

RECONOCIMIENTO DE LOS RIOS PISUERGA Y

DUERO, MANDADO PRACTICAR POR REAL ÓRDEN DE 17 DE NOVIEMBRE DE 1851, CON OBJETO DE AVERIGUAR LA CONVENIENCIA Y FACILIDAD DE SU NAVEGACION ENTRE VALLADOLID Y ZAMORA.

El cambio de producciones, base esencial del comercio, lo hacen generalmente los países separados por largas distancias en las que varía el clima, el suelo, y por consiguiente la naturaleza de aquellas; el que tiene lugar entre dos puntos próximos, cuyos frutos son comunmente los mismos, suele ser de poca consideracion ó eventual por nacer de causas pasajeras. Así vemos que los granos de Castilla, que forman su mayor riqueza, no tienen mas mercado que el extranjero, y que los pueblos distantes del litoral y de las vías que conducen á él, son pobres y están extraordinariamente atrasados respecto á los que gozan de circunstancias tan ventajosas.

Una de las provincias de Castilla menos favorecida en este concepto, es la de Zamora: sin comercio con las limitrofes y lejos de las vías por donde se verifica el movimiento general de esportacion, es pobre á pesar de los elementos de riqueza que en si encierra: el gobierno conoció su estado hace tiempo, y mandó que se formase un proyecto de carretera que uniese á su capital con Valladolid, punto el mas á propósito para hacerla participar de aquel; pero á pesar de la imperiosa necesidad de llevarle á cabo, se ha planteado hace dos años nada mas y todavia no se han concluido las obras. Cuando no existia ni aun esto, y penetrado sin duda de lo inmensamente mas ventajoso que seria un canal, mandó estudiar la conveniencia y facilidad de prolongar el de Campos desde Rioseco á Zamora. El ante-proyecto de esta obra, que tuve el honor de formar, dió á conocer que si bien no habia ninguna dificultad que se opusiera á su realizacion, tenia el inconveniente de ser algo costosa. Esto por una parte, y la consideracion de que el objeto era unir esta capital con el canal de Castilla y no precisamente con Rioseco, hizo pensar en que acaso seria preferible prolongar el ramal del Sur desde Valladolid hasta el rio Pisuerga para seguir por él y el Duero hasta ella. Así lo hizo ver el Sr. D. Ramon del Pino, entonces ingeniero jefe de Valladolid, y á propuesta suya se mandó practicar un reconocimiento de estos rios para averiguar la posibilidad de hacerles navegables y poder comparar las ventajas de esta obra con las de la prolongacion del ramal de Campos. Vamos á presentar primero el resultado de este reconocimiento, y despues nos ocuparemos del examen de las dos vías.

El valle transversal del Pisuerga corre de Norte á Sur una distancia de 220 kilómetros próximamente, desde las montañas de Reinosa en la cordillera Cantábrica donde tiene su origen, hasta unirse con el valle longitudinal del Duero del que es tributario; las estribaciones que le forman se aproximan ó separan con irregularidad estrechando ó ensanchando el valle del mismo modo; en las inmediaciones de Valladolid concluye la izquierda con el cerro llamado de San Cristóbal, desde donde la divisoria

de los dos rios es una estensa llanura interrumpida por depresiones poco perceptibles, y la derecha cambia de direccion y marcha al O. limitando el valle del Duero.

En los 14,848 kilómetros que recorre el Pisuerga desde Valladolid á su terminacion, tiene tres tablas hermosísimas: la de la Flecha, Arroyo y Mazariegos que ocupan casi toda esta longitud, y otras dos al pie de las laderas de Simancas llenas de islas y obstáculos para la navegacion.

La estensa cuenca del Duero encierra grandes llanuras, por cuyos puntos mas bajos se han abierto las aguas su cauce en un terreno de aluvion moderno compuesto de grava ó pequeños cantos rodados, arena suelta y arenisca poco consistente; su tenacidad es bastante proporcionada al volumen y velocidad de las aguas; y por consiguiente, las dimensiones del lecho están en relacion con la naturaleza del suelo, resultando un régimen, que sino es estable porque apenas habrá un rio que lo tenga, es muy poco variable, y solo en algunos puntos y en las grandes crecidas, se observan derrumbamientos de las orillas y variaciones en su lecho.

