

es demasiado suave y no se ve ningun otro motivo que los haya exigido. Voy á explicar las razones que tuve.

En la parte inmediata al Rio Chico se forma en tiempo de las aguas una verdadera laguna, cuya agua proviene principalmente de la que se desborda de dicho rio por encontrarse este muy azolvado y sin el cauce suficiente para toda la agua que corre por él. Así es que, para evitarla, ocurría naturalmente el medio de desazolver el rio y de aumentar su cauce; mas como por una parte era un trabajo costoso y por otra pulsaba otras dificultades que habria para llevarlo á cabo, el terreno me indicó otro medio que aguardo me dará buenos resultados, y fué el siguiente: levantar mas el piso como se ve en el perfil, y sobre todo darles á las cuestas en la parte mas alta del tramo, la profundidad suficiente para que el fondo de ella quedara mas bajo que el nivel del terreno natural correspondiente al principio de la calzada, y de esta manera, toda el agua que tienda á reunirse en aquella parte, encuentre salida por las cunetas y vaya á reunirse á la del Rio Grande. La mayor profundidad que ha sido preciso dar á las cunetas ha sido de metro y medio.

El cálculo de las curvaturas lo he hecho empleando la fórmula primordial, por ser la que da resultados mas exactos.

Una de las cuestiones de grande importancia en los caminos de fierro es el trazo de las curvas, por estar íntimamente relacionadas, si cabe decirlo así, con el movimiento de los vehículos. No sucede lo mismo en los caminos comunes, en que si bien es cierto influyen tambien en el movimiento de los carruajes, no se necesita tanta precision en el trazo de ellas, pudiendo emplearse una unidad mayor de curvatura, y mas si el ángulo que forman los alineamientos es muy obtuso, que es lo que generalmente sucede. Por esta razon y por no presentar mi proyecto un caso que pueda ofrecer dificultad, voy á manifestar únicamente el procedimiento que he empleado en las que ya están trazadas. Para esto voy á elegir indistintamente la curva que une el 5º y 6º alineamiento, siendo este el que corresponde al callejon de la Quemada.

El ángulo que forman los dos alineamientos es de $157^\circ 30'$. Por consiguiente, el ángulo en el centro que corresponde al arco que se debe trazar es de $22^\circ 30'$, suplemento de aquel ángulo. Con estos datos tomé sobre el terreno una distancia de 60.^m80 sobre los ejes de cada alineamiento al partir del punto de interseccion; distancia que puedo considerar como las tangentes trigonométricas correspondientes á un arco de $11^\circ 15'$, y cuyo radio voy á determinar.

Para esto tenemos la fórmula

$$r = \frac{t}{\tan. a} \times R$$

en que r es el radio en cuestion, t la tangente igual á 60.^m80, a el ángulo opuesto á la tangente ó cateto t , y R el radio tabular. Sustituyendo y tomando los logaritmos, yo encuentro

$$\log. r = 2.4852417$$

lo que da

$$r = 305.66$$

La secante s la obtengo por esta ecuacion:

$$60.80 = s \times \text{sen. } 11^\circ 15'$$

de donde

$$\log. s = 2.4936678 \text{ y } s = 311.66.$$

De aquí resulta que trazando la bisectriz del ángulo que forman los dos alineamientos, y llevando sobre ella al partir del vértice una longitud de 6 metros, tendremos un punto de la curva.

Los demas los determiné del modo siguiente: consideré dividido el arco en 8 partes iguales, lo que da un ángulo en el centro de $2^\circ 48' 45''$. La cuerda correspondiente á este ángulo la calculé considerando la mitad como un cateto de un triángulo rectángulo, cuya hipotenusa es el radio, y el ángulo opuesto á dicho ca-

teto con un valor de $1^{\circ} 24' 23''$ mitad del ángulo anterior. De esta manera se tiene:

$$\frac{c}{2} = 305.66 \times \text{sen. } 1^{\circ} 24' 23''$$

tomando los logaritmos

$$\log. \frac{c}{2} = 0.8751809$$

de donde

$$\frac{c}{2} = 7.51 \text{ ó } c = 15.02.$$

Ahora bien, el ángulo que forma la primera cuerda con el alineamiento ó tangente es igual á la mitad del ángulo en el centro, comprendido por la cuerda, y el que forman dos cuerdas consecutivas es doble de aquel ángulo; es decir, que en el presente caso será precisamente de $2^{\circ} 48' 45''$. Con estos datos he trazado la curva, y como se ve, el método que he empleado es el método por cuerdas. El punto que determiné en la secante me sirvió de comprobacion.

El transporte medio lo he calculado partiendo del principio de que la suma de los productos de los volúmenes parciales por sus distancias respectivas es igual al producto de la suma de los volúmenes solos, por el transporte medio. Las distancias respectivas de cada volúmen las he determinado fijando los centros de gravedad, tanto de los terraplenes como los de los volúmenes de tierra, equivalentes de la excavacion de donde debe trasportarse. De esta manera he encontrado que el transporte medio es de 120 metros. Se ve, pues, que en general el transporte se podrá hacer empleando carretillas de mano, y aun sacos de cuero llevados por muchachos.

