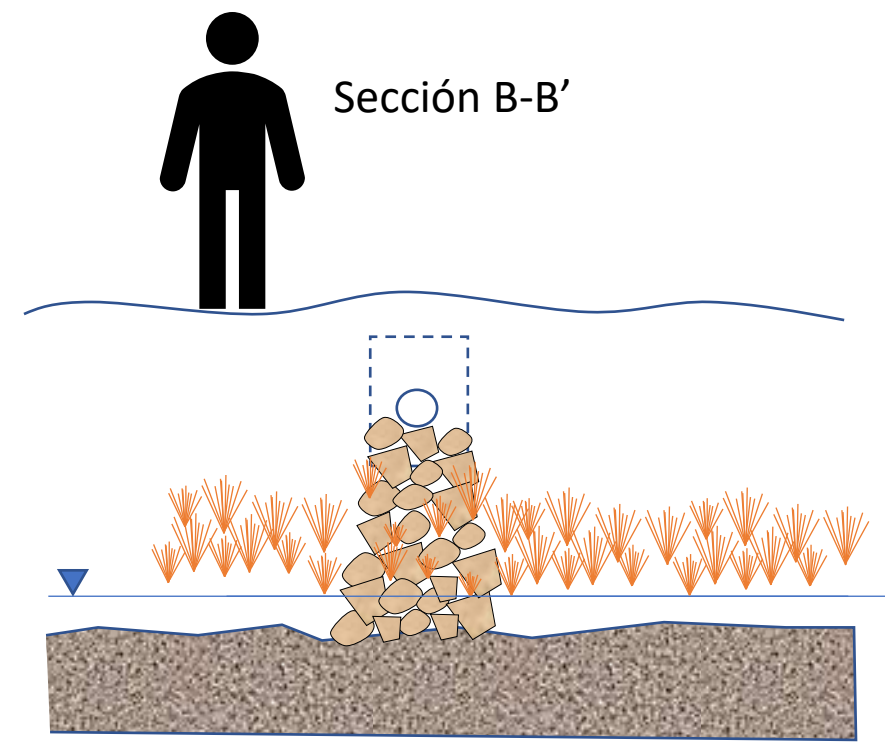
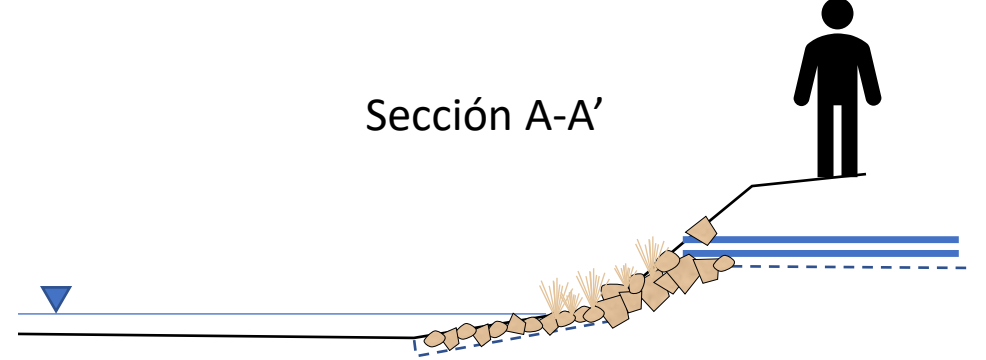
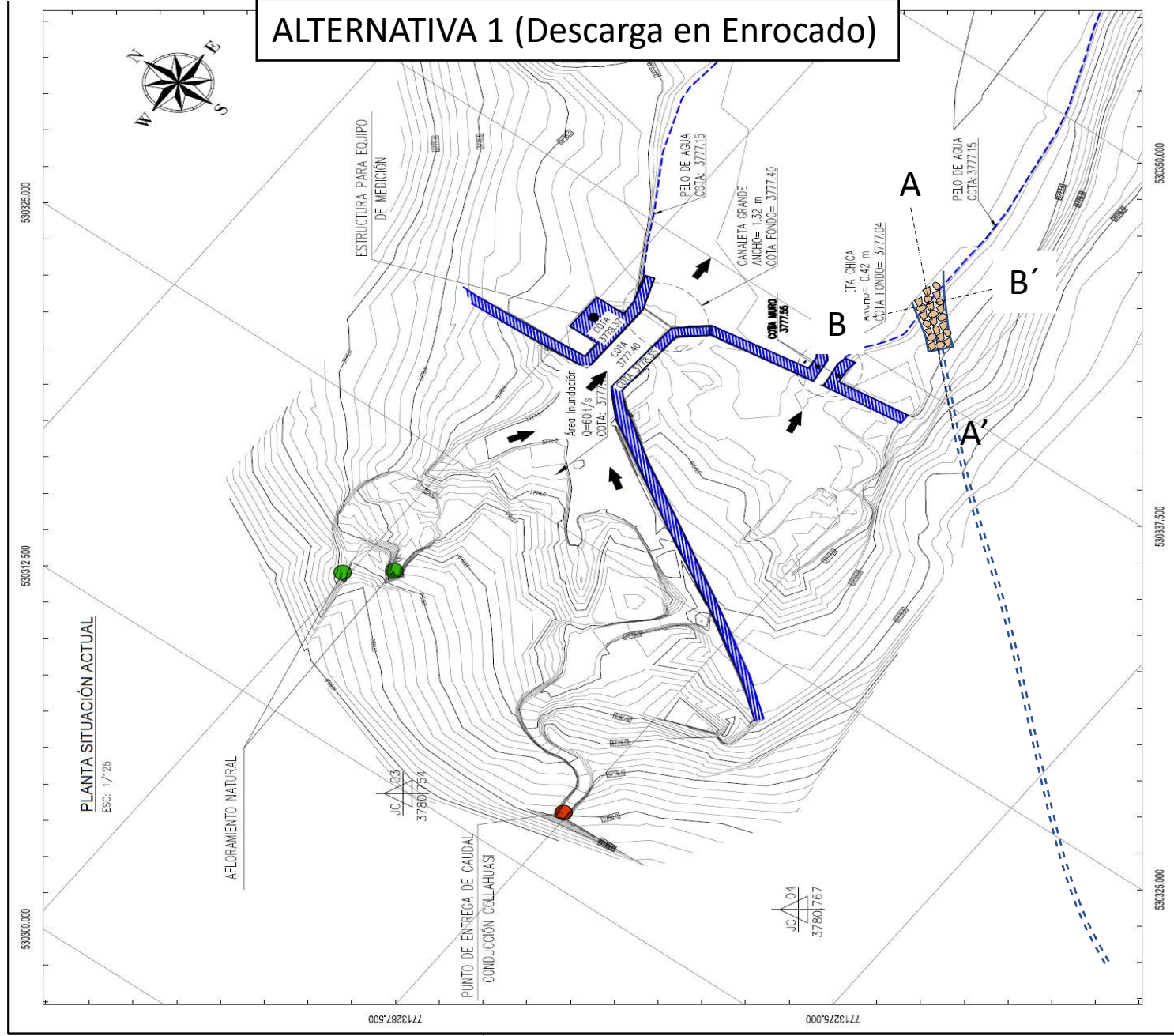


