

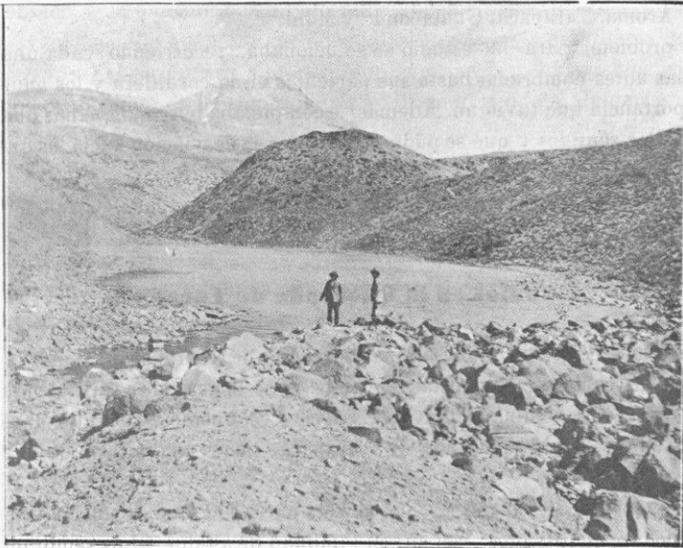
Regadío de la pampa del Tamarugal

POR

LUIS ARMIJO S.

Condiciones Generales

La pampa del Tamarugal es una enorme llanura que tiene de Norte a Sur una extensión de 400 Kmts., y de Oriente a Poniente un término medio de 40 Kmts. Se encuentra situada entre los contrafuertes de la cordillera de Los Andes



Lagunas de Chuncara.—«La Santa Rosa»

y los suaves lomajes de la cordillera de la Costa, que es donde principia la región del salitre.

Desde hace mucho tiempo a esta parte, se viene hablando y mucho se ha es-

crito, sobre todo en artículos de prensa, de la importancia que tiene el regadío de esta región. Pero la generalidad de las personas que se han preocupado de este asunto, han creído que el riego se puede hacer en enormes extensiones de terreno; hablan de cientos de miles de hectáreas, esto ha tenido que ser el fruto de criterios demasiado ilusionistas y con poco conocimiento de lo que es la cordillera de esta provincia. Cualquiera que se haya internado hacia Bolivia se habrá convencido de lo escasa que es el agua en esas localidades.

Estudios del Regadío

Para formarse un plan de estos estudios me sirvió muy de veras un folleto que escribió don Guillermo Billinghurst sobre el Regadío de la Pampa del Tamarugal, publicado el año 1893; en este folleto trata el señor Billinghurst generalidades sobre el regadío de la provincia y da algunas ideas para el aumento del caudal de las aguas de algunas quebradas.

A la pampa del Tamarugal desembocan una serie de quebradas, formadas por los contrafuertes de la cordillera de los Andes. Una de estas quebradas, la de Camiña, atraviesa la pampa y desemboca en el mar con el nombre de quebrada de Pisagua. Las otras quebradas, las de más importancia y que siguen hacia el sur son: Aroma, Tarapacá, Guatacondo y Maní.

El problema para mi estudio se solucionaba, recorriendo cada una de las quebradas antes nombradas hasta sus nacientes en la cordillera y los afluentes de más importancia que tuvieran. Además se completaba buscando aguas que se dirigían en otros sentidos y que se pudiera justificar su desviación hacia las quebradas que van a la Pampa.

El orden en que hice mis reconocimientos fué: Tarapacá, Camiña, Aroma, Guatacondo y Maní.

Estudios en la Quebrada de Tarapacá

Para hacer estos estudios salimos del pueblo de Huara, se atraviesa la pampa en una de sus partes más angostas (25 Kmts.) y se llega a un paraje de la quebrada de Tarapacá denominado Tilivilca. Tilivilca está como a 10 Kmts. antes de la desembocadura de la quebrada de Tarapacá, tiene una altura de 1 295 mts. sobre el mar.

La quebrada de Tarapacá tiene en esta parte 300 mts. de ancho y presenta algunos pedazos cultivados, casi en su totalidad de alfalfa.—Los sembrados están en la misma hoya de la quebrada, las laderas son bastante escarpadas.—Aquí el agua, en tiempo de mi visita (27 de Octubre de 1918) era muy escasa, no era más de 4 l/s., de una manera muy dificultosa pueden regar los sembrados de la localidad. Los propietarios de estos terrenos no hacen ninguna obra para captar las aguas que deben venir un poco más profunda. Siguiendo la quebrada hacia la cordillera

nos encontramos con el pueblo en ruinas de Tarapacá (1 340 mts. sobre el mar). Actualmente no tiene más de 50 habitantes. En un tiempo tuvo este pueblo una importancia muy grande, era la capital de la provincia, era el centro de los caminos de Oruro y Potosí, contaba con 1 200 habitantes el año 1879. Pero la paralización del tráfico de estos caminos por una parte y los destrozos que han hecho las aguas de la quebrada por otro, han tenido que transformar la ciudad en lo que es hoy día.

Aquí hay algunos pequeños sembrados de alfalfa y algo de trigo, el agua que viene por la quebrada antes de estos sembrados sólo era de 20 l/s.

Siguiendo hacia las nacientes de la quebrada, a 14 Kmts. de Tarapacá nos encontramos con el caserío de Pachica (1 550 m.) Aquí hay sembrados de más importancia, la casi totalidad son alfalfales. Esta es una parte muy pintoresca, hay algunes algarrobos y otros árboles que dan un aspecto muy bonito a la aldeita.

A la llegada de Pachica, el valle de la quebrada tiene un ensanche, a primera vista uno cree que se prestaría para hacer en él un embalse, pero este valle tiene una pendiente de 6%, lo que hace que el agua embalsada, sea una cantidad insignificante, con relación a las obras que habría que ejecutar. Las laderas son de un material de tierra con bolones algunos de 2 a 4 m³.

Además hay un grave inconveniente para los embalses, no sólo en esta parte de la quebrada, sino que aún hasta la localidad denominada Guaviña, y es que las grandes avenidas de la quebrada, debidas a las lluvias en la cordillera, en los meses de Enero y Febrero, traen una cantidad enorme de piedras, muchas de las cuales son de grandes dimensiones. Estas piedras al cabo de algunos años rellenarian el embalse.

Aguas abajo de los sembrados de Pachica medimos el agua y encontramos 95 l/s, lo que quiere decir que entre Pachica y Tarapacá se pierden 75 l/s. Al recorrer esta parte de la quebrada se ve muy claro lo permeable que es el terreno: es en su mayor parte un ripio muy fino.

Así mismo medimos el agua antes que los agricultores de Pachica saquen sus acequias y encontramos un gasto de 135 l/s.

Siguiendo internándose 11 kmts. por la quebrada llegamos a otro caserío, que tiene algunos terrenos cultivados también con alfalfa, llamado Lonsana (1 730 m/s). En este trayecto también se pierde agua, aunque el lecho de la quebrada no se ve tan permeable. Aforamos el agua en Lonsana y encontramos 155 l/s.

15 kmts. más hácia aguas arriba llegamos al caserío de Mocha (2 080 m. sobre el nivel del mar). En esta parte de la quebrada encontramos unas 30 hcts. de terrenos cultivados con alfalfa. Estos terrenos están en una ensenada que tiene la quebrada.

Hace algunos años, los cultivos que habían en Mocha eran mucho más del doble de lo que existe actualmente, pero las grandes creces de la quebrada los ha ido reduciendo año a año.

