

presión axial ó excéntrica se supondrá que el hormigón ó el hierro actúan como materiales elásticos; no hay que tener en cuenta el concurso del hormigón á la tracción sino cuando los esfuerzos máximos de esta clase no pasen de 10 kilogramos por centímetro cuadrado.

Si rebasan este límite no se admitirá la participación del hormigón en la tracción. Se computará la sección de las armaduras longitudinales igual á n veces su valor. Si la carga es excéntrica los hierros del lado solicitado á la tracción soportarán solos esta clase de esfuerzos.

No deben considerarse ni calcularse como de hormigón armado las columnas y partes de obras solicitadas á la compresión, cuyas armaduras longitudinales tengan secciones inferiores á 0,6 por 100 de la sección mínima del hormigón.

Si las secciones transversales constituyen verdaderos sunchos distantes á lo más de una fracción a del diámetro d de las espiras, se podrá tomar en cuenta, como trabajando á la compresión, k veces la sección de una armadura longitudinal de igual volumen: los valores de k son:

$$\begin{aligned} \text{Para } a = 0,2 \ d; \quad k &= 32 \\ a = 0,3 \ d; \quad k &= 24 \\ a = 0,4 \ d; \quad k &= 16 \end{aligned}$$

La sección ficticia de la pieza calculada con esos datos no puede, sin embargo, pasar del doble de la del hormigón.

No podrá admitirse que las armaduras longitudinales resistan á la compresión sino cuando existan armaduras transversales cuya distancia no exceda ni veinte veces el diámetro de la barra más delgada ni la menor dimensión de la sección.

c) Se tendrán en cuenta los esfuerzos provocados por los cambios de temperatura y contracción del hormigón si la estructura no puede dilatarse ó contraerse libremente.

5.º *Coefficientes de trabajo.*—a) Para el hormigón, trabajando á la compresión simple ó á la compresión en la flexión, el coeficiente c de trabajo será dado en kilogramo por centímetro cuadrado por

$$c = 63 - 3,5 \ V$$

siendo V la relación de la suma de volúmenes de arena y grava al volumen del cemento, medidos antes de mezclarse y con un máximo de 53 kilogramos por centímetro cuadrado correspondiente á $V = 3$.

El coeficiente de trabajo al corte para el hormigón no pasará de 4,5 kilogramos por centímetro cuadrado.

El esfuerzo de adherencia entre el hormigón y las armaduras no excederá de 7 kilogramos por centímetro cuadrado si las barras están dobladas en sus extremidades y de 4,2 kilogramos por centímetro cuadrado en los demás casos.

En las columnas y piezas solicitadas á la compresión excéntrica podrá admitirse, como ya se ha dicho, que la tracción en el hormigón llegue hasta 10 kilogramos por centímetro cuadrado.

b) En las columnas se tomará en cuenta la eventualidad de la flexión cuando la relación de la longitud á la menor dimensión transversal pase de 20. En ese caso el coeficiente de trabajo á la compresión del hormigón deberá calcularse por la fórmula siguiente:

$$c_1 = \frac{45}{1 + 0,0001 \left(\frac{l}{r} \right)^2}$$

siendo l la longitud libre de la columna y r el menor radio de giro de la sección.

c) El coeficiente máximo del trabajo para el acero será:

Para puentes de ferrocarril, de 1.100 kilogramos por centímetro cuadrado.

Para puentes carreteros y edificios, de 1.200 kilogramos por centímetro cuadrado.

PRUEBA DE LOS PUENTES DE HORMIGÓN ARMADO CONSERVACION DE LAS OBRAS

1.º *Pruebas.*—Tanto para los puentes de ferrocarril como para los puentes carreteros son aplicables las prescripciones del Reglamento de construcciones metálicas aprobado por decreto de 19 de Abril de 1916, en todo lo que se relaciona con los trenes de pruebas, realización de las sobrecargas, clases de ensayos y condiciones de ejecución de los mismos.

No se exigirá el cálculo previo de las deformaciones.

La aplicación de las sobrecargas se hará por lo menos cuarenta y cinco días después de haber fraguado el hormigón.