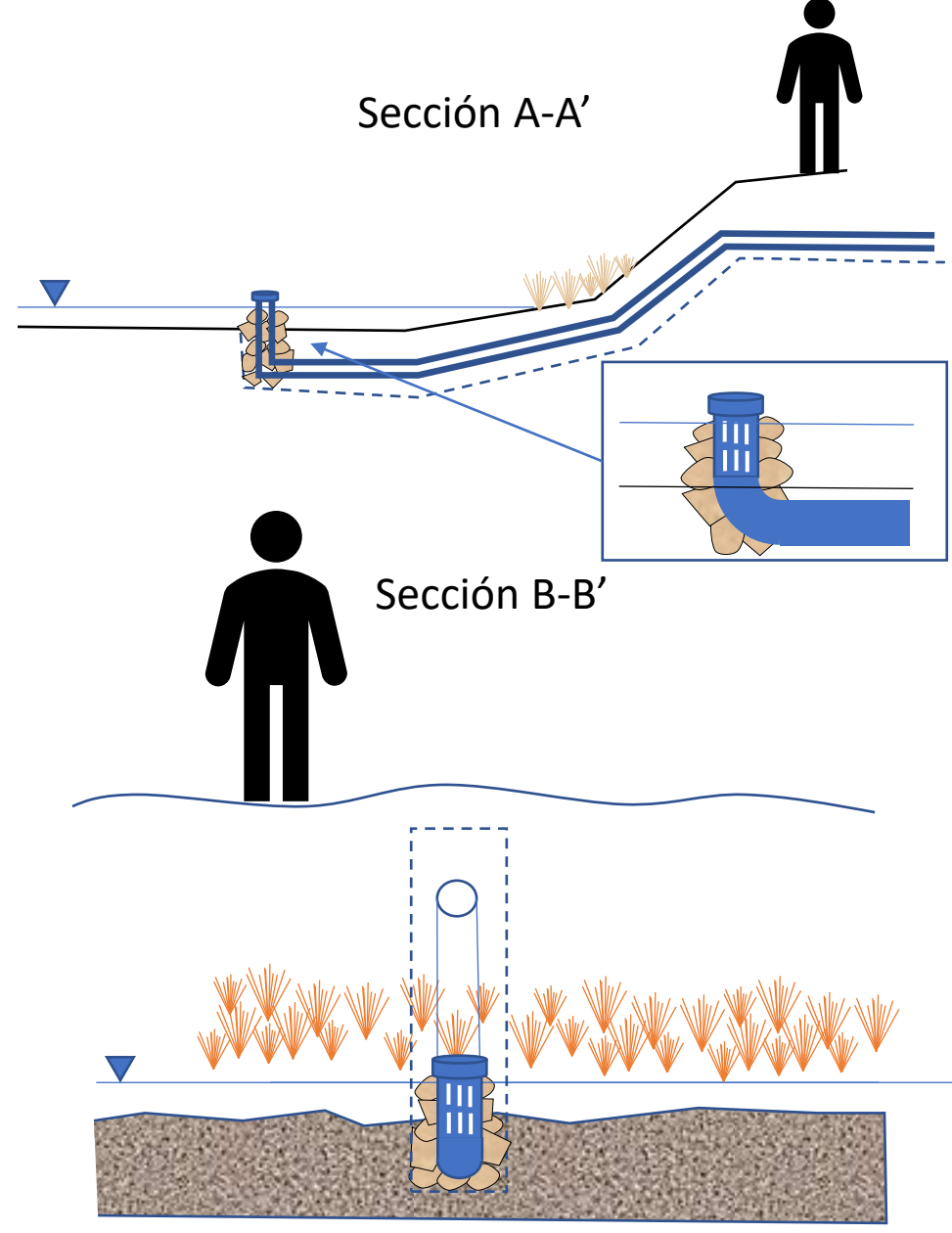
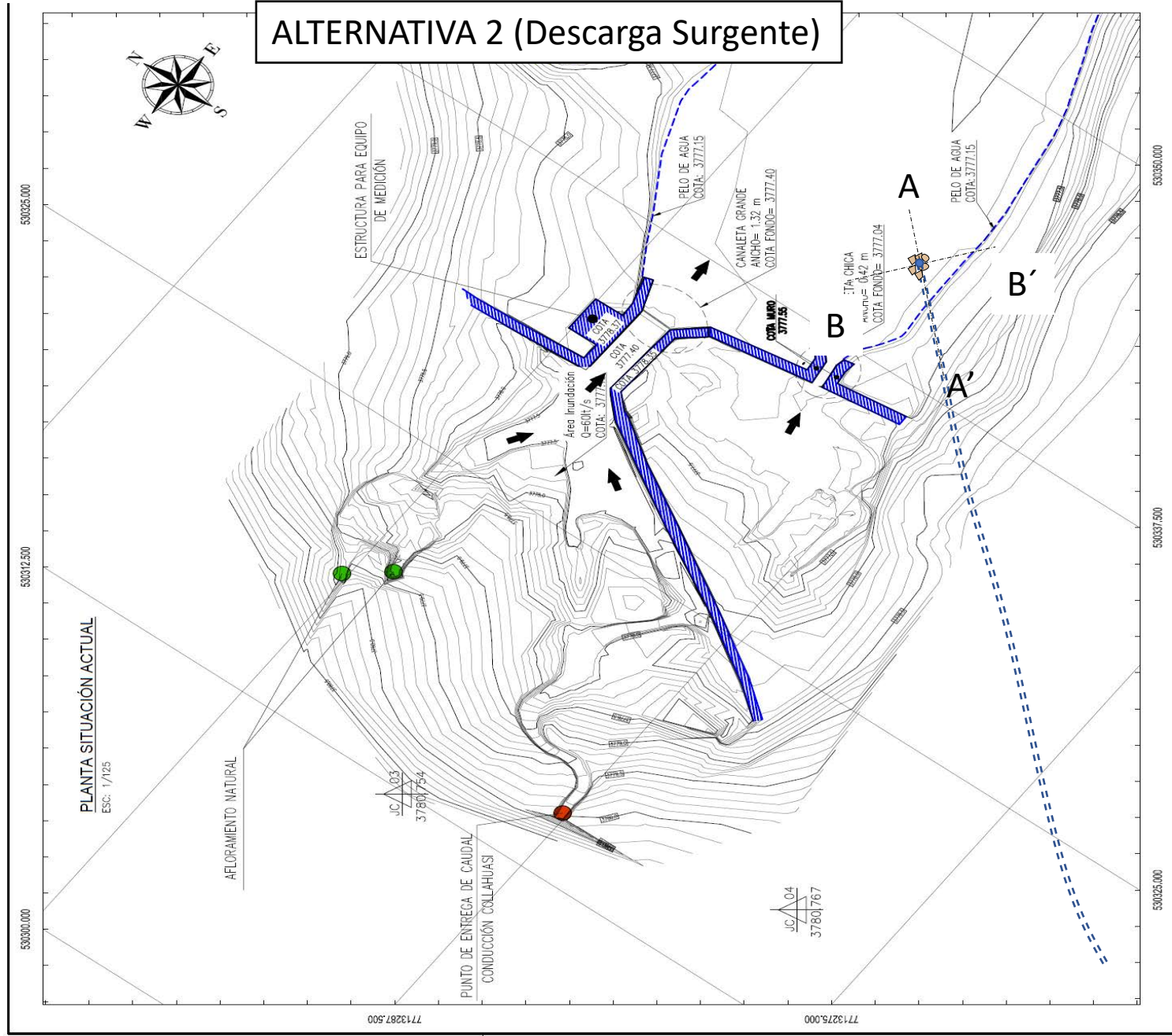
# Posibles alternativas para inyectar flujo de mitigación de la vertiente Jachucoposa



