

adornos, etc., el día 15 de Enero, es decir, á los siete meses de empezado, y aunque no es una velocidad á la americana, creo que es todo lo que se puede pedir en obras de esta clase, en las que sólo la cimentación ha exigido tres meses.

Los ensayos y recepción oficial se han hecho los días 22 al 24 de Enero, y como demostración de las condiciones de seguridad del puente, diré tan sólo que tanto para las pruebas estáticas que se hicieron á razón de 450 kilogramos por metro cuadrado, colocando la carga en todas las posiciones que señala la Instrucción oficial para los ensayos de los puentes metálicos, como en las dinámicas que se hicieron con cuatro carros de 6 toneladas en la forma que también indica la mencionada disposición, la flecha máxima sólo ha llegado á un milímetro y siete décimas, es decir, el $\frac{1}{17.600}$ de luz.

La decoración del puente es muy sencilla, obtenida tan sólo con sus líneas principales, y únicamente en los cuatro pilastres de los extremos de la barandilla, que es de hierro, se han colocado los escudos de España, Navarra, Sangüesa y Liédena, y unos candelabros para las luces.

Las proporciones del hormigón armado han sido 300 kilogramos de cemento Portland lento, 400 litros de arena y 800 de gravilla del río de menos de 3 centímetros, y las del hormigón de masa y piedra artificial 200 kilogramos de cemento por 400 litros de arena y 800 de gravilla.

Las cantidades de materiales empleados en este puente han sido:

37,85 toneladas de arena.

228 ídem de cemento Portland.

600 metros cúbicos de mampostería.

350 ídem íd. de arena.

600 ídem íd. de gravilla.

230 ídem íd. de escollera.

Y se han exvacado 1.090 metros cúbicos de tierra en fango.

ENRIQUE COLÁS.

LAS INUNDACIONES DE OCTUBRE DE 1907

EN CATALUÑA

(CONTINUACIÓN)

Previsiones futuras.

Llegamos ya á la parte final del trabajo, la más interesante para nuestro país, al cual no importa tanto conocer la historia de anteriores y lamentables desastres como evitar su reproducción, lo cual hasta cierto punto es posible si no varían las circunstancias cósmicas actuales, porque si bien nuestra civilización es rudimentaria en cuanto concierne al conocimiento de las inmutables leyes que rigen todo lo creado, aparece en cambio exuberante y poderosa en todo lo que á progresos materiales se refiere.

Debemos, sin embargo, manifestar con igual claridad, que entendemos imposible conseguir la supresión total y absoluta de los perjuicios consiguientes á las inundaciones.

Por un lado los procedimientos propuestos en cada caso estarán sujetos á las imperfecciones inherentes á toda concepción humana, sea ésta de Ingeniero, de Médico, de Estadista, etcétera, etc.

Por otra parte, aun prescindiendo de tales deficiencias y considerando evitado el peligro para una lluvia máxima supuesta en condiciones tan desfavorables como sea lógico presumir, siempre puede presentarse una tormenta más terrible, bastando para convencerse de ello recordar el famoso Diluvio bíblico y

los muchos anteriores que se hallan escritos en las páginas del gran libro de la naturaleza, cuyo examen geológico revela el extraordinario volumen y cantidad de arrastres que en otras épocas formaron los terrenos sedimentarios y diluviales, todo lo que demuestra que las corrientes de agua tuvieron una importancia tal, que los grandes aguaceros de la edad presente son simples lloviznas comparadas con las que anteriormente se precipitaron sobre la superficie del Planeta.

Para proceder con método y partiendo siempre del supuesto de que continúen las condiciones actuales del orbe, comenzaremos por examinar cuáles son los elementos que más influencia tienen en la producción de las inundaciones y qué circunstancias se requieren para que éstas sean destructoras ó perjudiciales.

Se trata de un problema de capacidad, pues en tanto el cauce sea capaz para contener la corriente acuosa ésta no rebosará, y por ello ya se comprende que nos interesa conocer todos los elementos que puedan contribuir al aporte de caudal, esto es, primero el gasto de la crecida por un lado y en segundo lugar al estudio del álveo ó parte del talweg en que debe ir contenida la corriente fluvial.

El caudal de agua que afluye á un río en un punto dado es la cantidad de ella que al mismo concurre procedente de diferentes partes de la cuenca, siendo esa cantidad la diferencia entre la que la misma recibe y la que de ella se pierde por varias causas.

Interesa, por tanto, para lo primero conocer:

A, la cantidad media de agua de lluvia, nieve derretida, etcétera, etc., que por segundo recibe la unidad de superficie en toda la tempestad, así como:

B, la duración de ésta.

