

LUIS POLANCO Y ALVEAR
CAPITÁN DE ARTILLERÍA

NOCIONES

SOBRE

ESTEREOTOMÍA DE LA PIEDRA



SEGOVIA:
IMPRESA DE LA ACADEMIA DE ARTILLERÍA
1921

F
2337
IE

Sig.: F 2337 IE

es Tit.: Nociones sobre estereotomía d

Aut.: Polanco y Alvear, Luis

Cód.: 51073547



60285 12

NOCIONES
SOBRE
ESTEREOTOMIA DE LA PIEDRA

Jose Pablo Blanco y Morales
1^{er} Año 1^a Sección n° 421



12.94.372

L. POLANCO Y ALVEAR

NOCIONES

SOBRE

ESTEREOTOMIA DE LA PIEDRA



SEGOVIA:
IMPRESA DE LA ACADEMIA DE ARTILLERÍA
1921

1. THOMAS G. BAKER

NOCIONES

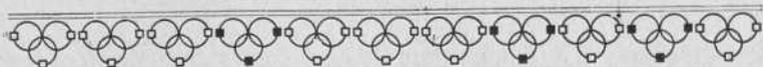
ESTEREOGRAFIA DE LA PIEDRA



El programa a que ha de ajustarse el estudio de la Geometría Descriptiva y sus aplicaciones, contiene unas lecciones de Estereotomía de la piedra, y al no haber libro de texto que de ellas trate, el profesor había de explicarlas para que el alumno tomase sus notas, lo que les obliga a un mayor trabajo, con el inconveniente además, de que los apuntes por el alumno tomados pueden estar con errores, toda vez que no es factible para el profesor, repasar y corregir todos ellos.

Con objeto de tratar de evitar estas dificultades se escriben estas líneas, que no han de constituir un tratado de ESTEREOTOMÍA DE LA PIEDRA, sino que únicamente deben contener unas nociones que expliquen el objeto de esta derivación de la Geometría Descriptiva, métodos generales para resolver sus problemas y aplicación de ellos a algunos ejemplos; con lo cual, ajustándose al programa, se harán estos estudios considerándoles principalmente como unos ejercicios más de las teorías generales de Descriptiva, al mismo tiempo que inician al alumno en esta importante rama de sus aplicaciones.





ESTEREOTOMIA DE LA PIEDRA



CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES Y PROCEDIMIENTOS GENERALES

1. Estereotomía es el arte de cortar los sólidos considerándolos, en general, como partes de un todo representado en proyecciones.

2. Una vez concebida la forma y dimensiones de la obra que se proyecta conforme a los principios de Arquitectura y de Resistencia de materiales, y representado el conjunto de esta obra en proyecciones, procede:

1.º Dividir dicho conjunto en partes, de tal manera que constituyendo cada una de ellas una piedra y yuxtaponiéndolas simplemente en un cierto orden, se sostengan mutuamente sin romperse y como si formasen un solo cuerpo. Esta operación recibe el nombre de *aparejo* de la obra.

2.º Deducir del aparejo, representado en proyecciones, la forma y dimensiones de cada una de las piedras, dibujando en tamaño natural las caras y demás datos que pueda necesitar el obrero cantero.

3.º El labrado de las piedras por los medios más breves y sencillos a la vez que económicos.

3. Se llama *plantilla* a una tabla, cartón ú otro cuerpo cualquiera con la forma de una de las caras de una piedra.

Recibe el nombre de *contra-plantilla* una lámina, generalmente de zinc, cortada de tal forma que aplicada normalmente a una parte determinada de la piedra que se labra, coincidan perfectamente los salientes de dicha piedra con los entrantes o huecos correspondientes al dibujo que forme el contorno de la lámina.

Plano de monteá.—Se llama así una superficie plana (horizontal o vertical) donde se representan, en su verdadera forma y en escala natural, las caras de las piedras y los ángulos y curvas necesarios para construir las plantillas y contra-plantillas.

Debe advertirse la conveniencia de representar con una perspectiva caballera la piedra que tenga una estructura algo complicada, con objeto de que el obrero que la ha de labrar se dé perfecta idea de la forma definitiva que debe obtener.

Llámase *cantera* el sitio de donde se extrae la piedra, la cual se encuentra formando bancos o vetas de caras aproximadamente paralelas, que reciben los nombres de *lecho* la inferior y *sobrelecho* la superior. La piedra se saca de la cantera en bloques, de forma aproximadamente prismática, denominados *carretales*, los cuales al ser labrados reciben el nombre de *sillares*.

Las piedras están colocadas en toda obra formando distintas zonas o *hiladas* que tienen sus superficies dirigidas normalmente a las presiones que soportan. Las superficies que separan dichas zonas se llaman lechos o *juntas continuas* y la superficie de separación de dos piedras de la misma hilada se denomina *junta discontinua* o *lateral*.

4. Al efectuar el aparejo de una construcción se deben

tener presentes, como más elementales, las prescripciones que siguen:

1.^a Procurar que cada piedra quede colocada de tal forma que su lecho y sobrelecho coincidan con los de cantera; pues se ha observado que así es como ofrecen mayor resistencia a la compresión.

2.^a Evitar los ángulos muy agudos; pues de haberlos se facilitará la ruptura de la piedra.

3.^a Evitar, sobre todo en piedras superpuestas, las juntas quebradas, o sea que dos piedras en contacto tengan de común más de una cara; porque lo contrario requiere una labra muy esmerada, con objeto de que las piedras se adapten perfectamente y no se rompan.

4.^a Tratar de que las juntas sean planas o al menos superficies de fácil construcción, por análoga razón que en la observación anterior.

5.^a Hacer que el aparejo dé a las piedras la mayor trabazón posible.

6.^a Que la relación de las dimensiones de cada piedra no revase de un cierto límite dependiente de la clase de piedra ⁽¹⁾.

5. Antes de explicar la manera de llevar a la práctica cuanto dejamos dicho, vamos a ver el procedimiento que se sigue para labrar la primera cara plana de una piedra y pasar de ella a las contiguas que formen con la primera diedros rectos.

Nos referiremos a la construcción de un prisma rectangular del cual nos darán las dimensiones.

Elegido el carretal P Q de dimensiones convenientes, se traza en él, sirviéndose de la regla, una línea *tu*, la cual

(1) Tabla de Rondelet:

	ALTURA	ANCHO	LONGITUD
Piedras blandas...	1	1,5	2
Media dureza.....	1	1,5 a 2	2 a 3
Duras.....	1	2 a 3	4 a 5

como directriz permitirá al obrero labrar el plano $tum n$, teniendo un unos tres centímetros solamente. Se coloca entonces una regla R en la posición que indica la *figura 1.^a* y seguidamente otro obrero coloca la S , de tal manera que la parte superior de ésta y la inferior de la R estén en un plano, lo que se consigue por medio de visuales. Hecho esto trácense las líneas planas ij , im , y jn , en la cara posterior la primera y en las laterales las otras dos. Seguidamente se labra la cara plana tj , utilizando como directrices las líneas ti y nj , en las que se irá apoyando la regla y conseguido lo cual se dibuja en dicho plano el rectángulo $ABFE$ (*Fig. 1.^a bis*).