Durante y después de las pruebas se registrarán las deformaciones producidas y se examinará cuidadosamente el comportamiento y descenso de los apoyos.

Si la obra se ha comportado bien, sin producirse soluciones de continuidad, grietas ú otros defectos importantes, será puesta en servicio por resolución de la Dirección general de Ferrocarriles. En caso contrario ésta resolverá su admisión provisional ó rechazo, después de oír á la Empresa.

2.º *Conservación.*—Son aplicables á esta clase de obras las prescripciones generales que, sobre conservación y vigilancia, se han prescripto para los puentes metálicos en el Reglamento citado, especialmente para las partes que no estén protegidas por el hormigón.

En las partes hechas de hormigón armado se verificará el estado de los materiales y se repararán los defectos comprobados; cuando éstos sean de tal naturaleza que alteren las condiciones en que trabaja el material según la teoría, las reparaciones se harán con todas las reglas del arte para devolver al material las condiciones admitidas.

Estas últimas prescripciones son válidas para todas las obras de hormigón armado.

Salvo casos especiales, será innecesario efectuar las pruebas periódicas de los puentes, bastando sólo las iniciales para los de más de 10 metros de luz.

B. LAUREL,
Ingeniero civil.

LOS PARARRAYOS

POR

ACH. DELAMARRE

(CONCLUSIÓN) (1)

¿Qué resistencia mínima puede pretenderse alcanzar corrientemente?.... Creythgon ha hallado que la resistencia de una conexión única, hecha con tubos de una pulgada, inscrustados por lo menos de 6 á 8 pies en un terreno de humedad normal, variaba entre 15 y 50 ohmios, y que 8 ohmios constituía una cifra excepcional; en el mismo terreno, pero muy seco, la resistencia ha podido alcanzar varios cientos de ohmios.

Para asegurar una humedad suficiente se ha recomendado algunas veces regar la tierra con una solución de cloruro de so-

(1) Véase el número anterior.

dio; en esta forma se reduce bastante la resistencia; pero el efecto obtenido no es duradero y el remedio es, finalmente, peor que la enfermedad, porque se provocan corrosiones y, además, porque se cuenta con la eficacia de una tierra que en realidad no tardará mucho en ser mala. Es preciso, por consiguiente, renunciar á esta práctica y contentarse con aumentar el número de las tomas de tierra.

Si al instalar un pararrayos el tiempo está húmedo y la estación lluviosa, debe alcanzarse una resistencia de algunos ohmios solamente, 2 á 3 todo lo más; por el contrario, si la tierra está muy seca basta con alcanzar de 15 á 20 ohmios.

¿Cómo medir estas resistencias? El método más práctico es el clásico del puente de Wheatstone, aplicado á tres tierras, de dos de las cuales se esté asegurado de su eficacia y de la que se quiere medir; sin embargo, es preciso tener cuidado de que estas tres tierras estén distantes unas de otras, por lo menos de 25 á 30 metros. Sean entonces R_1 , R_2 y R_3 las resistencias de las tres tierras, y llamemos A , B , C las resistencias de estas mismas tierras en serie 2 á 2:

$$R_1 + R_2 = A \quad R_1 + R_3 = B \quad R_2 + R_3 = C.$$

Si R_1 es, por ejemplo, la resistencia á medir, se saca fácilmente:

$$R_1 = \frac{A - C + B}{2}.$$

El resultado obtenido no es de una exactitud absoluta, pero es, sin embargo, lo suficientemente aproximado.

VII. LAS TERMINACIONES AÉREAS. — Las opiniones de los técnicos sobre la eficacia y papel de las puntas en los pararrayos, difieren mucho más de lo que á primera vista pudiera creerse. En los Estados Unidos se comprueba que predomina el tipo de barra grande, mientras que en Austria es el sistema de «contorno» sin ninguna punta y que en otras regiones se aplica el sistema Melsens que no es en suma más que la amalgama de los dos precedentes.