PRESUPUESTO.

El presupuesto del camino lo considero yo dividido en tres partes. En la primera comprendo su trazo, el arreglo de sus pendientes, las obras de terracería, para lo cual es necesario tener

en cuenta la clase del terreno y el transporte medio; en una palabra, la subestructura de la vía. En la segunda trato yo de la superestructura ó revestimiento del camino; y en la tercera comprendo las obras de arte, como son los puentes, alcantarillas, &c., &c. Hago esta division, porque las obras de la primera parte son las que de preferencia deben ejecutarse, miéntras que las de la segunda, que ven principalmente al perfeccionamiento de la vía, pueden diferirse para cuando nuestro comercio y agricultura cubra suficientemente las exigencias del erario.

Por esta razon me voy á ocupar de preferencia de la primera parte, y de la tercera presupuestaré aproximadamente tan solo las obras absolutamente indispensables, teniendo el sentimiento de no presentar los dibujos relativos, por no alcanzarme el tiempo.

Tampoco incluyo la parte correspondiente á las dos primeras secciones, por estar ya terminada la subestructura y gran parte de la superestructura.

El terreno lo divido en cuatro clases: tierra negra arcillosa, tepetate, tierra ferruginosa y conglomerado. Como la primera clase es poca relativamente, y la segunda y tercera se pueden suponer de igual resistencia, las tres primeras clases las comprendo en una sola. Es muy difícil, y casi imposible, determinar á punto fijo la cantidad de cada especie de tierra; pero sin temor de errores trascendentales puedo fijar el conglomerado en la cuarta parte de la cantidad total. Por consiguiente, siendo esta de 32,110 metros cúbicos, incluyendo las cunetas y rebajando lo de las dos primeras secciones, resulta que el conglomerado lo podemos calcular en 8,028 metros cúbicos, y la tierra tepetatososa en 24,082 metros cúbicos. El importe medio de excavacion de un metro cúbico en conglomerado, empleando como medio principal de remocion los cohetes, se puede calcular en 18 centavos y el de la segunda en $5\frac{1}{2}$ centavos.

Para calcular el transporte de la tierra, yo supongo á un hombre llevando cargada una carretilla con $\frac{1}{25}$ de metro cúbico de tierra, y que tiene que descargarla á 120 metros de distancia, que es el transporte medio calculado. Supongo ademas que en la

ida y vuelta, en cargar y descargar, emplea 7 minutos, teniendo en cuenta la rampa general del terreno, y que trabaja en el dia poco mas de 10 horas útiles. De esta manera resultan 87 viajes en el dia, ó lo que es lo mismo, un hombre trasportará á la distancia ántes dicha 3½ metros cúbicos; por consiguiente, siendo el jornal del trabajador de 25 centavos, se puede suponer el transporte de un metro cúbico por 7 centavos.

La cantidad de tierra que debe trasportarse para los terraplenes, deduciendo la correspondiente á las dos primeras secciones, asciende á 11,426 metros cúbicos.

Para tender y apisonar la tierra se necesita un hombre por cada 25 metros cúbicos; así es que el metro cúbico importa un centavo.

De la tierra que resulte de la excavacion, una parte se transporta y la otra se deposita á un lado del camino. En las dos operaciones supongo que un hombre remueve, ya sea llenando las carretillas ó sea depositando la tierra, de 12 á 13 metros cúbicos; es decir, que en esta operacion resultará el metro cúbico á dos centavos.

Reasumiendo y calculando los precios totales, resulta:

Por excavar 8,028 metros cúbicos en conglomerado, á 18 centavos.....	\$ 1,445 04
Por excavar 24,082 metros cúbicos en tierra compacta, á 5½ centavos.....	1,324 51
Por trasportar á 120 metros de distancia la cantidad de 11,426 metros cúbicos de tierra, á 7 centavos	799 82
Por tender y apisonar la misma cantidad de tierra anterior, á un centavo el metro cúbico.....	114 26
Por remover 32,110 metros cúbicos de tierra, sea depositándola, sea cargando las carretillas, á 2 centavos el metro cúbico.	642 20

Al frente..... \$ 4,325 83

Del frente..... \$ 4,325 83

En las obras de arte presupuestaré únicamente aquellas que me parecen de mas importancia; porque si bien es cierto que en el perfil se notan algunos puntos que requieren ó bien alcantarillas, ó puentes pequeños; sin embargo, atendiendo á la naturaleza del terreno y á la cantidad de agua que puede pasar por dichos puntos, no los juzgo de tanta importancia, perteneciendo esas obras mas bien al perfeccionamiento del camino.