Las curvas que describe en su curso son bien abiertas, sin recodos ni cambios bruscos de direccion; casi toda la pendiente está acumulada en las presas que se encuentran desde la confluencia del Pisuerga hasta Zamora; la restante no es excesiva, y como en todos los rios verdaderamente tales, á la menor pendiente corresponde la mayor anchura del cauce.

El Duero, desde la confluencia del Pisuerga, tiene 58 kilómetros en la provincia de Valladolid, y 51,480 en la de Zamora hasta su capital. En esta distancia hay 14 presas con gran número de aceñas, y 6 destruidas completamente.

Despues de un reconocimiento hecho el año anterior, di principio en el actual, auxiliado por los celadores D. Luis Elordi y D. Venancio del Valle, y el aparejador D. Luis Heredero, que han rivalizado en celo y actividad en el desempeño de sus cometidos, á colocar marcas para señalar la altura de las aguas desde el Cubo de la Flecha hasta el puente de Zamora. Para destruir en lo posible la influencia de las aceñas en el estado de las aguas al hacer el señalamiento, se mandó por los señores gobernadores de Valladolid y Zamora á los alcaldes de los pueblos inmediatos al rio, que enidasen de que todos los aguatochos de las presas estuviesen abiertos al mismo tiempo durante 48 horas, y se procedió á verificar la operacion en las 12 últimas, distribuyendo la longitud del rio entre los cuatro que podiamos tomar parte en ella. Inútil fue la precaucion anterior, porque muy pocos molineros obedecieron; pero el resultado hubiera sido el mismo, porque en el estado de aguas bajas tiene muy pocas variaciones el nivel de los rios, ni en 48 horas, único plazo que podia fijarse sin perjudicar demasiado los intereses de aquellos, era de esperar el establecimiento de un régimen constante. Por otro lado la operacion, tal como se hizo, dió por resultado las alturas del agua en su estado ordinario, que realmente es el que importa conocer.

Hecho el señalamiento, se procedió á nivelar por

Madrid 15 de abril de 1854.

el aparejador D. Luis Heredero, partiendo desde el paramento superior de la sillería del muelle del canal del Sur, hasta un punto marcado en el estribo derecho del puente de Zamora; al mismo tiempo se ocupaba en dar secciones, sondear y medir velocidades el celador D. Luis Elordi, y D. Venancio del Valle me ayudaba á levantar el plano, marchando cada uno con un teodolito por una orilla. Para que sirviera de comprobación, se ha hecho una segunda nivelación de largas estaciones que ha dado el mismo resultado que la primera.

Los planos están formados en escala $\frac{1}{5000}$, y contienen todos los accidentes notables del río y de sus márgenes, que pueden influir de algún modo en la navegación.

Todos los demás datos recogidos en el reconocimiento, se han reunido en un estado (1) que comprende las longitudes parciales de las tablas y chorreras, el desnivel entre los extremos; y respecto al muelle del canal, las distancias al mismo, las velocidades, las sondas más notables, una ligera descripción del lecho y márgenes del río; y por último, una sucinta relación de las obras necesarias para la navegación: de los dos números que en cada tabla ó chorrera se refieren á la velocidad, el superior denota la de las aguas bajas, y el inferior la de las altas; estas se midieron en el mes de mayo al establecer las marcas, y las primeras al hacer la nivelación; en todo el tiempo oportuno para observarlas, reinaron unos vientos bastante fuertes en dirección de la corriente, ya en un sentido, ya en otro, que las alteraban considerablemente; por esta razón se han medido en pocos puntos aprovechando los momentos de calma.

El lecho del Pisuerga parece que no ha variado, á lo menos en la parte reconocida, hace muchos años; sus márgenes presentan generalmente pendientes trasversales, poco diferentes de las que naturalmente toman las tierras que las forman, sin socabaciones ni cambios bruscos que solo tienen lugar en las inmediaciones de las presas, cuya mala construcción hace que las aguas vayan á chocarlas directamente.

Lo mismo puede decirse de una gran parte del Duero; pero en otra, desde Villafranca á Villaralbo, se encuentran vestigios de cambios recientes en los grandes depósitos de arena, grava y cantos rodados que forman las márgenes. La posición del puente de Toro es otra prueba evidente, porque no debe creerse que se construyera en el vértice de un ángulo que forma el río y paralelamente á uno de los lados; también lo es una casilla arruinada frente de Villalazán, que sirvió para los barqueros cuando el río pasaba junto á ella, cuya época han alcanzado algunos ancianos del pueblo.

