
ANALES DEL INSTITUTO DE INGENIEROS

SUMARIO.—El riego i la particion de las aguas, por R. Rengifo.—Fijacion del pié de chaflan, por Enrique Vergara Montt.—Actas.—Bibliografía.—Revistas recibidas.

EL RIEGO I LA PARTICION DE LAS AGUAS

El problema de la demarcacion de las aguas tiene en Chile gran importancia i ha merecido el estudio de los ingenieros i hombres de ciencia a quienes ha tocado apreciar de cerca la necesidad de solucionarlo i las dificultades para la aplicacion práctica de una particion exacta.

Chile es un pais en que tiene escepcional importancia el regadío agrícola i en que las aguas de riego alcanzan un valor mayor que en cualquiera otra parte del mundo; el agua del rio Maipo vale \$ 31.248,000, por consiguiente, las diferencias en la demarcacion de los derechos de agua significan valores mui apreciábiles, que, en los casos de canales voluminosos, sube a centenas de miles de pesos.

Dar las indicaciones que concurren a disminuir los errores en las demarcaciones es, pues, un beneficio positivo para el pais.

ORÍJEN HISTÓRICO DEL RIEGO

El riego en Chile, ademas de ser conocido de sus aboríjenes, fué desarrollado por los conquistadores i hoi sigue perfeccionándose: los indíjenas araucanos ya regaban cuando llegaron los españoles i habian construido un canal que nace del Mapocho i atraviesa el portezuelo de San Cristóbal; los españoles, por su parte, aplicaron tambien al suelo de Chile algo de lo que aprendieron de los moros, labrando varios cauces, entre otros, el mas grande del pais, el canal

San Cárlos, nombrado así por el rei Cárlos, i que nace del rio Maipo. Los moros o los árabes aprendieron, a su vez, a regar, probablemente cuando conquistaron la Persia; esta nacion, creadora del regadío, dió a la civilizacion sus principales bases, tanto en el órden material como en el intelectual.

Creo que puedo citar sin alejarme mucho del tema, algunos párrafos en que el poético Michelet aprecia la importancia i la influencia moral que tuvo el riego en Persia. "Los justos persas decian: Rindamos homenaje a los manantiales purificadores i benéficos." La primera de las buenas obras es, para ellos, dar de beber a la tierra, ayudarla i suscitar sin cesar en ella la vida i la frescura, crearla en cierto modo. Persia no es, como el Ejipto, un dón del Nilo; las lluvias no son abundantes ni frecuentes, no hai casi rios navegables (como en Chile en la rejion central i norte), sus torrentes pasan i la dejan sedienta, la tierra se muere i se agrieta. Hai que buscar las aguas; es menester calcularlas, adivinarlas i evocarlas del fondo oscuro de las montañas i traerlas a la luz. Verla brotar de la peña, surgir de la árida arena; contemplarla correr fresca, juguetona i murmuradora, es el sueño del hombre i el paraíso de sus sueños; del hombre que se levanta i dice: 'Ruego, invoco a todas las aguas. ¡Manantiales que desde el corazon de la tierra subis i salis aborbotones! ¡Hermosos canales nutritivos! Agua límpida i sabrosa, dulce agua corriente, vosotras que vivificais los árboles i purificais el aire, sed buenas i corred para nosotros!'

"El trabajo rudo engrandeció i purificó a esa raza benefactora, en lucha constante con los elementos; con las aguas, las deseadas aguas, que con frecuencia bajan furiosas para desolarlo o llevárselo todo, u otras veces se secan de repente absorbidas por el sol. En aquel clima es menester conservar a oscuras a esas hijas de las tinieblas, guardarlas al abrigo de los canales labrados bajo el suelo; circulacion subterránea de trabajo infinito que convierte al campesino en minero i constructor.

"Largos siglos; millares de años pasados en medio de esas luchas crueles contra los elementos i contra el Aoria pastor dieron al

pueblo trabajador un sentido por demas positivo i una singular poesia.

“Persia se juzgó con razon la tierra bendita del trabajo, del orden i de la justicia; aquí se ideó la dualidad sobrenatural del bien i del mal i decidió ser justa, pura i laboriosa.

“Admira la labor realizada; quedamos mudo de asombro al leer en Heródoto, que en sus dias existia una inmensa red de cuarenta mil canales subterráneos que cruzaban el suelo en todos sentidos; obra maravillosa, venerable, símbolo de trabajo, de vida meritoria, de moralidad i de justicia.

