

de longitud treinta y cinco mil cuatrocientas veintiuna varas; pero la que resulta de nuestras medidas entre estos dos términos, como puede verse en ellas, es la de treinta y cinco mil ciento sesenta y ocho, pues la toma del agua debió hacerse en la orilla natural y albarradon de la laguna de Texcuco. De suerte que la diferencia no es mas que la de doscientas cincuenta y tres varas, que es muy corta y digna de atribuirse á muchas causas, principalmente el ignorarse en el día si el principio del tajo abierto por los antiguos en el del siglo próximo, fué precisamente donde está ahora la puente y compuerta de Vertideros, ó un poco mas allá, como es mas probable, y se indica por una antigua zanja que aun permanece. Las medidas practicadas en mil setecientos sesenta y cuatro entre los mismos puntos de la orilla de la laguna de Texcuco y compuerta de Vertideros, producen la longitud de siete leguas y tres cuartos, que son treinta y ocho mil setecientas y cincuenta varas. De manera que escede á las de los antiguos en tres mil trescientas veintinueve varas, y á la nuestra en tres mil quinientas ochenta y dos, cuya intolerable diferencia, supuesto el acuerdo de nuestras medidas y las de los antiguos, hace muy verosímil que en las del año de sesenta y cuatro haya intervenido alguno ó algunos equívocos de los en que son tan fáciles de incurrirse en semejantes operaciones; y porque tambien pudieron haber acontecido algunos en las mias, me pareció conveniente examinarlas y rectificarlas por una serie de triángulos, de la manera que inmediatamente voy á esponer.

### § 2º

#### *Rectificación de las medidas del cordel, y ubicación geométrica de los puntos y lugares de la carta topográfica.*

(El contenido de este párrafo no se reproduce, pues los datos y noticias que consigna el autor no se relacionan directamente con el asunto principal, materia de la presente obra.)

### § 3º

#### *Método y resultas de las nivelaciones hechas, para inquirir la posibilidad del desagüe general, y positivo de la laguna de México.*

La nivelacion de un terreno de longitud extraordinaria, siempre se ha juzgado como una de las operaciones mas delicadas de la geometría: su teórica es bastante fácil, pero su práctica demanda una atencion que jamas podrá pecar de prolija y cuidadosa: si las operaciones se dividen por trechos

cortos, se multiplican de suerte los fáciles equívocos y los errores precisos, que á lo último vienen á componer una diferencia formidable; pero si se hace por trechos largos (cuando lo permite el terreno), se espone por otra parte la operacion á otro género de yerros, que debe causar la refraccion de la luz, y la diferencia del nivel aparente al verdadero; y sobre todo, el error del instrumento, que aunque todos ellos tienen modo de corregirse; con todo eso, nunca puede resultar de su castigo en la práctica una exactitud espiritual. Por esta razon, algunos de los geómetras mas célebres de estos últimos siglos, han estudiado particularmente sobre la invencion de los instrumentos y métodos que les han parecido mas proporcionados, para nivelar con la mayor puntualidad posible. En nuestro tiempo, generalmente se estima por mas exacto, y mucho mas cómodo el nivel de ampolla de aire, como sea bien construido: y á la verdad, él manifiesta de un modo bien sensible, unas diferencias tan pequeñas, que jamas las harian percibir los mejores niveles de hilo á plomo, ni los que se fundan en la superficie equilibrada de un licor, aunque fuese el mas fluido.

De aquella especie, pues, fueron dos, que prevenimos para esta nivelacion: el uno es compuesto de un tubo de vidrio de 10 pulgadas de largo, y de 6 á 7 líneas de diámetro, bien pulido por lo interior, de suerte, que aunque el licor no es el ether que hoy se acostumbra, camina con uniformidad, y sin detenerse, y aunque tambien la ampolla en su mayor dilatacion no ocupa mas que de una quinta, á una cuarta parte de la longitud del tubo; sin embargo, es bastante sensible, puesto que, movida la ampolla cuatro líneas para atras, ó para adelante, sube ó baja en 100 varas solamente tres dedos, y movida solo la primera línea, baja apenas tres cuartos de dedo; de manera, que á una media línea, que es un descuido bastante sensible, le corresponde poco mas de un grano que es un cuarto de dedo. El tubo está montado sobre un otro de alaton de dos pies de largo con dos lentes ópticas, por cuyo medio se distinguen exactamente las marcas, á mas de 500 varas. Este instrumento es de fábrica inglesa, de buenos movimientos y firmemente montado.