Desde el Cubo de la Flecha, en la orilla del Pisuerga, hasta el puente de Zamora, tiene el río una longitud de 126,028 metros, y un desnivel de 64,285 metros lo que dá una pendiente media de 0,00051, cuya mayor parte está acumulada en los saltos de las presas y en las chorreras; la de estas es algo mayor, y la de las tablas menor, excepto

(1) No le hemos dado cabida en nuestro periódico por no creerlo de interés para nuestros lectores.

to la de una que es de 0,0007 y otra de 0,00056.

A pesar de las pocas velocidades observadas, hay el número suficiente para formar una idea bastante exacta del curso de las aguas; en el estado de bajas solo una ó dos chorreras tienen dos metros de velocidad por segundo, pocas pasan de uno, y las demás y todas las tablas mucho menos. Las altas tienen más de un metro, y en muy pocos puntos llega á dos.

Desde el Cubo de la Flecha hasta la presa de Herreros en el Duero, hay una longitud de 59.448 metros, distribuida en 15 tablas formadas por otras tantas presas; todas tienen muy poca velocidad, y las sondas pasan generalmente de un metro. Desde Herreros alternan las tablas naturales con las chorreras y algunos vados; estas tablas se diferencian de las artificiales en que sus velocidades son algo mayores y las sondas menores; las chorreras tienen las mayores velocidades y las menores sondas; algunas están formadas por gruesos cantos rodados, que acumulados trasversalmente al río, se asemejan á una presa mal construida.

Pocas islas se encuentran en los dos ríos; las que por su elevación sobre las aguas lo son realmente, estorban poco para la navegación; algunos depósitos de grava y arena que se descubren en verano, no son más que altos fondos que conviene hacer desaparecer, unos del todo, y otros en parte, para aumentar la profundidad del canal navegable.

Es muy difícil conocer la altura de las mayores avenidas, por la rareza con que suelen ocurrir; en mayo del presente año hubo una de bastante consideración que subió en el cubo de la Flecha 3,^m9 sobre las aguas bajas, y en el puente de Zamora 3,^m5 como se ha marcado en las dos secciones trasversales de estos puntos.

No es posible aforar con exactitud el caudal de un río lleno de aceñas, especialmente durante las bajas aguas que es cuando más importa conocerle; generalmente semuele á represadas, que combinadas de distintos modos, en cada molino, dan los resultados más anómalos; valiéndose de los aguatochos de las mismas aceñas, parece que se podría obtener mayor exactitud; sin embargo, no es así, porque siempre pasa mucha agua por encima y á través de las presas y por las filtraciones del fondo. El único recurso es repetir las operaciones; de las 14 que hé hecho en el Duero, todas han dado resultados muy distintos, y deseando dos inadmisibles por su gran diferencia con los demás, he tomado el término medio de las 12 restantes y he obtenido 52 metros cúbicos por segundo para el volumen de sus aguas.

Del mismo modo he hallado que el del Pisuerga es de unos 14 metros cúbicos.

Tratándose de la navegación, no es de absoluta necesidad conocer este dato con gran exactitud; basta solo saber que el río tiene el caudal necesario para el gasto de las esclusas al paso de las barcas.

«La navegación de un río depende de la velocidad, y sobre todo de la profundidad,» y considerando la cuestión de un modo absoluto, solo de la profundidad. En efecto, teniendo la necesaria para el

calado de los barcos, podria navegarse un rio, cualquiera que fuese su velocidad, aumentando lo necesario la fuerza de traccion; pero atendiendo al coste de esta, hay un limite del cual no debe pasar aquella para que los trasportes por los rios sean mas economicos que por otras vias; de las esperiencias hechas con este objeto se deduce que este limite no debe pasar de un metro por segundo, sin embargo de que se navegan rios que tienen mucha mas velocidad.

El Duero en aguas bajas, no llega á él en la mayor parte de su longitud, y en donde pasa puede modificarse su régimen convenientemente para que disminuya mucho la fuerza de su corriente. Las altas aguas de invierno tienen mas de un metro por segundo, pero no tanta que obligue á suspender la navegacion en el poco tiempo que duran.

Con la profundidad que hoy tiene el Duero en algunos puntos, no es posible la navegacion; sin embargo, no es difícil aumentarla lo necesario para barcos de bastante calado; es bien claro que cuanto menor sea este, menos costosas serán las obras que al efecto se deben hacer; pero si reflexionamos que la navegacion no se limita al rio sino que continúa por un canal, veremos las ventajas que proporciona el uso de unos mismos barcos en uno y en otro, y por consiguiente lo conveniente que, aun á costa de mayores gastos, se le de la profundidad necesaria para admitir barcos que calen 1,1 metros cargados con 34,5 toneladas como los del canal que tienen 17,6 metros de longitud, 4,4 de latitud en la cubierta y 3,6 en el fondo.