“El ser justo, sobre todo con los vecinos, era difícil. La vida en Persia dependia de los límites invisibles de las aguas que corrian por el subsuelo i que representaban cuantiosos valores que tenian que respetarse. Contando con escaso caudal de agua todos son avaros, todos están celosos de ella. No hai quien no sienta la mas viva tentacion, máxime cuando las desviaciones son fáciles de llevar a cabo; así es que demuestra una lealtad acrisolada el que la distribucion de las aguas sea regular.

“Sin duda, agrega Michelet, éste fué el jardin de justicia donde florecia el árbol de la vida.”

Como se vé, el deseo de ser justo en la particion de las aguas data del tiempo de los árias, i, sin embargo, todavía no es sino un buen deseo.

Hé aquí uno de los problemas prácticos mas antiguos del mundo.

En el Instituto se han ocupado de esto los señores Valentin Martinez i Alberto Obrecht, el señor Ehlers traduciendo las fórmulas de R. Scheek i el señor Styles dando a conocer el medidor Venturi.

Yo, por mi parte, daré algunos datos prácticos que he recopilado.

CANTIDAD DE AGUA NECESARIA

Para el caso de tener que determinar el caudal de agua necesaria al suelo segun su estension, calidad i clase de cultivo, pueden servir los siguientes datos empíricos:

Segun las observaciones practicadas en Chile, no siendo terrenos excepcionales o arrulados, (1) se han sacado las cantidades de agua que se necesitan para una cuadra en los cultivos que se indican, suponiendo una altura de agua un poco exajerada en cada riego, de 0.10 centímetros.

PARA EL CULTIVO DE LA ALFALFA

PROPORCION DE ARENA	NÚM. DE RIEGOS EN 8 MESES	CANTIDAD DE AGUA EN METROS CÚBICOS POR CUADRA EN 8 MESES	CANTIDAD DE AGUA POR SEGUNDO I POR CUADRA
De 0 a 0.20	8 a 9	12,580 a 14,109	Litro 0.60 a 0.67
„ 0.20 a 0.40	12	18,870	0.90
„ 0.40 a 0.60	15	23,587	1.12

Para el cultivo del trigo con 4 meses de riego

De 0 a 0.20	2 a 3	2,145 a 3,217	Litro 0.21 a 0.31
„ 0.20 a 0.40	4 a 5	4,290 a 5,362	0.42 a 0.52
„ 0.40 a 0.60	6	6,455	0.62

Chacras 6 meses de cultivo, se riega la tercera parte de la tierra

De 0 a 0.20	12	6,290	Litro 0.404
„ 0.20 a 0.40	18 a 20	9,435 a 11,067	0.606 a 0.707
„ 0.40 a 0.60	30	14,676	0.943

(1) En los terrenos de riego se llama rulo a lo que queda seco, i en los fundos sin riego llaman rulos los retazos que tienen humedad suficiente para producir como de riego.

Cultivo de viña, 8 meses de riego por camellones la tercera parte del ancho

PROPORCION DE ARENA	NÚM. DE RIEGOS EN 8 MESES	CANTIDAD DE AGUA EN METROS CÚBICOS POR CUADRA EN 8 MESES	CANTIDAD DE AGUA POR SEGUNDO I' POR CUADRA
De 0 a 0.20	16	12,580	Litro 0.60
„ 0.20 a 0.40	24	18,870	0.90
„ 0.40 a 0.60	30	23,587	1.12

Como se vé por estas tablas, los cultivos que necesitan mas agua en Chile son las chacras i las viñas, pero el cultivo de las primeras tiene lugar cuando los trigos ya no necesitan agua o a lo ménos en los últimos riegos.

Algunas veces se aprovecha el pasto de las viñas i se riegan como potrero; esto seria el caso del mayor gasto de agua. Bajo este supuesto se tendrán las cantidades de agua siguientes, que se necesitarán por cada cuadra para todo cultivo segun la proporcion de arena que tengan los terrenos:

PROPORCION DE ARENA	CANTIDAD DE METROS CÚBICOS POR CUADRA	CANTIDAD DE AGUA EN LITROS POR SEGUNDO
De 0 a 0.20	8,418	Litro 0.43
„ 0.20 a 0.40	11,480	0.57
„ 0.40 a 0.60	17,076	1.42

De modo que en la mayor parte de los terrenos, teniendo ménos de 0.40 de arena, será bastante por cuádra cuadrada un litro de agua por segundo para toda clase de cultivo.

En cuanto a la division de las aguas sitaré algunas

INDICACIONES LEGALES SOBRE LA PARTICION DE LOS RIOS.

En la "Ordenanza sobre la distribucion de las aguas de los rios que dividen provincias o departamentos de 3 de enero de 1872," los artículos 1.º, 2.º i 3.º dicen sobre el modo de partirlas.