En esta parte la quebrada parece a la simple vista que es muy apropiada

para embalsar aguas, pero se tropieza con el inconveniente de la gran pendiente que tiene la quebrada, los arrastres de grandes piedras, que en pocos años embancarian la hoya y las obras costosísimas para el vertedero de rebalse, para el que habría que hacer un túnel de gran sección, pues las creces llegan a 60 m³/s.

Como puede verse en la lámina que se adjunta, 2 Kmts. aguas abajo del caserío de Mocha, en el punto denominado Puchurca, desemboca la quebrada de Coscaya, que nace de la pampa de Lirina y de la cual nos ocuparemos más adelante.

Así mismo se puede ver en el plano general, que frente al caserío ya nombrado, la quebrada de Tarapacá recibe como afluente a la quebrada de Ocharaza.— Esta quebrada, en el tiempo de mi visita, venía completamente seca. Según dicen los de la localidad, en la época de las lluvias trae bastante agua. Me interné por ella: los primeros 4 kilómetros es formada por dos farellones sumamente altos, tiene una pendiente media de 7%. Al fin de estos cuatro kilómetros hay un ensanche de la quebrada, que para embalsar agua tiene los mismos inconvenientes que las ensenadas de Pachica y Mocha. Siguiendo la quebrada pasado este ensanche se angosta mucho y no creí conveniente seguir visitándola.

Más allá de los cultivos de Mocha, la quebrada de Tarapacá se estrecha mucho, en su base a veces sólo alcanza a 4 mts., es formada por dos farellones de piedra casi verticales. En esta parte medimos el agua y tuvimos un gasto de 320 l/s. La angostura de que hablamos tiene como 4 kilómetros de largo y su lecho está lleno de piedras algunas sumamente grandes que casi cierran la quebrada.

A 6 Kmts. de esta angostura encontramos otra ensenada donde hay algunos cultivos de alfalfa, llamada Guaviña (2 300 mts. sobre el mar). Ya en estos alrededores la quebrada de Tarapacá recibe por ambos costados algunas vertientes de agua, pero la generalidad algo salobre.

A 5 kilómetros de Guaviña tenemos los sembrados de Licmaciña (2 580 mts. sobre el mar) y a 4 kilómetros de este último punto está Sibaya (2 145 mts. sobre el mar).

En Sibaya la quebrada se ensancha, hay más o menos 50 Hcts. de alfalfa. Las vertientes han seguido aumentando el caudal de las aguas de Tarapacá, pues al aforar aquí las aguas sólo encontramos 290 l/s.

Al llegar a Sibaya la quebrada tiene una garganta bastante estrecha. Aquí ya los arrastres de piedras que traen las creces no son de importancia. En esta garganta se va a justificar la construcción de un tranque de albañilería de unos 20 mts. de altura. (Como quedará justificado al tratar más adelante de las obras que conviene construir para llevar las aguas a la pampa). Este embalse podrá almacenar 1 200 000 m³.

Como a 2 Kmts. de Sibaya hacia el interior, la quebrada de Tarapacá recibe como afluente por el lado Sur a la quebrada de Siyajualla. En el tiempo de mi visita venía completamente seca, dicen que sólo en la época de las lluvias trae agua y en abundancia.

Desde Sibaya al interior, la quebrada se estrecha mucho y deja de tener

cultivos. Frente, y como a 10 Kmts. de pueblo indio de Cultene, en un punto de la quebrada de Tarapacá denominado Collacahue (3 870 m. sobre el mar), existen dos puentes naturales, dista uno del otro como 300 mts. Parece que aquí la hoya de la quebrada hubiese sido formada por la acción de las aguas: al llegar las aguas a lo que son ahora los puentes mencionados, no pudieron destruirlos y durante algún tiempo han pasado sobre ellos, formando dos pequeñas lagunas. Siguiendo el tiempo, las aguas lograron perforar estas masas que se les oponían al frente y quedaron los puentes como están hoy día. Tienen una altura de 16 mts sobre el fondo de la quebrada, el ancho de ésta en el fondo es de sólo 6 mts. y a la altura de los puentes es de 30 mts.; la pendiente que tiene es de 7%. Los dos puentes son muy parecidos. Como se ve, tienen una hoya insignificante, para pensar hacer algunas obras de aprovechamiento.

18 Kmts. al Oriente de Coyacahue, siguiendo por la quebrada de Tarapacá, llegamos a un punto denominado Colchane. En los alrededores de este lugar se puede decir que están casi todas las nacientes de la quebrada de Tarapacá.

Poco antes de llegar a Colchane (4 050 m.), la quebrada de Tarapacá recibe como afluentes por el lado Sur la quebrada de Castilluma y la quebrada de Colchane y por el lado Norte la de Sallire. Como a 1 Kmt. al Oriente de Colchane se juntan las dos quebradas que forman la de Tarapacá, la de Aruma por el Norte y la de Cotacahue por el Sur, la primera traía 120 l/s. y es de un agua que tiene mucha arcilla. La segunda tiene un agua muy cristalina y su dotación era de 100 l/s.

Siguiendo la quebrada de Cotacahue 5 Kmts., en una parte llamada Pucapucone (4 190 mts.), recibe ésta por el Norte la quebrada de Macata, la que traía 70 l/s. Al andar 10 Kmts. por esta quebrada llegamos a las lagunas de Chuncara.

Estas lagunas son tres: La San Lorenzo, la Petronia y la Santa Rosa.

La San Lorenzo tiene un área mojada de 15 000 m² . y una profundidad media de 1.20 m., está a 4 390 mts. sobre el mar. Por lo que se ve esta laguna es alimentada por la Petronia y que está a 300 mts. más al Norte y a una altura de 4 420 m. sobre el mar.

La Petronia es la más importante de las tres, tiene de largo 400 mts. y un ancho medio de 100 mts. En una parte del centro de esta laguna pude medir una profundidad de 5 mts. de agua.

La Santa Rosa tiene su nivel 4 mts. más bajo que la Petronia y está separada de ésta sólo 50 mts. Parece que en un tiempo fueron una sola laguna. La Santa Rosa es alimentada por la Petronia y tiene un desagüe, que ha sido agrandado artificialmente, por donde salen 30 l/s. que van a la quebrada de Macata.

Así mismo se ven unas filtraciones que caen a la quebrada de Macata y justamente frente a la laguna San Lorenzo; estas filtraciones deben ser la cuota con que esta laguna sirve a la quebrada de Tarapacá.

Las lagunas de Chuncara no tienen hoya hidrográfica de importancia, la que en ningún caso es de más de 100 Hcts., de un terreno sumamente permeable.

Según mi parecer, la laguna Petronia, que es la que surte a las otras dos, es alimentada por corrientes subterráneas que vienen del cerro nevado de Chuncara. (A este informe acompaño unas fotografías de estas lagunas y en ellas se puede ver la poca importancia que tienen).

Andando como tres kilómetros al oriente de las lagunas de Chuncara nos encontramos con la Apacheta. (Portezuelo) de Chuncara (4 860 m.); desde aquí bajan estos cordones de cerros y a 12 kilómetros estamos en Churullo (4 250 m.), donde pasa el arroyo de este nombre, con sólo 90 l/s.

El objeto de mi ida a este punto, fué creyendo que Churullo estuviese a más altura y que su desviación hacia la quebrada de Tarapacá pudiera justificarse.

Como se ha visto hasta aquí, fuera de un embalse en Sibaya, no hay otra obra que hacer para aumentar la dotación de las aguas de Tarapacá.

