

APROVECHAMIENTO DEL SUPERÁVIT HÍDRICO PRODUCTO DEL TRASVASE DEL RÍO GRANDE AL RÍO ATUEL

CÁTEDRA: Proyecto Final

PROFESORES: Ing. VILCHES, Roberto; Ing. REVIGLIO, Hugo

ALUMNAS: BIONDI, María Luisina; CAMPI, Paula; MOSCARDO, María Luz

AÑO: 2016

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todos los educadores de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional San Rafael, por su formación integral constante a lo largo de nuestras carreras, y en especial a los Ingenieros Roberto Biondi y Roberto Vilches por su colaboración incansable y desinteresada, sin la cual no hubiese sido posible realizar este trabajo.

A nuestras familias y seres queridos por ser el apoyo incondicional y gran parte de este logro.

RESUMEN

La realización del trasvase de un caudal de $34\text{m}^3/\text{s}$ desde el Río Grande al Río Atuel, permitirá un aumento de la superficie cultivada de 60.000ha en el oasis sur de Mendoza. El fin del presente proyecto es promover el desarrollo sostenido de las nuevas áreas de riego. Para mejorar la explotación del agua excedente, se plantea como objetivos: aumentar la eficiencia del sistema, permitir el uso del recurso hídrico a la demanda e incorporar innovaciones tecnológicas.

El trabajo se limita a un área de 3.150ha , donde se analizan distintas alternativas de distribución y manejo del agua. Como resultado, se determina la conveniencia de una red de distribución de agua por gravedad, con balsas de almacenamiento y sistema de riego presurizado en cada parcela. Se obtiene una eficiencia total en el sistema de riego superior al 75%. La evaluación social del proyecto arroja un valor actual neto positivo. Se elabora un plan de mitigación de impactos y un plan de contingencias que posibiliten la sustentabilidad ambiental. Se identifican el marco legal, jurídico e institucional.

Palabras Clave: red de riego, sistemas de riego presurizados, balsas de almacenamiento, trasvase.

ABSTRACT

Water surplus exploitation resulting from the transfer of “Río Grande” to “Río Atuel”

If “Río Grande” transfers a flow of $34\text{m}^3/\text{s}$ to “Río Atuel”, the cultivated area will be increased by 60.000 hectares in the southern oasis of Mendoza. The purpose of this project is to promote the sustainable development of new irrigation areas. To improve the excess flow exploitation, our work has as objects: to increase irrigation efficiency, to allow the use of water on demand and to incorporate technological innovations.

The project was limited to an area of 3.150 hectares, where different distribution and water management alternatives were analysed. The results show it is convenient to make a gravitational irrigation network, to place a storage reservoir on each property, and to implement pressurized irrigation in all lots. Efficiency in the system greater than 75% was obtained. Impact mitigation plan was developed to achieve environmental sustainability. The legal and institutional framework was identified.

Key Words: irrigation network, pressurized irrigation systems, storage reservoir, transfer.

Contenido

AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	5
ABSTRACT.....	5
INTRODUCCIÓN.....	13
ANTECEDENTES.....	14
Aprovechamiento Integral del Río Grande – Trasvase del Río Grande al Atuel	14
Proyecto de apoyo a la modernización del riego en la provincia de Mendoza	18
Criterios para el dimensionamiento de redes de riego robustas frente a cambios en la alternativa de cultivos.....	19
Presión y caudal necesarios en cabecera de redes de riego a la demanda según la calidad de servicio deseada	20
Desempeño del riego superficial en la zona de regadío de la cuenca del Río Diamante, San Rafael, Mendoza	20
Ampliación del revestimiento del Canal Marginal Izquierdo del Río Diamante	20
JUSTIFICACIÓN	22
DIAGNÓSTICO	23
Área bajo estudio.....	23
Destinatarios.....	23
Problema.....	23
Causas	24
Insuficiencia hídrica	24
Incertidumbres en el mercado del producto.....	24
Efectos	25
Decrecimiento de la industria	25
Caída del sector terciario.....	25
Desaprovechamiento de tierras aptas para cultivo.....	25
Desarrollo regional limitado	25
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	26
Objetivos.....	26
Objetivos Generales	26
Objetivos Específicos	26
Fines.....	26
Localización.....	26
Tamaño	27
MARCO TEÓRICO	29
Flujo en canales abiertos	29
Tipos de flujo	29
Estado de flujo.....	29
Flujo en tuberías forzadas	30
Tramos sin pérdidas locales.....	30
Tramos con pérdidas locales	31
Sistemas de riego.....	31
Riego por gravedad.....	32
Riego por aspersión	32
Riego localizado	33
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	34

Alternativa 1	34
Sistema de aplicación	34
Sistema de distribución	34
Sistema de conducción	34
Alternativa 2	34
Sistema de aplicación	34
Sistema de distribución	34
Sistema de conducción	34
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	35
Zona de riego	35
Clima del área de influencia	35
Caracterización de los suelos.....	36
Alternativa de cultivos	39
Estudio de mercado de productos	39
Modelos de unidad productiva más conveniente	40
Definición de los emprendimientos agropecuario, forestal y ganadero	41
Localización de los emprendimientos agropecuario, forestal y ganadero	43
Definición de cultivos en zona de riego.....	44
Parcelamiento.....	44
Demanda hídrica.....	45
Evapotranspiración de referencia	46
Coeficientes de cultivo	47
Precipitación Efectiva	47
Necesidad de Riego	48
Alternativa 1.....	49
Sistema de aplicación	49
Eficiencias de aplicación	50
Período punta de consumo	50
Dotación de riego	51
Presión necesaria.....	52
Sistema de distribución	52
Eficiencia de distribución.....	53
Caudales de diseño.....	53
Dimensionamiento de la red	56
Equipos de bombeo.....	60
Sistema de conducción	62
Eficiencia de conducción	63
Caudales de diseño.....	63
Diseño hidráulico de secciones.....	63
Regulación de niveles	65
Alternativa 2.....	68
Sistema de aplicación	68
Eficiencias de aplicación	68
Período punta de consumo	69
Dotación de riego	69
Balsas de almacenamiento	70
Presión necesaria.....	72

Bombeo interno.....	72
Sistema de distribución	73
Eficiencia de distribución.....	74
Caudales de diseño.....	74
Diseño hidráulico de secciones.....	75
Obras de derivación.....	77
Sistema de conducción	86
Eficiencia de conducción	87
Caudales de diseño.....	87
Diseño hidráulico de secciones.....	88
Obras de derivación.....	91
SELECCIÓN DE ALTERNATIVA.....	94
Evaluación social de Alternativa 1	94
Costos a precios de mercado.....	94
Costos a precios sociales	96
Beneficios sociales.....	98
Flujo de Caja	98
Indicador de rentabilidad social	98
Evaluación social de Alternativa 2	99
Costos a precios de mercado.....	99
Costos a precios sociales	101
Beneficios sociales.....	103
Flujo de Caja	103
Indicador de rentabilidad social	103
Comparación de alternativas.....	104
DISEÑO HIDRÁULICO.....	105
Zona de riego	105
Alternativa de cultivos	106
Demanda hídrica.....	108
Sistema de aplicación	110
Eficiencias de aplicación	110
Período punta de consumo	111
Dotación de riego	111
Balsas de almacenamiento	111
Bombeo interno.....	112
Sistema de distribución	113
Rasantes	115
Eficiencia de distribución.....	116
Caudales de diseño.....	116
Diseño hidráulico de secciones.....	116
Obras de derivación.....	131
Transiciones.....	155
Sistema de conducción	159
Rasantes	160
Eficiencia de conducción	160
Caudales de diseño.....	160
Diseño hidráulico de secciones.....	160

Obras de derivación.....	166
Transiciones.....	186
Resumen de secciones hidráulicas	187
Secciones tipo en canal de red secundaria.....	188
Secciones tipo en hijuelas de red terciaria	191
Partidores tipo.....	193
Transiciones.....	209
DISEÑO ESTRUCTURAL.....	223
Generalidades.....	223
Modelo estructural.....	223
Análisis de cargas.....	223
Cargas permanentes.....	224
Presión de fluidos	226
Presión lateral de suelo	228
Sobrecarga.....	230
Acción sísmica.....	233
Estados y combinaciones de cargas	239
Análisis estructural	242
Diseño flexo – axial.....	246
Verificación a esfuerzos cortantes.....	254
DISEÑO CALZADAS	256
Diagnóstico	256
Tránsito.....	257
Organización del sistema.....	257
Diseño de la infraestructura	258
Características del suelo.....	258
Características climáticas.....	258
Clasificación del suelo.....	259
Selección de calzada	261
Diseño geométrico	262
Obras de cruce.....	263
Ejecución de la rasante.....	264
RED DE DRENAJE.....	266
Diagnóstico	266
Drenaje	266
Organización de la red	267
Diseño de la infraestructura	267
Característica de los drenajes.....	268
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	270
Movimiento de suelos	270
Preparación del Terreno.....	270
Desmonte	270
Terraplén	270
Excavaciones.....	271
Perfilado, Refino y Rasanteo	272
Transporte de suelo dentro de la obra.....	273
Carga de tierra sobrante.....	273

Hormigón	273
Aplicación en estructuras	273
Materiales.....	274
Propiedades.....	276
Elaboración	279
Transporte	280
Colocación	282
Compactación	287
Protección y curado.....	288
Encofrados y puntales	292
Tolerancias de alineamientos, niveles y espesores	293
Ensayos	294
Aceros	295
Tipo de acero	295
Acopio.....	296
Cortado y doblado de barras de acero	296
Colocación	297
Anclaje	298
Juntas	299
Juntas de contracción.....	299
Juntas de construcción o de trabajo.....	299
Drenaje	300
Materiales.....	301
Colocación	302
Balsas	303
EVALUACIÓN ECONÓMICA	304
Costos a precios de mercado.....	304
Costos de inversión pública.....	304
Costos de inversión privada.....	304
Costos a precios sociales	307
Costos de inversión pública.....	307
Costos de inversión privada.....	308
Costos de operación	308
Beneficios sociales	308
Flujo de fondos	309
Indicador de rentabilidad social	310
Sostenibilidad y fuentes de financiamiento	310
Fuentes internacionales	310
Fuentes nacionales	312
Fuentes provinciales.....	313
EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	315
Objetivos.....	315
Base cero	315
Generalidades.....	315
Evaluación de impacto ambiental.....	331
Factores ambientales considerados para la evaluación	331
Análisis de impacto ambiental.....	333

PLAN DE MITIGACIÓN	358
Fase de construcción	358
Fase de funcionamiento	360
Fase de abandono	361
Plan de contingencia.....	363
Marco legal	363
Conclusión	366
COMPONENTE JURÍDICO LEGAL	367
Legislación de aguas en Mendoza (ley general de aguas de 1884)	367
Principio de inherencia	367
Principio de las obras hidráulicas	367
Principio de concesión legal	368
Servidumbres.....	369
Política y planificación hídrica	370
Cláusulas sin perjuicios a terceros.....	371
Regulación de las tierras con derecho al aguas producto del trasvase	371
Tenencia de la tierra - el minifundio como un problema económico, político y social.....	372
Regulación de las aguas del trasvase.....	390
Proyecto de ley - básico.....	392
Proyecto de ley - alternativo	401
Conclusión evaluación jurídico legal.....	409
MARCO POLÍTICO INSTITUCIONAL.....	411
Ámbito Nacional	411
Manejo del Agua.....	411
Uso de la tierra	415
Organismos interjurisdiccionales.....	418
Manejo del Agua.....	418
Ámbito provincial.....	419
Manejo del Agua.....	419
Uso de la tierra	421
Ámbito departamental	426
Conclusión evaluación político institucional.....	426
CONCLUSIÓN.....	428
BIBLIOGRAFÍA.....	429
APÉNDICE	431
Índice de figuras.....	431
Índice de tablas.....	435
PLANOS GENERALES	442

Aprovechamiento del superávit hídrico producto del trasvase del Río Grande al Río Atuel

INTRODUCCIÓN

La provincia de Mendoza está ubicada en una zona clasificada como desértica y semidesértica. Debido a esto, el aprovechamiento de las aguas de sus ríos es lo que permite el establecimiento de ciudades y zonas agrícolas.

El desarrollo socio-económico de la región depende principalmente de la producción agropecuaria, siendo la disponibilidad de riego artificial lo que ha posibilitado la creación de oasis. Pero en las últimas décadas ha habido grandes disminuciones del área cultivada, debido a diversos factores entre los que se incluyen: escasez de agua, baja eficiencia en el uso del recurso, inestabilidad de los precios agrícolas, créditos insuficientes para los productores, falta de asistencia técnica y de transferencia tecnológica, ausencia de prácticas agrícolas modernas, plagas en cultivos y daños por granizo.

Es ampliamente conocido que el agua constituye un recurso escaso, imprescindible para el desarrollo humano y cuya disponibilidad en condiciones adecuadas no resulta fácil de garantizar. Nuestra provincia dispone de precipitaciones pluviales anuales del orden de los 200mm, lo que no permite desarrollo agropecuario alguno. Por esta razón, aun cuando se dispone de tierras aptas desde un punto de vista agronómico, su explotación sólo resulta factible a partir de la implementación de riego artificial.

La posibilidad cierta de lograr una ampliación efectiva del área bajo riego sólo tendrá lugar con la disponibilidad de volúmenes de agua adicionales. La realización del trasvase de un caudal de $34\text{m}^3/\text{s}$ desde el Río Grande al Río Atuel, admitirá un aumento de la superficie cultivada de 60.000ha en los departamentos de San Rafael, General Alvear y Malargüe.

Para suministrar agua a las zonas nuevas no sistematizadas actualmente, se requiere un conjunto de obras hidroagrícolas de ingeniería, diseñadas según su localización respecto a las fuentes de agua, los requerimientos particulares y las demandas hídricas.

En el presente proyecto se aborda la resolución de una red de riego en las zonas mencionadas, con la premisa de aprovechar convenientemente el futuro superávit hídrico factible en la región.

ANTECEDENTES

A continuación se resumen los principales antecedentes tenidos en cuenta para la realización del presente trabajo.

Aprovechamiento Integral del Río Grande – Trasvase del Río Grande al Atuel

El Acuerdo Interprovincial celebrado entre las provincias ribereñas del Río Colorado y sus tributarios en el año 1976, otorgó a la Provincia de Mendoza el uso consuntivo de un caudal medio de 34 m³/s proveniente de la cuenca del Río Grande para su trasvase a la cuenca del Río Atuel.

A partir de esta posibilidad de utilización, la Provincia de Mendoza ha desarrollado estudios de diferentes niveles y alcances para trasvasar el caudal medio anual asignado de la cuenca del Río Grande al Río Atuel, contemplando conjuntamente el aprovechamiento del mismo río en la parte de la cuenca que se encuentra dentro del territorio provincial.

El proyecto se denomina *“Aprovechamiento Integral del Río Grande - Trasvase del Río Grande al Río Atuel”* y fue llevado a cabo durante el año 2000.

El caudal disponible para el trasvase a través del Aprovechamiento Integral del Río Grande es de importancia para la Provincia de Mendoza, desde el momento en que podría prácticamente duplicar el caudal medio del Río Atuel, posibilitando incrementar el desarrollo agropecuario en los Departamentos de San Rafael, General Alvear y Malargüe, a través de un aumento de las áreas bajo riego, como una consecuencia de la mayor oferta hídrica. Por otra parte, la mayor disponibilidad de agua, a partir del Trasvase, aumentará la producción de energía hidroeléctrica en las Centrales Nihuil I, Nihuil II, Nihuil III, Nihuil IV, y creará las condiciones para el establecimiento de eventuales nuevos emprendimientos hidroenergéticos en los ríos Grande y Salado.

A efectos de realizar los estudios a nivel de Inventario del Aprovechamiento Integral del Río Grande, esto es, definir la Alternativa más conveniente para el Trasvase, elaborar la Documentación Licitatoria para el llamado a Licitación, identificar y evaluar los proyectos de desarrollo agropecuario en los Departamentos involucrados de la Zona Sur de la Provincia de Mendoza y determinar las posibilidades de hidrogeneración factibles, el Ministerio de Ambiente y Obras Públicas de la Provincia de Mendoza encomendó al grupo formado por las firmas HARZA HISSA UTE la ejecución de las correspondientes tareas de consultoría.

Los Objetivos fijados por la Provincia de Mendoza para las tareas de consultoría que efectuó HARZA HISSA UTE fueron los siguientes:

- Objetivo 1 - Revisión del Esquema y Estrategia General del Proyecto y Selección de la Alternativa del Trasvase.
- Objetivo 2 - Estudios para el Aprovechamiento Hidroenergético de las Aguas del Trasvase en el Sistema Nihuales.

Objetivo 3 - Identificación de Estrategias, Formulación y Evaluación de Proyectos de Desarrollo en los Departamentos de San Rafael, General Alvear y Malargüe.

Objetivo 4 - Nuevas Presas de Regulación y Proyectos Hidroenergéticos.

Objetivo 5 - Elaboración de Términos de Referencia y Documentación. Licitatoria de las Obras de Tránsito.

En el presente trabajo de "Aprovechamiento del superávit hídrico producto del tránsito del Río Grande al Atuel", se hace hincapié en el llamado Objetivo 3, relacionado con Identificación de Estrategias, Formulación y Evaluación de Proyectos de Desarrollo en los Departamentos de San Rafael, General Alvear y Malargüe. Los estudios realizados por la consultora al respecto, fueron el punto de partida de nuestro proyecto.

Los trabajos para alcanzar el Objetivo 3 se desarrollaron en dos etapas bien definidas. En la primera de ellas, y a efectos de identificar los proyectos, se realizó un análisis con carácter de preliminar sobre los siguientes aspectos:

- Diagnóstico de la situación actual con y sin proyecto, tanto para las zonas nuevas a irrigar con aguas del tránsito cuanto para las actualmente sistematizadas.
- Marco jurídico - institucional actual y futuro, teniendo en cuenta las nuevas aguas de tránsito.
- Requerimientos hídricos de las nuevas zonas y de las actualmente cultivadas, considerando la red de riego mejorada.
- Posibles impactos ambientales a producirse con la ejecución de los proyectos.

En una segunda etapa, y para el cumplimiento del objetivo con carácter de definitivo, las metas alcanzadas reflejaron los siguientes productos finales:

- Análisis del marco jurídico - institucional, con sugerencias de estrategias posibles a adoptar por la Provincia de Mendoza, así como un Proyecto de Ley para regulación de las aguas del tránsito.
- Tres proyectos de riego en áreas nuevas, evaluados a nivel de prefactibilidad, para desarrollar aproximadamente 58.800 ha que se incorporarán al proceso productivo con aguas del tránsito.
- Un Plan de Modernización del sistema de riego existente que favorecerá a 180.753 ha actualmente sistematizadas.
- Análisis y valoración de los Impactos Ambientales como consecuencia de la ejecución de los Proyectos. Propuesta de planes de mitigación y monitoreo.
- Evaluación Socioeconómica de cada uno de los proyectos de riego y de los tres en conjunto.
- Directrices para la ejecución de un Plan Maestro de las Cuencas de los ríos Diamante, Atuel, Malargüe y Grande.

Se identificaron, formularon y evaluaron a nivel de prefactibilidad tres proyectos en áreas nuevas, con los cuales es posible incrementar la superficie de tierras bajo riego, en los departamentos de Malargüe, General Alvear y San Rafael, utilizando agua del tránsito del Río

Grande al Río Atuel. Incrementar la superficie de tierras bajo riego ha sido uno de los objetivos más importantes señalados por el Ministerio para cumplimentar con el trasvase. Con los tres proyectos de riego estudiados es posible irrigar una superficie bruta nueva estimada en 58.800 ha de acuerdo al siguiente detalle.

- Proyecto de riego Sector 3A, San Rafael, 25.650 ha.
- Proyecto de riego Sector 4, General Alvear, 25.650 ha.
- Proyecto de riego Sector 10, Malargüe, 7.460 ha.

Para la identificación de proyectos de riego en áreas nuevas se utilizaron criterios fundamentados en análisis de factores de suelo, clima y condiciones bioclimáticas; lo mismo que para su localización, considerando criterios relacionados con factores objetivos posibles de cuantificar, tales como mano de obra y transporte de materia prima, combinados con factores subjetivos como vivienda, educación y ambiente posibles de valorar en términos relativos.

Cada uno de los tres proyectos de riego incluye diversos cultivos a ser implantados y desarrollados con tecnologías modernas de riego y de manejo de cultivos bajo criterios empresariales, para cuyos productos vitivinícolas, frutícolas, hortícolas, ganaderos, forrajeros y forestales existen mercados.

Los tres proyectos de riego formulados están sustentados en estudios básicos de hidrología, topografía, suelos y mercados; en estudios agro-socio-económicos de unidades productivas favorables; en estudios de ingeniería incluida la determinación de la infraestructura básica y de riego requerida, acompañados de consideraciones ambientales y de estrategias indicativas para la identificación de inversionistas y de fuentes de financiamiento.

Cada uno de los proyectos de riego evaluados presenta rentabilidad financiera atractiva para los agricultores, ganaderos e inversionistas privados; y rentabilidad económica conveniente para la economía regional y el contexto del país.

Los cambios que ocurrirán con los nuevos desarrollos agropecuarios presentan impactos ambientales de poca relevancia o que son mitigables en gran medida. Estos impactos serán superados por los grandes beneficios socioeconómicos que los desarrollos previstos tendrán para los habitantes de las zonas favorecidas con los proyectos de riego que reactivarán la demanda de mano de obra, de bienes y servicios locales, con provechosos impactos para impulsar el desarrollo de otros sectores productivos de la economía mendocina.

Los centros de decisión gubernamental y los beneficiarios potenciales usuarios de riego e inversionistas, disponen de no menos de quince años para implementar los proyectos de riego después que se tome la decisión final de construir la obra del trasvase; tiempo durante el cual se podrán preparar los estudios de factibilidad y elaborar los respectivos diseños de construcción antes de proceder a implementar cada proyecto de riego.

Se identificaron a nivel de inventario infraestructuras de riego existentes en las zonas sistematizadas actualmente irrigadas, las condiciones actuales de organización y operación, las características y los problemas específicos en las mismas. Se estudió la infraestructura de riego requerida adicional; se propuso un programa de estrategias agro-socio-económicas para

desarrollos productivos y se estructuró la formulación del Plan de Modernización y Ampliación de las áreas sistematizadas existentes.

La problemática existente en los sistemas de riego abarca diversos aspectos. Entre ellos, hay problemas aluvionales y de drenaje, principalmente en Diamante y Atuel, atribuibles a la falta de capacidad de los cauces o de estructuras, como también a los colectores sin solución de descarga; las redes de drenaje son incompletas; existen largos tramos de canales de riego con elevadas pérdidas por infiltración; sectores con problemas de inestabilidad denominados “volcanes”; no existen programas de mantenimiento adecuados. Hay limitación del recurso hídrico superficial, por escasez, con relación a la superficie de dominio de la infraestructura de riego existente, principalmente en áreas de los sistemas de riego del Atuel y después del Diamante; se encuentran sectores regados con agua de colectores y drenajes con aguas de baja calidad, concentraciones salinas y residuos de productos químicos. En el caso de Malargüe no existe dicha limitación porque la dotación hídrica es mayor y se dispone de caudales suficientes de agua superficial.

La eficiencia global del uso del agua es muy baja, incluidas las eficiencias de conducción, distribución y aplicación. El método predominante de riego predial, es el método tradicional por gravedad; en surcos para la vid, frutales, hortalizas y forestales; por medio de melgas o manto en pasturas y forrajes. La actual eficiencia global es: 32% en el sistema de riego Diamante, 28% en el sistema de riego Atuel y 27% en Malargüe.

Con todo, del área empadronada estimada en 180.753 ha favorecidas con la infraestructura de los sistemas de riego existentes del Diamante, Atuel y Malargüe, apenas el 44% de la superficie se encuentra bajo cultivo, esto es, unas 79.200 ha. Se encuentran aproximadamente 100.000 ha sin cultivo en Atuel y Diamante, siendo la situación más crítica en Atuel.

Se ha formulado un plan de modernización mediante el cual se busca reactivar el desarrollo económico productivo en áreas de los sistemas de riego existentes, mediante el aprovechamiento adecuado de los recursos suelo, agua e infraestructura hidráulica disponibles. Para llevar a cabo el plan propuesto, es indispensable la participación activa de los usuarios, beneficiarios directos de las obras hidráulicas construidas con fondos públicos.

Con los estudios preparados por HARZA HISSA UTE, la Provincia de Mendoza cuenta con un prospecto de tres nuevos proyectos de riego y un plan de modernización de sistemas de riego existentes, además de un marco jurídico para la regulación del agua del trasvase y un estudio de factibilidad ambiental. Todo esto acompañado de un conjunto de importantes conclusiones y recomendaciones, con un plan de acciones claves sugeridas para ser implementadas de inmediato con el propósito de impulsar y reactivar el desarrollo la zona sur en los departamentos San Rafael, General Alvear y Malargüe.

La Provincia debe asegurar la oportunidad de llevar adelante las recomendaciones propuestas teniendo en cuenta el rol estratégico que seguirá ocupando el agua en el desarrollo futuro de la zona sur que dispone de las condiciones geopolíticas necesarias para acompañar los nuevos desafíos que plantea la reactivación de la economía y la esperanza de la población de ver mejorado su bienestar y el de futuras generaciones.

Proyecto de apoyo a la modernización del riego en la provincia de Mendoza

En Diciembre de 1999, el Gobierno de Francia, a través del FASEP (Fondo de Apoyo al Sector Privado), otorgó una donación de FF 3.500.000 (equivalente a US\$ 549.912) para contribuir a la implementación del “*Proyecto de Apoyo a la Modernización del Riego en la Provincia de Mendoza*” a través de la realización de estudios por la Empresa de Desarrollo Regional francesa BRL.

En este marco, se realizaron en el año 2001 los siguientes informes:

- Tomo 1: Situación del sector irrigado de la provincia.
- Tomo 2: Plan rector de modernización de la agricultura regada del oasis del Río Diamante.
- Tomo 3: Zona test y piloto Monte Comán.
- Tomo 4: Zona piloto Canal Gutiérrez.
- Tomo 5: Zona test de Ñango.

El objetivo general del proyecto es facilitar el acceso de cualquier categoría de usuarios a técnicas de riego que posibiliten un aumento de su renta, a través de la adecuación de la producción agrícola a las exigencias del mercado y un uso más eficiente del agua.

En el presente trabajo de “Aprovechamiento de superávit hídrico producto del trasvase del Río Grande al Atuel” se tomó como referencia principalmente el Tomo 3, orientado a Monte Comán. A continuación se listan las conclusiones obtenidas a partir del diagnóstico de la zona y las propuestas de desarrollo incluidas en el informe.

La zona se caracteriza por una fuerte tasa de abandono de los padrones (79%) debido a problemas físicos como revenimiento y salinización de tierras, incrementados por un decaimiento económico del distrito a nivel de las actividades agrícolas y no agrícolas.

Las producciones presentan baja rentabilidad debido al fuerte impacto de las contingencias climáticas en cultivos perennes, estos últimos presentando débiles resultados físicos (con edad elevada, con itinerario técnico inadecuado y/o incompleto). Hay dificultad para poner los productos en el mercado por problemas de calidad de productos, falta de planeamiento de la comercialización y de conocimiento sobre requisitos de compradores y consumidores.

La dotación de agua no es satisfactoria debido a su variabilidad geográfica y temporal y a la rigidez del sistema de turnado. Además el manejo del riego dentro de las parcelas es inadecuado ya que no toma en cuenta las necesidades reales de los cultivos.

El drenaje de la zona, pese a pequeñas inversiones de emergencia realizadas años atrás, presenta todavía puntos críticos como el de los cruces del ferrocarril.

Las actividades previstas en el informe del proyecto de mejoramiento de riego para la zona piloto de Monte Comán abarcan:

- Apoyo a la agricultura: fortalecimiento de las explotaciones en actividad a través de otorgamiento de créditos; mejoramiento del manejo del cultivo desde el itinerario técnico a seguir hasta la optimización del riego en la parcela; integración con polos de producción y con comerciantes; remate de propiedades abandonadas; capacitación de jóvenes agricultores; atracción de inversores solventes en la zona.
- Modernización hidráulica: modernización del riego gravitacional; mejoramiento de la distribución del agua.
- Administración del agua: seguimiento de la problemática del agua subterránea para limitar infiltraciones in situ; capacitación y fortalecimiento institucional de la inspección de cauce.

El proyecto para la zona test de Monte Comán beneficia a la casi totalidad de los productores en actividad, visando el fortalecimiento de las estructuras de las explotaciones actuales, garantizando la sucesión y volviendo a crear un dinamismo de la actividad agrícola.

La asistencia técnica al proyecto se visualiza como la continuación del convenio, utilizando las mismas inversiones, no generando de esta forma nuevos costos. El perfil institucional de la asistencia técnica sería compuesto de ingenieros locales permanentes, asesorados de manera temporaria por expertos locales e internacionales.

Crterios para el dimensionamiento de redes de riego robustas frente a cambios en la alternativa de cultivos

Uno de los antecedentes tenidos en cuenta en el presente proyecto es la tesis doctoral realizada por el ingeniero Alfredo Granados García, en la Universidad Politécnica de Madrid, durante el año 2013.

El objetivo del trabajo fue conocer la capacidad de las redes de riego para atender durante la explotación variaciones de la demanda por encima de las condiciones de diseño, su holgura para hacer frente a los incrementos de consumo, la influencia funcional y económica que tienen los parámetros de riego y sus características diferenciales, y como objetivo final, formular las criterios y recomendaciones prácticas para el dimensionamiento de redes robustas aplicables al proyecto de nuevas zonas regables y a la modernización de las existentes.

La síntesis de su contenido es la siguiente:

- Capítulo 1: Introducción y glosario.
- Capítulo 2: Revisión bibliográfica sobre el estado de conocimiento actual sobre el campo del dimensionamiento de redes colectivas de riego.
- Capítulo 3: Metodología de trabajo seguida.
- Capítulo 4: Actuaciones durante el desarrollo de la investigación.
- Capítulo 5: Conclusiones, recomendaciones y líneas de investigación futuras.
- Apéndice: Aplicación a un caso real de red de riego en Villoría, Salamanca.

Para el presente proyecto “Aprovechamiento del superávit hídrico producto del trasvase del Río Grande al Río Atuel” se tuvieron en cuenta principalmente los capítulos 2 y 5, y el apéndice.

Presión y caudal necesarios en cabecera de redes de riego a la demanda según la calidad de servicio deseada

Otro antecedente analizado en el presente proyecto, es el trabajo de investigación realizado por José Tarjuelo, en la Universidad de Castilla – La Mancha, en el año 2010. Fue financiado por el proyecto “Manejo eficiente del agua de riego y la energía en zonas semiáridas”, del Plan del Ministerio de Ciencia y Tecnología de España.

El objetivo del trabajo fue proponer y analizar un método de determinación de caudales circulantes por las líneas de una red de riego a la demanda basado, por una parte, en la asignación aleatoria de cultivos a cada parcela dependiendo de la alternativa de cultivos considerada para la zona regable, y por otra, en la apertura aleatoria de hidrantes, prestando especial atención al caudal en cabecera resultante. Una vez establecida la mejor estimación de los caudales circulantes por línea en el periodo de máximas necesidades, se compara este resultado con los valores medidos en una red de riego a la demanda situada en Tarazona de La Mancha, Albacete.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la gran influencia que tiene el consumo de agua de los cultivos en período punta sobre el caudal de diseño en cabecera. Aspecto clave para dimensionar adecuadamente la estación de bombeo y no tener fallos en el suministro de la red. Este período debe corresponder a unos pocos días, una semana por ejemplo, ya que puede haber diferencias significativas si se utilizan periodos muy grandes como puede ser un mes.

Desempeño del riego superficial en la zona de regadío de la cuenca del Río Diamante, San Rafael, Mendoza

Se usó como referencia para la realización del presente proyecto el informe referido al desempeño del riego superficial, realizado por el Departamento General de Irrigación en el año 2016, en el marco del balance hídrico de la cuenca del Río Diamante.

En el trabajo se presenta un estudio de las eficiencias de riego internas y externas, efectuado según muestreos, ensayos y mediciones en la cuenca mencionada. El trabajo se llevó a cabo con personal de la subdelegación, firmándose convenios de vinculación con el INTA Rama Caída, la UTN sede San Rafael, y la Tecnicatura Superior en Gestión de Recursos Hídricos, sede San Rafael.

Ampliación del revestimiento del Canal Marginal Izquierdo del Río Diamante

Se tuvo en consideración para la realización del presente trabajo, el proyecto final de carrera realizado por el ingeniero Pablo Francese, en la Universidad Tecnológica Nacional durante el año 2016.

El trabajo consiste en la ampliación del revestimiento de un canal localizado en el departamento de San Rafael. El tramo analizado es de 9km, actualmente excavado en tierra. En el proyecto se especifican las tareas de realización de estudios básicos, obras y puesta en funcionamiento.

De los 12 capítulos que comprende el documento, se analizó principalmente el capítulo 4 referido al balance hídrico del Río Diamante realizado por el Departamento General de Irrigación.

JUSTIFICACIÓN

Con la realización de la obra de trasvase del Río Grande al Río Atuel, la zona sur tendrá 34m³/s adicionales al agua disponible con que hoy cuentan los departamentos de San Rafael, General Alvear y Malargüe, para riego de cultivos de importante valor económico.

En principio han sido identificados varios sectores geográficos de tierras que podrían ser favorecidos con aguas del trasvase, entre ellos terrenos localizados en áreas nuevas que no disponen de agua como tampoco de obras, pero que tienen una gran importancia estratégica para ser desarrollados.

Para suministrar agua a estas zonas no sistematizadas actualmente, se requiere de la infraestructura hidroagrícola. A partir de esta necesidad surge la idea de nuestro proyecto, que tiene como objeto determinar y planificar las obras civiles que se precisan implementar en la zona sur de Monte Comán para poder aprovechar el superávit hídrico, consecuencia del trasvase. En general se trata de la construcción de obras de captación, conducción, distribución y suministro de agua para riego, redes viales, drenajes y desagües.

Las inversiones en proyectos de riego estimulan y promueven el desarrollo social. El impacto es mayor cuando se trata de irrigar nuevas áreas y mucho más cuando se trata de áreas que poco apoyo por largo tiempo han tenido.

La movilización de recursos impulsada por la construcción de obras es transitoria, pero su operación y mantenimiento es permanente, no tanto por las obras mismas sino por los desarrollos productivos que generan a todo lo largo de la cadena agroalimentaria, desde la siembra y cosecha de los cultivos hasta el consumo final de los productos obtenidos.

La creación de puestos de trabajo y la generación de empleo productivo es el primer efecto visible junto con nuevas demandas de bienes y servicios, crecientes con el tiempo. La simple expectativa de llegar a tener agua disponible para riego influye de modo importante en los pobladores del área que será beneficiada y en los habitantes de zonas circunvecinas.

El comportamiento social en su conjunto cambia y en consecuencia sus demandas sociales también: mejores servicios en educación, en salud y vivienda para mencionar los básicos, incluida la calidad del ambiente.

Se espera que los usuarios directos de los proyectos de riego y los pobladores en general participen también de beneficios generados por los nuevos emprendimientos, mejoren las condiciones de vida, la calidad de la misma y junto con ellas el bienestar social sostenido en la región.

DIAGNÓSTICO

En la fase de diagnóstico del proyecto en estudio, se recopiló y analizó información disponible para determinar el problema principal, sus causas y efectos, a partir de la herramienta metodológica de “árbol de problemas”.

Área bajo estudio

El área bajo estudio para el diagnóstico del presente proyecto es la cuenca del Río Atuel. Dicho cauce tiene nacimiento en la laguna del Atuel, ubicada en la alta cordillera mendocina, a una latitud aproximada de 30°40', al sureste del Paso Internacional Las Leñas. El río, de régimen nival y glacial, tiene una longitud de más de 600km, dando origen a una cuenca hidrográfica de 40.000km² localizada en las provincias de Mendoza y La Pampa. La cuenca superior se desarrolla desde el origen del río en el departamento de Malargüe (Mendoza), hasta el distrito El Sosneado, en el departamento de San Rafael (Mendoza). La cuenca media tiene inicio en la Depresión de los Huarpes, atraviesa el departamento de San Rafael de oeste a este, y luego con rumbo sur llega al departamento de General Alvear (Mendoza), alcanzando al distrito de San Pedro del Atuel. La cuenca inferior transcurre en la provincia de La Pampa, entre los departamentos de Chicalcó, Chalileo, Puelén y Limay Mahuida.

Destinatarios

Los beneficiarios directos del presente proyecto de desarrollo rural son quienes se dedican a las actividades agropecuarias (agricultores, ganaderos, empresas).

En primera instancia, puede clasificarse a los destinatarios directos en propietarios y no propietarios. Dentro del grupo de productores propietarios de la tierra que trabajan, se distinguen dos categorías: aquellos que orientan la producción al mercado externo, como grandes, medianas y pequeñas empresas; y otros que orientan su producción al mercado interno o al autoabastecimiento, como medianos productores y pequeños campesinos. Por otro lado, están los beneficiarios no propietarios, entre los que se incluyen: grandes arrendatarios, en general empresas que alquilan tierras para ganar escala; medianos arrendatarios, en proceso de crecimiento; y trabajadores rurales, que realizan la mano de obra de las actividades agropecuarias.

Como beneficiarios indirectos, se identifican las industrias y comerciantes vinculados con los productos agropecuarios generados por el proyecto. También resultan beneficiados dentro del sector terciario el área de transporte y turismo, fomentados por el desarrollo de la zona.

Problema

El problema principal identificado en el diagnóstico del área de proyecto es el **estancamiento del sector primario**. La producción agropecuaria de la cuenca del Río Atuel no presenta crecimiento y se halla en situación de vulnerabilidad.

Causas

Las causas de la problemática son múltiples y variadas. A continuación se listan aquellas identificadas y abordadas en el proyecto.

Insuficiencia hídrica

Una de las principales causas del estancamiento de la producción agropecuaria es que el agua resulta insuficiente para la expansión de los cultivos. Esto se debe a dos grandes motivos:

Escasez de agua

Por las características geográficas y climáticas de la zona, la provincia de Mendoza se clasifica como semidesértica. El promedio de precipitaciones pluviales anuales es del orden de 200mm, lo que resulta totalmente insuficiente. La disponibilidad de agua depende del régimen nival y glacial, que en el último tiempo ha sufrido detrimentos significativos, sumiendo al oasis en una emergencia hídrica.

Bajo aprovechamiento del recurso disponible

Por otro lado, gran parte del agua existente es derrochada. Enfocándonos en el sector productivo, este desaprovechamiento tiene origen en las bajas eficiencias de los sistemas de riego y en la poca flexibilidad para el uso del recurso.

Las eficiencias externas presentan disminuciones apreciables en aquellas conducciones si revestir, donde las pérdidas por infiltración resultan importantes. Las eficiencias internas muestran un importante déficit producto de técnicas de riego rudimentarias (melga, surco), donde gran parte del agua se pierde por evaporación e infiltración, y no sustenta efectivamente al cultivo.

Por otra parte, el sistema de turnados que se implementa en los sistemas de riego de la provincia no posibilita la adecuación a la demanda, lo que origina que en algunos horarios y días de la semana el agua no sea utilizada y en consecuencia, se pierda.

Incertidumbres en el mercado del producto

Otra gran causa del estancamiento del sector primario son los inconvenientes que presenta el mercado de los productos agropecuarios. Esto es:

Demanda inconsistente

Una de los grandes factores que perjudica al sector, es la inestabilidad de los precios agrícolas. Sumado a eso, la competencia con las grandes empresas colocan al pequeño productor en desventaja, dificultando la comercialización de sus bienes.

Oferta débil

La oferta productiva presenta importantes carencias, debido a limitaciones en calidad y cantidad. Los daños por plagas y granizo, el déficit en la asistencia técnica y tecnológica, la insuficiencia de capital y la escasez de créditos, motivan esta situación.

Efectos

A continuación se presentan los principales efectos identificados del estancamiento del sector primario.

Decrecimiento de la industria

El sector agropecuario es al primer eslabón de la cadena productiva. La involución de la producción imposibilita el crecimiento de la industria en la región.

Caída del sector terciario

Las mermas en la producción agropecuaria y la industria regional, inevitablemente impactan negativamente en el sector terciario. No sólo el comercio se ve perjudicado, sino también el área de servicios como transporte y turismo.

Desaprovechamiento de tierras aptas para cultivo

Otro efecto del estancamiento del sector primario es la inutilización de tierras potencialmente cultivables. Debido a esto se pierde el valor de las mismas. A su vez, el desaprovechamiento de los recursos disponibles atenta contra la sustentabilidad de la zona.

Desarrollo regional limitado

Todos estos efectos confluyen y dan origen al efecto final que es una **fuerte limitación del desarrollo regional**.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Para poder proponer soluciones al problema central diagnosticado en el área de estudio, se definen los objetivos del proyecto y los fines perseguido por el mismo. Además, se delimitan su localización y tamaño.

Objetivos

A partir del análisis del problema central y las causas del mismo, se determinaron los objetivos del proyecto.

Objetivos Generales

- Fomentar el crecimiento del sector agropecuario.
- Optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico.
- Mejorar el desempeño productivo.

Objetivos Específicos

- Aumentar las eficiencias del sistema de riego.
- Flexibilizar el uso del agua disponible.
- Implementar innovaciones tecnológicas adecuadas.

Fines

En función de los efectos identificados y de los objetivos propuestos, los fines o metas que persigue el proyecto son:

- Crecimiento del sector primario.
- Reactivación de la industria.
- Expansión del sector terciario.

Alcanzando de este modo el fin principal que es el **desarrollo regional sostenible**.

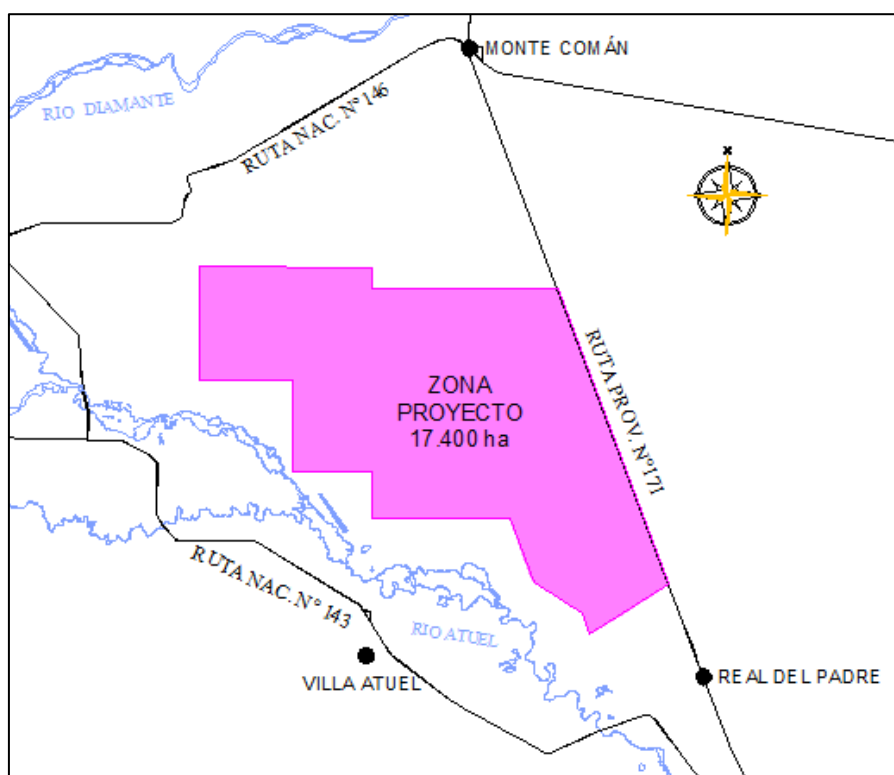
Localización

La macrolocalización del proyecto comprende el oasis sur de la provincia de Mendoza, principalmente los departamentos de San Rafael y General Alvear. En estas localidades se ubican las áreas de procesamiento, donde se industrializan los productos agrícolas y pecuarios relacionados con el proyecto de desarrollo; las áreas de transporte de dichos productos; las áreas urbanas y semiurbanas vinculadas al proyecto, como mercados, lugares de habitación de productores y lugares de procesamiento y transporte de los productos; y también, las áreas de influencia de mercado.

La microlocalización del proyecto abarca una zona rural de 17.400 hectáreas ubicada en el departamento de San Rafael, entre los distritos de Monte Comán y Real del Padre, al oeste de la Ruta Provincial 171 que comunica ambas localidades. En esta área se hallan las superficies destinadas a la producción agropecuaria, las destinadas a obras civiles (riego y transporte) y las de acopio de los productos generados. Esta ubicación responde a los estudios realizados en el

marco del trasvase del Río Grande al Río Atuel, donde se definen las nuevas áreas a regar con el agua excedente.

Figura 1. Área de Proyecto



Los criterios que utilizó la consultora HARZA-HISSA UTE para individualizar tales opciones surgieron de la documentación consultada y de opiniones vertidas por informantes calificados pertenecientes a las Subdelegaciones de Aguas de la provincia de Mendoza.

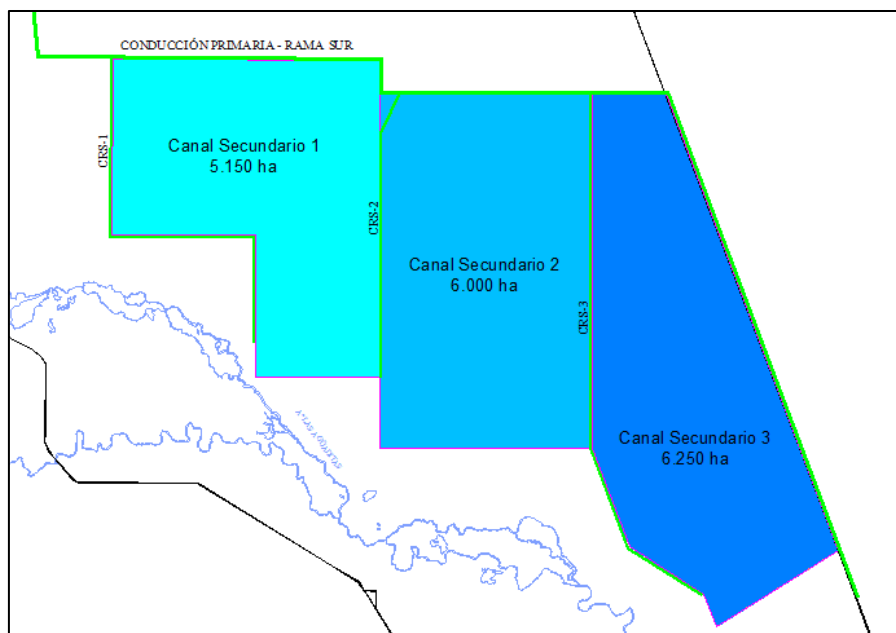
Luego se completó la identificación con el estudio de la aptitud de los suelos y el mercado de tierras. Los estudios fueron preparados por HARZA-HISSA UTE, en cumplimiento de los servicios de consultoría para el Aprovechamiento Integral del Río Grande - Traslase del Río Grande al Río Atuel en el año 1999, y por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA en el año 1982.

Tamaño

Para decidir los componentes del proyecto, se consideró como punto de partida el trabajo de consultoría del estudio del Aprovechamiento del Río Grande. En el mismo, se hallan diseñadas a nivel de factibilidad las siguientes obras: azud y obra de toma desde el Río Atuel al canal matriz; canal matriz; red de conducción primaria. Además, se dejan planteadas las trazas de la red de conducción secundaria y las unidades de riego.

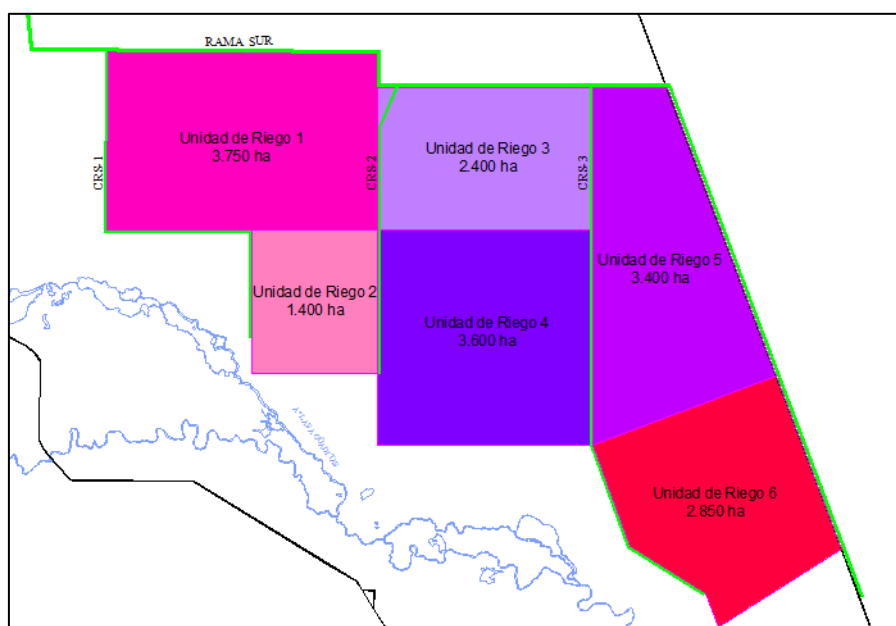
En la siguiente figura se muestra el trazado propuesto para la red secundaria y el área a la que serviría cada conducción.

Figura 2. Red de conducción secundaria



Las unidades de riego definidas en el proyecto del trasvase son las siguientes:

Figura 3. Unidades de riego



Por lo tanto el proyecto comprende la formulación a nivel de prefactibilidad de la red de conducción secundaria, la red de distribución terciaria, y las obras y equipamientos complementarios para otorgarle al agua las condiciones necesarias para efectuar el tipo de riego intraparcilario que contemplan las soluciones. No incluye el diseño del sistema de riego interno en las propiedades. Se completa el trabajo con la proposición de los caminos viales y las obras de drenaje.

MARCO TEÓRICO

En el presente apartado se describe el estado del arte para el diseño de sistemas de riego y algunos conceptos necesarios para abordar el proyecto.

Flujo en canales abiertos

El flujo de agua en un conducto puede ser en canal abierto o en tubería. El flujo se considera en canal abierto cuando tiene una superficie libre, es decir, sometida a la presión atmosférica.

Las condiciones de flujo en canales abiertos son muy variadas, por el hecho de que la posición de la superficie libre puede cambiar con el tiempo y con el espacio, y también por el hecho de que la profundidad de flujo, el caudal y las pendientes de fondo del canal y la superficie libre son interdependientes (Ven Te Chow, 2004).

Tipos de flujo

El flujo en canales abiertos puede describirse de diversas maneras. La siguiente clasificación se realiza de acuerdo al cambio en la profundidad del flujo con respecto al tiempo y al espacio.

Tomando al tiempo como criterio, el tipo de flujo en canalizaciones abiertas puede ser permanente o no permanente. El escurrimiento es permanente si en una sección determinada la profundidad del flujo puede considerarse constante durante el intervalo de tiempo en consideración. El flujo es no permanente si la profundidad cambia con el tiempo.

Tomando al espacio como criterio, el flujo puede ser uniforme o variado. El flujo en canales abiertos es uniforme si su profundidad es la misma en cada sección analizada. El flujo es variado si la profundidad cambia a lo largo del canal.

Estado de flujo

El comportamiento del flujo en canales abiertos está gobernado básicamente por los efectos de viscosidad y gravedad en relación con las fuerzas inerciales del mismo.

Según el efecto de la viscosidad con relación a la inercia, el flujo puede ser laminar, turbulento o transicional. El flujo es laminar si las fuerzas viscosas son muy fuertes en relación con las fuerzas inerciales; las partículas de agua se mueven en trayectorias suaves definidas o líneas de corriente, y las capas de fluido parecen deslizarse sobre capas adyacentes. El flujo es turbulento si las fuerzas viscosas son débiles en relación con las fuerzas inerciales; las partículas de agua se mueven en trayectorias irregulares, que en su conjunto representan el movimiento de la corriente. Entre los estados de flujo laminar y turbulento, existe un estado mixto o transicional. El efecto de la viscosidad en relación con la inercia puede representarse mediante el Número de Reynolds (Ven Te Chow, 2004):

$$R^* = \frac{V \times L}{\nu}$$

V: velocidad del flujo

L: longitud característica
v: viscosidad cinemática del agua

El efecto de la gravedad sobre el estado del flujo se representa por la relación entre las fuerzas inerciales y las fuerzas gravitacionales. Esta relación está dada por el Número de Froude, definido como (Ven Te Chow, 2004):

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \times L}}$$

V: velocidad del flujo
L: longitud característica
g: aceleración de la gravedad

Si F es igual a la unidad, se dice que el flujo está en estado crítico. Si F es menor a la unidad, predominan las fuerzas de gravedad y el flujo es subcrítico; tiene una velocidad baja y se describe como tranquilo y de corriente lenta. Si F es mayor que la unidad, las fuerzas inerciales son dominantes y el flujo es supercrítico; tiene una alta velocidad y se describe como rápido y torrencial.

Flujo en tuberías forzadas

Se habla de flujo en presión, siempre en conductos cerrados, cuando el agua llena totalmente la sección y ejerce una presión sobre la superficie interior de la misma, por encima de la hidrostática (Suárez López, 2005).

El objetivo del cálculo de un conducto o una red de conductos a presión es garantizar su funcionamiento, es decir que se van a servir los caudales necesarios, que las presiones de suministro son adecuadas y que no se van a producir disfunciones en ningún punto de la conducción.

Tramos sin pérdidas locales

La energía asociada a una partícula de fluido se supone compuesta de tres sumandos: energía de posición, energía de presión y energía cinética. Esto se expresa con la expresión de Bernoulli (Suárez López, 2005):

$$E = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g}$$

E: energía de la partícula
z: cota de la partícula
p: presión del fluido
γ: peso específico del fluido
V: velocidad del fluido
g: aceleración de la gravedad

La ecuación de conservación de la energía en una línea de corriente establece que en ausencia de esfuerzos disipativos, la energía se conserva. Sin embargo, la experiencia indica que realmente se pierde energía debido a la existencia de esfuerzos disipativos de naturaleza viscosa o turbulenta.

La pendiente motriz es la pérdida de energía por unidad de longitud, y se debe a las tensiones de fricción que se dan en la conducción.

El comportamiento hidráulico de las conducciones cerradas queda determinado entonces por dos ecuaciones (Suárez López, 2005):

$$Q = A \times V \quad \text{Ecuación de Continuidad}$$

Q: caudal circulante

A: área del conducto

V: velocidad del fluido

$$V = f(R_h, I) \quad \text{Ecuación General de Prony}$$

V: velocidad del fluido

R_h: radio hidráulico de la sección

I: pendiente motriz

La función que vincula la velocidad del fluido con el radio hidráulico y la pendiente de energía tiene distintas variantes: Fórmula de Chèzy, Fórmula de Darcy-Weisbach, Fórmula de Manning-Strickler, Fórmula de Hazen-Williams, Fórmula de Prant-Colebrook.

Las distintas fórmulas empíricas que se han ido desarrollando para el cálculo hidráulico de conducciones, han sido establecida en base a experimentaciones llevadas a cabo por sus autores y por tanto, son tributarias al campo que abarcan estas experiencias: diámetros, materiales, fluidos, etc.

Tramos con pérdidas locales

Incluso en un tramo simple, hay pérdidas de energía adicionales a la disipación por fricción. Todo estrechamiento o ensanchamiento, cambio en la dirección del flujo o alteración en las líneas de corriente, genera una pérdida adicional de energía.

La experimentación indica que estas pérdidas de energía son proporcionales al cuadrado de la velocidad (Suárez López, 2005) y a un coeficiente de pérdidas localizadas que depende del tipo de fuente de disipación de energía (expansión, contracción, variación de dirección, derivación, obstrucción).

Sistemas de riego

El riego es la aplicación de agua a los cultivos en forma artificial, oportuna y uniforme (Ferreira, 2005). De esta definición se desprende que para regar no basta aplicar agua a los cultivos a través de cualquier metodología, sino que es necesario hacerlo en forma oportuna, manejando las frecuencias y los tiempos de aplicación de acuerdo a las características del cultivo, clima y suelo.

Los tres grandes tipos de sistemas de riego son por gravedad, por aspersión y localizado. La disponibilidad y cantidad de agua históricamente ha originado que en el mundo predomine más el sistema de riego por gravedad sobre los demás. En cualquier caso, la evolución de los regadíos se orienta hacia una reestructuración de los sistemas, con el objetivo de mejorar el

suministro, evitar pérdidas de agua y aumentar las eficiencias, ya que desgraciadamente el agua ha pasado a ser un bien cada vez más escaso (Suárez López, 2005).

Riego por gravedad

En el riego por gravedad o superficial, el agua se aplica directamente sobre la superficie del suelo, aprovechando el gradiente hidráulico generado por diferencias de cotas en el terreno. El propio suelo actúa como sistema de distribución dentro de la parcela, desde la zona de suministro hasta todos los puntos de ella.

El agua puede llegar a la parcela por medio de cualquier sistema de distribución (tuberías o canales). Una vez que el agua llega a la parcela se vierte sobre el suelo y discurre libremente. Para distribuir el agua adecuadamente es frecuente disponer surcos que favorezcan el escurrimiento, a lo que también contribuye la pendiente. La aplicación del agua también puede realizarse por inundación completa de la parcela (melgas).

La eficiencia de aplicación del riego por gravedad es aproximadamente del 60% (Suárez López, 2005).

Ventajas

Es el método de riego menos costoso en instalación y mantenimiento. Una vez que el agua llega a la parcela, presenta un muy bajo costo de aplicación. No exige una tecnificación del sistema ni una preparación del regante.

Inconvenientes

Es el sistema de riego menos eficiente y el que ocasiona mayores pérdidas de agua. Se producen importantes pérdidas y arrastres de abonos. Exige una topografía adecuada para que sea viable el riego.

Riego por aspersión

El sistema consiste en conducir el agua a presión a través de una red de tuberías y distribuir esta agua sobre la parcela mediante una lluvia creada por los emisores.

Generalmente los aspersores tienen un mecanismo giratorio que reparte el agua en una superficie circular. La pluviosidad del sistema define la intensidad de la lluvia caída, que no debe superar a la capacidad de infiltración del suelo para que no se produzca encharcamiento ni escorrentía.

No toda el agua que se aporta en la planta se aprovecha. Parte se pierde por escorrentía, por filtración profunda, por evaporación y arrastre. La eficiencia de aplicación del riego es el porcentaje de agua que aprovechan las raíces con respecto al total aplicado. Los valores de eficiencia en el riego por aspersión se ubican entre el 65% y el 90% (Suárez López, 2005).

Los sistemas de riego por aspersión pueden reunirse en dos grandes grupos: los estacionarios, que permanecen fijos mientras riegan; y los trasladables, que riegan y se desplazan a la vez.

Ventajas

El sistema por aspersión puede adaptarse tanto a dosis de riego grandes como pequeñas (la dosis sólo es función del tiempo). Las combinaciones de boquillas de los aspersores ofrecen un amplio abanico de pluviosidades, que permite adaptar el sistema a la permeabilidad de los terrenos. Los sistemas se adaptan a la topografía del terreno. Pueden conseguirse altos grados de automatización y posibilita el reparto de fertilizantes. Tiene un bajo costo de mantenimiento.

Inconvenientes

La acción del viento puede causar malas uniformidades. Se necesita una alta inversión inicial. La humedad puede tener efectos contraproducentes sobre plagas y enfermedades si no se riega de forma adecuada.

Riego localizado

El riego localizado es la aplicación del agua al suelo en una zona restringida del volumen radicular de los cultivos.

Se caracteriza básicamente por: no mojar la totalidad del suelo, utilizar pequeños caudales, aplicar el agua en la proximidad de las plantas y operar con elevada frecuencia para mantener constantemente un alto contenido de humedad en la zona radicular.

Los componentes del sistema son el cabezal de riego, la red de distribución y los emisores. El cabezal de riego es el conjunto de elementos destinados a filtrar, tratar, medir y suministrar el agua a la red de distribución, y proteger tuberías y bombas. Por medio de la red de distribución el agua se transporta hasta los sectores de riego. Los emisores son los dispositivos que controlan la salida del agua desde las tuberías.

Atendiendo a la forma de aplicación del agua, los sistemas de riego localizado pueden ser por goteo o por microaspersión. Alcanzan eficiencias entre el 85% y el 95% (Suárez López, 2005).

Ventajas

Supone un ahorro de agua, debido a la reducción de la evapotranspiración y de las pérdidas por infiltración. Es posible mantener el nivel de humedad del suelo constante y elevado, sin producir encharcamientos. Posibilita la fertirrigación y facilita el control de malas hierbas (sólo crecen en áreas húmedas). El gasto energético no es alto porque el consumo del agua y las presiones son bajas. Se presta a una fácil automatización.

Inconvenientes

Pueden crearse zonas de acumulación salina, debido al lavado localizado del suelo. Los costos de instalación son mayores que en otros sistemas de riego.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Como consecuencia del diagnóstico realizado y teniendo en cuenta el estado del arte, se proponen alternativas de solución al problema planteado, con la premisa de cumplir los objetivos listados.

Se detallan aquellas que presentaron en primera instancia (nivel de idea) viabilidad tecnológica, legal, ambiental, institucional y económica.

Alternativa 1

Se plantea el diseño de un sistema de riego para las áreas nuevas a regar con las características que se explicitan a continuación.

Sistema de aplicación

Se considera un sistema de riego interno tecnificado en todas las propiedades. Esto es riego por goteo, microaspersión, aspersión o mecanizado, dependiendo del tipo de cultivo implantado.

Sistema de distribución

Se propone una red de distribución presurizada, mediante tuberías forzadas, con una estación de bombeo general.

Sistema de conducción

Se diseña la conducción desde el canal matriz hasta la estación de bombeo mediante una canalización abierta revestida, con regulación de niveles desde aguas abajo por tramos.

Alternativa 2

Se plantea el diseño de un sistema de riego para las áreas nuevas a regar con las características que se explicitan a continuación.

Sistema de aplicación

Se considera un sistema de riego interno tecnificado en todas las propiedades, al igual que en la Alternativa 1.

Sistema de distribución

Se propone una red de distribución gravitacional, mediante canalizaciones abiertas sin revestir. Se complementa con balsas de almacenamiento y sistemas de bombeo individuales en cada propiedad.

Sistema de conducción

Se diseña la conducción desde el canal matriz hasta la red de distribución mediante una canalización abierta revestida, con obras de partición.

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Se procede a efectuar el análisis de las dos alternativas propuestas. En primer lugar, se definen los aspectos comunes para ambas. Luego, se diseñan las dos redes con sus características para poder realizar la comparación.

Zona de riego

En primer lugar, se define la zona de riego. Para el análisis de la alternativa más conveniente se decide redefinir la localización. Esto es, el diseño de ambos sistemas (alternativas 1 y 2) se efectúa únicamente para la unidad de riego 2 (1400ha). Luego, se generalizan las conclusiones a toda el área de proyecto.

Para comenzar con el diseño resulta necesario conocer las características climáticas y edafológicas de la zona.

Clima del área de influencia

Los datos de las variables climáticas tienen como fuente las estaciones meteorológicas de Aeroclub San Rafael y Colonia Alvear.

Temperatura

Está influida por la latitud, altitud, vientos, relieve, naturaleza del suelo y cubierta vegetal. La temperatura máxima media anual es de 23°C; una temperatura mínima media anual de 6,3° C, y una temperatura media anual de 15° C, aproximadamente. La amplitud térmica entre la media de verano y la media de invierno alcanza para la localidad de Monte Comán los 16°C. La región posee un clima templado con veranos cálidos e inviernos frescos.

Precipitaciones

La mayor frecuencia se produce en el período estival, aumentando de oeste a este. Las precipitaciones se ubican entre los 200mm y 300mm anuales. Un fenómeno contraproducente y de gran importancia en la economía agrícola son las tormentas graniceras que afectan asiduamente, ya sea en sectores puntuales o franjas bien definidas, las cuencas del Río Atuel y Río Diamante.

Humedad relativa

Oscila entre 50 y 60% en sus valores medios anuales.

Vientos

La dirección predominante de los vientos durante el año para San Rafael es del Sudeste y para Monte Comán del Norte. La velocidad media anual oscila alrededor de los 5 km/hora, siendo los vientos más fuertes los de primavera - verano. El Zonda se hace sentir en las zonas bajas originario del sector NNO Se caracteriza por ser cálido, seco y no periódico, y ocurre con mayor frecuencia entre agosto y septiembre. Al aparecer el Zonda, la humedad relativa del aire se reduce significativamente afectando los cultivos. El Pampero es un viento eventual en el área que se origina en el SO y se caracteriza por ser frío y seco.

Heladas

El periodo libre de heladas es de aproximadamente 190 días.

Caracterización de los suelos

La metodología utilizada en el proyecto de Aprovechamiento del Río Grande fue la clasificación utilitaria de suelos, con base en la Clasificación de Tierras Agrícolas de la Oficina de Recuperación de Tierras de los Estados Unidos de América (United States Department of Interior Bureau of Reclamation). La misma tiene por finalidad la determinación de la aptitud agrícola de los suelos intentando relacionar aquellos de una misma clase con los de una misma aptitud, en función de una agricultura de riego racional y permanente.

Factores de definición de categorías

Profundidad: se considera solamente la profundidad de suelo útil o potencialmente útil, sin considerar las limitaciones existentes por debajo de esa profundidad.

Textura: Relaciona las características del suelo con la capacidad de almacenamiento de agua, permeabilidad, contenido de nutrientes, penetración de las raíces, aireación, etc.

Topografía: se la considera como factor determinante de clases solamente en los suelos no cultivados.

Drenaje: Considera la capacidad del suelo de eliminar en profundidad el exceso de agua. En consecuencia, los suelos de clase 1 con un manejo normal no requieren drenaje artificial; los de clase 2 requieren un buen manejo del agua de riego prescindiendo del drenaje artificial; y los de clase 3 requieren de drenaje.

Salinidad: Este factor restringe notablemente la capacidad de los suelos, sin embargo, cuando existe un buen drenaje natural o artificial, el costo de lavado de los suelos es mínimo.

Fertilidad: Es la capacidad de los suelos de nutrir a las plantas con elementos minerales. Las condiciones que definan la fertilidad están estrechamente vinculadas con las necesidades de vegetación de las plantas.

Clasificación

Este sistema de clasificación adoptado admite seis clases, donde cada una de estas contiene suelos con diversos grados de limitaciones y problemas de manejo. Los suelos de Clase 1, no tienen ningún tipo de limitaciones para el desarrollo agrícola irrigado, por lo tanto, no admiten subclases, en tanto que de la Clase 2 a la 6, si lo permiten. Los suelos de una misma Clase pueden tener diferentes tipos de limitaciones a nivel de Subclase, y ellos son: suelo (s), topografía (t) y drenaje (d).

Las clases están adaptadas a las características de la zona sur, y disminuyen su calidad en este orden:

Clase 1: son tierras en las cuales puede alcanzarse una producción óptima, y el suelo debe poseer texturas franco limosa o franca, con una profundidad de perfil superior a 1,2 metros.

Como variación textural se considera que una textura franco arenosa a una profundidad de 2 metros, tendrá las condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Clase 2: debido a uno o más factores, tienen una productividad restringida para ciertos grupos de cultivos. Considera variaciones texturales que van del suelo franco arcilloso a arenoso franco con profundidad superior a 1,5 metros para texturas sueltas y mayor de 0,90 metros para las finas.

Clase 3: No son suelos aptos para cultivos de raíces profundas y su principal problema es la salinización requiriendo de drenaje superficial. Esta clase posee texturas arcillosas a arcillo limosas requiriendo una profundidad de perfil edáfico mínimo de 0,60 metros, y para texturas arenosas, una profundidad de 1,2 metros. Su profundidad en relación a su límite puede tener un nivel freático elevado.

Clase 4: presentan restricciones severas para cultivar en condiciones normales. Poseen mal drenaje interno y requieren de grandes inversiones para su recuperación.

Clases 5 y 6: son suelos no cultivables. Tienen problemas especiales o requieren estudios y costos elevados para pasar a pertenecer a otras categorías superiores.

En síntesis, los suelos ubicados en las Clases 1, 2 y 3 son regables, en tanto, las clases 4, 5, y 6 no son regables, indicando que en las condiciones en que se encuentran, es imposible un desarrollo agrícola rentable.

En lo que respecta a salinidad y sodicidad, los suelos de la Clase 1 no son salinos o sea que la Conductividad Eléctrica (CE) está por debajo de los 4 decisiemen por metro (dSm-1) y una Relación de Absorción de Sodio (RAS) inferior a 15. Cuando la salinidad supera los 16 dSm-1 y el RAS es menor a 15, la Clase respectiva es la número 3. Las clases 4 y 5 tienen excesiva salinidad, toxicidad y sodicidad, y dependen de las condiciones de recuperación, no así la clase 6 que es irrecuperable.

El gradiente de toxicidad dado por el valor de concentración del elemento Boro, para la clase 1 debe estar por debajo de 1 parte por millón (ppm); en la clase 2, entre 1 y 4 ppm, y la clase 3, superior a 4 ppm.

Las limitaciones a nivel de Subclase que son: suelo (s), topografía (t) y drenaje (d), se manifiestan de la siguiente manera: para la subclase topografía se toma en cuenta la pendiente general del área, que va de 0,1% a 2% en clase 1, menor de 5% en clase 2, y menor de 8% en clase 3. La subclase drenaje está dada por la necesidad o no de drenaje y la presencia de capas limitantes. Para la clase 1, se indica el drenaje poco profundo para erradicar agua con un volumen menor de 34m³/ha; la clase 2, menor a 120m³/ha, y la clase 3 menor de 250m³/ha.

Aptitud de los suelos del área

En función de estudios precedentes y en especial, de los realizados dentro del marco del convenio INTA-CFI (Estudio de Suelos al Sur Mendocino - 1982), se destacan los siguientes comentarios:

Los suelos identificados carecen de desarrollo genético, y se han formado a partir de sedimentos fluviales y eólicos, en donde los aportes eólicos han sepultado a los fluviales. La acción del viento ha sido más evidente en la zona norte del Río Diamante que en la zona sur, en la cual la cobertura eólica es menos espesa y hay sectores en la que no está presente. Predominan las texturas arenosas, arenosas francas y franco arenosas. Las más finas (franco limosas o franco arcillosas), menos frecuentes, se encuentran relacionadas con formaciones fluviales en cauces relícticos o posiciones planas cóncavas.

Los perfiles de las regiones eólicas ocupan posiciones de paisaje ondulado, son de texturas gruesas, tienen alta permeabilidad y son excesivamente drenados. El tenor de calcáreo oscila alrededor del 8% con escasa materia orgánica en superficie y la vegetación es poco desarrollada. En las áreas de influencia de los cursos de agua actuales o en paleocauces, es frecuente hallar capas de gravas o gravillas, en superficie y en profundidad, pero escasamente y no limitante. En varios perfiles del área se observan materiales de origen volcánico en forma de delgadas capas de cenizas de escasa proporción.

Los suelos formados con predominio de la acción fluvial yacen en superficies llanas o suavemente onduladas y planos cóncavos; son las texturas más finas en superficie, a veces de consistencias firmes, de moderadamente a bien drenados y en ciertos sectores con permeabilidad moderadamente lenta. Los suelos no presentan capas aglutinadas que limiten la profundidad, y son escasos los suelos cuyas texturas dificulten seriamente la percolación. Existe un cierto enriquecimiento de materia orgánica en la parte superior de algunos perfiles, pero sin una evolución pedogenética generalizada, debido a los factores de edad y clima. La remoción activa de los materiales ha producido periodos de estabilidad exiguos como para que el agua haya generado procesos de meteorización notables y procesos de lixiviación de materiales dentro del perfil. La vegetación es más desarrollada que la de las regiones eólicas, exceptuando aquellos lugares cóncavos con alta concentración salina alcalina.

El bloque de San Rafael es una estructura positiva aplanada, estrecha y alargada en el sentido oeste - este, que se desarrolla en el área central del departamento. Sufrió los efectos de intensos movimientos orogénicos de distintas eras que crearon y alteraron su constitución, a lo que se agrega entre otros aspectos, una intensa acción erosiva y de acumulación de sedimentos en las áreas de depresiones.

La llanura de la Travesía es una superficie deprimida que ha sido rellenada con sedimentos de distintos orígenes y edades desde el Precámbrico hasta los actuales, como así también, la influencia de distintos ciclos climáticos (de cálido y seco a frío y húmedo), que formaron lagunas. En la actualidad se ha vuelto un ciclo árido con un proceso de desecamiento.

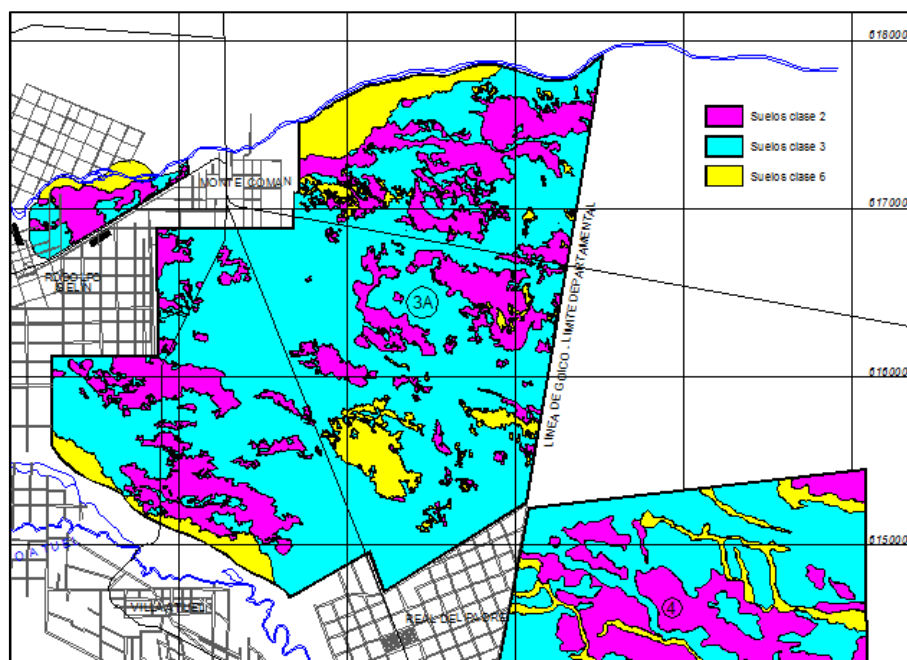
El departamento de General Alvear se diferencia del de San Rafael y Malargüe por la uniformidad de su territorio, y se encuentra sobre una planicie que forma parte de la Llanura de la Travesía, denominándose Pampa de la Varita hacia el sur, y con la presencia de cadenas de médanos que se elevan sobre la planicie (del Huevo, de la Señá y del Estribo). Esta superficie está constituida por sedimentos de origen eólico, lacustres y fluviales, que rellenaron a partir del terciario superior una antigua y extensa cubeta. En la actualidad la acción de los fenómenos continúa, como en el caso de los vientos que arrastran los materiales

suelos, arenas en particular, que cubren antiguos cauces de ríos que delimitan su territorio y favorecen la acción del viento.

El material madre de estos suelos proviene del sector de la Cordillera Principal comprendido entre la Laguna del Diamante al norte, el Valle Hermoso al sur, más los provenientes de Sierra Pintada (Bloque de San Rafael) donde hay importantes manifestaciones volcánicas sobre todo al sur del Río Atuel. El proceso pedogenético operado durante el Cuaternario dio lugar a la formación de suelos cuyas características corresponden sobre todo a dos órdenes: los Entisoles que predominan en la parte occidental, y los Aridisoles que llegaron hasta los límites con San Luis.

El sector de proyecto posee suelos en su amplia mayoría de categorías 2 y 3. En términos generales presenta buenas características para realizar cualquier tipo de cultivo.

Figura 4. Aptitud de los suelos



Alternativa de cultivos

Una vez caracterizada la zona de riego, se procede a definir las parcelas y los cultivos a implantarse.

Para la definición de la alternativa de cultivos, se tomó como base lo dispuesto en el proyecto de Aprovechamiento del Río Grande. En dicho trabajo, primero se realizó el estudio de mercado de productos, luego se definieron los modelos de unidad productiva más convenientes y, por último, se definió la localización de los emprendimientos agropecuarios, forestal y ganadero.

Estudio de mercado de productos

El estudio de mercado de productos agropecuarios y sus principales derivados agroindustriales ha permitido conocer los aspectos fundamentales de situación y perspectivas de los mismos a

nivel interno de mercado nacional y externo de los mercados internacionales para los fines de preparar proyectos de riego dedicados al desarrollo agropecuario.

El análisis estuvo dedicado a los principales productos representativos de los renglones agropecuarios posibles de considerar en próximos y futuros desarrollos productivos en la Zona Sur de la Provincia de Mendoza. En el sector vitivinícola se incluyeron los mercados de uvas finas y comunes y el análisis respectivo del sector vinícola; en el frutícola, duraznos, peras y ciruelas, debido a que son los que mayor representatividad tienen en el sector; en el olivícola, aceitunas de mesa y aceitunas para aceite de oliva; en el hortícola la papa semilla, espárrago, tomate y ajo. En el sector ganadero, la producción de carne bovina y como forrajes, la alfalfa. En el sector forestal, el álamo y como alternativas no tradicionales, aromáticas y medicinales: orégano, menta, azafrán, manzanilla, romero y salvia; también se incluyó la producción de avestruces.

Como conclusión del estudio de mercado, se realizan recomendaciones respecto a qué productos conviene producir en la zona estudiada.

Para el cultivo de vid, la zona de proyecto es uno de los sectores geográficos seleccionados. Dada la extensión del mismo y su posición, es posible introducir tanto uvas finas como comunes, tintas y blancas. La implantación de los frutales analizados y de olivos, también es factible en la zona de proyecto. La recomendación se completa con la introducción de las siguientes hortalizas: tomate, espárrago y ajo colorado.

Los emprendimientos ganaderos se muestran muy factibles de localizar en la zona, puesto que la extensión de las superficies actuales, unida a las características de suelo y clima que destacan los estudios preliminares, presenta a estas áreas con vocación adecuada para asentar esta actividad.

También se recomienda la localización de emprendimientos forestales. Se podrán usar en la zona los regímenes de promoción, ya que se contará con agua suficiente que permitirá incrementar la superficie cultivada, aprovechando la oportunidad que brinda la demanda creciente de debobinados y el impacto ambiental positivo que producen los bosques, promoviéndolos tanto en explotación comercial como para explotación turística.

Modelos de unidad productiva más conveniente

A partir de la posibilidad de incorporar nuevos cultivos bajo riego, fue necesario definir los modelos de unidad productiva más convenientes. Con este objetivo, en el proyecto de Aprovechamiento del Río Grande se utilizó el método de programación lineal, aplicando el software LINDO de evaluación multiobjetivo.

Se incluyó el análisis de 25 alternativas productivas dentro de los sectores vitícola (4 alternativas), frutícola (8 alternativas), hortícola (6 alternativas), forrajero (3 alternativas), ganadero (3 alternativas) y forestal (1 alternativa).

Para cada una de ellas, se tuvo en cuenta los valores unitarios de horas/ha para tareas generales, cosecha y uso de tractor en 1º, 2º, 3º y 4º trimestre; kg/ha de fertilizantes sólidos y

plaguicidas sólidos; l/ha de plaguicidas líquidos, combustible de tractor y defensa contra heladas, \$/ha de capital fundiario y de explotación, kW/h/ha de energía.

Por último, se tuvo en cuenta para las funciones objetivo, el valor actualizado neto y la tasa interna de retorno, emergentes de los flujos de fondos a 30 años, correspondientes para cada modelo.

Los resultados obtenidos en cada una de las pruebas realizadas, indicó una distribución relativa de alternativas como la que se muestra a continuación:

- 50% de engorde bajo riego.
- 18% de vid.
- 10% de frutales.
- 10% de forrajes.
- 9% de hortalizas.
- 3% de forestales.

Esta distribución es de utilidad para orientar las decisiones sobre líneas de producción agropecuaria en áreas de los nuevos proyectos de riego.

Definición de los emprendimientos agropecuario, forestal y ganadero

La selección de las diversas alternativas de cultivos en las áreas de nuevos desarrollos se realizó considerando los principales índices bioclimáticos y requerimientos edáficos de las distintas especies, y la relación de estos con las características de las áreas involucradas.

En el caso de la vid los principales indicadores bioclimáticos utilizados han sido: la Integral Térmica Activa de Winkler, el Producto Heliotérmico de Branas, el Índice Heliotérmico de Huglin, el Coeficiente Heliotérmico de Zuluaga y el Coeficiente Hidrotérmico Mensual. En todos los casos se ha demostrado que las áreas seleccionadas no presentan mayores restricciones para el desarrollo de este cultivo.

Algo semejante ocurre con las especies frutícolas. Las características atribuibles a la casi totalidad de las especies de carozo, pepita y a los olivos hacen que el sector no muestre restricciones importantes para localizar estos emprendimientos.

En el caso de los cultivos hortícolas y debido a la enorme diversidad de especies y variedades posibles de incorporar, se han seleccionado alternativas que pueden estar presentes. El tomate, en general un cultivo bastante elástico, es factible de realizarse. Algo semejante ocurre con el espárrago ya que prospera bien en climas templados con variantes de temperaturas entre 25° y 30°C. Algo distinto es el caso de los ajos, donde los requerimientos bioclimáticos de estos han determinado que los colorados puedan realizarse con éxito, pero no el ajo violeta.

Con respecto a los cultivos de forrajes, las características climáticas hacen posible su desarrollo económico, especialmente el caso de la alfalfa. En lo referente a forestales la mayoría de los híbridos utilizados en Mendoza de clima templado a templado frío, generalmente no se ven afectados severamente, por lo que también se recomienda su emprendimiento.

Con respecto a los requerimientos edáficos de las diferentes alternativas seleccionadas se realiza un análisis de los aspectos más relevantes que se han tenido en cuenta para la localización de los mismos.

El cultivo de vid en la Provincia de Mendoza se ha realizado con éxito en los valles irrigados entre los 500 y 1.300 m sobre el nivel del mar, donde se ha adaptado a una gran diversidad de tipos de suelos. En general este cultivo ha sorteado los más variados problemas requiriendo siempre un adecuado manejo del riego y un complemento de fertilización para mantener los nutrientes en equilibrio con las exigencias del cultivo. La vid se caracteriza por poseer un sistema radicular extendido, capaz de explorar buenas extensiones, adaptándose mejor a suelos sueltos y bien aireados. Es una especie medianamente resistente a la salinidad, aunque hay variaciones entre los distintos cultivares.

Para los frutales de carozo, en general los suelos deben poseer texturas livianas, (franco a franco arenosa) y poseer de una profundidad mínima igual a 1,50 m, sin impedimentos para el drenaje, permeables y con un bajo contenido salino, inferior a los 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad eléctrica para evitar disminución en los rendimientos. Por encima de los 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ empieza a ser crítico para el cultivo del duraznero. Los frutales no toleran los suelos húmedos durante el período vegetativo. Las raíces pueden tolerar alguna inmersión durante el período de reposo invernal siempre que dicha agua se elimine al comenzar la época de brotación en primavera. En general tienen una amplia tolerancia al pH del suelo, variando en un rango que va desde 6,0 a 8,5. Los valores de pH usuales para los suelos mendocinos se encuentran dentro de este rango, aunque muchos autores citan como pH óptimo el que varía entre 6,0 a 6,5. En el caso específico de la pera, esta prefiere suelos francos, frescos, profundos y permeables. Sin embargo, tolera mejor que la mayoría de los frutales de carozo suelos pesados y de ciertos niveles de salinidad.

El olivo se lo encuentra cultivado en los más variados tipos de suelo. En Argentina, las explotaciones más importantes y de mejores rendimientos se hallan en suelos sueltos y arenosos de las regiones de regadío, tales como las regiones noroeste, cuyana y central del país. No obstante, existen cultivos en suelos en que predomina la fracción arcilla y son compactos, como el litoral argentino, y también en terrenos relativamente sueltos, aluvionales, con buenos porcentajes de calcáreo y de materia orgánica. El sistema radicular es superficial, por lo tanto no exige profundidad de suelo, siendo suficiente 1,2m de perfil, sin estratos impermeables ni freática. La erosión es uno de los problemas más importantes de la olivicultura mediterránea. Se admite que el laboreo convencional es un método de cultivo que aumenta la erosión, por lo que se recomienda cultivar con cubierta vegetal viva entre las calles de plantación.

Entre las hortalizas, el tomate requiere suelos sueltos, con buen drenaje, ricos en materia orgánica, de pH 5,5 a 7. Se adapta a diversos tipos, prefiriéndose los arenosos o franco - arenosos para cosechas tempranas o cuando la estación de crecimiento es corta, mientras que los francos, franco - arcillosos y franco - limosos dan elevados rendimientos cuando la estación de crecimiento es larga. Para el espárrago se recomiendan suelos sueltos, más bien arenosos o areno-limosos importantes para producir primicias. Suelos con buen drenaje y condiciones que

faciliten un desarrollo de abundante sistema radicular con pH 6 a 6,5. El cultivo de ajo prefiere tierras de relleno aluvional bien drenadas y sueltas.

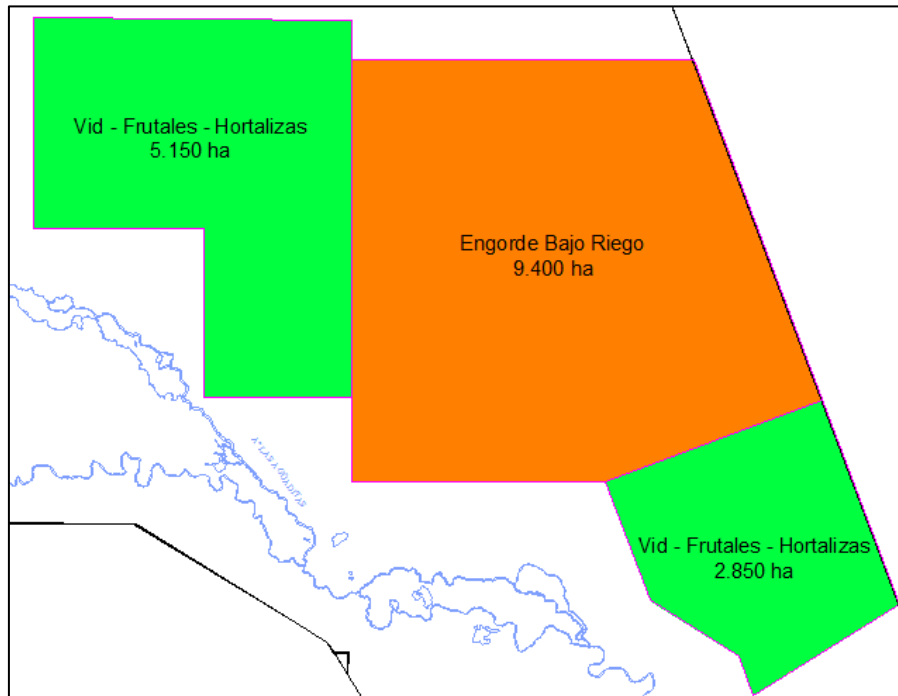
Para las especies forrajeras se requieren suelos arenosos a franco, hasta arcilloso siempre y cuando haya muy buena permeabilidad.

Los terrenos más adaptados para forestales son los de textura areno - limosa y areno - arcillosa. Los arcillosos y limo - arcillosos no sirven y tampoco los muy arenosos, pues tienen poca capacidad de retención de agua. Es importante una profundidad útil entre 0,80 a 1,20 m, libre de capas limitantes y freática. En cuanto a salinidad se establece como límite 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para lograr un buen crecimiento del álamo.

Localización de los emprendimientos agropecuario, forestal y ganadero

Dada la relativa cercanía de dos centros polarizadores como son Monte Comán y Real del Padre, y la especialización que tiende a transitarse en los diversos sectores productivos relacionados con las innovaciones tecnológicas y la gestión integral del agronegocio, se recomienda que las localizaciones sean agrupadas en función de las similitudes, compatibilidades y demandas específicas que tengan de servicios, ya sea tanto de equipos y maquinarias, como de recursos humanos. Debido a esto, las alternativas más intensivas en el uso de factores como vitícolas, frutícolas, hortícolas y algunas aromáticas debieran localizarse próximas a los centros urbanos.

Figura 5. Localización de emprendimientos productivos



En el caso de las forrajeras y engorde de ganado en praderas bajo riego podrían localizarse en la franja central del área, con tendencia hacia el vértice SE. La definición de esta dirección está condicionada con la estrategia que se adopte para el sector forestal. Si se admite que, y esto es algo que seguramente se confirmará con el tiempo, el desarrollo de los bosques servirán de

apoyo a un sinnúmero de actividades que genere el sector turismo, más específicamente el eco - turismo, y que este tiene probablemente por las características de las zonas involucradas más posibilidades de consolidarse en el eje Real del Padre - San Rafael que en el de Monte Comán - San Rafael, se concluye que las actividades de producción de forraje y carne se desplacen hacia el centro-este del sector, dejando el sur para el desarrollo de los bosques.

En la figura 5 se muestra la localización de emprendimientos recomendada para la zona de proyecto.

Definición de cultivos en zona de riego

La alternativa de cultivos considerada en la zona de riego definida para el análisis de las posibles soluciones (unidad de riego 2), se definió teniendo en cuenta las recomendaciones citadas.

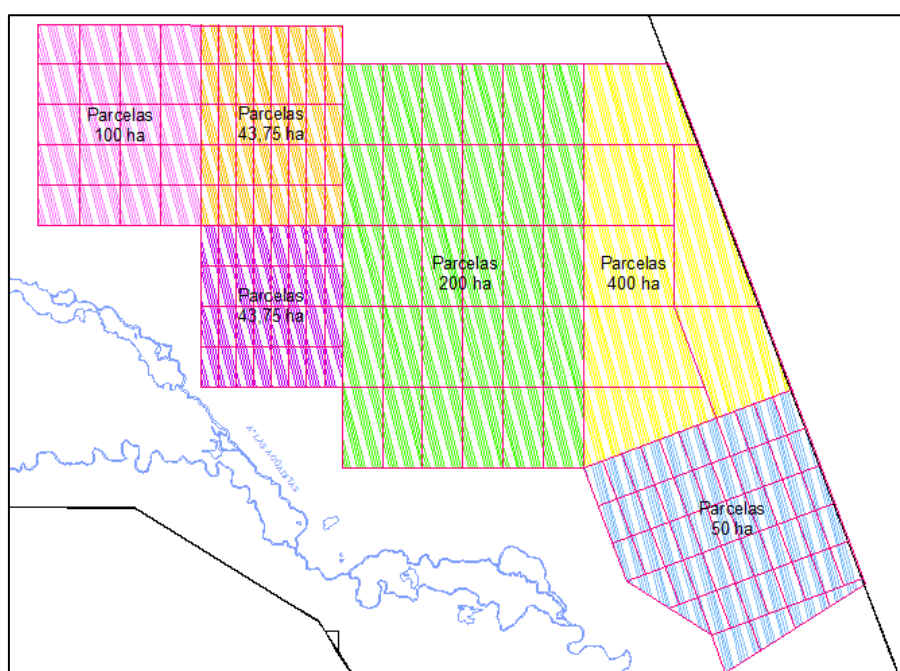
Como la localización de la unidad de riego 2 determina que se encuentra en una zona apta para el cultivo de vid, frutales y hortalizas, se realizó un promedio ponderado respecto a los porcentajes totales fijados en el modelo de unidad productiva más conveniente. Considerando que la totalidad de la zona de riego será destinada a la agricultura, la distribución de cultivos quedó definida de la siguiente manera:

- 75% vid.
- 16% frutales.
- 9% hortalizas.

Parcelamiento

Para completar la determinación de la alternativa de cultivos se definieron las parcelas en la zona de proyecto.

Figura 6. Parcelamiento de la zona de proyecto



Para determinar sus dimensiones se tuvo en cuenta el tamaño mínimo de los modelos de unidad productiva fijados en el proyecto de Aprovechamiento del Río Grande. En el mismo se utilizaron unidades de 40ha para vid, frutales y hortalizas; y unidades de 200ha y 400ha para los emprendimientos ganaderos y forrajeros.

Considerando a su vez la planimetría del área, se definieron las siguientes parcelas:

- Unidad de riego 1: parcelas de 100ha y 43ha.
- Unidad de riego 2: parcelas de 43ha.
- Unidad de riego 3: parcelas de 200ha.
- Unidad de riego 4: parcelas de 200ha.
- Unidad de riego 5: parcelas de 400ha.
- Unidad de riego 6: parcelas de 50ha.

Demanda hídrica

Una vez establecida la alternativa de cultivos y con el dato del resto de los estudios agronómicos previos (relativos a suelo y clima), se determinan las necesidades brutas de agua. Por otro lado, se calculan también las aportaciones, considerando la pluviometría de la zona. Se obtiene finalmente la necesidad neta de riego en cada mes, como la diferencia entre las necesidades brutas del cultivo y las aportaciones naturales.

El agua suministrada a una zona de cultivo se reparte de la manera siguiente: una parte se incorpora a la masa de las plantas, aumentando el tamaño de las mismas; otra parte la utiliza la planta para el transporte de nutrientes, realización de fotosíntesis y se pierde por transpiración; una parte se pierde por evaporación en el proceso de aplicación del agua a la planta; otra parte se pierde por percolación profunda.

El consumo de agua del conjunto suelo-planta, corresponde a la cantidad de agua que pasa a la atmósfera en forma de vapor (por la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas) más la cantidad de agua que se incorpora a la masa del cultivo (agua de constitución). Como la cantidad de agua de constitución es muy pequeña con relación a la que se evapora y transpira (Granados García, 2013), se considera que la necesidad hídrica del cultivo es igual al agua que pasa a la atmósfera, denominada evapotranspiración.

La evapotranspiración real del cultivo es la cantidad de agua realmente consumida por un cultivo determinado en el intervalo de tiempo considerado; está vinculada a las condiciones de humedad del suelo, a la especie vegetal en cuestión y su estado de desarrollo.

La evapotranspiración potencial del cultivo corresponde a la evapotranspiración del mismo exento de enfermedades, cultivado en una parcela extensa, en condiciones de suelo óptimo y que alcanza su pleno potencial de producción en el medio vegetativo dado (Liseno, 2010). Es la evapotranspiración máxima que puede presentar el cultivo en la zona implantada.

Por lo tanto, la evapotranspiración potencial de los cultivos implantados es el dato principal para determinar la necesidad hídrica. De la definición se desprende que este valor depende entonces tanto del cultivo como del clima de la zona.

Para poder medir la incidencia del clima, se introduce un parámetro de comparación, que es la evapotranspiración potencial de un cultivo de referencia. La misma corresponde a la evapotranspiración de un cultivo de gramíneas, con una altura uniforme de 12cm, de extensión suficiente para que no se produzca advección a pequeña escala, creciendo activamente y cubriendo el 100% de la superficie del suelo, bien suministrado de agua (capacidad de campo) y nutrientes (Liseno, 2010).

Con la evapotranspiración potencial de referencia, se independiza al valor de las características del cultivo, por lo que sólo depende de las condiciones climáticas. Luego, podemos determinar la evapotranspiración potencial del cultivo analizado, afectándola por un coeficiente de cultivo.

El coeficiente de cultivo es la relación entre la evapotranspiración potencial de referencia y la evapotranspiración potencial del cultivo en cuestión (Granados García, 2013). Asume valores distintos según el período de su crecimiento vegetativo, siendo mayor en la fase de floración y formación del fruto.

$$K_c = \frac{ETC}{ETO}$$

K_c: coeficiente de cultivo

ETC: evapotranspiración potencial del cultivo

ETO: evapotranspiración potencial de referencia

Por último, la precipitación efectiva se define como la lluvia efectivamente almacenada en el suelo que será evapotranspirada (HARZA-HISSA UTE, 2000).

Los valores adoptados en el presente proyecto para la evapotranspiración de referencia, los coeficientes de cultivo y las precipitaciones efectivas, fueron los utilizados en el proyecto de Aprovechamiento del Río Grande. Estos mismos fueron empleados para determinar la cantidad de hectáreas nuevas factibles de regar con las aguas del trasvase, lo que justifica la decisión.

Evapotranspiración de referencia

Para la determinación de la evapotranspiración potencial del cultivo de referencia se utilizó el programa CROPWAT de la FAO, donde se usan datos climáticos representativos de la zona considerada a través del método de Penman-Monteith (HARZA-HISSA UTE, 2000).

Evapotranspiración de referencia Eto (Penman-Monteith / Cropwat)							
Mes	Temperatura		Humedad [%]	Viento [km/día]	Insolación [hs]	Radiación [MJ/m2/día]	Eto-PenMon [mm/día]
	Máx. °C	Mín. °C					
Enero	32.7	15.1	51	264	10.4	16.0	6.90
Febrero	31.6	14.6	55	216	9.8	14.2	5.81
Marzo	27.7	11.8	64	192	7.9	10.3	3.94
Abril	24.8	8.8	69	168	7.2	6.9	2.62
Mayo	20.9	5.1	68	168	6.1	3.8	1.76
Junio	16.4	1.5	70	192	5.1	2.5	1.30
Julio	16.4	1.0	67	216	5.3	2.9	1.52

Evapotranspiración de referencia Eto (Penman-Monteith / Cropwat)							
Mes	Temperatura		Humedad [%]	Viento [km/día]	Insolación [hs]	Radiación [MJ/m2/día]	Eto-PenMon [mm/día]
	Máx. °C	Mín. °C					
Agosto	19.3	2.0	57	240	6.7	4.9	2.48
Septiembre	21.4	4.8	54	288	6.6	7.7	3.53
Octubre	25.1	8.1	56	288	8.0	11.4	4.60
Noviembre	29.1	12.2	60	312	9.6	14.9	5.79
Diciembre	31.8	14.1	52	312	10.2	16.1	6.97
ANUAL	24.8	8.3	60	238	7.7	9.3	1433

Tabla 1. Evapotranspiración de referencia.

Coeficientes de cultivo

Se adoptan los valores de coeficientes de cultivos utilizados en el proyecto de Aprovechamiento del Río Grande.

Coeficientes de Cultivo (Kc)													
Cultivo	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Vid	0.82	0.70	0.65	0.45	0.35	0.00	0.00	0.35	0.45	0.50	0.63	0.75	0.47
Frutales	1.03	0.90	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.50	0.56	0.81	0.97	0.49
Forraje	0.90	0.87	0.85	0.80	0.25	0.10	0.10	0.25	0.40	0.55	0.89	0.88	0.57
Olivo	0.45	0.45	0.55	0.60	0.65	0.50	0.50	0.50	0.65	0.60	0.55	0.50	0.54
Hortalizas	1.02	0.95	0.80	0.30	0.15	0.15	0.15	0.15	0.32	0.40	0.70	0.90	0.50
Días c/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

Tabla 2. Coeficientes de Cultivo

Precipitación Efectiva

Si nos remitimos al concepto de precipitación efectiva, resulta controvertido utilizar un solo valor para todos los cultivos, para todos los tipos de suelo o para todos los manejos culturales entre otras variables.

Los suelos francos de la zona en estudio pueden retener en los primeros 20cm al menos 15mm de agua. Esto implica que cultivos con raíces superficiales puedan aprovechar la mayor parte de las lluvias pequeñas o medianas de moderada intensidad. Cultivos con escasas raíces superficiales, como vid o frutales con labranza mecánica, no aprovechan las lluvias pequeñas y muy poco las lluvias medianas, por falta de contacto con las raíces y la competencia con las malezas. También las diferentes texturas de los suelos del área del proyecto ejercen efectos diferentes sobre la precipitación efectiva. Suelos arenosos favorecen más el aprovechamiento del agua de lluvia en cultivos de raíces profundas. La pendiente en que se desarrolla el cultivo interactúa con otras variables e incide sobre el aprovechamiento del agua de lluvia. Las partes altas del sistema de riego, con mayores pendientes, tienen más escurrimiento superficial. Los cultivos de raíces profundas que se desarrollan en terrenos nivelados a cero, aprovechan prácticamente todas las lluvias que caen en la zona del proyecto. La iteración de estos y otros

factores hacen que cada caso en particular deba ser considerado en forma especial y su ajuste dependa del arte y la ingeniería de la ciencia agrícola. El Programa Cropwat utiliza para el cálculo de la precipitación efectiva, el criterio del USBR (United States Bureau of Reclamation). Para el presente análisis, se utilizó para el cálculo de la precipitación efectiva, la metodología que recomienda la FAO en su Boletín N° 25 “Precipitación Efectiva” (HARZA-HISSA UTE, 2000).

Precipitación Efectiva (FAO 25)			
Mes	Precipitación [mm/mes]	P. Efectiva [mm/mes]	%
Enero	38.00	32.70	86.06
Febrero	44.00	32.56	74.00
Marzo	65.00	42.05	64.70
Abril	19.00	11.47	60.38
Mayo	4.00	0.97	24.26
Junio	7.00	3.16	45.12
Julio	7.00	3.16	45.14
Agosto	3.00	0.16	5.43
Septiembre	14.00	8.61	61.48
Octubre	28.00	18.76	67.00
Noviembre	42.00	31.11	74.08
Diciembre	26.00	22.27	85.64
ANUAL	297.00	206.98	57.77

Tabla 3. Precipitación efectiva

Necesidad de Riego

La demanda hídrica de un cultivo es equivalente a su evapotranspiración potencial. Esta necesidad neta de agua es cubierta en parte por la precipitación efectiva y el resto por el riego. Por lo tanto, para determinar el requerimiento de riego de una alternativa de cultivos mes a mes, es necesario restar de la evapotranspiración del cultivo, la precipitación efectiva.

Demanda Hídrica								
Cultivo	Célula	Unidad	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Vid	75%	mm/día	5.66	4.07	2.56	1.18	0.62	0.00
Frutales	16%	mm/día	7.11	5.23	2.84	0.00	0.00	0.00
Forraje	0%	mm/día	6.21	5.05	3.35	2.10	0.44	0.13
Olivo	0%	mm/día	3.11	2.61	2.17	1.57	1.14	0.65
Hortalizas	9%	mm/día	7.04	5.52	3.15	0.79	0.26	0.20
Tiempo		días	31	28	31	30	31	30
Necesidad Neta de Riego		mm/día	6.02	4.39	2.66	0.95	0.48	0.02
Precipitación Efectiva		mm/día	1.05	1.16	1.36	0.38	0.03	0.11
Requerimiento Neto de Riego		mm/día	4.97	3.23	1.30	0.57	0.45	0.00
		m3/ha	1539.37	903.38	404.01	170.39	140.09	0.00

Tabla 4. Demanda hídrica primer semestre

Demanda Hídrica								
Cultivo	Célula	Unidad	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Vid	75%	mm/día	0.00	0.87	1.59	2.30	3.65	5.23
Frutales	16%	mm/día	0.00	0.87	1.77	2.58	4.69	6.76
Forraje	0%	mm/día	0.15	0.62	1.41	2.53	5.15	6.13
Olivo	0%	mm/día	0.76	1.24	2.29	2.76	3.18	3.49
Hortalizas	9%	mm/día	0.23	0.37	1.13	1.84	4.05	6.27
Tiempo		días	31	31	30	31	30	31
Necesidad Neta de Riego		mm/día	0.02	0.82	1.58	2.30	3.86	5.57
Precipitación Efectiva		mm/día	0.10	0.01	0.29	0.61	1.04	0.72
Requerimiento Neto de Riego		mm/día	0.00	0.82	1.29	1.70	2.82	4.86
		m3/ha	0.00	253.47	386.62	526.44	845.40	1505.12

Tabla 5. Demanda hídrica segundo semestre

Demanda Hídrica			
Cultivo	Célula	Unidad	Anual
Vid	75%	mm/día	2.31
Frutales	16%	mm/día	2.65
Forraje	0%	mm/día	2.77
Olivo	0%	mm/día	2.08
Hortalizas	9%	mm/día	2.57
Tiempo		días	365
Necesidad Neta de Riego		mm/día	2.39
Precipitación Efectiva		mm/día	0.57
Requerimiento Neto de Riego		mm/día	1.83
		m3/ha	556.19

Tabla 6. Demanda hídrica total anual

Alternativa 1

La alternativa 1 comprende el diseño de un sistema de riego compuesto por una red conducción por gravedad, una red de distribución presurizada y un sistema de aplicación tecnificado.

Sistema de aplicación

El sistema de aplicación o riego interno no es objeto de diseño del proyecto. Sin embargo, sí se define la tipología que deberá implementarse.

Para poder cumplir con los objetivos específicos de maximizar eficiencias y de incorporar técnicas y tecnologías modernas, en la búsqueda de optimizar la calidad y cantidad de producción, se debe dejar atrás el riego tradicional. Con eficiencias que rondan el 50% (Biondi,

2016) no es factible pensar en un desarrollo sostenible de la zona, ni en un buen aprovechamiento del recurso hídrico.

Por esta razón, se determina la siguiente conformación del riego intrafinca:

- Vid: riego por goteo.
- Frutales: riego por microaspersión.
- Hortalizas: riego por gravedad mecanizado.

Los riegos por goteo y por microaspersión son sistemas de aplicación localizados y presurizados. En el riego por gravedad mecanizado la distribución del agua dentro de la parcela se efectúa a través de canaletas de aluminio o similares, reguladas mediante pequeñas compuertas.

Eficiencias de aplicación

Los sistemas seleccionados se adecuan a los cultivos propuestos y si se diseñan correctamente alcanzan las siguientes eficiencias (Liotta, 2015):

- Riego por goteo: 95%
- Riego por microaspersión: 85%
- Riego por gravedad mecanizado: 65%

Para determinar la eficiencia interna resultante, se ponderó cada eficiencia de aplicación por su porcentaje de participación.

Eficiencias	
Ef. De Aplicación Goteo	95%
Ef. De Aplicación Microaspersión	85%
Ef. De Aplicación Aspersión	75%
Ef. De Aplicación Gravedad Mecanizado	65%
Eficiencia Interna	91%

Tabla 7. Eficiencia Interna alternativa 1

Con una eficiencia interna del 91% se mejora considerablemente el aprovechamiento del recurso hídrico.

Período punta de consumo

Para diseñar el sistema es necesario conocer el mayor requerimiento de riego que tendrán los cultivos. Este período punta de consumo se da dentro del intervalo de máximo déficit hídrico, considerando que no hay aportaciones de agua eventuales (precipitaciones).

En nuestro caso, la mayor demanda hídrica se da durante el mes de enero. Si se considera un período donde no hay precipitación efectiva, se tienen los siguientes requerimientos de riego para la unidad de riego de 1400ha:

R. Neto Período de Punta	mm/día	6.02
R. Bruto Período de Punta	mm/día	6.64
Requerimiento Período de Punta	m3/ha	2455.76
Caudal Período de Punta	m3/s	1.28

Tabla 8. Período de punta alternativa 1

Dotación de riego

La dotación de riego es el máximo caudal entregado al usuario en su parcela. La misma responde a la siguiente expresión (Granados García, 2013):

$$d = q \times S \times GL$$

d: dotación de riego

q: caudal continuo unitario

S: superficie de la parcela

GL: grado de libertad

El caudal continuo unitario es el caudal estricto que habría que suministrar para hacer frente a las necesidades hídricas de las plantas si se regase de manera continua la totalidad del tiempo disponible. En este caso, se adopta como caudal continuo unitario el caudal del período punta de consumo.

La superficie total de las parcelas de la unidad de riego en análisis es de 43,75ha. Descontando de la misma áreas destinadas a obras de vivienda, a equipamiento y sistemas de riego, se considera una superficie bruta de riego de 43ha. Además, se decide que el agua se servirá en dos puntos de entrega por propiedad, por lo que cada hidrante abastecerá 21,5ha.

El grado de libertad se define como el cociente entre el número de horas diarias disponibles para el riego (24 horas es lo habitual en redes de riego a presión) y el número de horas que el agricultor debería tener abierta su toma para atender al requerimiento de riego del período punta (Granados García, 2013). Representa el nivel de confort dado al regante. Tomando en consideración las conclusiones obtenidas en el trabajo de Criterios de Dimensionamiento de Redes Robustas, se elige un grado de libertad de 1,5. Esto implica que en el período punta de consumo el usuario deberá mantener abierto el hidrante 16 horas al día para abastecerse del agua necesaria.

Dotación de riego en cada Hidrante	
Caudal Período de Punta [m3/s]	1.28
Caudal Continuo Unitario [l/s*ha]	0.92
Grado de Libertad	1.50
Superficie por Hidrante [ha]	21.50
Dotación requerida [l/s]	29.57
Dotación adoptada [l/s]	30.00

Tabla 9. Dotación alternativa 1

Luego de aplicar la expresión de cálculo, se adopta una dotación por punto de entrega de 30L/s.

Presión necesaria

Para definir la presión con la que el agua debe ser entregada para efectuar el riego localizado se considera la presión necesaria en el emisor más la sumatoria de las pérdidas de carga que ocurren en la salida del hidrante, en los filtros, en los tanques de fertilización, las conducciones de distribución interna y las diferencias de cotas en el terreno.

Presión en Nodos Finales de Red	
Pérdida de Carga Hidrante [m]	5.00
Filtros de Grava [m]	2.00
Tanque de Fertilización [m]	2.00
Pérdida en Conducción [m]	50.00
Presión en Emisor [m]	10.00
Diferencia de Cota [m]	1.00
Presión Necesaria en Nodo [mca]	70.00

Tabla 10. Presión necesaria en nodos finales de alternativa 1

Se determina entonces que la presión mínima en los hidrantes debe ser de 70 metros de columna de agua.

