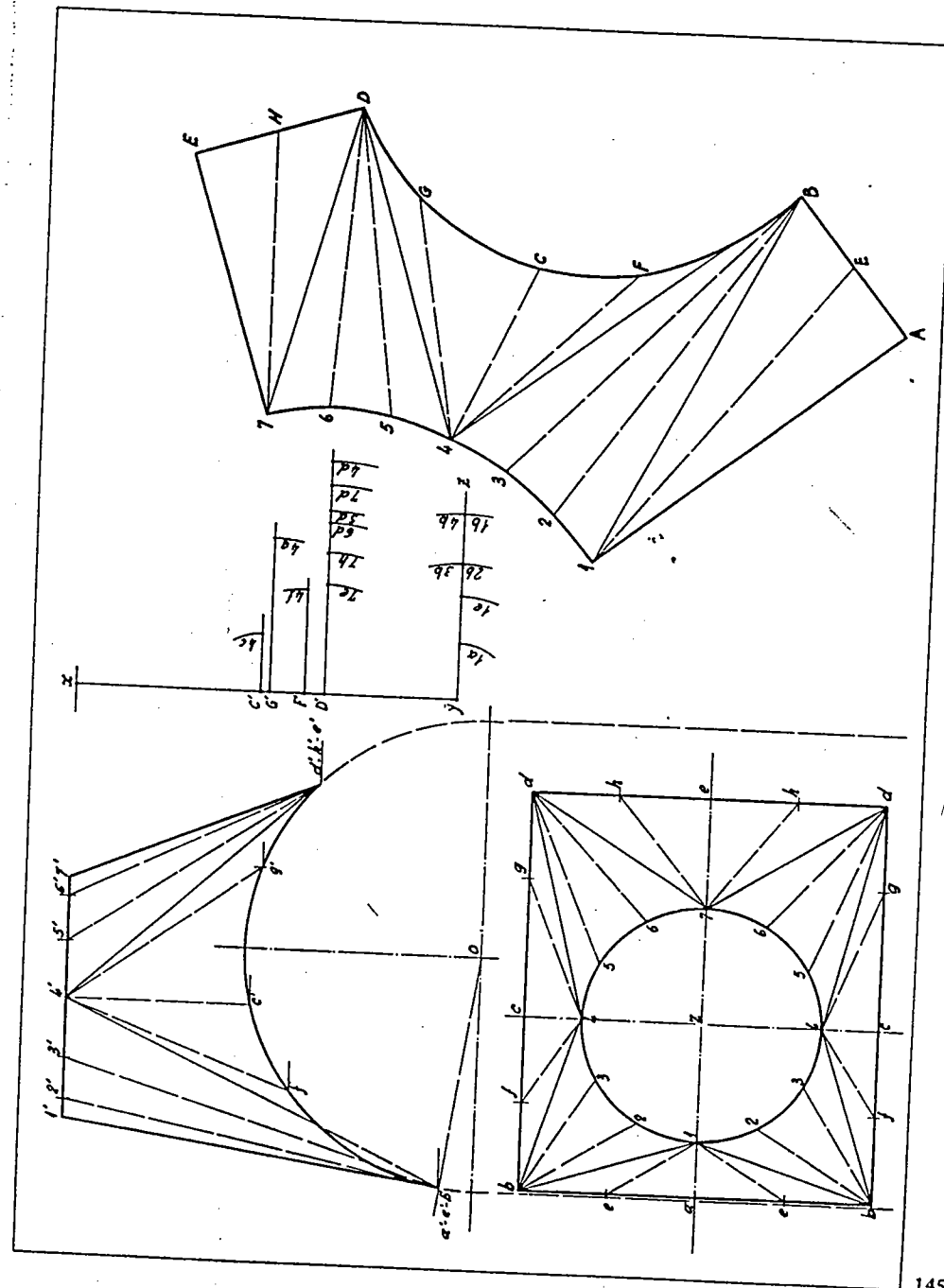
UNION DE BASE MENOR CIRCULAR Y BASE MAYOR RECTANGULAR O CUADRA-
DA, INJERTADA EN TUBO DE SECCION CIRCULAR.

- Trazado.— Trazar la figura en vistas de alzado y planta, en planos neutros. En la vista en planta dividir la base circular en doce partes iguales. La base mayor dividir en partes tal y como se indican en la lámina.

En la vista en planta dividir la superficie a desarrollar en triángulos por medio de rectas, uniendo 1-a, 1-e, 1-b, 2-b, 3-b, 4-b, 4-f, 4-c, 4-g, 4-d, 5-d, 6-d, 7-d, 7-h, 7-e.

Proyectar en la base del alzado los puntos a-e-b-f-c-g-d-h-e, de la base mayor de la vista en planta. Obtendremos los puntos a'-e'-b'-f'-c'-g'-d'-h'-e'. De estos puntos trazar horizontales a la recta de la triangulación x-y, marcando las alturas C'-G'-F'-D'-y. El punto x corresponde a la prolongación de la base menor. En el ángulo de vértice C', haciendo centro en dicho punto, marcar la medida 4-c, tomada de la vista en planta. En el vértice G' marcar 4-g. En F' marcar 4-f. En D' marcar 7-e, 7-h, 6-d, 5-d, 7-d, 4-d. En y marcar 1-a, 1-e, 2-b, 3-b, 4-b, 1-b.

- Desarrollo.— Trazar la recta 4-C, tomando la distancia 4c-x, de la triangulación, $4-G = 4g-x$, $4-D = 4d-x$, $5-D = 5d-x$, $6-D = 6d-x$, $7-D = 7d-x$, $7-H = 7h-x$, $7-E = 7e-x$, $4-F = 4f-x$, $4-B = 4b-x$, $3-B = 3b-x$, $2-B = 2b-x$, $1-B = 1b-x$, $1-E = 1e-x$, $1-A = 1a-x$. Las distancias B-F-C-G-D, tomarlas con regla flexible de b'-f'-c'-g'-d' del alzado. Las distancias A-E-B, D-H-E, tomarlas de la vista en planta a-e-b, d-h-e. Para las distancias 1-2-3-4-5-6-7, serán tomadas de la vista en planta las medidas 1-2-3-4-5-6-7. Se habrá obtenido medio desarrollo. Completarlo de la misma manera.