Mencionadas las principales circunstancias del rio, velocidad, profundidad y disposicion de su lecho y márgenes, del modo que puede hacerse tratándose de un ante-proyecto y como aparece en el estado final, resta ocuparnos de las obras de habilitacion que tambien van enumeradas en él.

Nada mas difícil que proyectar con acierto obras cuyo objeto es alterar ó conservar el régimen de un rio por la gran dificultad que hay de conocerle; no bastando para ello la observacion y el estudio de un tiempo muy largo, nos limitamos en este ante-proyecto á enunciar nada mas las obras indispensables y de tal naturaleza que no pueden producir grandes alteraciones ni se oponen á las que pudieran necesitarse para mejorar la navegacion una vez establecida.

Empecemos por la prolongacion del canal; la cara de aguas en el del Sur, está 19,470 metros sobre la superficie de las del Pisuerga entre la presa del Paleiro y la de la Flecha; la mayor parte de esta altura está acumulada en la orilla, por lo que es inútil buscar desarrollo para colocar á la distancia conveniente las 6 esclusas necesarias para bajarla; solo se conseguiria prolongar indefinidamente el canal y aumentar por consiguiente el número de esclusas, resultando siempre un grupo de 2 á 3 en la orilla: esta consideracion nos obligó á elegir para desembocadura la tabla indicada antes de entrar en la ribera del Cubo; hay hasta este punto una distancia de 3.826 metros, en la que se distribuyen bien 3 esclusas, poniendo la primera en el muelle, con lo que se consigue pasar por debajo de la carretera de

Leon sin necesidad de levantar mucho sus rasantes; las otras 3 se agrupan en la bajada de la margen.

La caída que fijamos para estas esclusas es algo mayor que la de las actuales, por lo que se aumenta el gasto de agua por la navegacion; pero en cambio se disminuye por la fuerza motriz, resultando realmente economia; en efecto, la navegacion consume una parte muy pequeña respecto á la que se emplea en la fuerza motriz, y esta necesita mucha menos cuanto mayor sea el salto; queda por consiguiendo compensado el aumento producido por la navegacion con la economia de la destinada á los artefactos.

El terreno que media entre el muelle y el rio es tan llano, que el canal puede abrirse sin mas movimiento de tierras que el desmonte indispensable para su caja.

Desagua en una tabla de mucha profundidad y poca velocidad, en la concavidad de una curva suave formando un ángulo de unos 30° con la parte de agua arriba y en prolongacion de la de agua abajo; esta disposicion facilita el paso de los barcos, lo mismo al bajar que al subir, y no puede producir aterramientos en la embocadura.

Su pendiente y seccion han de ser iguales á las del canal del Sur del que es prolongacion.

Al pie de las laderas de Simancas describe el rio una curva de 2.000 metros de longitud en la que se encuentran 3 presas, la de Arriba, la Nueva y la de Gallo, el puente de la antigua carretera de Valladolid á Zamora y una multitud de islas y altos fondos en la tabla de las huertas que hacen difícil su habilitacion; ademas de 3 esclusas, exige la reunion del rio en un solo brazo, obra muy costosa por la necesidad de darle el ensanche indispensable desmontando una isla, y la construccion de un arco nuevo, porque los que hoy tiene el puente no son bastante anchos para el paso de las barcas; no lo seria menos este por la gran luz del arco nuevo, igual á la de dos viejos, mas el espesor de una de las pilas, que son enormes, y por la dificultad de unir sólidamente una obra nueva con otra en muy mal estado.

Aprovechando la circunstancia de estar estos obstáculos reunidos en una curva, pueden salvarse por medio de una derivacion en el sentido de la cuerda partiendo de la presa de Arriba y terminando por bajo de la de Gallo. La distancia entre estos dos puntos es de 1.482 metros, y el desnivel de 3,215 que se salva con una esclusa de 3,209 de caída dejando el resto para la pendiente que será de 0,0000045; con ella y una seccion de 17,079 metros cuadrados, igual á la del canal del Sur, se tendrá un gasto de 1,081 metros cúbicos de agua.