"ARTÍCULO 1.º Cuando sobrevenga escasez de agua en los rios que dividen departamentos o provincias, de manera que sea necesario para el buen arreglo someterlos a turno, se procederá a hacer la distribucion de sus aguas entre los canales de una i otra ribera, *haciendo el repartimento de la manera mas equitativa posible i en proporcion a la cantidad de agua que ordinariamente haya llevado cada canal, etc.*

"ART. 2.º La distribucion que prescribe el artículo anterior se hará por los jueces de aguas que nombrará al efecto el Presidente de la República.

"ART. 3.º Son deberes de los jueces de aguas:

"1.º *Hacer por sí mismo la distribucion de las aguas* entre los canales de ambas riberas con arreglo a las prescripciones de la presente ordenanza.

"2.º Velar constantemente por que no se altere dicha distribucion, etc."

Todo esto no puede ejecutarse sino a ojo de buen varon.

En las ordenanzas del Aconcagua, del Tenó, etc., los artículos 2.º, 3.º i 13 dicen:

"ART. 2.º La distribucion que prescribe el artículo anterior, se hará por un juez de aguas nombrados por los dueños de canales, etc.

"ART. 3.º Son deberes del juez de aguas:

"1.º *Hacer por sí mismo la distribucion de las aguas* entre los canales de ambas riberas, etc.

“ART. 13. Miéntras se dicta una disposicion sobre el sistema de obras sólidas que deban ejecutarse en el rio *para que sus aguas puedan ser distribuidas con exactitud*, segun los derechos de cada cual, se harán malecones o pretilos, que tengan en un lugar conveniente, despues de estraída el agua del rio, una compuerta de desagüe que permita graduar con facilidad la porcion de agua que deban llevar, dejando caer al rio los sobrantes.”

Esta última disposicion tiende a facilitar la graduacion del agua, pero deja en pié la medicion, que descansa en el buen ojo del juez.

En la ordenanza del rio Huasco, título II. “De las tomas i turnos,” en los artículos 12, 13 i 15, primer inciso, se dice:

“ART. 12. Los accionistas de cada canal deberán construir en la boca-toma compuertas sólidas del material, forma, dimensiones, i con las cerraduras que determine un perito nombrado por el Juez de Letras.

“ART. 13. Las tomas tendrán un desnivel uniforme determinado por el mismo perito en la estension que requiera la buena distribucion del agua.

“ART. 15. El uso del agua se hará por períodos turnales, etc.”

Estas compuertas con candados, que se prescriben aquí, son con el objeto de clausurar los canales fuera de sus turnos.

La disposicion del artículo 13 ya tiende a facilitar la apreciacion del volúmen de agua; pero siempre queda a cargo del ojo del juez esta apreciacion.

En la ordenanza del rio Chillan los artículos 2.º, 6.º, 12 i 14 dicen:

“ART. 2.º La distribucion que prescribe el artículo anterior se hará por un inspector de aguas nombrado por los dueños de canales, etc.

“ART. 6.º Son deberes i atribuciones del inspector de aguas:

“1.º Hacer por sí mismo o por medio de sus empleados, bajo su responsabilidad, la distribucion de las aguas, etc.

“ART. 12. Todo dueño de acueducto será obligado a construir en el término de sesenta dias, contados desde el dia de la inscripcion

en la matrícula a que se refiere el art. 8.º, o desde la fecha en que judicialmente se haya declarado con derecho al uso de las aguas, una compuerta de madera sólida, que permita fácilmente graduar la cantidad de agua que le corresponde llevar a cada uno, etc.

“ART. 14. Todo dueño de acueducto es obligado a construir i mantener, de modo sólido, cerrada su respectiva boca-toma desde el 15 de mayo hasta el 1.º de setiembre.”

Como se vé, estas disposiciones son semejantes a las anteriores; pero, además, se ha tomado en cuenta el defenderse de los aluviones del invierno tan comunes en los voluminosos rios del sur.

En la ordenanza del Claro i de los esteros de los departamentos de Caupolicán i San Fernando, también se deja a cargo del juez la medicion i particion de las aguas, ejecutada a la simple vista.

Como se vé, no se prescribe más medidor que el buen ojo del juez; aunque en algunos rios se prescribe compuertas para graduar las aguas. Lo más común es manejarse poniendo o quitando unas cuantas piedras o ramas en los pretiles de las bocas-tomas cuando el juez o inspector las visita; a este sistema tan primitivo se agrega que, habiendo de la primera a la última toma jeneralmente algunas leguas i cambiando los rios su caudal de la mañana a la tarde si la atmósfera está despejada o no cambiando si está nublado, al juez le es imposible ni siquiera aproximadamente precisar su criterio. Él debe tener en su imaginacion el aforo total del rio i medir de una ojeada el número de regadores que sobran o faltan en cada canal en un momento dado, para corregirlo. Es casi imposible, pero es lo único que se hace actualmente.