Sistema de distribución

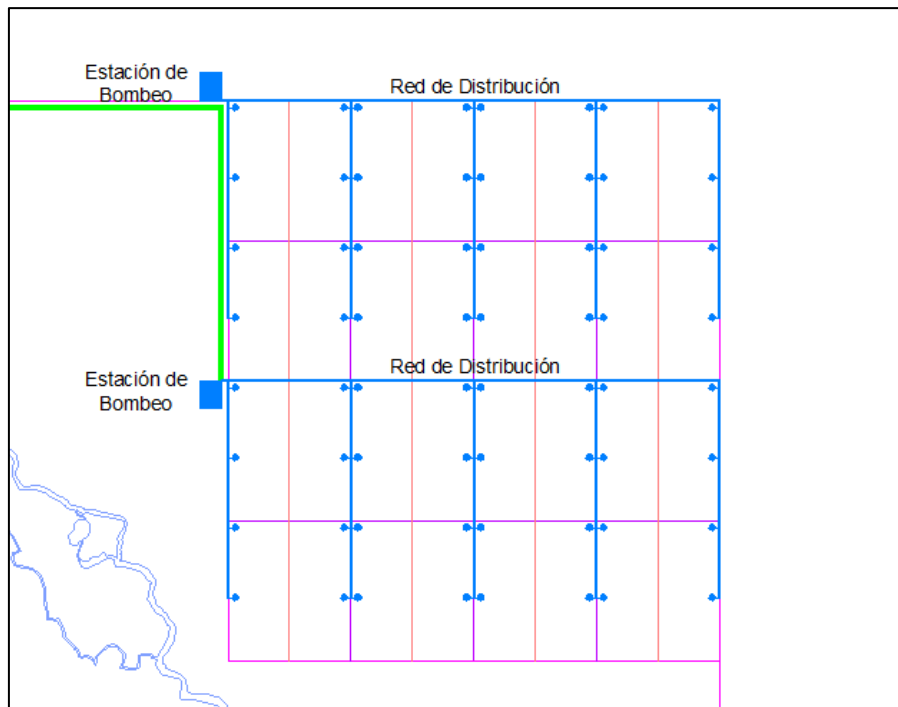
Se diseña un sistema de distribución de agua de riego mediante cañerías presurizadas. De esta manera se cumple con el objetivo de flexibilizar el uso del recurso, ya que se tiene una red de riego a la demanda. Así evitamos las grandes pérdidas que se ocasionan con el sistema de turnados, especialmente durante los horarios nocturnos y los fines de semana.

Se decide abastecer el área mediante dos redes ramificadas, de iguales características, dotando cada una de ellas la mitad de la superficie a servir. La decisión de la implementación de dos redes responde a fundamentos técnicos, económicos y financieros. Por un lado, redes de menor longitud y menor cantidad de ramificaciones tienen un comportamiento hidráulico más eficiente (menores pérdidas de carga lineales y localizadas); por otro lado, el fraccionamiento de la superficie en dos áreas menores permite poner en funcionamiento una sola red en el principio de la etapa de desarrollo, cuando quizás no todas las parcelas estén produciendo.

Ambas redes tienen una estación de bombeo general en la cabeza del sistema, en el punto de mayor altitud del área que sirven, para aprovechar la altura de posición. La línea principal de tuberías tiene sentido oeste-este mientras que las ramificaciones discurren de norte a sur; tal disposición minimiza la longitud total de cañerías. Cada parcela es abastecida por dos nodos de entrega, por lo que cada red alimenta a 32 hidrantes (700ha cada una).

A continuación se esquematiza el sistema de distribución propuesto en la alternativa 1, para la unidad de cultivo 2.

Figura 7. Esquema de sistema de distribución alternativa 1



Eficiencia de distribución

Las tuberías cerradas pueden considerarse con una eficiencia óptima, por lo que se adopta para la red terciaria un valor de eficiencia de 100%.

Caudales de diseño

La determinación de los caudales circulantes es una fase muy importante del proceso de diseño de la red de riego. Si se asumen demandas inferiores a las reales, no se podrá satisfacer a los requerimientos adecuadamente, lo que dará lugar a mermas en la producción y a conflictos entre los usuarios. Si se adoptan demandas superiores, se tendrá que construir un sistema sobredimensionado, lo que implica la mala utilización de recursos y el riesgo de no viabilidad del proyecto.

En una red de riego a la demanda, cada usuario puede abrir su toma cuando estime conveniente. Por lo tanto, el caudal circulante por un tramo de la red será una función aleatoria, dependiente directamente del número de tomas abiertas y del caudal que se derive de cada una de ellas. Evidentemente, el valor que aseguraría el suministro de agua en cualquier circunstancia sería el correspondiente a la suma de todas las dotaciones, lo que supondría que todas las tomas de la red estén abiertas al mismo tiempo con su caudal máximo. Esta situación no siempre es altamente probable y conduciría a una red muy cara. Por ello, el enfoque tradicional de las fórmulas de cálculo de caudales de punta en redes de riego a la demanda consiste en caracterizar el comportamiento de los agricultores, ajustándolo a un método o distribución estadística, mediante el cual se estima con una determinada probabilidad el número de tomas abiertas simultáneamente.

La expresión probabilística elegida para determinar los caudales de diseño es la primera fórmula generalizada de Clément (Clément, 1966):

$$Q = \sum (p_i \times d_i) + U \times \sqrt{\sum p_i \times d_i^2 \times (1 - p_i)}$$

Q: caudal del tramo en estudio

p_i: probabilidad de que el hidrante esté funcionando

d_i: dotación de los hidrantes aguas abajo del tramo en estudio

U: variable tipificada de una distribución normal N(0,1)

La expresión de Clément no es válida para muestras reducidas. Si se aplica en tramos terminales de la red, que sirven a un número pequeño de tomas, se pueden obtener valores superiores a los que resultarían de la acumulación directa de las dotaciones de cada toma. Como esta suma directa implica una garantía de suministro del 100%, adoptar valores superiores implica sobredimensionar la red.

Por ello, en el cálculo se adopta el criterio de fijar como caudal de diseño de cada tramo el correspondiente al menor valor entre el obtenido por la fórmula y la sumatoria de las dotaciones que abastece el tramo, quedando además cubierta de esta forma la posibilidad de coincidencia total de la demanda en los terminales (Granados, 1986).

Para poder aplicar la expresión es necesario definir dos nuevos parámetros: el rendimiento de la red y la garantía de suministro.

El rendimiento de la red es el coeficiente de seguridad que se adopta en el cálculo de caudales para redes colectivas de riego a la demanda. Fue propuesto por Clément en el desarrollo de su primera fórmula de cálculo de caudales, definiéndose como el cociente entre el número de horas en que la red está capacitada para transportar la dotación diaria en el período punta de consumo y el número de horas disponibles para riego (Granados García, 2013). Esta holgura en la capacidad de transporte permite cubrir demandas mayores a las consideradas o mayor porcentaje de coincidencia de la misma respecto a la considerada en el cálculo.

La garantía de suministro o calidad operacional, es el valor en porcentaje de la probabilidad estática de que los caudales demandados por los usuarios de la red, durante el período punta de consumo, no superen los de diseño (Granados García, 2013). La garantía de suministro la fija el proyectista en función del nivel de calidad que se quiera dar al dimensionamiento de la red.

En consideración de las recomendaciones efectuadas en el documento de Criterios para el Dimensionamiento de Redes Robustas, se utiliza un valor de rendimiento de la red de 20/24 y una garantía de suministro de 97%.

Con los valores adoptados para el grado de libertad y el rendimiento de la red, se calcula la probabilidad de que un hidrante se halle abierto en un momento determinado. Con la garantía de suministro seleccionada, se busca la variable tipificada correspondiente de la distribución normal N(0,1). A continuación se muestran los caudales de diseño resultantes en cada tramo de la red y un esquema para su identificación.

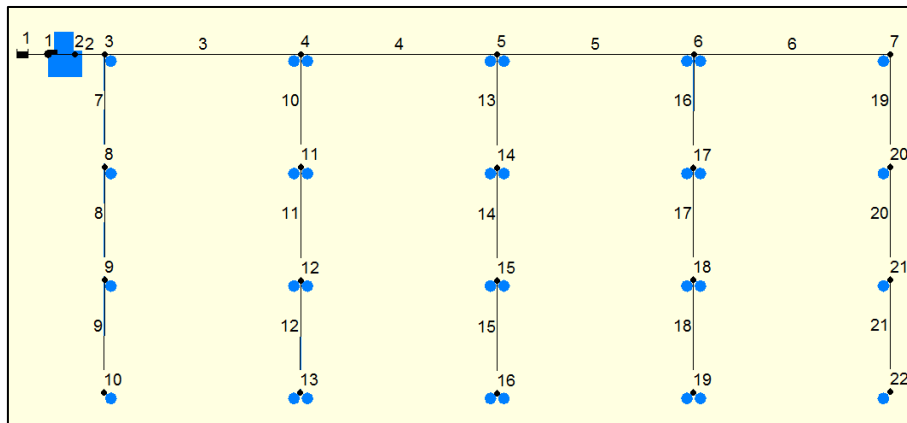
Parámetros Probabilísticos	
Garantía de Suministro	97%
Variable distribución Normal	1.88
Rendimiento de la Red	0.83

Tabla 11. Parámetros probabilísticos para caudales alternativa 1

Caudales de Diseño Red Doble – Método de Clément									
Tramo	di [l/s]	Σdi [l/s]	pi	pi*di	$\Sigma pi*di$	pi*di ² (1-pi)	$\Sigma pi*di^2$ (1-pi)	Q [l/s]	Q Diseño [l/s]
21	30.00	30.00	0.80	24.00	24.00	144.00	144.00	46.56	30.00
20	30.00	60.00	0.80	24.00	48.00	144.00	288.00	79.90	60.00
19	30.00	90.00	0.80	24.00	72.00	144.00	432.00	111.08	90.00
18	60.00	60.00	0.80	48.00	48.00	576.00	576.00	93.12	60.00
17	60.00	120.00	0.80	48.00	96.00	576.00	1152.00	159.81	120.00
16	60.00	180.00	0.80	48.00	144.00	576.00	1728.00	222.15	180.00
15	60.00	60.00	0.80	48.00	48.00	576.00	576.00	93.12	60.00
14	60.00	120.00	0.80	48.00	96.00	576.00	1152.00	159.81	120.00
13	60.00	180.00	0.80	48.00	144.00	576.00	1728.00	222.15	180.00
12	60.00	60.00	0.80	48.00	48.00	576.00	576.00	93.12	60.00
11	60.00	120.00	0.80	48.00	96.00	576.00	1152.00	159.81	120.00
10	60.00	180.00	0.80	48.00	144.00	576.00	1728.00	222.15	180.00
9	30.00	30.00	0.80	24.00	24.00	144.00	144.00	46.56	30.00
8	30.00	60.00	0.80	24.00	48.00	144.00	288.00	79.90	60.00
7	30.00	90.00	0.80	24.00	72.00	144.00	432.00	111.08	90.00
6	30.00	120.00	0.80	24.00	96.00	144.00	576.00	141.12	120.00
5	60.00	360.00	0.80	48.00	288.00	576.00	2880.00	388.89	360.00
4	60.00	600.00	0.80	48.00	480.00	576.00	5184.00	615.36	600.00
3	60.00	840.00	0.80	48.00	672.00	576.00	7488.00	834.68	834.68
2	30.00	960.00	0.80	24.00	768.00	144.00	8064.00	936.82	936.82
1	0.00	960.00	0.80	0.00	768.00	0.00	8064.00	936.82	936.82

Tabla 12. Caudales de diseño en tuberías alternativa 1

Figura 8. Identificación de tramos y nodos de la red alternativa 1



Dimensionamiento de la red

Una vez definidos el esquema de cañerías y los caudales circulantes en cada tramo, se procede a dimensionar la red. Para efectuar el cálculo de la red utilizamos EPANET, un programa computacional que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión.

Una red puede estar constituida por tuberías, nudos, bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. El programa efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación, discretizado en múltiples intervalos de tiempo.

Componentes físicos

EPANET modela un sistema de distribución de agua como un conjunto de líneas conectadas por sus nudos extremos. Las líneas representan tuberías, bombas, o válvulas de control. Los nudos representan puntos de conexión entre tuberías o extremos de las mismas, con o sin demanda, y también depósitos o embalses.

Propiedades Nodos			
Nodo	Cota [m]	Demanda [l/s]	Presión [m.c.a.]
1	537.00	0.00	0.00
2	537.00	0.00	78.00
3	537.00	12.14	77.85
4	536.13	54.68	76.98
5	535.25	60.00	76.06
6	534.38	60.00	75.44
7	533.50	30.00	74.91
8	536.88	30.00	75.98
9	536.75	30.00	73.82
10	536.63	30.00	72.04
11	536.00	60.00	75.35
12	535.88	60.00	73.88
13	535.75	60.00	71.72
14	535.13	60.00	74.42
15	535.00	60.00	72.96
16	534.88	60.00	70.79
17	534.25	60.00	73.81
18	534.13	60.00	72.34
19	534.00	60.00	70.18
20	533.38	30.00	73.04
21	533.25	30.00	70.88
22	533.13	30.00	70.36
Demanda Total		936.82	

Tabla 13. Propiedades de nudos de caudal alternativa 1.

Los nudos de caudal son los puntos de la red donde confluyen las tuberías o bien sus extremos, y a través de ellos el agua entra o sale de la misma (también pueden ser sólo puntos de paso). Los datos básicos imputados a los nudos son:

- Cota
- Demanda de agua
- Calidad inicial del agua

Para definir las cotas se tomó como nivel de referencia el nivel del mar; las alturas se determinaron a partir de las curvas de nivel proporcionadas por la imagen satelital de Google Earth.

La demanda de agua es el flujo que abandona la red en el nodo en cuestión. Estos valores se derivaron de las dotaciones, ajustándose los mismos con los caudales probabilísticos calculados.

En este trabajo no se analiza la calidad del agua.

Los embalses son nudos que representan una fuente externa de alimentación, de capacidad ilimitada, o bien un sumidero de caudal. Se utilizan para modelar elementos como lagos, captaciones desde ríos, acuíferos subterráneos, o también puntos de entrada a otros subsistemas. Los embalses pueden utilizarse también como puntos de entrada de contaminantes. Las propiedades básicas de un embalse son su altura piezométrica (que coincidirá con la cota de la superficie libre del agua si este se encuentra a la presión atmosférica), y la calidad del agua en el mismo, caso de realizar el análisis. Dado que un embalse actúa como un elemento de contorno del sistema, su altura o calidad del agua no se verán afectadas por lo que pueda ocurrir en la red. En este caso, el nodo 1 de la red identificado en la tabla anterior se modela mediante un embalse, que representa el canal de alimentación de la estación de bombeo.

Las bombas son líneas que comunican energía al fluido elevando su altura piezométrica. Los datos principales de una bomba son sus nudos de aspiración e impulsión y su curva característica a velocidad nominal (o relación entre caudal trasegado y la altura comunicada). El flujo a través de una bomba es de sentido único, y EPANET no permite a la bomba operar fuera del rango delimitado por su curva característica.

Las tuberías son líneas que transportan el agua de un nudo a otro. EPANET asume que las tuberías están completamente llenas en todo momento, y por consiguiente que el flujo es a presión. La dirección del flujo es siempre del nudo de mayor altura piezométrica al de menor altura piezométrica. Los principales parámetros de una tubería son:

- Nudos inicial y final
- Diámetro
- Longitud
- Coeficiente de rugosidad
- Estado

La longitud de las tuberías y los nodos inicial y final quedan determinados por el diseño de la red.

El coeficiente de rugosidad es necesario para calcular las pérdidas de carga; para esto, pueden utilizarse tres fórmulas diferentes (Hazen-Williams, Darcy-Weisbach o Chezy-Manning), eligiéndose la expresión de Darcy-Weisbach, ya que es aplicable a todo tipo de líquidos y regímenes (Suárez López, 2005). Por lo tanto, se adoptó el coeficiente de rugosidad correspondiente al PVC: 0,015mm.

El estado implica seleccionar si la tubería está abierta, cerrada, o con válvula de retención. Se consideraron todas las cañerías abiertas. Se prevé la colocación de válvulas esclusas en el extremo final de cada ramal.

El diámetro de cada tramo de tubería fue uno de los parámetros que se varía para obtener un diseño de la red que optimice los objetivos buscados.

Componentes no físicos

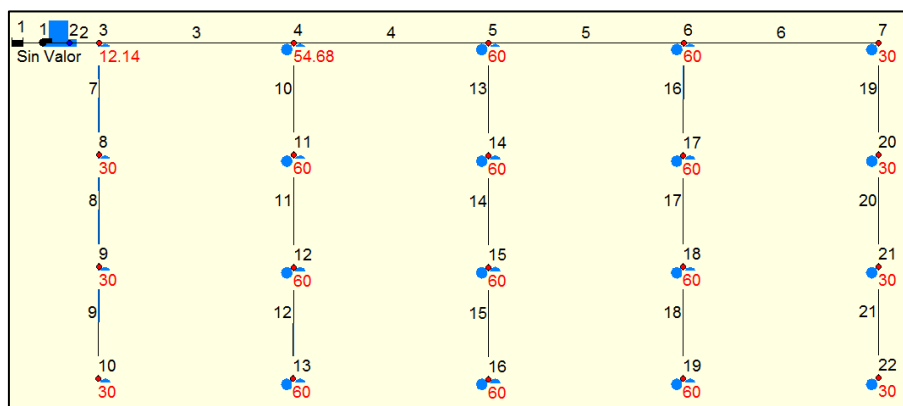
Además de los componentes físicos, EPANET utiliza tres tipos de componentes complementarios, para describir el comportamiento y modo de operación del sistema: curvas de comportamiento, curvas de modulación y leyes de control. En este caso se utilizan curvas para describir el comportamiento de las bombas.

La curva característica de una bomba representa la relación entre la altura comunicada al fluido y el caudal de paso, a su velocidad nominal de giro. Este es el otro parámetro que se varía para el diseño de la red.

Resultados

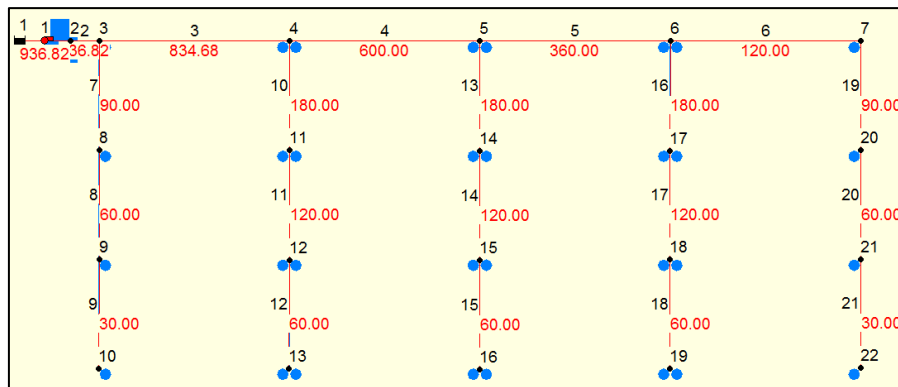
Con los datos de entrada especificados (Figuras 9 y 10) se dimensiona una red que optimice el comportamiento hidráulico y que brinde las condiciones necesarias de suministro.

Figura 9. Demanda en los nodos de caudal [L/s] alternativa 1



Para optimizar el comportamiento hidráulico es necesario que las velocidades en las cañerías no sean muy elevadas, ya que esto conduce a grandes pérdidas de carga en la red, con el consecuente sobregasto de energía. En este caso, se intentó mantener las velocidades por debajo de los 2m/s (Biondi, 2011).

Figura 10. Caudales circulantes en las tuberías [L/s] alternativa 1



Respecto a las condiciones de suministro, se determinó anteriormente que la presión mínima en los nodos de entrega de caudal debía ser de 70m.c.a. para poder asegurar el riego intraparculario.

La relación entre la velocidad del fluido y el caudal circulante la da la sección del conducto (Ley de Continuidad). Por lo tanto, la variable que se itera para conseguir los resultados buscados es el diámetro en cada tramo de red.

Figura 11. Velocidad en las tuberías de la red de distribución [m/s] alternativa 1

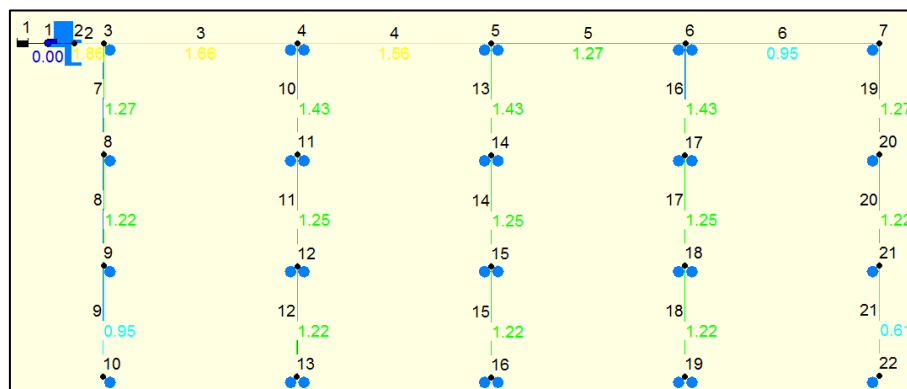
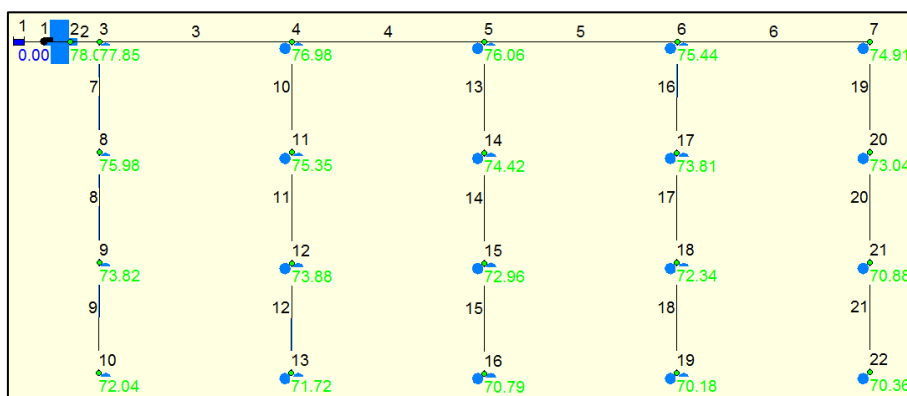


Figura 12. Presión en los nodos de entrega [m.c.a.] alternativa 1



La presión en cada punto de la red depende de la impulsión inicial que se le dé al fluido, de la altura de posición y de la pérdida de energía en el recorrido. La energía inicial se determina

con el comportamiento y potencia de la bomba; la pérdida de energía depende de la velocidad, por lo que también se define con los diámetros de las cañerías. Se varían estos parámetros hasta obtener las características que se muestran a continuación.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del dimensionamiento de la red:

Propiedades Tuberías				
Tramo	Longitud [m]	Diámetro [mm]	Caudal [l/s]	Velocidad [m/s]
1	Bomba			
2	100.00	800	936.82	1.86
3	850.00	800	834.68	1.66
4	850.00	700	600.00	1.56
5	850.00	600	360.00	1.27
6	850.00	400	120.00	0.95
7	500.00	300	90.00	1.27
8	500.00	250	60.00	1.22
9	500.00	200	30.00	0.95
10	500.00	400	180.00	1.43
11	500.00	350	120.00	1.25
12	500.00	250	60.00	1.22
13	500.00	400	180.00	1.43
14	500.00	350	120.00	1.25
15	500.00	250	60.00	1.22
16	500.00	400	180.00	1.43
17	500.00	350	120.00	1.25
18	500.00	250	60.00	1.22
19	500.00	300	90.00	1.27
20	500.00	250	60.00	1.22
21	500.00	250	30.00	0.61

Tabla 14. Características de las cañerías alternativa 1

Equipos de bombeo

Del dimensionamiento de la red se desprende que resulta necesario impulsar un caudal de agua de 936,82L/s a una altura de 78m.c.a.

La potencia eléctrica requerida por el conjunto de bombas resulta (Suárez López, 2005):

$$W = \frac{Q \times H \times \gamma}{\eta}$$

W: potencia requerida

Q: caudal circulante

H: altura de bombeo

γ: peso específico del líquido

η: rendimiento de la bomba

Para establecer el rendimiento de las bombas, se consultan catálogos de equipos que provean sus curvas características. Se decide utilizar electrobombas sumergibles de eje vertical, con impulsores de flujo semi-axial.

Se dispone de una secuencia de bombas en paralelo en cada red; esta medida se fundamenta en el comportamiento de las mismas, que se explica a continuación.

Cada equipo tiene un rango limitado de caudales para el cual trabaja en su máximo rendimiento. El rendimiento es la relación entre la potencia eléctrica requerida por la bomba y la potencia real transmitida al agua (Suárez López, 2005), cuya diferencia se debe a rozamientos internos en la máquina. Debido a esto, se desea optimizar el rendimiento de los equipos para maximizar su vida útil y para ahorrar energía durante el funcionamiento.

Los parámetros de diseño de la red son los correspondientes al período punta de consumo. Esto significa que las condiciones utilizadas para el dimensionamiento de los equipos, ocurrirán sólo unos pocos días al año. El resto del tiempo, los caudales de bombeo serán significativamente menores.

Por esta razón se seleccionan varias bombas más pequeñas, que impulsen una fracción del caudal, trabajando en su máximo rendimiento y activándose en paralelo. Se entiende por una agrupación en paralelo, aquella en que el caudal se divide en varios conductos que incluyen los grupos de bombeo, para unirse inmediatamente después.

Con estas consideraciones y la expresión de cálculo expuesta, se define la colocación de 13 bombas de 100HP en la estación de bombeo de cada red de distribución.

Potencia Necesaria	
γ [kg/m ³]	1000.00
Q [m ³ /s]	0.94
H [m]	78.00
η	0.75
Potencia [CV]	1299.06
Potencia [HP]	1280.88

Tabla 15. Potencia necesaria en red de distribución alternativa 1

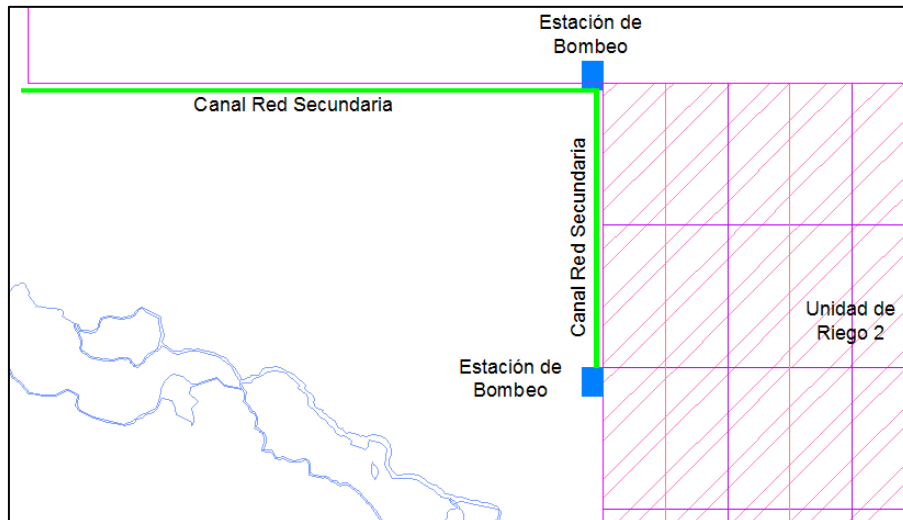
Bomba Sumergible RotorPump	
Bomba	RP10S64 - 3C
Q [m ³ /h]	260.00
H [m]	78.00
η	75%
Potencia [HP]	100.00
Cantidad	13
Potencia Total [HP]	1300.00

Tabla 16. Especificaciones de las bombas seleccionadas alternativa 1

Sistema de conducción

La red secundaria propuesta en la alternativa 1 se compone de una conducción abierta con escurrimiento por gravedad. Esta canalización presenta características particulares debido principalmente a que el sistema de distribución que abastece es a la demanda.

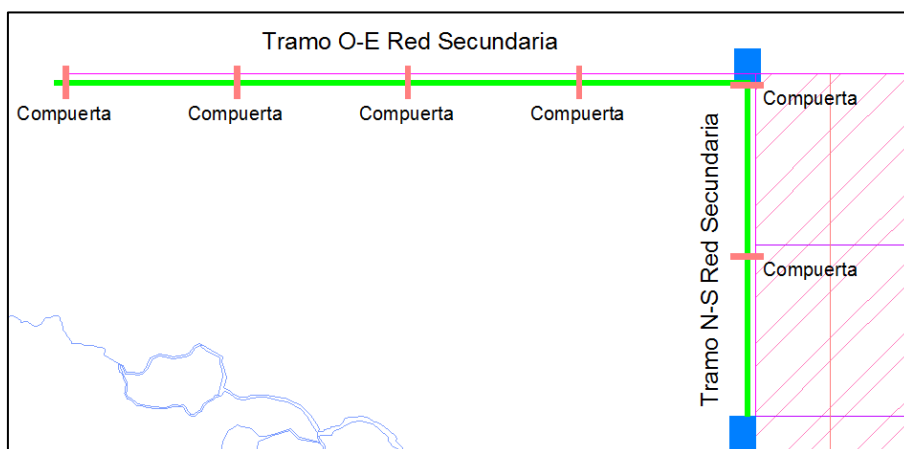
Figura 13. Esquema sistema de conducción alternativa 1



Las conducciones que se analizan son las identificadas en la figura 13 como “Canal Red Secundaria”. Se consideran sólo estos dos tramos porque son los que abastecen exclusivamente el área de riego seleccionada para la comparación de alternativas.

Como se puede ver en el esquema, los canales en cuestión son la fuente de alimentación de los equipos de bombeo de las redes presurizadas. En consecuencia, los conductos no presentarán un régimen permanente, sino que los caudales serán fluctuantes en correspondencia con la demanda instantánea.

Figura 14. Esquema de sistema de regulación alternativa 1



Esto da lugar a un problema fundamental: si se diseña la conducción con una obra de toma tradicional, donde los caudales que ingresan al sistema son prácticamente constantes a lo largo del día, y dimensionada para el caudal pico de consumo, el resto del tiempo en que la

demanda no sea máxima, el agua ingresante desbordaría la conducción y se perdería. Si el caudal de diseño de la obra de toma fuera menor al pico de demanda, al agua en los momentos de máximo consumo sería insuficiente. En ninguno de los dos casos estaríamos aprovechando adecuadamente el recurso.

Debido a esto es necesario pensar en un sistema de regulación de las conducciones. Se propone el uso de compuertas que mantienen el nivel constante aguas abajo de las mismas. Se colocan en serie, a lo largo del canal. De esta manera la red secundaria se transforma en una sucesión de pequeños embalses, delimitados entre sí por compuertas de regulación.

Eficiencia de conducción

Los conductos analizados, serán canalizaciones abiertas con revestimiento de hormigón armado. Para estimar esta componente de la eficiencia externa se tiene en cuenta la eficiencia propia de la conducción y las eficiencias administrativas o de operación del servicio.

Se toma como base las conclusiones obtenidas en el trabajo de Desempeño del riego superficial en la zona de regadío de la cuenca del Río Diamante citado en los antecedentes. Se decide utilizar una eficiencia en la red secundaria del 95%.

Caudales de diseño

El caudal de diseño de cada tramo del canal deberá ser igual a la suma de los caudales de diseño de las redes de distribución que alimentan afectada por la eficiencia del mismo, siendo esta la forma de cuantificar las pérdidas a lo largo del conducto. Por lo tanto (Liria Montañés, 2001):

$$Q_s = \frac{Q_t}{e_s}$$

Q_s : caudal de diseño de red secundaria

Q_t : caudal de diseño de red terciaria

e_s : eficiencia de red secundaria

Caudales de diseño en conducción			
Conducción	Qt [m3/s]	es [%]	Qs [m3/s]
Tramo O-E	1.87	95.00%	1.97
Tramo N-S	0.94	95.00%	0.99

Tabla 17. Caudales de diseño de conducciones alternativa 1

Diseño hidráulico de secciones

Para el diseño hidráulico de las conducciones se utiliza como herramienta el programa computacional HCANALES, un software desarrollado en la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Se efectúa el diseño seccional considerando un régimen permanente uniforme con el caudal correspondiente al período pico de consumo.

Los datos de entrada para el cálculo son: el caudal circulante en la sección, el ancho de solera, el talud de los muros, la rugosidad del conducto y la pendiente del tramo en análisis. Como resultados se obtiene: el tirante normal en la sección, su área hidráulica, el perímetro mojado, el radio hidráulico, el espejo de agua, la velocidad del flujo, el número de Froude y el tipo de flujo.

El caudal circulante en cada tramo es el caudal de diseño determinado en la sección anterior. Se decide trabajar en sección rectangular. El coeficiente de rugosidad de Manning correspondiente al hormigón armado al final de su vida útil es de 0.015 (Ven Te Chow, 2004). Se adopta una pendiente en el tramo O-E de 0,1% y en el tramo N-S de 0,025%, ambas en coincidencia con la topografía del terreno.

El procedimiento de diseño implica elegir un ancho de solera y comprobar el tirante normal de la sección. El criterio de selección escogido es obtener muros que ronden el metro de altura o menores, para no encarecer la estructuras (profundidades excesivas implican mayores cuantías de armadura). Al definir la altura de los muros debe sumarse al tirante normal una revancha o sobrelevación, como margen de seguridad para evitar que se produzcan desbordes. En este caso se adopta una revancha en la conducción de aproximadamente 30cm (Ven Te Chow, 2004).

A continuación se muestran los resultados obtenidos.

Figura 15. Diseño seccional de tramo O-E alternativa 1

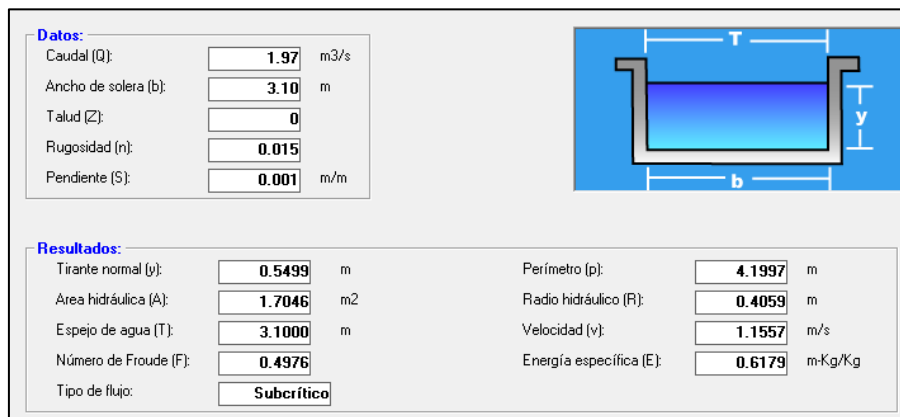
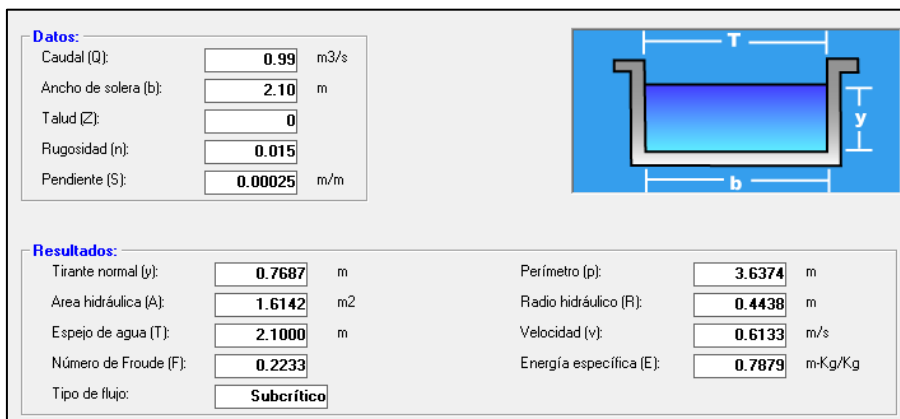


Figura 16. Diseño seccional de tramo N-S alternativa 1



Diseño de Red Secundaria		
Sección	Tramo O-E	Tramo N-S
Ancho [cm]	310.00	210.00
Pendiente	0.001	0.00025
Tirante [cm]	55	77
Revancha [cm]	30	28
Altura Muro [cm]	85	105

Tabla 18. Dimensiones de conducciones alternativa 1

Regulación de niveles

Como se explica en el la introducción de este apartado, para controlar los caudales en el sistema de conducción se propone la colocación de compuertas de regulación de nivel aguas abajo constante.

Se adopta como solución compuertas cilíndricas tipo NARCY®, destinada a equipar el extremo de conductos cortos, alimentados con cargas medias, restituyendo su caudal en embalses o conducciones donde el nivel deba mantenerse constante.

Una particularidad de este aparato reside de su órgano de obturación, constituido por una tubería vertical o camisa que cubre el orificio de la conducción. El agua asciende por este tubo y se estabiliza, descontando las pérdidas de carga de la canalización precedente, a la cota del nivel aguas arriba.

El funcionamiento de la compuerta es muy simple: una demanda de caudal aguas abajo tiende a descender el nivel en el cuenco, por tanto el flotador desciende actuando hacia abajo su brazo de palanca que a su vez hace ascender el brazo que soporta a la camisa, esta se eleva de manera que deja pasar el caudal solicitado. Inversamente si el caudal solicitado disminuye o se anula, el flotador tiende a elevarse y por el mismo mecanismo descrito anteriormente la camisa desciende incluso hasta hacer contacto con el umbral, realizando una obturación total (EINAR, 2016).

Este tipo de compuertas tiene una gran precisión de regulación, elevadas estabilidad y sensibilidad e importante estanqueidad en su funcionamiento.

Un umbral circular perfectamente perfilado, atornillado a una brida de acoplamiento, constituye la extremidad del conducto o canalización. Las dimensiones y la forma de este umbral, sumergido respecto al nivel regulado, están estudiados para disminuir las pérdidas de carga de la compuerta.

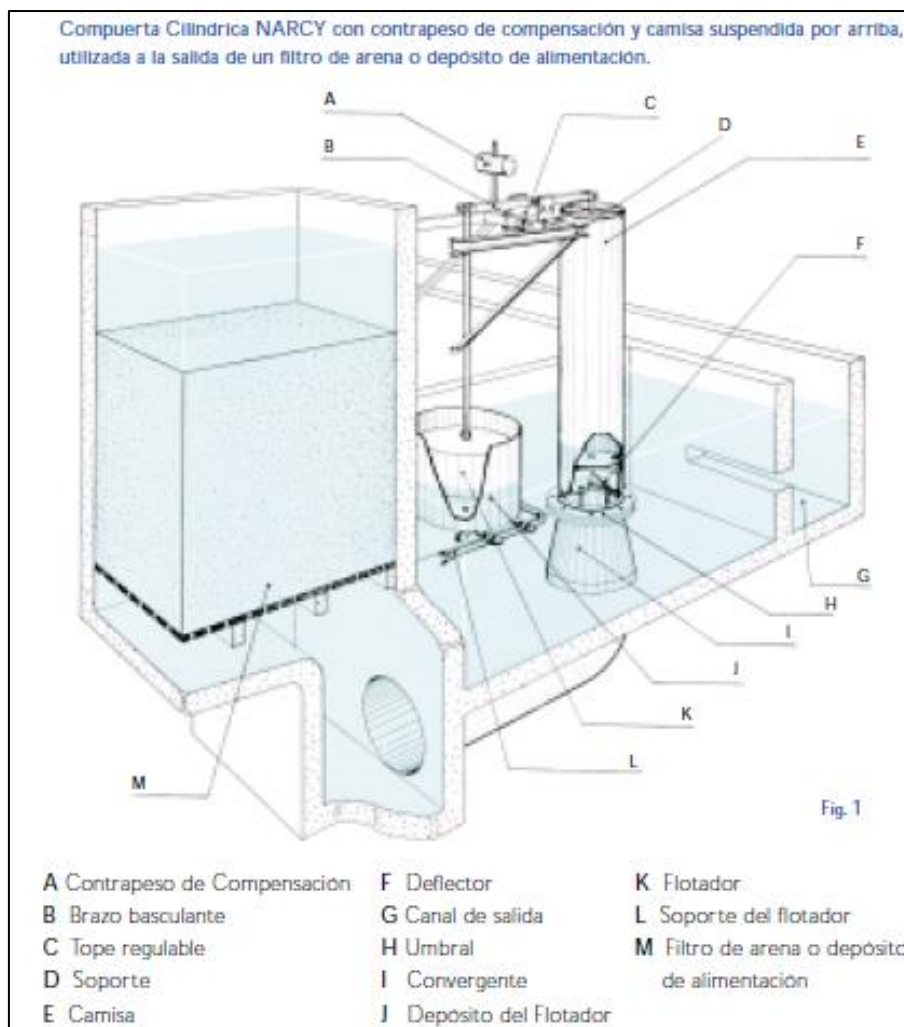
La boca inferior de la camisa, que cierra sobre el umbral, según las dimensiones, es metálica o provista de una junta de caucho. Un deflector rompe el chorro sobre el umbral de manera que se evita toda dispersión. Este deflector sirve al mismo tiempo, si es necesario, para limitar el desplazamiento lateral de la camisa.

Un balancín o palanca libre de oscilar sobre sus palieres soporta la camisa y flotador por un juego de articulaciones opuestas. Una camisa cilíndrica, que se centra hidráulicamente sobre el

chorro, constituye el obturador, que está, generalmente, provisto interiormente de un amortiguador hidráulico.

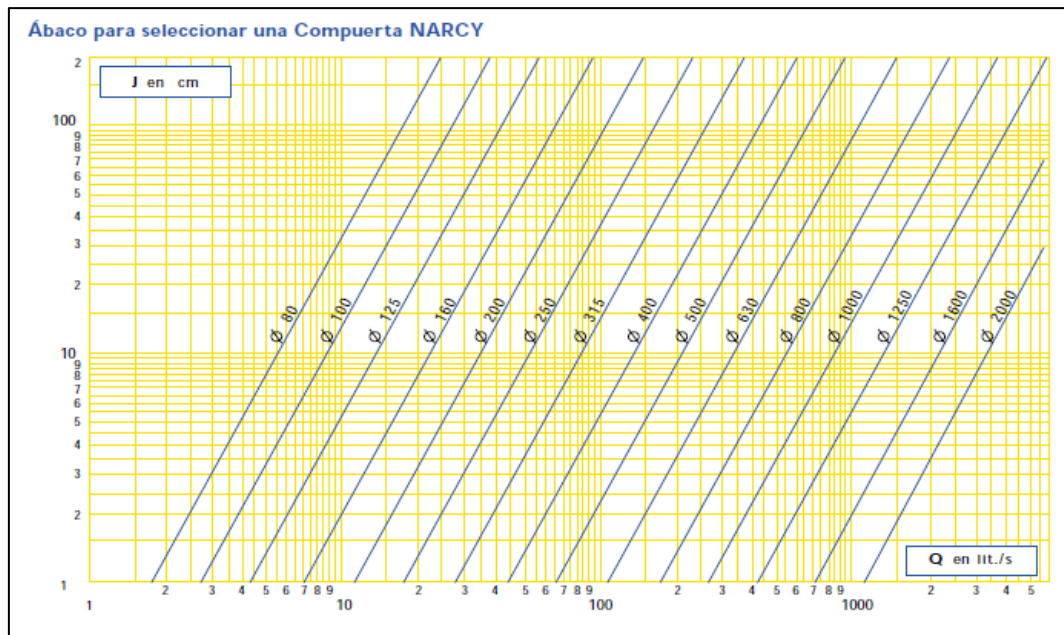
Un flotador enlaza la palanca que sustenta la camisa al nivel aguas abajo (por medio de un balancín o tirante de tres articulaciones). Las dimensiones de este flotador están determinadas de manera que posicione la compuerta asegurando el nivel regulado; dependerá particularmente del diámetro de la camisa y de la relación de los brazos de palanca. El flotador está instalado en un depósito de flotación que le independiza de las oscilaciones eventuales; este depósito se comunica con el cuenco de disipación (EINAR, 2016).

Figura 17. Esquema de compuerta de regulación de niveles alternativa 1



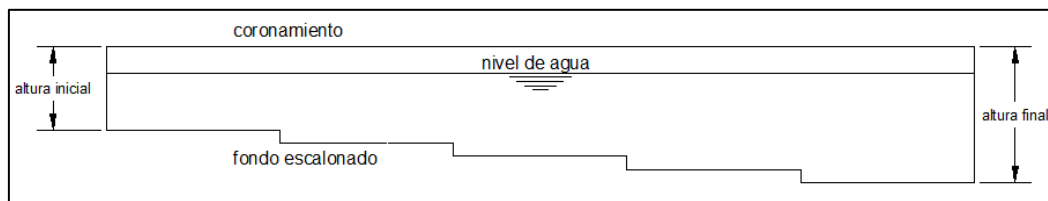
Para efectuar el dimensionamiento de la compuerta, el fabricante proporciona un ábaco donde los datos de entrada son el caudal requerido y la mínima diferencia de nivel que puede haber entre los conductos aguas arriba y aguas abajo de la compuerta.

Figura 18. Ábaco para la selección de compuertas de regulación alternativa 1



Los tramos de canalización entre las compuertas funcionan como reservorios. Por lo tanto, se debe mantener en los mismos una cota de coronamiento constante. El fondo, para que acompañe la pendiente del terreno, se propone escalonado.

Figura 19. Esquema de tramo de conducción entre dos compuertas alternativa 1



De esta manera, la diferencia de niveles mínima aguas arriba y aguas abajo de la compuerta queda definido por los niveles final e inicial de los tramos sucesivos, respectivamente. Se calculan estos niveles considerando las pendientes prefijadas y adoptando una separación de compuertas de 1000m en sentido O-E y de 2000m en sentido N-S.

Diseño de Red Secundaria		
Sección	Tramo O-E	Tramo N-S
Ancho [cm]	310.00	210.00
Pendiente	0.001	0.00025
Tirante [cm]	55	77
Revancha [cm]	30	28
Altura Muro Inicial [cm]	85	105
Separación Compuertas [m]	1000	2000
Altura Muro Final [cm]	185	155
Diferencia de Nivel [cm]	100	50

Tabla 19. Carga mínima en compuertas alternativa 1

Utilizando el ábaco de dimensionamiento se obtiene:

Dimensiones de Compuertas		
Sección	Tramos O-E	Tramos N-S
Caudal [L/s]	1972	986
Diferencia de Nivel [cm]	100	50
ϕ compuertas [cm]	1000	800

Tabla 20. Dimensiones de compuertas alternativa 1

Por lo tanto se colocan en la dirección O-E cuatro compuertas de regulación de nivel aguas abajo constante, de 1000cm de diámetro, separadas cada 1000m. En la conducción S-N se coloca una compuerta al inicio del tramo de 800cm de diámetro.

Alternativa 2

La alternativa 2 comprende el diseño de un sistema de riego compuesto por redes de conducción y distribución por gravedad y un sistema de aplicación tecnificado.

Para poder cumplir con el objetivo de flexibilizar el riego, se complementa el sistema con balsas de almacenamiento de agua y equipos de bombeo en todas las parcelas. De esta manera, los reservorios almacenan el recurso para que el productor disponga del mismo a la demanda.

Sistema de aplicación

Al igual que en la alternativa 1, el sistema de aplicación o riego interno no es objeto de diseño. Pero, de igual modo, se definen las tipologías de riego a emplear para poder cumplir con los objetivos específicos de maximizar eficiencias y de incorporar técnicas y tecnologías modernas.

Conformación del riego intrafinca en alternativa 2:

- Vid: riego por goteo.
- Frutales: riego por microaspersión.
- Hortalizas: riego por gravedad mecanizado.

Los riegos por goteo y por microaspersión son sistemas de aplicación localizados y presurizados. En el riego por gravedad mecanizado la distribución del agua dentro de la parcela se efectúa a través de canaletas de aluminio o similares, reguladas mediante pequeñas compuertas.

Eficiencias de aplicación

La eficiencia de aplicación es propia del sistema de riego interno utilizado, por lo que los valores adoptados en este caso son iguales que para la alternativa 1.

- Riego por goteo: 95%
- Riego por microaspersión: 85%

- Riego por gravedad mecanizado: 65%
- Eficiencia interna total ponderada: 91%

Período punta de consumo

Para diseñar el sistema es necesario conocer el mayor requerimiento de riego que tendrán los cultivos. Este período punta de consumo se da dentro del intervalo de máximo déficit hídrico, considerando que no hay precipitación efectiva.

En la zona de proyecto, la mayor demanda hídrica se da durante el mes de enero. Si se considera un período donde no hay precipitación efectiva, se tienen los siguientes requerimientos de riego para la unidad de riego de 1400ha:

R. Neto Período de Punta	mm/día	6.02
R. Bruto Período de Punta	mm/día	6.64
Requerimiento Período de Punta	m3/ha	2455.76
Caudal Período de Punta	m3/s	1.28

Tabla 21. Período de punta alternativa 2

Dotación de riego

La dotación de riego es el máximo caudal entregado al usuario en su parcela. La misma responde a la siguiente expresión (Granados García, 2013):

$$d = q \times S \times GL$$

d: dotación de riego

q: caudal continuo unitario

S: superficie de la parcela

GL: grado de libertad

El caudal continuo unitario es el caudal estricto que habría que suministrar para hacer frente a las necesidades hídricas de las plantas si se regase de manera continua la totalidad del tiempo disponible. En este caso, se adopta como caudal continuo unitario el caudal del período punta de consumo.

La superficie total de las parcelas de la unidad de riego en análisis es de 43,75ha. Descontando de la misma, áreas destinadas a obras de vivienda, a equipamiento y sistemas de riego, se considera una superficie bruta de riego de 43ha.

El grado de libertad se define como el cociente entre el número de horas diarias disponibles para el riego y el número de horas que el agricultor debería tener abierta su toma para atender al requerimiento de riego del período punta (Granados García, 2013). En este caso, al tiempo en que se encuentre abierta la toma no se encuentra asociado directamente con las horas de riego, sino con el período de llenado de la balsa. Por lo tanto, se considera que durante el período punta de consumo, el usuario deberá tener abierta la toma durante todo el día para almacenar el volumen necesario. Atendiendo a la definición, implica un grado de libertad igual a 1.

Dotación de Riego en cada Balsa	
Caudal Período de Punta [m ³ /s]	1.28
Caudal Continuo Unitario [l/s*ha]	0.92
Grado de Libertad	1.00
Superficie por Balsa [ha]	43.00
Dotación requerida [l/s]	39.43
Dotación adoptada [l/s]	40.00

Tabla 22. Dotación alternativa 2

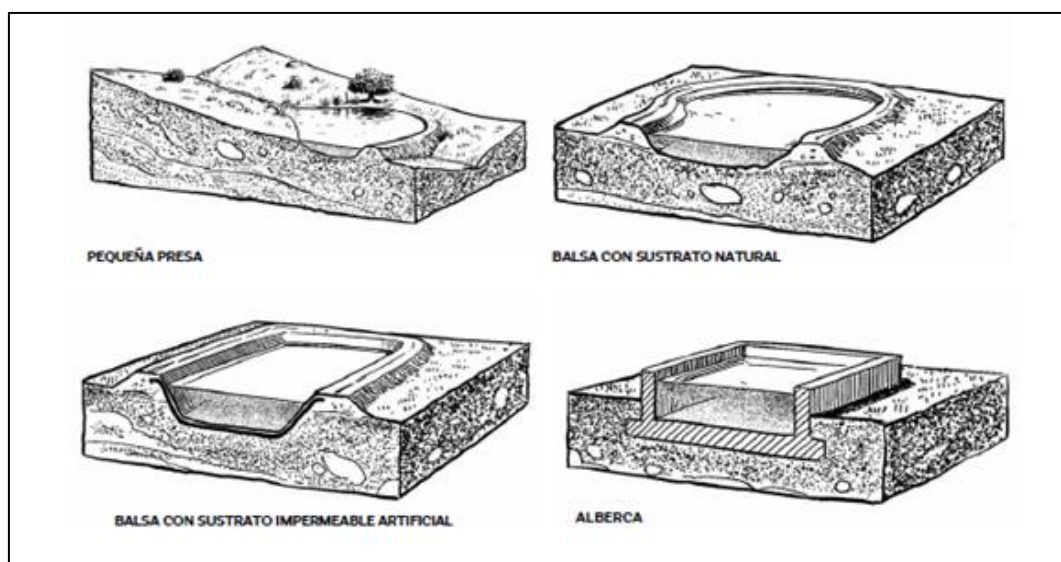
Luego de aplicar la expresión de cálculo, se adopta una dotación en cada balsa de 40L/s.

Balsas de almacenamiento

Las balsas agrícolas constituyen sistemas artificiales de almacenamiento de agua mediante una excavación en el terreno, frecuentemente acompañada de un levantamiento de muros perimetrales o interceptando escorrentías mediante presa. Su fin es atender la demanda de agua en periodos de necesidad almacenándolas en épocas de abundancia. El uso es variado y con frecuencia mixto. Los principales usos a los que se destinan son los riegos agrícolas y los aprovechamientos ganaderos. En menor medida, existen otros usos de abastecimiento como a instalaciones agrarias, riego de jardines o campos de golf (Camacho Martínez, 2011).

Se hallan distintos tipos de balsas, según su tipología constructiva. Para la elección deben considerarse factores como: características del terreno, uso y costos.

Figura 20. Clases de balsas según tipología constructiva



La característica del terreno donde se va a ubicar resulta esencial por cuanto, tanto la topografía como la impermeabilidad del terreno, van a determinar el tipo de balsa. Así, en una pequeña cuenca con sustrato impermeable (arcillas o margas) la construcción de la balsa prácticamente solo requerirá el levantamiento de un dique de contención de aguas de escorrentías, mientras que en el caso de tierras llanas y permeables, como las arenosas, la

construcción de una balsa va a implicar, además de un cerramiento mediante muro perimetral y su impermeabilización.

El uso al que se destine va a determinar las características de la balsa. En el caso de un uso destinado a riego, dimensionar la capacidad de la balsa en función de las demandas y procurar una buena calidad del agua resultará esencial.

El costo viene condicionado principalmente por el tamaño y la tipología. Deberá ser proporcional a los beneficios y para su cálculo, además de los gastos derivados de su construcción, deberá tenerse en cuenta el valor del terreno que en determinados casos puede resultar extraordinariamente elevado.

En este proyecto, atendiendo al uso y a las características del terreno de la zona de riego, se propone el emplazamiento de balsas con sustrato impermeable artificial. Se construyen mediante excavación en el terreno y aprovechamiento del material extraído para formar los muros perimetrales. El fondo es cóncavo y bastante regular. Las orillas, con altas pendientes. Dado el carácter permeable del terreno donde se localizan, se dotan de una superficie artificial que impermeabiliza su fondo y orillas.

Para determinar sus dimensiones es necesario conocer el volumen a almacenar. Para ello, se decide darle a las balsas la capacidad suficiente para acumular el agua requerida durante 24 horas en el período punta de consumo.

Esta decisión se fundamenta en el carácter del riego intraparcilar. Como las tipologías implementadas son presurizadas, permiten su automatización. De este modo, no es necesario que el regante esté presente en el momento de inicio o finalización del riego. En primera instancia se contempló almacenar agua durante dos o tres días, con el objeto de liberar los fines de semana; pero con la sistematización del riego no resulta necesario.

Por otro lado, a partir de la capacidad necesaria, se define la profundidad del reservorio teniendo en cuenta el análisis de costos de las represas realizados en el proyecto de Apoyo a la Modernización del riego en la Provincia de Mendoza, donde se determina la relación entre las dimensiones de las balsas y sus costos respectivos. Además, se deja un resguardo de 50cm por encima del nivel de agua máximo, para evitar desbordes producto de oleajes.

Dimensiones Balsas	
Caudal entrante máx. [m3/s]	0.04
Tiempo acumulación [hs]	24.00
Volumen necesario [m3]	3456.00
Profundidad [m]	2.00
Largo [m]	50.00
Ancho [m]	35.00
Revancha [m]	0.50
Volumen de Agua [m3]	3465.00
Volumen Represa [m3]	3500.00

Tabla 23. Dimensiones de balsas de almacenamiento alternativa 2

Como se prevé un sistema de alimentación continuo a las balsas, hay que dotarlas de un vertedero en su extremo, que permita el rebase una vez que se supere el nivel máximo, con los drenajes correspondientes para evacuar el exceso. Esta situación puede darse en días donde la demanda hídrica de los cultivos resulte menor a la considerada, debido por ejemplo, a la ocurrencia de precipitaciones.

Todas las obras de toma estarán conformadas con compuertas que permitan al productor bloquear el ingreso de agua a su balsa, en el caso que así lo desee.

Presión necesaria

Para definir la presión con la que el agua debe ser impulsada para efectuar el riego localizado se considera la presión necesaria en el emisor más la sumatoria de las pérdidas de carga que ocurren en los filtros, los tanques de fertilización, las conducciones de distribución interna y las diferencias de cotas en el terreno.

Presión en Estación Interna	
Filtros de Grava [m]	2.00
Tanque de Fertilización [m]	2.00
Pérdida en Conducción [m]	50.00
Presión en Emisor [m]	10.00
Diferencia de Cota [m]	1.00
Presión Necesaria en Nodo [mca]	65.00

Tabla 24. Presión de bombeo necesaria alternativa 2

Se determina entonces que la presión de salida en la estación de bombeo individual de cada parcela debe ser de 65 metros de columna de agua.

Bombeo interno

Para completar el equipamiento necesario para abastecer sistemas de riego internos tecnificados, es necesaria la colocación de bombas en cada propiedad. Si bien puede suponerse que este aspecto es parte del ámbito privado, se efectúa el análisis para que ambas alternativas sean comparables en forma directa. De esta manera en ambos casos se obtiene un producto final de similares características.

Para darle al riego intraparculario el mismo grado de libertad que en la alternativa 1, se piensa en un sistema que permita entregar todo el volumen correspondiente al día de máximo consumo en 16 horas (grado de libertad de 1,5). De esta forma se ajusta la dotación para obtener el caudal de bombeo.

Con este dato y la presión determinada en el apartado precedente, se desprende que resulta necesario impulsar un caudal de agua de 60L/s a una altura de 65m.c.a.

La potencia eléctrica requerida por el conjunto de bombas resulta (Suárez López, 2005):

$$W = \frac{Q \times H \times \gamma}{\eta}$$

W: potencia requerida
Q: caudal circulante
H: altura de bombeo
 γ : peso específico del líquido
 η : rendimiento de la bomba

Para establecer el rendimiento de las bombas, se consultan catálogos de equipos que provean sus curvas características. Se decide utilizar electrobombas sumergibles de eje vertical, con impulsores de flujo semi-axial.

Se dispone de una secuencia de bombas en paralelo en cada red; esta medida se fundamenta en el en los mismos criterios explicitados en el apartado de equipos de bombeo de la alternativa 1. De esta manera, se mejora el rango de funcionamiento de cada bomba respecto a su propio rendimiento, se prolonga la vida útil de los equipos y se ahorra en energía eléctrica consumida.

Con estas consideraciones y la expresión de cálculo expuesta, se define la colocación en cada parcela de 4 bombas de 20HP.

Potencia Necesaria por Parcela	
γ [kg/m ³]	1000.00
Q [m ³ /s]	0.06
H [m]	65.00
η	75%
Potencia [CV]	69.33
Potencia [HP]	68.36

Tabla 25. Potencia necesaria en riego interno alternativa 2

Bomba Sumergible RotorPump	
Bomba	RP8S50-5K
Q [m ³ /h]	54.00
H [m]	69.00
η	75%
Potencia [HP]	20.00
Cantidad	4
Potencia Total [HP]	80.00

Tabla 26. Especificaciones de las bombas seleccionadas alternativa 2

Sistema de distribución

Se diseña un sistema de distribución de agua de riego mediante canalizaciones abiertas excavadas en suelo natural, acompañando la topografía del terreno, habitualmente denominadas “hijuelas”.

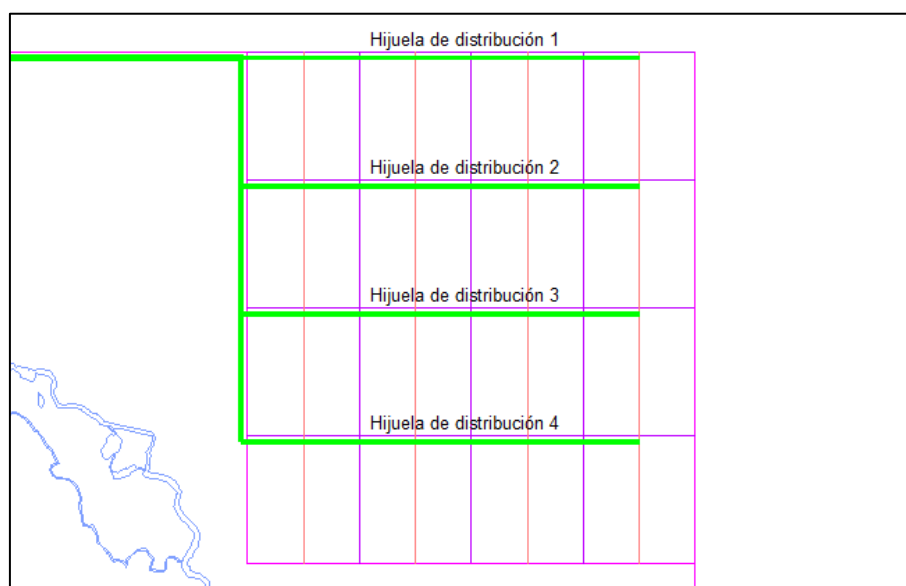
Para permitir la red de riego a la demanda propuesta, se desea que las balsas de almacenamiento se llenen en forma continua, eliminando el sistema de turnados. Por esta

razón, se dota a las conducciones citadas de partidores que deriven continuamente parte del caudal circulante hacia las propiedades.

Cada una de las hijuelas de la zona de riego analizada abastece a ocho propiedades. Las canalizaciones discurren en sentido oeste-este, ubicadas del lado sur de la calzada. De esta forma, se aprovechan las pendientes máximas y se entrega el agua en el punto más alto de las parcelas (esquina noroeste), sin necesidad de obras de cruce para el ingreso.

A continuación se esquematiza el sistema de distribución propuesto en la alternativa 2, para la unidad de cultivo 2.

Figura 21. Esquema de sistema de distribución alternativa 2



Eficiencia de distribución

Para la determinación de la eficiencia de distribución de la red, se consideran las mediciones realizadas en el marco del trabajo de Desempeño del Riego Superficial en la Zona de Regadío de la cuenca del Río Diamante, citado en los antecedentes.

Se toma como referencia la eficiencia calculada para la red terciaria y cuaternaria del Canal Matriz Goudge, que tiene longitudes promedio y suelos de emplazamiento con características similares a las de las hijuelas propuestas en el presente trabajo.

De esta forma se adopta una eficiencia de distribución del 85%.

Caudales de diseño

El caudal de diseño de cada canalización de la red de distribución debe ser igual a la suma de las dotaciones en el período punta de consumo de las propiedades que abastece, afectada por la eficiencia de distribución para cuantificar las pérdidas.

Considerando que cada hijuela alimenta ocho propiedades, se obtiene un caudal de diseño para cada canalización de $0.38\text{m}^3/\text{s}$.

Caudal de Diseño Hijuelas [m3/s]	
Dotación en Parcelas [m3/s]	0.04
Número de Parcelas	8
Eficiencia [%]	85%
Caudal de Diseño [m3/s]	0.38

Tabla 27. Caudales de diseño de red de distribución alternativa 2

Diseño hidráulico de secciones

Para el diseño hidráulico de las hijuelas se utiliza como herramienta el programa computacional HCANALES, un software desarrollado en la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Las dimensiones de la conducción se determinan a través del cálculo del tirante normal del escurrimiento, para régimen permanente.

Como los caudales circulantes en cada tramo homólogo son iguales en cada una de las cuatro hijuelas de la red, se decide unificar la tipología de secciones. Se propone una reducción de la sección aproximadamente a la mitad del recorrido, esto es luego de la derivación en la quinta propiedad en sentido O-E.

Por lo tanto, se diseñan dos secciones tipo. Los datos de entrada para el cálculo son: el caudal circulante en la sección, el ancho de solera, el talud de los muros, la rugosidad del conducto y la pendiente del tramo en análisis. Como resultados se obtiene: el tirante normal en la sección, su área hidráulica, el perímetro mojado, el radio hidráulico, el espejo de agua, la velocidad del flujo, el número de Froud y el tipo de flujo.

En una de las secciones se considera un caudal circulante igual al caudal de diseño calculado anteriormente; en la otra sección tipo se reduce el caudal de entrada a 3/8 del caudal de diseño (para abastecer tres de las ocho parcelas). Como la sección es excavada en suelo natural, se decide trabajar en sección trapezoidal con un talud 1:1 (45° de inclinación). El coeficiente de rugosidad de Manning adoptado para el suelo natural es de 0.030 (Ven Te Chow, 2004). Se supone una pendiente uniforme en ambos tramos de 0,1%, en coincidencia con la topografía del terreno.

El procedimiento de diseño implica elegir un ancho de solera y comprobar el tirante normal de la sección. El criterio de selección escogido es obtener secciones próximas a la de máxima eficiencia hidráulica, sin que esto suponga profundidades excesivas (menor a 1m) que comprometan la estabilidad del talud de la excavación. Al definir la profundidad debe sumarse al tirante normal una revancha o sobrelevación, como margen de seguridad para evitar que se produzcan desbordes. En este caso se adopta una revancha en la conducción de aproximadamente 30cm (Ven Te Chow, 2004).

Por último, se diseña la sección hidráulica de la conducción mediante la cual ingresa la dotación a las parcelas. Se adopta un caudal de 0,05m³/s. Este valor no coincide con la dotación, sino que es mayor. Como la derivación de caudales se realiza mediante obras de partición, el caudal que ingrese a cada propiedad va a ser siempre 1/8 del caudal que

transporta la hijuela. Para determinar el caudal circulante por las hijuelas, se sumó a las dotaciones el porcentaje correspondiente a las pérdidas consideradas. Por lo tanto, a las secciones de ingreso a las parcelas se les da la capacidad conductiva suficiente para transportar 1/8 del caudal total de la hijuela, para evitar desbordes en la situación extrema de que no haya pérdidas en la red de distribución. La rugosidad y el talud son análogos a los valores utilizados para las canalizaciones terciarias. La pendiente considerada en estos conductos es de 0,025%.

Figura 22. Sección hidráulica de tramo 1 en hijuela tipo alternativa 2

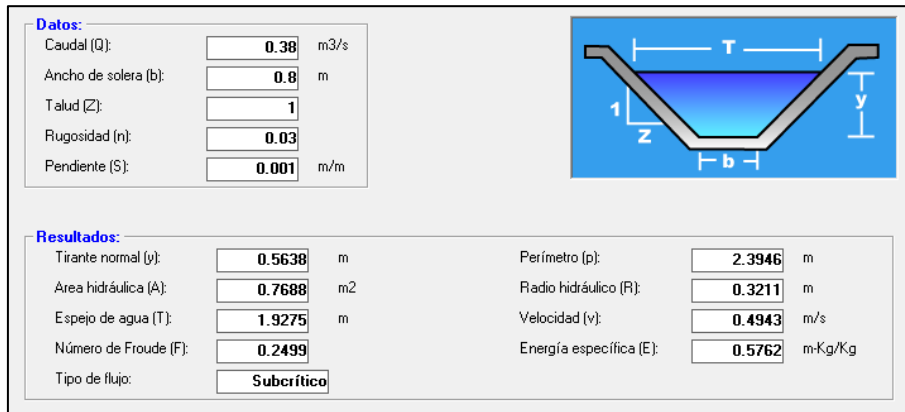


Figura 23. Sección hidráulica de tramo 2 en hijuela tipo alternativa 2

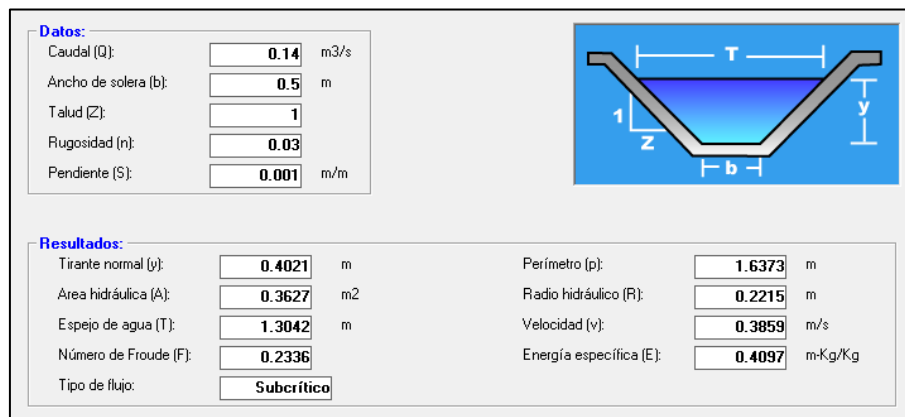
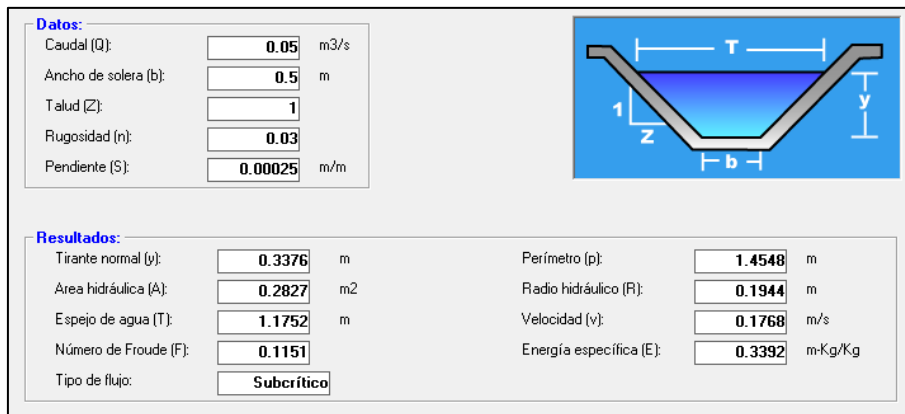


Figura 24. Sección hidráulica de conducciones de ingreso a propiedades alternativa 2



Hijuelas - Tramo 1	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.38
Pendiente [m/m]	0.001
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.80
Tirante [m]	0.56
Revancha [m]	0.29
Profundidad [m]	0.85
Ancho Coronamiento [m]	2.50

Tabla 28. Características de tramo 1 en hijuela tipo alternativa 2

Hijuelas - Tramo 2	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.14
Pendiente [m/m]	0.001
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.50
Tirante [m]	0.40
Revancha [m]	0.30
Profundidad [m]	0.70
Ancho Coronamiento [m]	1.90

Tabla 29. Características de tramo 2 en hijuela tipo alternativa 2

Hijuelas - Ingreso propiedades	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.05
Pendiente [m/m]	0.00025
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.50
Tirante [m]	0.34
Revancha [m]	0.21
Profundidad [m]	0.55
Ancho Coronamiento [m]	1.60

Tabla 30. Características de conducciones de ingreso a propiedades alternativa 2

Obras de derivación

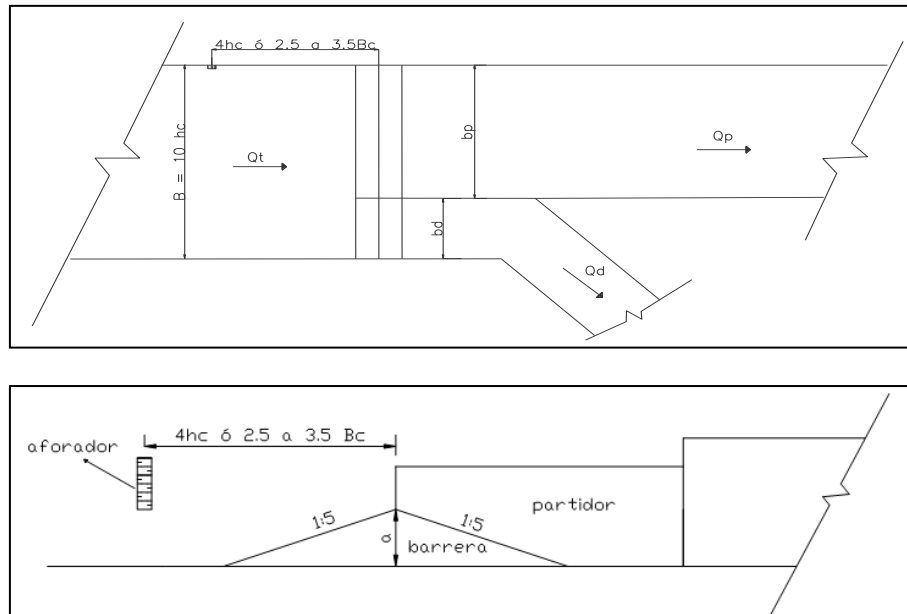
Para poder efectuar la derivación de los caudales desde la hijuela hacia las parcelas se proyectan obras de partición.

Los partidores de agua son aparatos automáticos que dividen los caudales de un canal en una proporción fija. Estas obras extraen de un canal de gasto variable una proporción fija, es decir, un gasto también variable, pero que siempre es un porcentaje invariable del total del gasto del canal. Sus principales características son una rápida aceleración que iguala las velocidades en

los dos ramales y aislamiento de la sección de partición de las variaciones de aguas abajo (Domínguez, 1978).

Se decide utilizar partidores de resalto, cuya barrera de sección triangular en la dirección del escurrimiento permite que los caudales pasante y derivado sean directamente proporcionales a los anchos de cada sección, y asegura que las condiciones de escurrimiento, como el espesor de la lámina líquida, sea igual para todos los ramales. La punta u hoja partidora se compone de una plancha de acero de poco espesor ubicada de forma paralela a la dirección de la corriente.

Figura 25. Esquema de obra de partición tipo



Para que el comportamiento hidráulico sea análogo al descrito, deben tenerse en cuenta algunos conceptos generales: el régimen aguas arriba del partidor debe ser subcrítico; la sección de partición debe ser rectangular; el ancho de la sección de partición debe ser aproximadamente de diez veces el tirante crítico; sobre la sección de partición, en coincidencia con la cresta de la barrera triangular, deben producirse los parámetros críticos, por lo tanto la barrera no debe ahogarse; el resalto debe estar alejado de la barrera una distancia de al menos dos veces el tirante crítico; para que la partición se efectúe en condiciones aceptables el caudal derivado debe ser entre el 10% y el 90% del caudal total (Lastra, 2009).

Todas las obras se efectúan en sección rectangular con revestimiento de hormigón armado. A continuación se explicita el procedimiento seguido para el diseño de cada partición.

En primer lugar se define a partir del caudal total que llega a la sección de partición, los caudales pasante y derivado. Se comprueba que estemos dentro de las condiciones aceptables.

Luego, se calcula el ancho de la partición seleccionando una sección en la que este sea diez veces el tirante crítico. Para ello utilizamos la herramienta HCANALES, donde como datos de entrada ingresamos el caudal circulante, el ancho de la sección y la pendiente del tramo,

obteniendo como resultado, entre otros, el tirante crítico del escurrimiento. Se itera con distintos anchos de solera hasta obtener un tirante crítico de 1/10 del mismo.

Fijado el ancho de la partición, se tienen los anchos pasante y derivado con una proporción respecto al ancho total igual a la de los caudales pasante y derivado respecto al caudal total, correspondientemente. Se fija así la ubicación de la hoja partidora.

Para dimensionar la altura de la barrera triangular es necesario conocer los tirantes aguas abajo de la partición, tanto en la sección pasante como en la derivada. Con las secciones tipo ya diseñadas, se verifican los tirantes normales para los caudales en cuestión. El máximo de ellos se relaciona con el tirante crítico para obtener los parámetros que fijen la altura necesaria de la barrera triangular. Estos parámetros son proporcionados por un ábaco incluido en la bibliografía, cumpliendo así que la barrera no se ahogue y que el resalto hidráulico se produzca a una distancia mínima de dos veces el tirante crítico.

Por último se estima la longitud de la obra de partición teniendo en cuenta la ubicación de la sección de aforo aguas arriba de la partición, la longitud de la barrera con una pendiente de 1:5, la distancia desde la cresta de la barrera al resalto hidráulico aguas abajo, y la longitud del resalto. Se muestran los resultados para las siete particiones que se localizan en cada hijuela tipo (en la última propiedad ingresa todo el caudal circulante, por lo que no hay obra de derivación). Se presentan de aguas abajo hacia aguas arriba, que es el orden apropiado para diseñar las obras.

Figura 26. Esquema de localización de partidores en hijuela tipo alternativa 2

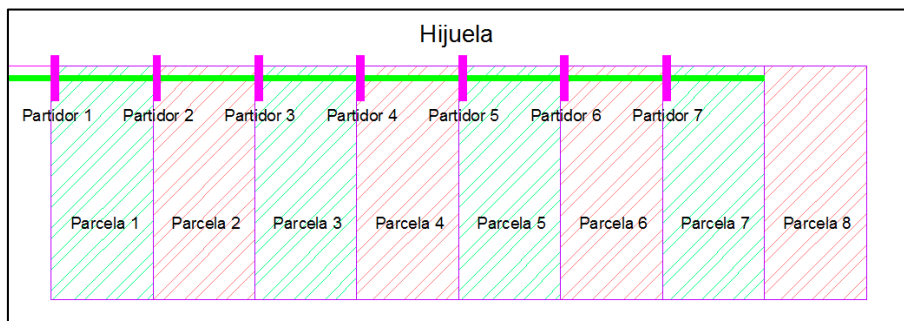


Figura 27. Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidor 7 alternativa 2

Datos:		Diagrama	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.05"/> m ³ /s		
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.5"/> m		
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>		
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>		
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.001"/> m/m		
Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.2324"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.1574"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1702"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1471"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.9649"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.2937"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2233"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2368"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

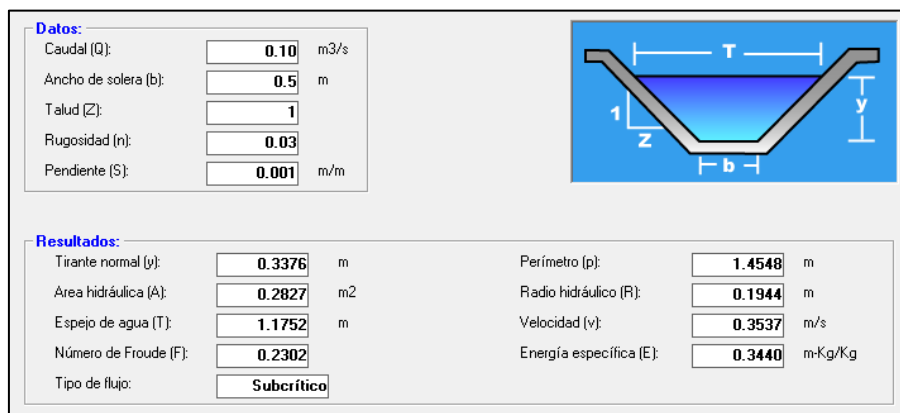
El partidor 7 resulta de 0,50m de ancho, con una altura de barrera de 0,30m y una longitud total revestida de aproximadamente 3,50m.

Partición Hijueta - Propiedad 7	
Q total [m3/s]	0.10
Q derivado [m3/s]	0.05
Q pasante [m3/s]	0.05
Qd/Qt	0.50
Ancho total [m]	1.00
Tirante crítico [m]	0.10
Ancho pasante [m]	0.50
Ancho derivado [m]	0.50
Tirante Hijueta [m]	0.23
Tirante Propiedad [m]	0.34
kmín	0.40
x1	3.40
k1	3.00
a1 [m]	0.30
Altura barrera [m]	0.30
Tirante aforo [m]	0.40
Distancia resalto [m]	0.20
Long. resalto hij. [m]	1.10
H° aguas abajo hij. [m]	1.57
H° aguas arriba hij. [m]	1.90

Tabla 31. Diseño de partidor 7 hijuelas alternativa 2

El partidor 6 resulta de 1,30m de ancho, con una altura de barrera de 0,30m y una longitud total revestida de aproximadamente 4,50m.

Figura 28. Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidor 6 alternativa 2

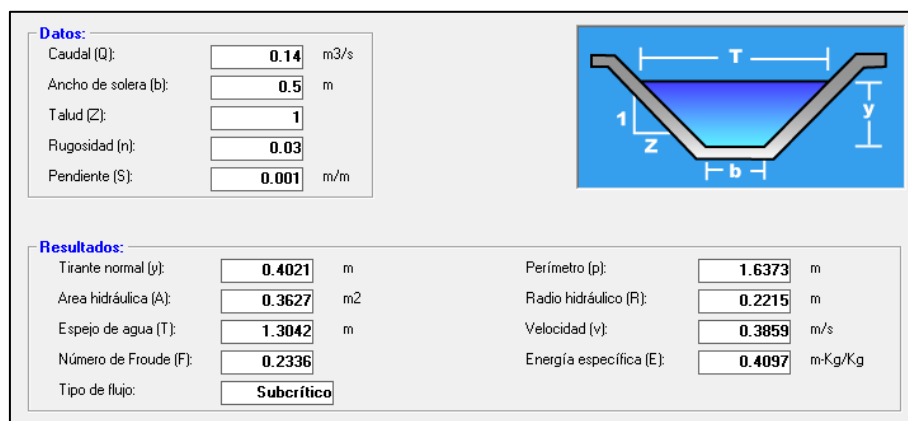


Partición Hijueta - Propiedad 6	
Q total [m3/s]	0.14
Q derivado [m3/s]	0.05
Q pasante [m3/s]	0.10
Qd/Qt	0.33
Ancho total [m]	1.30
Tirante crítico [m]	0.11
Ancho pasante [m]	0.87
Ancho derivado [m]	0.43
Tirante Hijueta [m]	0.34
Tirante Propiedad [m]	0.34
kmín	0.40
x1	3.09
k1	2.40
a1 [m]	0.26
Altura barrera [m]	0.30
Tirante aforo [m]	0.41
Distancia resalto [m]	0.22
Long. resalto hij. [m]	1.65
H° aguas abajo hij. [m]	2.20
H° aguas arriba hij. [m]	1.94

Tabla 32. Diseño de partidor 6 hijuelas alternativa 2

El partidor 5 resulta de 1,30m de ancho, con una altura de barrera de 0,35m y una longitud total revestida de aproximadamente 5,00m.

Figura 29. Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidor 5 alternativa 2

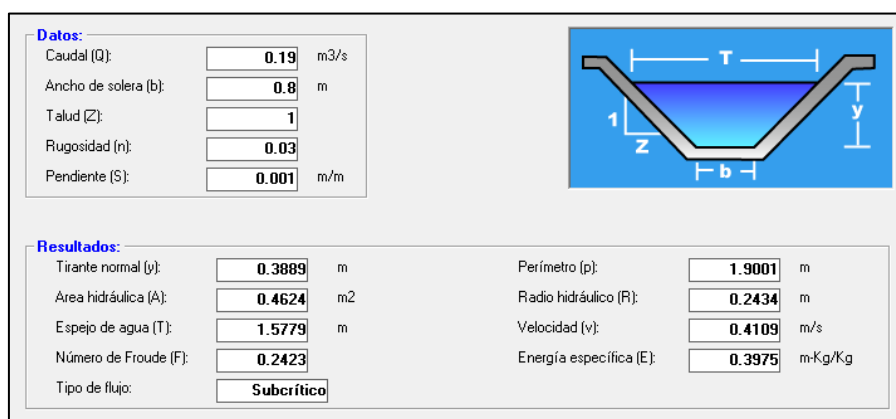


Partición Hijueta - Propiedad 5	
Q total [m3/s]	0.19
Q derivado [m3/s]	0.05
Q pasante [m3/s]	0.14
Qd/Qt	0.25
Ancho total [m]	1.30
Tirante crítico [m]	0.13
Ancho pasante [m]	0.98
Ancho derivado [m]	0.33
Tirante Hijueta [m]	0.40
Tirante Propiedad [m]	0.34
kmín	0.40
x1	3.08
k1	2.40
a1 [m]	0.31
Altura barrera [m]	0.35
Tirante aforo [m]	0.48
Distancia resalto [m]	0.26
Long. resalto hij. [m]	1.93
H° aguas abajo hij. [m]	2.57
H° aguas arriba hij. [m]	2.02

Tabla 33. Diseño de partidor 5 hijuelas alternativa 2

El partidor 4 resulta de 1,55m de ancho, con una altura de barrera de 0,30m y una longitud total revestida de aproximadamente 5,00m.

Figura 30. Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidor 4 alternativa 2

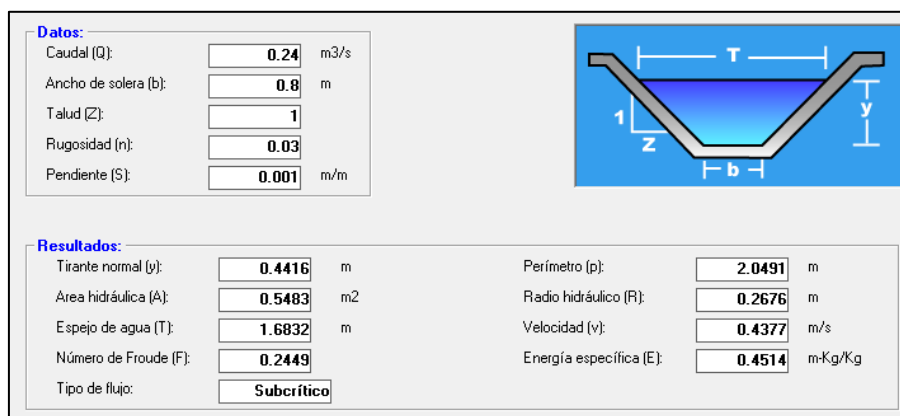


Partición Hijueta - Propiedad 4	
Q total [m3/s]	0.24
Q derivado [m3/s]	0.05
Q pasante [m3/s]	0.19
Qd/Qt	0.20
Ancho total [m]	1.55
Tirante crítico [m]	0.13
Ancho pasante [m]	1.24
Ancho derivado [m]	0.31
Tirante Hijueta [m]	0.39
Tirante Propiedad [m]	0.34
kmín	0.40
x1	3.00
k1	2.20
a1 [m]	0.29
Altura barrera [m]	0.30
Tirante aforo [m]	0.43
Distancia resalto [m]	0.26
Long. resalto hij. [m]	1.85
H° aguas abajo hij. [m]	2.43
H° aguas arriba hij. [m]	2.02

Tabla 34. Diseño de partidor 4 hijuelas alternativa 2

El partidor 3 resulta de 1,55m de ancho, con una altura de barrera de 0,30m y una longitud total revestida de aproximadamente 5,00m.

Figura 31. Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidor 3 alternativa 2

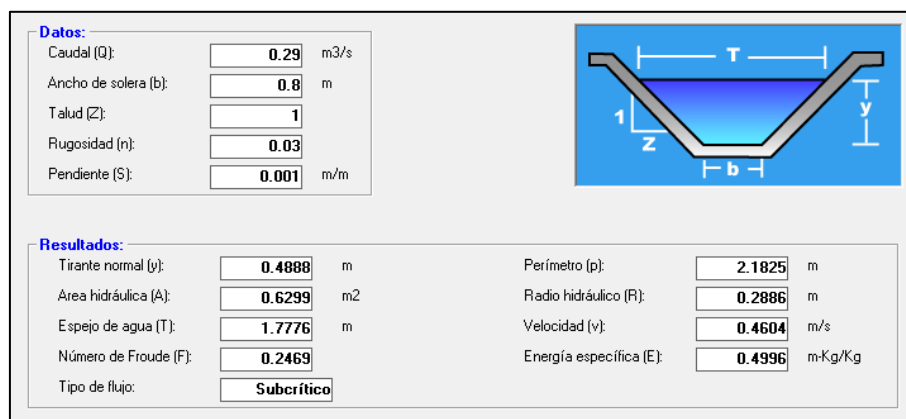


Partición Hijueta - Propiedad 3	
Q total [m3/s]	0.29
Q derivado [m3/s]	0.05
Q pasante [m3/s]	0.24
Qd/Qt	0.17
Ancho total [m]	1.55
Tirante crítico [m]	0.15
Ancho pasante [m]	1.29
Ancho derivado [m]	0.26
Tirante Hijueta [m]	0.44
Tirante Propiedad [m]	0.34
kmín	0.40
x1	2.93
k1	2.00
a1 [m]	0.30
Altura barrera [m]	0.30
Tirante aforo [m]	0.45
Distancia resalto [m]	0.30
Long. resalto hij. [m]	2.08
H° aguas abajo hij. [m]	2.69
H° aguas arriba hij. [m]	2.10

Tabla 35. Diseño de partidor 3 hijuelas alternativa 2

El partidor 2 resulta de 1,70m de ancho, con una altura de barrera de 0,35m y una longitud total revestida de aproximadamente 5,50m.

Figura 32. Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidor 2 alternativa 2

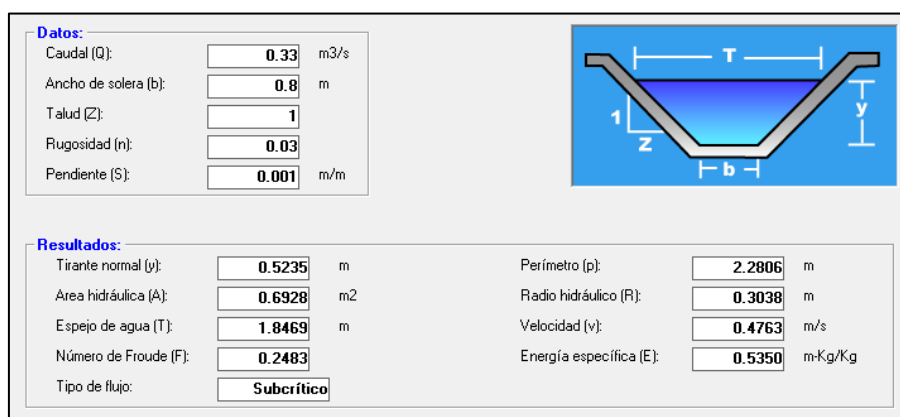


Partición Hijueta - Propiedad 2	
Q total [m3/s]	0.33
Q derivado [m3/s]	0.05
Q pasante [m3/s]	0.29
Qd/Qt	0.14
Ancho total [m]	1.70
Tirante crítico [m]	0.16
Ancho pasante [m]	1.46
Ancho derivado [m]	0.24
Tirante Hijueta [m]	0.49
Tirante Propiedad [m]	0.34
kmín	0.40
x1	3.06
k1	2.20
a1 [m]	0.35
Altura barrera [m]	0.35
Tirante aforo [m]	0.51
Distancia resalto [m]	0.32
Long. resalto hij. [m]	2.33
H° aguas abajo hij. [m]	3.03
H° aguas arriba hij. [m]	2.14

Tabla 36. Diseño de partidor 2 hijuelas alternativa 2

El partidor 1 resulta de 1,70m de ancho, con una altura de barrera de 0,40m y una longitud total revestida de aproximadamente 4,50m.

Figura 33. Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidor 1 alternativa 2



Partición Higuera - Propiedad 1	
Q total [m ³ /s]	0.38
Q derivado [m ³ /s]	0.05
Q pasante [m ³ /s]	0.33
Qd/Qt	0.125
Ancho total [m]	1.70
Tirante crítico [m]	0.17
Ancho pasante [m]	1.49
Ancho derivado [m]	0.21
Tirante Higuera [m]	0.52
Tirante Propiedad [m]	0.34
kmín	0.40
x1	3.06
k1	2.20
a1 [m]	0.37
Altura barrera [m]	0.40
Tirante aforo [m]	0.57
Distancia resalto [m]	0.34
Long. resalto hij. [m]	2.46
H° aguas abajo hij. [m]	3.23
Long. resalto prop. [m]	1.62
H° aguas abajo prop. [m]	2.20
H° aguas arriba hij. [m]	2.18

Tabla 37. Diseño de partidor 1 hijuelas alternativa 2

Sistema de conducción

La red secundaria propuesta en la alternativa 2 se compone de una conducción abierta con escurrimiento por gravedad. Esta canalización tiene similares características a las hijuelas de la red de distribución, pero se proyecta revestida con hormigón armado, para cumplir con el objetivo de minimizar las pérdidas en el sistema de riego.

Las conducciones que se analizan son las identificadas en la figura 34 como “Canal Red Secundaria”. Se consideran sólo estos dos tramos porque son los que abastecen exclusivamente el área de riego seleccionada para la comparación de alternativas.

Estos canales secundarios son los cauces de abastecimiento de las hijuelas del sistema de distribución. Para repartir el caudal, se propone la misma solución empleada para la red terciaria: la utilización de partidores.

El tramo que discurre en sentido O-E presenta caudal continuo. En el trayecto de dirección N-S se localizan las cuatro obras de derivación.

Figura 34. Esquema sistema de conducción alternativa 2

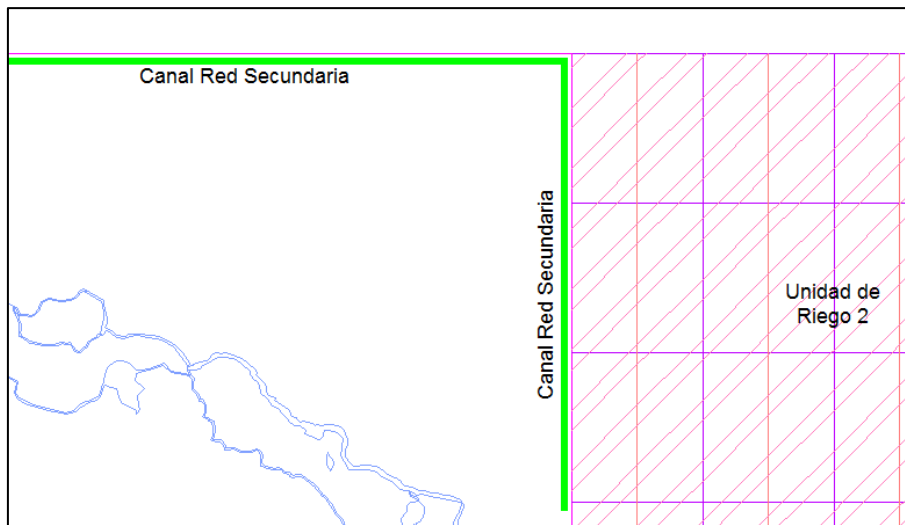
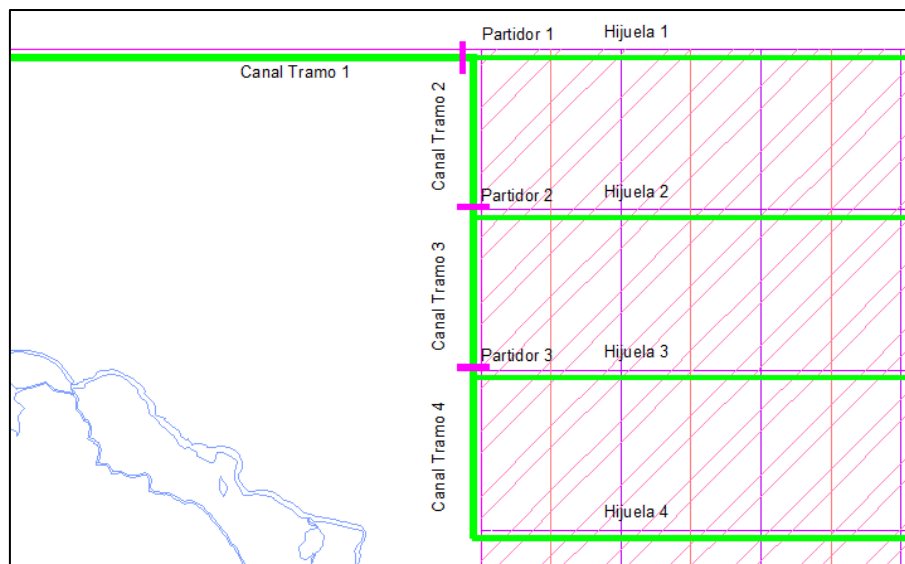


Figura 35. Esquema de obras de derivación desde la conducción secundaria alternativa 2



Eficiencia de conducción

Los conductos analizados, serán canalizaciones abiertas con revestimiento de hormigón armado. Para estimar esta componente de la eficiencia externa se toma como referencia las conclusiones obtenidas en el trabajo de Desempeño del riego superficial en la zona de regadío de la cuenca del Río Diamante citado en los antecedentes. Se decide utilizar una eficiencia en la red secundaria del 99%, análoga a la generalidad de los canales revestidos de la zona.

Caudales de diseño

El caudal de diseño de cada tramo del canal deberá ser igual a la suma de los caudales de diseño de las redes de distribución que alimentan afectada por la eficiencia del mismo, siendo esta la forma de cuantificar las pérdidas a lo largo del conducto. Por lo tanto (Liria Montañés, 2001):

$$Q_s = \frac{Q_t}{e_s}$$

Q_s : caudal de diseño de red secundaria

Q_t : caudal de diseño de red terciaria

e_s : eficiencia de red secundaria

Caudales de diseño en conducción			
Conducción	Qt [m3/s]	es [%]	Qs [m3/s]
Tramo 1	1.51	99.00%	1.52
Tramo 2	1.13	99.00%	1.14
Tramo 3	0.75	99.00%	0.76
Tramo 4	0.38	99.00%	0.38

Tabla 38. Caudales de diseño de conducciones alternativa 2

Diseño hidráulico de secciones

Para el diseño hidráulico de la conducción secundaria se utiliza como herramienta el programa computacional HCANALES, un software desarrollado en la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Las dimensiones del canal se determinan a través del cálculo del tirante normal del escurrimiento, para régimen permanente.

Se diseñan cuatro secciones, correspondientes a los tramos identificados. Los datos de entrada para el cálculo son: el caudal circulante en la sección, el ancho de solera, el talud de los muros, la rugosidad del conducto y la pendiente del tramo en análisis.

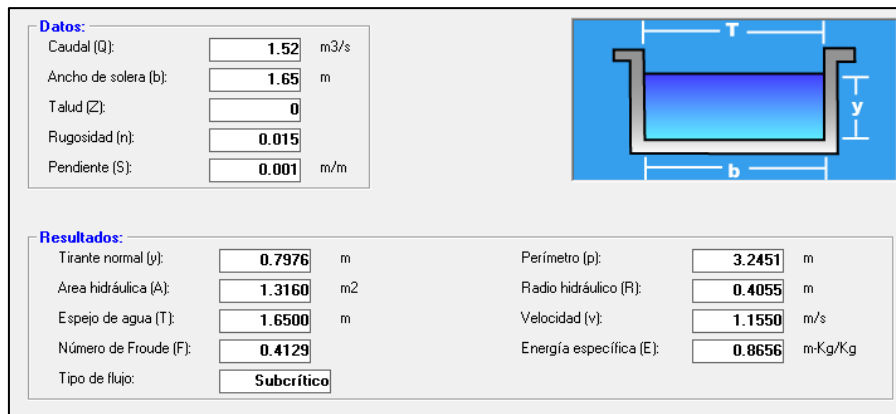
Como resultados se obtiene: el tirante normal en la sección, su área hidráulica, el perímetro mojado, el radio hidráulico, el espejo de agua, la velocidad del flujo, el número de Froud y el tipo de flujo.

Cada una de las secciones tiene un caudal de diseño igual al determinado en el apartado anterior. Se decide trabajar en sección rectangular, con muros verticales. El coeficiente de rugosidad de Manning adoptado para el revestimiento de hormigón armado es de 0.015 (Ven Te Chow, 2004). Se supone una pendiente en el tramo 1 de 0,1%, y en los tramos 2, 3 y 4 de 0,025%, todos en coincidencia con la topografía del terreno.

El procedimiento de diseño implica elegir un ancho de solera y comprobar el tirante normal de la sección. El criterio de selección escogido es obtener secciones próximas a la de máxima eficiencia hidráulica, sin que esto suponga profundidades excesivas (menor a 1,5m) que den lugar a estructuras con importantes cuantías de armadura. Al definir la profundidad debe sumarse al tirante normal una revancha o sobrelevación, como margen de seguridad para evitar que se produzcan desbordes. En este caso se adopta una revancha en la conducción de aproximadamente 30cm (Ven Te Chow, 2004).

A continuación se muestran los resultados obtenidos.

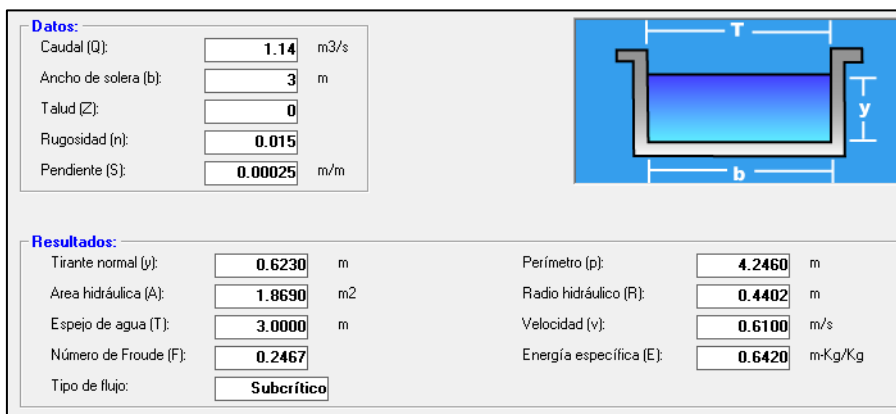
Figura 36. Sección hidráulica de tramo 1 en conducción secundaria alternativa 2



Canal - Tramo 1	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	1.52
Pendiente [m/m]	0.001
Rugosidad Manning	0.015
Ancho solera [m]	1.65
Tirante [m]	0.80
Revancha [m]	0.30
Profundidad [m]	1.10

Tabla 39. Características de tramo 1 en conducción secundaria alternativa 2

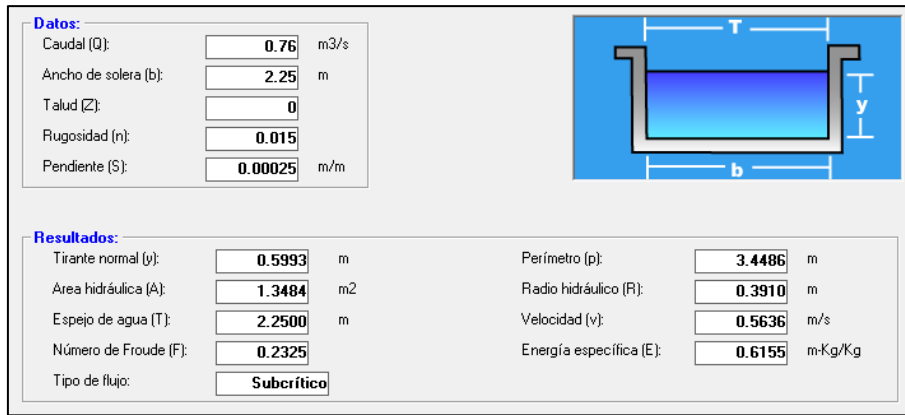
Figura 37. Sección hidráulica de tramo 2 en conducción secundaria alternativa 2



Canal - Tramo 2	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	1.14
Pendiente [m/m]	0.00025
Rugosidad Manning	0.015
Ancho solera [m]	3.00
Tirante [m]	0.62
Revancha [m]	0.28
Profundidad [m]	0.90

Tabla 40. Características de tramo 2 en conducción secundaria alternativa 2

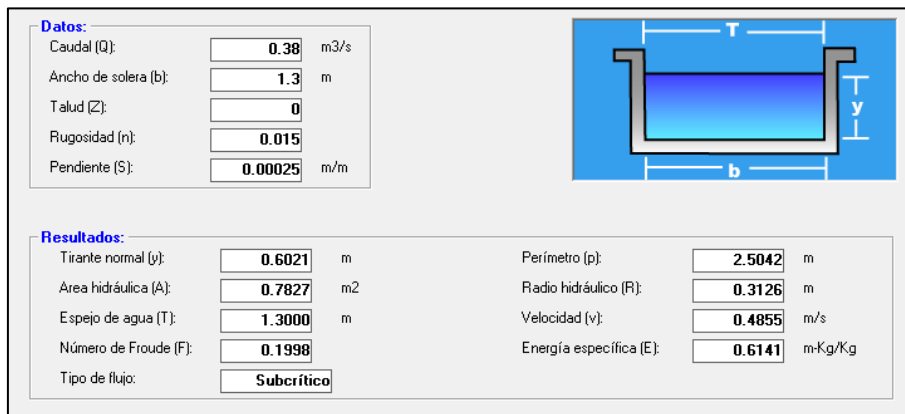
Figura 38. Sección hidráulica de tramo 3 en conducción secundaria alternativa 2



Canal - Tramo 3	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.76
Pendiente [m/m]	0.00025
Rugosidad Manning	0.015
Ancho solera [m]	2.25
Tirante [m]	0.60
Revancha [m]	0.30
Profundidad [m]	0.90

Tabla 41. Características de tramo 3 en conducción secundaria alternativa 2

Figura 39. Sección hidráulica de tramo 4 en conducción secundaria alternativa 2



Canal - Tramo 4	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.38
Pendiente [m/m]	0.00025
Rugosidad Manning	0.015
Ancho solera [m]	1.30
Tirante [m]	0.60
Revancha [m]	0.30
Profundidad [m]	0.90

Tabla 42. Características de tramo 4 en conducción secundaria alternativa 2

Por lo tanto, el sistema de conducción de la red secundaria queda conformado por las siguientes secciones:

Secciones Canal				
Tramo	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
Geometría	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular
Pendiente [%]	0.100%	0.025%	0.025%	0.025%
Ancho [m]	1.65	3.00	2.25	1.30
Profundidad [m]	1.10	0.90	0.90	0.90

Tabla 43. Resumen de secciones en conducción secundaria alternativa 2

Obras de derivación

Para poder efectuar la derivación de los caudales desde la conducción hacia la red terciaria se proyectan obras de partición. El igual que en el sistema de distribución, se utilizan partidores de resalto, que dividen los caudales de un canal en una proporción fija, igualando las condiciones de escurrimiento en los dos ramales y aislando la sección de partición de las variaciones de aguas abajo. La barrera de sección triangular en la dirección del escurrimiento permite que los caudales pasante y derivado sean directamente proporcionales a los anchos de cada sección. La punta u hoja partidora se compone de una plancha de acero de poco espesor ubicada de forma paralela a la dirección de la corriente.

Para que el comportamiento hidráulico sea análogo al descrito, deben tenerse en cuenta algunos conceptos generales: el régimen aguas arriba del partidador debe ser subcrítico; la sección de partición debe ser rectangular; el ancho de la sección de partición debe ser aproximadamente de diez veces el tirante crítico; sobre la sección de partición, en coincidencia con la cresta de la barrera triangular, deben producirse los parámetros críticos, por lo tanto la barrera no debe ahogarse; el resalto debe estar alejado de la barrera una distancia de al menos dos veces el tirante crítico; para que la partición se efectúe en condiciones aceptables el caudal derivado debe ser entre el 10% y el 90% del caudal total (Lastra, 2009).

Todas las obras se efectúan en sección rectangular con revestimiento de hormigón armado. A continuación se explicita el procedimiento seguido para el diseño de cada partición.

En primer lugar se define a partir del caudal total que llega a la sección de partición, los caudales pasante y derivado. Se comprueba que estemos dentro de las condiciones aceptables.

Luego, se calcula el ancho de la partición seleccionando una sección en la que este sea diez veces el tirante crítico. Para ello utilizamos la herramienta HCANALES, donde como datos de entrada ingresamos el caudal circulante, el ancho de la sección y la pendiente del tramo, obteniendo como resultado, entre otros, el tirante crítico del escurrimiento. Se itera con distintos anchos de solera hasta obtener un tirante crítico de 1/10 del mismo.

Fijado el ancho de la partición, se tienen los anchos pasante y derivado con una proporción respecto al ancho total igual a la de los caudales pasante y derivado respecto al caudal total, correspondientemente. Se fija así la ubicación de la hoja partidora.

Para dimensionar la altura de la barrera triangular es necesario conocer los tirantes aguas abajo de la partición, tanto en la sección pasante como en la derivada. Con las secciones tipo ya diseñadas, se verifican los tirantes normales para los caudales en cuestión. El máximo de ellos se relaciona con el tirante crítico para obtener los parámetros que fijen la altura necesaria de la barrera triangular. Estos parámetros son proporcionados por un ábaco incluido en la bibliografía, cumpliendo así que la barrera no se ahogue y que el resalto hidráulico se produzca a una distancia mínima de dos veces el tirante crítico.

Por último se estima la longitud de la obra de partición teniendo en cuenta la ubicación de la sección de aforo aguas arriba de la partición, la longitud de la barrera con una pendiente de 1:5, la distancia desde la cresta de la barrera al resalto hidráulico aguas abajo, y la longitud del resalto.

Se muestran los resultados para las tres particiones que se efectúan en la conducción. Se presentan de aguas abajo hacia aguas arriba, que es el orden apropiado para diseñar las obras.

El partidor 3 resulta de 2,25m de ancho, con una altura de barrera de 0,40m y un revestimiento aguas abajo sobre el ramal derivado de aproximadamente 4,00m.

El partidor 2 resulta de 3,00m de ancho, con una altura de barrera de 0,35m y un revestimiento aguas abajo sobre el ramal derivado de aproximadamente 4,00m.

El partidor 1 resulta de 3,00m de ancho, con una altura de barrera de 0, y un revestimiento aguas abajo sobre el ramal derivado de aproximadamente 4,00m.

Partición Canal - Hijueta 3	
Q total [m3/s]	0.76
Q derivado [m3/s]	0.38
Q pasante [m3/s]	0.38
Qd/Qt	0.50
Ancho total [m]	2.25
Tirante crítico [m]	0.23
Ancho pasante [m]	1.13
Ancho derivado [m]	1.13
Tirante Canal [m]	0.60
Tirante Hijueta [m]	0.55
Altura barrera [m]	0.40
Tirante aforo [m]	0.63
Distancia resalto [m]	0.46
Long. resalto hij. [m]	2.39
H° aguas abajo hij. [m]	3.21

Tabla 44. Diseño de partidor 3 conducción alternativa 2

Partición Canal - Higuera 2	
Q total [m ³ /s]	1.14
Q derivado [m ³ /s]	0.38
Q pasante [m ³ /s]	0.76
Qd/Qt	0.33
Ancho total [m]	3.00
Tirante crítico [m]	0.25
Ancho pasante [m]	2.00
Ancho derivado [m]	1.00
Tirante Canal [m]	0.60
Tirante Higuera [m]	0.55
Altura barrera [m]	0.35
Tirante aforo [m]	0.60
Distancia resalto [m]	0.50
Long. resalto hij. [m]	2.39
H° aguas abajo hij. [m]	3.25

Tabla 45. Diseño de partidor 2 conducción alternativa 2

Partición Canal - Higuera 1	
Q total [m ³ /s]	1.52
Q derivado [m ³ /s]	0.38
Q pasante [m ³ /s]	1.14
Qd/Qt	0.25
Ancho total [m]	3.00
Tirante crítico [m]	0.30
Ancho pasante [m]	2.25
Ancho derivado [m]	0.75
Tirante Canal [m]	0.62
Tirante Higuera [m]	0.56
Altura barrera [m]	0.35
Tirante aforo [m]	0.65
Distancia resalto [m]	0.60
Long. resalto hij. [m]	2.20
H° aguas abajo hij. [m]	3.13

Tabla 46. Diseño de partidor 1 conducción alternativa 2

SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Con el diseño de las dos alternativas propuestas, se procede a seleccionar la solución más conveniente. Para ello, elegimos como criterio de comparación la evaluación social de cada proyecto, empleando la metodología de costo – beneficio.