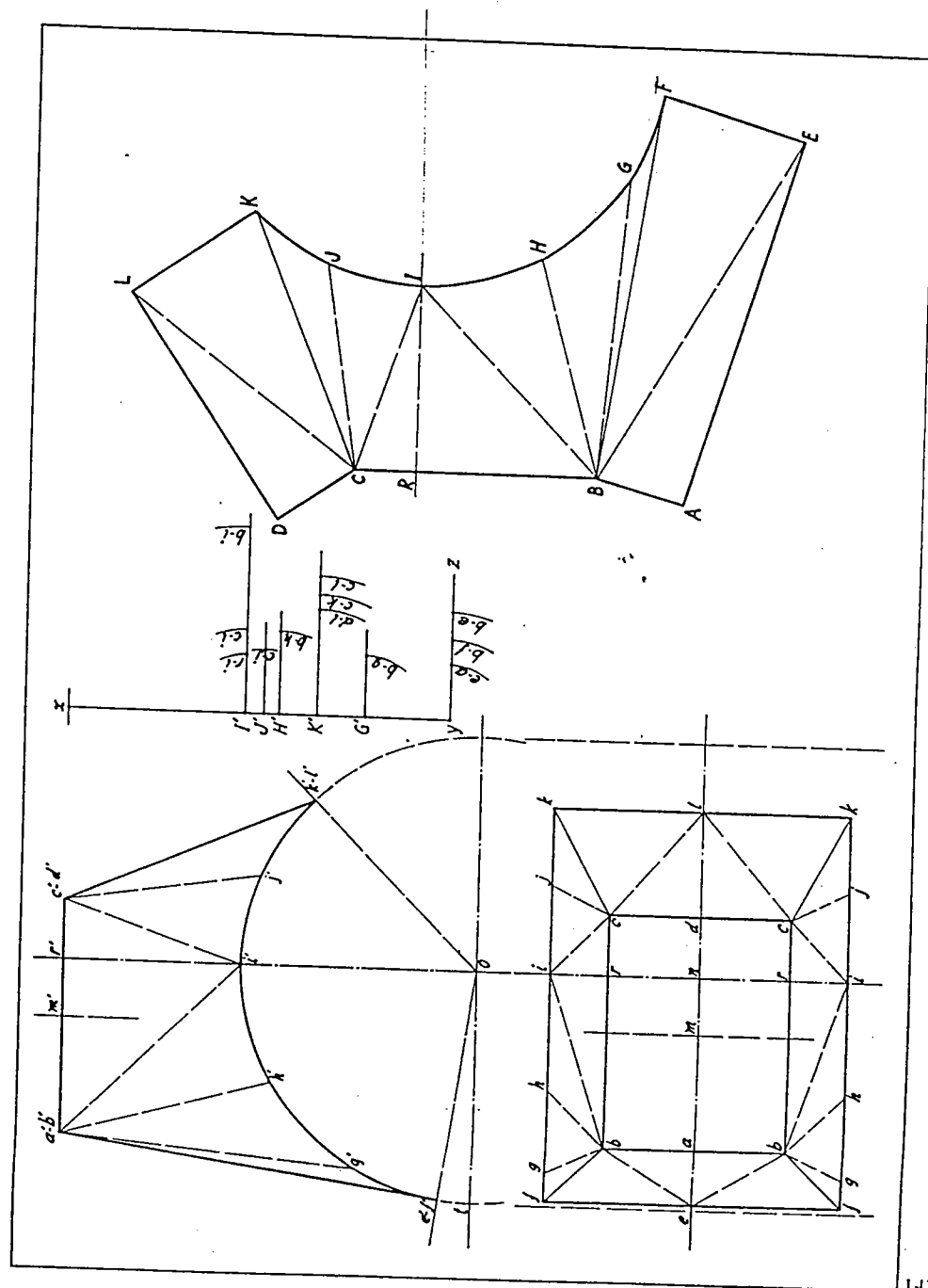


UNION DE BASES RECTANGULARES O CUADRADAS, INJERTADAS EN TUBO DE SECCION CIRCULAR.

- Trazado.— Trazar la figura en vistas de alzado y planta, en planos interiores. Dividir las bases en partes tal y como se indica en la vista en planta. En la misma vista dividir la superficie a desarrollar en triángulos, por medio de rectas, uniendo $e-a$, $b-e$, $b-f$, $b-g$, $b-h$, $b-i$, $r-i$, $c-i$, $c-j$, $c-k$, $c-l$, $d-l$.
- Proyectar en la base del alzado los puntos e, f, g, h, i, j, k, l , de la base mayor de la vista en planta. Obtendremos los puntos $e'-f'-g'-h'-i'-j'-k'-l'$. Desde estos puntos trazar horizontales a la recta de la triangulación $x-y$, marcando las alturas $I'-J'-H'-K'-G'-y$. El punto x corresponde a la prolongación de la base menor. En el ángulo de vértice I' , haciendo centro en dicho punto, marcar las medidas $r-i$, $c-i$, $b-i$, tomadas de la vista en planta. En el vértice J' marcar $c-j$. En H' marcar $b-h$. En K' marcar $d-l$, $c-k$, $c-l$. En G' marcar $b-g$. En y marcar $e-a$, $b-f$, $b-e$.

- Desarrollo.— Trazar la recta $R-I$, tomando la distancia $ri-x$, de la triangulación, $C-I = ci-x$, $C-J = cj-x$, $C-K = ck-x$, $C-L = cl-x$, $D-L = dl-x$, $B-I = bi-x$, $B-H = bh-x$, $B-G = bg-x$, $B-F = bf-x$, $B-E = be-x$, $A-E = ae-x$.

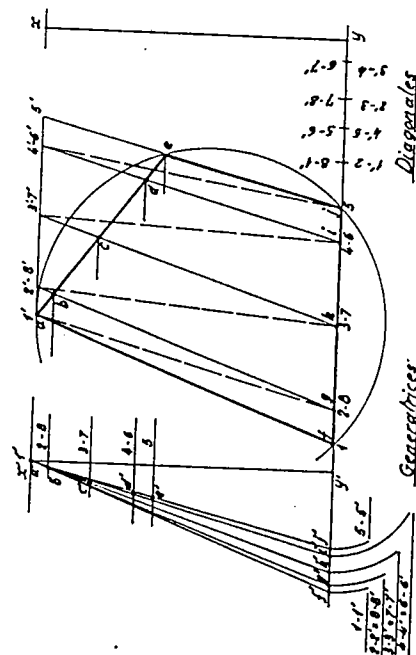
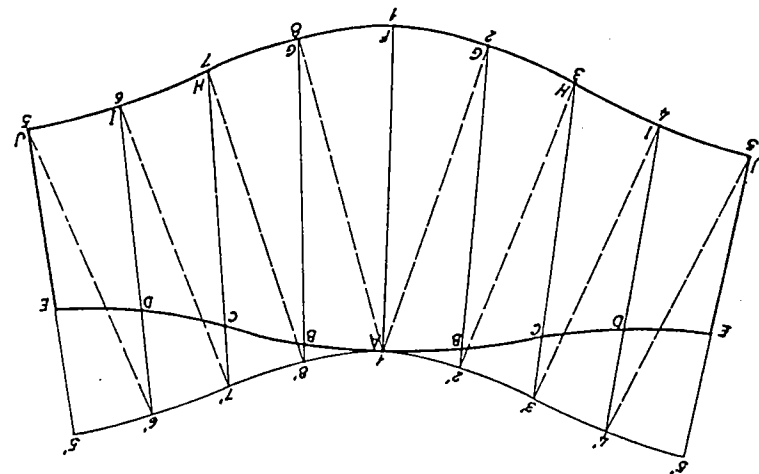
Las distancias $A-B-R-C-D$, $E-F$, $K-L$, tomarlas de la vista en planta $a-b-r-c-d$, $e-f$, $k-l$. Las distancias $F-G-H-I-J-K$, tomarlas con regla flexible de $f'-g'-h'-i'-j'-k'$, del alzado. Se habrá obtenido medio desarrollo. Completar el desarrollo de la misma manera.



- 1.º VIOLA TRONCO-CONICA DE BASES PARALELAS Y CIRCULARES.
- 2.º VIOLA TRONCO-CONICA DE BASES NO PARALELAS Y CIRCULARES.