A continuación se labran las cuatro caras perpendiculares a la ya obtenida y que pasen por AB , BF , FE , y EA respectivamente, lo que puede conseguirse por medio de la escuadra hasta poder colocar ésta, para cada cara, en análogas posiciones a las indicadas en la figura para la BD .

Bastará por último, tomar sobre las aristas obtenidas últimamente, la dimensión AD a partir de los puntos A , B , F y E y se obtendrán los D , C , G y H que determinarán la última cara que debe labrarse.

6. Para el labrado de una piedra cualquiera pueden seguirse dos métodos llamados respectivamente de *escuadria* y *directo* o de *baiveles* ⁽¹⁾.

Primer método.—Se labra primero un prisma recto en el que se supone inscrita la piedra que se desea obtener y de ese prisma preparatorio se pasa a la forma definitiva, sin que pueda darse para ello regla fija.

Segundo método.—Consiste en elegir un bloque de piedra de dimensiones y formas aproximadas a las que ha de tener la pieza que se quiere obtener; y una vez labrada la

(1) *Baivel*, instrumento usado por los canteros para formar un ángulo determinado y que se compone de dos piernas, ya ensambladas, formando un ángulo fijo o bien articuladas para poder formar distintos ángulos.

cara inicial, pasar directamente a las contiguas aunque formen ángulos cualesquiera con la primera.

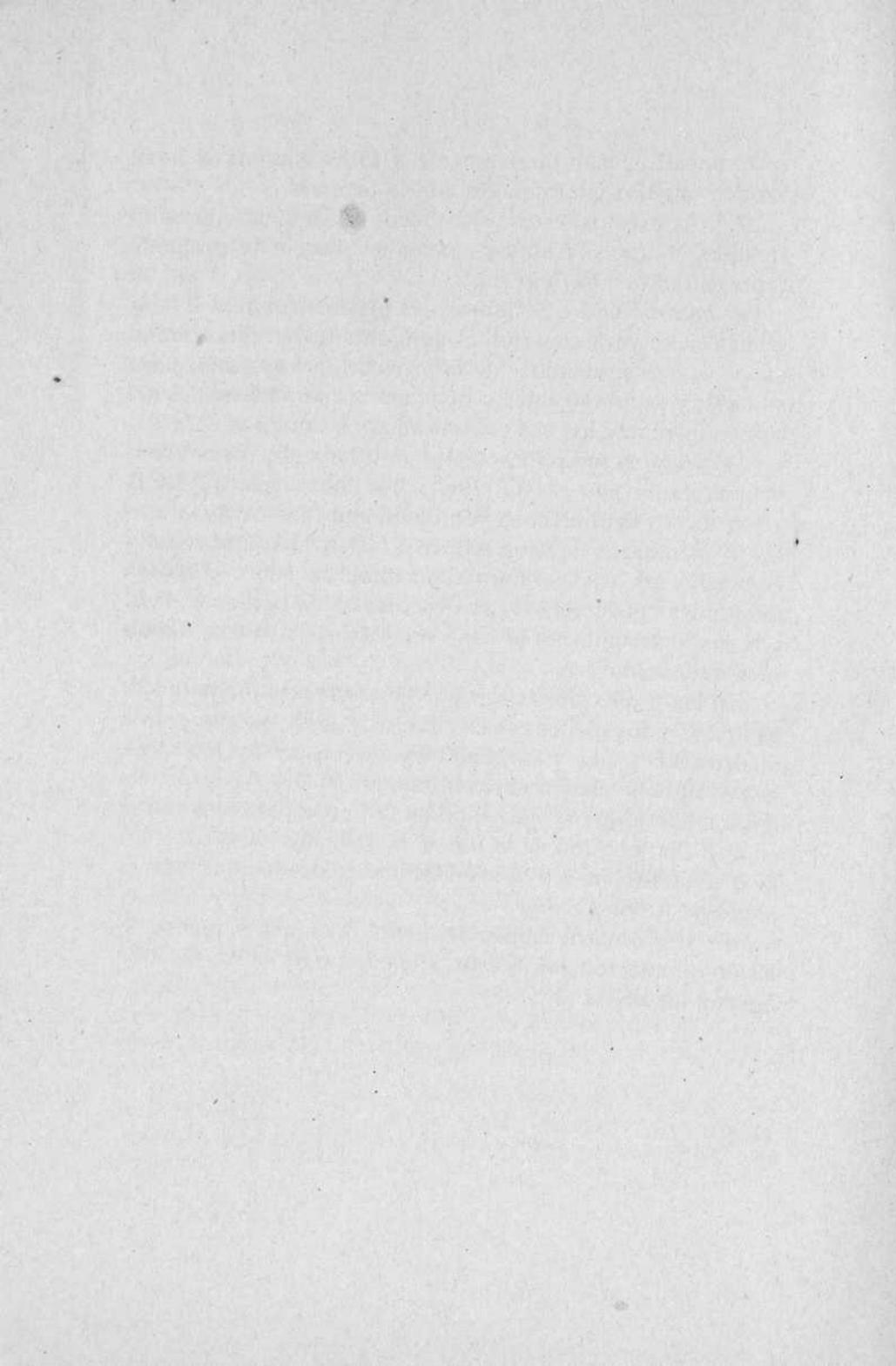
7. Aclaremos estas ideas con el siguiente sencillo ejemplo, en que se trata de obtener el tronco de pirámide representado en la figura 2.^a.

Primer método.—Se labrará el prisma auxiliar BI; se dibuja en su cara superior el polígono EG (representado en $e g$, $e' g'$), sirviéndose de la proyección horizontal para situarle; y seguidamente se obtienen las caras laterales del tronco mediante los cortes indicados en la figura.

Segundo método.—Escogido un bloque de forma conveniente, tal como el PQ (Fig. 3.^a) se labra la cara ABCD y por medio del baivel se van obteniendo las caras laterales formando los diedros AB, BC, CD, y DA; una vez encontradas las aristas laterales se tomarán sobre ellas las longitudes convenientes para encontrar los puntos E, F, G y H que determinarán la base superior del tronco, última cara que se labrará.

En las proyecciones se tiene en verdadera magnitud la base AC y los diedros AD y BC, faltando averiguar los diedros AB y CD, y las longitudes de las aristas laterales. Estas últimas pueden encontrarse por medio de giros, de igual manera que se ha hecho en la figura para encontrar en $d' h'$, la longitud de la $d h$, $d' h'$ y de los diedros tenemos abatidos en α y β los rectilíneos producidos por el plano de perfil SS'.

8. Las construcciones de piedra a las que se aplica la Estereotomía son los *muros* y las *bóvedas* entre las que figuran los *arcos*.





CAPÍTULO II

MUROS

9. Los muros están constituidos por la superposición en sentido vertical, de sillares, y se emplean para dividir espacios, sostener techumbres o resistir empujes de sólidos o líquidos.

Pueden ser de diferentes clases según el objeto a que se destinen y se dividen en dos grupos atendiendo a que sean planas o curvas las superficies que limitan los muros por sus costados, superficies que se denominan *paramentos*. Dentro del primer grupo se consideran los siguientes: *recto*, *en esviaje*, *en talud*, *en rampa*. Entre los segundos se encuentran, como principales, los *cónicos* y los *cilíndricos*.