El paso de la sirga exige dos puentes sobre el Pisuerga; este medio, sobre ser mas perfecto, tiene la ventaja de ser mas barato que las barcas cuya conservacion con los jornales de los barqueros representa un capital mayor que el coste de los puentes.

A pesar del gran desmonte que exige la caja y de otros dos puentes sobre el canal para los caminos que le cruzan, creemos preferible su construccion á la habilitacion del rio cuya navegacion en este trozo siempre seria incómoda.

Las presas del Pisuerga y Duero están malísimamente construidas; con objeto de alargarlas y evitar las socabaciones del fondo, tienen una gran oblicuidad respecto á la corriente, además de una multitud de inflexiones en su dirección que coincide muchas veces con la del río. La destrucción que se ha evitado en el fondo se produce en la margen que recibe normalmente el choque del agua y se derrumba continuamente, llegando el caso muchas veces de romperse la unión ó traba de la presa con ella; entonces acuden allí las aguas con gran violencia y la atacan mas fuertemente variando el lecho del río en el que depositan las partes arrancadas de la margen formando islas á poca distancia de las presas. Al reponer la parte destruida es necesario unirla otra vez con la nueva orilla que está á mayor distancia que la primera, y por consiguiente alargarla mas, aumentando continuamente el inconveniente que solo se salva con la variación de la presa.

A pesar de esto, no conviene hacer en ellas mas obras que la esclusa, dejando para lo sucesivo las modificaciones al tiempo de repararlas; así se habrá conseguido al cabo de cierto número de años sin mas coste que el de la conservación permanente, lo mismo que ahora costaría muchos millones.

Las presas que hay arruinadas conviene que no desaparezcan, porque se aumentaría la pendiente, y deberán reponerse hasta la altura que hoy tienen, con un portillo para el paso de las barcas; este medio es suficiente y está exento de los inconvenientes que en otros casos, porque el salto es insignificante.

Además hay que construir una presa nueva en Cubillas, en el mismo sitio donde estuvo otra de la que aun hay restos.

Las esclusas no pueden construirse en la margen porque habría que destruir muchas aceñas, y porque no se prestan á ello las localidades; en todos sería necesario un canal demasiado largo y de eje curvo para su colocación. El camino de sirga puede prolongarse hasta ellas por un puente estrecho de madera construido sobre pilotes á partir desde la orilla que sirve al mismo tiempo para el paso de los escluseros.

La construcción del camino de sirga no ofrece dificultades; en la mayor parte del río puede colocarse sobre la margen, sin mas que una ligera explanación y la corta de la arboleda, y en donde es baja y las aguas se extienden mucho á poco que suban, sobre un dique hecho con los productos del dragado que se necesita precisamente en los mismos puntos, fortificado con plantaciones.

Su altura sobre las aguas bajas varia según la disposición de las márgenes; generalmente es algo mayor de lo que debiera para ponerle á cubierto de las avenidas pequeñas; pero es preferible esta disposición á dejarle bajo de modo que le cubriesen las aguas ordinarias de invierno; la altura excesiva solo tiene lugar en una corta temporada de verano, y entonces puede hacerse la sirga sin inconveniente por la parte mas baja de la orilla.

No es necesario cambiarle de una á otra, porque la derecha está exenta de grandes obstáculos,

y la economía que pudiera resultar en estos cambios la absorben las barcas que para ello son necesarias, y en ella están situados los pueblos mas importantes.

Para aumentar la profundidad en las chorreras y demas sitios donde es pequeña, no debe emplearse por ahora mas medios que el dragado, dejando para después de establecida la navegación la construcción de diques ó de las obras que el conocimiento del río indique como indispensables y permanentes. Con esta operación se consigue además la disminución de la velocidad por el aumento de sección.

Próximamente á las presas se encuentran algunas islas que conviene hacer desaparecer para facilitar el acceso á las esclusas; pero son de poca consideración y se consigue fácilmente. Las que se encuentran en otros puntos tampoco presentan grandes obstáculos, y solo dos ó tres hay que desmontar en parte para ensanchar el brazo por donde se ha de establecer la navegación.

En el plano se han marcado con líneas de puntos estas modificaciones y todas las demas que necesitan las márgenes, así como el camino de sirga representado por una línea y los diques con dos.

Es inútil prolongar la navegación mas allá de la presa de Pinilla, que es la primera de las inmediatas al puente de Zamora; la tabla que concluye en ella es ancha; por todas partes puede hacerse el embarque con comodidad, y está próxima á la población; en el lado de esta puede hacerse un muelle que tendrá la suficiente con una longitud de 100 metros.