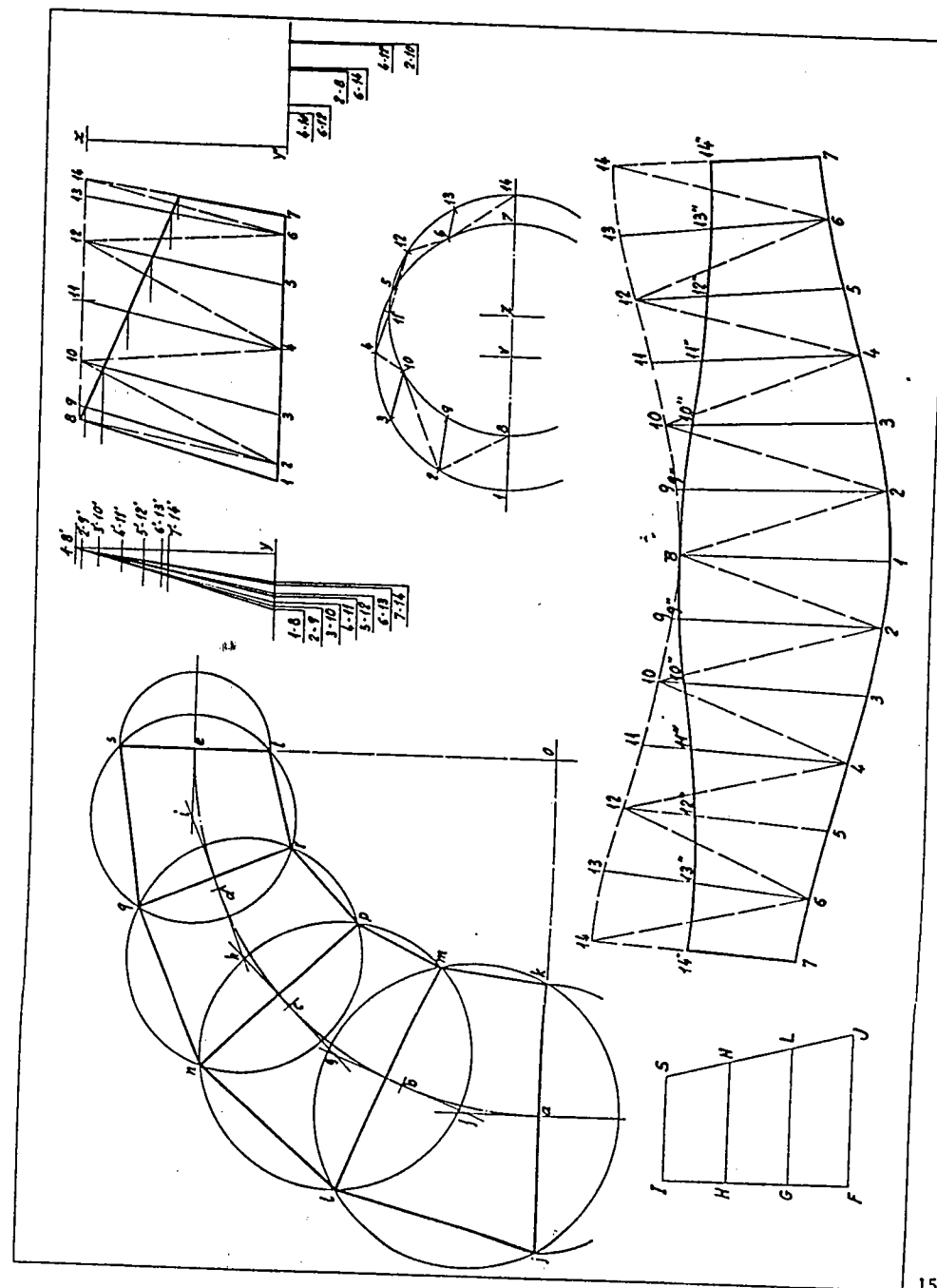
Las bases serán circulares por estar los puntos *a-e-fj*, inscritos en una circunferencia.

- Trazado.— Por este procedimiento es indispensable trazar primeramente el desarrollo como si fuera para bases paralelas, antes de trazarlo para bases no paralelas.
- Trazar el alzado de la figura en planos neutros. Trazar la base 1'-5', paralela a la base inferior *f-j*. Prolongar la generatriz *e-j* hasta el encuentro con la base superior 5'.
- Trazar la vista en planta de las dos bases paralelas, que serán circulares. Dividir cada una de ellas en ocho partes iguales, de manera que una de las divisiones de cada base correspondan al mismo eje. Trazar en línea continua las generatrices 1-1', 2-2', 3-3', 4-4', 5-5', 6-6', 7-7', 8-8'. Trazar en línea discontinua las diagonales 1'-2, 2'-3, 3'-4, 4'-5, 5'-6, 6'-7, 7'-8, 8-1'.
- Trazar la triangulación de las diagonales trazando un ángulo recto cuyo lado vertical *x-y* tendrá una altura igual a la distancia entre bases y en el otro lado, a partir del punto *y*, las distancias que tienen en la vista en planta las diagonales 1'-2, 2'-3, 3'-4, 4'-5, 5'-6, 6'-7, 7'-8, 8-1'.
- Trazar la triangulación de las generatrices trazando un ángulo recto cuyo lado vertical *x'-y'* será igual en altura a la distancia entre bases, y en el otro lado, a partir del punto *y'*, las distancias que tienen en la vista en planta las generatrices 1-1', 2-2', 3-3', 4-4', 5-5', 6-6', 7-7', 8-8'.
- Desarrollo de virola de bases paralelas.— Para trazar este desarrollo hay que distinguir entre generatrices (raya continua), y diagonales (discontinua), ya que siendo una u otra habrá que tomarlas de las respectivas triangulaciones.
- Trazar la generatriz 1'-1, tomando de la triangulación de generatrices la distancia 1'-1-x'. Trazar la diagonal 1'-2, tomando de la triangulación de diagonales la distancia 1'-2-x. Generatriz 2-2' = 2-2'-x'. Diagonal 2'-3 = 2'-3-x. Generatriz 3-3' = 3-3'-x'. Diagonal 3'-4 = 3'-4-x. Generatriz 4-4' = 4-4'-x'. Diagonal 4'-5 = 4'-5-x. Generatriz 5-5' = 5-5'-x'. Diagonal 5'-6 = 5'-6-x. Generatriz 6-6' = 6-6'-x'. Diagonal 6'-7 = 6'-7-x. Generatriz 7-7' = 7-7'-x'. Diagonal 7'-8 = 7'-8-x. Generatriz 8-8' = 8-8'-x'. Diagonal 8-1' = 8-1'-x. Generatriz 1-1' = 1-1'-x. Diagonal 1'-2 = 1'-2-x.
- Desarrollo de virola de bases no paralelas.— En la vista de alzado, las generatrices son cortadas por la base *a-e* en los puntos *a-b-c-d-e*. De estos puntos trazar horizontales a la triangulación de las generatrices marcando los puntos *a'-b'-c'-d'-e'*.
- Sobre las generatrices trazadas en el desarrollo marcar *F-A = f'-a'*, distancia tomada en la triangulación de generatrices. *G-B = g'-b'*, *H-C = h'-c'*, *I-D = i'-d'*, *J-E = j'-e'*.



DESARROLLO DE UN CODO A 90°, COMPUESTO DE CUATRO ELEMENTOS CONICOS.

- Trazado.— Las dos bases del codo formarán el ángulo $j-o-s$. Del vértice o , se traza un arco que una los ejes de los tubos que se quieren empalmar a,e . Se divide este arco en tantas partes iguales como virolas vaya a tener el codo, cuatro en este caso, $a-b-c-d-e$. Se trazan tangentes a estos puntos cuyas intersecciones darán los puntos $f-g-h-i$. Desde el punto f , como centro, trazar una circunferencia que pase por los puntos $j-k$. Desde i , como centro, trazar una circunferencia que pase por los puntos $s-t$. Para hallar los radios de las circunferencias de centros $g-h$, cuyos radios tienen que ser intermedios a los dos conocidos, tracemos una vertical marcando los puntos $l-h-G-F$, equidistantes. Desde el punto l trazar la perpendicular $l-s$, igual al radio $i-s$. Desde el punto F trazar la perpendicular $F-j$, igual al radio $f-j$. Unir con una recta los puntos $S-J$. Trazar las perpendiculares $H-N$, $G-L$. La longitud $H-N$ será el radio de la circunferencia de centro h , siendo $G-L$ el radio de la circunferencia de centro g . Unir los puntos de tangencia $j-l-n-q-s$, $k-m-p-r-t$; unir $j-k$, $l-m$, $n-p$, $q-r$, $s-t$.
- Desarrollo.— El desarrollo de la virola cónica inferior está indicado en la lámina. El desarrollo de las demás virolas se harán de la misma manera. El procedimiento de desarrollo de este tipo de virolas tronco-cónicas, inscritas en una circunferencia, se encuentra profusamente detallado en las páginas 148-149.