La evaluación social es el procedimiento que se utiliza para medir la contribución de determinado proyecto de inversión pública al bienestar de la sociedad. Esto se logra mediante la comparación de los beneficios sociales generados por cada alternativa de solución contra el costo social de cada una de ellas. Se decide utilizar este criterio de selección fundamentado en que se trata de un proyecto de desarrollo regional.

Para poder comparar ambas alternativas en forma directa, se hace una salvedad. Teniendo en consideración los fines del proyecto, la alternativa 1 presenta dos ventajas: la eficiencia global del sistema de riego es mayor (86,45% contra 76,58%) y el área neta disponible para cultivos también es mayor (las balsas en la alternativa 2 demandan superficies no despreciables).

Para poder cuantificar estos beneficios se introduce el concepto de unidad equivalente. En este caso, se lleva la cantidad de hectáreas productivas totales a un valor equivalente entre las dos alternativas. En el caso de la alternativa 1, se suma un 10% al área productiva (diferencia entre las eficiencias); en el caso de la alternativa 2, se resta al área considerada la superficie que ocupan los reservorios. Por lo tanto se tienen 1845ha productivas para la alternativa 1 y 1345ha productivas para la alternativa 2.

Evaluación social de Alternativa 1

En primer lugar se identifican los costos de inversión y operación a precios de mercado. Luego, se transforman los precios de mercado en precios sociales. Se cuantifican los beneficios sociales del proyecto. Por último, se determina un indicador de rentabilidad social.

Costos a precios de mercado

Para determinar los costos de inversión a precios de mercado, se realiza un cómputo y presupuesto de las obras hidráulicas diseñadas en la alternativa de solución. Como no se ha efectuado el diseño estructural de las obras, se suponen adoptan dimensiones tipo por analogía con otras obras de la región. Para fijar los precios se toma como fuente consultas a comercios locales, ventas de productos on-line, presupuestos elaborados por empresas nacionales y un generador de precios de construcción en Argentina elaborado por CYPE, Ingenieros S.A.

Además, se consideran los costos de inversión necesarios en las parcelas para efectuar el riego propuesto y para incorporar malla antigranizo. Se utiliza como referencia un análisis de precios en dólares realizados por el ingeniero Morabito en el año 2014, publicado en un diario provincial.

El mantenimiento de las obras civiles y los costos de producción de los cultivos propuestos se consideran dentro de los costos de operación. Las fuentes usadas son el simulador de precios

ofrecido por el Instituto Nacional de Vitivinicultura y un documento elaborado por el Instituto de Desarrollo Rural en el año 2013.

Seguidamente se presentan los precios considerados en cada caso.

Costos de inversión pública

El costo total de inversión pública a precios de mercado para la alternativa 1 es de aproximadamente \$159.000.000 (ciento cincuenta y nueve millones de pesos).

Presupuesto de Obras Hidráulicas Alternativa 1						
Ítem		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Precio Ítem	
Canal	Traza	Preparación del Terreno	gl.	1.00	\$ 240,000	\$ 240,000
		Desmote	m3	15000.00	\$ 19	\$ 285,000
		Terraplén	m3	5000.00	\$ 98	\$ 490,000
	Tramo 1	Excavación	m3	12150.00	\$ 75	\$ 911,250
		Hormigón	m3	4560.00	\$ 2,000	\$ 9,120,000
		Acero para Hormigón	kg	214776.00	\$ 30	\$ 6,443,280
	Tramo 2	Excavación	m3	3900.00	\$ 75	\$ 292,500
		Hormigón	m3	1380.00	\$ 2,000	\$ 2,760,000
		Acero para Hormigón	kg	54165.00	\$ 30	\$ 1,624,950
	Regulación	Compuerta cilíndrica 1000mm	un.	3.00	\$ 965,870	\$ 2,897,611
		Compuerta cilíndrica 800mm	un.	1.00	\$ 785,253	\$ 785,253
		Montaje Compuertas	gl.	1.00	\$ 486,620	\$ 486,620
Estación de Bombeo	Bomba Sumergible 100HP	un.	26.00	\$ 200,765	\$ 5,219,890	
	Tuberías, Válvulas y Accesorios	gl.	1.00	\$ 2,087,956	\$ 2,087,956	
	Sistema de Comando y Control	gl.	1.00	\$ 1,565,967	\$ 1,565,967	
Red Presurizada	Tuberías colocadas	Caño 800mm	m	1750.00	\$ 15,000	\$ 26,250,000
		Caño 700mm	m	1750.00	\$ 10,000	\$ 17,500,000
		Caño 600mm	m	1750.00	\$ 7,500	\$ 13,125,000
		Caño 400mm	m	4750.00	\$ 5,000	\$ 23,750,000
		Caño 350mm	m	3000.00	\$ 4,500	\$ 13,500,000
		Caño 300mm	m	2000.00	\$ 3,900	\$ 7,800,000
		Caño 250mm	m	6000.00	\$ 2,700	\$ 16,200,000
		Caño 200mm	m	1000.00	\$ 2,100	\$ 2,100,000
	Válvulas	Esclusa 250mm	un.	10.00	\$ 15,000	\$ 150,000
		Bornas de entrega	un.	64.00	\$ 50,000	\$ 3,200,000
TOTAL					\$ 158,785,277	

Tabla 47. Precios de mercado inversión pública alternativa 1

Costos de inversión privada

Se supone una inversión inicial intraparciliar de \$2.000.000 por hectárea, incluyendo costos de implantación, malla antigranizo y sistemas de riego presurizados.

Considerando la totalidad de la zona de riego, se tiene una inversión privada total de aproximadamente \$270.000.000 (doscientos setenta millones de pesos).

Costos de operación

Los costos de operación para los primeros cinco años se muestran a continuación. A partir del año cinco los costos se estabilizan.

Costos de Operación A1					
Año	1	2	3	4	5
Costo [\$/ha]	\$ 22,275	\$ 25,500	\$ 28,725	\$ 40,800	\$ 51,000
Costo Total [\$]	\$ 30,071,250	\$ 34,425,000	\$ 38,778,750	\$ 55,080,000	\$ 68,850,000

Tabla 48. Precios de mercado operación alternativa 1

Costos a precios sociales

El precio social es aquel que refleja el verdadero costo que significa para la sociedad el uso de un bien, servicio o factor productivo. Los precios de mercado traen consigo una serie de distorsiones, producto de impuestos, subsidios, etc., que nos impiden conocer cuál es el verdadero valor asumido por el país en su conjunto. Por esa razón, para cada alternativa de solución es necesario expresar los costos en precios sociales.

Entonces, el precio social de un bien, servicio, insumo o factor productivo, es igual al precio de mercado corregido por un factor de corrección que representa las distorsiones e imperfecciones (Sapag Chain, 2011).

Para el presente análisis, se consideran factores de corrección en las remuneraciones (mano de obra), en los insumos importados (divisas, aranceles e impuestos) y bienes nacionales (impuestos).

Para establecer los valores de los factores, se toma como referencia documentos elaborados por el Ministerio de Desarrollo Social de Chile, el Ministerio de Economía y Finanzas de Perú y la Administración Federal de Ingresos Públicos de Argentina. Se consideran los siguientes factores de corrección:

- Factor de corrección de bienes nacionales: 0,826
- Factor de corrección de bienes importados: 0,576
- Factor de corrección de mano de obra calificada: 0,98
- Factor de corrección de mano de obra no calificada: 0,68

Seguidamente se presentan los costos sociales del proyecto.

Costos de inversión pública

El costo total de inversión pública a precios sociales para la alternativa 1 es de aproximadamente \$116.500.000 (ciento dieciséis millones quinientos mil pesos).

Precios Sociales de Obras Hidráulicas Alternativa 1						
Ítem			Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Precio Parcial
Canal	Traza	Preparación del Terreno	gl.	1.00	\$ 223,680	\$ 223,680
		Desmante	m3	15000.00	\$ 18	\$ 275,310
		Terraplén	m3	5000.00	\$ 95	\$ 473,340
	Tramo 1	Excavación	m3	12150.00	\$ 69	\$ 843,089
		Hormigón	m3	4560.00	\$ 1,652	\$ 7,533,120
		Acero para Hormigón	kg	214776.00	\$ 25	\$ 5,322,149
	Tramo 2	Excavación	m3	3900.00	\$ 69	\$ 270,621
		Hormigón	m3	1380.00	\$ 1,652	\$ 2,279,760
		Acero para Hormigón	kg	54165.00	\$ 25	\$ 1,342,209
	Regulación	Compuerta cilíndrica 1000mm	un.	3.00	\$ 797,809	\$ 2,393,427
		Compuerta cilíndrica 800mm	un.	1.00	\$ 648,619	\$ 648,619
		Montaje Compuertas	gl.	1.00	\$ 476,888	\$ 476,888
Estación de Bombeo		Bomba Sumergible 100HP	un.	26.00	\$ 165,832	\$ 4,311,629
		Tuberías, Válvulas y Accesorios	gl.	1.00	\$ 1,724,652	\$ 1,724,652
		Sistema de Comando y Control	gl.	1.00	\$ 1,293,489	\$ 1,293,489
Red Presurizada	Tuberías colocadas	Caño 800mm	m	1750.00	\$ 10,548	\$ 18,459,000
		Caño 700mm	m	1750.00	\$ 7,032	\$ 12,306,000
		Caño 600mm	m	1750.00	\$ 5,274	\$ 9,229,500
		Caño 400mm	m	4750.00	\$ 3,516	\$ 16,701,000
		Caño 350mm	m	3000.00	\$ 3,164	\$ 9,493,200
		Caño 300mm	m	2000.00	\$ 2,742	\$ 5,484,960
		Caño 250mm	m	6000.00	\$ 1,899	\$ 11,391,840
		Caño 200mm	m	1000.00	\$ 1,477	\$ 1,476,720
	Válvulas	Esclusa 250mm	un.	10.00	\$ 10,548	\$ 105,480
		Bornas de entrega	un.	64.00	\$ 35,160	\$ 2,250,240
TOTAL						\$ 116,309,920

Tabla 49. Precios de sociales inversión pública alternativa 1

Costos de inversión privada

El factor de corrección de la inversión privada intrafinca deducido de impuestos y corrigiendo la mano de obra es de 0,795. Por lo tanto, el costo social de implantación, sistema de riego y tela antigranizo es de \$159.000 por hectárea.

Considerando la totalidad de la zona de riego, se tiene una inversión privada total a precios sociales de aproximadamente \$215.000.000 (doscientos quince millones de pesos).

Costos de operación

El factor de corrección de los costos de operación del proyecto deducido de impuestos y corrigiendo la mano de obra es de 0,764. Por lo tanto se tienen los siguientes precios sociales en los primeros cinco años:

Costos Sociales de Operación A1					
Año	1	2	3	4	5
Costo [\$/ha]	\$ 17,018	\$ 19,482	\$ 21,946	\$ 31,171	\$ 38,964
Costo Total [\$]	\$ 22,974,435	\$ 26,300,700	\$ 29,626,965	\$ 42,081,120	\$ 52,601,400

Tabla 50. Precios sociales operación alternativa 1

Beneficios sociales

Los beneficios sociales del proyecto son básicamente los beneficios que la red de riego representará para la agricultura de la zona. Por lo tanto, se cuantifican los precios de la potencial producción en la unidad de riego.

Para determinar los precios de los distintos productos por unidad de peso (\$/kg) se consideran los valores promedio en la provincia de Mendoza tomando como fuente la Bolsa de Comercio local. Para establecer los rendimientos de los distintos cultivos (kg/ha) se utilizan los datos publicados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Se presentan los beneficios sociales del proyecto en los primeros cinco años. A partir de ese momento los ingresos se estabilizan.

Beneficios Sociales A1					
Año	1	2	3	4	5
Ingreso [\$/ha]	\$ 0	\$ 30,000	\$ 85,500	\$ 138,375	\$ 176,250
Ingreso Total [\$]	\$ 0	\$ 44,550,000	\$ 126,967,500	\$ 205,486,875	\$ 261,731,250

Tabla 51. Beneficios sociales alternativa 1

Flujo de Caja

Conocidos los costos sociales y los beneficios sociales, se determina el flujo de caja de la alternativa en análisis. Se considera un horizonte de evaluación de 20 años, que es la vida útil estimada de gran parte de las obras y equipamientos. Se presentan los resultados en la Tabla 52.

Indicador de rentabilidad social

Se elige como indicador de rentabilidad social el Valor Actual Neto Social (VANS) del proyecto. Esto es, el VAN calculado con el flujo de caja social y considerando una tasa de descuento también social. Con una tasa de descuento del 18% anual, el VANS resulta de \$359.637.941 (trescientos cincuenta y nueve millones seiscientos treinta y siete mil novecientos cuarenta y uno pesos).

Flujo de Caja Alternativa 1			
Año	Costos Sociales	Beneficios Sociales	Neto
0	\$ 331,500,000	\$ 0	-\$ 331,500,000
1	\$ 22,974,435	\$ 0	-\$ 22,974,435
2	\$ 26,300,700	\$ 40,550,000	\$ 14,249,300
3	\$ 29,626,965	\$ 126,967,500	\$ 97,340,535
4	\$ 42,081,120	\$ 205,486,875	\$ 163,405,755
5	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
6	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
7	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
8	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
9	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
10	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
11	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
12	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
13	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
14	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
15	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
16	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
17	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
18	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
19	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850
20	\$ 52,601,400	\$ 261,731,250	\$ 209,129,850

Tabla 52. Flujo de caja social alternativa 1

Evaluación social de Alternativa 2

En primer lugar se identifican los costos de inversión y operación a precios de mercado. Luego, se transforman los precios de mercado en precios sociales. Se cuantifican los beneficios sociales del proyecto. Por último, se determina un indicador de rentabilidad social.

Costos a precios de mercado

Para determinar los costos de inversión a precios de mercado, se realiza un cómputo y presupuesto de las obras hidráulicas diseñadas en la alternativa de solución. Como no se ha efectuado el diseño estructural de las obras, se suponen adoptan dimensiones tipo por analogía con otras obras de la región. Para fijar los precios se toma como fuente consultas a comercios locales, ventas de productos on-line, presupuestos elaborados por empresas nacionales y un generador de precios de construcción en Argentina elaborado por CYPE, Ingenieros S.A. Además, se consideran los costos de inversión necesarios en las parcelas para efectuar el riego propuesto y para incorporar malla antigranizo. Se utiliza como referencia un análisis de precios en dólares realizados por el ingeniero Morabito en el año 2014, publicado en un diario provincial.

El mantenimiento de las obras civiles y los costos de producción de los cultivos propuestos se consideran dentro de los costos de operación. Las fuentes usadas son el simulador de precios

ofrecido por el Instituto Nacional de Vitivinicultura y un documento elaborado por el Instituto de Desarrollo Rural en el año 2013. Seguidamente se presentan los precios considerados en cada caso.

Costos de inversión pública

El costo total de inversión pública a precios de mercado para la alternativa 1 es de aproximadamente \$39.000.000 (treinta y nueve millones de pesos).

Presupuesto de Obras Hidráulicas Alternativa 2						
Ítem		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Precio Parcial	
Canal	Traza	Preparación del Terreno	gl.	1.00	\$ 275,000	\$ 275,000
		Desmante	m3	15000.00	\$ 19	\$ 285,000
		Terraplén	m3	5000.00	\$ 98	\$ 490,000
	Tramo 1	Excavación	m3	5445.00	\$ 75	\$ 408,375
		Hormigón	m3	1848.00	\$ 2,000	\$ 3,696,000
		Acero para Hormigón	kg	72534.00	\$ 30	\$ 2,176,020
	Tramo 2	Excavación	m3	2475.00	\$ 75	\$ 185,625
		Hormigón	m3	624.00	\$ 2,000	\$ 1,248,000
		Acero para Hormigón	kg	24492.00	\$ 30	\$ 734,760
	Tramo 3	Excavación	m3	1518.75	\$ 75	\$ 113,906
		Hormigón	m3	486.00	\$ 2,000	\$ 972,000
		Acero para Hormigón	kg	19075.50	\$ 30	\$ 572,265
	Tramo 4	Excavación	m3	877.50	\$ 75	\$ 65,813
		Hormigón	m3	372.00	\$ 2,000	\$ 744,000
		Acero para Hormigón	kg	14601.00	\$ 30	\$ 438,030
Hijuelas	Tramo 1	Excavación	m3	9800.00	\$ 136	\$ 1,332,800
	Tramo 2	Excavación	m3	5880.00	\$ 136	\$ 799,680
	Propiedades	Excavación	m3	1856.00	\$ 136	\$ 252,416
Partidores Tipo	Canal Tipo 1	gl.	1.00	\$ 23,540	\$ 23,540	
	Canal Tipo 2	gl.	1.00	\$ 11,599	\$ 11,599	
	Hijuela Tipo 1	gl.	1.00	\$ 165,634	\$ 165,634	
	Hijuela Tipo 2	gl.	1.00	\$ 125,715	\$ 125,715	
	Hijuela Tipo 3	gl.	1.00	\$ 125,429	\$ 125,429	
	Hijuela Tipo 4	gl.	1.00	\$ 45,808	\$ 45,808	
Instalaciones en Parcelas	Balsa	un.	32.00	\$ 350,000	\$ 11,200,000	
	Bomba Sumergible 20HP	un.	128.00	\$ 65,185	\$ 8,343,616	
	Sistema de Control y Accesorios	gl.	1.00	\$ 4,171,808	\$ 4,171,808	
TOTAL					\$ 39,002,839	

Tabla 53. Precios de mercado inversión pública alternativa 2

Costos de inversión privada

Se supone una inversión inicial intraparcilaria de \$2.000.000 por hectárea, incluyendo costos de implantación, malla antigranizo y sistemas de riego presurizados.

Considerando la totalidad de la zona de riego, se tiene una inversión privada total de aproximadamente \$243.000.000 (doscientos cuarenta y tres millones de pesos).

Costos de operación

Los costos de operación para los primeros cinco años se muestran a continuación. A partir del año cinco los costos se estabilizan.

Costos de Operación A2					
Año	1	2	3	4	5
Costo [\$/ha]	\$ 22,275	\$ 25,500	\$ 28,725	\$ 40,800	\$ 51,000
Costo Total [\$]	\$ 27,064,125	\$ 30,982,500	\$ 34,900,875	\$ 49,572,000	\$ 61,965,000

Tabla 54. Precios de mercado operación alternativa 2

Costos a precios sociales

El precio social es aquel que refleja el verdadero costo que significa para la sociedad el uso de un bien, servicio o factor productivo. Los precios de mercado traen consigo una serie de distorsiones, producto de impuestos, subsidios, etc., que nos impiden conocer cuál es el verdadero valor asumido por el país en su conjunto. Por esa razón, para cada alternativa de solución es necesario expresar los costos en precios sociales.

Entonces, el precio social de un bien, servicio, insumo o factor productivo, es igual al precio de mercado corregido por un factor de corrección que representa las distorsiones e imperfecciones (Sapag Chain, 2011).

Para el presente análisis, se consideran factores de corrección en las remuneraciones (mano de obra), en los insumos importados (divisas, aranceles e impuestos) y bienes nacionales (impuestos).

Para establecer los valores de los factores, se toma como referencia documentos elaborados por el Ministerio de Desarrollo Social de Chile, el Ministerio de Economía y Finanzas de Perú y la Administración Federal de Ingresos Públicos de Argentina. Se consideran los siguientes factores de corrección:

- Factor de corrección de bienes nacionales: 0,826
- Factor de corrección de bienes importados: 0,576
- Factor de corrección de mano de obra calificada: 0,98
- Factor de corrección de mano de obra no calificada: 0,68

Seguidamente se presentan los costos sociales del proyecto.

Costos de inversión pública

El costo total de inversión pública a precios sociales para la alternativa 1 es de aproximadamente \$31.500.000 (treinta y uno millones quinientos mil pesos).

Precios Sociales Obras Hidráulicas Alternativa 2						
Ítem			Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Precio Parcial
Canal	Traza	Preparación del Terreno	gl.	1.00	\$ 223,680	\$ 223,680
		Desmante	m3	15000.00	\$ 18	\$ 275,310
		Terraplén	m3	5000.00	\$ 95	\$ 473,340
	Tramo 1	Excavación	m3	5445.00	\$ 69	\$ 377,829
		Hormigón	m3	1848.00	\$ 1,653	\$ 3,054,545
		Acero para Hormigón	kg	72534.00	\$ 25	\$ 1,798,364
	Tramo 2	Excavación	m3	2475.00	\$ 69	\$ 171,740
		Hormigón	m3	624.00	\$ 1,653	\$ 1,031,405
		Acero para Hormigón	kg	24492.00	\$ 25	\$ 607,240
	Tramo 3	Excavación	m3	1518.75	\$ 69	\$ 105,386
		Hormigón	m3	486.00	\$ 1,653	\$ 803,306
		Acero para Hormigón	kg	19075.50	\$ 25	\$ 472,946
	Tramo 4	Excavación	m3	877.50	\$ 69	\$ 60,890
		Hormigón	m3	372.00	\$ 1,653	\$ 614,876
		Acero para Hormigón	kg	14601.00	\$ 25	\$ 362,008
Hijuelas	Tramo 1	Excavación	m3	9800.00	\$ 69	\$ 680,022
	Tramo 2	Excavación	m3	5880.00	\$ 69	\$ 408,013
	Propiedades	Excavación	m3	1856.00	\$ 69	\$ 128,788
Partidores Tipo	Canal Tipo 1		gl.	1.00	\$ 19,455	\$ 19,455
	Canal Tipo 2		gl.	1.00	\$ 9,586	\$ 9,586
	Hijuela Tipo 1		gl.	1.00	\$ 136,887	\$ 136,887
	Hijuela Tipo 2		gl.	1.00	\$ 103,897	\$ 103,897
	Hijuela Tipo 3		gl.	1.00	\$ 103,660	\$ 103,660
	Hijuela Tipo 4		gl.	1.00	\$ 37,858	\$ 37,858
Instalaciones en Parcelas	Balsa		un.	32.00	\$ 289,256	\$ 9,256,198
	Bomba Sumergible 20HP		un.	128.00	\$ 53,871	\$ 6,895,550
	Sistema de Control y Accesorios		gl.	1.00	\$ 3,447,775	\$ 3,447,775
TOTAL						\$ 31,660,555

Tabla 55. Precios de sociales inversión pública alternativa 2

Costos de inversión privada

El factor de corrección de la inversión privada intrafinca deducido de impuestos y corrigiendo la mano de obra es de 0,795. Por lo tanto, el costo social de implantación, sistema de riego y tela antigranizo es de \$159.000 por hectárea.

Considerando la totalidad de la zona de riego, se tiene una inversión privada total a precios sociales de aproximadamente \$193.500.000 (ciento noventa y tres millones de pesos).

Costos de operación

El factor de corrección de los costos de operación del proyecto deducido de impuestos y corrigiendo la mano de obra es de 0,764. Por lo tanto se tienen los siguientes precios sociales en los primeros cinco años:

Costos Sociales de Operación A2					
Año	1	2	3	4	5
Costo [\$/ha]	\$ 17,018	\$ 19,482	\$ 21,946	\$ 31,171	\$ 38,964
Costo Total [\$]	\$ 20,676,992	\$ 23,670,630	\$ 26,664,269	\$ 37,873,008	\$ 47,341,260

Tabla 56. Precios sociales operación alternativa 2

Beneficios sociales

Los beneficios sociales del proyecto son básicamente los beneficios que la red de riego representará para la agricultura de la zona. Por lo tanto, se cuantifican los precios de la potencial producción en la unidad de riego.

Para determinar los precios de los distintos productos por unidad de peso (\$/kg) se consideran los valores promedio en la provincia de Mendoza tomando como fuente la Bolsa de Comercio local. Para establecer los rendimientos de los distintos cultivos (kg/ha) se utilizan los datos publicados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Se presentan los beneficios sociales del proyecto en los primeros cinco años. A partir de ese momento los ingresos se estabilizan.

Beneficios Sociales A2					
Año	1	2	3	4	5
Ingreso [\$/ha]	\$ 0	\$ 30,000	\$ 85,500	\$ 138,375	\$ 176,250
Ingreso Total [\$]	\$ 0	\$ 40,350,000	\$ 114,997,500	\$ 186,114,375	\$ 237,056,250

Tabla 57. Beneficios sociales alternativa 2

Flujo de Caja

Conocidos los costos sociales y los beneficios sociales, se determina el flujo de caja de la alternativa en análisis. Se considera un horizonte de evaluación de 20 años, que es la vida útil estimada de gran parte de las obras y equipamientos. Se presentan los resultados en la Tabla 58.

Indicador de rentabilidad social

Se elige como indicador de rentabilidad social el Valor Actual Neto Social (VANS) del proyecto. Esto es, el VAN calculado con el flujo de caja social y considerando una tasa de descuento también social. Con una tasa de descuento del 18% anual, el VANS resulta de \$404.830.769 (cuatrocientos cuatro millones ochocientos treinta mil setecientos sesenta y nueve pesos).

Flujo de Caja Alternativa 2			
Año	Costos Sociales	Beneficios Sociales	Neto
0	\$ 225,000,000	\$ 0	-\$ 225,000,000
1	\$ 20,676,992	\$ 0	-\$ 20,676,992
2	\$ 23,670,630	\$ 40,350,000	\$ 16,679,370
3	\$ 26,664,269	\$ 114,997,500	\$ 88,333,232
4	\$ 37,873,008	\$ 186,114,375	\$ 148,241,367
5	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
6	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
7	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
8	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
9	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
10	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
11	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
12	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
13	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
14	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
15	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
16	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
17	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
18	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
19	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990
20	\$ 47,341,260	\$ 237,056,250	\$ 189,714,990

Tabla 58. Flujo de caja social alternativa 2

Comparación de alternativas

Los indicadores de rentabilidad social evaluados en cada alternativa se muestran a continuación:

- VANS alternativa 1: \$359.637.941
- VANS alternativa 2: \$404.830.769

Se decide escoger la alternativa con mayor valor actual neto social, esto es la **alternativa 2**.

DISEÑO HIDRÁULICO

Como consecuencia del análisis de alternativas realizado y con la premisa de cumplir los objetivos enunciados, se propone un sistema de riego con las características que se presentan a continuación.

Se considera un sistema de riego interno tecnificado en todas las propiedades. Esto es riego por goteo, microaspersión, aspersión o mecanizado, dependiendo del tipo de cultivo implantado.

Se propone una red de distribución gravitacional, mediante canalizaciones abiertas sin revestir. Se complementa con balsas de almacenamiento y sistemas de bombeo individuales en cada propiedad.

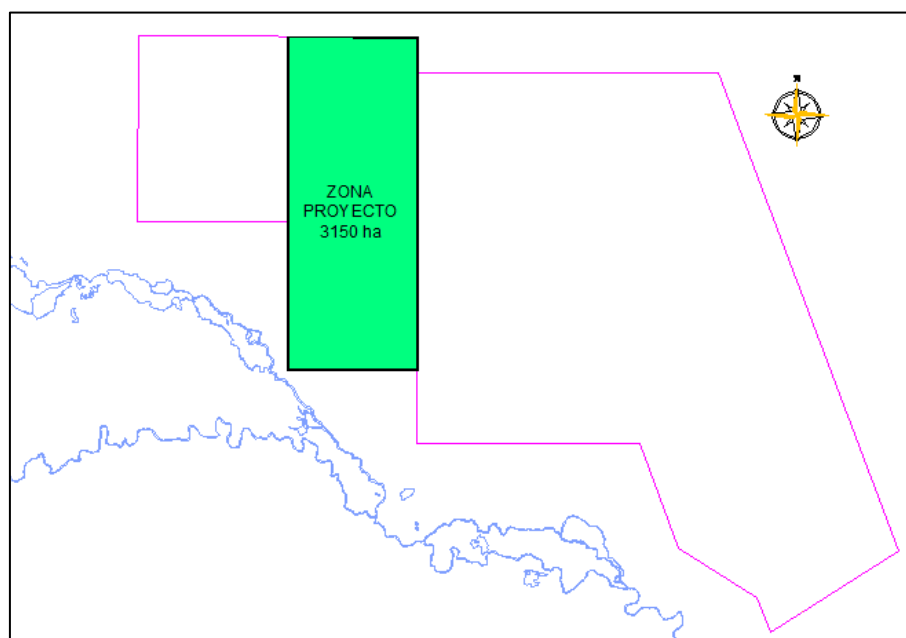
Se diseña la conducción desde el canal matriz hasta la red de distribución mediante una canalización abierta revestida, con obras de partición.

Zona de riego

A partir de la selección de la alternativa de solución, se decide extrapolar los resultados al área de proyecto que tiene parcelas análogas a la unidad de riego estudiada.

De esta manera, la zona de riego elegida para el desarrollo del trabajo cuenta con 3.150 hectáreas. En la figura 40 se muestra su localización.

Figura 40. Zona de riego proyecto

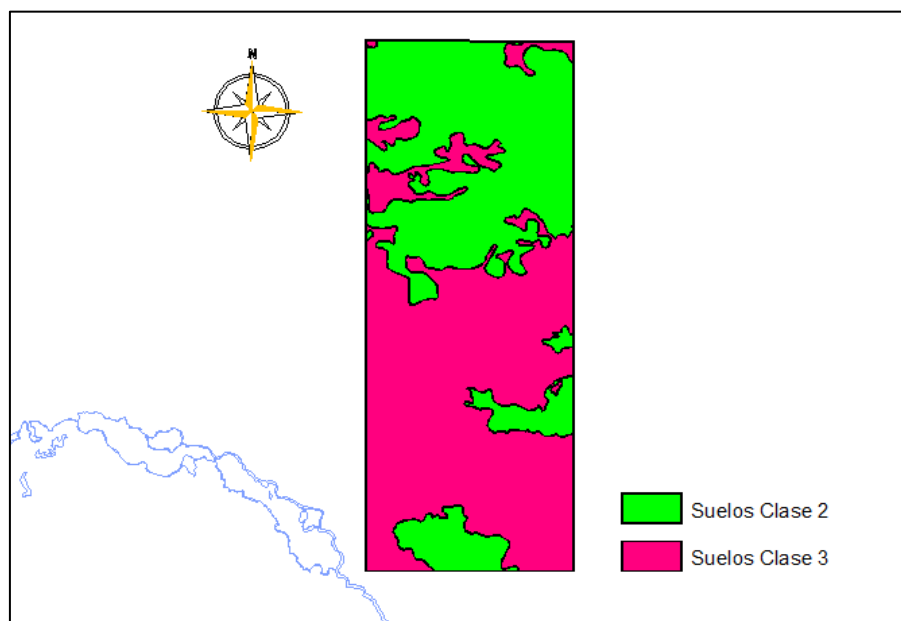


Respecto al clima de la zona, se caracteriza por: una temperatura máxima media anual de 23°C, una temperatura mínima media anual de 6,3° C y una temperatura media anual de 15°C; precipitaciones que se ubican entre los 200mm y 300mm anuales; una humedad relativa que oscila entre 50 y 60% en sus valores medios anuales; un período libre de heladas de

aproximadamente 190 días; y vientos predominantes de dirección norte con velocidades medias anuales de 5km/h.

Los suelos del sector pertenecen a las categorías 2 y 3 dentro de la clasificación presentada anteriormente. Poseen buenas características para realizar cualquier tipo de cultivo, incluyendo variaciones texturales que van de suelo franco arcilloso a suelo franco arenoso con profundidades entre 1m y 1,5m.

Figura 41. Clases de suelo en zona de proyecto



Alternativa de cultivos

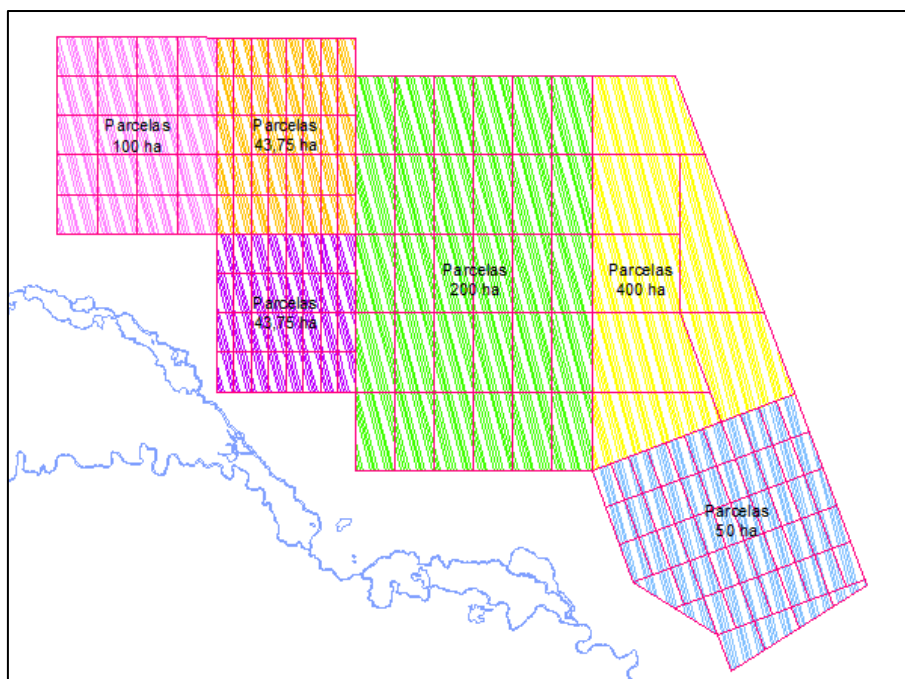
Para definir la alternativa de cultivos se considera lo dispuesto en los antecedentes, donde se recomienda en el sector completo la producción de vid, frutales, hortalizas, forestales, pasturas y engorde bajo riego. Además, se propone la localización de los emprendimientos y el porcentaje de participación de los mismos.

Teniendo en cuenta lo enunciado y con el parcelamiento diagramado anteriormente, se procede a determinar las unidades económicas de producción agropecuaria. Esta unidad es la superficie adecuada para la satisfacción de las necesidades económicas de una familia agraria tipo y sus dependientes (Guaschino, 2012).

En función de los distintos tamaños de parcela se definió una alternativa de cultivos equivalente a la unidad económica familiar. Para ello se tomaron como referencia los estudios efectuados en el proyecto de Aprovechamiento Integral del Río Grande, donde se definen las unidades económicas para cada clase de producción. A su vez, se hizo coincidir la fracción correspondiente a cada tipo de cultivo en el área general con los porcentajes propuestos según el análisis de mercado.

El tamaño de las parcelas en el sector completo se muestra en la figura 42.

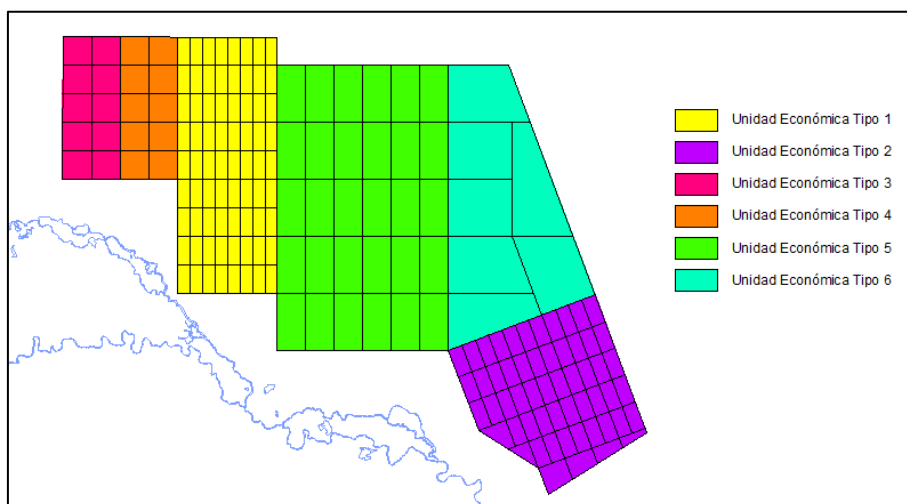
Figura 42. Parcelamiento de sector general



Con los tamaños definidos en el gráfico, se tienen las siguientes unidades económicas de producción:

- Unidad económica tipo 1 (42ha): 30ha vid fina + 7ha pera + 5ha ajo colorado.
- Unidad económica tipo 2 (48ha): 36ha vid fina + 7ha pera + 5ha tomate industria.
- Unidad económica tipo 3 (95ha): 75ha vid común + 15ha ciruela + 5ha espárrago.
- Unidad económica tipo 4 (95ha): 75ha vid común + 20ha durazno.
- Unidad económica tipo 5 (190ha): 100ha engorde ganado + 90ha alfalfa.
- Unidad económica tipo 6 (400ha a 500ha): totalidad engorde ganado.

Figura 43. Unidades económicas en sector general



Considerando los sectores de producción agrícola únicamente (unidades 1, 2, 3, 4 y 5), se mantiene la distribución propuesta anteriormente de 75% vid, 16% frutales y 9% hortalizas.

Localizándonos específicamente en la zona de riego del proyecto, se tiene en su totalidad parcelas de un área neta de 42ha con la siguiente alternativa de cultivos:

- Vid fina 71% de la superficie cultivada.
- Pera doble propósito (industrial y consumo en fresco) 17% de la superficie cultivada.
- Ajo colorado 12% de la superficie cultivada.

Demanda hídrica

Una vez establecida la alternativa de cultivos y con el dato del resto de los estudios agronómicos previos, se determinan las necesidades brutas de agua. Por otro lado, se calculan también las aportaciones, considerando la pluviometría de la zona. Se obtiene finalmente la necesidad neta de riego en cada mes, como la diferencia entre las necesidades brutas del cultivo y las aportaciones naturales.

Los conceptos y metodologías empleadas son análogos a lo descripto en el análisis de las alternativas. Se presentan en este apartado los datos utilizados y la demanda hídrica obtenida, ajustado a la unidad económica correspondiente a la zona de riego del proyecto.

Evapotranspiración de referencia Eto (Penman-Monteith / Cropwat)							
Mes	Temperatura		Humedad [%]	Viento [km/día]	Insolación [hs]	Radiación [MJ/m2/día]	Eto-PenMon [mm/día]
	Máx. °C	Mín. °C					
Enero	32.7	15.1	51	264	10.4	16.0	6.90
Febrero	31.6	14.6	55	216	9.8	14.2	5.81
Marzo	27.7	11.8	64	192	7.9	10.3	3.94
Abril	24.8	8.8	69	168	7.2	6.9	2.62
Mayo	20.9	5.1	68	168	6.1	3.8	1.76
Junio	16.4	1.5	70	192	5.1	2.5	1.30
Julio	16.4	1.0	67	216	5.3	2.9	1.52
Agosto	19.3	2.0	57	240	6.7	4.9	2.48
Septiembre	21.4	4.8	54	288	6.6	7.7	3.53
Octubre	25.1	8.1	56	288	8.0	11.4	4.60
Noviembre	29.1	12.2	60	312	9.6	14.9	5.79
Diciembre	31.8	14.1	52	312	10.2	16.1	6.97
ANUAL	24.8	8.3	60	238	7.7	9.3	1433

Tabla 59. Evapotranspiración de referencia en zona de riego.

Coeficientes de Cultivo (Kc)													
Cultivo	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Vid	0.82	0.70	0.65	0.45	0.35	0.00	0.00	0.35	0.45	0.50	0.63	0.75	0.47
Frutales	1.03	0.90	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.50	0.56	0.81	0.97	0.49
Hortalizas	1.02	0.95	0.80	0.30	0.15	0.15	0.15	0.15	0.32	0.40	0.70	0.90	0.50
Días mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

Tabla 60. Coeficientes de cultivos para zona de riego.

Precipitación Efectiva			
Mes	Precipitación [mm/mes]	P. Efectiva [mm/mes]	%
Enero	38.00	32.70	86.06
Febrero	44.00	32.56	74.00
Marzo	65.00	42.05	64.70
Abril	19.00	11.47	60.38
Mayo	4.00	0.97	24.26
Junio	7.00	3.16	45.12
Julio	7.00	3.16	45.14
Agosto	3.00	0.16	5.43
Septiembre	14.00	8.61	61.48
Octubre	28.00	18.76	67.00
Noviembre	42.00	31.11	74.08
Diciembre	26.00	22.27	85.64
ANUAL	297.00	206.98	57.77

Tabla 61. Precipitación efectiva en zona de riego

Demanda Hídrica								
Cultivo	Célula	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Vid	71%	mm/día	5.66	4.07	2.56	1.18	0.62	0.00
Frutales	17%	mm/día	7.11	5.23	2.84	0.00	0.00	0.00
Hortalizas	12%	mm/día	7.04	5.52	3.15	0.79	0.26	0.20
Tiempo		días	31	28	31	30	31	30
Necesidad Neta de Riego		mm/día	6.06	4.43	2.68	0.94	0.47	0.02
Precipitación Efectiva		mm/día	1.05	1.16	1.36	0.38	0.03	0.11
Requerimiento Neto de Riego		mm/día	5.01	3.27	1.32	0.55	0.44	0.00
		m3/ha	1552.76	915.81	409.43	166.00	136.44	0.00

Tabla 62. Demanda hídrica primer semestre en zona de riego

Demanda Hídrica								
Cultivo	Célula	Unidad	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Vid	71%	mm/día	0.00	0.87	1.59	2.30	3.65	5.23
Frutales	17%	mm/día	0.00	0.87	1.77	2.58	4.69	6.76
Hortalizas	12%	mm/día	0.23	0.37	1.13	1.84	4.05	6.27
Tiempo		días	31	31	30	31	30	31
Necesidad Neta de Riego		mm/día	0.03	0.81	1.56	2.29	3.87	5.61
Precipitación Efectiva		mm/día	0.10	0.01	0.29	0.61	1.04	0.72
Requerimiento Neto de Riego		mm/día	0.00	0.80	1.28	1.69	2.83	4.89
		m3/ha	0.00	249.15	382.91	522.69	849.77	1515.68

Tabla 63. Demanda hídrica segundo semestre en zona de riego

Demanda Hídrica			
Cultivo	Célula	Unidad	Anual
Vid	71%	mm/día	2.31
Frutales	17%	mm/día	2.65
Hortalizas	12%	mm/día	2.57
Tiempo		días	365
Necesidad Neta de Riego		mm/día	2.40
Precipitación Efectiva		mm/día	0.57
Requerimiento Neto de Riego		mm/día	1.84
		m3/ha	558.39

Tabla 64. Demanda total anual en zona de riego

Sistema de aplicación

El sistema de aplicación o riego interno no es objeto de diseño del proyecto. Sin embargo, sí se define la tipología que deberá implementarse.

Para poder cumplir con los objetivos específicos de maximizar eficiencias y de incorporar técnicas y tecnologías modernas, en la búsqueda de optimizar la calidad y cantidad de producción, se debe dejar atrás el riego tradicional. Por esta razón, se determina la siguiente conformación del riego intrafinca:

- Vid: riego por goteo.
- Frutales: riego por microaspersión.
- Hortalizas: riego por gravedad mecanizado.

Los riegos por goteo y por microaspersión son sistemas de aplicación localizados y presurizados. En el riego por gravedad mecanizado la distribución del agua dentro de la parcela se efectúa a través de canaletas de aluminio o similares, reguladas mediante pequeñas compuertas.

Eficiencias de aplicación

Los sistemas seleccionados se adecuan a los cultivos propuestos y si se diseñan correctamente alcanzan las siguientes eficiencias que se especifican en la tabla 65. Para determinar la eficiencia interna resultante, se ponderó cada eficiencia de aplicación por su porcentaje de participación, correspondiente con la alternativa de producción elegida.

Eficiencias Proyecto	
Ef. de Aplicación Goteo	95%
Ef. de Aplicación Microaspersión	85%
Ef. de Aplicación Gravedad Tecnificado	65%
Eficiencia Interna	90%

Tabla 65. Eficiencia interna proyecto

Con una eficiencia interna del 90% se mejora considerablemente el aprovechamiento del recurso hídrico respecto a la eficiencia de los sistemas tradicionales rudimentarios.

Período punta de consumo

Para diseñar el sistema es necesario conocer el mayor requerimiento de riego que tendrán los cultivos. Este período punta de consumo se da dentro del intervalo de máximo déficit hídrico, considerando que no hay aportaciones de agua eventuales.

En nuestro caso, la mayor demanda hídrica se da durante el mes de enero. Si se considera un período donde no hay precipitación efectiva, se tienen los siguientes requerimientos de riego:

Período Punta de Consumo		
R. Neto Período de Punta	mm/día	6.06
R. Bruto Período de Punta	mm/día	6.76
Requerimiento Período de Punta	m3/ha	2094.18
Caudal Período de Punta	m3/s	2.19

Tabla 66. Período punta de consumo proyecto

Dotación de riego

La dotación de riego es el máximo caudal entregado al usuario en su parcela. La misma responde a la siguiente expresión (Granados García, 2013):

$$d = q \times S \times GL$$

d: dotación de riego

q: caudal continuo unitario

S: superficie de la parcela

GL: grado de libertad

Se selecciona como caudal continuo unitario el caudal del período punta de consumo. La superficie neta de riego de las parcelas en el área de proyecto es de 42ha. Se elige un grado de libertad igual a 1. A partir del resultado de la expresión, se adopta una dotación de diseño en cada propiedad de 33L/s.

Dotación de Riego en cada Balsa	
Caudal Período de Punta [m3/s]	2.19
Caudal Continuo Unitario [l/s*ha]	0.78
Grado de Libertad	1.00
Superficie por Balsa [ha]	42.00
Dotación requerida [l/s]	32.84
Dotación adoptada [l/s]	33.00

Tabla 67. Dotación de riego proyecto

Balsas de almacenamiento

Para poder efectuar el riego a la demanda, el proyecto propone la colocación de balsas de almacenamiento con sustrato impermeable artificial.

Para determinar las dimensiones de los reservorios es necesario conocer el volumen máximo a almacenar. Para ello, se decide darle a las balsas la capacidad suficiente para acumular el agua requerida durante 24 horas en el período punta de consumo.

A partir de la capacidad necesaria, se define la profundidad de cada una teniendo en cuenta el análisis de costos de las represas realizados en el proyecto de Apoyo a la Modernización del riego en la Provincia de Mendoza, donde se determina la relación entre las dimensiones de las balsas y sus costos respectivos. Además, se deja un resguardo de 50cm por encima del nivel de agua máximo, para evitar desbordes producto de oleajes.

Dimensiones Balsas	
Caudal entrante máx. [m ³ /s]	0.03
Tiempo acumulación [hs]	24.00
Volumen necesario [m ³]	2851.20
Profundidad [m]	2.80
Largo [m]	35.00
Ancho [m]	30.00
Revancha [m]	0.50
Volumen de Agua [m ³]	2898.00
Volumen Represa [m ³]	2940.00

Tabla 68. Dimensiones de balsas de almacenamiento proyecto

Como se prevé un sistema de alimentación continuo a las balsas, hay que dotarlas de un vertedero en su extremo, que permita el rebase una vez que se supere el nivel máximo, con los drenajes correspondientes para evacuar el exceso. Esta situación puede darse en días donde la demanda hídrica de los cultivos resulte menor a la considerada, debido por ejemplo, a la ocurrencia de precipitaciones.

Todas las obras de toma estarán conformadas con compuertas que permitan al productor bloquear el ingreso de agua a su balsa, en el caso que así lo desee.

Bombeo interno

Para completar el equipamiento necesario para abastecer sistemas de riego internos tecnificados, es necesaria la colocación de bombas en cada propiedad.

Para darle al riego intraparcilario un grado de libertad de 1,5, se piensa en un sistema que permita entregar todo el volumen correspondiente al día de máximo consumo en 16 horas. De esta forma se ajusta la dotación para obtener el caudal de bombeo.

Con este dato y la presión determinada en el apartado precedente, se desprende que resulta necesario impulsar un caudal de agua de 50L/s a una altura de 65m.c.a.

Para establecer el rendimiento de las bombas, se consultan catálogos de equipos que provean sus curvas características. Se decide utilizar electrobombas sumergibles de eje vertical, con impulsores de flujo semi-axial.

Se dispone de una secuencia de bombas en paralelo en cada red. De esta manera, se mejora el rango de funcionamiento de cada bomba respecto a su propio rendimiento, se prolonga la vida útil de los equipos y se ahorra en energía eléctrica consumida.

Con estas consideraciones y la expresión de cálculo expuesta, se define la colocación en cada parcela de 3 bombas de 25HP.

Potencia Necesaria por Parcela	
γ [kg/m ³]	1000.00
Q [m ³ /s]	0.05
Q [m ³ /h]	178.20
H [m]	65.00
η	70%
Potencia [CV]	61.29
Potencia [HP]	60.43

Tabla 69. Potencia necesaria en riego interno proyecto

Bomba Sumergible RotorPump	
Bomba	RP8S55 - 4K
Q [m ³ /h]	60.00
H [m]	67.00
η	70%
Potencia [HP]	25.00
Cantidad	3
Potencia Total [HP]	75.00

Tabla 70. Especificaciones de las bombas seleccionadas proyecto

Sistema de distribución

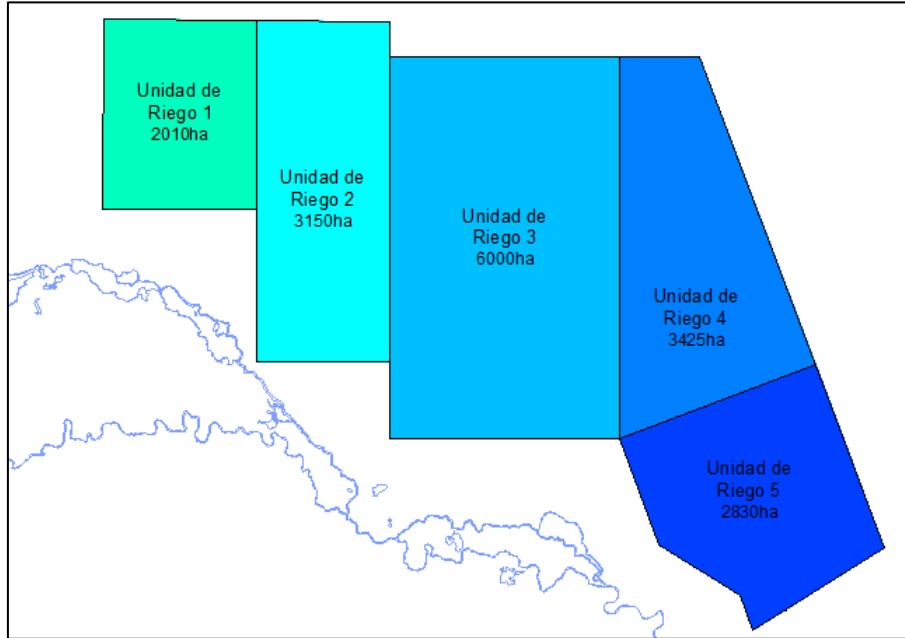
Se diseña un sistema de distribución de agua de riego mediante canalizaciones abiertas excavadas en suelo natural, acompañando la topografía del terreno, habitualmente denominadas “hijuelas”.

En primer lugar se realiza una redefinición de las unidades de riego y de las trazas de las canalizaciones en el sector, respecto de la base que se tomó del proyecto de Aprovechamiento Integral del Río Grande.

Como la red terciaria no se prevé revestida, no es deseable que la longitud de cada conducción sea excesivamente larga, ya que las pérdidas de agua por infiltración son proporcionales a este trayecto. Con las trazas de las conducciones secundarias previstas en los antecedentes, resultan hijuelas de más de 7.000m de recorrido. Con el nuevo diseño de las canalizaciones que se propone, se reduce la longitud a un promedio de 3.500m.

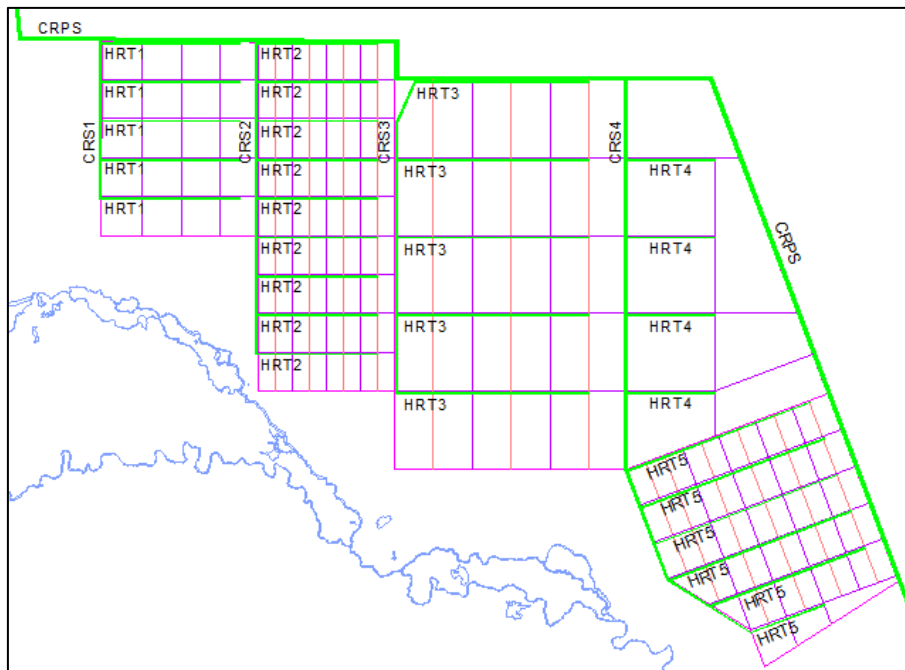
A continuación se muestran las unidades de riego modificadas. Cada unidad de riego corresponde a un sector alimentado por la misma conducción secundaria. Dentro de ellas, el agua se distribuye mediante la red terciaria.

Figura 44. Unidades de riego sector general



El esquema de las trazas de las redes primaria, secundaria y terciaria queda definido en todo el sector en función de las unidades propuestas.

Figura 45. Esquema red de riego sector general

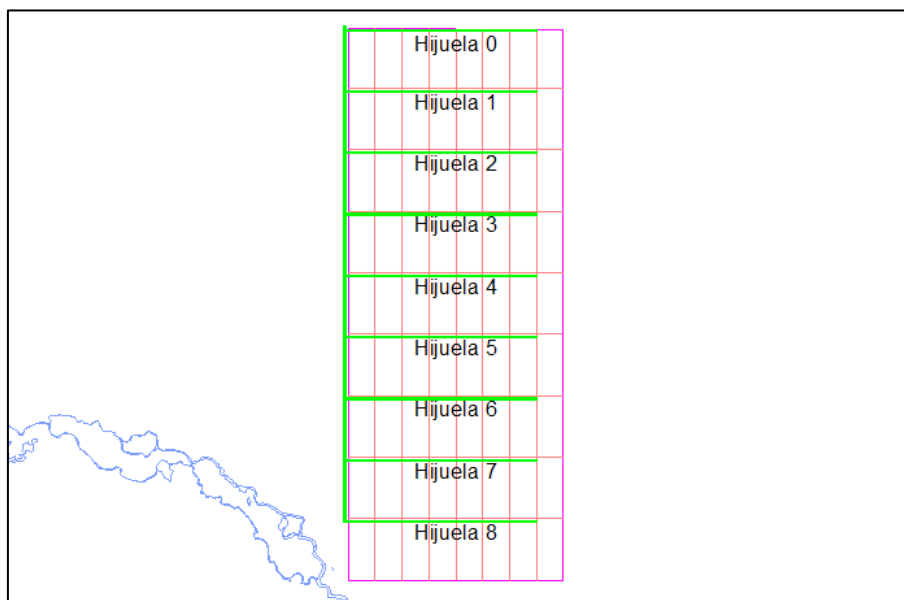


Se identifica como: CRPS la rama sur de la conducción primaria; CRS1, CRS2, CRS3 y CRS4 los canales de la conducción primaria que abastecen a las unidades de riego 1, 2, 3, y 4

respectivamente; HRT1, HRT2, HRT3, HRT4 y HRT5 las hijuelas de la red terciaria que distribuyen el agua en las unidades de riego homónimas.

Entonces, el sistema de distribución en la zona de riego proyectada queda definido como se muestra en la figura 47. La hijuela 0 nace de la misma obra de toma que la red secundaria; las hijuelas desde la 1 a la 8 se derivan de la conducción secundaria.

Figura 46. Sistema de distribución proyecto



Para permitir la red de riego a la demanda propuesta, se desea que las balsas de almacenamiento se llenen en forma continua, eliminando el sistema de turnados. Por esta razón, se dota a red terciaria de partidores que deriven continuamente parte del caudal circulante hacia las propiedades.

Cada una de las hijuelas de la zona de riego analizada abastece a ocho propiedades. Las canalizaciones tienen una longitud de 3.500m y discurren en sentido oeste-este, ubicadas del lado sur de la calzada. De esta forma, se aprovechan las pendientes máximas y se entrega el agua en el punto más alto de las parcelas, sin necesidad de obras de cruce para el ingreso.

Rasantes

Una vez definida la traza de las hijuelas, se procede a determinar la rasante de cada una de ellas. Para eso, se construyen los perfiles longitudinales de los ejes propuestos y luego se proyectan las rasantes que minimicen el movimiento de suelos.

Para obtener resultados acordes, se proponen cambios de pendiente del eje de las conducciones cada 1.000m. En la tabla 71 se visualizan las pendientes especificadas para cada hijuela. Cada tramo queda delimitado por las obras de derivación que entregan el caudal a cada propiedad.

Pendiente longitudinal de la rasante									
Sector	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Hijuela 0	0.425%	0.425%	0.425%	0.100%	0.100%	0.300%	0.300%	0.200%	0.200%
Hijuela 1	0.500%	0.500%	0.500%	0.400%	0.400%	0.300%	0.300%	0.200%	0.200%
Hijuela 2	0.375%	0.375%	0.375%	0.100%	0.100%	0.300%	0.300%	0.400%	0.400%
Hijuela 3	0.450%	0.450%	0.450%	0.100%	0.100%	0.200%	0.200%	0.200%	0.200%
Hijuela 4	0.125%	0.125%	0.125%	0.500%	0.500%	0.500%	0.500%	0.100%	0.100%
Hijuela 5	0.500%	0.500%	0.500%	0.500%	0.500%	0.300%	0.300%	0.200%	0.200%
Hijuela 6	0.175%	0.175%	0.175%	0.400%	0.400%	0.100%	0.100%	0.100%	0.100%
Hijuela 7	0.150%	0.150%	0.150%	0.200%	0.200%	0.400%	0.400%	0.200%	0.200%
Hijuela 8	0.125%	0.125%	0.125%	0.100%	0.100%	0.300%	0.300%	0.400%	0.400%

Tabla 71. Pendientes de rasantes en red de distribución proyecto

Eficiencia de distribución

Para la determinación de la eficiencia de distribución de la red, se consideran las mediciones realizadas en el marco del trabajo de Desempeño del Riego Superficial en la Zona de Regadío de la cuenca del Río Diamante, citado en los antecedentes. Se adopta una eficiencia de distribución del 85,5%.

Caudales de diseño

El caudal de diseño de cada canalización de la red de distribución debe ser igual a la suma de las dotaciones en el período punta de consumo de las propiedades que abastece, afectada por la eficiencia de distribución para cuantificar las pérdidas.

Considerando que cada hijuela alimenta ocho propiedades, se obtiene un caudal de diseño para cada canalización de $0.31\text{m}^3/\text{s}$.

Caudal de Diseño Hijuelas [m3/s]	
Dotación en Parcelas [m3/s]	0.03
Número de Parcelas	8
Eficiencia [%]	86%
Caudal de Diseño [m3/s]	0.31

Tabla 72. Caudales de diseño de red de distribución proyecto

Diseño hidráulico de secciones

Para el diseño hidráulico de las hijuelas se utiliza como herramienta el programa computacional HCANALES, un software desarrollado en la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Dos de las variables fundamentales que definen el diseño hidráulico seccional son el caudal circulante y la pendiente de la canalización. Como se puede apreciar, si analizamos individualmente una hijuela, tanto el caudal como la pendiente varían de un tramo a otro. A su vez, las pendientes de tramos homólogos en las distintas hijuelas también son diferentes. Ente tal diversidad de condiciones de borde, se decide trabajar con dos secciones tipo por cada

tramo: una sección para los tramos de baja pendiente y una sección para los tramos de pendiente alta.

Las dimensiones de cada sección se determinan a través del cálculo del tirante normal del escurrimiento, para régimen permanente. Los datos de entrada para el cálculo son: el caudal circulante en la sección, el ancho de solera, el talud de los muros, la rugosidad del conducto y la pendiente del tramo en análisis. Como resultados se obtiene: el tirante normal en la sección, su área hidráulica, el perímetro mojado, el radio hidráulico, el espejo de agua, la velocidad del flujo, el número de Froude y el tipo de flujo.

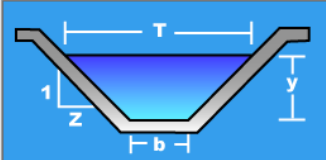
Como la sección es excavada en suelo natural, se decide trabajar en sección trapezoidal con un talud 1:1 (45° de inclinación). El coeficiente de rugosidad de Manning adoptado para el suelo natural es de 0.030 (Ven Te Chow, 2004). El procedimiento de diseño implica elegir un ancho de solera y comprobar el tirante normal de la sección. El criterio de selección escogido es obtener secciones próximas a la de máxima eficiencia hidráulica. Al definir la profundidad debe sumarse al tirante normal una revancha o sobrelevación, como margen de seguridad para evitar que se produzcan desbordes. En este caso se adopta una revancha en la conducción de aproximadamente 30cm (Ven Te Chow, 2004).

Figura 47. Sección normal en tramo 1 para baja pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T1"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="1"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.31"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.00125"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.5039"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="2.1254"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.6067"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2855"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.7079"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.5109"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2737"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5173"/>	m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Hijuela T1- Tramo 1	
Caudal de Diseño [m³/s]	0.31
Pendiente [m/m]	0.001
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.70
Tirante [m]	0.50
Revancha [m]	0.30
Profundidad [m]	0.80
Ancho Coronamiento [m]	2.30

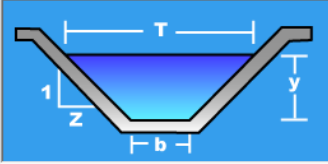
Tabla 73. Sección normal en tramo 1 para baja pendiente proyecto

Figura 48. Sección normal en tramo 1 para alta pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="1"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.31"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.50"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.00375"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.4306"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.7180"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.4008"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2333"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.3613"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.7735"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.4552"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.4611"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Hijuela T2- Tramo 1	
Caudal de Diseño [m³/s]	0.31
Pendiente [m/m]	0.004
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.50
Tirante [m]	0.43
Revancha [m]	0.27
Profundidad [m]	0.70
Ancho Coronamiento [m]	1.90

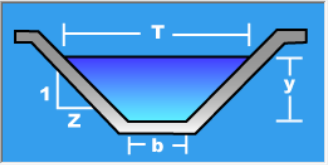
Tabla 74. Sección normal en tramo 1 para alta pendiente proyecto

Figura 49. Sección normal en tramo 2 para baja pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T1"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="2"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.27"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.00125"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.4687"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="2.0258"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.5478"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2704"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.6375"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.4928"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2720"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.4811"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Hijuela T1 - Tramo 2	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.27
Pendiente [m/m]	0.001
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.70
Tirante [m]	0.47
Revancha [m]	0.33
Profundidad [m]	0.80
Ancho Coronamiento [m]	2.30

Tabla 75. Sección normal en tramo 2 para baja pendiente proyecto

Figura 50. Sección normal en tramo 2 para alta pendiente proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo: Revestimiento:

Datos:

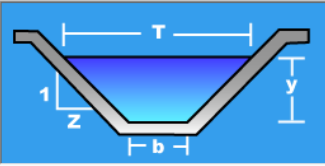
Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S): m/m



Resultados:

Tirante normal (y): m

Área hidráulica (A): m²

Espejo de agua (T): m

Número de Froude (F):

Tipo de flujo:

Perímetro (p): m

Radio hidráulico (R): m

Velocidad (v): m/s

Energía específica (E): m·Kg/Kg

Hijuela T2- Tramo 2	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.27
Pendiente [m/m]	0.004
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.50
Tirante [m]	0.40
Revancha [m]	0.30
Profundidad [m]	0.70
Ancho Coronamiento [m]	1.90

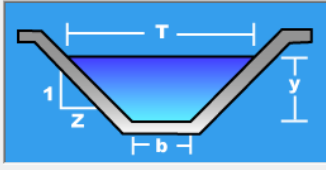
Tabla 76. Sección normal en tramo 2 para alta pendiente proyecto

Figura 51. Sección normal en tramo 3 para baja pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T1"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="3"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.23"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.00125"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.4306"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.9179"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.4868"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2538"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.5612"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.4725"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2701"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.4420"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Hijuela T1 - Tramo 3	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.23
Pendiente [m/m]	0.001
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.70
Tirante [m]	0.43
Revancha [m]	0.37
Profundidad [m]	0.80
Ancho Coronamiento [m]	2.30

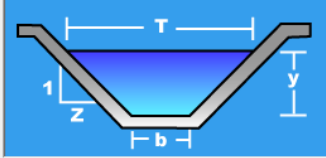
Tabla 77. Sección normal en tramo 3 para baja pendiente proyecto

Figura 52. Sección normal en tramo 3 para alta pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="3"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.23"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.50"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.00375"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.3694"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.5447"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3211"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2079"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.2387"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.7163"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.4492"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3955"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

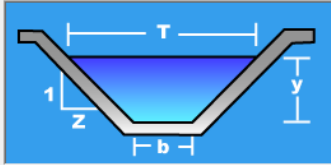
Hijuela T2- Tramo 3	
Caudal de Diseño [m3/s]	0.23
Pendiente [m/m]	0.004
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.50
Tirante [m]	0.37
Revancha [m]	0.33
Profundidad [m]	0.70
Ancho Coronamiento [m]	1.90

Tabla 78. Sección normal en tramo 3 para alta pendiente proyecto

Figura 53. Sección normal en tramo 4 para baja pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T1"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="4"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.19"/> m3/s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.60"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.001"/> m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.4395"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.8430"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.4568"/> m2	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2479"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.4789"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.4159"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2389"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.4483"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

Hijuela T1 - Tramo 4	
Caudal de Diseño [m3/s]	0.19
Pendiente [m/m]	0.001
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.60
Tirante [m]	0.44
Revancha [m]	0.31
Profundidad [m]	0.75
Ancho Coronamiento [m]	2.10

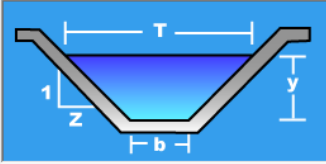
Tabla 79. Sección normal en tramo 4 para baja pendiente proyecto

Figura 54. Sección normal en tramo 4 para alta pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="4"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.19"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.40"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.003"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.3844"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.4873"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3015"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2027"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.1688"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.6301"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.3961"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.4047"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Hijuela T2- Tramo 4	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.19
Pendiente [m/m]	0.003
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.40
Tirante [m]	0.38
Revancha [m]	0.27
Profundidad [m]	0.65
Ancho Coronamiento [m]	1.70

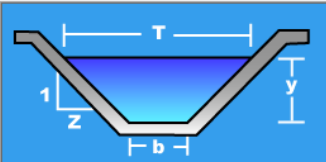
Tabla 80. Sección normal en tramo 4 para alta pendiente proyecto

Figura 55. Sección normal en tramo 5 para baja pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T1"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="5"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.15"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.60"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.001"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.3882"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.6980"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3836"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2259"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.3764"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.3910"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2365"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3960"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Hijuela T1 - Tramo 5	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.15
Pendiente [m/m]	0.001
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.60
Tirante [m]	0.39
Revancha [m]	0.36
Profundidad [m]	0.75
Ancho Coronamiento [m]	2.10

Tabla 81. Sección normal en tramo 5 para baja pendiente proyecto

Figura 56. Sección normal en tramo 5 para alta pendiente proyecto

Lugar:

Tramo:

Proyecto:

Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S): m/m

Resultados:

Tirante normal (y): <input type="text" value="0.3411"/> m	Perímetro (p): <input type="text" value="1.3649"/> m
Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.2528"/> m ²	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.1852"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="1.0823"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="0.5933"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="0.3919"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.3591"/> m·Kg/Kg
Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>	

Hijuela T2- Tramo 5	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.15
Pendiente [m/m]	0.003
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.40
Tirante [m]	0.34
Revancha [m]	0.31
Profundidad [m]	0.65
Ancho Coronamiento [m]	1.70

Tabla 82. Sección normal en tramo 5 para alta pendiente proyecto

Figura 57. Sección normal en tramo 6 para baja pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T1"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="6"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.12"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.50"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.001"/>	m/m

Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.3713"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.5503"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.3236"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2087"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.2427"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.3709"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2321"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3783"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Hijuela T1 - Tramo 6	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.12
Pendiente [m/m]	0.001
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.50
Tirante [m]	0.37
Revancha [m]	0.33
Profundidad [m]	0.70
Ancho Coronamiento [m]	1.90

Tabla 83. Sección normal en tramo 6 para baja pendiente proyecto

Figura 58. Sección normal en tramo 6 para alta pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="6"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.12"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.40"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.003"/>	m/m

Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.3042"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.2604"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.2142"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1700"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.0084"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.5602"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.3881"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3202"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

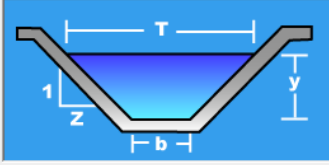
Hijuela T2- Tramo 6	
Caudal de Diseño [m3/s]	0.12
Pendiente [m/m]	0.003
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.40
Tirante [m]	0.30
Revancha [m]	0.30
Profundidad [m]	0.60
Ancho Coronamiento [m]	1.60

Tabla 84. Sección normal en tramo 6 para alta pendiente proyecto

Figura 59. Sección normal en tramo 7 para baja pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T1"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="7"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.08"/> m3/s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.50"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.001"/> m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.2999"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.3483"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.2399"/> m2	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1779"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.0998"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.3335"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2280"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3056"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

Hijuela T1 - Tramo 7	
Caudal de Diseño [m3/s]	0.08
Pendiente [m/m]	0.001
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.50
Tirante [m]	0.30
Revancha [m]	0.40
Profundidad [m]	0.70
Ancho Coronamiento [m]	1.90

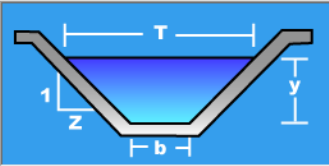
Tabla 85. Sección normal en tramo 7 para baja pendiente proyecto

Figura 60. Sección normal en tramo 7 para alta pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="7"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.08"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.40"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.003"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.2459"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0954"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1588"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1450"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.8917"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.5038"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.3812"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2588"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Hijuela T2- Tramo 7	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.08
Pendiente [m/m]	0.003
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.40
Tirante [m]	0.25
Revancha [m]	0.35
Profundidad [m]	0.60
Ancho Coronamiento [m]	1.60

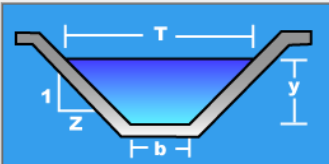
Tabla 86. Sección normal en tramo 7 para alta pendiente proyecto

Figura 61. Sección normal en tramo 8 para baja pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T1"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="8"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.04"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.50"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.001"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.2054"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0810"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1449"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1340"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.9108"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.2761"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2210"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2093"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Hijuela T1 - Tramo 8	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.04
Pendiente [m/m]	0.001
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.50
Tirante [m]	0.21
Revancha [m]	0.29
Profundidad [m]	0.50
Ancho Coronamiento [m]	1.50

Tabla 87. Sección normal en tramo 8 para baja pendiente proyecto

Figura 62. Sección normal en tramo 8 para alta pendiente proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela T2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="8"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.08"/> m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.40"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.004"/> m/m

Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.2276"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0439"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1429"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1369"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.9553"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.5599"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.4374"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2436"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

Hijuela T2- Tramo 8	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.04
Pendiente [m/m]	0.004
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.40
Tirante [m]	0.23
Revancha [m]	0.27
Profundidad [m]	0.50
Ancho Coronamiento [m]	1.40

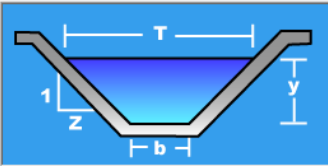
Tabla 88. Sección normal en tramo 8 para alta pendiente proyecto

Figura 63. Sección normal en hijuela de ingreso a propiedades proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuela Propiedades"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="Inicial"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.04"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.40"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.03"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0005"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.2737"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.1741"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1844"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1570"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.9474"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.2170"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.1570"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2761"/>	m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Hijuela Ingreso Propiedades	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	0.04
Pendiente [m/m]	0.000
Rugosidad Manning	0.030
Talud	1:1
Ancho solera [m]	0.40
Tirante [m]	0.27
Revancha [m]	0.23
Profundidad [m]	0.50
Ancho Coronamiento [m]	1.40

Tabla 89. Sección normal en hijuela de ingreso a propiedades proyecto

Pendiente longitudinal de la rasante									
Sector	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Hijuela 0	0.425%	0.425%	0.425%	0.100%	0.100%	0.300%	0.300%	0.200%	0.200%
Hijuela 1	0.500%	0.500%	0.500%	0.400%	0.400%	0.300%	0.300%	0.200%	0.200%
Hijuela 2	0.375%	0.375%	0.375%	0.100%	0.100%	0.300%	0.300%	0.400%	0.400%
Hijuela 3	0.450%	0.450%	0.450%	0.100%	0.100%	0.200%	0.200%	0.200%	0.200%
Hijuela 4	0.125%	0.125%	0.125%	0.500%	0.500%	0.500%	0.500%	0.100%	0.100%
Hijuela 5	0.500%	0.500%	0.500%	0.500%	0.500%	0.300%	0.300%	0.200%	0.200%
Hijuela 6	0.175%	0.175%	0.175%	0.400%	0.400%	0.100%	0.100%	0.100%	0.100%
Hijuela 7	0.150%	0.150%	0.150%	0.200%	0.200%	0.400%	0.400%	0.200%	0.200%
Hijuela 8	0.125%	0.125%	0.125%	0.100%	0.100%	0.300%	0.300%	0.400%	0.400%

Tabla 90. Secciones de pendiente baja y pendiente alta en red de distribución proyecto

Las secciones tipo descritas se calcularon con pendientes de referencia representativas del grupo que incluyen. Esto quiere decir que las mismas presentan un comportamiento hidráulico

correcto en todos los tramos donde se localizan, más allá de que tengan distinta pendiente. En las secciones tipo lo que se define son las dimensiones (ancho de solera, ancho de coronamiento y profundidad) para homologar las secciones de algún modo. A continuación se controlan los tirantes reales que se presenta en cada tramo para cada hijuela en particular, utilizando la sección tipo que le corresponda.

En la tabla 90 se identifican con colores las secciones que se consideran de baja y alta pendiente. El color rosa identifica las secciones de baja pendiente; el color verde, las de alta pendiente. Luego se especifican los tirantes resultantes en cada tramo para cada hijuela, según la sección tipo correspondiente.

Hijuela 0									
Tramo	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Sección	i alta	i alta	i alta	i baja	i baja	i alta	i alta	i baja	i baja
Ancho solera [m]	0.50	0.50	0.50	0.70	0.70	0.40	0.40	0.50	0.50
Coronamiento [m]	1.90	1.90	1.90	2.30	2.30	1.60	1.60	1.50	1.50
Profundidad [m]	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.60	0.60	0.50	0.50
Pendiente [m/m]	0.00425	0.00425	0.00425	0.00100	0.00100	0.00300	0.00300	0.00200	0.00200
Tirante [m]	0.42	0.39	0.37	0.41	0.36	0.30	0.25	0.17	0.00

Tabla 91. Características hidráulicas de hijuela 0 proyecto

Hijuela 1									
Tramo	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Sección	i alta	i alta	i alta	i alta	i alta	i alta	i alta	i baja	i baja
Ancho solera [m]	0.50	0.50	0.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.50
Coronamiento [m]	1.90	1.90	1.90	1.70	1.70	1.60	1.60	1.50	1.50
Profundidad [m]	0.70	0.70	0.70	0.65	0.65	0.60	0.60	0.50	0.50
Pendiente [m/m]	0.00500	0.00500	0.00500	0.00400	0.00400	0.00300	0.00300	0.00200	0.00200
Tirante [m]	0.40	0.37	0.34	0.36	0.32	0.30	0.25	0.17	0.00

Tabla 92. Características hidráulicas de hijuela 1 proyecto

Hijuela 2									
Tramo	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Sección	i alta	i alta	i alta	i baja	i baja	i alta	i alta	i alta	i alta
Ancho solera [m]	0.50	0.50	0.50	0.70	0.70	0.40	0.40	0.40	0.40
Coronamiento [m]	1.90	1.90	1.90	2.30	2.30	1.60	1.60	1.40	1.40
Profundidad [m]	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.60	0.60	0.50	0.50
Pendiente [m/m]	0.00375	0.00375	0.00375	0.00100	0.00100	0.00300	0.00300	0.00400	0.00400
Tirante [m]	0.43	0.40	0.37	0.41	0.36	0.30	0.25	0.16	0.00

Tabla 93. Características hidráulicas de hijuela 2 proyecto

Hijuela 3									
Tramo	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Sección	i alta	i alta	i alta	i baja	i baja	i baja	i baja	i baja	i baja
Ancho solera [m]	0.50	0.50	0.50	0.70	0.70	0.50	0.50	0.50	0.50
Coronamiento [m]	1.90	1.90	1.90	2.30	2.30	1.90	1.90	1.50	1.50
Profundidad [m]	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.70	0.70	0.50	0.50
Pendiente [m/m]	0.00450	0.00450	0.00450	0.00100	0.00100	0.00200	0.00200	0.00200	0.00200
Tirante [m]	0.41	0.38	0.35	0.41	0.36	0.31	0.25	0.17	0.00

Tabla 94. Características hidráulicas de hijuela 3 proyecto

Hijuela 4									
Tramo	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Sección	i baja	i baja	i baja	i alta	i alta	i alta	i alta	i baja	i baja
Ancho solera [m]	0.70	0.70	0.70	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.50
Coronamiento [m]	2.30	2.30	2.30	1.70	1.70	1.60	1.60	1.50	1.50
Profundidad [m]	0.80	0.80	0.80	0.65	0.65	0.60	0.60	0.50	0.50
Pendiente [m/m]	0.00125	0.00125	0.00125	0.00500	0.00500	0.00500	0.00500	0.00100	0.00100
Tirante [m]	0.50	0.47	0.43	0.34	0.30	0.27	0.21	0.21	0.00

Tabla 95. Características hidráulicas de hijuela 4 proyecto

Hijuela 5									
Tramo	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Sección	i alta	i alta	i alta	i alta	i alta	i alta	i alta	i baja	i baja
Ancho solera [m]	0.50	0.50	0.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.50
Coronamiento [m]	1.90	1.90	1.90	1.70	1.70	1.60	1.60	1.50	1.50
Profundidad [m]	0.70	0.70	0.70	0.65	0.65	0.60	0.60	0.50	0.50
Pendiente [m/m]	0.00500	0.00500	0.00500	0.00500	0.00500	0.00300	0.00300	0.00200	0.00200
Tirante [m]	0.40	0.37	0.34	0.34	0.30	0.30	0.25	0.17	0.00

Tabla 96. Características hidráulicas de hijuela 5 proyecto

Hijuela 6									
Tramo	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Sección	i baja	i baja	i baja	i alta	i alta	i baja	i baja	i baja	i baja
Ancho solera [m]	0.70	0.70	0.70	0.40	0.40	0.50	0.50	0.50	0.50
Coronamiento [m]	2.30	2.30	2.30	1.70	1.70	1.90	1.90	1.50	1.50
Profundidad [m]	0.80	0.80	0.80	0.65	0.65	0.70	0.70	0.50	0.50
Pendiente [m/m]	0.00175	0.00175	0.00175	0.00400	0.00400	0.00100	0.00100	0.00100	0.00100
Tirante [m]	0.46	0.43	0.39	0.36	0.32	0.37	0.30	0.21	0.00

Tabla 97. Características hidráulicas de hijuela 6 proyecto

Hijuela 7									
Tramo	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Sección	i baja	i baja	i baja	i baja	i baja	i alta	i alta	i baja	i baja
Ancho solera [m]	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.40	0.40	0.50	0.50
Coronamiento [m]	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	1.60	1.60	1.50	1.50
Profundidad [m]	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.60	0.60	0.50	0.50
Pendiente [m/m]	0.00150	0.00150	0.00150	0.00200	0.00200	0.00400	0.00400	0.00200	0.00200
Tirante [m]	0.48	0.45	0.41	0.34	0.30	0.28	0.23	0.17	0.00

Tabla 98. Características hidráulicas de hijuela 7 proyecto

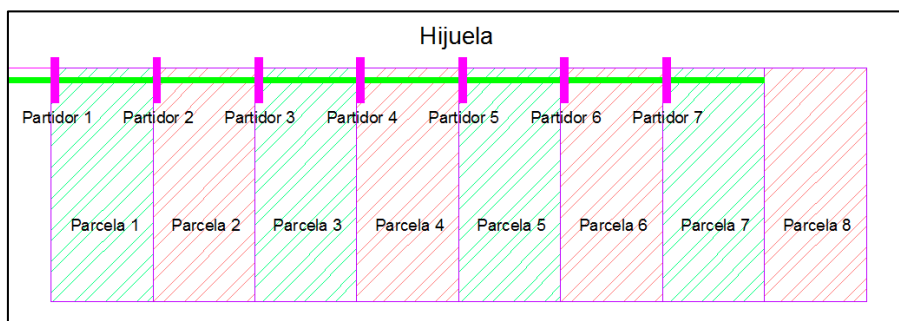
Hijuela 8									
Tramo	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9
Sección	i baja	i baja	i baja	i baja	i baja	i alta	i alta	i alta	i alta
Ancho solera [m]	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.40	0.40	0.40	0.40
Coronamiento [m]	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	1.60	1.60	1.40	1.40
Profundidad [m]	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.60	0.60	0.50	0.50
Pendiente [m/m]	0.00125	0.00125	0.00125	0.00100	0.00100	0.00300	0.00300	0.00400	0.00400
Tirante [m]	0.50	0.47	0.43	0.41	0.36	0.30	0.25	0.16	0.00

Tabla 99. Características hidráulicas de hijuela 8 proyecto

Obras de derivación

Para poder efectuar la derivación de los caudales desde la hijuela hacia las parcelas se proyectan obras de partición. Se decide utilizar partidores de resalto, cuya barrera de sección triangular en la dirección del escurrimiento permite que los caudales pasante y derivado sean directamente proporcionales a los anchos de cada sección, y asegura que las condiciones de escurrimiento, como el espesor de la lámina líquida, sea igual para todos los ramales. La punta u hoja partidora se compone de una plancha de acero de poco espesor ubicada de forma paralela a la dirección de la corriente.

Figura 64. Esquema de localización de partidores en hijuela tipo proyecto



Para que el comportamiento hidráulico sea adecuado, deben tenerse en cuenta algunos conceptos generales: el régimen aguas arriba del partidor debe ser subcrítico; la sección de partición debe ser rectangular; el ancho de la sección de partición debe ser aproximadamente

de diez veces el tirante crítico; sobre la sección de partición, en coincidencia con la cresta de la barrera triangular, deben producirse los parámetros críticos, por lo tanto la barrera no debe ahogarse; el resalto debe estar alejado de la barrera una distancia de al menos dos veces el tirante crítico; para que la partición se efectúe en condiciones aceptables el caudal derivado debe ser entre el 10% y el 90% del caudal total (Lastra, 2009).

Todas las obras se efectúan en sección rectangular con revestimiento de hormigón armado. A continuación se explicita el procedimiento seguido para el diseño de cada partición.

En primer lugar se verifica que el régimen de escurrimiento sea subcrítico y se define, a partir del caudal total que llega a la sección de partición, los caudales pasante y derivado. Se comprueba que estemos dentro de las condiciones aceptables.

Luego, se calcula el ancho de la partición seleccionando una sección en la que este sea diez veces el tirante crítico. Para ello utilizamos la herramienta HCANALES, donde como datos de entrada ingresamos el caudal circulante, el ancho de la sección y la pendiente del tramo, obteniendo como resultado, entre otros, el tirante crítico del escurrimiento. Se itera con distintos anchos de solera hasta obtener un tirante crítico de 1/10 del mismo.

Fijado el ancho de la partición, se tienen los anchos pasante y derivado con una proporción respecto al ancho total igual a la de los caudales pasante y derivado respecto al caudal total, correspondientemente. Se fija así la ubicación de la hoja partidora.

Para dimensionar la altura de la barrera triangular es necesario conocer los tirantes aguas abajo de la partición, tanto en la sección pasante como en la derivada. Con las secciones tipo ya diseñadas, se verifican los tirantes normales para los caudales en cuestión. El máximo de ellos se relaciona con el tirante crítico para obtener los parámetros que fijen la altura necesaria de la barrera triangular. Estos parámetros son proporcionados por un ábaco incluido en la bibliografía, cumpliendo así que la barrera no se ahogue y que el resalto hidráulico se produzca a una distancia mínima de dos veces el tirante crítico. La pendiente de ascenso y descenso de la barrera es de 1:5 en todos los casos.

La obra de partición aguas abajo de la barrera se determina calculando el resalto hidráulico que se genera. En primer lugar, se deducen los tirantes inicial y conjugado para el resalto localizado al pie de la barrera. Se desea que el resalto se encuentre confinado, para que no haya propagación de ondas. Para ello, se busca que el tirante final del resalto no supere el tirante normal de la sección aguas abajo de la partición; para lograrlo, si resulta necesario, se genera un escalón de fondo, creando un cuenco que contiene al resalto.

A partir de los tirantes del resalto, se define su longitud y se le aplica un factor de seguridad de 1,15 para mayorarla. Esta distancia se suma a la obra desde la terminación de la barrera. De esta manera se protege al suelo de la socavación que produciría el fenómeno si el lecho no se revistiera.

Para determinar la longitud de la obra aguas arriba de la barrera, se prevé la colocación de la escala limnimétrica a una distancia de cuatro veces el tirante crítico, a lo que se suma una longitud de 1,5 metros como margen de seguridad.

Para corroborar las condiciones hidráulicas aguas arriba de la partición, se define en cada una la curva de remanso que origina la presencia de la barrera y en función de esto se ajusta la revancha de los tramos si resultara necesario.


Se presenta para cada partición las condiciones de escurrimiento crítico, el diseño del partidor, y el resalto hidráulico resultante. Se determinan las curvas de remanso para cada tramo en las secciones de pendiente alta, que es donde tienen mayor influencia.

Las obras de partición 7 resultan de 0,95m de ancho. Con sección de alta pendiente aguas abajo, requiere una altura de barrera de 0,20m y una longitud total de 4,85m. Con sección de baja pendiente aguas abajo, presenta una altura de barrera de 0,20m y una longitud total de 4,75m.

Figura 65. Condiciones críticas para partición 7 hijuelas proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuelas"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="Partición 7"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.08"/> m3/s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.95"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>



Resultados:			
Tirante crítico (y):	<input type="text" value="0.0920"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.1341"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0874"/> m2	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0771"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.9500"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.9149"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.0000"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.1347"/> m-Kg/Kg

Partición Propiedad 7 - T2	
Q total [m3/s]	0.08
Q pasante [m3/s]	0.04
Q derivado [m3/s]	0.04
Qd/Qt	0.50
Ancho partición [m]	0.95
Tirante crítico [m]	0.09
Ancho pasante [m]	0.48
Ancho derivado [m]	0.48
Tirante a. abajo H [m]	0.16
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.20
Tirante aforo [m]	0.29

Tabla 100. Partición 7 alta pendiente hijuelas proyecto

Figura 66. Resalto 7 alta pendiente hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico

Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Hijuela T2 en Partición 7	
Caudal [m ³ /s]	0.04
Altura de caída [m]	0.20
Ancho sección [m]	0.48
Tirante crítico [m]	0.09
Velocidad crítica [m]	0.91
Tirante a. abajo [m]	0.16
Tirante inicial [m]	0.03
Tirante conjugado [m]	0.20
Profundidad cuenco [m]	0.10
Longitud resalto [m]	0.82
Total sección rectangular [m]	4.81

Tabla 101. Resalto 7 alta pendiente hijuelas proyecto

Partición Propiedad 7 – T1	
Q total [m ³ /s]	0.08
Q pasante [m ³ /s]	0.04
Q derivado [m ³ /s]	0.04
Qd/Qt	0.50
Ancho partición [m]	0.95
Tirante crítico [m]	0.09
Ancho pasante [m]	0.48
Ancho derivado [m]	0.48
Tirante a. abajo H [m]	0.21
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.20
Tirante aforo [m]	0.29

Tabla 102. Partición 7 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 67. Resalto 7 baja pendiente hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico

Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

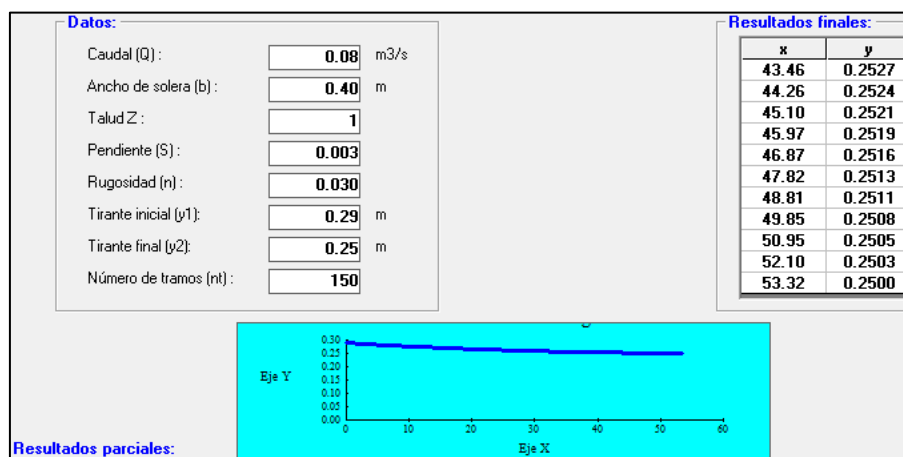
Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Hijuela T1 en Partición 7	
Caudal [m ³ /s]	0.04
Altura de caída [m]	0.20
Ancho sección [m]	0.48
Tirante crítico [m]	0.09
Velocidad crítica [m]	0.91
Tirante a. abajo [m]	0.21
Tirante inicial [m]	0.03
Tirante conjugado [m]	1.19
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	0.76
Total sección rectangular [m]	4.74

Tabla 103. Resalto 7 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 68. Curva de remanso partidor 7 hijuelas proyecto



Remanso Partidor 7	
Sección	Hijuela T27
Caudal [m3/s]	0.08
Tirante aguas abajo [m]	0.29
Tirante normal [m]	0.25
Longitud remanso [m]	53.32
Tirante referencia [m]	0.25

Tabla 104. Curva de remanso partidor 7 hijuelas proyecto

Las obras de partición 6 resultan de 1,10m de ancho. Con sección de alta pendiente aguas abajo, requiere una altura de barrera de 0,20m y una longitud total de 4,90m. Con sección de baja pendiente aguas abajo, presenta una altura de barrera de 0,20m y una longitud total de 4,90m.

Figura 69. Condiciones críticas partición 6 hijuelas proyecto

Lugar:

Proyecto:

Tramo:

Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m3/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):

Resultados:

Tirante crítico (y): <input type="text" value="0.1074"/> m	Perímetro (p): <input type="text" value="1.3148"/> m
Area hidráulica (A): <input type="text" value="0.1182"/> m ²	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.0899"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="1.1000"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="1.0156"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="1.0000"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.1600"/> m-Kg/Kg

Partición Propiedad 6 - T2	
Q total [m3/s]	0.12
Q pasante [m3/s]	0.08
Q derivado [m3/s]	0.04
Qd/Qt	0.33
Ancho partición [m]	1.10
Tirante crítico [m]	0.11
Ancho pasante [m]	0.73
Ancho derivado [m]	0.37
Tirante a. abajo H [m]	0.25
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.20
Tirante aforo [m]	0.31

Tabla 105. Partición 6 alta pendiente hijuelas proyecto

Figura 70. Resalto 6 alta pendiente hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico

Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Hijuela T2 en Partición 6	
Caudal [m ³ /s]	0.08
Altura de caída [m]	0.20
Ancho sección [m]	0.73
Tirante crítico [m]	0.11
Velocidad crítica [m]	1.02
Tirante a. abajo [m]	0.25
Tirante inicial [m]	0.04
Tirante conjugado [m]	0.21
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	0.84
Total sección rectangular [m]	4.90

Tabla 106. Resalto 6 alta pendiente hijuelas proyecto

Partición Propiedad 6 - T1	
Q total [m ³ /s]	0.12
Q pasante [m ³ /s]	0.08
Q derivado [m ³ /s]	0.04
Qd/Qt	0.33
Ancho partición [m]	1.10
Tirante crítico [m]	0.11
Ancho pasante [m]	0.73
Ancho derivado [m]	0.37
Tirante a. abajo H [m]	0.30
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.20
Tirante aforo [m]	0.31

Tabla 107. Partición 6 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 71. Resalto 6 baja pendiente hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico

Resultados:

Tirante conjugado (y): m

Altura del resalto: m

Pérdida de energía en el resalto: m

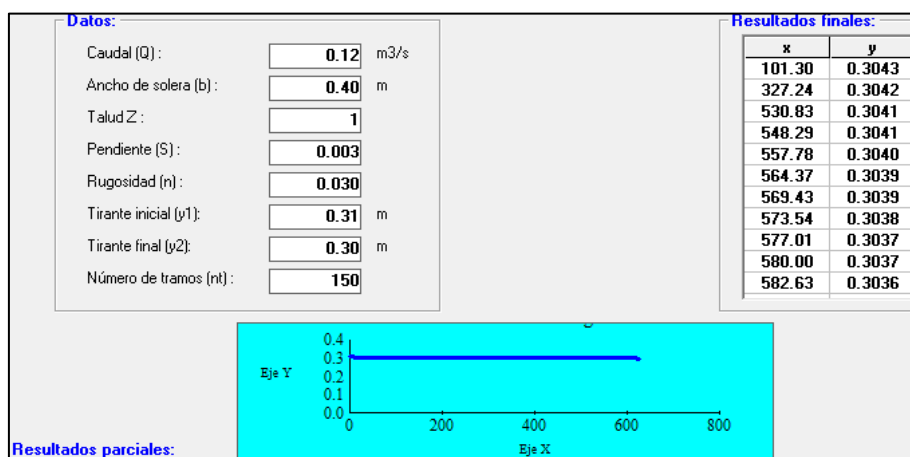
Número de Froude conjugado (F):

Longitud del resalto (L): m

Resalto Hijuela T1 en Partición 6	
Caudal [m ³ /s]	0.08
Altura de caída [m]	0.20
Ancho sección [m]	0.73
Tirante crítico [m]	0.11
Velocidad crítica [m]	1.02
Tirante a. abajo [m]	0.30
Tirante inicial [m]	0.04
Tirante conjugado [m]	0.21
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	0.84
Total sección rectangular [m]	4.90

Tabla 108. Resalto 6 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 72. Curva de remanso partidor 6 hijuelas proyecto



Remanso Partidor 6	
Sección	Hijuela T26
Caudal [m3/s]	0.12
Tirante aguas abajo [m]	0.31
Tirante normal [m]	0.30
Longitud remanso [m]	625.36
Tirante referencia [m]	0.30

Tabla 109. Curva de remanso partidor 6 hijuelas proyecto

Las obras de partición 5 resultan de 1,20m de ancho. Con sección de alta pendiente aguas abajo, requiere una altura de barrera de 0,20m y una longitud total de 5,05m. Con sección de baja pendiente aguas abajo, presenta una altura de barrera de 0,30m y una longitud total de 6,25m.

Figura 73. Condiciones críticas partición 5 hijuelas proyecto

Lugar:

Tramo:

Proyecto:

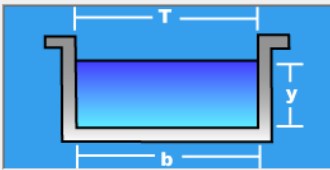
Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m3/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):



Resultados:

Tirante crítico (y): <input type="text" value="0.1222"/> m	Perímetro (p): <input type="text" value="1.4443"/> m
Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.1466"/> m ²	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.1015"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="1.2000"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="1.0915"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="1.0000"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.1829"/> m·Kg/Kg

Partición Propiedad 5 - T2	
Q total [m3/s]	0.16
Q pasante [m3/s]	0.12
Q derivado [m3/s]	0.04
Qd/Qt	0.25
Ancho partición [m]	1.20
Tirante crítico [m]	0.12
Ancho pasante [m]	0.90
Ancho derivado [m]	0.30
Tirante a. abajo H [m]	0.30
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.20
Tirante aforo [m]	0.32

Tabla 110. Partición 5 alta pendiente hijuelas proyecto

Figura 74. Resalto 5 alta pendiente hijuelas proyecto

Lugar:	Hijuela	Proyecto:	
Tramo:	P5 - T2		
Datos:			
Caudal (Q):	0.116	m ³ /s	
Ancho de solera (b):	0.90	m	
Tirante (y):	0.2353	m	
tirante subcrítico			
Resultados:			
Tirante conjugado (y):	0.0504	m	Número de Froude conjugado (F): 3.6388
Altura del resalto:	0.1849	m	Longitud del resalto (L): 0.92 m
Pérdida de energía en el resalto:	0.1333	m	

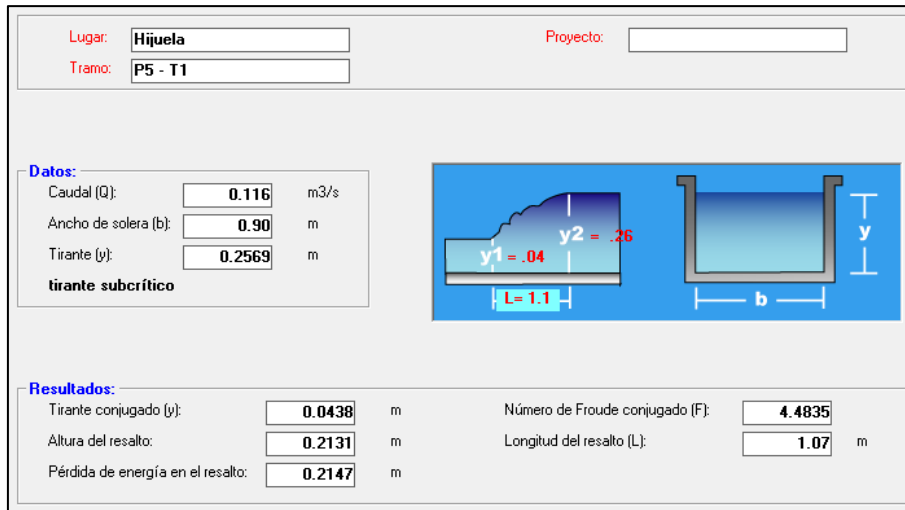
Resalto Hijuela T2 en Partición 5	
Caudal [m ³ /s]	0.12
Altura de caída [m]	0.20
Ancho sección [m]	0.90
Tirante crítico [m]	0.12
Velocidad crítica [m]	1.09
Tirante a. abajo [m]	0.30
Tirante inicial [m]	0.05
Tirante conjugado [m]	0.24
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	0.92
Total sección rectangular [m]	5.05

Tabla 111. Resalto 5 alta pendiente hijuelas proyecto

Partición Propiedad 5 – T1	
Q total [m ³ /s]	0.16
Q pasante [m ³ /s]	0.12
Q derivado [m ³ /s]	0.04
Qd/Qt	0.25
Ancho partición [m]	1.20
Tirante crítico [m]	0.12
Ancho pasante [m]	0.90
Ancho derivado [m]	0.30
Tirante a. abajo H [m]	0.37
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.30
Tirante aforo [m]	0.42

Tabla 112. Partición 5 baja pendiente hijuelas proyecto

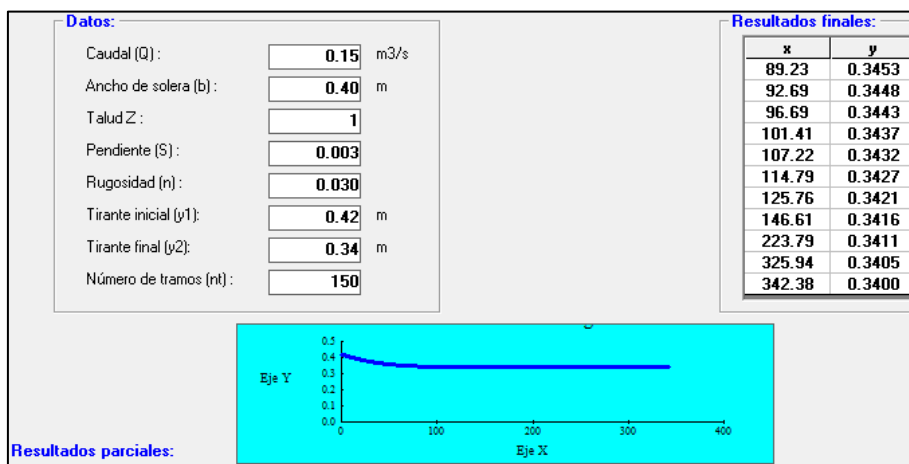
Figura 75. Resalto 5 baja pendiente hijuelas proyecto



Resalto Hijuela T1 en Partición 5	
Caudal [m ³ /s]	0.12
Altura de caída [m]	0.30
Ancho sección [m]	0.90
Tirante crítico [m]	0.12
Velocidad crítica [m]	1.09
Tirante a. abajo [m]	0.37
Tirante inicial [m]	0.04
Tirante conjugado [m]	0.26
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	1.07
Total sección rectangular [m]	6.22

Tabla 113. Resalto 5 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 76. Curva de remanso partidor 5 hijuelas proyecto

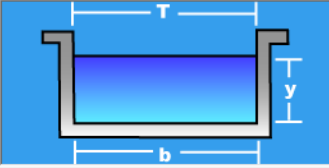


Remanso Partidor 5	
Sección	Hijuela T25
Caudal [m3/s]	0.15
Tirante aguas abajo [m]	0.42
Tirante normal [m]	0.34
Longitud remanso [m]	342.38
Tirante referencia [m]	0.34

Tabla 114. Curva de remanso partidor 5 hijuelas proyecto

Las obras de partición 4 resultan de 1,30m de ancho. Con sección de alta pendiente aguas abajo, requiere una altura de barrera de 0,20m y una longitud total de 5,15m. Con sección de baja pendiente aguas abajo, presenta una altura de barrera de 0,25m y una longitud total de 5,75m.

Figura 77. Condiciones críticas partición 4 hijuelas proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuelas"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="Partición 4"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>
Datos:			
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.19"/> m3/s		
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1.30"/> m		
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>		
Resultados:			
Tirante crítico (y):	<input type="text" value="0.1297"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.5595"/> m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1687"/> m2	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1082"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.3000"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1265"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.0000"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.1944"/> m-Kg/Kg

Partición Propiedad 4 - T2	
Q total [m3/s]	0.19
Q pasante [m3/s]	0.16
Q derivado [m3/s]	0.04
Qd/Qt	0.20
Ancho partición [m]	1.30
Tirante crítico [m]	0.13
Ancho pasante [m]	1.04
Ancho derivado [m]	0.26
Tirante a. abajo H [m]	0.32
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.20
Tirante aforo [m]	0.33

Tabla 115. Partición 4 alta pendiente hijuelas proyecto

Figura 78. Resalto 4 alta pendiente hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tirano:

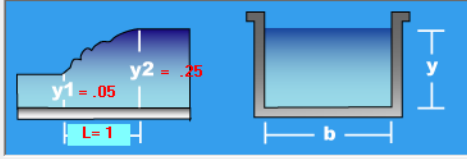
Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico



Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Hijuela T2 en Partición 4	
Caudal [m ³ /s]	0.16
Altura de caída [m]	0.20
Ancho sección [m]	1.04
Tirante crítico [m]	0.13
Velocidad crítica [m]	1.13
Tirante a. abajo [m]	0.32
Tirante inicial [m]	0.06
Tirante conjugado [m]	0.25
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	0.97
Total sección rectangular [m]	5.13

Tabla 116. Resalto 4 alta pendiente hijuelas proyecto

Partición Propiedad 4 - T1	
Q total [m ³ /s]	0.19
Q pasante [m ³ /s]	0.16
Q derivado [m ³ /s]	0.04
Qd/Qt	0.20
Ancho partición [m]	1.30
Tirante crítico [m]	0.13
Ancho pasante [m]	1.04
Ancho derivado [m]	0.26
Tirante a. abajo H [m]	0.36
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.25
Tirante aforo [m]	0.38

Tabla 117. Partición 4 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 79. Resalto 4 baja pendiente hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico

Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Hijuela T1 en Partición 4	
Caudal [m ³ /s]	0.16
Altura de caída [m]	0.25
Ancho sección [m]	1.04
Tirante crítico [m]	0.13
Velocidad crítica [m]	1.13
Tirante a. abajo [m]	0.36
Tirante inicial [m]	0.05
Tirante conjugado [m]	0.26
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	1.05
Total sección rectangular [m]	5.73

Tabla 118. Resalto 4 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 80. Curva de remanso partidor 4 hijuelas proyecto

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Talud Z:

Pendiente (S):

Rugosidad (n):

Tirante inicial (y1): m

Tirante final (y2): m

Número de tramos (nt):

Resultados finales:

x	y
49.73	0.3837
50.80	0.3838
51.92	0.3838
53.09	0.3838
54.31	0.3838
55.59	0.3839
56.93	0.3839
58.34	0.3839
59.83	0.3839
61.41	0.3840
63.09	0.3840

Resultados parciales:

Remanso Partidor 4	
Sección	Hijuela T24
Caudal [m3/s]	0.19
Tirante aguas abajo [m]	0.38
Tirante normal [m]	0.38
Longitud remanso [m]	63.09
Tirante referencia [m]	0.38

Tabla 119. Curva de remanso partidor 4 hijuelas proyecto

Las obras de partición 3 resultan de 1,40m de ancho. Con sección de alta pendiente aguas abajo, requiere una altura de barrera de 0,25m y una longitud total de 5,75m. Con sección de baja pendiente aguas abajo, presenta una altura de barrera de 0,30m y una longitud total de 6,30m.

Figura 81. Condiciones críticas partición 3 hijuelas proyecto

Lugar:

Proyecto:

Tramo:

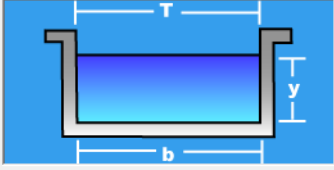
Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m3/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):



Resultados:

Tirante crítico (y): <input type="text" value="0.1402"/> m	Perímetro (p): <input type="text" value="1.6804"/> m
Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.1962"/> m ²	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.1168"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="1.4000"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="1.1720"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="1.0000"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.2102"/> m·Kg/Kg

Partición Propiedad 3 - T2	
Q total [m3/s]	0.23
Q pasante [m3/s]	0.19
Q derivado [m3/s]	0.04
Qd/Qt	0.17
Ancho partición [m]	1.40
Tirante crítico [m]	0.14
Ancho pasante [m]	1.17
Ancho derivado [m]	0.23
Tirante a. abajo H [m]	0.36
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.25
Tirante aforo [m]	0.39

Tabla 120. Partición 3 alta pendiente hijuelas proyecto

Figura 82. Resalto 3 alta pendiente hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico

Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Hijuela T2 en Partición 3	
Caudal [m ³ /s]	0.19
Altura de caída [m]	0.25
Ancho sección [m]	1.17
Tirante crítico [m]	0.14
Velocidad crítica [m]	1.17
Tirante a. abajo [m]	0.36
Tirante inicial [m]	0.04
Tirante conjugado [m]	0.24
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	1.00
Total sección rectangular [m]	5.71

Tabla 121. Resalto 3 alta pendiente hijuelas proyecto

Partición Propiedad 3 - T1	
Q total [m ³ /s]	0.23
Q pasante [m ³ /s]	0.19
Q derivado [m ³ /s]	0.04
Qd/Qt	0.17
Ancho partición [m]	1.40
Tirante crítico [m]	0.14
Ancho pasante [m]	1.17
Ancho derivado [m]	0.23
Tirante a. abajo H [m]	0.41
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.30
Tirante aforo [m]	0.44

Tabla 122. Partición 3 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 83. Resalto 3 baja pendiente hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico

Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Hijuela T1 en Partición 3	
Caudal [m ³ /s]	0.19
Altura de caída [m]	0.30
Ancho sección [m]	1.17
Tirante crítico [m]	0.14
Velocidad crítica [m]	1.17
Tirante a. abajo [m]	0.41
Tirante inicial [m]	0.04
Tirante conjugado [m]	0.25
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	1.06
Total sección rectangular [m]	6.28

Tabla 123. Resalto 3 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 84. Curva de remanso partidor 3 hijuelas proyecto

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Talud Z:

Pendiente (S):

Rugosidad (n):

Tirante inicial (y1): m

Tirante final (y2): m

Número de tramos (nt):

Resultados finales:

x	y
47.01	0.3747
47.86	0.3742
48.75	0.3737
49.67	0.3733
50.63	0.3728
51.64	0.3723
52.69	0.3719
53.80	0.3714
54.97	0.3709
56.21	0.3705
57.53	0.3700

Resultados parciales:

Remanso Partidor 3	
Sección	Hijuela T23
Caudal [m3/s]	0.23
Tirante aguas abajo [m]	0.44
Tirante normal [m]	0.37
Longitud remanso [m]	57.53
Tirante referencia [m]	0.37

Tabla 124. Curva de remanso partidor 3 hijuelas proyecto

Las obras de partición 2 resultan de 1,50m de ancho. Con sección de alta pendiente aguas abajo, requiere una altura de barrera de 0,25m y una longitud total de 5,95m. Con sección de baja pendiente aguas abajo, presenta una altura de barrera de 0,30m y una longitud total de 6,50m.

