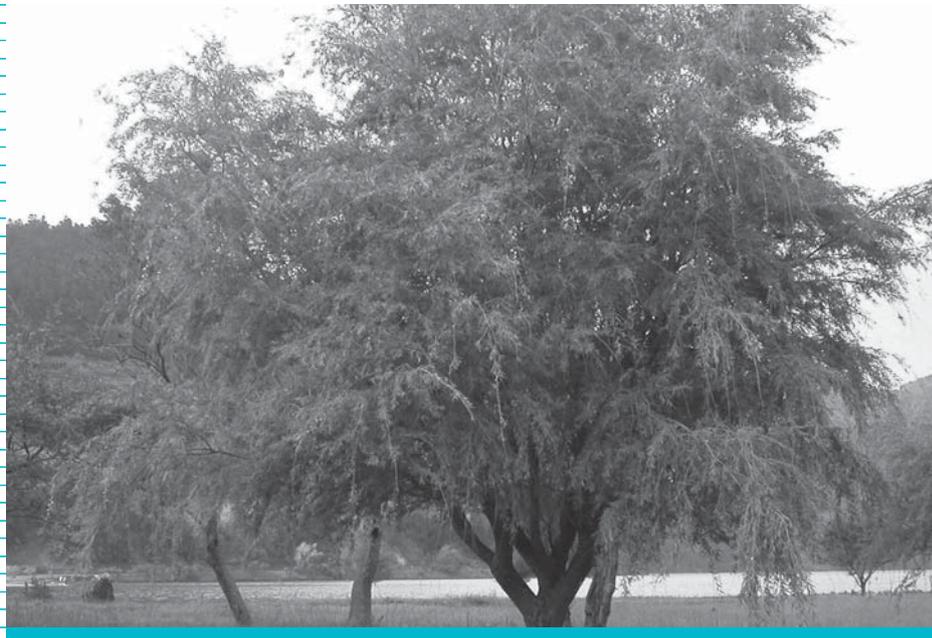


Santa Cruz

Diseño de criadero de salmónidos y red de riego urbano Comandante Luis Piedra Buena.



*Estudios y proyectos
provinciales*

Santa Cruz

**Diseño de criadero de salmónidos
y red de riego urbano
Comandante Luis Piedra Buena**

Autoridades del Consejo Federal de Inversiones

Asamblea de Gobernadores

Secretario General

Ing. Juan José Ciácerá

Santa Cruz

Diseño de criadero de salmónidos y red de riego urbano Comandante Luis Piedra Buena

Consultores

Acuña y asociados – Empresa de ingeniería

Colaboradores

Ingeniero civil, Juan Pablo Acuña
Ingeniero recursos hídricos, Elda Scaglione
Ingeniero mecánico, Carlos R. Bacolla
Ingeniero civil, Agustín Botteron
Ingeniero civil, Leandro Berros
Ingeniero civil, Ariel Campagnolo
Ingeniero civil, Vanina Cicchellerro
Geólogo, Juan C. Malecki
Agrimensor, José Lay
Ingeniero, José Villa

Revisión de textos Convenio USAL - CFI

ABRIL DE 2012

Diseño de criadero de salmónidos y red de riego urbano

Comandante Luis Piedra Buena

Autores: Acuña y asociados – Empresa de ingeniería

Colaboradores: Ingeniero civil, Juan Pablo Acuña, Ingeniero recursos hídricos, Elda Scaglione, Ingeniero mecánico, Carlos R. Bacolla, Ingeniero civil, Agustín Botteron, Ingeniero civil, Leandro Berros, Ingeniero civil, Ariel Campagnolo, Ingeniero civil, Vanina Cicchellero, Geólogo, Juan C. Malecki, Agrimensor, José Lay, Ingeniero, José Villa

1.ª Edición

500 ejemplares

Consejo Federal de Inversiones

Consejo Federal de Inversiones,

San Martín 871 – (C1004AAQ)

Buenos Aires – Argentina

54 11 4317 0700

www.cfred.org.ar

ISBN XXXXXXXXXXXXXXXX

• 2011 CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

Impreso en Argentina - Derechos reservados.

No se permite la reproducción parcial o total, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el permiso previo y escrito de los editores. Su infracción está penada por las Leyes 11723 y 25446.

NOMBRE Y DOMICILIO IMPRESOR

LUGAR Y FECHA IMPRESIÓN

Al lector

El Consejo Federal de Inversiones es una institución federal dedicada a promover el desarrollo armónico e integral del país.

Su creación, hace ya cinco décadas, provino de la iniciativa de un grupo de gobernadores provinciales democráticos y visionarios, quienes, mediante un auténtico Pacto Federal, sentaron las bases de una institución que fuera, a la vez, portadora de las tradiciones históricas del federalismo y hacedora de proyectos e iniciativas capaces de asumir los desafíos para el futuro.

El camino recorrido, en el marco de los profundos cambios sociales de fin y principio de siglo, motivó al Consejo a reinterpretar las claves del desarrollo regional, buscando instrumentos innovadores e identificando ejes temáticos estratégicos para el logro de sus objetivos.

Así surge en su momento el crédito a la micro, pequeña y mediana empresa, la planificación estratégica participativa, la difusión de las nuevas tecnologías de información y comunicaciones, las acciones de vinculación comercial y los proyectos de infraestructura para al mejoramiento de la competitividad de las producciones regionales en el comercio internacional. Todo ello, con una apuesta creciente a las capacidades sociales asociadas a la cooperación y al fortalecimiento de la identidad local.

Entre los instrumentos utilizados por el Consejo, el libro fue siempre un protagonista privilegiado, el vehículo entre el conocimiento y la sociedad; entre el saber y la aplicación práctica. No creemos en el libro como "isla", principio y fin del conocimiento, lo entendemos – a la palabra escrita y también a su extensión digital– como una llave para generar redes de conocimiento, comunidades de aprendizaje.

Esta noción del libro como medio, y no como un fin, parte de una convicción: estamos inmersos en un nuevo paradigma donde solo tiene lugar la construcción del co-

nocimiento colectivo y de las redes. En esta concepción, los libros son insumos y a la vez productos de la tarea cotidiana.

En un proceso virtuoso, en estos últimos años, el CFI se abocó a esa construcción social del conocimiento, mediante el trabajo conjunto y coordinado con los funcionarios y técnicos provinciales, con profesionales, productores, empresarios, dirigentes locales, estudiantes, todos aquellos interesados en encontrar soluciones a los problemas y en asumir desafíos en el ámbito territorial de las regiones argentinas.

Con estas ideas hoy estamos presentes con un conjunto de publicaciones que conforman la **Colección "Estudios y proyectos provinciales"** y que están referidas a las acciones de la cooperación técnica brindada por nuestra institución a cada uno de sus estados miembro.

Este título: **"Diseño de criadero de salmónidos y red de riego urbano Comandante Luis Piedra Buena"**, que hoy, como Secretario General del Consejo Federal de Inversiones, tengo la satisfacción de presentar, responde a esta línea y fue realizado por solicitud de la provincia de Buenos Aires.

Damos así un paso más en esta tarea permanente de promoción del desarrollo de las regiones argentinas, desarrollo destinado a brindar mayores oportunidades y bienestar a su gente. Porque, para nosotros, "CFI, DESARROLLO PARA TODOS" no es una "frase hecha", un eslogan, es la manifestación de la vocación federal de nuestro país y el compromiso con el futuro de grandeza y equidad social que anhelamos todos los argentinos.

Ing. Juan José Ciáccera
Secretario General

Agradecimientos

En nombre de Acuña y Asociados - Empresa de Ingeniería, deseamos en primer término hacer llegar nuestro agradecimiento a las autoridades de la Provincia de Santa Cruz, a su gobernador, el Señor Daniel Peralta y particularmente al ministro de la Producción, ingeniero agrónomo, Jaime Álvarez, por habernos considerado capaces de interpretar sus ideas nacidas del más ferviente deseo de crecimiento de su provincia.

También, al Consejo Federal de Inversiones, y a su secretario general, Juan José Ciáccera, quien ha posibilitado la difusión pública del proyecto desarrollado por nosotros.

Este reconocimiento redobla nuestro compromiso para con la provincia y confirma la validez de nuestro primer objetivo de trabajo, que es ofrecer a través de la ingeniería el mejor servicio a la comunidad que deposita en nosotros sus anhelos de progreso.

Cada proyecto que desarrollamos nos identifica con sus beneficiarios, con sus intereses económicos y con el manejo sustentable del hábitat en que se implantan. Nuestro mayor anhelo es que pueda llevarse adelante para poder ver realizado lo que hemos concebido.

Agradecemos a los funcionarios y técnicos de la provincia que brindaron su apoyo incondicional en el desarrollo de la temática específica del proyecto. A Andrea Barrientos y Mauricio Koslowsky, pertenecientes al Consejo Agrario Provincial, por la desinteresada colaboración y la transferencia de su conocimiento de la zona. Ellos nos han permitido ahondar en el espíritu mismo de los futuros beneficiarios de la obra, posibilitándonos el cumplimiento de sus expectativas. A Fernando Marcos, de la subsecretaría de Pesca y Actividades Portuarias de la provincia por el gran aporte técnico.

A ellos se suman los pobladores de Luis Piedra Buena por la cordialidad en el trato dispensado a cada uno de los integrantes del equipo que visitó la localidad durante el desarrollo de proyecto.

Finalmente el reconocimiento a los profesionales – colaboradores de este trabajo- que con su esfuerzo y dedicación han permitido alcanzar el objetivo propuesto.

A todos... ¡Gracias!

Índice

11	Introducción
15	Tareas previas
25	Tareas de campo
33	Obras de infraestructura para el criadero
55	Obras de infraestructura para la red de riego
65	Análisis de precios, cómputo y presupuesto
75	Conclusiones

Introducción

La presente publicación representa una adaptación del informe de consultoría que detalla el diseño del criadero de salmónidos y la red de riego urbano en la localidad de Comandante Luis Piedra Buena en la provincia de Santa Cruz.

El objetivo primario del estudio realizado es el desarrollo de los elementos hidráulicos necesarios para abastecer de agua a un criadero de salmónidos sobre la margen izquierda del río Santa Cruz, en las cercanías de la localidad de Comandante Luis Piedra Buena. (Figura 1).

El emprendimiento se orienta a la producción final de 1000 toneladas de salmónidos. Se determinó que haciendo uso de la posibilidad de reutilizar una vez el agua derivada, el caudal total necesario es de 12 m³/seg. Atendiendo a las características del terreno natural y al tamaño de las obras necesarias fue concebido un proyecto para ser desarrollado en 3 etapas.

- Etapa I: desarrollo de toda la infraestructura necesaria para la obtención de 500 toneladas de salmónidos. La obra civil de la estación de bombeo y la impulsión son diseñadas para la demanda final de 12 m³/seg. Se propone el equipamiento electromecánico para 9 m³/seg, reutilizando una única vez el 44,3% del caudal bombeado.
- Etapa II: contempla el desarrollo de piletas adicionales, la extensión de los canales de abastecimiento y la adición de equipamiento de bombeo para alcanzar 700 toneladas de producción. Se emplean los 12 m³/seg con la reutilización, una vez del 44,3% del caudal.
- Etapa III: considera el agregado de más piletas y la extensión de los canales para alcanzar el objetivo final del proyecto de 1000 toneladas de producción. El abastecimiento de agua para esta etapa está previsto a partir de la una segunda reutilización mediante un rebombeo desde el canal de drenaje del 42,9% del caudal circulante. Para lograr la oxigenación necesaria se ha proyectado un salto de 40 cm en dicho canal.

El excedente del caudal que circula en el canal de drenaje luego de la Etapa III, en un futuro podría ser empleado para una expansión del emprendimiento que permitiría la obtención de 400 toneladas adicionales, siempre que se disponga del espacio físico para la implantación de nuevas piletas.

La presente publicación contiene el desarrollo del proyecto hidráulico de la Etapa I, correspondiente a la producción de 500 t Este caudal, luego de ser utilizado por las diferentes piletas que componen el criadero, será restituído al río en condiciones ambientalmente sustentables.

Como objetivo secundario se diseñó el riego del arbolado público de la localidad de Comandante Luis Piedra Buena y un canal reservorio revestido, de aproximadamente 2 km de longitud, desde el que se regará una futura cortina forestal de 3 km de largo, al oeste de la localidad. La provisión de agua se hará a partir de una segunda estación de bombeo ubicada en el mismo sitio donde actualmente se encuentra la toma de agua para los camiones de riego de la localidad (debajo del puente de la Ruta Nacional N° 3).

En el criadero de salmónidos diseñado se llevará adelante la cría y engorde de alevinos provenientes de otro criadero ya existente en la ciudad cuya capacidad es suficiente para los requerimientos de proyecto.

El establecimiento en desarrollo consistirá en una serie de piletas abastecidas con agua en permanente circulación proveniente del río Santa Cruz. El condicionamiento de la no interrupción del flujo de las aguas es una característica sobresaliente del sistema proyectado, puesto que la interrupción del suministro por más de una hora y su consiguiente disminución de la oxigenación, produce la muerte de los peces del criadero. La manera más segura de tener una adecuada garantía es crear una reserva

de agua que pueda suministrar, por gravedad, el caudal requerido a las piletas para no interrumpir la circulación de agua ante un detenimiento del sistema de bombeo. Esto orientó la ubicación del área de implantación, en zonas con características topográficas que permitieran el desarrollo del esquema planteado.

La Figura 2 presenta el esquema general de obras proyectadas.

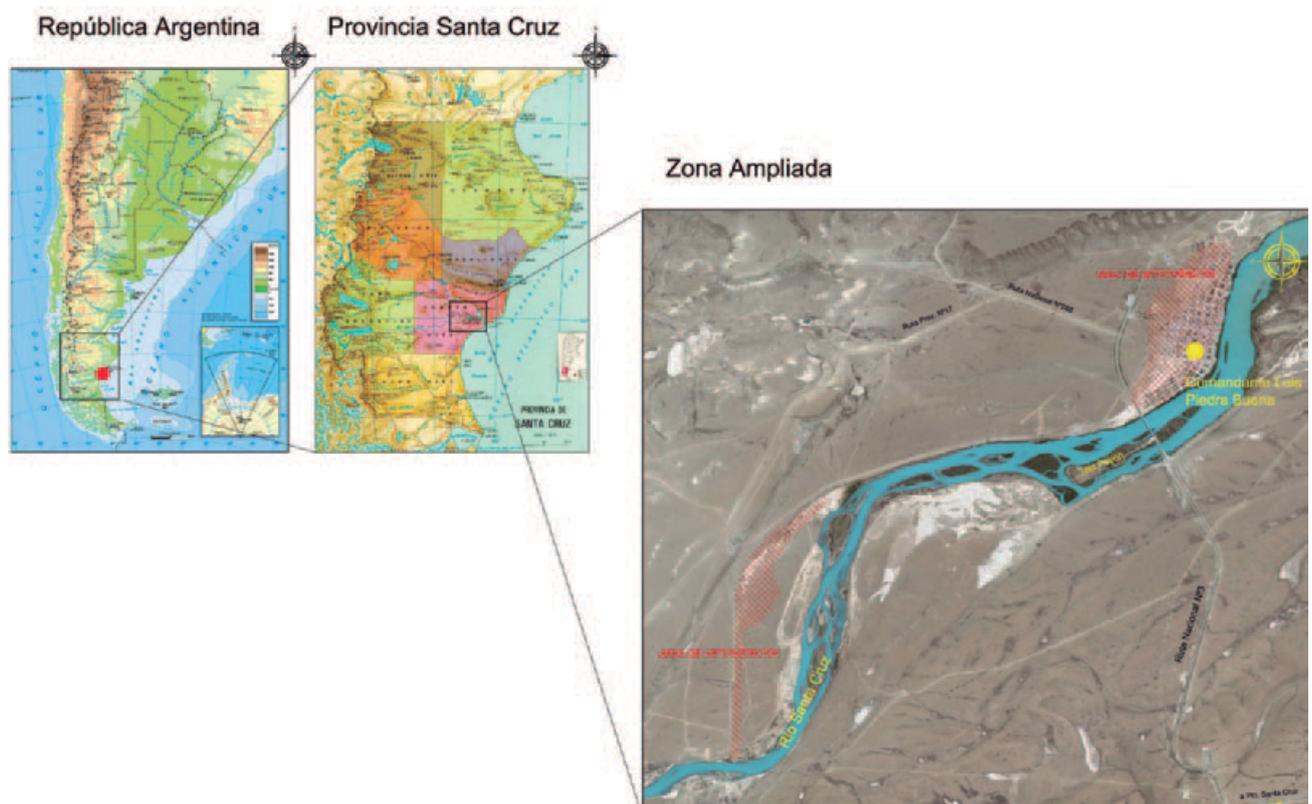


Figura 1. Ubicación del área de proyecto. (Fuente propia).

PLANIMETRÍA GENERAL

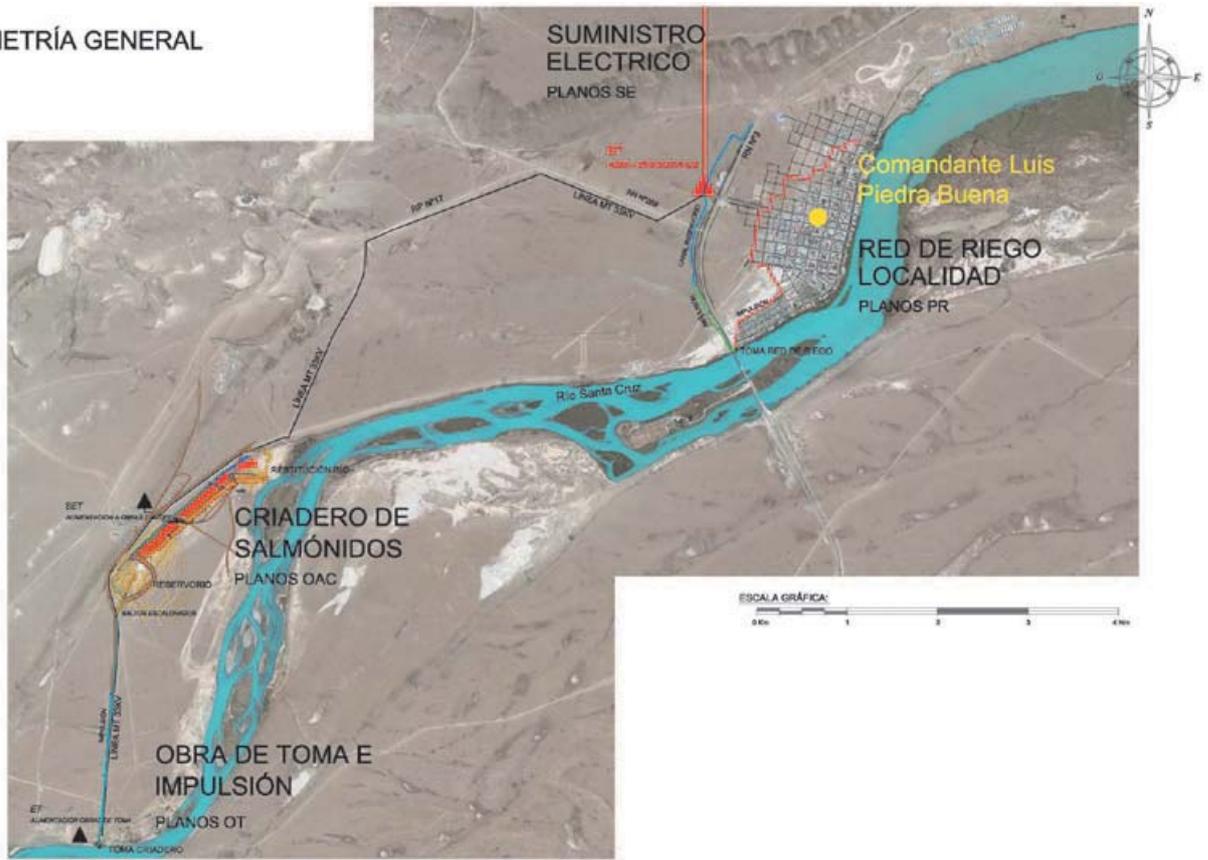


Figura 2. Esquema general de obras. (Fuente propia).

Tareas previas

Recopilación de antecedentes

A partir de la recopilación de antecedentes, las reuniones con funcionarios y técnicos de la provincia y las visitas a la zona, se definieron los estudios básicos necesarios para el diseño de las obras.

Durante las recorridas realizadas se determinaron dos posibles ubicaciones para la obra de toma y una traza aproximada de la impulsión y obra de restitución, a fin de ser posteriormente compatibilizadas con la caracterización geotécnica y las condiciones topográficas.

Con los datos recabados se programaron y desarrollaron los relevamientos topográficos y geotécnicos cuyos resultados se muestran en los anexos correspondientes. Con dichos estudios básicos se proyectaron las obras hidráulicas; obra de toma, impulsiones, reservorio, canales de abastecimiento y drenaje y la restitución al cauce del río Santa Cruz. También se diseñaron las estaciones de bombeo y el sistema de abastecimiento eléctrico.

Análisis de la demanda de agua

Demanda para cría de salmónidos y su variación temporal

Como se indicó anteriormente, para el desarrollo del proyecto se dividió la producción en etapas; la primera de 500 t y la final de 1000 t. El caudal necesario para el abastecimiento del criadero fue definido y entregado como información antecedente por el personal del Ministerio de Producción de la Provincia.

En documentación anexa al presente informe se puede observar una planilla resumen del cálculo del caudal de abastecimiento para las diferentes etapas y del número de piletas necesarias para las sucesivas ampliaciones. Cabe aclarar que a la planta ya ingresan alevinos desarrollados, razón por la que se ha incluido solo un 10% de mortandad repartido en partes iguales durante el resto del proceso.

Demanda para riego de arbolado público y plazas y su variación temporal

Especies arbóreas

A diferencia del árbol presente en los bosques o en el ámbito rural, el arbolado en la ciudad cumple estrictamente funciones sociales -no se reconoce una función productiva como en los casos de la actividad silvícola o frutícola.

La plantación se realiza en el espacio público para aumentar el bienestar de los habitantes, entre cuyas funciones se destacan: brindar sombra y refrescar el aire circundante, producir oxígeno, regular la humedad ambiente, disminuir ruidos, atenuar los vientos, retener partículas sólidas (hollín y polvo) y también gérmenes ambientales, embellecer las vías de tránsito y las viviendas, retener el agua de lluvia y moderar el escurrimiento.