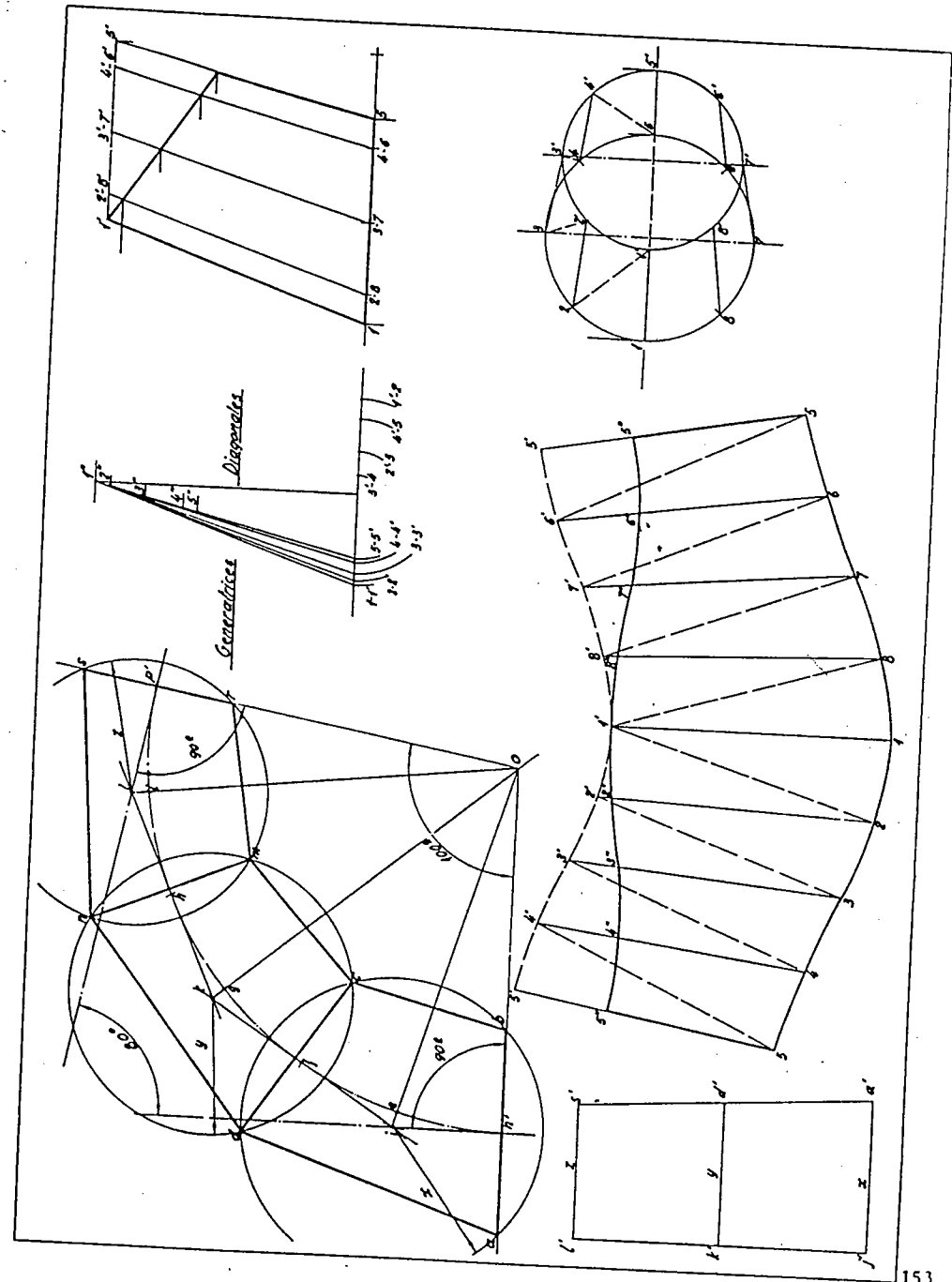


DESARROLLO DE UN CODO A 100° , COMPUESTO DE TRES ELEMENTOS CONICOS.

- Trazado.— Las dos bases del codo formarán el ángulo $a-o-s$. Del vértice o se traza un arco que una los ejes de los tubos que se quieren empalmar $n'-p'$. Se divide este arco en seis partes iguales, doble de las virolas que vaya a tener el codo. Las divisiones darán los puntos $e-f-g-h-i$. Trazar tangentes a los puntos $n'-f-h-p'$, cuyas intersecciones darán los puntos $j-k-l$.

Desde el punto j , como centro, trazar una circunferencia que pase por los puntos a, b . Desde l , como centro, trazar una circunferencia que pase por los puntos s, r . Para hallar el radio de la circunferencia de centro k , que tiene que ser intermedio a los dos conocidos, trazar una vertical marcando los puntos $l'-k-j'$, equidistantes. Desde el punto l' , trazar la perpendicular $l'-s'$, igual al radio z . Desde el punto j' , trazar la perpendicular $j'-a'$, igual al radio x . Unir con una recta los puntos $s'-a'$. Trazar la perpendicular $k'-d'$, que será el radio de la circunferencia de centro k . Unir los puntos de tangencia $a-d-n-s$, $b-c-m-r$, unir $n-m$, $d-c$, $a-b$, $s-r$.

- Desarrollo.— El desarrollo de la virola cónica inferior está indicado en la lámina. El desarrollo de las demás virolas se harán de la misma manera. El procedimiento de desarrollo de este tipo de virolas tronco-cónicas, inscritas en una circunferencia se encuentra profusamente detallado en las páginas 148-149.



UNION DE DOS TUBOS DE DIFERENTES DIAMETROS CON EJES A 90° , FORMADA POR ELEMENTO TRONCO-CONICO, DE BASES NO PARALELAS, LA MAYOR CIRCULAR Y LA MENOR ELIPTICA.

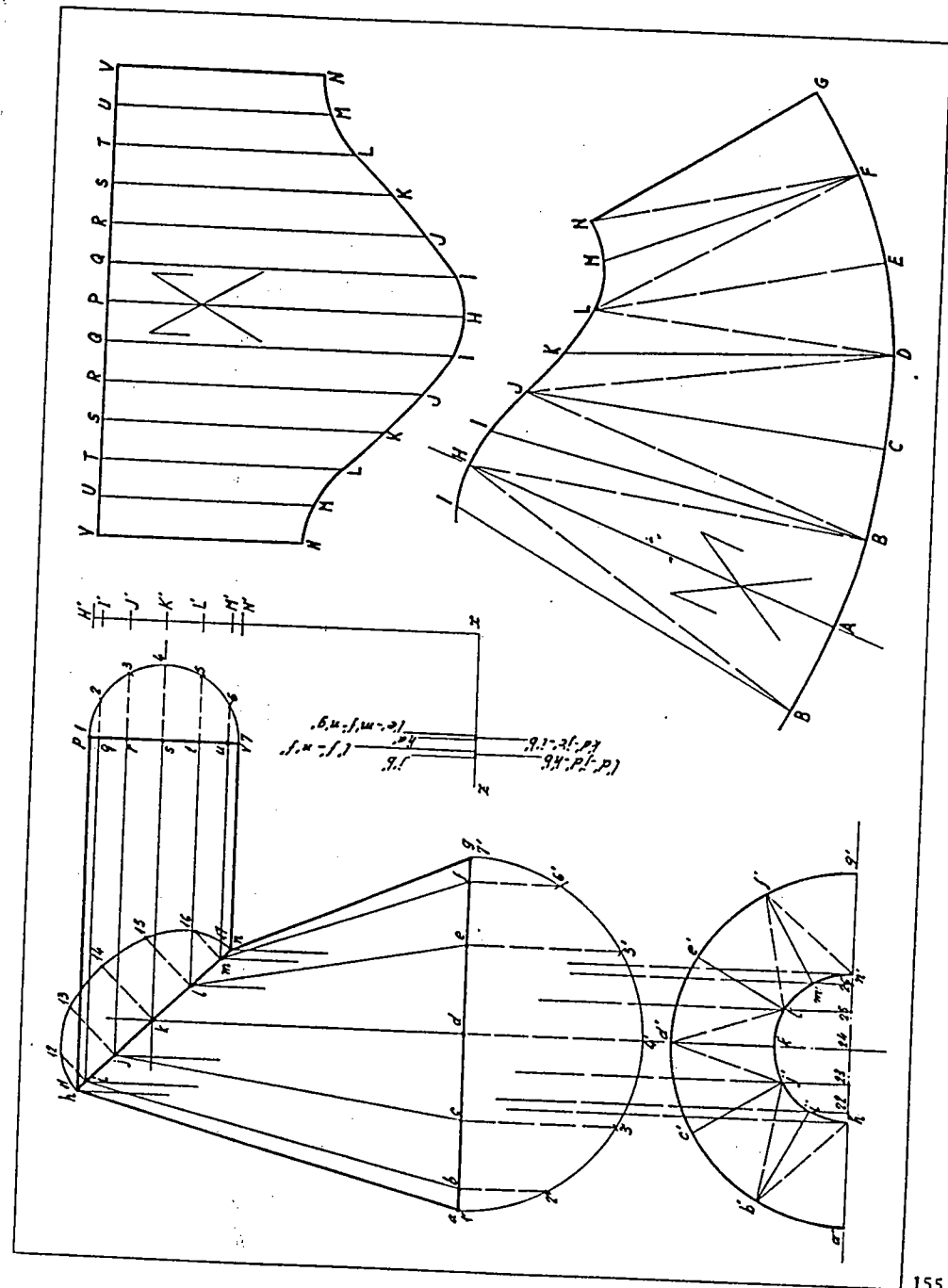
- Trazado.— Trazar la vista de alzado en planos neutros. Trazar en la vista en planta solamente el elemento tronco-cónico. Trazar en el alzado la semivista de la base $p-v$, del tubo y dividir en 6 partes iguales. Trazar también la semivista de la otra base $h-n$, cuyas perpendiculares $12-i$, $13-j$, $14-k$, $15-l$, $16-m$, serán igual a las longitudes $2-q$, $3-r$, $4-s$, $5-t$, $6-u$.

