

que han introducido en él alguna pequeña modificación. Todos los demás accesorios de la caldera y de la chimenea son análogos á los de las máquinas europeas, difiriendo en pequeños detalles de construcción. El regulador para la admisión del vapor en el tubo de toma se compone ordinariamente de una varilla terminada por un doble émbolo, que penetra en el tubo de toma, que con este objeto se prolonga horizontalmente en su parte superior. El émbolo inferior se apoya interiormente en la pared inferior del tubo, que presenta un orificio de diámetro algo menor que el del émbolo. Para que éste pueda apoyarse en todas sus partes y cerrar el orificio, lleva el tubo un reborde interior preparado al efecto.

El émbolo superior se aplica exteriormente sobre la superficie superior del tubo por medio de otro reborde anular que aquél lleva y que envuelve el orificio que tiene practicado. El diámetro del émbolo superior y de su orificio son algo mayores que el del inferior y su abertura correspondiente. Por esta disposición se comprende que el vapor que oprime á los dos émbolos al superior por encima y al inferior por debajo, tiende constantemente á tener cerrados los orificios de toma, condición importante en estos aparatos, y que al mover los émbolos por medio de un sistema de palancas, el vapor penetrará en el tubo por los espacios anulares que median entre los émbolos y los rebordes correspondientes sobre que ántes se apoyaba. Esta forma ha venido á sustituir á los reguladores de corredera análogos á los usados en Europa y que ántes se empleaban. La nueva forma, muy sencilla en su disposición, no presenta apenas resistencia para funcionar, como frecuentemente acontecía con los antiguos reguladores, no descomponiéndose tampoco con tanta facilidad.

Mecanismo motor y de distribución.

Como ya hemos dicho, los cilindros son siempre exteriores. Se construyen de hierro fundido en una sola pieza con los tubos de admisión y escape de vapor. Con el objeto de asegurarlos uno á otro y á la caldera, se hallan unidos á lo que se llama *bed-casting*, que es una fuerte pieza de fundición colocada entre ellos. Unos constructores hacen el *bed-casting* en pieza separada de los cilindros, en cuyo caso éstos se roblonan á aquélla. Otros funden una mitad del *bed-casting* con cada cilindro, en cuyo caso la unión de las dos partes se hace según el eje de la máquina. El *bed-casting* se une

perfectamente á la caja de humo por su parte inferior. Los cilindros ordinarios se unen á los largueros del bastidor de la máquina por medio de fuertes tornillos. Estos medios de consolidación permiten dar á los cilindros una estabilidad perfecta. Los émbolos generalmente usados en las locomotoras americanas son los de resorte. La corredera empleada es la fija ó móvil de Stephenson. Todo el mecanismo motor y de distribución, es muy parecido al empleado en Europa.

MANUEL LOPEZ BAYO.

(Se continuará.)

PROYECTO DE RECONSTRUCCION DEL PUENTE DE ISABEL II EN BILBAO.

(Continuacion.)

26. *Resistencia de las pilas.*—En las pilas sólo tendríamos que considerar la resistencia al aplastamiento, en un punto cualquiera de su altura, pues las otras dos condiciones de equilibrio quedan sobradamente satisfechas. En efecto, el empuje que actúa en su parte superior es la diferencia de los empujes de los dos arcos adyacentes que en ella se apoyan. En una es igual á 2.200^k, y en la otra sólo 542. A la primera bastaría un espesor de 0^m,50 y ambas tienen en los arranques dos metros.

Examinemos, por consiguiente, la resistencia al aplastamiento en el caso más desfavorable, es decir, en la base superior de las fundaciones.

En la primera pila de la derecha.

