

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

MODELO DE PLIEGO DE CONDICIONES PARA LA RECEPCIÓN DE CEMENTOS

ADOPTADO POR LA ASOCIACIÓN AMERICANA DE INGENIEROS CIVILES

Muestras.

1. *Elección de las muestras.*—La elección de las muestras que se han de ensayar es operación que corresponde exclusivamente al Ingeniero encargado de las obras, de cuya importancia, así como de la clase de ensayos que se hayan de verificar y de los medios de que se disponga para realizarlos, depende principalmente la cantidad de aquéllas.

2. La muestra se tomará de manera que represente lo más aproximadamente posible el carácter y las condiciones de la partida de cemento correspondiente; siempre que las circunstancias lo permitan se separará un barril ó un saco por cada diez de ellos, del cual se tomará una muestra.

3. Con objeto de separar los terrones y sustancias extrañas que contengan las muestras, se cernarán con cedazos de ocho mallas por centímetro lineal; siempre que se disponga de tiempo suficiente se ensayarán, separadamente, las diferentes muestras que se hayan tomado de una partida de cemento; pero en caso contrario se mezclarán íntimamente todas ellas y se hará el ensayo del producto resultante.

4. *Manera de tomar las muestras.*—En los barriles se hará un taladro en el centro de una de las duelas ó de una de sus bases, y por él se extraerá la cantidad que se juzgue necesaria del cemento situado en el centro, para cuyo fin se empleará una sonda especial.

Si el cemento está envasado en sacos se abrirán éstos y, en la misma forma que para los barriles, se extraerá la cantidad necesaria del que ocupa la parte central é interior de aquéllos.

Análisis químico.

5. *Su valor.*—Los resultados del análisis químico de los cementos tienen utilidad para descubrir la presencia de sustancias inertes, como son, entre otras, las escorias y trozos de caliza sin cocer, así como para conocer si las dosis en que se encuentran otras que son perjudiciales, como la magnesia y el anhídrido sulfúrico, exceden de los límites generalmente

admitidos, que son, respectivamente, el 5 y el 1,75 por 100, para que sus efectos carezcan de importancia.

6. Las dosis de los principales elementos que constituyen los cementos, sílice, alúmina, óxido de hierro y cal, no tienen el carácter de concluyentes por lo que se refiere á su calidad, porque ésta depende, más que de aquéllas, de la preparación de las primeras materias y de su calcinación. Cuando éstas se pulverizan perfectamente y se calcinan por completo, puede resultar un cemento de calidad excelente con más cal que lo que es corriente; por el contrario, es posible obtener cementos con poca cal de condiciones muy peligrosas. Además, no hay que olvidar que las cenizas del combustible influyen notablemente en los resultados del análisis químico y pueden desvirtuar su significación.

7. Como procedimiento de análisis químico se recomienda especialmente el propuesto por la Asociación de Química Industrial, Sección de Nueva York.

Peso específico.

8. *Significación.*—Tanto las sustancias inertes agregadas á los cementos, como su hidratación ó su calcinación incompleta, son circunstancias que contribuyen á disminuir el peso específico de las mismas; pero las primeras deben existir en gran cantidad para que sus resultados sean apreciables.

9. Como las diferencias entre los pesos específicos de los cementos son, por regla general, muy pequeñas, su determinación se hará con toda clase de precauciones.

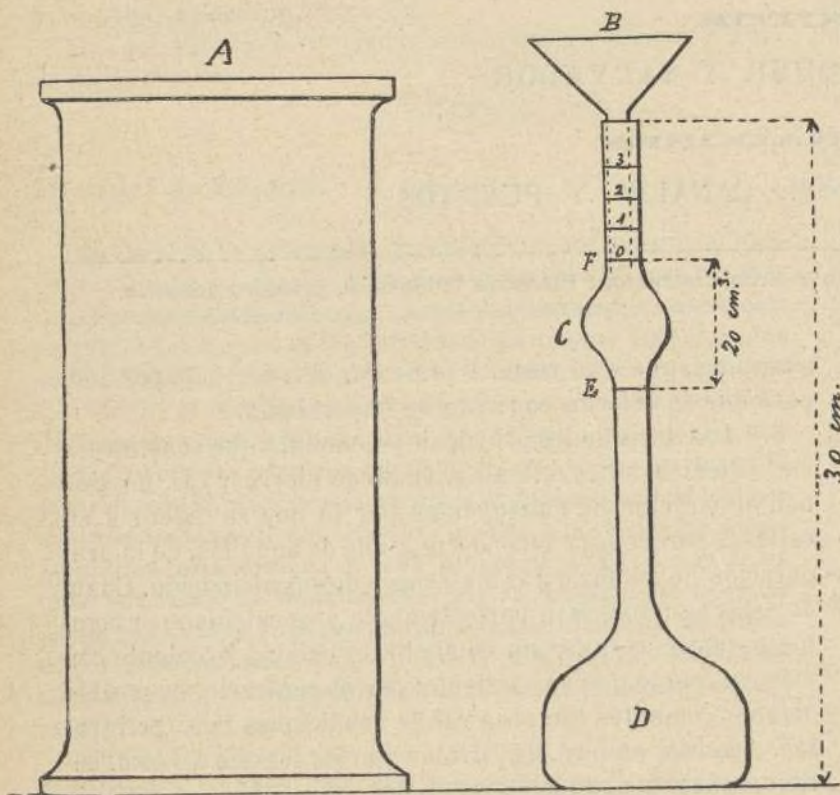
10. Cuando el peso específico de un cemento se ha evaluado con toda precisión, constituye un elemento muy seguro para afirmar si contiene sustancias inertes en gran cantidad ó si la calcinación ha sido incompleta.

11. *Aparatos y procedimiento.*—La determinación del peso específico de los cementos se hace perfectamente con el aparato de Le Chatelier (fig. 1.^a), constituido por un recipiente (D) de 120 cm³ de capacidad, cuyo cuello tiene 20 centímetros de longitud y en su centro una ampolla (C) con un volumen de 20 cm³ entre las marcas L y F; la parte del cuello superior á la segunda tiene unos 9 mm. de diámetro y está graduada en décimas de cm³.

12. La determinación del peso específico se hará con bencina ó con petróleo refinado.

13. La operación se puede hacer de dos maneras:

(1) Se pone bencina en el frasco hasta la marca *E*, se toman 64 gramos de cemento, previamente desecados á 100° c. y enfriados á la temperatura ambiente, los cuales se introducen gradualmente en aquél por medio del embudo *B* hasta que el nivel del líquido llega á la marca *F*; la diferencia entre 64 y el peso del cemento que no ha entrado en el frasco es el del cemento cuyo volumen real es 20 cm³; conviene que el tubo del embudo llegue á la ampolla *C*.

Fig. 1.^a

14 (2). Se introducen en el frasco los 64 gramos de cemento, cuyo volumen real será 20 cm³ mas la lectura que en la parte graduada de aquél corresponda al nivel del líquido.

15. El peso específico se obtiene con la fórmula siguiente:

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{Peso de cemento.}}{\text{Volumen desplazado.}}$$

16. Durante la operación, el frasco se coloca en un recipiente con agua *A*, para evitar que ejerzan acción sobre la bencina las variaciones de la temperatura del aire. Los resultados que se obtienen con los procedimientos descritos difieren en un 1 por 100.

17. Para limpiar el frasco se le invierte, y sobre un vaso de cristal, de bastante capacidad, se le agita verticalmente hasta que la bencina empiece á fluir, conservándole en dicha posición hasta que salga el cemento, cuyas últimas partículas se extraen agregando bencina y repitiendo la operación descrita.

18. Con el picnómetro se pueden obtener resultados más exactos.

Molido.

19. *Significación.*—Se reconoce de una manera general que las partículas gruesas de los cementos son prácticamente inertes, así como que las muy finas son las únicas que poseen propiedades aglomerantes. Cuanto mejor molido está

un cemento, á igualdad de las demás condiciones, más cantidad de arena admite para conseguir una resistencia determinada.

20. El grado de finura del molido que un cemento ha recibido en la fábrica se evalúa por los pesos de los residuos que deja sobre cedazos de condiciones determinadas. Se recomiendan para hacer este ensayo los correspondientes á los números 100 y 200.

21. *Aparatos.*—Los cedazos serán de forma cilíndrica con base circular de 20 centímetros de diámetro por 6 centímetros de altura, é irán provistos de tapa y de un fondo de 5 centímetros de profundidad.

22. Las telas metálicas que han de constituir los cedazos se tejerán con alambre de bronce que tenga los diámetros siguientes:

Tela núm. 100.....	0,11 mm.
» 200.....	0,06 »

23. Las telas se montarán sobre bastidores en forma tal que queden perfectamente tirantes y que las mallas se distribuyan con uniformidad entre los límites siguientes:

Tela núm. 100.....	37 á 40 mallas por cm. lineal
» 200.....	74 á 80 » » »

24. En cada ensayo se emplearán de 50 á 100 gramos de cemento previamente desecados á 100° c.

25. *Procedimiento.*—La Asociación, después de minuciosas investigaciones, reconoce que el cernido mecánico es inferior al que se hace á mano, por cuyo motivo recomienda el siguiente procedimiento.