10. **Muro recto.**—Es el que tiene sus paramentos planos, verticales y paralelos.

Determinadas las dimensiones que ha de tener el muro se procederá a trazar su aparejo, que puede elegirse entre los muchos que existen, habiendo empleado en la *figura 4.^a* uno indeterminado en el que tan solo se ha procurado satisfacer a las prescripciones generales dadas en el número 4.

La labra de cada uno de los sillares se efectúa conforme lo dicho en el número 5.

11. **Muro en esviaje.**—Se caracteriza por tener sus paramentos planos, verticales y convergentes.

En la *figura 5.^a* se observa fácilmente que la única diferencia con la manera de aparejar el muro recto, consiste en la modificación hecha con objeto de evitar los ángulos agudos que resultarían en *m, n,....* si los planos de juntas discontinuas siguieran hasta el paramento proyectado en AB; modificación que ha consistido en trazar la recta *rs* paralela a AB y por los puntos *a, b, c...* perpendiculares a dicha AB. Con todo lo cual quedarán los sillares que forman el paramento AB según se representan en la *figura 5.^a bis*.

En dicha última figura se puede ver también la manera de labrar estos sillares por el método de escuadría; para lo cual se habrá construído previamente una plantilla con la que se dibujará el polígono D O Z U T V en las caras P Q y R S del prisma preparatorio; y hecho lo cual bastará labrar las caras D O', O Z', Z U', U T', T V', y V D', para cada una de las cuales se conocen dos directrices.

12. Muro en talud.—Llámase así cuando la obra de cantería está limitada por un plano vertical y otro inclinado, siendo paralelas las horizontales de estos planos.

Por no repetir las ideas ya expuestas, representaremos tan solo (*Fig. 6.^a*), un corte producido por un plano de perfil perpendicular a los paramentos del muro, que explica suficientemente la manera de evitar los diedros agudos que formarían con el paramento inclinado los lechos de las piedras en el caso de dejar las juntas continuas según planos horizontales.

Evitados los diedros agudos se introduce el inconveniente (observación 3.^a del número 4) de las juntas quebradas en piedras superpuestas, lo que exige, según ya indicamos, una labra muy perfecta.

En los sillares de la base y con objeto de suprimir el ángulo agudo P, se deja el resalte N M P.

Las operaciones de labra pueden seguirse en la *figura 6.^a (bis)*, utilizando una plantilla para dibujar los polígonos A B C D E F G y H I J K L Q R.

13. Muro en rampa.—Sólo difiere del anterior en que el paramento inclinado forma ángulo más pequeño con un plano horizontal.

También existen muros en *esviaje y talud*.

14. Esquinas.—Al encontrarse dos muros, cortándose sus paramentos, forman lo que se llama *esquina*.

Hay que cuidar de que el aparejo de los muros en la parte inmediata a la esquina, permita la trabazón necesaria entre los expresados muros; lo cual puede conseguirse colocando los sillares superpuestos de tal manera que los pertenecientes a las hiladas impares tengan en un muro su dimensión mayor y la menor en el otro, y los que pertenezcan a las pares, tengan su dimensión mayor en este último muro y la menor en el primero; como ocurre con los sillares A, B y C de la *figura 7.^a* También puede hacerse que las piedras que forman la esquina tengan la forma de la *figura 8.^a* y *8.^a (bis)*, estando colocadas según se indica en dicho dibujo.

15. Muros cilíndricos y cónicos.—Estos muros se emplean, más comunmente, para enlazar o unir, muros rectos los cilíndricos y muros en talud los cónicos; aunque también pueden aplicarse en construcciones independientes, como por ejemplo el representado en la *figura 9.^a* que corresponde a una torre aislada y al cual pertenece la piedra representada por una perspectiva en la *figura 9.^a (bis)*.

16. En la *figura 10* se ha dibujado un muro cónico uniendo otros dos en talud. La sola inspección de la figura da perfecta idea de su aparejo, observándose en la proyección horizontal que, análogamente a lo hecho en cuantos muros hemos considerado, se ha evitado la correspondencia de juntas laterales en dos hiladas sucesivas, para que el muro cónico cumpla su cometido estableciendo la trabazón necesaria entre los dos cuerpos de muro que debe unir. En proyección vertical tan solo se ha representado en detalle la piedra de la parte cónica perteneciente a

la hilada superior. En lo referente al labrado nos concretaremos a indicar la marcha que debe seguirse para obtener en el muro cónico, una de las piedras que tenga una superficie cilíndrica y otra cónica.

Sea esa piedra la representada en la figura con las proyecciones $abcd$ y $efgh$, $a'b'c'd'e'f'g'h'$; y empleemos para su obtención el procedimiento directo.

En este caso son necesarias las plantillas que corresponden a las caras de lecho, sobrelecho y de las juntas discontinuas. Para dibujar en el plano de monte las dos primeras bastará ampliar convenientemente las proyecciones $abcd$ y $efgh$, siendo necesario para dibujar la cara de junta deducir su verdadera forma y dimensiones, de las proyecciones por medio de cualquier procedimiento, habiéndonos servido en este caso de un giro de la cara alrededor del eje proyectado en xy , obteniendo en $e'_1b'_1$ el polígono que ampliado conforme a escala nos dará el dibujo buscado.

Obtenidas las plantillas, elegido el bloque y labrada en él la cara plana RS (*Fig. 10 bis*) dibújese en ella, valiéndose de la plantilla correspondiente, el cuadrilátero $HGF E$, utilizando la escuadra se seguirá labrando las caras planas FA y GD , sobre las cuales se aplicará la plantilla de junta lateral, señalando los trapecios AF y DG . Las rectas AB y CD servirán de directrices para obtener un plano en el que se trazarán los arcos DA y CB sirviéndose de la plantilla aún no utilizada. Para quitar la piedra sobrante se dividirán los arcos FG y BC , respectivamente, en número suficiente e igual de partes alcuotas, procediendo seguidamente a desbastar la parte excedente del sólido hasta que una regla pueda unir, adaptándose perfectamente a la superficie, los puntos 1 con 1', 2 con 2', 3 con 3', etc.

De manera análoga se terminará con la parte cilíndrica $E H D A$.



CAPITULO III

BÓVEDAS

17. Reciben el nombre de *bóvedas* las construcciones formadas por la superposición, no vertical, de piedras llamadas *dovelas*, que se sostienen por su mutuo apoyo y cuyo objeto es cubrir espacios y formar techos.

En las bóvedas se da el nombre de *intradós* a la superficie interior y el de *trasdós* a la exterior.

Pueden clasificarse en simples y compuestas según que su intradós esté formado por una sola superficie o por varias.

18. *Arcos*.—Los arcos son una particularidad de las bóvedas y su objeto consiste, generalmente, en cubrir la parte superior de los huecos o vanos (puertas y ventanas) en muros de poco espesor.

Los arcos se clasifican según su forma, pudiendo recibir por ella múltiples denominaciones; aunque en estos apuntes tan solo nos referiremos a los *adintelados* y de *medio punto*. Pero antes de entrar en su estudio daremos a conocer los nombres que reciben las partes del muro que forman los vanos.