Figura 85. Condiciones críticas partición 2 hijuelas proyecto

Lugar:

Tramo:

Proyecto:

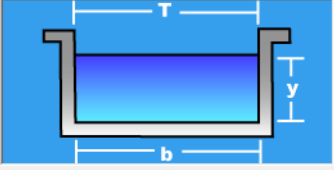
Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m3/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):



Resultados:

Tirante crítico (y): <input type="text" value="0.1489"/> m	Perímetro (p): <input type="text" value="1.7979"/> m
Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.2234"/> m ²	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.1243"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="1.5000"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="1.2085"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="1.0000"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.2234"/> m-Kg/Kg

Partición Propiedad 2 - T2	
Q total [m3/s]	0.27
Q pasante [m3/s]	0.23
Q derivado [m3/s]	0.04
Qd/Qt	0.14
Ancho partición [m]	1.50
Tirante crítico [m]	0.15
Ancho pasante [m]	1.29
Ancho derivado [m]	0.21
Tirante a. abajo H [m]	0.37
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.25
Tirante aforo [m]	0.40

Tabla 125. Partición 2 alta pendiente hijuelas proyecto

Figura 86. Resalto 2 alta pendiente hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico

Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Hijuela T2 en Partición 2	
Caudal [m ³ /s]	0.23
Altura de caída [m]	0.25
Ancho sección [m]	1.29
Tirante crítico [m]	0.15
Velocidad crítica [m]	1.21
Tirante a. abajo [m]	0.37
Tirante inicial [m]	0.06
Tirante conjugado [m]	0.29
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	1.15
Total sección rectangular [m]	5.92

Tabla 126. Resalto 2 alta pendiente hijuelas proyecto

Partición Propiedad 2 - T1	
Q total [m ³ /s]	0.27
Q pasante [m ³ /s]	0.23
Q derivado [m ³ /s]	0.04
Qd/Qt	0.14
Ancho partición [m]	1.50
Tirante crítico [m]	0.15
Ancho pasante [m]	1.29
Ancho derivado [m]	0.21
Tirante a. abajo H [m]	0.43
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.30
Tirante aforo [m]	0.45

Tabla 127. Partición 2 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 87. Resalto 2 baja pendiente hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

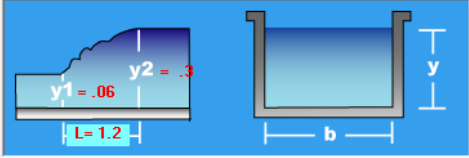
Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico



Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Hijuela T1 en Partición 2	
Caudal [m ³ /s]	0.23
Altura de caída [m]	0.30
Ancho sección [m]	1.29
Tirante crítico [m]	0.15
Velocidad crítica [m]	1.21
Tirante a. abajo [m]	0.43
Tirante inicial [m]	0.06
Tirante conjugado [m]	0.30
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	1.22
Total sección rectangular [m]	6.50

Tabla 128. Resalto 2 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 88. Curva de remanso partidor 2 hijuelas proyecto

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Talud Z:

Pendiente (S):

Rugosidad (n):

Tirante inicial (y1): m

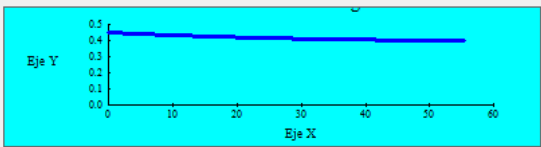
Tirante final (y2): m

Número de tramos (nt):

Resultados finales:

x	y
45.07	0.4033
45.91	0.4030
46.78	0.4027
47.68	0.4023
48.62	0.4020
49.60	0.4017
50.63	0.4013
51.70	0.4010
52.84	0.4007
54.03	0.4003
55.29	0.4000

Resultados parciales:

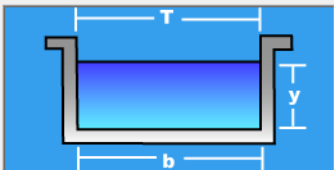


Remanso Partidor 2	
Sección	Hijuela T22
Caudal [m3/s]	0.27
Tirante aguas abajo [m]	0.45
Tirante normal [m]	0.40
Longitud remanso [m]	55.29
Tirante referencia [m]	0.40

Tabla 129. Curva de remanso partidor 2 hijuelas proyecto

Las obras de partición 1 resultan de 1,60m de ancho. Con sección de alta pendiente aguas abajo, requiere una altura de barrera de 0,25m y una longitud total de 6,00m. Con sección de baja pendiente aguas abajo, presenta una altura de barrera de 0,35m y una longitud total de 7,20m.

Figura 89. Condiciones críticas partición 1 hijuelas proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Hijuelas"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="P1-TITI"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>
Datos:			
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.31"/>	m3/s	
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1.6"/>	m	
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>		
			
Resultados:			
Tirante crítico (y):	<input type="text" value="0.1564"/>	m	Perímetro (p): <input type="text" value="1.9128"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.2503"/>	m ²	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.1308"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.6000"/>	m	Velocidad (v): <input type="text" value="1.2386"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.0000"/>		Energía específica (E): <input type="text" value="0.2346"/> m-Kg/Kg

Partición Propiedad 1 - T2	
Q total [m3/s]	0.31
Q pasante [m3/s]	0.27
Q derivado [m3/s]	0.04
Qd/Qt	0.13
Ancho partición [m]	1.60
Tirante crítico [m]	0.16
Ancho pasante [m]	1.40
Ancho derivado [m]	0.20
Tirante a. abajo H [m]	0.40
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.25
Tirante aforo [m]	0.41

Tabla 130. Partición 1 alta pendiente hijuelas proyecto

Figura 90. Resalto 1 alta pendiente hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico

Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Hijuela T2 en Partición 1	
Caudal [m ³ /s]	0.27
Altura de caída [m]	0.25
Ancho sección [m]	1.40
Tirante crítico [m]	0.16
Velocidad crítica [m]	1.24
Tirante a. abajo [m]	0.40
Tirante inicial [m]	0.07
Tirante conjugado [m]	0.30
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	1.18
Total sección rectangular [m]	5.98

Tabla 131. Resalto 1 alta pendiente hijuelas proyecto

Partición Propiedad 1 - T1	
Q total [m ³ /s]	0.31
Q pasante [m ³ /s]	0.27
Q derivado [m ³ /s]	0.04
Qd/Qt	0.13
Ancho partición [m]	1.60
Tirante crítico [m]	0.16
Ancho pasante [m]	1.40
Ancho derivado [m]	0.20
Tirante a. abajo H [m]	0.47
Tirante a. abajo P [m]	0.27
Altura barrera [m]	0.35
Tirante aforo [m]	0.51

Tabla 132. Partición 1 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 91. Resalto 1 baja pendiente hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico

Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

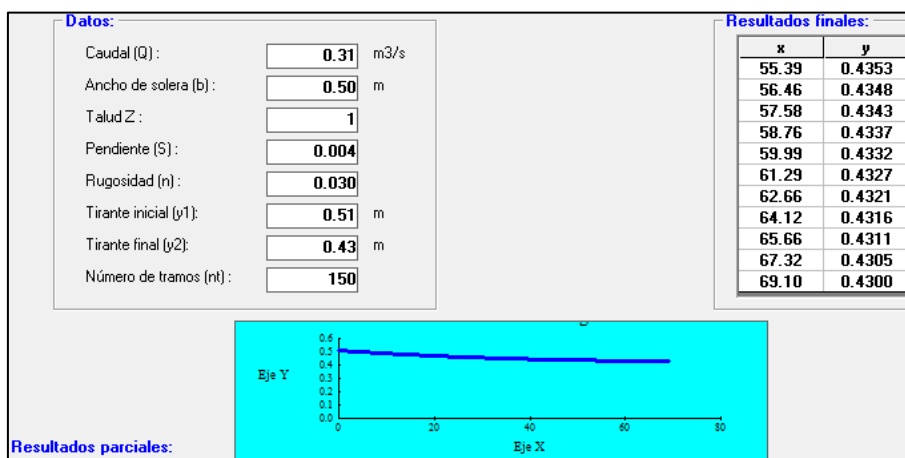
Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Hijuela T1 en Partición 1	
Caudal [m ³ /s]	0.27
Altura de caída [m]	0.35
Ancho sección [m]	1.40
Tirante crítico [m]	0.16
Velocidad crítica [m]	1.24
Tirante a. abajo [m]	0.47
Tirante inicial [m]	0.06
Tirante conjugado [m]	0.33
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	1.33
Total sección rectangular [m]	7.16

Tabla 133. Resalto 1 baja pendiente hijuelas proyecto

Figura 92. Curva de remanso partidor 1 hijuelas proyecto



Remanso Partidor 1	
Sección	Hijuela T21
Caudal [m3/s]	0.31
Tirante aguas abajo [m]	0.51
Tirante normal [m]	0.43
Longitud remanso [m]	69.10
Tirante referencia [m]	0.43

Tabla 134. Curva de remanso partidor 1 hijuelas proyecto

Figura 93. Resalto ingreso a propiedades hijuelas proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

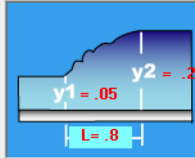
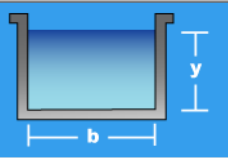
Datos:

Caudal (Q): m3/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico

Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Ingreso Propiedades	
Caudal [m3/s]	0.04
Altura de caída [m]	0.20
Ancho sección [m]	0.30
Tirante crítico [m]	0.09
Velocidad crítica [m]	0.91
Tirante a. abajo [m]	0.27
Tirante inicial [m]	0.06
Tirante conjugado [m]	0.22
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	0.83
Rectangular a.ab. [m]	1.95

Tabla 135. Resalto ingreso propiedades hijuelas proyecto

Transiciones

Como se puede apreciar, las obras de partición requieren desarrollarse en un ancho mayor y en una tipología de sección distinta a las secciones normales de las hijuelas. Debido a ello, es necesario proyectar las transiciones, es decir cómo se efectúa ese cambio de sección.

Por un lado tenemos transiciones divergentes, donde se produce un ensanchamiento de la conducción. Esta situación ocurre aguas arriba de los partidores. Se calcula la longitud necesaria para realizar el cambio, manteniendo un ángulo máximo de 12,5°. Dicha limitación previene el excesivo despegue de la vena líquida de las paredes de la conducción, y consecuentemente evita pérdidas de carga con la formación de “remolinos” que socavan la sección.

Las transiciones convergentes se corresponden con un estrechamiento de la conducción, presentándose aguas abajo de las obras de partición. El fenómeno local es menos severo, por lo que se acepta un ángulo de variación de la sección de 30°.

Se muestran a continuación los resultados obtenidos en cada transición. Las obras de transición se materializan con revestimiento de hormigón armado. Se verifica que todas las obras pueden desarrollarse en un paño de 4,00m. A la izquierda se describe la transición aguas arriba del partidor en cuestión; a la derecha, la transición aguas abajo.

Transición Divergente H11 - P11	
Ancho inicial [m]	0.70
Ancho final [m]	1.60
Variación [m]	0.45
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	2.08
N° de paños	1.00

Transición Convergente P11 - H21	
Ancho inicial [m]	1.40
Ancho final [m]	0.70
Variación [m]	0.35
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.70
N° de paños	1.00

Tabla 136. Transiciones en partidor 1 baja pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H12 - P12	
Ancho inicial [m]	0.50
Ancho final [m]	1.60
Variación [m]	0.55
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	2.54
N° de paños	1.00

Transición Convergente P12 - H22	
Ancho inicial [m]	1.40
Ancho final [m]	0.50
Variación [m]	0.45
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.90
N° de paños	1.00

Tabla 137. Transiciones en partidor 1 alta pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H21 - P21	
Ancho inicial [m]	0.70
Ancho final [m]	1.50
Variación [m]	0.40
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	1.85
N° de paños	1.00

Transición Convergente P21 - H31	
Ancho inicial [m]	1.29
Ancho final [m]	0.70
Variación [m]	0.29
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.59
N° de paños	1.00

Tabla 138. Transiciones en partidor 2 baja pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H22 - P22	
Ancho inicial [m]	0.50
Ancho final [m]	1.50
Variación [m]	0.50
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	2.31
N° de paños	1.00

Transición Convergente P22 - H32	
Ancho inicial [m]	1.29
Ancho final [m]	0.50
Variación [m]	0.39
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.79
N° de paños	1.00

Tabla 139. Transiciones en partidor 2 alta pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H31 - P31	
Ancho inicial [m]	0.70
Ancho final [m]	1.40
Variación [m]	0.35
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	1.62
N° de paños	1.00

Transición Convergente P31 - H41	
Ancho inicial [m]	1.17
Ancho final [m]	0.60
Variación [m]	0.28
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.57
N° de paños	1.00

Tabla 140. Transiciones en partidor 3 baja pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H32 - P32	
Ancho inicial [m]	0.50
Ancho final [m]	1.40
Variación [m]	0.45
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	2.08
N° de paños	1.00

Transición Convergente P32 - H42	
Ancho inicial [m]	1.17
Ancho final [m]	0.40
Variación [m]	0.38
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.77
N° de paños	1.00

Tabla 141. Transiciones en partidor 3 alta pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H41 - P41	
Ancho inicial [m]	0.60
Ancho final [m]	1.30
Variación [m]	0.35
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	1.62
N° de paños	1.00

Transición Convergente P41 - H51	
Ancho inicial [m]	1.04
Ancho final [m]	0.60
Variación [m]	0.22
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.44
N° de paños	1.00

Tabla 142. Transiciones en partidor 4 baja pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H42 - P42	
Ancho inicial [m]	0.40
Ancho final [m]	1.30
Variación [m]	0.45
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	2.08
N° de paños	1.00

Transición Convergente P42 - H52	
Ancho inicial [m]	1.04
Ancho final [m]	0.60
Variación [m]	0.22
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.44
N° de paños	1.00

Tabla 143. Transiciones en partidor 4 alta pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H51 - P51	
Ancho inicial [m]	0.60
Ancho final [m]	1.20
Variación [m]	0.30
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	1.39
N° de paños	1.00

Transición Convergente P51 - H61	
Ancho inicial [m]	0.90
Ancho final [m]	0.50
Variación [m]	0.20
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.40
N° de paños	1.00

Tabla 144. Transiciones en partidor 5 baja pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H52 - P52	
Ancho inicial [m]	0.60
Ancho final [m]	1.20
Variación [m]	0.30
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	1.39
N° de paños	1.00

Transición Convergente P52 - H62	
Ancho inicial [m]	0.90
Ancho final [m]	0.40
Variación [m]	0.25
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.50
N° de paños	1.00

Tabla 145. Transiciones en partidor 5 alta pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H61 - P61	
Ancho inicial [m]	0.50
Ancho final [m]	1.10
Variación [m]	0.30
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	1.39
N° de paños	1.00

Transición Convergente P61 - H71	
Ancho inicial [m]	0.73
Ancho final [m]	0.50
Variación [m]	0.12
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.23
N° de paños	1.00

Tabla 146. Transiciones en partidor 6 baja pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H62 - P62	
Ancho inicial [m]	0.40
Ancho final [m]	1.10
Variación [m]	0.35
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	1.62
N° de paños	1.00

Transición Convergente P62 - H72	
Ancho inicial [m]	0.73
Ancho final [m]	0.40
Variación [m]	0.17
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.33
N° de paños	1.00

Tabla 147. Transiciones en partidor 6 alta pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H71 - P71	
Ancho inicial [m]	0.50
Ancho final [m]	0.95
Variación [m]	0.23
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	1.04
N° de paños	1.00

Transición Divergente P71 - H81	
Ancho inicial [m]	0.48
Ancho final [m]	0.50
Variación [m]	0.01
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	0.06
N° de paños	1.00

Tabla 148. Transiciones en partidor 7 baja pendiente hijuelas proyecto

Transición Divergente H72 - P72	
Ancho inicial [m]	0.40
Ancho final [m]	0.95
Variación [m]	0.28
Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	1.27
N° de paños	1.00

Transición Convergente P72 - H82	
Ancho inicial [m]	0.48
Ancho final [m]	0.40
Variación [m]	0.04
Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	0.08
N° de paños	1.00

Tabla 149. Transiciones en partidor 7 alta pendiente hijuelas proyecto

Sistema de conducción

La red secundaria propuesta se compone de una conducción abierta con escurrimiento por gravedad. Esta canalización tiene similares características a las hijuelas de la red de distribución, pero se proyecta revestida con hormigón armado, para cumplir con el objetivo de minimizar las pérdidas en el sistema de riego.

Figura 94. Esquema sistema de conducción proyecto

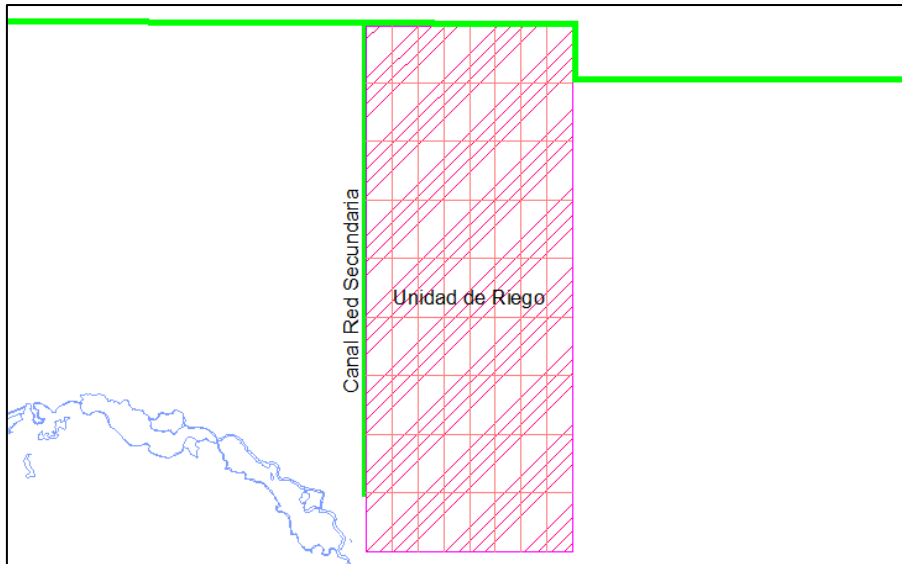
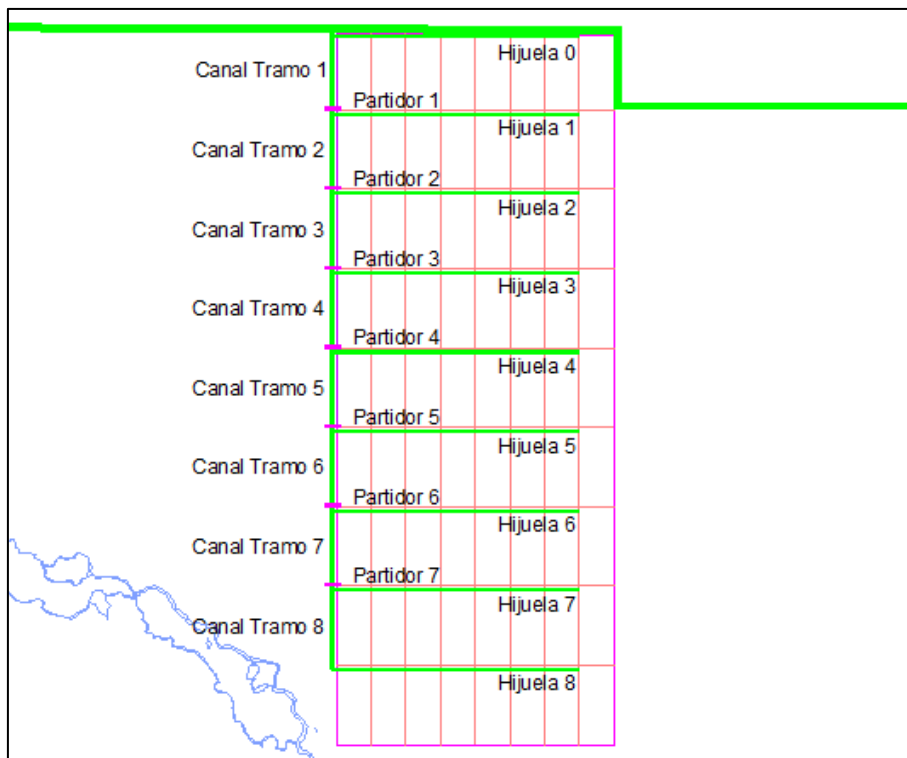


Figura 95. Esquema de obras de derivación desde la conducción secundaria proyecto



Este canal secundario es el cauce de abastecimiento de las hijuelas del sistema de distribución. Para repartir el caudal, se propone la misma solución empleada para la red terciaria: la utilización de partidores. En la figura 95 se puede ver un esquema de las obras.

Rasantas

Una vez definida la traza del canal, se procede a determinar la rasante del mismo. Para eso, se construye el perfil longitudinal del eje propuesto y luego se proyectan la rasante que minimice el movimiento de suelos.

Debido a las características del terreno, ondulado para de muy poca inclinación resultante, se adopta una pendiente constante en toda la longitud de la conducción de 0,025%.

Eficiencia de conducción

Para estimar esta componente de la eficiencia externa se toma como referencia las conclusiones obtenidas en el trabajo de Desempeño del riego superficial en la zona de regadío de la cuenca del Río Diamante citado en los antecedentes. Se decide utilizar una eficiencia en la red secundaria del 99%, análoga a la generalidad de los canales revestidos de la zona.

Caudales de diseño

Teniendo en cuenta la eficiencia adoptada y el caudal de las hijuelas que abastecen, se tienen los siguientes caudales de diseño para cada tramo de conducción.

Caudales de Diseño	
Tramo	Q [m ³ /s]
Tramo 1	2.50
Tramo 2	2.18
Tramo 3	1.87
Tramo 4	1.56
Tramo 5	1.25
Tramo 6	0.94
Tramo 7	0.62
Tramo 8	0.31

Tabla 150. Caudales de diseño canal proyecto

Diseño hidráulico de secciones

Para el diseño hidráulico de la conducción secundaria se utiliza como herramienta el programa computacional HCANALES, un software desarrollado en la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Las dimensiones del canal se determinan a través del cálculo del tirante normal del escurrimiento, para régimen permanente.

Se diseñan ocho secciones, correspondientes a los tramos identificados. Los datos de entrada para el cálculo son: el caudal circulante en la sección, el ancho de solera, el talud de los muros, la rugosidad del conducto y la pendiente del tramo en análisis.

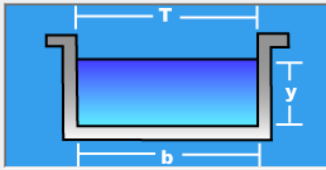
Como resultados se obtiene: el tirante normal en la sección, su área hidráulica, el perímetro mojado, el radio hidráulico, el espejo de agua, la velocidad del flujo, el número de Froud y el tipo de flujo.

Cada una de las secciones tiene un caudal de diseño igual al determinado en el apartado anterior. Se decide trabajar en sección rectangular, con muros verticales. El coeficiente de rugosidad de Manning adoptado para el revestimiento de hormigón armado es de 0.015 (Ven Te Chow, 2004). Se supone una pendiente de 0,025% en todos los tramos, en coincidencia con la topografía del terreno.

El procedimiento de diseño implica elegir un ancho de solera y comprobar el tirante normal de la sección. El criterio de selección escogido es obtener secciones próximas a la de máxima eficiencia hidráulica, sin que esto suponga profundidades excesivas (menor a 1,5m) que den lugar a estructuras con importantes cuantías de armadura. Al definir la profundidad debe sumarse al tirante normal una revancha o sobrelevación, como margen de seguridad para evitar que se produzcan desbordes. En este caso se adopta una revancha en la conducción de aproximadamente 30cm (Ven Te Chow, 2004).

A continuación se muestran los resultados obtenidos.

Figura 96. Sección hidráulica de tramo 1 en conducción secundaria proyecto

Lugar:	CRS2	Proyecto:			
Tramo:	1	Revestimiento:			
Datos:					
Caudal (Q):	2.5	m ³ /s			
Ancho de solera (b):	2.7	m			
Talud (Z):	0				
Rugosidad (n):	0.015				
Pendiente (S):	0.00025	m/m			
					
Resultados:					
Tirante normal (y):	1.1916	m	Perímetro (p):	5.0832	m
Área hidráulica (A):	3.2173	m ²	Radio hidráulico (R):	0.6329	m
Espejo de agua (T):	2.7000	m	Velocidad (v):	0.7771	m/s
Número de Froude (F):	0.2273		Energía específica (E):	1.2224	m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Canal - Tramo 1	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	2.50
Pendiente [m/m]	0.00025
Rugosidad Manning	0.015
Ancho solera [m]	2.70
Tirante [m]	1.20
Revanca [m]	0.30
Profundidad [m]	1.50

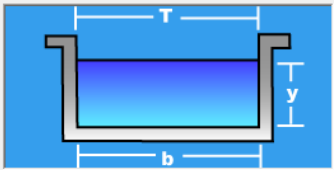
Tabla 151. Características de tramo 1 en conducción secundaria proyecto

Figura 97. Sección hidráulica de tramo 2 en conducción secundaria proyecto

Lugar:	CRS2	Proyecto:	
Tramo:	2	Revestimiento:	

Datos:

Caudal (Q):	2.18	m ³ /s
Ancho de solera (b):	2.40	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.015	
Pendiente (S):	0.00025	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	1.2085	m	Perímetro (p):	4.8170	m
Área hidráulica (A):	2.9004	m ²	Radio hidráulico (R):	0.6021	m
Espejo de agua (T):	2.4000	m	Velocidad (v):	0.7516	m/s
Número de Froude (F):	0.2183		Energía específica (E):	1.2373	m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Canal - Tramo 2	
Caudal de Diseño [m ³ /s]	2.18
Pendiente [m/m]	0.00025
Rugosidad Manning	0.015
Ancho solera [m]	2.40
Tirante [m]	1.20
Revancha [m]	0.30
Profundidad [m]	1.50


Tabla 152. Características de tramo 2 en conducción secundaria proyecto

Figura 98. Sección hidráulica de tramo 3 en conducción secundaria proyecto

Lugar:	CRS2	Proyecto:	
Tramo:	3	Revestimiento:	

Datos:

Caudal (Q):	1.87	m ³ /s
Ancho de solera (b):	2.15	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.015	
Pendiente (S):	0.00025	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	1.2034	m	Perímetro (p):	4.5568	m
Área hidráulica (A):	2.5873	m ²	Radio hidráulico (R):	0.5678	m
Espejo de agua (T):	2.1500	m	Velocidad (v):	0.7228	m/s
Número de Froude (F):	0.2104		Energía específica (E):	1.2300	m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Canal - Tramo 3	
Caudal de Diseño [m3/s]	1.87
Pendiente [m/m]	0.00025
Rugosidad Manning	0.015
Ancho solera [m]	2.15
Tirante [m]	1.20
Revancha [m]	0.30
Profundidad [m]	1.50

Tabla 153. Características de tramo 3 en conducción secundaria proyecto

Figura 99. Sección hidráulica de tramo 4 en conducción secundaria proyecto

Lugar:	CRS2	Proyecto:	
Tramo:	4	Revestimiento:	

Datos:	
Caudal (Q):	1.56 m3/s
Ancho de solera (b):	1.9 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.015
Pendiente (S):	0.00025 m/m

Resultados:			
Tirante normal (y):	1.1915 m	Perímetro (p):	4.2830 m
Área hidráulica (A):	2.2638 m2	Radio hidráulico (R):	0.5286 m
Espejo de agua (T):	1.9000 m	Velocidad (v):	0.6891 m/s
Número de Froude (F):	0.2016	Energía específica (E):	1.2157 m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Canal - Tramo 4	
Caudal de Diseño [m3/s]	1.56
Pendiente [m/m]	0.00025
Rugosidad Manning	0.015
Ancho solera [m]	1.90
Tirante [m]	1.20
Revancha [m]	0.30
Profundidad [m]	1.50

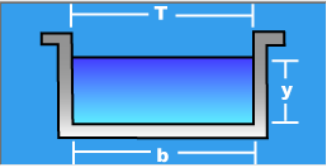
Tabla 154. Características de tramo 4 en conducción secundaria proyecto

Figura 100. Sección hidráulica de tramo 5 en conducción secundaria proyecto

Lugar:	CRS2	Proyecto:	
Tramo:	5	Revestimiento:	

Datos:

Caudal (Q):	1.25	m3/s
Ancho de solera (b):	1.9	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.015	
Pendiente (S):	0.00025	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	1.0061	m	Perímetro (p):	3.9122	m
Área hidráulica (A):	1.9115	m ²	Radio hidráulico (R):	0.4886	m
Espejo de agua (T):	1.9000	m	Velocidad (v):	0.6539	m/s
Número de Froude (F):	0.2081		Energía específica (E):	1.0279	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Canal - Tramo 5	
Caudal de Diseño [m3/s]	1.25
Pendiente [m/m]	0.00025
Rugosidad Manning	0.015
Ancho solera [m]	1.90
Tirante [m]	1.00
Revancha [m]	0.30
Profundidad [m]	1.30

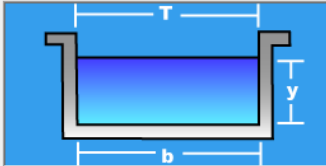
Tabla 155. Características de tramo 5 en conducción secundaria proyecto

Figura 101. Sección hidráulica de tramo 6 en conducción secundaria proyecto

Lugar:	CRS2	Proyecto:	
Tramo:	6	Revestimiento:	

Datos:

Caudal (Q):	0.94	m3/s
Ancho de solera (b):	1.55	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.015	
Pendiente (S):	0.00025	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.9997	m	Perímetro (p):	3.5495	m
Área hidráulica (A):	1.5496	m ²	Radio hidráulico (R):	0.4366	m
Espejo de agua (T):	1.5500	m	Velocidad (v):	0.6066	m/s
Número de Froude (F):	0.1937		Energía específica (E):	1.0185	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

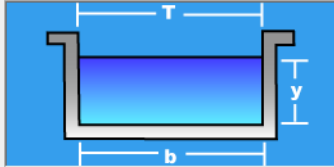
Canal - Tramo 6	
Caudal de Diseño [m3/s]	0.94
Pendiente [m/m]	0.00025
Rugosidad Manning	0.015
Ancho solera [m]	1.55
Tirante [m]	1.00
Revancha [m]	0.30
Profundidad [m]	1.30

Tabla 156. Características de tramo 6 en conducción secundaria proyecto

Figura 102. Sección hidráulica de tramo 7 en conducción secundaria proyecto

Lugar:	<input type="text" value="CRS2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="7"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.62"/> m3/s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1.55"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.015"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.00025"/> m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.7289"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="3.0078"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="1.1298"/> m2	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.3756"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.5500"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.5488"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2052"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.7443"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

Canal - Tramo 7	
Caudal de Diseño [m3/s]	0.62
Pendiente [m/m]	0.00025
Rugosidad Manning	0.015
Ancho solera [m]	1.55
Tirante [m]	0.73
Revancha [m]	0.27
Profundidad [m]	1.00

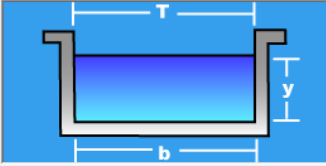
Tabla 157. Características de tramo 7 en conducción secundaria proyecto

Figura 103. Sección hidráulica de tramo 8 en conducción secundaria proyecto

Lugar:	<input type="text" value="CRS2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="8"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.31"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1.00"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.015"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.00025"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.6754"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="2.3509"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.6754"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2873"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.0000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.4590"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.1783"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.6862"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Canal - Tramo 8	
Caudal de Diseño [m³/s]	0.31
Pendiente [m/m]	0.00025
Rugosidad Manning	0.015
Ancho solera [m]	1.00
Tirante [m]	0.68
Revancha [m]	0.32
Profundidad [m]	1.00

Tabla 158. Características de tramo 8 en conducción secundaria proyecto

Obras de derivación

Para poder efectuar la derivación de los caudales desde la conducción hacia la red terciaria se proyectan obras de partición. El igual que en el sistema de distribución, se utilizan partidores de resalto, que dividen los caudales de un canal en una proporción fija, igualando las condiciones de escurrimiento en los dos ramales y aislando la sección de partición de las variaciones de aguas abajo. La barrera de sección triangular en la dirección del escurrimiento permite que los caudales pasante y derivado sean directamente proporcionales a los anchos de cada sección. La punta u hoja partidora se compone de una plancha de acero de poco espesor ubicada de forma paralela a la dirección de la corriente.

Todas las obras se efectúan en sección rectangular con revestimiento de hormigón armado. El procedimiento seguido para el diseño de cada partición es análogo al utilizado en la red de distribución.

Se hace notar que debido a las bajas pendientes que presenta la conducción, las curvas de remanso tienen una longitud muy importante. Debido a esto, el remanso originado por una barrera alcanza la partición que se ubica aguas arriba, en todos los casos. La situación obliga a recalcular las revanchas y reconsiderar los tirantes.

Se presenta para cada partición las condiciones de escurrimiento crítico y el diseño del partidor. Se define el resalto hidráulico que se genera tanto en la sección pasante como en la derivada. Se determinan las curvas de remanso para cada tramo y el tirante de referencia, que es el valor de las condiciones aguas abajo que debe considerarse en la siguiente obra de partición.

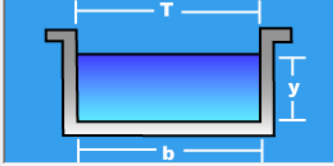
La partición 7 resulta de 2,20m de ancho con una barrera de 0,65m. Aguas abajo de la partición la obra debe extenderse 11,05m en la conducción pasante (canal) y 5,55m en la conducción derivada (hijuela).

Figura 104. Condiciones críticas partición 7 canal proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Canal 2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="P 7-8"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.62"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="2.20"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	



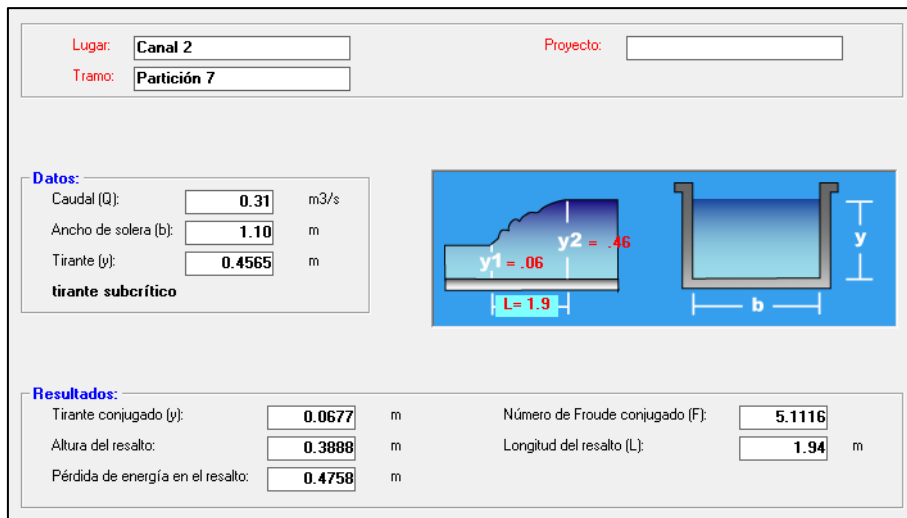
Resultados:

Tirante crítico (y):	<input type="text" value="0.2009"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="2.6019"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.4420"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1699"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="2.2000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.4026"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.0000"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3012"/>	m·Kg/Kg

Partición Canal - Hijuela 7	
Q total [m³/s]	0.62
Q pasante [m³/s]	0.31
Q derivado [m³/s]	0.31
Qd/Qt	0.50
Ancho partición [m]	2.20
Tirante crítico [m]	0.20
Ancho pasante [m]	1.10
Ancho derivado [m]	1.10
Tirante a. abajo C [m]	0.68
Tirante a. abajo H [m]	0.48
Altura barrera [m]	0.65
Tirante aforo [m]	0.85

Tabla 159. Diseño partición 7 canal proyecto

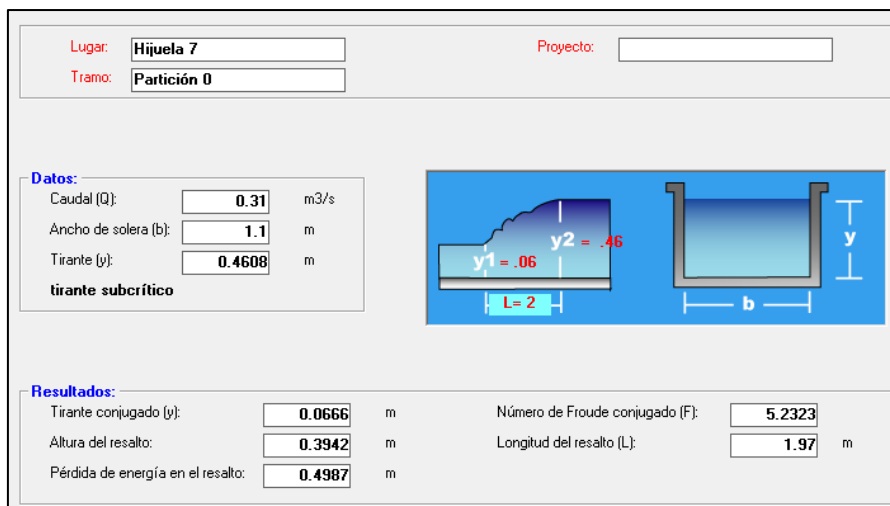
Figura 105. Resalto partición 7 pasante canal proyecto



Resalto Canal en Partición 7	
Altura de caída [m]	0.65
Ancho sección [m]	1.10
Tirante crítico [m]	0.20
Velocidad crítica [m]	1.40
Pérdida de carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	0.68
Tirante inicial [m]	0.68
Tirante conjugado [m]	0.46
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	1.94
Rectangular a.ar. [m]	5.55
Rectangular a.ab. [m]	5.48
Total sección rectangular [m]	11.03

Tabla 160. Resalto partición 7 pasante canal proyecto

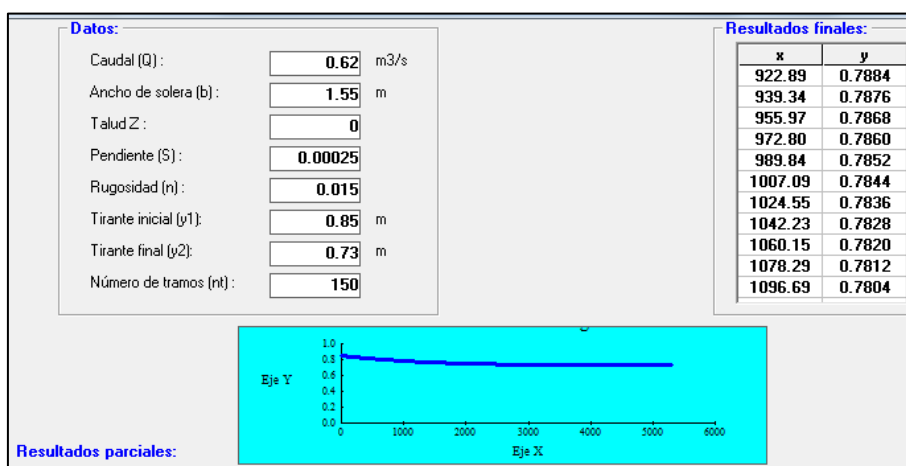
Figura 106. Resalto partición 7 derivado canal proyecto



Resalto Hijuela en Partición 7	
Altura de caída [m]	0.65
Ancho sección [m]	1.10
Tirante crítico [m]	0.20
Velocidad crítica [m]	1.40
Pérdida de Carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	0.48
Tirante inicial [m]	0.07
Tirante conjugado [m]	0.46
Profundidad cuenco [m]	0.30
Longitud resalto [m]	1.97
Rectangular aguas abajo [m]	5.52

Tabla 161. Resalto partición 7 derivado canal proyecto

Figura 107. Curva de remanso partición 7 canal proyecto



Remanso Partidor 7	
Sección	Canal T7
Caudal [m3/s]	0.62
Tirante aguas abajo [m]	0.85
Tirante normal [m]	0.73
Longitud remanso [m]	5302.06
Tirante referencia [m]	0.78

Tabla 162. Curva de remanso partición 7 canal proyecto

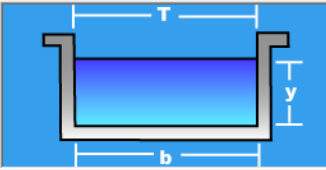
La partición 6 resulta de 2,45m de ancho con una barrera de 0,65m. Aguas abajo de la partición la obra debe extenderse 11,85m en la conducción pasante (canal) y 5,85m en la conducción derivada (hijuela).

Figura 108. Condiciones críticas partición 6 canal proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Canal 2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="P 6-7"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.94"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="2.45"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	



Resultados:

Tirante crítico (y):	<input type="text" value="0.2467"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="2.9433"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.6043"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2053"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="2.4500"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.5555"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.0000"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3700"/>	m·Kg/Kg

Partición Canal - Hijuela 6	
Q total [m ³ /s]	0.94
Q pasante [m ³ /s]	0.62
Q derivado [m ³ /s]	0.31
Qd/Qt	0.33
Ancho partición [m]	2.45
Tirante crítico [m]	0.25
Ancho pasante [m]	1.63
Ancho derivado [m]	0.82
Tirante a. abajo C [m]	0.78
Tirante a. abajo H [m]	0.46
Altura barrera [m]	0.65
Tirante aforo [m]	0.90

Tabla 163. Diseño partición 6 canal proyecto

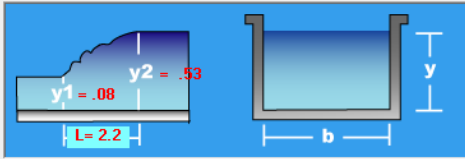
Figura 109. Resalto partición 6 pasante canal proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Canal 2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="Partición 6"/>		

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.62"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1.63"/>	m
Tirante (y):	<input type="text" value="0.5326"/>	m

tirante subcrítico



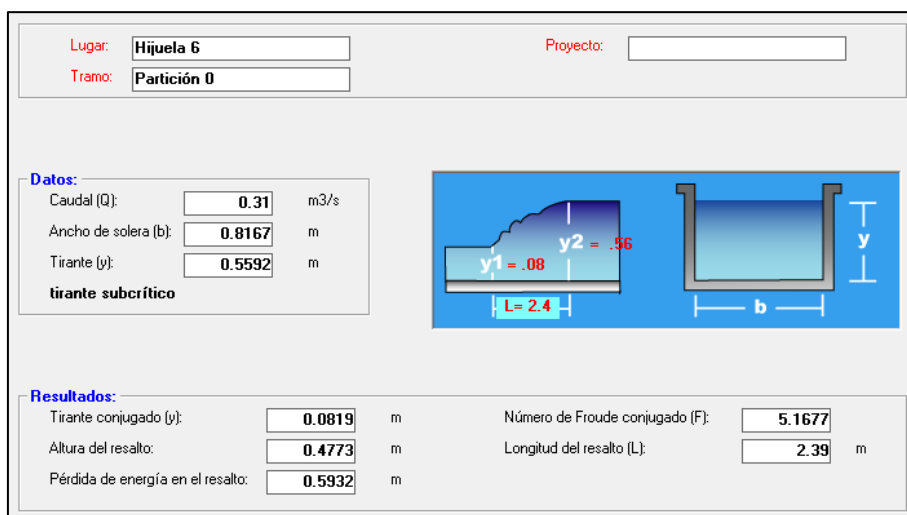
Resultados:

Tirante conjugado (y):	<input type="text" value="0.0891"/>	m	Número de Froude conjugado (F):	<input type="text" value="4.5674"/>
Altura del resalto:	<input type="text" value="0.4435"/>	m	Longitud del resalto (L):	<input type="text" value="2.22"/>
Pérdida de energía en el resalto:	<input type="text" value="0.4597"/>	m		

Resalto Canal en Partición 6	
Altura de caída [m]	0.65
Ancho sección [m]	1.63
Tirante crítico [m]	0.25
Velocidad crítica [m]	1.56
Pérdida de carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	0.78
Tirante inicial [m]	0.14
Tirante conjugado [m]	0.63
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	2.47
Rectangular a.ar. [m]	5.74
Rectangular a.ab. [m]	6.09
Total sección rectangular [m]	11.83

Tabla 164. Resalto partición 6 pasante canal proyecto

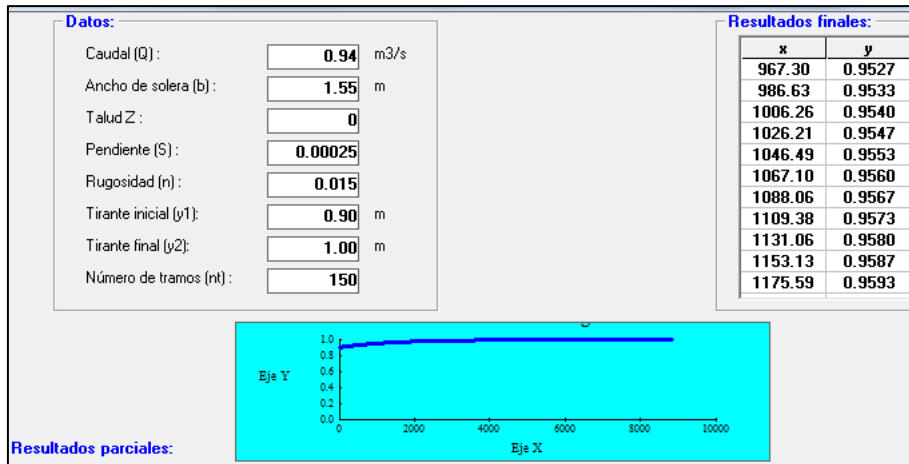
Figura 110. Resalto partición 6 derivado canal proyecto



Resalto Hijuela en Partición 6	
Altura de caída [m]	0.65
Ancho sección [m]	0.82
Tirante crítico [m]	0.25
Velocidad crítica [m]	1.56
Pérdida de Carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	0.46
Tirante inicial [m]	0.08
Tirante conjugado [m]	0.56
Profundidad cuenco [m]	0.16
Longitud resalto [m]	2.26
Rectangular aguas abajo [m]	5.85

Tabla 165. Resalto partición 6 derivado canal proyecto

Figura 111. Curva de remanso partición 6 canal proyecto

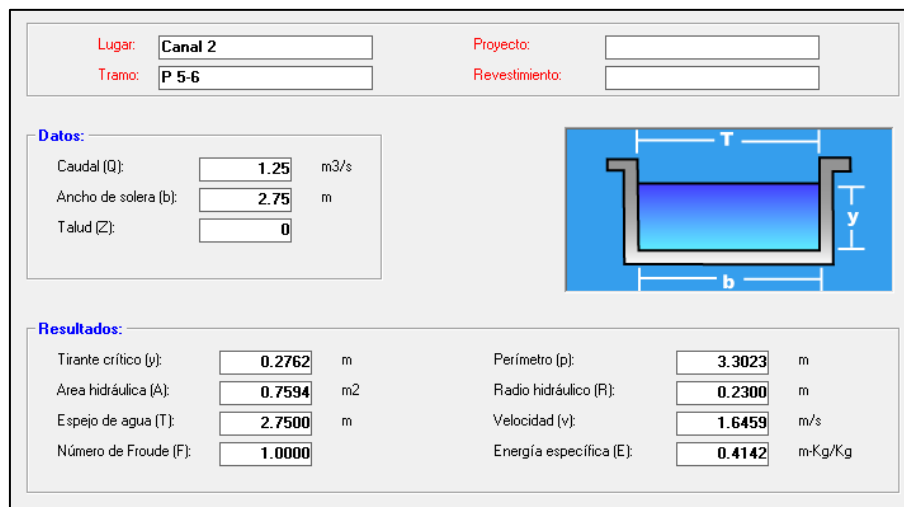


Remanso Partidor 6	
Sección	Canal T6
Caudal [m ³ /s]	0.94
Tirante aguas abajo [m]	0.90
Tirante normal [m]	1.00
Longitud remanso [m]	8835.92
Tirante referencia [m]	0.95

Tabla 166. Curva de remanso partición 6 canal proyecto

La partición 5 resulta de 2,75m de ancho con una barrera de 0,90m. Aguas abajo de la partición la obra debe extenderse 14,70m en la conducción pasante (canal) y 7,95m en la conducción derivada (hijuela).

Figura 112. Condiciones críticas partición 5 canal proyecto



Partición Canal - Hijuela 5	
Q total [m3/s]	1.25
Q pasante [m3/s]	0.94
Q derivado [m3/s]	0.31
Qd/Qt	0.25
Ancho partición [m]	2.75
Tirante crítico [m]	0.28
Ancho pasante [m]	2.06
Ancho derivado [m]	0.69
Tirante a. abajo C [m]	0.95
Tirante a. abajo H [m]	0.40
Altura barrera [m]	0.90
Tirante aforo [m]	1.18

Tabla 167. Diseño partición 5 canal proyecto

Figura 113. Resalto partición 5 pasante canal proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

Datos:

Caudal (Q): m3/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico

Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

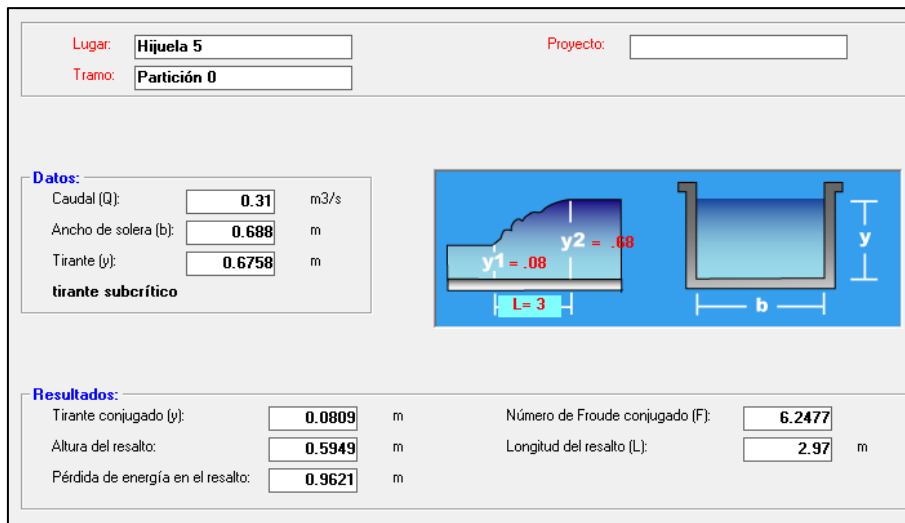
Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Canal en Partición 5	
Altura de caída [m]	0.90
Ancho sección [m]	2.06
Tirante crítico [m]	0.28
Velocidad crítica [m]	1.65
Pérdida de carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	0.95
Tirante inicial [m]	0.09
Tirante conjugado [m]	0.63
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	2.68
Rectangular a.ar. [m]	7.10
Rectangular a.ab. [m]	7.58
Total sección rectangular [m]	14.69

Tabla 168. Resalto partición 5 pasante canal proyecto

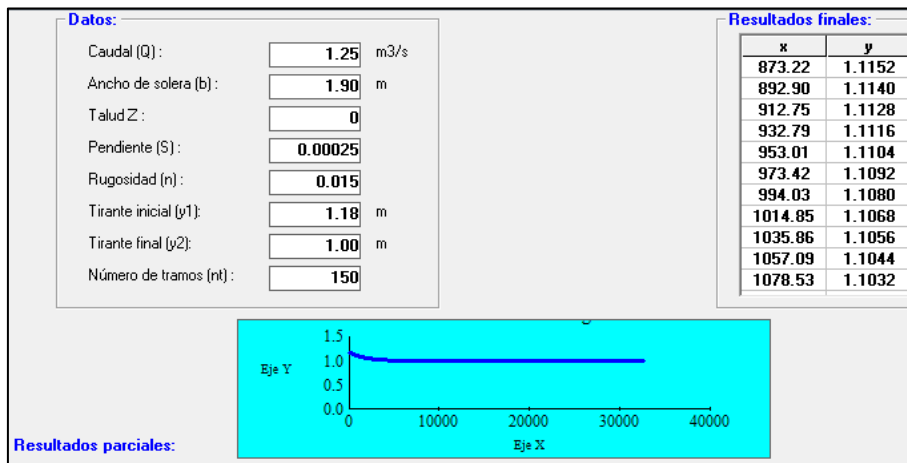
Figura 114. Resalto partición 5 derivado canal proyecto



Resalto Hijuela en Partición 5	
Altura de caída [m]	0.90
Ancho sección [m]	0.69
Tirante crítico [m]	0.28
Velocidad crítica [m]	1.65
Pérdida de Carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	0.40
Tirante inicial [m]	0.08
Tirante conjugado [m]	0.68
Profundidad cuenco [m]	0.35
Longitud resalto [m]	2.97
Rectangular aguas abajo [m]	7.92

Tabla 169. Resalto partición 5 derivado canal proyecto

Figura 115. Curva de remanso partición 5 canal proyecto



Remanso Partidor 5	
Sección	Canal T5
Caudal [m3/s]	1.25
Tirante aguas abajo [m]	1.18
Tirante normal [m]	1.00
Longitud remanso [m]	32617.35
Tirante referencia [m]	1.11

Tabla 170. Curva de remanso partición 5 canal proyecto

La partición 4 resulta de 3,00m de ancho con una barrera de 1,00m. Aguas abajo de la partición la obra debe extenderse 16,10m en la conducción pasante (canal) y 8,60m en la conducción derivada (hijuela).

Figura 116. Condiciones críticas partición 4 canal proyecto

Lugar:

Tramo:

Proyecto:

Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m3/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):

Resultados:

Tirante crítico (y): <input type="text" value="0.3021"/> m	Perímetro (p): <input type="text" value="3.6041"/> m
Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.9062"/> m ²	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.2514"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="3.0000"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="1.7214"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="1.0000"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.4531"/> m·Kg/Kg

Partición Canal - Hijuela 4	
Q total [m3/s]	1.56
Q pasante [m3/s]	1.25
Q derivado [m3/s]	0.31
Qd/Qt	0.20
Ancho partición [m]	3.00
Tirante crítico [m]	0.30
Ancho pasante [m]	2.40
Ancho derivado [m]	0.60
Tirante a. abajo C [m]	1.11
Tirante a. abajo H [m]	0.50
Altura barrera [m]	1.00
Tirante aforo [m]	1.30

Tabla 171. Diseño partición 4 canal proyecto

Figura 117. Resalto partición 4 pasante canal proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

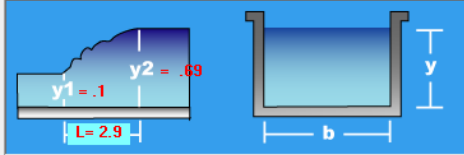
Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico



Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Canal en Partición 4	
Altura de caída [m]	1.00
Ancho sección [m]	2.40
Tirante crítico [m]	0.30
Velocidad crítica [m]	1.72
Pérdida de carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	1.11
Tirante inicial [m]	0.10
Tirante conjugado [m]	0.69
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	2.95
Rectangular a.ar. [m]	7.70
Rectangular a.ab. [m]	8.39
Total sección rectangular [m]	16.09

Tabla 172. Resalto partición 4 pasante canal proyecto

Figura 118. Resalto partición 4 derivado canal proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

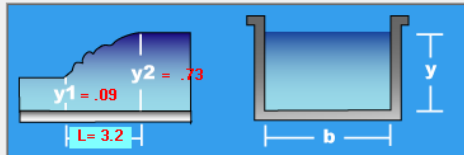
Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico



Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

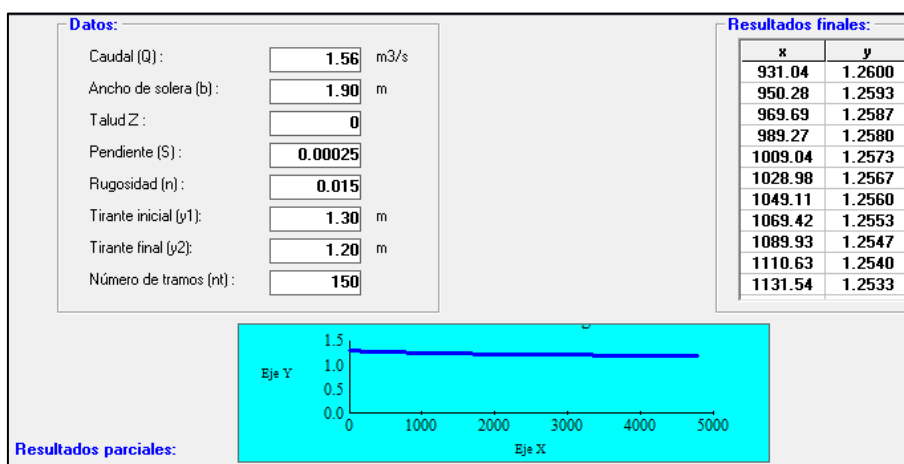
Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Hijuela en Partición 4	
Altura de caída [m]	1.00
Ancho sección [m]	0.60
Tirante crítico [m]	0.30
Velocidad crítica [m]	1.72
Pérdida de Carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	0.50
Tirante inicial [m]	0.09
Tirante conjugado [m]	0.73
Profundidad cuenco [m]	0.31
Longitud resalto [m]	3.11
Rectangular aguas abajo [m]	8.58

Tabla 173. Resalto partición 4 derivado canal proyecto

Figura 119. Curva de remanso partición 4 canal proyecto



Remanso Partidor 4	
Sección	Canal T4
Caudal [m ³ /s]	1.56
Tirante aguas abajo [m]	1.30
Tirante normal [m]	1.20
Longitud remanso [m]	4790.27
Tirante referencia [m]	1.26

Tabla 174. Curva de remanso partición 4 canal proyecto

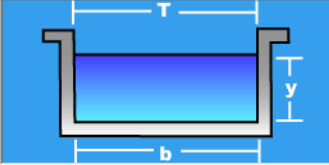
La partición 3 resulta de 3,25m de ancho con una barrera de 1,15m. Aguas abajo de la partición la obra debe extenderse 18,00m en la conducción pasante (canal) y 9,90m en la conducción derivada (hijuela).

Figura 120. Condiciones críticas partición 3 canal proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Canal 2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="P 3-4"/>	Revestimiento:	<input type="text"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="1.97"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="3.25"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	



Resultados:

Tirante crítico (y):	<input type="text" value="0.3232"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="3.8963"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="1.0503"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2696"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="3.2500"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.7805"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.0000"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.4847"/>	m-Kg/Kg

Partición Canal - Hijuela 3	
Q total [m ³ /s]	1.87
Q pasante [m ³ /s]	1.56
Q derivado [m ³ /s]	0.31
Qd/Qt	0.17
Ancho partición [m]	3.25
Tirante crítico [m]	0.32
Ancho pasante [m]	2.71
Ancho derivado [m]	0.54
Tirante a. abajo C [m]	1.26
Tirante a. abajo H [m]	0.41
Altura barrera [m]	1.15
Tirante aforo [m]	1.47

Tabla 175. Diseño partición 3 canal proyecto

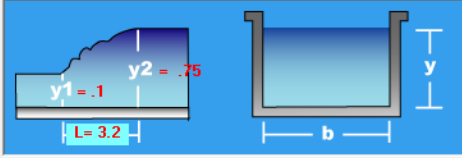
Figura 121. Resalto partición 3 pasante canal proyecto

Lugar:	<input type="text" value="Canal 2"/>	Proyecto:	<input type="text"/>
Tramo:	<input type="text" value="Partición 3"/>		

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="1.56"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="2.708"/>	m
Tirante (y):	<input type="text" value="0.7510"/>	m

tirante subcrítico



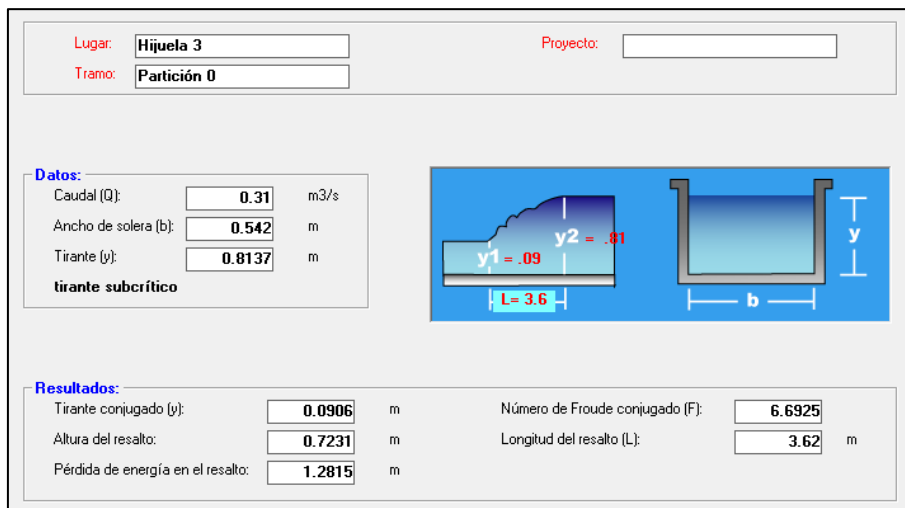
Resultados:

Tirante conjugado (y):	<input type="text" value="0.1052"/>	m	Número de Froude conjugado (F):	<input type="text" value="5.3890"/>	
Altura del resalto:	<input type="text" value="0.6458"/>	m	Longitud del resalto (L):	<input type="text" value="3.23"/>	m
Pérdida de energía en el resalto:	<input type="text" value="0.8521"/>	m			

Resalto Canal en Partición 3	
Altura de caída [m]	1.15
Ancho sección [m]	2.71
Tirante crítico [m]	0.32
Velocidad crítica [m]	1.78
Pérdida de carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	1.26
Tirante inicial [m]	0.11
Tirante conjugado [m]	0.75
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	3.23
Rectangular a.ar. [m]	8.53
Rectangular a.ab. [m]	9.46
Total sección rectangular [m]	17.99

Tabla 176. Resalto partición 3 pasante canal proyecto

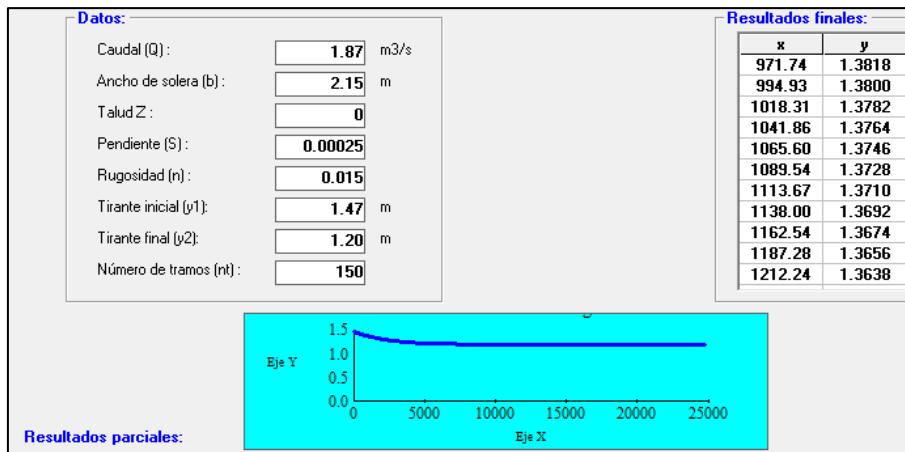
Figura 122. Resalto partición 3 derivado canal proyecto



Resalto Hijuela en Partición 3	
Altura de caída [m]	1.15
Ancho sección [m]	0.54
Tirante crítico [m]	0.32
Velocidad crítica [m]	1.78
Pérdida de Carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	0.41
Tirante inicial [m]	0.09
Tirante conjugado [m]	0.81
Profundidad cuenco [m]	0.50
Longitud resalto [m]	3.57
Rectangular aguas abajo [m]	9.86

Tabla 177. Resalto partición 3 derivado canal proyecto

Figura 123. Curva de remanso partición 3 canal proyecto

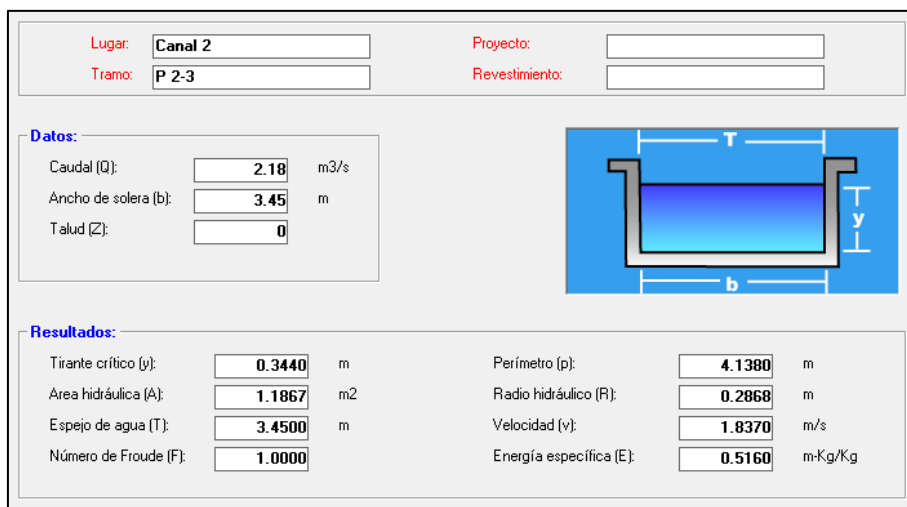


Remanso Partidor 3	
Sección	Canal T3
Caudal [m ³ /s]	1.87
Tirante aguas abajo [m]	1.47
Tirante normal [m]	1.20
Longitud remanso [m]	24770.06
Tirante referencia [m]	1.38

Tabla 178. Curva de remanso partición 3 canal proyecto

La partición 2 resulta de 3,45m de ancho con una barrera de 1,30m. Aguas abajo de la partición la obra debe extenderse 19,90m en la conducción pasante (canal) y 10,80m en la conducción derivada (hijuela).

Figura 124. Condiciones críticas partición 2 canal proyecto



Partición Canal - Higuera 2	
Q total [m3/s]	2.18
Q pasante [m3/s]	1.87
Q derivado [m3/s]	0.31
Qd/Qt	0.14
Ancho partición [m]	3.45
Tirante crítico [m]	0.34
Ancho pasante [m]	2.96
Ancho derivado [m]	0.49
Tirante a. abajo C [m]	1.38
Tirante a. abajo H [m]	0.43
Altura barrera [m]	1.30
Tirante aforo [m]	1.64

Tabla 179. Diseño partición 2 canal proyecto

Figura 125. Resalto partición 2 pasante canal proyecto

Lugar: Proyecto:

Tramo:

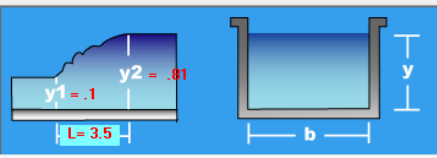
Datos:

Caudal (Q): m3/s

Ancho de solera (b): m

Tirante (y): m

tirante subcrítico



Resultados:

Tirante conjugado (y): m Número de Froude conjugado (F):

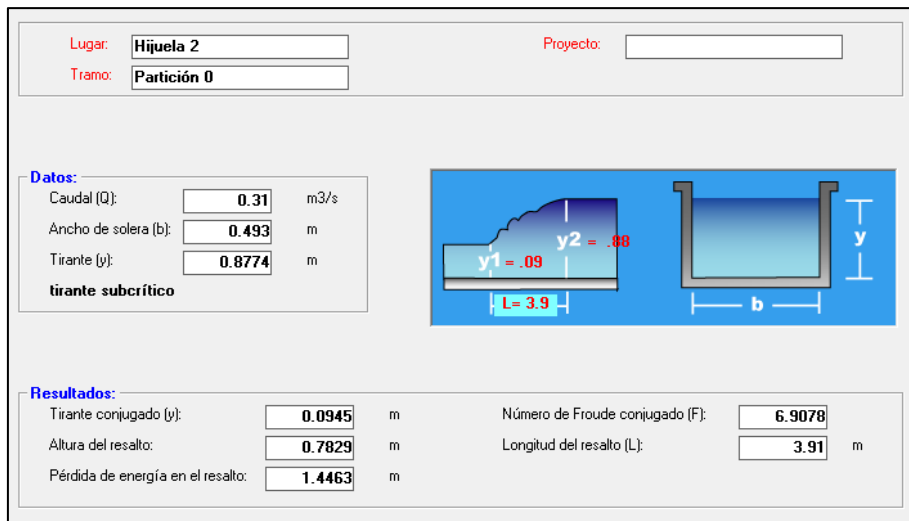
Altura del resalto: m Longitud del resalto (L): m

Pérdida de energía en el resalto: m

Resalto Canal en Partición 2	
Altura de caída [m]	1.30
Ancho sección [m]	2.96
Tirante crítico [m]	0.34
Velocidad crítica [m]	1.84
Pérdida de carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	1.38
Tirante inicial [m]	0.11
Tirante conjugado [m]	0.81
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	3.51
Rectangular a.ar. [m]	9.36
Rectangular a.ab. [m]	10.54
Total sección rectangular [m]	19.90

Tabla 180. Resalto partición 2 pasante canal proyecto

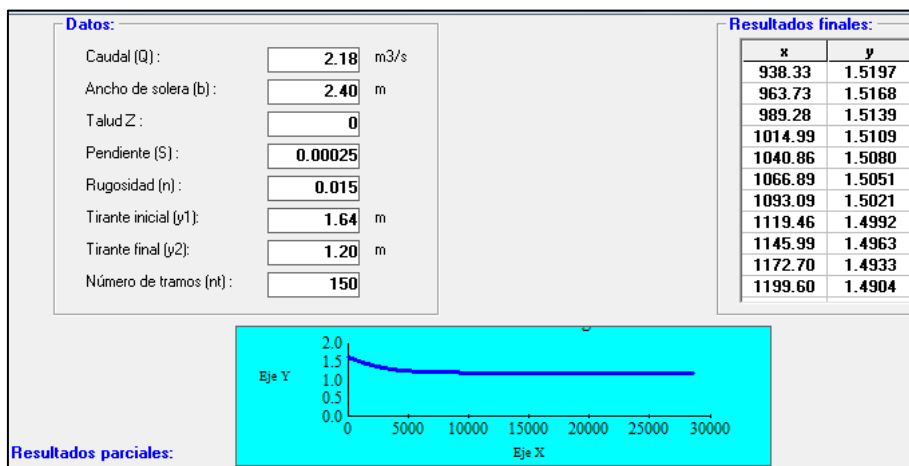
Figura 126. Resalto partición 2 derivado canal proyecto



Resalto Hijuela en Partición 2	
Altura de caída [m]	1.30
Ancho sección [m]	0.49
Tirante crítico [m]	0.34
Velocidad crítica [m]	1.84
Pérdida de Carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	0.43
Tirante inicial [m]	0.09
Tirante conjugado [m]	0.88
Profundidad cuenco [m]	0.55
Longitud resalto [m]	3.72
Rectangular aguas abajo [m]	10.78

Tabla 181. Resalto partición 2 derivado canal proyecto

Figura 127. Curva de remanso partición 2 canal proyecto



Remanso Partidor 2	
Sección	Canal T2
Caudal [m3/s]	2.18
Tirante aguas abajo [m]	1.64
Tirante normal [m]	1.20
Longitud remanso [m]	28638.41
Tirante referencia [m]	1.51

Tabla 182. Curva de remanso partición 2 canal proyecto

La partición 1 resulta de 3,65m de ancho con una barrera de 1,35m. Aguas abajo de la partición la obra debe extenderse 20,70m en la conducción pasante (canal) y 10,90m en la conducción derivada (hijuela).

Figura 128. Condiciones críticas partición 1 canal proyecto

Lugar:

Tramo:

Proyecto:

Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): m3/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):

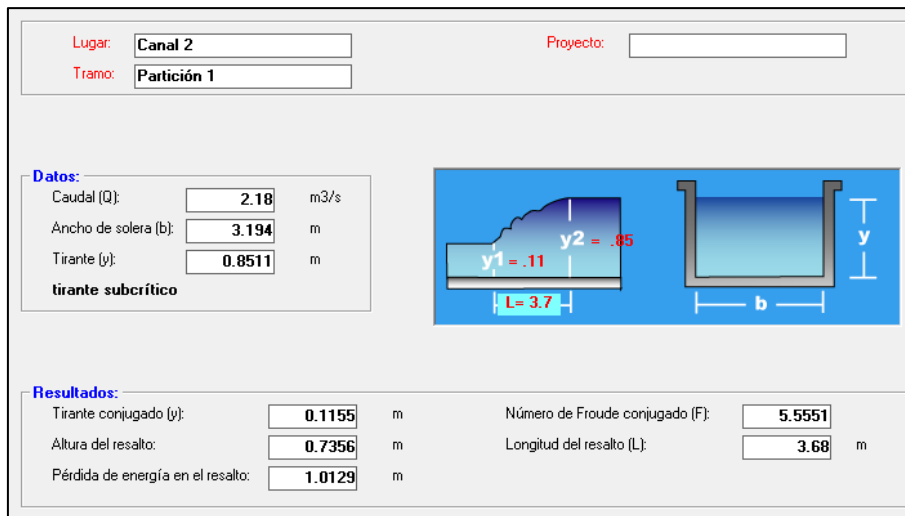
Resultados:

Tirante crítico (y): <input type="text" value="0.3630"/> m	Perímetro (p): <input type="text" value="4.3760"/> m
Área hidráulica (A): <input type="text" value="1.3249"/> m ²	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.3028"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="3.6500"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="1.8869"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="1.0000"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.5445"/> m-Kg/Kg

Partición Canal - Hijuela 1	
Q total [m3/s]	2.50
Q pasante [m3/s]	2.18
Q derivado [m3/s]	0.31
Qd/Qt	0.13
Ancho partición [m]	3.65
Tirante crítico [m]	0.36
Ancho pasante [m]	3.19
Ancho derivado [m]	0.46
Tirante a. abajo C [m]	1.51
Tirante a. abajo H [m]	0.40
Altura barrera [m]	1.35
Tirante aforo [m]	1.71

Tabla 183. Diseño partición 1 canal proyecto

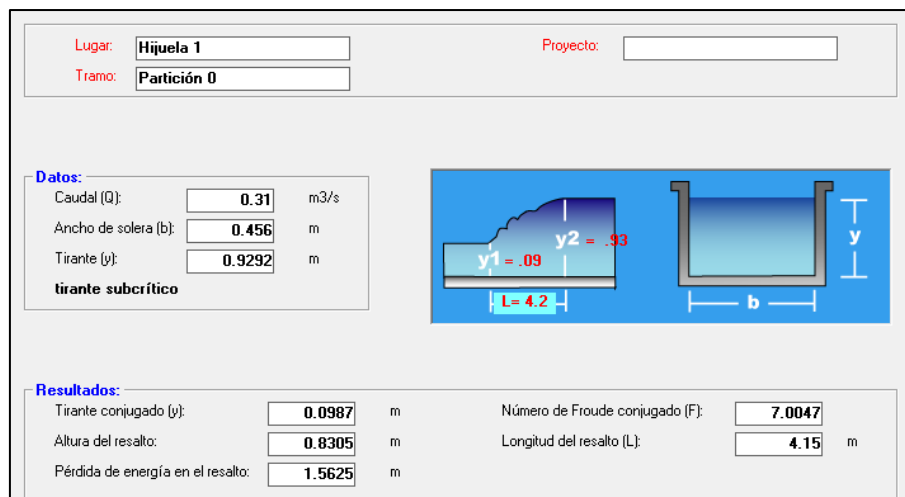
Figura 129. Resalto partición 1 pasante canal proyecto



Resalto Canal en Partición 1	
Altura de caída [m]	1.35
Ancho sección [m]	3.19
Tirante crítico [m]	0.36
Velocidad crítica [m]	1.89
Pérdida de Carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	1.51
Tirante inicial [m]	0.12
Tirante conjugado [m]	0.85
Profundidad cuenco [m]	0.00
Longitud resalto [m]	3.68
Rectangular a.ar. [m]	9.70
Rectangular a.ab. [m]	10.98
Total sección rectangular [m]	20.68

Tabla 184. Resalto partición 1 pasante canal proyecto

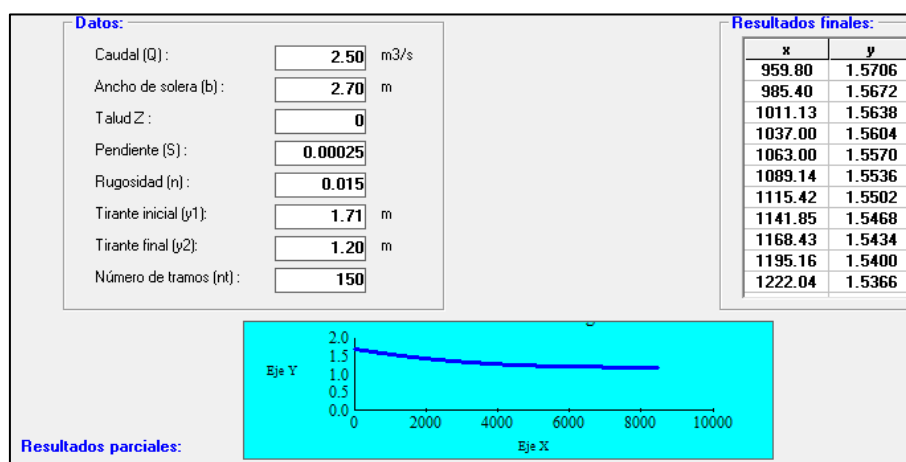
Figura 130. Resalto partición 1 derivado canal proyecto



Resalto Hijuela en Partición 1	
Altura de caída [m]	1.35
Ancho sección [m]	0.46
Tirante crítico [m]	0.36
Velocidad crítica [m]	1.89
Pérdida de Carga [m]	0.00
Tirante a. abajo [m]	0.40
Tirante inicial [m]	0.10
Tirante conjugado [m]	0.93
Profundidad cuenco [m]	0.65
Longitud resalto [m]	3.61
Rectangular aguas abajo [m]	10.90

Tabla 185. Resalto partición 1 derivado canal proyecto

Figura 131. Curva de remanso partición 1 canal proyecto



Remanso Partidor 1	
Sección	Canal T1
Caudal [m ³ /s]	2.50
Tirante aguas abajo [m]	1.71
Tirante normal [m]	1.20
Longitud remanso [m]	8456.50
Tirante referencia [m]	1.56

Tabla 186. Curva de remanso partición 1 canal proyecto

Se hace notar que las alturas de barrera obtenidas en los tramos iniciales de la conducción son bastante elevadas. Como consecuencia, los remansos que se generan son cada vez mayores y el régimen no se uniformiza en ninguna sección. Resulta necesario aumentar la altura de los muros supuesta, porque los tirantes reales no son los tirantes normales de la sección en régimen permanente uniforme. Se concluye que hubiese sido conveniente trabajar con secciones de ancho mayor.

Transiciones

Al igual que en la red de distribución, en la conducción secundaria las obras de partición requieren desarrollarse en un ancho mayor y en una tipología de sección distinta a las secciones normales. Debido a ello, es necesario proyectar las transiciones, es decir cómo se efectúa ese cambio de sección.

En transiciones divergentes, donde se produce un ensanchamiento de la conducción, se calcula la longitud necesaria para realizar el cambio, manteniendo un ángulo máximo de 12,5°. En transiciones convergentes, que se corresponden con un estrechamiento de la conducción, el fenómeno local es menos severo, por lo que se acepta un ángulo de variación de la sección de 30°.

Se muestran a continuación los resultados obtenidos en cada transición. Se verifica que todas las obras pueden desarrollarse en un paño de 4,00m. A la izquierda se describe la transición aguas arriba del partidor en cuestión; en el centro, la transición entre la partición y el canal aguas abajo de la obra; a la derecha, la transición aguas abajo entre el partidos y la hijuela derivada.

Transición Divergente C1 - P1		Transición Convergente P1 - C2		Transición Divergente P1 - H12	
Ancho inicial [m]	2.70	Ancho inicial [m]	3.19	Ancho inicial [m]	0.31
Ancho final [m]	3.65	Ancho final [m]	2.40	Ancho final [m]	0.50
Variación [m]	0.48	Variación [m]	0.40	Variación [m]	0.09
Ángulo [°]	12.50	Ángulo [°]	30.00	Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	2.19	Longitud [m]	0.79	Longitud [m]	0.43
N° de paños	1.00	N° de paños	1.00	N° de paños	1.00

Tabla 187. Transiciones en partición 1 canal proyecto

Transición Divergente C2 - P2		Transición Convergente P2 - C3		Transición Divergente P2 - H12	
Ancho inicial [m]	2.40	Ancho inicial [m]	2.96	Ancho inicial [m]	0.49
Ancho final [m]	3.45	Ancho final [m]	2.15	Ancho final [m]	0.50
Variación [m]	0.53	Variación [m]	0.40	Variación [m]	0.00
Ángulo [°]	12.50	Ángulo [°]	30.00	Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	2.43	Longitud [m]	0.81	Longitud [m]	0.02
N° de paños	1.00	N° de paños	1.00	N° de paños	1.00

Tabla 188. Transiciones en partición 2 canal proyecto

Transición Divergente C3 - P3		Transición Convergente P3 - C4		Transición Convergente P3 - H12	
Ancho inicial [m]	2.15	Ancho inicial [m]	2.71	Ancho inicial [m]	0.54
Ancho final [m]	3.25	Ancho final [m]	1.90	Ancho final [m]	0.50
Variación [m]	0.55	Variación [m]	0.40	Variación [m]	0.02
Ángulo [°]	12.50	Ángulo [°]	30.00	Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	2.54	Longitud [m]	0.81	Longitud [m]	0.04
N° de paños	1.00	N° de paños	1.00	N° de paños	1.00

Tabla 189. Transiciones en partición 3 canal proyecto

Transición Divergente C4 - P4		Transición Convergente P4 - C5		Transición Divergente P4 - H11	
Ancho inicial [m]	1.90	Ancho inicial [m]	2.40	Ancho inicial [m]	0.60
Ancho final [m]	3.00	Ancho final [m]	1.90	Ancho final [m]	0.70
Variación [m]	0.55	Variación [m]	0.25	Variación [m]	0.05
Ángulo [°]	12.50	Ángulo [°]	30.00	Ángulo [°]	12.50
Longitud [m]	2.54	Longitud [m]	0.50	Longitud [m]	0.23
N° de paños	1.00	N° de paños	1.00	N° de paños	1.00

Tabla 190. Transiciones en partición 4 canal proyecto

Transición Divergente C5 - P5		Transición Convergente P5 - C6		Transición Convergente P5 - H12	
Ancho inicial [m]	1.90	Ancho inicial [m]	2.06	Ancho inicial [m]	0.69
Ancho final [m]	2.75	Ancho final [m]	1.55	Ancho final [m]	0.50
Variación [m]	0.43	Variación [m]	0.26	Variación [m]	0.09
Ángulo [°]	12.50	Ángulo [°]	30.00	Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	1.96	Longitud [m]	0.51	Longitud [m]	0.19
N° de paños	1.00	N° de paños	1.00	N° de paños	1.00

Tabla 191. Transiciones en partición 5 canal proyecto

Transición Divergente C6 - P6		Transición Convergente P6 - C7		Transición Convergente P6 - H11	
Ancho inicial [m]	1.55	Ancho inicial [m]	1.63	Ancho inicial [m]	0.82
Ancho final [m]	2.45	Ancho final [m]	1.55	Ancho final [m]	0.70
Variación [m]	0.45	Variación [m]	0.04	Variación [m]	0.06
Ángulo [°]	12.50	Ángulo [°]	30.00	Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	2.08	Longitud [m]	0.08	Longitud [m]	0.12
N° de paños	1.00	N° de paños	1.00	N° de paños	1.00

Tabla 192. Transiciones en partición 6 canal proyecto

Transición Divergente C7 - P7		Transición Convergente P7 - C8		Transición Convergente P7 - H11	
Ancho inicial [m]	1.55	Ancho inicial [m]	1.10	Ancho inicial [m]	1.10
Ancho final [m]	2.20	Ancho final [m]	1.00	Ancho final [m]	0.70
Variación [m]	0.33	Variación [m]	0.05	Variación [m]	0.20
Ángulo [°]	12.50	Ángulo [°]	30.00	Ángulo [°]	30.00
Longitud [m]	1.50	Longitud [m]	0.10	Longitud [m]	0.40
N° de paños	1.00	N° de paños	1.00	N° de paños	1.00

Tabla 193. Transiciones en partición 7 canal proyecto

Resumen de secciones hidráulicas

En el presente apartado se realiza un resumen del diseño hidráulico efectuado. Se esquematizan las secciones obtenidas y las obras de arte proyectadas.

Secciones tipo en canal de red secundaria

Secciones Canal								
Sección	C201	C202	C203	C204	C205	C206	C207	C208
Geometría	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular	Rectangular
Ancho [m]	2.70	2.40	2.15	1.90	1.90	1.55	1.55	1.00
Alto [m]	1.90	1.85	1.70	1.60	1.45	1.30	1.10	1.00

Tabla 194. Secciones tipo canal proyecto

Figura 132. Sección 201 canal proyecto

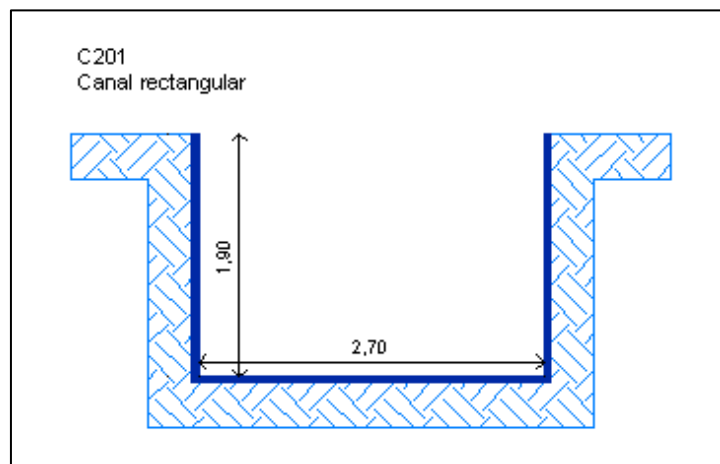


Figura 133. Sección 202 canal proyecto

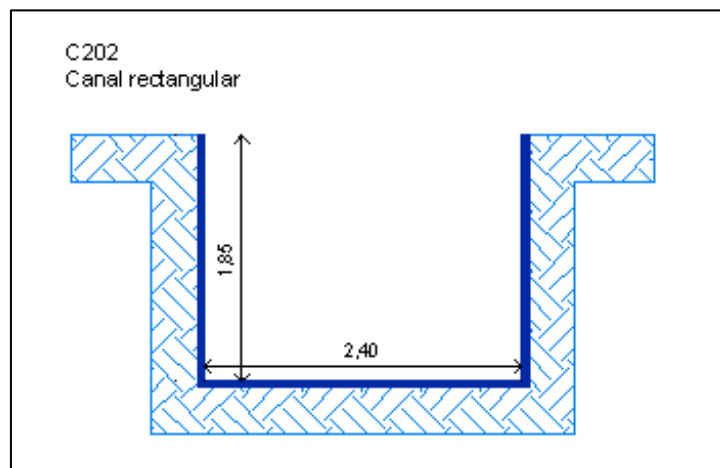


Figura 134. Sección 203 canal proyecto

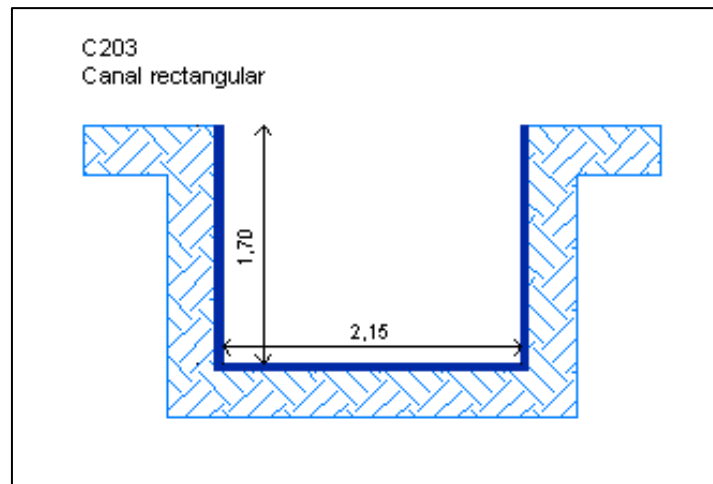


Figura 135. Sección 204 canal proyecto

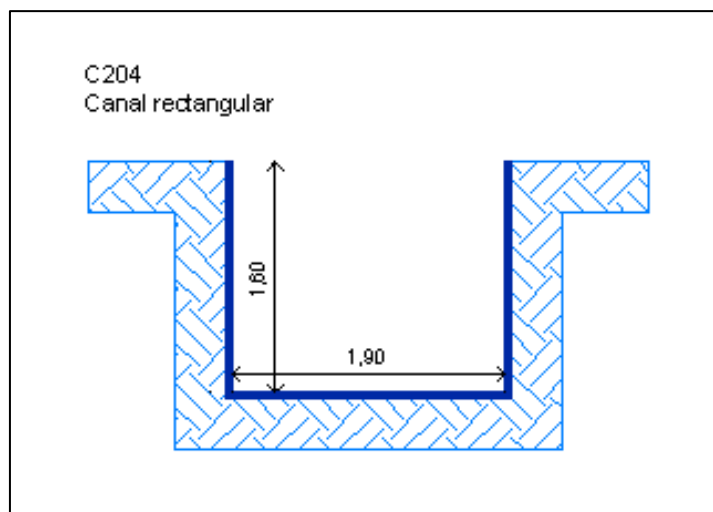


Figura 136. Sección 205 canal proyecto

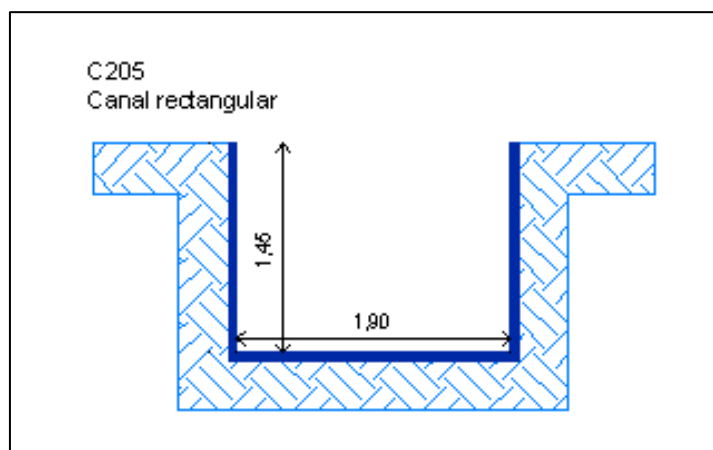


Figura 137. Sección 206 canal proyecto

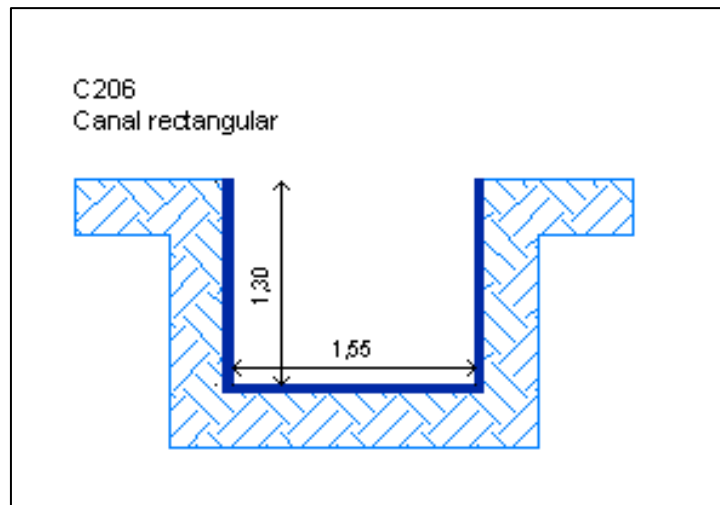


Figura 138. Sección 207 canal proyecto

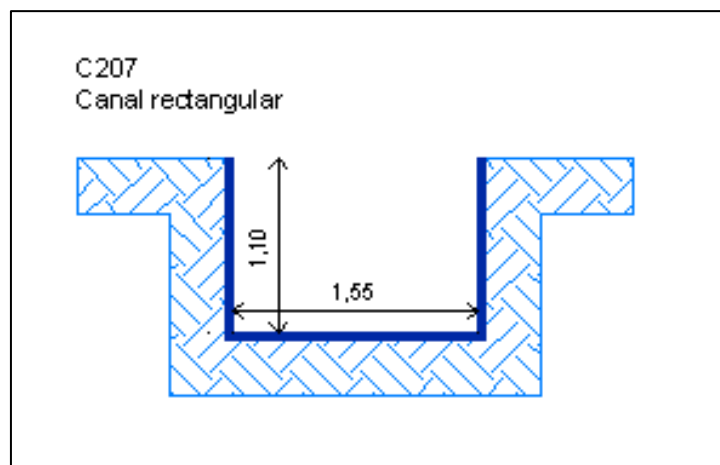
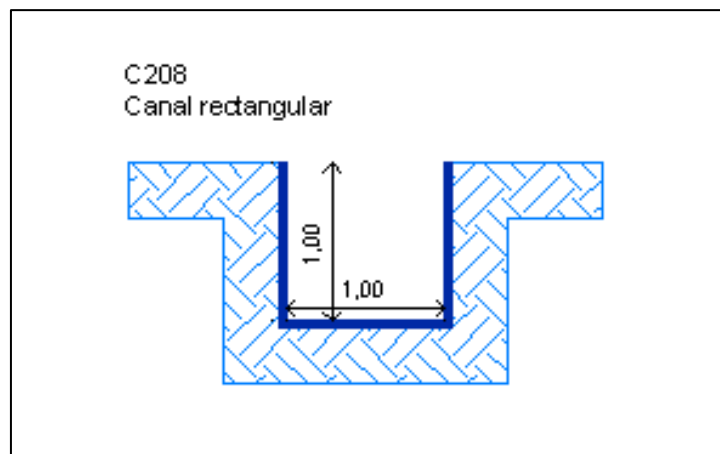


Figura 139. Sección 208 canal proyecto



Secciones tipo en hijuelas de red terciaria

Secciones Hijuelas							
Denominación	H211	H212	H213	H214	H215	H216	H217
Geometría	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal	Trapezoidal
Ancho Solera [m]	0.70	0.60	0.50	0.50	0.40	0.40	0.40
Ancho Coronamiento [m]	2.30	2.10	1.90	1.50	1.70	1.60	1.40
Profundidad [m]	0.80	0.75	0.70	0.50	0.65	0.60	0.50

Tabla 195. Secciones tipo hijuelas proyecto

Figura 140. Sección 211 hijuelas proyecto

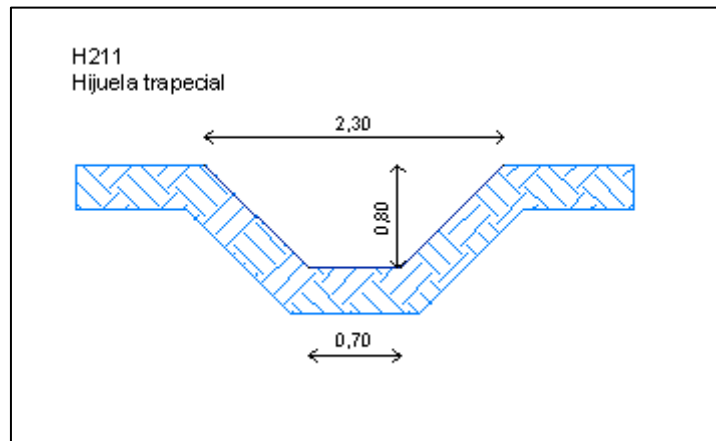


Figura 141. Sección 212 hijuelas proyecto

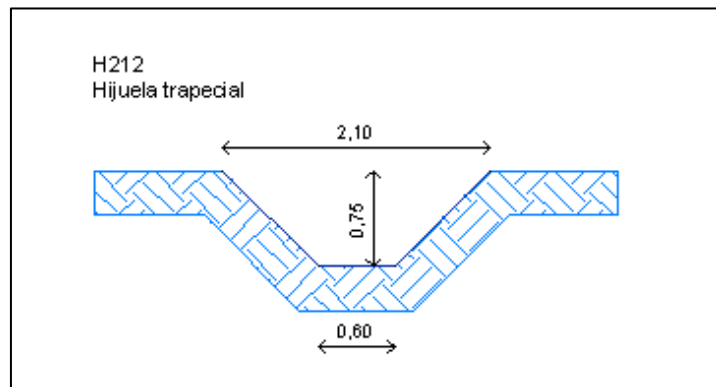


Figura 142. Sección 213 hijuelas proyecto

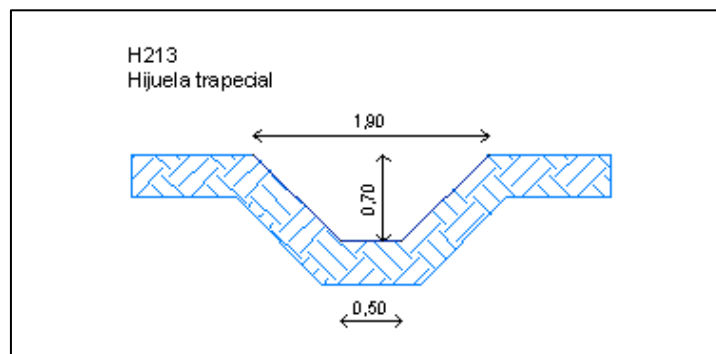


Figura 143. Sección 214 hijuelas proyecto

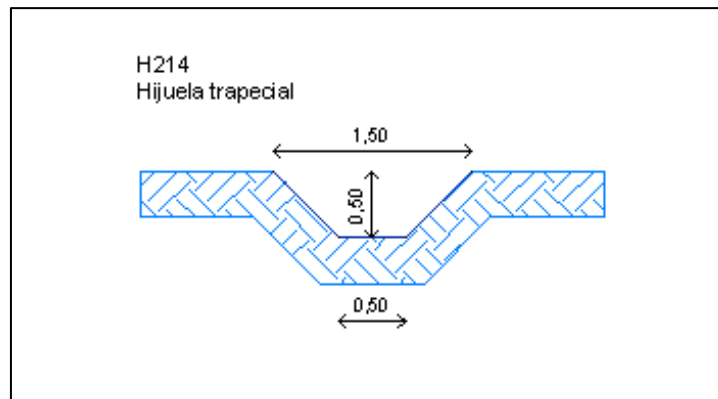


Figura 144. Sección 215 hijuelas proyecto

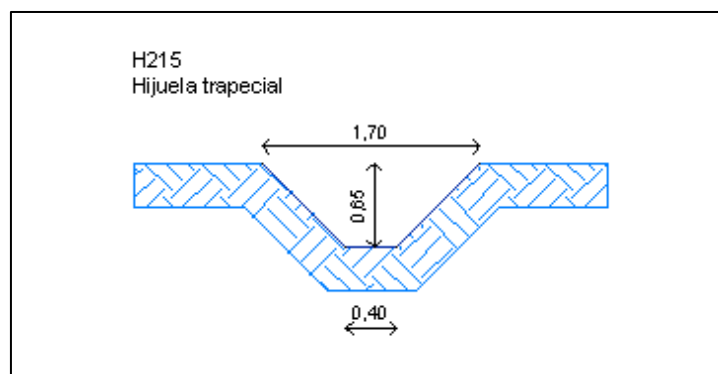


Figura 145. Sección 216 hijuelas proyecto

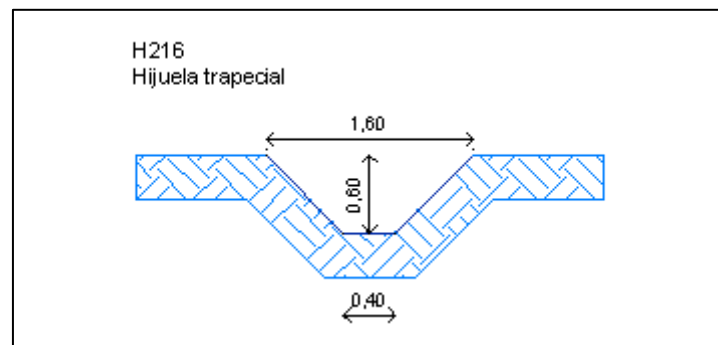
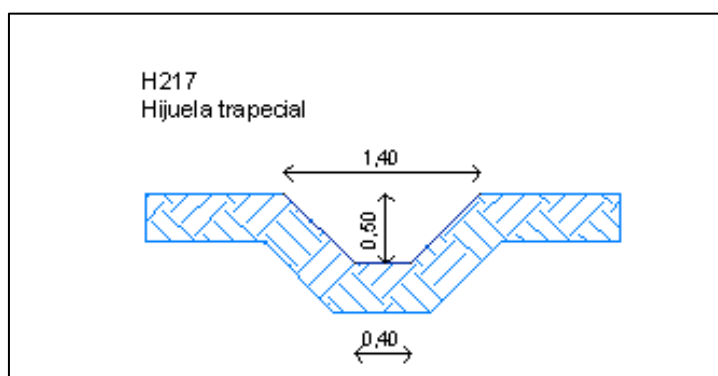
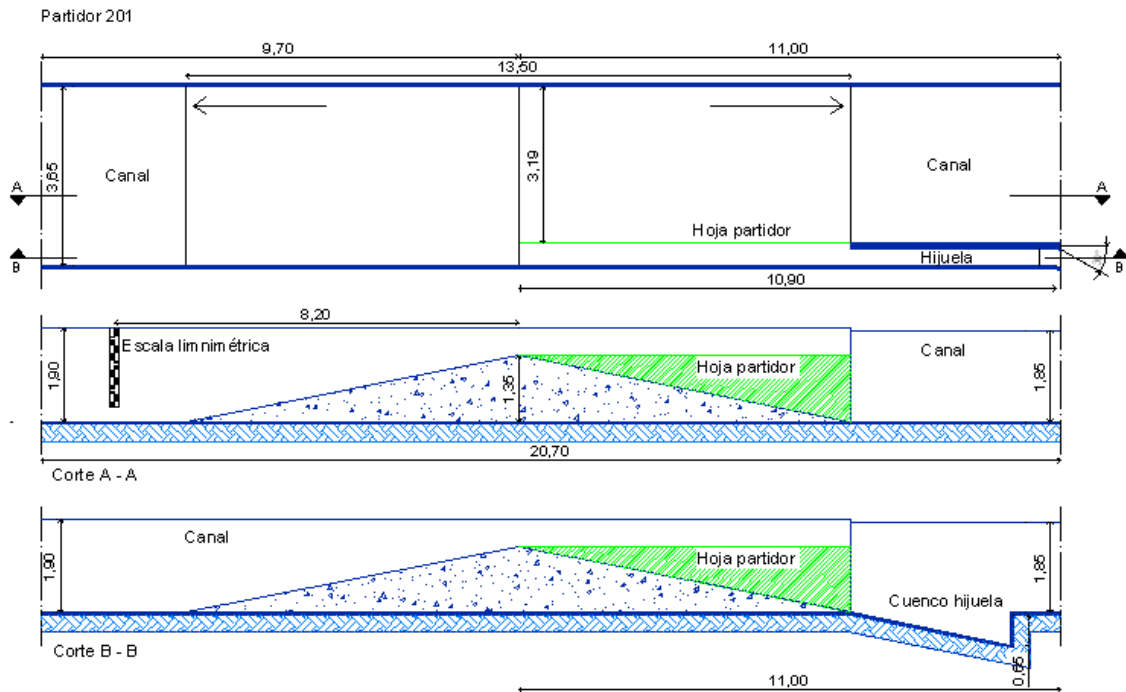


Figura 146. Sección 217 hijuelas proyecto



Partidores tipo

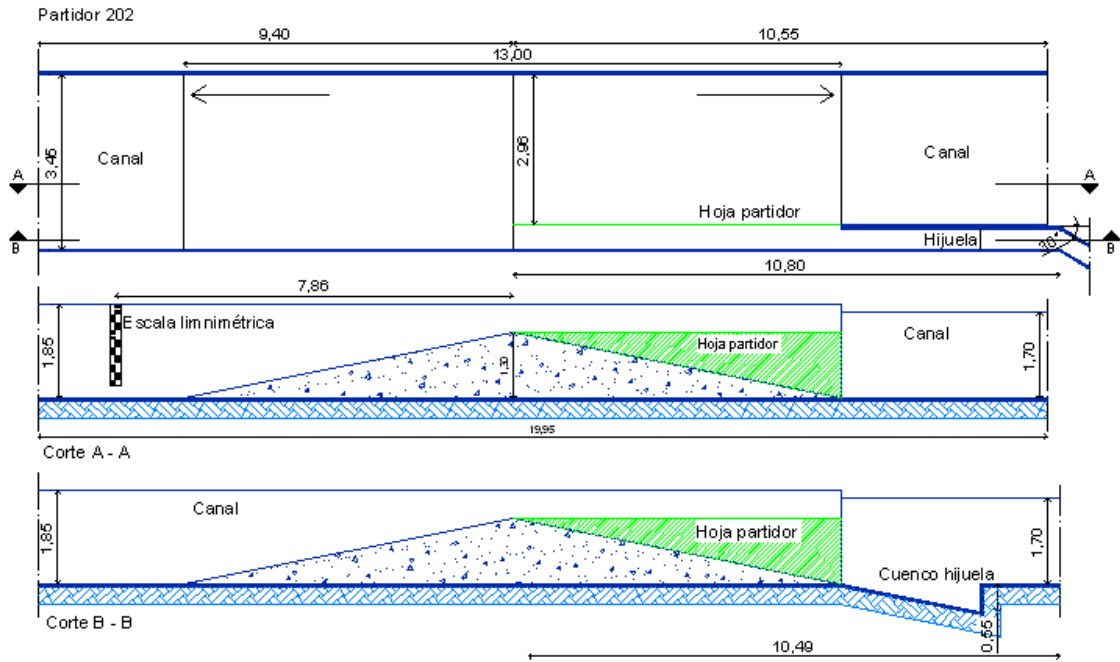
Figura 147. Partidor tipo 201 proyecto



Partidor 201	
Ancho [m]	3.65
Ubicación hoja partidora [m]	3.19
Altura de barrera [m]	1.35
Ubicación escala limnimétrica [m]	1.45
Longitud aguas arriba [m]	9.70
Longitud aguas abajo canal [m]	10.98
Cuenco canal [m]	0.00
Longitud aguas abajo hijuela [m]	10.90
Cuenco hijuela [m]	0.65

Tabla 196. Partidor tipo 201 proyecto

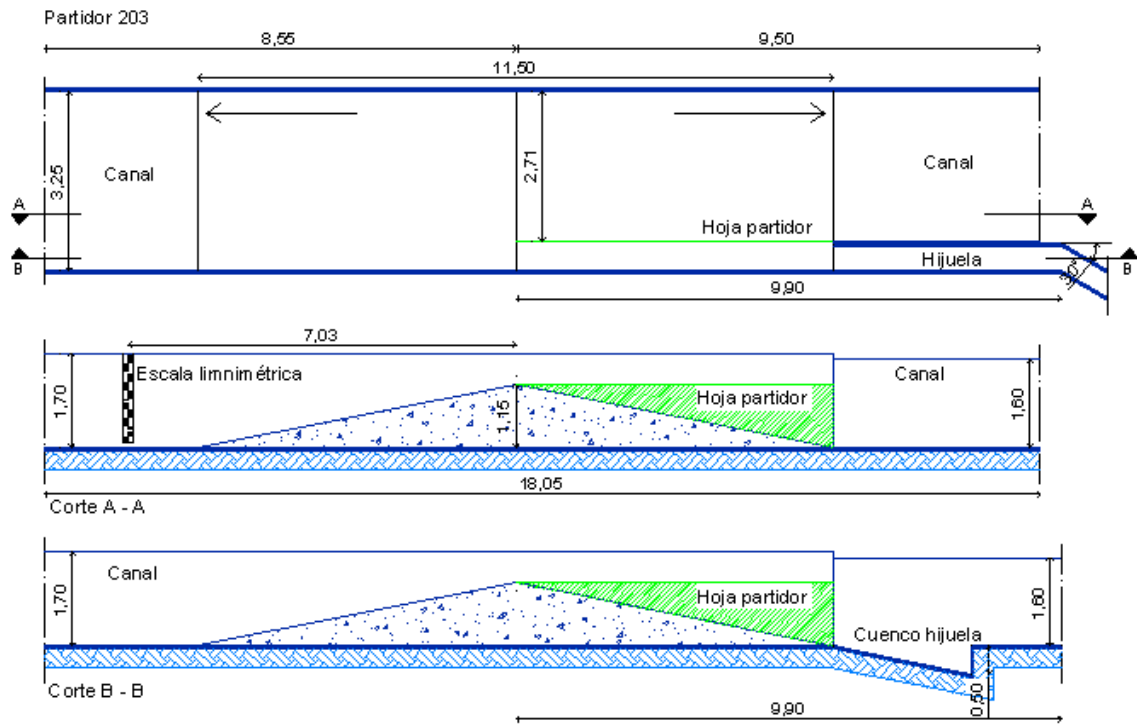
Figura 148. Partidor tipo 202 proyecto



Partidor 202	
Ancho [m]	3.45
Ubicación hoja partidora [m]	2.96
Altura de barrera [m]	1.30
Ubicación escala limnimétrica [m]	1.36
Longitud aguas arriba [m]	9.36
Longitud aguas abajo canal [m]	10.54
Cuenco canal [m]	0.00
Longitud aguas abajo hijuela [m]	10.78
Cuenco hijuela [m]	0.55

Tabla 197. Partidor tipo 202 proyecto

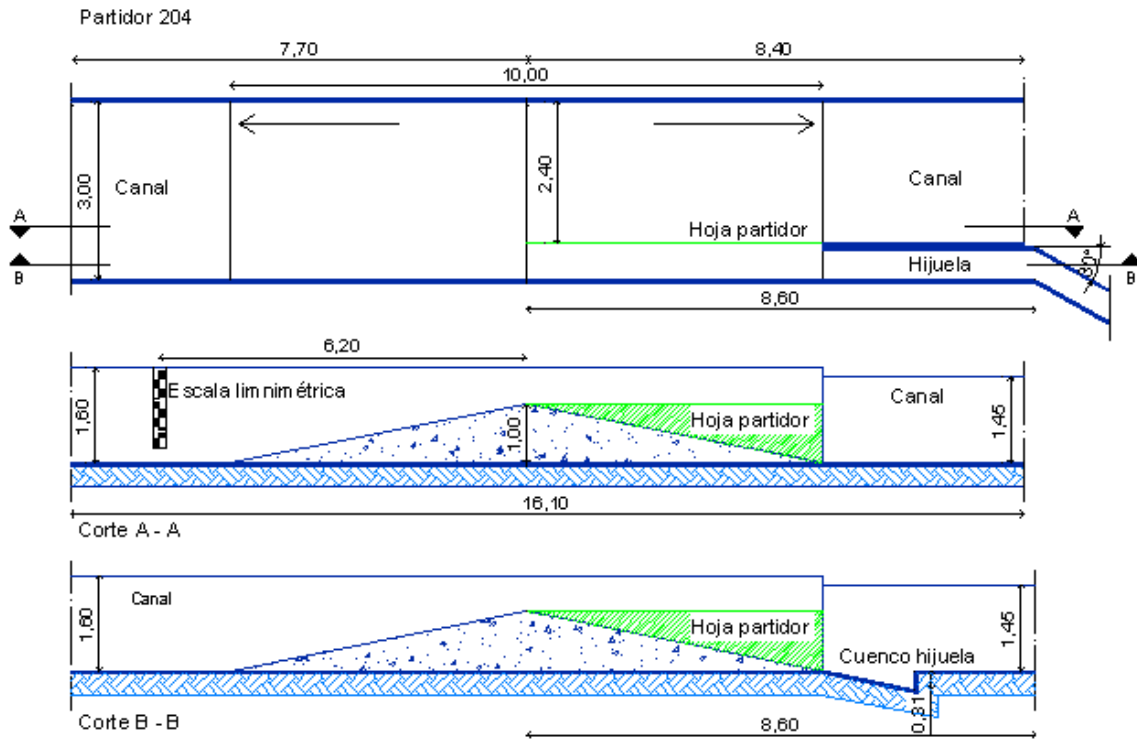
Figura 149. Partidor tipo 203 proyecto



Partidor 203	
Ancho [m]	3.25
Ubicación hoja partidora [m]	2.71
Altura de barrera [m]	1.15
Ubicación escala limnimétrica [m]	1.28
Longitud aguas arriba [m]	8.53
Longitud aguas abajo canal [m]	9.46
Cuenco canal [m]	0.00
Longitud aguas abajo hijuela [m]	9.86
Cuenco hijuela [m]	0.50