En la necesidad de medir con exactitud los rios sólo se piensa en los años secos; después nadie se acuerda; sin embargo, el caso ha de hacerse efectivo alguna vez i convendría haberlo estudiado.

UNIDADES DE MEDIDA DEL AGUA DE RIEGO I ROL DE LOS RIOS

Para demarcar las aguas se necesita una medida precisa; en otros países se ha espresado en litros por segundo, por ejemplo el

módulo milanés, que equivale a 42 litros por segundo i sirve para regar 42 hectáreas e importa 2,400 pesos. En Chile la medida se llama regador ,pero no tiene un valor mui determinado, i hasta la palabra regador tiene varias acepciones; regador de Maipo, regador de peon, i en jeneral se da el nombre de regador a la unidad que fija la proporcionalidad entre los riegos de una misma fuente, cualquiera que sea su valor; por ejemplo:

Considerando el regador de la Sociedad del Canal de Maipo como de 20 litros, podemos establecer la siguiente proporcion con algunas otras unidades usadas en la provincia de Santiago.

	Litros.
Regador o toma de Mapocho.....	80
„ de peon o agua que maneja un peon.....	60
„ „ Maipo.....	20
„ „ Espejo.....	14
„ „ Santa Cruz.....	10
„ „ Calera.....	10

En cuanto a las divisiones que se han hecho en Chile de los distintos rios, se nota que no obedecen tampoco a un principio fijo; han dependido de diversas circunstancias, i se han hecho en distintas épocas; en algunos rios todavía no se ha hecho.

La lejislacion chilena autoriza para pedir el agua que se quiera, i se concede sin perjuicio de tercero; una merced se otorgó en el Mapocho de mil metros cúbicos por segundo. Esto no significa nada porque la propiedad no se viene a constituir sino con el uso del agua; el que ha establecido primero su canal es el que tiene mejor derecho i no puede ser perjudicado.

Cuando el número de canales en uso ha llegado a agotar un rio, se ha hecho necesaria la intervencion de la autoridad i el acuerdo de los interesados para repartirse equitativamente. Para esto se declara agotado el rio i los canales que se labren despues sólo pueden tomar el excedente en la época de abundancia.

Probablemente el rio Mapocho fué el primero que se declaró agotado i el rol vijente, segun me lo manifestó el juez de aguas, don Jorge Guerrero V., es el siguiente:

ROL DEL RIO MAPOCHO

Derechos	Canales	Número de tomas equivalentes a 4 regadores de Maipo
1 Apoquindo.....	Apoquindo.....	2
2 Las Condes, de P.Fernández C.	„.....	3
3 Lo Coó.....	„.....	2
4 Lo Herrera.....	Lo Herrera.....	1½
5 La Dehesa.....	La Dehesa.....	1½
6 Lo Fontecilla.....	Lo Fontecilla.....	2
7 San Luis i Lo Lastra.....	San Luis.....	2¼
8 Ñuñoa.....	Ñuñoa.....	1½
9 El Rosario.....	El Rosario.....	½
10 Lo Mata.....	Lo Mata.....	1¾
11 Lo Curro.....	Lo Curro.....	1
12 Lo Saldes.....	Lo Saldes.....	1
13 Lo Gallo.....	Lo Gallo.....	1¾
14 Los Castaños.....	Los Castaños.....	¾
15 Lo Beltran i Amaya.....	Lo Amaya.....	1¾
16 Conchalí.....	Conchalí.....	1
17 Lo Castillo i Lo Recabárren...	Lo Castillo.....	2½
18 Lo Bravo.....	Lo Bravo.....	½
19 Santa Julia.....	Santa Julia.....	½
20 Lo Lillo.....	Lo Lillo.....	½
21 Lo Garces.....	Lo Garces.....	¾
22 Lo Guzman.....	Lo Guzman.....	¾
23 Lo Errázuriz.....	Lo Errázuriz.....	1¼
24 El Salto.....	El Salto.....	1
25 Quilicura.....	Quilicura.....	1½
16 Fábrica de Cerveza.....	Cousiño.....	1
27 Montolin.....	Montolin.....	½