19. La parte inferior del hueco se denomina *umbral* en las puertas (A B C D en la *figura 14*) y *antepecho* en las ventanas; reciben el nombre de *jambas* los costados del vano (proyectados horizontalmente en AHIJD y BEFGC);

y la parte que cubre el hueco es el *arco*, propiamente dicho si es curva, *arco adintelado* si es plana o simplemente *dintel* si está formado por una sola pieza. En el sentido de su fondo deben considerarse además en las puertas y ventanas, el *cuadro* (D J G C), el *alféizar*, donde se coloca el marco de las maderas que han de cerrar el hueco, y, por último, los *derrames* o parte inclinada hacia el paramento interior del muro.

20. Arco adintelado.—Precisando lo antes apuntado diremos que arco adintelado es aquel en que las aristas de su intradós son horizontales.

21. Cuando la parte del vano que nos ocupa es de una sola piedra (*Fig. 11*), recibe ésta el nombre de *arquitrabe*, no constituyendo arco.

Los primeros huecos que se construyeron fueron cubiertos en esta forma; pero al ser necesario aumentar la luz de los vanos resultaban las arquitrabes con demasiada longitud para poder resistir la fuerza P (*Fig. 11*) que habían de soportar, siendo como es relativamente pequeña la resistencia de la piedra para sufrir los esfuerzos que tiendan a doblarla.

Teniendo esto en cuenta y considerando que la resistencia a la compresión es por el contrario, muy grande en la piedra, se buscó la manera de sustituir las fuerzas que la hacen trabajar a la flexión por otras que tan solo obliguen a las piedras a resistir esfuerzos de aplastamiento; quedando conseguido este propósito con los arcos, en los que se sustituye la piedra única del dintel por otras varias mediante un aparejo conveniente, del que pasaremos a estudiar su fundamento.

22. Sobre la recta AB (*Fig. 12*) y hacia la parte inferior, fórmese un triángulo equilátero que nos dará el punto O ; después de dividir la nombrada recta AB en un número impar de partes iguales, únase O con los puntos de división A, a, b, \dots , prolongando las rectas hasta el trasdós, con

lo que quedará dividida la primitiva piedra en un número impar de partes.

Sobre cada una de estas partes, considerada independientemente de las demás, actuará una fuerza F resultante de las presiones ejercidas sobre la cara superior de la piedra en cuestión y del propio peso de dicha piedra. Ahora bien, supongamos dividida esa fuerza en otras dos: una F' con sentido normal a la junta df y otra F'' paralela a esta junta, y tendremos que la primera ejercerá una compresión sobre la piedra fB , compresión que se contrarrestará por la correspondiente reacción, dada la gran resistencia de la piedra para esta clase de esfuerzos, y la F'' hará que la piedra que nos ocupa tienda a resbalar sobre la fB . Ahora bien, la forma de cuña que tienen las dovelas, al ser más anchas por la parte superior que por la inferior, imposibilita dicho resbalamiento; y como las consideraciones hechas sobre la piedra elegida son comunes a todas las demás dovelas, se deduce que las piedras trabajan a la compresión y que las presiones que actúan sobre las distintas dovelas, se transmiten a las piedras M y N (llamadas *salmeres*) tendiendo a separarlas, separación que se evita por la resistencia del muro, que será en definitiva quien soporte las presiones ejercidas sobre el arco.

La piedra del centro se llama *clave* y las dos adyacentes *contraclaves*.

23. Si el muro no es lo suficientemente resistente se iniciará el derrumbamiento del arco adintelado en la forma que indica la *figura 13*, y para dificultar esto se suele dar a las dovelas de los extremos la forma indicada en la *figura 14*, llamada de *saltacaballo* y de la cual explicaremos su labra considerándola como un ejercicio más.

Para más facilidad, representemos en proyecciones aisladamente la dovela que nos ocupa y de la cual se da también una perspectiva (*Fig. 15*).

Todas las aristas excepto las KM y NJ están en su ver-

dadera magnitud en una de las dos proyecciones, y lo mismo las caras menos el rectángulo FH situado en un plano de perfil y de dimensiones conocidas, y las E L K M P R D, B I J N Q S C y K J N M.

Nonecesitamos la verdadera forma y dimensiones de esta última cara; pero si precisaremos las de las otras dos que se han hallado en la figura por dos sencillos abatimientos; uno sobre un plano paralelo al vertical sirviendo como charnela el lado $l k, l' k'$, para obtener en $l' E' D' R' P' M' k$ la primera de las nombradas caras; y otro abatimiento hecho sobre un plano paralelo al horizontal, hallándose la segunda cara buscada en $s Q_1 N_1 J_1 I_1 B_1 c$; habiéndose utilizado como charnela en este caso la horizontal $c s, c' s'$.

Ya con estos elementos y escogido el carretal conveniente, lábrese en él una cara plana para dibujar el polígono A B C D F; seguidamente se labrará otra cara perpendicular a la anterior y pasando por B C para situar en ella el polígono B I J N Q S C; a continuación se trabajará un plano pasando por I J perpendicular al de la última cara obtenida, dibujándose la espalda de la dovela según H I J K L G; utilizando las rectas E D y L K, como directrices, lábrese un nuevo plano señalando en él la plantilla E L K M P R D. Con esto quedarán ya terminadas las caras que faltan, pues el rectángulo A G lo estará por los lados A F y H G, el F L por los F E y G L, del trapecio M J se tienen los lados M K, K J y J N, el rectángulo P N viene dado por las rectas P M y Q N, el trapecio R Q por P R y Q S y últimamente las rectas D R y C S determinarán el rectángulo D S.

24. Arco de medio punto.— Se llama así cuando la sección en su intradós, por cualquier plano paralelo a los paramentos del muro, es una semi-circunferencia.

Para trazar su aparejo se procede de manera análoga a la explicada en los arcos adintelados; es decir, se dividirá a semicircunferencia A B (*Fig. 16*) en un número impar

de partes y uniendo por medio de rectas el centro O con los puntos de división, se prolongarán dichas rectas hasta el trasdós, resultando el arco, dividido en un número impar de dovelas iguales, circunstancia que facilitará mucho el trabajo.

25. Tratemos, por ejemplo, de obtener la dovela clave representada en proyecciones. Necesitaremos plantilla de las caras de junta lateral, que tendremos según su forma y dimensiones en BFGNLJC, por ser las dovelas iguales.

Dibújese en una cara plana, previamente labrada, (*Figura 16 bis*), el cuadrilátero ABCD y por las rectas AD y BC atáquese la piedra encontrándose otros dos planos perpendiculares al primero, señalando respectivamente en cada uno de ellos los polígonos AEHMKID y BFGNLJC, sirviéndose para ello de la plantilla de junta; a continuación y utilizando como directrices, las rectas EH y FG, hágase plana la cara posterior del bloque, completando en ella el polígono EFGH trazando los arcos EF y GH por medio de una plantilla sacada de la proyección $e' f' g' h'$. La parte cilíndrica que forma el trasdós se obtendrá de manera análoga a la indicada en otro lugar ⁽¹⁾, hasta conseguir que una regla, apoyándose en los arcos AB y EF y permaneciendo paralela a AE, se mueva adaptándose perfectamente a la piedra.