# ALTERNATIVA 1 (Descarga en Enrocado)



# ALTERNATIVA 2 (Descarga Surgente)





**Propuesta Técnica**  
MODIFICACIÓN SISTEMA DE RIEGO JACHUCOPOSA



**COMPAÑÍA MINERA DOÑA INÉS DE COLLAHUASI**

**“PROPUESTA TÉCNICA MODIFICACIÓN SISTEMA DE RIEGO  
JACHUCOPOSA”**

**TEKNORIEGO SOLUCIONES AMBIENTALES**

**EMPRESA CERTIFICADA ISO 9001:2015 – ISO 14001:2015 – ISO  
45001:2018**

**PRELIMINAR**

<b>ELABORADO POR:</b> V. Valdés	<b>REVISADO POR:</b> G. Araya	<b>APROBADO POR:</b> P. Quinchel
Firma	Firma	Firma

Revisión	Fecha	Modificaciones
0	20 Octubre 2020	
1	16 noviembre 2020	Revisión de sectores de aplicación



## Propuesta Técnica

MODIFICACIÓN SISTEMA DE RIEGO JACHUCOPOSA



### CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	ALCANCES .....	3
3	ALTERNATIVA DE MODIFICACIÓN .....	5
3.1	Riego vertientes (modificaciones hidráulicas) .....	5
3.2	Modificaciones complementarias (profundas).....	9
3.3	Operación.....	10
4	COMENTARIOS .....	11

## 1 INTRODUCCIÓN

La presente propuesta se genera sobre la base de información proporcionada por la empresa Teknoriego y como respuesta al requerimiento planteado por Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi (CMDIC) que dice relación en buscar alternativas para que la operación de riego cumpla con los compromisos adquiridos con la autoridad (manifestado en sus documentos formales) y a su vez dar respuesta a las observaciones generadas por la comunidad presente en el sector de Jachucoposa, los cuales no dan conformidad a los sistemas de riego por aspersión.



## 2 ALCANCES

El objetivo de la propuesta de modificación del sistema de riego de acuerdo con lo siguiente:

- Método de riego. La modificación considera la implementación de un piloto, donde se reemplace el actual riego de aspersión por un sistema de riego de vertientes o afloramientos que distribuyan el agua de forma natural, sin mayor intervención, como la construcción de canales, para no afectar vegetación presente por aquellos trabajos de conducción de agua.
- Operación del sistema de riego. La modificación contempla una optimización en el uso del recurso, lo cual considera pasar de un consumo cerca de los 15 l/s por cada aspersor a un monto total de 9,6 l/s mediante el método de vertientes o afloramiento. El horario de riego con el nuevo método se considera desde las 12 pm y hasta las 17 horas aproximadamente.
- Lugar de implementación. El lugar seleccionado para la implementación del piloto corresponde al Sector D. La selección del sector responde principalmente a las condiciones topográficas que este presenta, ya que, dada su poca pendiente, se evita el escurrimiento superficial y arrastre de material. Adicional al sector D, existe otros sectores donde se puede aplicar pruebas posteriores, ya que cuentan con las mismas características topográficas (sector A, por ejemplo).

