

Coste del metro cúbico de mampostería con mortero hidráulico teniendo la piedra al pie de la obra 50,55 reales vellón.

El hormigón hidráulico ha resultado á 408,40 reales el metro cúbico.

Los agotamientos 9427 reales, resultando para coste total de la obra 55.664,42 rs. vn.

De modo que habiéndose ejecutado 97 metros cúbicos de fábrica con mortero hidráulico bajo una altura de agua de cerca de dos metros, el coste del metro cúbico de recalce de esta obra á todo coste, ha resultado á 547,05 reales.

M. GARRAN.

OBSERVACIONES

SOBRE LAS LEYES EXPERIMENTALES DEL ASIENTO DE LOS TERRAPLENES, POR M. J. CARVALHO, INGENIERO DE PUENTES Y CALZADAS.

(Conclusion.)

1.^a *Ley del asiento segun la altura de los terraplenes, para una misma naturaleza de terreno y para una misma manera de ejecucion.*

El asiento es constante en las alturas observadas que tenian de 0,^m30 á 6,^m10, siempre que la altura sea un múltiplo superior ó al menos igual á tres veces el valor del asiento.

No hemos practicado experiencias directas en los grandes terraplenes de la *Creuse*, y seria muy útil comprobar si esta regularidad en el asiento es aplicable á las alturas superiores á 6 metros, ó si un término nuevo proporcional á la altura y cuyo coeficiente fuese muy pequeño para tener una influencia sensible inferior á 6 metros. debería introducirse en la ley del asiento para las alturas notablemente mayores.

A primera vista parece extraño que la ley del asiento se verifique en funcion de la altura: pero se demuestra por la observacion siguiente:

A medida que un terraplen se eleva, las capas inferiores se comprimen mas y mas por el movimiento del trasporte que se opera en la parte superior, y por el peso mismo de esta masa se asientan rápidamente y llegan á un estado de equilibrio permanente, que no se altera por las variaciones atmosféricas, de las que se hallan protegidas por una capa de suficiente espesor del terraplen superior.

De manera que no hay mas que esta capa superior de un espesor sensiblemente constante para una misma naturaleza de terreno y para un mismo medio de trasporte, que asiente y varíe de altura durante un cierto tiempo para llegar á un estado de equilibrio tal, que el asiento total sea sensiblemente constante.

Es evidente que cuando la altura del terraplen descende al valor mismo del asiento, no se reduce á cero, y conserva un valor finito despues de este fenómeno.

Nuestras experiencias no permiten determinar la ley del asiento para las alturas muy pequeñas, iguales ó inferiores al valor observado para el asiento. Sin embargo, la forma de los taludes, la de los perfiles y las observaciones verificadas en reducidas alturas, conducen á creer que se puede, en este caso, considerar como constante el coeficiente de asiento lineal, de la misma manera que antes hemos espuesto. Esto no pasa de ser mas que una primera aproximacion que habria necesidad de comprobar por experimentos hechos con este objeto especial, si la ley ha de presentar un interés práctico. Es cierto que este interés no existe realmente, pues no hay ejemplo de ningun accidente sucedido á consecuencia del asiento en terraplenes de una pequeña altura.

2.^a *Ley del asiento, variable, para una misma naturaleza de terreno, con el modo de trasporte y las precauciones tomadas para la ejecucion de los terraplenes.*

El asiento de los terraplenes en una misma naturaleza de terreno va aumentando, segun se empleen carros, cestos ó espuelas en carretillas, la carretilla sola, el wagon; para un mismo modo de trasporte el asiento

es mayor en los terraplenes contruidos en una sola capa que en los terraplenes hechos en pequeñas capas.

3.ª *Ley del asiento, variable con la naturaleza de los terrenos para un mismo modo de transporte.*

El asiento de los terraplenes, para un mismo modo de transporte, varía con la naturaleza del terreno y va disminuyendo sucesivamente cuando estos terrenos se hallan colocados en el orden siguiente:

- 1.º Arcilla y tierras muy arcillosas,
- 2.º Aluviones limosos, sin mezcla de arena ni de guijo.
- 3.º Tierras arcillosas con mezcla de guijo y cascajo, tierras vegetales.

4.º Tierras muy mezcladas con guijo, ó sean conglomerados.

5.º Fragmentos de rocas mezcladas con tierras arcillosas.

6.º Conglomerados de guijo ligeramente terrosos.

7.º Arenas ligeramente terrosas.

8.º Arenas húmedas.