El sistema llamado de «contorno» demuestra que el empleo de las terminaciones aéreas en forma de puntas no es de ningún modo indispensable, y algunos autores han considerado también que los pararrayos de puntas eran más bien desventajosos porque aumentaban en el inmueble la probabilidad de ser alcanzado por el rayo; esto resulta de la influencia conocida no solamente por datos experimentales que se han podido recoger, sino también por los efectos clásicos de las puntas aceradas en las chispas de descargas. Ahora bien; si se aumenta en un inmueble el riesgo de ser alcanzado, se aumenta también evidentemente sus peligros, por muy perfecto que sea el pararrayos destinado á su protección.

Como compensación, si la acumulación de electricidad estática tarda mucho en formarse, una cantidad bastante considerable puede descargarse, gracias á las puntas, bajo la forma de descargas en penachos, de donde una disminución segura de la violencia del rayo, aun cuando éste no se evite completamente. Este es el hecho observado y descrito por Franklin con ocasión de sus célebres experimentos.

Otra de las ventajas de las puntas está en el efecto director que la corriente de aire ionizado produce alrededor de una punta durante una descarga de electricidad estática, que tiene por resultado atraer una parte del rayo obligándole á seguir el camino que conduce á esta punta, en vez de seguir la línea natural de mayor caída de potencial. Resulta, como consecuencia, que alrededor de una barra existe una área de protección, por la cual el rayo descargará en la barra con preferencia á los demás objetos.

Lo que acabamos de decir es suficiente para demostrar que ningún cálculo podrá permitir la determinación de esta área de protección, cuyo valor depende de la forma de los tejados, de la velocidad y dirección del viento en el momento de la descarga, etc. Sin embargo, la Comisión encargada de estudiar las condiciones de la instalación de pararrayos en la ciudad de París, en la sesión del 20 de Mayo de 1875, indicó que el área de protección parecía poder ser admitida como comprendida en el interior de un cono que tuviese la punta como vértice y un radio de base igual á 1,75 veces la altura de la punta sobre el nivel del suelo.

En fin, un último argumento en favor de las puntas es que, sirviendo éstas para recibir las descargas, en caso de fusión de ellas no puede esta fusión impedir la continuidad del conductor, como puede ocurrir con el sistema de «contorno».

La conclusión es, pues, terminante: las terminaciones aéreas en forma de punta presentan ventajas que compensan con mucho los inconvenientes y deben, por consiguiente, ser adoptadas.

Dos tipos se utilizan corrientemente: las grandes barras y las puntas múltiples, siendo estas últimas particulares al sistema Melsens.

Las grandes barras ó puntas sencillas pueden ser huecas ó macizas; las primeras no son muy recomendables, porque se funden con frecuencia; como ya hemos dicho antes, se debe dar la preferencia á las puntas macizas. Generalmente son de cobre, bronce y, algunas veces, de níquel; con frecuencia se platiniza el extremo para evitar las corrosiones; es, sin embargo, un lujo inútil; el níquel llena el mismo fin con mucha mayor economía; no es preciso creer, en efecto, que al platinizar se evita la fusión y se haría preciso tal cantidad de platino que resultaría un gasto prohibitivo.

Las puntas múltiples compuestas de cinco á doce pequeñas barras cortas montadas alrededor de un centro común, raramente se funden porque se distribuyen la descarga.

¿Qué longitud debe darse á las barras pequeñas?.... Aquí, la práctica (es decir, la costumbre que está muy cerca de la rutina) indica 1,25 á 1,50 metros en los techos planos, 0,30 metros en los tejados en forma de campanario y de 0,40 á 0,50 metros en las chimeneas.

Dado que no puede determinarse más que con gran error y en todo caso sin ninguna certidumbre, el área de protección de una barra obliga á colocar las terminaciones aéreas sobre todas las chimeneas, sobre los remates angulares y sobre todo saliente vertical un poco elevado del inmueble; á lo largo del tejado parece deseable no espaciar las barras á más de 7,50 metros. Sobre los amplios tejados planos se recomienda colocar las terminaciones en la intersección de líneas en ángulo recto uno con otro y formando un cuadrado de 15 metros de lado como máximo.

En los techos metálicos, las terminaciones deberán estar unidas con él, de modo que el conjunto vaya á tierra, como igualmente todas las piezas metálicas de la construcción.