Consideraciones:

- El horario de operación para la temporada 2019 – 2020, se modifica y se ejecuta entre las 8 am y las 12 pm, para cumplimiento a lo indicado en carta CONAMA implementación sistema de riego (26/09/2008).
- Tal como se establece como observación en ordinario 1607 del 2005 emitido por SAG, existe una alta carga animal en el sector y si bien desde 2018 se ha informado como visualización en terreno no se ha realizado estudio de carga en el punto de Jachucoposa (esto es respaldado en Res. 23 “conclusiones” “se debe bajar drásticamente la carga animal en el área, la cual supera la capacidad de sustento

	<p style="text-align: center;"><b>Propuesta Técnica</b></p> <p style="text-align: center;">MODIFICACIÓN SISTEMA DE RIEGO JACHUCOPOSA</p>	
---	--	---

del sistema”). Este punto es relevante para verificar si la medida en si da resultados, por tanto, la modificación del sistema debe ir acompañado de este estudio y buscar alternativas o apoyo de forraje.

- Por otro lado, y en la búsqueda de dar satisfacción a la autoridad y a su vez a la comunidad, cualquier modificación al equipo de riego a presentar en capítulo posterior, deberá ser justificado por los resultados obtenidos en la prueba y comparado con los manejos históricamente realizados.

### 3 PROPUESTA DE ALTERNATIVA DE MODIFICACIÓN

La alternativa que se presenta a continuación se basa en los alcances expuestos en capítulo anterior aludiendo a la siguiente justificación preliminar de la modificación al sistema de riego. De acuerdo a los resultados presentados a la fecha en la operación del riego por aspersión, salinidad y humedad de suelos monitoreado a lo largo de los años junto con los resultados de manejo de vertientes en el salar se sugiere que la aplicación de agua en el lado sur del sector denominado D, se realice mediante:

- Nuevas vertientes o afloramientos que distribuyan el agua de forma natural, sin mayor intervención como canales, para no afectar vegetación presente por aquellos trabajos de conducción de agua. Estas vertientes nacerán de los mismos puntos en donde se encuentran hoy los emisores de riego por aspersión.

Esta es una alternativa que se puede ejecutar sin intervención mayor al sistema de riego (flexibilidad que posee el equipo y que cumple con lo establecido en el acápite 5.5 de la Res N°125 Modifica RES 023 de enero de 2009).

#### 3.1 Riego vertientes (modificaciones hidráulicas)

Para hacer efectiva esta alternativa se debe verificar el sistema hidráulico y de automatización vigente. En este sentido se considera lo siguiente:

- Reutilización de cabezal de bombeo.
- Para pruebas iniciales se puede utilizar el centro de control del sistema, sin embargo, este debe reemplazarse posteriormente.
- Reutilización de la red hidráulica.
- Cambio de emisores en distintos sectores de riego del área D.

Cabe destacar que para la solución propuesta se ha buscado el equilibrio hidráulico, clave para la mínima intervención y en ese sentido es necesario distribuir el caudal de los emisores un gran número de puntos de descarga. En la actualidad cada sector de riego por aspersión consume cerca de los 15 l/s, agrupados en 5 emisores cada uno (tabla 1) y la solución que se presenta a continuación reduce el caudal del emisor nuevo y en cada descarga de forma considerable.

Tabla 1. Sectores de riego actuales, número de emisores y caudal por sector.

Sector	Caudal emisor (l/s)	N° emisores	Caudal sector (l/s)
D3	2,96	5	14,8
D4	2,96	5	14,8
D6	2,96	5	14,8
D7	2,96	5	14,8

A su vez la configuración propuesta se aplica de modo de simular a vertientes, con la salvedad de que se busca aporte tanto de forma subsuperficial como superficial.



Para lograr este objetivo hidráulico, se sugiere la siguiente distribución (figura 1), la cual busca reemplazar los sectores D3, D4, D6 y D7, los cuales presentan los menores cambios bruscos de nivel (topografía).

Figura 1. Sectores de aspersión seleccionados para modificaciones.