Al eje $a'g'$ de la vista en planta proyectar los puntos $h-i-j-k-l-m-n$, obteniendo los puntos $h'22-23-24-25-26-n'$. Trazar las perpendiculares $22-i' = 12-i$, $23-j' = 13-j$, $24-k' = 14-k$, $25-l' = 15-l$, $26-m' = 16-m$. Dividir la base mayor de la vista en planta en 12 partes iguales. En la misma vista dividir la superficie a desarrollar en triángulos por medio de las rectas $h'a'$, $h'b'$, $i'b'$, $j'b'$, $j'c'$, $j'd'$, $k'd'$, $l'd'$, $l'e'$, $l'f'$, $m'f'$, $n'f'$, $n'g'$.

Trazar la triangulación sobre el ángulo recto $H'x-z$. En el lado vertical las diferentes alturas $H'i'$, $J'k'$, $L'l'$, $N'n'$, cuyas medidas respecto a x corresponderán a las alturas de los puntos $h-i-j-k-l-m-n$, sobre la base $a-g$ de la vista en alzado. Sobre el otro lado $x-z$, de la triangulación, a partir de x marcar las medidas $h'a'$, $h'b'$, $i'b'$, $j'b'$, $j'c'$, $j'd'$, $k'd'$, $l'd'$, $l'e'$, $l'f'$, $m'f'$, $n'f'$, $n'g'$.

- Desarrollo del tronco de cono.— Trazar la recta $H-A$, tomando de la triangulación la distancia $h'a' - H'$. Trazar $H-B = h'b' - H'$, $I-B = i'b' - I'$, $J-B = j'b' - J'$, $J-C = j'c' - J'$, $J-D = j'd' - J'$, $K-D = k'd' - K'$, $L-D = l'd' - L'$, $L-E = l'e' - L'$, $L-F = l'f' - L'$, $M-F = m'f' - M'$, $N-F = n'f' - N'$, $N-g' = n'g' - N'$. Las distancias $A-B-C-D-E-F-G$ tomarlas con regla flexible en el alzado de las medidas $1'2'3'4'5'6'7'$. Las distancias $H-I-J-K-L-M-N$ tomarlas con regla flexible respectivamente de las medidas $11-12-13-14-15-16-17$ del alzado.

- Desarrollo del tubo.— Desarrollar el diámetro neutro $p-v$ del tubo y dividir en doce partes iguales. Las longitudes de las generatrices $P-H$, $Q-I$, $R-J$, $S-K$, $T-L$, $U-M$, $V-N$ se tomarán en el alzado de las medidas $p-h$, $q-i$, $r-j$, $s-k$, $t-l$, $u-m$, $v-n$.



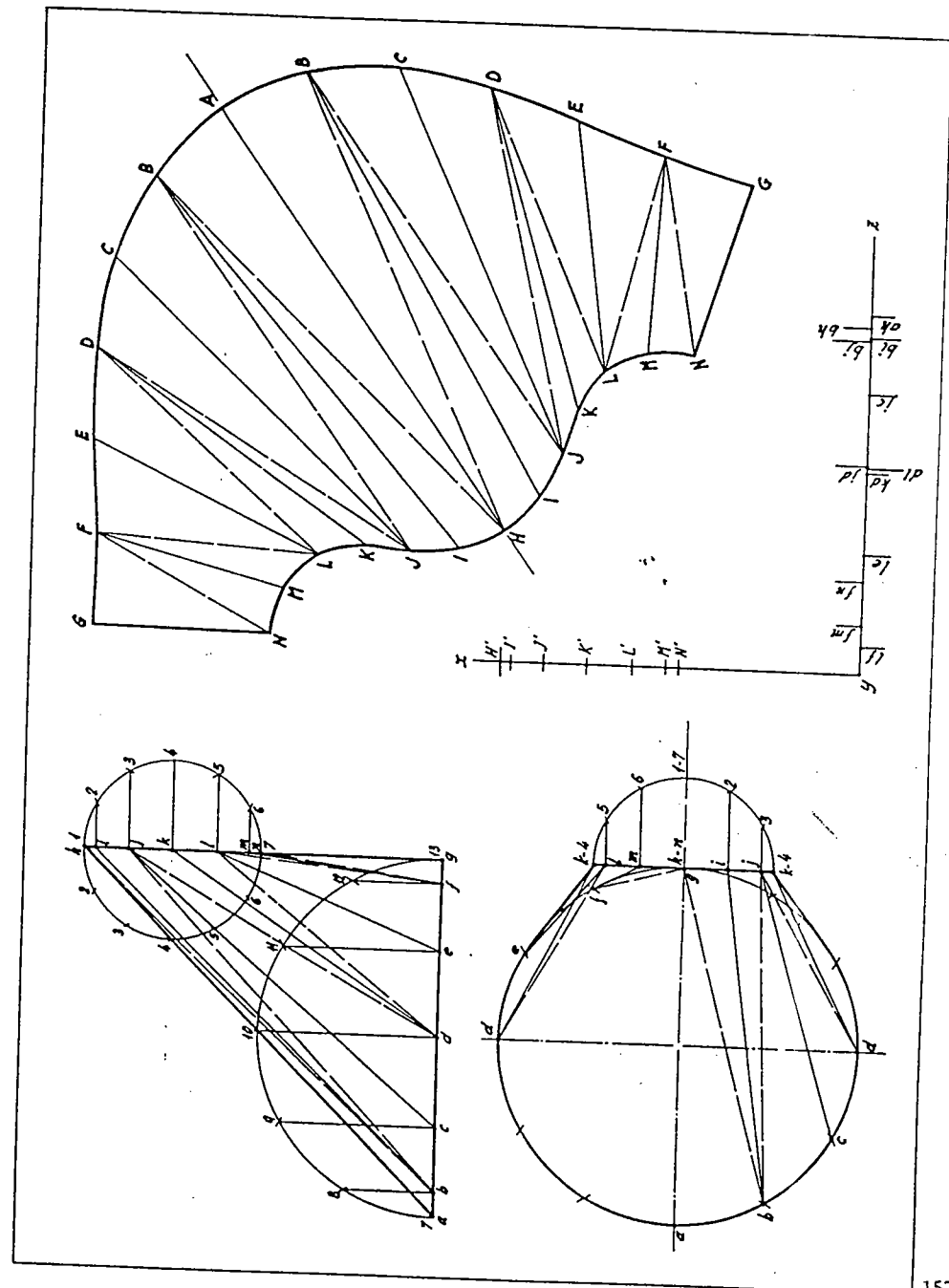
UNION DE DOS TUBOS DE SECCION CIRCULAR, DIAMETROS DIFERENTES Y EJES
A 90°

- Trazado.— Trazar la figura en vistas de alzado y planta y diámetros neutros. En el alzado trazar en verdadera magnitud la base superior, dividirla en 12 partes iguales y hallar los puntos $h-i-j-k-l-m-n$. Trazar en verdadera magnitud la semibase inferior y dividirla en 12 partes iguales.