El otro nivel tambien es de ampolla de aire, que ocupa en su mayor dilatacion casi dos tercias partes del tubo; por consiguiente es mucho mas sensible que el anterior, de suerte, que retirada la ampolla una línea á una ú otra parte, no sube ó baja la señal un medio grano cabal. Este nivel fué construido por Mr. Canivet ingeniero instrumentario de la Academia real de las ciencias de Paris en 1768, y está adaptado á un antejo achromático, que distingue las marcas á bastante distancia y con la claridad que es propia de los de este género. El primero sirvió en las nivelaciones de primera vez; y el segundo, en las que se repitieron para comprobarlas, y uno y otro se reco-

1 Astronomía de Mr. de La Laude, tom. 2, número 2,092.

nocieron, rectificaron y corrigieron por el método que prescriben y demuestran los geómetras mas hábiles.<sup>1</sup> Para las marcas ó señales, se construyeron piezas de madera bien seca, derechas, y escuadradas de cuatro dedos de grueso, y de diferentes alturas puntualmente divididas en dedos y granos. Por estas reglas corrían unas tarjas cuadradas de 14 dedos por lado, por medio de una pequeña polea que la movía de un hilo desde abajo el mozo que tenía la regla, estableciéndola sobre el terreno perpendicularmente con un hilo á plomo, que había en cada una de ellas por detras á la altura del hombre, y á su pié, encasquilladas de fierro con una basa plana y de suficiente altura. Las tarjas estaban pintadas de negro, y cruzadas de una cruz blanca de tres dedos de ancho, y en su centro un punto negro de cuatro líneas de diámetro.

Entre los diferentes métodos con que puede practicarse la nivelacion, es sin duda el mas seguro y acertado aquel en que se procede, colocando el instrumento en medio de las dos señales establecidas en los puntos, cuya diferencia de nivel pretende averiguarse. Este es el primero de los dos, que demuestra Mr. Picard en su obra célebre del arte de Nivelacion, sacada á luz por Mr. de la Hyre, é impresa en Paris en 1684, que justamente se tiene en la reputacion del único ó el mejor libro en que se trata expofeso esta materia. Demuéstrase, pues, en él<sup>2</sup> que nivelando en el modo referido (esto es, puesto el instrumento en medio de las dos señales, á igual distancia de cada una de ellas, y conservando una misma altura respecto de entrambas), se deduce exactísimamente la diferencia de nivel de los puntos en que se ponen las señales sin error ninguno, aunque lo tenga el instrumento, y que no se corrija, ni tampoco la refraccion, ni la diferencia del nivel aparente al verdadero, porque es bien claro que la suma de estos errores ó la diferencia que quedare, compensándose en parte unos con otros, sería un error efectivo si solo se examinase y asentase la altura de una de las dos señales comparada á la del instrumento; pero como éste se vuelve para la otra señal, en cuya altura se repite el mismo error, y despues se resta de la una la otra, es certísimo que compensándose, los dos errores opuestos é iguales, se deduce neta la diferencia de nivel verdadero entre los puntos de las dos señales, esto es, la de las distancias que sobre la superficie de la tierra tiene cada uno de ellos á su centro.

Parecióme, pues, necesario, en esta tan importante nivelacion, seguir el método referido, porque aunque se trabaja doblemente que en otros que de ordinario se practican, pero se consiguió una mas segura exactitud, sin fiarse de los instrumentos, que por buenos que sean, no es prudencia responder por ellos, y mas, cuando aunque se corrijan cada dia sus errores, de una hora á otra pueden ser distintos, sin que sea capaz de advertirlo el mas escrupuloso

<sup>1</sup> Mr. Picard, *Traité du Nivellement*, pág. 70. Mr. La Lande arriba citado.

<sup>2</sup> *Traité du Nivellement*. Cap. 1º, pág. 12.

y sagaz observador. Procedíamos, pues, en esta forma. Parábase un hombre con una de las señales perpendicularmente establecida sobre el primer punto del terreno en que debía comenzar la nivelación y mediante doscientas varas, y allí se colocaba el nivel; y á otras doscientas, la otra señal con las mismas atenciones que su opuesta. Yo dirigía el instrumento á la primera señal, y puesto á nivel, mandaba subir ó bajar la tarja hasta que la cruz blanca y su centro convenían exactísimamente con la cruz dióptrica del antejo. Entonces, D. José Burgaleta, que cuidaba de esta primera señal y su buena situación, veía el preciso punto de la graduación de la regla, adonde llegaba el centro de la tarja y lo asentaba en un registro. Yo invertía el instrumento horizontalmente sobre su eje y sin variar su altura, para dirigirlo á la otra señal, y se hacia lo mismo que en la antecedente, asentando D. Juan de Jáuregui la altura donde quedaba la tarja, y así proseguíamos, guardando siempre una marcha alternativa entre el instrumento y las señales, y avanzando cada uno cuatrocientas varas cuando lo permitía el terreno, y cuando no, se hacían las nivelaciones mas cortas, acomodándose á sus circunstancias. Y concluido el trabajo de aquel dia, por la noche se pasaban en limpio los apuntes de las alturas de ambas señales, y sumándolas, se restaba la suma menor de la mayor y resultaba necesariamente la diferencia de nivel de el primero al último punto de aquel trecho, y como éste quedaba exactamente marcado, seguíamos desde él al otro dia, en el mismo modo que el antecedente, y de esta suerte se concluyó la nivelacion de las sesenta y dos mil setecientas varas que (como hemos visto) hay desde el primer punto que establecimos en la laguna de Texcuco, hasta el plan inferior del salto del rio de Tula, repitiendo lo mismo de vuelta desde este punto hasta la laguna de Texcuco, y nivelando tres y cuatro veces algunos trechos cuyas primeras nivelaciones mostraban diferencias muy sensibles, hasta conseguir su mejor acuerdo; pero las pequeñas diferencias tolerables (que necesariamente deben hallarse siempre en semejantes operaciones) se partían como es regular, para liquidar la última resulta. Por ejemplo:

#### TRECHO PRIMERO

*Entre el primer punto A, en la laguna de Texcuco, y el segundo B, que es el pié del albarradon y orilla regular de dicha laguna.*

#### PRIMERA NIVELACION YENDO.

PRIMERA SEÑAL.		DISTANCIAS.	SEGUNDA SEÑAL.	
Dedos.	Granos.		Dedos.	Granos.
86	2	400	87	1 ½
94	0	400	89	2
94	2	400	91	2

PRIMERA SEÑAL.		DISTANCIAS.	SEGUNDA SEÑAL.	
Dedos.	Granos.	Varas.	Dedos.	Granos.
93	2	400	91	2½
94	0	400	91	3½
104	3	400	64	2
125	2	400	98	3
<hr/>			<hr/>	
692	3		615	0½
615	0½			
<hr/>			<hr/>	
77	2½			

SEGUNDA NIVELACION VOLVIENDO.

PRIMERA SEÑAL.		DISTANCIAS.	SEGUNDA SEÑAL.	
Dedos.	Granos.	Varas.	Dedos.	Granos.
87	1½	400	86	2
89	2	400	94	0
91	2	400	94	2
91	2½	400	93	2
91	3½	400	94	0
73	1	400	112	3
81	2	400	109	1
<hr/>			<hr/>	
606	2½		684	2
			606	2½
			<hr/>	
			77	3½

COTEJO Y REDUCCION DE LAS NIVELACIONES.

77	2½	Por la primera nivelacion.
77	3½	Por la segunda nivelacion.
<hr/>		
155	2	
77	3	Por un medio.

RESULTA.

El punto B está mas alto que el punto A, setenta y siete dedos y tres granos; esto es, una vara, dos palmos, cinco dedos y tres granos, ó redondamente, una vara, dos palmos y seis dedos.

De la misma manera se liquidaron las resultas de todos los demas trechos, cuyo puntual detalle (que queda en mi poder para que se use de él siempre que sea necesario), no se inserta aquí por escusar un prolijo embarazo y los muchos equívocos que se cometerian en la copia de tantos guarismos y sus respectivas sumas, siendo bastante para hacer un juicio cabal de la posibilidad del desagüe general, la atención á las siguientes resultas:

*Diferencias del nivel de los puntos notables, sobre el terreno nivelado, comparados cada uno á su inmediato antecedente.*

	Varas.	Palmos.	Dedos.	Granos.
Desde el primer punto determinado en la laguna de Texcuco, marcado con manpostería á las cinco mil cuatrocientas setenta y cinco varas, y á rumbo Sur 36° al Este la primera compuerta de la calzada de San Cristóbal, hasta el pié del albarradon que es la orilla antigua y regular de dicha laguna de Texcuco, hay de diferencia de nivel una vara, dos palmos, cinco dedos y tres granos, subiendo . . . . .	1	2	5	3
Del pié de dicho albarradon á un punto en el terreno natural, cerca de la calzada de San Cristóbal, una vara, siete dedos y dos granos, subiendo . .	1	0	7	2
De dicho terreno natural al terraplen pegado á la calzada, una vara, tres palmos, seis dedos y un grano, subiendo . . . . .	1	3	6	1
De dicho terraplen, al piso empedrado de la calzada, dos varas siete dedos, subiendo . . . . .	2	0	7	0
De dicho piso de la calzada á la superficie del agua de San Cristóbal, según el estado que tenia en 3 de diciembre de 1773, dos varas y cuatro dedos, bajando . . . . .	2	0	4	0
De dicho terraplen pegado al pretil de la calzada, á un punto señalado en la orilla opuesta de la laguna de San Cristóbal, tres dedos subiendo . .	0	0	3	0
De dicho punto á otro enfrente del costado de la casa de la hacienda de Santa Inés, dos varas, dos palmos, cinco dedos y dos granos, subiendo . .	2	2	5	2
De dicho punto á otro enfrente de la esquina y garita de la calzada de Zumpango, dos palmos, siete dedos y tres granos, subiendo . . . . .	0	2	7	3
De dicho punto á otro enfrente de la compuerta de Vertideros, cinco varas, un palmo, siete dedos y tres granos, subiendo . . . . .	5	1	7	3
De dicho punto á otro enfrente de la compuerta del puente de Huehuetoca, cuatro varas, un palmo, siete dedos y tres granos, subiendo . . . . .	4	1	7	3
De este punto á otro enfrente de la compuerta de Santa María, tres varas, tres palmos, un dedo, y dos granos, subiendo . . . . .	3	3	1	2
De este punto á otro enfrente de la compuerta que				