En estos sectores se reemplazará el aspersor de largo alcance por emisores bubblers serie 1400 de 7,2 l/min autocompensado (figura 2) cada uno, considerando cuatro unidades en cada punto o reemplazo de aspersor.

Figura 2. Emisor bubbler serie 1400.

**1400 Series**  
Pressure Compensating Full-Circle Bubblers

**Features**

- Low flow rates allow water to be absorbed as needed. Reduces runoff
- Flow will not fluctuate at pressures between 20 and 90 psi (1.4 to 6.2 bar)
- Flow is not adjustable for increased vandal resistance
- Shipped with special SR-050 1/2" (15/21) bubbler filter screen for easy installation and resistance to debris
- Trickle pattern on models 1401 and 1402; umbrella pattern on models 1404 and 1408
- Five-year trade warranty


**Operating Range**

- Flow: 0.25 to 2.00 gpm (1.2 to 7.2 l/m)
- Spacing: 1 to 3 feet (0.3 to 0.9 m)\*
- Pressure: 20 to 90 psi (1.4 to 6.2 bar)

**Models**

- 1401: 0.25 gpm (0.06 m<sup>3</sup>/h; 0.9 l/m); full-circle, trickle pattern
- 1402: 0.50 gpm (0.11 m<sup>3</sup>/h; 1.8 l/m); full-circle, trickle pattern
- 1404: 1.00 gpm (0.23 m<sup>3</sup>/h; 3.6 l/m); full-circle, umbrella pattern
- 1408: 2.00 gpm (0.46 m<sup>3</sup>/h; 7.2 l/m); full-circle, umbrella pattern

\* These ranges are based on proper pressure at nozzle. Rain Bird recommends using 1800 PRS Spray Bodies to maintain optimum nozzle performance in higher pressure situations.



1400 Series

Esto conllevaría a tener un total de 20 emisores nuevos en cada sector de riego, los cuales y para nivelar los caudales se operarían de forma simultanea como lo muestra la tabla 2. Es importante indicar que se deberá regular presión dentro del cabezal y en terreno de modo de generar las pérdidas de carga necesarias para no superar la presión de operación de los emisores.

Tabla 2. Sectores de riego modificados, número de emisores y caudal total.

Sector	Caudal emisor (l/s)	N° emisores	Caudal sector (l/s)
D3	0,12	20	2,4
D4	0,12	20	2,4
D6	0,12	20	2,4
D7	0,12	20	2,4
TOTAL		80	9,6

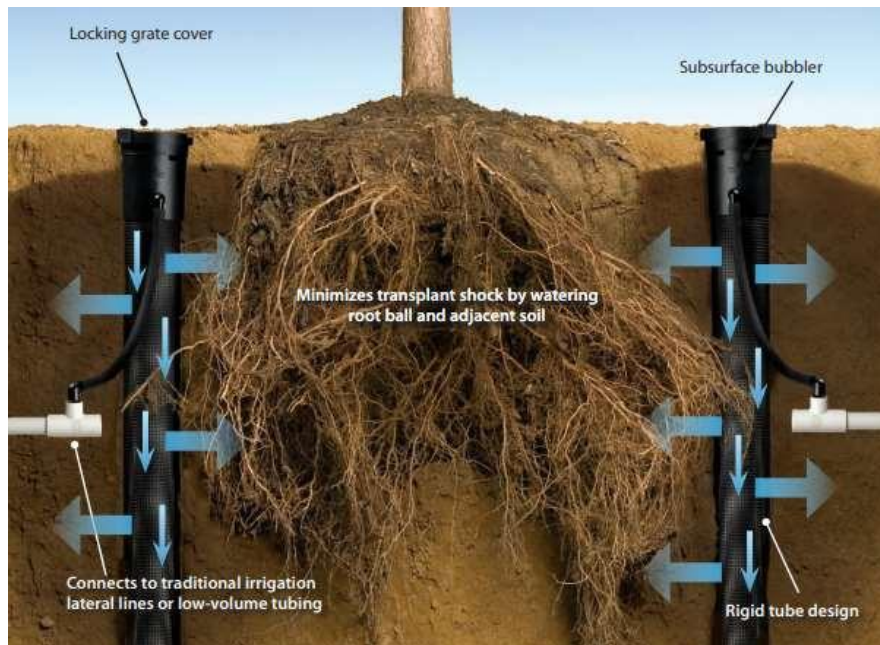
Para lograr el efecto de vertiente, este emisor se inserta en un sistema de riego radicular (subsUPERficial y superficial) RWS-mini que consiste en un tubo poroso de 4 pulgadas de grosor y 45,7 cm de profundidad el cual es cubierto por geotextil para proteger del suelo local y evitar colmatación (figura 3).