En el medio urbano no suelen encontrarse las condiciones más adecuadas para el correcto desarrollo de los árboles. Cada árbol cuenta con una serie de características que lo vuelven apto o no para ser ubicado en la ciudad. Si lo que se pretende es un buen efecto estético, con bajo costo y escaso mantenimiento hay que considerar una serie de factores:

Tipo de raíz: las raíces profundas dañan las veredas menos que las superficiales. Las especies de anclaje horizontal (tilo, olmo, paraíso) se adaptan mejor y evitan roturas. Las especies ávidas de humedad edáfica buscan los desagües (por ejemplo los sauces).

Follaje: conviene elegir árboles de hojas caducas y pequeñas o medianas puesto que en invierno permiten mayor paso de sol, obstruyen menos los desagües y permiten un fácil barrido y recolección.

Floración: son preferibles las explosivas, aunque sean momentáneas (jacarandas, lapachos), pero que no ocasionen problemas por su tamaño y cantidad, como el palo borracho, cuyas flores son resbalosas y pueden provocar accidentes.

Frutos: sucede lo mismo que con la floración. Pueden embellecer el entorno u ocasionar trastornos por su tamaño, textura, forma, aroma, etc., como ocurre con los ombúes hembra, naranjos, ginkgos hembra o araucarias. Son preferibles frutos secos y no muy grandes.

Tamaño: si se tiene en cuenta el tamaño que el árbol alcanzará en la edad adulta, la elección de cada especie estará determinada en gran medida por el ancho de la calle y de la vereda y la altura y retiro de los frentes de edificación. Existen diferentes tamaños; los de primera magnitud (de 20 m o más) se utilizan en avenidas y paseos; los de segunda magnitud (15 m) son usados en calles y veredas amplias y los de tercera (10 m), en calles y veredas estrechas. Este último caso es el que se asignó al presente proyecto, esta decisión se tomó además por el hecho de que los vientos hacen que no sea recomendable la implantación dentro de la ciudad de árboles mucho más altos que las viviendas.

Forma: la copa debe ser amplia y alta, en tanto que el tronco debe mostrarse recto y libre de espinas y ramificaciones basales que obstruyan el tránsito por las veredas.

Rusticidad: siempre se desarrollan mejor los árboles que resistan enfermedades, lastimaduras y contaminaciones (gases y escapes de motor, aguas con productos químicos, lavados de veredas, restos de aceite, polvo atmosférico). En este caso las especies se deben adaptar a las temperaturas extremas de invierno.

Longevidad: el costo de la plantación y el cuidado del árbol hasta que es suficientemente fuerte (3 años) es elevado y más aún si se considera el número de ejemplares de una ciudad. Los árboles de crecimiento rápido viven menos.

Lo mencionado condiciona la adaptación futura de los ejemplares a su entorno, su desarrollo y su sanidad, por lo tanto determina también la gestión futura y en particular, la necesidad de recurrir o no a la poda.

La poda del arbolado urbano deberá tener como objetivo mantener la forma natural del árbol y adecuarlo a su entorno morfológico. Con ella se logra restablecer el equilibrio entre el sistema radicular y la parte aérea de la planta al momento de su implantación, adecuar la copa al tránsito vehicular y peatonal, al cableado aéreo y a la iluminación de calles, manteniendo la forma y asegurando la sanidad del árbol.

Es preferible uniformar los árboles por tamaño, pero manteniendo el criterio de diversidad específica; labor que debe realizarse por calles o manzanas. Entre las ventajas de esta actividad se destacan la estandarización de las tareas culturales con menores costos y la vulnerabilidad ante las plagas específicas, la riqueza estética, etcétera.

De esta manera el arbolado urbano, junto a otros recursos culturales, se ligará estrechamente al patrimonio cultural del ambiente urbano.

La Tabla 1 muestra, de acuerdo con los antecedentes recopilados, la diversidad de especies adaptables a la zona. Puede observarse en la misma que el abedul y el sauce eléctrico se indican como de muy buen comportamiento.

TABLA 1

COMPORTAMIENTO EN LA ZONA DE DISTINTAS ESPECIES DE ÁRBOLES.
FUENTE PROPIA

GÉNERO	ESPECIE	VARIEDAD	NOMBRE COMÚN	COMPORTAMIENTO
<i>Acer</i>	<i>Buergerianum</i>	-----	Arce	Bueno
<i>Alnus</i>	<i>Incana</i>	-----	Aliso	Bueno
<i>Betula</i>	<i>Alba</i>	-----	Abedul	Muy bueno
<i>Fraxinus</i>	<i>Excelsior</i>	-----	Fresno dorado	Bueno
<i>Fraxinus</i>	<i>Americana</i>	-----	Fresno americano	Bueno
<i>Juglans</i>	<i>Regia</i>	-----	Nuez de castilla	Bueno
<i>Laburnum</i>	<i>Anagyroides</i>	-----	Lluvia de oror	Bueno
<i>Prunus</i>	<i>Avium</i>	Injertado	Cerezo	Bueno
<i>Prunus</i>	<i>Cerasifera</i>	Atropurpúrea	Ciruelo de jardín	Bueno
<i>Quercus</i>	<i>Borealis</i>	Rubra	Roble	Bueno
<i>Quercus</i>	<i>Robur</i>	-----	Roble europeo	Bueno
<i>Salix</i>	<i>Matsudana tortuosa</i>	Injertado	Sauce eléctrico	Muy bueno
<i>Sorbus</i>	<i>Aria</i>	Lutescens	Serbal	Bueno

A continuación se muestran las características de los indicados como de muy buen comportamiento y del roble, especie de adaptación buena, muy usada en la zona.

Abedul, Abedul blanco



Figura 4. Sauce tortuoso.

Fuente: <http://www.yunphoto.net/es/photobase/hr/hr911.html>

- Nombre científico o latino: *Betula alba* L.
- Sinónimos: *Betula pubescens*.
- Nombre común o vulgar: abedul, abedul blanco.
- Familia: *Betulaceae*.
- Origen: Europa, Asia.
- Árbol caduco muy decorativo por su corteza blanca que se desprende en tiras, su forma irregular algo pendular y su follaje amarillo en otoño.
- El abedul tiene un crecimiento algo rápido al principio pero luego más lento.
- Hojas: simples, alternas y caedizas de 4 a 6 cm x 3 a 5 cm, cuneiformes o truncadas en la base, agudas en el ápice, dentadas de forma irregular y doblemente aserradas.
- Florece en primavera.
- La madera de abedul se utiliza para la fabricación de pasta de papel.
- El abedul blanco tiene un gran valor medicinal.
- Altitud: de 0 a 1800 m, incluso hasta 2000 m.
- El abedul es exigente en agua, no soporta los períodos de sequía veraniegos;

- Resiste bien los fríos invernales intensos.
- El abedul se desarrolla muy mal en suelos calizos.
- Temperatura: puede soportar temperaturas muy bajas.
- Perjudican al abedul las temperaturas altas con sequedad en el ambiente.
- El abedul prefiere suelos ácidos, frescos y sueltos.
- Necesita humedad ambiental alta (se ve el abedul viviendo cerca de ríos).
- Riegos frecuentes.
- Se multiplica por semillas, esquejes e injertos.

Sauce Tortuoso (Eléctrico)



Figura 5. Roble o carballo.

Fuente: <http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt/listagens.php?lang=es&sstr=4&id=F01170&dis=pico>.

- Nombre científico o latino: *Salix matsudana* 'Tortuosa'.
- Nombre común o vulgar: Sauce eléctrico.
- Familia: *Salicaceae*.
- Origen: China, noroeste de Asia, Corea.
- Altura 8 m. Diámetro de la copa 4 m.
- Forma redondeada y extendida;
- Ramas principales y secundarias curiosamente retorcidas, de color verde.
- De crecimiento rápido.
- Vive en cualquier terreno y exposición.
- Se utiliza en jardinería de manera aislada o en grupos, destacando su curioso porte.
- Muy decorativo, sobre todo en invierno, por su graciosa silueta.
- Uso: aislado o en grupos en pradera y formando cortinas verdes.

- Árbol muy atacado por minadores del tronco.
- Se multiplica por esquejes e injerto.

Roble carballo, roble pedunculado

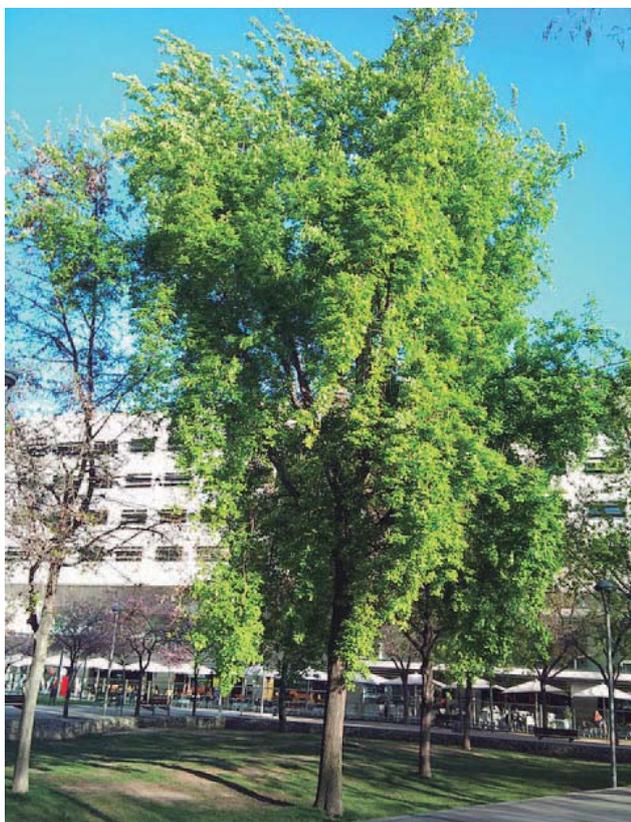


Figura 5. Roble o carballo.

Fuente: <http://arboles-con-alma.blogspot.com/2011/06/roble-carballo-roure-penol-quercus.html>

- Fructificación del roble: frutos en bellotas, insertadas de forma lateral sobre un largo pedúnculo. Cúpula con escamas planas; las marginales poco o nada salientes.
 - Los frutos del roble maduran al final del verano y caen a principios de otoño.
 - Las bellotas producidas por el roble constituyen un buen alimento para numerosos animales.
 - La corteza, madera y frutos de roble contienen taninos que se usan para el curtido de pieles.
 - Buen combustible y estimada para la obtención de carbón.
 - Madera de roble, excelente calidad, muy usada para fabricación de toneles para el vino, ya que le da ese sabor tan característico.
 - Madera duradera, fácil de trabajar y cortar utilizada para la construcción, decoración interior, ebanistería, carpintería, parques, escaleras, tornería, escultura, traviesas para ferrocarril, postes, toneles, paneles e industria. En otro tiempo se usó para construir barcos, pilotes, armazón de monumentos, puentes, presas, carros, ruedas, piezas de máquinas, vagones, etc.
 - El roble también se usa con fines ornamentales, existen algunas variedades hortícolas: *Atropurpurea*, *Fastigiata*, *Filicifolia*, *Longifolia*, *Pendula*, *Variiegata*, etc.
 - Altitud: desde 0 a 1000 m, incluso puede llegar a los 3000 m s.n.m.
 - Aguanta bien el rigor del invierno, pero con el calor estival requiere humedad en el suelo.
 - El roble necesita de una buena iluminación, se asienta sobre sustratos variados, aunque prefiere los silíceos.
 - Suelos profundos y frescos de pH indiferente de ácido a básico.
 - Necesita suelos con humedad.
 - Humedad ambiente preferentemente media a alta.
 - Tiene una gran resistencia al frío y a las heladas tardías.
 - No requiere intervención alguna en cuanto a poda.
- Nombre científico o latino: *Quercus robur* L.
 - Nombre común o vulgar: roble, carballo, roble pedunculado.
 - Familia: *Fagaceae*.
 - Origen: árbol de área extensa ocupa casi toda Europa, desde el Atlántico hasta los Urales. El roble es autóctono en España.
 - Árbol de hasta 35 m de altura; caducifolio.
 - De hoja caduca, de porte robusto y elegante. Interesante coloración otoñal del follaje, hoja lobulada. Uno de los árboles de jardín más hermosos por su porte y frondosidad.
 - Tronco del roble con corteza al principio grisácea o blanquecina y lisa y después pardusca y escamoso-agrietada.

Precipitaciones

La zona de proyecto es de muy baja precipitación. Se dispone de datos en la estación Santa Cruz.

Tabla 2 - Evapotranspiración y precipitaciones. Reporte CropWat 4 Windows Ver 4.3.

 ETo and Rainfall Data.

 Data Source: C:\CROPWATW\CLIMATE\S-CRUZ.CLI

TABLA 2

EVAPOTRANSPIRACIÓN Y PRECIPITACIONES. REPORTE CROPWAT 4 WINDOWS VER 4.3.			
MONTH	ETO (mm/d)	TOTAL RAINFALL (mm/month)	EFFECTIVE RAIN (mm/month)
January	5.29	21.0	20.3
February	4.72	16.0	15.6
March	3.46	20.0	19.4
April	2.00	17.0	16.5
May	1.07	25.0	24.0
June	0.72	18.0	17.5
July	0.84	16.0	15.6
August	1.32	15.0	14.6
September	2.36	12.0	11.8
October	3.89	7.0	6.9
November	4.87	15.0	14.6
December	5.40	18.0	17.5
Total (mm/Year)	1090.03	200.0	194.3

N.B. Effective rainfall calculated using the USSCS formulas:

Effective R. = (125 - 0.2 * Total R.) * Total R. / 125 ...
 ... (Total R. < 250 mm/month),
 Effective R. = 0.1 * Total R. - 125 ... (Total R. > 250 mm/month).

Evapotranspiración

Tabla 3 - Información climática. Reporte CropWat 4 Windows. Ver 4.3.

Climate and ETo (grass) Data

Data Source: D:\USUARIOS\CROPWAT\ARGENTIN\SANTA~1.PEN

Country: Location 9 Station: SANTA-CRUZ

Altitude:10 meter(s) above M.S.L.

Latitude: -50,00 Deg. (South) Longitude: -68,51 Deg. (West)

TABLA 3

INFORMACIÓN CLIMÁTICA.
 REPORTE CROPWAT 4 WINDOWS VER 4.3.

MONTH	MAXTEMP (DEG.C)	MINITEMP (DEG.C)	HUMIDITY (%)	WIND SPD. (KM/D)	SUNSHINE (HOURS)	SOLAR RAD (MJ/M2/D)	ETO (MM/D)
January	20.3	8.3	54.7	432.0	8.2	21.8	5.29
February	20.2	7.8	54.6	406.1	6.7	17.4	4.72
March	17.6	6.4	58.4	362.9	6.2	13.3	3.46
April	14.0	3.4	65.0	285.1	4.0	7.4	2.00
May	8.8	0.4	73.1	285.1	3.0	4.1	1.07
June	5.5	-1.9	77.5	267.8	1.6	2.5	0.72
July	5.8	-1.4	78.2	311.0	0.8	2.4	0.84
August	8.4	-1.3	73.4	337.0	4.2	6.3	1.32
September	11.9	0.5	65.4	380.2	5.8	11.1	2.36
October	15.8	3.5	55.8	432.0	7.6	17.1	3.89
November	18.0	5.7	52.5	483.8	6.7	19.1	4.87
December	19.9	7.0	52.9	406.1	9.0	23.5	5.40
Average	13.8	3.2	63.5	365.8	5.3	12.2	2.99

Pen-Mon equation was used in ETo calculations with the following values for Angstrom's Coefficients:

$$a = 0,25 \quad b = 0,5$$

TABLA 4

CRECIMIENTO POBLACIONAL.
FUENTE: INDEC.

AÑO	POBLACIÓN
1991	3438
2001	4176
2006	7826

Respecto de la extensión donde deberán ubicarse las especies, se puede mencionar que la población de Piedra Buena, según los últimos censos, manifiesta un importante crecimiento, aunque las imágenes muestran que aún hay extensas zonas con poca densidad poblacional.

La localidad muestra actualmente un damero de 125 manzanas con una franja arbolada a regar de aproximadamente 68.500 m de longitud.

La Tabla 5 presenta el balance hídrico del arbolado público en la situación con proyecto.

TABLA 5

RIEGO DE ARBOLADO PÚBLICO. BALANCE HÍDRICO EN SITUACIÓN CON PROYECTO.
FUENTE PROPIA.

	DÍAS	SEPTIEMBRE 30	OCTUBRE 31	NOVIEMBRE 30	DICIEMBRE 31	ENERO 31
Precipitación año típico seco	mm	12	7	15	18	21
Precipitación efectiva	mm	10,8	6,3	13,5	16,2	18,9
Evapotranspiración						
ETO	mm	70,8	120,6	146,1	167,4	164,0
Árbol ornamental	KC	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Árbol ornamental	mm	56,6	96,5	116,9	133,9	131,2
Precipitación afectiva	mm	10,8	6,3	13,5	16,2	18,9
Árbol ornamental	mm	45,8	90,2	103,4	117,7	112,3
	mm/día	1,5	2,9	3,4	3,8	3,6
Dot. Árbol	l/d. A	76,8	146,2	173,2	190,9	182,1
Nº árboles c/100 m	9					
Demanda cada 100 m	l/día/100 m	691,3	1315,9	1558,9	1717,9	1638,7
Caudal Total por metro de vereda	l/día*metro	6,9	13,2	15,6	17,2	16,4
Caudal bruto mensual 16 hs	l/día*metro	11,5	21,9	26,0	28,6	27,3
Meses con riego de arbolado						

Continúa en la página siguiente >>

La demanda máxima determinada ha sido aproximadamente de 190,9 l/ árbol x día para el mes de diciembre. Este caudal calculado es el agronómicamente necesario para las plantas y surge de considerar una densidad de 1 individuo cada 10 metros.

En la definición de la demanda se considera también un caudal para riego de espacios verdes, con una dotación de 60 m3/día x ha de espacio verde.

El relevamiento que se desarrolló en la ciudad no muestra actualmente gran cantidad de espacios ver-

des parqueizados. La Organización Mundial de la Salud establece la necesidad de contar con una superficie de entre 9 y 14 m2 de espacio verde por habitante. Así, adoptando 10 m2/hab y una población futura de 10.000 habitantes, se deberán regar 10 ha de espacio verde, lo que demandará 600 m3/día.

En los tiempos en que no se esté regando el arbolado público, se utilizará el equipamiento para llenar un canal reservorio proyectado al este de la ciudad, el cual será empleado para el riego de una cortina forestal.

FEBRERO 28	MARZO 31	ABRIL 30	MAYO 31	JUNIO 30	JULIO 31	AGOSTO 31	AÑO 365
16	20	17	25	18	16	15	200
14,4	18,0	15,3	22,5	16,2	14,4	13,5	180
132,2	107,3	60,0	33,2	21,6	26,0	40,9	1090,0
0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
105,7	85,8	48,0	26,5	17,3	20,8	32,7	872
14,4	18,0	15,3	22,5	16,2	14,4	13,5	180
91,3	67,8	32,7	4,0	1,1	6,4	19,2	692
3,3	2,2	1,1	0,1	0,0	0,2	0,6	
164,0	109,9	54,8	6,5	1,8	10,4	31,2	
1475,6	989,5	493,1	58,9	16,3	93,9	280,7	
14,8	9,9	4,9	0,6	0,2	0,9	2,8	
24,6	16,5	8,2	1,0	0,3	1,6	4,7	
Meses sin riego							

>> Viene de la página anterior.

Tareas de campo

Relevamiento topográfico

En función de las necesidades definidas por el equipo del proyecto se planificaron y ejecutaron dos tareas de relevamiento:

- de las diferentes zonas en donde se implantará el criadero de salmónidos (zona de toma, reservorio, criadero, restitución al río de los excedentes).
- del manzanero de la localidad de Comandante Luis Piedra Buena para el diseño de la red de riego de arbolado público y canal reservorio.

Información planialtimétrica existente

Cartografía

Fue empleada una planimetría de la población con detalle de manzanero, nombre de calles y avenidas. Como información general básica se utilizó la imagen satelital provista por el programa informático *Google Earth*.

Los relevamientos antes citados refirieron su altimetría al Punto Fijo 1 de la línea de nivelación IGM N (335) que se desarrolla a lo largo de la Ruta N° 288 entre Comandante Piedra Buena y la Estancia La Julia.

Descripción de las tareas

Relevamiento del área de reservorio y canales

En el origen del relevamiento se colocó un Punto Fijo (PF) y se le dieron coordenadas y cota relativa. La orientación del levantamiento también fue relativa, ya que el rumbo inicial de la poligonal quedó materializado por el PF inicial y el punto inmediato siguiente.

Se procedió a ejecutar una poligonal aproximadamente paralela a la antigua traza de la Ruta N° 3, con colocación de estacas distanciadas 200 m entre sí. Desde cada punto estación se relevaron por radiación, secciones normales de las que se tomaron detalle tales como puntos singulares del terreno natural, estructuras existentes, caminos, alambrados, entradas a propiedades, etc. Los croquis correspondientes al relevamiento se muestran en información anexa a este informe.

Al alcanzarse la zona de reservorio se mantuvo la misma metodología en cuanto a puntos a relevar pero se achicó la distancia entre perfiles transversales a una distancia del orden de 50 m, siendo su longitud función de la cota del terreno buscada. Entre el área de reservorio y la zona de la Chacra Municipal se mantuvo el mismo esquema de trabajo empleado en la parte inicial.

La tarea fue completada con la ejecución de 3 batimetrías en la zona de toma coincidente con lo que fuera el viejo puente carretero de la Ruta N° 3.

Relevamiento planialtimétrico de la ciudad de Comandante Luis Piedra Buena

En idéntica forma a lo realizado en el tramo antes detallado, se colocaron dos puntos fijos a los cuales se les dio coordenadas relativas. Estos fueron:

PF1, N= 50000,00; E= 50000,00 Z= 100,000
PB0, N= 50145,00; E= 50000,00

En resumen, se instalaron:

- PF1 en el extremo sur de la población, sobre la rotonda donde inicia el Barrio Militar.
- PF2 sobre la rotonda frente a la sede de Vialidad de la provincia.
- PF3 en la rotonda frente al supermercado La Anónima.
- PF4 en el área del cementerio.
- PF5 en la zona donde se encuentra el Monumento a los Combatientes de Malvinas.

Estos fueron acotados por medio de circuitos cerrados de nivelación geométrica doble, lo que permitió dar al sistema una base altimétrica sólida.

El relevamiento en sí fue ejecutado empleando una estación total. Se cubrió totalmente el área urbana y se avanzó sobre aquellas calles actualmente trazadas pero aún sin edificación. En cada estación fue tomado un detalle de puntos correspondientes a ochavas, líneas de edificación, presencia de estructuras fijas en veredas, columnas, postes, cotas de pavimento, cordones, etc.

El relevamiento fue efectuado con mayor detalle en el sector correspondiente a la franja de vereda de 0,60 / 0,70 m desde el cordón, zona en donde se ubicará la cañería de la red.