9.º Arenas.

10. Arenas y grava pura, procedente del lecho del río Tet.

El siguiente cuadro sinóptico manifiesta los valores del asiento de los terraplenes aplicables hasta la altura de 6^m.10 según el modo de transporte y la naturaleza de los terrenos que forman el terraplen.

Medio de ejecución...	Arcilla y tierras muy arcillosas.	Aluviones limosos sin mezcla de arena ni de guijo.	Tierras arcillosas con guijo, cascajo y tierras vegetales.	Aluviones de cascajo y guijo del agü.	Tierra muy pedregosa pasando al conglomerado.	Fragmentos de roca mezclados con arcilla terrosa.	Conglomerados de guijo ligeramente terroso y cascajo terroso.	Arenas terrosas.	Arenas húmedas.	Arenas de la playa.	Arenas y cascajo puro del Tet.
Carros.	Por capas 0,180. Una sola capa 0,569.	"	0,215	0,195	0,106	0,155	Con arcilla 0,105. Con tierra 0,072.	"	"	"	0,016
Carretilla y cestos.	"	0,216	0,540	"	"	"	"	"	"	"	"
Carretilla.	"	0,71	"	"	"	"	"	0,055	0,049	0,052	"
Wagon.	1,07	"	0,710	"	"	"	"	"	"	"	"

Las leyes que preceden son las del asiento total, al cabo de dos ó tres años después de la ejecución de los terraplenes.

Los cuadros que contienen las observaciones detalladas hechas en cada quincena, dan lugar á reconocer una cuarta ley.

4.ª *Leyes del asiento, variable con el tiempo para alturas diferentes, naturalezas distintas de terrenos y diversos medios de transporte.*

El asiento de los terraplenes no aumenta sin interrupcion para cualquiera especie de

terreno, cualquiera altura ni cualquiera manera de ejecución.

Los terraplenes de todas clases, después de haber hecho asiento, aumentan en dos épocas distintas del año, en la época de las lluvias del otoño y en las de la primavera.

Algunas veces el asiento se contiene en el momento de estas lluvias, vuelve luego á empezar, continúa creciendo, y, al año siguiente da lugar á dos nuevas oscilaciones en las mismas épocas.

Después del tercer año se puede considerar el asiento total como invariable, en la region meridional de la Francia, en las clases de terrenos observados y para las alturas que llegan á 6,^m10.

Si se representa por una curva el valor del asiento en funcion del tiempo, tomado por abscisa, se obtiene una linea con tendencia hácia una asímptota paralela á las x , á una altura igual al asiento total, que llega generalmente al cabo del tercer año para los terraplenes hechos con precaucion y conforme á las reglas del arte.

Entre el origen y la asímptota, la curva tiene dos oscilaciones en cada año, y la amplitud de ellas va disminuyendo.

Los aumentos de volúmen en los terraplenes de todas clases, esplican los esfuerzos ó empujes que se ejercen en los muros de contencion que se colocan en la prolongacion de los frentes detras de los estribos de los puentes.

Es muy frecuente, sobre todo cuando las mamposterías se construyen con buen mortero, ver desunirse las cabezas de los muros por unas grietas que se manifiestan en planos paralelos, segun el espesor de los muros de sostenimiento.

Cuando este efecto no se observa, la parte superior de dichos muros se inclina, y el mu-

ro desplomado, si ha sido construido vertical, tiene muchas veces que sostenerse por medio de contrafuertes exteriores, ó uniendo los muros opuestos por tirantes de hierro; y no se pueden evitar estos inconvenientes sino rellenando el intervalo de los muros en ala con una verdadera mampostería de piedra seca, colocada á mano.

Estos movimientos de los muros observados por diferentes autores que se han ocupado de las construcciones, se atribuyen á muchas causas; pero ninguno de ellos espresa lo que nuestras esperiencias manifiestan de una manera cierta y sin escepcion, esto es, que el aumento de volúmen de los terraplenes, cualquiera que sea la naturaleza del material con que se hayan construido; aumento de volúmen que no se ha introducido en ningun cálculo, ni en ninguna teoria relativa al establecimiento de los muros, debe tener una influencia considerable en la forma y dimensiones que convienen al máximo de estabilidad y minimum de gasto.

Presentamos á continuacion el cuadro sinóptico que indica los valores aplicables del aumento de los terraplenes hasta la altura de 6,^m10, segun el modo de transporte y la naturaleza de los terrenos que constituyen el terraplen.