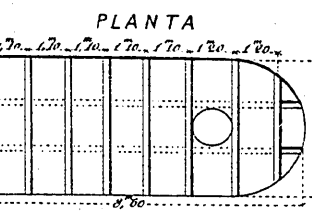
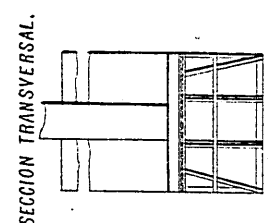
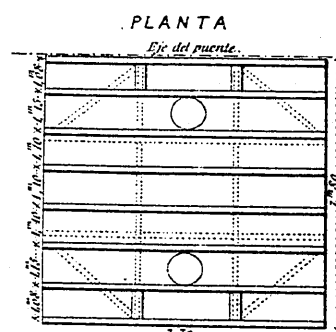
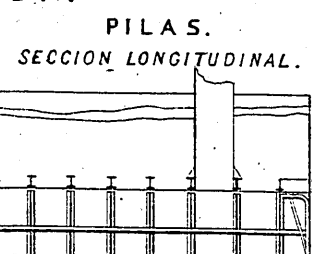
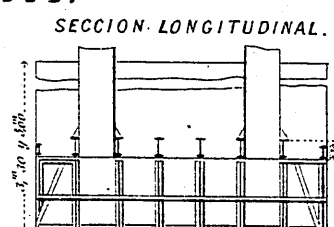
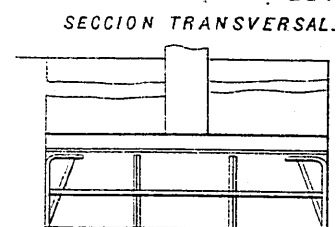
	Kilógs.
Peso de los dos semiarcos.	36.195
Id. de toda la carga permanente y accidental. . .	41.000
Id. de la pila entera.	47.580
Total.	114.775

El ancho del zócalo sobre la base de fundación es de 5^m, 20, de modo, que 52.000 centímetros cuadrados son los que sufren esa carga, y corresponden 5^k,6 por cada centímetro cuadrado.

En la segunda pila la presión por centímetro cuadrado es de 5^k,98 y en la pila sobre el Arenal de 2^k,65; presiones, en todos los casos, nada exageradas y muy aceptables.

RECONSTRUCCION DEL PUENTE DE ISABEL 2ª EN BILBAO. PRIMER PROYECTO.

CAJONES DE FUNDACION. ESTRIBOS.



SECCION DE LAS VIGUETAS.

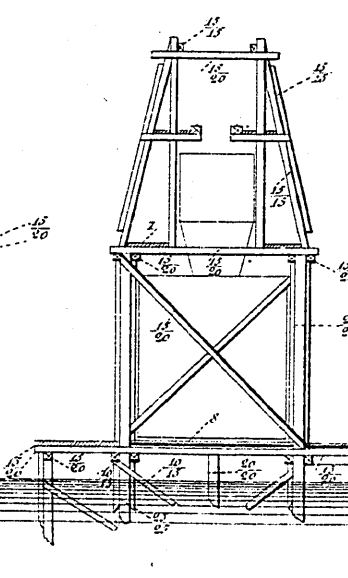
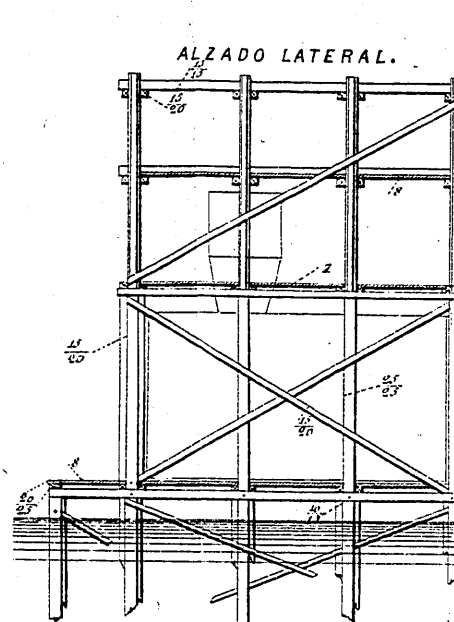


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Centímetros.

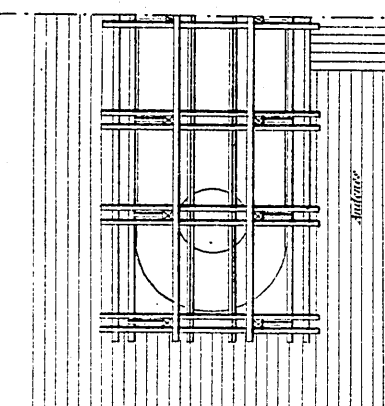
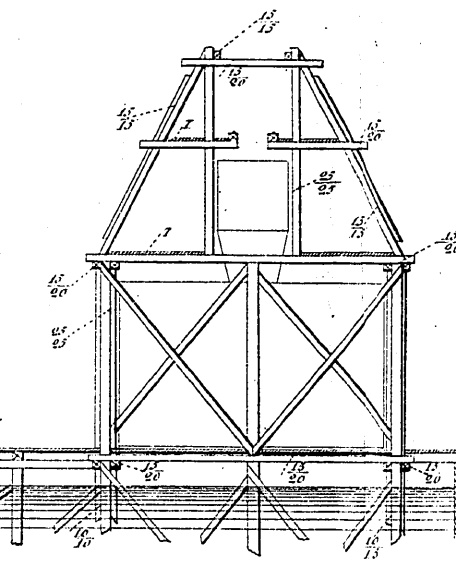


Escala 0.005.