En el área de Toma 1, sobre el río y cerca del PF 1, se realizaron 3 batimetrías.

Como complemento fue efectuado un relevamiento a lo largo de la Ruta N° 3, partiendo del PF 1, pasando por debajo del actual Puente Carretero y continuando paralelo a dicha ruta hasta alcanzar la altura del cementerio de la localidad, donde cerró en el PF 4. A tal efecto fue trazada una poligonal con vértices cada 200 m y a partir de los mismos se generaron secciones transversales en las cuales se tomaron detalles de bordes de pavimento, talud, alambrados y puntos singulares del terreno natural.

Vinculación altimétrica

Ubicado el PF 1 de la Línea IGM N (335), a partir del mismo y por medio de la nivelación geométrica doble se dio cota definitiva al bloque de puntos fijos antes mencionados. Asimismo, y a los efectos de vincular el relevamiento

del sistema canales-reservorio con el de la población, fue realizada también, por medio de nivelación geométrica, la medición del tramo PF1 – C4.7.

Georeferenciación

La poligonal fue referenciada en forma relativa. A los efectos de poder constituir todo el relevamiento en un solo bloque se procedió a georeferenciar los vértices por medio de mediciones GPS. Esta metodología permitió asimismo verificar que no se produjeran desvíos planimétricos generados por la estación total.

Con la finalidad de reducir el error planimétrico resultante del equipo GPS y del método empleado, finalmente se tomaron coordenadas geográficas en diversos puntos de la poligonal. Esta operación fue ejecutada de acuerdo con la hora de mejores condiciones de observación (PDOP) y se reiteró la toma de coordenadas por punto en numerosas oportunidades (no menor de 8) lo que permitió eliminar los valores fuera de rango y obtener un promedio aceptable.

En los planos que acompañan este informe, se muestra la planialtimetría resultante de los estudios realizados.

Estudio de geotecnia

Principales aspectos geológicos y geomorfológicos del río Santa Cruz

La provincia de Santa Cruz presenta tres grandes unidades geomorfológicas:

- la cordillera del oeste;
- las mesetas del centro;
- los valles transversales que las atraviesan de oeste a este.

El río Santa Cruz se localiza en la parte centro sur de la provincia. Tiene su nacimiento en el extremo oriental del Lago Argentino y desemboca poco antes de alcanzar el océano Atlántico, en el Río Chico (ría Puerto San Martín) luego de un recorrido meandriforme de dirección general hacia el este de 245 km en línea recta.

El sector cordillerano, representado por la Cordillera de los Andes, posee en la zona altitudes inferiores a 3000 metros. Las elevaciones conforman cordones y macizos separados entre sí por cuerpos lacustres de gran extensión que seccionan transversalmente la cor-

dillera y dan origen a numerosos ríos que fluyen hacia el océano Atlántico.

Las mesetas son el relieve más representativo de la Patagonia. Forman acantilados en las costas y desde allí ascienden en forma de escalones hacia el frente cordillerano hasta alcanzar alturas a veces superiores a los 1000 metros. Se presentan cubiertas por mantos de basalto que permiten la lenta filtración de las escasas precipitaciones, originando ojos de agua en las laderas de estas mesetas. Existen también depresiones ocupadas por lagos, bajos y cañadones de diverso origen. Entre ellos se destacan los lagos Cardiel y Strobel y la depresión salina del gran bajo de San Julián.

Al sur del Río Gallegos se presenta un relieve de colinas y lagunas originadas por la acción del hielo. La costa forma el borde oriental de las mesetas, que se cortan abruptamente. Golfos y bahías de laderas escarpadas alternan por las rías originadas por los cambios del nivel del mar en el Cuaternario, con amplitudes de mareas que exceden los 10 m.

Los valles fluviales están dispuestos en forma transversal a la cordillera y a las mesetas. Poseen una excesiva anchura en relación con su caudal actual, indicador de que el clima de la Patagonia en alguna época pasada debió ser mucho más húmedo que en la actualidad.

La formación geológica más importante de la región es la denominada formación Monte León, de edad Terciaria. Por encima de esta se depositan coladas basálticas en las mesetas, normalmente cubiertas por los llamados rodados patagónicos y suelos residuales, todo ello perteneciente al período Cuaternario.

Área del proyecto

El valle inferior del río Santa Cruz tiene un ancho variable entre 3 y 15 km. El área del estuario presenta formas de erosión y de acreción marina (del Valle y Kokot, 1998). Las primeras están representadas por acantilados inactivos ubicados dentro del estuario, modificados por acción fluvial y por procesos de remoción en masa. Fuera del estuario los acantilados que delimitan el área de la desembocadura son activos, en la margen izquierda en la Punta Norte tienen 60 m de altura y van descendiendo hasta Punta Cascajo, donde solo tienen 9 m.

En las cercanías de la localidad de Piedra Buena, el río presenta un cauce considerablemente estabilizado con distintos niveles de terrazas, que pueden tener hasta 20 m de desnivel respecto del curso actual del agua.

Los materiales aluvionales, representados principalmente por rodados de no más de 3" de diámetro con escasa la fracción de arena, dominan en las terrazas.

Toma de agua

De las alternativas de toma de agua planteadas en la etapa inicial de proyecto, es recomendable adoptar la N° 1, ya que presenta una serie de ventajas respecto de la N° 2.

En primer lugar, se encuentra en un tramo del río recto que muestra un cauce más estable que el que se observa hacia aguas abajo, sector en el que se divide en dos o tres brazos, con la conformación de algunas islas y la posible tendencia a migrar hacia la margen derecha.

Otro aspecto importante es que la Toma N° 1 está ubicada inmediatamente aguas abajo del apoyo de hormigón y terraplén del puente de la antigua ruta N°3. Esto implica que ya hay una protección importante tanto de la toma como de la conducción en una distancia considerable, lo que hace menos probable que alguna creciente importante del río pueda causar daños a la futura estructura de toma, puesto que el apoyo del estribo izquierdo del puente es un muro de hormigón paralelo al río, seguramente con una fundación profunda, dado que no presenta indicios de erosión.

Por último, otra cuestión importante es la relativa a lo ambiental. En este sector no hay asentamientos humanos ni explotación de ninguna clase, en tanto que la ubicación de la Toma N° 2 es en un sitio de chacras, cuyos terrenos terminan al borde de la barda que da al río y están separadas una de otra por calles que también llegan a la costa.

Una instalación como la prevista sin dudas causaría inconvenientes por ruidos, magnitud del movimiento de la obra y otras molestias, porque ya hay gente viviendo en ese sector.

Criadero de salmónidos

El lugar elegido para la planta de salmónidos está alejado de estas chacras y del río, lo que permite la descarga de los efluentes de la planta por una traza que sigue un bajo natural, en un sector en el que no se perciben asentamientos. De todas maneras la descarga no representa un problema de magnitud como el de la obra de la toma.

El sitio identificado para la ubicación de la planta es un bajo cuyo límite norte es el pie de una terraza de unos 20 a 25 m de altura, el talud de la misma está estabilizado tanto por su pendiente como por la vegetación achaparrada que lo cubre.

Conducción hasta Piedra Buena

Fue analizada la posible conducción para el riego desde la planta hasta la localidad y se concluyó que es perfectamente posible desde el punto de vista geotécnico. A su vez es probable que el canal tenga que ser revestido, dada la naturaleza aluvional del subsuelo, porque resulta muy escasa la fracción de suelos finos en la parte superior de los rodados.

También existe la posibilidad de tomar agua para el riego previsto directamente desde el río, en cercanías de la localidad. Actualmente, la municipalidad cuenta con una estación de bombeo junto al puente carretero.

Hay que tener en cuenta que la naturaleza aluvional de los suelos de la zona implica, en principio, que cualquier canal para riego superficial debería ser revestido debido a la alta permeabilidad que poseen estos materiales.

Trabajos realizados en la zona

Con el fin de evaluar los distintos suelos a lo largo de la traza desde la toma hasta la localidad de Piedra Buena, se hicieron en total 15 muestreos hasta los 3 y 4 m de profundidad. Salvo en el sector cercano al río correspondiente a la Toma N° 1, en el que el agua se encontró a 1,40 m, en el resto de los sondeos y pozos no se llegó al nivel freático. Como dato complementario, en un pozo existente, utilizado para extracción de agua en el sector del reservorio, el nivel freático estaba a siete metros de profundidad.

De estos 15 sitios, 8 fueron sondeos y excavaciones a cielo abierto y 7 se corresponden con cortes naturales, canteras o pozos de agua existentes.

En cada uno de los sitios fueron tomadas muestras representativas del perfil expuesto para ser identificadas en laboratorio. Los resultados de estas tareas se encuentran entre la información anexa, en la que también hay planillas que contienen el perfil de los pozos y sondeos y la granulometría de gravas tomadas de los cortes en las bardas que muestran un perfil muy completo de estos depósitos.

En la Figura 6 puede verse la distribución de estos trabajos.

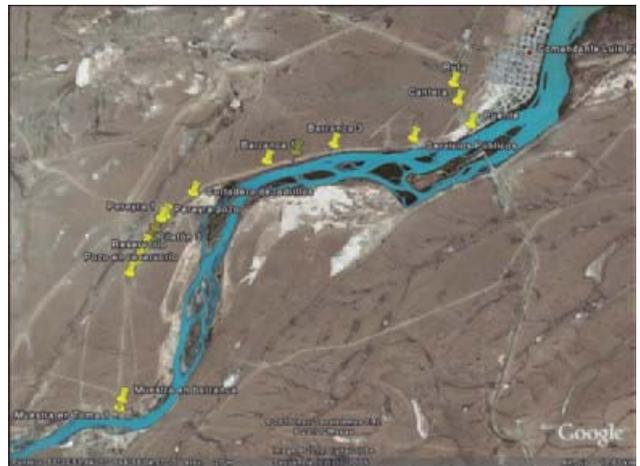


Figura 6. Distribución de sondeos en la zona de proyecto. (Fuente propia).

Resultados obtenidos

Los suelos estudiados están constituidos por depósitos aluvionales gruesos, con una cubierta en general de suelos finos.

La composición de los aluviones comprende rodados marcadamente esféricos y constituidos por rocas cristalinas, principalmente de origen ígneo. El aluvión analizado indica la existencia de gravas bien graduadas a mal graduadas, anisotropías propias de depósitos fluviales en los que sus características de distribución dependen en cada caso, de la energía del agua.

El tamaño máximo rara vez supera las 4", siendo habitual 3" como tamaño mayor.

Las gravas muestran también fracciones finas, desde arenas hasta arcillas, aunque estas últimas en menor proporción. También se han encontrado sectores con algún grado de cementación calcárea, que constituyen prácticamente conglomerados o “toscas”.

En la Toma 1 y hasta unos 150 m hacia el reservorio, fue detectada una capa superior de suelos finos de no más de 0,50 m de espesor, que cubre el depósito aluvional grueso.

En el sector del reservorio y del criadero de salmónidos, se encontraron suelos finos, tales como limos, arenas limosas y arcillosas, en espesores de hasta 3 m.

En algunos pozos no se llegó hasta los 3 m de profundidad, porque se encontraron sedimentos (finos y gruesos) muy compactos o cementados que impidieron la excavación manual.

Entre la información anexa se pueden observar los resultados de los ensayos de laboratorio de las muestras realizadas.

Capacidad portante

Los suelos estudiados muestran a lo largo de la traza de estudios, una excelente capacidad portante con una capa de no más de un metro de suelos más débiles.

En las gravas puede asumirse una capacidad portante de 5 kg/cm³. En cuanto al módulo de balasto, se indican en el listado siguiente valores orientativos de este parámetro para placa de carga normalizada de 30 cm x 30 cm.

Clase de suelo	(Kg/cm ³)
Arena compacta seca	9,0 - 20,0
Arena compacta húmeda	7,0 -13,0
Capa de humus, arena y grava	1,0 - 2,0
Arcilla seca	6,0 - 9,0
Arcilla seca dura	> 10,0
Gravilla arenosa floja	4,0 - 8,0
Gravilla arenosa compacta	9,0 - 25,0
Grava media con arena fina	10,0 - 12,0
Grava media con arena gruesa	12,0 - 15,0
Grava gruesa con arena gruesa	15,0 - 20,0
Grava gruesa con poca arena	15,0 - 20,0

Conclusiones

De acuerdo con los fines que se persiguen en la presente propuesta, los suelos existentes son absolutamente adecuados para fundar en ellos las obras previstas, puesto que se trata mayormente de materiales granulares densos a poca profundidad.

En el caso de proyectarse una conducción tipo canal desde el criadero hasta la localidad, es recomendable que sea previsto un revestimiento de hormigón porque, si bien existen sectores de baja permeabilidad, los mismos son esporádicos. Los suelos granulares gruesos hallados como dominantes presentan normalmente permeabilidades relativamente altas, lo que implicaría importantes pérdidas de caudal si no se revistieran las conducciones.

Fotografías

En las fotografías adjuntas se visualizan algunos aspectos de la zona.



Figura 7. Vista de las pilas del puente de la antigua ruta N° 3. (Fuente propia).



Figura 8. Vista del terraplén de la antigua ruta, con la pila del estribo izquierdo al final. (Fuente propia).



Figura 9. Vista de la zona de la futura obra de toma y parte de la conducción, aguas abajo del antiguo puente. (Fuente propia).



Figura 10. Vista de un corte aguas abajo del terraplén de la antigua ruta y alejado del río. Puede verse el predominio de rodados y el escaso espesor de suelos finos en la parte superior. (Fuente propia).



Figura 11. Rodados al pié del corte anterior. Puede verse que el tamaño máximo es del orden de las 3 ó 4". (Fuente propia).



Figura 12. Vista del sitio de la alternativa de bombeo N°2. Pueden verse algunas viviendas. (Fuente propia).



Figura 13. Vista de viviendas en el sector de la variante de Toma N°2. (Fuente propia).



Figura 14. Vista del terraplén de un corte natural por erosión en un sitio a mitad de camino, aproximadamente, entre la planta y el puente actual. (Fuente propia).

Obras de infraestructura para el criadero

Generalidades

El funcionamiento del criadero de salmónidos requiere de una serie de obras, tanto dentro del establecimiento en sí como fuera del mismo. A grandes rasgos, las que se ubican por fuera son la obra de captación, la estación de bombeo, la cañería de impulsión y el reservorio. Las obras dentro del establecimiento son los canales de abastecimiento, el canal de drenaje, las piletas de cría, los edificios administrativos, los talleres y depósitos y los caminos de servicio.

En esta propuesta no se han diseñado las piletas ni los edificios y talleres, sólo han sido tenidos en cuenta a los fines de poder definir los otros componentes (canales y caminos), porque se entiende que dichas instalaciones serán definidas según necesidades específicas, cuando se instale en el lugar el ente que vaya explotar el establecimiento.

Obra de captación y estación de bombeo

Una vez realizados los estudios básicos, y a partir de una recorrida por la zona con personal de la provincia y de la localidad, se decidió desarrollar en forma individual e independiente cada una de las obras planteadas: el criadero de salmónidos, la red de riego del arbolado público y el abastecimiento del canal reservorio para riego de la cortina forestal oeste de la localidad de Piedra Buena.

Ubicación

Para la ubicación del sistema de bombeo e impulsión fue seleccionada, por razones de estabilidad geomorfológica según las recomendaciones resultantes del estu-

dio geotécnico, el área comprendida en las cercanías del puente viejo; más precisamente aguas abajo del estribo de margen izquierda del mismo, puesto que además dicho estribo servirá de protección ante la posible erosión del cauce. Desde allí se impulsará el agua hasta la estructura rompecarga en el ingreso al canal del reservorio ubicada a una distancia de 2550 m, mediante una conducción única de PRFV de diámetro nominal 2600 mm cuya traza será adyacente a la ruta vieja hasta llegar al ingreso de dicho reservorio.

Diseño hidráulico del sistema de bombeo e impulsión

El caudal requerido por el criadero es 12,0 m³/s, por lo que se ha considerado que la disposición adecuada de bombeo sería con cinco bombas de 3,0 m³/s, de tal manera que cuatro bombas suministren el caudal requerido por la planta y la quinta actúe de reserva.

El tipo de estación de bombeo adecuado para este caso es en pozo húmedo; las bombas quedarán sumergidas en el cuenco y los motores en la plataforma superior, o sea que las bombas serán del tipo de pozo profundo.

El cuenco de bombeo estará dividido en subcuencos para cada bomba, separados por tabiques y con rejas en el ingreso para evitar el paso de material flotante o semi sumergido de dimensiones superiores a los admitidos por las bombas.

El ingreso de agua desde el río Santa Cruz se realiza mediante un canal que comunica su cauce natural con el cuenco de bombeo. Este canal es de sección amplia y por lo tanto tiene una baja velocidad, esto permite la de-

posición de sedimentos y evita su ingreso al sistema de bombeo. Además, se dispone de un umbral al ingreso del canal de aducción desde el río para evitar el paso de material de arrastre de fondo del cauce.

El nivel del umbral de derivación está ubicado lo suficientemente profundo como para permitir la derivación adecuada con los mínimos niveles del río. La aducción se profundiza a partir del umbral con un ángulo vertical del orden de 15° (máximo recomendado) hasta una profundidad que permita ubicar las bombas a la profundidad adecuada en relación con los niveles mínimos, para evitar la formación de vórtices de superficie y el ingreso de aire y respetar además la altura neta positiva de aspiración requerida.

La longitud del cuenco es suficiente para regularizar el flujo de llegada a las bombas, que se encuentran cercanas al muro final del cuenco para evitar la formación de vórtices de pared.

Todas las características de diseño enumeradas anteriormente permiten satisfacer las condiciones adecuadas del flujo en la sección de succión de cada bomba, que idealmente son las siguientes:

- Uniformidad. En una sección transversal de la instalación, convenientemente definida, la magnitud y dirección de las velocidades en todos los puntos de la sección deben ser iguales.
- Permanencia. La magnitud y dirección de las velocidades no deben variar en función del tiempo.
- Tipo de flujo. El flujo debe ser de una sola fase, es decir, no debe haber arrastre de aire o de vapor.
- Prerrotación del flujo. El flujo que llega al impulsor de la bomba no debe presentar un giro excesivo.

La plataforma superior del cuenco de bombeo, construida en hormigón armado, se ubica por encima de los niveles máximos de las crecidas y es soportada por los muros perimetrales y los tabiques de separación entre bombas. Las bombas a instalar son las denominadas de pozo profundo, las cuales están conformadas por la bomba propiamente dicha, la columna de la bomba y el cabezal superior.

La bomba propiamente dicha se halla sumergida en el cuenco y está constituida por la carcasa, la tulipa de for-

ma abocinada (guía los filetes del flujo) y el rodete. La columna de la bomba está conformada por tramos de conducto de elevación de una longitud máxima de 3 m por tramo, los cuales internamente contienen el eje de accionamiento y los cojinetes guía del mismo. Finalmente, el cabezal superior se encuentra ubicado sobre la plataforma superior donde se apoya y ancla la placa de fijación. Dicho cabezal superior contiene el cojinete de empuje, el cojinete guía superior, el conducto de salida del agua y el motor de accionamiento.

A la salida de las bombas se dispone la conducción de impulsión bajo carga que llevará el agua hasta el reservorio. Esta estará conformada por un único conducto de PRFV de diámetro nominal 2600 mm que descargará en el reservorio a través de un cuenco disipador de energía.

A la salida de cada bomba se dispuso junta de desmontaje, válvula de retención y válvula mariposa, que se conecta al colector (*manifold*), que llevará al conducto de impulsión. Este se instalará enterrado lateralmente a la ruta vieja que servirá de camino de servicio. En las cercanías del reservorio, la trayectoria de la conducción se desviará para ingresar al mismo a través de la obra de descarga y disipación.

Dimensiones del cuenco de bombeo

Para establecer las dimensiones del pozo húmedo de esta estación de bombeo se siguieron los lineamientos del *Hydraulic Institute Standards*.

La función del cuenco de bombeo es suministrar un flujo uniformemente distribuido en la succión de la bomba. Una asimétrica distribución de flujo, caracterizado por fuertes corrientes localizadas puede ocasionar la formación de vórtices superficiales o sumergidos, que con bajos valores de sumergencia pueden introducir aire en la bomba, causando una reducción de la capacidad e incrementando las vibraciones y ruidos. La distribución asimétrica de flujo puede también aumentar o decrecer la potencia consumida, con un cambio total de sus características.

Una velocidad promedio baja en la aducción no es la única base para juzgar la conveniencia de una estructura

de succión. En estructuras de aducción que tienen velocidad promedio muy baja puede haber corrientes con velocidades altas y remolinos.

La aproximación ideal es una llegada con un canal recto directo a la bomba o conducto de succión. Los giros y obstrucciones son perjudiciales, puesto que pueden generar remanso y tender a iniciar vórtices profundos.

El agua no debe fluir pasando por una succión de bomba, cañería de succión u otra succión para alcanzar la próxima. Si estas deben ponerse obligatoriamente en línea con el flujo, puede ser necesario construir una celda abierta alrededor de cada succión o poner deflectores debajo de la misma para desviar el agua hacia arriba. Mediante guías aerodinámicas pueden reducirse los vórtices generados por una succión anterior u otras obstrucciones en el flujo del canal.

La escasa sumergencia disponible es sólo un factor que favorece la formación de vórtices libres. Es posible que, aún disponiendo de una adecuada sumergencia, se presenten vórtices sumergidos que puedan generar efectos adversos sobre la operación de las bombas. Afortunadamente, la formación de vórtices libres depende principalmente de las condiciones de aproximación aguas arriba del cuenco.

Las dimensiones sugeridas para los cuencos de bombeo en las normas son válidas para bombas instaladas en pozo seco y húmedo.

El análisis completo de las estructuras de la succión sólo puede ser logrado con precisión mediante ensayos en modelo, que se recomiendan sobre todo para las unidades de bombeo más grandes.

Los requisitos de los enunciados anteriores se han definido para simples y múltiples arreglos de la succión, manteniendo las dimensiones básicas del sumidero.

Puesto que estos valores son promedios compuestos para muchos tipos de bombas y cubren el rango entero de velocidades específicas, no son valores absolutos pero sí valores típicos sujetos a variaciones en casos específicos.