26. El cemento, después de bien seco y de pasado por un cedazo de mallas relativamente grandes, se pesa y se coloca en el núm. 200 con su fondo y tapa; se sostiene con una mano en posición algo inclinada, se le da un movimiento de vaivén y se le golpea suavemente con la palma de la otra á razón de 200 sacudidas por minuto; la operación se suspende cuando durante un minuto pasa menos de 0,1 por 100; una vez que se ha llegado á este resultado se pesa el residuo, se le coloca en el cedazo núm. 100 y se repite la operación, la cual se facilita si se agregan perdigones. Los resultados se aproximarán hasta 0,1 por 100.

Consistencia normal.

27. *Significación.*—La cantidad de agua con que se confeccionan las pastas (1) es un elemento que tiene excepcional importancia y que ejerce una influencia preponderante en los resultados de los ensayos.

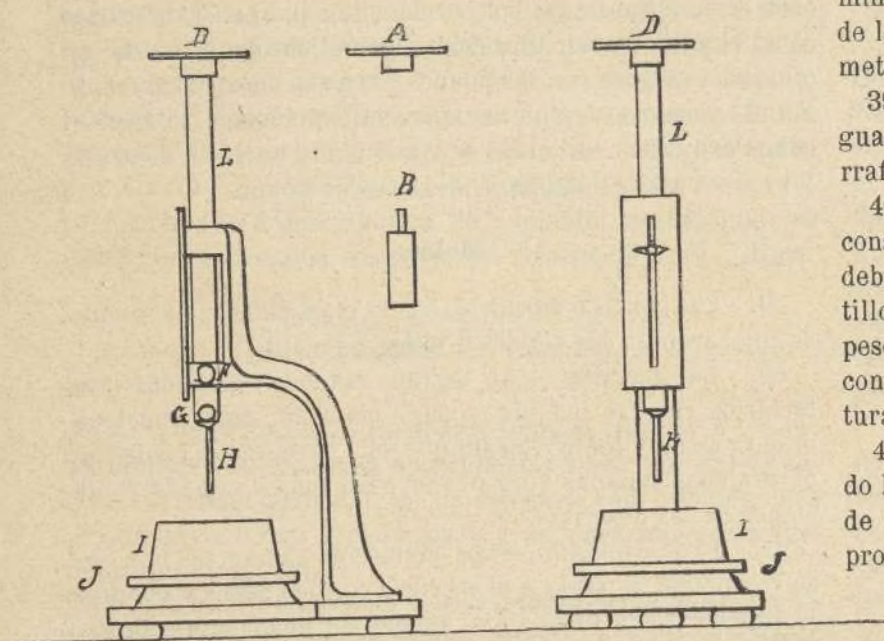
28. La operación consiste en medir la cantidad de agua necesaria para formar con el cemento una pasta que tenga cierta plasticidad, ó lo que generalmente se denomina consistencia normal.

29. Para hacer este ensayo existen varios procedimientos, ninguno de ellos satisfactorios, siendo el más recomendable el siguiente.

30. *Procedimiento con la aguja de Vicat.*—Este aparato está constituido (fig. 2.^a) por un soporte *K*, en el cual puede deslizarse verticalmente una varilla *L*, que lleva un platillo *A*

(1) Con la palabra «pasta» se designará toda mezcla de cemento y agua, y con la de «mortero» la de cemento, arena y agua.

en el extremo superior y un cilindro de un centímetro de diámetro en el inferior, cuyos tres elementos reunidos pesan 300 grs. La varilla se puede fijar en cualquier posición con el tornillo *F* y lleva un indicador que se mueve delante de una escala dividida en milímetros fijo al soporte *K*. La pasta con que se hacen los ensayos se coloca en un molde tronco cónico de ebonita de 4 cms. de altura, cuya base tiene 7 cms. de diámetro, el cual se coloca sobre una placa cuadrada de cristal de unos 10 cms. de lado.

2.^a

31. Para determinar la consistencia de una pasta se toman 500 grs. de cemento por lo menos, con los cuales se forma una masa en la forma que se describe en el párrafo 58, con la cual se hace una bola con las manos, y el amasado se termina arrojando dicha bola de una a otra mano sucesivamente seis veces, desde unos 14 cms. de distancia; la bola se coloca en el molde con la base inferior sobre la mesa, se iguala la base superior sobre la cual se coloca la placa de cristal, se invierte aquél y se iguala a su vez la base menor con la paleta.

32. Se considera que la pasta tiene consistencia normal cuando el cilindro *B* penetra 10 mm. en ella, razón por la cual se ha de tener mucho cuidado en enrasarla perfectamente con los bordes del molde.

33. Se confeccionarán varias pastas con diferentes dosis de agua hasta obtener el resultado consignado en el párrafo anterior.

34. Conviene que las pastas resulten algo húmedas con objeto de que se repartan con la mayor uniformidad posible las comprensiones que se efectúan al tiempo del moldeo.

35. Conocida la cantidad de agua necesaria para obtener pastas de consistencia normal, la correspondiente para los morteros se determinará con una fórmula empírica.

36. Respecto de dicha fórmula no se puede dar preferencia a ninguna, porque los resultados de los ensayos hechos sobre el particular no son concluyentes.

Duración del fraguado.

37. *Significación.*—Este ensayo tiene por objeto la determinación del tiempo que transcurre entre el instante en que se agrega el agua al cemento y aquel en que la pasta pierde su fluidez y plasticidad, denominado «principio del fra-

guado», así como también el tiempo necesario para que aquélla adquiera cierto grado de dureza, ó sea la «terminación del fraguado». El primero tiene mucha importancia, porque con él se inicia la cristalización ó endurecimiento de las pastas. Como cualquier perturbación en este fenómeno puede producir una reducción en las resistencias, hay que procurar que tanto el amasado como el relleno de dos moldes termine antes que empiece el fraguado.

38. Tanto el principio como el fin del fraguado se determinan de una manera completamente empírica en función de la altura de pasta que atraviesan alambres cuyos diámetros y pesos tienen ciertos valores.

39. *Procedimiento.*—Para evaluar la duración del fraguado se emplea la aguja de Vicat, descrita en el párrafo 30.

40. Para hacer el ensayo se confecciona una probeta de consistencia normal, que se coloca sobre una placa de cristal debajo de la varilla *L*, cuyo extremo superior lleva un platillo *D* y el inferior la aguja *H* de 1 mm. de diámetro; el peso total de la varilla es 300 gramos. Se lleva la aguja en contacto con la cara superior de la probeta, se anota la lectura del índice sobre la escala y se levanta en seguida.

41. Se considera que ha dado principio el fraguado cuando la aguja penetra en la probeta hasta 5 mm. por encima de la placa de cristal, y que ha terminado cuando no produce huella aparente en la cara superior de dicha probeta.

42. Durante el ensayo, las probetas se mantendrán en una atmósfera saturada de humedad.

43. Hay que tener mucho cuidado en que la aguja esté perfectamente limpia, porque, de lo contrario, el cemento adherido en su extremo favorece su penetración, mientras que el que lo está en su superficie la dificulta.

44. La evaluación de la duración del fraguado es nada más que aproximada, porque en ella influyen notablemente las temperaturas del agua y del aire, la humedad de éste, el tiempo que se emplea en hacer el ensayo, la cantidad de agua empleada y la capacidad de los moldes.

Arena normal.

45. La Comisión reconoce los inconvenientes que posee el cuarzo normal que se emplea actualmente, entre los cuales los más importantes son: el gran volumen de sus huecos, su falta de uniformidad y la dificultad que ofrece para la compresión de las probetas. Por estos motivos se han estudiado multitud de arenas naturales, con objeto de ver si reúnen condiciones para los ensayos de cementos.

46. Por el momento, la Comisión recomienda la arena natural de Ottawa HP., cribada de tal manera que pase por un cedazo de nueve mallas por centímetro lineal y sea retenida por otro de 13, constituidos con telas metálicas cuyos alambres tienen, respectivamente, 0,04 y 0,03 mm. de diámetro, es decir, la mitad del ancho de las mallas correspondientes. La arena que pasa por el cedazo núm. 20 se considera como normal cuando el residuo que deja sobre el número 30 una masa de 500 gramos, después de cernerla durante un minuto, es inferior al 1 por 100.

47. La Empresa «The Sandusky Portland Cement Company», establecida en Sandusky, Ohio, se ha encargado de la preparación de esta arena, que vende a un precio igual al coste de producción.

Forma de las probetas.

48. Aunque la forma recomendada (fig. 3.^a) por la primitiva Comisión que designó la Asociación no es completamente satisfactoria, no se propone su modificación por carecer de motivos suficientes para ello, pero sí se aconseja redondear los ángulos de los extremos con curvas de 12 milímetros de radio.

Moldes.

49. Los moldes serán de latón, bronce u otro material cualquiera que no se oxide, y se procurará que su espesor sea suficiente para evitar deformaciones laterales durante el moldeo.