Figura 3. Sistema de aplicación mediante RWS-mini.



Dada la condición natural del suelo y su contenido de humedad (muy cercana a saturación), se espera que la saturación del perfil sea rápida y posterior a ésta comenzará a emerger el agua en superficie. Esta combinatoria de aplicación (bubbler + RWS-mini) busca minimizar impactos por excesos de caudal en superficie y aportar agua a nivel de raíces (figura 4).

Figura 4. Sistema Bubbler + RW-mini.



Las modificaciones complementarias consideradas y presentadas a continuación son necesarias para dar seguridad a las pruebas en cuanto a control de presiones y caudales, así como también para contar con registro de información.

Es necesario indicar que en la actualidad se cuenta solo con un medidor de caudal en el cabezal de control, el cual no discrimina entre sectores y entrega el volumen total de riego por día. Expuesto lo anterior se consideran los siguientes cambios:

- Instalación de medidores de flujo análogos en cada válvula de control sectores D3, D4, D6 y D7. Con estos instrumentos se podrá registrar el volumen aplicado en cada uno y cotejar con totalizador general.
- Instalación de válvulas adicionales de regulación de presión en cada válvula de control sectores D3, D4, D6 y D7.

En figura 5 y 6 se esquematiza la configuración del sistema actual y el sistema modificado.

Figura 5. Configuración sistema de riego actual (ejemplo por cada sector).

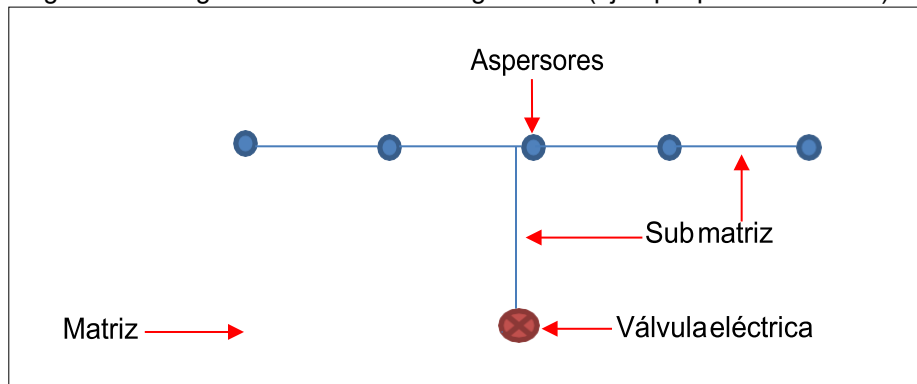
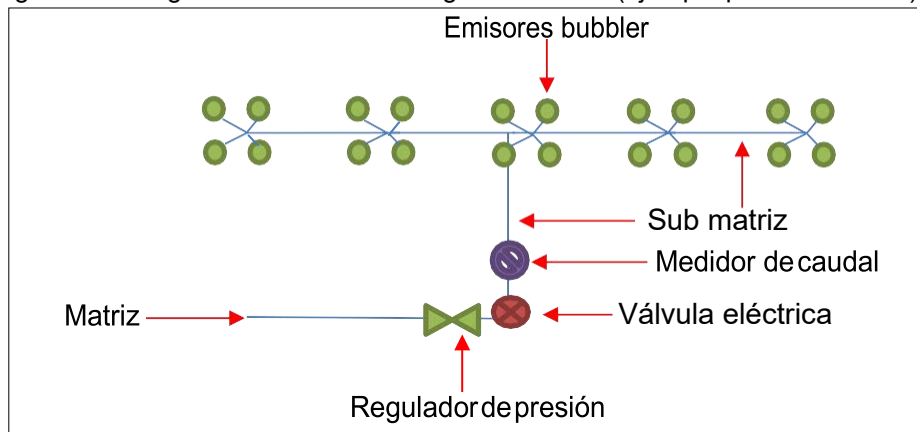


Figura 6. Configuración sistema de riego modificado (ejemplo por cada sector).



Al igual a lo realizado en la etapa constructiva inicial, se busca la mínima intervención para los trabajos de modificación.