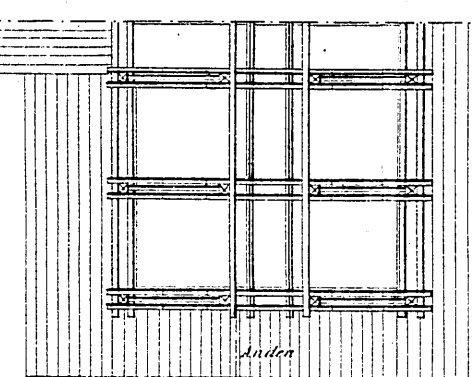
ANDAMIOS.



PROYECCION VERTICAL.



PLANTA.



CONSTRUCCIONES GRÁFICAS.

ESTUDIO DEL EQUILIBRIO DE UNA BÓVEDA DE SILLERIA DE 18 M. DE LUZ.
REBAJADA AL 1/2.

FIGURA 1ª

Determinación de las verticales que pasan por los centros de gravedad de las dovelas.

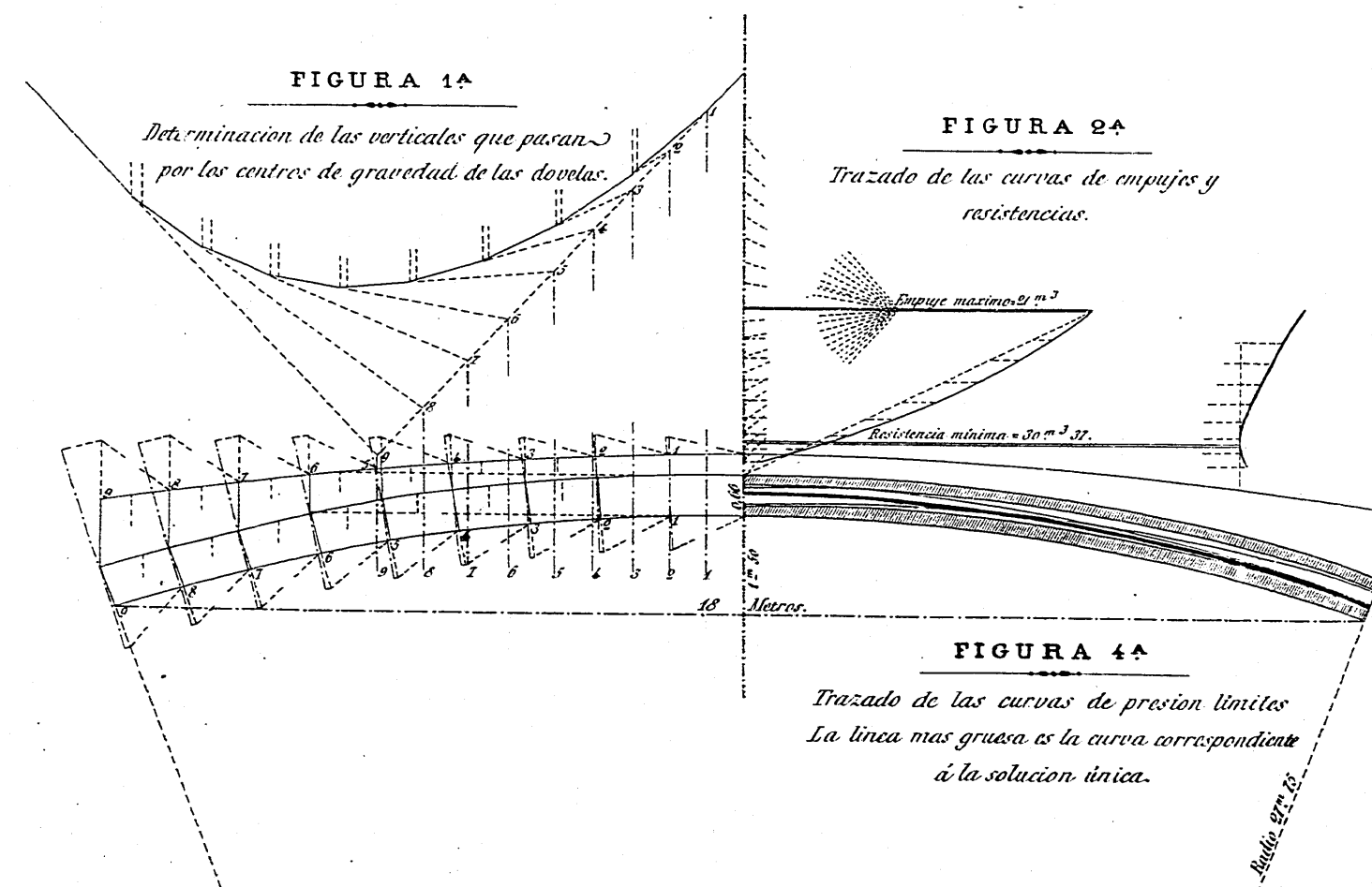


FIGURA 2ª

Trazado de las curvas de empujes y resistencias.

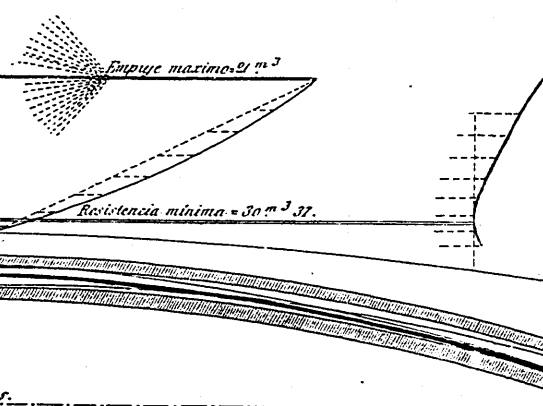


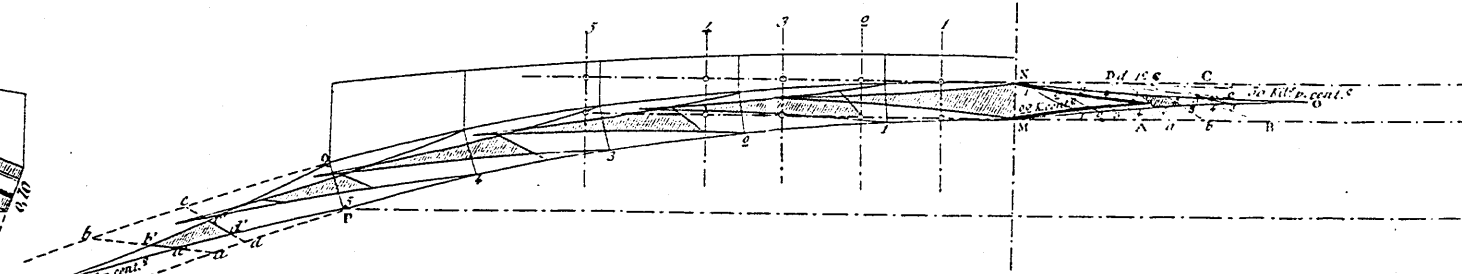
FIGURA 4ª

Trazado de las curvas de presión límites. La línea mas gruesa es la curva correspondiente a la solución única.

Radio 100 m.

FIGURA 3ª

Método Durand Clapey para determinar las soluciones de equilibrio que comprende la bóveda. Caso particular de una solución única (Resultado de la intersección de las dos líneas gruesas).



Escala de 0.010.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Metros.

III.

FUNDACIONES.

27. Los diferentes sistemas de fundacion que hubieran podido adoptarse para la cimentacion en el rio de los estribos y pilas del puente que proyectamos, son: 1.º Fundacion sobre pilotaje. 2.º Recinto de pilotes y tablestacas, vertiendo en el interior hormigon hidráulico. 3.º Macizo de hormigon hidráulico contenido en un cajon de madera. 4.º Construcccion de los cimientos directamente sobre la roca por medio de agotamientos; y 5.º Construcccion de los mismos por medio del aire comprimido. Examinaremos brevemente estos diferentes sistemas, á fin de explicar los motivos que nos han inducido á dar la preferencia al último. Pero ántes daremos una ligera idea del reconocimiento que hemos practicado para reconocer el fondo del rio.