La parte DIJC se obtendrá yendo rebajando la piedra hasta que una plantilla (*Fig. 16 bis*) llamada *cercha* y sacada de la proyección vertical, pueda resbalar permaneciendo perpendicular a las generatrices DI y CJ (que dirigirán el movimiento) adaptándose perfectamente el arco ab a la superficie labrada.

De análoga manera y sirviéndose de la correspondiente cercha se encontrará la parte, también cilíndrica, KMNL

(1) En los muros de paramentos curvos.

utilizando como directrices las rectas KM y NL. Fácil será ya hacer plana la porción KLJI; y por último la superficie cónica MNGH se puede obtener utilizando como apoyos de la regla, que se ha de ir confundiendo con las generatrices de la superficie que se trabaja, los arcos MN y HG después de divididos en la forma explicada al estudiar los muros cónicos.



CAPÍTULO IV

CAÑÓN SEGUIDO

26. Cañón seguido es una bóveda simple que tiene por intradós una semisuperficie cilíndrica de revolución de eje horizontal, apoyándose sobre dos muros cuyos paramentos interiores son verticales y paralelos.

El trasdós puede ser una superficie paralela al intradós, puede ser plano, estar formado por planos escalonados (*figura 17*, sistema $X_1 Y_1$), o ser, más comunmente, una superficie cilíndrica de revolución de mayor radio que la interior.

27. Para trazar el aparejo del cañón seguido representado en la *figura 17* (sistema XY), procederemos en la proyección vertical de modo idéntico a como se hizo en el arco de medio punto y se tendrán las juntas continuas representadas en proyección horizontal por los rectángulos $abcd$, $efgh$, $ijkl$ Planos perpendiculares a las generatrices de la bóveda, producirán las juntas discontinuas teniéndose cuidado, como ya es sabido, de que no se correspondan las de dos hiladas adyacentes, quedando completa en esta forma la proyección horizontal.

28. Las dovelas son de fácil obtención: así por ejemplo, si queremos construir la proyectada en $kg h l q m n p$, $k' g' h' l' q' m' n' p'$, bastará proceder como sigue: lábrese la cara $L K G H$ (*Fig. 17 bis*) utilizando una plantilla que

puede sacarse de la proyección vertical; por LK y por HG lábranse dos planos perpendiculares al de la primera cara que se ha encontrado, dibujando en ellos los rectángulos L K M Q y H G N P respectivamente; sirviendo de directrices las rectas Q M y N P se podrá hacer plana la cara posterior y con la plantilla ya empleada se dibujarán los arcos Q P y M N; sólo faltará ya encontrar las dos superficies cilíndricas que tiene la piedra, lo que se realiza por el procedimiento a que varias veces nos hemos referido.

BÓVEDA CAÑONERA

29. Como ejemplo de bóveda compuesta nos ocuparemos de la construcción de una cañonera.

La parte de bóveda de esta obra la tenemos representada en la *figura 18* y está constituida por dos superficies ($z p s t$, $z' a p'$ y $q r v u$, $q' \beta r'$) pertenecientes respectivamente a dos semitroncos de cono de eje horizontal con las bases menores iguales, y por una superficie cilíndrica ($u v s t$, $t' \omega s'$) que une las cónicas anteriores.

Planos que pasen por el eje común de estas tres superficies y por los puntos s' , f' , g', que dividan en partes iguales el arco $t' s'$, darán las distintas dovelas.

30. Tratemos de obtener, por ejemplo, la piedra, que suponemos llega de paramento a paramento de la obra y que está proyectada verticalmente en el pentágono mixto $g' c' d' e' f'$.

Esta dovela tiene nueve caras que son: las tres curvas $a b g f$, $a' b' g' f'$; $f g i h$, $f' g' i' h'$, y $h i n j$, $h' i' n' j'$; y seis planas representadas en $a b c d e$, $a' b' c' d' e'$; $j k l m n$, $j' k' l' m' n'$; $m c d l$, $m' c' d' l'$; $k e d l$, $k' e' d' l'$; $n m c b g i$, $n' m' c' b' g' i'$ y $j k e a f h$, $j' k' e' a' f' h'$.

Para encontrar en su forma y dimensiones el polígono J K E A F H, junta lateral de la dovela que nos ocupa, se girará dicha cara alrededor del eje $x y$, $x' y'$ obteniendo en

vrk₁e₁ps la figura buscada. Los demás datos necesarios se tienen en las proyecciones dadas.

Pasemos ahora a las operaciones de labra: constrúyase (*Fig. 18 bis*) un prisma recto mixtilíneo de base $A_1 B_1 CDE$ y de altura igual a la longitud que ha de tener la piedra; con una plantilla dibújense los polígonos de junta; por medio de una regla flexible, trácense sobre la superficie cilíndrica $A_1 B_1 N_1 J_1$, los arcos FG y HI ; este último con el JN y el primero con AB determinarán las dos superficies cónicas $HIJN$ y $FGAB$, últimas que se labrarán.



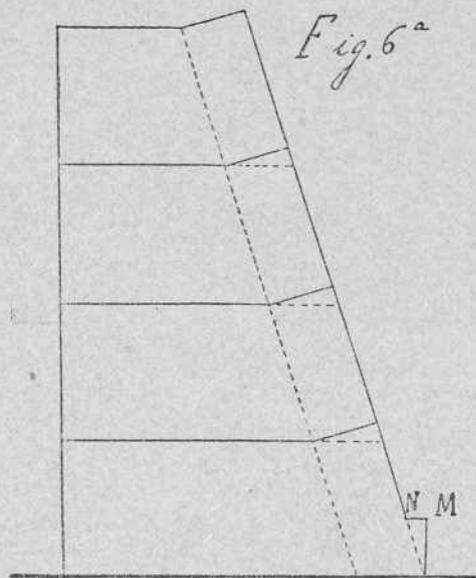


Fig. 6ª

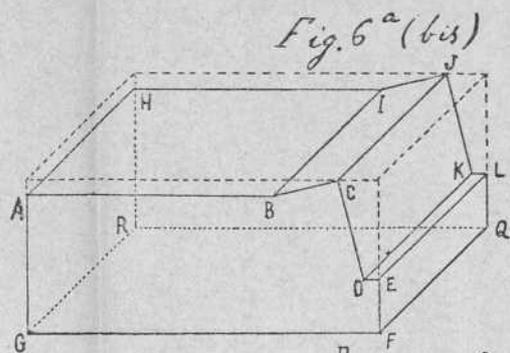


Fig. 6ª (bis)