Derechos	Canales	Número de tomas equivalentes a 4 rega- dores de Maipo
28 Monjas del Salvador.....	El Salvador.....	1
29 Toma de Galindo.....	Galindo.....	1
30 Poblacion J. G. Ballesteros....	Juan García.....	$\frac{3}{4}$
31 Seminario Conciliar.....	Seminario.....	$\frac{1}{4}$
32 Lo Sarabia.....	Lo Sarabia	$\frac{1}{2}$
33 La Reina	La Reina	$1\frac{1}{2}$
34 Lo Ovalle	Ovalle.....	1
35 Fábrica de tejidos de lana.....	La Fábrica.....	2
36 Poblacion Pedro Valdivia.....	Poblacion.....	$\frac{1}{4}$
37 Poblacion Mercedes Bernales.	El Oidor.....	1
38 Casa de Huérfanos.....	Los Huérfanos....	$\frac{1}{4}$
39 Lo Bezanilla.....	La Merced.....	$\frac{1}{2}$
40 El Pino.....	El Pino.....	1
41 El Bajo de Renca.....	Del Bajo.....	1
42 El Olivo.....	Solar	1
43 Lo Ruiz.....	„	2
44 Lo Gormaz.....	„	$\frac{1}{2}$
45 Lo Sáez	Lo Sáez.....	1
46 Pueblo de Renca.....	Renca	1
47 Lo Castillo de R. Espech.....	Yungai i Zapata..	$\frac{1}{2}$
48 Lo Romo.....	Lo Romo.....	$\frac{1}{2}$
49 Toma Santo Domingo	Santo Domingo...	1
50 La Merced.....	Lo Bezanilla.....	$\frac{1}{2}$
51 La Punta	La Punta	1
52 Varios	Yungai i Zapata..	$14\frac{1}{2}$

I el derecho ilimitado de la ciudad que se satisface jeneralmente con un excedente que el canal San Carlos del Maipo vacía al Mapocho.

En el rio Maipo, por decreto del Intendente de Santiago, de 13 de abril de 1861, se nombró un juez de aguas que las ha repartido conforme al rol siguiente, dado por el actual juez don Felipe Zamudio.

ROL DEL RIO MAIPO

Canales	Partes del rio
Pirque.....	600
Ochagavía.....	300
Lo Jara.....	600
Espejo.....	500
El Monte.....	10
Moreno.....	2
Santa Rita.....	298
Viluco.....	300
Fernández.....	50
La Calera.....	300
Santa Cruz.....	250
Herrera o San Vicente.....	180
Arriagada.....	50
Paine.....	100
Pachecano.....	30
La Quinta.....	150
Irarrázaval.....	10
Molina.....	8
Jelvez.....	16
Isla.....	10
Lonquen.....	20

 3,784

La Sociedad del Canal de Maipo tiene la otra mitad 3,784

 7,568 partes.

Posteriormente se fijó el rol del Cachapoal con la intervencion del ingeniero don Ismael Renjifo; de una cartera de él sacamos el siguiente rol:

ROL DEL RIO CACHAPOAL

Mitad.—Ribera norte, dividida en 175 partes.

Canales	Cuotas
Trebal.....	8.32
San Joaquin.....	24.75
Lucano.....	17.50
Compañía i Rafaelino.....	49.43
Rancagua i Poblacion.....	20.00
Calvino.....	16.25
Peterssen.....	12.75
Punta Cortes e Hijuelas.....	26.00
	<hr/>
	175,00

Mitad.—Ribera sur, dividida en 210 partes.

Canales	Cuotas
Rulo i Mal Paso (Cauquénes).....	10
Olivar (Mas de 200 interesados).....	18
Gultro.....	5
Isla.....	5
Cerro.....	22.66
Crianza.....	11.34
Comun.....	34
Perales.....	8
Jordan i Valdes.....	22
Apalta.....	34
Abra.....	13
Jordan i Valdivieso.....	4
Hornillas.....	4
Álamos.....	4
Manzano.....	6
Rincon.....	7
Chequen.....	2
	<hr/>
	210

Creemos útil publicar estos datos porque, excepto el del Maipo i probablemente el del Huasco, los demas no corren impresos.

Insinúo al Instituto la idea de obtener de las autoridades o de donde se pueda, el rol de cada uno de los rios i demas fuentes de regadío que se haya fijado, para publicarlo en los ANALES, proporcionando así a los injenieros informaciones difíciles de obtener en un momento dado.

Como se vé, la division de los rios ha sido caprichosa, ni siquiera hai igualdad entre las dos riberas, tampoco se ha usado una misma medida; hé aquí el valor aproximado de las unidades o partes de rio en los casos que conocemos.