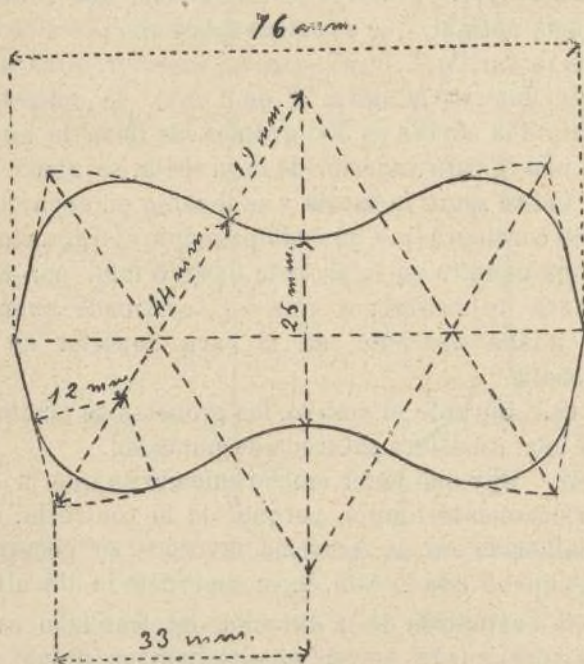


Fig. 3.^a

50. Los moldes por series son muy convenientes, porque permiten moldear varias probetas al mismo tiempo, circunstancia que contribuye a la uniformidad de las mismas.

51. Antes de moldear las pastas ó morteros se pasará un trapo impregnado en aceite sobre la superficie interior de los moldes.

Amasado.

52. Las dosis de los materiales sólidos que constituyen las pastas y morteros se evaluarán en peso, la del agua en tanto por ciento del peso total de aquéllas.

53. Se recomienda el empleo del sistema métrico por la relación tan sencilla que existe entre el gramo y el centímetro cúbico.

54. Tanto la temperatura de la habitación como la del agua serán aproximadamente 21° c.

55. La mezcla del cemento con la arena se hará en seco sobre una superficie plana de material no absorbente, siendo preferible una placa de cristal; de lo contrario, se humedecerá previamente.

56. El peso total de los materiales que se han de mezclar depende del número de moldes que se han de llenar; pero lo corriente es que no pase de un kilogramo, especialmente si el amasado se hace á mano.

57. La Comisión, después de haber estudiado detenida-

mente los diferentes tipos de amasadoras mecánicas conocidos, los rechaza todos por las razones siguientes:

(1) Tendencia del cemento á apelmazarse con detrimento de la homogeneidad de la masa; (2) imposibilidad de conocer la marcha del amasado sin parar la máquina; (3) imposibilidad de tener limpia la máquina.

58. *Procedimiento.*—Se coloca el cemento, ó el cemento y la arena perfectamente mezclados, sobre la mesa, se forma una corona en cuyo centro se vierte el agua y sobre ésta se echa el material de los bordes con una paleta. Tan pronto como el agua ha sido absorbida, lo cual sucede antes de un minuto, se amasa con las manos la masa formada durante minuto y medio, de una manera análoga á como se hace el pan. Para medir el tiempo se recomienda un reloj de arena y para amasar el empleo de guantes de goma.

Moldeo.

59. Las pastas ó morteros, con la plasticidad conveniente, se colocarán en los moldes á mano.

60. La Comisión no ha logrado obtener resultados satisfactorios con las máquinas para moldear, cuyo funcionamiento es muy lento, puesto que sólo permiten la confección de probetas aisladas y no sirven para masas con las condiciones de las descritas.

61. *Procedimiento.*—Los moldes se llenan de una vez, se comprime la pasta ó el mortero con los dedos y se enrasa la superficie con una paleta, sin ejercer una compresión exagerada y procurando que no haya necesidad de agregar material nuevo. Se invierte el molde y se enrasa la otra base en igual forma que la primera.

62. Para comprobar la uniformidad del amasado y del moldeo es muy conveniente pesar las probetas después de separadas de los moldes y antes de su sumersión en agua, inutilizando aquellas cuyos pesos se diferencien en más del 3 por 100 del peso medio.

Conservación de las probetas.

63. Durante las primeras veinticuatro horas que siguen á la confección de las probetas se conservarán éstas en una atmósfera saturada de humedad para evitar que se sequen rápidamente.

64. Como no es difícil disponer de una habitación con humedad suficiente, se abandonará en absoluto el empleo de telas mojadas para cubrir las probetas, porque tienen el inconveniente de que se secan desigualmente y, por lo tanto, las probetas que cubren se encuentran en condiciones diferentes; sin embargo, en algunos casos no hay más remedio que emplear las telas húmedas por no contar con locales de condiciones apropiadas, y entonces se procurará que aquéllas se apoyen sobre telas metálicas y que sus extremos estén constantemente sumergidos en agua.

65. También pueden conservarse las probetas en cajas hechas con esteatita, pizarra ó madera con forro metálico, y sobre éste, fieltro mojado. En el fondo se pone el agua, y sobre placas de cristal, que se apoyan en pequeñas ménsulas sujetas á las paredes, se colocan las probetas, tomándose las precauciones necesarias para que el aire de la caja se conserve húmedo con uniformidad.

66. Después de permanecer las probetas en la atmósfera húmeda durante veinticuatro horas, se sumergen en agua á 21° c. hasta el momento en que han de romperse, en tanques ó depósitos de material no oxidable.

Resistencia á la tracción.

67. Las roturas por tracción se harán en los aparatos ya clásicos, con garras análogas á las representadas en la figura 2.^a

68. Las probetas se romperán tan pronto como se saquen del agua y se colocarán en las garras de tal manera que no se produzcan sobre ellas fuerzas laterales que disminuyen la carga de rotura. El aparato funcionará con la lentitud necesaria para evitar toda clase de vibraciones, cuyos efectos consisten en adelantar la rotura. Se procurará que tanto las probetas como las garras estén perfectamente limpias, para que el apoyo de las primeras sobre las segundas sea completo. La carga se aplicará á razón de 300 kilogramos por minuto. La media de las resistencias de las probetas correspondientes á una muestra de cemento, excluyendo los resultados anormales expresará la relativa á esta última.

Invariabilidad de volumen.

69. *Significación.*—El ensayo que se refiere á la invariabilidad del volumen de las pastas tiene por objeto conocer la índole particular de un cemento con relación á la conservación de su resistencia y á su duración como sustancia aglomerante.

Ahora bien; como es de mucho interés conocer estas propiedades de los cementos cuanto antes, los ensayos correspondientes han de ser de tal naturaleza que sus resultados se obtengan en muy poco tiempo, razón por la cual han recibido el nombre de rápidos.

Dichos resultados se consideran desfavorables cuando las pastas se agrietan, se deforman ó se deshacen; de los cementos en que no se verifica esto último se dice que tienen volumen constante.

70. *Procedimientos.*—Los ensayos que tienen por objeto determinar la constancia del volumen de los cementos se dividen en dos clases: primero, ensayos normales, que son los que se hacen en el aire ó en el agua á 21° c.; y segundo, ensayos rápidos, que son los que se verifican en aire, vapor ó agua á 45° c. y más. Las probetas se mantienen en una atmósfera húmeda durante veinticuatro horas después de su confección y antes de someterlas á los ensayos antes indicados.

71. Estos se hacen con pasta de consistencia normal, que se colocan en placas de cristal de 10 cm. de lado, dándoles la forma de torta de 7 $\frac{1}{2}$ cm. de diámetro por 1 $\frac{1}{4}$ cm. de altura en el centro y cero en los bordes.

72. *Ensayo normal.*—Una torta se sumerge en agua y en otra se deja al aire á 21° c. durante veintiocho días, observándolas durante este tiempo de vez en cuando.

73. *Ensayo rápido.*—Una torta se coloca en un recipiente cerrado, en el que hay agua hirviendo, durante tres horas y en forma tal que esté rodeada de vapor.

74. Para considerar como satisfactorio el resultado de estos ensayos es preciso que las tortas se conserven duras, sin agrietarse ni deformarse.

75. Para conocer si la torta se despegas del cristal se intentará introducir entre una y otro un cuchillo.

76. Hoy por hoy, dado lo que se sabe sobre cementos, no se deben rechazar los que dan malos resultados con el ensayo rápido, ni aceptar sin más reconocimientos los que los dan satisfactorios.—*Q.*

ESTUDIO DE LA CATENARIA

Y DE SUS APLICACIONES MECÁNICAS

POR D. JOSÉ TOUS Y BIAGGI

Académico de la Real de Ciencias y Artes de Barcelona.

Es la catenaria una de las pocas líneas estudiadas, cuya razón de ser sea exclusivamente mecánica. El origen de las líneas y el estudio de sus propiedades por los primeros geómetras fué puramente geométrico; el movimiento proporcionó inmediatamente la idea de nuevas líneas y la de multitud de relaciones entre las conocidas, viniendo á parar en lo que actualmente se denomina Geometría cinemática; finalmente, la idea de fuerza como causa de movimiento de un punto material, ó de forma de equilibrio de un conjunto de ellos, ha dado lugar al conocimiento y al estudio de nuevas líneas y, además, al de propiedades y relaciones entre las de antiguo conocidas en su modo de ser exclusivamente geométrico.