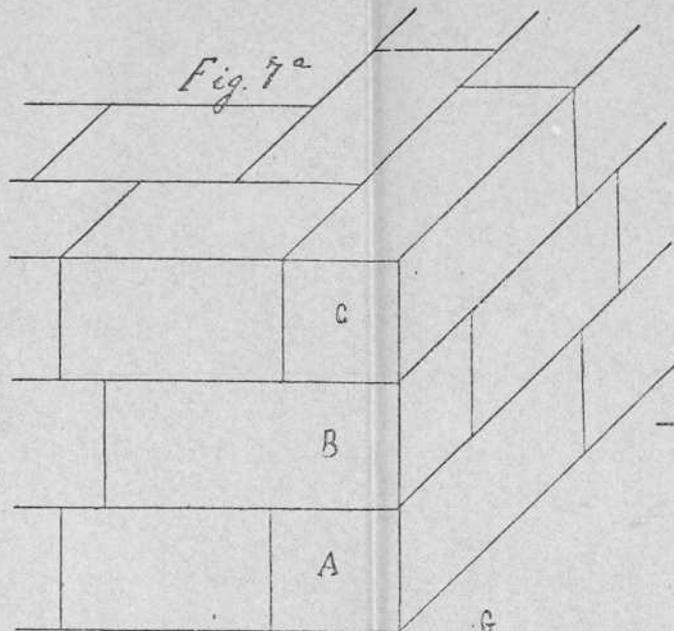


Fig. 7ª

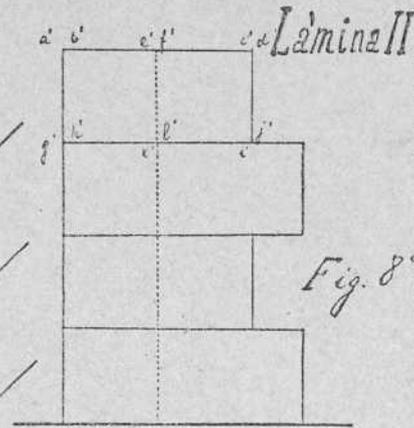


Fig. 8ª

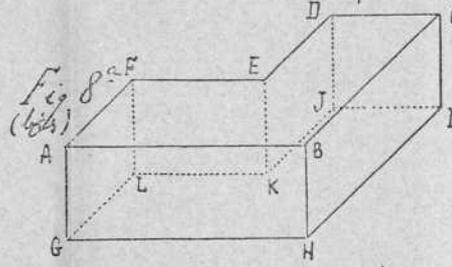


Fig. 8ª (bis)

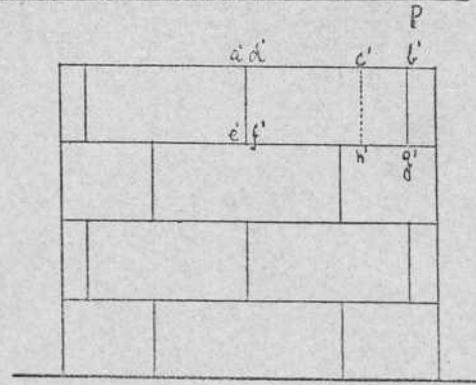


Fig. 9ª

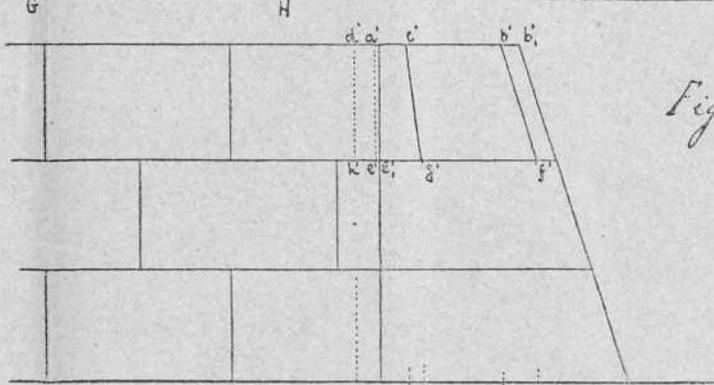


Fig. 10

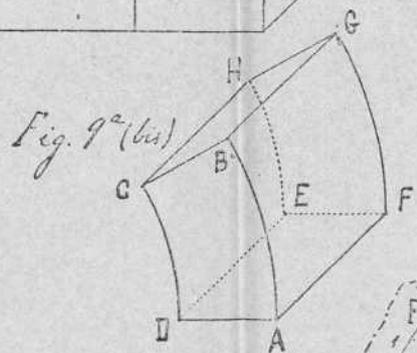


Fig. 9ª (bis)

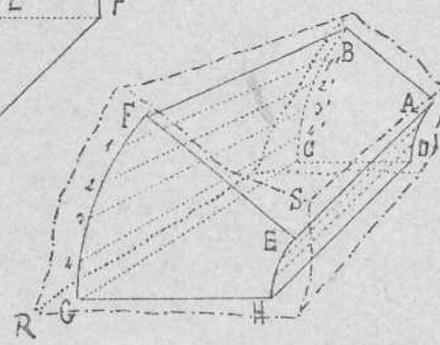


Fig. 10 (bis)