Sobre las chimeneas de las fábricas construídas con ladrillo, cemento, etc., recomienda el Sr. Peters se constituya la terminación, no con varias barras, sino colocando sobre la coronación una jaula hemisférica ó cónica de metal recubierto de plomo; en efecto, demostrando el rayo una gran tendencia á seguir las corrientes de humo, puede muy bien no tocar un anillo formado con algunas barras ordinarias.

Respecto á los conductores que unen las terminaciones con tierra, deberán ser dos como mínimo, y cuantos más puedan instalarse mejor será: en efecto, se disminuirá en esta forma la inducción, se aumentará la capacidad y será menos temible el peligro de oscilación; la caída de potencial entre la barra y tierra será mucho menor.

VIII. **INSTALACIÓN DE LOS PARARRAYOS.**—Las distintas autoridades científicas y las organizaciones técnicas de Inglaterra, Alemania, los Estados Unidos, etc., han adoptado un cierto número de reglas ó dado recomendaciones referentes á la instalación de pararrayos, que es conveniente conocer porque en cierto modo constituyen el código del constructor. Las resumiremos tratando de ponerlas en concordancia.

Una observación sobre los efectos del rayo ha conducido á dividir sus descargas en dos categorías. La primera comprende las del tipo simple que pueden impedirse ó por lo menos disminuir su violencia por descargas silenciosas sobre las puntas, y cuya trayectoria se prepara en esta forma con anticipación: un pararrayos-barras protege muy eficazmente contra este peligro. La segunda categoría corresponde á las descargas súbitas disruptivas que pegan no importa dónde, con frecuencia en muchas partes á la vez, sin parecer que tengan preferencia por las puntas; contra ellas no cabe más protección que encerrar la casa dentro de un cuadro metálico, constituyendo una verdadera jaula de Faraday.

La conclusión es desde luego fácil de sacar: el sistema de protección más completo es el sistema Melsens; será, por lo demás, de tanto más sencilla realización cuanto que se pueda siempre unir á los cables de tierra los tubos de bajadas de goteras, los canalones del tejado, tejas metálicas, etc., que en esta forma constituirán una importante parte de la «jaula».

Es preciso no contar nunca como medio de protección con los grandes árboles, un campanario, etc., situados en las proximidades; se sabe, en efecto, que una descarga raramente viene sola, siguiendo una simple trayectoria, sino que, por el contrario, todas las puntas situadas alrededor pueden sufrir el golpe por descargas subsidiarias.

Los conductores deben ser de cinta de cobre por lo menos de 20 á 25 milímetros, ó bien de cable compuesto de siete ramales de 3 milímetros, de cobre ó hierro dulce galvanizado. Estas dimensiones son como mínimo y deberán excederse bastante en las partes inaccesibles ó expuestas á la corrosión. Aunque el cobre sea preferible por su mayor resistencia al deterioro, el hierro es más recomendable porque evita las descargas de efecto disruptivo.

Por lo demás, se puede siempre barnizar los conductores sin temor de disminuir su eficacia.

Los conductores deben dirigirse á tierra en línea lo más directa posible, evitando los ángulos y las uniones; teniéndolos bastante alejados de los muros, en los cambios de dirección se podrá tener curvas en vez de ángulos. Con preferencia se les hará descender á todo lo largo de la parte del edificio que esté más expuesta á la lluvia.

En fin, para evitar los cambios bruscos de dirección se puede muy bien hacer pasar un conductor á través del saliente de una cornisa, por ejemplo; basta con que el agujero sea bastante grande para que el conductor pueda dilatarse libremente.

A nivel de tierra los conductores estarán protegidos mecánicamente por tubos de fundición que se eleven á 1,50 metros y preparados de modo que sean impermeables en los sitios en que los conductores penetran en tierra.

Para impedir la corrosión química de la parte subterránea de los conductores, una buena precaución será la de colocarlos en una conducción de madera llena de algún betún.

Aparte de las partes metálicas exteriores del edificio se unirá á los conductores todas las partes metálicas importantes de la construcción (grandes vigas de los pisos, escaleras, armadura), así como los relojes, campanas, etc.; si para estas últimas se presentan algunas dificultades se constituirá alrededor de ellas

una verdadera pantalla de conductores unidos á las tomas de tierra.