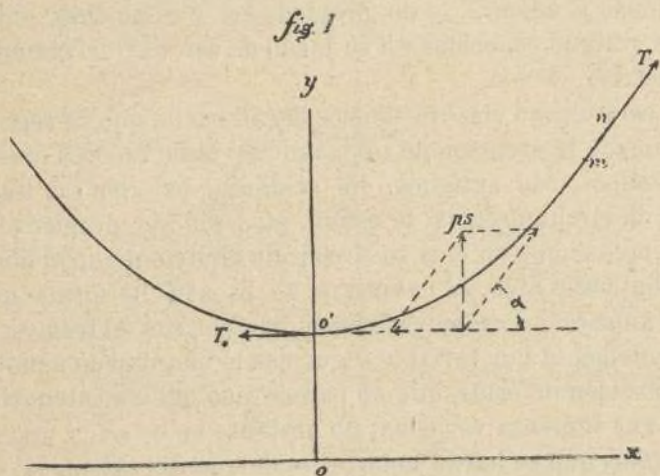
Á esta última clase pertenece la catenaria, que de seguro ha llamado la atención de los hombres observadores desde los tiempos más antiguos. No obstante, así como la línea recta, la circunferencia, la esfera, etc., son de propiedades tan sencillas que su idea se desarrolla fácilmente en el hombre aun desde niño, la catenaria no es así; la forma que toma un cordel ó cadenilla suspendida por sus extremos es aparentemente tan variable según sea la longitud de aquélla y la posición de éstos, que no parece sino que de catenarias haya una inmensa variedad, no obstante no es así, y uno de los puntos que se harán notar es el de que de catenaria, en cuanto á forma, lo mismo que de circunferencia, no hay más que una, las diferencias son sólo de mayor á menor, no de forma.

Por las razones dichas, no es, pues, de extrañar que la forma de la catenaria fuera sólo conocida experimentalmente y sus propiedades desconocidas, hasta que el gran desarrollo de las ciencias exactas en el siglo XVII viniera á dar solución á este problema. Aunque de seguro muchos serían los que probarían de resolverlo, Galileo parece ser el primero que adelantó que la forma que tomaba un hilo suspendido era una parábola, pero sin demostrarlo; Joaquín Jungius en su *Geometría empyrica*, publicada en 1669, probó que no podía ser ni parábola ni hipérbola, pero sin llegar á encontrar qué clase de curva era. Jacobo Bernoulli, Leibnitz y Huygens encontraron la solución, que se publicó en las *Acta eruditorum* de Leipzig en 1691. David Gregory dió en las *Philosophical Transactions* de Londres en 1697 una solución, que J. Bernoulli calificó de paralogismo.

Resuelto el problema, perdió el estudio de esta curva el interés que había despertado y sólo lentamente se le fueron haciendo adiciones, sobre todo en el sentido de determinar el valor de su parámetro en el caso de darse la longitud del hilo ó cadena y la posición relativa de sus extremos, punto de verdadera utilidad en las aplicaciones de esta curva. Poisson en su *Traité de Mécanique*, Moseley en sus *Mechanical Principles of Engineering and Architecture* y posteriormente Rankine en su *Applied Mechanics*, han generalizado el estudio de esta cuestión que se trata actualmente, y, en general, con menos extensión, en todos los modernos tratados de Mecánica. Bajo el punto de vista, no de la investigación, sino de las aplicaciones en general y en par-

ticular á la construcción, tal vez nadie la trata mejor que Rankine en su magistral y excelente *Manual of Civil Engineering*.

Es de notar lo poco que en estos últimos años se ha adelantado en el camino de facilitar el estudio de las aplicaciones de la catenaria, cuando precisamente en ellos estas aplicaciones han sido más numerosas. En cables de transmisión, ferrocarriles funiculares, transportes aéreos, y sobre todo cables eléctricos, sin contar otras aplicaciones, hay invertidos en la actualidad centenares de millones de pesetas. Esto solo ya indica que, en el terreno económico, hasta cuestiones de detalle ó de ningún interés científico, pueden ser dignas de consideración y más lo son todavía las referentes á la resistencia á la ruptura, si se atiende á que las desgracias personales causadas por la ruptura de cables eléctricos, en una buena parte, son imputables á la ligereza con que generalmente se mira la cuestión de la resistencia de los mismos.



Estudiar esta cuestión, facilitar su aplicación á la colocación de cables en general, y al trazado de esta curva, es el objeto de este trabajo.

Si se considera el estado de equilibrio de un elemento de hilo mn ó $d.s$ cuya tensión en el punto m sea T , las proyecciones de ésta en la dirección vertical y horizontal de los ejes serán:

$$T \frac{dy}{d.s} \quad T \frac{dx}{d.s}$$

y como el peso de hilo mn , si es p el peso de la unidad de longitud, será $pd.s$; el estado de equilibrio exige, pues, que

$$d. \left(T \frac{dy}{ds} \right) - pd.s = 0 \quad d. \left(T \frac{dx}{ds} \right) = 0$$

que integrada esta última da:

$$T \frac{d.x}{d.s} = T_0$$

siendo T_0 la tensión horizontal, pues en el punto más bajo o' , dx es igual á $d.s$. Sustituída en la anterior da:

$$d. \frac{d.y}{d.x} = \frac{p}{T_0} d.s$$

que es la forma bajo la que usualmente se integra sustituyendo $d.s$ por su valor.

Si bien este método refiere la solución del problema á las condiciones generales de equilibrio de fuerzas en un plano y actuando sobre un punto y tiene ventaja didáctica, no deja

de ser rotatable por lo sencilla la primitiva solución dada por Bernoulli, que consiste en notar que un trozo cualquiera de hilo $o'm$, á partir del punto más bajo o' (que también podría ser otro cualquiera poniendo en vez de T_0 la tensión correspondiente), está en equilibrio bajo la acción de su peso T_0 y T , lo cual da en seguida:

$$ps = T_0 \operatorname{tang} \alpha = T_0 \frac{dy}{d.x}$$

que diferenciada es igual á la anterior.

En una ú otra forma, bajo la que se establezca la ecuación de equilibrio, resulta para la de la catenaria:

$$y = \frac{a}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right)$$

en la que a vale $\frac{T_0}{p}$, de modo que la tensión T_0 en el punto más bajo vale pa , ó sea el peso de una longitud de hilo igual á a .

Todos los problemas referentes al trazado de la catenaria y á sus aplicaciones versan sobre el significado y determinación del parámetro a . Geométricamente se ve en seguida, haciendo x igual á cero, que a es la ordenada en el punto más bajo de la curva, propiedad que depende de la posición que se escoge, al integrar la ecuación diferencial de la curva, para el eje de abscisas. Mecánicamente, a es la tensión T_0 del hilo ó cadena en el punto más bajo para una cadena ó hilo de un peso, por unidad de longitud, igual también á la unidad. Es muy de notar, como ya se ha observado, que todas las catenarias no se diferencian más que en la magnitud, pero no en la forma; es, pues, una curva de forma única, como la circunferencia, cicloide, etc. Basta notar que otra catenaria cualquiera tendrá por ecuación:

$$y_1 = \frac{c}{2} \left(e^{\frac{x_1}{c}} + e^{-\frac{x_1}{c}} \right)$$

y si la relación de c á a es α , ó sea $c = \alpha a$, se tendrá:

$$y_1 = \frac{\alpha a}{2} \left(e^{\frac{x_1}{\alpha a}} + e^{-\frac{x_1}{\alpha a}} \right)$$

y tomando y_1, x_1 á la misma escala de relación

$$y_1 = \alpha y : x_1 = \alpha x$$

queda:

$$\alpha y = \frac{\alpha a}{2} \left(e^{\frac{\alpha x}{\alpha a}} + e^{-\frac{\alpha x}{\alpha a}} \right)$$

ó sea igual á la ecuación general

$$y = \frac{a}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right)$$

así, pues, todas las catenarias son semejantes y el parámetro a representa en ellas un papel análogo al del radio en la circunferencia. Esta propiedad puede ser que haya sido ya observada, pero generalmente no se hace de ella mención, y, no obstante, es de suma importancia por lo que facilita el trazado de esta curva.

A pesar de la forma transcendente de la ecuación de esta curva, sus propiedades, tanto geométricas como mecánicas, son relativamente fáciles de determinar; los tratados de Geometría y los de Mecánica apenas citan algunas, algunos manuales de Ingeniería ó de Mecánica aplicada como los de Rankine ó formularios de Matemáticas como el de Laska traen varios resultados sin demostración, si bien parece que Gudermann, *Theorie der Potentialfunctionen*, publicada en Berlín en 1833, y Kulik, *Theorie und Tafeln der Kettenlinie*, publicada en Praga en 1832, trataron con desarrollo estas cuestiones, aunque ignoro hasta qué punto, por no haberlas podido consultar.

Por lo que pueda tener de utilidad, dadas las muchas aplicaciones que la catenaria tiene, se expone esta cuestión.