Nos ocuparemos ahora de los estudios que hemos hecho para aumentar las aguas de la quebrada de Coscaya.

Aumento de las aguas de la quebrada de Coscaya.

La quebrada de Coscaya nace en la pampa de Lirima. Esta pampa es una llanura que mide como 25 kilómetros de norte a sur y cerca de 15 kilómetros de oriente a poniente. Se encuentra situada en la falda occidental del nevado del mismo nombre y como 25 kilómetros al sur de las lagunas de Chuncara. Tiene una altura sobre el nivel del mar, de 4 000 metros.

A la pampa de Lirima desembocan una serie de quebradas por el lado norte y por el este, algunas de las cuales son de alguna importancia. Todas éstas desde sus mismas nacientes, tienen su lecho transformado en bofadales, donde es muy peligroso, sobre todo en época de lluvia, andar por ellos.

Por el lado norte de la pampa, vienen las aguadas de Chaivire; nacen del cerro de Henchume, forman un esterito que corre por un ancho y largo valle. Es muy difícil medir el agua porque viene muy repartida entre los bofadales, creo no estar equivocado al asegurar que como mínimum, son 30 l/s.

Como a 4 kilómetros al oriente, tenemos la quebrada de Pocopocone, la que nace en el cerro de Lirima y se junta con la quebrada de los Hornos en la misma pampa, esta última corre de Oriente a Poniente. La primera tiene un gasto de 14 litros y la segunda de 12 litros.—3 kilómetros al Sur, viene la quebrada de Chanchahuano; también nace como la anterior en el cerro de Lirima con 10 l/s.—Las aguas de todas estas quebradas se pierden en el terreno arenoso de la pampa de Lirima.

Más al Sur viene una quebrada de bastante importancia cuyo nombre es Tu-

curuma; tiene un gasto de 90 l/s, se junta con la quebrada de Andres Quiquata al llegar a la pampa, en el lugar denominado Rinconada de Lirima.

La quebrada de Andres Quiquata, nace de la cordillera de su nombre y es alimentada por unas vertientes y por unos volcanes de agua. Esta tiene una dotación de 100 l/s.

Una vez que se junten estas quebradas, sus aguas se dirigen primero hacia el S. O. dan una gran vuelta por la pampa y con dirección al N. O. llegan al nacimiento de la quebrada de Coscaya.

Siguiendo nuestro camino encontramos como a 6 kilómetros, la quebrada llamada «Rinconada Chica» formada por varias vertientes; es muy difícil medir el agua por los bofadales, pero no son menos de 15 l/s.

12 kilómetros en el mismo sentido nos encontramos con las aguadas de Guantija que dan un gasto de 25 l/s. Esta quebrada alimenta una laguna que ocupa una extensión de 4 Hets. la que desde hace varios años está seca, porque en una de las avenidas del invierno se rompió la barrera que separaba esta laguna de la pampa y las aguas toman la dirección de unas lagunillas que hay en la pampa y que se donominan Lagunillas de Guantija.

Sumando todas las aguadas antes nombradas, vemos que tenemos un gasto de 296 l/s.

Al hacer el aforo de la quebrada de Coscaya a su salida de la pampa de Lirima, en una parte que se estrecha y no hay bofadales, encontramos que tiene una dotación de 150 l/s. de manera que claramente se ve, que se pierden en la pampa 146 l/s. o sea, la mitad del agua que llega a Lirima, se pierde en los arenales.

Vertientes de Ocacucho.—A 18 kilómetros al O. del establecimiento de las Azufreras San Antonio de Chaivire, ubicada en la Rinconada de la pampa de Lirima, al otro lado de los cordones de cerros denominados de Quinsachata, limite de la hoya hidrográfica de Lirima, se encuentran cuatro vertientes que se unen en una sola, formando el arroyo de Ocacucho, el que yendo en dirección a Bolivia se pierde en la pampa arenosa de Cancosa. El caudal de este arroyo era en el tiempo de mi visita de 200 l/s. (20 de Noviembre de 1918.)

El camino que conduce a estas aguadas, desde la Rinconada es el mismo que va a Bolivia, tiene una cota máxima en el Portezuelos (Apacheta de la Rinconada) de 4 520 metros. El punto donde convendría captar las aguas, quedaría a unos 300 metros del camino y tendría una cota de 4 160 metros.

Para aprovechar estas aguas, habría que construir un canal revestido de 25 kilómetros y atravesar los cerros de Quinsacha con un túnel de 1 200 metros bajo el Portezuelo de Guantija.

Vertientes de Piga.—Tienen una dotación de 90 l/s.—Se encuentran situadas a una distancia de 30 kilómetros al Sur de las Azufreras de la Rinconada de Lirima.—Entre la pampa de Lirima y la vertiente de Piga, hay unos lomajes suaves que están a menos altura que las nacientes de las vertientes. En el punto que creo

conveniente captar las aguas para llevarlas a Lirima, calculamos una cota de 4 085 metros.

La quebrada de Piga nace del cerro de Porquesa, se dirige primero hacia el Sur, para tomar en seguida de O. a P. Después de varias vueltas se dirige francamente al Sur en dirección a la laguna del Huasco, perdiéndose en la Pampa de Rallabos.

Un poco más abajo, donde aforamos las aguas de Piga, encontramos la toma de un antiguo canal (4 080 metros). Este canal toma la ladera Norte de la quebrada. El canal lo pude observar en un largo, más o menos, de 4 kilómetros y está construido en la ladera del lado abajo, por una especie de pirca de piedra con barro.

Para llevar estas aguas hasta Guantija, habría que construir un canal revestido de 20 kilómetros. Desde Guantija habría que construir otro canal que recogiera estas aguas y las de Guantija, pasará bordeando las faldas de los cerros y en dirección al Norte recogerá las aguas de la Rinconada Chica y siguiendo hacia el Norte fuera aumentando su dotación con la serie de vertientes que ya hemos mencionado, hasta Pocopocone, desde donde volvería hacia el Oeste y tomaría las aguas de Chaivire para llegar a la entrada de Coscaya por el Norte.

La quebrada de Coscaya al salir de la pampa de Lirima tiene un angostamiento de 80 metros en su base, con taludes las laderas de los cerros de 2 x 1. Este estrechamiento es muy a propósito para construir un tranque de tierras, el que al tener una altura de 20 metros podría almacenar 3 500 000 metros cúbicos, de los cuales, como puede verse más adelante, son aprovechables 2 500 000 m³, que equivalen a un gasto continuo, todo el año, de 80 l/s.

Las aguadas descritas hasta la fecha, son las que pueden servir para llevarlas a la quebrada de Tarapacá y con ellas poder regar una extensión de la Pampa del Tamarugal.

Reasumiendo son:

Chaivire.....	30 l/s.
Pocopocone.....	14 »
Los Hornos.....	12 »
Chancahuano.....	10 »
Tucuruma.....	90 »
Andrés Quiguata.....	100 »
Rinconada Chica.....	15 »
Guantija.....	25 »
Ocaucho.....	200 »
Piga.....	90 »
Emb. Coscaya.....	80 »

666 l/s.

Mi visita a estos lugares, fué, desde fines de Octubre hasta los primeros días de Diciembre.—Esta es la época del año en que hay más escasez de agua, pues las grandes lluvias de la cordillera son durante los meses de Enero y Febrero. Por otra parte el invierno de 1918, fué sumamente pobre en nevazones en la Cordillera. Creo que por esto, mis datos sobre cantidad de agua, en ningún caso pueden ponderar la realidad.