RIO MAIPO		Regaderas de Maipo
Mitad, perteneciente a la Sociedad del Canal de Maipo.....	2,233 partes de un valor de	1.00
Mitad, repartida entre 21 canales de las dos riberas	3,784 ,, ,,	0.60
RIO MAPOCHO		
52 derechos en 46 canales de ambas riberas (1)	70% ,, ,,	4.00
RIO CACHAPOAL		
Mitad, ribera norte, 10 canales.	175 ,, ,,	(2) 6.00
Mitad, ribera sur, 18 canales....	210 ,, ,,	5.00

DIVISION DE LOS CANALES

Por su parte, cada canal comunero divide su dotacion de diversa manera; el de Espejo, por ejemplo, que en el rol del rio le corresponden 500 partes, las divide entre sus accionistas en 616, de modo que

(1) No se toma el derecho indeterminado de la ciudad.

(2) No teniendo suficientes datos para precisar este valor, debe considerarse sólo como aproximado.

una accion del canal de Espejo corresponde a ménos de la mitad de un regador de la Sociedad del Canal de Maipo, que, teniendo derecho a 3,784 partes del rio, las divide entre sus accionistas sólo en 2,233; sin embargo, hai condiciones en el canal Espejo que le permiten en la época de abundancia tomar mas agua i por esta causa se les da un valor igual a siete décimas del regador de la Sociedad. En los canales de la Calera i Santa Cruz no hai esto i sus cuotas se estiman sin aumento.

Como se vé, aquí tambien el valor de los regadores, acciones o cuotas lo han fijado las circunstancias en cada caso.

Sin embargo, existe una medida reconocida oficialmente: *el regador de la Sociedad del Canal de Maipo*.

Esta medida, poco precisa tambien, fué decretada el 18 de noviembre de 1819 en esta forma:

“Conformándose con lo acordado por el Excmo. Senado con fecha 5 del corriente, vengo en declarar, por regla jeneral, que el regador, bien sea del Canal de Maipo o de cualquier otro rio, se compondrá en adelante de una sesma de alto (0^m.139) i una cuarta de ancho (0^m.209) con el desnivel de 15 pulgadas,” etc. Lo que seguia fué derogado.

No se fija en qué distancia es ese desnivel de 15 pulgadas, pero el ingeniero señor Valentin Martínez cree, con algun fundamento, que se subentiende una cuadra.

Para saber a qué volúmen de agua por segundo corresponderia este decreto, falta averiguar varias circunstancias.

¿Se trata de un boquete para entregar aguas de un canal tronco que tenga la pendiente indicada? o ¿se trata del volúmen de agua que se escurre por un pequeño cauce regular de tal seccion mojada i tal pendiente, una vez uniformada la velocidad?

Si es un boquete para entregar aguas; ¿a qué altura se colocará sobre el fondo o bajo el nivel superior del agua del canal? ¿serán ésas 15 pulgadas lo que diste el boquete de la superficie del agua? Esto no es lójico porque la altura del agua es mui variable en los canales.

¿Será entónces el volúmen de agua que se escurre por un cauce de pendiente i seccion dadas?

Es mas probable; pero los múltiples no corresponderian, ni tampoco se ha fijado la contextura de las superficies de escurrimiento que influye poderosamente en la velocidad.

Delante de esta indeterminacion i otros inconvenientes que pueden hacer variar el regador, desde diez litros por segundo hasta cincuenta i mas, la Sociedad del Canal de Maipo ha modificado la forma, conservando las 54 pulgadas de seccion, i ha fijado condiciones para la ubicacion, haciendo mas posible la construccion de los marcos.

El inciso VII del artículo 47 de sus Estatutos o disposiciones reglamentarias dice: "Los marcos deben ser de una vara de alto i de pulgada i media por regador arreglados al modelo del plano que existe en la Junta de Directores."

El inciso IX del mismo artículo dice: "Cuando se estraigan de un canal principal o de otro en que no sea posible construir un marco que divida proporcionalmente (i automáticamente, falta decir) todas las aguas del acueducto, se construirá una compuerta con llave en el punto de estraccion, i a una distancia proporcionada se construirá el marco (marcador) en el canal derivado con arreglo a las reglas precedentes. La compuerta servirá para graduar el agua en el marco de manera que tenga la misma altura que en los marcos abiertos ordinarios (partidores proporcionales automáticos con punta de diamante)."

Como se vé, hai dos sistemas de marcar el agua, uno que ejecutan los empleados i otro automático; el de los marcos abiertos.

APROXIMACION EN LOS MARCOS

La particion automática es la que se trata de encontrar exacta.

Ya sabemos que al dividir un canal por una aguja o punta de diamante en dos partes, las cantidades de agua que pasan por ambos lados no son proporcionales a los anchos en que divide el canal,

sino sólo cuando se divide por mitades, i que esta desproporción aumenta a medida que la aguja se aleja del centro, sufriendo los pequeños derechos pérdidas considerables.