Será preciso alejarse, por lo menos de los tubos de conducción de gas, contadores, etc., 3,50 metros.

Las juntas deben soldarse ó atornillarse; si se emplea cable, un excelente sistema consiste en el empleo de juntas de oliva, de uso corriente en la construcción de redes eléctricas; son cómodas y de seguridad absoluta, á condición de llenarlas de soldadura una vez hecha la junta.

Las barras serán de cobre macizo ó de hierro galvanizado, de gran sección y fijadas por lo menos á 2,50 metros encima de la parte del edificio donde han sido amarradas; en el caso de ser tubos de chimenea es preciso que se eleven en 0,30 metros por lo menos de la chimenea más alta del grupo. Deben estar provistas de tres ó más puntas atornilladas; si estas últimas forman parte de una masa de fundición, ésta deberá ser maciza ó estar llena de soldadura. Lo mejor consiste en colocar á 1,30 metros más bajo que el vértice de la barra una argolla atornillada y soldada, y en la que se fijan tres ó cuatro puntas aceradas. Todas las barras deben estar unidas entre sí por medio de conductores horizontales.

Los garfios de bronce ó de latón únicamente son aceptables con conductores de cobre; los garfios de hierro maleable con conductores de hierro galvanizado.

Es conveniente colocar dos barras en cada edificio; las chimeneas ó grupos de chimeneas (principalmente las de las cocinas) deben tener su punta, porque ya hemos dicho que el humo es una trayectoria favorita del rayo.

Aunque la toma de tierra por medio de una placa de cobre ó de hierro galvanizado enterrada en la tierra húmeda no constituya forzosamente el mejor medio, se emplea con mucha frecuencia; se instalarán siempre dos tomas de tierra, por lo menos, una á cada lado del edificio; en los campanarios, torres, chimeneas de fábricas, será igualmente conveniente unir las entre sí en tierra; esto es, por lo demás, un sistema siempre recomendable y que no sufre excepción alguna. La superficie mínima de la placa de tierra es de un metro cuadrado con un espesor de 3 á 4 milímetros; la forma rectangular es, generalmente, la mejor; los ángulos estarán cortados en bisel, se la recubrirá con cok cuidadosamente lavado, ó mejor con carbón vegetal, carbón pulverizado, etc. Se pondrá, por último, el mayor cuidado en la conexión entre esta placa y el conductor.

La toma de tierra tubular es más recomendable que la placa, principalmente cuando no haya seguridad de que la tierra esté siempre lo suficientemente húmeda; se la constituirá por medio de un tubo perforado provisto de una punta de acero absolutamente análoga á la que se emplea en los «pozos instantáneos»; se le incrusta con maza, se hace pasar después el conductor y se rellena con carbón granulado; una derivación tomada de una bajada de gotera próxima permite dar la humedad suficiente. En fin, una conducción de agua bajo presión, constantemente en servicio, constituye, generalmente, una excelente tierra.

La resistencia de una conexión en tierra no debería exceder á 5 ohmios; debe prepararse cerca del suelo una junta especial que permita aislar todo el sistema aéreo de la toma de tierra y poder hacer así la verificación de esta última; este ensayo debe hacerse una vez al año por lo menos.

Cuando los conductores tienen que seguir por los bordes del tejado distancias horizontales de bastante longitud, cada 8 ó 10 metros deben ser provistos de penachos.

Para las chimeneas de fábricas se recomienda en Inglaterra el uso de una banda circular colocada un poco más abajo de la salida y provista de puntas bastante largas inclinadas á 45° hacia el

exterior, ó bien un arco metálico provisto de puntas y colocado al través de la gola.

IX. ALGUNOS CASOS ESPECIALES DE PROTECCIÓN.—Algunos casos especiales se han considerado como de resolución bastante delicada y merecen indicaciones complementarias particulares.

Minas.—Se han comprobado explosiones causadas por chispas de electricidad atmosférica conducida al interior de la mina por los cables de extracción y los carriles de las vías de las galerías; de esto se saca en consecuencia que deben protegerse las cabrias, las portadas, etc.