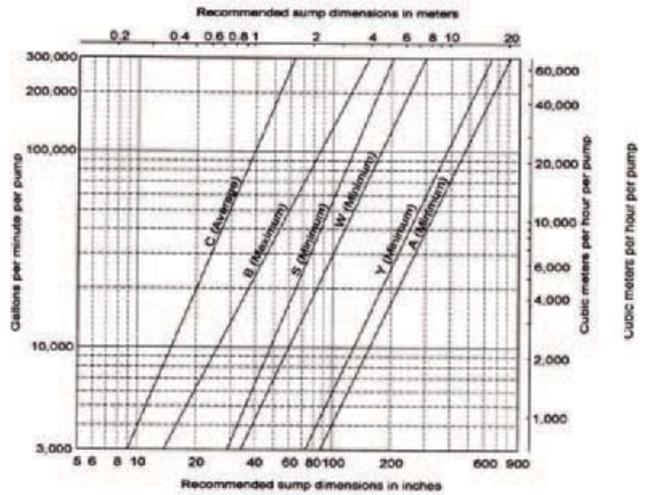


Figura 15. Dimensiones del cuenco de bombeo en función del caudal.

Todas las dimensiones en la Figura 15 se basan en la capacidad nominal de la bomba. Si el funcionamiento a una capacidad superior a la nominal se produjera durante periodos extendidos de tiempo, dicha capacidad máxima deberá usarse para obtener las dimensiones del sumidero.

Siguiendo las recomendaciones anteriores, las dimensiones resultantes del cuenco, de acuerdo con las Figuras 16 y 17, son las siguientes:

$$C_{med} = 0,75 \text{ m}; B_{max} = 1,50 \text{ m}; S_{min} = 2,00 \text{ m}; W_{min} = 3,20 \text{ m};$$

$$Y_{min} = 7,00 \text{ m}; A_{min} = 8,30 \text{ m}.$$

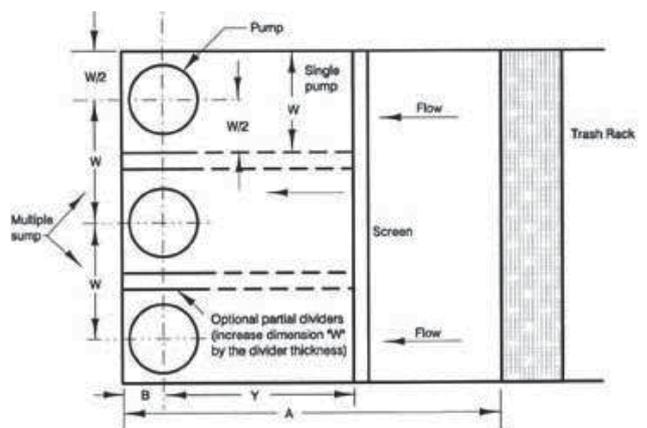


Figura 16. Dimensiones generales del cuenco de bombeo. Vista superior. (Fuente Hydraulic Institute Standards).

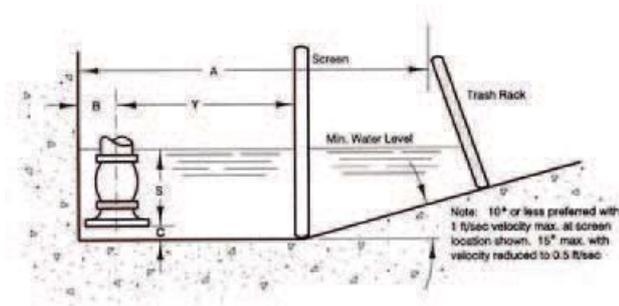


Figura 17. Dimensiones generales del cuenco de bombeo. Vista lateral. (Fuente: Hydraulic Institute Standards).

Diseño y cálculo de las ataguías

Fueron diseñadas ataguías de 3,20 m x 5,00 m, para ser instaladas en los vanos de la estación de bombeo. Se proyectaron cinco segmentos de ataguías en total, de tal manera de cubrir un vano completo.

Los datos de las cotas de nivel para la estación de bombeo, correspondiente a la solera del canal y el coronamiento de la obra se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 6

NIVELES CARACTERÍSTICOS PARA EL DISEÑO DE LAS ATAGÜAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO.
FUENTE PROPIA.

SOLERA	COTAS DE NIVEL DEL CORONAMIENTO
5,46	11,22

El cálculo fue desarrollado para el segmento inferior de una ataguía, por ser el más desfavorable y se adoptó la misma estructura para todos los segmentos.

Para la estructura y escudo de la hoja de la compuerta se utilizarán los siguientes materiales:

- Chapas: ASTM A-36.
- Perfiles: SAE 1020.

Fue adoptada una tensión de fluencia 2400 kg/cm², y un factor de servicio de 0,6 por ser de uso eventual. Por lo tanto $S = 1440$ kg/cm².

El factor de servicio fue considerado algo mayor que en los casos de estructuras de servicio permanente, puesto que las ataguías solo se utilizarán en caso de reparaciones.

Todos los segmentos de las ataguías fueron diseñados con la presión máxima, como si estuviesen ubicadas en el fondo, para evitar errores en su instalación y para que sean intercambiables.

Las vigas de la estructura de sostén de las ataguías se calcularon como simplemente apoyadas en el bastidor y el marco de la estructura de la hoja se construirá con perfiles U.

Cada viga superior e inferior del marco recibe la mitad de la carga que la viga intermedia.

Para la determinación del espesor del escudo fue adoptada una de las porciones del mismo, encerrada entre los perfiles horizontales y los refuerzos verticales, resultando una placa sometida a una carga trapecial. Se concluyó en emplear un espesor de placa (e) de 6,35 mm para el cual la tensión máxima de trabajo es de 712,1 kg/cm².

Diseño y cálculo de las rejas

Las rejas a instalarse en los vanos de la estación de bombeo fueron diseñadas para evitar el ingreso de elementos sólidos flotantes o sumergidos de tamaño superior al admitido por las bombas. Para cubrir los cinco vanos de las bombas fueron proyectadas cinco rejas completas de tres segmentos cada una.

Los datos de las cotas de nivel para la estación de bombeo, correspondiente a la solera del canal y el coronamiento de la obra, se muestran en la Tabla 7.

TABLA 7

NIVELES CARACTERÍSTICOS PARA EL DISEÑO DE REJAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO.
FUENTE PROPIA

SOLERA	COTAS DE NIVEL DEL CORONAMIENTO
5,89	11,22

El cálculo se desarrolló para el segmento inferior de una reja, por ser el más desfavorable, adoptándose la misma estructura para los demás segmentos.

Para la estructura y escudo de la hoja de la compuerta se emplearon:

- Chapas: ASTM A-36.
- Perfiles: SAE 1020.

Se tomó como tensión de fluencia 2400 kg/cm², y un factor de servicio de 0,5. Por lo tanto $S = 1200$ kg/cm².

Todos los segmentos de la reja fueron diseñados con la presión máxima, o sea como si estuviesen ubicadas en el fondo, para evitar errores en su instalación y para que sean intercambiables.

Las vigas se calcularon como apoyadas en el bastidor. El marco de la estructura de la hoja de la reja se construirá con perfiles U.

Con respecto a los barrotes de la reja, se consideró que cada barrote de la reja recibe una carga uniformemente distribuida en toda su longitud y lo transfiere a las vigas del marco, por lo tanto se optó por un barrote de sección 3/8" x 2".

Diseño estructural de la estación de bombeo para el criadero

El cálculo se realizó siguiendo los procedimientos que establece el Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón Armado CIRSOC, versión 2005 cuyo procedimiento establece para el dimensionamiento la mayoración de cargas y minoración de resistencia, bajo Estados Últimos de Resistencia.

Los materiales empleados son Hormigón tipo H-25 ($f'c$ 25 MPa) y barras de acero de dureza natural ADN-420. Se empleó un recubrimiento mecánico mínimo de 3 cm.

Los estudios de suelo muestran una excelente capacidad portante a lo largo de la traza de estudio, con una capa de no más de un metro de suelo débil.

El diseño estructural de la estación de bombeo para el criadero, de los canales de abastecimiento y del canal de drenaje se presenta en la información anexa.

La Figura 18 presenta una vista general en planta de la obra de captación sobre el río Santa Cruz y la estación de bombeo e inicio de la impulsión para el criadero de salmónidos.

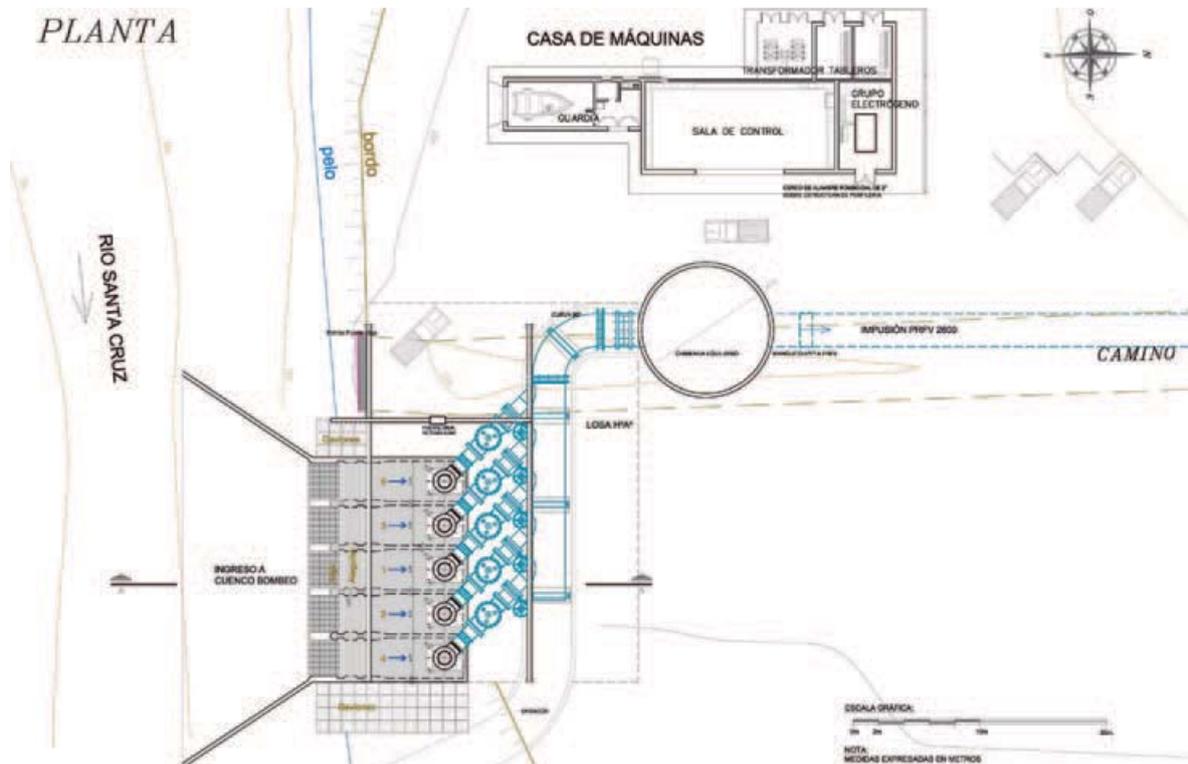


Figura 18. Vista general de obra de captación y estación de bombeo para criadero. (Fuente propia).

Cañería de impulsión al reservorio

Introducción

Este tramo se desarrolla desde la estación de bombeo hasta el reservorio; se considera el inicio en la salida de la estación de bombeo en la progresiva 0 m y cota de terreno 10,96 m, donde comienza la cañería de PRFV, luego de la chimenea de equilibrio y el final es la llegada al reservorio en progresiva 2556,02 y cota de terreno 21,71 m.

Este tramo fue analizado en régimen permanente e impermanente mediante planillas de cálculo, realizadas bajo el programa informático Excel.

Se estudió la alternativa de instalar un conducto por cada bomba y su variante, utilizando un conducto único para todas las bombas con pérdidas de carga equivalentes y velocidades de circulación del agua comprendidas en el rango de 1,5 a 2,5 m/s, consideradas como las más recomendables para este tipo de conducción. De esto resultó ampliamente más económica la segunda alternativa.

Con una separación máxima de 1000 m fueron colocadas válvulas de aire en los puntos altos para evitar que quede aire atrapado en las tuberías y se han instalado válvulas de desagüe en los puntos bajos.

Fue modelada la conducción sin protección, pero resultaron presiones negativas por debajo de la atmosférica, por lo que se ha incorporado como protección, una chimenea de equilibrio, que fue diseñada para distintas

secciones transversales. El valor obtenido de la mínima sección que arroja presiones negativas aceptables fue $S=80\text{ m}^2$, o sea un diámetro interior $D=10,1\text{ m}$. La altura máxima del agua alcanzó los 28 m IGM, por lo tanto fue adoptado el nivel del coronamiento de la chimenea en cota 30 IGM, o sea una altura útil total $H=23,3\text{ m}$.

Curva característica de la impulsión

Las cinco bombas, cada una de $Q=3,125\text{ m}^3/\text{s}$, se conectarán a un *manifold* y este a su vez al conducto único de diámetro nominal DN2600, que descargará en el reservorio a través de la obra de disipación ubicada en el mismo.

Cada bomba dispondrá, previo a su conexión con el *manifold*, de una junta de desmontaje, válvula de retención y válvula seccionadora, para evitar el vaciado de la conducción de impulsión ante detención de cada bomba y/o intervención en la bomba o válvula de retención.

En la ejecución del cálculo se han tenido en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- Geometría de la conducción.
- Pérdidas en la conducción (desde el pozo de bombeo hasta la cámara de carga).
- Características de las bombas utilizadas.

En lo que respecta a las pérdidas, fueron consideradas tanto las generalizadas como las localizadas.

Los niveles operativos, pérdidas de carga y alturas de impulsión son los siguientes:

TABLA 8

NIVELES OPERATIVOS SEGÚN CAUDAL SUCCIONADO.
FUENTE PROPIA

CAUDAL (M3/S)	N MÁX (m)	N MÍN (m)	N RESV (m)	P.C. COND. (m.c.a.)	P.C. LOCALIZ. (m.c.a.)	HI MÍN (m.c.a.)	HI MÁX (m.c.a.)	HI MED (m.c.a.)
3	10,13	8,13	21,50	0,14	0,06	11,57	13,57	12,57
6	10,13	8,13	21,50	0,58	0,23	12,18	14,18	13,18
9	10,13	8,13	21,50	1,29	0,52	13,18	15,18	14,18
12	10,13	8,13	21,50	2,3	0,93	14,6	16,6	15,6

Donde:

Nmax: Nivel máximo del río.

Nmin: Nivel mínimo del río.

Nresv: Nivel del reservorio.

P. C. Cond.: Pérdidas de carga de la conducción.

P. C. Localiz.: Pérdidas de carga localizadas.

Himin: Altura de impulsión mínima.

Himax.: Altura de impulsión máxima.

Himed.: Altura de impulsión media.

Las electrobombas seleccionadas deberán poder funcionar adecuadamente dentro de este rango de niveles operativos.

Determinación del espesor de la cañería y piezas especiales de acero

Fue calculado el espesor de las cañerías y las piezas especiales de acero a instalar en la estación de bombeo. Como norma de referencia para el diseño mecánico se han seguido los lineamientos del "Manual AWWA M11" (*Steel Pipe - A Guide for Design and Installation*).

El material que deberá emplearse para la fabricación de las cañerías y las piezas especiales de acero será ASTM A53 Gr.B, SAE 1010 o IRAM IAS F-20.

Para determinar el espesor se utilizó la siguiente expresión:

$$t = p \times d / (2 \times S)$$

Donde:

p: presión de diseño en kg / cm².

D: diámetro exterior del tubo en cm.

S: tensión admisible del material en kg / cm².

S = Tensión de fluencia x Factor de servicio.

Se tomó como tensión de fluencia 2000 kg/cm² y un factor de servicio de 0,5.

Por lo tanto S= 1000 kg/cm².

Si bien las cañerías de impulsión están sometidas a bajas presiones (inferiores a 20 m.c.a), el cálculo fue realizado considerando una presión interior de 6 kg/cm². El mismo se puede resumir en la siguiente tabla.

TABLA 9

ESPESOR DE LA CAÑERÍA SEGÚN EL DIÁMETRO NOMINAL CONSIDERADO.
FUENTE PROPIA.

DIÁMETRO NOM. (mm)	DIÁMETRO EXT. (mm)	PRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm ²)	MATERIAL	TENSIÓN ADM. (kg/cm ²)	ESPESOR DE CÁLCULO (mm)	ESPESOR ADOPT (mm)
1100	1112,7	6	SAE 1010	1000	3,3	6,35
2600	2612,7	6	SAE 1010	1000	7,8	9,52

Los espesores calculados son los mínimos requeridos para soportar la presión interna a la que estará sometida la conducción. El empleo de espesores mayores tendría en cuenta la seguridad.

Establecimiento criadero de salmónidos

Ubicación

Las instalaciones hidráulicas que conforman el abastecimiento al criadero son básicamente dos: el reservorio y los canales de abastecimiento y drenaje en la zona de piletas.

Dicho establecimiento se ubicó en una zona baja, al suroeste de la chacra experimental del Consejo Agrario. (Figura 19).



Figura 19. Esquema de obras del criadero. (Fuente propia).

Esta zona permite conseguir la dominancia hidráulica del reservorio y los canales de abastecimiento sobre las piletas del criadero, a la vez que otorga versatilidad a la tarea de determinar el número de piletas necesarias y la ubicación física de las mismas.

Consideraciones de diseño

La información presentada en este punto surgió de la búsqueda de antecedentes y principalmente de diversos intercambios de información y criterios con técnicos especializados de la provincia de Santa Cruz.

Demanda de los peces

La demanda de los peces es de 1 litro / (segundo x kg); teniendo en cuenta el peso del pez vivo sin considerar su tamaño.

Como la producción pretendida en la Etapa 1 es de 500 toneladas y el peso que se puede extraer por cada pescado al momento de la cosecha es de 350 g, surge que la cantidad de peces a cosechar asciende a:

$$500\,000\text{ kg} / 0,350\text{ kg/pez} \approx 1\,428\,571\text{ peces}$$

Puesto que los alevinos, los peces más pequeños y sensibles a enfermedades y demás condiciones desfavorables, serán provistos desde otro criadero, es reducido el porcentaje de mortandad que debe considerarse en este establecimiento.

Se supuso una mortandad total del 10% repartida según la siguiente tabla:

TABLA 10

DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD PECES EN CADA LOTE O ETAPA DE CRECIMIENTO.
FUENTE PROPIA.

FASES	MORTANDAD	EXPRESIÓN	PESO TOTAL DEL LOTE [kg]	PESO UNITARIO [g]	CANTIDAD DE PECES
Total	10.0%	NF	500 000	350	1428,571
Engorde final	3.3%	$N3=NF(1-M3)$	517,241	150	1477,833
Fase 2	3.3%	$N2=N3(1-M2)$	229,319	3	1528,792
Fase 1	3.3%	$N1=N2(1-M1)$	4,745		1581,509

Como puede verse, para obtener el número deseado de ejemplares en la cosecha, es necesario iniciar el proceso de cría con un 10% más de peces.

Considerando los pesos de cada lote y la demanda antes indicada surgen las siguientes demandas por lote y demanda total:

TABLA 11 DEMANDA DE AGUA EN CADA FASE. FUENTE PROPIA.

FASE	DEMANDA [m ³ /s]
Fase 1	0,11
Fase 2	5,35
Engorde final	12,07

Por lo tanto, el caudal demandado por todo el criadero es de 12 m³/s, debido a la reutilización del agua que se describe en el punto siguiente.

Consideraciones sobre las piletas del criadero

Las piletas consideradas para el dimensionamiento de los canales de alimentación y drenaje del establecimiento son de tipo circulares. En las Figuras 20 y 21 se presentan de manera indicativa respectivamente un esquema y una fotografía.

Las dimensiones de las piletas responden a los tres diferentes tamaños de peces que fueron definidos para el criadero en cada fase. La altura externa de las piletas se mantuvo en 1,10 m y la pendiente longitudinal del fondo es de 7,50%, profundizándose hacia el centro. El detalle del cálculo se presenta en la Tabla 12.

Con el fin de optimizar y reducir al mínimo el agua demandada por todo el criadero se planteó la reutilización del caudal empleado en las piletas medianas (Fase 2) como parte del necesario en las piletas grandes (Fase 3 o de engorde final).

El número de piletas necesarias para cada etapa se muestra en la Tabla 13. El presente proyecto incluye las correspondientes a la Etapa 1.

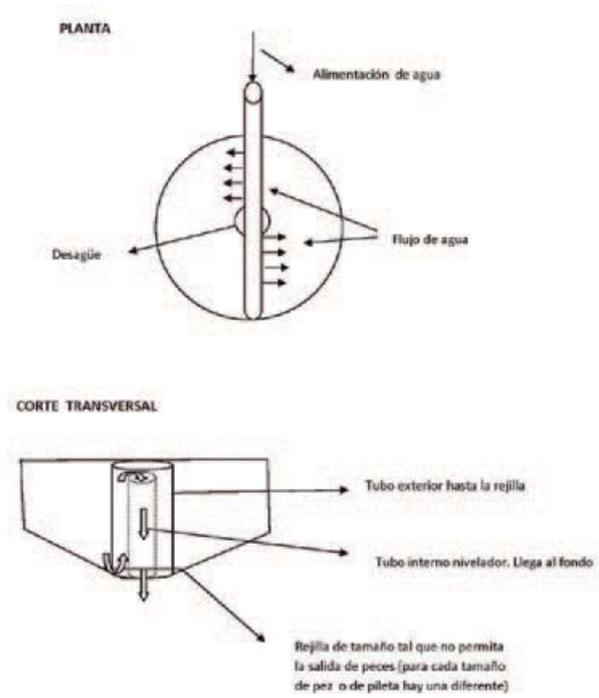


Figura 20 . Esquema de piletas circulares. (Fuente propia).



Figura 21 . Piletas del criadero de isla Pavón – Comandante Luis Piedra Buena. (Fuente propia).

TABLA 12 DIMENSIONES DE LAS PILETAS CIRCULARES. FUENTE PROPIA. PILETAS CIRCULARES

Ø [m]	HB EN BORDE [m]	HC EN CENTRO [m]	VOLUMEN [m ³]
5.5	1.1	1.31	27.77
24.5	1.1	2.02	662.96
35.0	1.1	2.41	1479.25

TABLA 13

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE PILETAS PARA LAS DISTINTAS ETAPAS Y SU CAUDAL DE DEMANDA. FUENTE PROPIA					
PESO MÁX. DE C/ SALMÓNIDO EN LOTE [g]	PESO DEL LOTE EN KG	CARGA [kg/m ³]	M ³ NECESARIOS	CONSUMO DE AGUA [g/seg x salmónido]	Nº DE PILETAS
ETAPA 1 - 500 TONELADAS					
3	4745	12	395	0.05	15
150	229 319	15	15 288	2.50	24
350	517 241	15	34 483	5.83	24
	751 305		50 166		63
ETAPA 2 - 700 TONELADAS					
	6 642		554		20
	321 046		21 403		33
	724 138		48 276		33
	1 051 827		70 232		86
ETAPA 3 - 1000 TONELADAS					
	9 489		791		29
	458 638		30 576		47
	1 034 483		68 966		47
	1 502 609		100 332		123
POSIBLE ETAPA DE EXPANSIÓN SEGÚN CAUDAL DISPONIBLE- 1400 TONELADAS					
	13.285		1 107		40
	642.093		42 806		65
	1.448.276		96 552		66
	2.103.653		140 465		171

Continúa en la página siguiente >>

Reservorio

Ante la sensibilidad de los peces del criadero frente a la ausencia de agua en cantidad y tiempo apropiados, se decidió, en el caso de un corte del servicio de suministro eléctrico, garantizar el suministro hídrico disponiendo un reservorio en las inmediaciones del establecimiento para abastecer gravitacionalmente a las piletas.