Tabla 198. Partidor tipo 203 proyecto

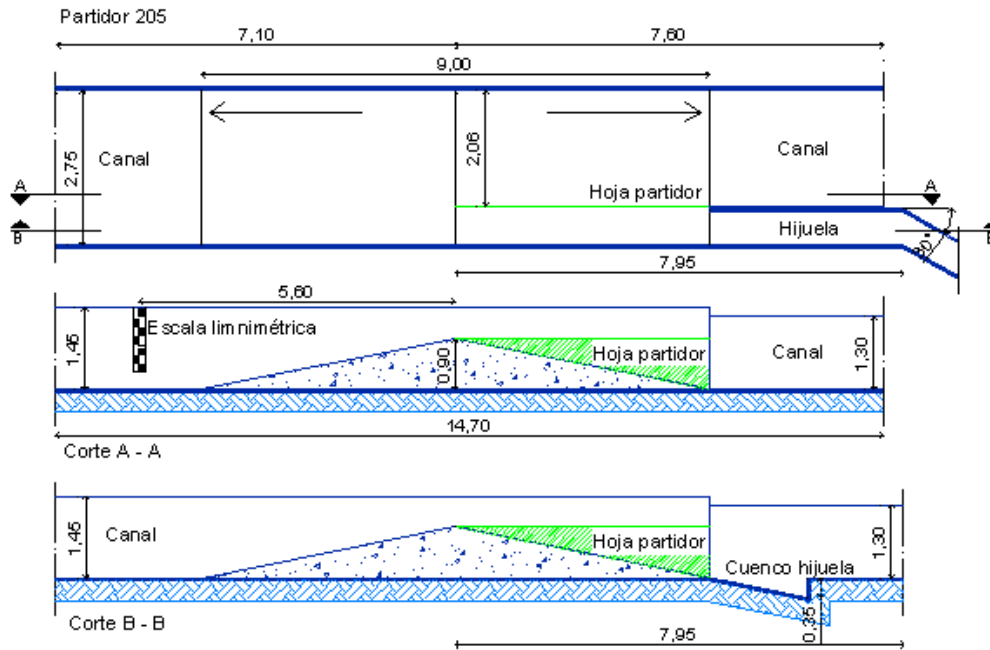
Figura 150. Partidor tipo 204 proyecto



Partidor 204	
Ancho [m]	3.00
Ubicación hoja partidora [m]	2.40
Altura de barrera [m]	1.00
Ubicación escala limnimétrica [m]	1.20
Longitud aguas arriba [m]	7.70
Longitud aguas abajo canal [m]	8.39
Cuenco canal [m]	0.00
Longitud aguas abajo hijuela [m]	8.58
Cuenco hijuela [m]	0.31

Tabla 199. Partidor tipo 204 proyecto

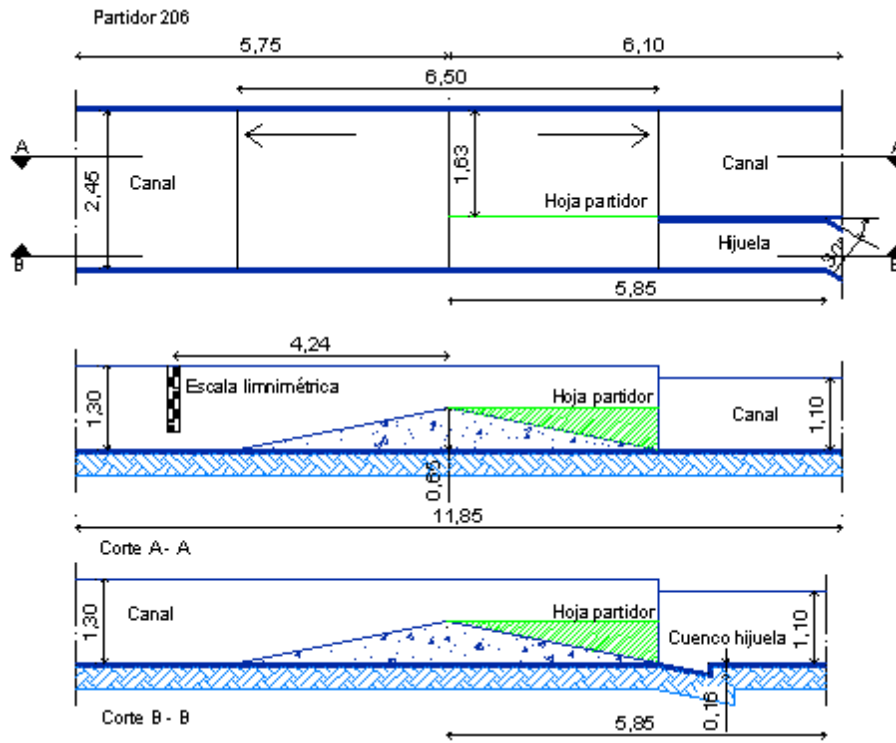
Figura 151. Partidor tipo 205 proyecto



Partidor 205	
Ancho [m]	2.75
Ubicación hoja partidora [m]	2.06
Altura de barrera [m]	0.90
Ubicación escala limnimétrica [m]	1.10
Longitud aguas arriba [m]	7.10
Longitud aguas abajo canal [m]	7.58
Cuenca canal [m]	0.00
Longitud aguas abajo hijuela [m]	7.92
Cuenca hijuela [m]	0.35

Tabla 200. Partidor tipo 205 proyecto

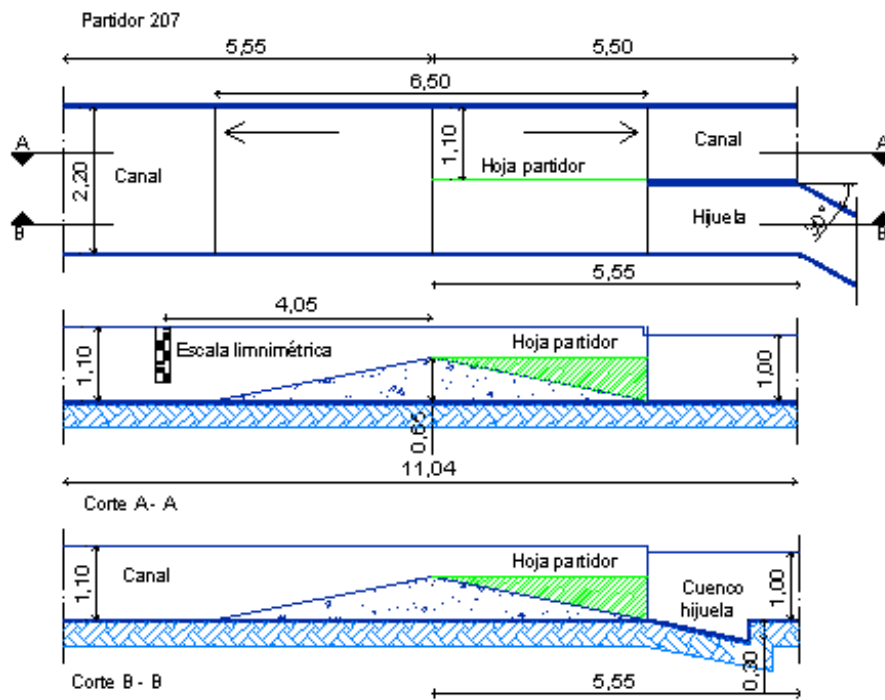
Figura 152. Partidor tipo 206 proyecto



Partidor 206	
Ancho [m]	2.45
Ubicación hoja partidora [m]	1.63
Altura de barrera [m]	0.65
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.99
Longitud aguas arriba [m]	5.74
Longitud aguas abajo canal [m]	6.09
Cuenca canal [m]	0.00
Longitud aguas abajo hijuela [m]	5.85
Cuenca hijuela [m]	0.16

Tabla 201. Partidor tipo 206 proyecto

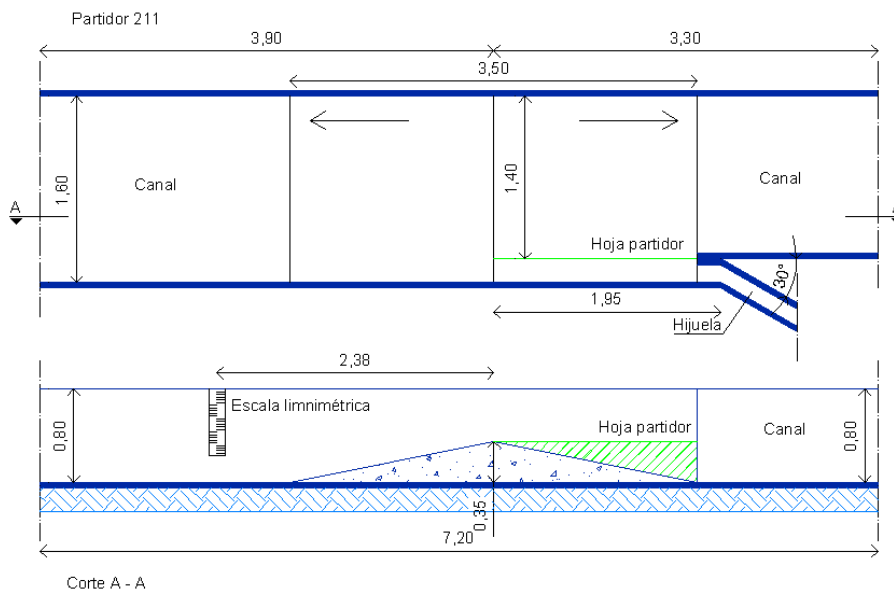
Figura 153. Partidor tipo 207 proyecto



Partidor 207	
Ancho [m]	2.20
Ubicación hoja partidora [m]	1.10
Altura de barrera [m]	0.65
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.80
Longitud aguas arriba [m]	5.55
Longitud aguas abajo canal [m]	5.48
Cuenca canal [m]	0.00
Longitud aguas abajo hijuela [m]	5.52
Cuenca hijuela [m]	0.30

Tabla 202. Partidor tipo 207 proyecto

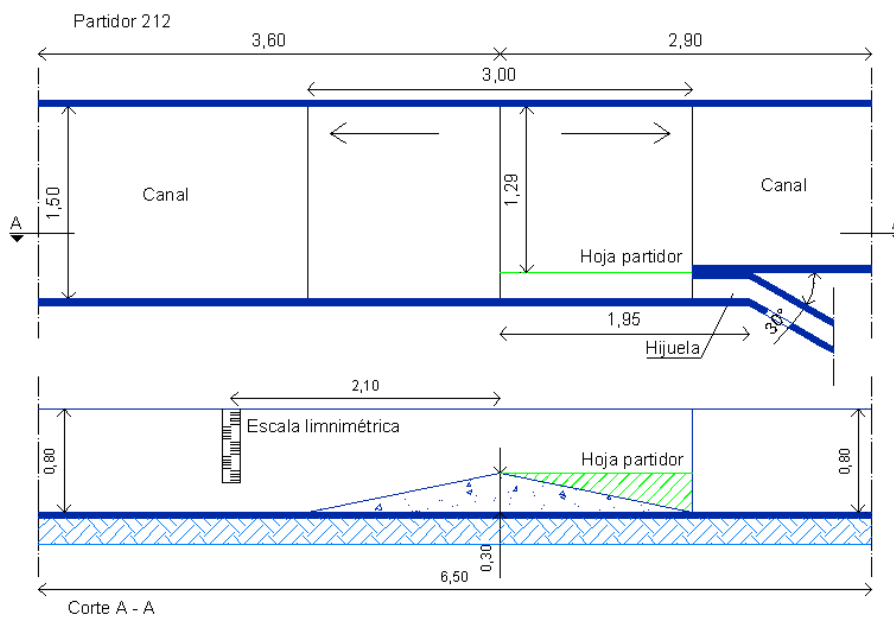
Figura 154. Partidor tipo 211 proyecto



Partidor 211	
Ancho [m]	1.60
Ubicación hoja partidora [m]	1.40
Altura de barrera [m]	0.35
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.63
Longitud aguas arriba [m]	3.88
Longitud aguas abajo hijuela [m]	3.28
Cuenca hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenca propiedad [m]	0.00

Tabla 203. Partidor tipo 211 proyecto

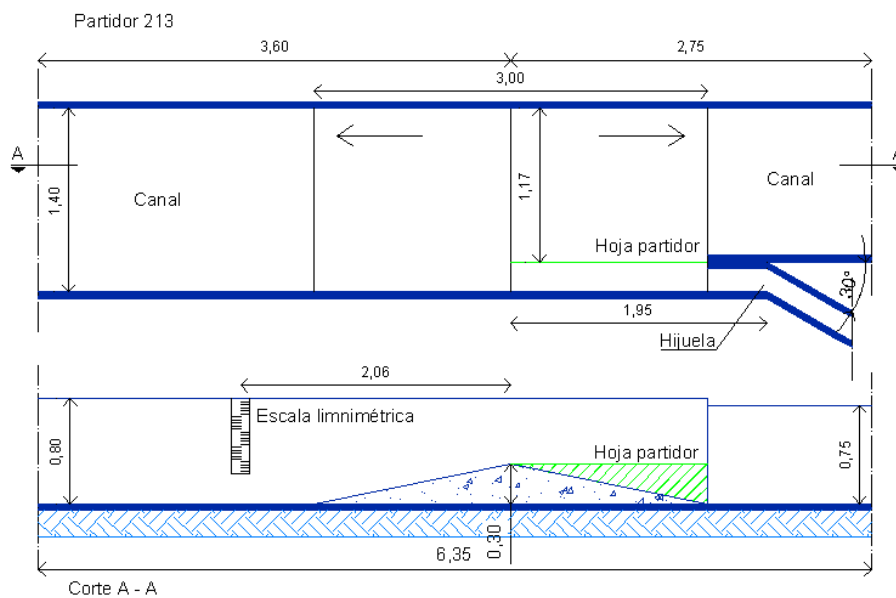
Figura 155. Partidor tipo 212 proyecto



Partidor 212	
Ancho [m]	1.50
Ubicación hoja partidora [m]	1.29
Altura de barrera [m]	0.30
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.60
Longitud aguas arriba [m]	3.60
Longitud aguas abajo hijuela [m]	2.90
Cuenco hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenco propiedad [m]	0.00

Tabla 204. Partidor tipo 212 proyecto

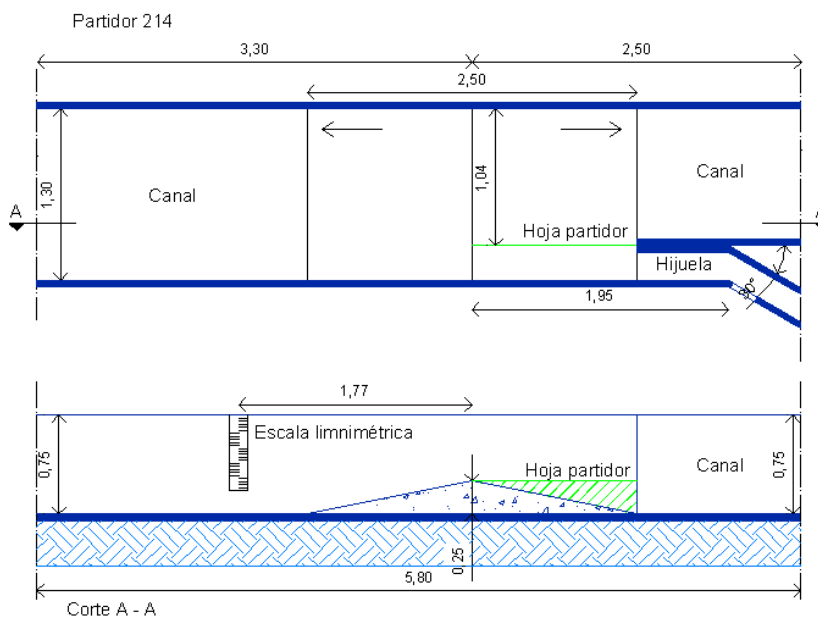
Figura 156. Partidor tipo 213 proyecto



Partidor 213	
Ancho [m]	1.40
Ubicación hoja partidora [m]	1.17
Altura de barrera [m]	0.30
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.56
Longitud aguas arriba [m]	3.56
Longitud aguas abajo hijuela [m]	2.72
Cuenco hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenco propiedad [m]	0.00

Tabla 205. Partidor tipo 213 proyecto

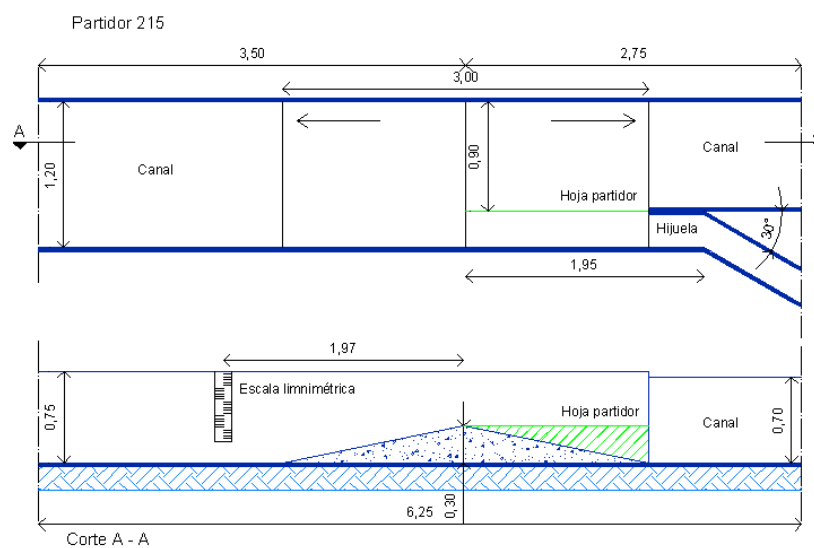
Figura 157. Partidor tipo 214 proyecto



Partidor 214	
Ancho [m]	1.30
Ubicación hoja partidora [m]	1.04
Altura de barrera [m]	0.25
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.52
Longitud aguas arriba [m]	3.27
Longitud aguas abajo hijuela [m]	2.46
Cuenco hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenco propiedad [m]	0.00

Tabla 206. Partidor tipo 214 proyecto

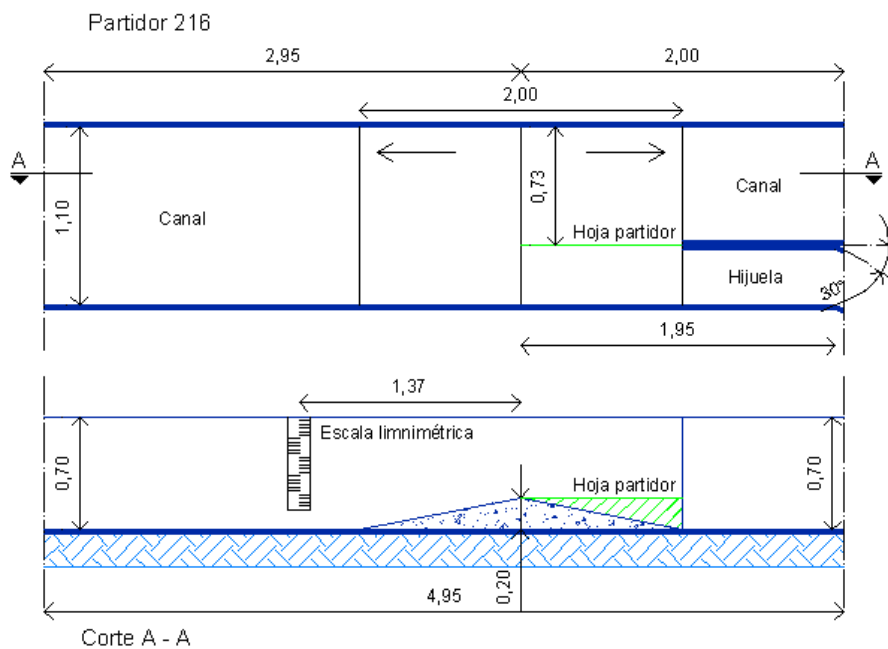
Figura 158. Partidor tipo 215 proyecto



Partidor 215	
Ancho [m]	1.20
Ubicación hoja partidora [m]	0.90
Altura de barrera [m]	0.30
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.49
Longitud aguas arriba [m]	3.49
Longitud aguas abajo hijuela [m]	2.73
Cuenco hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenco propiedad [m]	0.00

Tabla 207. Partidor tipo 215 proyecto

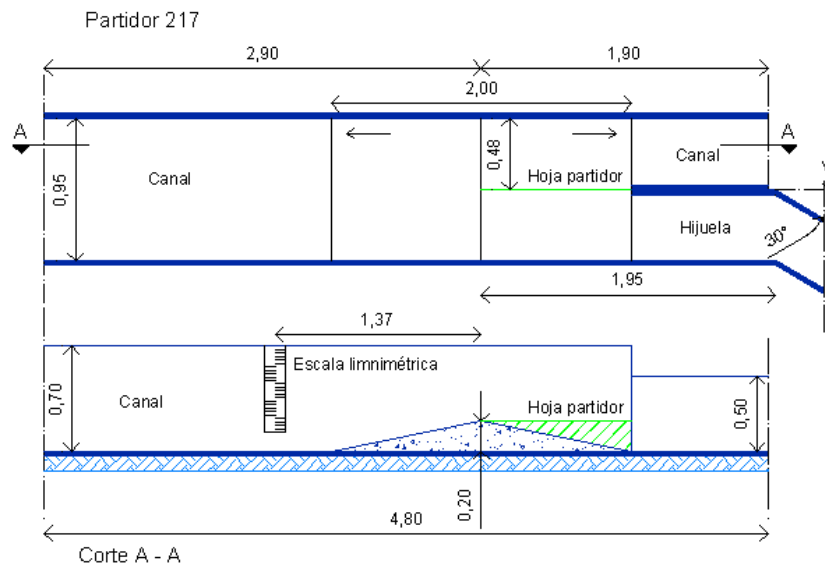
Figura 159. Partidor tipo 216 proyecto



Partidor 216	
Ancho [m]	1.10
Ubicación hoja partidora [m]	0.73
Altura de barrera [m]	0.20
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.43
Longitud aguas arriba [m]	2.93
Longitud aguas abajo hijuela [m]	1.97
Cuenco hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenco propiedad [m]	0.00

Tabla 208. Partidor tipo 216 proyecto

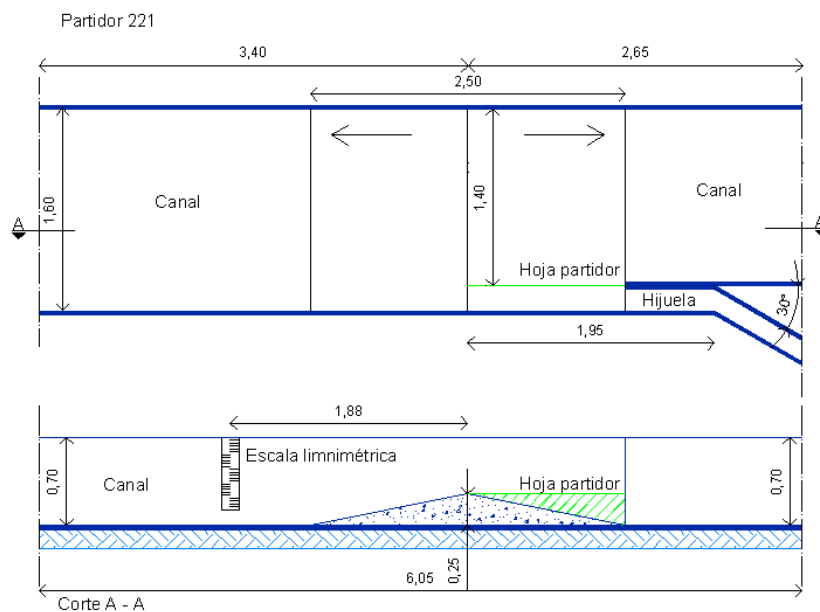
Figura 160. Partidor tipo 217 proyecto



Partidor 217	
Ancho [m]	0.95
Ubicación hoja partidora [m]	0.48
Altura de barrera [m]	0.20
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.37
Longitud aguas arriba [m]	2.87
Longitud aguas abajo hijuela [m]	1.87
Cuenco hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenco propiedad [m]	0.00

Tabla 209. Partidor tipo 217 proyecto

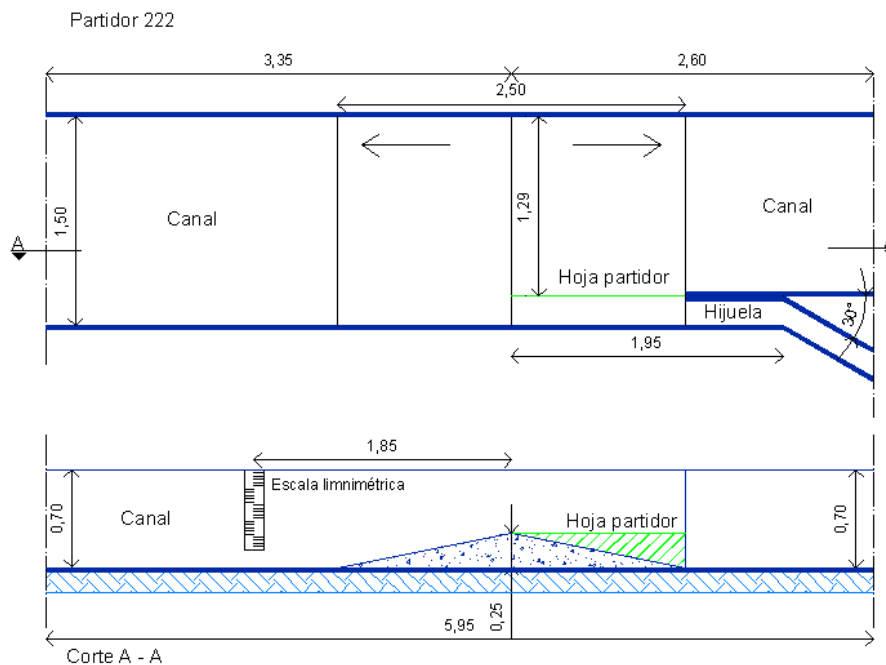
Figura 161. Partidor tipo 221 proyecto



Partidor 221	
Ancho [m]	1.60
Ubicación hoja partidora [m]	1.40
Altura de barrera [m]	0.25
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.63
Longitud aguas arriba [m]	3.38
Longitud aguas abajo hijuela [m]	2.61
Cuenco hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenco propiedad [m]	0.00

Tabla 210. Partidor tipo 221 proyecto

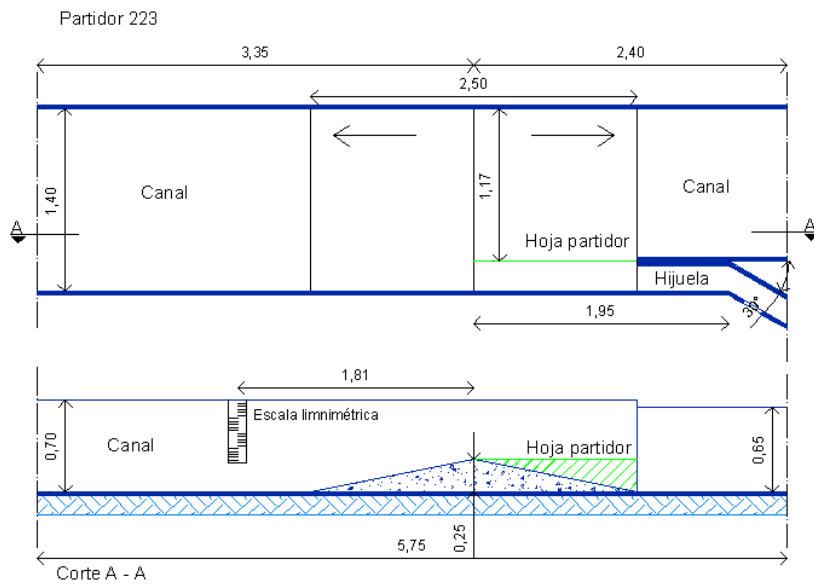
Figura 162. Partidor tipo 222 proyecto



Partidor 222	
Ancho [m]	1.50
Ubicación hoja partidora [m]	1.29
Altura de barrera [m]	0.25
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.60
Longitud aguas arriba [m]	3.35
Longitud aguas abajo hijuela [m]	2.57
Cuenco hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenco propiedad [m]	0.00

Tabla 211. Partidor tipo 222 proyecto

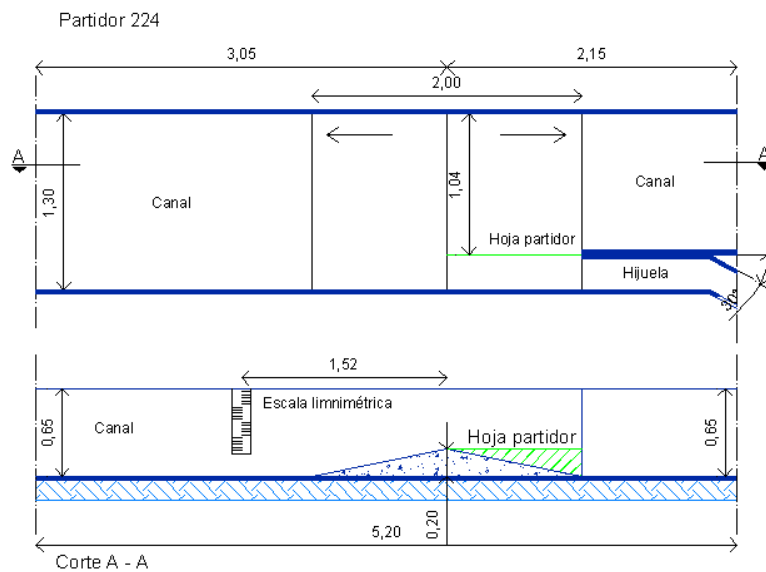
Figura 163. Partidor tipo 223 proyecto



Partidor 223	
Ancho [m]	1.40
Ubicación hoja partidora [m]	1.17
Altura de barrera [m]	0.25
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.56
Longitud aguas arriba [m]	3.31
Longitud aguas abajo hijuela [m]	2.40
Cuenco hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenco propiedad [m]	0.00

Tabla 212. Partidor tipo 223 proyecto

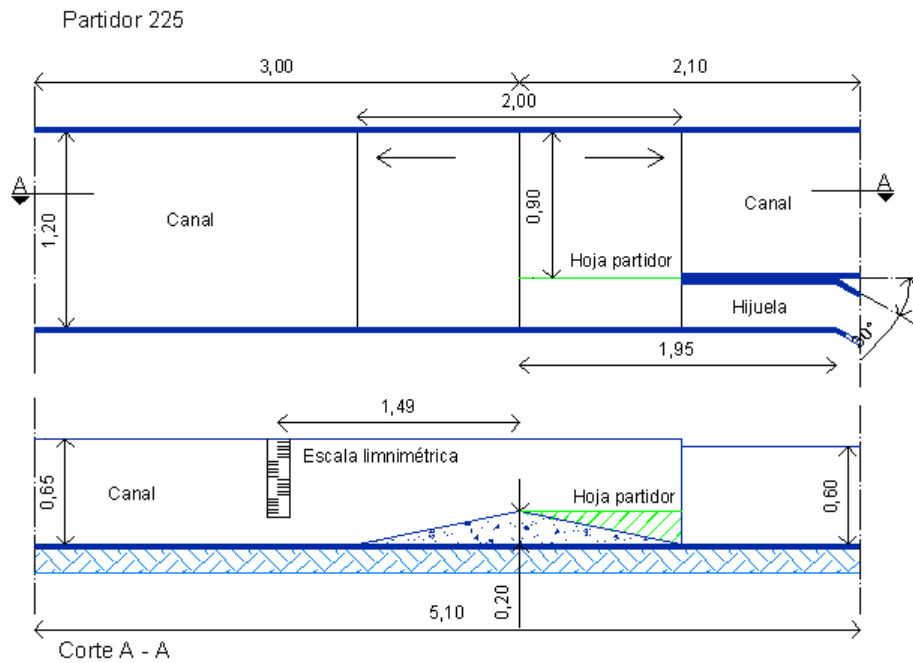
Figura 164. Partidor tipo 224 proyecto



Partidor 224	
Ancho [m]	1.30
Ubicación hoja partidora [m]	1.04
Altura de barrera [m]	0.20
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.52
Longitud aguas arriba [m]	3.02
Longitud aguas abajo hijuela [m]	2.12
Cuenco hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenco propiedad [m]	0.00

Tabla 213. Partidor tipo 224 proyecto

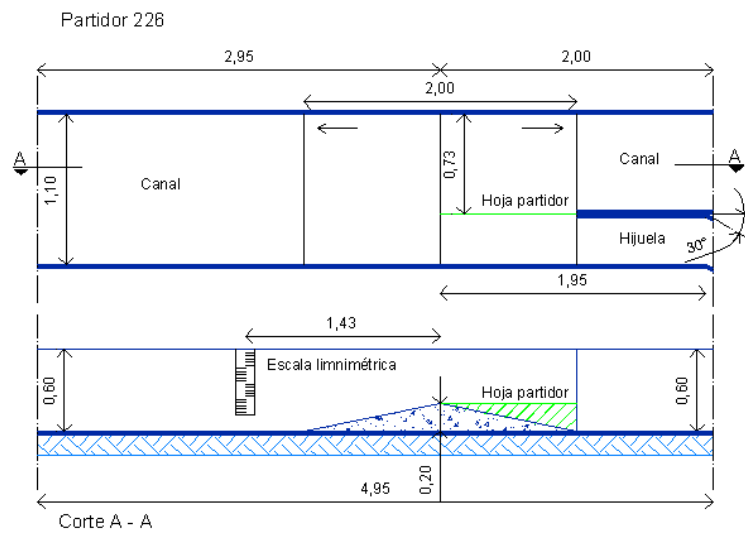
Figura 165. Partidor tipo 225 proyecto



Partidor 225	
Ancho [m]	1.20
Ubicación hoja partidora [m]	0.90
Altura de barrera [m]	0.20
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.49
Longitud aguas arriba [m]	2.99
Longitud aguas abajo hijuela [m]	2.06
Cuenco hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenco propiedad [m]	0.00

Tabla 214. Partidor tipo 225 proyecto

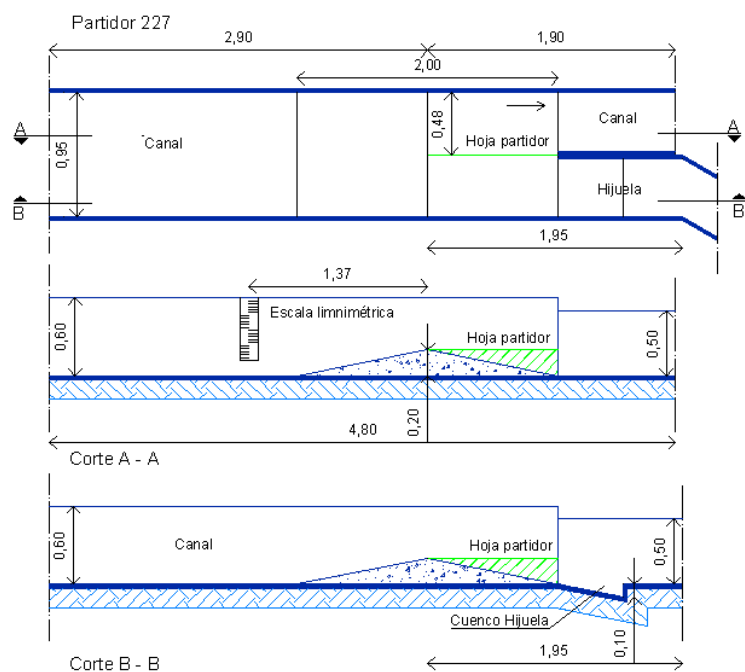
Figura 166. Partidor tipo 226 proyecto



Partidor 226	
Ancho [m]	1.10
Ubicación hoja partidora [m]	0.73
Altura de barrera [m]	0.20
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.43
Longitud aguas arriba [m]	2.93
Longitud aguas abajo hijuela [m]	1.97
Cuenco hijuela [m]	0.00
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenco propiedad [m]	0.00

Tabla 215. Partidor tipo 226 proyecto

Figura 167. Partidor tipo 227 proyecto



Partidor 227	
Ancho [m]	0.95
Ubicación hoja partidora [m]	0.48
Altura de barrera [m]	0.20
Ubicación escala limnimétrica [m]	0.37
Longitud aguas arriba [m]	2.87
Longitud aguas abajo hijuela [m]	1.94
Cuenca hijuela [m]	0.10
Longitud aguas abajo propiedad [m]	1.95
Cuenca propiedad [m]	0.00

Tabla 216. Partidor tipo 227 proyecto

Transiciones

Figura 168. Transición C1 – P1

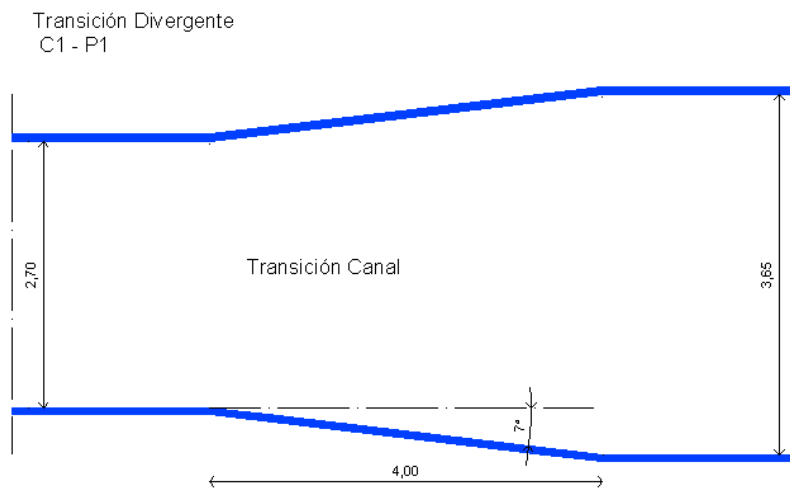


Figura 169. Transición C2 – P2

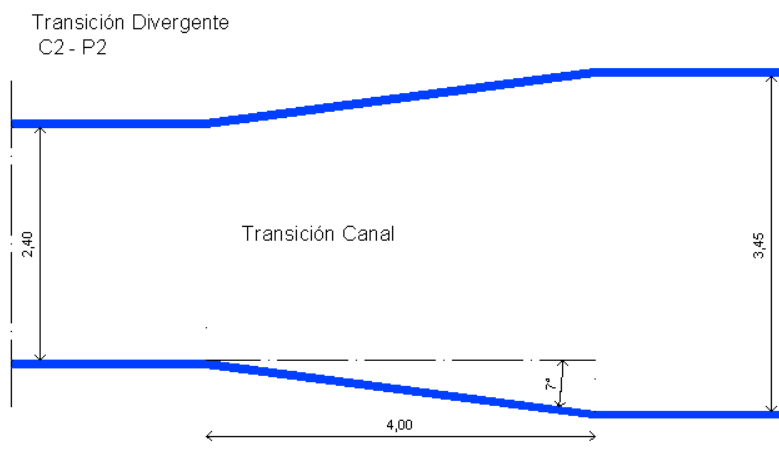


Figura 170. Transición C3 – P3

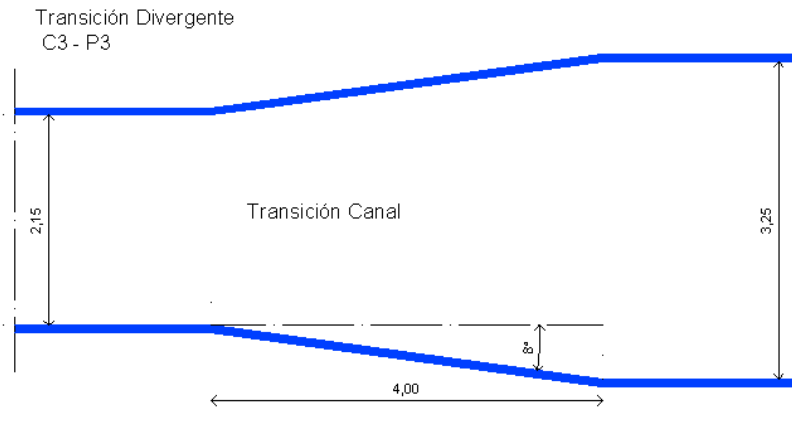


Figura 171. Transición C4 – P4

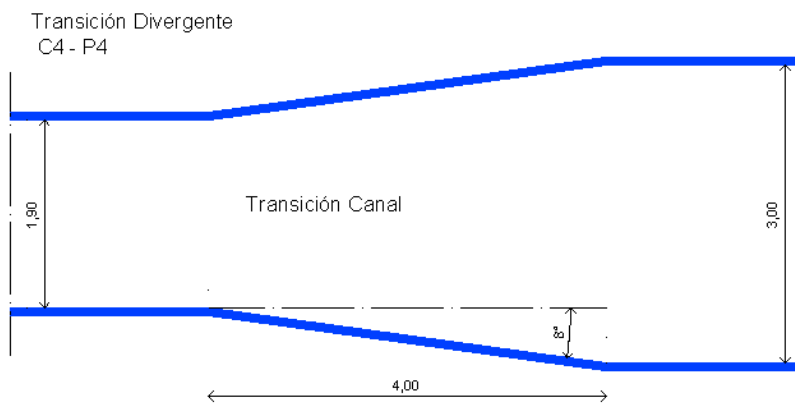


Figura 172. Transición C5 – P5

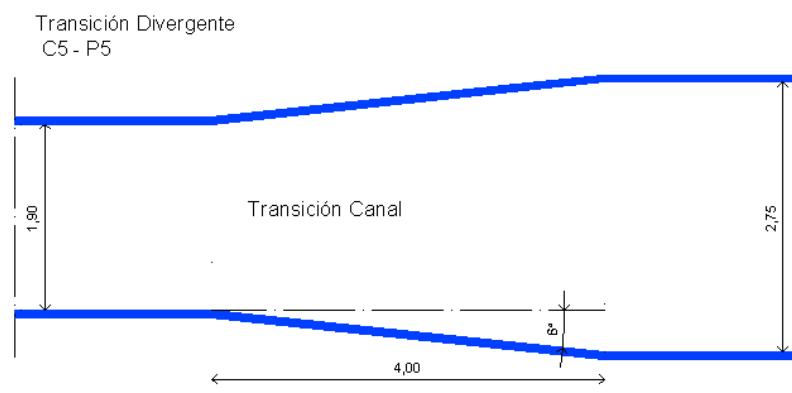


Figura 173. Transición C6 – P6

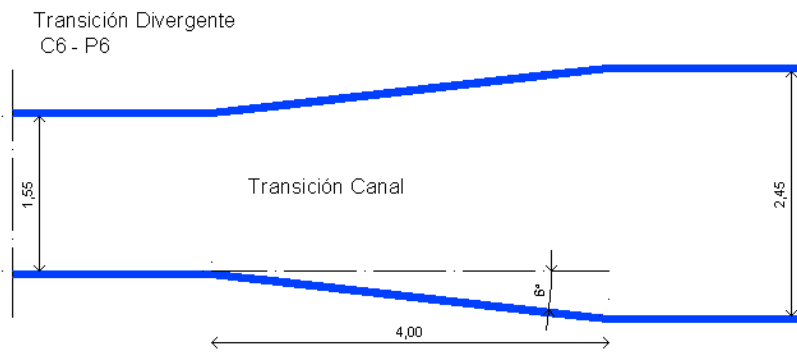


Figura 174. Transición C7 – P7

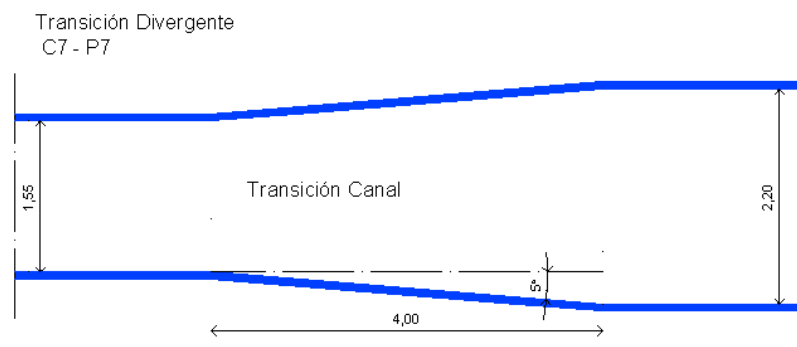


Figura 175. Transición P1 – C2

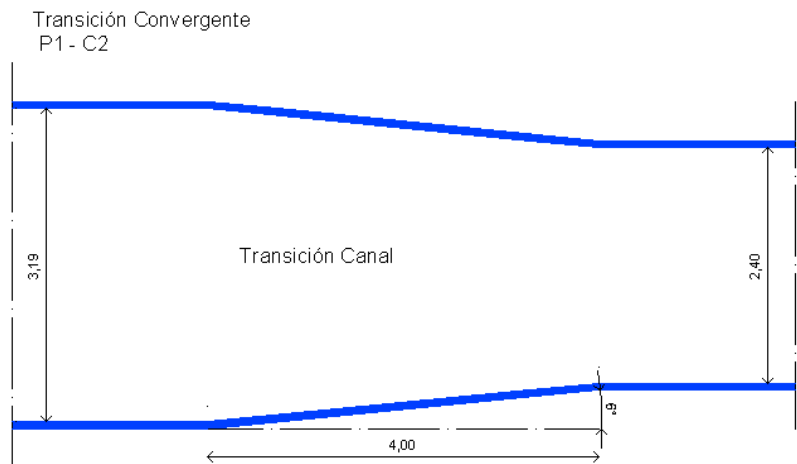


Figura 176. Transición P2 – C3

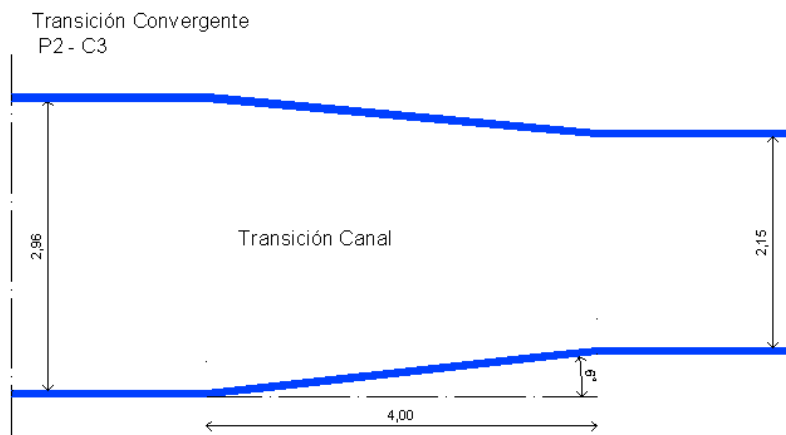


Figura 177. Transición P3 – C4

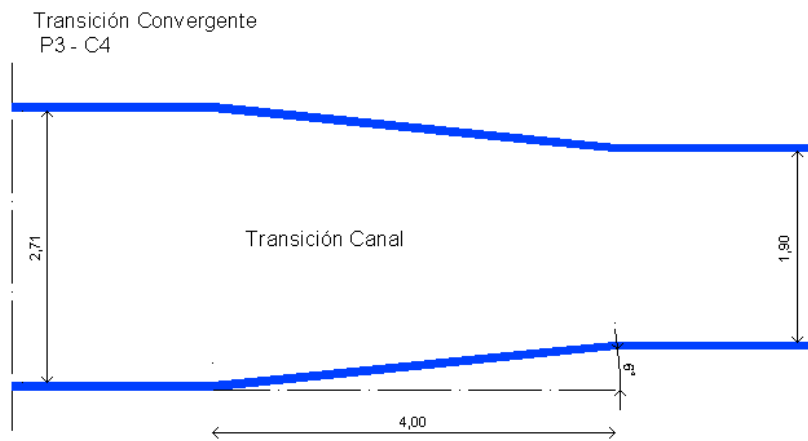


Figura 178. Transición P4 – C5

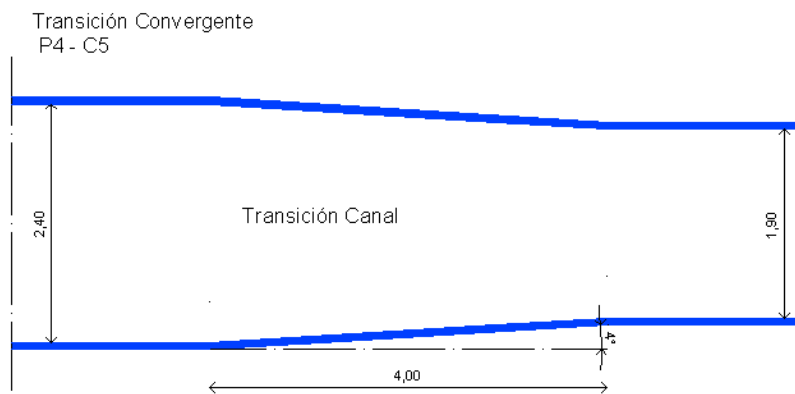


Figura 179. Transición P5 – C6

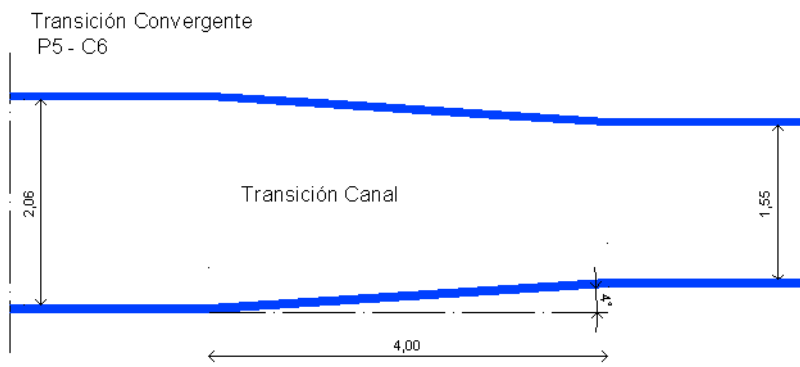


Figura 180. Transición P6 – C7

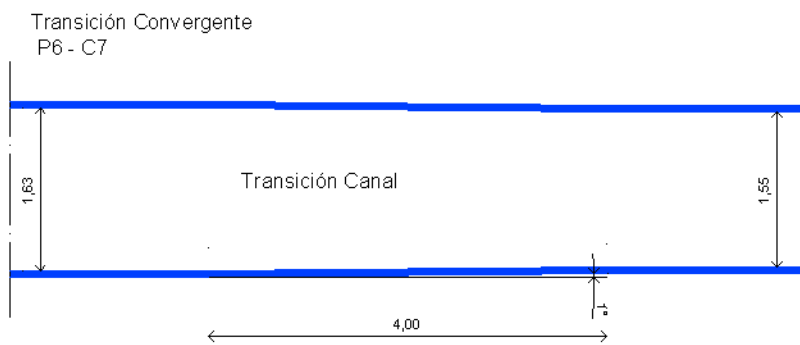


Figura 181. Transición P7 – C8

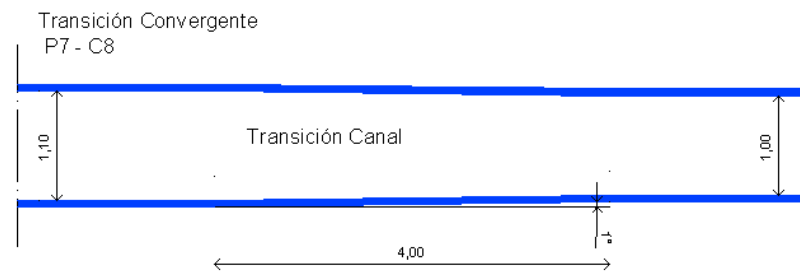


Figura 182. Transición P1 – H11

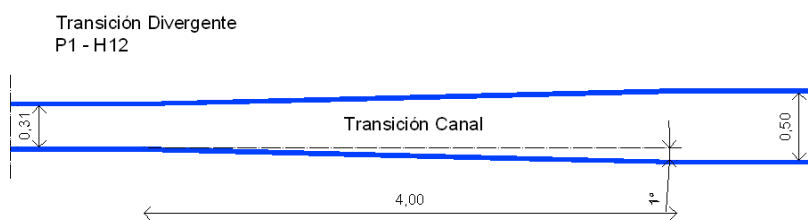


Figura 183. Transición P2 – H12

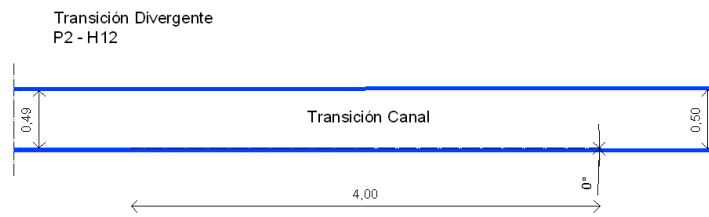


Figura 184. Transición P3 – H12

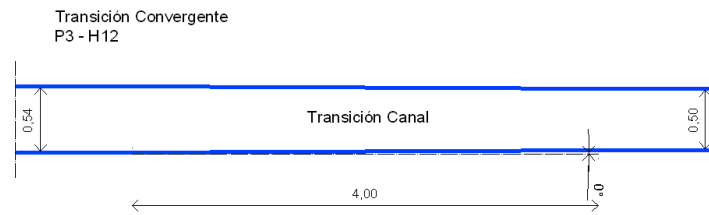


Figura 185. Transición P4 – H12

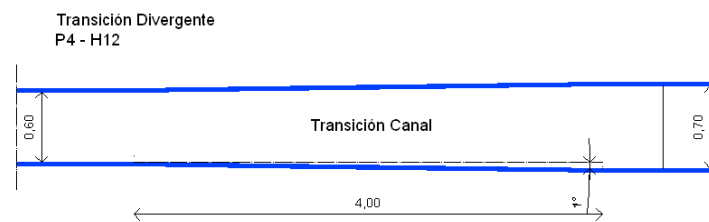


Figura 186. Transición P5 – H12

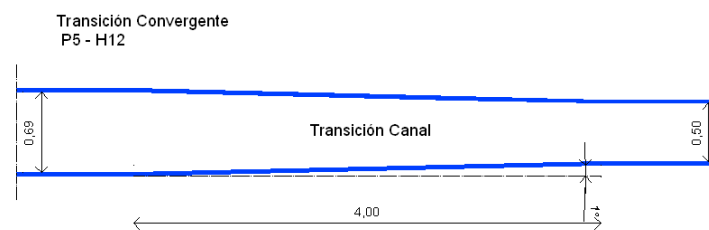


Figura 187. Transición P6 – H11

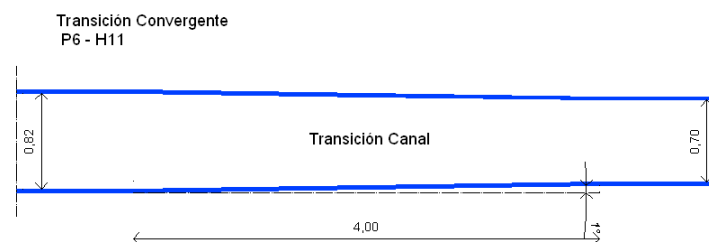


Figura 188. Transición P7 – H11

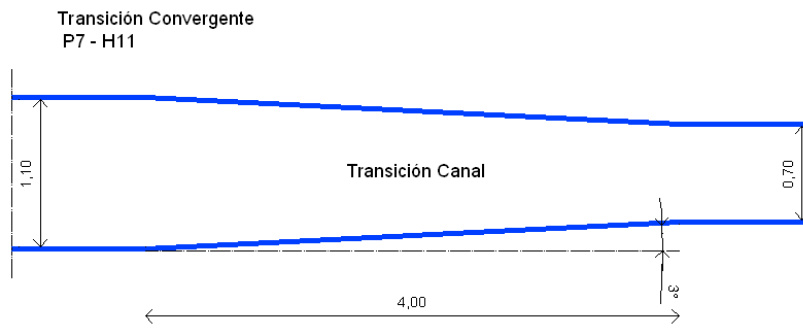


Figura 189. Transición H11 – P11

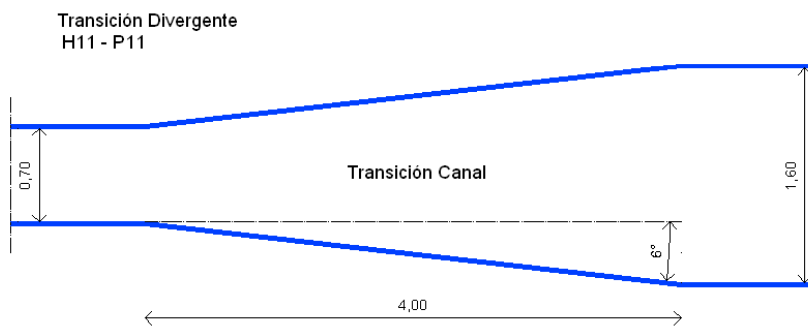


Figura 190. Transición H21 – P21

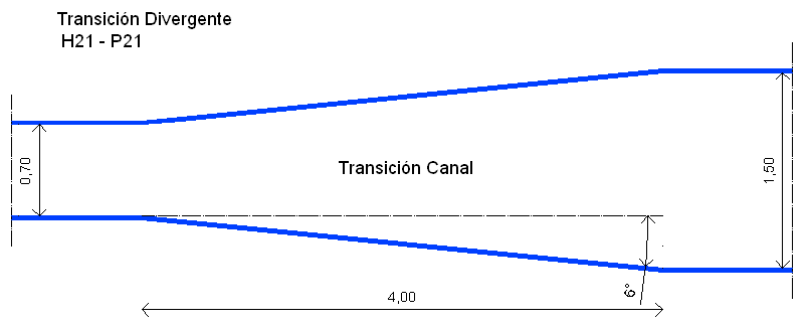


Figura 191. Transición H31 – P31

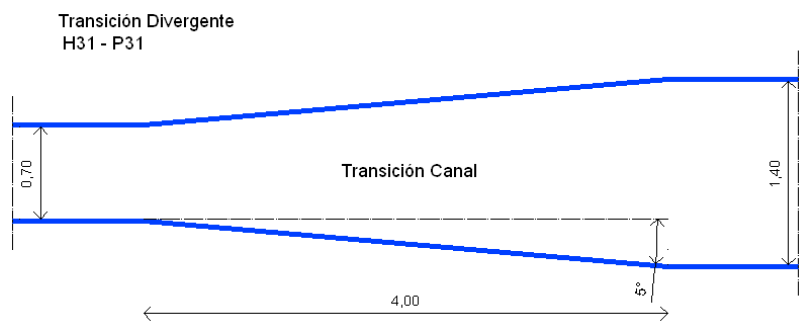


Figura 192. Transición H41 – P41

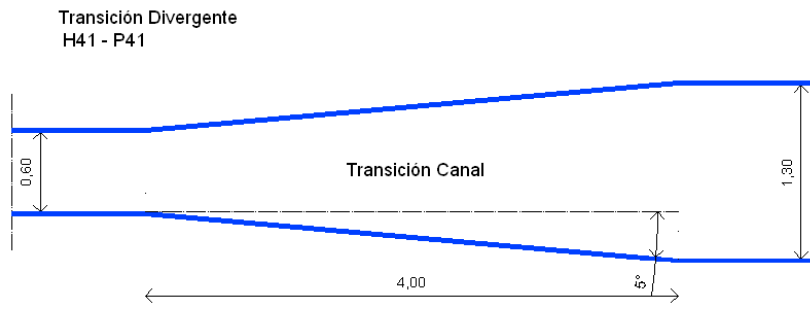


Figura 193. Transición H51 – P51

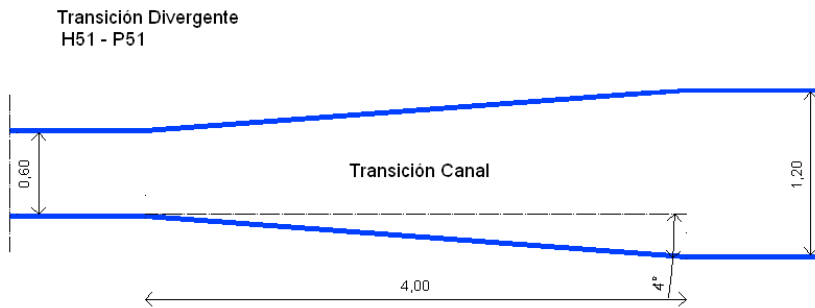


Figura 194. Transición H61 – P61

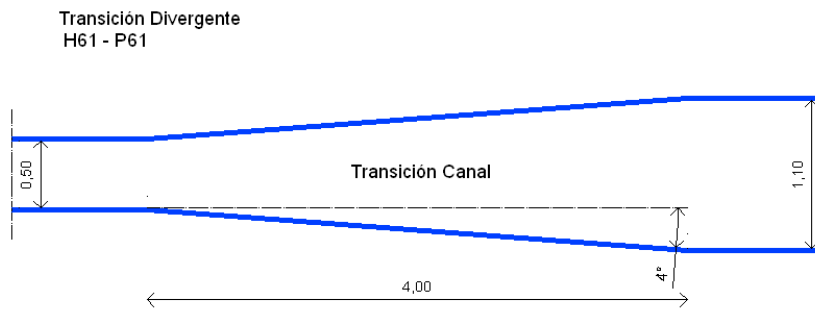


Figura 195. Transición H71 – P71

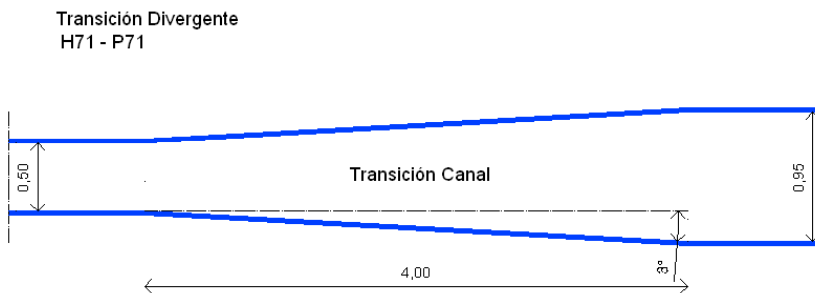


Figura 196. Transición P11 – H21

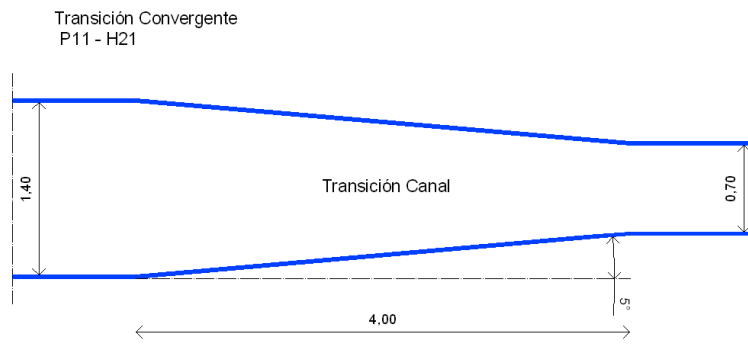


Figura 197. Transición P21 – H31

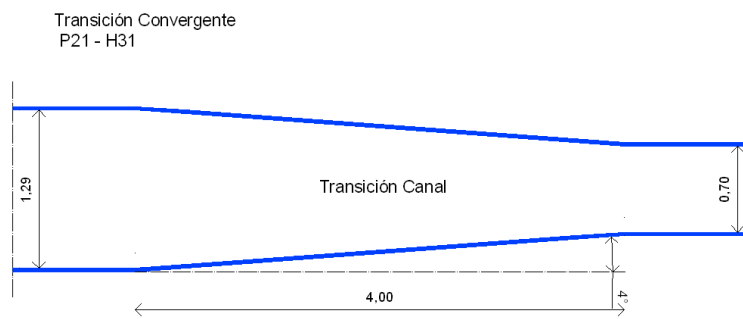


Figura 198. Transición P31 – H41

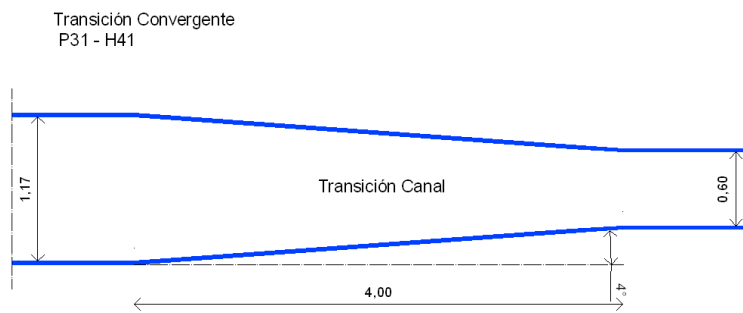


Figura 199. Transición P41 – H51

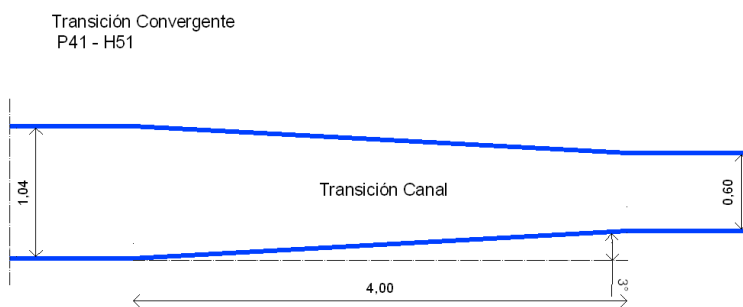


Figura 200. Transición P51 – H61

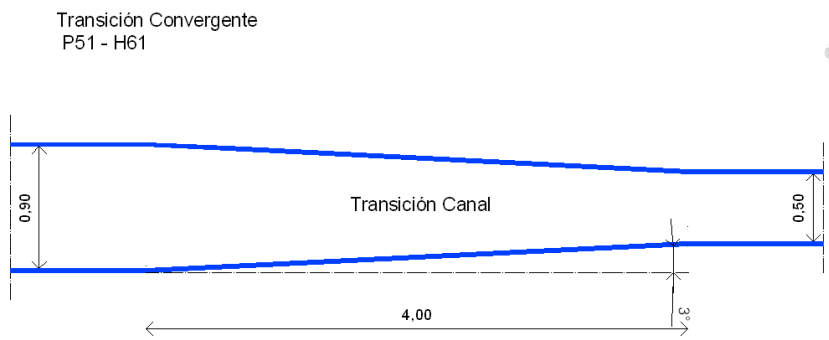


Figura 201. Transición P61 – H71

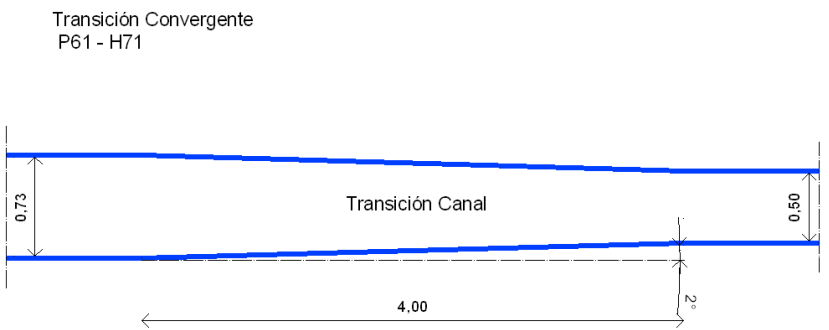


Figura 202. Transición P71 – H81

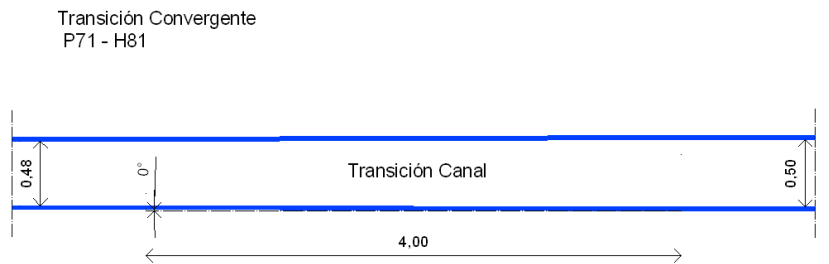


Figura 203. Transición H12 – P12

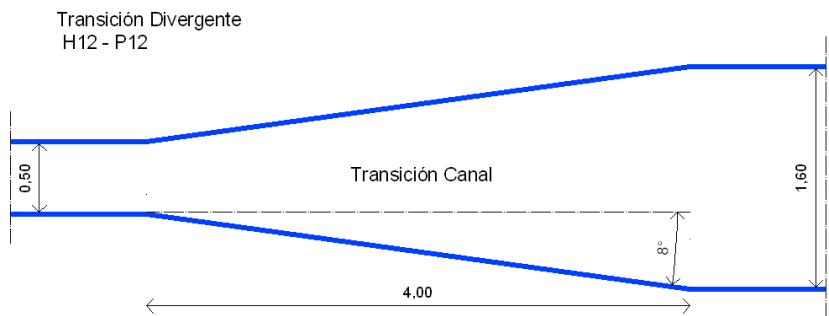


Figura 204. Transición H22 – P22

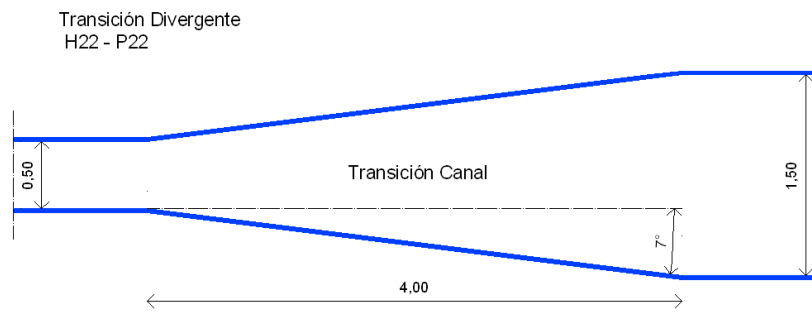


Figura 205. Transición H32 – P32

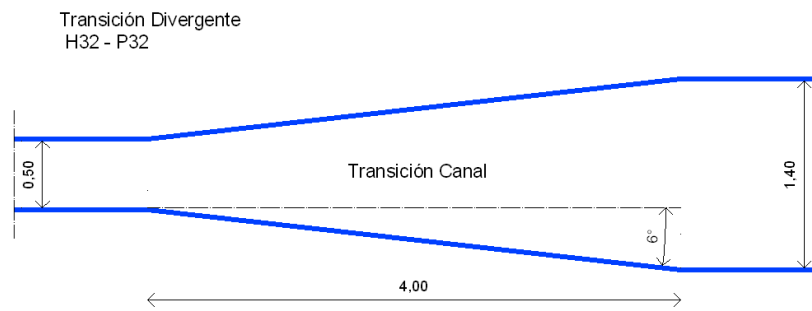


Figura 206. Transición H42 – P42

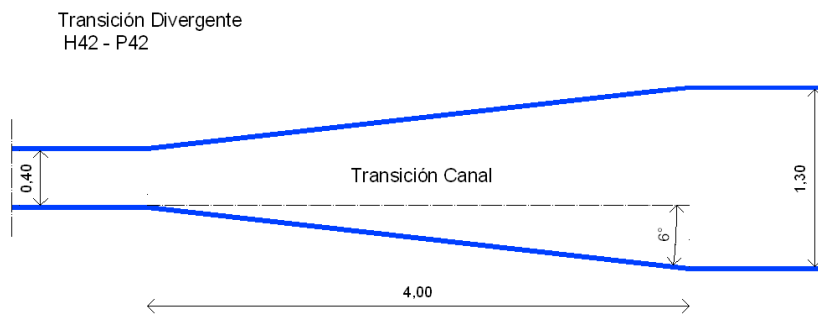


Figura 207. Transición H52 – P52

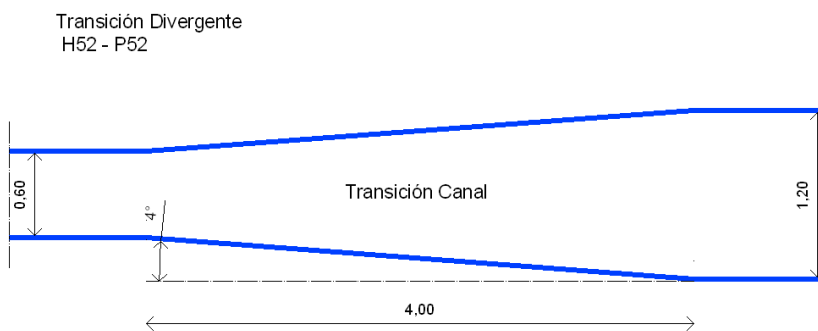


Figura 208. Transición H62 – P62

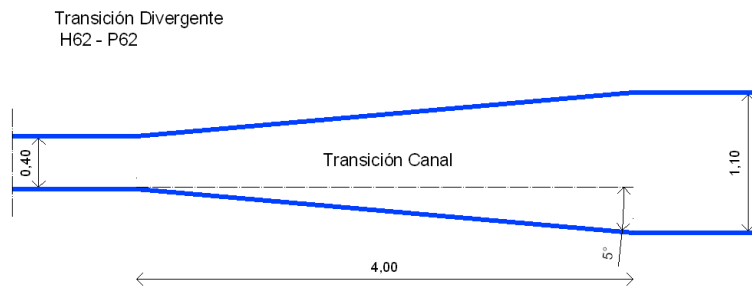


Figura 209. Transición H72 – P72

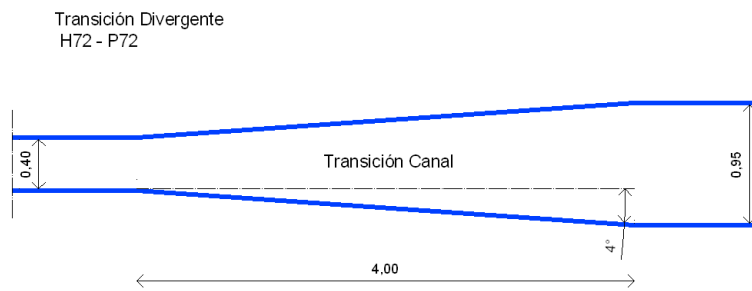


Figura 210. Transición P21 – H22

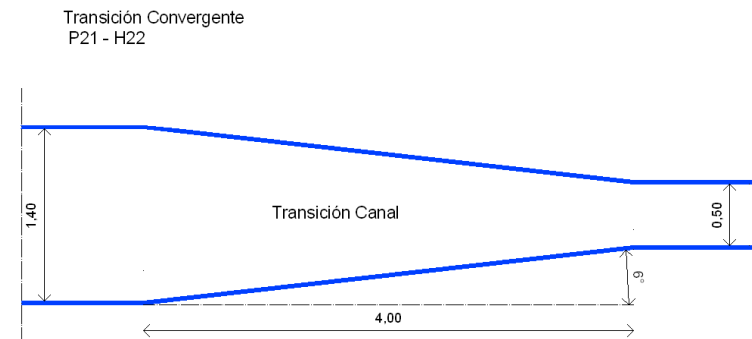


Figura 211. Transición P22 – H32

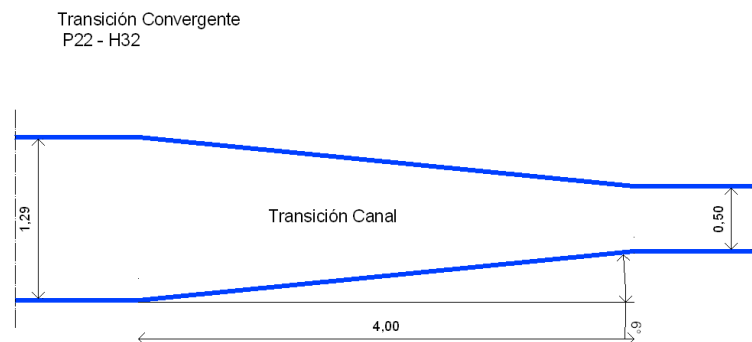


Figura 212. Transición P32 – H42

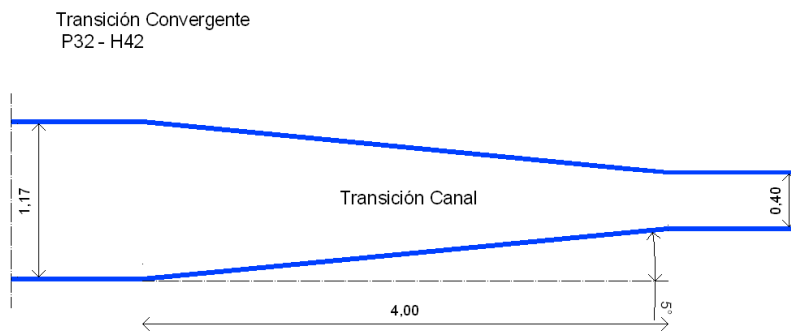


Figura 213. Transición P42 – H52

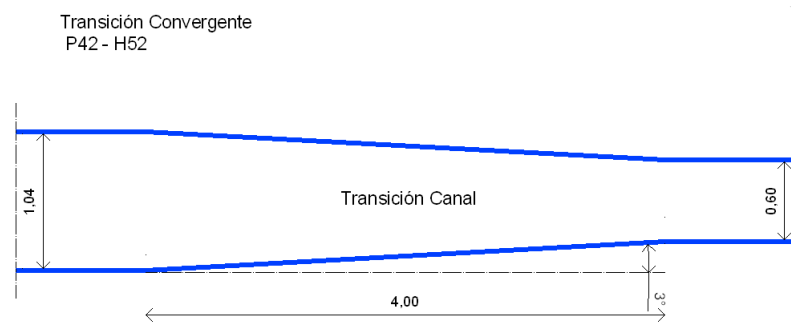


Figura 214. Transición P52 – H62

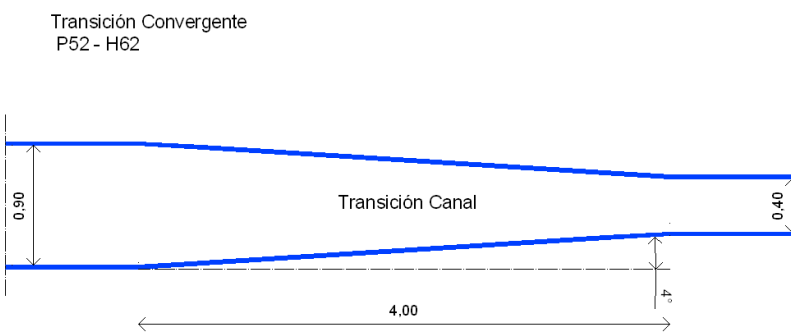


Figura 215. Transición P62 – H72

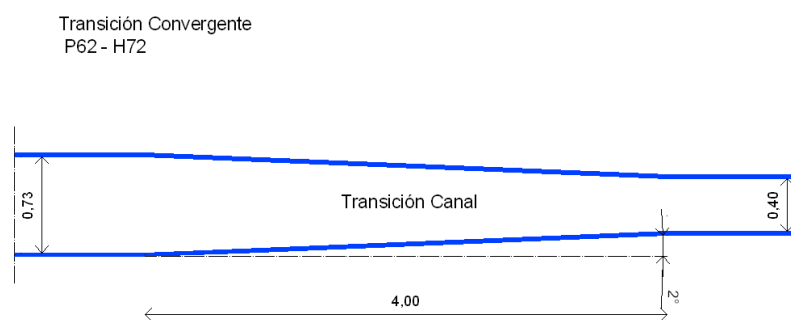
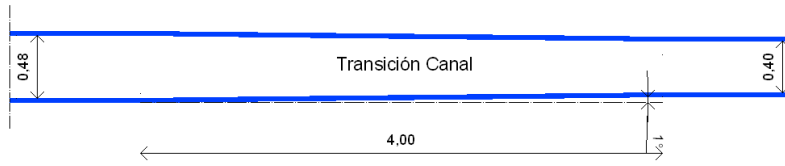


Figura 216. Transición P72 – H82

Transición Convergente
P72 - H82



DISEÑO ESTRUCTURAL

Una vez efectuado el diseño hidráulico de las conducciones, se procede a diseñar las secciones del revestimiento de hormigón armado para la conducción de la red secundaria y las obras de arte definidas.

Generalidades

Para el diseño estructural de las obras se utiliza el Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón CIRSOC 201. Para la determinación de las cargas actuantes sobre la estructura, se aplican el Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño CIRSOC 101 y el Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes CIRSOC 103.

Las estructuras se proyectan elaboradas por hormigones cuya masa por unidad de volumen se encuentre entre 2000kg/m^3 y 280 kg/m^3 , constituidos por una mezcla homogénea de una pasta de material cementicio y agua, con agregados gruesos y finos. En estado fresco tiene cohesión y trabajabilidad y luego, por el fraguado y el endurecimiento de la pasta cementicia, adquiere resistencia. Además de estos componentes básicos, también puede contener aditivos químicos y/o adiciones minerales activas.

La vida útil de las estructuras proyectadas se propone de 50 años, entendiéndose este como el período de tiempo a partir de su construcción, durante el cual debe mantener las condiciones aceptables de seguridad, funcionalidad o aptitud en servicio y aspecto estético.

Para determinar los requisitos por durabilidad, se define el ambiente de las estructuras. En este caso, respecto a las clases generales de exposición que pueden producir corrosión de armaduras, las estructuras analizadas se encuentran dentro del grupo A2; esto es, humedad alta y media o con ciclos de mojado y secado, que originan corrosión por carbonatación. Respecto a la clase específica de exposición que puede producir otro tipo de degradación, se hallan dentro del grupo C1, porque son estructuras que pueden estar expuestas a ataque por congelamiento y deshielo.

Teniendo en cuenta las especificaciones según el ambiente de exposición, se proyecta un hormigón con una relación agua/cemento máxima de 0,45 y un 6% de aire intencionalmente incorporado. La resistencia especificada del hormigón debe ser de 30MPa.

Modelo estructural

Los muros de la canalización se modelan como losas armadas en una dirección, empotradas en la solera y libres en su otro extremo.

La solera se considera como el empotramiento de los muros, dándole la resistencia para cumplir dicha función.

Análisis de cargas

Las estructuras y los elementos estructurales se diseñan para obtener, en cualquier sección, una resistencia igual o mayor que la resistencia requerida, determinada para las cargas mayoradas combinadas en la forma establecida en el Reglamento.

Como algunos tramos del canal se encuentran excavados y otros en desmonte, se consideran las dos situaciones de canal lleno y canal vacío. En cada caso, las combinaciones de cargas empleadas para el diseño seccional son:

Canal vacío:

$$1,4 D$$

$$1,2 D + 1,6 L + 1,6 H$$

$$1,2 D + 0,5 L + H + E$$

Canal lleno:

$$1,4 (D + F)$$

$$1,2 D + H + E$$

Siendo:

D las cargas permanentes; L la sobrecarga debida a equipos móviles; H la carga debido al peso y presión lateral del suelo; F las cargas debido al peso y presión de fluidos.

Para secciones en terraplén, los esfuerzos de diseño provienen de las combinaciones cuando el canal se encuentra lleno. Para secciones excavadas, las hipótesis determinantes son para el canal vacío.

Cargas permanentes

Las acciones permanentes son aquellas cargas en las cuales las variaciones a lo largo del tiempo son raras o de pequeña magnitud y tienen un tiempo de aplicación prolongado. En general, consisten en el peso de todos los materiales de construcción incorporados.

Las cargas permanentes se obtienen multiplicando los volúmenes o superficies considerados en cada caso, por los correspondientes pesos unitarios. Para la determinación del peso propio de la estructura resistente se considera un peso específico de 2500kg/m^3 (CIRSOC, 2005), afectado en cada caso por las dimensiones del elemento en particular.

Peso Propio Estructura - C201		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.19
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	475.00

Tabla 217. Cargas permanentes sección C201

Peso Propio Estructura - C202		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.19
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	475.00

Tabla 218. Cargas permanentes sección C202

Peso Propio Estructura - C203		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.19
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	475.00

Tabla 219. Cargas permanentes sección C203

Peso Propio Estructura - C204		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.19
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	475.00

Tabla 220. Cargas permanentes sección C204

Peso Propio Estructura - C205		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.15
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	375.00

Tabla 221. Cargas permanentes sección C205

Peso Propio Estructura - C206		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.15
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	375.00

Tabla 222. Cargas permanentes sección C206

Peso Propio Estructura - C207		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.12
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	300.00

Tabla 223. Cargas permanentes sección C207

Peso Propio Estructura - C208		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.12
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	300.00

Tabla 224. Cargas permanentes sección C208

Presión de fluidos

Dentro de la carga de presión de fluidos se considera la presión hidrostática del agua actuando sobre los muros de la canalización.

En cada punto, la presión hidrostática es igual a la columna de líquido que se soporta. Para hallar el empuje sobre una superficie plana sumergida en un fluido, se integran las presiones sobre el área (Suárez López, 2005).

$$F = \int \gamma \times z \times dS$$

γ : peso específico del fluido

z : profundidad del área diferencial

S : superficie del elemento sumergido

Entonces, se tiene una resultante de esfuerzos linealmente distribuida a lo largo del muro, con un valor inicial igual a 0 y un valor final igual a $\gamma \times H$. a continuación se muestra para cada sección el valor máximo de presión hidrostática actuante.

Presión Hidrostática - C201		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1000.00
	h [m]	1.90
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	1900.00

Tabla 225. Presión hidrostática sección C201

Presión Hidrostática - C202		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1000.00
	h [m]	1.85
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	1850.00

Tabla 226. Presión hidrostática sección C202

Presión Hidrostática - C203		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1000.00
	h [m]	1.70
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	1700.00

Tabla 227. Presión hidrostática sección C203

Presión Hidrostática - C204		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1000.00
	h [m]	1.60
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	1600.00

Tabla 228. Presión hidrostática sección C204

Presión Hidrostática - C205		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1000.00
	h [m]	1.45
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	1450.00

Tabla 229. Presión hidrostática sección C205

Presión Hidrostática - C206		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1000.00
	h [m]	1.30
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	1300.00

Tabla 230. Presión hidrostática sección C206

Presión Hidrostática - C207		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1000.00
	h [m]	1.10
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	1100.00

Tabla 231. Presión hidrostática sección C207

Presión Hidrostática - C208		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1000.00
	h [m]	1.00
	b [m]	1.00
	q [kg/m]	1000.00

Tabla 232. Presión hidrostática sección C208

Presión lateral de suelo

Se considera dentro de esta carga el empuje activo ejercido por el suelo sobre los muros del canal.

En el empuje activo el muro se aleja de la masa de suelo, que comienza a expandirse lateralmente. Las tensiones horizontales varían gradualmente hasta llegar a la falla del suelo por cortante. Esta condición de esfuerzos se conoce como equilibrio plástico para el empuje activo y resulta estáticamente determinada. Para suelos secos no cohesivos resulta (Fratelli, 1993):

$$\sigma_a = \gamma \times z \times k_a$$

σ_a : tensión debida al empuje activo
 γ : peso específico del suelo
 z : profundidad del punto analizado
 k_a : coeficiente de empuje activo

$$k_a = \text{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$$

φ : ángulo de fricción interna del suelo

Para obtener la magnitud de los empujes del suelo sobre los muros, se aplica la teoría de Rankine, donde se supone que: el suelo es una masa isótropa y homogénea; no existe fricción entre el suelo y el muro; el paramento interno del muro es siempre vertical; la resultante del empuje de tierras está aplicada al tercio de la altura del muro, medida desde su base; la dirección del empuje es paralela a la inclinación de la superficie de la cuña. Entonces el empuje activo resulta (Fratelli, 1993):

$$E_a = \frac{\gamma \times H^2}{2} \times k_a$$

H: altura total del paramento

Se considera un peso específico del suelo de 1650kg/m³ y un ángulo de fricción interna de 29° correspondiente a la arena fina limosa (Fratelli, 1993). Se tienen los siguientes resultados:

Empuje Suelo - C201

Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1650.00
	ϕ [°]	29.00
	ka	0.35
	h [m]	1.90
	Ea [kg]	1033.45

Tabla 233. Empuje suelo sección C201

Empuje Suelo - C202		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1650.00
	ϕ [°]	29.00
	ka	0.35
	h [m]	1.85
	Ea [kg]	979.78

Tabla 234. Empuje suelo sección C202

Empuje Suelo - C203		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1650.00
	ϕ [°]	29.00
	ka	0.35
	h [m]	1.70
	Ea [kg]	827.33

Tabla 235. Empuje suelo sección C203

Empuje Suelo - C204		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1650.00
	ϕ [°]	29.00
	ka	0.35
	h [m]	1.60
	Ea [kg]	732.86

Tabla 236. Empuje suelo sección C204

Empuje Suelo - C205		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1650.00
	ϕ [°]	29.00
	ka	0.35
	h [m]	1.45

	Ea [kg]	601.89
--	----------------	--------

Tabla 237. Empuje suelo sección C205

Empuje Suelo - C206		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1650.00
	ϕ [°]	29.00
	ka	0.35
	h [m]	1.30
	Ea [kg]	483.80

Tabla 238. Empuje suelo sección C206

Empuje Suelo - C207		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1650.00
	ϕ [°]	29.00
	ka	0.35
	h [m]	1.10
	Ea [kg]	346.39

Tabla 239. Empuje suelo sección C207

Empuje Suelo - C208		
Muros Laterales	γ [kg/m ³]	1650.00
	ϕ [°]	29.00
	ka	0.35
	h [m]	1.00
	Ea [kg]	286.28

Tabla 240. Empuje suelo sección C208

Sobrecarga

Las sobrecargas son aquellas originadas por el uso de una estructura y no incluye cargas debidas a la construcción o provocadas por efectos ambientales, tales como nieve, viento, acumulación de agua, sismo, etc. Las sobrecargas son aquellas producidas por materiales, equipos o personal durante el mantenimiento, y por objetos móviles o personas durante la vida útil de la estructura.

Se aplica una sobrecarga dada por el tránsito de una máquina entre banquina y canal de 1000kg/m² (DGI, 2004).

Sobrecarga - C201		
Muros Laterales	q [kg/m]	1000.00

	l [m]	1.00
	ϕ [°]	29.00
	ρ [°]	59.50
	ka	0.35
	h [m]	1.90
	L [m]	1.12
	q' [kg/m]	893.51
	Ea' [kg]	589.09

Tabla 241. Empuje por sobrecarga sección C201

Sobrecarga - C202		
Muros Laterales	q [kg/m]	1000.00
	l [m]	1.00
	ϕ [°]	29.00
	ρ [°]	59.50
	ka	0.35
	h [m]	1.85
	L [m]	1.09
	q' [kg/m]	917.66
	Ea' [kg]	589.09

Tabla 242. Empuje por sobrecarga sección C202

Sobrecarga - C203		
Muros Laterales	q [kg/m]	1000.00
	l [m]	1.00
	ϕ [°]	29.00
	ρ [°]	59.50
	ka	0.35
	h [m]	1.70
	L [m]	1.00
	q' [kg/m]	998.63
	Ea' [kg]	589.09

Tabla 243. Empuje por sobrecarga sección C203

Sobrecarga - C204		
Muros Laterales	q [kg/m]	1000.00
	l [m]	1.00
	ϕ [°]	29.00

	ρ [°]	59.50
	ka	0.35
	h [m]	1.60
	L [m]	1.00
	q' [kg/m]	1000.00
	Ea' [kg]	555.20

Tabla 244. Empuje por sobrecarga sección C204

Sobrecarga - C205		
Muros Laterales	q [kg/m]	1000.00
	l [m]	1.00
	ϕ [°]	29.00
	ρ [°]	59.50
	ka	0.35
	h [m]	1.45
	L [m]	1.00
	q' [kg/m]	1000.00
	Ea' [kg]	503.15

Tabla 245. Empuje por sobrecarga sección C205

Sobrecarga - C206		
Muros Laterales	q [kg/m]	1000.00
	l [m]	1.00
	ϕ [°]	29.00
	ρ [°]	59.50
	ka	0.35
	h [m]	1.30
	L [m]	1.00
	q' [kg/m]	1000.00
	Ea' [kg]	451.10

Tabla 246. Empuje por sobrecarga sección C206

Sobrecarga - C207		
Muros Laterales	q [kg/m]	1000.00
	l [m]	1.00
	ϕ [°]	29.00

	ρ [°]	59.50
	ka	0.35
	h [m]	1.10
	L [m]	1.00
	q' [kg/m]	1000.00
	Ea' [kg]	381.70

Tabla 247. Empuje por sobrecarga sección C207

Sobrecarga - C208		
Muros Laterales	q [kg/m]	1000.00
	l [m]	1.00
	ϕ [°]	29.00
	ρ [°]	59.50
	ka	0.35
	h [m]	1.00
	L [m]	1.00
	q' [kg/m]	1000.00
	Ea' [kg]	347.00

Tabla 248. Empuje por sobrecarga sección C208

Acción sísmica

Para determinar las fuerzas resultantes de diseño para la acción sísmica, se siguió el procedimiento de verificación simplificada (CIRSOC, 2008).

El coeficiente sísmico se determina como:

$$C = C_n \times \gamma_r$$

C_n : coeficiente sísmico normalizado

γ_r : factor de riesgo

El coeficiente sísmico normalizado depende de la zona sísmica, y en este caso vale 0,25. Se adopta un factor de riesgo de 0,80. El coeficiente sísmico resultante es de 0,20.

Se considera el efecto de la acción sísmica actuando sobre los muros y la masa de agua, en el caso de canal lleno; y sobre los muros y la masa de suelo, en el caso de canal vacío.

Para determinar la fuerza resultante debido a la inercia del muro y de la masa de agua, se aplica la siguiente expresión (CIRSOC, 2008):

$$F = C \times W$$

F : fuerza sísmica aplicada en el centro de masa

C : coeficiente sísmico

W : peso de la masa analizada

Para evaluar el empuje activo dinámico del suelo debido a la acción sísmica, se considera la teoría de Mononobe y Okabe. Para ello, los autores han adoptado hipótesis simplificativas, considerando el relleno como material granular no saturado, fundación indeformable, admitiendo que la cuña de suelo es un cuerpo rígido y que los desplazamientos laterales son despreciables.

Con estas limitaciones, formularon una teoría sobre el comportamiento de una cuña que se desliza sobre un plano de falla actuando sobre un muro de contención. La formulación consiste en introducir fuerzas de inercia generadas en la cuña deslizante con una serie de hipótesis a través de coeficientes sísmico horizontal y vertical, representativo del terremoto, que multiplicados por el peso de la cuña dan como resultado dos acciones adicionales a las consideradas por la teoría estática.

El empuje activo dinámico responde a la expresión (Terzariol, 2004):

$$E_{ad} = \frac{1}{2} \gamma \times H^2 \times (1 - k_v) \times k_{ad}$$

γ : peso unitario del suelo de relleno

H : altura del muro

k_v : coeficiente sísmico vertical

k_{ad} : coeficiente de empuje activo dinámico

El coeficiente de empuje activo dinámico se obtiene mediante expresiones que contemplan características geométricas y el parámetro geotécnico del suelo considerado (Terzariol, 2004):

$$k_{ad} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \beta)}{\cos\theta \times \cos^2\beta \times \cos(\delta + \beta + \theta) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \times \text{sen}(\varphi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \times \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

φ : ángulo de fricción interna del suelo

δ : ángulo de fricción entre el muro y el suelo

i : ángulo de inclinación del relleno

β : ángulo de inclinación del paramento

$$\theta = \text{arctg} \left(\frac{k_h}{1 - k_v} \right)$$

k_h : coeficiente sísmico horizontal

k_v : coeficiente sísmico vertical

Se consideran las mismas hipótesis que para el empuje activo estático de: fricción nula entre suelo y paramento, ángulo de inclinación del terreno igual a 0 (horizontal) y muro vertical. Se toma un coeficiente sísmico horizontal de 0,15 y un coeficiente sísmico vertical de la mitad del horizontal (CIRSOC, 2008). Se mantiene el ángulo de fricción interna de 29° (Fratelli, 1993).

A continuación se muestran los esfuerzos sísmicos generados por la inercia del muro y por la masa de agua, para canal lleno en terraplén en cada sección:

Fuerza Sísmica Muro - C201

Fuerza Sísmica Agua - C201

Muros Laterales	γ_h [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.19
	h [m]	1.90
	W [kg]	902.50
	F [kg]	180.50

Muros Laterales	γ_a [kg/m ³]	1000.00
	B [m]	2.70
	h [m]	1.90
	W [kg]	5130.00
	F [kg]	1026.00

Tabla 249. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C201

Fuerza Sísmica Muro - C202		
Muros Laterales	γ_h [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.19
	h [m]	1.85
	W [kg]	878.75
	F [kg]	175.75

Fuerza Sísmica Agua - C202		
Muros Laterales	γ_a [kg/m ³]	1000.00
	B [m]	2.40
	h [m]	1.85
	W [kg]	4440.00
	F [kg]	888.00

Tabla 250. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C202

Fuerza Sísmica Muro - C203		
Muros Laterales	γ_h [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.19
	h [m]	1.70
	W [kg]	807.50
	F [kg]	161.50

Fuerza Sísmica Agua - C203		
Muros Laterales	γ_a [kg/m ³]	1000.00
	B [m]	2.15
	h [m]	1.70
	W [kg]	3655.00
	F [kg]	731.00

Tabla 251. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C203

Fuerza Sísmica Muro - C204		
Muros Laterales	γ_h [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.19
	h [m]	1.60
	W [kg]	760.00
	F [kg]	152.00

Fuerza Sísmica Agua - C204		
Muros Laterales	γ_a [kg/m ³]	1000.00
	B [m]	1.90
	h [m]	1.60
	W [kg]	3040.00
	F [kg]	608.00

Tabla 252. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C204

Fuerza Sísmica Muro - C205		
Muros Laterales	γ_h [kg/m ³]	2500.00
	e [m]	0.15

Fuerza Sísmica Agua - C205		
Muros Laterales	γ_a [kg/m ³]	1000.00
	B [m]	1.90

	h [m]	1.45
	W [kg]	543.75
	F [kg]	108.75

	h [m]	1.45
	W [kg]	2755.00
	F [kg]	551.00

Tabla 253. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C205

Fuerza Sísmica Muro - C206		
Muros Laterales	γh [kg/m³]	2500.00
	e [m]	0.15
	h [m]	1.30
	W [kg]	487.50
	F [kg]	97.50

Fuerza Sísmica Agua - C206		
Muros Laterales	γa [kg/m³]	1000.00
	B [m]	1.55
	h [m]	1.30
	W [kg]	2015.00
	F [kg]	403.00

Tabla 254. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C206

Fuerza Sísmica Muro - C207		
Muros Laterales	γh [kg/m³]	2500.00
	e [m]	0.12
	h [m]	1.10
	W [kg]	330.00
	F [kg]	66.00

Fuerza Sísmica Agua - C207		
Muros Laterales	γa [kg/m³]	1000.00
	B [m]	1.55
	h [m]	1.10
	W [kg]	1705.00
	F [kg]	341.00

Tabla 255. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C207

Fuerza Sísmica Muro - C208		
Muros Laterales	γh [kg/m³]	2500.00
	e [m]	0.12
	h [m]	1.00
	W [kg]	300.00
	F [kg]	60.00

Fuerza Sísmica Agua - C208		
Muros Laterales	γa [kg/m³]	1000.00
	B [m]	1.00
	h [m]	1.00
	W [kg]	1000.00
	F [kg]	200.00

Tabla 256. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C208

El aumento del empuje activo de suelos debido a la acción dinámica se muestra a continuación para las distintas secciones. Este empuje dinámico más la inercia del muro se tiene en cuenta para la condición de canal vacío en sección excavada.

Fuerza Sísmica Suelo - C201		
Muros Laterales	γs [kg/m³]	1650.00
	h [m]	1.90

	kh	0.15
	kv	0.08
	θ [°]	9.21
	ϕ [°]	29.00
	kad	0.46
	Ead [kg]	1263.11
	Ea [kg]	1033.45
	Δ Ead [kg]	229.66

Tabla 257. Empuje activo dinámico en C201

Fuerza Sísmica Suelo - C202		
Muros Laterales	γ_s [kg/m ³]	1650.00
	h [m]	1.85
	kh	0.15
	kv	0.08
	θ [°]	9.21
	ϕ [°]	29.00
	kad	0.46
	Ead [kg]	1197.51
	Ea [kg]	979.78
	Δ Ead [kg]	217.73

Tabla 258. Empuje activo dinámico en C202

Fuerza Sísmica Suelo - C203		
Muros Laterales	γ_s [kg/m ³]	1650.00
	h [m]	1.70
	kh	0.15
	kv	0.08
	θ [°]	9.21
	ϕ [°]	29.00
	kad	0.46
	Ead [kg]	1011.19
	Ea [kg]	827.33
	Δ Ead [kg]	183.86

Tabla 259. Empuje activo dinámico en C203

Fuerza Sísmica Suelo - C204		
Muros Laterales	γ_s [kg/m ³]	1650.00

	h [m]	1.60
	kh	0.15
	kv	0.08
	θ [°]	9.21
	φ [°]	29.00
	kad	0.46
	Ead [kg]	895.73
	Ea [kg]	732.86
	ΔEad [kg]	162.86

Tabla 260. Empuje activo dinámico en C204

Fuerza Sísmica Suelo - C205		
Muros Laterales	γs [kg/m3]	1650.00
	h [m]	1.45
	kh	0.15
	kv	0.08
	θ [°]	9.21
	φ [°]	29.00
	kad	0.46
	Ead [kg]	735.65
	Ea [kg]	601.89
	ΔEad [kg]	133.76

Tabla 261. Empuje activo dinámico en C205

Fuerza Sísmica Suelo - C206		
Muros Laterales	γs [kg/m3]	1650.00
	h [m]	1.30
	kh	0.15
	kv	0.08
	θ [°]	9.21
	φ [°]	29.00
	kad	0.46
	Ead [kg]	591.32
	Ea [kg]	483.80
	ΔEad [kg]	107.51

Tabla 262. Empuje activo dinámico en C206

Fuerza Sísmica Suelo - C207		
Muros Laterales	γs [kg/m3]	1650.00

	h [m]	1.10
	kh	0.15
	kv	0.08
	θ [°]	9.21
	φ [°]	29.00
	kad	0.46
	Ead [kg]	423.37
	Ea [kg]	346.39
	ΔEad [kg]	76.98

Tabla 263. Empuje activo dinámico en C207

Fuerza Sísmica Suelo - C208		
Muros Laterales	γs [kg/m3]	1650.00
	h [m]	1.00
	kh	0.15
	kv	0.08
	θ [°]	9.21
	φ [°]	29.00
	kad	0.46
	Ead [kg]	349.89
	Ea [kg]	286.28
	ΔEad [kg]	63.62

Tabla 264. Empuje activo dinámico en C208

Estados y combinaciones de cargas

Por último, se describe para cada sección las distintas hipótesis, combinaciones y estados de carga.

Cargas Canal Vacío - Tramo C201							
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2	C3
D	Distribuida Uniforme	Vertical	475.00	475.00	1.4	1.2	1.2
L	Distribuida Uniforme	Horizontal	310.05	310.05	0	1.6	0.5
H	Distribuida Variable	Horizontal	1087.85	0.00	0	1.6	1
E	Distribuida Variable	Horizontal	95.00	336.75	0	0	1

Tabla 265. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C201

Cargas Canal Vacío - Tramo C202
--

Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2	C3
D	Distribuida Uniforme	Vertical	475.00	475.00	1.4	1.2	1.2
L	Distribuida Uniforme	Horizontal	318.43	318.43	0	1.6	0.5
H	Distribuida Variable	Horizontal	1059.22	0.00	0	1.6	1
E	Distribuida Variable	Horizontal	95.00	330.39	0	0	1

Tabla 266. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C202

Cargas Canal Vacío - Tramo C203							
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2	C3
D	Distribuida Uniforme	Vertical	475.00	475.00	1.4	1.2	1.2
L	Distribuida Uniforme	Horizontal	346.52	346.52	0	1.6	0.5
H	Distribuida Variable	Horizontal	973.34	0.00	0	1.6	1
E	Distribuida Variable	Horizontal	95.00	311.30	0	0	1

Tabla 267. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C203

Cargas Canal Vacío - Tramo C204							
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2	C3
D	Distribuida Uniforme	Vertical	475.00	475.00	1.4	1.2	1.2
L	Distribuida Uniforme	Horizontal	347.00	347.00	0	1.6	0.5
H	Distribuida Variable	Horizontal	916.08	0.00	0	1.6	1
E	Distribuida Variable	Horizontal	95.00	298.58	0	0	1

Tabla 268. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C204

Cargas Canal Vacío - Tramo C205							
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2	C3
D	Distribuida Uniforme	Vertical	375.00	375.00	1.4	1.2	1.2
L	Distribuida Uniforme	Horizontal	347.00	347.00	0	1.6	0.5
H	Distribuida Variable	Horizontal	830.20	0.00	0	1.6	1
E	Distribuida Variable	Horizontal	75.00	259.49	0	0	1

Tabla 269. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C205

Cargas Canal Vacío - Tramo C206							
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2	C3
D	Distribuida Uniforme	Vertical	375.00	375.00	1.4	1.2	1.2
L	Distribuida Uniforme	Horizontal	347.00	347.00	0	1.6	0.5
H	Distribuida Variable	Horizontal	744.32	0.00	0	1.6	1
E	Distribuida Variable	Horizontal	75.00	240.41	0	0	1

Tabla 270. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C206

Cargas Canal Vacío - Tramo C207							
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2	C3
D	Distribuida Uniforme	Vertical	300.00	300.00	1.4	1.2	1.2
L	Distribuida Uniforme	Horizontal	347.00	347.00	0	1.6	0.5
H	Distribuida Variable	Horizontal	629.81	0.00	0	1.6	1
E	Distribuida Variable	Horizontal	60.00	199.96	0	0	1

Tabla 271. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C207

Cargas Canal Vacío - Tramo C208							
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2	C3
D	Distribuida Uniforme	Vertical	300.00	300.00	1.4	1.2	1.2
L	Distribuida Uniforme	Horizontal	347.00	347.00	0	1.6	0.5
H	Distribuida Variable	Horizontal	572.55	0.00	0	1.6	1
E	Distribuida Variable	Horizontal	60.00	187.24	0	0	1

Tabla 272. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C208

Cargas Canal Lleno - Tramo C201						
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2
D	Distribuida Uniforme	Vertical	475.00	475.00	1.4	1.2
F	Distribuida Variable	Horizontal	1900.00	0.00	1.4	1
E	Distribuida Uniforme	Horizontal	635.00	635.00	0	1

Tabla 273. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C201

Cargas Canal Lleno - Tramo C202						
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2
D	Distribuida Uniforme	Vertical	475.00	475.00	1.4	1.2
F	Distribuida Variable	Horizontal	1850.00	0.00	1.4	1
E	Distribuida Uniforme	Horizontal	575.00	575.00	0	1

Tabla 274. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C202

Cargas Canal Lleno - Tramo C203						
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2
D	Distribuida Uniforme	Vertical	475.00	475.00	1.4	1.2
F	Distribuida Variable	Horizontal	1700.00	0.00	1.4	1
E	Distribuida Uniforme	Horizontal	525.00	525.00	0	1

Tabla 275. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C203

Cargas Canal Lleno - Tramo C204						
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2
D	Distribuida Uniforme	Vertical	475.00	475.00	1.4	1.2
F	Distribuida Variable	Horizontal	1600.00	0.00	1.4	1
E	Distribuida Uniforme	Horizontal	475.00	475.00	0	1

Tabla 276. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C204

Cargas Canal Lleno - Tramo C205						
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2
D	Distribuida Uniforme	Vertical	375.00	375.00	1.4	1.2
F	Distribuida Variable	Horizontal	1450.00	0.00	1.4	1
E	Distribuida Uniforme	Horizontal	455.00	455.00	0	1

Tabla 277. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C205

Cargas Canal Lleno - Tramo C206						
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2
D	Distribuida Uniforme	Vertical	375.00	375.00	1.4	1.2
F	Distribuida Variable	Horizontal	1300.00	0.00	1.4	1
E	Distribuida Uniforme	Horizontal	385.00	385.00	0	1

Tabla 278. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C206

Cargas Canal Lleno - Tramo C207						
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2
D	Distribuida Uniforme	Vertical	300.00	300.00	1.4	1.2
F	Distribuida Variable	Horizontal	1100.00	0.00	1.4	1
E	Distribuida Uniforme	Horizontal	370.00	370.00	0	1

Tabla 279. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C207

Cargas Canal Lleno - Tramo C208						
Estado	Tipo de Carga	Dirección	Valor Inicial [kg/m]	Valor Final [kg/m]	C1	C2
D	Distribuida Uniforme	Vertical	300.00	300.00	1.4	1.2
F	Distribuida Variable	Horizontal	1000.00	0.00	1.4	1
E	Distribuida Uniforme	Horizontal	260.00	260.00	0	1

Tabla 280. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C208

Análisis estructural

Para la resolución estática del modelo estructural se utiliza como herramienta el programa computacional RAM Elements.

El software utiliza un modelo de elementos finitos con discretización automática de miembro y placas físicas. Utiliza un solucionador dentro del núcleo de matriz dispersa y detecta los grados de libertad activos según la geometría del modelo.

Se presentan los esfuerzos máximos obtenidos en las losas que representan los muros del canal, para las distintas combinaciones de cargas. Primero para la situación de canal vacío y a continuación para secciones llenas.

Luego se muestran las reacciones de vínculo respectivas, que son los esfuerzos de diseño para la solera del canal.