Las aguas que juntamos en el nacimiento de la quebrada de Coscaya, para llevarlas por ella a la quebrada de Tarapacá, creo que es conveniente llevarlas por un cauce artificial y revestido, por el fondo de la misma quebrada y así poder evitar pérdidas por infiltración, que aunque no serán muchas, es muy conveniente evitarlas, dado el gran valor que tendrán estas aguas. Además, al ir simplemente por el cauce natural, el agua correría muy extendida y las pérdidas por evaporación serían ya considerables.

El cauce artificial por el fondo de la quebrada de Coscaya se haría hasta el lugar denominado Fundición. De aquí hasta la confluencia de Coscaya con Tarapacá se podrían llevar las aguas por un canal revestido que iría por la ladera sur de la quebrada.—Al término de este canal nos resultaría una caída mínima de 500 mts.

Las aguas que vienen por la quebrada de Tarapacá por las mismas razones que he dado para las de Coscaya habría que encausarlas y sacarlas del lecho de la quebrada desde un punto un poco más abajo del lugar denominado Liemaciña.—Así al llegar a los sembrados de Mocha tendríamos una caída de 350 mts. la que estaría a unos 4 km. de la caída un poco antes nombrada.

Después de producida esta caída principiaría otro canal que recogería las aguas que vienen de Coscaya y al llegar a Pachica habría una nueva caída de 300 metros para seguir hacia la pampa y un poco más abajo de Tilibilca tener su última caída de 200 metros y el agua en seguida prestaría sus servicios en el riego.

Obras por ejecutar y costo de ellas

DESVIACIÓN DE LAS AGUAS DE OCACUCHO A LIRIMA.—Hay necesidad de construir un canal de 25 klms. de largo el que terminaría en un túnel, bajo el portezuelo de Guantija, de 1 200 metros de largo. El canal es necesario hacerlo revestido, porque el terreno es sumamente permeable y está lleno de cuevas o más bien dicho completamente minado por unos animales parecidos a los conejos, conocidos en esas regiones con el nombre de sartanejas.

La sección de aguas del canal sería: ancho abajo 0.30 m., taludes 1/2, altura de agua 0.40 m., ancho arriba 0.70 m. Con esta sección necesitamos una pendiente de 16/10000.

El movimiento de tierras sería más o menos de 1 m³. por m. 1., tomando en cuenta que el canal va a media ladera en casi toda su extensión.

El revestimiento lo haremos sobresalir 0.10 m. sobre el nivel de las aguas y le daremos un espesor de 0,08 m. Cubicara 0,13 m³/m. l.

Para evitar las pérdidas por evaporación, habría sido necesario traer las aguas por un acueducto tapado o por una cañería, pero estas pérdidas son muy pequeñas como puede verse a continuación:

En su folleto sobre «Estudio de la evaporación en Chile» don Walter Knoche, da para Collahuasi en el año 1915 (que es el que tiene más evaporación de los tres años que estudia) 162,9 cmts. Esta región creo que es la que mas se parece a la de Ocacucho y Lirima 162,9 cmts. al año equivale ponderando un poco a 5 m/m diarios.

El canal tendría una superficie de evaporación de $25\ 000 \times 0,7 = 17\ 500\ m^2$ que multiplicados por 0.005 m. nos dan 87.5 m³, o sea, las pérdidas serían 1 l/s.

El túnel estará labrado en roca; no considero necesario revestirlo, le daremos la sección mínima para poderlo construir, sería su sección la de la figura, la que da un cubo de 1.7 m³ /m. l.

COSTO DE ESTAS OBRAS

Concreto de 170 Kls. de cemento por m ³ . de concreto.—		
Cemento (puesto en Huara) (170 Kls.).....	\$	40 00
Una mula puede llevar dos sacos de cemento y se demora 4 días en subir a Ocacucho y 3 días en volver de Ocacucho a Huara; en estos 7 días se gastan \$ 10,5 de pasto, más \$ 7 como amortización del animal, más \$ 7 por gasto de arriero, da un total de \$ 24,5 por los dos sacos.—Los 3 sacos o sean los 170 Kls. tienen un flete de Huara a Ocacucho de.....		36 75
Ripio, agua y arena (transportar en llamas).....		10 00
Obra de mano.....		15 00
		<hr/>
Costo de 3m. de concreto colocado.....	\$	101 75
Redondeanda.....		102 00

Las tierras por donde irá el canal son blandas, pero dada su situación les pondremos \$ 2.— el m³.

Excavación del túnel la avaluamos a \$ 50.— el m³.

VALOR TOTAL DEL CANAL OCACUCHO

3 250 m ³ . de concreto a \$ 102.— el m ³	\$	331 500
25 000 » » movimiento de tierras a \$ 2.— el m ³		50 000
2 040 » » excavación en túnel a \$ 50 el m ³		102 000
Obras de arte no previstas.....		16 500
		<hr/>
Valor total.....	\$	500 000

CANAL DE FIGA A GUANTIJA

Hay que construir un canal de 20 klms. de largo, el terreno es muy parecido al de Ocacucho, por lo que se hace imprescindible revestirlo.—Su sección de agua sería: ancho abajo 0.20 m., ancho arriba 0.50 m., altura de agua 0.30 m., taludes de 1/2. Para que puedan venir 100 lts., necesita una pendiente de 22/10000.

El canal vendría en toda su extensión a media ladera, la pendiente trasversal del terreno no es mucha, para el movimiento de tierras consideraremos 0.7 m³/m. l.

El revestimiento lo haremos sobresalir 0.10 m. del nivel del agua, le construiremos también de 0.08 m. de espesor; cubicará 0.11 m³/m. l.

Por las mismas razones dadas para el canal Ocacucho, tanto éste como los otros canales de que nos preocuparemos más adelante, se han proyectado descubiertos.

COSTO DE LAS OBRAS

Por la distancia, la forma en que se presenta esta región, creemos muy aceptable poner los mismos precios unitarios que hemos considerado para el canal de Ocacucho.

14 000 m ³ . de mov. de tierras a \$ 2	\$ 28 000
2 200 » de concreto a \$ 102. el m ³	224 400
Imprevistos	17 600
	<hr/>
Costo del canal de Figa	\$ 270 000

CANAL DE GUANTIJA A LA RINCONADA

Tendrá un largo de 18 klms.—Su dotación de agua será:

Figa	90 lts.
Ocacucho	200 »
Guantija	25 »
Rinconada Chica	15 »
	<hr/>
	330 lts.

La sección de agua del canal sería: ancho abajo 0,40 m., ancho arriba 0,90 m., altura de agua 0,50 m., taludes 1/2; necesita una pendiente para escurrir los 330 lts. de 11/10000.

El revestimiento lo haremos 0,08 m. de espesor, cubicará por m. 1.0, 16 m³ Sobresaldrá del agua 0,10 m.

El canal irá por faldas suaves de cerro, por lo que no considero más que 1 m.³ de tierra por m. 1. de canal.