Para determinar la capacidad del reservorio fueron realizadas consideraciones sobre la probabilidad de caída del servicio eléctrico y los tiempos de reparación y nueva puesta en funcionamiento. El volumen de reserva se calcula en función de la cantidad de horas en las que no se pueda bombear directamente del río.

Analizando esta información y corroborándola con datos antecedentes de otros criaderos en funcionamiento se concluyó adoptar una reserva máxima correspondiente a 8 h. Es por ello que en la tabla 13; presentada

VOLUMEN TOTAL	DESAGÜE PILETA [l/s]	RELACIÓN	CONSUMO DE AGUA LOTE [m³/s]	CONSUMO DE AGUA LOTE EN 8H [m³]
ETAPA 1 - 500 TONELADAS				
416,51	5,27	0,015	0,079	2 277
15 911	159,25	0,443	3,822	110 073
35 502	359,20	1,000	8,621	248 276
51 829				360 626
ETAPA 2 - 700 TONELADAS				
555,35			0,111	3.188
21 878			5,351	154.102
48 815			12,069	347.586
71 248				504.877
ETAPA 3 - 1000 TONELADAS				
805,26				
31159				
69 525				
101489				
POSIBLE ETAPA DE EXPANSIÓN SEGÚN CAUDAL DISPONIBLE- 1400 TONELADAS				
1110,70				
43 092				
97 630				
141 833				

>> Viene de la página anterior.

anteriormente, se incluyó una columna donde figura el cálculo del volumen demandado de cada lote durante 8 h para la Etapa 2 de 700 toneladas de producción y 12 m3/seg de caudal.

Como límites al sur y al oeste se adoptó la barda, por encima de la que se ubica un camino bien marcado y en uso. Como límite este se tomó otra huella existente en la zona y bien definida.

Fueron realizadas pruebas de superficie y cota de pelo de agua para encontrar el cierre norte con volúmenes y alturas adecuadas para el servicio a los canales de abastecimiento a las piletas.

Se adoptó una cota máxima del pelo de agua en +17,05 m IGM, con una revancha de 60 cm, que contempla los importantes vientos de la zona, la cota del coronamiento del terraplén de cierre resultó de +17,65 m IGM. En la Figura 22 puede verse la ubicación del reservorio

y las dimensiones representativas del espejo de agua con la cota máxima.



Figura 22 . Esquema de reservorio. Ubicación y dimensiones. (Fuente propia).

La capacidad total del reservorio es de aproximadamente $632\,700\text{ m}^3$, pero no toda ella es útil. Hay que elevar el pelo de agua para asegurar la dominancia sobre los canales de abastecimiento a las piletas. Debido al diseño de estos canales, cuyos niveles de fondo al inicio según IGM son $+15,85\text{ m}$ y $+13,50\text{ m}$ para el superior e intermedio respectivamente, se verificaron dos volúmenes útiles. Uno por encima de la cota $+15,85\text{ m}$, denominado Volumen útil 1 y otro entre las cotas $+13,50$ y $+15,85$; denominado Volumen útil 2. El volumen por debajo no es útil, pero sí necesario para elevar el pelo de agua. Figura 23.



Figura 23 - Esquema de volúmenes del reservorio. (Fuente propia).

Para evitar las pérdidas por infiltración se decidió revestir el reservorio con una capa de suelo de cemento al 8% en 30 cm de espesor hasta la cota IGM $+17,05\text{ m}$ que constituye el máximo nivel de agua interior proyectado.

Obras hidráulicas en zona de piletas

Canales de abastecimiento

Para el abastecimiento continuo a las piletas del criadero se diseñaron dos canales laterales denominados canal superior y canal intermedio, con dominancia suficiente para entregar los caudales con 2,00 m.c.a. de presión, valor indicado por los especialistas consultados en la etapa de recopilación de antecedentes.

También fue proyectado un canal de drenaje, que colecta el caudal liberado por cada pileta desde el cual se deberá rebombear en la Etapa 3 (1000 t) y en la Etapa de posible expansión. Este canal fue proyectado con pendiente y dimensiones tales que permitan que funcione como decantador de los lodos remanentes luego de la sedimentación propia de cada pileta. A su vez también contempla la posibilidad de recibir, a través de un canal colector, el agua que pueda provenir de algunos de los

dos canales de abastecimiento, en caso de una falla o reparación de los mismos.

Tanto el canal superior como el colector son de sección trapezoidal y están revestidos en hormigón. El canal intermedio es de sección rectangular y se proyectó en hormigón armado. El canal de drenaje es de sección trapezoidal de ancho variable (tipo telescópico) y se diseñó, tanto en la base como en parte de los taludes, un revestimiento de suelo cemento al 8%, para permitir la circulación de los camiones que deban acceder a realizar las tareas de mantenimiento y extracción de los lodos sedimentados.

Como el emprendimiento de acuicultura está subdividido en etapas, los canales de abastecimiento están proyectados para la Etapa 2 desde el punto de vista del caudal, pero para la Etapa 1 desde la longitud. El canal colector permite una conexión terminal y provisoria al canal de drenaje en la zona donde finalizan las piletas de la primera etapa. Esta conexión quedaría para realizar tareas de mantenimiento en el momento de llevarse adelante la Etapa 2.

Se diseñaron dos canales laterales, uno superior y otro intermedio, la denominación de este último fue dada para diferenciarlo del canal inferior que es el de drenaje.

De acuerdo con lo expresado en el apartado "Demanda de peces", y particularmente en la tabla 2.7.4, el caudal del canal superior es la suma de las Fases 1 y 2; esto es: $Q_{sup} \approx 5,4 \text{ m}^3/\text{s}$

Así, el caudal del canal intermedio es la diferencia entre la demanda total de la Fase 3 y la que se reutiliza de la fase 2; esto es:

$$Q_{intermedio} \approx 12,00 \text{ m}^3/\text{s} - 5,40 \text{ m}^3/\text{s} \approx 6,80 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para ambos canales se proyectó una sección única para todo el recorrido y una pendiente constante de 0,1% (1 mm/1 m). En el caso del canal superior fue adoptada una sección trapezoidal con taludes laterales 1:1, mientras que en el intermedio, una rectangular. En ambos casos se previó una revancha de 15 cm.

Las dimensiones y el tirante para el caudal máximo pueden verse en las Figuras 24 y 25.

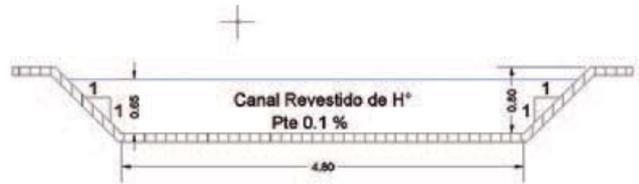


Figura 24 . Sección canal superior. (Fuente propia).

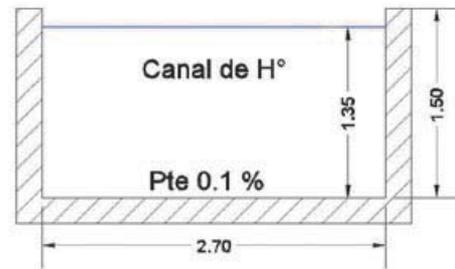


Figura 25 . Sección canal intermedio. (Fuente propia).

El canal superior se diseñó revestido con hormigón H25 y 6 cm de espesor, mientras que el canal intermedio es de hormigón armado de H25 de 15 cm de espesor en sus caras laterales y de 20 cm en la losa de fondo.

Conducto de paso reservorio - canales

Fueron diseñados dos conductos que vinculan el interior del reservorio con los canales de abastecimiento superior e intermedio para permitir el paso del agua.

Conducto canal superior

A partir del caudal de diseño del canal se proyectaron las compuertas necesarias para su derivación.

En función del área mojada del canal para $5,4 \text{ m}^3/\text{s}$ se determinó que se requieren cuatro compuertas de un área mínima de $0,89 \text{ m}^2$. Con una altura de pelo de agua en el interior del canal de $0,65 \text{ m}$ fue calculado un ancho necesario de compuerta de $1,36 \text{ m}$ y se adoptó un ancho de $1,40 \text{ m}$.

Con una separación de 0,15 m entre cada una de las cuatro compuertas se requiere un ancho total para el conducto de ingreso rectangular de 6,35 m, se convino un ancho de 6,40 m.

La longitud total del conducto es de 19,50 m, lo que permite cruzar el terraplén del reservorio y descargar por medio de una transición al canal trapezoidal revestido.

La cota de ingreso al conducto es de +15,85 m IGM, en coincidencia con la del Volumen útil 1.

Las cuatro compuertas adoptadas son de 0,80 m de alto y 1,40 m de ancho, es decir cubren 1,12 m² cada una.

Para impedir el ingreso de algún elemento extraño desde el reservorio, se previó la colocación de rejas de barras redondas de Ø10 mm con una separación de 5 cm.

La Figura 26 presenta una vista de las compuertas y sus elementos de maniobra.

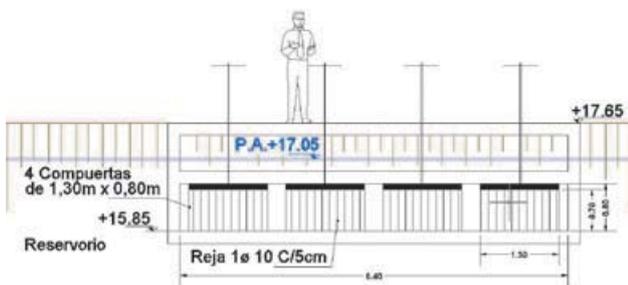


Figura 26. Conducto de ingreso canal superior. (Fuente propia).

Conducto canal intermedio

El procedimiento empleado fue similar al del canal superior. En función del área mojada del canal para 6,80 m³/s, fue establecido que se requerían tres compuertas de un área mínima de 1,22 m² cada una. Con una altura de pelo de agua en el interior del canal de 1,35 m y se calculó un ancho de compuerta de 0,90 m.

Con una separación entre cada una de las compuertas de 0,15m, se requiere un ancho total para el conducto de ingreso rectangular de 3,30 m, por lo cual se adoptó un ancho de 3,60 m con una separación entre compuertas de 0,30 m y 0,15 m a las paredes laterales.

La longitud total del conducto es de 31,25 m, lo que permite cruzar el terraplén del reservorio y descargar por medio de una transición al canal rectangular de ancho 2,70 m.

La cota de ingreso al conducto es +13,50 m IGM, en coincidencia con la del Volumen útil 2.

Las tres compuertas adoptadas son de 1,50 m de alto y 0,90 m de ancho, es decir cubren 1,35 m² cada una.

Para impedir el ingreso de algún elemento extraño desde el reservorio, se prevé la colocación de rejas de barras redondas de Ø10mm cada 5 cm.

La Figura 27 presenta una vista de las compuertas y sus elementos de maniobra.

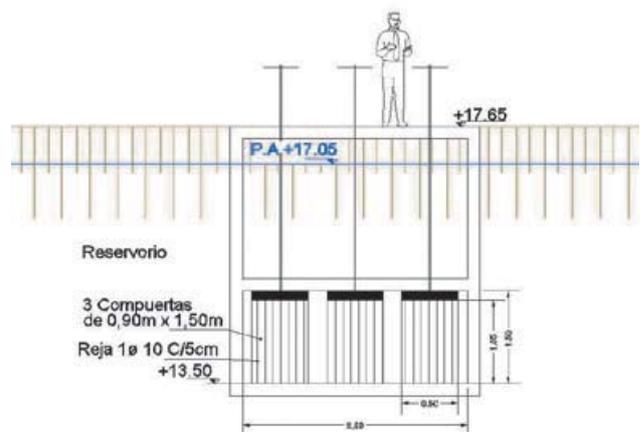


Figura 27. Conducto de ingreso canal intermedio. (Fuente propia).

Derivación a piletas

Para entregar el caudal requerido a cada pileta se proyectó una obra de derivación que consiste en un orificio lateral efectuado directamente sobre la pared del canal. Detrás de esta pared fue dispuesta una cámara seca en la que se alojan los elementos de maniobra y control (válvula exclusiva, junta de desmontaje, etcétera). En la Figura 28 se presenta un esquema de esta obra, particularmente para el caso de derivación desde el canal intermedio.

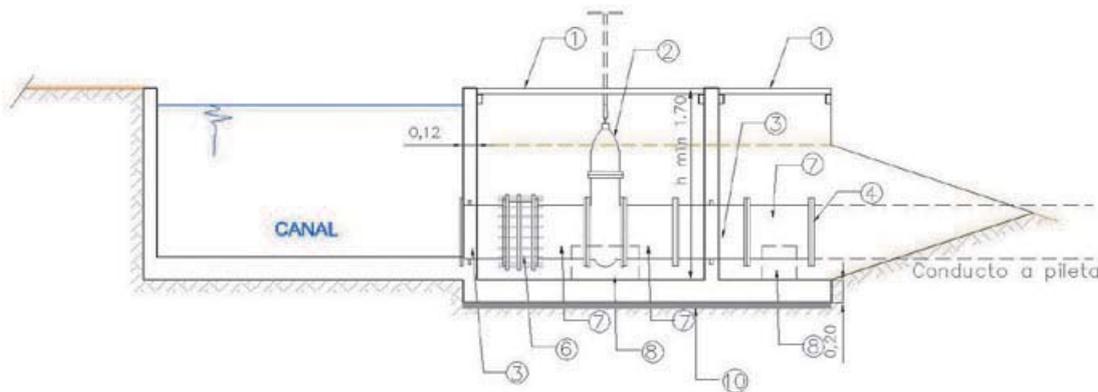


Figura 28. Obra tipo de derivación a piletas. (Fuente propia).

Canal de drenaje

Para recolectar el caudal empleado en las piletas y conducirlo nuevamente al río, en la zona más baja del establecimiento se diseñó un canal de drenaje de sección trapezoidal denominado también canal inferior. Para esta sección trapezoidal fue prevista la ejecución de un revestimiento de suelo cemento al 8% de 0,40 m de espesor para la base del canal y las paredes laterales hasta una altura de 0,50 m. Esto se debe principalmente a la circulación de las máquinas y equipos necesarios para el de mantenimiento.

Para evitar la ejecución de una planta de tratamiento para la extracción de los residuos sólidos del caudal de drenaje que proviene de las piletas, se decidió utilizar este mismo canal como sector de decantación, ya que la baja pendiente que se le proporcionó de 0,01% (0,1 mm/1 m) asegura también bajas velocidades.

Como se trata de un canal de baja pendiente y con un caudal máximo de transporte de 12 m³/s, la sección resulta de dimensiones importantes. Por tal motivo se decidió proyectarlo de manera telescópica creciente en el sentido del escurrimiento, según como se vayan sumando

los desagües de las piletas. Los caudales para los que se proyectó son 4; 8 y 12 m³/s, para 11; 22 y 33 grupos de piletas respectivamente.

Se propuso una sección trapezoidal con un tabique vertical central de 1,10 m de altura. De este modo se facilita la tarea de limpieza de los sólidos decantados vaciando uno de los lados y haciendo circular todo el caudal por el otro.

Para esto, la futura instalación de desagüe de las piletas deberá posibilitar la descarga al canal de drenaje en cualquiera de los dos lados de dicho tabique, o sea en un único lado en la situación de limpieza o en ambos a la vez en la situación normal.

Los tirantes fueron verificados para el caso de embancamiento en el canal, con 10 cm de espesor máximo del sedimento de fondo, momento en el cual se deberá realizar la limpieza.

La sección tipo del canal de drenaje se presenta en las Figuras 29 y 30 y las características de los distintos tramos en la Tabla 14.

TABLA 14

CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS DEL CANAL DE DRENAJE. FUENTE PROPIA.

TRAMO	Nº GRUPO DE PILETAS	CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN			TIRANTE T		TALUD [HOR/VER]	CAUDAL [M ³ /S]
		B [m]	B [m]	A [m]	H [m]	[M]NORMAL LIMPIEZA		
1	11	34,90	17,40	37,10	1,10	0,73	1,05	4
2	22	24,10	12,00	26,30	1,10	0,72	1,04	8
3	33	12,10	6,00	14,30	1,10	0,72	1,06	12

Como el canal de drenaje debe realizarse sí o sí hasta el punto de descarga al río, sin importar en cuántas etapas se hubiera dividido el emprendimiento de acuicultura, se previó en esta instancia un salto en el fondo del canal en la progresiva 1+124 de 0,40 m, que asegura la aireación del caudal escurrido dejando el agua preparada desde el punto de vista de la oxigenación para ser empleada en las piletas de la Etapa 3.

En la progresiva señalada precedentemente finaliza la ejecución del tabique central en la Etapa 1.

El canal se encuentra terraplenado, tanto en la zona de las primeras piletas, como al final de la traza y excavado en la zona central de la traza.

En el tramo final de la descarga al río, desde la progresiva 1+400 hasta la desembocadura, se proyectó la protección del terraplén de contención del canal con un empedrado cementado en 0,30 m de espesor. El mismo tiene como finalidad la protección del canal frente a las posibles crecidas del río y a la existencia de una cárcava en las proximidades. A su vez, se previó la readecuación de esta última para que siga cumpliendo su función hidráulica sin comprometer al canal de drenaje.

Canal colector

Para permitir la realización de tareas de conservación, mantenimientos y posibles evacuaciones de excesos de caudales en los canales superior e intermedio, se conectaron los mismos al canal de drenaje por medio de un canal colector.

Este canal colector presenta una sección trapezoidal de 10,20 m de base, 1,00 m de altura y taludes 1:1. La pendiente de fondo es de 1,5% y descarga al canal de drenaje por medio de un salto de 0,40 m. En el sector del salto tanto el canal colector como el de drenaje se protegieron con hormigón armado de 0,20 m de espesor.

Los tramos finales de los canales superior e intermedio se ensanchan a 6,40 m y 3,60 m respectivamente para ubicar las compuertas de cierre a la salida de los mismos. Estas compuertas son de las mismas características que las de los conductos de ingreso.

En el caso del canal superior se pasa, por medio de una transición de la sección trapezoidal a la rectangular y del revestimiento con hormigón en 6 cm a un HºAº en 20 cm. Luego de dicha transición se conecta al canal colector mediante una pendiente del 5% y dos saltos de 0,50 m.

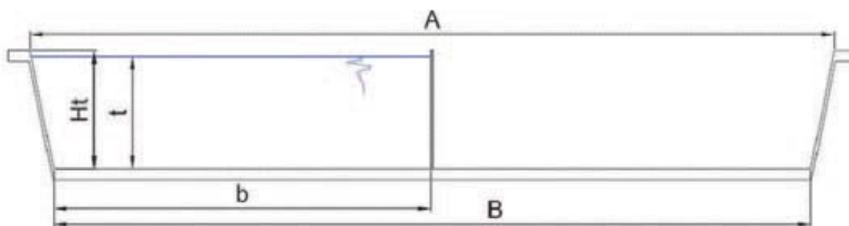


Figura 29. Sección tipo canal de drenaje. Situación de limpieza. Escurrimiento del caudal por un solo lado. Esc. Ver/Hor 1:10. (Fuente propia).

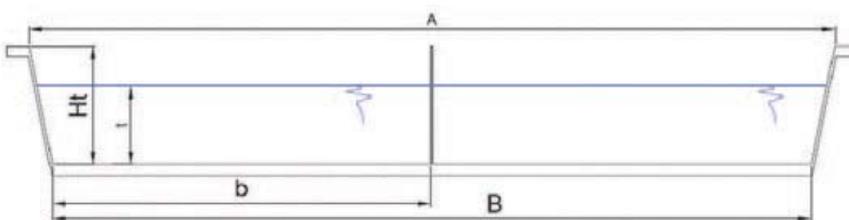


Figura 30. Sección tipo canal de drenaje. Situación de escurrimiento normal por ambos lados. Esc. Ver/Hor 1:10. (Fuente propia).

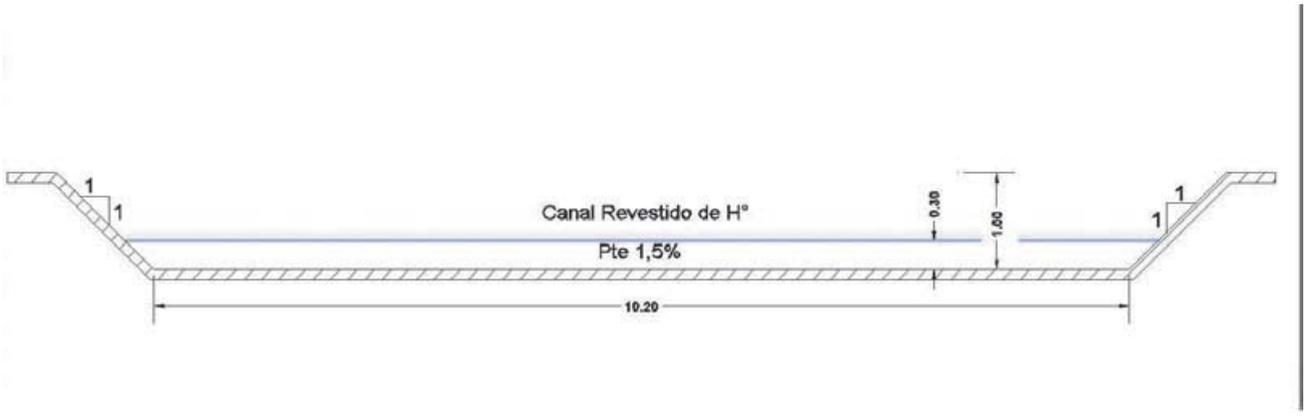


Figura 31 . Sección tipo de canal colector. (Fuente propia).

Revestimiento

Con respecto al revestimiento de los canales superior y colector se decidió ejecutarlo en hormigón H25. Esto permitirá asegurar la estabilidad de la conducción en toda la traza. Asimismo el revestimiento cumplirá la función de impermeabilizar la sección, asegurando que no se produzcan grandes pérdidas de caudales por infiltración.