Haciendo notar esta desproporción el ingeniero don José M. Figueroa decía, en un informe pasado por él a la Sociedad del canal de Maipo, el año 1877:

“A nadie se oculta el defectuoso sistema de distribución de aguas que tiene establecido la Sociedad: sus defectos nacen principalmente de las disposiciones del reglamento que permite la acumulación de varios regadores en un solo marco: pues, existiendo igualdad de pendientes, las velocidades crecen con el aumento de la sección transversal i determinan un gasto mucho mayor por regador acumulado, del que correspondería a un regador aislado.

“Para no entrar en consideraciones teóricas, que pueden encontrarse en cualquier obra de hidráulica, voy a poner de manifiesto los resultados que se obtienen en la práctica, para un regador i para la acumulación de diez i de doscientos cuarenta i siete regadores que es la dotación del canal de Las Perdices con alturas de aguas de 12 pulgadas (0^m.279), 18 pulgadas (0^m.410) i 36 pulgadas (0^m.836), que son las alturas que se encuentran jeneralmente en los canales de la Sociedad.”

Altura del agua	Litros por segundo i por regador		
	0 ^m .279	0 ^m .410	0 ^m .836
Un regador.....	4.87	7.50	14.50
Diez regadores.....	10.76	20.16	42.24
Ciento cuarenta i siete regadores.....	18.54	33.60	65.61

Como se vé, la desproporción es bien considerable.

Esta desproporcionalidad depende de que los diversos filetes del agua de un canal se animan de diferentes velocidades que varían según cuatro factores: pendiente, ancho de la sección, altura del agua i contextura del canal.

A este respecto, el señor Valentin Martinez, en el número de estos

ANALES de 15 de abril de 1898, dice: "*Si no hubiera paredes laterales las velocidades de todas las moléculas situadas sobre un mismo plan horizontal serian iguales; pero su necesaria existencia lleva consigo una perturbacion lateral que hace que las moléculas situadas sobre un mismo plan horizontal tengan velocidades crecientes de los lados hácia el centro de la corriente.* Esto constituye toda la dificultad del problema de una exacta reparticion de las aguas en los canales descubiertos. Lo que hace mui difícil encontrar la lei de la distribucion de las velocidades es que ella varía con todos los elementos que pueden variar en el lecho, como igualmente con el volumen de agua, las circunstancias aceleratrices de aguas arriba i las retardatrices de aguas abajo."

Esto demuestra que, para dividir el agua de un canal de caudal variable en dos partes desiguales i constantemente proporcionales, en todas las alturas de agua que pueda traer el canal, no basta dividir el ancho de la seccion por medio de líneas verticales.

El señor Martinez calculó las diferentes posiciones de una aguja partidora segun diversas alturas de agua, i en la imposibilidad de dar movimiento a esta aguja, como hace notar el señor Obrecht, recurre al trazado curvo, en la vertical, del muro del canal saliente, que debe ser la rama menor.

Evidente es que el trazo curvo propuesto por el señor Martinez para el muro del saliente aproxima mas la particion; pero tiene el pequeño inconveniente de requerir su construccion mas prolijidad que la que jeneralmente se quiere gastar por nuestros agricultores. Se puede, sin embargo, reemplazar, perdiendo algo de la exactitud, por una recta oblícua i aproximada a los puntos calculados, como hizo don Ismael Renjifo en mas de una ocasion, dando este chaflan a toda la banqueta del lado del saliente.

Los diversos puntos que dan la forma del muro del saliente los calculó el señor Martinez separadamente para diversas alturas de agua, i parecen ser puntos de una curva, que el señor Obrecht quiso precisar. El resultado del cálculo analítico fué una ecuacion diferencial mui complicada que no se puede integrar.

El señor Obrecht en sus observaciones al señor Martínez publicadas, en el número de 15 de julio de 1898, dice:

“En resumen, lo espuesto hasta ahora muestra que la repartición racional de las aguas de caudal variable exige la resolución de dos problemas distintos: 1.º dividir, por medio de una aguja fija la sección normal rectangular de un canal matriz en dos canales cuyos gastos tengan entre sí una razón dada, la misma para todas las alturas de agua; 2.º determinar la forma del saliente para que el escurrimiento de las aguas en los dos canales no produzca alguna perturbación en el plano de la partición.”

En cuanto al primer punto creo que aproxima suficientemente la solución propuesta por el señor Martínez i es mui práctica en la forma aplicada por don Ismael Rengifo.

Para el segundo punto da el señor Obrecht como buena solución la aplicación, en cierta parte, de la idea propuesta para el todo. Tal vez, es preferible para eliminar las causas retardatrices de aguas abajo, hacer dar al agua un salto de dos decímetros, en la misma línea de la partición, siempre que el desnivel lo permita. Cada vez que el que suscribe ha podido aplicar este salto a los partidores, lo que es fácil en el llano central de Chile, los agricultores se han considerado intuitivamente bien deslindados en sus derechos.