En la vista en planta dividir la base inferior en 12 partes iguales y la semi-base superior en 6 partes iguales, obteniendo los puntos $h-i-j-k-l-m-n$. Dividir la superficie a desarrollar en triángulos por medio de las rectas $a-h, b-h, b-i, b-j, j-c, j-d, k-d, l-d, l-e, l-f, f-m, f-n, n-g$.

Para la triangulación trazar el ángulo recto $x-y-z$; sobre el lado vertical $x-y$ marcar las alturas $H'-I'-J'-K'-L'-M'-N'$, a distancias respectivas del punto y , como los puntos $h-i-j-k-l-m-n$ lo están del punto g en la vista de alzado. En el lado horizontal $y-z$, a partir de y , marcar las distancias tomadas de la vista en planta $ah, bh, bi, bj, jc, jd, kd, dl, le, lf, fm, fn, ng$; ésta última será tomada del alzado para el desarrollo.

- Desarrollo.— Trazar la recta $A-H$, tomando de la triangulación la distancia $ah-H'$, $B-H = bh-H'$, $B-I = bi-I'$, $B-J = bj-J'$, $J-C = jc-J'$, $J-D = jd-J'$, $K-D = kd-K'$, $D-L = dl-L'$, $L-E = le-L'$, $L-F = lf-L'$, $F-M = fm-M'$, $F-N = fn-N'$. Para la distancia $G-N$, tomar la medida $g-n$ de la vista en alzado. Las medidas $A-B-C-D-E-F-G$, tomar con regla flexible, de la planta, las distancias $a-b-c-d-e-f-g$. Para las medidas $H-I-J-K-L-M-N$, tomar con regla flexible, del alzado, las distancias $1-2-3-4-5-6-7$.



LVA DE PAREDES LISAS, BASES CUADRADAS Y PARALELAS Y ANGULOS DE EGADO.

Trazado.— Trazar la figura en vistas de alzado y planta en medidas interiores. En la vista en planta dividir en triángulos la superficie a desarrollar por medio de las rectas $a-f$, $b-g$, $g-d$, $h-a$. Efectuar la triangulación de estas distancias y también de las $a-e$, $b-f$, $c-g$, $d-h$. Trazar el ángulo recto $x-y-z$, de modo que la distancia $x-y$, sea igual a la distancia entre bases. Sobre el otro lado $y-z$, del ángulo recto, haciendo centro en y , marcar las distancias tomadas en la vista en planta ae , af , bf , bg , cg , dg , dh .

Desarrollo.— Trazar la recta $C-G$, tomando de la triangulación la distancia $cg-x$, trazar $B-G = bg-x$, $B-F = bf-x$, $A-F = af-x$, $A-E = ae-x$, $D-G = dg-x$, $D-H = dh-x$, $A-H = ah-x$, $A-E = ae-x$. Para las distancias $A-B-C-D-A$, $E-F-G-H-E$, tomar de la vista en planta $a-b-c-d-a$, $e-f-g-h-e$.

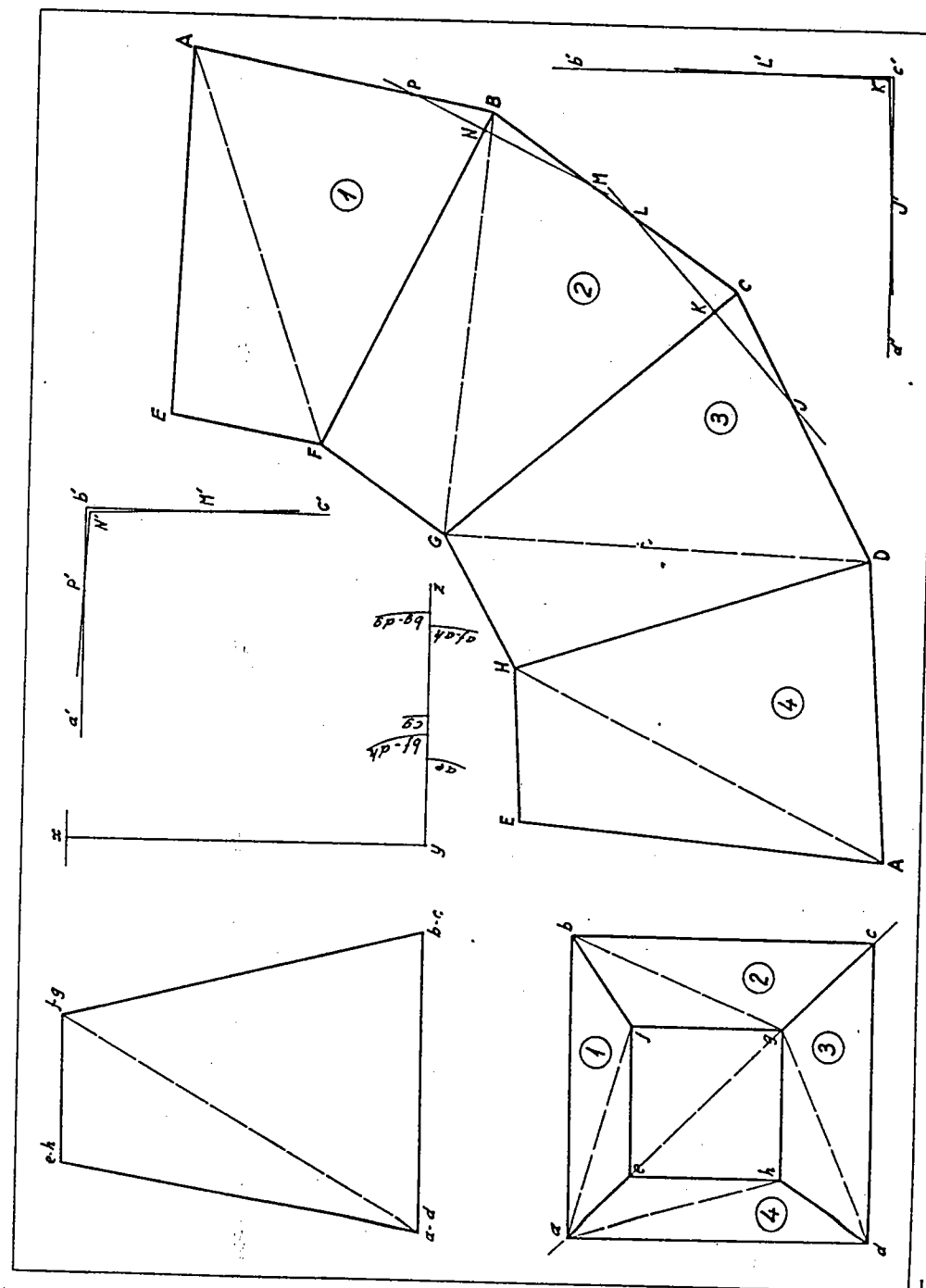
Modo de hallar el ángulo que formarán las caras 2 y 3 al montaje o plegado.— En la arista $C-G$ del desarrollo, que une las dos caras, indicar un punto cualquiera K , sobre el cual se hará pasar una perpendicular que cortará a la recta $C-B$ en el punto L , y a la recta $C-D$ en el punto J .