COSTO DE LAS OBRAS

El precio del concreto va a disminuir, pues el cemento tiene un día menos de viaje y un día menos el regreso de las mulas. El flete de Huara a las obras de este canal de los 3 sacos de cemento será de..... \$ 26.25

170 kls. de cemento puesto en Huara.....	40.00
Ripio, agua y arena.....	10.00
Obra de mano.....	15.00
	<hr/>
Costo del m. ³ de concreto colocado.....	\$ 91.25

\$ 92. digamos

VALOR TOTAL DEL CANAL DE GUANTIJA A RINCONADA

18 000 m. ³ movimiento de tierras a \$ 1.50 el m. ³	\$ 27 000
2 880 » de concreto a \$ 92 el m. ³	264 860
Obras imprevistas.....	18 040
	<hr/>
	\$ 310 000

CANAL DE LA RINCONADA A COSCAYA

Recibe en «La Rinconada» las aguas del Canal anteriormente citado y las aguas de «Andres Quiguata y Tucuruma y en su camino las aguas de otras series de quebraditas.—Lo calcularemos para una dotación total, que es formada:

Canal de Guantija a Rinconada.....	330 lts.
Andres Quiguata.....	100 »
Tucuruma.....	90 »
Chancahuano.....	10 »
Los Hornos.....	12 »
Pocopocone.....	14 »
Chaivire.....	30 »
	<hr/>
	586 lts.

Tendrá 18 km. de largo y desembocará en la quebrada de Coscaya. La sección de agua de este canal será de 0.60 m. abajo, 1.20 m. arriba, altura

de 0,60 m. y taludes de 1/2, para que escurra los 586 lts., necesita una pendiente de 1/1000. —

El revestimiento lo haremos como en todos los otros de 0,08 m. de espesor y también sobresaldrá 0,10 m. de la superficie del agua. Cubicará 0.21 m.³ /m. l.

El canal irá por terrenos que no tienen mucha pendiente en el sentido transversal, por lo que creo que no se debe considerar más de 1.20 m.³ /m. l. de canal.

COSTO DE LAS OBRAS

Pondremos los mismos precios unitarios que para el canal recién citado, aunque realmente se acorta en algo la distancia de acarreo del cemento.

Tendremos las siguientes cantidades de obras:

21 600 m. ³ de mv. de tierras a \$ 1.50 el m. ³	\$ 32 400
3 780 « de concreto a \$ 92.— el m. ³	347 760
Pasadas de quebradas y otras obras no previstas	29 840

Valor total: \$ 410 000

TRANQUE DE COSCAYA

Como hemos dicho anteriormente, la quebrada de Coscaya al salir de la Pampa de Lirima tiene un angostamiento de 80 mts. en su base, con taludes las laderas de 2/1. El terreno aquí se presta para construir un tranque de tierras, el que al tener 20 mts. de altura hasta el coronamiento podría almacenar unos 3 500 000 m.³ de agua. La superficie del agua al estar el tranque lleno es de más o menos 50 Hects.

Pérdidas de agua por evaporación. En su folleto sobre «Estudio de la evaporación en Chile» don Walter Knoche, da para Collahuasi en el año 1915 (que es el que tiene más evaporación de los tres años que estudia) 162,9 cents. Esta rejión es la que más se parece a la que tratamos ahora, eso sí que Collahuasi tiene una altura de 800 mts. más sobre el nivel del mar.

Al considerar una superficie de evaporación de 50 Hects. tendríamos una evaporación total al año de:

$$500\,000 \times 1\,629 = 814\,500 \text{ m.}^3$$

Pérdidas por infiltración.—La mayor parte de las aguas que se pierden por infiltración tienen que venir a la quebrada de Coscaya, pero consideremos de todas maneras una pérdida de 185 500 m.³.

Pérdidas totales.—Tendríamos como pérdidas totales la cantidad de 1 000 000 de m.³.

Nos quedan 2 500 000 m³. de agua aprovechables, los que equivalen a un gasto continuo, día y noche, de 60 lts.

El tranque sería formado por un terraplén, como hemos dicho, de 20 mts. de altura; tendría un chafán por el lado de las aguas de 3/1, y por el otro lado un chafán de 2/1. El ancho en el coronamiento sería de 6 mts. con lo que resultaría para la base 106 mts. Cubicaría por metro corrido 1 120 m³. y como tiene un largo total de 120 m., el terraplén tendría un cubo total de 134 400 m³.

COSTO DE LAS OBRAS.

134 400 m ³ de tierras a \$ 2.— el m ³	\$ 268 800
Excavaciones, obras de toma, rebalse desaguadero, etc....	91 200
	<hr/>
	\$ 360 000

Al hacer los reconocimientos en el terreno, me fijé una altura de tranque de 20 mts. y me resultó que almacenaba aproximadamente 3 500 000 m³. Al aumentar unos 10 mts. al tranque en altura, creo que talvez se podría llegar a almacenar unos 10 000 000 m³. y también me parece que el costo del m³. de agua embalsada disminuirá. Por otra parte, la hoya hidrográfica que tendrá el embalse es muy grande, de manera que con exceso se llenaría todos los años. La solución definitiva de éste y de otros puntos tendrán que quedar completamente resueltas, al hacer los estudios definitivos.

CANAL DE LIRIMA A FUNDICIÓN

El canal, como hemos dicho anteriormente, iría por el fondo de la quebrada; tendría una longitud de 18 klms.

La dotación de agua sería:

Canal de la Rinconada	586 lts.
Embalse quebrada Coscaya	80 "
	<hr/>
Dotación del Canal Fundición	666 lts.

La sección del canal será: ancho abajo 0,40 m., altura de agua 0,40 ancho arriba 0,80 m., taludes de 1/2. El agua necesita tomar una velocidad de 2,75 m/s para que pueda escurrir toda, y esta velocidad la toma con una pendiente de 1‰. La quebrada tiene una pendiente mucho más fuerte.

El canal irá revestido en ciertos trechos con concreto de un espesor de 0,08 m. Este revestimiento cubica 0,12 m³/m. 1, de canal irá aplicado sólo en 6 kms. En generalidad el lecho de la quebrada es de roca o tosca, tiene algunos trechos malos que es lo que revestiremos.

Para construir este cauce habría que excavar 0,5 m³/m. l. de canal.

COSTO DE LA OBRA

9 000 m ³ . de excavación a \$ 4.00 el m ³	\$ 36 000
720 » de concreto a \$ 85 el m ³	61 200
Imprevistos.....	12 800
	<hr/>
	\$ 110 000

CANAL DE FUNDICIÓN A PUCHURCA

Desde Fundición las aguas saldrían del lecho de la quebrada para ir por un canal revestido en ciertas partes en que el terreno es algo permeable.

La longitud de este canal sería de 40 kms. de los cuales 15 kms. creo será necesario revestirlos.

La sección de agua del canal será en la parte revestida: ancho abajo 0,40 m., ancho arriba 0,90 m., altura de agua 0,50 m., taludes 1/2; la pendiente necesaria para el escurrimiento es de 4/1000. Cubicaría en concreto 0,18 m³/m. l., y las tierras por ir en laderas, cubicarían 1,50 m³/m. l.

El canal sin revestimiento tendría una sección de: 0,60 m. ancho abajo, ancho arriba 1,40 m., altura de agua 0,80 m., taludes 1/2. La pendiente necesaria sería de 4/1000. Es decir, la misma que para el canal revestido.

El cubo para éste sería de 1,80 m³/m. l.

COSTO DEL CANAL

2 700 m ³ . concreto a \$ 85 el m ³	\$ 229 500
22 500 » mov. de tierras a \$ 1.50 el m ³	33 750
45 000 » » » » a \$ 2.00 » ».....	90 000
Imprevistos.....	40 750
	<hr/>

Costo total..... \$ 400 000

EMBALSE DE SIBAYA

Para hacer este embalse es necesario construir un muro de albañilería que tendría una altura de 20 mts., un largo en el fondo de la quebrada de 14 mts., y un largo en el coronamiento de 30 mts. Estas longitudes son tomando en cuenta los encastramientos. Tanto las laderas como el fondo de la quebrada es de roca.