C, la dirección de la tempestad respecto de la marcha de la inundación, la que hace el efecto aceleratriz si ambas son idénticas y retardatriz si de sentidos contrarios.

D, influye también la extensión ó área de la cuenca; y

E, la forma de la parte abarcada por el temporal.

También importa conocer el tiempo *F* que tarda en llegar al cauce el agua de las distintas procedencias, para deducir si habrá ó no simultaneidad en las crecidas de los diferentes afluentes.

G, la cantidad de agua perdida, la cual depende de las condiciones meteorológicas de la comarca y del coeficiente de evasión del agua en el terreno, en la que influyen, de un lado, el grado *H* de permeabilidad relativa del terreno, y de otro la capacidad *I* de éste para recibir las aguas, la cual será tanto mayor á igualdad de las demás condiciones cuanto menos agua tenga el terreno y más lenta sea la velocidad de caída de la lluvia y la velocidad de evasión del agua, la que á su vez influye en la rapidez de afluencia al cauce, en la que influye también la forma de la cuenca, toda vez que siendo la misma la superficie y las circunstancias de un temporal, el agua se reúne mucho más pronto en un punto del talweg, si los distintos afluentes concurren á él en forma radial ó de abanico correspondientes á una cuenca redondeada, que en el caso de entroncarse éstos al cauce principal en la forma escalonada que se presenta en las cuencas largas y estrechas.

Entre los factores que afectan á la capacidad del cauce, tienen la mayor transcendencia:

J, la pendiente del mismo.

K, la disposición rectilínea ó curvilínea del tramo que se considere.

L, los obstáculos naturales ó artificiales *M* que se opongan al expedito paso de las aguas, y

N, la forma de la sección transversal del talweg.

Finalmente, hay inundaciones debidas á causas accidentales, como, por ejemplo, las debidas á la rotura de una presa, etcétera, etc., de las cuales no hemos de ocuparnos por no tener relación con nuestro objetivo.

Inapreciable ó nula es la influencia que podamos ejercer en lo concerniente á los extremos A, B, C y G, que dependen de

circunstancias que, en general, no puede el hombre modificar, por lo menos en el estado actual de los conocimientos. Algunos han pretendido que la acción de los bosques, altamente benéfica por otros conceptos, lo era también en el de aumentar la cantidad de agua caída por unidad de superficie y en el de mejorar las condiciones meteorológicas de las comarcas; pero huyendo de exageraciones, creemos que este beneficio es más real que positivo, y ello es sensible, porque nada más conveniente para la resolución del grave problema de que nos ocupamos que poder influir en estas dos causas que tan decisiva influencia ejercen en el génesis de las inundaciones.

No se crea, sin embargo, que la cantidad de agua recibida por la cuenca en un tiempo dado sea el producto de la máxima velocidad de caída de lluvia por el área de aquélla abarcada por la tempestad, nada de eso; afortunadamente los grandes aguaceros tienen muy limitada su zona máxima de influencia, así es que los datos de alturas de lluvia, aun los obtenidos por los mejores pluviómetros registradores, tienen sólo una influencia relativa por cuanto sólo revelan los datos relativos á una zona poco extensa, no siendo extraño que entre pluviómetros próximos haya diferencias notables.

Á medida que aumenta el área, la irregularidad ó separación de los extremos de la variación se reduce, normalizándose la corriente.

Por la misma razón se observa muy á menudo que producen

mayor inundación tempestades con moderada altura de lluvia que otros con aguaceros fenomenales y extraordinarios, ocurriendo esto, sobre todo, cuando aquellas lluvias son persistentes y subsiguen á un período en el que los terrenos quedarían empapados de aguas; en testimonio de lo cual podemos presentar multitud de ejemplos, siendo uno de ellos el de las inundaciones del otoño de 1907 que motivan este trabajo.

Para que pueda formarse una idea de las condiciones del país, consignaremos algunos datos respecto del mismo.

Constituye Cataluña la porción Nordeste del Reino español, limitada al Norte por la cordillera pirenaica en cuyas cumbres se halla la frontera, que no coincide con la divisoria ó vertiente de aguas, hallándose limitada al Este y Sur por el Mediterráneo y al Oeste por una línea que se halla próxima al Meridiano.

La superficie total del antiguo Principado catalán es de hectáreas 3.219.660, de las cuales tienen regadío unas 191.377 hectáreas y podían regarse otras tantas en las cuencas del Ebro, Ter y Fluviá; actualmente hay en la provincia de Lérída unas 50.000 hectáreas de tierras incultas ó eriales, las que podrían regarse, según así lo hace constar el Ingeniero agrónomo de la provincia. Los siguientes los hemos entresacado de la Memoria publicada por el Ministerio de Agricultura en 1904 con el título de «El regadío en España»; los de prados y pastos, del oficial del año 1905, y los de cereales, vid y olivo, de 1906.