Trazar el ángulo $b'-c'-d'$ de la misma abertura que el ángulo $b-c-d$, de la vista en planta, que es el ángulo formado después del plegado por las rectas $B-C$ y $C-D$. Sobre este ángulo $b'-c'-d'$, marcar $c'-L' = C-L$, $c'-J' = C-J$, $L'-K' = L-K$, $J'-K' = J-K$. La abertura $L'-K'-J'$ será el ángulo que formen al plegado las caras 2 y 3.

Modo de hallar el ángulo que formarán las caras 1 y 2 al montaje o plegado.— En la recta $B-F$ del desarrollo que une las dos caras, indicar un punto cualquiera N sobre el cual se hace pasar una perpendicular que cortará a la recta $B-A$ en el punto P , y a la recta $E-C$ en el punto M .

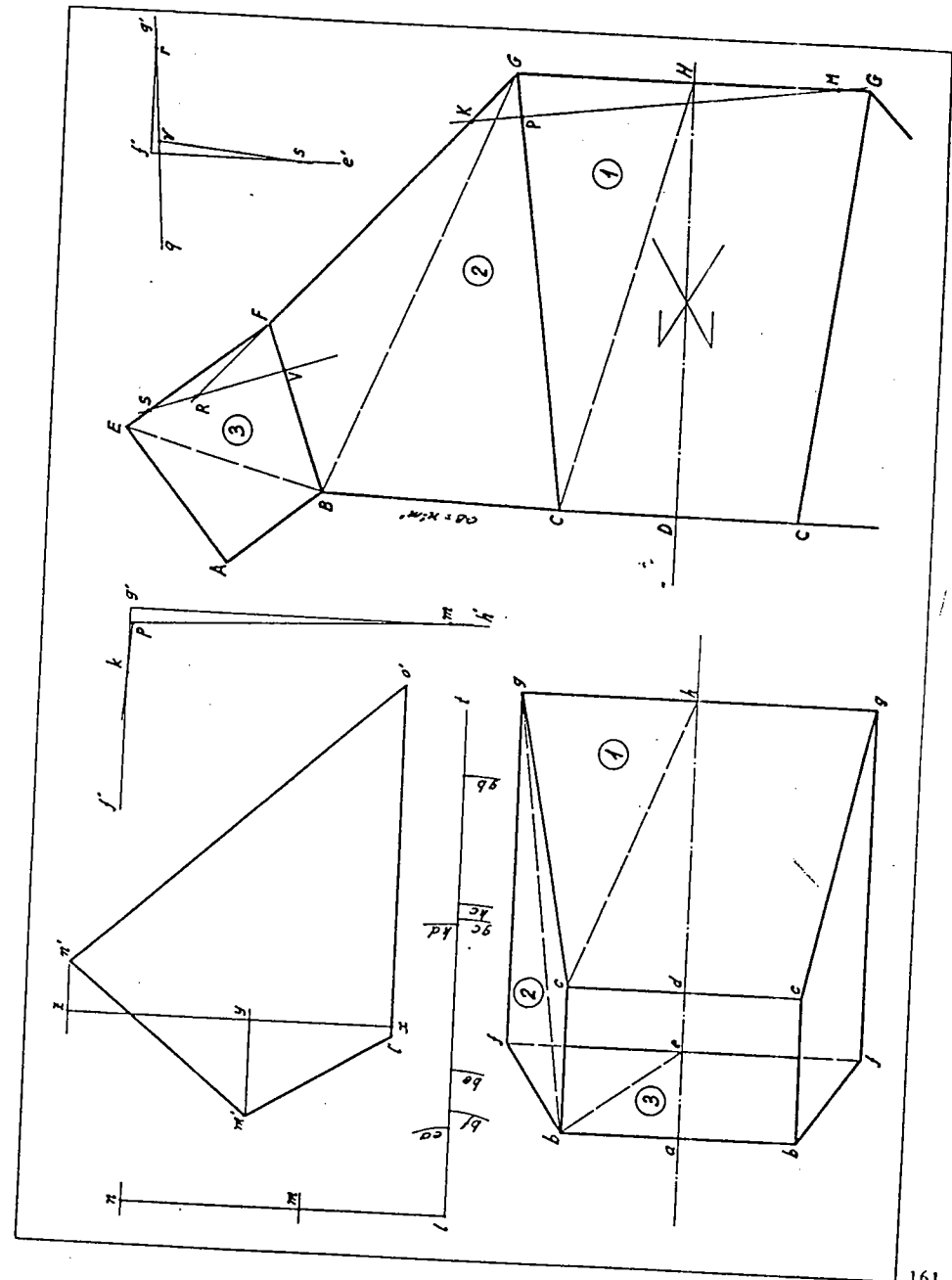
Trazar el ángulo $a'-b'-c'$, de la misma abertura que el ángulo $a-b-c$, de la vista en planta, que es el ángulo formado después del plegado por las rectas $A-B$, y $B-C$.

Sobre este ángulo $a'-b'-c'$ marcar $b'-P' = B-P$, $b'-M' = B-M$, $P'-N' = P-N$, $M'-N' = M-N$. La abertura del ángulo $P'-N'-M'$, será la que formen al plegado las caras 1 y 2.



TOLVA DE PAREDES LISAS, BASES CUADRADAS NO PARALELAS Y ANGULOS DE PLEGADO.

- **Trazado.**— Trazar la figura en vistas de alzado y planta en medidas interiores. Dividir en triángulos, por medio de rectas, la superficie a desarrollar, en la vista en planta. Para ello unir $b-e$, $g-b$, $h-c$. Efectuar la triangulación de estas distancias y también de las $e-a$, $b-f$, $g-c$, $h-d$. Trazar el ángulo recto $n-m-l-t$, de modo que las distancias $n-m-l$ sean iguales a $z-y-x$. Sobre el otro lado $l-t$, del ángulo recto, haciendo centro en l , marcar las distancias tomadas en la vista en planta, $e-a$, $b-f$, $g-c$, $h-d$, $g-b$, $h-c$.
- **Desarrollo.**— Trazar la recta $H-D$, tomando de la triangulación la distancia $hd-n$, trazar $H-C = hc-n$, $G-C = gc-n$, $G-B = gb-m$, $B-F = bf-m$, $B-E = be-m$, $E-A = ea-m$. Las distancias $H-G-F-E$ y las distancias $A-B$, $C-D$ tomar de la vista en planta $h-g-f-e$, $a-b$, $c-d$. Para la distancia $B-C$ del desarrollo tomar la distancia $m-n'$ de la vista en alzado. Habremos obtenido medio desarrollo.
- **Modo de hallar el ángulo que formarán las caras 1 y 2 al montaje o plegado.**— En la arista $C-G$ del desarrollo, que une las dos caras, indicar un punto cualquiera P sobre el cual se hará pasar una perpendicular que cortará a la recta $G-F$ en el punto K y a la recta $C-G$ en el punto M .
Trazar el ángulo $f'-g'-h'$ de la misma abertura que el ángulo $f-g-h$ de la vista en planta, que es el ángulo formado después del plegado por las rectas $F-G$, y $G-G$. Sobre este ángulo $f'-g'-h'$, marcar $g'-k' = G-K$, $g'-m' = G-M$, $k'-p' = K-P$, $m'-p' = M-P$. La abertura del ángulo $k'-p'-m'$ será la que formen al plegado las caras 1 y 2.
- **Modo de hallar el ángulo que formarán las caras 2 y 3 al montaje o plegado.**— En la recta $B-F$ del desarrollo que une las dos caras, indicar un punto cualquiera V , sobre el cual se hace pasar una perpendicular que cortará a la recta $F-E$ en el punto S , y no podrá cortar a la recta $F-G$, pero sí a su prolongación en el punto R .
Trazar el ángulo $e'-f'-g'$ de la misma abertura que el ángulo $e-f-g$, de la vista en planta, que es el ángulo formado después del plegado por las rectas $F-G$ y $F-E$. Sobre este ángulo $e'-f'-g'$, marcar $f'-s' = F-S$, $f'-r' = F-R$, $s'-v' = S-V$, $r'-v' = R-V$. Se habrá formado el ángulo $r'-v'-s'$, pero éste no será el ángulo de plegado, sino su suplemento o sea el ángulo $q-v-s$.
- Para hallar estos ángulos dispondremos de las rectas que forman la base paralela al plano horizontal. En este caso $H-G-F-E$, en el desarrollo y $h-g-f-e$, en la vista en planta.