28. *Sondeo*.—Segun la formacion general del lecho del rio y las noticias adquiridas, teníamos el convencimiento de que la roca debia hallarse á 5 ó 6 metros debajo de bajamar. En un primer reconocimiento empleamos la única sonda que teníamos á nuestra disposicion, é insuficiente para esta clase de trabajos, y parecia, á veces, que habia llegado á un suelo firme, pero otras, cuando se encontraba con alguna capa de cascajo compacto, no habia modo de hacerla penetrar. De modo que nos quedaba siempre la duda de que fuera el mismo motivo el que impedia su introduccion, ó que hubiera concentrado algun trozo de madera ó piedra de algunas dimensiones. Sin embargo, en general, los indicios eran de que habia llegado á la roca, segun el sonido y el choque brusco que producía al caer. Introducimos entónces pilotes delgados armados de azuches de punta muy aguda y acerada, y aquéllos penetraron con mucha facilidad hasta cierta profundidad, á la que ya opusieron una resistencia absoluta, rajándose y rompiéndose á los golpes de la machina. Esta operacion la repetimos varias veces en un mismo perfil, y el resultado obtenido, concuerda bastante bien con el anterior, y con las noticias que se nos habia proporcionado. La roca se extiende en toda la latitud del rio, inclinándose de la izquierda á la derecha, segun la formacion general, variando de 5 á 5 metros, debajo de bajamar de aguas vivas, pero es algo desigual, tanto segun la direccion del eje del puente como en sentido trasversal, llegan-

do en algunos puntos intermedios hasta la profundidad de 5^m, 95. En donde existe más desigualdad y en sentido trasversal es en la orilla izquierda.

29. *Fundacion por pilotaje*.—Poco diremos sobre este sistema que la experiencia ha condenado en las circunstancias locales de que se trata. Los pilotes encuentran pronto la roca, y no pudiendo penetrar en ella, quedan sólo apoyados sobre aquélla por las puntas de sus azuches y sostenidos por el terreno que los rodea. Pero éste es arrastrado por la corriente, la construcción queda aislada y los pilotes inclinándose, doblándose ó rompiéndose bajo el peso que sostienen, producen la ruina del macizo, como sucedió en la crecida del 11 de Abril del año último.

30. *Macizo de hormigon en recinto*.—Este sistema consiste en establecer un recinto de pilotes y tablestacas, cuyo interior se draga hasta cierta profundidad, y en el cual se vierte, por medio de cajas adecuadas, hormigon hidráulico. Esta fundacion no nos satisface, pues el macizo quedaria apoyado en una base más ó ménos compresible y daria lugar á asientos que hemos visto deben evitarse á toda costa, para la estabilidad de las bóvedas.

Existe además una gran dificultad para emplear ese sistema. El estribo de la derecha y una de las pilas han de establecerse en el mismo emplazamiento que ocupan los apoyos actuales. No podrian entónces penetrar los pilotes y tablestacas, quedando incompleto el recinto. Además habria que extraer los macizos y pilotes de la construcción antigua, y este trabajo penoso sólo podria conseguirse por medio de buzos y á fuerza de gastos.

31. *Macizo de hormigon en cajones de madera*.—Este modo de fundacion es análogo al anterior, con la diferencia de que en lugar del recinto se establece un cajon de madera, y que el dragado se verifica *à priori*, pero ofrece los mismos inconvenientes y dificultades que el anterior.

32. *Fundacion por agotamientos*.—Esta fundacion seria la mas conveniente para la solidez y estabilidad de la construcción, que habia de apoyarse en la misma roca, y á todas horas se estaria en el caso de reconocer el fondo. Pero ofreceria las mismas dificultades anteriores para la construcción del recinto y para el dragado. Además, para que fuese éste impermeable, habria que establecer una ataguía de dimensiones gigantescas, si se tiene en cuenta las dimensiones de los apoyos y la desnivelacion de las marcas. Por ejemplo, en una

pila, la atagüa vendría á tener unos 22 metros de largo por 10 de ancho y 10 de altura, construccion verdaderamente extraordinaria y costosísima. Además no hay posibilidad de calcular, ni con aproximacion, el coste de los agotamientos, que con tan fuerte presion de agua habrian de ser necesariamente muy costosos.