Depósitos de aceite.—Muy numerosos en las regiones petrolíferas, resultan de muy difícil protección porque generalmente están construídas en su totalidad con metal.

Sin embargo, el Sr. Peters indica el método siguiente, que parece haber dado buenos resultados: en la parte superior del depósito se coloca un primer conductor, todo alrededor como formando un círculo, otros dos conductores se disponen diametralmente á través y en ángulo recto, uniendo sus extremos con tierra.

La toma de tierra debe hacerse por debajo del nivel á que el aceite ha penetrado, y en todo caso, por lo menos, á 4,50 metros de profundidad. Siempre que los conductores se crucen es preciso reunirlos y colocar una terminación aérea; igualmente se colocará otra á un metro, por encima del tubo de aire, el que será recubierto ulteriormente con tela de cobre.

Animales y pastos.—En algunas regiones es tan grande el número de bestias heridas por el rayo, que debería buscarse el modo de remediar estos accidentes, lo que por lo demás es fácil.

En efecto, es raro que el animal sea muerto directamente, á menos que no esté debajo de un árbol; en general, durante las tempestades el ganado tiene tendencia á acercarse á los techados, y siendo estos alcanzados con frecuencia, la descarga sigue los alambres y mata á los animales, á veces á una distancia bastante grande.

Una disposición de protección que resulta á la vez sencilla y muy eficaz es la siguiente: cada 50 metros, si el terreno es muy seco y cada 100 si es húmedo, se unen los alambres de la cerca á una toma de tierra constituida por un tubo de hierro galvanizado incrustado de 1,50 á 1,75 metros en tierra; además, cada 300 metros se crea una solución de continuidad en el cierre metálico, intercalando maderos de un metro de longitud; si de este modo alcanza el rayo una sección del cierre, la acción queda confinada á esta sección, aun si la resistencia de las tomas es alta.

En cuanto á los árboles, bajo los que también las bestias tienen tendencia de guardarse, para disminuir el peligro basta con rodear el tronco á la altura de las primeras grandes ramas con un conductor unido á tierra y extender por otra parte este conductor hasta el vértice de la rama más elevada. Esta disposición es sencilla, barata y producirá grandes servicios cuando se trate de árboles aislados cuyos alrededores sean frecuentemente atacados por el rayo.

IX. CONCLUSIONES.—En resumen, y para quitas á las notas precedentes todo lo que tengan de confuso, en el momento actual, y según los interesantes informes reunidos por el Sr. Peters, puede decirse que la técnica del rayo y del pararrayos puede ser susceptible de codificarse en la forma siguiente:

1.º La mayor parte de los daños la soportan las propiedades rústicas y los habitantes del campo.

2.º Los pararrayos reducen los riesgos de incendios por el rayo en un 80 á un 90 por 100 en las casas y en un 99 en las granjas; estas últimas son mucho más atacadas que los inmuebles ordinarios (relación de 1 á 4).

3.º La mayoría de los accidentes que se producen á pesar de

la presencia del pararrayos, provienen de que se ha descuidado unirlos á las masas metálicas que existen próximas á él. Cuando estas masas forman parte del sistema, es casi nulo el peligro de que el rayo abandone el pararrayos para penetrar en el inmueble.

4.º Siendo siempre muy pequeña la resistencia de un pararrayos con relación á tierra, la resistencia del metal empleado tiene poca influencia; en todo caso, la diferencia de resistencia entre los diferentes metales susceptibles de ser utilizados es muy poco importante para poder determinar la preferencia entre un metal ú otro.

5.º El pararrayos de pequeñas puntas múltiples, de «contorno» ó Melsenses, terminantemente superior al pararrayos de barra grande desde todo punto de vista; tiene una mayor resistencia mecánica, atrae menos los golpes directos, su instalación es más barata, es más seguro como protección, etc.

6.º La intensidad de la corriente de la descarga puede exceder á 20.000 amperios bajo 500.000 voltios con una frecuencia de 100.000 á 500.000 períodos por segundo.