Esfuerzos Máximos Canal Vacío - C1				
Elemento		Normal [kg]	Corte [kg]	Momento [kgm]
C201	Max	0.00	0.00	0.00
	Min	-1263.50	0.00	0.00
C202	Max	0.00	0.00	0.00
	Min	-1230.25	0.00	0.00
C203	Max	0.00	0.00	0.00
	Min	-1130.50	0.00	0.00
C204	Max	0.00	0.00	0.00
	Min	-1064.00	0.00	0.00
C205	Max	0.00	0.00	0.00
	Min	-761.25	0.00	0.00
C206	Max	0.00	0.00	0.00
	Min	-682.50	0.00	0.00
C207	Max	0.00	0.00	0.00
	Min	-462.00	0.00	0.00
C208	Max	0.00	0.00	0.00
	Min	-420.00	0.00	0.00

Tabla 281. Esfuerzos máximos en muros para canal vacío combinación C1

Esfuerzos Máximos Canal Vacío - C2				
Elemento		Normal [kg]	Corte [kg]	Momento [kgm]
C201	Max	0.00	2596.08	0.00
	Min	-1083.00	0.00	-1942.66
C202	Max	0.00	2510.20	0.00
	Min	-1054.50	0.00	-1838.58
C203	Max	0.00	2266.28	0.00
	Min	-969.00	0.00	-1551.27
C204	Max	0.00	2060.90	0.00
	Min	-912.00	0.00	-1336.03
C205	Max	0.00	1768.07	0.00
	Min	-652.50	0.00	-1049.12
C206	Max	0.00	1495.85	0.00
	Min	-585.00	0.00	-804.58
C207	Max	0.00	1164.95	0.00
	Min	-396.00	0.00	-539.11
C208	Max	0.00	1013.24	0.00
	Min	-360.00	0.00	-430.28

Tabla 282. Esfuerzos máximos en muros para canal vacío combinación C2

Esfuerzos Máximos Canal Vacío - C3				
Elemento		Normal [kg]	Corte [kg]	Momento [kgm]
C201	Max	0.00	1738.17	0.00
	Min	-1083.00	0.00	-1396.72
C202	Max	0.00	1667.81	0.00
	Min	-1054.50	0.00	-1307.76
C203	Max	0.00	1467.24	0.00
	Min	-969.00	0.00	-1064.83
C204	Max	0.00	1325.33	0.00
	Min	-912.00	0.00	-908.26
C205	Max	0.00	1095.98	0.00
	Min	-652.50	0.00	-681.45
C206	Max	0.00	914.37	0.00
	Min	-585.00	0.00	-512.81
C207	Max	0.00	680.22	0.00
	Min	-396.00	0.00	-324.73
C208	Max	0.00	583.40	0.00
	Min	-360.00	0.00	-254.59

Tabla 283. Esfuerzos máximos en muros para canal vacío combinación C3

Reacciones Canal Vacío - C1			
Vínculo	Rx [kg]	Ry [kg]	Rm [kgm]
C201	0.00	1263.50	0.00
C202	0.00	1230.25	0.00
C203	0.00	1130.50	0.00
C204	0.00	1064.00	0.00
C205	0.00	761.25	0.00
C206	0.00	682.50	0.00
C207	0.00	462.00	0.00
C208	0.00	420.00	0.00

Tabla 284. Reacciones en solera para canal vacío combinación C1

Reacciones Canal Vacío - C2			
Vínculo	Rx [kg]	Ry [kg]	Rm [kgm]
C201	-2596.08	1083.00	1942.66
C202	-2510.20	1054.50	1838.58
C203	-2266.28	969.00	1551.28
C204	-2060.90	912.00	1336.03
C205	-1768.07	652.50	1049.12
C206	-1495.85	585.00	804.58
C207	-1164.95	396.00	539.11
C208	-1013.24	360.00	430.28

Tabla 285. Reacciones en solera para canal vacío combinación C2

Reacciones Canal Vacío - C3			
Vínculo	Rx [kg]	Ry [kg]	Rm [kgm]
C201	-1738.17	1083.00	1396.72
C202	-1667.81	1054.50	1307.76
C203	-1467.24	969.00	1064.83
C204	-1325.33	912.00	908.26
C205	-1095.98	652.50	681.45
C206	-914.37	585.00	512.81
C207	-680.22	396.00	324.73
C208	-583.40	360.00	254.59

Tabla 286. Reacciones en solera para canal vacío combinación C3

Esfuerzos Máximos Canal Lleno - C1				
Elemento		Normal [kg]	Corte [kg]	Momento [kgm]
C201	Max	0.00	0.00	1600.43
	Min	-1263.50	-2527.00	0.00
C202	Max	0.00	0.00	1477.38
	Min	-1230.25	-2395.75	0.00
C203	Max	0.00	0.00	1146.37
	Min	-1130.50	-2023.00	0.00
C204	Max	0.00	0.00	955.73
	Min	-1064.00	-1792.00	0.00
C205	Max	0.00	0.00	711.35
	Min	-761.25	-1471.75	0.00
C206	Max	0.00	0.00	512.63
	Min	-682.50	-1183.00	0.00
C207	Max	0.00	0.00	310.57
	Min	-462.00	-847.00	0.00
C208	Max	0.00	0.00	233.33
	Min	-420.00	-700.00	0.00

Tabla 287. Esfuerzos máximos en muros para canal lleno combinación C1

Reacciones Canal Lleno - C1			
Vínculo	Rx [kg]	Ry [kg]	Rm [kgm]
C201	2527.00	1263.50	-1600.43
C202	2395.75	1230.25	-1477.38
C203	2023.00	1130.50	-1146.37
C204	1792.00	1064.00	-955.73
C205	1471.75	761.25	-711.35
C206	1183.00	682.50	-512.63
C207	847.00	462.00	-310.57
C208	700.00	420.00	-233.33

Tabla 288. Reacciones en solera para canal lleno combinación C1

Esfuerzos Máximos - C2				
Elemento		Normal [kg]	Corte [kg]	Momento [kgm]
C201	Max	0.00	0.00	2289.34
	Min	-1083.00	-3011.50	0.00
C202	Max	0.00	0.00	2039.24
	Min	-1054.50	-2775.00	0.00
C203	Max	0.00	0.00	1577.46
	Min	-969.00	-2337.50	0.00
C204	Max	0.00	0.00	1290.67
	Min	-912.00	-2040.00	0.00
C205	Max	0.00	0.00	986.42
	Min	-652.50	-1711.00	0.00
C206	Max	0.00	0.00	691.49
	Min	-585.00	-1345.50	0.00
C207	Max	0.00	0.00	445.68
	Min	-396.00	-1012.00	0.00
C208	Max	0.00	0.00	296.67
	Min	-360.00	-760.00	0.00

Tabla 289. Esfuerzos máximos en muros para canal lleno combinación C2

Reacciones - C2			
Vínculo	Rx [kg]	Ry [kg]	Rm [kgm]
C201	3011.50	1083.00	-2289.34
C202	2775.00	1054.50	-2039.24
C203	2337.50	969.00	-1577.46
C204	2040.00	912.00	-1290.67
C205	1711.00	652.50	-986.42
C206	1345.50	585.00	-691.49
C207	1012.00	396.00	-445.68
C208	760.00	360.00	-296.67

Tabla 290. Reacciones en solera para canal lleno combinación C2

Diseño flexo – axial

La característica más importante de cualquier elemento estructural es su resistencia real, la cual debe ser lo suficientemente elevada para resistir, con algún margen de reserva, todas las cargas previsibles que puedan actuar sobre aquél durante la vida de la estructura, sin que se presente falla o cualquier otro inconveniente. Es lógico, por tanto, dimensionar los elementos, es decir, seleccionar las dimensiones de la sección de hormigón y la cantidad de armadura, de manera que sus resistencias sean adecuadas para soportar las fuerzas resultantes de ciertos estados hipotéticos de sobrecarga, utilizando cargas considerablemente mayores que las cargas que se espera que actúen en la realidad durante el servicio. Esta metodología de diseño se conoce como diseño por resistencia (CIRSOC, 2005).

Para estructuras de hormigón armado sujetas a cargas cercanas a las de falla, uno o los dos materiales, el hormigón y el acero, estarán inevitablemente en su rango inelástico no lineal. Es decir, el hormigón en un elemento estructural alcanza su resistencia máxima y su falla subsecuente para un nivel de tensiones y deformaciones muy por encima del rango elástico inicial en los cuales las tensiones y las deformaciones son aproximadamente proporcionales. De manera similar, el acero en un elemento cercano o en la falla estará esforzado más allá del dominio elástico por encima de la zona de fluencia. Consecuentemente, la resistencia nominal de un elemento se calcula en base al comportamiento inelástico de los materiales que lo conforman.

Se aplica el método de diseño por resistencia última, que exige que la resistencia de diseño de un elemento en cualquier sección sea igual o superior a la resistencia requerida calculada según las combinaciones de carga mayoradas. La resistencia de diseño proporcionada por un elemento estructural, sus uniones con otros elementos, así como por sus secciones transversales, en términos de flexión y carga axial, se calcula como la resistencia nominal multiplicada por factores de reducción de resistencia.

La resistencia nominal es la resistencia de un elemento o sección transversal, determinada utilizando suposiciones y ecuaciones de resistencia explicitadas en el reglamento de base.

El factor de reducción de resistencia es un factor menor a uno que considera: la probabilidad de que un elemento esté por debajo de la resistencia debido a variaciones en la resistencia de los materiales y en las dimensiones; inexactitudes en las ecuaciones de diseño; el grado de ductilidad y la confiabilidad requerida para el elemento bajo los efectos de la carga; y la importancia del elemento en la estructura.

Para el diseño a flexión y esfuerzo axial, se utiliza un factor de reducción de resistencia igual a 0,90 para secciones controladas por tracción; y un factor igual a 0,65 para secciones controladas por compresión.

Las hipótesis consideradas en diseño de los elementos solicitados a flexión y cargas axiales se especifican a continuación: las deformaciones específicas en la armadura y en el hormigón se suponen directamente proporcionales a la distancia al eje neutro; para la determinación de la resistencia nominal de una sección, se considera como máxima deformación en la fibra extrema del hormigón sometida a compresión un valor igual a 0,003; la tensión en el acero se calcula en forma directamente proporcional al módulo de elasticidad del acero y a la deformación de la armadura, siempre que dicha tensión resulte menor que la tensión de fluencia especificada; para deformaciones del acero mayores que la correspondiente a la fluencia, la tensión se debe considerar independiente de la deformación, e igual a la tensión de fluencia; la resistencia a tracción del hormigón no se considera en el dimensionamiento; la relación entre la tensión de compresión en el hormigón y la deformación específica del hormigón, se supone con una distribución rectangular equivalente; la tensión en el hormigón se adopta igual a 0,85 de la resistencia especificada y se supone uniformemente distribuida en una zona de compresión.

El diseño de las secciones transversales solicitadas a cargas axiales y a flexión se basa en la compatibilidad de tensiones y deformaciones, utilizando las hipótesis establecidas.

Las losas estructurales se arman en una dirección. En la dirección perpendicular a la dirección principal, se coloca una armadura mínima para resistir los esfuerzos debidos a la contracción y a la temperatura, con una cuantía geométrica de 0,0018.

A continuación se muestran los resultados del diseño para los muros y solera de las distintas secciones del canal de proyecto. Se considera momento positivo el que tracciona la cara interna del muro o solera; el momento es negativo si tracciona la cara externa. Se adopta un espesor de las losas siempre mayor a 1/10 de la luz de cálculo.

Diseño a Flexión y Esfuerzo Axial						
Sección			Esfuerzos Canal Lleno		Esfuerzos Canal Vacío	
Elemento	Designación	Espesor [m]	Momento [kgm]	Normal [kg]	Momento [kgm]	Normal [kg]
Muros	MC201	0.19	2289.34	-1083.00	-1942.66	-1083.00
	MC202	0.19	2039.24	-1054.50	-1838.58	-1054.50
	MC203	0.19	1577.46	-969.00	-1551.27	-969.00
	MC204	0.19	1290.67	-912.00	-1336.03	-912.00
	MC205	0.15	986.42	-652.50	-1049.12	-652.50
	MC206	0.15	691.49	-585.00	-804.58	-585.00
	MC207	0.12	445.68	-396.00	-539.11	-396.00
	MC208	0.12	296.67	-360.00	-430.28	-360.00
Soleras	SC201	0.19	-2289.34	3011.50	1942.66	-2596.08
	SC202	0.19	-2039.24	2775.00	1838.58	-2510.20
	SC203	0.19	-1577.46	2337.50	1551.28	-2266.28
	SC204	0.19	-1290.67	2040.00	1336.03	-2060.90
	SC205	0.15	-986.42	1711.00	1049.12	-1768.07
	SC206	0.15	-691.49	1345.50	804.58	-1495.85
	SC207	0.12	-445.68	1012.00	539.11	-1164.95
	SC208	0.12	-296.67	760.00	430.28	-1013.24

Tabla 291. Esfuerzos de diseño flexo – axiales para secciones de canal

Diseño a Flexión y Esfuerzo Axial							
Sección		Áreas de Acero			Armaduras		
Elemento	Designación	Asi [cm ²]	Ase [cm ²]	Ash [cm ²]	Armadura Interior	Armadura Exterior	Armadura Horizontal
Muros	MC201	3.33	2.70	3.42	φ 8 c/15cm	φ 8 c/18.5cm	φ 8 c/14.5cm
	MC202	2.91	2.55	3.42	φ 8 c/17cm	φ 8 c/19.5cm	φ 8 c/14.5cm
	MC203	2.16	2.16	3.42	φ 8 c/23cm	φ 8 c/23cm	φ 8 c/14.5cm
	MC204	1.81	1.81	3.42	φ 8 c/27.5cm	φ 8 c/27.5cm	φ 8 c/14.5cm
	MC205	1.73	1.87	2.70	φ 6 c/16cm	φ 6 c/15cm	φ 6 c/10.5cm
	MC206	1.18	1.45	2.70	φ 6 c/23cm	φ 6 c/19cm	φ 6 c/10.5cm
	MC207	0.96	1.27	2.16	φ 6 c/29cm	φ 6 c/22cm	φ 6 c/13cm
	MC208	0.62	1.04	2.16	φ 6 c/30cm	φ 6 c/23cm	φ 6 c/13cm

Tabla 292. Armadura longitudinal y transversal en muros de canal

Diseño a Flexión y Esfuerzo Axial							
Sección		Áreas de Acero			Armaduras		
Elemento	Designación	Asi [cm ²]	Ase [cm ²]	Ash [cm ²]	Armadura Interior	Armadura Exterior	Armadura Horizontal
Soleras	SC201	4.01	2.51	3.42	φ 8 c/12.5cm	φ 8 c/20cm	φ 8 c/14.5cm
	SC202	3.54	2.35	3.42	φ 8 c/14cm	φ 8 c/21cm	φ 8 c/14.5cm
	SC203	2.72	1.95	3.42	φ 8 c/18cm	φ 8 c/25.5cm	φ 8 c/14.5cm
	SC204	2.22	1.65	3.42	φ 8 c/22.5cm	φ 8 c/30cm	φ 8 c/14.5cm
	SC205	2.13	1.70	2.70	φ 6 c/13cm	φ 6 c/16.5cm	φ 6 c/10.5cm
	SC206	1.48	1.27	2.70	φ 6 c/19cm	φ 6 c/22cm	φ 6 c/10.5cm
	SC207	1.17	1.08	2.16	φ 6 c/24cm	φ 6 c/26cm	φ 6 c/13cm
	SC208	0.77	0.87	2.16	φ 6 c/30cm	φ 6 c/23cm	φ 6 c/13cm

Tabla 293. Armadura longitudinal y transversal en soleras de canal

Se presentan los diagramas de interacción de cada sección, donde se muestra la relación entre la resistencia de los elementos con el diseño adoptado y la combinación más desfavorable de esfuerzo axial y flexión. La curva representa la resistencia de la sección, el punto indica el estado de carga.

Figura 217. Diagrama de interacción en muro de sección C201

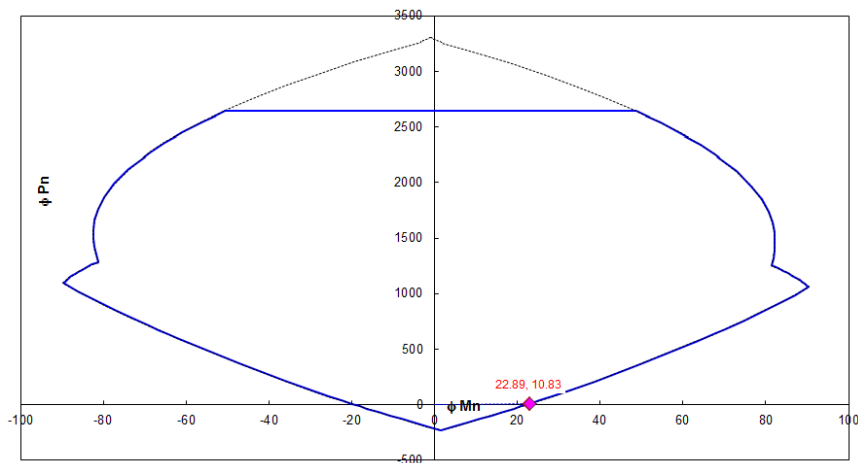


Figura 218. Diagrama de interacción en solera de sección C201

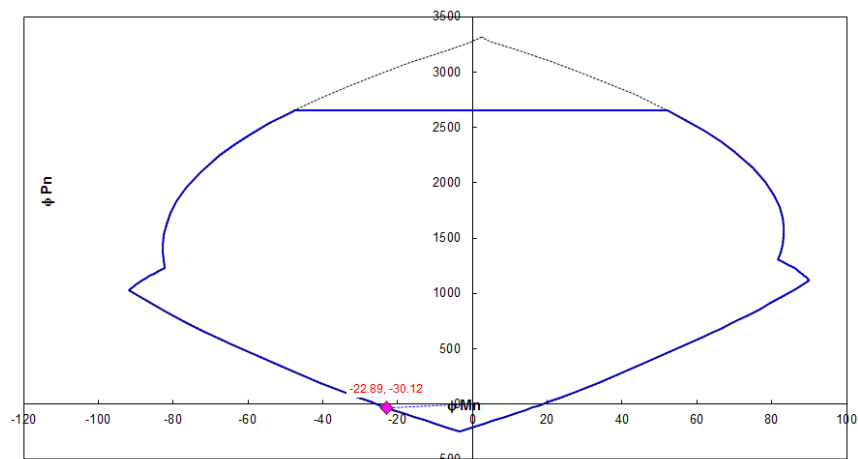


Figura 219. Diagrama de interacción en muro de sección C202

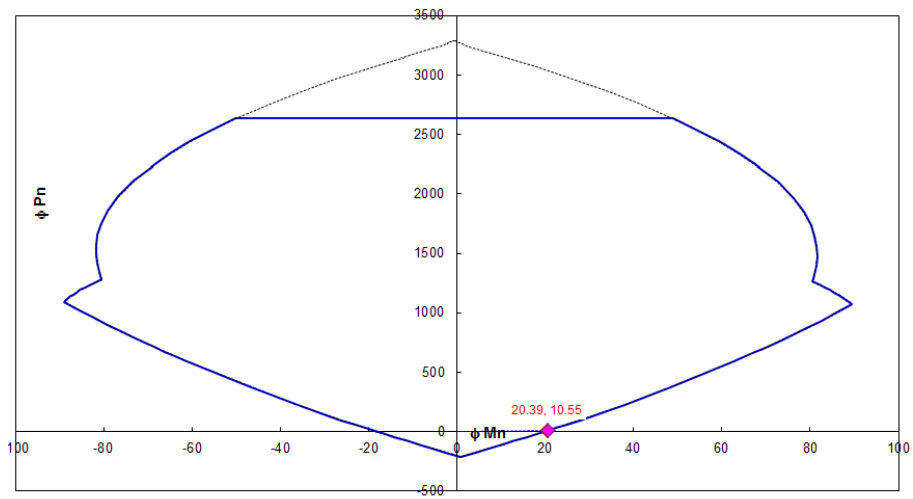


Figura 220. Diagrama de interacción en solera de sección C202

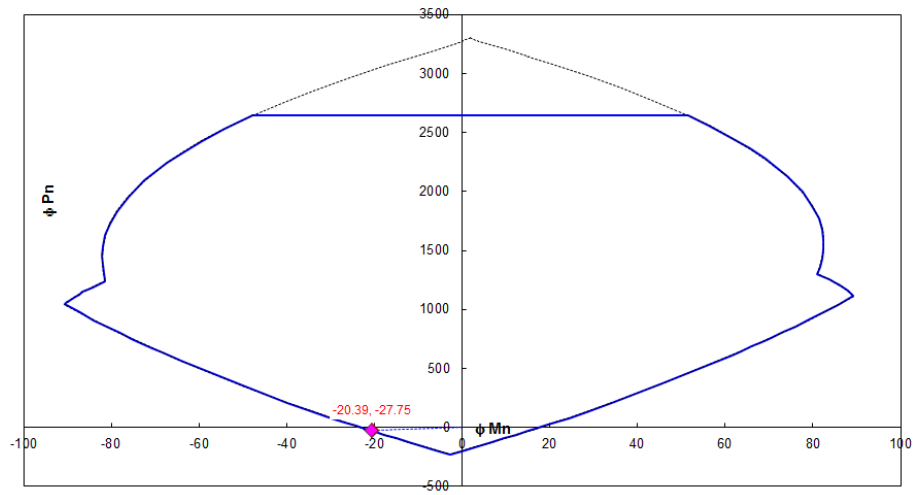


Figura 221. Diagrama de interacción en muro de sección C203

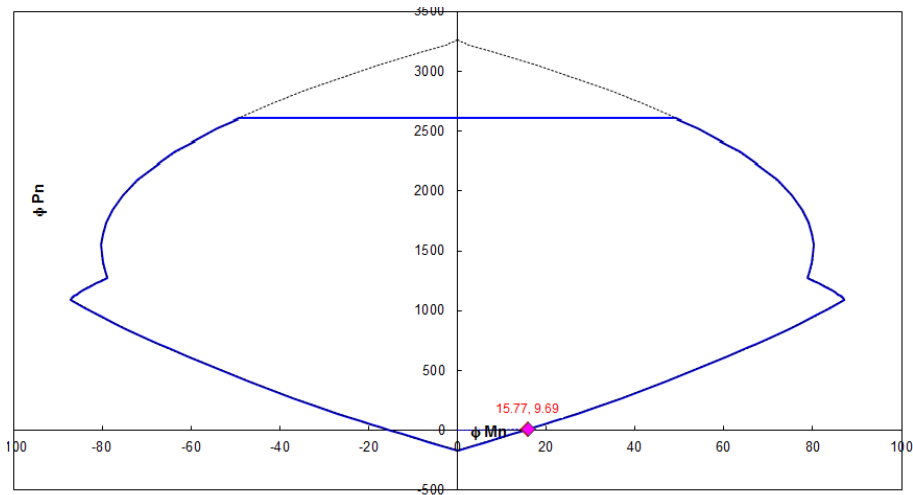


Figura 222. Diagrama de interacción en solera de sección C203

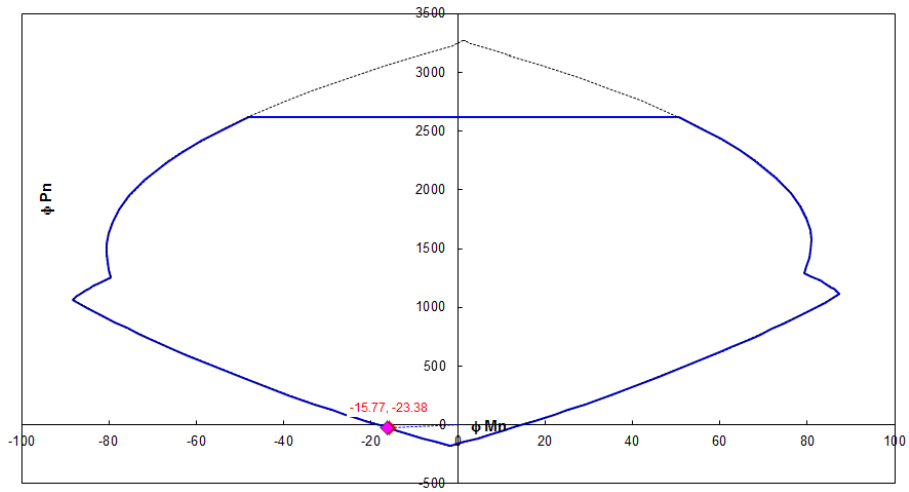


Figura 223. Diagrama de interacción en muro de sección C204

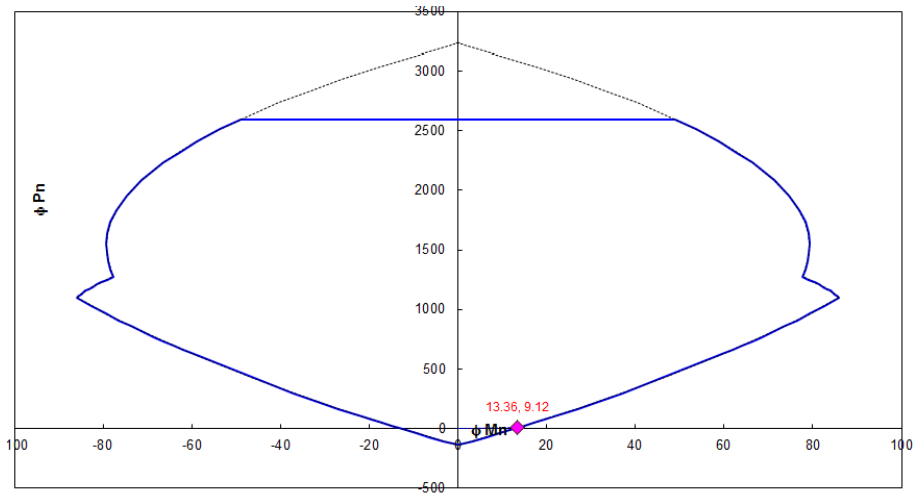


Figura 224. Diagrama de interacción en solera de sección C204

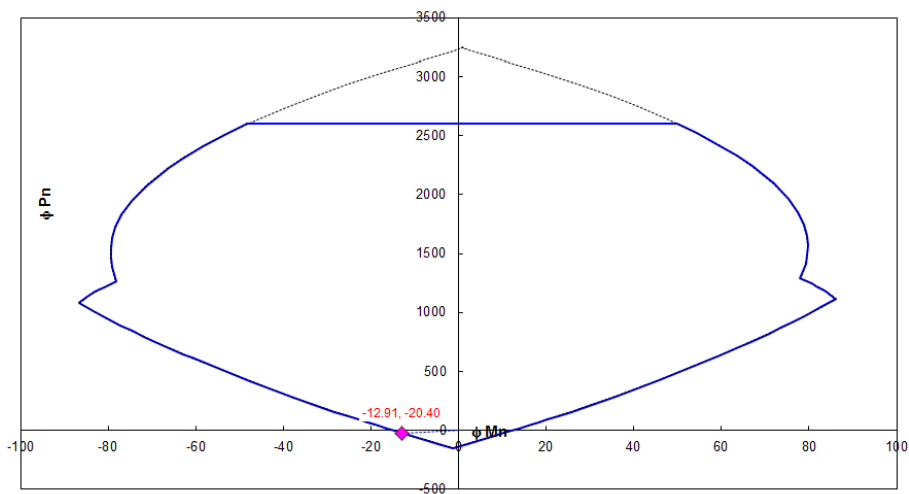


Figura 225. Diagrama de interacción en muro de sección C205

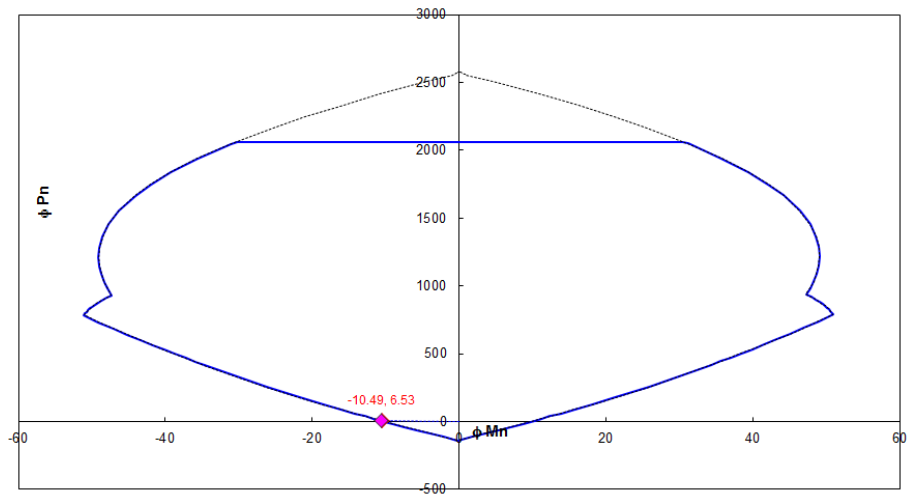


Figura 226. Diagrama de interacción en solera de sección C205

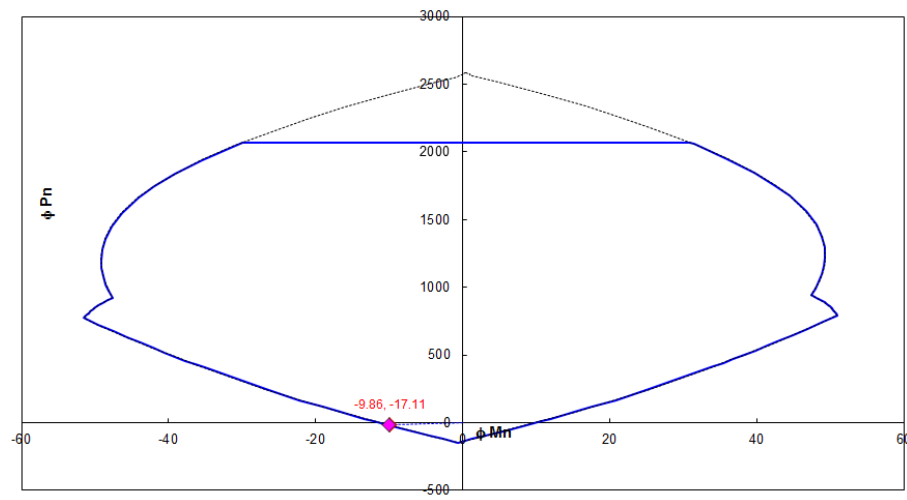


Figura 227. Diagrama de interacción en muro de sección C206

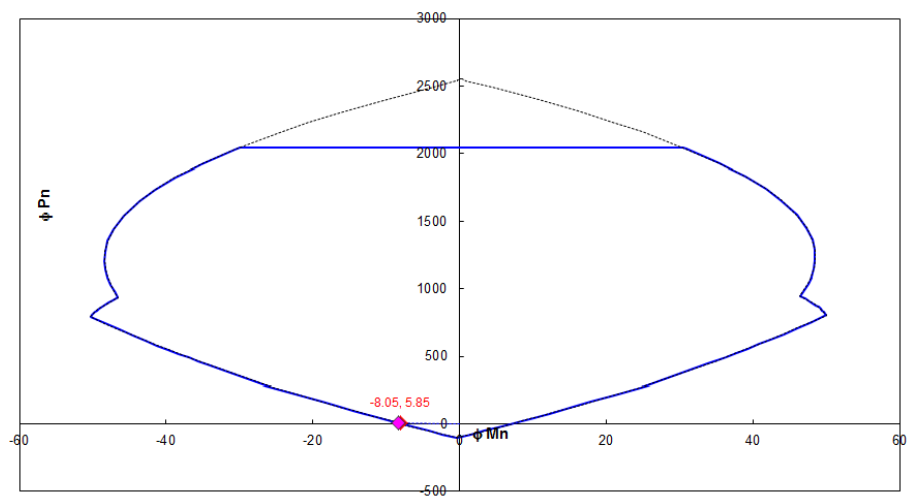


Figura 228. Diagrama de interacción en solera de sección C206

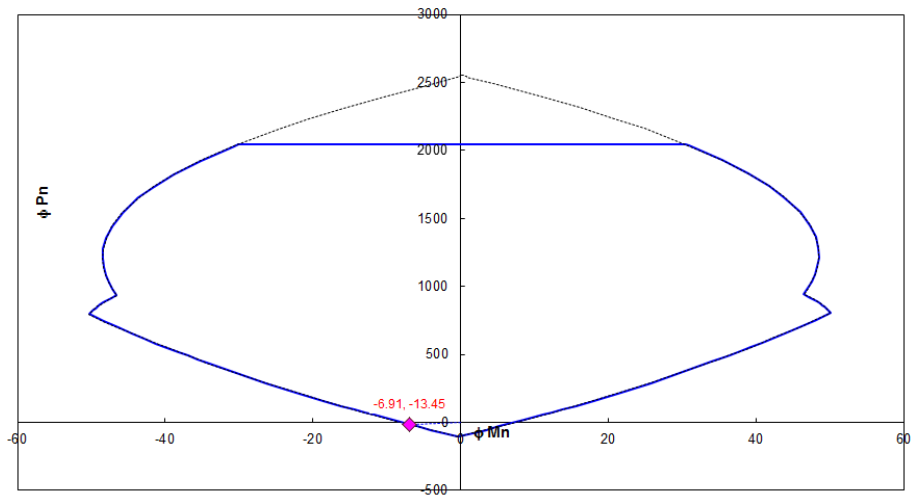


Figura 229. Diagrama de interacción en muro de sección C207

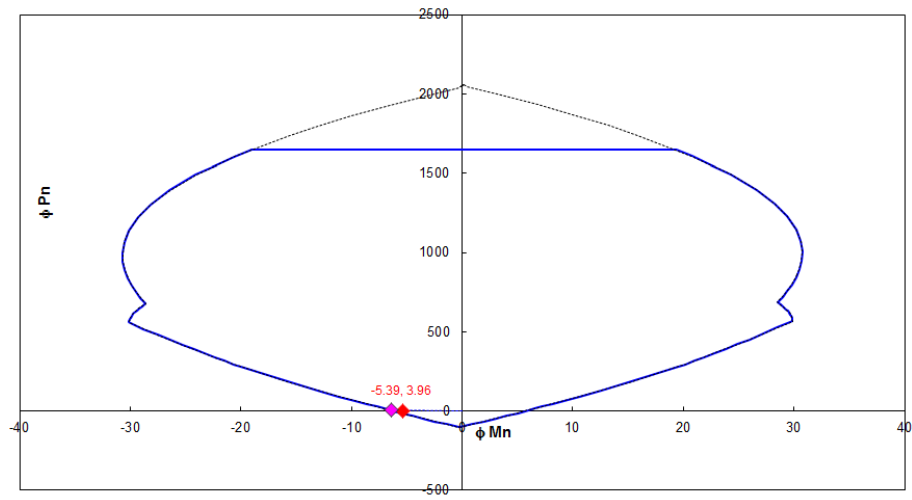


Figura 230. Diagrama de interacción en solera de sección C207

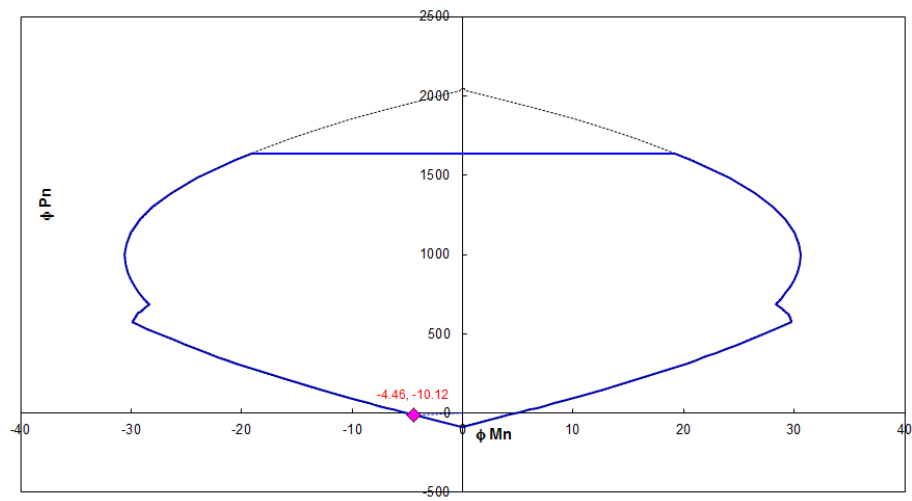


Figura 231. Diagrama de interacción en muro de sección C208

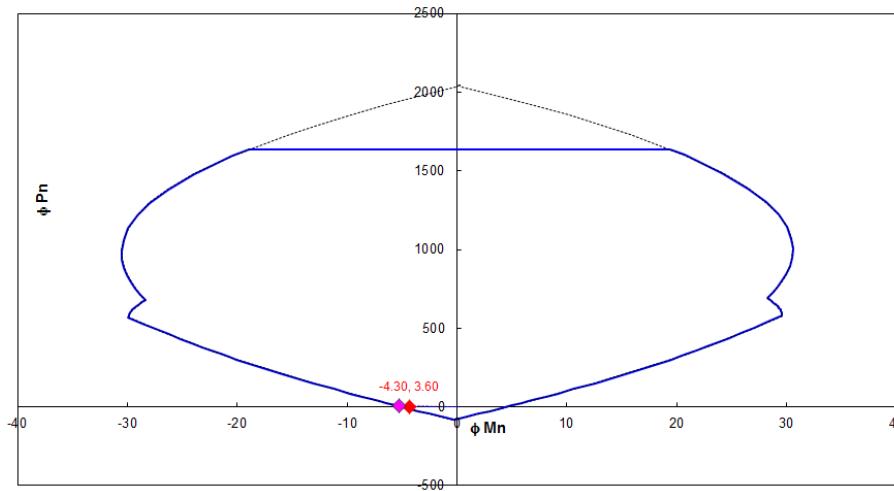
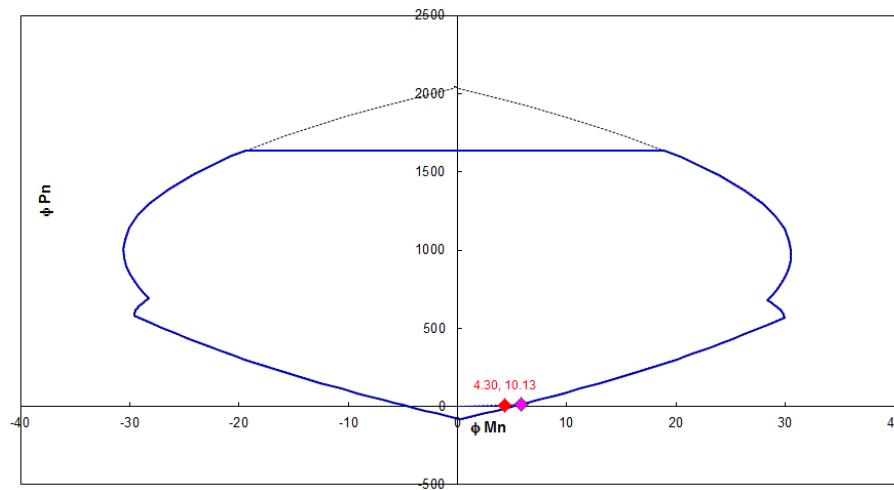


Figura 232. Diagrama de interacción en solera de sección C208



Verificación a esfuerzos cortantes

Por último, se verifica que la resistencia de los elementos diseñados sea suficiente para oponerse a los esfuerzos de corte a los que están solicitados.

La resistencia al corte se determina en base a una tensión de corte promedio sobre toda la sección transversal efectiva. En un elemento sin armadura de corte se considera que el corte es resistido por el alma de hormigón. La resistencia al corte proporcionada por el hormigón se supone igual al valor del esfuerzo de corte que provoca una significativa fisuración inclinada. Según se especifica en el Reglamento, esta resistencia nominal es igual a (CIRSOC, 2005):

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d$$

V_c : resistencia nominal al corte proporcionada por el hormigón

f'_c : resistencia especificada del hormigón

b_w : ancho del área comprimida de la sección

d : altura útil de la sección

En la tabla 294 se determina la resistencia de diseño al corte de la sección, las solicitaciones máximas actuantes y la verificación de la condición. Se utiliza un factor de reducción de resistencia igual a 0,75.

Verificación de Esfuerzos de Corte						
Elemento	Designación	Espesor [m]	Altura Útil [m]	Resistencia [kg]	Solicitación [kg]	Verificación
Muros	MC201	0.19	0.155	106121.25	3011.50	Verifica
	MC202	0.19	0.155	106121.25	2775.00	Verifica
	MC203	0.19	0.155	106121.25	2337.50	Verifica
	MC204	0.19	0.155	106121.25	2040.00	Verifica
	MC205	0.15	0.115	78735.12	1711.00	Verifica
	MC206	0.15	0.115	78735.12	1345.50	Verifica
	MC207	0.12	0.085	58195.52	1012.00	Verifica
	MC208	0.12	0.085	58195.52	760.00	Verifica
Soleras	SC201	0.19	0.155	106121.25	1083.00	Verifica
	SC202	0.19	0.155	106121.25	1054.50	Verifica
	SC203	0.19	0.155	106121.25	969.00	Verifica
	SC204	0.19	0.155	106121.25	912.00	Verifica
	SC205	0.15	0.115	78735.12	652.50	Verifica
	SC206	0.15	0.115	78735.12	585.00	Verifica
	SC207	0.12	0.085	58195.52	396.00	Verifica
	SC208	0.12	0.085	58195.52	360.00	Verifica

Tabla 294. Verificación de la resistencia a los esfuerzos de corte secciones canal

DISEÑO CALZADAS

Diagnóstico

El distrito de Monte Comán, se ubica al este de la ciudad de San Rafael a una distancia de 56 km.

El distrito desde sus inicios contaba con ferrocarril y calzadas como sistema de comunicación vial. Con el tiempo, el primero desapareció, quedando las calzadas como la única conexión para llegar al distrito.

Durante la mayor parte del siglo XX Monte Comán contaba con vías ferroviarias. En principio partiendo del ramal Catitas - San Rafael (actual estación Guadales), debía alcanzar las localidades de Buena Esperanza (San Luis) y Victorica (La Pampa). El primer ramal mencionado se construyó en dos sectores, inaugurándose el primero Guadales- Monte Comán el 11 de diciembre de 1908, y el resto el 1 de diciembre de 1910. Lo que restaba de la línea debía llegar a la localidad de Victorica, pero solamente alcanzó Colonia Alvear, habilitándose el 30 de abril de 1912.

Años después, la actividad ferroviaria comenzó a decaer paulatinamente hasta paralizarse totalmente en 1994 al pasar el ferrocarril San Martín a manos privadas.

Actualmente el transporte por calzadas, tanto de viajeros como mercancías, es el modo predominante para el transporte interior en todos los países del mundo, y su participación en el transporte total ha venido aumentando en los últimos años.

A la ciudad de San Rafael se puede ingresar por medio de una red de calzadas, compuesta por rutas nacionales y provinciales, que la comunican con los departamentos vecinos, éstas a su vez se van intersectando con otras rutas dando lugar a una gran red que permiten la comunicación con todo el territorio Argentino. Por el noreste se puede ingresar por la Ruta Provincial 154; desde el norte por la Ruta Nacional 143, la cual atraviesa la ciudad de norte a sur; por el oeste por la Ruta Provincial 150; desde el sur, además de la Ruta Nacional 143, también se puede ingresar por Ruta Nacional 144 y por el este por la Ruta Nacional 146. Además de por calzadas, se puede llegar a la ciudad por vías aéreas. Posee un vuelo diario desde y hacia la ciudad de Buenos Aires únicamente.

Sucede diferente en Monte Comán, que actualmente las vías que comunican al distrito con el resto de los pueblos son únicamente las rutas.

Al pueblo de este distrito, se puede acceder desde el sur a través de la Ruta Provincial 171, la cual pasa por el distrito de Real del Padre; por el oeste se accede por la Ruta Nacional 146, que pasa por el distrito de La Llave; y por el norte se encuentra la Ruta Provincial 153 hacia la localidad de Las Catitas de Santa Rosa, donde se une con la ruta Nacional N° 7 que comunica la ciudad de Mendoza con Buenos Aires.

El transporte por rutas tiene consecuencias positivas para el desarrollo económico y la calidad de vida de los ciudadanos, pero también impactos negativos, como es el caso de los problemas relacionados con los accidentes tránsito.

Para mantener las redes viarias en condiciones de hacer frente a la demanda, son necesarias grandes inversiones, tanto en la conservación de la infraestructura existente, como en la construcción de nuevos caminos.

La red viaria cumple dos funciones: por una parte permitir la circulación de forma rápida, cómoda, económica y segura de los vehículos; y por otra permitir el acceso de éstos a cualquier punto habitado en el área a la que sirva la red viaria.

Tránsito

Para que la circulación sea segura, económica y cómoda para conductores y pasajeros, al proyectar las calzadas es necesario tener en cuenta las características de los vehículos, ya que éstas suelen ser muy variadas dada la cantidad de modelos diferentes de automóviles que existen en el mercado.

En la zona de proyecto las redes se emplean para transporte de pasajeros y de mercancía. Este último incluye en su conjunto, camiones, tractores, y cualquier vehículo que sea utilizado para el trabajo agrícola.

Dado el uso al que se destina la red viaria en el sector en estudio, se proyecta una calzada con bajo volumen de tránsito (menos de 50 vehículos por día), el que se prevé únicamente para ingresar y salir de las parcelas. Debido a la solicitud a la que van a estar sometidas estas calzadas, y considerando que las longitudes de cada traza son las necesarias para comunicar las parcelas proyectadas, consideramos velocidades mínimas de diseño.

Debido al bajo volumen de tránsito, a que el suelo de la zona es de buenas características, y teniendo en cuenta que no se va a contar con demasiados recursos económicos para la ejecución de obras viales de gran envergadura, resulta adecuado el desarrollo de caminos rurales, ejecutados con materiales de la zona, con la incorporación de algún elemento que mejore la estabilidad como factor variable.

Organización del sistema

El camino constituye una franja, que es definida mediante la proyección en planta de su eje longitudinal, el perfil de éste eje y los perfiles transversales.

La disposición de los ejes longitudinales de la red a proyectar, se relaciona con el tamaño de las parcelas. La red se forma por un sistema de cuadrículas, del tamaño de cada manzana dispuesta en el proyecto.

El sistema vial se puede visualizar en la figura 236.

Diseño de la infraestructura

Características del suelo

Geomorfología

Los suelos de la región se han formado a partir de materiales traídos por el río Diamante. La fuerte erosión, unida a una velocidad de transferencia rápida debido a la pendiente del cauce del río, ha ocasionado el transporte de materiales en su mayoría arenosos (arena fina).

Los aportes aluviales se han depositado en estratos más o menos regulares, transformados y completados por la acción del viento.

En las partes altas, los suelos son en general más arenosos con una proporción no despreciable de arena gruesa. En cambio, las depresiones resultantes de antiguos desplazamientos del curso del río pueden presentar horizontes con texturas más finas, intercalados entre horizontes de textura más gruesa.

Tipo de suelo

Los suelos, conformados sobre las piedras y los depósitos eólicos, poseen características principales relativamente homogéneas.

Profundidad: Los suelos son profundos, con espesores útiles superiores a los 2 metros. En algunos sectores, existen incrustaciones calizas (caliche) a partir de 1 metro de profundidad. Estas provienen del ascenso y descenso de la antigua capa freática.

Textura: La granulometría es de gran predominio arenosa, constituida por una mezcla de arena fina (mayoritaria) y gruesa más del 85%. La arcilla se halla poco presente en más de 3 a 5% mientras que los limos varían de 10 a 15%.

En las depresiones, las fracciones más finas pueden representar una parte más importante hasta 50% de la fracción fina para algunos horizontes.

Estructura: La ausencia casi total de arcilla en los suelos vuelve la estructura masiva y poco coherente.

En superficie, la compactación del suelo poco marcada no parece muy cimentada. Este se desmorona fácilmente incluso cuando está muy seco.

Infiltración: Las mediciones sobre las infiltraciones realizadas en este tipo de suelo indican unos valores elevados a muy elevados, del orden de 2 a 20cm/hora. Con la presencia, para algunos horizontes, de arena muy fina y de limo, el apisonamiento del suelo accidental o voluntario puede acarrear una disminución importante de la velocidad de la infiltración.

Características climáticas

Zona San Rafael - General Alvear

La temperatura media anual es de 15.9°C, la máxima absoluta 42.4°C y la mínima absoluta -10.0°C. La precipitación anual 281.5mm y la dirección de los vientos predominantes es del SE.

Primavera: Comienza los primeros días de agosto y termina a fin de octubre. La máxima absoluta es de 39.0°C y la mínima absoluta -5.4°C. La estación no tiene período libre de heladas. Los vientos predominantes son los de E, S y SE. El mes de octubre es el de mayor precipitación. Son frecuentes en esta época las tormentas eléctricas y granizadas.

Verano: Se inicia a principios de noviembre y termina con el de febrero. Las temperaturas absolutas llegan a 42.4°C. Los vientos del SE son los predominantes.

Otoño: Esta estación comprende sólo los meses de marzo y abril. El período libre de heladas es de sólo 15 días. Las temperaturas máximas absolutas oscilan entre 27.0°C y 37.7°C y las mínimas llegan a -7.0°C. Disminuyen las precipitaciones. Se registran todavía algunas granizadas y tormentas eléctricas.

Invierno: El invierno se inicia a principios de mayo y termina en los primeros días de agosto. La mínima absoluta llega a -10.0°C y la máxima absoluta 33.1°C. Las precipitaciones son las más bajas del año con 39.5mm. Prácticamente no hay tormentas eléctricas y los vientos predominantes son del N.

Clasificación del suelo

El suelo presente en la zona de proyecto está compuesto por:

Arena fina (mayoría) + arena gruesa: 85%

Arcilla: en más de 3 a 5%

Limos: entre el 10 a 15%

En las depresiones, las fracciones más finas pueden representar una parte más importante hasta 50% de la fracción fina para algunos horizontes.

Según estos datos, podemos realizar su clasificación por el método AASHTO para determinar la aptitud de las calzadas.

Luego de ejecutado el análisis utilizando la figura 233, podemos ubicar al suelo en el subgrupo A-2-4, con las siguientes características (según Normas de Ensayo de la Dirección Nacional de Vialidad):

A-2: Suelos compuestos por una extendida gama de materiales granulares que no pueden clasificarse en los grupos A-1 o A-3, por el contenido de finos, su plasticidad o ambas cosas a la vez.

A-2-4: Suelos con materiales granulares que contienen ligantes con características del grupo A-4.

A-4: Suelos compuestos esencialmente de limo, con moderada o poca cantidad de material grueso y sólo pequeña cantidad de arcilla grasa coloidal. Son muy comunes en ciertas ocasiones, y secos proveen una superficie de rodamiento firme, con ligero rebote al desaparecer las cargas. Cuando absorben agua rápidamente, sufren expansión perjudicial o pierden estabilidad aún sin manipularlos. Se levantan por la acción de las heladas. Su textura varía ampliamente desde el loam-arenoso hasta el limo y loamlimoso. Los loam-arenosos

tienen mejor estabilidad, para diversas densidades, que los limos y los loam-limosos. Sufren pequeñas variaciones de volumen y no producen grandes distorsiones del pavimento, aun cuando hayan sido compactados secos. Los loam-limosos y limos, no adquieren altas densidades, porque su pobre graduación y carencia de material ligante, da lugar a un gran volumen de vacíos. Son relativamente inestables con cualquier contenido de humedad, y cuando éste es grande, tienen muy baja estabilidad y valor soporte. Son difíciles de compactar porque el contenido de humedad, para obtener densidad satisfactoria, está dentro de estrechos límites. Secos, estos suelos son elásticos, mostrando considerable rebote cuando deja de actuar la carga. Los más plásticos se expanden al crecer su contenido de humedad. Esto es más fácil de producirse, cuando han sido compactados con una humedad debajo de la óptima. Las carpetas bituminosas requieren importantes capas bases, cuando se empleen suelos de este grupo, como subrasantes.

Figura 233. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Método AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (menos del 36 por 100 pasa por el tamiz n.º 200)							Materiales limo-arcillosos (más del 35 por 100 pasa por el tamiz n.º 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Subgrupo											
Análisis granulométrico. Porcentaje que pasa por el tamiz:											
N.º 10 (2,0 mm)	50 máx.	50 máx.	51 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
N.º 40 (0,426 mm)	30 máx.	25 máx.	10 máx.								
N.º 200 (0,075 mm)	15 máx.										
Características de la fracción que pasa por el tamiz n.º 40											
Límite líquido	6 máx.		N.P.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice plasticidad				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. (1)
Tipo de los materiales proponderantes	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Valor general como explanada	Excelente a bueno							Regular a malo			

(1) El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que el límite líquido menos 30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que el índice líquido menos 30.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se puede detallar las propiedades y características físicas del suelo presente.

PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO	
Grupo	A2
Descripción del material	Mezclas mal proporcionadas de grava, arena, limos y arcilla. Tienen material fino (limo y arcilla) en exceso a los límites establecidos a los suelos A1 y A3.
Subgrupo	A-2-4 y A-2-5
Descripción del material	Suelos A2 cuya fracción que pasas el tamiz N°40 tiene las características de un suelo A4 y A5, respectivamente.
Permeabilidad	Baja a mediana
Capilaridad	Mediana a veces perjudicial, baja.
Elasticidad	Baja a elevada
Cambios de volumen	Medianos a elevados
Para subbase	Regular
Para base	Malo a regular
Como terreno de fundación	Bueno a excelente
Para terraplenes	Bueno a regular

Tabla 295. Propiedades y características físicas del suelo según clasificación del suelo de la AASHTO

COMPACTACIÓN Y TIPO DE PAVIMENTO		
Grupo		A2
Compactación	Comportamiento del terreno después de compactado	Bueno a excelente, estable en tiempo seco. A veces polvoriento. Se reblandece cuando húmedo.
	Equipo recomendado para la compactación	Rodillos pata de cabra. Aplanadora tándem, de 3 rodillos y de rodillo de caucho.
Fallas que se registran comúnmente		Se reblandece cuando húmedo. Se vuelve suelto y polvoriento cuando seco.
Procedimientos aconsejables para mejorar el terreno		Si el terreno presenta cambios perjudiciales de volumen, capilaridad o elasticidad, añádase arena o piedra triturada en proporciones convenientes. Mejorar el drenaje del suelo añadiéndose material granular.
Tipos de pavimentos recomendados		Si el terreno ha sido mejorado se comportará como un A1, en caso contrario empléese pavimento delgado de concreto o pavimentos flexibles de espesor regular.

Tabla 296. Compactación y tipo de pavimento recomendados, según la clasificación del suelo de la AASHTO

Selección de calzada

Para la selección de la superficie de rodamiento a implementar, tenemos en cuenta tanto el tránsito y como el tipo de suelo encontrado en el lugar. Como mencionamos en el apartado de “Tránsito” determinamos un volumen de 50 vehículos por día, y respecto al suelo según la clasificación del apartado anterior, disponemos de suelo tipo A-2-4.

Debido a la ubicación de la zona de estudio y a su bajo volumen de tránsito resulta antieconómico realizar calzadas con hormigón y/o asfalto, por lo tanto las alternativas analizadas tienen que ver con el mejoramiento del suelo in situ, ya que resultan mucho más económicos frente al uso de materiales fabricados.

Basándonos en el “Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito” emitido por el Ministerio de Transporte y Comunicación de Perú, realizamos el diseño de los caminos rurales.

Según el tipo de suelo pudimos determinar el CBR de nuestra subrasante, el cual se corresponde a un CBR del 20%, lo cual indica que tenemos un terreno de muy buena características para cimentar el camino. El espesor de la capa resistente debe ser de 150mm de espesor, compactada al 100% del proctor.

Por la gran cantidad de finos que posee el suelo natural, se evalúan métodos de estabilización para poder determinar cuál resultaba más económico. Entre los más aptos analizamos: suelo natural mejorado y estabilización con cemento.

Debido a que ambas alternativas implican aporte adicional de material, utilización de mano de obra y maquinaria especializada, la selección de la opción más adecuada va a estar regida por

la comparación que nos arroje menores costos, lo que se encuentra condicionado en mayor medida por el valor de los materiales a utilizar para la mejora del suelo.

De acuerdo con las particularidades del tipo de suelo presente, para lograr estabilizarlo granulométricamente, es necesaria la implementación de más del 50% de un suelo de mejores características, el cual puede ser grava o arena gruesa.

Respecto a la estabilización con cemento, la cantidad del mismo que se debe incorporar al suelo varían entre el 5% y 9% en peso.

Considerando lo analizado anteriormente, las cantidades necesarias de suelo granular de aportación, resultan menos económicas que suministrar cemento al suelo para ejecutar la estabilización, por lo tanto se opta por esta última como la mejor alternativa a emplear.

Diseño geométrico

El proyecto presenta dos direcciones de ubicación de calzadas, las que se extienden de oeste-este y las que lo hacen de norte-sur; todas ellas encargadas de mantener la conexión entre las manzanas proyectadas.

Debido a los marcados desniveles que se perciben en el terreno natural, las pendientes longitudinales de las calzadas en dirección oeste-este son mayores que las van de norte-sur.

Características geométricas

Las características geométricas de la calzada serán las siguientes:

Pendiente longitudinal calzada oeste-este: 1.00 por mil.

Pendiente longitudinal calzada norte-sur: 0.25 por mil.

Pendiente transversal: 3%.

Ancho mínimo de calzada: 3.50m.

Berma: 0.50m.

Pendiente de la berma: 4%

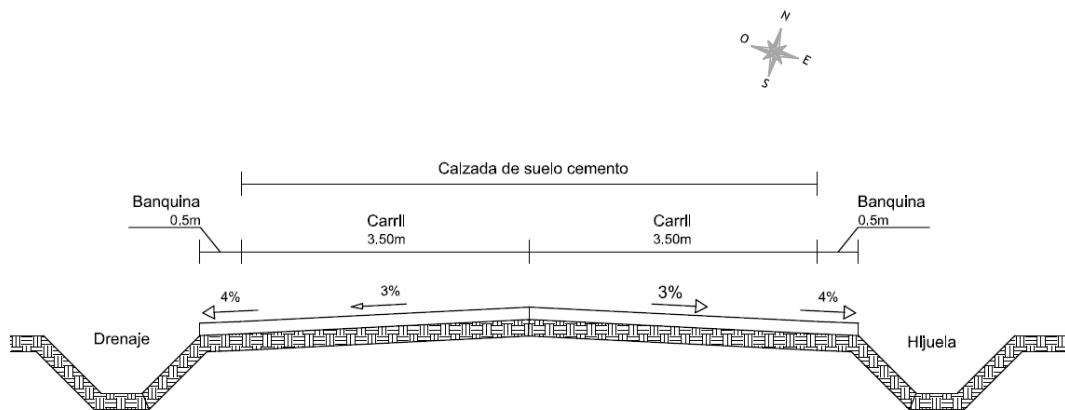
Perfil transversal

En general la sección transversal de la calzada está compuesta por:

- Carril
- Calzadas
- Banquinas
- Hijueltas
- Drenajes

A continuación se muestra el perfil transversal tipo de las calzadas.

Figura 234. Perfil transversal de calzada tipo



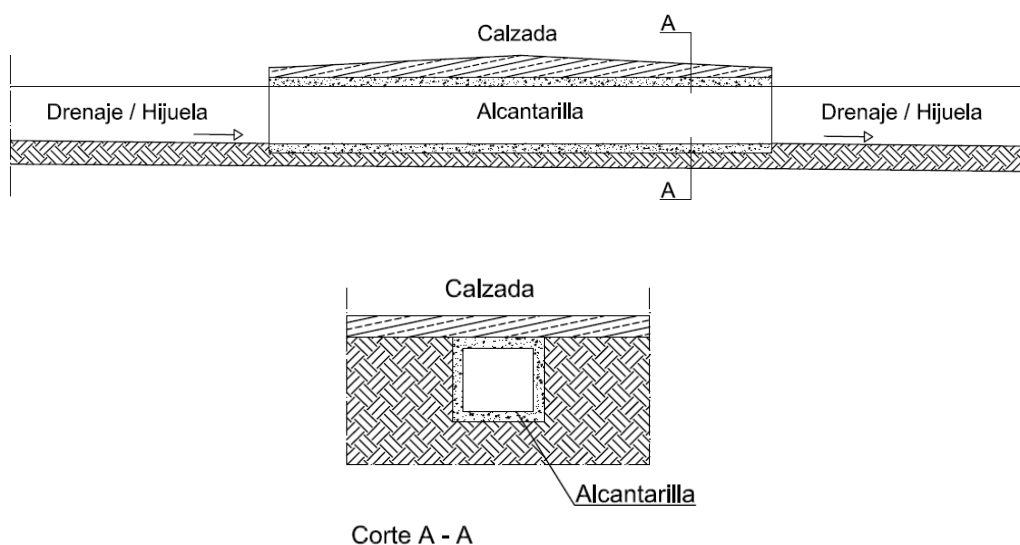
Obras de cruce

Debido a la existencia de hijuelas y drenajes, se hace necesario realizar obras de cruce en los encuentros de las calzadas longitudinales con las transversales. La solución para estas obras resulta de la utilización de elementos que conecten una hijuela o drenaje con el otro, resistiendo además el cruce vehicular.

Para la ejecución de las obras de cruce, podemos utilizar secciones circulares o rectangulares; las circulares pueden ser metálicas corrugadas o bien de hormigón, mientras que las rectangulares se encuentran únicamente de hormigón.

Analizando las alternativas estudiadas, podemos concluir en que el empleo de tubos metálicos para la ejecución de estas obras resulta descartado, debido a las condiciones de tapada mínima que los mismos exigen, aunque tengan la ventaja de la rapidez de ejecución. Dicho esto, nos queda elegir entre la sección circular o rectangular de hormigón, y por disposición geométrica determinamos que las secciones rectangulares de hormigón armado resultan las más adecuadas para el proyecto.

Figura 235. Esquema de obras de cruce



Ejecución de la rasante

Como primera medida, para la ejecución de la rasante se hace necesaria la limpieza de la zona con su posterior nivelación, para llevar las cotas del terreno natural a las cotas de proyecto.

Para esto se debe realizar tanto desmontes como terraplenes en la franja ocupada por los caminos, el canal, las hijuelas y los drenajes.

Como los terraplenes se van a rellenar con el suelo proveniente de los desmontes, se efectúa un análisis de los volúmenes de tierra con los que se cuenta.

Todos los materiales ocupan un volumen distinto cuando se colocan en obra que cuando se extraen. En algunos casos, como el de análisis, el volumen final es mayor que el original, es decir que se ocasiona un esponjamiento del suelo.

La relación entre ambos volúmenes (el original y el compactado) se denomina coeficiente de compactación, y define el número por cual hay que multiplicar el volumen original para obtener la cantidad de volumen de terraplén que puede construirse.

Según el tipo de terreno con el que se cuenta, se adopta 1.07 para el coeficiente de compactación.

Con el perfil natural del terreno en los distintos tramos de estudio, y trazando las rasantes con las pendientes necesarias se obtiene, en primera instancia, las áreas destinadas a desmonte y las que se deben rellenar.

Posteriormente, se multiplica estas áreas por el ancho de la franja ocupada por caminos, canal, hijuelas y drenajes, para obtener el volumen de suelo a mover.

Utilizando el coeficiente de compactación multiplicado por el volumen de desmonte y restándole al resultado de dicha operación el volumen de terraplén a realizar, se obtiene la cantidad de suelo sobrante, es decir el suelo que debe ser trasladado en camiones para su deposición final.

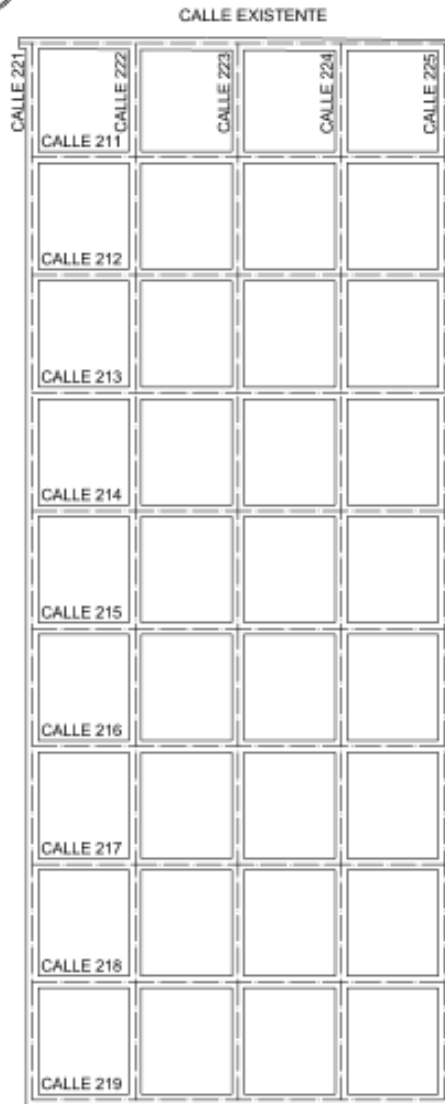
En este análisis se debe tener en cuenta además, el movimiento total de suelo, es decir la cantidad de tierra que es necesaria mover dentro de la obra de un lugar a otro.

La tabla 297 muestra los resultados finales de este estudio.

MOVIMIENTO TOTAL	
Área terraplén	5284,31
Área desmonte	4956,15
Vol terraplén [m3]	32107,38
Vol desmonte [m3]	30130,95
Coef. compactación	1,07
Suelo sobrante [m3]	132,74
Movimiento total [m3]	62238,34

Tabla 297. Movimiento de suelo en obra

Figura 236. Esquema general de la red vial



CUADRO DE REFERENCIAS			
DENOMINACIÓN	LONGITUD	PENDIENTE	ANCHO
CALLE 211	8.90 Km	1.00 por mil	8.00 m
CALLE 212	8.90 Km	1.00 por mil	8.00 m
CALLE 213	8.90 Km	1.00 por mil	8.00 m
CALLE 214	8.90 Km	1.00 por mil	8.00 m
CALLE 215	8.90 Km	1.00 por mil	8.00 m
CALLE 216	8.90 Km	1.00 por mil	8.00 m
CALLE 217	8.90 Km	1.00 por mil	8.00 m
CALLE 218	8.90 Km	1.00 por mil	8.00 m
CALLE 219	8.90 Km	1.00 por mil	8.00 m
CALLE 221	3.50 Km	0.25 por mil	8.00 m
CALLE 222	3.50 Km	0.25 por mil	8.00 m
CALLE 223	3.50 Km	0.25 por mil	8.00 m
CALLE 224	3.50 Km	0.25 por mil	8.00 m
CALLE 225	3.50 Km	0.25 por mil	8.00 m

RED DE DRENAJE

Diagnóstico

Dentro de la Cuenca del Río Diamante, la zona de riego del Canal Vidalino en el distrito de Monte Comán es uno de los sectores que cuenta con mayor densidad de red de drenaje. La longitud total de la red de drenaje de Monte Comán es de 35.3km correspondiendo 13.0km a la red primaria, 15.3km a la secundaria y 7.0km a la terciaria.

Las pendientes de la zona, que son relativamente bajas, requieren que las conducciones principales tengan escurrimientos oeste-este, ya que en dicha dirección las pendientes son más adecuadas. Los drenajes que circunstancialmente deben orientarse norte-sur, no cuentan con pendientes que permitan un escurrimiento correcto.

La situación se ve agravada por los pocos cruces (alcantarillas o puentes) que existen por debajo de los ramales del ferrocarril (uno a Real del Padre y otro a Villa Atuel). Estos atraviesan en dirección norte-sur el sector central de la zona de riego en su parte más comprometida, es decir al sur del pueblo. Las autoridades del ferrocarril en la década del 80 no otorgaron permiso para la ejecución de nuevos cruces de desagües bajo las vías. La resolución del problema hoy en día no debería ser de mayor inconveniente, ya que ambas líneas férreas en la actualidad se encuentran abandonadas, por lo que la autorización para nuevos drenajes debería ser más fácil de obtener.

Respecto al estado de la red de drenaje, se puede decir que:

- El estado de mantenimiento en general no es bueno; se observa falta de limpieza en la mayoría de los drenajes, por lo que en algunos casos se presenta un desarrollo excesivo de la vegetación acuática en el fondo y halófila en los piques que impide un escurrimiento adecuado por disminución de la sección hidráulica o por generar obstrucciones;
- Las obras de cruce en ocasiones no tienen las dimensiones ni la cota adecuada y tampoco hay un mantenimiento de las mismas;
- Existen tramos de drenaje que no tienen salidas adecuadas o no cuentan con las correspondientes conexiones a la red;
- Se considera que la red de drenaje está incompleta, especialmente la terciaria;
- Existen tramos con disposición dificultosa para el mantenimiento.

Drenaje

Principalmente, el sistema de drenaje está compuesto por una red de canales que recogen y conducen las aguas fuera del área afectada por el proyecto impidiendo, al mismo tiempo, la entrada de aguas externas.

El drenaje de los suelos se efectúa con los siguientes objetivos:

- Evitar el estrés en las plantas por el exceso de humedad.
- Combatir las enfermedades en los cultivos que se favorecen en ambientes húmedos.

- Mantener un régimen de humedad en el suelo favorable para la vida y crecimiento de las plantas.
- Recuperar terrenos que pueden destinarse a los cultivos, la ganadería u otros usos.
- Proteger los terrenos agrícolas contra las escorrentías producidas por las lluvias u otras causas.
- Eliminar el exceso de salinidad en el suelo.
- Evitar la acumulación de agua en zonas no deseadas.
- Impedir que se produzcan roturas en los caminos, dejando zonas incomunicada.

Organización de la red

El sistema de drenaje propuesto, sigue los mismos lineamientos que los ejes de calzada. Como es obvio, el agua escurre desde las zonas de mayor pendiente hacia las de menor pendiente.

La red se compone por un sistema de drenajes terciarios, secundarios y uno principal. Los drenajes terciarios, corren en sentido N-S y recogen las aguas de las distintas manzanas siendo los de menor longitud. Éstos se conectan a los drenajes secundarios que van en dirección O-E y reciben el agua de los anteriores, para desembocar todos ellos en el drenaje principal ubicado al este de la zona de proyecto, con escurrimientos también en sentido N-S.

El esquema de la red de drenaje se observa en la Figura 239.

Diseño de la infraestructura

Es necesario realizar una red de drenaje en la zona de proyecto, para evitar las inundaciones por excesos de caudal de agua. Éstas se pueden producir por funcionamiento defectuoso de los sistemas de riego intraparcialario, por abundantes lluvias o desbordes de balsas.

En la margen este de la zona de proyecto se encuentra un drenaje existente, el cual proviene desde el sector norte del distrito hacia el sur del mismo. A este drenaje se realiza el desagüe de las aguas del sector en estudio.

Teniendo en cuenta las condiciones naturales del terreno y el trazado geométrico de las parcelas, se puede generar una red con ejes longitudinales perpendiculares entre sí.

La zona de proyecto dispone de las mayores pendientes en el sentido oeste-este, mientras que en el sentido norte-sur, tienen pendientes muy bajas. Debido al natural funcionamiento del sistema de drenaje, se optó por proyectar el drenaje secundario en el sentido de máxima pendiente (oeste-este). En éste descargan los drenajes que se encuentran proyectados en el sentido de pendiente mínima (terciario).

Debido a la disposición de las manzanas proyectadas, y teniendo en cuenta que cada una de ellas posee dos parcelas, se determinó la disposición de dos tipos de drenajes, por lo tanto dos tipos de secciones diferentes. Los drenajes que van en sentido norte-sur, son los que derivan el agua desde la zona más alejada de las parcelas respecto al drenaje secundario. Se proyectaron en el costado este de las parcelas y van desde el inicio de ellas en la sección más al norte, hasta el sur y termina conectándose al drenaje secundario.

Los drenajes secundarios poseen una sección mayor que los terciarios y son los encargados de recolectar tanto las aguas que provienen desde el sector sur de las parcelas como de los drenajes terciarios, y derivarlas hacia el drenaje principal.

Característica de los drenajes

Pendiente de drenajes secundarios: sentido oeste-este; 1.00 por mil.

Pendiente de drenaje terciario: sentido norte-sur; 0.25 por mil.

Las secciones de los drenajes, son sin revestir, lo cual favorece la infiltración de las aguas. Los taludes son inclinados respecto a la vertical, formando una sección trapecial.

Para determinar las dimensiones se tuvieron en cuenta dos situaciones:

- El máximo caudal que llevan los drenajes, se corresponde con la sección más grande de las hijuelas proyectadas, la cual conduce un caudal necesario para regar 8 parcelas.
- El mínimo caudal que llevan los drenajes, es el que pertenece a la sección del último tramo de las hijuelas, el cual transporta un volumen de agua necesario para regar una parcela.

Por ello, se adoptan las mismas secciones de hijuelas indicadas.

Figura 237: Sección tipo drenajes terciarios

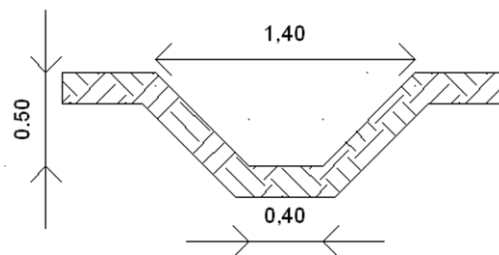


Figura 238: Sección tipo drenajes secundarios

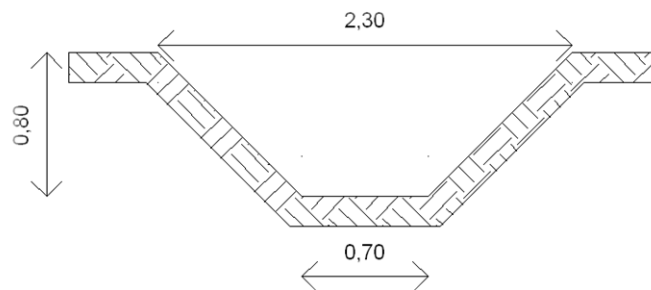
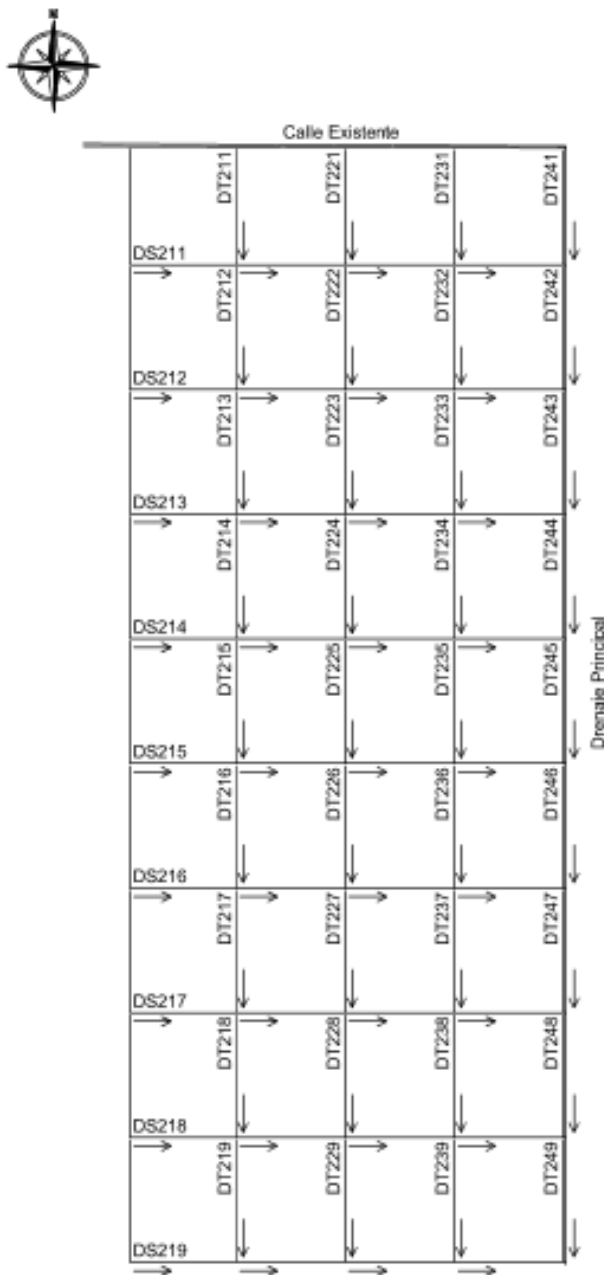


Figura 239: Esquema de la red de drenaje proyectada



Cuadro de referencia			
DS/DT	Longitud	Pendiente	Sección
DS211			
DS212	3.5 Km	1.00 por mil	A1
DS213	3.5 Km	1.00 por mil	A1
DS214	3.5 Km	1.00 por mil	A1
DS215	3.5 Km	1.00 por mil	A1
DS216	3.5 Km	1.00 por mil	A1
DS217	3.5 Km	1.00 por mil	A1
DS218	3.5 Km	1.00 por mil	A1
DS219	3.5 Km	1.00 por mil	A1
DT211	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT221	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT231	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT241	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT212	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT222	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT232	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT242	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT213	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT223	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT233	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT243	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT214	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT224	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT234	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT244	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT215	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT225	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT235	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT245	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT216	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT226	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT236	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT246	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT217	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT227	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT237	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT247	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT218	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT228	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT238	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT248	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT219	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT229	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT239	0.9 Km	0.25 por mil	A2
DT249	0.9 Km	0.25 por mil	A2

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En el presente capítulo se detallan los aspectos técnicos necesarios a tener en cuenta para la realización de la obra. Éstos involucran las tareas previas a ejecutar, los requerimientos de materiales a emplear en la construcción y los procedimientos constructivos, para asegurar calidad, uniformidad, resistencia y durabilidad esperables.

Para ello se toma como referencia el Reglamento CIRSOC 201, Normas IRAM, Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Provincial de Vialidad y recomendaciones del Departamento General de Irrigación (2004, sección V: Especificaciones técnicas).

Movimiento de suelos

Preparación del Terreno

Este trabajo comprende el desbosque, destronque, desenraizado, desarbustización, desmalezamiento y limpieza del terreno dentro de los límites, de todas las superficies destinadas a la ejecución de desmontes, terraplenes, abovedamientos, cunetas, zanjas y balsas.

Además, se incluyen las tareas remoción de alambrado, cauces y desagües, traslado de líneas eléctricas, telefónicas, telegráficas, cañerías de agua potable, cloacas, gas, etc., que interfieran con los trabajos, como así también el relleno de zanjas y pozos que resulten de estas acciones excepto en las superficies que deban ser excavadas con posterioridad.

Comprende incluso, el replanteo completo de la obra tanto en planta como en elevación, con la colocación de todos los mojones de hormigón y estacas de referencia necesarios (balizados y nivelados), para la construcción de la obra.

Dentro de esta tarea se incluye el cierre perimetral de obra, se colocan señalizaciones necesarias para no ocasionar ningún tipo de perjuicio y/o inconvenientes.

Desmante

Este ítem considera todo trabajo de extracción de rocas o de suelos que sea necesario efectuar para llegar a las líneas de coronamiento del canal, hijuelas o cunetas de drenajes, como así también de desmontes y faldeos, compactación y perfilado de la subrasante de los caminos, para la construcción inmediata de un recubrimiento con suelo seleccionado en la zona de calzadas.

El material extraído del desmante se utiliza para la formación de terraplenes o para efectuar el relleno tras los muros del canal a ejecutar, a fin de dejar el terreno perfectamente nivelado.

Terraplén

Esta tarea comprende el relleno que debe efectuarse para llevar las cotas del terreno natural a las cotas de subrasante del proyecto (cota de fundación), utilizando los productos excavados en la zona de la obra. El suelo no debe contener ramas, troncos, matas de hierba, raíces u otros materiales orgánicos oxidables.

Los terraplenes se ejecutan en capas terminadas de 20cm de espesor con la humedad correspondiente. La compactación se realiza mediante equipos mecánicos, en número de pasadas y golpes necesarios para obtener la compactación necesaria. Una vez finalizada la compactación de cada capa, se realizan ensayos in situ para la medición del grado de compactación alcanzado. Si la densidad obtenida es menor que la exigida debe compactarse el material hasta obtener la densidad especificada.

La tabla 298 muestra las condiciones de compactación y densidad que deben cumplir los suelos para terraplenes (para la realización del Ensayo Próctor se utiliza la norma E- 18-68 de Vialidad Nacional).

Densidad seca máxima de laboratorio ⁽¹⁾	Exigencia mínima de compactación en terreno
kg/m³	% de densidad seca de laboratorio
1439 y menos	Se rechaza ⁽²⁾
1440 - 1649	100
1650 - 1759	98
1760 - 1919	95
1920 y más	90
(1) La densidad seca máxima se determina con el ensayo normal Próctor.	
(2) Los suelos con densidad seca máxima menor a 1440 kg/m ³ , se consideran inadecuados y no se utilizarán en terraplenes	

Fuente: Departamento General de Irrigación (2004, p. 165).

Tabla 298. Condiciones de compactación de terraplenes en campo

Los terraplenes deben tener después de su compactación final las líneas y cotas indicadas en los de acuerdo con los perfiles e indicaciones de los planos, las especificaciones respectivas y las órdenes de la Inspección.

Dentro de este ítem también se incluye el relleno lateral, el cual se puede realizar con terreno del desmonte o las excavaciones, siempre que se encuentre libre de basuras sustancias contaminantes y materia orgánica. El material debe ser de condiciones tales, que no deje oquedades cuando se realice el relleno.

El relleno se debe colocar cuando el hormigón esté suficientemente endurecido como para resistir los empujes correspondientes.

En caso de resultar necesario, se pueden utilizar equipos compactadores de tipo manual para lograr el grado de compactación necesario del material de relleno, ubicado inmediatamente junto a las estructuras de hormigón, donde haya resultado insuficiente el alcance de los equipos mecánicos o imposible su utilización.

Excavaciones

Comprende la excavación completa necesaria hasta llegar a las líneas de fundación en las zonas de desmonte para materializar la traza del canal, a fin de poder alcanzar las cotas de proyecto y las secciones transversales proyectadas.

Las excavaciones se deben realizar hasta la profundidad y con taludes fijados. Todas las excavaciones excedentes deben rellenarse con material proveniente del mismo terreno.

Asimismo, este ítem consta de la apertura del sistema terciario de conducción (hijuelas) y de cunetas de drenaje, entre las progresivas indicadas y de acuerdo con planos a construir, con las dimensiones que figuren en los perfiles transversales tipo. El fondo de las mismas debe ser ejecutado a la profundidad de la rasante respectiva, expresamente indicada en los perfiles longitudinales. Las hijuelas y cunetas no deben interrumpirse y deben permitir el libre y fácil escurrimiento de las aguas, debiendo estar libre de raíces, matas, pastos o cualquier otro obstáculo.

Además se incluye en esta tarea la excavación completa de las balsas de almacenamiento en las distintas parcelas, con la profundidad y tamaño detallados en el proyecto.

Al igual que el material del desmonte el extraído de las excavaciones se utiliza para la formación de terraplenes o para efectuar el relleno tras los muros del canal a ejecutar, a fin de dejar el terreno perfectamente nivelado.

Si subiera el nivel freático o hubiese necesidad de excavar por debajo de éste, es necesario el drenado previamente, descendiendo el nivel de la napa de agua hasta una cota inferior al futuro fondo. No se permite el hormigonado sobre el terreno con agua estancada o fluyendo. Se puede colocar una capa de espesor adecuado de material filtrante (de 10cm de diámetro máximo) compactado debajo del revestimiento en los tramos que se encuentren bajo nivel de la napa freática. También se puede colocar una tubería ranurada dentro de una zanja rellena con material granular grueso y un geotextil para aumentar la eficiencia del drenaje.

El terreno alrededor de la excavación debe tener una inclinación tal que aleje las aguas superficiales de los taludes.

Los métodos de excavación deberán adecuarse convenientemente para no afectar el material que se encuentra por debajo del plano de fundación establecido.

Perfilado, Refino y Rasanteo

Es el proceso constructivo consistente en regularizar la superficie de los taludes y fondos de todas las excavaciones realizadas, con el fin de alcanzar las cotas de proyecto de los distintos elementos componentes. Este procedimiento debe ejecutarse a través de medios manuales.

Los tramos que sean revestidos con estructuras, deben ser perfilados lo más exactamente posible de conformidad a los perfiles transversales, cotas y medidas indicadas en los planos. No debe excederse en la excavación de la profundidad indicada, para evitar rellenos.

Antes de hormigonar las estructuras en contacto con el suelo o de proceder a preparar las armaduras, el terreno de fundación debe ser alisado, regado y compactado, de manera tal que al colocarse el hormigón, no se afloje la superficie.

Se debe realizar la conservación del perfilado de taludes de excavación, eliminando obstrucciones, desmoronamientos y vegetación. Se debe evitar daños que pudieran producirse debido a crecientes, lluvias, aguas freáticas, etc. y que afecten a las obras en construcción o ya

construidas y/o a las propiedades próximas a las obras. Para ello se hace necesario el uso de ataguías, elementos de contención, cauces, drene, bombeo, etc. Cualquier destrucción o modificación de la sección de excavación producida por fenómenos climáticos debe ser reparado, debiendo quedar la excavación en las condiciones establecidas.

Transporte de suelo dentro de la obra

Incluye la carga, transporte, descarga y demás operaciones necesarias, que deba efectuarse con los materiales provenientes de los desmontes y las excavaciones, a los efectos de ubicarlos en los lugares de acopio y/o depósito, para la posterior formación de terraplenes o para efectuar el relleno tras los muros del canal a ejecutar.

Carga de tierra sobrante

Los escombros, malezas, raíces y otros materiales combustibles removidos durante la limpieza, destronque y demolición, que no se utilicen en la realización de terraplenes deben acopiarse en áreas aprobadas e incinerarse hasta que quedan reducidos a cenizas, enterrarse en áreas aprobadas para el acopio de desperdicios o transportarse fuera del sitio de implantación de las obras.

El material que no sea combustible debe enterrarse en áreas aprobadas de acopio de desperdicios. Los materiales que se entierren deben cubrirse con una capa de 60 cm de espesor como mínimo, con material proveniente de las excavaciones apisonada y nivelada.

Hormigón

El trabajo a realizar comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales y equipos, y la realización de todas las tareas necesarias para suministrar y colocar en la obra todas las estructuras de hormigón simple y armado construidas "in situ", completas y en la forma requerida.

Se especifican normas generales que reglamentan la selección de materiales, elaboración, transporte, colocación, compactación y curado del hormigón, construcción de juntas, encofrados y cimbras, terminaciones superficiales y tolerancias constructivas, de aplicación para la construcción constituida por elementos estructurales de hormigón.

Aplicación en estructuras

Hormigón simple

Se empleará hormigón simple para la construcción de las barreras en los distintos partidores pertenecientes tanto al canal como a las hijuelas.

Hormigón armado

Este tipo de hormigón se utilizará en todas las estructuras que conforman el canal y los partidores, como así también las alcantarillas planteas en los cruces de las calzadas con desagües e hijuelas.

Materiales

Cemento

Según se enuncia en el reglamento CIRSOC 201, para la ejecución de estructuras de hormigón simple, armado o pretensado, se deben utilizar cementos de marca y procedencia aprobada por los organismos nacionales habilitados. El cemento a utilizar debe cumplir con los requisitos especificados, para su tipo, en la norma IRAM 50000:2000.

Tipo de cemento	Nomenclatura	A usar en hormigón
Cemento Portland Normal	CPN	Simple, Armado o Pretensado
Cemento Portland con filler calcáreo	CPF	
Cemento Portland puzolánico	CPP	
Cemento Portland con escoria	CPE	
Cemento Portland compuesto	CPC	
Cemento de alto horno	CAH	Simple o Armado

Fuente: CIRSOC 201. Capítulo 3.

Tabla 299. Tipos de cemento. Requisitos generales

Tipo de Cemento	Nomenclatura
Cemento moderadamente resistente a los sulfatos	MRS
Cemento altamente resistente a los sulfatos	ARS
Cemento de bajo calor de hidratación	BCH
Cemento resistente a la reacción álcali-agregado	RRAA
Cemento de alta resistencia inicial	ARI
Cemento blanco	B

Fuente: CIRSOC 201. Capítulo 3.

Tabla 300. Tipos de cemento. Requisitos especiales

Los hormigones de clase superior a H-25, como es el caso de empleado para el cálculo de las estructuras del presente proyecto (se considera H-30), se deben elaborar con cementos de categoría CP-40 o CP-50. También se podrán obtener hormigones de clase superior a H-25 con cementos de categoría CP-30, siempre que se verifiquen las dos condiciones que se describen a continuación:

- El hormigón debe ser producido en Plantas Elaboradoras que operen en las condiciones establecidas para el Modo 1 de Control de Conformidad.
- Se hayan realizado estudios previos para determinar las proporciones de la mezcla y verificado el cumplimiento de todos los requerimientos establecidos en el Reglamento CIRSOC 201. Asimismo, se debe verificar que la mezcla alcance el 70% de $f'c$ luego de 8 días de curado en las condiciones establecidas en dicho Reglamento.

Para el caso de este proyecto, el tipo de cemento a utilizar debe ser puzolánico. El contenido de cemento mínimo debe ser de 300kg de cemento por cada 1 m³ para el hormigón Tipo IV

(según lo establecido por Departamento General de Irrigación) y su resistencia característica debe ser 150kg/cm².

Agregados

De acuerdo al CIRSOC 201 se emplearan agregados pétreos, de masa específica comprendida entre 2000kg/m y 3000kg/m, procedentes de la desintegración natural o de la trituración de rocas. No incluye a los agregados artificiales obtenidos como subproductos industriales o por fabricación, ni a los empleados en la elaboración de hormigones de características especiales.

El agregado fino por su parte, debe estar constituido por arenas naturales (partículas redondeadas) o por una mezcla de arenas naturales y arenas de trituración (partículas angulosas), estas últimas en porcentajes no mayores al 30%. El agregado fino a utilizar en la elaboración de hormigones de resistencia H-20 o superior debe tener un contenido igual o menor que el 30% en masa de partículas constituidas por conchillas o fragmentos de las mismas, determinadas en el análisis petrográfico según la norma IRAM 1649.

Al ingresar a la hormigonera, el agregado fino debe tener una granulometría continua que se ajuste a la norma IRAM 1627, y el módulo de finura debe ser igual o mayor que 2.3 e igual o menor que 3.1, salvo excepciones.

El agregado grueso debe estar constituido por gravas (canto rodado) naturales o partidas, roca partida o por una mezcla de dichos materiales. El contenido en masa de partículas constituidas por conchillas o fragmentos de las mismas, determinadas en el análisis petrográfico según la norma IRAM 1649, debe ser igual o menor que 15%, 5% y 2% en masa, para los agregados con tamaño nominal 13.2mm, 26.5mm y 37.5mm respectivamente. Debe cumplir con la norma IRAM 1531, debe ser bien graduado y su granulometría debe hallarse comprendida dentro de los límites que se especifican en la norma IRAM 1627. El tamaño máximo nominal del agregado grueso debe ser menor que:

- a. 1/3 del espesor en una losa, ó 1/5 de la menor dimensión lineal en cualquier otro elemento estructural.
- b. 3/4 de la mínima separación libre horizontal o vertical entre dos barras contiguas de armaduras, o entre grupos de barras paralelas en contacto directo que actúen como una unidad.

Los agregados para emplear en la ejecución de hormigones, en general, deben estar constituidos por partículas limpias, duras y libres de películas superficiales y no deben contener sustancias que afecten la resistencia y durabilidad del hormigón o que ataquen al acero.

Los agregados para estructuras hidráulicas no deben contener sustancias que puedan reaccionar desfavorablemente con los álcalis contenidos en la solución de poros del mortero u hormigón, en cantidades suficientes como para provocar una expansión perjudicial.

Agua

El agua empleada para lavar los agregados, mezclar y curar el hormigón, cumplirá con los requisitos establecidos en la norma IRAM 1601:1986. El agua que proviene de la red de agua potable se considera apta.

Debe ser clara, libre de aceite, azúcares, sustancias húmicas o cualquier otra materia que dificulte o retarde el proceso de fraguado y / o endurecimiento de las mezclas.

Aditivos

Los aditivos en la elaboración de hormigones se utilizan para modificar las propiedades típicas y obtener características específicas según las necesidades de la obra y del diseño de la mezcla.

Los aditivos a emplear en la elaboración de hormigones y morteros pueden estar en estado líquido o pulverulento, y deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma IRAM 1663. Los aditivos se deben ingresar a la hormigonera diluidos en el agua de mezclado.

En las mezclas para estructuras de hormigón armado y pretensado, y en las de hormigón simple en que queden incluidas piezas o cañerías de acero o de acero galvanizado, no se deben usar cloruro de calcio ni aditivos que contengan cloruros, fluoruros o nitratos.

Adiciones

Las adiciones empleadas en hormigones son materiales de naturaleza inorgánica que destacan por sus características puzolánicas o hidráulicas; finamente molidos, pueden ser añadidos al hormigón a fin de mejorar sus propiedades o dotarlo de especiales características

Las adiciones normalizadas deben cumplir las especificaciones incluidas en la Norma IRAM 1593:1994 de Material calcáreo para cemento portland con “filler” calcáreo, la Norma IRAM 1667:1990 de Escorias granuladas de alto horno, para cemento, y la Norma IRAM 1668:1968 de Puzolanas. Características y muestreo.

Propiedades

El hormigón a colocar debe estar constituido por una mezcla homogénea de una pasta de material cementicio y agua, con agregados gruesos y finos, que en estado fresco tenga cohesión y trabajabilidad y que luego, por el fraguado y el endurecimiento de la pasta cementicia, adquiera resistencia. Además de estos componentes básicos, también puede contener aditivos químicos y/o adiciones minerales activas.

La mezcla debe ser de calidad uniforme y su transporte, colocación y curado, se debe realizar de modo que una vez retirados los encofrados, se obtengan estructuras compactas, de textura uniforme, resistentes, durables, impermeables y que cumplan en un todo los requisitos de estas especificaciones y del uso a que se las destina.

Según Reglamento CIRSOC 201 las estructuras de la obra se encuentran sometidas a las exposiciones identificadas como C1.

Desig	Clase	Subclase	Tipo de proceso	Descripción del medio ambiente	Ejemplos ilustrativos de estructuras donde pueden darse las clases de exposición
C1	Congelación y deshielo	Sin sales descongelantes	Ataque por congelación y deshielo	Elementos en contacto frecuente con agua, o zonas con humedad relativa ambiente media en invierno superior al 75 %, y que tengan una probabilidad mayor que el 50 % de alcanzar al menos una vez temperaturas por debajo de -5°C	<ul style="list-style-type: none"> • Superficies expuestas a la lluvia o a atmósferas húmedas. • Estructuras que contienen agua o la conducen.
C2		Con sales descongelantes	Ataque por congelación y deshielo y por sales descongelantes	Estructuras destinadas al tráfico de vehículos o peatones en zonas con más de 5 nevadas anuales o con temperatura mínima media en los meses de invierno inferior a 0°C	<ul style="list-style-type: none"> • Pistas de aterrizaje, caminos y tableros de puentes. • Superficies verticales expuestas a la acción directa del rociado con agua que contiene sales descongelantes. • Playas de estacionamiento y cocheras en los edificios.

Fuente: CIRSOC 201. Capítulo 2

Tabla 301. Clases específicas de exposición que pueden producir degradación distinta de la corrosión de armaduras

Por ello, y siguiendo lo establecido en la tabla 301 el hormigón a realizar debe contener un volumen de aire intencionalmente incorporado en su masa del $5 \pm 1.5\%$, en función con el tamaño máximo nominal del agregado grueso, establecido en este caso en 19.0mm. El uso de incorporadores de aire no debe reducir la resistencia especificada del hormigón.

Además, la relación agua/cemento según el tipo de exposición C1, es de 0.45 tanto para hormigón simple, armado y pretensado. A su vez, la resistencia especificada o resistencia característica de rotura a compresión f_c que se adopta para el proyecto es de 30MPa, correspondiente a un hormigón clase H-30, según tabla 303.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Total de aire natural e intencionalmente incorporado al hormigón, de acuerdo con el tipo de exposición o para hormigones especiales	
	Exposición tipo C1 y hormigón a colocar bajo agua	Exposición tipo C2
mm	% en volumen	% en volumen
13,2	$5,5 \pm 1,5$	$7,0 \pm 1,5$
19,0	$5,0 \pm 1,5$	$6,0 \pm 1,5$
26,5	$4,5 \pm 1,5$	$6,0 \pm 1,5$
37,5	$4,5 \pm 1,5$	$5,5 \pm 1,5$
53,0	$4,0 \pm 1,5$	$5,0 \pm 1,5$

Fuente: CIRSOC 201. Capítulo 5

Tabla 302. Total de aire natural e intencionalmente incorporado al hormigón

Requisitos	Tipos de exposición de las estructuras	
	C 1 ⁽²⁾	C 2 ⁽²⁾
a) Razón a/c máxima ⁽¹⁾		
Hormigón simple	0,45	0,40
Hormigón armado	0,45	0,40
Hormigón pretensado	0,45	0,40
b) $f'_{c \text{ mín}}$ (MPa)		
Hormigón simple	30	35
Hormigón armado	30	35
Hormigón pretensado	30	35
Penetración de agua o succión capilar	si	si
<p>(1) Cuando se use cemento Portland más una o varias adiciones minerales activas incorporadas directamente en planta elaboradora, se podrá reemplazar la razón agua/cemento (a/c), por la razón agua/material cementicio [a/(c+x)], que tenga en cuenta la suma del cemento Portland (c) y la cantidad de la adición mineral (x), cuando se trate de puzolanas según norma IRAM 1668:1968 o de escorias según norma IRAM 1667:1990.</p> <p>(2) Debe incorporarse intencionalmente aire, en la cantidad requerida en la Tabla 5.3.</p>		

Fuente: CIRSOC 201. Capítulo 2

Tabla 303. Requisitos de durabilidad a cumplir por los hormigones, en función del tipo de exposición de la estructura

El hormigón debe tener una consistencia acorde con las características de los elementos estructurales a hormigonar y con los medios disponibles para permitir su transporte, colocación y correcta compactación, sin que se produzca segregación ni exudación perjudicial. Se establece para las estructuras del proyecto una consistencia muy plástica con asentamientos de 10cm a 15cm según tabla 304.

Consistencia	Intervalo		
	Remoldeo (V) (s)	Asentamiento (A) [cm]	Extendido (E) [cm]
Muy seca	$5,0 < V \leq 30,0$	-	-
Seca	-	$2,0 < A \leq 5,0$	-
Plástica	-	$5,0 < A \leq 10,0$	-
Muy plástica	-	$10,0 < A \leq 15,0$	$50 < E \leq 55$
Fluida	-	$15,0 < A \leq 18,0$	$55 < E \leq 60$
Muy fluida	-	-	$60 < E \leq 65$
Fuente: CIRSOC 201. Capítulo 5.			

Tabla 304. Intervalos de consistencia de hormigones

Las mezclas con intervalos de consistencia muy fluida se utilizarán en hormigones de cualquier clase sólo si éstos contienen un aditivo superfluidificante. La dosis y la oportunidad de ingresar el aditivo a la mezcla serán tales que maximicen la fluidez de la pasta del hormigón sin generar segregación en el mismo bajo ninguna circunstancia.

Los elementos estructurales que superen los dos (2) metros de altura o que estén sometidos a abrasión, erosión o cavitación, la exudación del hormigón, determinada según la norma IRAM 1604:2004, debe cumplir los límites siguientes:

- a. capacidad de exudación igual o menor que cinco por ciento (5 %).
- b. velocidad de exudación igual o menor que 100×10^{-6} cm/s.

Los materiales componentes y las proporciones del hormigón deben asegurar la trabajabilidad necesaria para su adecuado escurrimiento entre las armaduras y para el llenado completo de los encofrados, con la terminación requerida y en las condiciones de colocación a ser empleado en obra, sin que se produzca segregación o exudación perjudicial para el hormigón.

En todas las instancias del proceso de elaboración, transporte y colocación del hormigón, en que el Reglamento CIRSOC 201 exija homogeneidad de la mezcla, el hormigón debe ser ensayado según la norma IRAM 1876:2004. El hormigón del pastón se considera homogéneo, cuando las diferencias máximas admisibles, en valor absoluto, entre los resultados de ensayo de muestras extraídas de diferentes porciones de un mismo pastón, son menores que:

- a. contenido de agregado grueso: 6,0 %
- b. densidad del mortero libre de aire: 1,6 %

Según lo remendado por el Departamento General de Irrigación se requiere de un Hormigón Tipo IV, el cual se utiliza para el revestimiento de canales de sección trapecial, tolva o similar, ejecución de viguetas horizontales bajo juntas, soleras de conducciones de sección rectangular (tanto losa central como pie de muros doblemente armados) y demás estructuras. Se elabora con no menos de 300kg de cemento por cada 1.00m³ de hormigón colocado.

Elaboración

El hormigón a emplear será elaborado en planta central de hormigonado o en planta móvil ubicada en proximidades de la obra a construir, con dispositivos adecuados para la medida en peso y control exacto de cada uno de los materiales que entran en cada carga de hormigón.

El cemento se debe medir en masa y en forma separada de los agregados. Como única excepción se admitirá la incorporación a la hormigonera del cemento en sus bolsas originales enteras. Las fracciones de agregados finos y de agregados gruesos se deben medir en forma separada, en masa o en volumen para hormigones de clase igual o menor que H-20.

Se debe determinar el contenido de humedad superficial de los agregados, como mínimo al comenzar las tareas de hormigonado y cuando cambie el acopio o las condiciones de humedad del mismo.

La cantidad de agregados a introducir en la hormigonera debe ser la que corresponda a la dosificación proyectada de acuerdo con su real humedad superficial.

El agua de mezclado se puede medir en masa o en volumen. Al medirla se tendrá en cuenta el agua aportada por los agregados en forma de humedad superficial y la incorporada como hielo, a los efectos de efectuar la corrección correspondiente.

Los aditivos químicos líquidos se deben medir en volumen o en masa, y los pulverulentos se deben medir sólo en masa. Se deben ingresar al tambor de la hormigonera en forma de soluciones acuosas, como parte del agua de mezclado, con excepción de los superfluidificantes líquidos que se deben incorporar en la forma suministrada, sin diluir. Cuando el hormigón contenga dos (2) o más aditivos químicos, las soluciones de ambos se deben almacenar, medir e ingresar en forma separada al tambor de la hormigonera. En el caso del uso de más de un aditivo se debe verificar previamente la compatibilidad entre los productos empleados desde el punto de vista del comportamiento del hormigón fresco y endurecido.

Periódicamente se debe proceder a limpiar las balanzas y articulaciones de los equipos de medición, como así también a realizar controles de funcionamiento. El contraste de las balanzas se debe realizar como mínimo al iniciarse la producción del hormigón y posteriormente una vez por mes o antes si hubiere presunción de deficiencias en el funcionamiento.

La hormigonera deberá ser capaz de mezclar los materiales produciendo la mezcla uniforme y descargarla sin segregación. Se proveerá un equipo con control adecuado de la velocidad de rotación del mezclador y de la introducción de los materiales en la hormigonera. La operación de mezclado se debe realizar exclusivamente en forma mecánica. Los equipos de mezclado se deben encontrar en condiciones de uso y mantenimiento que permitan cumplir con lo establecido en el Reglamento CIRSOC 201.

Para cada equipo mezclador el tiempo mínimo de mezclado se debe determinar al iniciar la producción en obra y posteriormente cuando hubiere presunción de deficiencias de funcionamiento. Cuando el hormigón se mezcle mediante motohormigoneras, cumplirá con los requisitos de mezclado especificados en la norma IRAM 1666-2.

Para hormigoneras estacionarias de ejes horizontal, basculante o vertical, el tiempo de mezclado se debe establecer determinando el mínimo tiempo requerido para que el hormigón producido cumpla con las condiciones de homogeneidad de una mezcla.

El tiempo máximo de mezclado no debe superar para ningún equipo los 5 min.

Transporte

El transporte del material a distancias mayores de 1km desde la central de hormigonado, deberá ser realizado con camiones motohormigoneras. El transporte del hormigón mediante motohormigoneras o equipos agitadores debe cumplir con las condiciones establecidas en la norma IRAM 1666-2.

Cuando el mezclado del hormigón se complete en planta central, el transporte se debe realizar con el tambor de la motohormigonera en velocidad de agitación. Cuando el mezclado se efectúe en la motohormigonera en tránsito, el transporte se debe efectuar a velocidad de mezclado hasta que se completen de 70 a 100rev. del tambor, manteniendo luego al tambor en velocidad de agitación.

Cuando la motohormigonera llegue a pie de obra, antes de proceder a su descarga, se debe realizar un remezclado del hormigón con velocidad de giro del tambor correspondiente a

mezclado. El número necesario de revoluciones del tambor se debe determinar de acuerdo con el criterio de cumplimiento de la uniformidad de composición del hormigón producido, establecido en la norma IRAM 1666-3, pero en ningún caso debe ser menor a 25rev.

La descarga total de las motohormigoneras se debe producir con tiempo suficiente para que el hormigón se pueda colocar, compactar y terminar con los medios disponibles en la obra antes de haber alcanzado su tiempo de fraguado inicial (norma IRAM 1662).

Por otra parte, la consistencia del hormigón al momento de la descarga, debido a la pérdida ocasionada por el tiempo de transporte, sin el agregado adicional de agua debe ser compatible con los medios disponibles para colocarlo y compactarlo de acuerdo con las prescripciones del Reglamento CIRSOC 201.

Al comienzo de la obra y luego en forma periódica, se debe verificar que el hormigón sea uniforme luego de efectuado su transporte con los equipos motohormigoneros dispuestos.

Cuando no se determine el tiempo de fraguado inicial del hormigón o no se controle la uniformidad del hormigón, la descarga total de las motohormigoneras se debe producir antes de que transcurran 90 min contados a partir del momento en que el agua se puso en contacto con el cemento, o antes que se alcance el límite de 300rev. contadas a partir del mismo momento. En tiempo caluroso, o en condiciones que favorezcan el endurecimiento del hormigón, el tiempo de transporte hasta la descarga total del hormigón se debe limitar a 60 min desde que el agua se puso en contacto con el cemento.

Durante el transporte se puede producir un aumento de consistencia importante que afecte las condiciones de colocación y compactación. En esos casos, el incremento de consistencia será compensado antes de la descarga del hormigón, por alguno de los siguientes métodos:

- a. Mediante el agregado de un aditivo superfluidificante
- b. Mediante el agregado de agua. En este caso, la cantidad de agua a agregar debe ser parte del agua total correspondiente a la dosificación de la mezcla. Se debe acordar entre el productor de hormigón y los responsables de la obra, la metodología para la medición, la incorporación y el control del agua a agregar para recuperar el asentamiento.

Transporte del hormigón por bombeo

La composición del hormigón debe permitir transportarlo por bombeo sin segregación como una vena continua, evaluándose el comportamiento en la boca de descarga de la cañería.

El equipo de bombeo debe tener las características y capacidad adecuada para efectuar un transporte continuo del hormigón hasta el lugar de su colocación definitiva. Las cañerías, soportes, fijaciones y uniones del conjunto de bombeo deben estar diseñados para soportar el doble de la presión máxima del equipo. Las cañerías no deben estar constituidas por aluminio ni aleaciones que lo contengan, y deben tener un diámetro interno por lo menos tres (3) veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que contenga el hormigón a bombear. Los conductos flexibles, o mangas, sólo se deben admitir en el extremo de descarga.

Las instalaciones se deben limpiar al finalizar las tareas de hormigonado mediante agua a presión. La limpieza se debe efectuar también cada vez que se hubiere interrumpido el bombeo por un lapso superior a la mitad del tiempo de fraguado inicial del hormigón (norma IRAM 1662). Si no se determina el tiempo de fraguado del hormigón, se debe limpiar en forma total la cañería cuando se interrumpa el bombeo por un lapso superior a los 60 min.

Cuando la cañería de bombeo termine en un tramo vertical o subvertical descendente, se debe adoptar una de las siguientes alternativas:

- a. Durante todo el hormigonado, la tubería vertical debe estar llena y con su extremo final sumergido en el hormigón fresco ya colocado.
- b. Horizontalizar un tramo de tubería antes de la descarga.

El procedimiento de bombeo no debe afectar la homogeneidad del hormigón. Ello se debe verificar con muestras obtenidas, en distintas oportunidades, del punto de descarga de la cañería.

Cuando se transporte por bombeo una mezcla con aire intencionalmente incorporado, la cantidad de aire especificada se deberá verificar en el hormigón al final de la cañería de bombeo.

Las tuberías utilizadas para el transporte vertical del hormigón, desde una cota superior a una cota inferior deben estar constituidas por caños de sección circular. Los mismos pueden ser metálicos, de material plástico o de goma. Su diámetro debe ser igual o mayor que ocho veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Se debe evitar que estas tuberías se doblen, se aplasten o se tuerzan, para impedir la formación de obstrucciones durante la etapa de colocación del hormigón.

Colocación

Antes de iniciar las operaciones de hormigonado se deben verificar los siguientes puntos:

- a. Dimensiones, niveles, alineación, estanqueidad y condiciones de los encofrados.
- b. Diámetros, separaciones, recubrimiento y estado superficial de las armaduras.
- c. Estado de las superficies de las fundaciones.
- d. Seguridad en las estructuras de apuntalamiento de los encofrados y otros elementos de sostén.
- e. Disponibilidad suficiente en cantidad y calidad de los materiales, equipos y mano de obra necesarios para realizar las operaciones de colocación, compactación, terminación y curado continuo de los elementos estructurales.

En forma general el hormigón se debe colocar en los elementos estructurales en el sitio más cercano al de su posición definitiva mediante trayectorias de dirección vertical, evitando los desplazamientos laterales y la innecesaria manipulación de la mezcla fresca que generen segregación de sus componentes.

No se debe colocar hormigón sobre terrenos o superficies de fundación congelados, o que estén cubiertos de hielo, nieve o materiales congelados. Las superficies congeladas se deben descongelar hasta una profundidad tal que, una vez colocado el hormigón, la superficie de

contacto no se vuelva a congelar nuevamente durante el período establecido para protección del hormigón.

Para las estructuras hormigonadas en contacto con encofrados, las superficies internas de los mismos, se deben limpiar en forma cuidadosa, eliminando todo resto de mortero u hormigón endurecidos y cualquier otra sustancia extraña o restos de madera que ocupen el lugar donde se debe colocar el hormigón. Las superficies internas de los encofrados no deben ser porosas, y se deben cubrir con un agente antiadhesivo que facilite el rápido y limpio desencofrado de los elementos estructurales, sin producir roturas del hormigón, sin mancharlo ni alterar su proceso de endurecimiento.

Al empezar la colocación del hormigón no debe existir acumulación de agua u otros líquidos sobre la superficie de los encofrados.

El hormigón debe ser colocado, compactado y terminado en obra antes de que alcance el tiempo de fraguado inicial (norma IRAM 1662).