Los diversos cultivos se distribuyen en la siguiente forma:

Principales cultivos.

PROVINCIAS	Superficie. Hectáreas	Regadío en hectáreas con agua			Sembradura secano.					De secano leguminosas.			Viñedo.	Olivar.
		de pie.	elevada.	eventual.	Trigo.	Cebada	Avena.	Centeno.	Maiz.	Garbanzo.	Habas.	Otras id.		
Barcelona.....	769.050	9.156	3.283	1.688	36.743	11.28	2.025	5.464	2.650	"	1.680	2.530	115.108	5.400
Tarragona.....	649.35	10.100	4.000	6.100	24.625	14.677	"	1.771	"	"	"	1.157	87.497	58.912
Lérída.....	1.215.079	154.000	"	2.000	73.700	48.000	3.300	28.700	290	371	310	210	18.050	71.502
Gerona.....	586.496	6.500	1.200	"	34.500	2.850	4.920	8.150	5.350	390	700	"	9.972	15.130
Total.....	3.219.660				169.568	77.855	10.425	44.085	8.230	761	2.690	3.897	230.627	150.947

Distribución global de los terrenos por grupos de cultivos (en hectáreas).

PROVINCIAS	Totales.	MONTES			Sistema cereal.	Cultivos arbóreos y arbustivos.	Improductivos para la agricultura.	Número de habitantes por k ² .	Carreteras del Estado. Kilómetros por habitante.	Carreteras provinciales. Kilómetros por habitante.
		Comunales.	No comunales.	Baldíos, realengos y eriales.						
Barcelona.....	769.050	26.846	181.666	85.000	182.864	189.008	103.666	137,12	1.009,71	499,90
Tarragona.....	649.075		164.275	147.227	85.000	205.281	45.752	52,07	742,81	174,87
Gerona.....	586.496		65.544	80.765	115.269	51.969	92.839	51,03	759,70	10,00
Lérída.....	1.215.079		441.776		36.362	186.610	152.231	22,60	632,79	100,00
Total.....	3.219.660		1.441.369		750.995	632.868	384.488			

De las cuatro provincias catalanas ha sufrido mayor castigo la más desgraciada. Lérída tuvo interrumpidas casi todas sus vías de comunicación y vió anegadas la mayoría de sus vegas. La crecida del Segre llegó á penetrar en la capital, destruyó el

punto y la carretera del Estado, los Campos Elíseos y multitud de predios particulares; y ¡qué coincidencia! Lérída ofrece una condición inferior á la de las tres restantes provincias á pesar de ser la mayor y la que disfruta de mayor regadío.

Réstanos ya sólo examinar los distintos procedimientos prácticos propuestos para evitar ó atenuar las inundaciones perjudiciales y cuyos medios son tanto más fáciles de plantear cuanto más ilustrado y más rico es un país determinado, porque con ello sus pobladores se convencerán de la necesidad de aplicar los procedimientos preventivos y podrán sufragar los gastos consiguientes.

P. GARCÍA FARIA.

(Se continuará.)

LIMPIEZA POR CHORRO DE ARENA Y PINTURA POR ASPERSIÓN

DE LAS CONSTRUCCIONES METÁLICAS

M. de Wit C. Webb, Ingeniero civil agregado á la marina de los Estados Unidos, ha publicado en las *Engineering News* detalles interesantes sobre unas operaciones de limpieza y pintura efectuadas en el arsenal de Key West, en la Florida, en dos grandes cobertizos que servían de almacenes de carbón; estos cobertizos, de 4,80 á 6,10 metros de altura, tenían sus paredes de palastro de acero de 6 milímetros de espesor. La acción del calor, combinada con la de las impurezas contenidas en el carbón y con el efecto del agua del mar empleada para combatir los incendios producidos por las combustiones espontáneas, producía una corrosión muy rápida de las superficies interiores; por esta razón era necesario raspar y pintar estas superficies siempre que los cobertizos se encontraban vacíos.

Desde que el autor entró en funciones en el arsenal, llamó su atención este asunto y le pareció que el empleo de medios mecánicos para la limpieza y la pintura de estos cobertizos debía ser ventajoso desde el doble punto de vista de la economía y del tiempo.

Después de aprobado el proyecto por la Administración superior se adquirió el material siguiente al precio de 10.850 francos puesto en el arsenal:

Una máquina horizontal de gasolina de 20 caballos.

Un compresor de aire, gastando 2.500 litros de aire por minuto, tomado á la presión atmosférica y comprimido á 2,10 kilogramos; este compresor estaba movido por correa por el motor.