La ecuación general de la curva:

$$y_1 = \frac{a}{2} \left(e^{\frac{x_1}{a}} + e^{-\frac{x_1}{a}} \right)$$

puede ponerse bajo la forma

$$\frac{y_1}{a} = \frac{1}{2} \left(e^{\frac{x_1}{a}} + e^{-\frac{x_1}{a}} \right)$$

y poniendo

$$\frac{y_1}{a} = y : \frac{x_1}{a} = x$$

queda bajo la forma

$$(1) \quad v = \frac{1}{2} (e^x + e^{-x})$$

ó sea con el parámetro reducido á la unidad, que por la razón antes dicha es completamente general y ahorrará la repetición inútil de esta letra.

Atendiendo á que

$$\frac{e^x + e^{-x}}{2} = \cos h. x; \quad \frac{e^x - e^{-x}}{2} = \operatorname{sen} h. x;$$

$$\frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} = \operatorname{tang} h. x$$

puede ponerse también, bajo la forma de funciones hiperbólicas:

$$(1') \quad y = \cos h. x$$

y abreviar así la notación y facilitar las transformaciones en todos los cálculos siguientes.

Bajo el supuesto dicho de tomar de aquí en adelante el valor del parámetro a igual á la unidad, y haciendo en todo referencia á la figura 2.^a (que está trazada á escala), se obtiene:

$$(2) \quad \frac{d.y}{d.x} = \tan \alpha = \frac{1}{2} (e^x - e^{-x}) = \operatorname{sen} h. x$$

$$\frac{d^2.y}{d.x^2} = \frac{1}{2} (e^x + e^{-x}) = y = \cos h. x$$

La longitud de un arco de catenaria á contar desde el punto más bajo de ésta hasta un punto de abscisa x , se deduce de

$$d.s = d.x \sqrt{1 + \left(\frac{d.y}{d.x} \right)^2} = \frac{1}{2} (e^x + e^{-x}) d.x$$

$$= y d.x = \cos h. x . d.x$$

que integrada da

$$(3) \quad s = \frac{1}{2} (e^x - e^{-x}) = \operatorname{sen} h. x$$

Atendiendo á que

$$\operatorname{sen} \alpha = \frac{\operatorname{tang} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tang}^2 \alpha}}; \quad \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tang}^2 \alpha}}$$

resulta también

$$(4) \quad \operatorname{sen} \alpha = \frac{\frac{x}{e^x - e^{-x}}}{\frac{x}{e^x + e^{-x}}} = \frac{s}{y} = \operatorname{tang} h. x;$$

$$(5) \quad \cos \alpha = \frac{2}{\frac{x}{e^x + e^{-x}}} = \frac{1}{y} = \frac{1}{\cos h. x} = \sec h. x$$

(Continuará.)

CONTADORES DE MOTOR

SU EMPLEO Y SU CONTRASTE ⁽¹⁾

Consideraciones particulares sobre los modelos Isaria Werke de Munich.

Con poca frecuencia y en casos aislados las centrales de electricidad suministran corriente á los consumidores á tanto alzado convenido de antemano, porque las fábricas de electricidad han hecho en general un estudio experimental defectuoso de tales tarifas. Casi exclusivamente las fábricas que tienen á su disposición grandes saltos de agua, es decir, aquellas en las que la producción de corriente puede decirse que no les cuesta casi nada, hacen sus negocios con la tarifa á tanto alzado.

Esta tarifa, que cuenta con un precio determinado por lámpara instalada, induce por una parte al consumidor á no instalar más que el mínimo de lámparas, impidiendo por consecuencia el desarrollo de la central, incitándole por otra parte á dejar encendidas sus lámparas durante un tiempo inútilmente largo.

Resultan para la fábrica, al aplicar los precios fijados previamente, exagerados gastos por el derroche de corriente.

El empleo de contadores de electricidad es, pues, casi siempre una condición primordial para el rendimiento económico de las centrales.

La importancia que se atribuye á la medida de la corriente eléctrica, está probada por la multitud de sistemas diferentes de contadores que inundan el mercado.

Casi todos los efectos de la corriente se han aplicado á la construcción de los contadores eléctricos. Edison, por ejemplo, ha utilizado la acción electroquímica de la corriente para producir el depósito de zinc sobre el cátodo en un elemento de descomposición lleno de una solución de sulfato de zinc que tiene dos electrodos de este mismo metal. La cantidad de zinc depositada permite medir el consumo de corriente. Evidentemente este método no conviene más que á la corriente continua.

Raab utiliza los efectos caloríficos, enviando la corriente

(1) Conferencia demostrativa dada ante la Sociedad electrotécnica de Leipzig, en la sesión del 20 de Febrero de 1902, por el Ingeniero H. Lesser, de la casa Isaria Zahler-Werke de Munich; copiada de *La Energía Eléctrica*.

eléctrica á un conductor de gran superficie. El conductor al calentarse irradia calor en el aire ambiente, resultando de aquí corrientes de aire que sirven para accionar un anemómetro. Este aparato conviene también para corriente alterna.

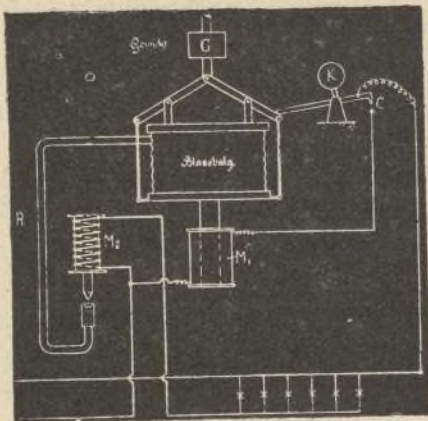


Fig. 1.ª

Un contador de un género especial es el construido por Beaumont (fig. 1.ª). En el momento que se cierra el contacto *C*, el imán *M*, montado en el circuito derivado, dilata el fuelle, y el peso *K* vuelve á abrir el contacto *C*. El peso *G* tiende entonces á comprimir el fuelle y á expulsar el aire por el tubo *R*. En el orificio del tubo se encuentra una válvula que está movida por el electroimán *M*₁ intercalado en el circuito de la corriente principal; cuanto mayor es el consumo de corriente, más abre la válvula. El contador se regula de tal manera, que existe una cierta proporcionalidad entre la corriente consumida y el aire que se escapa por la válvula. Cuando el fuelle está casi vacío, el contacto *C* se cierra automáticamente, como se ve en la figura, y el fuelle se dilata de nuevo. El número de las carreras se registra en las agujas de un cuadrante del contador.

Todos los contadores construidos según este principio no se han extendido mucho en la práctica.

Por el contrario, casi todos los sistemas de contadores hoy en uso utilizan las propiedades electrodinámicas y magnéticas de la corriente eléctrica. Entre ellos se distinguen: los contadores pendulares los contadores oscilatorios y los contadores de motor.

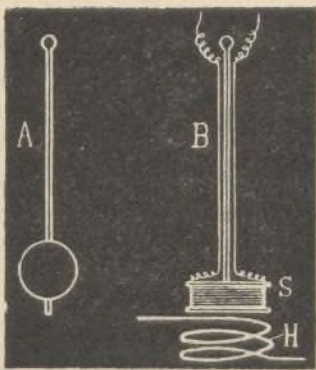


Fig. 2.ª

En los contadores pendulares de construcción antigua, las agujas registran la diferencia de período de oscilación entre un péndulo ordinario y un péndulo influenciado por la corriente de consumo.

La disposición del contador de vatios-hora es la siguiente (fig. 2.ª): el péndulo *A* oscila como péndulo de relojería ordinario. El péndulo *B* oscila, en cambio, encima de una

bobina *H* recorrida por la corriente consumida, y lleva, en lugar de una lenteja de péndola, una bobina de tensión *S*. Por la acción mutua de la bobina de intensidad y de la bobina de tensión, la marcha del péndulo *B* se retarda ó se acelera. La diferencia de marcha con relación al péndulo *A* se transmite á las agujas por medio de ruedas dentadas.

Si se reemplaza la bobina de tensión *S* por un imán permanente, se tiene un contador de amperios-horas.

En los nuevos contadores pendulares de vatios hora, los dos péndulos llevan bobinas de tensión que oscilan encima de bobinas por las que circula la corriente principal; el montaje es tal que uno de los péndulos se retarda bajo la acción de la corriente consumida, mientras que el otro se acelera.

La diferencia de marcha es en este caso casi proporcional á la corriente consumida; pero de valor doble, lo que hace las lecturas más exactas.

El contador oscilatorio se asemeja ya en su construcción al contador de motor; sin embargo, no emplea colector y funciona de la manera siguiente: el inducido no hace más que semirrotaciones y golpea un contacto que acciona un relai, el cual invierte la corriente en el inducido. Por consecuencia, el inducido cambia él mismo su sentido de rotación hasta que, después de haber dado una nueva semirrotación, hace un segundo contacto é invierte su sentido de marcha. El avance de las agujas del contador está asegurado al mismo tiempo por el relai á cada cambio de sentido.