7.º La descarga está siempre constituida por una serie de descargas parciales de una duración de varias cienmilésimas de segundo, separadas por intervalos de algunas milésimas á una ó dos décimas de segundo; la descarga completa puede durar de algunas milésimas de segundo á un medio segundo, como máximo.

8.º La descarga da origen á fenómenos completamente análogos á los de las corrientes de muy alta frecuencia y de una longitud de onda tan rápidamente amortiguada que prácticamente se la puede considerar como unidireccional.

9.º La trayectoria del rayo puede desviarse por el viento, á veces á una distancia de una decena de metros.

10. Los efectos caloríficos sobre una barra que pese por lo menos 500 gramos por metro no son apreciables, excepto en el punto en que la corriente penetra en el pararrayos.

11. Los cuerpos buenos conductores parece que son más fácilmente atacados por el rayo que los cuerpos aisladores, sin que, sin embargo, sea posible afirmar nada preciso sobre este particular.

12. Cuando una casa no protegida es alcanzada por el rayo directamente, las personas que se hallen en ella tienen, aproximadamente, un 50 por 100 de probabilidades de ser muertas ó heridas.

13. Los metales comercialmente convenientes para la instalación de los pararrayos son: el aluminio, el cobre y el hierro; debe buscarse principalmente un metal que resista bien las corrosiones (atmosférica y terrestre); para responder á este desideratum, el hierro debe ser galvanizado. Para evitar la corrosión por el humo, el único procedimiento verdaderamente seguro es recubrir las barras con plomo.

14. No es preciso sentar en principio que un pararrayos defectuoso es un peligro; es mejor generalmente tener un pararrayos defectuoso que no la.

15. Parece recomendable hacer uso de barras de sección estrellada y de cables de tierra, de cobre ó de hierro galvanizado. Se deberá siempre tener varias conexiones con tierra.

16. Las tomas de tierra deberán extenderse en el suelo á una profundidad de 2 á 3 metros por lo menos, y en todo caso por debajo de los cimientos del edificio. Su resistencia debe ser lo más baja posible; se considera como muy grande una resistencia de 15 á 20 ohmios.

17. Las chimeneas, los remates y todos los salientes de un inmueble deben estar provistos de puntas; no es posible determinar con certeza el radio de la zona de protección de una barra,

solamente puede afirmarse una cosa: que una barra no protege con toda confianza más que el objeto encima del que está colocada.

18. Los gastos de instalación de un pararrayos y sus gastos de conservación son generalmente más elevados que el riesgo de incendio que cubren, excepto en algunos casos especiales; el seguro será más barato.

Ahora bien, la protección está justificada por el riesgo que corre la vida humana.

H.

SERVICIO CENTRAL

DE

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

EXPOSICIÓN

SEÑOR: La necesidad y conveniencia de conocer de un modo completo las condiciones de los materiales de construcción utilizables en las obras públicas y en las diversas regiones los resultados de análisis y ensayos y cuantos datos y observaciones á ellos se refieren inspiraron la Real orden de 26 de Febrero de 1916, por la que se encomendaba á las Escuelas de Ingenieros de Caminos dicho cometido.

Su excepcional importancia reconocida en la citada Real orden y demostrada prácticamente hace tiempo en otras naciones, se ha patentizado por la fructífera labor que con extraordinario y laudable celo ha realizado aquel Centro docente, y al propio tiempo y en el corto espacio transcurrido se ha hecho ver la necesidad de crear un servicio especial, dándole la amplitud y los medios que permita su máximo desenvolvimiento sin entorpecer las demás misiones que son peculiares á la citada Escuela, cada día más numerosas y complejas, como consecuencia, entre otras causas, del carácter práctico que con tanto acierto como satisfactorio resultado se imprime en ella á la enseñanza.

Por otra parte, aunque las Jefaturas de los servicios sean las encargadas de reunir los datos de observaciones referentes á los materiales que utilicen para remitirlos al Centro encargado de completarlos con los ensayos y análisis y ordenarlos con arreglo á un criterio y pauta uniformes, será sin duda alguna en muchos casos de positivos resultados que dicho Centro se encargue por sí de allegar determinados elementos que considere necesarios para la determinación de las características de los materiales y sus condiciones de aplicación bajo todos los aspectos.