Sin un proyecto detallado de cada obra y otra multitud de datos de que carecemos, no es posible formar un presupuesto exacto de su coste; el que presentamos no es mas que aproximado, y está exagerado con intención de suplir las omisiones que acaso cometeremos por la dificultad de prever todo lo necesario para llevar á cabo una obra de tanta importancia, pero comparado con el de otras análogas, creemos que debe bastar.

Para que obras de esta naturaleza produzcan todas las utilidades apetecibles, no debieran tener nada de especulación comercial; pero la necesidad de amortizar el capital invertido en ellas y de pagar sus intereses durante la amortización y los gastos de conservación y administración, grava al tráfico con cierta cantidad además de los gastos especiales de la tracción.

Los intereses del capital al 6 por 100 y uno de amortización, importan 1.509.725,69 reales anualmente; suponiendo que los gastos de conservación y administración sean de 5.000 reales por kilómetro, importarán 640.000 los de toda la línea, que con la cantidad anterior componen un total de 1.949.725,69, ó sean 2.000.000 de reales, que deberán repartirse entre las toneladas de mercancías que se trasporten cada año por el río.

Para conocer el número de las esportadas, creí que el mejor medio sería preguntarles á los alcaldes y personas principales que por sus circunstancias están interesadas en este asunto, pero son muy pocas las que han tenido la complacencia de contestarme y desisti de este medio; no teniendo otro

á mi disposicion me valdré del Diccionario estadístico de Madoz, cuyos datos están tomados del censo de 1.799. Según él producía anualmente la provincia de Zamora 756.976 fanegas de trigo, 26.534 de garbanzos, y 652.506 arrobas de vino ó sean 42.606 toneladas de los tres artículos que forman principalmente la esportacion. Puede asegurarse que hoy es mucho mayor la produccion, no solo porque se ha aumentado la riqueza desde que se formó el censo de 1.799, sino porque en estos generalmente no aparece toda. No contemos sin embargo mas que con las 42.606 toneladas, de las que solo una parte se esportará por el rio, el resto se consume en la misma provincia ó se estrae por otras vias.

Alaejos, la Nava, Rueda, Tordesillas y otros pueblos de menor importancia de la provincia de Valladolid, tambien esportarán anualmente 20.000 toneladas.

En vista de estos números y de que la importacion tambien asciende á una cantidad apreciable, no parecerá exagerada la suposicion de que el movimiento de la navegacion consiste en 30.000 toneladas, recorriendo toda la longitud del rio que es de 128 kilómetros. Admitida esta hipótesis resultan ser los derechos de navegacion 0,52 reales por tonelada y kilómetro, ó 0,056 reales por arroba y legua.

Restanos todavia conocer á cuánto ascienden los gastos de traccion, para saber el coste total del porte de una tonelada á un kilómetro. La sirga en un canal de aguas estancadas con una velocidad de un metro por segundo, cuesta 0,021 reales; en el Duero cuyas aguas tienen una velocidad media de un metro por segundo, costará llevando los barcos la misma velocidad, cuatro veces mas, porque la resistencia crece como el cuadrado de la velocidad, y en este caso la velocidad relativa es 2 y 4 su cuadrado; ademas hay que contar con los gastos de alquiler del barco, en conservacion y amortizacion, que pueden calcularse en 0,017 reales; de modo que el total de gastos de traccion asciende á 0,101 reales por tonelada y kilómetro.

Vemos, pues, que el coste total de la conduccion de una tonelada á un kilómetro por el Duero, es de 0,621 reales, y el de una fanega desde Valladolid á Zamora 5,61 reales que es la mitad de lo que cuesta hoy por tierra. Estas cantidades serán 0,267 reales por tonelada y kilómetro y 1,55 reales por fanega en toda la expedicion; el dia en que se amortice el capital invertido en las obras y no quede mas gasto que el de su conservacion, todavia es susceptible de disminucion por el aumento probable que deberá tener la navegacion.

Pasemos ahora á examinar qué via debe reportar mas beneficio á la provincia de Zamora y sus inmediatas; el Duero habilitado para la navegacion ó la prolongacion del ramal de Campos.