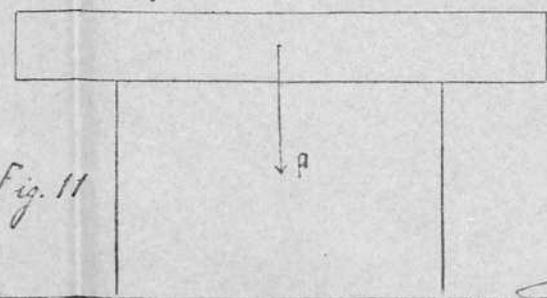


Fig. 11

Polanco

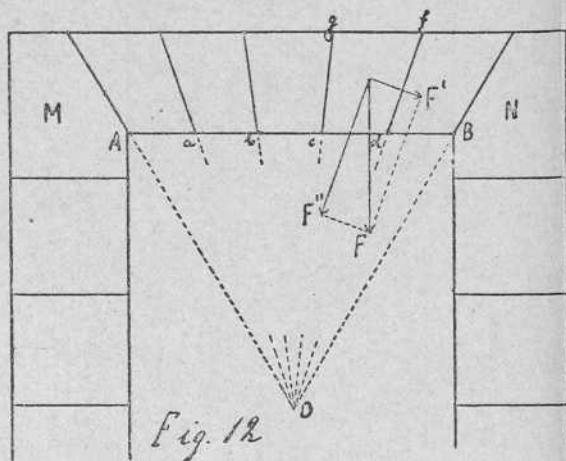


Fig. 12

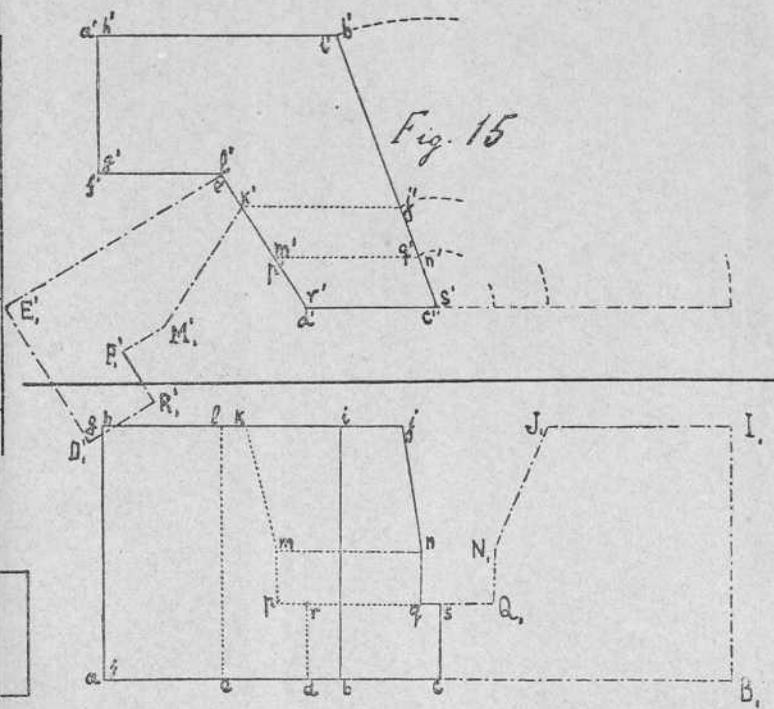


Fig. 15

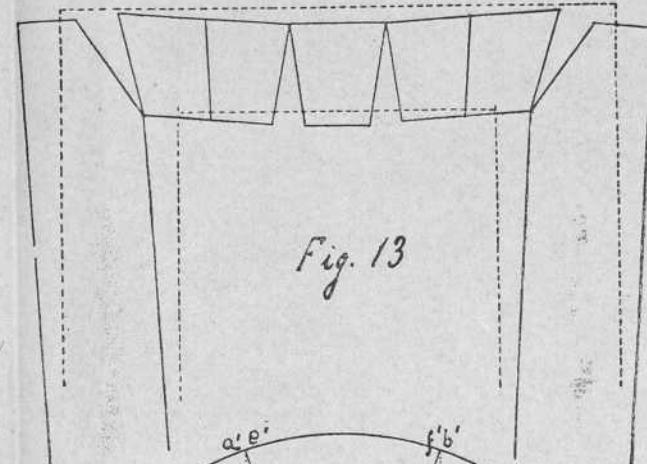


Fig. 13

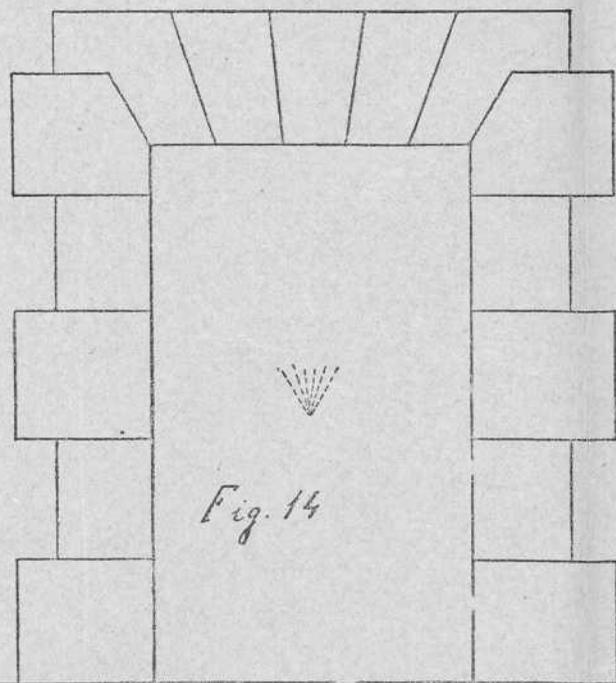


Fig. 14

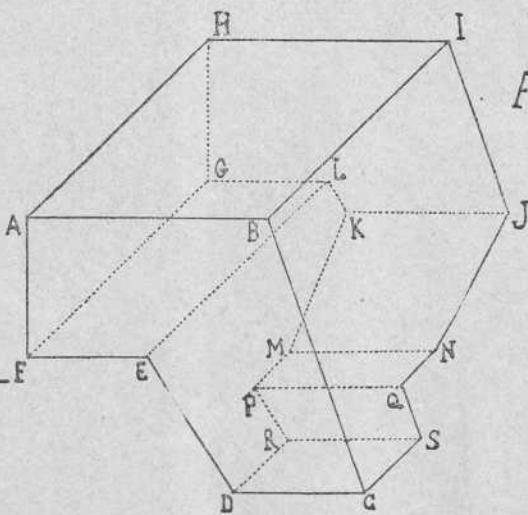


Fig. 15 (bis)

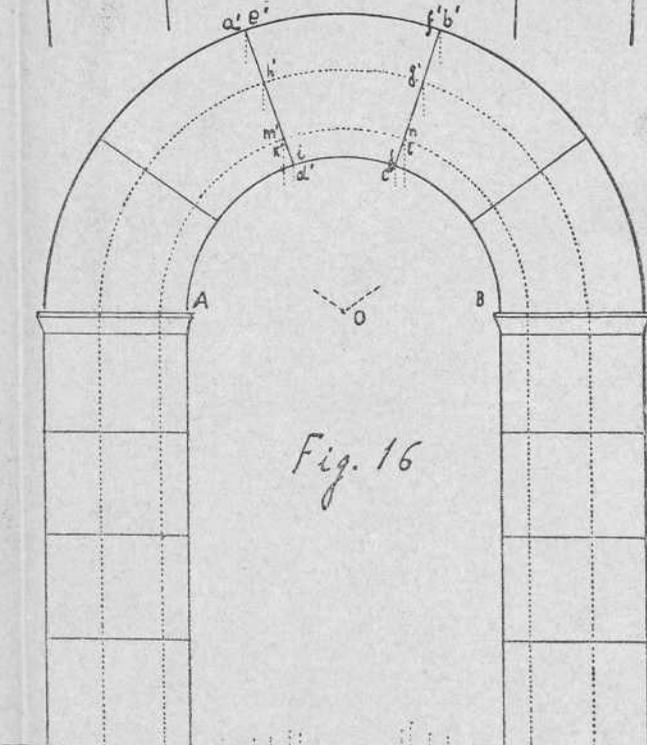
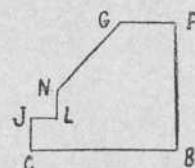
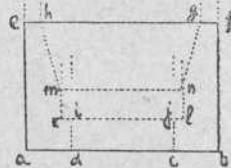
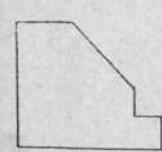
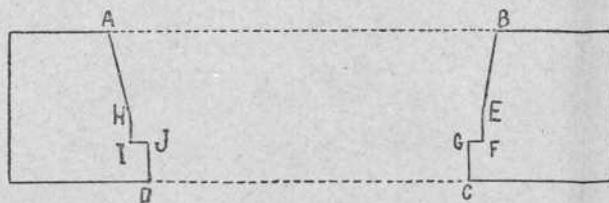


Fig. 16



Polanco

Fig 16 (bis)