Indispensable instrumento para este trabajo, en lo que atañe á una de sus fases más importantes (ensayos mecánicos y químicos), habrá de ser el Laboratorio Central de la mencionada Escuela, de acuerdo con uno de los fines de su creación.

Los ensayos que este Laboratorio puede efectuar deben clasificarse en tres grupos:

1.º Los de conjunto, en los cuales se trata de averiguar las características que afectan al total de una construcción ó elemento de ella, aproximándose cuanto sea posible al realizarlos á las condiciones en que los materiales han de ser puestos en obra. Tienen estos ensayos un valor indiscutible y son del mayor interés para los constructores y no menor para los alumnos de la Escuela, á los que proporcionan una excelente práctica de construcción. Así se ha entendido en este Centro docente, dándoles cada día más desarrollo, con ventaja ostensible para la enseñanza.

2.º Los singularizados á cada material, que pudieran llamarse *circunstanciales*, ó sean los ordenados por la Dirección general de Obras públicas ó los que soliciten los Ingenieros-Jefes de los distintos servicios para conocer sus condiciones de aplicación á una obra en particular, ó para investigar las causas de algún incidente ocurrido en ellas.

3.º Los que tienen por objeto conocer al detalle las propiedades de cada material, por decirlo así, *a priori*, y deducir de ellas en qué clase de obra podrán tener más atinado empleo.

Los dos primeros grupos de ensayos son los que se efectúan hasta el presente en el Laboratorio Central y habrán de seguirse realizando en lo sucesivo, y los incluidos en el tercero, que son los que se precisan como elemento esencial para llegar al conocimiento de las propiedades de los materiales que puedan emplearse en las obras públicas, corresponderá al nuevo servicio su ejecución.

Los resultados obtenidos constituirán á modo de un arsenal, en el que se hallarán datos que en muchos casos harán innecesarios los ensayos circunstanciales, y de todos modos servirán los que para un caso concreto se realicen, como una utilísima comprobación de aquéllos.

La especialización de este servicio está plenamente justificada, y una somera indicación de la labor que se le encomienda basta para dar idea del extenso campo que abraza, y de los importantes y valiosos resultados que se obtendrán de su funcionamiento: estudio de las condiciones en que se presentan los diversos materiales, situación de los centros de que se extraen ó se producen, medios y distancias de transporte, conocimiento completo de sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, resultados que se obtengan de su empleo en las diversas obras que servirán para contrastar los obtenidos por los análisis y experimentos, estadísticas y precios, y con todos estos datos llegar á la formación del Catálogo general de materiales de construcción, de los que se conservarán muestras coleccionadas y ordenadas para que en todo momento pueda la Administración conocer las características y condiciones de utilización y aprovechamiento de los elementos que se empleen ó puedan emplearse en las obras públicas, y, por último, la publicación de boletines y anuarios que sean resumen de los trabajos realizados.

Fundado en las consideraciones que preceden, el Ministro que suscribe tiene la honra de someter á la aprobación de V. M. el siguiente proyecto de decreto.

REAL DECRETO

De acuerdo con Mi Consejo de Ministros, y á propuesta del de Fomento,

Vengo en decretar lo siguiente:

1.º Se crea un Centro dependiente de la Dirección general de Obras públicas, que se denominará «Servicio Central para el estudio de los materiales de construcción».

2.º Su objeto será la determinación de las características de los materiales que puedan utilizarse en las obras públicas y sus condiciones de aplicación bajo todos aspectos en relación con los distintos servicios en que sea conveniente su empleo en las diversas regiones.

3.º Para su funcionamiento, y mientras el desenvolvimiento de este servicio especial lo consienta, se utilizará para los ensayos y análisis que sean necesarios el Laboratorio Central de la Escuela de Ingenieros de Caminos, que conservará en un todo su actual organización y realizará la misma misión que hoy en día. Los ensayos que efectúe el nuevo Centro se ejecutarán por el personal técnico á él afecto.

4.º Todos los datos y resultados de análisis ó investigaciones