Aun cuando hoy se emplean, en estos casos, contadores de péndulo y oscilatorios, sin embargo, los más usados son los contadores de motor, que en su construcción, así como en su manejo, son mucho más sencillos, aventajándoles también á los anteriores en cuanto á su precio de coste; por otra parte, no desmerecen en nada respecto á los precedentes desde el punto de vista de la exactitud de sus indicaciones y de la seguridad de funcionamiento.

Por estas razones, casi el 90 por 100 de los contadores instalados son contadores de motor.

Me propongo describir aquí, en primer término, el contador de corriente continua que puede establecerse, ó como contador de vatios-hora, ó como contador de amperios-horas.

Sea *E* la tensión, *I* la corriente útil, *V* la velocidad del contador, la potencia de este contador será igual á

$$E I V.$$

La velocidad *V* del motor, toda vez que el contador de corriente continua no es otra cosa que un pequeño motor de corriente continua, es proporcional á *E I*, á condición de que el motor no suministre trabajo.

Si, por el contrario, el motor suministra trabajo que es absorbido por una disposición de freno que consume fuerzas proporcionales al cuadrado de la velocidad *V* tiene $c i v = R v^2$, ó también $i = R v$. En los contadores de motor el frenaje se obtiene generalmente por medio de corrientes antagonistas producidas por un imán permanente en un disco de aluminio ó de cobre que efectúa un movimiento de rotación. El frenaje por corrientes antagonistas es, como se sabe, proporcional al cuadrado de la velocidad.

En el contador de vatios-horas de corriente continua, el inductor está excitado por la corriente principal que recorre las bobinas de hilo grueso, mientras que el inducido esté montado en la tensión.

Sin embargo, la mayor parte de la tensión es destruída por una resistencia adicional y por la resistencia de la bobina de compensación, de suerte que la tensión en las escobillas es bastante baja. La bobina compensadora, cuyas líneas de fuerza tienen la misma dirección que las del campo principal, tiene por objeto evitar en el contador todo frotamiento; tiene, pues, que compensar con una fuerza de igual magnitud, el rozamiento de las escobillas de los cojinetes y de las agujas del contador. El contador arranca, por consiguiente, con la carga más pequeña posible.

La principal ventaja de los contadores de vatios-hora Isaria reside en la construcción patentada del inducido y de los minuterios. El inducido, que es muy ligero, está montado de estrella y no tiene más que tres bobinas, merced á las cuales la fuerza atractiva, siendo iguales las demás condiciones, es superior en un 80 por 100 próximamente á la de los contadores con inducido de tambor. Á pesar del pequeño consumo en la derivación, que no es más que de 15 mili-amperios, estos contadores tienen un par casi de 6 «gem».

El par de un contador puede, evidentemente, aumentarse á voluntad, aumentando el consumo de la derivación y el peso en el inducido, dos factores que son causa de graves inconvenientes. Cuando en un contador se trata de discutir este punto, precisa siempre mantener en relación el par por una parte y el gasto en derivación y el peso del inducido por la otra.

Una gran pérdida en la derivación ocasiona una pérdida extraordinariamente elevada en la central. Yo sé, por ejemplo, de una fábrica que ha instalado unos 1.000 contadores, que se ha visto en la necesidad de suministrar anualmente, nada más que para el consumo en derivación, 60.000 kilovatios-hora. El consumo propio del contador desempeña, pues, un papel importantísimo, que siempre debe tenerse en consideración. Pero también hay que prestar atención á disminuir en lo posible el peso del inducido, del que depende la carga y el desgaste de las piedras que sirven de soporte, así como á la sensibilidad del arranque con el más pequeño consumo de corriente.

(Continuará.)

FERROCARRILES Y TRANSPORTES TERRESTRES

Exposición internacional argentina en 1910.

REGLAMENTO GENERAL

(Conclusión.)

Grupo núm. 6.—Ferrocarriles de varios sistemas.

Grupo núm. 7.—Medios de transportes asimilables á los ferrocarriles.

Grupo núm. 8.—Tranvías (las mismas aplicaciones de los ferrocarriles).

Grupo núm. 9.—Contaduría, instrucciones de servicio, publicidad, estadística, legislación y reglamentación, bibliografía.

SECCIÓN II

Ferrocarriles y tranvías de tracción eléctrica.—Grupo número 1.—Instalaciones para producción de fuerza (planos y presentación de informes).

a) Usinas á vapor.

b) Usinas hidroeléctricas.

Grupo núm. 2.—Materiales eléctricos para la producción de fuerza.

a) Máquinas y calderas á vapor y aplicaciones.

b) Turbinas y aplicaciones.

c) Dinamos y motores eléctricos.

d) Aparatos auxiliares eléctricos para usinas de producción.

Grupo núm. 3.—Vías y vehículos.

a) Material rodante y aparatos accesorios.

b) Vía permanente.

c) Vía eléctrica.

d) Aparatos de designalización.

e) Obras de construcción en general.

Grupo núm. 4.—Varias aplicaciones de la tracción eléctrica.

a) Transporte de las mismas.

b) Transportes industriales.

Grupo núm. 5.—Documentos varios, estadística, protección obrera.

SECCIÓN III

Automovilismo.—Grupo núm. 1.—Automóviles completos de toda clase expuestos por constructores.

Grupo núm. 2.—Piezas aisladas para formar automóviles; motores completos de combustibles líquidos, de gas de vapor, eléctricos, con aplicación á coches y carros de transporte; piezas de motores; sistema de transmisión de la fuerza; ejes, avantrenes, mazos, llantas, etc., ruedas, aparatos de seguridad y de dirección, etc., taxímetros, cronómetros.

Grupo núm. 3.—Gomas.

Grupo núm. 4.—Carrocería.

Grupo núm. 5.—Materiales especiales de construcción; aceros, hierros fundidos, broncees, aluminio, etc.

Grupo núm. 6.—Uniformes y equipos para automovilistas y mecánicos.

Grupo núm. 7.—Publicaciones técnicas, de viajes ú otras para el automovilismo; indicadores de caminos, etc. Organizaciones de las grandes Sociedades automovilísticas; estudios, seguros, etc.

N. B.—Es recomendable un automóvil industrial y bicicleta, capaces de adaptarse y resistir las huellas hondas de carreta, el piso desigual y las matas de pasto, propio de las pampas.

SECCIÓN IV

Ciclismo.—Grupo núm. 1.—Velocípedos y vehículos asimilables, enteramente contruídos por los expositores.

Grupo núm. 2.—Velocípedos y vehículos asimilables, contruídos por los expositores con piezas hechas por terceros.

Grupo núm. 3.—Piezas aisladas para la construcción de velocípedos y vehículos asimilables y accesorios de toda clase de la maquinaria. Taxímetros, cronómetros.

Grupo núm. 4.—Gomas.

Grupo núm. 5.—Materiales especiales de construcción; cañerías, aceros, fundiciones, etc.

Grupo núm. 6.—Trajes y equipos para ciclistas.

Grupo núm. 7.—Transporte y custodia de los velocípedos y vehículos asimilables.

Grupo núm. 8.—Publicaciones técnicas, de viajes ú otras para el ciclismo; organización de las grandes Sociedades ciclistas; estudios, seguros, etc.

SECCIÓN V

Correo, telégrafos, teléfonos y otros medios de comunicación similar.—Grupo núm. 1.—Disposiciones, materiales y útiles para el servicio de correo en los ferrocarriles.

Grupo núm. 2.—Disposiciones, materiales y útiles para el servicio de telégrafo en los ferrocarriles, líneas y aparatos.

Grupo núm. 3.—Telégrafo sin hilos. Estaciones, aparatos, convenciones internacionales, legislación.

Grupo núm. 4.—Proyectos referentes á todos ó cualquiera de los grupos y á los fines en vistas.

Grupo núm. 5.—Servicio al público general.

SECCIÓN VI

Acémilas. Montados y vehículos de atalaje.—Grupo núm. 1.—Materias primas y de consumo para la fabricación y conservación de los aperos, sillas, aparejos, arneses, vehículos, atalajes, barnizado y arreo: en piezas al natural ó á medio trabajar ó concluidas.

Grupo núm. 2.—Monturas y aparejos de carga completos, trineos, carretas, carros comunes para la ciudad y el campo: carretones y carros para usos especiales; carros para riego, carritos de mano para depósito de carga; astilleros, minas, muelles, etcétera, chatas, canoas, balsas, maromas para vados.

Grupo núm. 3.—Carruajes de toda clase y dimensión para el campo, ciudad, carreras, servicios especiales, correos; cochecitos de mano, literas, angarillas.

Grupo núm. 4.—Caballerizas de lujo y de servicio común; enfermerías, herraderos, instrumentos y preparaciones para la medicina veterinaria; uniformes y libreas para mozos de cocheras, cocheros, carreros, etc.; guarniciones para caballos; artículos de talabartería; materias de consumo en las caballerizas.

Grupo núm. 5.—Empresas para transporte de mercaderías y pasajeros; reglamentos, tarifas, estadísticas; balances y sistema de contabilidad.