INDICE

Introducción	5
PRIMERA PARTE: DESARROLLOS SENCILLOS DE CALDERERIA.	
Trazados fundamentales	8
— Trazar a una recta, pasando por un punto determinado, una perpendicular.	
— A una recta horizontal, trazar una perpendicular.	
— Trazar un arco de 60°.	
— Desde un punto determinado, trazar una perpendicular a una recta.	
— Dividir una circunferencia en 12 partes iguales.	
— Trazado de una espiral.	
Trazados fundamentales	10
— Trazar una elipse conociendo las distancias máxima y mínima.	
— Dividir una recta en un número de partes iguales.	
— Trazar una elipse conociendo las distancias máxima y mínima.	
— Hallar el centro de una circunferencia.	
— Trazar una recta de igual medida que la cuarta parte de una circunferencia determinada.	
— Trazar una recta de igual medida que un arco cualquiera de una circunferencia dada.	
Trazar un arco de circunferencia de grandes magnitudes conociendo la cuerda y su flecha	12
Diámetro exterior, interior y neutro	14
Campana de fragua de paredes lisas. Trazar las vistas de alzado y planta según las dimensiones interiores	16 - 18
Cálculo de sección circular, con una de las bases circulares y la otra elíptica por no ser paralela a la sección del cilindro	20
Cilindro de sección circular, con las dos bases elípticas por no ser paralelas a la sección del cilindro	22
Virola tronco-cónica de eje perpendicular a las bases. Bases circulares y paralelas	24
Virola tronco-cónica de eje perpendicular a la base inferior circular. Base superior elíptica y no paralela a la inferior	26 163

Desarrollo de cono de eje oblicuo a la base circular	28
Tolva en forma de cono truncado, eje oblicuo a bases circulares y paralelas	30
Codo formado por dos cilindros cuyos ejes forman 90°	32
Codo formado por dos cilindros cuyos ejes forman un ángulo superior a 90°	34
Codo a 90° en 5 partes iguales, una de ellas dividida en dos formando los extremos	36
Codo a 45° en tres partes iguales, una de ellas dividida en dos formando los extremos	38
Codos cilíndricos para unión de tuberías del mismo diámetro	40-42

SEGUNDA PARTE: DESARROLLOS NORMALES DE CALDERERIA.

Tubos de sección circular, base inferior circular y superior elíptica	46
Codo en dos partes, de secciones circulares. Construir este desarrollo conociendo el ángulo formado por los ejes y el diámetro de los tubos	48
Unión de sección cilíndrica, que une dos cilindros de secciones circulares y ejes paralelos	50
Unión formada por tres tubos de diámetros iguales, cuyos ejes están colocados a 120°	52
Cilindro de sección elíptica, cuyo eje es oblicuo a su base inferior circular	54
Tronco de cono de bases no paralelas y circulares por estar inscrito en una circunferencia	56
Virola tronco-cónica de eje oblicuo a base inferior circular. Bases no paralelas	58
Virola tronco-cónica de eje oblicuo a la base circular. Bases no paralelas	60
Tubo pantalón con las tres bocas circulares y del mismo diámetro	62
Tronco de cono de vértice inaccesible. Método de trapecios	64
Virola tronco-cónica, base mayor circular y bases no paralelas	66
Desarrollo de recipientes esféricos	68
Injerto de tubo cilíndrico en esfera. Ejes paralelos	70
Injerto de tubo cilíndrico en esfera. El eje del cilindro no coincide con el centro de la esfera	72
Injerto de dos tubos de secciones circulares y ejes perpendiculares	74
Injerto de dos tubos de secciones circulares y ejes oblicuos	76
Injerto de dos tubos de secciones circulares y ejes perpendiculares y desplazados	78
Injerto de dos tubos de secciones circulares y ejes oblicuos y desplazados	80
Injerto de tubo cilíndrico a cono. Los ejes respectivos son perpendiculares	82
Injerto de tubo cilíndrico a cono. Una de las generatrices del cono y otra del tubo coinciden en la misma recta	84
Unión para dos tubos de bocas iguales y circulares, cuyos ejes forman un ángulo de 90°	86
Tolva de bases circulares y rectangular con esquinas redondeadas	88
Unión de cono oblicuo con cilindro oblicuo	90
Unión de dos conos oblicuos formando tubo pantalón	92
Tubo pantalón formado por tres tubos cilíndricos de diámetros iguales	94
164 Injerto de tubo cilíndrico en cono	96

Injerto de tubo cónico en cono	98
Unión de tubos cuyos ejes forman ángulo oblicuo	100
Injerto de tubo cónico en tubo cónico	102
Injerto de tubo de sección circular en otro tubo de sección elíptica	104
Injerto de tubo de sección circular con cono de eje oblicuo a base circular	106
Desarrollo de hélice sobre eje cilíndrico	108

TERCERA PARTE: DESARROLLOS DE CALDERERIA POR TRIANGULACION.

Desarrollo por triangulación	112
Tolva de bases paralelas, la mayor cuadrada y la menor circular	114
Tolva de bases paralelas, la mayor circular y la menor rectangular	116
Tolva de bases paralelas, base mayor circular y base menor cuadrada	118
Tolva de bases paralelas, base mayor elíptica y base menor circular	120
Tolva de bases paralelas, base mayor rectangular con aristas redondeadas y base menor circular	122
Tolva de bases paralelas, circulares y ejes desplazados	124
Tolva de bases paralelas, la menor circular y la mayor irregular. En dos partes	126
Tolva de bases paralelas, la menor circular y la mayor con partes circulares rectas	128
Unión de bases paralelas, cuadradas, con esquinas redondeadas	130
Tolva de bases no paralelas, la base menor circular y la base mayor rectangular	132
Unión de bases no paralelas, la base mayor cuadrada y la base menor circular	134
Unión de bases no paralelas, la base mayor cuadrada con esquinas redondeadas y la base menor circular	136
Unión de bases no paralelas, cuadradas, con esquinas redondeadas	138
Unión de base menor circular y base mayor rectangular con esquinas redondeadas, injertado en tubo de sección circular	140
Unión de base menor circular y base mayor según la figura, aplicada a tubo de sección circular	142
Unión de base menor circular y base mayor rectangular o cuadrada, injertada en tubo de sección circular	144
Unión de bases rectangulares o cuadradas, injertadas en tubo de sección circular	146
1.° Virola tronco-cónica de bases paralelas y circulares	148
2.° Virola tronco-cónica de bases no paralelas y circulares	148
Desarrollo de un codo a 90°, compuesto de cuatro elementos cónicos	150
Desarrollo de un codo a 100°, compuesto de tres elementos cónicos	152
Unión de dos tubos de diferentes diámetros con ejes a 90°, formada por elemento tronco-cónico, de bases no paralelas, la mayor circular y la menor elíptica	154
Unión de dos tubos de sección circular, diámetros diferentes y ejes a 90°	156
Tolva de paredes lisas, bases cuadradas y paralelas y ángulos de plegado	158
Tolva de paredes lisas, bases cuadradas no paralelas y ángulos de plegado	160