Una bomba rotativa accionada también por correa.

Un depósito de aire de 0,45 metros de diámetro por 1,37 metros de longitud.

Estos aparatos estaban montados sobre un carretón y protegidos por un abrigo de madera.

Había en él también:

Dos aparatos de chorro de arena con una capacidad de 56 litros cada uno.

Dos aparatos proyectores de pintura movidos á brazo, uno para un hombre, otro para dos.

30 metros de tubos para la arena.

60 metros de tubos para enviar el aire comprimido á los aparatos de ahorro de arena.

120 metros de tubos para enviar el aire comprimido á los aparatos de pintura.

30 metros de tubos para la mezcla del aire y de pintura.

Dos cascos con aberturas guarnecidas de mica para los ojos.

60 metros de 50 milímetros de hierro galvanizado.

Antes de recibir este material, el cobertizo A se había vaciado de carbón y la limpieza de las paredes en la superficie interior se había hecho á mano. Se había raspado de este modo unos 650 metros cuadrados en un total de 840, mediante un precio aproximado de 2,25 francos por metro cuadrado. Cuando llegó el material mecánico se suspendió el trabajo á mano y después de algunos ensayos [preliminares se pusieron en servicio los aparatos.

El trabajo marchó con bastante lentitud hasta que los trabajadores se pusieron al corriente; los 190 metros cuadrados que quedaban se rasparon á fondo y los 650 hechos á mano perfeccionados mediante un gasto total de 508 francos para la mano de obra y de 84 francos para la gasolina.

Se emplearon:

	Franco por día.
Un mecánico.....	15
Un auxiliar.....	11
Dos hombres para los aparatos, á 9 francos.....	18
Un auxiliar para los aparatos, á 9 ídem.....	9
Total.....	53

Se empleaba por jornada de trabajo de 40 á 50 litros de gasolina al precio de 0,27 francos el litro, ó sea de 10,80 á 13,50 francos.

Se empleó como pintura coaltar mezclado en la proporción de cuatro volúmenes, con uno de aceite de kerosena y uno de cemento de portland.

El cemento se revolvía primero con aceite, de modo que formase una especie de crema, que se mezclaba en seguida con el coaltar. Se empleaba la mezcla recientemente preparada y bien revuelta.

El precio resultaba en Key West á 0,20 francos el litro. Se observó que esta mezcla no daba tan buenos resultados en los aparatos de aspersión como la pintura de aceite, pero, sin embargo, el trabajo era satisfactorio y muy superior al trabajo á mano.

Se empleó en este cobertizo 245 litros de mezcla para 840 metros cuadrados de superficie, lo que corresponde á un litro para 3,43 metros cuadrados de superficie pintada. Se empleaba el mismo personal que para la limpieza con un hombre más, que igualaba la capa de pintura por medio de una brecha de mango largo. El gasto para la pintura del cobertizo A se elevó á 141 francos de mano de obra y 20 francos de gasolina.

En el cobertizo B se limpió y pintó una superficie total de 1.162 metros cuadrados. Las superficies metálicas estaban recubiertas de una costra de 3 milímetros de espesor y el metal estaba muy picado. Esta costra y la herrumbre eran muy difíciles de levantar. Se empleó ventajosamente para este trabajo el atacar primero la costra por hombres que se servían de barriles para facilitar de este modo la acción de la arena.

El coste de la mano de obra total, raspado y limpieza, se elevó á 270 francos; el gasto de gasolina fué de 405 francos y se emplearon 325 litros de pintura al coaltar, lo que representa un litro por 3,56 metros cuadrados de superficie pintada, cifra casi idéntica á la que se había obtenido para el primer cobertizo. El coste total resultó de 2.270 francos, ó sea de 1,95 por m.².

No es posible dar por separado los gastos correspondientes á la limpieza y los que corresponden á la pintura, porque estas operaciones se hacían simultáneamente, y la mano de obra les era casi por completo común. Había interés en obrar de este modo para dejar las superficies raspadas de nuevo el menor tiempo posible en contacto con la atmósfera.

Se ha empleado, en el trabajo de que nos ocupamos, arena silicea fina, que era la única de que se podía disponer, á excepción de la arena procedente del coral, la cual se encontró demasiado blanda en el ensayo. Una arena de grano más grueso hubiera probablemente producido más efecto.

Esta arena volvía á recogerse, y se secaba y utilizaba varias veces, empleándose 375 litros de arena por día próximamente.

Esta materia debe tenerse perfectamente seca, existiendo en el mercado varios modelos de aparatos para secar arena. Se consiguen buenos resultados sirviéndose sencillamente de una lámí-