### 3.2 Operación

El cambio de aspersión en los sectores indicados obliga a reprogramar el sistema control actual, el que sufrirá a su vez modificaciones en cuanto a la necesidad de mayor presencia de operadores en terreno. Esto dado que la red de aspersión que no se considera en la modificación, debe cumplir con su ciclo normal y a su término dar posibilidad de prueba en sectores propuestos. Para estos fines se debe regular presión cada vez que exista el cambio entre un sistema y otro. De esta forma la operación de la modificación solo será posible junto a las vertientes existentes y con horarios que van desde las 12 pm y hasta las 17 horas aproximadamente.

Como se indica en capítulo anterior, se busca minimizar impactos por excesos de caudal en superficie y aportar agua a nivel de raíces. Este punto es muy importante al momento de realizar las primeras pruebas, ya que la lámina de agua que se aplicará será considerable y en varios puntos simultáneos y el movimiento de dicha lámina quedará sometida a la topografía del sector. Esto implica contar con personal suficiente para abordar los puntos de trabajo.

A modo de ejemplo y con antecedentes generados por la empresa TeknoRiego<sup>1</sup>, se simulan los canales preferentes de agua dentro de los sectores seleccionados (figura 7).

Figura 7. Simulación canales preferentes de agua en sectores de Jachucoposa según topografía.



<sup>1</sup> Empresa encargada de la implementación de la medida de riego.

De acuerdo a la figura es posible indicar que las zonas demarcadas en rojo pudiesen drenar superficialmente en la laguna, por tanto, los controles y seguimiento de aplicación debe ser realizado de forma cuidadosa. Para ello se someterán pruebas de pulso, es decir aplicaciones de tiempos cortos (cuando el agua aparezca en superficie en cualquiera de las salidas) con descansos de al menos 10 veces el tiempo aplicado.

#### **4 COMENTARIOS FINALES**

Las modificaciones aquí presentadas posiblemente generen distintos efectos en el área de ensayo y programación de trabajos constructivos y operativos. Es por ello importante compartir algunas consideraciones:

- El cambio de método de aplicación de agua podría modificar la composición florística del área. Esto debido a que durante muchos años el agua ha sido aplicada simulando una lluvia de alta intensidad con una cobertura cercana al 100%. Con este cambio, la distribución de agua por el momento es desconocida ya que dependerá de la topografía y canales preferentes, dejando muy posiblemente sectores que quedarán fuera de la cobertura de agua.

Por otro lado se estima que debido a la presencia de sales solubles en superficie, la distribución de estas sobre el terreno se modificará, también en función del movimiento de agua y arrastre, pudiendo generar puntos de mayores concentraciones posteriores a los procesos de evaporación propios del lugar. Por tanto, se sugiere una evaluación de detalle de la vegetación en el sector de ensayo (línea de base) y su evolución periódica.

- No se generarán programas de riego para los sectores de vertientes basados en consumo de evapotranspiración y solo se aplicará en función de caudal disponible como también ventana de tiempo. Esto posiblemente difiera de los volúmenes históricamente aplicados en el sector D.
- Considerando que los propuesto busca satisfacer tanto a las medidas comprometidas con la autoridad como a la comunidad, se debe buscar que la carga animal sea controlada por los efectos posibles de sobrepastoreo, como en su defecto, las zonas de inundación que se generarán de modo de evitar compactación por el tránsito animal.
- La alternativa presentada busca cambiar el riego por aspersión del sector, y si se buscara el óptimo hidráulico deberían funcionar más sectores de manera simultánea, equilibrando el régimen de presión y caudal del cabezal de bombeo. Sin embargo, dada la experiencia de surcos en los sectores A1 y D1 por la topografía, no ha sido posible llevar todo el sistema a estas modificaciones (es más los sectores A1 y D1 fueron reemplazadas por aspersión posteriormente).

En estas nuevas pruebas se sugiere evitar escurrimientos directos de agua hacia la laguna para no alterar composición química del agua del espejo producto de arrastre de partículas y sales del suelo.



## Propuesta Técnica

MODIFICACIÓN SISTEMA DE RIEGO JACHUCOPOSA



- La propuesta presentada no garantiza que esta sea la solución para el cumplimiento de los compromisos ambientales referentes a cobertura y composición florística, esto dado el alto grado de incertidumbre del comportamiento del movimiento de la lámina de agua, sales y otros.
- Soluciones hidráulicas definitivas deberán ser evaluadas en la medida que se considere exitosa la aplicación de agua como vertientes. Los cambios finales pueden modificar el cabezal de bombeo, generadores y centro de control y en menor medida a la red hidráulica ya instalada.