35. Fundacion por medio del aire comprimido.— Hemos dado, por lo tanto, la preferencia al sistema de fundacion por medio del aire comprimido, que, si bien sea, quizás, el más costoso, ofrece condiciones casi seguras de buen éxito, y reúne todas las ventajas de la cimentacion por agotamientos. Este sistema es ya bien conocido. Consiste en construir un cajon de hierro sin fondo, que puede montarse en el mismo emplazamiento que ha de ocupar, formado de dos pisos separados por un fuerte y sólido suelo. En el inferior, que se denomina «cámara de trabajo», se introduce aire comprimido que rechaza el agua y hace que los operarios trabajen en seco. Mientras éstos excavan el terreno y extraen las piedras, maderas, etc., que encuentran, se construye el macizo superior en el segundo piso, que por su propio peso ayuda al descenso progresivo del cajon hasta la profundidad determinada. Llegado éste á su término se rellena la cámara de trabajo, quedando así concluida la fundacion. Para determinar el coste de ésta, hemos estudiado las diferentes construcciones que se han ejecutado ya, habiéndonos principalmente servido de guía la fundacion de los apoyos del puente de Vichy, que, si bien mucho más profunda, presenta alguna analogía con la de nuestro proyecto en cuanto á la clase de materias extraídas y á las principales dimensiones de los cajones.

El precio de 100 P, 66 que hemos deducido para el metro cúbico de fundacion completa, se halla comprendido entre los que ha resultado en varias obras, y esperamos no se separe mucho de la realidad.

De todos modos, creemos que si el constructor, bajo su responsabilidad y renunciando á toda reclamacion de daños y perjuicios, quisiera ejecutar la fundacion por agotamiento, no habria inconveniente en autorizar tal variacion.

IV.

CONSTRUCCIONES GRÁFICAS.

34. Empujes y resistencias.—La lámina 49 contiene algunas construcciones gráficas para determinar la estabilidad de la bóveda de 18 metros de

luz rebajada á $\frac{1}{12}$. En la figura 1.^a hemos trazado las verticales que pasan por los centros de gravedad de las nueve dovelas en que hemos dividido el arco, así como las líneas proporcionales á sus pesos. En la figura 2.^a se han construido las curvas de empujes y resistencias en el caso de que el punto de contraposicion sea el vértice del trasdos.

Resulta para el máximo empuje 21 metros cúbicos, y para la mínima resistencia 50,51, con el coeficiente de estabilidad 1,45.

En las figuras 3.^a y 4.^a, hemos empleado el método Durand-Claye (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1867), para investigar las soluciones de equilibrio que comprende la bóveda y trazar las curvas de presion limites; método que consiste en determinar sobre cierto número de juntas todos los empujes y presiones compatibles con el equilibrio, y un trabajo conveniente de los materiales, trasladando á la clave todos esos efectos, de modo que aparezcan clara y simultáneamente á la vista.

35. Determinacion de los empujes compatibles con el equilibrio.—Consideremos la porcion de bóveda M. N. P. Q. (figura 5.^a). Los empujes compatibles con el equilibrio, abstraccion hecha de la resistencia propia del material, serán los que combinados con el peso de la porcion de bóveda indicada den resultantes que tengan su punto de aplicacion en la longitud de la junta P. Q. El conjunto de estas resultantes comprenderá todas las presiones sobre dicha junta compatibles con el equilibrio. Consideremos un punto cualquiera en la junta P. Q; P, por ejemplo. La resultante que tenga su punto de aplicacion en P provendrá del peso de la porcion M. N. P. Q. combinado con el empuje horizontal en el vértice. Hagamos variar el punto de aplicacion del empuje, segun toda la extension de la junta M. N, y para cada posicion tracemos el valor correspondiente en la normal á la junta. Obtendremos así una serie de horizontales cuyos extremos determinarán la curva A. D. Supongamos ahora el punto de aplicacion de la resultante en Q, y haciendo la misma construccion resultará la curva C. B, y si hacemos variar el punto de aplicacion en toda la extension de la junta P. Q., resultará una serie de curvas comprendidas todas entre los dos límites que hemos trazado. De modo que la superficie A. B. C. D. representa todos los empujes compatibles con el equilibrio, en la junta P. Q. Hagamos una construccion análoga en la junta P. Q. con todas las

componentes normales á ésta de las presiones resultantes, y obtendremos una segunda superficie *a. b. c. d.* representativa de todas las presiones normales compatibles con el equilibrio.