Lo mismo una que otra llenan el objeto apetecido de facilitar la esportacion, pero la primera reúne una multitud de circunstancias de que carece la prolongacion del canal: el valle del Duero es acaso el terreno mas fértil y productivo de Castilla; sus aguas bañan los términos de Tordesillas y Toro, po-

blaciones de la mayor importancia; su habilitacion satisface la justa exigencia de que Toro, segunda de su provincia en consideracion y riqueza, esté sobre una via que tan completamente ha de mejorar la suerte del pais; su proximidad á Alaejos, Nava del Rey, Rueda y otros puntos de los mas ricos de Zamora y Valladolid, lleva hasta ellos su influencia que se estiende tambien á la provincia de Salamanca. En cambio el canal de Campos, prolongado por el valle del Sequillo, no encuentra ninguna poblacion importante, pasa lejos de Toro y de la provincia de Salamanca que para buscarle tiene forzosamente que cruzar el Duero por el puente de Zamora, mientras á este le encuentran con la mayor facilidad en el punto que mas le convenga.

Otra circunstancia que casi por sí sola debe dar la preferencia al Duero, es la union de Zamora con Valladolid; hoy es ya una de las primeras capitales, y de dia en dia ve crecer su riqueza y aumentar su importancia; de ella parten carreteras á los principales puntos de España, y dentro de poco el ferrocarril del Norte la dará nueva vida.

Si por todas estas razones no fuese preferible habilitar el Duero para la navegacion á la prolongacion del canal de Campos, todavia echaríamos mano de otra que pudiera llamarse la primera, y es la diferencia de sus presupuestos; el del Duero asciende á 18.000.000, y á 42.000.000 el del Canal; estas sumas son el todo al emprender las obras por la facilidad ó dificultad en reunir las; pero son todavia de mas trascendencia durante su explotacion por el gravámen que imponen al tráfico.

Queda, pues, resuelta la cuestion de un modo terminante en nuestro concepto en favor del Duero; su navegacion no es, como aparece á primera vista, una obra de interés local; por grandes que sean sus dificultades para prolongarla hasta Portugal y el Océano, dia llegará, por distante que le veamos, en que desaparezcan, y entonces otra será la suerte de Castilla toda y de una gran parte del reino.

Presupuesto aproximado del coste á que ascenderá la habilitacion de los rios Pisuerga y Duero, para establecer la navegacion desde Valladolid á Zamora y prolongacion del canal del Sur.

	Reales vellon.	Mrs..
131639 Metros cúbicos de escavacion para la caja del canal á 3 rs.	394.917	»
6 Esclusas á 300.000 rs.	1.800.000	»
1 Puente para la carretera de Zamora.	50.000	»
232674 Metros cúbicos de escavacion para la caja de la derivacion en Simancas á 4 rs.	930.696	»
1 Esclusa.	300.000	»
2 Puentes sobre el canal á 50.000 reales.	100.000	»
2 Id. sobre el rio para paso de la sirga á 200.000 rs.	400.000	»
16 Esclusas en las 15 presas actuales del rio y una nueva á 400.000 rs.	6.400.000	»
1 Presa.	400.000	»
390 Metros lineales de presas antiguas que deberán repararse, á 1.000 rs.	390.000	»
100 Metros lineales de muro para formar un muelle en Zamora á 400 rs.	40.000	»

	Reales vellon.	Mrs.
122558 Metros lineales de camino de sirga á 14 rs.	1.715.842	»
Dragado de 80.000 metros lineales de río á 40 rs.	3.200.000	»
300 Metros lineales de diferentes obras para reducir el río á un solo brazo á 209 rs.	60.000	»
5000 Id. id. de cauce nuevo desmontando las islas y obstáculos del actual á 60 rs.	300.000	»
3000 Metros lineales de diques longitudinales para impedir los desbordamientos y establecer la sirga á 28 rs.	140.000	»
4000 Metros lineales de variacion de las márgenes á 10 rs.	40.000	»
8000 Id. id. de arreglo de las márgenes á 6 rs.	48.000	»
3000 Areas de terreno espropiado para la prolongacion del canal y la derivacion de Simancas á 100 rs.	300.000	»
	17.009.425	»
Imprevistos 10 por 100.	1.700.942	47
Total.	18.710.367	47

Asciende este presupuesto á la cantidad de diez y ocho millones setecientos diez mil trescientos sesenta y siete reales, diez y siete maravedis vellon. Valladolid 30 de noviembre de 1853.

ANTONIO REVENGA.