SECCIÓN VII

Caminos ordinarios de herraduras carreteros, urbanos y de sport.—Grupo núm. 1.—Parte histórica y descriptiva; estadística, programas para la viabilidad nacional é internacional.

Grupo núm. 2.—Parte administrativa: leyes, reglamentos, organización, vigilancia, higiene, seguridad, estadísticas.

Grupo núm. 3.—Parte técnica: proyectos, especificaciones, materiales útiles, máquinas, procedimientos para las obras, los servicios y su conservación; estadísticas; vía experimental; casas de refugio en la cordillera y casas de aduana.

SECCIÓN VIII

Transportes militares y asistencia en los transportes de enfermos y heridos.—Grupo núm. 1.—Monturas, aparejos, arneses, carros, arneses, cureñas, atalaje para transporte de hombres, cargas provistas, municiones, artillerías y demás pertrechos con mulas, caballos, etc.

Grupo núm. 2.—Puentes militares, vados.

Grupo núm. 3.—Carros para transporte de heridos y enfermos.

Grupo núm. 4.—Automóviles y bicicletas especiales para el transporte de los mismos.

Grupo núm. 5.—Transporte de heridos á brazo y espalda; con angarillas, literas y caballerías.

Grupo núm. 6.—Transporte por ferrocarriles. Trenes sanitarios.

Grupo núm. 7.—Transportes fluviales y por lagunas.

Grupo núm. 8.—Transportes en montaña por vía aérea.

Grupo núm. 9.—Previdencias para el transporte del material sanitario tras de las tropas.

SECCIÓN IX

Equipaje, baulería, embalaje.—Grupo núm. 1.—Talegos, petacas, balijas, baúles, etc.

Grupo núm. 2.—Bios y embalajes.

Grupo núm. 3.—Disposición y útiles para la manipulación de las mercaderías y bagajes en las expediciones y en viaje.

Grupo núm. 4.—Modelos, dibujos, fotografías, escritos.

SECCIÓN X

Transportes municipales y servicios de bomberos.—Grupo número 1.—Coches, carros, máquinas y accesorios para los servicios de asistencia pública: transporte de presos, de difuntos, de

riego, barrido, transporte de reses, de otros alimentos, de basura.

Grupo núm. 2.—Carros de transporte de toda clase para bomberos: máquinas y útiles especiales, escaleras aéreas y de mano, aparatos salvavidas, aparatos y elementos de prevención y extinción de incendios.

Grupo núm. 3.—Ordenanzas, estadísticas, bibliografía.

N. B.—En esta sección la Municipalidad de Buenos Aires exhibirá el conjunto técnico, administrativo, moral, de su organización y de la de los demás servicios públicos no expresados anteriormente.

SECCIÓN XI

Arte decorativo en la industria de los transportes.—Grupo número 1.—Proyectos, artículos y productos industriales relacionados con el embellecimiento y ornato del exterior é interior de las estaciones; remesas, caballerizas; vehículos de toda clase en dibujo, pintura plástica, modelos aplicables á cuanto esté á la vista y al uso de los pasajeros; frentes, entradas, andenes, restaurantes, bars, asientos, pasajes, pasarelas, faroles, relojes públicos, buzones, kioscos, fuentes, bebederos, pesebres, rejas, tableros de avisos, hoteles terminus, salas de espera, embarcaderos, paradas, etc., por separados ó en ambientes completos: Memorias y estadísticas.

Grupo núm. 2.—Escuelas. Laboratorios de arte industrial: muestras, historia, organización, estadística.

SECCIÓN XII

Higiene y asistencia sanitaria en los transportes terrestres.—Grupo núm. 1.—Higiene en los edificios de los ferrocarriles.

Grupo núm. 2.—Higiene del material rodante de los ferrocarriles.

Grupo núm. 3.—Coches especiales para el transporte de los enfermos en los ferrocarriles.

Grupo núm. 4.—Higiene del personal de los ferrocarriles.

Grupo núm. 5.—Inspecciones higiénicas de los restaurantes de las estaciones.

Grupo núm. 6.—Servicio de limpieza y desinfección de los edificios y del tren rodante de los ferrocarriles.

Grupo núm. 7.—Asistencia sanitaria entre el personal de los ferrocarriles.

Grupo núm. 8.—Organización del servicio para la cura de la profilaxis de la malaria en los ferrocarriles.

Grupo núm. 9.—Organización del servicio de urgencia en los ferrocarriles.

Grupo núm. 10.—Socorros de urgencia en los automóviles y otros vehículos; disposiciones, instrucciones, vehículos especiales, aparatos portátiles de desinfección: materiales.

SECCIÓN XIII

Previsión, asistencia y patronato en pro de los trabajadores, empleados, agentes, dependientes, obreros, etc., afectos á las Empresas de los transportes.—Grupo núm. 1.—Legislación.

Grupo núm. 2.—Instituciones de Estado y de otras Administraciones públicas.

Grupo núm. 3.—Instituciones de las empresas en provecho de su personal.

Grupo núm. 4.—Instituciones del personal.

Grupo núm. 5.—Estadísticas sobre las condiciones profesionales, económicas y sanitarias de los afectos á las Empresas de transportes.

Grupo núm. 6.—Bibliografías.

Los objetos expuestos deberán consistir en todos aquellos medios gráficos; prospectos, cuadros, monografías, impresos, manuscritos y plásticos, modelos; representación de aparatos que deben servir para poner en evidencia el orden, el buen funcionamiento y los resultados de los correspondientes institutos y providencias en los que debe constar la muestra.

SECCIÓN XIV

Galerías de las industrias mecánicas nacionales relacionadas con los transportes y la galería del trabajo de acción.

SECCIÓN XV

Obras nacionales especiales.

SECCIÓN XVI

Experimentos aeronáuticos. — Grupo núm. 1. — Aerostatas libres.

Grupo núm. 2. — Aerostatas sondas.

Grupo núm. 3. — Dirigibles.

Grupo núm. 4. — Aeroplanos.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Transformaciones radioactivas y transmuciones.

M. J. Danne resume en el *Génie Civil*, números del 2 y 9 de Enero, el estado actual de nuestros conocimientos sobre las diferentes sustancias radioactivas conocidas ó insiste más particularmente sobre la teoría de las transformaciones radioactivas, que es la que está al parecer más de acuerdo con las hechas. Esta teoría, imaginada en 1900 por M. y M.^{me} Curie y desarrollada por MM. Rutherford y Soddy en 1903, ha contribuido poderosamente al desarrollo de nuestros conocimientos sobre la radioactividad, rama hoy ya muy importante de la química física, y ha servido de punto de partida para el descubrimiento de un gran número de sustancias radioactivas nuevas.

J. Danne estudia desde luego los fenómenos característicos de la radioactividad en las principales sustancias radioactivas. Estas sustancias forman cuatro grupos en cada uno de los cuales las sustancias se derivan unas de otras por desagregación espontánea. Esta transformación es una verdadera transmutación en el sentido que aplicaban los antiguos alquimistas, y que aplican todavía los químicos actuales, esta palabra, para una ó dos por lo menos de las sustancias consideradas, á saber: la emanación del radio y el helio que están caracterizados por un espectro y un peso atómico.

Sin embargo, parece que debiera ensancharse la moción de transmutación y dar el nombre de elemento químico á todas las sustancias radioactivas. Se ha reconocido, en efecto, que una ley de desactivación (ley según la cual un cuerpo radioactivo pierde su radioactividad en función del tiempo) es una propiedad atómica que se transporta en todos los compuestos químicos que encierran la sustancia radioactiva, cualesquiera que sean los otros cuerpos con los cuales esté combinada. Puede, pues, dicha propiedad caracterizar un elemento, tan legítimamente como un espectro ó un peso atómico.

Aunque la radioactividad parece ser una propiedad general de la materia, es muy necesario que estas transmutaciones, que son espontáneas y predeterminadas y que el hombre no puede, por consecuencia, impedir ni provocar, sean comparables á las que Ramsay ha creído poder realizar á voluntad, en cierto modo, poniendo tal ó cual elemento en presencia de un cuerpo radioactivo. El interés práctico de estas transmutaciones no está, por otra parte, en la misma transformación, sino en la cantidad de energía considerable que se pone en juego para esta transformación, siendo la enormidad de esta energía la que explica por qué hasta el presente la voluntad del hombre, reuniendo á los otros manantiales de energía conocidos, es y será probablemente impotente para provocar una transmutación en una dirección escogida á su antojo.

Sobre el equilibrio de un sistema de planos sometidos á la acción del viento.