El hormigón se debe colocar en capas horizontales y continuas de un espesor máximo de 0.50m, las cuales deben ser completamente compactadas antes que la capa precedente haya alcanzado el tiempo de fraguado inicial (norma IRAM 1662). Dichas capas pueden ser continuas o escalonadas, según sea la longitud y espesor del elemento estructural. Cada capa debe ser solidarizada a la inferior, mediante la compactación conjunta de un espesor mínimo de 5cm de la inferior.

La máxima altura para verter el hormigón libremente será de 1.50m. Para alturas mayores se debe conducir la vena de hormigón empleando embudos y/o conductos metálicos verticales ajustables, de forma cilíndrica. Los conductos pueden ser rígidos, articulados o flexibles.

No se debe colocar hormigón si las condiciones climáticas (lluvia, viento, nieve, humedad ambiente) pueden perjudicar su calidad o impedir que las operaciones de colocación y compactación se realicen en forma adecuada.

El vertido del hormigón se debe efectuar de modo tal que la masa fresca no reciba cambios bruscos en la dirección de su movimiento y que no impacte contra un obstáculo donde se pueda originar rebote.

El ingreso del hormigón en los encofrados se debe realizar en forma continua y con la menor velocidad de colocación posible.

Cuando no se disponga de los medios adecuados y eficaces para proteger al hormigón y evitar los efectos perjudiciales de las temperaturas extremas, se deben interrumpir las operaciones de colocación del hormigón.

Durante las operaciones de colocación y compactación del hormigón, las armaduras no se deben deformar, ni desplazar con respecto a la ubicación establecida en los planos.

Las losas se deben hormigonar en todo su espesor mediante fajas continuas y paralelas, preferentemente en la dirección de la luz menor. El ancho de la faja debe ser el que

corresponda para que al colocar el hormigón de la faja contigua, el hormigón de la anterior no haya alcanzado el tiempo de fraguado inicial.

En superficies planas, el vertido se debe ejecutar a distancias cortas entre sí, evitando la formación de grandes pilas o montículos que requieran de importantes movimientos transversales para alcanzar su sitio definitivo.

Las operaciones de colocación y compactación de las mezclas deben realizarse en forma de obtener, una vez que aquellas han endurecido, un material compacto, denso, impermeable y de textura uniforme, sin huecos y que forme caras lisas en las superficies en contacto con los encofrados.

Cada unidad estructural (paño comprendido entre las juntas), debe ser hormigonada vertiendo los pastones de hormigón en forma ininterrumpida, ejecutando la solera y el talud sin junta de naturaleza alguna. La técnica constructiva que se suele exigir es la siguiente: hormigonado de piso y muros en forma conjunta, con hormigonado de paños en forma alternada.

El alisado de la superficie se efectúa con llanas metálicas, antes que comenzado a endurecerse, debiendo quedar la superficie terminada, perfectamente lisa, sin imperfecciones de naturaleza alguna.

Como se desconoce en qué época del año se puede llegar a realizar la construcción de la obra en cuestión, es que se plantean dos tipos de hormigonados: en tiempo frío y en tiempo caluroso.

Hormigonado en tiempo frío

Se define como tiempo frío al período en el cual durante más de tres (3) días consecutivos existen las siguientes condiciones:

- a. La temperatura media diaria ambiente es menor que 5°C.
- b. La temperatura ambiental es igual o menor que 10°C durante medio día de cualquier período de 24hs.

La temperatura de colocación del hormigón fresco inmediatamente después de su colocación, debe ser igual o mayor que la indicada en la tabla 305. Dichas temperaturas mínimas tienen en cuenta la temperatura ambiente y la menor dimensión lineal de la sección transversal.

	Temperatura del aire	Mínima dimensión lineal de la sección (cm)			
	°C	Menor de 30	30 a 90	90 a 180	Mayor de 180
Temperatura mínima a la que se debe colocar y mantener el hormigón durante el período de protección					
I		13°C	10°C	7°C	5°C

Fuente: CIRSOC 201. Capítulo 5.

Tabla 305. Temperaturas de colocación del hormigón, en tiempo frío

La temperatura de colocación del hormigón no debe superar en más de 10°C a los mínimos indicados y debe estar lo más próxima posible a esos mínimos.

La temperatura del hormigón fresco a la salida de la planta elaboradora debe tener en cuenta las pérdidas de calor durante el transporte. A ese efecto se debe calcular la temperatura a la salida de planta que permita cumplir con la temperatura mínima de colocación.

Cuando sea necesario calentar los materiales componentes para que el hormigón alcance las temperaturas de colocación establecidas, se deben respetar las siguientes temperaturas máximas:

- a. Agua de mezclado: 80°C
- b. Agregados: 65°C de media, y en cualquier punto de la masa de los mismos menor que 80°C.

Los equipos empleados para calentar los materiales, lo deben hacer en forma uniforme en toda su masa.

En ningún caso la temperatura del hormigón fresco resultante debe ser mayor que 30 °C.

Se deben utilizar agregados que no contengan hielo adherido a su superficie. No se deben descongelar los agregados usando sales o productos químicos.

Se debe cuidar el orden de ingreso a la hormigonera de los componentes de la mezcla, evitando que el cemento se ponga en contacto con materiales que estén a temperaturas mayores de 60 °C.

Las operaciones de colocación no se deben iniciar, o deben ser interrumpidas, cuando se carezca de medios adecuados para proteger al hormigón de las bajas temperaturas, y se den algunas de las siguientes condiciones:

- a. La temperatura ambiente en el lugar de la obra, a la sombra y lejos de toda fuente artificial de calor, sea menor que 5°C.
- b. Cuando pueda preverse que dentro de las 48hs siguientes al momento de colocar el hormigón, la temperatura ambiente pueda descender por debajo de 0°C.

A tales efectos, el hecho de que la temperatura ambiente a las nueve de la mañana sea menor de 4°C, se debe considerar como indicio suficiente para prever que dentro del plazo indicado se alcanzará el límite de temperatura establecido anteriormente.

Durante los períodos de baja temperatura ambiente, antes de iniciar las tareas de colocación, se debe verificar que:

- a. Existan en obra los medios necesarios para proteger al hormigón contra la acción de las bajas temperaturas.
- b. Los materiales componentes del hormigón estén libres de nieve, hielo o escarcha, inmediatamente antes de su ingreso a la hormigonera.
- c. Los encofrados, armaduras y lugares que ocupará el hormigón estén libres de nieve, hielo o escarcha.
- d. La temperatura de la superficie de contacto debe ser igual o mayor que 2°C y no debe superar en más de 5°C a las temperaturas mínimas de colocación. Ello incluye moldes y encofrados; elementos metálicos que queden empotrados en el hormigón; suelos de

fundaciones y subrasantes hasta 10cm por debajo de la superficie de contacto con el hormigón; hormigón endurecido hasta 10cm de la superficie de construcción.

El hormigón que haya resultado perjudicado por la acción de las bajas temperaturas, debe ser eliminado antes de continuar con las tareas de hormigonado.

Hormigonado en tiempo caluroso

Se define como tiempo caluroso a cualquier combinación de factores climáticos que asociados a la alta temperatura ambiente, tienda a perjudicar la calidad del hormigón fresco o endurecido, o que contribuya al desarrollo de propiedades anormales del mismo.

La temperatura del hormigón fresco inmediatamente después de su colocación y compactación, debe ser igual o menor que 30°C. La temperatura indicada no evita la formación de fisuras por retracción térmica. Cuando la tipología estructural y las condiciones del medio planteen la posibilidad de que ello ocurra y se deba evitar la fisuración térmica por razones de durabilidad y/o aptitud de servicio de la estructura, se deben realizar los estudios necesarios para fijar la temperatura máxima de colocación.

Lo expresado precedentemente es de especial aplicación, sin que las menciones sean taxativas, en estructuras masivas, tabiques, losas de fundación y entrepisos de grandes dimensiones, y en toda estructura en las que las formas estructurales y las restricciones de vínculos a la retracción térmica puedan producir tensiones mayores que la resistencia a tracción.

El hormigonado en tiempo caluroso puede provocar la fisuración por contracción plástica del hormigón. La temperatura indicada no asegura su prevención. Cuando se hormigone en tiempo caluroso se debe prever las condiciones necesarias para evitar la contracción plástica.

Para reducir la temperatura del hormigón se puede adoptar uno o más de los siguientes métodos:

- a. Usar cemento con la menor temperatura posible.
- b. Mantener los acopios de agregados a la sombra, y refrigerarlos por humedecimiento con agua en forma de niebla para reducir su temperatura.
- c. Refrigerar el agua de mezclado.
- d. Emplear hielo en reemplazo parcial o total del agua de mezclado.
- e. Mantener a la sombra o aislados térmicamente o pintados de blanco o de color claro a los silos, tolvas, depósitos y cañerías que conducen el agua de mezclado, y al tambor de la hormigonera.

Cuando se utiliza hielo, el mismo se debe licuar totalmente antes de terminar el período de mezclado.

Si los agregados se refrigeran con agua en forma de niebla, se debe descontar del total de agua de mezclado, la aportada por los agregados.

No se debe utilizar cemento de alta resistencia inicial o aditivos químicos aceleradores. Se puede utilizar un aditivo retardador del tiempo de fraguado, fluidificante y retardador o

superfluidificante y retardador del tiempo de fraguado del hormigón. Estos aditivos permiten compensar la aceleración del fraguado producida por la mayor temperatura del hormigón, pero no son de aplicación para resolver otros efectos térmicos desfavorables. En estos casos la dosis de retardador se debe ajustar en función de las variaciones en la temperatura de colocación del hormigón.

El tiempo de mezclado del hormigón debe ser el mínimo indispensable para producir mezclas uniformes y homogéneas. En lo posible, y para hormigón mezclado en planta fija, no debe exceder de 90s.

Cuando la temperatura del aire ambiente llegue a 30°C, y se continúe colocando hormigón adoptando las precauciones estipuladas, se debe proceder a rociar y humedecer los moldes, los encofrados, el hormigón y las armaduras existentes, con agua en forma de niebla a la menor temperatura posible. En este caso, inmediatamente antes de la colocación del hormigón, se debe eliminar toda acumulación de agua que pueda existir en los lugares que ocupará el hormigón fresco.

En caso de que las condiciones ambientales diurnas sean críticas para lograr que el hormigón tenga una temperatura menor a la establecida, las operaciones de hormigonado se realizarán por la noche.

Se recomienda que diariamente y a distintas horas se registre la temperatura y la humedad relativa ambiente, la temperatura del hormigón y la velocidad del viento, correlacionándolas con el lugar de colocación del hormigón.

Compactación

Durante e inmediatamente después de su colocación, el hormigón debe ser compactado hasta alcanzar la máxima densidad posible, evitando eliminar el aire intencionalmente incorporado en caso que exista, sin producir su segregación, y sin que queden porciones de hormigón sin consolidar.

En ningún caso se debe colocar hormigón fresco sobre otro que no haya sido compactado.

El hormigón no debe ser vibrado ni revibrado después que el mismo alcanzó su tiempo de fraguado inicial (norma IRAM 1662). Una vez alcanzado el tiempo de fraguado inicial del hormigón, y hasta por lo menos 24hs después de haberlo alcanzado, se debe evitar todo movimiento, golpe o vibración de los encofrados y de los extremos salientes de las armaduras.

La compactación se debe realizar mediante vibradores de inmersión. La masa de elemento vibrante se debe elegir teniendo en cuenta la consistencia del hormigón y la frecuencia y amplitud de vibración, de forma tal que el efecto producido fluidifique la masa del hormigón en vibración, permitiendo eliminar el aire naturalmente incorporado y no el aire intencionalmente incorporado, sin producir la segregación del hormigón. Además, el diámetro del elemento vibrante debe permitir su introducción en los encofrados y a través de las armaduras.

El hormigón de consistencia muy plástica se debe compactar con vibradores internos de alta frecuencia complementado con el golpeteo de los encofrados. Cuando el mismo tipo de

hormigón se utilice para elementos confinados, como tabiques delgados y revestimientos de bóvedas de túneles, la compactación se puede complementar con vibradores de encofrados. El hormigón de consistencias fluida y muy fluida se debe compactar por vibración interna muy leve y cuidadosa.

Los vibradores se deben insertar a distancias uniformemente espaciadas entre sí, con una separación entre los puntos de inserción menor que el diámetro del círculo dentro del cual la vibración es visiblemente efectiva. En cada lugar de inserción, el vibrador debe ser mantenido solamente durante el tiempo necesario y suficiente para producir la compactación del hormigón, sin que el mismo se segregue.

Los vibradores se deben introducir y se deben extraer de la masa de hormigón en posición vertical, y la vibración debe ser interrumpida en el momento que cese el desprendimiento de las grandes burbujas de aire y se observe la aparición de agua y/o de lechada en la superficie del hormigón.

En ningún caso se deben utilizar los vibradores de inmersión como medio para el desplazamiento del hormigón colocado.

Durante las operaciones de vibrado se debe evitar el contacto de los vibradores con el encofrado o con las armaduras, y que el vibrado produzca la deformación y el desplazamiento de las armaduras respecto del lugar indicado en los planos.

Al vibrar una capa de hormigón, la inmediata inferior aún debe estar en condiciones de ser revibrada, no habiendo superado su tiempo inicial de fraguado (norma IRAM 1662). El vibrador debe atravesar la nueva capa totalmente y penetrar en la inferior para asegurar la unión entre ambas, evitando la formación de un plano de junta.

Protección y curado

Protección

Inmediatamente después de su colocación el hormigón debe ser protegido, durante el período en que permanece en estado plástico y en sus edades tempranas, contra las acciones que pudieran agredirlo. Las protecciones que al efecto se materialicen deben permanecer hasta tanto el hormigón adquiera la resistencia suficiente para no ser afectado por esas agresiones.

El hormigón debe ser especialmente protegido de los efectos que a continuación se detallan:

- a. Secado prematuro por la acción del sol y del viento, particularmente en el caso de estructuras con grandes superficies no encofradas y expuestas.
- b. Secado prematuro por acción de la circulación del aire, particularmente en túneles, conductos, galerías y estructuras similares, donde se evitará la circulación de aire por su interior, manteniéndolos cerrados durante el mayor tiempo posible.
- c. Contacto directo con lluvia y/o nieve.
- d. Agua en movimiento.
- e. Aguas, líquidos, suelos o sustancias agresivas para el hormigón que puedan existir en el lugar de emplazamiento de la estructura.
- f. Acciones mecánicas, oscilaciones, vibraciones o sobrecargas.

- g. Acción de temperaturas extremas (tanto bajas como elevadas).
- h. Acción del fuego.

Curado

El curado se debe realizar en todas las estructuras, con independencia de la clase de hormigón y del tipo de estructura. El curado debe asegurar que el hormigón mantenga la humedad y la temperatura necesarias para que se desarrolle la hidratación del cemento y se alcancen las propiedades especificadas para el hormigón de la estructura. El curado se debe mantener hasta que el hormigón de la estructura alcance el 70% de la resistencia de diseño $f'c$.

La duración del curado para verificar la condición establecida de resistencia se debe controlar mediante el ensayo de probetas cilíndricas curadas en forma similar a la estructura o aplicando el criterio de madurez.

El curado se debe iniciar tan pronto el hormigón haya endurecido lo suficiente como para que su superficie no resulte afectada por el método de curado adoptado. Cuando el hormigonado se realice en condiciones medioambientales que puedan afectar al hormigón, este deberá ser convenientemente protegido hasta que se inicie el curado.

Cuando no se verifique el desarrollo de resistencia, el período mínimo de curado húmedo continuo para estructuras no masivas, contado a partir del momento de la colocación del hormigón, será el indicado en la tabla 306.

Edad de diseño del hormigón	Cemento		Tiempo mínimo de curado
	Tipo	Categoría	
7 días	CPx (ARI)	50	3 días
28 días	CPN CPF CPC CPE CPP	40 - 50	5 días
	CPN CPF CPC CPE CPP	30	8 días
28 días	CAH	30 - 40 - 50	8 días

Fuente: CIRSOC 201. Capítulo 5.

Tabla 306. Períodos mínimos de curado

Para cumplimentar con el período mínimo de curado, se deben computar como días válidos de curado aquellos en los que la temperatura media del aire en contacto con la estructura sea igual o mayor que 10 °C. Asimismo, se debe computar un día de curado por cada dos días en que la temperatura media del aire esté comprendida entre 5 °C y 10 °C.

Como el hormigón de la estructura se encuentra en contacto con las condiciones de exposición C1 los períodos mínimos de curado de la tabla 306 se deberán incrementar en 3 días, para todos los tipos de cemento.

Durante el período de curado establecido, los encofrados no impermeables que permanezcan colocados y las estructuras que se desencofren antes de finalizar dicho período, se deben mantener continuamente humedecidos.

Al finalizar el período de protección y curado, el hormigón no debe ser sometido a cambios bruscos de temperatura, debiendo los mismos ser graduales. En el caso del hormigón no masivo el gradiente máximo será de 3°C/h y sin sobrepasar un total de 20°C cada 24hs.

Cuando se prevean períodos de curado extensos con temperaturas inferiores a 10 °C, se debe medir la temperatura efectiva que alcanza el interior del hormigón en la estructura.

El curado de las estructuras del proyecto se debe realizar mediante compuestos líquidos capaces de formar membranas. Deben ser líquidos y opacos y su color debe ser blanco o negro según convenga. Además deben cumplir las condiciones establecidas en la norma IRAM 1675:1975 y no deben provocar reacciones desfavorables para el fraguado y el endurecimiento del hormigón.

El producto se debe entregar en obra listo para su empleo, y en ningún caso debe ser diluido ni alterado en obra.

En el caso de superficies expuestas de hormigón fresco, el producto se debe aplicar después de finalizadas las operaciones de terminación de la superficie, e inmediatamente después que haya desaparecido la película brillante de agua libre existente sobre la superficie.

En el caso de superficies desmoldadas de hormigón endurecido, el producto se debe aplicar después de finalizadas las operaciones de desencofrado, previa saturación de la superficie con agua e inmediatamente después de que haya desaparecido la película brillante de agua libre sobre la superficie.

El producto se debe aplicar usando equipos rociadores de accionamiento neumático, eléctrico o mecánico, provistos de un tanque a presión y de un agitador continuo del contenido. El compuesto se debe aplicar en dos (2) capas cruzadas y colocadas una inmediatamente después de la otra, en la proporción que, por metro cuadrado de superficie, indique el fabricante. Si lloviese antes de que el producto haya secado, se debe proceder a cubrir nuevamente la superficie con el compuesto en la forma indicada precedentemente.

Las superficies cubiertas con el compuesto deben estar permanentemente protegidas durante el período de curado establecido, no permitiéndose el paso de peatones, equipos o vehículos sobre la membrana, salvo en zonas restringidas en donde se realicen caminos para ese fin.

Protección y curado en tiempo frío

Cuando se espere que la temperatura media del ambiente descienda por debajo de +5°C, después de su colocación, el hormigón fresco debe ser protegido y mantenido a temperaturas iguales o mayores que las mínimas establecidas para el hormigonado en tiempo frío.

Cuando el hormigón contenga aire intencionalmente incorporado, como es el caso de las estructuras de análisis, el período de protección mínimo debe ser el indicado a continuación, según sea el tipo de cemento utilizado:

- a. Cementos Portland normal, sin adiciones que alteren su desarrollo de resistencia. Incluye también a los cementos sin adiciones que sean moderada o altamente resistente a los sulfatos y/o resistente a la reacción álcali - agregado: **tres (3) días**.
- b. Cemento de alta resistencia inicial: **dos (2) días**.
- c. Cementos de bajo calor de hidratación, puzolánico, con escorias y cemento de alto horno. Incluye también a los cementos con adiciones que posean la condición de moderada o altamente resistente a los sulfatos y/o resistentes a la reacción álcali-agregado: **seis (6) días**.

Durante el período de protección del hormigón se pueden admitir temperaturas de la masa inferiores a las indicadas para el hormigonado en tiempo frío, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- a. En ningún momento la temperatura del hormigón de la estructura será menor que 5 °C.
- b. Dicha temperatura será monitoreada con sensores empotrados en su masa, que serán leídos no menos de cuatro (4) veces al día. Las lecturas deben permitir el registro de los picos extremos.
- c. La protección del hormigón se mantendrá durante el período de tiempo necesario para que el hormigón alcance una resistencia a compresión igual o mayor que 7 MPa, y asegure el posterior desarrollo de la resistencia característica especificada.
- d. La protección exterior debe ser suficientemente confiable frente a los fenómenos atmosféricos y las contingencias propias de la obra, para poder asegurar las condiciones establecidas en los puntos a, b y c.

Para proteger el hormigón del efecto de las bajas temperaturas se deben utilizar cubiertas con aislantes térmicos que aprovechen el calor de hidratación, o cerramientos que permitan calentar con vapor de agua el recinto en que se encuentra la estructura.

El curado del hormigón durante el período de protección se debe realizar utilizando compuestos líquidos capaces de formar membranas, combinándolos con la protección adecuada para cumplimentar los requisitos establecidos anteriormente.

Finalizado el período de protección, en caso de que existan temperaturas ambientes por encima de 10°C durante más de 12hs de cualquier período de 24hs por tres (3) días consecutivos, se debe considerar que el hormigón no está más sometido a tiempo frío y sobre él se continuará el curado normal.

Protección y curado en tiempo caluroso

Las superficies expuestas de hormigón se deben mantener continuamente humedecidas durante 48hs después de finalizada la colocación, mediante riego en forma de niebla, arpilleras húmedas u otros medios de comprobada eficacia. Inmediatamente después se debe seguir con el período de curado húmedo.

Durante las primeras 24hs, las superficies de hormigón expuestas al medio ambiente, deben ser protegidas contra la acción del viento y del sol, con el objeto de evitar la fisuración del hormigón por contracción plástica y/o por secado prematuro.

Cuando las condiciones del medio ambiente y la temperatura del hormigón puedan ocasionar la fisuración por contracción plástica, inmediatamente después de terminada la superficie se aplicará un rociado con agua en forma de niebla. Este proceso debe ser suspendido cuando el hormigón esté en condiciones de recibir la membrana de curado.

Los encofrados de madera se deben mantener continuamente humedecidos hasta finalizar el período de curado.

En ningún caso el agua de curado debe tener una temperatura inferior a la del hormigón en más de 10°C.

Encofrados y puntales

Los encofrados deben ser resistentes, rígidos y suficientemente indeformables como para mantener las formas, dimensiones, niveles y alineamientos especificados en los planos. Se deben construir con madera, chapas de acero, de madera compensada, fenólico, plástico o con cualquier otro material que cumpla con las condiciones anteriormente mencionadas, debiendo ser estancos para evitar las pérdidas de mortero durante las operaciones de hormigonado. Dichos materiales, al ponerse en contacto con el hormigón fresco, no deben ablandarlo, decolorarlo, mancharlo ni perjudicar en forma alguna su superficie.

Los bulones, pernos y otros elementos metálicos que se utilicen como uniones internas para armar y mantener a los encofrados en sus posiciones definitivas, y que posteriormente queden incluidos en el hormigón, deben tener los recubrimientos mínimos de hormigón en función del tipo de exposición de la estructura al medio ambiente circundante.

Para facilitar la remoción de los encofrados, sobre sus superficies internas una vez limpias, se debe colocar una película de material desencofrante antes de colocar las armaduras en el elemento estructural. Estos desencofrantes deben ser aplicados en cantidades tales que no escurran sobre las armaduras o sobre las juntas de construcción.

Posteriormente a su remoción, las caras internas de los encofrados se deben limpiar de toda suciedad, mortero y cualquier materia extraña.

Los puntales y arriostramientos se deben construir con madera estacionada sin nudos, perfiles o tubos metálicos o con otros materiales de características y condiciones equivalentes. Deben resistir sin hundimientos, deformaciones ni desplazamientos perjudiciales, la combinación más desfavorable de los esfuerzos estáticos derivados del peso del hormigón, de las armaduras y sobrecargas; los esfuerzos dinámicos ocasionados por la colocación y compactación del hormigón; la acción del viento y cualquier otro esfuerzo a que puedan verse sometidos en las condiciones de trabajo, hasta su remoción.

Es necesario que se encuentren provistos de cuñas, gatos, tornillos u otros dispositivos adecuados, que permitan corregir posibles asentamientos durante las tareas de hormigonado.

No se deben usar puntales de madera empalmados, a menos que los empalmes estén fabricados usando piezas metálicas que generen una unión de probada resistencia a los esfuerzos conjuntos de compresión, flexión y pandeo.

Los puntales no se deben apoyar directamente sobre terrenos erosionables, sobre suelos que no sean capaces de soportar la carga transmitida a través de ellos sin que se produzca un asentamiento significativo o sobre un suelo que esté congelado.

Se deben arriostrar horizontalmente entre ellos, en las direcciones que sean necesarias para mantenerlos en su posición y aumentar su seguridad de resistencia al pandeo, según resulte del cálculo estructural.

No se permite retirar los encofrados hasta tanto el hormigón moldeado no presente un endurecimiento suficiente como para no deformarse o agrietarse. En tiempo favorable (temperatura superior a los 5 °C) puede efectuarse el desencofrado a los 8 días, para secciones rectangulares. El plazo debe aumentarse en un número de días igual al de aquellos en que la temperatura ambiente en el lugar donde se ubica la estructura haya descendido debajo de los 5°C. Los tiempos pueden disminuirse en caso que se utilicen aditivos aceleradores de fragüe o cementos de alta resistencia inicial.

La remoción de los encofrados y puntales se debe realizar cuidadosa y gradualmente utilizando métodos y procedimientos que se traduzcan en esfuerzos estáticos, sin aplicación de golpes ni vibraciones, garantizando no dañar la estructura y mantener la seguridad y prestación en servicio para la cual fue proyectada. Inmediatamente después que se removieron los encofrados, las superficies de hormigón a la vista deben ser protegidas para evitar deterioros durante las distintas etapas constructivas de la obra.

Sobre las estructuras de hormigón recientemente desencofradas o desapuntaladas no se deben acumular cargas, materiales ni equipos que hagan peligrar su estabilidad.

Tolerancias de alineamientos, niveles y espesores

Los alineamientos, niveles y espesores de la obra deben ser especificados. No se permite un corrimiento en las alineaciones superior a los 5mm.

En la solera del canal no se admiten diferencias que excedan en más o menos de 4mm de las cotas reales en cada punto.

En los taludes no deben existir desniveles mayores de 5mm dentro de cada paño, con respecto a la superficie plana.

Las superficies deben quedar perfectamente lisas, sin salientes, huecos, etc.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias fijadas se deben corregir picando la superficie afectada, aplicando lechada de cemento y colocando mortero (1 parte de cemento, 3 partes de arena fina). Si la irregularidad es de mayor magnitud, se debe demoler la parte afectada y reconstruirla.

El control de espesores se realiza mediante perforaciones (4 por cada 1 km), extrayendo probetas (testigos), cuya altura es el espesor del revestimiento. Si los espesores resultaran inferiores a los especificados, se realizan nuevas perforaciones. Si todos los espesores registrados en esas nuevas perforaciones son satisfactorias, se considera aceptable el revestimiento. Si no, se considera al tramo deficiente.

Ensayos

Hormigón fresco

Sobre hormigón fresco se realizan ensayos de consistencia, mediante asentamiento del Cono de Abrams (Norma IRAM 1536) y contenido de aire por el método de presión (Norma IRAM 1602).

La extracción de las muestras del hormigón fresco se debe efectuar en la boca de descarga de los equipos mezcladores fijos y/o motohormigoneros. Cada muestra de hormigón fresco se debe extraer de un pastón distinto elegido al azar, o de acuerdo con un plan de muestreo elaborado previamente a la iniciación de las operaciones de hormigonado.

El volumen de la muestra, una vez homogeneizada, debe ser como mínimo superior en un 40 % al volumen necesario para realizar todos los ensayos de control previstos, incluyendo en ellos al moldeo de las probetas para ensayos de resistencia.

En el caso del hormigón elaborado en planta externa a la obra y transportado por equipos motohormigoneros, la muestra se extraerá de la motohormigonera luego de haberse descargado como mínimo el primer cuarto de metro cúbico del pastón y antes de la descarga del último cuarto de metro cúbico, de acuerdo con lo especificado por la norma IRAM 1666-1. Para los ensayos de control de la consistencia la muestra se recogerá inmediatamente después de haberse descargado el primer cuarto de metro cúbico de hormigón del pastón.

El plan de muestreo diario para el control de las propiedades del hormigón fresco, se debe establecer para cada clase de hormigón elaborado bajo las mismas condiciones y materiales componentes. El número básico de muestras de hormigón fresco a extraer debe ser función del volumen de hormigón a colocar y del tiempo previsto de hormigonado. El plan de muestreo mínimo final a cumplimentar se indica en los artículos correspondientes al criterio de conformidad de cada propiedad en evaluación.

Hormigón endurecido

Sobre hormigón endurecido se deben realizar ensayos de resistencia de rotura a la compresión utilizando probetas cilíndricas normales de 15.0cm de diámetro y 30.0cm de altura, las que deben ser moldeadas y curadas de acuerdo con lo establecido en las normas IRAM 1534 ó 1524. Las probetas deben ser ensayadas a compresión hasta la rotura, de acuerdo con lo establecido por la norma IRAM 1546.

La edad de ensayo debe ser la edad de diseño, que tendrá en consideración el tipo de estructura, el momento de su puesta en servicio y el cemento a utilizar en la construcción. Cuando no establezca una edad de diseño diferente, ella se debe adoptar igual a 28 días.

Se debe adoptar como resultado de un ensayo (f'_{ci}) al valor que se obtiene como promedio de las resistencias de, como mínimo, dos (2) probetas cilíndricas normales, moldeadas con la misma muestra de hormigón y ensayadas a la misma edad. Se debe cumplir que la diferencia entre las resistencias extremas del grupo que constituye cada ensayo, sea menor del 15% de la resistencia media de las probetas que constituyen el grupo. Si dicho valor resultara mayor, se debe rechazar el ensayo correspondiente y se deben investigar los procedimientos de moldeo, curado y ensayo de las probetas, con el objeto de analizar si los mismos se están realizando en un todo de acuerdo con las normas. En el caso de que el grupo esté constituido por tres (3) probetas, si la diferencia entre las resistencias extremas es mayor del 15%, pero las resistencias de dos (2) de ellas difieren en menos del 10% con respecto a su resistencia promedio, se puede descartar el tercer resultado y aceptar el ensayo, tomando como resistencia del mismo el promedio de las dos aceptadas.

Aceros

Las tareas a realizar comprenden la provisión de la mano de obra, materiales, equipos, y la ejecución de todos los trabajos necesarios para el suministro e instalación de las armaduras de acero en la obra.

Las armaduras de acero se deben colocar de acuerdo con lo dispuesto en planos de detalle de las distintas secciones confeccionadas en hormigón armado.

Tipo de acero

Las indicaciones relativas a los diámetros de las barras, los alambres o los cordones, y sus secciones transversales, se realizan en función de las dimensiones nominales de la armadura, de acuerdo con lo establecido en las normas IRAM-IAS correspondientes.

		Barras de acero		
Designación de las barras de acero		AL 220 AL 220 S	ADN 420	ADN 420 S
Normas a las que responde		IRAM-IAS U 500-502	IRAM-IAS U 500-528	IRAM-IAS U 500-207
Conformación superficial		Lisa (L)	Nervurada (N)	Nervurada (N)
Diámetro nominal (d) (*)	mm	6 - 8 - 10 - 12 16 - 20 - 25	6 - 8 - 10 - 12 - 16 20 - 25 - 32 - 40	6 - 8 - 10 - 12 - 16 20 - 25 - 32 - 40
Tensión de fluencia característica (**)	MPa	220	420	420
Resistencia a la tracción, característica (**)	MPa	340	500	500
Alargamiento porcentual de rotura característica (A_{10})	%	18	12	12
Diámetro del mandril de doblado. Angulo de doblado 180°	mm	2 d	d ≤ 25 3,5 d d = 32 5,0 d d = 40 7,0 d	d ≤ 25 3,5 d d = 32 5,0 d d = 40 7,0 d
(*) Las normas IRAM-IAS designan al diámetro nominal de la barra o alambre como d mientras que en este Reglamento se designan como d_b				
(**) Según se define en el artículo 3.0. Simbología				

Fuente: CIRSOC 201. Capítulo 3.

Tabla 307. Barras de acero para armaduras en estructuras de hormigón

Los aceros empleados en las estructuras a construir en zonas sísmicas, deben tener una tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal f_y , no mayor que 420MPa y la conformación superficial del tipo nervurada. No se debe utilizar aceros con tensiones reales de fluencia superiores a 1.30 veces la tensión de fluencia especificada.

La relación entre la resistencia a la tracción real y la tensión de fluencia real, no debe ser menor que 1.25.

Se deben utilizar exclusivamente barras de acero conformadas y alambres conformados. Las barras y alambres de acero lisos sólo se pueden utilizar para la ejecución de espirales, estribos y zunchos.

Acopio

Los alambres y cordones para estructuras de hormigón pretensado deben salir secos de fábrica, y durante su transporte deben ser protegidos de la lluvia. Se deben colocar sobre tirantes o durmientes con separadores de madera u otros materiales, con el fin de impedir que se mezclen los distintos tipos, diámetros y partidas de cada uno de ellos.

Los acopios se deben realizar separados del suelo o piso, como mínimo a una distancia de 15 cm; debiendo adoptarse todas las medidas tendientes a evitar el crecimiento de malezas en el sector.

Según el uso al que estén destinadas las armaduras, se deben acopiar respetando las siguientes condiciones:

- a. Aceros para armaduras de estructuras de hormigón: bajo techo, o a la intemperie por un período no mayor de 60 días.
- b. Acero para uso en hormigón pretensado: bajo techo, en locales cerrados y aireados, y estibados de tal forma que circule aire entre los rollos. Cuando en los locales de almacenamiento la humedad relativa ambiente sea igual o mayor del sesenta por ciento (60%), los mismos deben ser calentados para evitar la formación de agua de condensación.

Cada partida de barras, alambres, cordones y mallas de acero soldadas se debe identificar colocando un cartel visible en el espacio en que esté ubicada, donde conste el número del remito de envío, el tipo de acero y el diámetro del material de la partida.

Cortado y doblado de barras de acero

El corte, doblado y armado de las armaduras se debe realizar en obrador, para su posterior montaje en obra en las disposiciones establecidas en planos, verificando que formen un conjunto rígido y que los hierros no puedan moverse ni deformarse al verter el hormigón y al vibrarlo dentro de los encofrados.

El acero que ha sido cortado y doblado de acuerdo a las planillas de armadura será marcado con el número correspondiente, utilizando alguna forma de rótulo inalterable a los agentes atmosféricos o colocando las barras en depósitos con marcas.

La utilización de ganchos normales, tanto en los estribos abiertos como en los cerrados, está limitada a barras con $d_{be} \leq 25$ mm, y el gancho con un ángulo de doblado de 90 grados más una prolongación, como mínimo, igual a $6 d_{be}$, está limitado además a barras o alambres con $d_{be} \leq 16$ mm.

Los mandriles de doblado de las barras y alambres se especifican en función del diámetro interior de doblado, por ser más fácil de medir que el radio de doblado.

Los principales factores que determinan el valor del diámetro mínimo del mandril de doblado son:

- a. La capacidad del acero de ser doblado sin roturas, para lo cual debe cumplir con las normas IRAM-IAS correspondientes.
- b. La verificación de la tensión de aplastamiento del hormigón en la zona del doblado.
- c. Las tracciones transversales que se originan y que tienden a desprender al hormigón, situación particularmente peligrosa cuando los recubrimientos de las barras o alambres son pequeños, razón por la cual en estos casos se recomienda rodear la armadura con estribos.

Los diámetros mínimos del mandril de doblado permitidos en el Reglamento CIRSOC 201 son, en la mayoría de los casos, los mismos que se requieren en los ensayos de doblado de las normas IRAM-IAS correspondientes (tabla 307).

Colocación

Toda la armadura debe estar adecuadamente apoyada en el encofrado y correctamente vinculada entre sí para evitar que se desplace al colocar el hormigón, o por el movimiento de los operarios.

Con el fin de mantener las armaduras ubicadas en su posición, se recomienda colocar separadores con la siguiente distancia mínima:

- a. Losas:
 - armadura superior: $50 d_b$ ó 500mm
 - armadura inferior: $50 d_b$ ó 1.0m
- b. Tabiques:
 - $50 d_b$ ó 1.0m
- c. Vigas y columnas:
 - 1.0 m, disponiendo como mínimo tres (3) planos por tramo y para los estribos dobles o elementos con un ancho superior a 300mm.
 - 2 separadores en cada sección transversal apoyada.
- d. Bases y losas de fundación:
 - $50 d_b$ ó 1.0m

Para facilitar el llenado de los moldes correctamente, se recomienda que la separación libre entre barras o alambres, tanto en sentido horizontal como vertical, sea como mínimo 1,33 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso del hormigón empleado.

Los espesores mínimos de recubrimiento en las todas las secciones a ejecutarse en la obra deben ser como mínimo de 3.0cm, en función del tipo de hormigón (si es colocado en obra, prefabricado o pretensado), del tipo de elemento estructural y del grado de exposición (en contacto con el suelo, expuesto al aire, etc.).

Se disponen separadores amarrados a la armadura, a fin de evitar el contacto de la misma con el encofrado. Los separadores deben ser de concreto o de material plástico adecuado a tal fin.

Si se interrumpiese la construcción de la estructura por un período mayor de tres meses, se deben proteger las armaduras salientes en espera, destinadas a vincular la futura ampliación, contra los efectos de la corrosión, utilizando una capa continua de pasta de cal protegida con un mortero de cemento. No se pueden proteger las armaduras salientes en espera utilizando hormigón pobre o mampostería, sin previamente realizar sobre las barras las protecciones establecidas precedentemente.

Al reiniciar la construcción de una estructura se deben limpiar en forma cuidadosa las armaduras salientes mediante arenado, retirando todo vestigio del material de protección y el acero que se hubiere transformado en óxido. Antes de proceder a utilizar la armadura en espera se debe verificar su estado, especialmente en la parte empotrada, inmediatamente por debajo de la interfase hormigón-aire, y en caso de que se observen signos de corrosión avanzada deberán ser reemplazadas total o parcialmente según corresponda. A este efecto se debe considerar corrosión avanzada cuando, luego de la limpieza de la barra, se constate una disminución de cualquier sección transversal igual o mayor que el 10%.

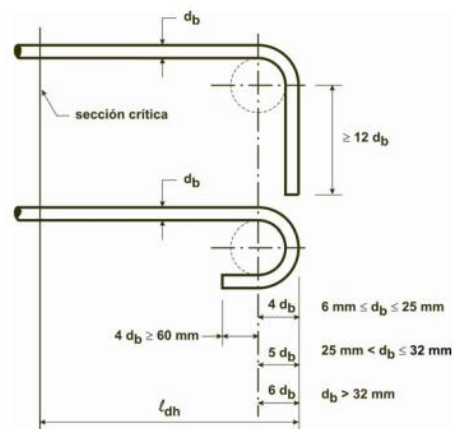
Anclaje

La longitud de anclaje es la longitud necesaria para desarrollar la resistencia de diseño de la armadura en una sección crítica.

La longitud de anclaje l_{dh} , en mm, para las barras o alambres conformados solicitados a tracción, que terminan con un gancho normal siempre debe ser:

$$l_{dh} \geq \begin{cases} 8 d_b \\ 150 \text{ mm} \end{cases}$$

Figura 240. Detalle de los ganchos en las barras y alambres para efectivizar el anclaje de la armadura



Las uniones entre barras que corran en distintas direcciones se efectúan con ataduras de alambre del N° 15 ó 17.

Juntas

En el caso del canal propuesto de sección rectangular, solo se realizan juntas transversales de contracción y juntas de trabajo o construcción, no así juntas longitudinales las que se emplean en secciones trapeciales.

Las juntas de contracción tienen por finalidad evitar las grietas producidas por retracción del hormigón o por contracción debido a la disminución de temperatura.

Las juntas de trabajo o construcción se generan cuando se producen interrupciones de las operaciones de hormigonado, y se deben ejecutar siempre entre un hormigón endurecido que haya superado su tiempo de fraguado inicial y un nuevo hormigón en estado fresco.

Juntas de contracción

Para las juntas de contracción se adopta una separación entre juntas de 4.0m. Deben ser rectas y verticales, excepto cuando se apruebe de otra forma y los niveles de superficie de hormigón a ambos lados de las juntas serán totalmente exactos.

Como la metodología de trabajo es mediante el método de paños alternos, para materializar la junta sólo se pintan con pintura asfáltica las caras de los tramos hormigonados en la primera etapa de la secuencia, que entran en contacto con el hormigón del paño a hormigonar en una etapa posterior.

La disminución del espesor de la sección transversal de hormigón en correspondencia con la junta debe ser como mínimo de 1/3 del espesor real. Sobre el fondo o solera de la sección se materializa la junta mediante un perfil independiente de los anteriores pero de las mismas características, provistos de manijas para que puedan ser removidos en forma manual por operarios una vez que el hormigón haya endurecido. El posicionamiento de este último perfil debe corresponderse perfectamente con los que se encuentran colocados en los encofrados y debe ser fijado a estos últimos para que se eviten movimientos durante el hormigonado.

Para el sellado de las juntas del canal debe utilizarse un sellador plastoelástico a base de bitumen caucho tipo Igas Mastic de Sika o similar. En este caso debe preverse para el relleno de la junta, llegar a la altura del biselado o a 3mm del borde superior de la junta.

Juntas de construcción o de trabajo

En la medida de lo posible, estas juntas deben coincidir con las juntas de contracción salvo que la interrupción se produzca excepcionalmente en forma accidental o por causa de fuerza mayor.

Las juntas de construcción no consideradas en los planos, con origen accidental o por fuerza mayor, se deben ejecutar en la forma que menos perjudique a la resistencia, durabilidad y aspecto de la estructura, y en general disponiéndolas normalmente a la dirección de los esfuerzos principales de compresión.

Toda superficie expuesta, que constituirá una junta de construcción, debe ser mantenida con curado continuo hasta que la nueva capa de hormigón sea colocada o hasta que se cumpla con el tiempo mínimo establecido.

La superficie de contacto del hormigón existente debe ser tratada para asegurar una buena adherencia. El tratamiento se debe iniciar tan pronto como sea posible sin que se perjudique la calidad del hormigón colocado.

De acuerdo con el grado de endurecimiento del hormigón colocado, y el tamaño de la junta de construcción, la limpieza de su superficie se debe realizar mediante rasqueteo con cepillos de alambre, chorro de agua a presión, o combinando chorro de arena y agua a presión. Esta operación se debe continuar hasta eliminar la lechada, mortero u hormigón porosos y toda sustancia extraña, dejando al descubierto hormigón de buena calidad y las partículas de agregado grueso de mayor tamaño, cuya adherencia no debe verse perjudicada, obteniendo una superficie lo más rugosa posible. Las partículas de agregado grueso que queden expuestas deberán tener empotrado las tres cuartas partes de su volumen o los dos tercios de su altura.

En todos los casos, la superficie de la junta debe ser lavada enérgicamente luego de la limpieza, hasta eliminar todo resto de material suelto. La eliminación del material indeseable de la superficie o junta de construcción descrita, no se debe realizar picando la superficie con una herramienta cortante ni sometiéndola a operaciones de martelinado.

Antes de colocar el nuevo hormigón en estado fresco sobre la junta, la superficie de unión debe ser humedecida con agua y se debe eliminar toda película o acumulación de agua que hubiese podido quedar sobre la misma.

La adherencia entre el hormigón fresco a colocar y el hormigón endurecido existente se alcanza colocando al primero en forma directa sobre el hormigón endurecido, asegurándose que la mezcla fresca disponga de suficiente mortero en su composición.

Cuando sea necesario mejorar la adherencia entre ambos hormigones a unir, dado los esfuerzos a que estará sometida la estructura, o para lograr una mayor estanqueidad, se deben emplear en la superficie o junta de construcción adhesivos específicos, denominados puentes de adherencia, basados en resinas epoxi o morteros de cemento con polímeros, sobre los que exista fehaciente información, a través de ensayos y sobre su comportamiento satisfactorio en obra para el uso al que se los destina.

Drenaje

El sistema de drenaje se destina a la protección del revestimiento del canal, evitando que las infiltraciones que pueden llegar a producirse no afecten la estructura. Por esta razón debe ser capaz de admitir el agua y conducirla a un punto de salida donde se evacua al exterior.

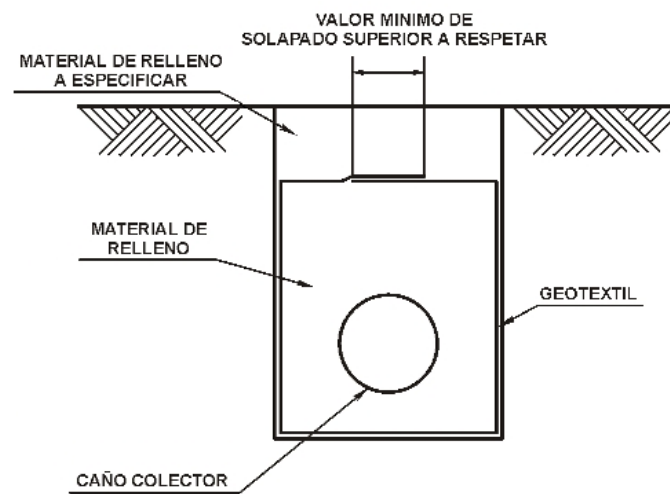
Para ello se debe construir una zanja drenante a lo largo de toda la traza del canal, la cual contiene en dren en su interior para una fácil penetración del agua, finalmente la zanja y su dren desaguan en una arqueta de registro, las que se utilizan para comprobar su correcto funcionamiento, para luego eliminar el agua al exterior.

Las zanjas drenantes no deben recibir más caudales que los captados por ellas mismas en los tramos situados entre arquetas o pozos de registro. Una vez en el pozo de registro o arqueta, las aguas se evacuarán a cauce natural, al sistema de drenaje superficial o a colectores.

Materiales

El sistema de drenaje debe estar compuesto por una zanja rellena de material drenante, adecuadamente compactado, en el fondo de la cual se dispone un tubo perforado, que permite la captación de aguas freáticas o de infiltración. Se debe disponer además, de un filtro conformado por un geotextil, protegiendo el material drenante.

Figura 241. Esquema de los componentes de una zanja drenante



Tubería drenante

Debe ser un tubo ranurado de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), en el que se disponen de perforaciones u orificios uniformemente distribuidos en su superficie para permitir el drenaje del agua. El diámetro interior mínimo de los tubos debe ser 120mm.

La superficie interior debe ser razonablemente lisa, y no se admiten más defectos que los de carácter accidental o local, siempre que no supongan merma de la calidad de los tubos ni de su capacidad de desagüe.

Los orificios del tubo deben carecer de residuos de material, rebabas o cualquier otro defecto que dificulte la entrada de agua o el flujo a través del tubo. Se limpiarán de todo tipo de cuerpos extraños.

Material de relleno

El material de relleno de la zanja y sobre el que se apoya el dren debe tener una permeabilidad claramente superior a la del terreno circundante. El material drenante a emplear en rellenos debe estar compuesto por áridos naturales, o bien áridos procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, o áridos artificiales. En todo caso deben estar exentos de arcilla, margas y otros materiales extraños.

Geotextil

El geotextil es un material textil plano, permeable y polimérico (sintético o natural), que se emplea en contacto con suelos u otros materiales, pudiendo ser tricotado, tejido o no tejido.

Se emplea tanto en la ejecución de la zanja drenante ubicada debajo del canal, como así también en las balsas de almacenamiento que deben ejecutarse en cada parcela.

Para garantizar la durabilidad de los geotextiles, sin tomar precauciones especiales, es necesario que el entorno donde se coloque no sea agresivo o que el material sea lo suficientemente resistente. En general son adecuados los geotextiles compuestos por fibras de polipropileno, poliéster, poliamida o polietileno. Además deben contar con algunos aditivos, como agentes estabilizadores a la acción de los rayos ultravioletas o antioxidantes.

Para el caso de drenajes, los geotextiles deben cumplir fundamentalmente con las funciones hidráulicas de filtración o drenaje, pero así mismo deben tener la resistencia suficiente para soportar los rigores de la instalación evitando el punzonamiento y el rasgado del material.

Para el caso propuesto se debe colocar un geotextil de polipropileno no tejidos con resistencia mínima a la tracción y resistencia al punzonamiento.

Los rollos que se reciban en obra deben estar bien protegidos para resguardar el material y facilitar su maniobra. La colocación del material debe ser realizada por personal especializado.

Colocación

Se debe extender en las paredes de la zanja de drenaje, una vez abierta, una capa de geotextil.

Se debe efectuar un lecho de asiento de 10cm con material seleccionado (gravilla de entre 3 y 5mm de diámetro), el cual se tiene que compactar, hasta conseguir una base de apoyo firme y regular en toda su longitud, y con una pendiente nunca inferior a 0.5%.

La colocación de los tubos perforados se debe realizar en sentido ascendente, con las pendientes y alineaciones necesarias.

Se debe rellenar a ambos lados del tubo con el material drenante seleccionado, utilizado en la capa de asiento, el cual debe ser compactado adecuadamente. Se debe cuidar especialmente de no dañar los tubos ni alterar su posición. Se debe proteger el relleno con una capa de geotextil.

La colocación del geotextil se debe programar de tal manera que no quede expuesto a los rayos ultravioletas por más de 10 días.

La operación del tendido del geotextil debe ser de modo tal que los solapes por superposición sean suficientes para su correcto funcionamiento. Deben como mínimo tener un solape de 0.15m.

Se debe completar la zanja con material del terreno natural proveniente de las excavaciones, el cual se debe compactar hasta alcanzar los requisitos de compactación establecidos en terraplenes, para el apoyo posterior de la estructura.

Se deben ejecutar arquetas de inspección cada 50m para verificar el correcto funcionamiento de los drenes y permitir el desagüe de los mismos hacia el colector natural final.

Balsas

Se deben realizar excavadas en el terreno de las dimensiones y profundidad establecidas en el proyecto.

La excavación de las mismas se debe ejecutar teniendo en cuenta lo descrito en el apartado pertinente.

Este tipo de balsas deben estar formadas por un geotextil de protección, el mismo que se emplea en el drenaje del revestimiento del canal, sobre el que se apoya una geomembrana de PVC de espesor reducido aproximadamente 1.5mm, de muy baja permeabilidad.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Con el diseño tecnológico efectuado, se procede a realizar la evaluación económica del proyecto. Para ello, se elige la metodología de evaluación social. Se incluye en el análisis económico las obras hidráulicas planteadas para la red de riego. Las obras viales y drenajes no están incluidas debido a que no se alcanzó el nivel de diseño requerido para ello ya que el proyecto se ha desarrollado a nivel de prefactibilidad.

La evaluación social es el procedimiento que se utiliza para medir la contribución de determinado proyecto de inversión pública al bienestar de la sociedad. Esto se logra mediante la comparación de los beneficios sociales generados contra el costo social de su realización. Se decide utilizar este criterio de evaluación fundamentado en que se trata de un proyecto de desarrollo regional.

En primer lugar se identifican los costos de inversión y operación a precios de mercado. Luego, se transforman los precios de mercado en precios sociales. Se cuantifican los beneficios sociales del proyecto. Por último, se determina un indicador de rentabilidad social.

Costos a precios de mercado

Para determinar los costos de inversión a precios de mercado, se realiza un cómputo y presupuesto de las obras diseñadas para el proyecto de riego. Para fijar los precios se toma como fuente consultas a comercios locales, ventas de productos on-line, presupuestos elaborados por empresas nacionales y un generador de precios de construcción en Argentina elaborado por CYPE, Ingenieros S.A.

Además, se consideran los costos de inversión necesarios en las parcelas para efectuar el riego propuesto y para incorporar malla antigranizo. Se utiliza como referencia un análisis de precios en dólares realizados por el ingeniero Morabito en el año 2014, publicado en un diario provincial.

El mantenimiento de las obras civiles y los costos de producción de los cultivos propuestos se consideran dentro de los costos de operación. Las fuentes usadas son el simulador de precios ofrecido por el Instituto Nacional de Vitivinicultura y un documento elaborado por el Instituto de Desarrollo Rural en el año 2013.

Costos de inversión pública

El costo total de inversión pública a precios de mercado para la ejecución del proyecto resulta de \$92.038.798 (noventa y dos millones treinta y ocho mil setecientos noventa y ocho pesos). Se muestra en detalle el presupuesto en las tablas 308 a 312.

Costos de inversión privada

Se supone una inversión inicial intraparciliar de \$196.875 por hectárea, incluyendo costos de implantación, malla antigranizo y sistemas de riego presurizados.

Considerando la totalidad de la zona de riego, se tiene una inversión privada total de \$595.350.000 (quinientos noventa y cinco millones trescientos cincuenta mil pesos).

Cómputo y Presupuesto Canal							
Ítem	Sub-ítem	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Precio Ítem	P. Sub-ítem	Precio Obra
Movimiento de Suelos	Preparación	m2	63760.20	\$ 4.59	\$ 292,659	\$ 1,531,575	\$ 30,058,879
	Terraplén	m3	9097.37	\$ 100.20	\$ 911,556		
	Desmante	m3	7129.61	\$ 12.60	\$ 89,833		
	Excavación	m3	1430.72	\$ 12.50	\$ 17,884		
	Rasanteo	m2	15940.05	\$ 9.82	\$ 156,531		
	Transporte	m3	10700.41	\$ 5.74	\$ 61,420		
	Carga	m3	62.18	\$ 27.18	\$ 1,690		
Hormigón	Tramo 1	m3	1235.00	\$ 2,307.68	\$ 2,849,985	\$ 15,161,458	\$ 30,058,879
	Tramo 2	m3	1159.00	\$ 2,307.68	\$ 2,674,601		
	Tramo 3	m3	1054.50	\$ 2,307.68	\$ 2,433,449		
	Tramo 4	m3	969.00	\$ 2,307.68	\$ 2,236,142		
	Tramo 5	m3	720.00	\$ 2,307.68	\$ 1,661,530		
	Tramo 6	m3	622.50	\$ 2,307.68	\$ 1,436,531		
	Tramo 7	m3	450.00	\$ 2,307.68	\$ 1,038,456		
	Tramo 8	m3	360.00	\$ 2,307.68	\$ 830,765		
Acero	Tramo 1	kg	63834.63	\$ 16.39	\$ 1,046,250	\$ 4,213,677	\$ 30,058,879
	Tramo 2	kg	54598.32	\$ 16.39	\$ 894,866		
	Tramo 3	kg	39341.06	\$ 16.39	\$ 644,800		
	Tramo 4	kg	29921.06	\$ 16.39	\$ 490,406		
	Tramo 5	kg	28146.96	\$ 16.39	\$ 461,329		
	Tramo 6	kg	17778.68	\$ 16.39	\$ 291,393		
	Tramo 7	kg	13246.88	\$ 16.39	\$ 217,116		
	Tramo 8	kg	10220.70	\$ 16.39	\$ 167,517		
Drenaje	Geotextil	m2	19000.00	\$ 8.68	\$ 164,920	\$ 4,820,920	\$ 30,058,879
	Drenes	m	16000.00	\$ 291.00	\$ 4,656,000		
Juntas	Ejecución	m	9625.00	\$ 450.00	\$ 4,331,250	\$ 4,331,250	\$ 30,058,879

Tabla 308. Costos a precios de mercado proyecto canal

Cómputo y Presupuesto Hijuelas - Calzadas							
Ítem	Sub-ítem	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Precio Ítem	P. Sub-ítem	Precio Obra
Movimiento de Suelos	Preparación	m2	126000.00	\$ 4.59	\$ 578,340	\$ 2,592,476	\$ 2,592,476
	Terraplén	m3	16588.54	\$ 100.20	\$ 1,662,172		
	Desmante	m3	15544.44	\$ 12.60	\$ 195,860		
	Excavación	m3	2642.50	\$ 12.50	\$ 33,031		
	Perfilado	m2	1750.00	\$ 9.82	\$ 17,185		
	Transporte	m3	18186.94	\$ 5.74	\$ 104,393		
	Carga	m3	55.01	\$ 27.18	\$ 1,495		

Tabla 309. Costos a precios de mercado proyecto hijuelas y calzadas

Cómputo y Presupuesto Obras de Arte							
Ítem	Sub-ítem	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Precio Ítem	P. Sub-ítem	Precio Obra
Partidores Canal	Partidor 201	un.	1.00	\$ 93,462.57	\$ 93,463	\$ 365,097.96	
	Partidor 202	un.	1.00	\$ 83,945.33	\$ 83,945		
	Partidor 203	un.	1.00	\$ 65,489.22	\$ 65,489		
	Partidor 204	un.	1.00	\$ 46,836.34	\$ 46,836		
	Partidor 205	un.	1.00	\$ 36,681.40	\$ 36,681		
	Partidor 206	un.	1.00	\$ 19,915.62	\$ 19,916		
	Partidor 207	un.	1.00	\$ 18,767.49	\$ 18,767		
Partidores Hijuelas	Partidor 211	un.	4.00	\$ 13,726.85	\$ 54,907	\$ 625,027	\$ 990,125.44
	Partidor 212	un.	4.00	\$ 11,980.09	\$ 47,920		
	Partidor 213	un.	5.00	\$ 11,471.36	\$ 57,357		
	Partidor 214	un.	5.00	\$ 10,062.65	\$ 50,313		
	Partidor 215	un.	2.00	\$ 10,600.20	\$ 21,200		
	Partidor 216	un.	2.00	\$ 8,234.99	\$ 16,470		
	Partidor 217	un.	7.00	\$ 7,816.87	\$ 54,718		
	Partidor 221	un.	5.00	\$ 11,292.92	\$ 56,465		
	Partidor 222	un.	5.00	\$ 10,776.43	\$ 53,882		
	Partidor 223	un.	4.00	\$ 10,323.11	\$ 41,292		
	Partidor 224	un.	4.00	\$ 9,028.56	\$ 36,114		
	Partidor 225	un.	7.00	\$ 8,729.87	\$ 61,109		
	Partidor 226	un.	7.00	\$ 8,234.99	\$ 57,645		
	Partidor 227	un.	2.00	\$ 7,816.87	\$ 15,634		

Tabla 310. Costos a precios de mercado proyecto obras de arte

Cómputo y Presupuesto Equipamiento Interno							
Ítem	Sub-ítem	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Precio Ítem	P. Sub-ítem	Precio Obra
Instalación Parcelas	Balsa	un.	72.00	\$ 517,743.60	\$ 37,277,539	\$ 58,397,317	\$ 58,397,317
	Eq. Bombeo	un.	72.00	\$ 293,330.25	\$ 21,119,778		

Tabla 311. Costos a precios de mercado proyecto equipamiento en parcelas

Presupuesto Obras Hidráulicas		
Obra	Precio	Total
Canal	\$ 30,058,879	\$ 92,038,798
Hijuelas	\$ 2,592,476	
Obras de Arte	\$ 990,125.44	
Instalaciones en Parcelas	\$ 58,397,317	

Tabla 312. Costos a precios de mercado proyecto total obras hidráulicas

Costos de operación

Los costos de operación para los primeros cinco años se muestran a continuación. A partir del año cinco los costos se estabilizan.

Costos [\$/ha]		Rendimiento Máximo [kg/ha]	
Uva Fina	\$ 40,000	Uva Fina	25000
Pera Conserva	\$ 60,000	Pera Conserva	40000
Ajo Colorado	\$ 80,000	Ajo Colorado	15000

Tabla 313. Costos y rendimientos unitarios de los cultivos de proyecto

Costos de Producción [\$/ha]					
Año	1	2	3	4	5
Uva Fina	\$ 17,778	\$ 22,222	\$ 33,333	\$ 33,333	\$ 40,000
Pera Conserva	\$ 41,818	\$ 41,818	\$ 44,727	\$ 50,909	\$ 60,000
Ajo Colorado	\$ 80,000	\$ 80,000	\$ 80,000	\$ 80,000	\$ 80,000

Tabla 314. Costos de producción a precios de mercado de cultivos de proyecto

Costos a precios sociales

El precio social es aquel que refleja el verdadero costo que significa para la sociedad el uso de un bien, servicio o factor productivo. Los precios de mercado traen consigo una serie de distorsiones, producto de impuestos, subsidios, etc., que nos impiden conocer cuál es el verdadero valor asumido por el país en su conjunto. Por esa razón, para cada alternativa de solución es necesario expresar los costos en precios sociales.

Entonces, el precio social de un bien, servicio, insumo o factor productivo, es igual al precio de mercado corregido por un factor de corrección que representa las distorsiones e imperfecciones (Sapag Chain, 2011).

Para el presente análisis, se consideran factores de corrección en las remuneraciones (mano de obra), en los insumos importados (divisas, aranceles e impuestos) y bienes nacionales (impuestos).

Para establecer los valores de los factores, se toma como referencia documentos elaborados por el Ministerio de Desarrollo Social de Chile, el Ministerio de Economía y Finanzas de Perú y la Administración Federal de Ingresos Públicos de Argentina. Se consideran los siguientes factores de corrección:

- Factor de corrección de bienes nacionales: 0,826
- Factor de corrección de bienes importados: 0,576
- Factor de corrección de mano de obra calificada: 0,98
- Factor de corrección de mano de obra no calificada: 0,68

Costos de inversión pública

El costo total de inversión pública a precios sociales del proyecto de riego es de \$76.693.277 (setenta y seis millones seiscientos noventa y tres mil doscientos setenta y siete).

Presupuesto Obras Hidráulicas		
Obra	Precio	Total
Canal	\$ 25,279,517	\$ 76,693,277
Hijuelas	\$ 2,333,229	
Obras de Arte	\$ 818,285.49	
Instalaciones en Parcelas	\$ 48,262,246	

Tabla 315. Costos a precios sociales proyecto total obras hidráulicas

Costos de inversión privada

El factor de corrección de la inversión privada intrafinca deducido de impuestos y corrigiendo la mano de obra es de 0,795. Por lo tanto, el costo social de implantación, sistema de riego y tela antigranizo es de \$156.516 por hectárea.

Considerando la totalidad de la zona de riego, se tiene una inversión privada total a precios sociales de aproximadamente \$473.303.250 (cuatrocientos setenta y tres millones trescientos tres mil doscientos cincuenta pesos).

Costos de operación

El factor de corrección de los costos de operación del proyecto deducido de impuestos y corrigiendo la mano de obra es de 0,764. Por lo tanto se tienen los siguientes precios sociales en los primeros cinco años:

Costos Sociales de Producción [\$/ha]					
Año	1	2	3	4	5
Uva Fina	\$ 13,582	\$ 16,978	\$ 25,467	\$ 25,467	\$ 30,560
Pera Conserva	\$ 31,949	\$ 31,949	\$ 34,172	\$ 38,895	\$ 45,840
Ajo Colorado	\$ 61,120	\$ 61,120	\$ 61,120	\$ 61,120	\$ 61,120

Tabla 316. Costos de producción a precios sociales de cultivos de proyecto

Beneficios sociales

Los beneficios sociales del proyecto son básicamente los beneficios que la red de riego representará para la agricultura de la zona. Por lo tanto, se cuantifican los precios de la potencial producción en el área de proyecto.

Para determinar los precios de los distintos productos por unidad de peso (\$/kg) se consideran los valores promedio en la provincia de Mendoza tomando como fuente la Bolsa de Comercio local. Para establecer los rendimientos de los distintos cultivos (kg/ha) se utilizan los datos publicados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Precios [\$/kg]	
Uva Fina	\$ 7.83
Pera Conserva	\$ 2.50
Ajo Colorado	\$ 10.14

Tabla 317. Precios de venta cultivos de proyecto

Se presentan los beneficios sociales del proyecto en los primeros cinco años. A partir de ese momento los ingresos se estabilizan.

Beneficios de Producción [\$/ha]					
Año	1	2	3	4	5
Uva Fina	\$ 0	\$ 39,150	\$ 97,875	\$ 156,600	\$ 195,750
Pera Conserva	\$ 0	\$ 0	\$ 40,000	\$ 70,000	\$ 100,000
Ajo Colorado	\$ 152,100	\$ 152,100	\$ 152,100	\$ 152,100	\$ 152,100

Tabla 318. Beneficios sociales proyecto

Flujo de fondos

Conocidos los costos sociales y los beneficios sociales, se determina el flujo de caja del proyecto en análisis. Se elige un horizonte de evaluación de 20 años, que es la vida útil estimada de gran parte de las obras y equipamientos. Se muestran los resultados de toda el área de proyecto y de cada parcela individual. Se considera un área total de riego de 3024ha. La alternativa productiva es 71% de uva fina, 17% de pera y 12% de ajo colorado.

Flujo de Fondos Proyecto			
Año	Costos [\\$]	Beneficios [\\$]	Neto [\\$]
0	\$ 687,388,798	\$ 0	-\$ 687,388,798
1	\$ 88,276,364	\$ 54,756,000	-\$ 33,520,364
2	\$ 97,876,364	\$ 139,320,000	\$ 41,443,636
3	\$ 123,342,545	\$ 286,326,000	\$ 162,983,455
4	\$ 126,458,182	\$ 428,292,000	\$ 301,833,818
5	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
6	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
7	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
8	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
9	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
10	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
11	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
12	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
13	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
14	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
15	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
16	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
17	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
18	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
19	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000
20	\$ 145,440,000	\$ 527,976,000	\$ 382,536,000

Tabla 319. Flujo de fondos zona de riego proyecto

Flujo de Fondos Parcelas			
Año	Costos [\$]	Beneficios [\$]	Neto [\$]
0	\$ 9,547,067	\$ 0	-\$ 9,547,067
1	\$ 1,226,061	\$ 760,500	-\$ 465,561
2	\$ 1,359,394	\$ 1,935,000	\$ 575,606
3	\$ 1,713,091	\$ 3,976,750	\$ 2,263,659
4	\$ 1,756,364	\$ 5,948,500	\$ 4,192,136
5	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
6	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
7	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
8	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
9	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
10	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
11	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
12	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
13	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
14	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
15	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
16	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
17	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
18	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
19	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000
20	\$ 2,020,000	\$ 7,333,000	\$ 5,313,000

Tabla 320. Flujo de fondos parcelas proyecto

Indicador de rentabilidad social

Se elige como indicador de rentabilidad social el Valor Actual Neto Social (VANS) del proyecto. Esto es, el VAN calculado con el flujo de caja social y considerando una tasa de descuento también social. Con una tasa de descuento del 18% anual, el **VANS del proyecto resulta de \$587.420.328** (quinientos ochenta y siete millones cuatrocientos veinte mil trescientos veintiocho pesos). El flujo de fondos individual de cada parcela tiene un VANS de \$8.158.616 (ocho millones ciento cincuenta y ocho mil seiscientos dieciséis pesos).

Sostenibilidad y fuentes de financiamiento

Para asegurar la ejecución y sostenibilidad del proyecto, es necesario contar con fuentes de financiamiento tanto para la inversión inicial como para las acciones de operación y mantenimiento de las obras ejecutadas.

Se identifican a continuación las posibles fuentes de financiamiento públicas y privadas del ámbito provincial y nacional, como así también internacionales.

Fuentes internacionales

A nivel internacional se puede identificar como fuente de financiamiento al Banco Mundial que es una fuente fundamental de asistencia financiera y técnica para los países en desarrollo de

todo el mundo. No se trata de un banco en el sentido usual sino de una organización única que persigue reducir la pobreza y apoyar el desarrollo. El Grupo del Banco Mundial está conformado por cinco instituciones, administradas por sus países miembros.

La institución otorga préstamos con bajos interés, créditos sin intereses y donaciones a los países en desarrollo que apoyan una amplia gama de inversiones en educación, salud, administración pública, infraestructura, desarrollo del sector privado y financiero, agricultura y gestión ambiental y de recursos naturales. Algunos de estos proyectos se cofinancian con Gobiernos, otras instituciones multilaterales, bancos comerciales, organismos de créditos para la exportación e inversionistas del sector privado.

El Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) es la institución original del Banco Mundial y trabaja en estrecha colaboración con el resto del Grupo Banco Mundial para ayudar a los países en desarrollo a reducir la pobreza, promover el crecimiento económico y generar prosperidad. La institución ofrece una combinación de recursos financieros, conocimientos y servicios técnicos, además de asesoría estratégica a las naciones en desarrollo, incluidos los países de ingreso mediano y de ingreso más bajo pero con solvencia crediticia.

La Asociación Internacional de Fomento (AIF) complementa la labor de la entidad crediticia original del Banco Mundial, el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), que fue creado para funcionar como una institución autosostenible que ofrece préstamos y asesoría a los países de ingreso mediano y naciones con capacidad de pago. El BIRF y la AIF comparten el mismo personal y la misma sede, y evalúan los proyectos con los mismos estándares rigurosos. Los préstamos se destinan a educación primaria, servicios básicos de salud, suministro de agua potable y servicios de saneamiento, salvaguardias ambientales, mejora del clima para los negocios y reformas institucionales y de infraestructura. Todos estos proyectos preparan el terreno para el crecimiento económico, la creación de empleo, el aumento de los ingresos y el mejoramiento de las condiciones de vida. La AIF hace hincapié en un crecimiento amplio, que comprende entre otros: políticas económicas acertadas, desarrollo rural, empresas privadas y prácticas ambientales sostenibles; desarrollo de la capacidad de los prestatarios para brindar servicios básicos y garantizar que se rindan cuentas del uso de los recursos públicos; promoción del comercio y la integración regional.

Otra de las entidades capaces de respaldar el proyecto es el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola una institución financiera internacional y un organismo especializado de las Naciones Unidas dedicado a reducir la pobreza y el hambre en las zonas rurales de los países en desarrollo. Concede préstamos a bajo interés y donaciones a los países en desarrollo dirigidos a financiar programas y proyectos innovadores de desarrollo agrícola y rural.

Los proyectos respaldados por el FIDA dan lugar a una mayor producción y productividad agrícolas y a un mejor acceso a los mercados y servicios. Pero no se limitan a ayudar a la población rural a producir más y aumentar sus ingresos. También les ayuda a transformar sus comunidades desde un punto de vista tanto social como económico, promoviendo la igualdad de género y la integración.

De igual modo se puede hallar financiamiento otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo, el cual trabaja para mejorar la calidad de vida en América Latina y el Caribe. Ayuda

a mejorar la salud, la educación y la infraestructura a través del apoyo financiero y técnico a los países que trabajan para reducir la pobreza y la desigualdad. El objetivo del Banco es alcanzar el desarrollo de una manera sostenible y respetuosa con el clima. Es la principal fuente de financiamiento para el desarrollo para América Latina y el Caribe. Ofrece préstamos, donaciones y asistencia técnica; y realiza amplias investigaciones. Mantiene un firme compromiso con la consecución de resultados medibles y los más altos estándares de integridad, transparencia y rendición de cuentas.

Los temas actuales prioritarios del Banco incluyen tres retos de desarrollo – inclusión social y e igualdad, productividad e innovación e integración económica – y tres temas transversales – igualdad de género, cambio climático y sostenibilidad ambiental, y capacidad institucional y estado de derecho.

El BID apoya el programa para fortalecer la gestión y contribuir al crecimiento económico y del empleo en las provincias argentinas. Argentina implementará un programa que contribuirá al crecimiento económico y del empleo provincial mediante la mejora de la gestión de ingresos, gastos e inversión pública, así como la concreción de proyectos de inversión, con el apoyo de un préstamo aprobado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El Programa de Fortalecimiento de la Gestión Provincial promoverá una interacción en las acciones de fortalecimiento y los proyectos de inversión pública que incentivará mejoras en la gestión fiscal a través de su vinculación con el financiamiento de proyectos, y permitirá asegurar que las mejoras de gestión de la inversión provincial sean concretadas.

Serán beneficiarias directas las provincias de Salta, Mendoza, Corrientes y Neuquén, y beneficiarias indirectas todas las provincias ya que el programa apoyará reformas en el diseño del federalismo fiscal y el fortalecimiento de sus órganos rectores.

Fuentes nacionales

Dentro del territorio argentino, entre las posibles instituciones de financiamiento se puede mencionar a el Banco de la Nación Argentina (BNA) que tiene por objetivo principal el de ejecutar la función de agente financiero del Gobierno Federal y, como tal, recibe depósitos oficiales y realiza pagos por cuenta y orden de la Nación.

Durante toda la centuria participó activamente en los principales acontecimientos de la vida económica del país. Tuvo una actitud descolante en la asistencia al sector rural, a tal punto que contribuyó decisivamente a que la República Argentina se convirtiera en una potencia mundial en el segmento de los agronegocios.

Otra prioridad del Banco ha sido la atención de las pequeñas y medianas empresas, como así también a las parcelas de la población menos favorecidas que cuentan con sus servicios, inclusive en las localidades alejadas de los grandes centros y de escasa relevancia económica.

El BNA contribuye al desarrollo de los sectores productivos del país, prestando asistencia financiera a las micro, pequeñas y medianas empresas, cualquiera fuere la actividad económica en la que actúen. Promueve y apoya el comercio con el exterior, y especialmente, estimula las exportaciones de bienes, servicios y tecnología argentina. Pone a disposición de

las empresas productoras de bienes y servicios créditos para inversión y capital de trabajo, otorgando además, financiamiento y garantías a la actividad de comercio exterior. También orienta su actividad a las personas físicas a través de préstamos personales e hipotecarios para la vivienda y productos interrelacionados.

Asimismo, el Fondo para el Desarrollo Económico Argentino (FONDEAR) que tiene por objetivo facilitar el acceso al financiamiento para proyectos que promuevan la inversión en sectores estratégicos para el desarrollo económico y social del país, la puesta en marcha de actividades con elevado contenido tecnológico y la generación de mayor valor agregado en las economías regionales, puede ser una de las instituciones de accesos a créditos para llevar a cabo el proyecto.

FONDEAR se constituye como un Fondo Fiduciario Público, fideicomiso financiero y de administración, vigente para todo el territorio nacional. En este caso, el Estado Argentino, en su carácter de Fiduciante le encomienda a Nación Fideicomisos S.A. la administración de los fondos. El Ministerio de Economía y Finanzas Públicas es la Autoridad de Aplicación de FONDEAR y la aprobación de los proyectos estará a cargo de un Comité Ejecutivo conformado por representantes de la Jefatura de Gabinete de Ministros, el Ministerio de Economía, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, el Ministerio de Industria, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, y el Banco de la Nación Argentina.

FONDEAR facilita el acceso al crédito y al financiamiento necesario para: proyectos en Sectores Estratégicos: con potencial exportador, capacidad de sustituir importaciones, incorporación de tecnología, generación de puestos de trabajo o agregación de valor a la cadena productiva; proyectos de Producciones Innovadoras: actividades innovadoras con elevado contenido tecnológico, surgidas a partir de desarrollos, conocimientos y capacidades generadas en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; proyectos de Economías Regionales para agregación de valor o fortalecimiento de los sectores o cadenas de producción prioritarias para las economías regionales, mejoras de logística, reducción de asimetrías de información, transparencia en la comercialización y trazabilidad de productos, diferenciación y diversificación de productos y desarrollo del mercado interno.

Por otro lado, el Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE), es un banco público que otorga créditos de mediano y largo plazo destinados a la inversión productiva y al comercio exterior, cuyo único accionista es el Estado Nacional. Además, desde su creación, es un banco de segundo piso, lo que le permite otorgar préstamos no sólo directamente a las empresas sino también mediante distintas entidades de la banca comercial. Su misión es convertir al BICE en el Banco de Desarrollo Argentino, complementando mercados mediante el alargamiento de plazos, la inclusión de nuevos sujetos de crédito y la estructuración de financiamiento de la inversión real.

Fuentes provinciales

En la provincia existe el Fondo para la Transformación y el Crecimiento de Mendoza (FTyC) que tiene por propósito ser la entidad pública líder en asistencia financiera a nivel provincial, para promover el desarrollo sustentable e impulsar la transformación productiva de Mendoza.

Su misión es brindar financiamiento a los distintos sectores de la economía, en forma directa o a través de alianzas con otros organismos públicos o privados, desarrollando herramientas de financiamiento innovadoras y adecuadas a las necesidades, realizando una eficiente gestión de los fondos, asegurando su correcta aplicación y recupero.

A través de un convenio con el BICE el FTyC otorgará créditos para financiar inversiones destinadas a la industria en general y servicios a la producción industrial; financiar la colocación de malla antigranizo en emprendimientos agrícolas en producción; y financiar la adquisición de equipos de riego y obras complementarias en emprendimientos agropecuarios.

Tiene además una línea de crédito permanente para equipos de riego con el objeto de asistir financieramente a inversiones que contemplen la eficientización del uso del agua de regadío a través de la instalación de un equipo de riego, tanto de origen nacional o extranjero, de la ejecución de todas aquellas obras hídricas complementarias (entre otras perforaciones, represas, impermeabilizaciones, acueductos y obras eléctricas menores) necesarias para la puesta en marcha del mismo y otras inversiones que favorezcan esta eficientización. Asimismo se asistirá financieramente el reacondicionamiento de pozos, adquisición y arreglos de bombas, todo ello en inmuebles ubicados en la Provincia de Mendoza.

EVALUACIÓN AMBIENTAL

Objetivos

La evaluación de impacto ambiental comprende la estimación de los efectos sobre la vida humana, la fauna, la flora, el agua, el aire, el paisaje, la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsible afectada por el proyecto.

El objetivo principal de una evaluación de impacto ambiental es determinar el impacto que producirá la puesta en marcha del proyecto, obra u actividad. A partir de este estudio se intentará predecir y evaluar las consecuencias que la ejecución de dichas actividades pueda ocasionar en el contexto en el que se localiza.

Se pretende que la identificación y evaluación de los impactos sirva para identificar las posibles medidas correctoras o minimizadoras de sus efectos (ya que resulta prácticamente imposible erradicar por completo un impacto negativo).

Se realizará el estudio de las posibles alteraciones ambientales ocasionadas por el proyecto, así como la valoración de las mismas, determinándose las limitaciones de las variables que entran en juego, bien de forma cualitativa o bien de forma cuantitativa.

El objetivo básico de la evaluación de impacto ambiental es evitar posibles errores y deterioros ambientales que resulten costosos de corregir posteriormente.

Base cero

Generalidades

El distrito de Monte Comán, se ubica al este de la ciudad de San Rafael distando 56 km de ésta. Tiene una superficie de 4305 km² ocupando el tercer lugar entre los distritos "Sanrafaelinos", Representa en superficie el 14% a nivel departamental y el 2,9% en el orden provincial. El 90 % de la población está establecida en el radio urbano, y solo el 10 % restante se ubica en la zona rural y suburbial o ganadera.

A su villa se accede desde el sur a través de la ruta provincial 171 que pasa por el distrito de Real del Padre. Otra opción es la ruta nacional 146 por La Llave, que recibe al nombre de Camino la horqueta al dirigirse al noreste para alcanzar la ciudad de San Luis. Esta ruta se terminó de asfaltar en el año 1995 sin inauguración. La ruta provincial 153 se proyecta hacia el norte alcanzando la localidad de Las Catitas de Santa Rosa, donde se une con la ruta Nacional N° 7 que comunica la ciudad de Mendoza con Buenos Aires.-

El distrito posee una localización estratégica debido a su posición de:

- Nudo de la red vial: entre la Ruta Nacional 146 (San Rafael-Buenos Aires), la Ruta Provincial 163 en dirección de Mendoza, la Ruta Provincial 171 en dirección de General Alvear;
- Nudo ferroviario: entre la línea en funcionamiento entre Cuadro Benegas-Mendoza y las líneas sin uso hacia Buenos-Aires al oeste, hacia Villa Atuel y General Alvear al Sur.

MEDIO FÍSICO

CLIMA

Temperatura

La temperatura está influida por la latitud, altitud, vientos, relieve, naturaleza del suelo y cubierta vegetal. La temperatura máxima media anual es de 23°C; una temperatura mínima media anual de 6,3°C, y una temperatura media anual de 15° C, aproximadamente.

La amplitud térmica entre la media de verano y la media de invierno alcanza para la localidad de Monte Comán los 16°C. La región posee un clima templado con veranos cálidos e inviernos frescos.

Precipitaciones

La mayor frecuencia se produce en el período estival aumentando de oeste a este. Las precipitaciones se ubican entre los 200 y 300 mm anuales.

Un fenómeno contraproducente y de gran importancia en la economía agrícola son las tormentas graniceras que afectan asiduamente, ya sea en sectores puntuales o franjas bien definidas, las cuencas del Río Atuel y Río Diamante.

El clima del distrito de Monte Comán no difiere sensiblemente del de la Cuenca del río Diamante. Detallaremos el impacto de las contingencias climáticas en el distrito.

La serie de datos de daños de heladas y granizo en el periodo de 1990-2000 de la Dirección de Contingencias permite tener una visión del impacto de esos accidentes climáticos más recientes y con evaluación de todos los cultivos.

Esta serie de datos posee desventajas como el hecho de mezclar heladas y granizo durante los años 1990-1996 y de no presentar la totalidad de los datos de las fincas afectadas por menos de 50% de daños.

En promedio de los 8 años, la superficie afectada es de 393,7 ha equivalente a 305,4 ha con daño de 100%, lo que representa un daño promedio de helada y granizo de 44%.

Estos datos subestiman el impacto real de las heladas y granizadas debido al hecho del número incompleto de propiedades afectadas con menos de 50%. Tomando la hipótesis de que solamente 25% de los propietarios con este rango de daño se declaran, tendríamos, en promedio de los 8 años, una superficie afectada de 465,1 ha equivalente a 323,8 ha con daño de 100%, lo que representaría un daño promedio de helada y granizo de 46%.

Humedad relativa

Oscila entre 50 y 60% en sus valores medios anuales.

Vientos

La dirección predominante de los vientos durante el año para San Rafael es del Sudeste y para Monte Comán del Norte. La velocidad media anual oscila alrededor de los 5 km/hora, siendo los vientos más fuertes los de primavera - verano.

El Zonda se hace sentir en las zonas bajas originario del sector NO. Se caracteriza por ser cálido, seco y no periódico, y ocurre con mayor frecuencia entre agosto y septiembre. Al aparecer el Zonda, la humedad relativa del aire se reduce significativamente afectando los cultivos.

El Pampero es un viento eventual en el área que se origina en el SO y se caracteriza por ser frío y seco.

Heladas

El periodo libre de heladas es de aproximadamente 190 días. Según Papadakis, otorga un periodo aprovechable libre de heladas de 170 días (pueden producirse heladas pero su ocurrencia es mínima).

SUELOS

Geomorfología

Los suelos de la región de Monte Comán se han formado a partir de materiales traídos por el río Diamante. La fuerte erosión de los Andes unida a una velocidad de transferencia rápida debido a la pendiente del cauce del río ha ocasionado el transporte de materiales en su mayoría arenosos (arena fina).

Los aportes aluviales se han depositado en estratos más o menos regulares, transformados y completados por la acción del viento.

En las partes altas, los suelos son en general más arenosos con una proporción no despreciable de arena gruesa. En cambio, las depresiones resultantes de antiguos desplazamientos del curso del río pueden presentar horizontes con texturas más finas, intercalados entre horizontes de textura más gruesa.

Tipo de suelo

Los suelos, conformados sobre las piedras y los depósitos eólicos, poseen características principales relativamente homogéneas.

Profundidad: Los suelos son profundos, con espesores útiles superiores a los 2 metros. En algunos sectores, unas incrustaciones calizas limitan el descenso de la zona de raíces (caliche) a partir de 1 metro de profundidad. Estas provienen del ascenso y descenso de la antigua capa freática.

Textura: La granulometría es de gran predominio arenosa, constituida por una mezcla de arena fina (mayoritaria) y gruesa más del 85%. La arcilla se halla poco presente en más de 3 a 5% mientras que los limos varían de 10 a 15%.

En las depresiones, las fracciones más finas pueden representar una parte más importante hasta 50% de la fracción fina para algunos horizontes.

Reserva útil: La capacidad de los suelos para almacenar el agua depende directamente de la textura y del contenido en materia orgánica. En el perímetro regado, los suelos son muy poco orgánicos a raíz de la buena oxigenación de los horizontes y del riego intensivo. La arena, mayoritaria en los suelos, no tiene un gran potencial de almacenamiento de agua. En consecuencia, la reserva útil es baja y varía de 0,6 a 1 mm por centímetro de suelo.

Para los cultivos perennes, vid y frutales, la profundidad de zona de raíz permite compensar, en parte, ese bajo potencial. Por ejemplo, con un enraizado en 2 metros de profundidad, el agua total disponible se aproximará de 160 mm con 80 mm de reserva fácilmente utilizable y 80 mm cuya extracción será cada vez más difícil al acercarse al límite inferior de la reserva.

En cambio, para las plantaciones recientes u horticultura, tomando como referencia 60 cm de profundidad de enraizado, la reserva útil sólo será de 48 mm de los cuales 24 mm son fácilmente utilizables.

Estructura: La ausencia casi total de arcilla en los suelos vuelve la estructura masiva y poco coherente. La arena presenta la ventaja de que conserva una aireación en profundidad. El desarrollo de la zona de raíces no se halla limitado por esta baja estructuración.

En superficie, la compactación del suelo poco marcada no parece muy cimentada. Este se desmorona fácilmente incluso cuando está muy seco. Esta compactación presenta la ventaja de que reduce la velocidad de filtración en los surcos gracias a lo cual se reducen las dosis de riego y hay una mejor homogeneidad de los aportes.

Drenaje: El drenaje interno es bueno inclusive excesivo para un riego por gravedad racional. En cambio, dadas las cantidades de agua aportadas por el riego y la ausencia de desnivel, los sectores bajos o alejados de la red principal de drenaje sufren de acumulaciones periódicas perjudiciales para los cultivos. Estas capas, ricas en sales solubles, contribuyen directamente a la salinización de los suelos.

Infiltración: Las mediciones sobre las infiltraciones realizadas en este tipo de suelo indican unos valores elevados a muy elevados, del orden de 2 a 20 cm/hora. Con la presencia, para algunos horizontes, de arena muy fina y de limo, el apisonamiento del suelo accidental o voluntario puede acarrear una disminución importante de la velocidad de la infiltración.

Con los procedimientos de cultivo encontrados en Monte Comán, estas situaciones no se encuentran, al contrario, la generalización del laboreo del suelo incluyendo en los cultivos perennes, favorecen la infiltración del agua.

Capacidad de intercambio catiónico: Estos suelos presentan una baja capacidad para fijar los cationes (10 a 15 meq/100 gr.). Para asegurar una buena fertilidad de los suelos, en particular para el potasio, los agricultores deberán aportar abonos de manera fraccionada.

De igual modo para el nitrógeno, muy sensible al lavado bajo su forma asimilable por la planta (nitrato), se deberá buscar el fraccionamiento proporcional de los requerimientos en cada estadio para evitar las carencias en las plantas y la contaminación de las aguas de drenaje.

Salinidad y sodización: El sector está fuertemente tocado por la salinización de los suelos relacionada, por una parte, con el contenido de sal soluble del agua para riego ($\approx 2.000 \text{ dS/cm}$) y por otra, con la presencia de una capa salada poco profunda.

En los suelos bien drenados, la textura liviana y el sobre riego permiten conservar un suelo poco salado, inferior a 4 dS/m. En esos mismos suelos que presentan una freática poco profunda (del orden de un metro), la ascensión de la sal por evaporación del agua enriquece los horizontes superiores con valores que pueden sobrepasar los 4 dS/m.

En los suelos más limo – arcillosos, el ascenso capilar será más intenso y podrán intervenir para capas más profundas. En ese caso, la conductividad eléctrica podrá alcanzar los 16 dS/m. Los requerimientos de agua para el lavado serán, en este caso, mucho más importantes.

La sodificación de los suelos es baja, ausente en suelos arenosos (mayoritario). Para los suelos más pesados, el aporte de abono cálcico podrá revelarse necesario para substituir el sodio por calcio a fin de restaurar una estructura favorable.

AGUA

Según el Censo Nacional Agropecuario (1988), y a modo de referencia, la superficie irrigada de los tres departamentos que componen la Zona Sur, alcanza a 81.904 ha, de las cuales el 83,6% posee riego superficial, 13,9% posee riego mixto y sólo el 2,5% tiene riego subterráneo. Esta zona posee según el mismo Censo, 185.047 ha sistematizadas, que representan el 33,8% del total provincial (488.686 ha). Estas cifras indican que en la Zona Sur había en 1988 83.142 ha de tierras sistematizadas no utilizadas.

Un análisis por cuenca muestra que la cuenca del Río Atuel es la que posee mayor cantidad de hectáreas sistematizadas sin cultivar (47.456 ha), le sigue la del Río Diamante con 31.802 ha y finalmente la del Río Malargüe con 3.884 ha.

Del total de la superficie irrigada servida por los tres ríos más importantes de la Zona Sur (Diamante, Atuel y Malargüe), el Río Diamante riega 40.144 ha, todas ellas ubicadas en San Rafael. El Río Atuel riega 19.810 ha irrigadas en el mismo departamento y 18.899 ha en General Alvear y por último el Río Malargüe sirve a 3.051 ha en el departamento del mismo nombre. (Anexo 1 Cuadro N° 1)

El recurso en agua que permite abastecer el sector de Monte Comán tiene dos orígenes diferentes:

- El primer recurso está constituido por el agua que sale del Canal Marginal Izquierdo y que es conducida por el mismo cauce que el canal La Llave hasta la primera toma de este, desde allí se desprende por la Margen Izquierda del Río Diamante hasta el Dique Vidalino. Esta agua presenta de una salinidad algo superior a la del resto de la cuenca.
- El segundo recurso está constituido por aguas del Río Diamante captadas en el azud Vidalino. Puesto que esas aguas proceden de escurrimientos subsuperficiales (vertientes y drenajes), su salinidad es mayor que la anteriormente descripta.

La proporción de estas dos fuentes en la mezcla no está bien determinada por falta de medidas o aforos. Tampoco existen estructuras que permiten realizar esta tarea en forma simple. Respecto a la calidad de las aguas, se realizó un seguimiento intenso a partir de 1996 y hasta en 1998, luego se adicionaron algunas medidas dispersas en el año 2000.

La conductividad en el dique Vidalino presenta una salinidad del orden de 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que la del canal La Llave oscila alrededor de 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Por lo expuesto anteriormente, el agua suministrada en Monte Comán por el canal Vidalino es la resultante de la mezcla entre el Canal La Llave y el Dique Vidalino. Durante las medidas efectuadas en septiembre del 2000, la mezcla estaba realizada en 50% a partir de cada recurso; la calidad en el canal Vidalino era entonces de 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La salinidad de las aguas procedentes del canal La Llave podría reducirse gracias a una mejor gestión de los aportes. En efecto, el canal La Llave recibe aportes de agua de drenaje que podrían ser reemplazadas por una mayor dotación de agua a partir del Canal Marginal Izquierdo.

La obra de paso del azud Vidalino que permite abastecer el canal Vidalino con aguas de baja salinidad ha sido dimensionada para un caudal de 2,4 m³/s.

Actualmente, la mezcla de las aguas se hace a veces en detrimento de las aguas de baja salinidad ya que las aguas procedentes del Río Diamante tienen una carga hidráulica que reduce el abastecimiento de agua con baja salinidad; ese bloqueo causa el desbordamiento del canal aguas arriba del azud y el agua descarga al río aguas abajo del azud por un vertedero de seguridad. Este vertedero de seguridad es de difícil acceso por la otra orilla del río y atravesar el azud es imposible o peligroso puesto que éste se halla sumergido continuamente. Por consiguiente, es difícil operar correctamente esta obra, en las condiciones actuales.

En ausencia de medida, el caudal suministrado a partir del canal La Llave no se conoce pero es probablemente bastante menor a los 2,4 m³/s que podría dejar pasar la obra de paso del azud. Debido a las características del canal La Llave aguas arriba del azud, los 2,4 m³/s podrían ser transferidos sin dificultad hacia Monte Comán.

A priori, el uso de agua de mayor conductividad para el riego no ha causado una salinidad excesiva de los suelos. Ello se debe principalmente a las fuertes dosis aplicadas y a la textura predominantemente arenosa del suelo que permite su lavado.

La presente evaluación está basada en medidas realizadas por el ex-CRAS en 1995 y por algunas medidas complementarias de los caudales a nivel de las tomas parcelarias. Estas medidas, aunque insuficientes para delimitar las eficiencias de los diferentes tipos de canales, permiten sacar las siguientes conclusiones:

- La eficiencia del canal Vidalino desde la derivación del canal La Llave y el inicio de la IC es de 0,65, este valor es medio a bajo debido la longitud de transferencia de 12,2 km. Al tomar en cuenta la eficiencia del cauce que conduce en forma conjunta el canal Vidalino y el canal La Llave, la eficiencia de la transferencia sólo es de 0,37;

- Los caudales individuales que llegan a nivel de las tomas de los agricultores son a menudo muy diferentes entre las fincas ubicadas en cabecera o al final de las hijuelas. Así, se han medido valores del orden de 140 l/s al extremo de hijuelas contra un caudal en cabecera del orden de 400 l/s (Hijuelas 4, 5, 6 y 7 Norte).

La tabla 321 da una estimación de las eficiencias y de los valores de caudal utilizable disponibles, basándose en las medidas de caudal en las tomas y en la experiencia adquirida con canales similares.

La importancia de las pérdidas de agua a nivel del sistema de distribución se explica por:

- El mal estado de las obras de toma cuya estanqueidad no está garantizada,;
- Las características de los canales de distribución: ausencia de revestimiento, tipo arenoso de los suelos, longitud y poca pendiente de los canales (cf. Tabla 3 2);
- La administración de las tomas: algunas tomas se quedan abiertas parcialmente por fuera del turno de agua, con el fin de satisfacer necesidades en agua potable o para irrigar cultivos hortícolas.

Caudal en cabecera (l/s) - 2400								
Eficiencia por tramo - Caudal disponible. l/s								
Hijuela	Superficie empadronada	Superficie irrigada	T. Superior	T. Medio	T. Inferior	T. Superior	T. Medio	T. Inferior
Hijuela 1 Norte	428	135	95%	70%	50%	325	239	171
Hijuela 2 Norte	403	118	95%	75%	55%	306	241	177
Hijuela 3 Norte	103	41	90%	80%	75%	74	66	62
Hijuela 4,5,6 y 7 Norte	528	94	85%	60%	35%	358	253	148
Rama Centro	378	47	95%	75%	55%	287	226	166
Hijuela 1 Sur	99	28	95%	90%	85%	75	71	67
Hijuela 2 Sur	565	45	90%	70%	50%	406	316	226
Hijuela 3 Sur	351	107	85%	65%	45%	238	182	126
Hijuela 4 Sur	126	27	85%	80%	75%	86	80	75
Parc. 185744	25	11	90%	90%	90%	18	18	18
Total	3006	653						

Tabla 321. Caudal y eficiencia por hijuela

Hijuela	Longitud (en m)	Pendiente (en mm)
Centro	7300	0,00197
Nº1 Norte	8200	0,00179
Nº2 Norte	7050	0,00187
Nº3 Norte	4350	0,00174
Nº4 Norte	5100	0,00177
Nº5 Norte	8350	0,00190
Nº6 Norte	10750	0,00179
Nº7 Norte	9300	0,00194
Nº1 Sur	2500	0,00186
Nº2 Sur	9100	0,00193
Nº3 Sur	10400	0,00181
Nº4 Sur	4900	0,00163
Total	87300	

Tabla 322. Características geométricas de las hijuelas

En fin, es probable que, debido al mal estado de las obras, los compartos no dividan el caudal utilizable en proporción a las superficies abastecidas como se supone que lo deben hacer. Así, el aforo de campo efectuado en cabecera del canal que abastece las hijuelas 4,5,6, y 7 da un valor de 400 l/s, mientras que el caudal en cabecera de la Inspección de Cauce es de 2.000 l/s (lectura en escala limnimétrica). En teoría, si la repartición fuera realizada en proporción a las superficies abastecidas, el caudal debería ser de 330 l/s (tomando una eficiencia del 95%).

Se estima que las pérdidas por infiltración pueden ser importantes en la red terciaria. Se ha observado durante el relevamiento, zonas anegadas por pérdidas en los bordos de la Hijuela 2 Rama Sur.

Adecuación del recurso /necesidad

El recurso actual en cabecera de IC es de aproximadamente 2 m³/s y permite irrigar una superficie actual cultivada de 653 ha, o sea, un caudal ficticio continuo en cabecera de red de 3,06 l/s/ha.

Caudal distribuido

Las superficies de riego en el interior de las cuales se efectúa el turno de agua son de tamaños diferentes, lo que conduce a diferencias importantes entre los caudales distribuidos.

Como la repartición del agua se efectúa en proporción a las superficies empadronadas, los caudales disponibles varían también en el tiempo en función del caudal disponible en cabecera de la red.

AIRE

El aire es un componente del medio natural imprescindible para el desarrollo del ecosistema y su calidad repercute en la condición de salud de los seres vivos.

Los elementos principales que determinan la calidad de este recurso en una zona determinada son las características climáticas regionales y las actividades humanas que se desarrollan en el lugar y modifican los parámetros naturales del aire mediante emisiones.

En ambientes fuertemente urbanizados el problema es serio y debe ser especialmente controlado, por cuanto “convive” con los focos de emisión una población humana importante que sufre sus efectos.

En áreas desérticas, el problema no existe, pues los vientos dispersan con facilidad cualquier eventual emisión.

Contaminantes

En el área donde se contempla el desarrollo del proyecto, la calidad de aire es la característica de estas zonas. Las fuentes de contaminación que causan problemas respiratorios en las ciudades y zonas industriales (escape de vehículos, quema de combustibles y basura, procesos industriales) no existen.

Los datos de calidad de aire más cercanos a la zona de influencia del proyecto se muestran en el siguiente cuadro:

Parámetro	El Sosneado	Malargüe	Llancanelo	Nivel de alerta
SO ₂ (ppm)	0,00	0,00	0,00	0,03 (en 8 hs)
NO ₂ (ppm)	0,00	0,00	0,00	0,05 (1 vez al año)
CO (ppm)	0,16	0,24	0,16	9 (en 8 hs)
Polvo(< a 10 ppm)	0,16	0,16	0,16	
Ruido (dB A)	40,20	52,60	40,20	

Tabla 323. Calidad del aire en zonas cercanas a la de proyecto

MEDIO BIÓTICO

FLORA

La mayor parte del territorio de Malargüe y sur de San Rafael se extiende sobre la provincia fitogeográfica Patagónica y sobre la provincia Andina.

Toda la vegetación es xerófila (es decir especies que presentan caracteres adaptativos a ambientes áridos), de acuerdo con las características climáticas de la zona; no existen prácticamente árboles, a lo sumo arbustos, pues aún el algarrobo se presenta en su forma arbustiva (vegetación achaparrada).

Se considera a toda la región como de transición entre la vegetación propia del Monte y la de la Patagonia y por lo tanto se encuentran mezcladas especies propias de cada una, con predominio de las que se adaptan a las distintas situaciones particulares del lugar. Basados en estudios del Instituto Argentino de Investigación de Zonas Áridas (IADIZA), se pueden mencionar como especies más representativas de la flora de la zona:

Arbustivas: Zampa (*Atriplex lampa*), halófito (de suelos salinos) propia de bajos salinos, llaullín (*Lycium chilensis*), jarilla (*Larrea divaricata*), chacay (*Chacaya trinervis*), solupe (*Ephedra ochreatea*), algarrobo (*Prosopis flexuosa*), Neosparton *aphyllum*, entre otras.

Herbáceas: Cortadera (*Cortadera rudiusscula*), varias especies de *Stipa* (coirones), tupe (*Panicum urvilleanum*), algunas especies del género *Senecio*, *Hoffmanseggia chilensis*, *Poligonum aviculare*, etc.

Estrato arbóreo: Chañar (*Geoffroea decorticans*) y Tamarindo (*Tamarix gallica*).

FAUNA

Los ambientes faunísticos involucrados en la zona del proyecto son:

- Ambiente de montaña.
- Ambiente de estepa patagónica.
- Ambientes acuáticos.

En el ambiente de montaña se destaca la comunidad de roedores, que además del ratón andino y el pericote panza gris, contiene al cuis chico. Otra especie adaptada a este ambiente es la liebre europea (*Lepus europaeus*). Entre la avifauna, podemos citar al ñandú petizo o choique (*Pteronemia pennata*), ave de gran tamaño, corredora y omnívora. Entre las aves rapaces planeadoras, se citan, al águila mora (*Geranoaetus melanoleucus*) y al aguilucho común (*Buteo polyosoma*). También puede mencionarse al cernícalo (*Falco sparverius*), el ñacurutú (*Bubo virginianus*), la catita serrana grande (*Bolborhynchus aymara*), la palomita cordillerana (*Metriopelia melanoptera*) y varias especies de pájaros (cabecita negra, yal amarillo, gaucho serrano, chingolo, entre otros). De los reptiles, el lagarto cola espinuda también es un habitante de la zona de montaña. Entre los ofidios, aparecen la yarará ñata y la culebra ratonera. Entre los anfibios de montaña, podemos citar al sapo andino y el sapo común.

En la estepa patagónica, varias especies de mamíferos integran la comunidad de vertebrados, entre los que podemos citar al piche (*Zaedyus pichiy*) y al quirquincho grande (*Chaetophractus villosus*). El zorro colorado y el zorro gris están presentes en el área, siendo muy codiciados por su valor peletero. También abunda la liebre europea y se registra la presencia de otra especie introducida, el conejo europeo. Los carnívoros están representados por el puma, el gato montes, el gato del pajonal, el zorrino común y el huroncito patagónico. Entre las grandes aves, se destaca el choique, el cóndor, el jote cabeza negra, el jote cabeza colorada, y el chimango. Dos aves típicamente de la región patagónica son el chorlo cabezón (*Oreopholus ruficollis*), y la monjita castaña (*Neoxolmis rubetra*). Entre los reptiles, tres especies endémicas de lagartijas frecuentan la estepa patagónica, habitan la yarará ñata y la culebra ratonera. El

sapo andino y la ranita de cuatro ojos (*Pleurodema bufonina*) están adaptados para vivir en las más severas condiciones climáticas, incluso lejos del agua.

Los ambientes acuáticos congregan una fauna muy diversa. Peces, anfibios, aves acuáticas, y un mamífero (coipo), desarrollan su vida total o parcialmente en el ambiente acuático. Varios reptiles, aves y mamíferos se hallan estrechamente vinculados a dichos ambientes por refugio, alimentación y bebida. Con relación a los mamíferos, el ratón del palo, el piche, la liebre europea, la vizcacha, el cuis chico y el coipo, habitan la zona perilacunar. Varias especies de macáes comparten este espejo de agua, nidificando en la vegetación flotante y alimentándose de peces pequeños e insectos acuáticos, entre los que podemos citar al macá plateado (*Podiceps occipitalis*) el macá grande (*Podiceps major*) y el macá común (*Podiceps rolland*). Entre las aves pescadoras, puede citarse al biguá (*Phalacrocorax olivaceus*), la cigüeña (*Ciconia maguari*) y garzas. Respecto a la avifauna, habitan la martineta común, el chimango, el carancho, los jotes, aguiluchos y halcones, como el cernícalo, el halcón plumizo y una gran diversidad de pájaros (el siete colores de laguna y el varillero ala amarilla). Los peces del Río Atuel están representados por salmónidos y percíctidos.

MEDIO SOCIO-ECONÓMICO

LOCALIZACIÓN

El distrito de Monte Comán, se ubica al este de la ciudad de San Rafael distando 56 km de ésta. Tiene una superficie de 4305 km² lo que representa un 14% del total del área de San Rafael ocupando el tercer lugar entre los distritos, y el 2,9% en el orden provincial. El 90 % de la población está establecida en el radio urbano, y solo el 10 % restante se ubica en la zona rural y subrural o ganadera.

El distrito limita la norte con Departamento La Paz y Departamento Santa Rosa; al Este con Provincia de San Luis y departamentos de La Paz y General Alvear; al Oeste con Distrito de La Llave y Cuadro Nacional y al Sur con Departamento General Alvear y Distrito de Real del Padre.

POBLACIÓN

La población del distrito era, en 1991, de 4.690 habitantes, pero es muy probable que, a partir de 1994, la población haya bajado a un nivel cercano de la mitad de lo censado en el 91.

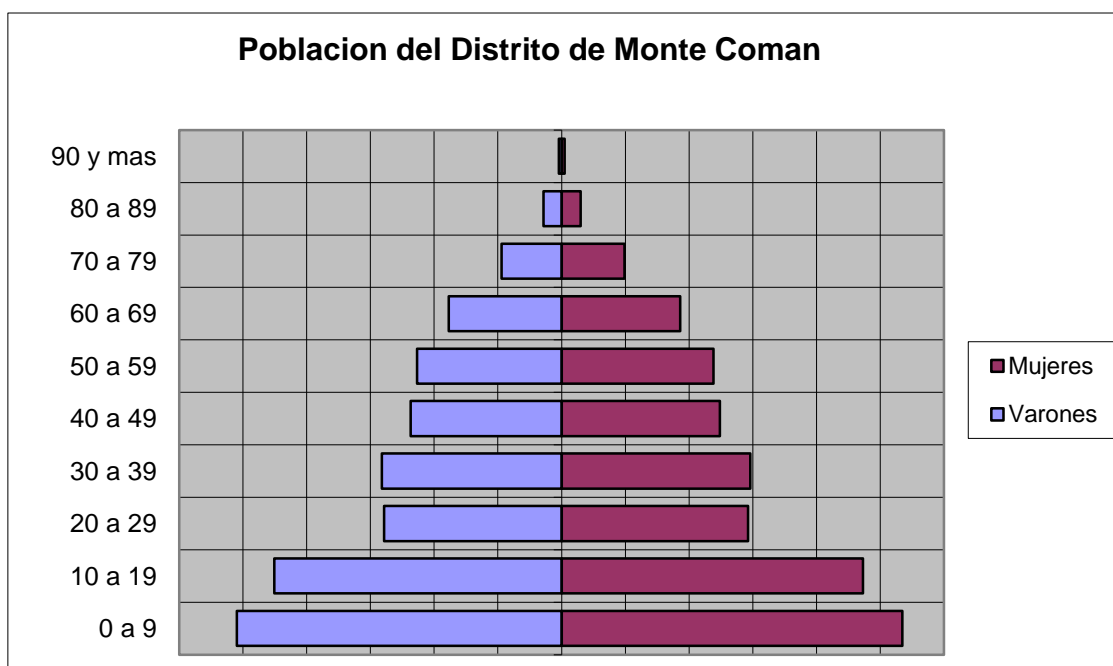
La población censada en 1991 mostraba un predominio de mujeres (51,2%) con respecto a los varones. Este hecho debe haber sido ampliado con la migración de la mano de obra masculina después del año 1994.

Edad	Total	Varones	Mujeres
0 a 9	1044	509	535
10 a 19	924	451	473
20 a 29	571	279	292
30 a 39	578	282	296
40 a 49	485	237	248
50 a 59	465	227	238
60 a 69	363	177	186
70 a 79	193	94	99
80 a 89	58	28	30
90 y más	9	4	5
Total	4690	2289	2401

Tabla 324. Población Monte Comán. Censo 1991

La pirámide de la población muestra un desequilibrio de las franjas de 20 a 49 años. La franja con más desequilibrio de población es la de 20 a 29 años.

Figura 242. Pirámide poblacional Monte Comán, Censo 1991



La población de Monte Comán tiene las características de zona deprimida con intensa emigración de la juventud.

EDUCACIÓN

San Rafael cuenta con una amplia oferta educativa en todos los niveles, los establecimientos primarios se encuentran distribuidos en el territorio departamental, como así también en la mayoría de los distritos se cuenta con instituciones educativas de nivel medio. Existe un centro universitario muy importante localizado en la zona urbana de San Rafael.

Según los datos censales del INDEC, la población de San Rafael tiene un alta porcentaje de alfabetizados (96%).

USOS DEL SUELO

En la zona, el asentamiento de poblaciones y el desarrollo de todas las actividades humanas se han desarrollado gracias a la presencia y disponibilidad del agua. San Rafael dispone de una superficie irrigada de 59.954 ha. El uso actual de los terrenos radica principalmente en desarrollo urbano importante y rural, con la explotación agrícola donde los principales cultivos consisten en plantaciones de frutales, vid, hortalizas y forrajeras. Existe una zona industrial significativa y una explotación ganadera creciente.

ECONOMÍA

Los problemas socio-económicos ocurridos en las dos últimas décadas han influido negativamente, reduciendo el número de pobladores, que alcanzó oficialmente su máximo en 1991 con 4.864 pobladores. La población oficial se desconoce, debido a que el INDEC todavía no ha ofrecido la información demográfica del Censo 2010 de los distritos mendocinos. Según el censo del año 2001 la población ascendía a 4261 habitantes. La riqueza actual de Monte Comán, está representada por el nuevo auge de la ganadería, contando actualmente con 31.750 cabezas de ganado bovino, si bien la mayoría de los propietarios de estas tierras no residen en el distrito.- La finalización del camino El Pehuenche si constituye una opción válida para el distrito, ya que el tráfico del litoral deberá pasar por el distrito. Otra obra importante será el vuelco de las aguas del Río Grande al Atuel, lo cual permitirá regar y cultivar las 70.000 Ha. que se encuentran entre Real del Padre y esta localidad.- Pero por sobre estas opciones válidas el hombre debe tener confianza que es capaz de generar iniciativas propias, que le permitan desenvolverse sin esperar todo del Estado.- Los pueblos ubicados a la vera de un camino podrán decrecer, pero nunca desaparecen totalmente. A más si es para nuestro bien, la justicia divina tampoco lo permitirá.-

El Producto Bruto Geográfico (PBG) teniendo en cuenta las características de los principales entramados productivos del territorio es el siguiente.

Figura 243. Producto bruto geográfico en la provincia de Mendoza

Sector	PBG Mendoza	PBG Zona Sur	PBG San Rafael	% sobre el PBG de Mendoza	% sobre el PBG de zona sur
Total	11.396.061	1.973.280	719.474	6,3	36,5
Agropecuario	759.881	171.411	45.830	6,0	26,7
Minas y Canteras	1.793.288	922.159	30.361	1,7	3,3
Industria Manufacturera	2.489.608	143.312	98.599	4,0	68,8
Electricidad, Gas y Agua	216.971	54.332	49.809	23,0	91,7
Construcción	227.243	35.847	28.955	12,7	80,8
Comercio, Restaurantes y Hoteles	1.999.057	127.340	100.153	5,0	78,6
Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	780.021	84.500	55.884	7,2	66,1
Establecimientos Financieros, Seguros, Bienes Inmuebles y Servicios a las empresas	1.745.876	222.932	166.940	9,6	74,9
Servicios Sociales, Comunales y Personales	1.384.116	209.438	142.944	10,3	68,3

Como es posible observar en la tabla anterior, al Producto Bruto Geográfico (PBG) provincial, el municipio de San Rafael aporta el 6,3% alcanzando su propio indicador \$ 719.474,00 con una población de 173.571 habitantes lo que arroja un PBG per cápita de \$ 4.145,00 por habitante para el año 2001.