Medio de operacion...	Arquilla y tierra muy arcillosa.	Montones limosos sin mezcla de arena ni de guijarros.	Tierra arcillosa con cascote y guijarro, tierra vegetal.	Tierras muy arcillosas pasando al conglomerado.	Fragmentos de roca mezclados con arcilla terrosa.	Conglomerados de guijo lijeramente terrosos, y cascote terroso.	Arenas terrosas.	Arenas húmedas.	Arenas de la playa.	Arenas y guijo del Pel.
Carros.	0.011	"	0,050 0,056	0,045 0,051	0,001	0,045 0,026	"	"	"	0,007
Carretilla y cestos.	"	0,041 0,070	0,056	"	"	"	"	"	"	"
Carretilla.	"	0,045	0,015	"	"	"	0,010	0,005 0,054	0,008 0,054	"
Wagon.	0,145	"	0,007	"	0,075	0,048	"	"	"	"

La clasificacion de los mejores medios de transporte bajo el punto de vista del menor aumento de volúmen, y la clasificacion de los terrenos por orden decreciente del mismo aumento de volúmen, no se obtiene en este cuadro de una manera tan explicita como en los asientos. Esto puede consistir en que las experiencias que han demostrado el fenómeno del aumento de volúmen de una manera muy general, no se han practicado para el estudio mismo de las leyes de este fenómeno, hasta entonces desconocido. Debe, pues, hacerse un estudio nuevo y mas reflexivo de los valores del aumento de volúmen, si se juzga que esto puede ser útil bajo el punto de vista práctico de la seguridad de la circulacion, ó de la resistencia de los muros de sostenimiento.

Los números deducidos para las arenas húmedas y las arenas de la playa, indican dos órdenes de valores, en el que el primero parece pertenecer al verdadero crecimiento del terraplen; y el segundo puede ser debido á causas accidentales, tanto mas que los agentes que los han obtenido son los que menos han observado, y ofrecen por consiguiente menos seguridad.

Aunque el orden en el que deben ser colocados los terrenos bajo el punto de vista del aumento de los terraplenes, sea susceptible de modificacion, los terrenos donde domina la arcilla son hasta ahora los que mas aumentan de volúmen; los fragmentos de roca, los cascajos y arenas puras del Tet son los que aumentan menos, pero todos, sin escepcion, producen un aumento ó crecimiento en el terraplen.

Deducimos de este resumen un gran número de observaciones.

Las leyes nuevas que hemos encontrado son sencillas.

Los valores numéricos pueden ser modificados por nuevas experiencias para regiones tambien nuevas.

Las que presentamos son una primera aproximacion que puede ser útil á los Ingenieros, evitando accidentes en la circulacion y gastos de importancia al Estado.

Nuestro objeto se verá cumplido si este trabajo, haciendo fijar la atencion de los constructores y de la Administracion, promueve nuevas experiencias, mejora los estudios de nuestras Escuelas especiales y sirve de provecho á nuestros compañeros la tarea que nos hemos tomado con estas observaciones.

PUENTE GIRATORIO DE BREST.

Se ha construido en Brest un magnifico puente giratorio que ha sido establecido sobre el rio Penfeld, y cuyo proyecto basado sobre el principio de las vigas rígidas en forma de sólido, de la mayor resistencia, es debido al Ingeniero Mr. Oudry.

La ciudad estaba dividida en dos partes por este rio, que tiene unos 200 metros de anchura, y la comunicacion se verificaba por el servicio de barcaje, que era costoso, incómodo y peligroso algunas veces. Siendo necesario establecer una circulacion facil y expedita entre las dos márgenes del rio, sin perjudicar ni entorpecer el paso de los grandes navios de guerra; Mr. Oudry, bien conocido por los notables trabajos de esta clase que ha ejecutado, presentó al emperador el proyecto del puente giratorio de palastro, que fué aprobado y puesto en obra por MM. Schneider y Creuzot.

Esta construccion se ha establecido á una altura de 50 metros por encima de la baja mar, para que todos los buques mercantes puedan pasar por debajo con su arboladura, y solo las grandes embarcaciones de la marina son las que exigen que se abra el puente.

Se compone de dos voladizos de 84 metros de longitud cada uno, que descansan en pilas de granito de 12 metros de diámetro, que se unen con los estribos, igualmente de granito.

Cada voladizo pesa 1.400,000 kilógramos, y dos hombres solamente pueden hacer la maniobra, lo cual demuestra lo bien que se sa-