El perfil del muro irá a ser algo parecido al de la figura, si es que se estima hacerlo de albañilería, bien puede ser que resulte más económico el hacerlo de concreto armado.

El muro cubicará 3 460 m³. de albañilería de piedra y habrá alrededor de 730 m³. de excavación en roca.

Capacidad.—Al estar el tranque con 18 mts. de agua, que será su máximo, se almacenarán alrededor de 1 200 000 m³. La cantidad de agua que viene de la cordillera, en época de verano, que es cuando son las grandes lluvias, son generalmente tales que podrían llenar 10 o más veces este embalse.

Pérdidas por evaporación.—El señor Knoche recomienda que la región andina del norte de Chile se compare con Collahuasi en las pérdidas por evaporación. Hemos encontrado anteriormente 162,9 cents. en el año de más evaporación de los que estudia y que es 1915.

La superficie de aguas del embalse expuesta a la evaporación será de 16 Kects., por lo tanto tendremos una pérdida de $160\,000 \times 1\,629 = 260\,640$ m³. al año.

Pérdidas por infiltración.—Estas pérdidas serán muy pocas, porque tanto el fondo como las laderas son de roca; por otra parte estas pequeñas filtraciones tienen que seguir por la misma quebrada.

Por lo visto anteriormente la cantidad de agua aprovechable en el embalse es de

$$1\,200\,000 - 260\,640 = 939\,360 \text{ m}^3$$

lo que equivale a un excurrimiento continuo de 30 l/s.

COSTO DE LAS OBRAS.

750 m ³ de excavación en roca a \$ 5. el m ³	\$ 3 750
3 460 " " albañilería de piedra a \$ 72. el m ³	> 248 120
Obras de toma, desagadero, vertedero, etc.	> 88 130
	<hr/>
	\$ 340 000

La albañilería se haría con mezcla de 1 de cemento por 3 de arena, lo que equivale a 3 sacos de cemento por m³ de albañilería. El precio de \$ 72 por m³ de albañilería lo hemos obtenido:

3 sacos de cemento puestos en Huara	\$ 40
Trasporte cemento a Sibaya	> 19
piedra, arena	> 6
Obra de mano	> 7
	<hr/>
	\$ 72

Los 30 lts. que nos suministraría el embalse y los 300 l/s. que consideramos que nos dé la quebrada de Tarapacá los traeríamos por el lecho mismo de la quebrada hasta el punto denominado Licmaciña.

CANAL DE LICMACIÑA A MOCHA.

Tendrá 15 klms. de largo; irá por la ladera sur de la quebrada, lo haremos revestido con concreto de 0,08 m. de espesor. Al llegar a los sembrados de Mocha el canal tendría una caída de 350 mts., sus aguas seguirían por el lecho de la quebrada hasta Puchurca, lugar donde estas aguas se juntarían con las que vienen por la quebrada de Coscaya.

El canal tendría una sección de aguas de: ancho abajo 0,40 m., ancho arriba 0,80, taludes 1/2.—Necesita una pendiente de 3/1 000 para que puedan escurrir los 330 l/s.

El concreto cubicaría 0,15 m³/m. l. de revestimiento. Las tierras cubicarían 1.20 m³/m. l. de canal.

COSTO DEL CANAL.

2 350	m ³ . de concreto a \$ 85 el m ³	\$ 191 250
16 000	» » mov. de tierra a \$ 2.50 el m ³	27 000
	Obras de toma y otras no previstas	21 750
		<hr/>
		\$ 240 000

CANAL DE PUCHURCA A LA PAMPA.

Tendrá una dotación de agua de:

Canal Licmaciña a Mocha	330 l/s
Canal Fundación a Puchurca	666 »
	<hr/>
	996 l/s

El canal tendría una longitud de 50 Klms., al llegar a Pachica tendría una caída de 300 mts. y poco antes de llegar a la pampa tendría una última caída de 200 metros.

Su sección de agua será: ancho abajo 0,50 mts., altura de agua 0,60 mts., ancho arriba 1,10mts., taludes 1/2. Necesita una pendiente de 4/1000 para que puedan escurrir los 996 l/s.

Irá revestido totalmente con concreto de 0,08 m. de espesor, el que sobresaldrá 0,10 m. del nivel del agua. El revestimiento cubicará 0,25 m³ M/l.

El movimiento de tierras del canal cubicará 2 m³/m. l., las laderas por donde irá son en parte bastante pendientes.

COSTO DEL CANAL.

Tiene un cubo de 100 000 m.³ de movimiento de tierras y 12 500 m.³ de concreto.

100 000 m ³ de mov. de tierras a \$ 1.50 el m ³	\$	150 000
12 500 » de concreto a \$ 80 el m ³		1 000 000
Obras no previstas		50 000
		<hr/>
	\$	1 200 000

VALOR TOTAL DE LAS OBRAS.

Este valor se descompone como sigue:

Canal de Ocacucho a Lirima	\$	500 000
» » Piga a Guantija	»	270 000
» » Guantija a Rinconada	»	310 000
» » Rinconada a Coscaya	»	410 000
Embalse de Coscaya	»	360 000
Canal de Lirima a Fundición	»	110 000
» » Fundición a Pucharca	»	400 000
Embalse de Sibaya	»	340 000
Canal de Licmaciña a Mocha	»	240 000
» » Puchurca a la Pampa	»	1 200 000
		<hr/>
	\$	4 140 000

TERRENOS QUE SE REGARÍAN.

A la simple vista se nota que los terrenos más apropiados para un regadío con estas aguas son los que están a la desembocadura de la quebrada, tanto hacia el lado norte como hacia el sur.

Son de una calidad inmejorable y por el clima que tienen creo se prestarían para el cultivo de plantas que sólo se conocen en los trópicos.

Después de las lluvias de verano en que esta quebrada inunda algunas partes de la pampa, crece un pasto, cuyo nombre no recuerdo, hasta un metro de altura. —Pero generalmente, cuando ya tiene unos 0,30 m. el pasto, tanto de las salitre-ras vecinas como los arrieros de la localidad echan sus animales a pastar.

Al canal que viene a la pampa, al considerarlo con una dotación de 996 l/s.

no hemos tomado en cuenta el agua que se necesitaría para regar los diferentes cultivos que hay actualmente en las quebradas de Tarapacá y Coscaya que son alrededor de 250 hectáreas, las que necesitarían para regarse con toda holgura 200 l/seg.

Una vez regada una parte de la pampa, los terrenos de riego que hay en las quebradas de Tarapacá y Coscaya, perderán enormemente de valor, pues por su enorme distancia a los pueblos de la pampa, por su clima y por la calidad de las tierras, no podrán competir con los terrenos regados del Tamarugal. — En vista de esto, he considerado que los agricultores de las quebradas harán pasar sus derechos de agua hasta la pampa, donde obtendrán una parte de su dotación de agua que tenían en el interior, pues la otra parte servirá para pagar los gastos correspondientes a las obras que se ejecutarán para la conducción de las aguas a la pampa.

Como hemos visto anteriormente, llegamos con 996 l/seg.

Para regar una hectárea en la pampa, después que hayan tenido cultivo por unos dos o tres años los terrenos, creo que será suficiente una dotación de 0,75 l/s continuos (con riego día y noche).

Resumiendo, con las aguas que tenemos por la quebrada de Tarapacá se podrán regar 1 328 hectáreas.