En función de la bibliografía consultada en torno a la relación entre el caudal a transportar y el espesor del revestimiento fue consensuado un espesor de 6 cm para ambos canales. Vale destacar que el revestimiento se diseñó con hormigón ejecutado in situ sin armar, puesto que el hormigón armado no es necesario si se adopta una adecuada distribución de juntas para aliviar las tensiones provocadas por los cambios de temperatura y humedad.

A fin de asegurar la impermeabilidad del canal, la distancia entre juntas para el espesor propuesto debe ser igual o menor a 3,00 m.

Juntas

Las juntas son soluciones de continuidad en las losas que cumplen distintas funciones. Se agrupan en 4 tipos:

- I) de contracción transversales;
- II) de contracción longitudinales;
- III) de dilatación;
- IV) de construcción.

El tipo I cumple la finalidad de controlar los esfuerzos de tracción a que es sometido el revestimiento como consecuencia de los acortamientos provocados por la disminución de temperatura en el período de fraguado del hormigón o posteriormente, en condiciones de temperatura y humedad inferiores a las imperantes durante la construcción.

En ambos canales se previó ejecutar juntas de contracción transversales cada 2,50 m, debilitando el plano mediante una ranura vertical en el tercio superior del hormigón y rellenándola con un sellador adecuado.

Las juntas longitudinales, tipo II, sirven para combatir el agrietamiento longitudinal irregular del hormigón de revestimiento cuando el mismo tiene un perímetro mayor a los 9 m. En este caso la separación de las mismas va desde los 2,50 a los 4,50 m.

Para el canal superior no se considera necesario la ejecución de juntas longitudinales. Por su parte, en el canal colector, dado el mayor perímetro, se proyectaron dos juntas longitudinales separadas 3,40 m.

Es recomendable no ejecutar juntas de dilatación, tipo III, en los canales, debido a que comprometen su estanqueidad, excepto en el encuentro de estos con obras particulares fijas, por ejemplo obras de arte.

Las juntas de tipo IV que se ejecuten por razones inherentes a la construcción deberían ser utilizadas posteriormente como juntas de contracción.

Sellado de juntas

Con el fin de asegurar la estanqueidad de los revestimientos, las juntas deben ser obturadas con materiales que se adapten a los cambios en las dimensiones de las mismas sin desprenderse de los bordes, que resistan a la abrasión, al envejecimiento y a los cambios de temperatura y humedad.

La junta debe ser de espesor uniforme y rellenarse completamente con el material de sellado, el cual debe quedar sobreelevado con respecto al hormigón para compensar contracciones posteriores.

Caminos

Camino público principal

En la parte central de la zona de piletas de la Etapa 1 existe un camino que permite llegar hasta orillas del río Santa Cruz. Debido a que el mismo es cortado por ambos canales de abastecimiento y el de drenaje, se hizo necesaria la readecuación terraplenándolo de acuerdo con el perfil transversal tipo de la Figura 32.

El perfil longitudinal del mismo está compuesto de tres tramos con pendientes de 1,1%, 3,5% y 0%, unido con curvas verticales de radio 1000 m. Dicho radio se emplea para casos de velocidades bajas.



Figura 32 . Perfil tipo camino público principal. (Fuente propia).

Caminos internos de servicio

Para realizar las tareas de conservación de los canales y piletas se proyectó una red de caminos internos con pendientes que van desde los 0,01% al 4%, en función de

la topografía y de la ubicación de las obras a mantener. La sección tipo de los mismos se indica la Figura 33.

PERFIL TIPO CAMINOS INTERNOS DE SERVICIO



Figura 33 . Perfil tipo caminos internos de servicio. (Fuente propia).

En los sectores donde la red de caminos de servicio corta el escurrimiento natural de la aguas de lluvia se previó la realización de un desagüe lateral de pendiente variable en función de la pendiente del camino. Dichos desagües descargan al canal de drenaje a través de sumideros vinculados con cañería de PVC de $\varnothing 600$ mm.

El cruce de los caminos públicos y de servicio a través de los canales superior, intermedio y colector se realiza mediante losas tipo alcantarilla de 0,20 m de espesor.

Cruces en canal de drenaje

La existencia de dos caminos públicos que atraviesan el futuro canal de drenaje, exige la realización de obras de cruce.

La tipología estructural es la de un puente de losa, con módulos de 7,50 m apoyados isostáticamente entre ejes de pilas.

El tipo de hormigón para la superestructura es H30 y para la infraestructura, H25.

Además deben realizarse protecciones en los estribos, materializadas con gaviones en mallas metálicas revestidas para garantizar su estabilidad y la del talud.

El primer cruce, ubicado sobre la progresiva 0+550 m, posee una longitud total de 30 m y requiere de 4 módulos. (Figura 34).

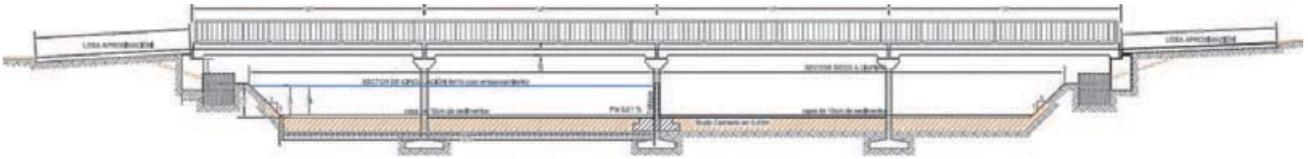


Figura 34 . Vista de cruce canal de drenaje progresiva 0+550 m.
(Fuente propia).

El segundo, ubicado sobre progresiva 1+270 m, posee una longitud de 50 m y requiere 6 módulos. (Figura 35).

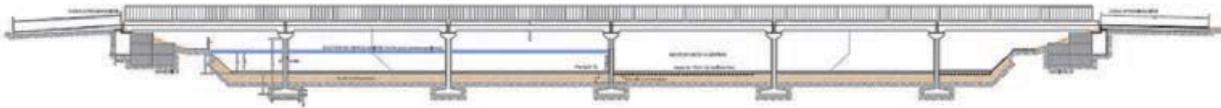


Figura 35 . Vista de cruce canal de drenaje progresiva 1+270 m.
(Fuente propia).

La sección tipo de puente adoptada corresponde a dos carriles en sentidos opuestos con anchos reglamentarios de 3,65 m y veredas a ambos lados de 1,00 m de ancho, que incluyen barandas peatonales. (Figura 36).

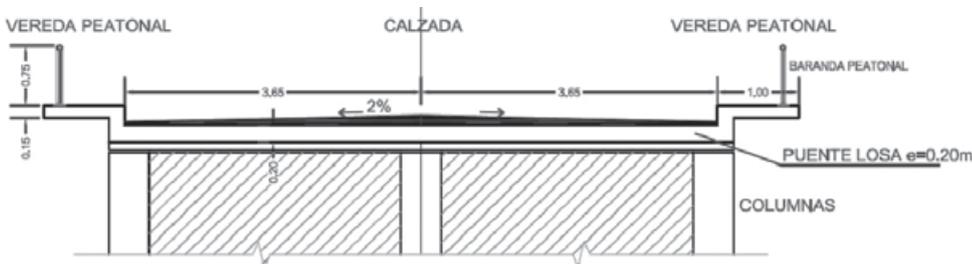


Figura 36 . Sección tipo de puente de cruce del canal de drenaje.
(Fuente propia).

La Figura 37 presenta una vista general del establecimiento del criadero, que incluye el reservorio y la zona de piletas y canales.

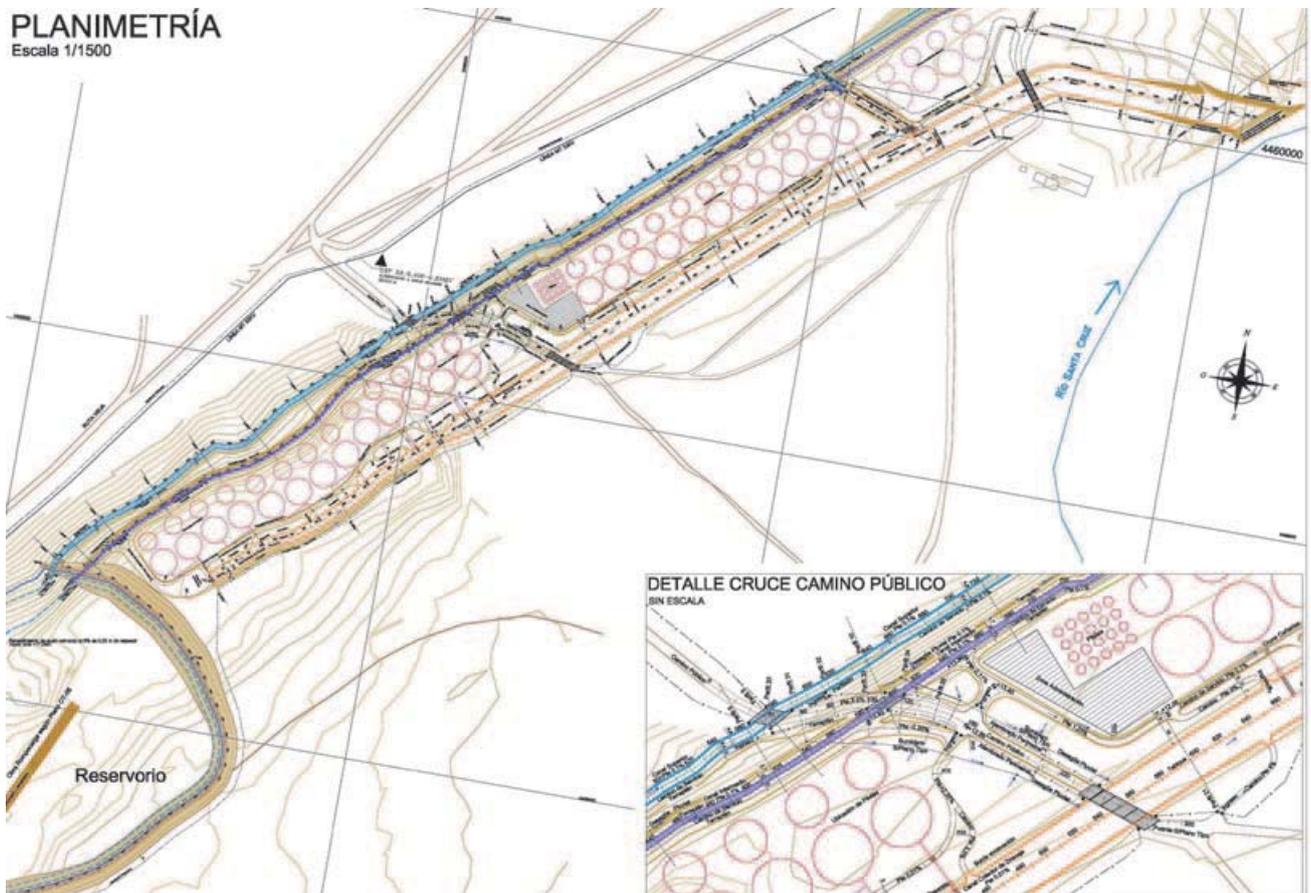


Figura 37. Vista general del establecimiento criadero. (Fuente propia).

Suministro eléctrico para la estación de bombeo y el criadero

Generalidades

La potencia eléctrica instalada cubre las necesidades de las bombas de la toma de agua, los servicios auxiliares, las dependencias y los caminos de servicio de la zona de obras. Dicha potencia se ha estimado en 5 MVA, la potencia para fuerza motriz es de un valor muy importante cercano a los 4 MVA, incluye las reservas necesarias para el arranque y otras instalaciones futuras.

Del relevamiento de la potencia actualmente disponible en la localidad de Comandante Piedra Buena, que recibe energía desde una central Diesel ubicada en la localidad

de Santa Cruz, resulta que no es factible disponer del valor de potencia mencionado.

La expansión futura del sistema de interconexión nacional proyectado permitirá solucionar esta necesidad. En efecto, recientemente se ha concluido con la línea de 500 kV que llega hasta la localidad de Pico Truncado, donde también se construyó una Estación Transformadora (ET) en aquella tensión. Este proyecto continuará más al sur, se tenderá una línea de 500 kV hasta una futura ET ubicada en las cercanías de Piedra Buena. A su vez, esta última estación pasará a ser un importante nodo del sistema debido a que recibirá la energía generada por las futuras centrales hidroeléctricas La Barrancosa y Condor Cliff y también de la Central Térmica Río Turbio, por lo que la disponibilidad de operación de la

misma será muy alta y será factible tomar la potencia y energía demandada por la obra.

La ET Piedra Buena estará equipada con un transformador 500/132/33 kV, con campos de salida en 132 kV y celdas de salida de 33 kV. A una de estas celdas de 33 kV se conectará una línea de 33 KV.

La línea de media tensión 33 kV tendrá 12 km de longitud, y alimentará eléctricamente a la toma de agua. Esta línea tendrá inicialmente una traza próxima a la Ruta Nacional N° 266, luego a la Ruta Provincial N°17, y posteriormente se conducirá por caminos vecinales existentes y/o proyectados, hasta conectarse a la ET de la estación de bombeo.

En un punto intermedio de la traza de la línea se prevé derivar a una Subestación Transformadora 33kV/0,400-0,231 kV para el suministro de energía para iluminación del área administrativa y otros usos propios del criadero.

Como alternativa, y debido a la alta confiabilidad de funcionamiento que requiere el sistema de bombeo, se evaluó inicialmente la posibilidad de disponer de generación eléctrica local. La potencia requerida y la posibilidad de realizar una derivación del gasoducto troncal que se ubica cercano a la Ruta 3 ameritarían la instalación de una central Turbogás que funcionaría como reserva para el caso de alguna falla en el sistema eléctrico. Esto significa la instalación completa de una central, con personal permanente, tanto para mantenimiento como para su posible operación. Por lo tanto se deberán asumir importantes costos de instalación como de mantenimiento y operación, permaneciendo largos períodos fuera de funcionamiento. Considerando lo anterior y la disponibilidad que en el futuro tendrá el sistema eléctrico en la zona, se ha desestimado esta alternativa.

Equipamiento eléctrico de suministro a la estación de bombeo

La confiabilidad requerida en el suministro eléctrico requiere que la estación transformadora de la toma disponga de dos transformadores de igual potencia y que a su vez uno sea reserva del otro, es decir 2 transformadores de 5 MVA cada uno. Por lo tanto se prevé duplicar todos los equipos de conexión a éstos.

La ET estará constituida por un campo o celda de llegada de línea y dos de acometida al transformador.

Los transformadores tendrán una relación de tensión de 33/6,6 kV para alimentar el comando de los motores de bombas, disponiéndose un sistema de conexión de doble barra para conectar a uno u otro transformador.

También se prevé la alimentación a los servicios auxiliares e iluminación por medio de un transformador de 33/0,400-0,231 kV y un grupo electrógeno de emergencia.

Obras de infraestructura para la red de riego

Generalidades

Fue diseñada una red que permite abastecer de agua suficiente para el riego del arbolado público de toda la localidad, previendo también futuros espacios públicos. Por otro lado, en la zona oeste aledaña a la Ruta Nacional N°3 fue proyectado un canal-reservorio, cuyo fin es abastecer de agua a una futura cortina forestal.

También se programó una toma de agua para abastecer dichos suministros. La misma se ubica aguas abajo del puente nuevo, en coincidencia con la actual toma municipal para camiones regadores. A partir de dicha toma se bombeará el agua hasta las zonas a regar.

Obra de captación y estación de bombeo

Para poder disponer del agua para riego en la ciudad se debió proyectar la correspondiente obra de captación. Sus instalaciones están ubicadas sobre la margen norte del río Santa Cruz, muy cerca del estribo norte del puente nuevo, donde actualmente hay una casa de bombeo que abastece a los camiones regadores.

La obra completa consiste en la cámara de captación, la conducción al pozo de succión, el pozo de succión mismo, la casa de máquinas y la cámara de filtrado.

Todas estas son de hormigón armado, construidas con hormigón tipo H25, que deberá cumplimentar las condiciones de resistencia y de durabilidad correspondientes.

Cámara de captación

La misma consiste básicamente en la losa de aproximación, la cámara de captación propiamente dicha y una zona de maniobras.

La losa de captación permite el ingreso del agua desde el río, por lo tanto debe tener la longitud apropiada de acuerdo con el nivel del río regulado, que quedará definido luego de la ejecución de las represas de aguas arriba (La Barrancosa y Cóndor Cliff). Esta losa posee un ancho de 2,20 m, un espesor de 25 cm y una pendiente menor al 17% en la dirección perpendicular al río. Lateralmente, como protección, posee taludes revestidos relación 1:2.

En todo el perímetro de encuentro de esta estructura con el lecho del río se proyectó un diente de anclaje de 25 cm de espesor y 1,00 m de profundidad para brindar seguridad frente al descalce y/o socavación.

La cámara de captación es un recinto de forma prismática donde se ha dispuesto una reja para impedir el ingreso de material flotante o semisumergido de dimensiones superiores a los admitidos por las bombas y una compuerta de regulación de caudales. Estos dos elementos disponen de sus correspondientes guías para la elevación y descenso en tareas de operación y/o mantenimiento.

Por encima de la cámara de captación se ubica una zona de maniobras, que consta de una estructura de tipo pórtico donde se ha dispuesto una viga metálica conformada por un perfil IPN y un guinche móvil de izaje para la compuerta y la reja.

Todos los elementos mencionados deberán ser verificados y dimensionados en la etapa de proyecto ejecutivo frente a las solicitaciones y estados límites a que estén sometidos.

Conducción al pozo de succión

Es un conducto de PVC perfilado de diámetro 1200 mm, que conecta la cámara de captación con el pozo de succión. Este diámetro se adoptó para facilitar su limpieza en caso de sedimentación y se le proporcionó una pendiente mínima hacia el pozo de succión de 0,1%.

El conducto está apoyado sobre una cama de suelo compactado y tanto la colocación del mismo como todas las tareas de relleno posteriores deberán cumplir con las especificaciones técnicas correspondientes.

Pozo de bombeo

El tipo de estación de bombeo seleccionado es en pozo húmedo, de manera que las bombas quedarán sumergidas en un cuenco y los motores se ubicarán en la plataforma superior, o sea que las bombas serán del tipo de pozo profundo.

Para dimensionar el pozo húmedo de esta estación de bombeo se siguieron los lineamientos del *Hydraulic Institute Standards* y las recomendaciones de los fabricantes de bombas

La función del pozo de bombeo es suministrar un flujo uniformemente distribuido en la succión de la bomba, puesto que una distribución de flujo asimétrica, caracterizada por fuertes corrientes localizadas, puede ocasionar la formación de vórtices superficiales o sumergidos, los cuales con bajos valores de sumergencia pueden introducir aire en las bombas, causando una reducción de su capacidad e incrementando las vibraciones y ruidos. La distribución asimétrica de flujo puede también incrementar o decrecer la potencia consumida, con un cambio total de sus características y punto de diseño.

El caudal requerido para riego urbano es de 30 lts/s, por lo cual se ha considerado que la disposición adecuada de bombeo es con tres bombas de 15 lts/seg; dos en operación y la tercera en reserva. El nivel necesario de

la impulsión en el sistema presurizado es de 35,0 m IGM, mientras que el nivel normal de proyecto del río es 4,0 m IGM, por lo que la altura de impulsión de las bombas debe ser 31 m.c.a.

Otra función del sistema de bombeo es la de alimentar un canal reservorio (ver 5.4 Canal reservorio, correspondiente a la red de riego en la ciudad), tarea que no es simultánea con la descrita en el párrafo anterior. El caudal para esta es de 20 lts/s. Como es menor al anteriormente descrito, la estación se dimensionó con la mayor demanda. La altura de impulsión requerida para este segundo sistema es mucho menor, del orden de los 14 m.c.a., por lo que se ha proyectado la instalación de una cámara en el ingreso al canal, donde deberá instalarse una válvula reguladora de presión para este sistema.

Siguiendo con las recomendaciones mencionadas (ver 4.2.2 Diseño hidráulico del sistema de bombeo e impulsión, correspondiente al criadero), las dimensiones resultantes del cuenco son las siguientes:

$$C_{med} = 0,20 \text{ m} ; B_{max} = 0,30 \text{ m} ; S_{min} = 0,60 \text{ m} ; \\ W_{min} = 0,80 \text{ m} ; Y_{min} = 1,00 \text{ m} ; A_{min} = 2,00 \text{ m}.$$

Casa de máquinas

Para este fin se asumió la readecuación de la casa de máquinas existente utilizada por los camiones regadores. La restauración involucra la ampliación en superficie y altura para albergar el mobiliario necesario y todos los elementos propios de la instalación electromecánica del sistema de bombeo (caños, accesorios, tablero de comandos, etc.).

La arquitectura será definida convenientemente en la etapa de proyecto ejecutivo y será contemplada la ejecución de piso de alta resistencia, muros de mampostería, cubierta liviana sobre estructura metálica, aberturas de aluminio y particularmente la colocación de un portón metálico que permita el ingreso de un camión grúa para las tareas de mantenimiento del sistema de bombeo.

Cámara de filtrado

Está ubicada fuera de la casa de máquinas y alberga los dispositivos necesarios para la derivación hacia la

red de riego del arbolado y para la alimentación del canal reservorio.

Entre los dispositivos de maniobra de la primera, además de las válvulas exclusas y las juntas de desmontaje, se dispusieron dos *Manifold* de 4 entradas/salidas, acordes con la capacidad de los filtros adoptados, que es de 10 lts/seg cada uno. Deberá tenerse en cuenta la colocación de un adaptador de brida entre las derivaciones del *Manifold* y el ingreso a los filtros, esto dependerá de las piezas de derivación y del tipo de filtro finalmente adoptados en el proyecto ejecutivo.

Entre los dispositivos de maniobra de la otra derivación se encuentra una válvula de aire montada por encima de la cañería.

Red de riego

Generalidades

La red de riego es de tipo presurizada y contempla la tecnología de riego por goteo. Los goteros seleccionados son del tipo autocompensados y precisan una presión mínima de 15 m.c.a. para su correcto funcionamiento.

A partir de la estación de bombeo fue proyectada una impulsión de aproximadamente 3950 m, que se encarga de conducir el agua hasta las zonas a regar. Dicho transporte se hace por medio de un caño de PVC C6 de diámetros comprendidos entre 110 y 250 mm. La traza se seleccionó para aprovechar al máximo las condiciones topográficas del pueblo.

También fueron programados los ramales de derivación, que son los encargados de conducir el agua hasta cada una de las manzanas del pueblo. Son de PVC, con diámetros de 63 y 50 mm.

Para el diseño de ambas redes se han tomado las siguientes determinaciones:

- La traza de la impulsión fue proyectada por la zona de mayor altura topográfica para obtener una dominancia sobre la red sin abundar en gastos de bombeo.
- Las subredes internas tienen en cuenta la premisa anterior, tratando de respetar en todo momento las condiciones topográficas existentes.