36. *Determinacion de las presiones compatibles con un trabajo conveniente de los materiales.*—Sea *n* kilogramos el limite de presion impuesto al material por centimetro cuadrado. Cuando una fuerza normal actúa en una junta cualquiera *P Q*, los puntos más comprimidos serán *P* ó *Q*, segun la presion tenga su punto de aplicacion en la primera ó segunda mitad de la junta. Llamemos *N* esta presion; cuando su punto de aplicacion esté comprendido en uno de los tercios extremos de la junta;

$$\frac{2}{3} N = n x \quad (1)$$

siendo *x* la distancia de aquel punto á la arista correspondiente; y cuando la presion se verifique en el tercio central

$$2 N - \frac{5}{2} N x = \frac{n}{2} \quad (2)$$

e = la longitud de la junta considerada.

Cuando $x = \frac{1}{3} e$, las dos expresiones se reducen á,

$$N = \frac{n}{2}$$

y cuando $x = \frac{1}{2} e$, la 2.ª á

$$N = n e.$$

Es el caso de una reparticion uniforme de la presion. Ahora bien; supongamos que en los puntos más comprimidos de la junta *P Q*, es decir, *P* y *Q*, la presion alcance el limite *n*. Por medio de las fórmulas (1) y (2) podremos obtener una serie de presiones normales *N* correspondientes á la presion limite *n*, y reuniendo por una linea continúa las extremidades de aquéllas, resultará una curva de dos ramas simétricas que representarán las presiones limites que pueden admitirse en la junta *P. Q.* Todo punto interior al perimetro corresponderá en la junta á una presion menor que *n*. Todo punto exterior, á una presion mayor que *n*. En los tercios extremos la curva se reduce á una recta representada por la ecuacion (1), y cuyo coeficiente angular es $\frac{n}{x} = \frac{3}{2} n$, y en el tercio central las curvas son dos ramas simétricas de hipérbola, cuyo punto más elevado es $N = n e$, y cuyo origen tiene por ordenada $N = \frac{n}{2}$. Estas ramas son tangentes en su origen á las rectas anteriores y tangentes en el vértice á dos rectas que forman con

la normal mediana un ángulo igual á la cuarta parte del que forman aquellas primeras.

Vemos, por lo tanto, que es muy sencillo el trazado de las curvas representativas de las presiones, y en la figura 3.ª hemos construido las correspondientes á una presion limite de 50 kilogramos por centimetro cuadrado.

37. *Determinacion de las presiones compatibles con el equilibrio y con el trabajo del material de 50 kilogramos por centimetro cuadrado.*—En la junta *P. Q.* el área *a. b. c. d.* queda reducida á la *a'. b'. c'. d'.* por la linea de las presiones limites y las dos porciones *a d a' d'*, *b c b' c'*, deben desecharse, pues cualquier punto en ellas comprendido daría lugar en la junta *P. Q.* á una presion superior de 50 kilogramos. Pero la eliminacion de una parte de las componentes normales á *P. Q.* conduce á la eliminacion de los empujes correspondientes. Trasladando á la clave, por medio de la construccion inversa de Mery, los cuatro vértices *a' b' c' d'*, tendremos la superficie *a b c d* que limita los empujes y las porciones *Aa Dd*, *Bb Cc*, deben desecharse, pues corresponden á componentes normales no admisibles. Pero á su vez la superficie *a b c d* se halla limitada por la linea de presiones limites en la junta *M N*. De modo que el área *5. 5. 5. 5.* será la única admisible y representará todas las presiones compatibles con el equilibrio y el trabajo de 50 kilogramos por centimetro cuadrado, en la junta *P. Q.*