Aprovechamiento de las caídas

Como hemos visto anteriormente las caídas de agua son las siguientes:

Canal de Fundición a Puchurca	caída en Puchurca	666 lts.	a 500 m.
» » Licmaciña a Mocha	» » Mocha	330 »	a 350 »
» » Puchurca a la Pampa	» » Paehíca	996 »	a 300 »
» » » » » »	» » Tilibílca	996 »	a 200 »

Estas diferentes caídas nos dan un total de 9 400 HP tomando un rendimiento de 75 % para las ruedas Pelton que se instalarán.

RIEGO DE LA PAMPA POR MEDIO DE POZOS APROVECHANDO LA ENERGÍA DE LAS CAÍDAS

Por los pozos que se han hecho se ve que la pampa del Tamarugal ha sido formada por acarreos, y se puede medir fácilmente el espesor de cada aluvión. Hay una capa de arcilla y una de arena y así sucesivamente.

Por las diferentes capas de arena, pasa una corriente de agua que debe venir desde la altiplanicie Boliviana y que tiene su salida al mar. — Digo que debe venir de la altiplanicie porque, según me dicen, cuando llueve mucho en Bolivia, aumenta mucho el agua de los pozos de las salitreras.

En Iquique y otros puertos vecinos, se han encontrado, al hacer pozos de agua casi potables, iguales a la de los pozos de la pampa.

También oí decir en Iquique que un poco al sur de este pueblo se pueden ver, cuando la marea está baja, vertientes de agua dulce que caen al mar.

Después de hacer un estudio de las corrientes subterráneas que atraviesan la pampa, y al encontrar una gran masa de agua, como creo que ha de ser, se justificaría el aprovechamiento de la fuerza producida por las caídas en levantar aguas de pozos, los que se harían en ciertos puntos de la pampa y así se aumentaría en varios miles de hectáreas los terrenos regables.

Exceptuando el cantón de Huara, todas las otras salitreras que hay en la provincia tienen sus pozos de agua a una hondura máxima de 30 metros.

Supongamos para nuestro caso pozos en que haya que levantar el agua a 30 metros.—Consideremos que nuestros 9 300 HP. se nos trasforman en la bomba sólo en 8 000 HP.—Veamos cuántos metros cúbicos por segundo podremos levantar.

$$8\ 000 \times 75 = 30 \times X$$

$$X = 20\text{m}^3/\text{s}.$$

Cantidad suficiente para poder regar 20 000 hectáreas.

Pero qué cantidad de agua dará cada pozo? ¿cuántos pozos necesitaremos? Esto es materia de un estudio especial que debe hacerse.

VENTA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA A LAS OFICINAS SALITRERAS

Al no ser conveniente levantar agua de pozo se podría aprovechar la energía de las caídas vendiéndola a las oficinas salitreras, las cuales se independizarían con esto en parte del consumo de petróleo.

Actualmente les cuesta, produciéndola con motores DIESEL \$ 0.10 el HP. hora.—Al ofrecerles el HP. a \$ 0.06, creo que, sin pensar mucho, aceptarán los salitreros el negocio.

Veamos ahora, a grandes rasgos, lo que costaría instalar los 9 400 HP.

Los canales de aducción a las turbinas están todos hechos; supongamos que nos cuesten \$ 800 el HP. de la instalación, dan un total de \$ 7 420 000.

Al tomar en cuenta que se necesitarían unas 3 estaciones de transformación de fuerza, consideramos 150 Kms. de cables, que a \$ 10 000 el klm. nos dan \$ 1 500 000.

Agregaremos \$ 1 080 000 para otros gastos no previstos, nos resulta que toda la instalación constará \$ 10 000 000.

Ahora vamos a ver lo que nos puede producir al año:

9 400 HP. son en un año

$9\ 400 \times 8\ 640 = 81\ 216\ 000$ HP. hora

los que a \$ 0 055 el HP. hora (Hemos dejado medio centavo por HP. hora, que es lo que gasta una planta hidro—eléctrica en su mantención)

$$81\ 216\ 0000 \times 055 = \$\ 4\ 466\ 880\ 50$$

Quebrada de Camiña

La quebrada de Camiña es formada por cuatro vertientes que nacen de los cerros: San Bartolo, Cascahuano, Condurire y Huinchuta.—Estas vertientes se juntan para formar la quebrada de Camiña en el lugar denominado Cascahuano (4 400 mts., sobre el nivel del mar). Aquí hicimos un aforo y tuvimos un gasto de 170 l/s., el agua es de muy buena calidad.

Recorrimos todos los alrededores de las vertientes para ver si era hacedera la desviación de otras quebradas y así poder aumentar la dotación a la quebrada de Camiña, pero en todo lo que recorrimos no encontramos nada que se pudiera justificar.

Desde Cascahuano la quebrada de Camiña va en dirección sur oriente. A cinco kilómetros de Cascahuano y en la misma quebrada llegamos a un lugarcito denominado Pumire, desde donde la quebrada recibe algunas pequeñas vertientes, cuya última y la de más importancia da sus augas a Camiña frente a Palca, que dista de Pumire 8 kilómetros y tiene una altura de 4 180 metros sobre el mar.

La quebrada sigue con bastante pendiente y se pasa por una serie de localidades, donde generalmente hay sólo una casita de Indios que se dedican a la crianza de Llamas.

Estas localidades son: Tarcahuira a 9 kilómetros de Palca, Alpajira 14 kilómetros más abajo, Capiza a otros 14 kilómetros, Umiña a 22 kilómetros de Capiza y siguiendo 15 kilómetros llegamos a Condurire, que dista 23 kilómetros del pueblecito de Camiña (2 500 metros sobre el mar). Desde aquí principian los sembrados de la quebrada.

Camiña como todos los villorrios de la región fueron en una época de mucho más importancia. Actualmente Camiña no tiene más de 100 habitantes.

La dotación de agua en la fecha que la visité en esta parte (10 de diciembre de 1918), era de 205 l/s.

Siguiendo la quebrada aguas abajo, pasamos por los caseríos de Guisama, Quistagama, Moquella, Chillaisa, Francia, Cabrani y Calatambo.

Desde el pueblecito de Camiña hasta Calatambo hay alrededor de 300 hectáreas regadas, las que se ven muy bien tenidas si se comparan con los sembríos de la quebrada de Tarapacá.

Aunque el riego lo hacen con relativo cuidado muchos años no alcanza el agua para regar los sembríos de Cabrani y Calatambo.

En vista de lo dicho anteriormente, me parece que no se puede aumentar en una forma conveniente el caudal de las aguas de Camiña, y así poder aprovechar

este aumento en regar una cantidad de terrenos, ya sea en la pampa o en las laderas de la misma quebrada.

Quebrada de Aroma

La quebrada de Aroma nace del cerro Huaima Potosí, el que se encuentra más o menos a 20 kms. al Norte del pueblo de Cultane, del que ya hemos hablado al tratar de la quebrada de Tarapacá.

La quebrada en esta parte es un arroyito que no lleva más de unos 10 lts/seg. Sé dirige directamente al Norte, recibe las quebradas de Challuire, Chichurra, Queitane y Guaiyane, todas éstas le llegan por el lado Oriente y hacen aumentar su dotación a 25 lts/seg.

A 35 kms. de su nacimiento la quebrada de Aroma, recibe como afluente a la quebrada de Puchuldiza, la que la hace cambiar de rumbo, dirigiéndose hacia el poniente en un principio, para después seguir casi constantemente hacia el S. P.