- Se ha tomado una tapada promedio para todas las cañerías de 1,20 m bajo el nivel de cordón relevado.
- En cada una de las derivaciones de las impulsiones se colocan válvulas seccionadoras, para aislar secciones de la red ya sea para su reparación o mantenimiento.
- Al final de cada una de las subredes se colocan válvulas de desagüe para operaciones de mantenimiento o para desaguar en aquellos meses en que exista la posibilidad de congelamiento del agua dentro del sistema.
- En las impulsiones se colocan válvulas de aire para desaguar el posible aire acumulado dentro de las mismas.

Modelación computacional de la red

Mediante el software de cálculo de redes EPANET se modeló la impulsión con las derivaciones y las entregas a manzanas. Esta red fue optimizada mediante un proceso iterativo donde se propusieron los diámetros de las cañerías y la altura de bombeo y se verificaron las presiones resultantes en las entregas, teniendo en cuenta que la misma no debe ser inferior a 15 m.c.a. más la presión igual a todas las pérdidas que tendrán las cañerías de distribución desde la entrega hasta el último árbol de la línea.

Los datos que fueron cargados en el software son los siguientes:

- Las cotas de las cañerías que se calcularon a partir de los puntos del relevamiento topográfico.
- Coeficiente de rugosidad de las cañerías: fue utilizada la fórmula de Hazen - Williams para la resolución de la red, el coeficiente de rugosidad adoptado es de 150 correspondiente a PVC.
- Diámetro de las cañerías: se partió tomando todos los diámetros iguales a 50 mm, y fueron aumentando aquellas tuberías cuyos caudales así lo requerían.
- Caudales: fue considerado que el caudal total correspondiente a la demanda de los árboles de una cuadra se entrega recién al final de la misma, para no subdimensionar dicho tramo de cañería y asegurar que se cumplan los requisitos de presiones mínimas.
- A partir de los cálculos de demanda de agua para riego se estima que el caudal total por día y por árbol se entrega en 16 horas de riego, de modo que a partir de la demanda máxima especificada para el mes de diciembre de 28.6l/día x metro, se obtiene una demanda por metro de vereda de 0.000496l/s.

- Fue modelado como ingreso un embalse con cota de pelo de agua igual a 39m, cota que representa la altura de presión disponible que se utilizó para la selección de las bombas. Esto permite modelar un nudo con una altura de carga prefijada y con una entrega permanente de agua a la red.
- El programa ofrece una utilidad denominada curvas de modulación, que facilita el ingreso de caudales variables en el tiempo. Esto posibilita el análisis de la red teniendo en cuenta que existen caudales que se encuentran en función del mes del año analizado.

En la Figura 38 se muestra el esquema básico de la red. Los puntos rojos representan los nodos en donde se modelan las entregas de cada manzana.

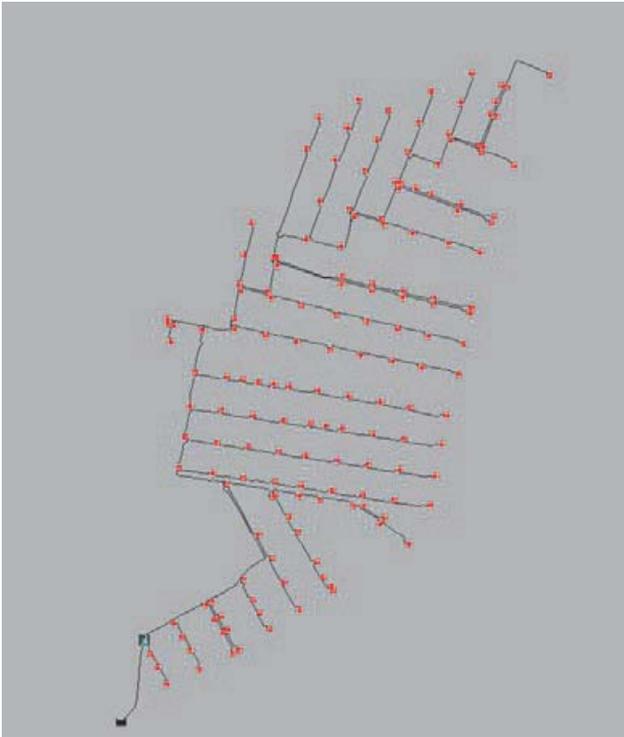


Figura 38 . Visualización en EPANET del esquema básico de la red.
(Fuente propia).

En la Figura 39 pueden verse los rangos de caudales que circulan por cada tramo de cañería diferenciados por colores.

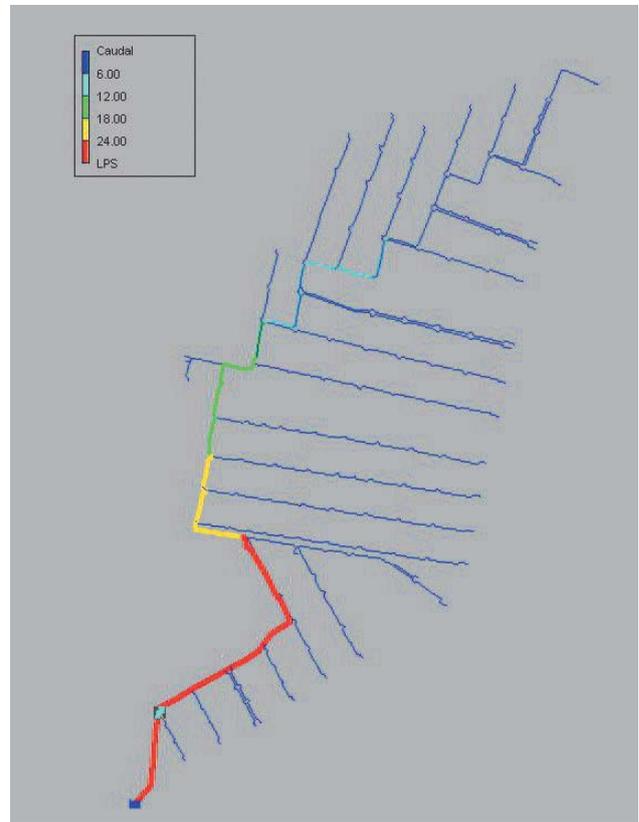


Figura 39 . Visualización en EPANET del rango de caudales.
(Fuente propia).

Luego de sucesivos cálculos se obtuvieron los diámetros definitivos que permiten asegurar las presiones prefijadas de diseño, las cuales se ven en la Figura 40.

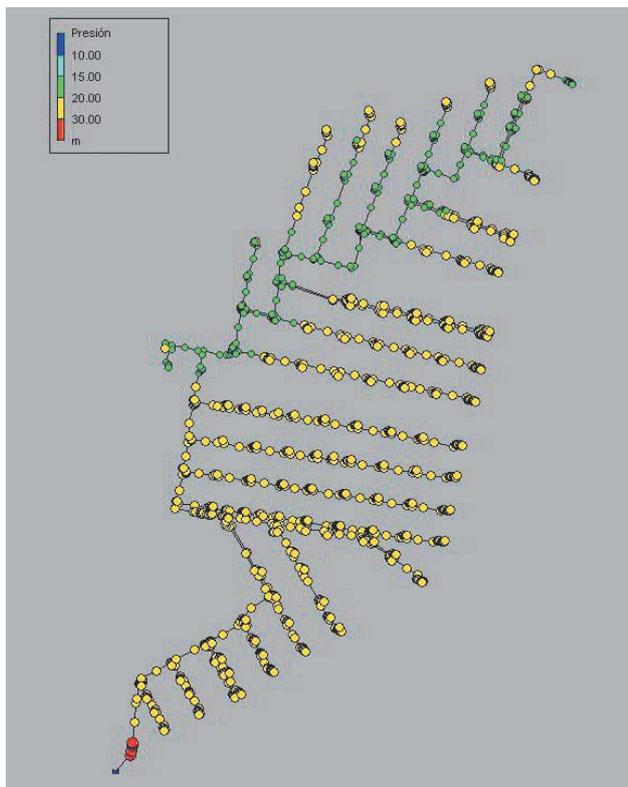


Figura 40 . Visualización en EPANET del rango de presiones resultantes. (Fuente propia).

Una vez determinados los diámetros más económicos, que garantizan las presiones mínimas, se procedió a implantar la misma en el terreno, para lo cual se fijaron la tapada mínima, las condiciones de operación y los anchos de zanja mínimos. Deben distinguirse en todo momento tres niveles de importancia de las cañerías; la primera es la impulsión, seguida por las cañerías de derivación y por último las cañerías de distribución.

Tapadas

La tapada mínima, tanto para la impulsión como para las cañerías de distribución, es de 1,20 m, profundidad que permite la circulación de un vehículo por encima sin poner en peligro la estabilidad estructural del caño. Por su parte, para las cañerías de distribución se optó por una profundidad de 0,30 m, debido a que en ningún momento estas pasan a través de las calzadas, porque su traza se desarrolla completamente por las aceras.

La impulsión fue diseñada con tapadas variables, adoptándose como mínimo 1,20 m y como máximo 1,50 m.

El tendido de las cañerías de derivación fue proyectado a una profundidad constante e igual a 1,20 m, lo que permite que se realicen los cruces de calzada a esta profundidad sin que se generen en las cañerías puntos altos y/o bajos antes y después de los mismos.

Las cañerías de distribución se colocarán al igual que las anteriores con una tapada constante igual a 0,30 m.

Anchos de zanja

Los anchos de zanja mínimos fueron estipulados en función de los diámetros de las cañerías y se pueden observar en la siguiente tabla.

TABLA 15

ANCHO DE ZANJA SEGÚN DIÁMETRO DE CAÑERÍA. FUENTE PROPIA

DN [mm]	ANCHO ZANJA [mm]	MATERIAL	NIVEL
250	600	PVC	Impulsión
225	600	PVC	
200	500	PVC	
160	500	PVC	
140	500	PVC	
110	500	PVC	Derivaciones
63	400	PVC	
50	400	PVC	
19	300	PE	Distribuciones

Válvulas seccionadoras

Con el objeto de aislar tramos de cañerías para reparación y/o mantenimiento de la red se previeron válvulas seccionadoras.

En la impulsión fue colocada una válvula seccionadora general, que está ubicada junto a la casa de máquinas y aísla toda la red.

Al inicio de cada derivación fue ubicada una válvula seccionadora, que aísla sectores de la red que comprenden de 4 a 9 manzanas aproximadamente. Estas válvulas son de hierro fundido, de diámetros 50 mm y 63 mm, están enterradas y se accionan desde la superficie por medio de una prolongación provista de un sobremacho en su extremo.

Por último, en las entregas a cada manzana también se colocó una válvula seccionadora, que aísla solamente la distribución de la manzana en cuestión. Se utilizaron válvulas de PVC de 19 mm, ubicadas en una arqueta a unos 0,30 m por debajo del nivel del terreno, para accionarla hay que levantar la tapa.

Válvulas de aire

El control de aire y vacío es esencial para garantizar la seguridad, larga duración, eficiencia y buen desempeño de los sistemas de riego.

Se debe permitir que:

1. el aire salga de las tuberías al inicio de la operación para evitar el golpe de ariete y durante la operación normal para evitar que quede atrapado en algunas áreas;
2. el aire ingrese en la tubería cuando se apaga el sistema, impidiendo la formación de vacío.

Sacar el aire:

- evitar el golpe de ariete. El aire debe escapar de las tuberías a la misma velocidad a la que entra el agua cuando se arranca el sistema, para evitar el peligroso golpe de ariete.
- eliminar el aire disuelto o atrapado. El aire que se acumula durante la operación del sistema en puntos elevados debe ser eliminado para evitar la formación de bolsas de aire que puedan restringir el flujo de agua y provocar el golpe de ariete.

Permitir la entrada de aire a las tuberías:

- la formación de vacío en las tuberías. El aire debe volver a entrar a las tuberías principales y secundarias cuando se apaga el sistema para desaguar y evitar el colapso de estas.
- evitar la formación de vacío en las líneas laterales. Los goteros de las líneas laterales enterradas o sumergidas en agua pueden succionar agua sucia y/o tierra

por medio del vacío que se genera cuando no se permite la entrada de aire a las líneas laterales, al apagar y drenar el sistema.

En la impulsión se utilizaron válvulas de aire triple efecto que tienen por objetivo:

- expeler el aire desplazado por el agua durante el llenado de la red,
- admitir la cantidad suficiente de aire durante el vaciado de la red, para evitar depresiones y el consecuente colapso de esta,
- expeler el aire proveniente de las bombas en operación y difuso en el agua, funcionando como una válvula de aire simple.

La distancia máxima entre válvulas es de 800 m y se colocaron en todos los puntos altos de la cañería.

Fueron utilizadas válvulas de aire doble efecto en todos los puntos altos de las cañerías de distribución. La ubicación de las mismas puede verse en la información anexa.

Para las dos líneas de distribución que hay por manzana se usaron ventosas simples al inicio de cada una.

Válvulas de desagüe

Con el objeto de desaguar las cañerías, ya sea para tareas de reparación o bien en los períodos fríos para evitar el congelamiento del agua dentro de las conducciones, se dispusieron válvulas de desagüe en los puntos bajos de la impulsión y en todos los puntos bajos y/o extremo terminal de cada derivación.

Entrega a árboles

La entrega a cada árbol se proyectó mediante un caño flexible de PE que rodea al tronco. Sobre este caño se insertan cuatro goteros autocompensados a través de los cuales se realiza el riego.

La Figura 41 presenta los esquemas de derivación proyectados desde la red a cada manzana y, dentro de cada manzana, la derivación a cada árbol.

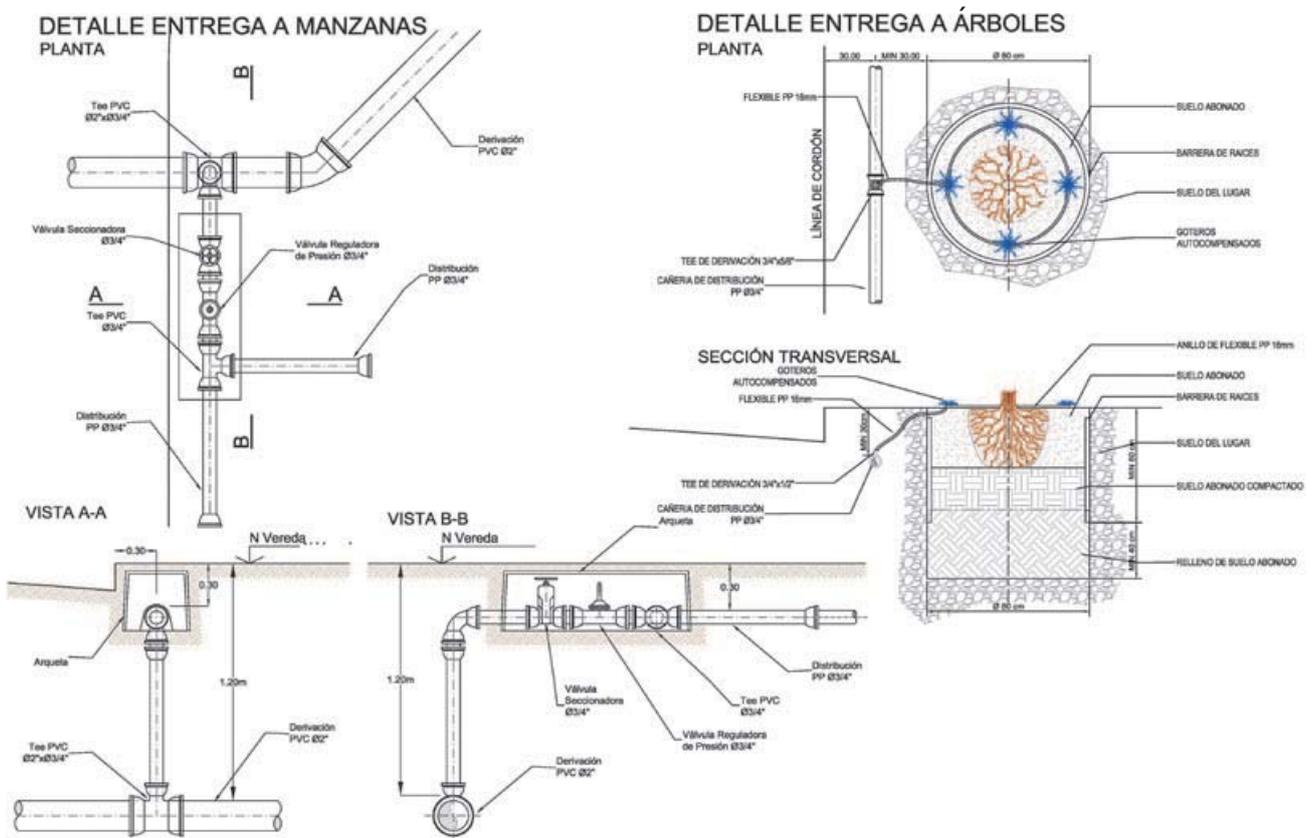


Figura 41 . Esquemas de derivación a manzana y a árbol. (Fuente propia).

Canal reservorio

El reservorio fue diseñado para regar en una etapa próxima una cortina forestal que se desarrollará sobre el oeste de la Ruta Nº 3. Por este motivo el primer paso fue determinar el caudal necesario, para lo cual se supuso que las especies arbóreas a regar son las mismas que las que se colocaron en el pueblo y que la demanda será igual a la calculada para éstos, es decir, 190,9 l/día x árbol.

Suponiendo que se coloca una cortina a tres bolillos con una separación entre árboles de 4,00 m en toda la longitud (aproximadamente desde el río hasta el final del puente) se obtiene una demanda igual a 430 m3/día.

Por otro lado, analizando la topografía de la zona puede decirse que en los primeros 900 m, partiendo desde el río y siguiendo una traza paralela a la ruta, existe una pendiente hacia el río. A partir de esta distancia hay una pendiente en la otra dirección. Por este motivo fue proyectada una impulsión que parte de la misma estación

de bombeo que la utilizada para el riego de la ciudad y que transporta el agua hasta este punto de quiebre de pendientes, a partir del cual se inicia el canal reservorio.

La máxima extensión que se le puede proporcionar al reservorio es de aproximadamente 2.000 m, por lo tanto para los 430 m3/día, solo se precisan una sección transversal de 0,21 m2 de área, lo cual resulta excesivamente pequeño. Por razones técnicas, constructivas y de eficiencia hidráulica fue adoptada una sección trapezoidal de 1,00 m de base y 1,00 m de altura con taludes 1:1, la cual, considerando una revancha de 0,20 m y una eficiencia de 90%, proporciona una capacidad de reserva de 2880 m3, suficiente para 6 días de riego aproximadamente.

La impulsión que transporta el agua hasta el reservorio fue diseñada teniendo en cuenta que al final de la misma no es necesario obtener ninguna presión específica más allá de la mínima para el vertido en la cámara de descarga, ya que a partir de dicho punto el escurrimiento se efectúa a pelo libre. Por esto fue elegido un diámetro de

160 mm, que para una presión en el inicio de 39 m.c.a. y a la salida de 5 m.c.a. permite transportar un caudal total de 44,1l/s. Esto implica que si se descargan por riego 430 m³/día, las bombas deberán ser encendidas 2 h 45 min por día para compensar el volumen evacuado.

Antes de la cámara de descarga se colocó una válvula reguladora de presión con el fin de mantenerla controlada sin peligro de ocasionar daño en las bombas y a su vez asegurar que la llegada a dicha cámara sea con la presión mínima y suficiente para llenarla y provocar el desborde por el vertedero de descarga al canal, que se diseñó para un caudal de 44 l/s con un tirante de 0,10m sobre el labio.

La Figura 42 presenta una vista general del damero de la ciudad con la obra de captación, la red de riego y el canal reservorio.

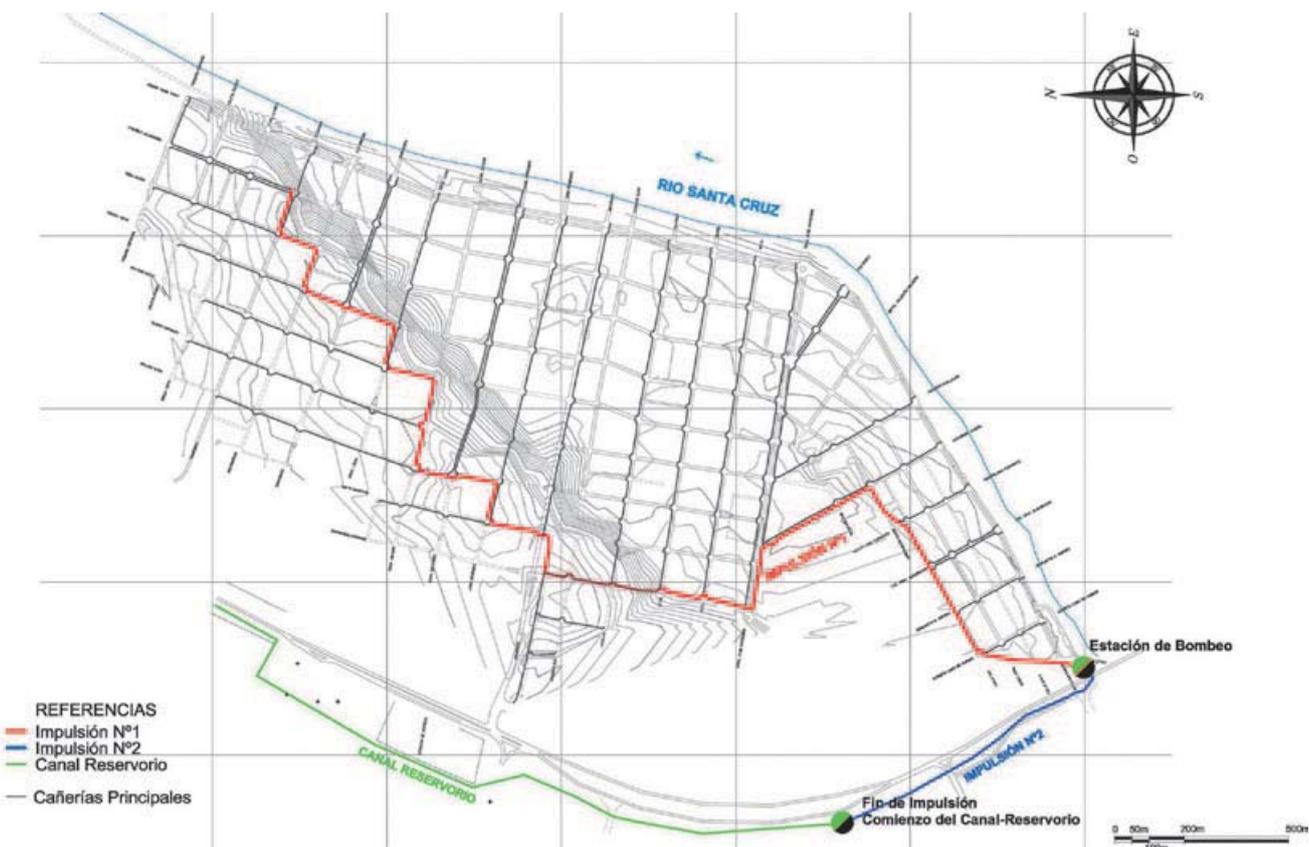


Figura 42. Vista general red de riego y canal reservorio en la ciudad. (Fuente propia).