CONTESTACION A LAS OBSERVACIONES SOBRE LA NOTA RELATIVA A LAS PROPORCIONES DE LAS LOCOMOTORAS, INSERTA EN EL NUMERO 10 DE LA REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

En el núm. 4.º, segundo año de la *Revista de Obras Públicas*, ha aparecido un artículo titulado *Observaciones sobre la nota relativa á las proporciones de las locomotoras*, artículo cuyo objeto es hacer ver las inesactitudes en que hemos incurrido al probar el error que comete Mr. Pambour, cuando considera la influencia especial de cada una de las dimensiones de la máquina sobre los efectos producidos.

Como para contestar á dichas observaciones vamos á recordar la marcha que sigue Mr. Pambour en la cuestion que nos ocupa, y hemos de citar con frecuencia páginas y párrafos de su obra, invitamos al autor de las *Observaciones* á que tenga á la vista la segunda edicion de las máquinas locomotoras, que es á la que nos hemos referido en nuestro primer artículo y á la que nos referiremos en este segundo.

Mr. Pambour [pág. 468, párrafo 10] considera siete casos.

En el 1.º examina cómo varía la velocidad con una carga dada M al variar S , l , d , D .

En el 2.º cómo varía la carga M cuando varían S , l , d , D , suponiendo la velocidad v fijada de antemano, es decir, constante [*vitesse voulue*, como dice el testo].

En el 3.º, con una velocidad dada [*vitesse voulue*] cómo varía el trabajo de la máquina cuando varían S , l , d , D .

En los casos 4.º, 5.º y 6.º se refiere el autor al máximo efecto útil, y en el 7.º á la vaporizacion.

De modo que, reasumiendo, con el objeto de presentar la cuestion con toda claridad, resulta: que de los siete casos mencionados, los tres primeros se refieren al problema general; los tres siguientes al máximo efecto útil, y el último á la vaporizacion. Los casos 4.º, 5.º, 6.º y 7.º no son de la cuestion, y de los tres primeros, únicamente del 2.º es del que nos ocuparemos, y del que nos hemos ocupado en el primer artículo.

Ahora bien, para los tres primeros casos no se puede hacer uso mas que de una sola ecuacion que es la

$$M = A \frac{S}{v} - \frac{d^2 l}{D} [A' + A''v] - A'''v^2 + A'''' \quad (a).$$

porque es la única que existe en el problema general, y la combinacion que el autor de las *Observaciones* ha hecho entre la ecuacion (a) y la

$$v = a \frac{u S D}{d^2 l + c}$$

es imposible, es absurda en el caso que nos ocupa, es una combinacion que por mas que queremos buscarle una disculpa, no nos revela otra cosa que la falta de un estudio bastante profundo de la obra de Mr. Pambour.

$$\text{En efecto, la ecuacion } v = a \frac{u S D}{d^2 l + c} \quad (b)$$

es la (1) de la página 577 de Pambour, de la cual se elimina la variable u , poniendo en su lugar su valor, segun la ecuacion

$$u = \frac{1}{n + q \times F(M, v, D, l, d)} \quad (\text{pág. 577 de Pambour})$$

resultando de esta sustitucion la ecuacion (a), que es la única que Pambour presenta para el caso general.

Para discutir la influencia de las variaciones de las partes de la máquina en la carga y en la velocidad por la ecuacion (b), hay que poner necesariamente en lugar de u su valor, y esto la trasforma en la (a). Lo que hace, pues, el autor de las *Observaciones* es querer sacar resultados de la combinacion de dos ecuaciones idénticas, cometiendo el error de considerar á u como determinada de antemano é independiente de las dimensiones de la máquina, lo cual solo sucede en el caso en que esta marche desarrollando su *máximo efecto útil*. En el caso general, las ecuaciones (a) y (b) se confunden en una sola; en el del máximo efecto son dos ecuaciones distintas, porque u está determinada *á priori* por la condicion de que la presion en la caldera sea proporcional á la presion en el cilindro. Para convencerse de esto pueden nuestros lectores entretenerse en sustituir en vez de P'' en la ecuacion (5) del artículo del señor J. S. su valor $P - p - p'v$ en que P es la *presion en el cilindro*, esto es, la funcion de M , v , d , l , D que presenta Pambour en la pág. 577 de su obra.

Otra demostracion *ad absurdum* podríamos dar, aceptando que sean ecuaciones distintas las (a) y (b) en el caso general, como lo pretende el autor de las *Observaciones*. Como en las dos entran seis variables, de las cuales cuatro, que son S , d , l , D están dadas, luego de construida la máquina,