38. *Investigacion general de las soluciones que comprende la bóveda.*—Aplicando esta construccion á todas las juntas en que se ha dividido la bóveda, obtendremos una serie de superficies 1. 1. 1. 1., 2. 2. 2. 2.; etc., y el área comun á todas ellas será la que represente todas las presiones compatibles con el equilibrio y con el trabajo de 50 kilogramos, de que es susceptible la bóveda. Si no resulta área comun, no hay equilibrio posible. Si la superficie se reduce á un punto, sólo hay una solucion de equilibrio. En el caso de que nos ocupa, el área definitiva es la *5. 5. 5. 5.*, pues las superficies correspondientes á las demas juntas van ensanchándose á medida que se aproximan á la clave. Si disminuimos progresivamente el limite de 50 kilogramos, vemos que la ordenada máxima de la curva de presiones disminuye tambien, y cuando se confunda el vértice con la curva *a d*, no existirá más que una solucion. Corresponde á ésta 22 kilogramos por centimetro cuadrado. De modo que todo material cuya resistencia práctica al aplas-

tamiento sea inferior á 22 kilogramos no podrá emplearse en la bóveda de las dimensiones proyectadas; todo material cuya resistencia pase de 22 kilogramos podrá ser admisible.

59. *Curvas de presion limites.*— En la figura 4.^a hemos trazado las curvas de presion correspondientes á los cuatro vertices 3.3.3.3., y encierran todas las curvas que no producen en ninguna junta una presion que llegue al limite fijado. Por esta razon se llaman curvas de presion limites. En cada una de éstas existe un punto, en la junta extrema y en el vértice, en que la presion alcanza al indicado limite.

ADOLFO DE IBARRETA.

PUERTO DE BARCELONA.

MEMORIA

SOBRE EL PROGRESO Y ADELANTO DE LAS OBRAS DEL PUERTO DE BARCELONA DURANTE EL AÑO ECONÓMICO DE 1875 á 1876.

(Conclusion.)

INDICACIONES sobre el movimiento económico de la Junta del puerto durante el año económico de 1875 á 1876.

Ingresos.

	Ptas. Cts.
Procedente del arbitrio del 80 por ciento sobre el derecho de descarga, han ingresado en el Banco de Barcelona.	897.217,97
Id. en la caja de la Junta procedente de la grúa de vapor establecida en el muelle nuevo.	1.621,53
Id. de alquileres de locales y almacenes de dicho muelle.	29.588,53
TOTAL.	928.227,87

Gastos.

	Pesetas.
Entregado para pago de los haberes de la Direccion facultativa, jornales y materiales de los diques y morros, obras de conservacion, terraplen del muelle de la muralla, escollera del muelle de Poniente, y varado y pintado de los gánguiles del Estado. 263,047,57	264.765,65
Id. jornales del indicado terraplen por cuenta del contratista.	
	1.716,06

Suma anterior. 264.765,65

Id. por saldo de la liquidacion de la contrata del dragado.	52.870,85	
Id. por devolucion de derechos del arbitrio del 80 por ciento segun ordenes de la Direccion general.	41,00	
Id. á D. Miguel Verdú, por no haber podido usar de la grúa de vapor por la voladura del vapor Express.	21,00	589.992,86
Id. por personal de Secretaria, material, gastos generales y del Empréstito.	20.512,94	
Id. personal y material del bote salva-vidas.	514,12	
Id. id. del telégrafo marítimo de Monjuich.	2.854,54	
Id. por intereses de las obligaciones.	245,655,00	
Id. por amortizacion de obligaciones.	25.000,00	
		538.255,01

Que junto con la existencia que tenia la Junta en 1.^o de Julio del año último, importante. 542.125,14

Resulta en 1.^o de Julio de este año una cantidad de. 880.560,15
que es la misma de los estados publicados y elevados á la Superioridad.

Demostracion.

Existencia en caja.	18.287,82	880.560,15
Id. en el banco de Barcelona.	859.225,96	
Liquidacion pendiente con la Administracion.	2.848,57	

En el expresado año económico no se ha verificado emision alguna de obligaciones y si sólo la amortizacion de cincuenta de las emitidas, en cumplimiento de lo dispuesto en las bases del empréstito.

	Pesetas.
En el año económico de 1870 á 1871 lo ingresado por recaudacion del arbitrio especial destinado á las obras del puerto, fué.	594.295,18
En el año económico de 1871 á 1872.	861.620,25
En el de 1872 á 1873.	742.505,50
En el de 1873 á 1874.	745.154,23
En el de 1874 á 1875.	881.014,78
Y en el de 1875 á 1876 ha sido.	897.217,97

El total de ingresos es algo mayor este año que en el pasado, y si se fija la atencion en el impor-