Por 28 metros cúbicos de mampostería en una alcantarilla, á \$3 50.....	98 00
Por 180 metros cúbicos de mampostería en un puente, á \$4 50.....	810 00
Por gastos de reposicion de herramienta y demas imprevistos.....	500 00

Suma..... \$ 5,733 83

Como se ve, en el presupuesto anterior no están incluidos ni los gastos de direccion, ni los sueldos de los sobrestantes, porque esto depende del número de trabajadores que se pueda emplear y del tiempo que dure el trabajo, todo en relacion con la cantidad de que se pueda disponer.

Compuesto el camino bajo las bases anteriores, quedará expedito para el tráfico, y no faltará mas que darle el perfeccionamiento que mas tarde reclamará nuestro comercio. No me ocupo de esta segunda parte, por la razon que he manifestado de no alcanzarme el tiempo; así es que con excepcion de la parte nuevamente proyectada y de la que corresponde á las dos primeras secciones, todo lo demas lo presento siguiendo el perfil de la carretera actual; pero es evidente que se pueden introducir algunas modificaciones con notable perfeccionamiento de la vía, ya sea rectificándola en algunas partes, ó llevándola por mejores terre-

nos. Sucede, por ejemplo, en el rancho llamado Ojo de Agua de Piedras Negras, donde el camino da una vuelta pudiendo ir por terrenos mas altos y rectificándolo en su mayor parte; pero repito que estas modificaciones se introducirán mas tarde, tanto por haber otras atenciones de mas importancia, como porque habria lugar á indemnizacion de terrenos, con perjuicio de otras mejoras que reclaman mas imperiosamente su ejecucion. Sin embargo, diré para concluir, que atendiendo á los datos generales que poseo y suponiendo que se construyan todas las alcantarillas, aun las ménos indispensables, y que se macadamice todo el tramo en un ancho de 6 metros, atendiendo por otra parte que en lo general la piedra está casi á la mano, yo creo que el presupuesto total, incluyendo el anterior, no pasará de 25,000 pesos.

Concluyo este pequeño trabajo sometiéndolo á la aprobacion del Ministerio de Fomento.

Morelia, Mayo 31 de 1869.—*Angel Anguiano.*

MEMORIA DEL PUENTE PROYECTADO PARA EL ARROYO DE UREPETIRO.

El puente que he proyectado para el arroyo que pasa por el punto llamado Urepetiro, se debe considerar como puente propiamente dicho y como viaducto. En efecto, solo en la estacion de las aguas puede tener aquel carácter, porque solo entónces se presenta el obstáculo del agua que en las fuertes avenidas eleva su nivel á una altura tan considerable, que hace al arroyo absolutamente inaccesible; mas en el estiaje es tan pequeña la cantidad de agua, que ni se necesita hacer observacion alguna especial, ni ofrece estorbo á la construccion. De modo que en este tiempo no queda mas que la configuracion accidentada del cauce, que exige tambien la construccion del puente, dándole el segundo carácter.

Por lo dicho anteriormente se ve, que los datos de mas estudio para el proyecto en cuestion, son los que se refieren á la can-

tidad de agua en las fuertes avenidas y á la seccion transversal ó configuracion del terreno. La naturaleza de este se da á conocer desde luego, y no hay que discutir sobre la preferencia de tal ó cual método para la construccion del cimiento, puesto que la roca es la que debe recibirlo. El agua tampoco da lugar al empleo de métodos especiales, ni el material ofrece grandes dificultades. De aquí resulta que no me ocuparé sino muy ligeramente de cada uno de los puntos que exijan mayor estudio, puesto que todo lo demas quedará plenamente comprendido con el dibujo mismo.

DESCRIPCION GENERAL DEL RIO.

El arroyo de que me ocupo se llama tambien rio de Tlasasalca, y toma su origen principalmente de un ojo de agua muy inmediato á este pueblo, que es de donde comienzan á correr las aguas, que duran todo el año. Mas arriba no es mas que un arroyo, que aunque imponente en las fuertes avenidas, se seca completamente pasada la estacion de las aguas. La cuenca del arroyo la forman parte del cerro llamado de la Alberca inmediato á Purépero y parte de la pequeña cordillera que comenzando al S. de esta poblacion, corre de E. á O. Hay otros arroyos que se le unen; pero el principal que me ocupa comienza, como acabo de indicar, cerca de Purépero, pasando al E. de esta poblacion, en seguida por Tlasasalca, despues por el rancho llamado Urepetiro, en donde lleva ya una direccion de N. á S., uniéndose por último con el rio de Chavinda en un punto llamado el Zopilote, inmediato á Tangancícuaro, el cual se une á la vez con el de Zamora y que va á desembocar en la laguna de Chapala, ó se puede decir tambien, á unirse con el rio de Santiago, que nace en Lerma. El rancho de Urepetiro, situado entre Zamora y Tlasasalca, dista de esta poblacion como 7 ú ocho kilómetros.

DESEMBOQUE DEL PUENTE.

La cantidad de agua que debe pasar en las fuertes avenidas en el puente en cuestion, no es fácil determinarla con exactitud, porque para esto seria preciso hacer observaciones que aun no