El sistema considerado es un conjunto rígido de áreas planas sobre las cuales un viento de velocidad V ejerce una presión normal que tiene por valor $KSV^2 \sin i$. Los elementos planos

se suponen bastante pequeños para que se pueda despreñar los desplazamientos del centro de presión. Las componentes de las presiones X , Y , Z y de sus momentos L , M , N , se expresan en función de los cosenos directores de la velocidad del viento l , m , n , y de los cosenos directores de las normales á los diversos elementos planos a , b , c .

$$X = KV^2 \Sigma S a (al + bm + cn), \text{ etc.}$$

$$L = KV^2 \Sigma S (cy - bn) (ai + bm + cn).$$

La proyección sobre la dirección del viento de la resultante de las presiones es:

$$P = Xl + Ym + Zn.$$

Llevando á partir del origen un vector $V \sqrt{\frac{K}{\rho}}$ el lugar de su extremidad se llama *indicatriz de las presiones*. Del mismo modo la proyección φ sobre la dirección del viento del momento resultante es igual á $Ll + Mm + Nn$ y la extremidad del vector $V \sqrt{\frac{K}{\rho}}$ engendra otra curva del género hipérbola llamada *indicatriz de los momentos*.

Cuando el viento sopla paralelamente á una generatriz el plano del par resultante es paralelo á esta generatriz.

Se llega así y por analogía con la teoría de los pares de Poincaré á considerar puntos y superficies notables. Puntos para los cuales las dos indicatrices son coaxiales, hiperboloide de los puntos en que el momento resultante es nulo. Superficie reglada, lugar de los puntos para los cuales la relación del momento resultante á la resultante de traslación es constante, etc.

Se puede siempre encontrar un sistema de tres planos equivalente á un sistema dado; hay una infinidad de semejantes triedros. No existirá triedro trirectángulo más que en casos particulares.

Se demuestra también que para que el momento de acción del viento con relación al vértice del triedro sea nulo, es necesario que los planos pasen por una misma recta ó que las normales á los tres elementos encuentren una misma recta que pase por el punto de concurso.

La teoría tiene aplicación al equilibrio de un aeroplano cuyo motor no esté en movimiento; es necesario evidentemente que el centro de gravedad del aparato esté en el hiperboloide de los momentos resultantes nulos y que la generatriz que representa la línea de acción del viento y pasa por este centro sea vertical. Un aeroplano rígido, sin motor, no puede permanecer inmóvil más que con un viento ascendente.

No admitiendo la acción del viento potencial no se puede estudiar la estabilidad más que investigando si los movimientos alrededor de la posición de equilibrio resultan muy pequeños cuando el tiempo crece indefinidamente. Admitiendo que las oscilaciones alrededor de la posición de equilibrio son muy lentas,

se encuentra por consideraciones aproximadas que el aeroplano indeformable sin motor no está nunca en equilibrio estable.

Cuando el sistema posee un punto fijo, las condiciones de equilibrio se comprueban idénticamente si este punto es el centro de gravedad; en el caso contrario pueden existir posiciones de equilibrio que correspondan á las generatrices reales de un cono de 4.º grado que están comprendidas en el plano $Lx + My + Nz = 0$.

En el caso de un eje fijo, se encuentra que para que haya equilibrio estable es necesario que el viento forme un ángulo suficientemente grande con la dirección del eje.

Cálculo de los tubos de hormigón armado.

Dos casos de este problema son susceptibles de aplicaciones prácticas muy numerosas.

El primero se encuentra principalmente cuando una conducción de agua á pequeña presión ha de atravesar un valle profundo ó que sirve de lecho á un arroyo de régimen torrencial. Una conducción forzada, de acero ó de hormigón armado, sería cosa difícil de limpiar y expuesta á destruirse por las grandes crecidas; por eso resulta en general más ventajoso conservar el perfil normal de la conducción y hacerla atravesar la depresión sin cambio de nivel por medio de palizadas.

La misma solución es aplicable al caso de un canal no navegable; un tubo de diámetro conveniente, descansando sobre palizadas de cemento armado al través de la depresión, será en general más económico, ya se trate de una conducción forzada, ya de un acueducto de sección rectangular.

El segundo caso se encuentra en el estudio de los edificios expuestos al viento: faros, chimeneas de las fábricas, postes para la telegrafía sin hilos.

El autor estudia sucesivamente los dos casos con detalle, y da las fórmulas que convienen, haciendo aplicación de ellas á ejemplos numéricos.

(*Génie Civil*.)

Nota sobre las inyecciones de cemento practicadas en el subterráneo del collado de los Monteks (Alta Savoya).

Este túnel, cuya longitud es de 1.881,48 metros, se ha abierto para el paso de la sección de Argentiére á la frontera suiza en un terreno agrietado y acuífero formado por micasquitos, gneís y cuarcita. El revestimiento proyectado comprendía en las partes húmedas la aplicación sobre la chapa de cemento de 0,03 de palastros alquitranados con objeto de impedir la erosión por las aguas, y de una camisa de piedras en seco de 0,30 contra las paredes de la zanja.

Las lluvias de Mayo de 1906 ocasionaron en la parte de mampostería y en 260 metros un flujo de agua que los medios de desagüe proyectados no fueron suficientes, y que, cargando por detrás de la fábrica, la atravesaron degradando las juntas; del lado de Marigny, la invasión que sufrió la galería de avance provocó desprendimientos parciales. Se estudiaron nuevos tipos para las partes que quedaban por fabricar, con contrafuertes y sólidos macizos, barbacanas con caídas recubiertas con placas de palastro para evitar las proyecciones, y para la parte ya revestida hubo de recurrirse á las inyecciones de cemento, ya empleadas con éxito en el subterráneo de Simonest.

Sobre una conducción general de aire comprimido (5 á 6 kilogramos) se ensambló un tubo flexible que conducía el aire á un cuerpo cilíndrico donde el mortero de cemento, con la dosificación de 50 kilogramos de portland por 40 litros de agua, era introducido por un autoclavo de charnela y tornillo de ajuste. La conducción de impulsión que salía de la base del cuerpo cilíndrico recibía igualmente un tubo ramificado en la canalización de aire comprimido que permitía rechazar antes de la inyección del cemento el agua que venía á inundar el sitio donde se quería inyectar.

El peso total del aparato es de 180 kilogramos.

Los agujeros de inyección se preparaban á mano ó con el martillo perforador Ingersold-Rand. El tubo de impulsión era un tubo de plomo de 2 á 3 metros, que se introducía 0,10 en el agujero y se sujetaba con cemento rápido.

El mortero se impelía por el aire comprimido en todos los huecos por detrás del intradós, y una vez vaciado el depósito se cerraban las llaves y se volvía á empezar hasta la saturación, después de lo cual se aserraba el tubo á algunos centímetros del paramento.

Del lado de Chamouin el gasto de cemento fué sensiblemente el 50 por 100 del cubo total de la piedra en seco. Del lado de Marigny, las erosiones importantes que provocaron los torrentes de agua de Junio de 1907 alrededor de las fábricas hicieron muy difíciles los trabajos necesarios para contrapear el subterráneo y para fijar en el contorno el cemento por vía de inyección. Para prevenir en lo posible el deslavado del mortero se concentraron en el mismo punto dos y hasta tres máquinas, y el gasto de cemento pasó del triple del volumen de la piedra en seco.

El precio de costo medio de una tonelada de cemento inyectada resultó á 120 francos, á saber:

	Francos.
Mano de obra.....	11,60
Acopios (cemento, tubos, calefacción, alumbrado).....	82,20
Máquinas, vía, vapores, vigilancia.....	11,50
Beneficio, 15 por 100 próximamente.....	14,70

Los cambios de velocidad de los automóviles.

En los automóviles es imposible mantener constante la multiplicación de la transmisión entre el motor y las ruedas. Cuando la resistencia á la tracción crece, por ejemplo, al subir una rampa, el trabajo pedido por vuelta es cada vez más grande, el motor se va deteniendo, y para impedir la parada es necesario disminuir el trabajo resistente. Se está seguro de que no habrá parada si este trabajo permanece siempre inferior al trabajo motor máximo, y para realizar esta condición es necesario cambiar la multiplicación; este es el papel del cambio de velocidad. En general se dispone de tres ó cuatro multiplicaciones para la marcha hacia adelante y de una multiplicación para la marcha hacia atrás.

¿Cómo hay que escoger el número y el valor de estas multiplicaciones? Tal es el problema que estudia, por el cálculo, el autor de este artículo publicado en el *Génie Civil* de 24 de Abril de 1909.

Demuestra el autor que:

1.º Despreciando la resistencia del aire, en las pequeñas velocidades, las de un automóvil dadas por la palanca de cambio deben estar en una relación constante; forman, pues, una progresión geométrica de razón r .

2.º En el caso en que la resistencia del aire no es despreciable, en las grandes velocidades, las velocidades superiores deben escogerse más pequeñas de lo que indica la ley precedente. Cada velocidad está entonces dada por una ecuación de tercer grado.

La razón r es susceptible de una representación geométrica sencilla y que define á cada motor desde el punto de vista de su flexibilidad. El término r que se obtiene instantáneamente cuando se tiene la curva de variación de la potencia según el régimen, es tan importante de conocer como el consumo por caballo-hora, por ejemplo, puesto que está íntimamente ligado al consumo de los engranajes de la caja de velocidades. Se reconoce que los medios de aumentar la flexibilidad son los mismos que los que permitan la economía del carburante: empleo de motores de gran cilindrado, relativamente lentos, que tienen un grado de compresión lo más elevado posible, pero en los cuales se utilizan mezclas más y más pobres á medida que la velocidad crece.