Análisis de precios, cómputo y presupuesto

La zona en que se ha de implantar la obra aumenta la importancia de ajustar los esquemas de análisis de precios con que se ha de cotizar. Las distancias de transporte de los materiales y el costo de la mano son básicamente los parámetros más importantes.

Determinación del costo de la mano de obra

En los análisis de precios se utilizó la Tabla de Salarios U.O.C.R.A. Zona "C" actualizada a Agosto del 2010 para calcular la mano de obra de las diferentes categorías de ayudante, medio oficial, oficial y oficial especializado.

OBRA: ANTEPROYECTO HIDRÁULICO PARA CRIADERO DE SALMÓNIDOS. MES BASE: AGOSTO 2010
 COMANDANTE LUIS PIEDRA BUENA - SANTA CRUZ
 EXPERTO: ACUÑA & ASOCIADOS S.H.
 MEDIO AYUDANTE
 PLANILLA DE COSTOS DE LA MANO DE OBRA
 CONVENIO BASE: UOCRE - ZONA C

TABLA 16

COSTOS DE MANO DE OBRA.
 FUENTE PROPIA

NIVEL	DENOMINACION	TOTAL POR CATEGORÍA
3	Oficial especializado	43,35 \$/ hora
4	Oficial	40,61 \$/ hora
5	Medio oficial	39,16 \$/ hora
6	Ayudante	38,00 \$/ hora

Cálculo del coeficiente de resumen

Se desarrolló también un coeficiente de resumen para aplicar a la ejecución, los materiales y el transporte.

La carga impositiva provincial fue consultada con la Dirección de Contrataciones de la provincia.

OBRA: ANTEPROYECTO HIDRÁULICO PARA CRIADERO DE SALMÓNIDOS.
COMANDANTE LUIS PIEDRA BUENA - SANTA CRUZ
EXPERTO: ACUÑA & ASOCIADOS S.H.
PLANILLA DE CALCULO DE COEFICIENTE RESUMEN

TABLA 17

COMPOSICIÓN DEL COEFICIENTE DE RESUMEN.
FUENTE PROPIA

Costo Neto.....=		+	1,00
Gastos Generales	(30,00% de 1.0) =	+	0,30
Gastos Financieros	(5,00% de 1.0) =	+	0,05
Beneficios	(15,00% de 1.0) =		0,15
			<u>1,50 (a)</u>
Imp. Local	(0% de (a)) =	+	0,000 (b)
Ingresos Brutos	(2,5% de (a)) =	+	0,038 (b)
D.G.I. - I.V.A.	(21% de (a + b + c)) =		<u>0,323 (c)</u>
Coeficiente Resumen ((a) + (b) + (c))=			1,860
Coeficiente de resumen adoptado=			1,860

Cómputo y presupuesto

A continuación se presenta la tabla 18, que muestra el presupuesto de obra, y la tabla 19, en la que se exponen el cómputo y el presupuesto completo.

TABLA 18

		PRESUPUESTO DE OBRA. FUENTE PROPIA.
ITEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL (\$)
1	Generales	\$ 17.735.259,90
2	Obra de toma y Estación de Bombeo para Criadero	\$ 16.778.785,52
3	Conducción presurizada al Reservorio	\$ 54.737.259,15
4	Reservorio y canales de alimentacion	\$ 21.653.528,61
5	Canal de drenaje y Obra de descarga	\$ 17.531.285,88
6	Obra de toma para riego arbolado público	\$ 975.598,60
7	Canal Reservorio para riego de cortina forestal y sistema de riego de arbolado público	\$ 12.947.673,84
8	Sistema de abastecimiento eléctrico	\$ 6.206.934,47
9	Caminos de servicio	\$ 595.529,21
Total presupuesto de obra		\$ 148.566.325,97

TABLA 19

		CÓMPUTO Y PRESUPUESTO DE OBRA. FUENTE PROPIA				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)	
1	Generales					
1,1	Ingeniería de detalle	Gl	1	\$ 6.510.000,00	\$ 6.510.000,00	
1,2	Instalación del obrador	Gl	1	\$ 10.230.000,00	\$ 10.230.000,00	
1,3	Limpieza de la zona de obra	ha	70	\$ 3.937,81	\$ 275.646,42	
1,4	Alambrado olímpico perimetral	m	5.816	\$ 123,73	\$ 719.613,48	
					\$ 17.735.259,90	
2	Obra de toma y Estación de Bombeo para Criadero					
2,1	Excavación	m3	2.808,00	\$ 33,18	\$ 93.176,18	
2,2	Hormigón H-25	m3	790,00	\$ 1.844,84	\$ 1.457.424,39	

Continúa en la página siguiente >>

>> Viene de la página anterior.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
2,3	Armadura de acero colocada	tn	63,20	\$ 18.947,62	\$ 1.197.489,71
2,4	Provisión transporte y colocación de rejas	U	5	\$ 87.682,82	\$ 438.414,10
2,5	Provisión transporte y colocación de ataguia	U	1	\$ 119.813,65	\$ 119.813,65
2,6	Provisión transporte y colocación de Manifold 5 ingresos Ø1100/Ø2600 SAE 1010	tn	10,96	\$ 41.005,02	\$ 449.415,03
2,7	Provisión transporte y colocación de accesorios	Gl	1,00	\$ 701.597,27	\$ 701.597,27
2,8	Provisión y colocación de gaviones de 1x1x0.5	m3	88	\$ 306,51	\$ 26.972,88
2,9	Provisión y colocación de geotextil	m2	78	\$ 45,33	\$ 3.535,74
2,10	Provisión y colocación de Juntas de estanqueidad	m	176	\$ 82,81	\$ 14.574,07
2,11	Sala de máquinas obra civil y equipamiento	Gl	1	\$ 1.450.000,00	\$ 1.450.000,00
2,12	Provisión, transporte e instalación de equipamiento de bombeo	U	5	\$ 2.098.195,67	\$ 10.490.978,35
2,13	Provisión, transporte e instalación de puente grúa 10 tn s/especificación	Gl	1	\$ 335.394,16	\$ 335.394,16
					\$ 16.778.785,52
3	Conducción presurizada al Reservorio				
3.1	Excavación para colocación de cañería	m3	54.313	\$ 33,18	\$ 1.802.235,69
3.2	Provisión, transporte y colocación de caño de PRFV de Ø 2600 mm - C6	m	2.556	\$ 20.526,86	\$ 52.466.654,16
3.3	Provisión y colocación de válvula de aire Ø300 - Incluye cámara	u	3	\$ 98.352,69	\$ 295.058,07
3.4	Provisión y colocación de válvula de desagüe Ø400 - Incluye cámara	u	3	\$ 57.770,41	\$ 173.311,23
					\$ 54.737.259,15
4	Reservorio y canales de alimentacion				
4.1	Revestimiento con suelo cemento al 8 % e=0.30m	m2	28.330,11	\$ 79,89	\$ 2.263.207,30
4.2	Revestimiento de la obra rompecarga con enrocado cementado e= 0,30 m	m2	5.343,80	\$ 181,31	\$ 968.899,34
4.3	Revestimiento de la obra rompecarga con hormigón H25 e= 6 cm	m2	389,58	\$ 256,07	\$ 99.757,19
4.4	Revestimiento Canal Superior con hormigón H25 e= 6 cm	m2	578,40	\$ 256,07	\$ 148.108,69

Continúa en la página siguiente >>

DISEÑO DE CRIADERO DE SALMÓNIDOS Y RED DE RIEGO URBANO COMANDANTE LUIS PIEDRA BUENA

>> Viene de la página anterior.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
4.5	Revestimiento Canal Colector Canales Superior e Intermedio H25 e= 6 cm	m2	94,08	\$ 256,07	\$ 24.090,71
4.6	Compuertas Canal Superior (8 compuertas de 0,80mx1,30m)	U	8	\$ 32.365,40	\$ 258.923,16
4.7	Compuertas Canal Intermedio (6 compuertas de 0,90mx1,50m)	U	4	\$ 43.353,55	\$ 173.414,20
4.8	Provisión, transporte y Colocación de Rejas Canal Superior	kg	58,05	\$ 174,82	\$ 10.147,69
4.9	Provisión, transporte y Colocación de Rejas Canal Intermedio	kg	53,58	\$ 174,82	\$ 9.367,10
4.10	Hormigón H-25 - Conducto de Ingreso al Canal Superior	m3	222,64	\$ 1.844,84	\$ 410.728,02
4.11	Hormigón H-25 - Conducto de Ingreso al Canal Intermedio	m3	91,38	\$ 1.844,84	\$ 168.572,35
4.12	Hormigón H-25 - Cruce Canal Superior	m3	27,20	\$ 1.844,84	\$ 50.179,68
4.13	Hormigón H-25 - Cruce Canal Intermedio	m3	17,40	\$ 1.844,84	\$ 32.100,23
4.14	Hormigón H-25 - Cruce Canal Colector Canal Superior e Intermedio	m3	28,00	\$ 1.844,84	\$ 51.655,55
4.15	Hormigón H-25 - Canal Intermedio sección de hormigón H25 e= 2 cm	m2	1.462,03	\$ 256,07	\$ 374.376,47
4.16	Armadura de acero colocada	tn	95,17	\$ 19.708,82	\$ 1.875.768,43
4.17	Provisión y colocación de Juntas en Canal Superior e Intermedio	m	4.710,00	\$ 82,81	\$ 390.021,91
4.18	Terraplén Lateral Reservorio	m3	98.646,19	\$ 64,49	\$ 6.361.317,94
4.19	Terraplén Lateral Canal Superior	m3	2.296,00	\$ 64,49	\$ 148.060,32
4.20	Terraplén Lateral Canal Intermedio	m3	8.576,93	\$ 64,49	\$ 553.093,62
4.21	Terraplén Lateral Canal Colector Canal Superior e Intermedio	m3	513,10	\$ 64,49	\$ 33.087,87
4.22	Excavación-Canal Superior	m3	18.290,75	\$ 47,52	\$ 869.231,31
4.23	Excavación-Canal Intermedio	m3	3.832,54	\$ 47,52	\$ 182.133,89
4.24	Excavación-Canal Colector Canal Superior e Intermedio	m3	577,95	\$ 47,52	\$ 27.465,92
4.25	Provisión, transporte y colocación de Baranda metálica Tipo DNV	m	90,00	\$ 762,44	\$ 68.619,60
4.26	Obra de derivación canal superior	Gl	24	\$ 130.076,31	\$ 3.121.831,44
4.27	Obra de derivación canal intermedio	Gl	24	\$ 124.140,36	\$ 2.979.368,68
					\$ 21.653.528,61

Continúa en la página siguiente >>

>> Viene de la página anterior.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
5	Canal de drenaje y Obra de descarga				
5.1	Excavación para canal	m3	89.421,23	\$ 47,52	\$ 4.249.565,11
5.2	Terraplenamiento para conformación de la sección del canal	m3	45.598,09	\$ 64,49	\$ 2.940.447,55
5.3	Revestimiento con suelo cemento al 8 % e=0.40m	m2	42.070,00	\$ 106,52	\$ 4.481.388,95
5.4	Revestimiento terraplén del canal con enrocado cementado cementada e= 0,30 m	m2	3.384,34	\$ 181,31	\$ 613.624,16
5.5	Revestimiento de la obra descarga con enrocado cementado cementada e= 0,30 m	m2	1.360,00	\$ 181,31	\$ 246.585,41
5.6	Hormigón H-25 - Tabique central	m3	775,56	\$ 1.844,84	\$ 1.430.784,89
5.7	Hormigón H-25 - Infraestructura Puentes sobre Canal de Drenaje Prog 550 y Prog 1270	m3	138,50	\$ 1.844,84	\$ 255.510,48
5.8	Hormigón H-30 - Superestructura Puentes sobre Canal de Drenaje Prog 550 y Prog 1270	m3	151,00	\$ 1.844,84	\$ 278.570,99
5.9	Armadura de acero colocada	tn	77,14	\$ 19.708,82	\$ 1.520.419,55
5.10	Provisión y colocación de Juntas en los saltos	m	84,70	\$ 82,81	\$ 7.013,77
5.11	Provisión, transporte y colocación de gaviones Puentes Prog 550 y Prog 1270 1 X 1 X 0,5	U	240	\$ 306,51	\$ 73.562,40
5.12	Provisión, transporte y colocación de Baranda metálica Tipo DNV	m	160,00	\$ 762,44	\$ 121.990,40
5.13	Terraplén Lateral canal de drenaje incluido camino de servicio	m3	9.970,33	\$ 64,49	\$ 642.948,76
5.14	Hormigón H25 para sumideros	m3	11,31	\$ 1.844,84	\$ 20.861,46
5.15	Provisión transporte y coocación de caño de PVC Ø600	m	400,00	\$ 1.620,03	\$ 648.012,00
					\$ 17.531.285,88
6	Obra de toma para riego arbolado público				
6,1	Excavación	m3	1.743,82	\$ 47,52	\$ 82.871,56
6,2	Hormigón H-25	m3	82,48	\$ 1.844,84	\$ 152.162,49
6,3	Armadura de acero colocada	tn	4,95	\$ 19.708,82	\$ 97.558,66
6,4	Provisión transporte y colocación de rejas	kg	336	\$ 174,82	\$ 58.757,47
6,5	Provisión transporte y colocación de ataguia	kg	442	\$ 174,82	\$ 77.323,51

Continúa en la página siguiente >>

>> Viene de la página anterior.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
6,6	Provisión transporte y colocación de reja sobre estructura metálica -cámara de filtrado	kg	24	\$ 174,82	\$ 4.281,38
6,7	Provisión transporte y colocación de Manifold Ø250 3 ingresos Ø190 SAE 1010	tn	0,23	\$ 41.005,02	\$ 9.431,15
6,8	Provisión transporte y colocación de Manifold Ø250 4 ingresos Ø125 SAE 1010 p/filtros	tn	0,35	\$ 41.005,02	\$ 14.351,76
6,9	Provisión transporte y colocación de Manifold Ø250 4 egreso Ø125 SAE 1010 d/filtros	tn	0,35	\$ 41.005,02	\$ 14.351,76
6,10	Provisión transporte y colocación de filtros de cartucho Ø125	U	4	\$ 5.479,86	\$ 21.919,44
6,11	Provisión transporte y colocación de accesorios	Gl	1	\$ 119.037,10	\$ 119.037,10
6,12	Sala de máquinas Obra civil y Equipamiento	Gl	1	\$ 147.000,00	\$ 147.000,00
6,13	Provisión, transporte e instalación de equipamiento de bombeo Q=15 m ³ /s y H=31 m	U	3	\$ 37.600,00	\$ 112.800,00
6,14	Provisión, transporte e instalación de mecanismo de izaje 3 tn s/especificación	Gl	1	\$ 23.500,00	\$ 23.500,00
6,15	Provisión, transporte e instalación de conducto de PVC perfilado Ø1200	m	25,80	\$ 1.560,17	\$ 40.252,33
					\$ 975.598,60
7	Canal Reservorio para riego de cortina forestal y sistema de riego de arbolado público				
7.1	Excavacion para canales	m ³	6.042,89	\$ 47,52	\$ 287.176,26
7.2	Terraplenamiento de canales	m ³	227,55	\$ 64,49	\$ 14.673,83
7.3	Revestimiento de la sección del canal con hormigón H25 e= 6 cm	m ²	8.759,50	\$ 256,07	\$ 2.243.011,88
7.4	Provisión y colocación de Juntas	m	3.034,00	\$ 82,81	\$ 251.237,04
7.5	Provisión, transporte e instalación de conducto de PVC perfilado Ø1200 - Cruce RP13	m	15,00	\$ 1.560,17	\$ 23.402,52
7.6	Provisión, transporte e instalación de conducto de PVC perfilado Ø1200 - Cruce Ruta	m	20,00	\$ 1.560,17	\$ 31.203,36

Continúa en la página siguiente >>

>> Viene de la página anterior.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
7.7	Provisión y colocación de caño de PVC Ø250 - C6	m	1.250,56	\$ 246,66	\$ 308.463,13
7.8	Provisión y colocación de caño de PVC Ø225 - C6	m	357,58	\$ 205,24	\$ 73.389,72
7.9	Provisión y colocación de caño de PVC Ø200 - C6	m	777,84	\$ 164,49	\$ 127.946,90
7.10	Provisión y colocación de caño de PVC Ø160 - C6	m	233,50	\$ 117,14	\$ 27.352,19
7.11	Provisión y colocación de caño de PVC Ø140 - C6	m	546,32	\$ 97,12	\$ 53.058,60
7.12	Provisión y colocación de caño de PVC Ø110 - C6	m	787,73	\$ 70,88	\$ 55.834,30
7.13	Provisión y colocación de caño de PVC Ø63 - C6	m	2.691,94	\$ 40,06	\$ 107.839,12
7.14	Provisión y colocación de caño de PVC Ø50 - C6	m	14.532,01	\$ 36,57	\$ 531.435,61
7.15	Provisión y colocación de caño de PE Ø3/4"	m	61.905,30	\$ 15,74	\$ 974.389,42
7.16	Excavación para colocación de cañería	m3	19.512,67	\$ 33,18	\$ 647.477,36
7.17	Excavación con tunelera para cruces de calle con cañería entre 250 -200 mm	m	90,00	\$ 3.405,10	\$ 306.459,18
7.18	Excavación con tunelera para cruces de calle con cañería < 110 mm	m	1.284,00	\$ 753,45	\$ 967.428,26
7.19	Entrega a cada árbol	U	6.191,00	\$ 215,50	\$ 1.334.160,50
7.20	Provisión y colocación de valvula de aire triple efecto Ø80 - Incluye Cámara - Impulsión	U	8	\$ 10.631,95	\$ 85.055,57
7.21	Provisión y colocación de valvula de aire doble efecto Ø50 - Incluye Cámara - Impulsión	U	40	\$ 4.607,26	\$ 184.290,29
7.22	Provisión y colocación de valvula de aire simple efecto Ø1/2" - Distribución	U	306	\$ 396,74	\$ 121.401,83
7.23	Provisión y colocación de valvula reguladora de presión Ø100	U	1	\$ 37.573,60	\$ 37.573,60
7.24	Provisión y colocación de valvula de desagüe Ø100 - Impulsión	U	2	\$ 10.902,30	\$ 21.804,59
7.25	Provisión y colocación de valvula de desagüe Ø80 - Impulsión	U	5	\$ 10.187,82	\$ 50.939,08

Continúa en la página siguiente >>

DISEÑO DE CRIADERO DE SALMÓNIDOS Y RED DE RIEGO URBANO COMANDANTE LUIS PIEDRA BUENA

>> Viene de la página anterior.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
7.26	Provisión y colocación de valvula Mari- posa Ø50 - Derivación	U	49	\$ 3.464,96	\$ 169.782,88
7.27	Provisión y colocación de valvula seccio- nadora Ø50 - Derivaciones Ø50 o Ø63	U	29	\$ 452,35	\$ 13.118,21
7.28	Ejecución de Cámara de descarga	U	1	\$ 4.495,71	\$ 4.495,71
7.29	Provisión transporte y colocación de ac- cesorios entrega manzanero Ø63 o Ø19	U	19	\$ 602,87	\$ 11.454,53
7.30	Provisión transporte y colocación de ac- cesorios entrega manzanero Ø50 o Ø19	U	139	\$ 592,09	\$ 82.300,51
7.31	Provisión transporte y colocación de ac- cesorios de PVC en red	Gl	1	\$ 101.359,92	\$ 101.359,92
7.32	Rotura y reparación de veredas	m2	25.286,55	\$ 146,25	\$ 3.698.157,94
					\$ 12.947.673,84
8	Sistema de abastecimiento eléctrico				
8.1	Línea Aérea de Media Tensión	Km	12	\$ 279.233,31	\$ 3.350.799,72
8.2	Transformadores de potencia	c/u	2	\$ 934.153,58	\$ 1.868.307,16
8.3	Transformador de servicios	c/u	1	\$ 47.041,91	\$ 47.041,91
8.4	Tableros de Media, Baja Tensión	GL	1	\$ 710.649,82	\$ 710.649,82
8.5	Grupo Electrógeno de Emergencia	GL	1	\$ 165.976,13	\$ 165.976,13
8.6	Subestación Transformadora Aérea	GL	1	\$ 64.159,73	\$ 64.159,73
					\$ 6.206.934,47
9	Caminos de servicio				
9.1	Terraplén zona reservorio	m3	5.876,00	\$ 64,49	\$ 378.920,91
9.2	Terraplén publicos y de mantenimiento	m3	1.650,08	\$ 64,49	\$ 106.407,39
9.3	Terraplén en ingresos a obra desde ca- mino público	m3	879,84	\$ 64,49	\$ 56.737,54
9.4	Excavación para conformacion de la sección	m3	1.125,00	\$ 47,52	\$ 53.463,38
					\$ 595.529,21
Total presupuesto de obra					\$ 148.566.325,97

Conclusiones

El proyecto desarrollado deja planteadas dos interesantes obras. La red de riego de arbolado público lo es particularmente para la localidad, porque contribuye desde distintos puntos de vista (ecológico, sanitario, arquitectónico, etc.) a su ya reconocida buena calidad de vida. Por su parte, las obras referidas al criadero de salmónidos son de carácter relevante a nivel regional, inclusive para la totalidad de la provincia, ya que brindan la posibilidad de que se instale una actividad productiva y comercial pionera en su tipo, tanto por el producto en sí, como por su magnitud.

Ambas propuestas de obras son independientes una de la otra, por lo que su planificación y ejecución pueden llevarse a cabo en distintos momentos, lo que permite una adecuada flexibilidad en la obtención y erogación del recurso económico necesario.

Es menester mencionar nuevamente la estrecha vinculación que existe entre la obra del criadero y la de provisión de energía eléctrica a la zona, ya sea por expansión hacia el sur del sistema eléctrico interconectado o por la concreción de las represas hidroeléctricas sobre el río Santa Cruz, puesto que sin esto se debería incorporar a las obras un sistema de abastecimiento alternativo.