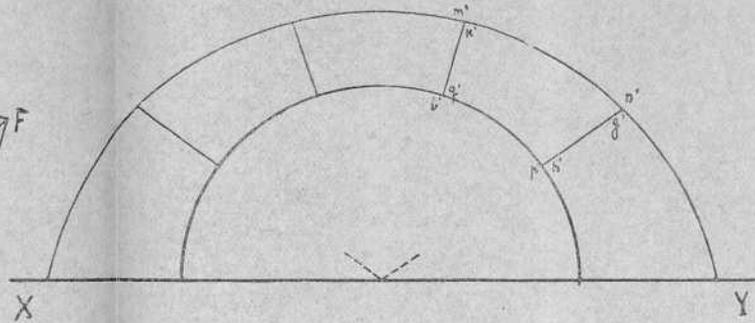
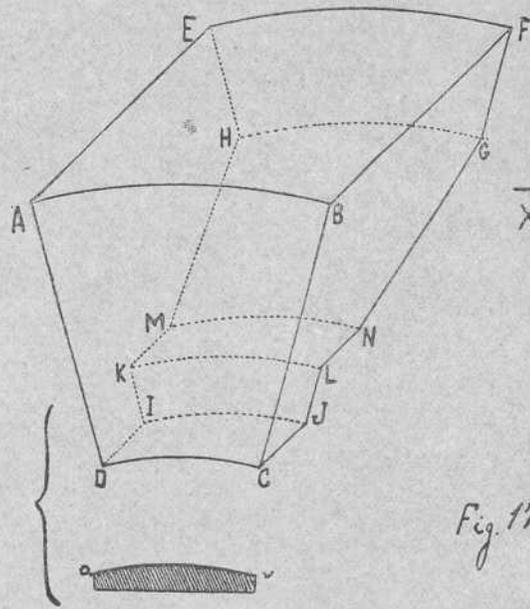


Fig 17

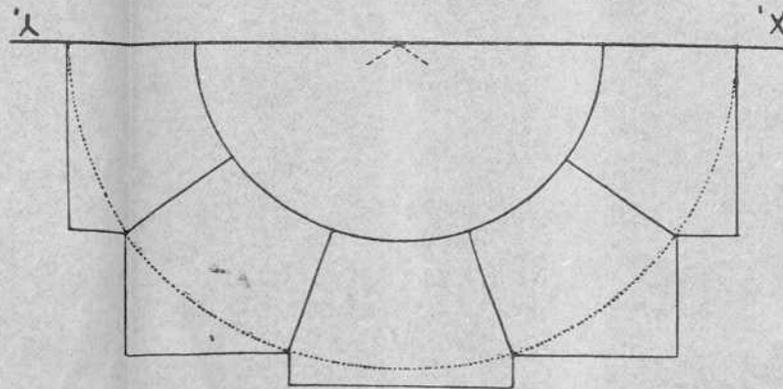
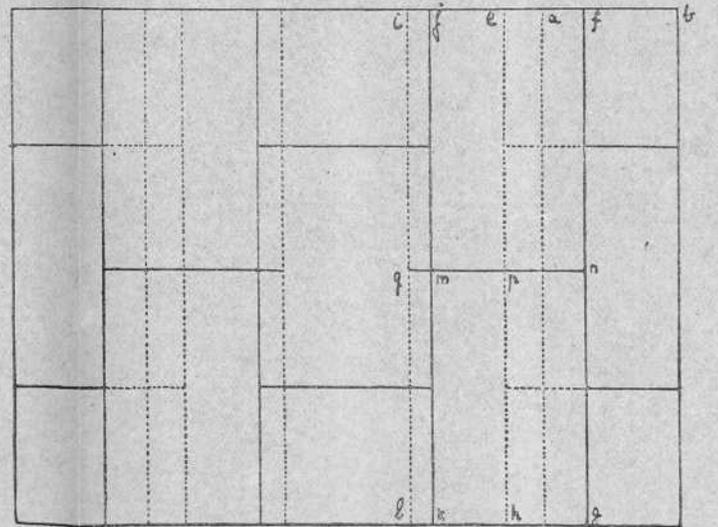


Fig 17 (bis)

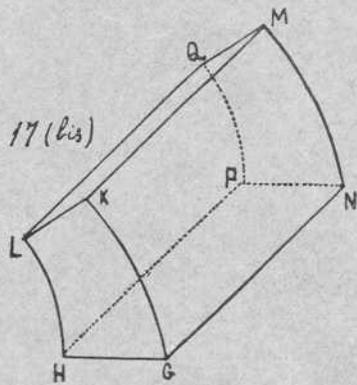


Fig 18.

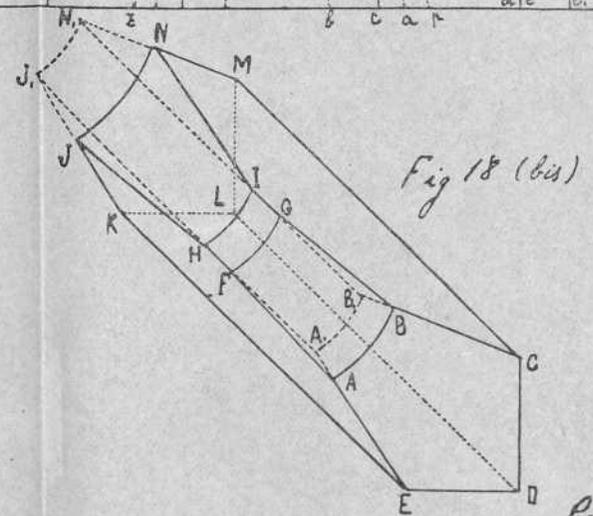
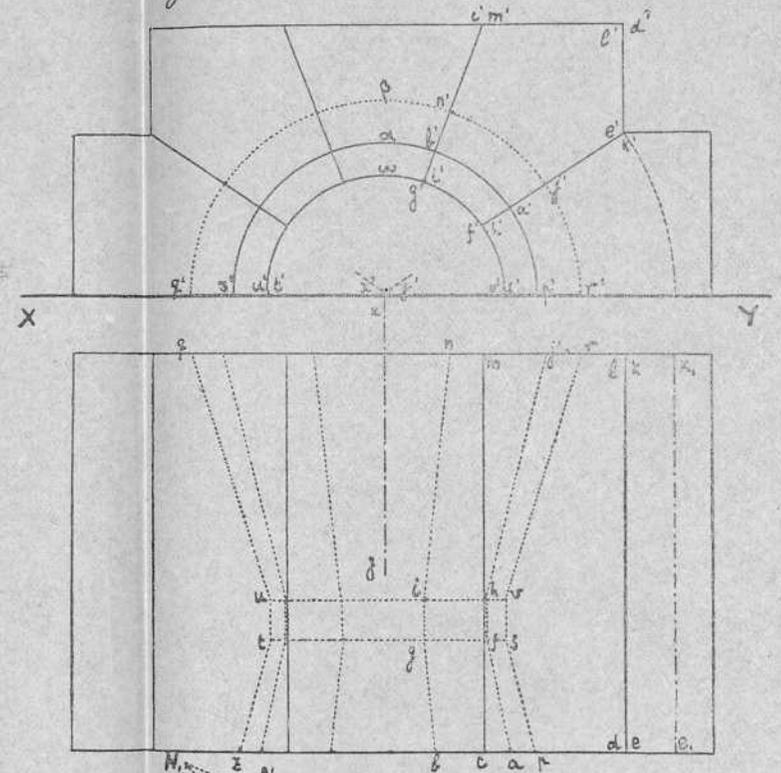


Fig 18 (bis)