Al medir las aguas en la confluencia de Aroma con Puchuldiza encontramos 40 lts/seg.

30 kms. más abajo, Aroma tiene otro afluente de importancia que es la quebrada de Chismiza. En el recorrido de estos 30 kilómetros también desembocan en la quebrada unas seis quebraditas, que venían completamente secas, pero que en la época de las lluvias se transforman en torrentes.

La quebrada de Chismiza aumentaba la dotación de la quebrada de Aroma en 15 lts/seg.; sus aguas son sumamente amargas y descomponen las aguas de Aroma.

Junto a la confluencia de estas dos quebradas y en la de Chismiza están ubicados los baños termales de su nombre. Aquí hay unas vertientes de aguas calientes. Por su distancia a la Pampa son poco concurridos, hay años en que están completamente abandonados.

Siguiendo la quebrada 12 kilóm² ros nos encontramos que por el lado Norte le llega la quebrada de Sapte, la que no trae agua sino en épocas de lluvias. La unión de Sapte con Aroma está a una altura de 2 100 metros sobre el mar.

La quebrada de Aroma y lo mismo la de Sapte, al juntarse no tienen mucha pendiente.—Inmediatamente después de la confluencia hay un estrechamiento, que se presta para construir untranque de tierras. Las laderas de la quebrada son de una especie de arenisca arcillosa, pero hay de vez en cuando sus bolones de piedra.

EMBALSE DE AROMA.

El tranque se construiría de tierras, tendría una altura máxima de 39

metros, la altura de agua en su parte más profunda sería de 36 metros. Con esta altura el embalse almacena 7 645 000 m.³

Dándole el perfil del tranque: ancho en el coronamiento 6 mts., talud del lado de las aguas 3/1, talud del lado abajo 2/1, el tranque tiene un cubo de 700000 m.³ de tierra, considerando las excavaciones que será necesario ejecutar.

Alimentación del Embalse.—Todos los años en los meses de Enero y Febrero hay grandes lluvias en la Cordillera; estas lluvias hacen que las quebradas que vienen a la Pampa crezcan considerablemente. Así, cuando las creces son grandes, las aguas de la quebrada de Tarapacá llegan al pueblo de Pozo Almonte y las de la quebrada Aroma, atraviesan la Pampa y llegan hasta el pueblo de Huará, al que han inundado en varias ocasiones.

En los meses de verano de este año, las lluvias en la Cordillera fueron muy pocas, fué un año excepcional. Según cuentan los indios del interior, cada diez o doce años hay uno de tan pocas lluvias.

De todas maneras, se vió en todas las quebradas un aumento de agua. Así, en Aroma, que en Diciembre llevaba 50 litros por segundo en Febrero llevaba 300 lts/seg.

Según mi parecer, con las aguas que vienen generalmente por Aroma hay para llenar, en los meses de Enero y Febrero, varias veces el embalse de que tratamos.

Pérdidas por evaporación.—Tomaremos la misma evaporación que hemos considerado para los embalses de Sibaya y Coscaya o sean 5 m/m diarios.

Cuando el tranque tenga el máximo de altura de agua, la superficie de esta será de 52 Hecta. las que por 5 m/m. nos dan una pérdida diaria de 3 100 m³.

Pero para contrarrestar esta pérdida, contamos con 50 lts/seg. que es la dotación mínima que tiene la quebrada de Aroma. Los 50 lts/seg. son en m³. diarios 4 320.

Pérdidas por infiltración no consideraremos, porque éstas tienen que venir a la misma quebrada.

Desde el embalse, las aguas irán a la Pampa por el lecho de la quebrada, al cual habrá que hacerle algunos arreglos.

Unos 10 kilómetros antes de llegar a la Pampa, habrá que sacar el agua por un canal.

COSTO DE LAS OBRAS

700 000 m ³ . de mov. de tierras a \$ 2 00.— el m ³	\$ 1 400 000—
Obras de toma, desaguadero, vertedero e imprevistos	300 000—
Arreglo del lecho de la quebrada y canal a la Pampa	100 000—
	<hr/>
	\$ 1 800 000—
	<hr/>

Terrenos que se regarán.—Estos terrenos son los que se encuentran a la desembocadura de la quebrada; son muy parecidos a los que se regarán con las aguas que vendrán por la quebrada de Tarapacá.

Consideramos 15 000 m³. de agua embalsada al año, como necesaria para el riego de una hectárea, de donde nos resulta que con el embalse de Aroma podemos regar 500 hectáreas en la Pampa.

Quebradas de Guatacondo y Maní

Recorrimos la quebrada de Guatacondo en toda su longitud, pasando por los sembríos de Tamentica, Tiquima, Guatacondo, Cautenisca, Copaquire, entramos por la quebrada de Huiquintipa, una de las que la forman, y llegamos a la Mina Poderosa de Collahuasi.

Nuestra visita la hicimos en el mes de Enero último, época en que todas las quebradas tienen aumento de su dotación de agua. La cantidad máxima la encontramos frente al pueblecito de Guatacondo, donde hay unas 30 hectas. de terrenos cultivados, la mayor parte con alfalfa; aquí pudimos medir 50 l/s.

En Collahuasi, el Administrador de las Minas, Poderosa de Collahuasi, Mr. Ivey, nos mostró un plano de esa región minera, donde se podía ver muy claro, la no conveniencia de la desviación de las aguas del río Miño hacia la quebrada de Maní. Por otra parte, según supe, todas las aguas del Miño, están ya concedidas.

La quebrada de Maní, viene generalmente seca, como venía en la época de mi visita. Algunos años tiene sus creces, después de los cuales sigue corriendo cierta cantidad de agua, la que aprovechan los vecinos de Guatacondo y se van a Maní donde hacen sus pequeñas siembras generalmente de verduras.

Según mi entender, tanto las quebradas de Guatacondo como Maní, no tienen valor alguno para poder regar algún terreno en la Pampa del Tamarugal.

Resumen.

De lo expuesto anteriormente, se deduce que después de haber estudiado, las quebradas de Camiña, Aroma, Tarapacá, Guatacondo y Maní, sólo la 2.^a y 3.^a se prestan para aumentarles su dotación de agua y poder regar en la Pampa del Tamarugal.

En la de Aroma hay que construir un embalse y otras obras pequeñas cuyo costo es de \$ 1 800 000 y se pueden regar 500 hectáreas.

Las obras de la quebrada de Tarapacá tienen un costo de \$ 4 140 000 y se pueden regar 1 328 hectáreas.

El aprovechamiento de las caídas de las aguas que vienen por la quebrada de Tarapacá producen 9 400 H. P. que puestos en las estaciones de transformación en la pampa tendrían un costo de \$ 10 000 000, los que podrían producir anualmente al vender la energía a las salitreras \$ 4 400 000.

Anexos.

Acompaño al presente informe:

- 1). Un croquis de las quebradas de Tarapacá y Coscaya, donde están marcados los canales, embalses y caídas que se proyectan.
- 2). Un plano de la hoya del embalse de Aroma.
- 3). Una carta de la región salitrera con la ubicación de los pozos de agua, confeccionada por la Delegación Fiscal de Salitreras.
- 4). Un cuadro de los pozos de agua de la región de Tarapacá, confeccionado por la Delegación Fiscal de Salitreras.
- 5). Nueve fotografías tomadas en el interior de algunas de las quebradas que se estudiaron.

Croquis de las Quebradas de TARAPACÁ / COSCAYA

Obras que se proyectan

----- Canales que se proyectan