El señor Martínez hace notar también que la inclinación del saliente es otro motivo de error, a causa del choque i la desviación del agua en la punta de diamante, i propone un remedio o compensación de inclinaciones, que el señor Obrecht considera con reserva i duda.

Yo creo que hai una causa mas grave de error que la del choque oblicuo del agua en la pared de la tijera, i es la reducción del ancho de la sección que se produce en la rama inclinada. Basta considerar, para darse cuenta de esta grave causa de error, el que las medidas de los anchos de las secciones se hacen normalmente al entrante, cuyo ancho es el que se parte proporcionalmente, i que la medida de la rama oblicua se hace por esto oblicua a su normal para que sea normal al entrante.

Todas las causas de error afectan desfavorablemente a la rama

menor o saliente i principalmente ésta, porque se acostumbra inclinar jeneralmente el saliente, i en los Estatutos de la Sociedad del Canal de Maipo, artículo 47, inciso IV, se prescribe: "Todos los canales pasantes deben ir en línea recta i los salientes en línea oblicua."

Este descubrimiento lo hizo contra su voluntad el que habla: en una ocasion, un interesado prolijo midió normalmente el ancho en diversos puntos de su rama i la encontró diez o quince milímetros mas angosta (1), la midió en la boca i la encontró bien; para esplicarle el hecho tuve que asegurarle dogmáticamente que todas las medidas debian hacerse paralelas.

Estos i otros inconvenientes se iliminarian haciendo la particion por medio de una lámina delgada, como dice el señor Obrecht; este sistema lo considero de fácil aplicacion i probablemente daria buenos resultados.

En resúmen, creo que algo se avanzaria en exactitud construyendo los marcos en las siguientes condiciones:

1.º Partir con una lámina de fierro sostenida de su canto superior por medio de traviesas empotradas en la banqueta mas próxima;

2.º Dar a la banqueta del lado del menor derecho, desde el principio del entrante hasta el fin del saliente un chafan que reemplace aproximadamente la curva compensadora, calculada segun el método del señor Martinez; i

3.º Dar un pequeño salto al agua en la línea de la particion, es decir, colocar el emplantillado del entrante mas alto que los del pasante i el saliente, siempre que el desnivel lo permita.

Con haber arribado a estas tres pequeñas indicaciones prácticas i eficaces, creo remunerar en algo siquiera el tiempo que se ha empleado en leer esta conferencia.

ROBERTO RENGIFO.

(1) Estos pocos milímetros significarian en un derecho estraído de un canal tronco de la Sociedad del Canal de Maipo, una disminucion de seccion correspondiente a un tercio de regador, es decir, mas de dos mil pesos de valor.

ROL DEL LONGAVÍ

Hemos tenido el gusto de encontrar este rol publicado por el señor A. Astopqui-za, i lo insertamos a continuacion.

La distribucion que por ahora se hace de las aguas del rio Longaví en las épocas de escasez (Verano i Otoño), tiene por objeto dar a cada uno de los canales o derivaciones del rio una cantidad de agua proporcional a sus derechos. La suma de todos los derechos está representada por 20,600 cuadras, de las cuales 14,000 corresponden a la ribera sur i 6,600 a la ribera norte.

Para abastecer a las 14,000 cuadras de la ribera sur existen 20 canales i 10 para la ribera norte, variando los derechos de estos canales entre los límites 200 i 1,500 cuadras.

NOMBRE	DERECHO <i>n</i>	DOTACION COMPLETA
	Cuadras ²	<i>m</i> ³
Cuñao	200	0.330
Robles (nuevo)	232	0.380
Ibáñez	300	0.495
Camelias	400	0.660
6. ^a	400	0.660
Cármen	400	0.660
San Márcos	450	0.740
San Ignacio	450	0.740
Macal	500	0.825
Quillaimo	500	0.825
Higuera	500	0.825
Maitenes	500	0.825
Robles (viejo)	568	0.940
Pueblo	600	0.990
Ajial	600	0.990
Mercedes	600	0.990
Rosas	600	0.990
Zamudio	600	0.990
San José	700	1.155
5. ^a	800	1.320
3. ^a	800	1.320
1. ^o de la 1. ^a	800	1.320
2. ^o de la 1. ^a	800	1.320
Copihue	900	1.485
San Nicolas	1000	1.650
Molino	1000	1.650
Retiro	1200	1.980
Nogales	1300	2.145
Porvenir	1400	2.310
Cardos	1500	2.475
	20600	