Industrias

En San Rafael, están establecidas diversas empresas agroindustriales que abarcan distintas actividades, entre ellas las conservas en general, desecados, jugos de fruta, sidras, sodas, etc.

La industria vitivinícola es importante en el departamento.

Energía Hidroeléctrica

Parte de la riqueza económica alcanzada por Mendoza se debe al aprovechamiento hidroeléctrico de las aguas de los ríos que surcan su territorio.

Los ríos que surcan San Rafael son el Atuel y el Diamante, ambos cuentan con un sistema de aprovechamiento hidroeléctrico.

Sobre el Río Atuel se encuentran 4 centrales hidroeléctricas con una potencia instalada total de más de 290.000 kw.

Sobre el Río Diamante se encuentran dos presas con centrales hidroeléctricas con una potencia instalada de aproximadamente 250.000 kw.

Minería

En el Departamento de San Rafael se desarrolla la actividad minera. Siendo las principales actividades su producción petrolífera y la de rocas de aplicación para la industria de la construcción.

Entre los Minerales No Metalíferos se destaca la producción de sal común (Cloruro de Sodio), en "yacimientos de cosecha".

Actividad Agropecuaria

El principal componente del sector es la viticultura, luego le sigue la fruticultura, la actividad pecuaria, la horticultura y la olivicultura.

De las más de 60.000 hectáreas irrigadas en San Rafael se explotan más del 93 %, equivalentes al 20 % de la superficie cultivada provincial y al 75 % de la zona sur.

Tres especies frutales ocupan la mayoría de la superficie destinada a este tipo de cultivos: el ciruelo, el olivo y el duraznero lo que demuestra una predominancia de los frutales de carozo. Otras especies tienen participación aunque más reducida como el peral, el damasco, el manzano y el membrillo.

Sector Vitícola

De acuerdo con información del Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV) en suelo de San Rafael se encuentra el 70 % de la superficie vitícola de la zona sur, con una superficie implantada de esta especie de alrededor de 16.300 hectáreas cultivadas con vid, lo que representa aproximadamente un 11 % de la superficie vitícola provincial.

Sector Ganadero

La ganadería bovina de San Rafael ocupa un lugar predominante, ya que posee aproximadamente el 31 % de las existencias ganaderas provinciales y también un valor cercano al 30 % de los suelos aptos para el desarrollo de esta actividad.

En cuanto a lo que refiere a ganado caprino, los productores del sur mendocino están en aumento según lo que explicitan los relevamientos realizados por el INDEC en los últimos años. En San Rafael existen 2.000 productores caprinos.

TURISMO

El Departamento de San Rafael, cuenta con atractivos turísticos importantes y por lo tanto es visitada por gran cantidad de turistas a lo largo de todo el año. A continuación se muestra la evolución de la cantidad de visitantes:

<u>Pasajeros</u> <u>Aproximados</u>	<u>Año 2000</u>	<u>Año 2001</u>	<u>Año 2002</u>	<u>Año 2003</u>	<u>Año 2004</u>	<u>Año 2005</u>
Enero	72.161	106.811	50.807	114.685	127.986	119.518
Febrero	62.233	76.965	75.471	60.531	89.545	93.974
Marzo	7.682	14.765	57.749	38.712	28.663	102.220
Abril	15.978	24.197	30.050	32.564	42.089	32.725
Mayo	3.558	10.004	13.517	21.479	9.972	16.663
Junio	5.372	15.265	10.253	18.112	11.323	12.605
Julio	18.072	24.637	43.654	21.821	19.496	30.248
Agosto	7.426	15.504	17.605	13.907	8.976	21.758
Septiembre	4.589	28.478	10.835	14.249	12.840	11.705
Octubre	7.426	40.382	19.724	17.690	14.297	17.897
Noviembre	7.250	44.061	17.012	17.843	14.005	18.644
Diciembre	24.300	45.530	37.284	49.021	86.969	72.973
<u>Total Anual</u>	<u>236.046</u>	<u>446.599</u>	<u>383.961</u>	<u>420.614</u>	<u>466.160</u>	<u>550.931</u>

Tabla 325. Evolución de la cantidad de visitantes desde el año 2000 al 2005

San Rafael cuenta con una capacidad de alojamiento que se detalla:

Capacidad aproximada en hotelería: 2430 plazas.

Capacidad aproximada en para hotelería: 2569 plazas.

Capacidad aproximada en viviendas: 631 plazas.

SERVICIOS

San Rafael cuenta con abastecimiento de agua potable en zonas urbanas y suburbanas, siendo provista a través de agua superficial y subterránea. El 55,52% del servicio es brindado por O.S.M. S.A., que representa un 80% de la población servida, el resto es realizado por otros servidores en un 19,7% y 0,3% por el municipio.

En Monte Comán, el acceso a agua corriente (59,1%) es inferior a los promedios de la Provincia (81%) o del departamento de San Rafael. Las otras procedencias del agua más frecuentes en Monte Comán son perforaciones (bomba manual o eléctrica) y pozos.

El servicio de abastecimiento de energía eléctrica en domicilios y la vía pública en San Rafael es prestado por la empresa EDEMSA.

El abastecimiento de gas se realiza por un sistema de red de gas natural abastecido por Distribuidora Gas Cuyana, y por el libre comercio de gas envasado en tubos y garrafas. El 15% de la población cuenta con servicio a través de red de distribución y el resto con servicio de gas envasado.

SALUD

En el Departamento de San Rafael, existen centros de atención de la salud con distinta capacidad, brindando una importante cantidad de servicios y de camas de internación para pacientes de toda la región.

En la siguiente tabla se muestra un detalle de la cantidad de camas disponibles según datos disponibles del Programa Estadísticas de Salud del Departamento de Bioestadística del Gobierno de la Provincia de Mendoza.

Establecimientos Públicos	Cantidad de camas
Hospital T. J. Schestakow. Ciudad	229
Hospital Eva Perón. J.Prats	30
Establecimientos Privados	Cantidad de camas
Hospital Español del Sur Mendocino	59
Policlínica San Rafael	49
Clínica Ciudad	23
TOTAL	390

Tabla 326. Número de cama disponible por establecimiento

Además de los establecimientos listados existen centros de salud municipales y provinciales dispersos por todo el territorio departamental.

La cobertura en salud del distrito de Monte Comán, según datos de 1991 (tabla 326), alcanza un nivel ligeramente superior al promedio de la Provincia o del departamento de San Rafael.

Esta observación se debe seguramente al hecho de que la proporción de jubilados en Monte Comán es más alta que la situación promedio de la Provincia.

Desde el año 1991, se puede sospechar que la cobertura en salud disminuyó en Monte Comán debido a la quiebra de una de las principales agroindustrias del distrito.

Cobertura en salud	Monte Comán		Provincia	San Rafael
	Total	%	%	%
Tiene Obra Social	2950	62,9%	57,57%	57,53%
No tiene Obra Social	1736	37,0%	41,98%	41,77%
No contestó	4	0,1%	0,45%	0,70%
Total	4690	100%	100%	100%

Tabla 327. Cobertura en salud en Monte Comán (1991)

VÍAS DE COMUNICACIÓN

Red vial: San Rafael se encuentra a una distancia de la capital de la provincia de 232 Km y la vinculación con la Ciudad de Mendoza es a través de la Ruta Nacional 143 al Norte. La Ruta Nacional 143 al Sur conecta con la ciudad de Gral. Alvear a 90 Km. Se accede por Ruta Nacional 146 al Este a San Luis que se encuentra a 270 Km, a Río IV a 453 Km, a Córdoba a 656 Km. La Ruta Nacional 40 conecta con el Departamento de Malargüe y desde ese lugar a Neuquén y el resto de la Patagonia.

Transporte: Existe servicio de transporte de pasajeros terrestre y aéreo con conexiones a distintas ciudades del país.

Otros servicios: En San Rafael se dispone del servicio telefónico fijo.

Evaluación de impacto ambiental

Factores ambientales considerados para la evaluación

Los factores susceptibles de ser afectados por las actividades consideradas, se dividen en dos grandes grupos: medio físico y medio socio cultural y económico.

El medio físico es un sistema constituido por los elementos y procesos del ambiente natural tal como lo encontramos en la actualidad y sus relaciones con la población. Se proyecta en tres subsistemas:

- Medio Biótico: Flora y Fauna.
- Medio Inerte (Abiótico): Agua, Tierra y Aire.
- Medio Perceptual: Unidades de paisaje (cuencas visuales, valles y vistas).

El medio socio cultural económico es el sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico culturales y económicas en general, de las comunidades humanas o de la población de un área determinada.

MEDIO FÍSICO

MEDIO BIÓTICO

Flora

- Flora Autóctona: Diversidad, productividad, especies endémicas, comunidades vegetales que se encuentran naturalmente en el ambiente.
- Flora Agricultura: Especies introducidas en los terrenos para su posterior cultivo.

Fauna

- Fauna Autóctona: Conjunto de animales que habita el lugar, quienes son propios de la zona de proyecto.
- Fauna no autóctona: Conjunto de animales que no propios del hábitat.
- Fauna vectorial: Conjunto de animales como roedores, insectos, etc.

MEDIO INERTE

AIRE

Calidad que posee la atmósfera en la zona, si posee gases, partículas en suspensión, contaminación sonora, etc.

AGUA

- Cantidad y Calidad de Aguas Superficiales: Recursos hídricos que se encuentran sobre la superficie, ríos, lagos, lagunas, inundaciones, etc.
- Cantidad y Calidad de Aguas subterráneas: Recursos hídricos que se ubican en la masa de suelo, napas subterráneas, acuíferos, etc.

SUELO

- Características Edáficas: Características del tipo suelo, cubierta, estructura, textura, composición, etc.
- Características Mecánicas: Grado de compacidad natural que posee el suelo.
- Contaminación del Suelo: Degradación del suelo debido a la presencia de partículas, aceites, etc.

MEDIO PERCEPTUAL

PAISAJE

Elementos paisajísticos singulares, vistas panorámicas y paisajes, naturalidad, singularidades, cambios en las formas de relieve.

MEDIO SOCIO CULTURAL ECONÓMICO

ESTRUCTURA URBANA

- Cambios en el uso del suelo: Cambio en el tipo de utilización que se le da a los suelos.
- Desarrollos Urbanos: Creación, ampliación de urbes.

SERVICIO URBANOS

- Agua Potable: Sistemas de distribución de agua potable. Extracción desde pozos de agua potable.
- Energía Eléctrica: Sistemas de distribución de energía eléctrica. Ampliación de redes existentes.
- Transporte Público: Extensión de los servicios de transportes existentes. Condiciones de circulación.

SOCIO CULTURAL

- Calidad de Vida del Vecindario: Calidad de vida, molestias, desarmonías, salud y seguridad, bienestar, estilo de vida.
- Consumidor: Beneficios obtenidos por la población con respecto a las acciones del proyecto.
- Aceptación ciudadana: Comodidad de la población con respecto a las acciones producto del proyecto.
- Reliquias históricas o antropológicas: Conservación de espacios históricos.

ECONÓMICA

- Población, nivel de empleo, distribución: Aumento del número de pobladores de la región. Aumento en la cantidad de población empleada, respecto a la total.
- Actividades afectadas, comercio zonal: Comercio y actividades de la población afectada por la ejecución del proyecto.
- Valor de la tierra: Variación del precio de las tierras, ya sea por su utilización o por su abandono.
- Ingresos Públicos: Variación en los ingresos públicos producidos como consecuencia de las actividades del proyecto.

Análisis de impacto ambiental

El análisis de impacto ambiental se determina mediante la etapa a la cual se haga referencia ya que el impacto producido a veces puede variar según la fase, o bien puede no existir.

FASE DE CONSTRUCCIÓN

- LIMPIEZA DEL TERRENO

A. Medio Biótico - Flora Autóctona: El impacto que produce esta actividad en el factor analizado es negativo, la intensidad es baja debido a que con la limpieza del terreno se produce la eliminación de la flora autóctona en muy pequeñas áreas, que no tiene influencia alguna sobre el resto de la flora del lugar. La extensión del impacto es puntual, ya que perturba únicamente al sector sobre el cual se desarrolla la tarea, la

persistencia es permanente, y la reversibilidad considerada es a mediano plazo, ya que algunas especies de la flora autóctona demora algún tiempo en su crecimiento.

Importancia del Impacto: -11.

C. Medio Biótico - Fauna Autóctona: El impacto generado es negativo, la intensidad es media y la extensión es puntual. Esta actividad obliga a las especies que se encontraban alojadas en estos terrenos a emigrar hacia áreas aledañas, no produce eliminación de las mismas y afecta a una pequeña población de la fauna del lugar. La persistencia es fugaz y la reversibilidad es a corto plazo, ya que una vez que cese la actividad la fauna se irá reacomodando conforme transcurra el tiempo.

Importancia del Impacto: -12.

E. Medio Biótico - Fauna Vectorial: El impacto generado es positivo, debido a que la limpieza del terreno mantiene alejado a roedores, insectos, murciélagos, etc. La intensidad es baja ya que afecta solo una porción reducida del total de la población de éstos animales y la extensión es parcial. La persistencia es fugaz, y la reversibilidad es a corto plazo debido a que al cesar la actividad, éstos animales demoran muy poco tiempo en reacomodar su ubicación.

Importancia del Impacto: +12.

G. Medio Abiótico – Agua - Cantidad y calidad del agua superficial: El impacto de la actividad sobre el factor es negativo, la intensidad es baja debido a que produce una modificación en el curso natural de las aguas superficiales produciendo variaciones en la cantidad de agua, la eliminación de la fauna en el terreno derivará en suelos menos compactados, los que admitirán mayor cantidad de agua para infiltrar. La extensión es parcial, la persistencia es permanente y la reversibilidad es a mediano plazo debido a que el suelo demorará algún tiempo en retomar sus características iniciales.

Importancia del Impacto: -13.

J. Medio Abiótico – Suelo - Características edáficas: El impacto de la actividad sobre el factor es negativo, la intensidad es baja y la extensión es puntual. La remoción de la capa exterior del suelo produce una mayor permeabilidad en la superficie de la misma, aumentando la posibilidad de infiltración de las aguas. La persistencia es permanente, y la reversibilidad es a mediano plazo, por las mismas causas explicadas en el apartado anterior.

Importancia del Impacto: -11.

- OBRADOR

C. Medio Biótico - Fauna Autóctona: El impacto de la actividad sobre el factor es negativo, la intensidad es baja ya que la instalación de un obrador en la zona producirá el desplazamiento de algunas especies hacia espacios aledaños, pero no afectará al total de la población de estas especies. La extensión es puntual y la persistencia es fugaz. La

reversibilidad será a corto plazo, ya que una vez que finalice la actividad, las especies naturalmente volverán a ocupar sus espacios iniciales.

Importancia del Impacto: -7.

L. Medio Abiótico – Suelo - Contaminación del suelo: El impacto que generará la actividad sobre el suelo es negativo, y la intensidad es baja debido a que solo afecta a una pequeña parte del terreno de proyecto. La extensión es puntual, ya que se encuentra localizado en el área delimitada del obrador, la persistencia fugaz, y la reversibilidad es a corto plazo, ya que una vez finalizada la actividad el área queda libre de la contaminación.

Importancia del Impacto: -7.

M. Medio Abiótico - Paisaje: El impacto de la actividad sobre éste factor es negativo, y la intensidad es media debido a que afecta ampliamente la visual natural de la zona. La extensión es puntual, y la persistencia es permanente. La reversibilidad es a corto plazo, ya que al finalizar mencionada actividad, el paisaje volverá a tener las mismas visuales naturales tal como se encontraban en un principio.

Importancia del Impacto: -13.

- EXCAVACIONES

C. Medio Biótico - Fauna Autóctona: El impacto que generan las excavaciones sobre la fauna es negativo y la intensidad es baja ya que no afecta al total de la población, sino a una porción pequeña. La extensión es puntual, afectando únicamente a la zona donde se produce la remoción, la persistencia es permanente y la reversibilidad es a corto plazo.

Importancia del Impacto: -10.

K. Medio Abiótico – Suelo - Características mecánicas: El impacto que ocasiona es negativo, de intensidad baja, debido a la modificación que se produce en las primeras capas del suelo, lo que produce variación en el grado de permeabilidad, la compacidad, compresibilidad, etc. La extensión es puntual, y la persistencia es permanente y la reversibilidad es a largo plazo, ya que con el transcurso del tiempo, los suelos se van acomodando hasta obtener sus características naturales.

Importancia del Impacto: -10.

- TERRAPLENAMIENTOS Y APORTE DE SUELO

G. Medio Abiótico – Agua - Cantidad y calidad del agua superficial: El impacto es del tipo negativo, la intensidad es media debido a que los terraplenes afectan, en algunos casos impiden, el libre escurrimiento de las agua, lo cual tiene incidencia no solo en el lugar del terraplén sino en la zona circundante. La extensión es puntual, la persistencia es permanente y la reversibilidad es a corto plazo.

Importancia del Impacto: -13.

M. Medio Abiótico - Paisaje: El impacto que el terraplén tiene sobre el paisaje es de tipo negativo y la intensidad es media ya que produce una modificación en las visuales de la zona. La extensión es de tipo puntual debido a que afecta solo al lugar en donde se encuentra, la persistencia es permanente, y la reversibilidad es a corto plazo.

Importancia del Impacto: -10.

Mitigable.

- COMPACTACIÓN

G. Medio Abiótico – Agua - Cantidad y calidad del agua subterránea: El impacto del factor es de tipo negativo debido a que la compactación del suelo produce variación en las condiciones mecánicas del mismo, disminuyendo la permeabilidad con lo cual reduce la posibilidad de aportar, por medio de la filtración, agua a los acuíferos subterráneos. Posee una intensidad baja ya que afecta solo a la zona de compactación, la extensión es puntual, la persistencia es permanente, ya que la modificación se produce inmediatamente comienzan las actividades de compactación, y es de reversibilidad a medio plazo.

Importancia del Impacto: -11.

K. Medio Abiótico – Suelo - Características mecánicas: El impacto es positivo, ya que la compactación aumenta las propiedades mecánicas de un suelo, es decir le otorga mayor capacidad portante. La intensidad es baja, la extensión es puntual, debido a que tiene incidencia sobre el suelo que es compactado, la persistencia es permanente, y es de reversibilidad a mediano plazo.

Importancia del Impacto: +10.

- TRANSPORTE DE VEHICULOS

A. Medio Biótico - Flora Autóctona: El constante tránsito generado por los camiones para proveer de materiales al obrador, genera un impacto negativo en la flora, ya que la elimina a medida que se abre paso por el terreno. La intensidad es media, la extensión es puntual, debido a que afecta únicamente el espacio por donde se transita, la persistencia es fugaz, y la reversibilidad es a mediano plazo.

Importancia del Impacto: -8.

C. Medio Biótico - Fauna Autóctona: El impacto generado por la actividad es negativo, la intensidad es media, ya que no solo afecta al espacio por donde transitan los vehículos, sino también a sus alrededores, por cuestiones de ruido y movimiento. La extensión es puntual, la persistencia es fugaz y la reversibilidad es a corto plazo.

Importancia del Impacto: -10.

E. Medio Biótico - Fauna Vectorial: El impacto de la actividad sobre el factor es positiva, ya que el movimiento y el ruido produce el alejamiento de la fauna vectorial. La intensidad es media, ya que afecta únicamente al espacio por donde transitan los vehículos, no así al entorno inmediato. La extensión es puntual, el momento inmediato y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: +13.

F. Medio Abiótico – Aire - Calidad del aire: El impacto que genera es negativo, ya que a su paso los vehículos van emitiendo gases producto de la combustión de los motores y también levanta polvo. La intensidad es media ya que afecta solo al área por donde transitan y su entorno inmediato. La extensión es puntual, la persistencia fugaz, y es de reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: -10.

- **ACOPIO DE MATERIALES**

E. Medio Biótico - Fauna Vectorial: El impacto que produce sobre la fauna vectorial es negativo, ya que el acopio de materiales permite que se agrupen este tipo de animales. La intensidad es media, la extensión es puntual, la persistencia fugaz, y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: -10.

H. Medio Abiótico – Suelo - Características Edáficas: El impacto que produce el acopio de materiales en el suelo es negativo, debido a que con el tiempo produce acumulación de partículas que corresponden con los materiales acopiados, las cuales quedan en la superficie o bien por medio de la infiltración del agua van quedando retenidas en el perfil del suelo. La intensidad es baja, la extensión puntual, la persistencia es fugaz, ya que con el tiempo se producirá este fenómeno, y de reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: -7.

- **MOVIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA**

A. Medio Biótico - Flora Autóctona: El impacto es de tipo negativo, la intensidad es baja, la extensión es puntual, la persistencia es fugaz y la reversibilidad es a mediano plazo. Las razones son las mismas que para el apartado de transporte de materiales.

Importancia del Impacto: -8.

C. Medio Biótico - Fauna Autóctona: El impacto que generan las máquinas sobre la fauna es negativo, la intensidad es media, la extensión puntual, la persistencia es fugaz y la reversibilidad a corto plazo. Las razones son las mismas que las mencionadas en el apartado de transporte de materiales.

Importancia del Impacto: -10.

E. Medio Biótico - Fauna Vectorial: El impacto de la actividad sobre el factor es positivo, la intensidad es media, la extensión es puntual, la persistencia es fugaz y la reversibilidad a corto plazo. Las razones son las mismas que las descritas en el apartado de transporte de materiales.

Importancia del Impacto: +10.

F. Medio Abiótico – Aire - Calidad del aire: El impacto que genera es negativo, la intensidad es media, la extensión es parcial, la persistencia es fugaz, y es de reversibilidad a corto plazo. Las causas son las mismas que se mencionaron en el apartado de transporte de materiales.

Importancia del Impacto: -10.

M. Medio Abiótico – Suelo - Contaminación del suelo: El impacto de la actividad sobre el factor es negativo, ya que las máquinas pueden perder combustibles y aceites sobre el suelo. La intensidad considerada es baja, la extensión puntual, la persistencia es temporal, y la reversibilidad a mediano plazo. La contaminación se produce con el tiempo y el uso de las máquinas, así como también al cesar la actividad el suelo necesitará de suficiente tiempo como para poder recuperarse.

Importancia del Impacto: -9.

- RUIDOS Y VIBRACIONES

C. Medio Biótico - Fauna Autóctona: El impacto que produce esta actividad sobre el factor considerado es negativo, ya que produce emigración de los animales por temor a los ruidos y a las vibraciones. La intensidad es media ya que no solo afecta a la zona donde se producen sino también se extiende a varios metros del lugar. La extensión es puntual, la persistencia es fugaz y la reversibilidad es a corto plazo.

Importancia del Impacto: -10.

K. Medio Abiótico – Suelo - Características mecánicas del suelo: El impacto que producen las vibraciones en el suelo es positivo, debido a que aumentan la compacidad del mismo, y con ello la capacidad portante. La intensidad es baja, la extensión puntual, la persistencia es permanente y la reversibilidad a mediano plazo.

Importancia del Impacto: +14.

- GENERACIÓN DE POLVO Y OLORES

F. Medio Abiótico – Aire - Calidad del aire: El impacto de la actividad considerada sobre el factor es negativo, debido a que las emisiones de polvo y gases, producto de las diversas actividades del hombre (residuos), deterioran la calidad del aire. La intensidad del impacto es media, debido a que es un conjunto de actividades las que generan este tipo de contaminación y afecta a un área grande comparada con el que la produce. La extensión es puntual, la persistencia es temporal, y la reversibilidad es a mediano plazo.

Importancia del Impacto: -12.

- **HORMIGONES – MORTEROS**

A. Medio Biótico - Flora Autóctona: El impacto generado es negativo, ya que la colocación de hormigón sobre algún terreno es incompatible con el desarrollo de flora. La intensidad es baja, la extensión es puntual, la persistencia permanente y la reversibilidad es a mediano plazo.

Importancia del Impacto: -11.

- **GENERACIÓN DE RESIDUOS**

E. Medio Biótico - Fauna Vectorial: El impacto que produce esta actividad sobre el factor es negativo, ya que la generación de residuos atrae a roedores y otros vectores. La intensidad es baja ya los residuos no son excesivos en la fase de construcción. La extensión es puntual, la persistencia fugaz y la reversibilidad es a corto plazo.

Importancia del Impacto: -7.

G. Medio Abiótico – Agua - Calidad y cantidad del agua superficial: El impacto que produce la actividad sobre el factor es negativo debido a que el agua en contacto con los residuos genera lixiviados que contaminan las aguas. La intensidad es baja, la extensión es puntual, la persistencia es fugaz y la reversibilidad es a corto plazo.

Importancia del Impacto: -7.

G. Medio Abiótico – Suelo – Contaminación del Suelo: El impacto que produce la actividad sobre el factor es negativo debido a que los residuos polucionan el suelo en su contacto. La intensidad es baja, la extensión es puntual, la persistencia es fugaz y la reversibilidad es a corto plazo. e

Importancia del Impacto: -7.

- **MANO DE OBRA**

C. Medio Biótico - Fauna Autóctona: El impacto que genera la actividad sobre el factor considerado es negativo, debido a que con la presencia de la misma, los animales se desplazan hacia otras zonas para no entrar en contacto. La intensidad es media, la extensión es parcial, la persistencia es fugaz y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: -12.

Y. Economía - Población, nivel de empleo, distribución: La actividad genera sobre el factor un impacto positivo ya que aumenta el nivel de empleo en la zona. La intensidad es alta, la extensión es parcial, la persistencia temporal y la reversibilidad es a corto plazo.

Importancia del Impacto: +19.

Z. Económica - Actividades afectadas, comercio zonal: El impacto generado es positivo, esto es debido a que el aumento del movimiento de personas, genera un aumento en las actividades comerciales de la zona. La intensidad es media, la extensión es parcial, la persistencia es temporal y la reversibilidad es a corto plazo.

Importancia del Impacto: +13.

- ADQUISICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE TIERRAS

AA. Económica - Valoración de las tierras: El impacto producido por la actividad es positivo, ya que la utilización de las tierras antes abandonadas o improductivas generar posteriormente un aumento en el valor económico de las mismas. La intensidad es muy alta, la extensión es extensa, la persistencia es permanente, y la reversibilidad a mediano plazo.

Importancia del Impacto: +38.

- ACCESOS Y VIALES

A. Medio Biótico - Flora Autóctona: El impacto generado por la actividad sobre el factor es negativo, ya que los espacios donde se construyan los caminos no permitirán el desarrollo de la flora. La intensidad es baja, la extensión puntual, la persistencia es permanente y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: -10.

M. Medio Abiótico – Paisaje: El impacto producido por la actividad es negativo, ya que modifica la naturaleza de los terrenos. La intensidad es media, la extensión es puntual, la persistencia es permanente y la reversibilidad es a corto plazo.

Importancia del Impacto: -13.

- PARCELAMIENTO

M. Medio Abiótico - Paisaje: El impacto que produce la implementación de cultivos en el paisaje es negativo, ya que modifica la visual natural del lugar. La intensidad es media, la extensión es parcial, la persistencia es permanente y la reversibilidad a mediano plazo.

Importancia del Impacto: -16.

N. Estructura Urbana - Cambios en el uso del suelo: El impacto de la actividad en el factor es positivo, ya que se van a aprovechar tierras para producir materia prima, que anteriormente se encontraban abandonadas. La intensidad es muy alta, la extensión es extensa, la persistencia es permanente, y la reversibilidad es a mediano plazo.

Importancia del Impacto: +38.

- DESARROLLO DE NÚCLEOS URBANOS

F. Medio Abiótico – Aire - Calidad del aire: El impacto que genera la actividad sobre el factor es negativo, debido a que los núcleos urbanos generan todo tipo de emisiones de gases, así como también polvo, humo, etc, que degrada la calidad del aire. La intensidad es media, la extensión es parcial, la persistencia es permanente y la reversibilidad a mediano plazo.

Importancia del Impacto: -16.

M. Medio Abiótico - Paisaje: El impacto que produce un desarrollo de núcleos urbanos sobre el paisaje natural donde se produce el asentamiento es negativo, esto se debe a que se produce un cambio en la naturaleza del terreno. La intensidad es media, la extensión es parcial, la persistencia es permanente y la reversibilidad a mediano plazo.

Importancia del Impacto: -16.

- TENDIDO DE DUCTOS

A. Medio Biótico – Flora Autóctona: El impacto de la actividad sobre el factor es negativo, debido a que cualquier tipo de excavación y trabajo en el suelo, genera una afectación a la flora del lugar. La intensidad es baja, la extensión es puntual, la persistencia es permanente y la reversibilidad a mediano plazo.

Importancia del Impacto: -8.

C. Medio Biótico – Fauna Autóctona: El impacto de la actividad sobre el factor es negativo, debido a que la fauna circundante a la zona de trabajo se ve perjudicada por las acciones. La intensidad es baja, la extensión es puntual, la persistencia es permanente y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: -7.

FASE FUNCIONAMIENTO

- RIEGO Y LABORES DE MANTENIMIENTO

B. Medio Biótico - Flora – Agricultura: El impacto producido por la actividad es positivo ya que las actividades de mantenimiento de cultivos permitirán un mejor desarrollo de los cultivos. La intensidad muy alta, debido a que afectará únicamente a las parcelas regadas, la extensión es extensa, la persistencia es permanente, y la reversibilidad es a mediano plazo.

Importancia del Impacto: +43.

U. Socio Cultural – Calidad de vida del vecindario: El impacto producido por la actividad sobre el factor es positivo porque mejora notablemente la calidad de vida de la población. La intensidad es muy alta, la extensión es extensa, la persistencia es permanente y la reversibilidad es a mediano plazo.

Importancia del Impacto: +44.

W. Socio Cultural – Aceptación ciudadana: El impacto generado sobre el factor es positivo debido a que la población se haya beneficiada y se muestra a favor de los proyectos vinculados con obras de riego. La intensidad es alta, la extensión parcial, la persistencia es permanente y la reversibilidad es a mediano plazo.

Importancia del Impacto: +34.

Y. Económica – Población, nivel de empleo, distribución: La actividad genera un impacto positivo sobre el factor debido a que para llevar a cabo las tareas de mantenimiento se requiere de mano de obra, y un aumento en ésta genera un incremento en el nivel de empleo. La intensidad es muy alta, la extensión es extensa, la persistencia es permanente y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: +43.

- MODIFICACIÓN DEL CAUDAL AGUAS ABAJO

B. Medio Biótico – Agricultura: El impacto de una disminución en el nivel de aguas más allá de la toma sobre la agricultura es negativo, ya que puede perjudicar a los cultivos que se hallen aguas debajo de la zona de proyecto. La intensidad del impacto es baja, comparada con la situación base en la que no hay infraestructura de riego en zonas aledañas a la zona de proyecto. La extensión es parcial, la persistencia es permanente y la reversibilidad es a mediano plazo.

Importancia del Impacto: -13.

M. Medio Abiótico – Paisaje: La actividad puede ocasionar un pequeño impacto negativo sobre el paisaje aguas abajo de la obra de toma, ya que la disminución del agua que circule puede afectar el “verde” de la zona. El impacto es de baja intensidad, de extensión puntual, permanente y reversible a corto plazo.

Importancia del Impacto: -10.

- MODIFICACIÓN DE LA PERMEABILIDAD

H. Medio Biótico – Agua – Cantidad y calidad del agua subterránea: La actividad sobre el factor genera un impacto negativo, debido a que los revestimientos generan una disminución de la permeabilidad del suelo, con lo que disminuye la cantidad de agua que llega a conformar el agua subterránea. La intensidad es baja, la extensión es puntual, la persistencia es permanente y la reversibilidad a largo plazo.

Importancia del Impacto: -13.

- SOBREEXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

J. Suelo – Características edáficas: El impacto de la actividad sobre el suelo es negativo, debido a que genera un deterioro en las propiedades del suelo derivando en una menor capacidad para admitir desarrollo vegetal de los cultivos. La intensidad es media, la extensión es parcial, la persistencia es temporal y la reversibilidad es a

mediano plazo, debido a que los procesos que producen la restitución de los componentes necesarios en el suelo necesitan de largos períodos de tiempo.

Importancia del Impacto: -14.

- ACCIONES SOCIOECONÓMICAS

O. Estructura Urbana – Desarrollos urbanos: El impacto de la actividad es positivo, ya que permite el desarrollo urbano de la población existente. La intensidad es alta ya que el proyecto afecta a una gran zona y con ello a toda la gente que allí vive y a las que interactúan con la población. La extensión es extensa, la persistencia es permanente y la reversibilidad a largo plazo.

Importancia del Impacto: +28.

U. Socio Cultural – Calidad de vida en el vecindario: El impacto de la acción es positivo, ya que al aumentar el número de la población aumentan las posibilidades de conseguir mejores ofertas, genera la instalación de instituciones educativas, de salud, etcétera, lo que provee a la población de una mejor calidad de vida. La intensidad es alta, la extensión es extensa, la persistencia es permanente y la reversibilidad a largo plazo también.

Importancia del Impacto: +28.

Y. Económica – Población, nivel de empleo, distribución: El impacto producido sobre el factor es positivo, ya que aumenta el nivel de empleo de la población. La intensidad es alta, la extensión es extensa, la persistencia es permanente y la reversibilidad a medio plazo.

Importancia del Impacto: +26.

Z. Económica – Actividades afectadas, comercio zonal: El impacto de las acciones sobre el factor es positivo ya que genera un aumento en la comercialización de productos generados en la zona, lo que beneficiará a la población y al comercio de la misma. A su vez, la reactivación de la economía aumentará el comercio y las actividades económicas en otros rubros, por lo que consideramos un impacto de intensidad muy alta. La extensión es extensa, la persistencia es permanente y la reversibilidad a largo plazo.

Importancia del Impacto: +40.

- INFRAESTRUCTURA

P. Servicios Urbanos – Agua potable: El impacto producido es positivo, ya que un aumento en la demanda del servicio abarata costos para los prestadores y permite una ampliación de la red. La intensidad es media, la extensión es parcial debido a las dimensiones de zona urbanizada respecto a la total de proyecto, la persistencia es permanente y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: +15.

R. Servicios Urbanos – Energía eléctrica: por las mismas razones que en el apartado anterior, el impacto de la infraestructura sobre la energía eléctrica es positivo. La intensidad es baja, la extensión es parcial, la persistencia es permanente y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: +12.

T. Servicios Urbanos - Transporte público: El impacto producido por la actividad sobre el factor es positivo, ya que la infraestructura de un nuevo núcleo produce un auge en el servicio de transporte público. La intensidad es baja, la extensión es puntual, la persistencia es permanente y la reversibilidad es a corto plazo.

Importancia del Impacto: +10.

U. Socio Cultural – Calidad de vida del vecindario: El impacto producido por la estructura sobre el factor es positivo, debido a que mejora la calidad de vida de la población. La intensidad es alta debido a que afecta a la población de proyecto y a la existente en la zona, la extensión es extensa, la persistencia es permanente y la reversibilidad a largo plazo.

Importancia del Impacto: +28.

- EFECTO BARRERA

C. Fauna Autóctona: El impacto producido sobre el factor es negativo debido a que perturba el desarrollo natural de la fauna. La intensidad es media, debido a que afecta a una gran porción de la fauna a lo largo de la zona de proyecto. La extensión es media debido a la proporción de área que es afectada con relación al área total de proyecto, la persistencia es permanente y la reversibilidad a mediano plazo.

Importancia del Impacto: -16.

E. Fauna Vectorial: El impacto producido es positivo debido a que retrasa o retarda el paso de este tipo de animales que son transmisores de enfermedades. La intensidad es mediana, la extensión es parcial, la persistencia es permanente y la reversibilidad a mediano plazo.

Importancia del Impacto: +16.

G. Medio Biótico – Agua – Cantidad y calidad de las aguas superficiales: El impacto producido es negativo ya que perturba el escurrimiento natural de las aguas. La intensidad es baja, la extensión parcial, la persistencia es permanente y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: -12.

- GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASEOSOS

E. Medio Biótico – Fauna Vectorial: El impacto generado sobre el factor es negativo ya que la acumulación de residuos sólidos genera el acercamiento de esta fauna, la cual es perjudicial para la población debido a que es transmisora de enfermedades. La intensidad es media ya que estos animales se esparcen rápidamente por la zona, la extensión es parcial, la persistencia es temporal y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: -13.

F. Medio Abiótico – Aire – Calidad del aire: El impacto producido por la actividad sobre el factor es negativo debido a que genera una degradación en la calidad del aire. La intensidad es baja, la extensión es puntual, la persistencia es fugaz y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: -7.

G. Medio Abiótico – Agua – Calidad y cantidad de las aguas superficiales: El impacto producido es negativo, debido a que al entrar en contacto las aguas residuales con las aguas superficiales que escurren por el lugar degradan la calidad de la misma de forma inmediata. La intensidad es media, la extensión es parcial, la persistencia es fugaz y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: -9.

L. Medio Abiótico – Suelo – Contaminación del suelo: El impacto producido por la actividad es negativo debido a que disminuye la calidad de los suelos naturales. La intensidad es baja, ya que solo afecta únicamente a la zona donde se genera, la extensión es puntual, la persistencia es temporal y la reversibilidad a corto plazo.

Importancia del Impacto: -9.

U. Socio cultural – Calidad de vida del vecindario: El impacto producido por el factor es negativo, debido a que los olores que se desprenden de la generación y acumulación de residuos resulta molesto e insalubre para la población. La intensidad es baja, la extensión es puntual, la persistencia es fugaz y la reversibilidad es a corto plazo.

Importancia del Impacto: -7.

MATRIZ IMPORTANCIA

A continuación se vuelcan los valores obtenidos en el análisis descripto anteriormente, discriminando cada etapa, y cada acción.

ACCIONES FACTORES		MEDIO BIOTICO					MEDIO ABIOTICO							
		FLORA		FAUNA			AIRE	AGUA			SUELO			M- Paisaje
		A- Autóctona	B- Agricultura	C- Autóctona	D- No Autóctona	E- Vectores	F- Calidad del aire	G- Cantidad y calidad del agua superficial	H- Cantidad y calidad del agua subterránea	I- Pluvial - aluvional	J- Características edáficas	K- Características mecánicas	L- Contaminación del suelo	
ETAPA DE CONSTRUCCION														
1-Limpieza del terreno	-1 -4	-1 -2	-2 -1	-2 -1	2 1	2 1	-1 -4	-2 -2			-1 -4	-1 -2		
2-Obrador			-1 -1	-1 -1									-1 -1	-2 -4
3-Excavaciones			-1 -4	-1 -1								-1 -4	-1 -1	
4-Terraplenamientos, aportes de suelo							-2 -4	-1 -1						-1 -4
5-Compactación								-1 -4	-1 -2			1 4	1 2	
6-Transporte de vehículos	-1 -1	-1 -2	-2 -1	-1 -1	2 4	1 1	-2 -1	-1 -1						
7-Acopia de materiales					-2 -1	-1 -1					-1 -1	-1 -1		
8-Movimiento de maquinaria pesada	-1 -1	-1 -2	-2 -1	-1 -1	2 1	1 1	-2 -1	-1 -1					-1 -2	-1 -2
9-Ruidos y vibraciones			-2 -1	-1 -1								2 4	1 2	

Tabla 328. Matriz importancia factores biótico y abiótico, Etapa de construcción – Parte 1

ACCIONES FACTORES		MEDIO BIOTICO					MEDIO ABIOTICO							
		FLORA		FAUNA			AIRE	AGUA		SUELO			M- Paisaje	
		A- Autóctona	B- Agricultura	C- Autóctona	D- No Autóctona	E- Vectores	F- Calidad del aire	G- Cantidad y calidad del agua superficial	calidad del agua	I- Pluvial - aluvional	J- Características edáficas	K- Características mecánicas		L- Contaminación del suelo
10-Generación de polvo y olores						-2 -1 -2 -2								
11-Hormigones. Morteros	-1 -1 -4 -2													
12-Generación de residuos					-1 -1 -1 -1		-1 -1 -1 -1						-1 -1 -1 -1	
13-Mano de obra			-2 -2 -1 -1											
14-Adquisición y distribución de tierras														
15-Accesos y viales	-1 -1 -4 -1													-2 -1 -4 -1
16- Parcelamiento														-2 -2 -4 -2
17-Desarrollo de núcleos urbanos						-2 -2 -4 -2								-2 -2 -4 -2
18-Tendido de ductos	-1 -1 -1 -2		-1 -1 -1 -1											

Tabla 329. Matriz importancia factores biótico y abiótico, Etapa de construcción – Parte 2

ACCIONES FACTORES		MEDIO SOCIO - ECONOMICO - CULTURAL													
		ESTRUCTURA URBANA		SERVICIOS URBANOS				SOCIO - CULTURAL				ECONOMICA			
		N- Cambios en el uso del suelo	O- Desarrollos urbanos	P- Agua Potable	Q- Red cloacal	R- Energía Eléctrica	S- Red vial	T- Transporte Público	U- Calidad de vida del vecindario	V- Consumidor	W- Aceptación ciudadana	X- Reliquias históricas o antropológicas	Y- Población, nivel de empleo, distribución	Z- Actividades afectadas, comercio zonal	AA- Valor de la tierra
ETAPA DE CONSTRUCCION															
1-Limpieza del terreno															
2-Obrador															
3-Excavaciones															
4-Terraplenamientos, aportes de suelo															
5-Compactación															
6-Transporte de materiales															
7-Acopia de materiales															
8-Movimiento de maquinaria pesada															
9-Ruidos y vibraciones															

Tabla 330. Matriz importancia Medio socio-económico-cultural, Etapa de construcción – Parte 1

ACCIONES FACTORES		MEDIO SOCIO - ECONOMICO - CULTURAL														
		ESTRUCTURA URBANA		SERVICIOS URBANOS				SOCIO - CULTURAL				ECONOMICA				
		N- Cambios en el uso del suelo	O- Desarrollos urbanos	P- Agua Potable	Q- Red cloacal	R- Energía Eléctrica	S- Red vial	T- Transporte Publico	U- Calidad de vida del vecindario	V- Consumidor	W- Aceptación ciudadana	X- Valores históricos o antropológicos	Y- Población, nivel de empleo, distribución	Z- Actividades afectadas, comercio zonal	AA- Valor de la tierra	AB- Ingresos Públicos
10-Generación de polvo y olores																
11-Hormigones. Morteros																
12-Generación de residuos																
13-Mano de obra												4 2	2 2			
14-Adquisición y distribución de tierras															8 4	4 2
15-Accesos y viales																
16-Parcelamiento		8 4														
17-Desarrollo de núcleos urbanos																
18-Tendido de ductos																

Tabla 331. Matriz importancia Medio socio-económico-cultural, Etapa de construcción – Parte 2

ACCIONES FACTORES		MEDIO BIOTICO					MEDIO ABIOTICO							
		FLORA		FAUNA			AIRE	AGUA			SUELO		M - Paisaje	
		A - Autóctona	B - Agricultura	C - Autóctona	D - No Autóctona	E - Vectores	F - Calidad del aire	G - Cambio y calidad del agua superficial	H - Cambio y calidad del agua subterránea	I - Pluvial - aluvional	J - Características edáficas	K - Características mecánicas		L - Contaminación del suelo
ETAPA DE FUNCIONAMIENTO														
19- Riego y labores de mantenimiento		10 4												
		4 1												
20 - Modificación del caudal aguas abajo		-1 -												- -
		2 2												1 1
		-4 -												- -
		2 2												4 1
21 - Modificación de permeabilidad									-1 -1					
									-4 -4					
22- Sobreexplotación de recursos naturales										- -				
										2 2				
										- -				
										2 2				
23 - Acciones Socioeconómicas														
24 - Infraestructura														
25 - Efecto barrera			- -		2 2			-1 -2						
			2 2		- -			-4 -1						
			4 2		4 2									
26 - Generación de residuos líquidos, sólidos y gaseosos					- -									- -
					2 2		-1 -1	-1 -2						1 1
					- -									- -
					2 1		-1 -1	-1 -1						2 2

Tabla 332. Matriz importancia factores biótico y abiótico, Etapa de Funcionamiento

ACCIONES FACTORES		MEDIO SOCIO - ECONOMICO - CULTURAL												
		ESTRUCTURA URBANA		SERVICIOS URBANOS				SOCIO - CULTURAL				ECONOMICA		
		N - Cambios en el uso del suelo	O - Desarrollos urbanos	P - Agua Potable	Q - Red cloacal	R - Energía Eléctrica	S - Red vial	T - Transporte Público	U - Calidad de vida del vecindario	V - Consumidor	W - Aceptación ciudadana	X - Reivindicas históricas o antropológicas	Y - Población, nivel de empleo, distribución	Z - Actividades afectadas, comercio zonal
ETAPA DE FUNCIONAMIENTO														
19 - Riego y labores de mantenimiento								10 4 4 2		8 2 4 2		10 4 4 1		
20 - Modificación del caudal aguas abajo														
21 - Modificación de permeabilidad														
22- Sobreexplotación de recursos naturales												1 1 4 1		
23 - Acciones Socioeconómicas		4 4 4 4						4 4 4 4				4 4 4 2	8 4 4 4	
24 - Infraestructura			2 2 4 1		1 2 4 1		1 1 4 1	4 4 4 4						
25 - Efecto barrera														
26 - Generación de residuos líquidos, sólidos y gaseosos								-1 -1 -1 -1						

Tabla 331 Matriz importancia factores socio-económico-cultural, Etapa de Funcionamiento

A continuación se detalla los resultados obtenidos en la Matriz de Impacto Ambiental.

ACCIONES FACTORES		MEDIO BIOTICO					MEDIO ABIOTICO							
		FLORA		FAUNA			AIRE	AGUA			SUELO		Paisaje	
		Autóctona	Agricultura	Autóctona	No Autóctona	Vectores	Calidad del aire	Cantidad y calidad del agua superficial	Cantidad y calidad del agua subterránea	Pluvial - aluvional	Características edáficas	Características mecánicas		Contaminación del suelo
ETAPA DE CONSTRUCCION														
1-Limpieza del terreno		-11	0	-12	0	12	0	-13	0	0	-11	0	0	0
2-Obrador		0	0	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	-13
3-Excavaciones		0	0	-10	0	0	0	0	0	0	0	-10	0	0
4-Terraplenamientos, aportes de suelo		0	0	0	0	0	0	-13	0	0	0	0	0	-10
5-Compactación		0	0	0	0	0	0	0	-11	0	0	11	0	0
6-Transporte de vehículos		-8	0	-10	0	13	-10	0	0	0	0	0	0	0
7-Acopio de materiales		0	0	0	0	-10	0	0	0	0	-7	0	0	0
8-Movimiento de maquinaria pesada		-8	0	-10	0	10	-10	0	0	0	0	0	-9	0
9-Ruidos y vibraciones		0	0	-10	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0

Tabla 332. Matriz de Impacto Ambiental, medio biótico y abiótico en Etapa de Construcción - Parte 1

ACCIONES FACTORES	MEDIO BIOTICO					MEDIO ABIOTICO							
	FLORA		FAUNA			AIRE	AGUA			SUELO			Paisaje
	Autóctona	Agricultura	Autóctona	No Autóctona	Vectores	Calidad del aire	Cantidad y calidad del agua superficial	Cantidad y calidad del agua subterránea	Pluvial - aluvional	Características edáficas	Características mecánicas	Contaminación del suelo	
10-Generación de polvo y olores	0	0	0	0	0	-12	0	0	0	0	0	0	0
11-Hormigones. Morteros	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-Generación de residuos	0	0	0	0	-7	0	-7	0	0	0	0	-7	0
13-Mano de obra	0	0	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-Adquisición y distribución de tierras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-Acceso y Viales	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-13
16-Parcelamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-16
17-Desarrollo de núcleos urbanos	0	0	0	0	0	-16	0	0	0	0	0	0	-16
18-Tendido de Ductos	-8	0	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 333. Matriz de Impacto Ambiental, medio biótico y abiótico en Etapa de Construcción - Parte 2

ACCIONES FACTORES		MEDIO SOCIO - ECONOMICO - CULTURAL													
		ESTRUCTURA URBANA		SERVICIOS URBANOS				SOCIO - CULTURAL				ECONOMICA			
		Cambios en el uso del suelo	Desarrollos urbanos	Agua Potable	Red cloacal	Energía Eléctrica	Red vial	Transporte Público	Calidad de vida del vecindario	Consumidor	Aceptación ciudadana	Reliquias históricas o antropológicas	Población, nivel de empleo, distribución	Actividades afectadas, comercio zonal	Valor de la tierra
ETAPA DE CONSTRUCCION															
1-Limpieza del terreno		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-Obrador		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-Excavaciones		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-Terraplenamientos, aportes de suelo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-Compactación		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6-Transporte de materiales		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7-Acopia de materiales		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8-Movimiento de maquinaria pesada		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9-Ruidos y vibraciones		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 334. Matriz de Impacto Ambiental, medio socio – económico – cultural en Etapa de Construcción - Parte 1

ACCIONES FACTORES		MEDIO SOCIO - ECONOMICO - CULTURAL													
		ESTRUCTURA URBANA		SERVICIOS URBANOS				SOCIO - CULTURAL				ECONOMICA			
		Cambios en el uso del suelo	Desarrollos urbanos	Agua Potable	Red cloacal	Energía Eléctrica	Red vial	Transporte Público	Calidad de vida del vecindario	Consumidor	Aceptación ciudadana	Reliquias históricas o antropológicas	Población, nivel de empleo, distribución	Actividades afectadas, comercio zonal	Valor de la tierra
10-Generación de polvo y olores		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-Hormigones. Morteros		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-Generación de residuos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-Mano de obra		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	13	0	0
14-Adquisición y distribución de tierras		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0
15-Accesos y Viales		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-Parcelamiento		38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-Desarrollo de núcleos urbanos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18-Tendido de ductos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 335. Matriz de Impacto Ambiental, medio socio – económico – cultural en Etapa de Construcción - Parte 2

ACCIONES FACTORES		MEDIO BIOTICO					MEDIO ABIOTICO							
		FLORA		FAUNA			AIRE	AGUA			SUELO			Paisaje
		Autóctona	Agricultura	Autóctona	No Autóctona	Vectores	Calidad del aire	Cantidad y calidad del agua superficial	Cantidad y calidad del agua subterránea	Pluvial - aluvional	Características edáficas	Características mecánicas	Contaminación del suelo	
ETAPA DE FUNCIONAMIENTO														
19-Labores de mantenimiento	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20-Modificación en el caudal aguas abajo	0	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	
21-Modificación de permeabilidad	0	0	0	0	0	0	0	-13	0	0	0	0	0	
22-Sobreexplotación de recursos naturales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-14	0	0	0	
23-Acciones Socioeconómicas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24-Infraestructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25-Efecto barrera	0	0	-16	0	16	0	-12	0	0	0	0	0	0	
26-Generacion de residuos líquidos, sólidos y gaseosos	0	0	0	0	-13	-7	-9	0	0	0	0	-9	0	

Tabla 336. Matriz de Impacto Ambiental, medio biótico y abiótico en Etapa de Funcionamiento

ACCIONES FACTORES		MEDIO SOCIO - ECONOMICO - CULTURAL													
		ESTRUCTURA URBANA		SERVICIOS URBANOS				SOCIO - CULTURAL				ECONOMICA			
		Cambios en el uso del suelo	Desarrollos urbanos	Agua Potable	Red cloacal	Energía Eléctrica	Red vial	Transporte Público	Calidad de vida del vecindario	Consumidor	Aceptación ciudadana	Reliquias históricas o antropológicas	Población, nivel de empleo, distribución	Actividades afectadas, comercio zonal	Valor de la tierra
ETAPA DE FUNCIONAMIENTO															
19-Labores de mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	44	0	34	0	43	0	0	0
20-Modificación en el caudal aguas abajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-Modificación de permeabilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-Sobreexplotación de recursos naturales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
23-Acciones Socioeconómicas	0	28	0	0	0	0	0	28	0	0	0	26	40	0	0
24-Infraestructura	0	0	15	0	12	0	10	28	0	0	0	0	0	0	0
25-Efecto barrera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26-Generación de residuos líquidos, sólidos y gaseosos	0	0	0	0	0	0	0	-7	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 337. Matriz de Impacto Ambiental, medio socio – económico – cultural en Etapa de Funcionamiento

PLAN DE MITIGACIÓN

Fase de construcción

- LIMPIEZA DE TERRENO

Durante la limpieza de los suelos, se evitará remover la cubierta vegetal innecesaria.

Una vez finalizadas las tareas de construcción del canal, obras de artes y parcelaciones, se procederá a esparcir sobre el suelo circundante, el cual haya sido limpiando, material que le fue quitado durante esta actividad. De esta manera se le devolverán alguna de las características iniciales a la cubierta vegetal, así como también material que posee semillas y raíces con probabilidad de desarrollarse nuevamente sobre el suelo.

- OBRADOR

Durante el desarrollo de la fase de construcción se mantendrá el terreno limpio, para evitar cualquier posibilidad de contaminar el suelo. Se evitará volcar materiales tóxicos en el suelo, en caso de que suceda se procederá a quitar la porción afectada para evitar que contamine terrenos adyacentes (como por ejemplo aceite, pinturas, aditivos o adiciones, etc).

Una vez finalizada la fase de construcción del proyecto, se procederá a quitar toda construcción y/o elemento perteneciente al obrador. Se limpiará todo el sector utilizado para evitar que quede contaminado el suelo y se colocará el material que anteriormente fue quitado para beneficiar el crecimiento y desarrollo de especies autóctonas.

- EXCAVACIONES

Luego de realizar las construcciones necesarias, se procederá a rellenar el terreno y a dejarlo como se hallaba naturalmente. Se repondrá la cubierta natural colocando el material que le quitado durante las tareas de limpieza del suelo para favorecer el desarrollo de la flora autóctona.

- TERRAPLENAMIENTO Y APORTES DE SUELO

Una vez que se colocó el volumen de tierra necesario para ejecutar la obra, se procederá a cubrir la superficie de la misma con la materia que fue quitada en la etapa de limpieza. Con esto se favorecerá el desarrollo de flora autóctona, produciendo una disminución en el impacto paisajístico generado.

- TRANSPORTE DE VEHÍCULOS

Durante la fase de construcción se mantendrá el camino húmedo para evitar que con el paso continuo de los vehículos se levante polvo.

Una vez finalizada la etapa de construcción se procederá a rellenar los caminos marcados que no sean necesarios en la etapa de funcionamiento. Esto favorecerá el posible desarrollo de flora autóctona.

- **ACOPIO DE MATERIALES**

El acopio de materiales se realizará de forma espaciosa, se evitará el amontonamiento de materiales, para disminuir la posibilidad de que se alojen roedores, insectos, etc. Se mantendrá controlado el acopio de los materiales durante todo el desarrollo de la obra.

Los elementos acopiados no apoyaran directamente sobre el suelo, se colocarán sobre una plataforma para evitar contaminación.

Una vez que finalice la etapa de construcción se realizará la limpieza del terreno para evitar dejar partículas contaminantes en el suelo.

- **MAQUINARIA PESADA**

Se controlarán diariamente que las maquinarias no posean pérdidas de líquidos para evitar que caigan sobre los suelo.

Se deberá controlar de forma semana el estado de los motores y silenciadores de las máquinas.

Se elaborará un cronograma de obra tal que evite el funcionamiento masivo de las maquinarias, para evitar la suma de los efectos de las diferentes fuentes.

- **GENERACIÓN DE POLVOS Y OLORES**

Se regará periódicamente los suelos por donde se transite con vehículos o maquinaria para evitar levantar polvo.

El cronograma de obra será tal que no permita trabajar más de dos máquinas excavadoras, para evitar el levantamiento de polvo. No se permitirá realizar estas tareas durante días ventosos.

Se verificará cada 15 días el funcionamiento de los motores a explosión para evitar desajustes en la combustión que pudieran producir emisiones de gases fuera de norma.

- **HORMIGONES Y MORTEROS**

Durante la preparación de la mezcla se evitará derrame o esparcimiento de los materiales que la componen.

Luego de hormigonar las secciones necesarias, se limpiará el terreno circundante para evitar que quede con sobras de hormigón.

- GENERACIÓN DE RESIDUOS

Se dispondrá de los medios necesarios para la correcta gestión de los residuos durante todo el desarrollo de la obra.

Se limpiará el sector de trabajo al finalizar la jornada laboral diaria.

- ADQUISICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE TIERRAS

Los pobladores serán avisados con antelación sobre las medidas tomadas para la realización del proyecto. Se tendrá comunicación permanente con los pobladores, para evitar conflictos.

- ACCESOS Y VIALES

Se proyectaran, previamente a la realización de la obra, los caminos necesarios para comunicar el obrador con las distintas etapas del proyecto. Se realizarán la mínima cantidad necesaria.

Una vez que finalice la fase de construcción se procederá a limpiar la zona de caminos que no serán necesarias en la posteridad.

- DESARROLLO DE NÚCLEOS URBANOS

Se planificará la mejor ubicación para que se desarrolle la urbe. Evitando todo tipo de espacio innecesario que sea ocupado.

- TENDIDO DE DUCTOS

Se planificará el desarrollo de las redes de ductos necesarias para el proyecto. Se evitará cualquier excavación innecesaria. Luego de la colocación de ductos se rellenará y se nivelará con el terreno natura, y se colocará el mismo material que le fue extraído.

Fase de funcionamiento

- RIEGO Y LABORES DE MANTENIMIENTO

Se programarán las limpiezas de los canales para épocas de menor necesidad, para evitar molestias en la población o en los cultivos. Se avisará a la población con suficiente anticipación.

Los turnos de riegos serán planificados para evitar que todas las parcelas sean regadas al mismo tiempo. Los fertilizantes utilizados deben no deben ser tóxicos para los cultivos.

- MODIFICACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS ABAJO

Se garantizará la extracción del caudal de proyecto, no se aumentará bajo ninguna circunstancia el caudal erogado.

En caso de irregularidades observadas en la obra de toma serán informadas de forma inmediata al órgano competente.

- SOBREEXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

Se realizarán capacitaciones para los trabajadores de las tierras, con el fin de evitar la sobreexplotación de las tierras.

- GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASEOSOS

En principio se capacitará a la población para evitar la contaminación por medio de residuos. Se realizarán campañas publicitarias contra la contaminación del aire por medio de emisiones gaseosas o líquidas.

Se contará con los medios necesarios para una correcta gestión de los residuos.

Fase de abandono

Además del análisis de evaluación de impactos generados en la fase de construcción y en la fase de operación, es necesario en todo proyecto contemplar la fase de abandono; considerando como fase de abandono de la infraestructura a su clausura total o parcial para cualquier uso (incluyendo su posible demolición) o al cambio de destino de la misma del originalmente previsto. Es el primer caso el que interesa básicamente que se analice, ya que el cambio de destino de la infraestructura e instalaciones debiera demandar una nueva evaluación ambiental.

La fase de abandono de un proyecto puede ocurrir tanto durante la fase de construcción, durante la fase de funcionamiento u operar al término del horizonte de evaluación del proyecto.

- Cierre de la fase de construcción: se retira la infraestructura e instalaciones temporales (obrador, depósitos, plantas elaboradoras de hormigón, etc.) utilizadas para las actividades constructivas, así como la restauración de las áreas utilizadas (obrador, caminos de acceso, desvíos, etc.), incluyendo labores de revegetación.
- Abandono durante la fase de construcción: si por algún motivo (accidente, condiciones climáticas, hallazgo arqueológico inesperado, falta de presupuesto, etc.) se debiesen paralizar temporalmente o definitivamente las obras, es necesario proveer seguridad hasta que se restablezca el ritmo normal de los trabajos.
- Abandono al final de la vida útil del proyecto: se procede al desmantelamiento y clausura de la conducción de riego, considerando la restauración de las áreas utilizadas, incluyendo labores de revegetación si fuese necesario.

Como se puede observar las fases citadas pueden ser múltiples y complejas, más aún en un proyecto de estas características, pero no es el objeto analizarlas aquí, sino expresar las medidas de control y mitigación necesarias para evitar la afectación a personas y bienes.

Obviamente en un proyecto de desarrollo como el presente, aplicado a una zona con una prolongada depresión en su dimensión socio-económica, es más que indeseable, sobre todo si

ocurre en las fases de construcción o en la de funcionamiento, pero es una circunstancia que puede ocurrir en tanto debe contemplarse.

Plan de control y mitigación para la fase de abandono

- RETIRO DE EQUIPOS Y MAQUINAS

Se contempla en éste ítem el desmantelamiento de equipos, herramientas (bombas, compuertas, etc) y/o accesorios complementarios que puedan representar un perjuicio para el ambiente, y además para las personas y/o animales.

Tenemos en cuenta aquí depósitos de acopio de fertilizantes, o cualquier tipo de químico que genere contaminación ya sea en el suelo o en el agua.

- CORTE DE SERVICIOS

Como principal medida, se ejecutará el corte de los servicios que resulten innecesarios. Estos cortes se realizarán con previo aviso a la población que haya hecho uso del área a cual sirve, será como mínimo de 10 días.

Como servicios se entienden la energía eléctrica, el agua y cualquier otro servicio que requiera de un canon mensual.

- CIERRE PERIMETRAL

Se realizará el cercado de los predios del área de proyecto con el objetivo de impedir el ingreso de personas y animales con el fin de prevenir eventuales accidentes.

Se tendrá especial cuidado en la señalización de prevención sobre todo en estructuras abandonadas que puedan representar un peligro para quienes circunden el área.

- CLAUSURA DE POZOS

Se deberán clausurar los pozos sépticos que se hayan realizado para las viviendas de las parcelas. Las balsas de almacenamiento serán cercadas con cierres perimetrales de una altura mayor a 1.50m o bien serán tapadas. Se exige la demarcación de estas zonas como “zonas de precaución”.

- MANTENIMIENTO DE PREDIOS

Se realizarán tareas de mantenimiento en zonas susceptibles de generar proliferación de vectores producto del abandono.

En caso de determinarse plagas que generen daños a la vegetación autóctona o que sea una amenaza para la población circundante se realizará un desmantelamiento completo de las obras que lo generen.

Se realizará el mantenimiento de las obras de drenaje, con el fin de evitar inundaciones. Se mantendrán las redes en condiciones óptimas de funcionamiento.

- VIGILANCIA DEL PREDIO

Se deberá tener vigilancia permanente en el predio. Se deberá establecer un programa de control de vigilancia con el fin de demarcar zonas con mayor riesgo de invasión, bien zonas que puedan significar un mayor peligro para quienes las transiten.

Plan de contingencia

Se considera aquí cualquier plan o programa que permita afrontar situaciones de emergencia relacionadas con los riesgos ambientales y accidentes que se pudieran producir durante cualquiera de las etapas.

- Se realizará una red de drenaje con elevada capacidad de caudal, con el fin de evitar el riesgo de inundación, ya sea producto de la colmatación de las balsas, hijuelas y/o canales. Cada parcela tendrá una salida al drenaje principal el que se ubicará sobre las calzadas, y tendrá como fin evitar la inundación de las parcelas vecinas.

Esta red deberá ser mantenida durante la etapa de abandono, con el fin de prevenir inundaciones que generen impactos negativos en el ambiente.

- Se realizará un programa de control de las aguas de los embalses, evitando la proliferación de bacterias, gérmenes y algas que pudieran generarse en ellos. Resulta necesario mantener la calidad del agua para el posterior uso, para evitar el deterioro de la estructura que lo contiene y de la red de riego; para evitar la generación de malos olores, etc. Deberá determinarse algún método sencillo para comparar la calidad del agua con alguna muestra patrón, que resulte accesible para los productores.
- Se realizará un programa de control sobre el estado y mantenimiento de los depósitos de fertilizantes. La frecuencia será determinada en función de los químicos que contenga cada uno. También se realizará un inventario con la ubicación de cada uno de ellos con el fin de que, ante cualquier eventualidad como ser un sismo, sean revisados inmediatamente, para poder evitar o minimizar cualquier derrame que se pueda generar, para prevenir impactos negativos en el suelo.
- En caso de la aparición de vectores, o plagas, se alertará a los productores, y en conjunto se desarrollará un plan de contingencia. En este caso, no se puede elaborar uno, ya que existe una variedad de estas las cuales a su vez varían con factores tales como la humedad, las temperaturas, la frecuencia de lluvias, etc, y debería ser desarrollado por especialistas en el tema.

Marco legal

Una política de desarrollo genuina y sustentable requiere de una evaluación integral de los proyectos que la componen. Por ello es cada vez más importante considerar la variable ambiental como un aspecto esencial a tener en cuenta en la formulación y ejecución de los proyectos de obras civiles.

Lo sistémico ambiental está plasmado en múltiples declaraciones, convenciones, tratados y conferencias. Los mismos se han tenido en cuenta y han sido incorporados a nuestra legislación Nacional.

- Informe Founex: En la reunión técnica celebrada en Founex, Suiza (Junio de 1971) se habían revisado con detalle las relaciones entre el ambiente y el desarrollo. El informe Founex, resultante de esta reunión, identificó claramente los problemas ambientales de los países industrializados de los que se encuentran en desarrollo, derivados éstos de la pobreza rural y urbana, y que no están tan relacionados con la calidad de vida, sino con las posibilidades de la vida misma. Pero el Informe asumió una tímida posición contra los modelos convencionales y en favor de propuestas más equitativas, aunque rechazó el crecimiento cero y apeló a una mejor distribución de los beneficios del desarrollo, correlacionando la problemática ambiental de ambos tipos de países.
- Declaración de Estocolmo: La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, Reunida en Estocolmo del 5 al 16 de junio de 1972. Atenta a la necesidad de un criterio y principios comunes que ofrezcan a los pueblos del mundo inspiración y guía para preservar y mejorar el medio ambiente humano.
- Declaración de Río: El desarrollo del evento fue una de las Cumbres de la Tierra - organizadas por la ONU- celebrada en Río de Janeiro en Brasil del 3 al 14 de junio de 1992. Tiene en cuenta las cuestiones relacionadas con la salud, la vivienda, la contaminación del aire, la gestión de los mares, bosques y montañas, la desertificación, la gestión de los recursos hídricos y el saneamiento, la gestión de la agricultura, la gestión de residuos. Incluso hoy, el Programa 21 (Agenda 21) es la referencia para la aplicación del desarrollo sostenible en los territorios.
- Agenda 21
- Convención sobre Biodiversidad: El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) quedó listo para la firma el 5 de junio de 1992 en la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, y entró en vigor el 29 de diciembre de 1993. Es un tratado internacional jurídicamente vinculante con tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Su objetivo general es promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible.
- Informes y estudios de la unión internacional para la conservación de la Naturaleza (U.I.C.I.N).

A nivel Nacional, se tiene en cuenta en la Constitución Nacional según el artículo 41 y para la protección jurisdiccional de éste derecho se cuenta con la Acción de Amparo en el artículo 43.

Artículo 41

“Toda las personas tiene el derecho de gozar de un ambiente sano. Todas las actividades productivas deben satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las generaciones futuras. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.

Las autoridades proveerán a la protección de éste derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.

Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias las necesarias para contemplarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales. Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligroso, y de los radiactivos.”

Artículo 43

“Toda persona puede interponer acción expedita y rápida de amparo, siempre que no exista otro medio judicial más idóneo, contra todo acto u omisión de autoridades públicas o de particulares, que en forma actual o inminente lesione, restrinja, altere o amenace, con arbitrariedad o ilegalidad manifiesta, derechos y garantías reconocidos por esta Constitución, un tratado o una ley. En el caso, el juez podrá declarar la inconstitucionalidad de la norma en que se funde el acto u omisión lesiva.”

Podrán interponer ésta acción contra cualquier forma de discriminación y en lo relativo a los derechos que protegen al ambiente, a la competencia, al usuario y al consumidor, así como a los derechos de incidencia colectiva en general, el afectado, el defensor del pueblo y las asociaciones que propendan a esos fines.

Otras leyes que tienen que ver con el medio ambiente:

Ley N° 20.284 – Aire

Ley N° 22.421 – Fauna

En la Provincia de Mendoza la preservación del medio ambiente está definida por la Ley N° 5961/92 (Preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en todo el territorio de la provincia) y reglamentada por el Decreto N° 2109/94, en cuanto a la realización de la Audiencia Pública de la Manifestación General de Impacto Ambiental.

Ley N° 5961

Este procedimiento busca generar un equilibrio entre el desarrollo económico y social de la población mendocina, sin por ello perjudicar el equilibrio ecológico de sus ecosistemas, en concordancia con el concepto de desarrollo sustentable. Debe recordarse que el sistema natural del ambiente cumple tres funciones básicas de servicio al ser humano, siendo éstas:

- Fuente de recursos naturales, tanto renovables como no renovables.
- Soporte de actividades.
- Receptor de efluentes, residuos y emisiones.

Dado que el ambiente brinda la posibilidad de contar con los bienes y servicios necesarios para la subsistencia y para la operación de las actividades que la sociedad requiere, existe el riesgo de hacer un uso irracional de los mismos. Para garantizar un aprovechamiento sustentable de los recursos ambientales, el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental surge como herramienta de planificación y gestión.

Otras leyes del ámbito Provincial:

Nº 6.045 – Áreas Naturales.

Nº 5.970 – Residuos Urbanos.

Ley de Aguas (contempladas en el Marco Legal del presente proyecto).

En el orden Municipal, el Departamento de San Rafael estableció las definiciones relativas al control de contaminación ambiental a través de:

Ordenanza Nº 3839/89: Prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Ordenanza Nº 6852/03: Evaluación de Impacto Ambiental Municipal.

Conclusión

En la actualidad resulta indispensable efectuar una evaluación de impacto ambiental, esto es analizar los efectos que producirá cada una de las acciones o actividades necesarias para la ejecución del proyecto, en el ambiente circundante.

Al realizar una evaluación ambiental podemos determinar qué factores o actividades son susceptibles de generar grandes impactos negativos en el ambiente si no se controlan o vigilan con determinada frecuencia. Este proceso nos permite visualizar qué planes de mitigación o contingencia debemos desarrollar para evitar o minimizar los impactos negativos. Hoy en día resulta de suma importancia generar políticas ambientales que ayuden a mantener el medio ambiente.

En general, nuestro proyecto genera impactos negativos en el ambiente debido principalmente a la situación de la zona sin proyecto. La zona que afecta comprende una gran cantidad de hectáreas que actualmente se encuentran sin urbanizar, donde solo aloja la fauna y la flora autóctona. Realizando un minucioso estudio de impacto ambiental, pudimos determinar planes de mitigaciones y contingencia específicos para cada posible foco susceptible de generar impactos si no se los controla. De esta forma contribuimos al ambiente, y nos comprometemos con un desarrollo sustentable de los recursos naturales.

COMPONENTE JURÍDICO LEGAL

Para poder llevar a cabo las obras que pertenecen al proyecto en estudio debemos tener en cuenta las normativas que rigen acerca de la utilización del agua, la ejecución de obras, etc.

Además de lo mencionado y teniendo en cuenta que la zona sobre la cual se analiza el proyecto actualmente se encuentra a concesión de puesteros, se deberá tener en claro con qué instrumentos legales se cuenta y cómo se puede hacer para un mejor aprovechamiento de éstos recursos.

Legislación de aguas en Mendoza (ley general de aguas de 1884)

La Provincia de Mendoza ha incorporado en su sistema legal – constitucional, principios y directivas expresas sobre la administración y gestión de las aguas, como bienes integrantes del dominio público. La actual Constitución Provincial vigente desde 1916 continúa la línea trazada por las constituciones previas y por la Ley General de Aguas de 1884, si bien ha habido una larga evolución para llegar al actual sistema legal e institucional.

Principio de inherencia

Está incorporado en el art. 186º de la Constitución Provincial, que así lo expresa: “El uso del agua del dominio público de la Provincia es un derecho inherente a los predios, a los cuales se concede en la medida y condiciones determinadas por el Código Civil y leyes locales”.

La Ley General de Aguas también contenía el mismo principio, mencionado en su artículo 14º donde se prescribe que “El derecho de aprovechamiento del agua, es inseparable del derecho de propiedad sobre todo terreno cultivado o que se cultive en la Provincia”, y preceptuaba las consecuencias jurídicas del mismo, estableciendo en el art. 15º que “Todo contrato de agua destinándola a otro uso que aquel para el cual se hizo la concesión, es nulo; y los que lo ejecuten pagarán una multa de veinte a cien pesos m/n”. A su vez, el art. 24º aclara que “Todo contrato sobre un terreno cultivado comprende también el derecho de agua correspondiente al mismo”, y finalmente el art. 25º completa diciendo que “El derecho de agua no puede ser embargado ni enajenado, si no juntamente con el terreno para que fue concedida”.

Sin embargo, este principio ha sido flexibilizado, a través de la reglamentación y práctica en el Departamento General de Irrigación, que ha ampliado la interpretación sobre la única excepción prevista en la Ley General de Aguas, “por causa de encenegamiento” (que vuelve a la tierra improductiva), prevista en el art. 123º.

Principio de las obras hidráulicas

El sistema mendocino, contempla dos tipos de obras de esta naturaleza, las llamadas Obras Mayores y las Menores, con un régimen de financiamiento diferente.

Las Obras Mayores son denominadas así por su importancia o envergadura, la Constitución establece que deben aprobarse por Ley de la Legislatura. La razón es que los recursos para su coste surgen de lo previsto en la Ley de Presupuesto Provincial, son entonces fondos aportados por el Gobierno Central, que en un cierto porcentaje no son reembolsables por los beneficiarios directos, sino por todos los ciudadanos a través de los impuestos. Cuando sean

costeados por el Departamento General de Irrigación, pero de cierta envergadura, también deben aprobarse por ley. En este tipo de obras, el costo asumido por los usuarios beneficiados “suele significar el reembolso del 60% del valor de la obra, en tanto el 40% restante se considera obra de fomento”.

Así, dice la Constitución que “Las obras fundamentales que proyecte el Poder Ejecutivo, como diques distribuidores y de embalse, grandes canales, etcétera, deberán ser autorizadas por la ley. Las que proyecte el Departamento de Irrigación necesitarán también sanción legislativa cuando sean de la clase y magnitud determinadas en este artículo” (art. 192º).

Las obras “menores” son aquellas proyectadas, financiadas y ejecutadas con fondos del presupuesto del Departamento General de Irrigación, y reembolsadas por los usuarios beneficiarios, como también aquellas obras que son realizadas por las Inspecciones de Cauce.

Principio de concesión legal

El uso privativo o especial del agua, al ser este un bien integrante del dominio público de las provincias, impone la necesidad de una autorización de su titular.

En efecto, el Código Civil Argentino establece en el artículo 2642 que el uso de las aguas requiere “concesión especial de autoridad competente”. Esta autoridad no es otra que la Provincia titular de las aguas, quien se ha reservado esta facultad en forma exclusiva, ya que nunca fue delegada a la autoridad nacional en el esquema de delegación de competencias de la Constitución Nacional.

Ahora bien, la concesión del uso del agua en la Constitución mendocina es de origen legal, es decir otorgada por la Legislatura Provincial a través de una ley formal.

Se ha dicho en consecuencia que el otorgamiento de estas concesiones “debe ser siempre hecho por una ley especial, esto es, dictada para cada caso singular, de modo que no pueden ser acordadas por la autoridad administrativa”.

A su vez, la norma constitucional establece mayorías especiales para la aprobación legislativa - dos tercios de los miembros de las cámaras, diputados y senadores- , para el otorgamiento de concesiones, en tanto no se hayan realizado las operaciones de aforo -balance hídrico-, que determinen la existencia de caudales. En este caso, y siempre que exista informe previo del Departamento de Irrigación, podrá otorgarse la concesión pero con carácter “eventual”, por oposición a las “concesiones definitivas”, que son las otorgadas inicialmente al sancionarse la Ley General de Aguas (1884) y hasta la sanción de la Constitución.

Las concesiones que se otorguen una vez realizado el aforo de los ríos, en tanto existan excedentes, no requerirán ya una mayoría especial para su otorgamiento, y podrán ser definitivas.

A mayor claridad de lo expresado se transcribe el texto del artículo 194º de la Constitución Provincial:

“Mientras no se haga el aforo de los ríos de la provincia y sus afluentes, no podrá acordarse ninguna nueva concesión de agua sin una ley especial e informe previo del Departamento de

Irrigación, requiriéndose para su sanción el voto favorable de los dos tercios de los miembros que componen cada cámara.

Una vez efectuado el aforo, las concesiones de agua sólo necesitarán el voto de la mitad más uno de los miembros que componen cada cámara.

Las concesiones que se acuerden, mientras no se realice el aforo, tendrán forzosamente carácter eventual”.

Servidumbres

Se regulan aquí las servidumbres administrativas. Las servidumbres que atemperan el carácter exclusivo del dominio, y “que consisten en un derecho real sobre un inmueble ajeno, en virtud del cual se puede usar del mismo o ejercer ciertos derechos de disposición, o bien impedir que el propietario ejerza algunos de sus derechos de propiedad”. Se establecen las condiciones, requisitos, contenido, procedimiento e indemnizaciones, de la servidumbre de acueducto. Se establece el procedimiento para la imposición de las servidumbres administrativas, correspondiendo la misma al Superintendente General de Irrigación (art. 85º). El régimen establecido para la servidumbre de acueducto, se aplica también para las “zanjas, drenajes y canales de desagües” (art. 77º). Se enumeran las causas de extinción de las servidumbres (arts. 97º, 98º y 99º).

Del Art. Nº 59 surge el principio de la viabilidad legal de que se pueda utilizar la forma jurídica de la servidumbre legal o de acueducto para esta obra. Este artículo de la Ley de Aguas provincial sigue el principio del Art. Nº 3082 del C. Civil.

De los Arts. Nº 61 y 62 surgen las excepciones en donde no se pueden aplicar las servidumbres, lo que no se da en este caso para la viabilidad del acueducto en estudio. Este principio surge del Art. Nº 3084 del Código Civil.

Del Art. Nº 63 surgen las condiciones a tener en cuenta para establecer el tendido del acueducto.

Del Art. Nº 64 surge la indemnización a favor de los fundos sirvientes que sufran algún perjuicio por causa del acueducto.

Del Art. Nº 69 surge la obligación del pago del precio a favor del dueño del fundo sirviente por el hecho del terreno que tiene ocupado el acueducto y además por la franja de dos metros de ancho a cada lado, más la imperfecciones que se les cause en su regadío y nuevas construcciones que tengan que hacerse con este motivo en toda la extensión de su curso.

Del Art. Nº 70 se desprende la obligación de indemnizar al dueño del fundo sirviente por el hecho de los perjuicios que pudiere ocasionar la pérdida o el arranque de plantas o árboles, teniéndose también en cuenta el desmérito que sufre la heredad sirviente por la subdivisión.

Del Art. Nº 71 surge que el dueño del predio sirviente tiene facultad para impedir toda plantación u obra nueva en el espacio lateral del acueducto, este principio surge del Art. Nº 3092 del Código Civil.

Entonces tanto sea desde este ordenamiento legal (Ley de Aguas) como del propio Código Civil (ver Arts. Nº 3082 a 3092), es viable establecer una servidumbre de acueducto entre los usuarios del sistema a crear.

Para dar mayor claridad al planteo en desarrollo se explicitan los alcances de los Artículos citados del Código Civil y su pertenencia con el tema bajo estudio, a saber:

Art. Nº 3082: “Toda heredad está sujeta a la servidumbre de acueducto en favor de otra heredad que carezca de las aguas necesarias para el cultivo de.....”. Esta servidumbre consiste en el derecho real de hacer entrar las aguas en un inmueble propio, viniendo por heredades ajenas.

Art. Nº 3083: Se reputa constituida como servidumbre real, es siempre continua y aparente. Se aplica a las aguas de uso público, a las aguas corrientes bajo la concesión de la autoridad competente; a las aguas traídas a la superficie del suelo por medios artificiales.

Art. Nº 3085: Establece el pago de un precio a favor del dueño del predio sirviente por el uso del terreno que fuese ocupado por el acueducto y el de un espacio de cada uno de los costados que no baje de un metro de anchura en toda la extensión de su curso. También se le abonará un diez por ciento sobre la suma total del valor del terreno, el cual siempre pertenecerá al dueño del predio sirviente.

Art. Nº 3086: El dueño del predio sirviente está obligado a permitir la entrada de trabajadores para la limpieza y reparación del acueducto, como también la de un inspector o cuidador; pero sólo de tiempo en tiempo, o con la frecuencia que el juez determine atendiendo las circunstancias.

Art. Nº 3087: Establece la oposición a construcción de un nuevo acueducto en la misma heredad.

Art. Nº 3089: Derecho a realizar obras de movimiento de tierras por parte del fundo dominante, en el predio del fundo sirviente a fin de hacer llegar a su destino las aguas del acueducto.

Art. Nº 3090: El fundo dominante no podrá convertir el acueducto subterráneo en acueducto descubierto.

Art. Nº 3092: Prohibición de plantar árboles en los lados del acueducto.

Política y planificación hídrica

También la Constitución establece en cabeza de la Legislatura Provincial, la facultad de extender las zonas cultivables, una vez practicado el aforo, facultad que se inserta dentro de la esfera de la política hídrica provincial.

Esta facultad es consecuencia de la posibilidad del mejor aprovechamiento del agua, debido tanto a la realización de los aforos (y de los cuales surja factibilidad del uso de caudales) como de la construcción de diques y embalse que permitan la misma situación.

En efecto, expresa el artículo 195º, que “Una vez practicado el aforo de los ríos y arroyos, así como cada vez que se construyan obras de embalse que permitan un mayor aprovechamiento del agua, el Departamento de Irrigación, previo los estudios del caso, determinará las zonas en que convenga ampliar los cultivos, remitiendo los antecedentes a la Legislatura, para que esta resuelva por el voto de la mitad más uno de los miembros que componen cada Cámara, si se autoriza o no la extensión de los cultivos”.

Cláusulas sin perjuicios a terceros

Establece la ley que “No podrán hacerse concesiones de agua, con derecho de aprovechamiento indefinido, en perjuicio de derechos adquiridos” (art. 19º, L.G.A.).

Esta norma tiende a proteger las concesiones previamente otorgadas, prohibiendo expresamente el otorgamiento de nuevas concesiones que no tengan su fundamento en sobrantes de caudal constatados mediante mediciones o aforo, y que serán abastecidas siempre “después de cubiertos completamente los aprovechamientos existentes” (art. 128º, L.G.A.).

Para evitar el perjuicio, la ley exige como requisito indispensable en el otorgamiento de nuevas concesiones, “la audiencia de las personas a cuyo derecho pueda afectar la concesión, si fuere conocida” (art. 135º, L.G.A.), debiendo publicarse la solicitud de concesión o su otorgamiento “cuando la concesión afecte o pueda afectar intereses colectivos que no constituyan personalidad jurídica, o que carezcan de representante legal” (art. 137º, L.G.A.).

Regulación de las tierras con derecho al aguas producto del trasvase

El Trasvase del Río Grande al Río Atuel requerirá de la implementación de un sistema jurídico que permita otorgar concesiones para el uso de los caudales trasvasados en las nuevas áreas bajo riego.

Si bien la Ley General de Aguas ha demostrado ser una herramienta eficiente para el desarrollo de importantes oasis productivos dentro de la Provincia, requiere para las nuevas áreas, la introducción de algunos cambios que favorezcan la más eficiente utilización de los recursos.

Por una parte se ha analizado el minifundio y la dispersión de tierras, y de cómo puede influir en los proyectos de desarrollo que se implementen.

Dado que toda el agua del trasvase estaría concesionada por la Ley Nº 2.605 a determinadas zonas de los oasis, que pueden ser las ideales o no para desarrollar los proyectos, se plantean soluciones que permitan recuperar parcial o totalmente dicha agua.

La necesidad de implementar reformas a la legislación vigente ha sido planteada, para las concesiones actualmente vigentes, por organismos de crédito de nivel internacional que han emitido opiniones y recomendaciones tanto a nivel de la Provincia de Mendoza, como del resto de la República Argentina.

Por ello, la consultora HARZA HISSA UTE en su proyecto “Aprovechamiento Integral del Río Grande, Trasvase del Río Grande al Río Atuel” formulo un anteproyecto de ley de regulación de aguas del trasvase, que recoge principios innovadores.

Por otra parte, considerando que podría decidirse no adoptar algunas de las modificaciones que se proponen, se ha formuló una alternativa del anteproyecto de ley que atenúa las principales modificaciones de los principios establecidos en la Ley General de Aguas.

La “Concesión para el aprovechamiento agropecuario de Tierras Fiscales”, se analiza en las leyes Nº 4.711, 6.086 y 2.605 y su implicancia con los proyectos de desarrollo.

Para ambos temas se sugieren caminos posibles a seguir ya sea a través de medidas concretas del Poder Ejecutivo provincial o mediante leyes que de alguna manera den el puntapié inicial, en la solución al problema de los minifundios y al otorgamiento de tierras fiscales con derechos de agua sobre el trasvase desde el Río Grande.

Tenencia de la tierra - el minifundio como un problema económico, político y social

El cultivo de lotes inferiores a una unidad económica estimula:

- Una sobreexplotación del agua y la tierra que provoca su degradación.
- El desperdicio de la capacidad operativa del productor.
- Un empobrecimiento del productor que lo lleva a buscar trabajo fuera del predio o lo excluye del progreso económico y social.

El minifundio, que así suele llamarse a esas explotaciones en la doctrina, y a veces en el derecho, está muy difundido en todo el mundo, especialmente en las áreas que ya no ofrecen mayores alternativas para aumentar los rendimientos como suelen ser las que están bajo riego.

Hay una gran experiencia en la adopción de medidas para corregir estas deficiencias de la estructura agrícola que evidencia:

- Que su aplicación requiere una actividad técnica y administrativa y tiene un costo económico y financiero considerable.
- Que su aplicación presenta dificultades jurídicas, sociales, administrativas y políticas.
- Que las soluciones que se elijan en cada caso están condicionadas por factores geográficos, de la infraestructura, técnicos, administrativos y tiene un costo económico, social y político, distinto en el espacio y en el tiempo.

La experiencia del derecho comparado identifica la compraventa libre o forzosa de la tierra ajena, estimulada o no por créditos estatales, como el instrumento más difundido que usa el Estado para la recomposición de esos predios.

Para ello el Estado debe desarrollar actividades de altos costos económicos, financieros, administrativos y políticos, y sobre todo comprometedoras por la magnitud y variedad de recursos que deben manejar, que por lo expuesto, trata de evitar. Solo lo ha hecho apremiado por circunstancias especiales.

Sin renunciar a su facultad de hacerlo, el Estado ha preferido inducirlo por otros medios menos costosos en espera de que lo haga el sector privado. Esos medios no-coercitivos que tienen el objeto de inducir la recomposición de predios solo están sometidos a los principios de buena

administración de la cosa pública, actúan de manera alternativa o conjunta y se complementan con los sistemas expropiatorios clásicos.

La tendencia actual reserva un rol subsidiario al Estado, que conserva la potestad expropiatoria, ejerciendo de esa manera una presión eficaz sobre los responsables de la existencia de esos predios.

La experiencia de la República Argentina

En el orden nacional: Ley 12.363 (derogada)

La Ley Nacional Nº 12.363 (derogada y a la que la Provincia de Mendoza adhirió por la Ley Nº 1.541), creó el Consejo Agrario Nacional y dispuso llevar adelante un Plan Nacional de Colonización.

El Artículo 16º de la ley disponía expropiar para someter a su régimen de colonización, las tierras que no fueran objeto de explotación agropecuaria racional, verificada directamente por sus propietarios o que se subdividieran sin contemplar las necesidades del trabajo agrícola.

También sometía a su régimen de colonización a las tierras que ya estaban en poder de los bancos estatales como consecuencia de las ejecuciones seguidas durante la gran crisis de la década de 1930.

Su acción en Mendoza se concentró principalmente en la implantación de colonias en ellas. El Consejo Agrario Nacional reagrupó las parcelas que no alcanzaban a integrar una unidad económica, sin obstáculos jurídicos, por cuanto lo hizo en tierras de su propiedad.

La crónica escasez de fondos que sufrió la República y el poco interés del Gobierno de la Nación en afrontar el costo económico, financiero, administrativo y político de promover no ya el reagrupamiento o la ampliación de la propiedad agraria, sino también la colonización en general, determinó la disolución del Consejo Agrario Nacional.

En la Provincia de Mendoza Ley Nº 4.711 y el Decreto Ley Nº 1.447/75

La Ley Nº 4711 de la Provincia de Mendoza procura evitar el minifundio cuando dispone que “En los proyectos de colonización a que se refiere el artículo anterior, la subdivisión parcelaria deberá asegurar el mínimo de superficie necesaria para la integración de unidades económicas según los tipos de explotación posibles de realizar en la zona de localización de cada proyecto. A tal efecto se entenderá que la unidad económica se conforma en cada caso, con la combinación adecuada de factores para la obtención de una razonable rentabilidad que posibilite la subsistencia digna del adjudicatario y su familia, el desarrollo tecnológico de la explotación familiar y un progresivo proceso de reinversión que asegure su favorable evolución” (Artículo 6º).

Para preservar la integridad de esa unidad el Artículo 37º de la ley determina que “otorgado el título de dominio, las unidades parcelarias adjudicadas no podrán dividirse sea a título singular o universal salvo autorización expresa del organismo de aplicación por así exigirlo un tipo de explotación más conveniente. Esta prohibición deberá incluirse como cláusula especial en los títulos traslativos de dominio. Los jueces no autorizaran, los escribanos no otorgaran y el

registro de la propiedad no inscribirá hijuelas o escrituras que violen lo precedentemente dispuesto”.

A continuación agrega “la restricción impuesta precedentemente se establece en aplicación del Artículo 2.326º del Código Civil, en razón de que cada parcela se considera a esos efectos como unidad económica en los casos de adjudicación”... por venta en licitación pública... “la división bajo cualquier título, solo podrá efectuarse previa autorización del organismo de aplicación a fin de que el parcelamiento asegure la concreción de unidades económicas”.

Si bien la ley procura evitar el minifundio en las tierras que dispone colonizar, nada establece explícitamente con relación a los minifundios preexistentes. Pero la tutela de la unidad económica de explotación es un valor protegido implícitamente por la Ley Nº 4.711 y Artículo 2.326º del Código Civil. Por lo tanto, para su mejor cumplimiento, el Gobierno de la Provincia de Mendoza o sus entidades autárquicas podrán expropiar tierras necesarias para evitar el minifundio conforme al Decreto Ley Nº 1.447/75 que establece las condiciones bajo las cuales pueden expropiar un bien particular (Artículo 4º), que son las clásicas de previa indemnización y acuerdo administrativo o sentencia judicial y calificación por la ley. La autoridad competente debería, entonces, declarar sujeta a expropiación la tierra privada necesaria para constituir las unidades económicas aludidas.

El Gobierno de la Provincia de Mendoza tiene los medios para expropiar la tierra necesaria para afrontar el problema. Podrá hacerlo cuando considere que el costo económico, financiero, administrativo y político justifica la decisión.

La gestión privada para evitar los inconvenientes de los minifundios

El sector privado puede encarar otras soluciones posibles para los problemas de minifundios y de dispersión de tierras planteados, y de hecho lo está intentando.

En vez de buscar la dimensión adecuada de la propiedad, se busca la dimensión adecuada de la empresa.

Mediante la fórmula del usufructo o arrendamiento se elude el problema del reagrupamiento de la propiedad inmobiliaria. Se evita el desgaste y el costo de las operaciones registrales y catastrales que todo reagrupamiento de propiedad supone, a lo que hay que agregar que la rapidez de las transformaciones económicas y tecnológicas del sector puede tornar obsoleto cualquier reagrupamiento.

Para adaptar el modelo al sur mendocino, la nueva empresa debería proponer el aumento de escala de las explotaciones y un manejo profesional para promover el proceso productivo que aglutine etapas de la producción, procesamiento y comercialización agropecuaria, que hoy son competitivos mediante la utilización eficiente del capital y la integración vertical y horizontal de las actividades agropecuarias y conexas, el uso de los adelantos tecnológicos y una presencia dinámica en el mercado.

El propietario del predio insuficiente celebra un contrato de usufructo o arrendamiento de su campo con la nueva empresa. Así transforma al usufructo del predio insuficiente en un valor que aporta a una empresa.

El precio del usufructo o arrendamiento se puede pagar:

- En cuotas o acciones de la nueva empresa. Esas cuotas o acciones pueden entrar en el circuito comercial.
- En efectivo.
- En especie, sea mediante la entrega de una cantidad determinada de productos o proporcional a los rindes.

Mediante esta figura el propietario no se desprende del predio insuficiente, sino de una labor de explotación que se vislumbra como ruinoso, derivada de su dificultad en adaptarse aisladamente a la economía de escala. Además, por haberlos mejorado, su valor se incrementa y a mediano plazo el predio adquiere un valor apreciable en el mercado que facilita su eventual enajenación.

La nueva empresa puede adoptar la forma de una cooperativa, una sociedad de la Ley Nº 19.550 o bien de un fideicomiso.

La empresa deberá llevar a cabo un proyecto agropecuario elaborado por expertos y consensado por los socios con metas y cronogramas de inversión y producción.

Obviamente, la gestión privada esquematizada no resuelve el problema de la proliferación de predios de dimensión inferior a la que requiere una explotación agropecuaria adecuada, pero facilita y abarata su solución.

[Propuestas para afrontar el dilema de los minifundios en las áreas susceptibles de regarse con agua del trasvase.](#)

Frente a todas las normas vigentes en la actualidad, debería haber muy pocos predios en las áreas susceptibles de ser regadas que no alcanzasen la dimensión de una unidad económica.

Concretamente, desde la incorporación al Código Civil del Artículo 2.326º en el año 1968, no podría haberse subdividido predio alguno en fracciones inferiores a una unidad económica.

Además, el riego tiene la virtud de convertir un lote que sin derecho a riego sería un minifundio en una unidad económica. Por lo tanto, un lote que aun llegando a tener derecho a agua del trasvase siguiese constituyendo un minifundio, en el estado actual, sin ese derecho resultaría absurdamente pequeño.

Con todo, podría haber tierras susceptibles de regarse con agua del trasvase por su ubicación con relación a las obras de riego y calidad de la tierra y de su infraestructura que no alcanzasen a una unidad económica.

Aunque la solución de negar a los propietarios de esas tierras la concesión del derecho a agua evitaría la constitución del minifundio aludido, conspira contra la eficiencia global del proyecto, ya que al regar tierras de ubicación y calidad inferior, desperdicia una infraestructura muy costosa, como es la proyectada.

La solución jurídicamente más sencilla consistiría en otorgar exclusivamente concesiones para el riego de la superficie mínima que norma el Artículo 2.326º del Código Civil.

Procesalmente bastaría que el Departamento General de Irrigación meritase esa circunstancia para denegar cualquier solicitud de riego de minifundio y no sometiese a la Legislatura el proyecto de ley de concesión.

Se justificaría hacerlo si los predios en esas condiciones fueran pocos.

En cambio, si la cantidad de predios en esas condiciones así lo justificase, podría intentarse la reagrupación de esa propiedad fraccionada mediante incentivos o eventualmente imponiendo la expropiación de tierras para constituir una unidad económica.

La primera decisión, entonces, consistiría en:

- a) Identificar los predios en esas condiciones para definir si se justifica emprender la actividad política, social, administrativa, técnica, económica y jurídica que demandaría al Estado promover la constitución de unidades económicas de producción a partir de esos predios.
- b) Evaluar las perspectivas de que lo hicieran sus propietarios estimulados por alcanzar el requisito que los habilitasen para acceder a la concesión de agua.

El poco valor de esa tierra sin derecho a agua frente a la plusvalía que brindaría el otorgamiento del derecho, constituye un fuerte acicate en ese sentido.

Recién despejadas estas incógnitas se justificaría evaluar la decisión del Estado de afrontar o no la actividad descrita en a).

En caso de que la decisión fuese afrontar esa actividad correspondería, entonces, definir la extensión y contenido de esa actividad, o sea:

- A. Si la actividad consistirá en la ejecución de un programa más o menos integral de colonización, que es la más científica o se limitaría a afrontar solo el problema del minifundio que motiva el presente informe, que es la más económica.
- B. La organización del área responsable de ejecutarla.

La organización mínima que requiere la acción del estado es la institución de un gestor oficial que estimule los acuerdos para la integración de unidades económicas y el eventual reagrupamiento de la propiedad fraccionada.

Pero también puede incluir:

1. Asistencia técnica en materia de agrimensura, servicios catastrales y notariales.
2. Asistencia crediticia, principalmente mediante créditos hipotecarios a largo y mediano plazo para facilitar las adquisiciones de las tierras necesarias para integrar unidades económicas.

Para evitar que un alza especulativa de los valores de las tierras necesarias para integrar las unidades económicas que merezcan la concesión de agua para riego, puede ser necesario acudir al remedio de la expropiación para la integración de las unidades económicas aptas para ser concesionarias. Tanto el Estado provincial como las entidades autárquicas podrán expropiar tierras conforme al Decreto Ley N° 1.447/75 que establece las condiciones bajo las

cuales puede expropiar un bien particular (Artículo 4º), previa indemnización y acuerdo administrativo o sentencia judicial y calificación por la ley.

En cuanto a qué se entiende por unidad económica, compete determinarlo al Gobierno de la Provincia de Mendoza. Es un concepto relativo. Lo reconoce el Artículo 2326º del Código Civil argentino cuando faculta a las autoridades locales para “reglamentar, en materia de inmuebles, la superficie mínima de la unidad económica”.

La Provincia de Mendoza ha ganado una valiosa experiencia administrativa en la aplicación de la Ley Nº 6.086 que establece un régimen de excepción para atribuir a los puesteros la propiedad de la tierra que ocupan que conviniera aprovechar para diseñar y aplicar las medidas tendientes a evitar el minifundio que se vislumbra.

Conclusiones Generales

Para ejecutar un proyecto de colonización o por lo menos de puesta de nuevas tierras bajo riego en forma racional y ordenada se necesita:

- Una planta funcional apta para conducir el proceso de transferencia a los usuarios de la operación y mantenimiento de los sistemas de riego con sus desagües que, se iría reduciendo hasta alcanzar el nivel necesario para llevar adelante la planificación y el ejercicio del poder regulatorio.
- Una infraestructura básica destinada a la generación y al procesamiento de información que brinde un sustento objetivo al flujo de decisiones que se adopten y que permita alimentar un proceso de planificación del sector riego y de la cuenca, dotado de recursos presupuestarios suficientes y controlados por sistemas de auditoría de gestión e inversiones ágiles pero eficientes.

Por ello tiene un alto costo operativo, económico y, especialmente, financiero, pero, en cambio presenta las ventajas sociales y políticas y, a mayor plazo también económicas, de que añade racionalidad al proyecto de desarrollo del cual las obras son solo una parte.

Otra alternativa que se le plantea es la de encarar la ejecución de un proyecto de recomposición de la dimensión de los predios mediante la asistencia financiera.

Finalmente una última alternativa más sencilla consiste no en actuar sobre la propiedad, sino sobre la explotación, impulsando una gestión privada que busque la dimensión adecuada de la explotación mediante la constitución de una empresa ad hoc. Es la que demanda una planta funcional más reducida, que sea apta para mediar entre todos los intereses, gestionar fondos de inversión y colaborar en la selección del personal directivo.

Asignación de Tierras Fiscales - Leyes Nº 4.711, Nº 6.086 y Nº 2.605

En la alternativa de pagar al concesionario con tierras debe tenerse en cuenta muy especialmente y hacérselo presente a los eventuales cesionarios de tierras, el régimen de:

- a) La Ley Nº 4.711 de colonización que manda privatizar conforme a su régimen la tierra del Estado susceptible de ser incluida en proyectos agropecuarios y que no se encuentre afectada a otros fines.

- b) La Ley Nº 6.086 de arraigo de puesteros que establece un régimen de excepción para dar a los mismos la propiedad de la tierra que ocupan.
- c) La Ley Nº 2.605 que manda que, una vez puestas en servicio las obras del trasvase, se fraccionen y pongan en venta tierras que figuraban en un mapa de la ex - Dirección de Tierras Fiscales de la Provincia calculadas en 73.537 ha con los derechos de agua correspondientes (artículos 3º y 5º).

Ley Nº 4.711 de colonización

Se resume a continuación las partes principales de la ley:

- **Sujeto beneficiado**

Las personas jurídicas están habilitadas para ser adjudicatarias de tierras en los proyectos de colonización que requieran inversiones privadas extraordinarias en obras de infraestructura como es el presente (Artículo 8º).

La elección de la adjudicataria podrá realizarse mediante el concurso objeto del presente proyecto (Artículo 15º).

- **Tierras objeto de la ley**

El Gobierno de la Provincia de Mendoza puede vender su tierra siguiendo el procedimiento que determina la Ley de Colonización Nº 4.711. Si bien en los programas y proyectos se deberá incluir prioritariamente la tierra del Estado, tendiendo a su más pronta privatización, el Estado provincial y las entidades autárquicas podrán expropiar tierras conforme al Decreto Ley Nº 1.447/75 que establece las condiciones bajo las cuales puede expropiar un bien particular (Artículo 4º), previa indemnización y acuerdo administrativo o sentencia judicial y calificación por la ley. La satisfacción de una exigencia determinada por el perfeccionamiento social, como es el presente proyecto, configura la utilidad pública (Artículo 2º).

- **La relación jurídica**

La adjudicación se hará a título de compraventa (Artículo 24º). Los requisitos que la candidata deberá presentar son:

- a) Prueba, por sus estatutos o contratos societarios de que el poder de decisión de la persona jurídica se ejerce dentro el país.
- b) Los balances correspondientes a los tres últimos ejercicios, certificados por un profesional.
- c) Un plan de producción con el estudio de su factibilidad técnica y financiera, la estimación de la población a radicar y los proyectos de las obras y servicios a realizar para la comunidad.

Otorgado el título de dominio:

- El propietario deberá mantener el inmueble en las condiciones de producción racional previstas en el contrato de adjudicación (Artículo 39º).
- Para la posterior subdivisión y venta de la colonia, el parcelamiento deberá:

- ✓ ajustarse a las normas vigentes en materia de la subdivisión parcelaria,
- ✓ asegurar el mínimo de superficie necesaria para la integración de unidades económicas según los tipos de explotación posibles de realizar en la zona de localización de cada proyecto. La unidad económica se conformará en cada caso con la combinación adecuada de factores para la obtención de una razonable rentabilidad que posibilite la subsistencia digna del adjudicatario y su familia, el desarrollo tecnológico de la explotación familiar y un progresivo proceso de reinversión que asegure su favorable evolución (artículos 6º y 9º).

El órgano de aplicación de la ley:

- a) Supervisará la documentación técnica y legal que deberá acompañar cada proyecto;
- b) Inspeccionará los parcelamientos, mejoras introducidas y obras de infraestructura de servicios a la comunidad a radicar,
- c) Verificará que las tierras por colonizar reúnan condiciones naturales para explotaciones agropecuarias,
- d) Controlará que el fraccionamiento de tierras resulte en superficies compatibles con el tipo de empresa agraria técnicamente posible de desarrollar dentro de las características agroecológicas de la zona y de los requerimientos en inversiones de capital (artículos 42º y 43º).

Ley N° 6.086 de arraigo de puesteros

La Ley N° 6.086 establece un régimen de excepción para atribuir a los puesteros la propiedad de la tierra que ocupan.

Ese régimen afecta las porciones de tierra actualmente ocupadas por puesteros.

- **Sujeto beneficiado**

El sujeto que goza de la prerrogativa es quien efectivamente y de hecho ocupa la tierra, a título de poseedor o tenedor, la habita y realiza en ella, personalmente, actos de aprovechamiento agropecuario (Artículo 3º). La tierra puede adjudicarse a los puesteros individualmente y también a sus organizaciones, consorcios, cooperativas o condominios formados por ellos (Artículo 14). Ese carácter se acredita mediante certificado expedido por la autoridad de aplicación, que hará fe a los fines administrativos correspondientes (Artículo 27º). Obviamente, no tiene ese mismo efecto frente a quien invoque un mejor derecho a la tierra.

- **Tierras objeto de la ley**

Las tierras sobre las que recae la prerrogativa son las no regadas, explotadas actualmente por tales sujetos que se encuentren en cualquiera de estas condiciones (Artículo 9º):

- ✓ Inscriptas en el registro de la propiedad inmueble a nombre del Estado provincial;
- ✓ Poseídas por el Estado provincial y que no se encuentren inscriptas en el registro de la propiedad inmueble.

- ✓ Abandonadas o que carezcan de dueño conocido;
- ✓ Que se incorporen al patrimonio de la Provincia de Mendoza, con destino al programa previsto en la ley, mediante convenios con el Estado nacional o sus entidades autárquicas.
- ✓ Que se incorporen al dominio de la Provincia de Mendoza con destino al programa previsto en la ley en virtud de leyes expropiatorias especiales.
- ✓ Las tierras poseídas por puesteros en condiciones de usucapir, sobre las que se promoverán las acciones pertinentes de conformidad con las leyes de fondo.

El concepto de tierras no regadas se restringe a las que carezcan de sistema de riego, no sean actualmente destinadas a explotaciones agrarias intensivas, y se usen preferentemente para la actividad pecuaria.

Quedan excluidas del régimen de la ley las tierras afectadas al dominio público.

En caso de conflicto con particulares sobre tierras comprendidas en la ley de los que resulten impedimentos para el cumplimiento de las finalidades que se persiguen, el Poder Ejecutivo podrá disponer (Artículo 13):

- ✓ La promoción de acciones posesorias, petitorias, declaratorias del derecho del estado provincial, u otras destinadas a obtener esa tierra.
- ✓ La expropiación de los inmuebles o sus fracciones.

En el juicio por usucapión del inmueble en que se asienta el puesto cuyo dominio estuviere inscripto en el registro de la propiedad a nombre de particulares; regirán las siguientes disposiciones (Artículo 26º):

- ✓ La autoridad de aplicación determinará si la tierra objeto del juicio por usucapión constituye una unidad de explotación,
- ✓ El puestero gozará del beneficio de litigar sin gastos, con los alcances previstos en el código procesal civil de Mendoza;
- ✓ El juez ordenará de oficio la anotación de litis en el registro de la propiedad raíz, luego de interpuesta la demanda;
- ✓ El puestero será representado por un defensor oficial quien podrá requerir al Poder Ejecutivo que le proporcione en forma gratuita los planos y demás pericias o dictámenes que requiera para su función;
- ✓ El Fiscal de Estado de la Provincia será parte necesaria.

De todas esas tierras se adjudicarán aquellas en que está ubicado el puesto y, en su defecto, las tierras aptas para su desarrollo situadas en la zona próxima al puesto (Artículo 23º).

El Poder Ejecutivo podrá reservar dentro del dominio privado del Estado las tierras que a su juicio (Artículo 11º):

- Constituyan reservas faunísticas o forestales.
- Se encuentren en avanzado estado de desertización o depredación.

- Se destinen a concesión para explotaciones productivas fuera del marco del programa de arraigo que impulsa la ley en tanto sean preferidos los puesteros como empleados en esas explotaciones.
- La relación jurídica

Las tierras, serán adjudicadas, en propiedad, usufructo, uso, u otro modo de explotación mediante la transmisión plena de la propiedad o solo la facultad de usar y gozar de ella a título oneroso en las condiciones previstas en la Ley N° 6.086 y su reglamentación (artículos 14º y 16º).

La autoridad de aplicación fijara el precio y los plazos de pago, atendiendo a la situación patrimonial del adjudicatario y las condiciones de la explotación, previo dictamen del consejo creado por la Ley N° 6.086, el plazo de pago no podrá exceder de quince años (Artículo 15º).

Los derechos se adjudican:

- ✓ Sujetos a resolución por el incumplimiento de las obligaciones a cargo del adjudicatario, previstas en la Ley N° 6.086 o en el contrato correspondiente, las que deberán constar expresamente en el título traslativo del dominio o constitución del derecho, si lo hubiere (Artículo 16º).

En caso de incumplimiento, el dominio o derecho adjudicado revertirá, previo emplazamiento, al Estado provincial.

Se reintegrará al adjudicatario el precio abonado, pero no el de las mejoras (Artículo 25º).

- ✓ Como inherentes a la persona del puestero y su grupo familiar, por lo que se prohíbe la cesión del compromiso de adjudicación, el arrendamiento y la enajenación del inmueble adjudicado, dentro de los diez años posteriores al otorgamiento de la respectiva escritura traslativa de dominio (Artículo 18º).
- ✓ Con la obligación de afectar el inmueble a "bien de familia" por un plazo no inferior a diez años desde la fecha de la respectiva escritura. La desafectación anterior al cumplimiento del plazo, determinará de pleno derecho la resolución del derecho adjudicado (Artículo 19º).

El proceso de adjudicación a cargo de la autoridad de aplicación consiste en (artículos 20º y 22º):

- a) Notificar a los interesados personalmente y a terceros mediante edictos que individualicen:
 - Los candidatos al beneficio.
 - El inmueble sujeto a proceso de adjudicación.
 - ✓ Inscribir el proceso de adjudicación en el registro de la propiedad raíz.
 - ✓ Entregar la posesión del inmueble a los adjudicatarios.
 - ✓ Suscribir el compromiso de adjudicación y disponer su anotación en el registro de la propiedad inmueble.
 - ✓ Otorgar gratuitamente el plano de mensura.

El plano de mensura puede ser substituido por estudios fotogramétricos, satelitales o similares o medios periciales que, a juicio del juez o de la autoridad de aplicación produzcan certeza respecto de los límites y demás condiciones de las tierras en ellos comprendidas. La Dirección Provincial de Catastro les otorgara el valor de plano de mensura a los fines previstos en las leyes (Artículo 37º).

- ✓ Suscribir la escritura traslativa de dominio cuando el adjudicatario cumpla sus obligaciones.
- ✓ Resolver todo conflicto que se suscite entre puesteros por la adjudicación de un mismo inmueble.

Las obligaciones de los adjudicatarios son (Artículo 24º):

- a) Residir efectivamente en el predio adjudicado mientras dure su dominio;
- b) Trabajarlo y aprovecharlo racionalmente en forma personal y con la colaboración directa de los miembros de su familia, haciendo de ello su ocupación habitual y principal;
- c) No subdividir, arrendar ni transferir el predio adjudicado.
- d) Abonar el precio en la forma y plazos previstos.
- e) Acatar las normas y directivas que imparta la autoridad de aplicación relativa a planes de desarrollo, utilización y aprovechamiento de la tierra.
- f) Cumplir las disposiciones vigentes en materia de sanidad vegetal, animal y conservación de recursos naturales.
- g) Las que se incluyan en el contrato.

Naturalmente que, antes de adjudicar la tierra, la autoridad adjudicadora debería recabar información de la autoridad de aplicación de la Ley Nº 6.086 sobre los derechos de terceros con relación a esa tierra y sobre los puesteros tenedores de tierras con derechos no invocados aún.

Asimismo, para que la Provincia no incurriese en responsabilidad ofreciendo en venta tierras que pudieran resultar afectadas al régimen de la Ley Nº 6.086, convendría que, cuando adjudicase la tierra se desligase de toda responsabilidad por cualquier derecho que pudieran esgrimir terceros al amparo de esa ley.

Una cláusula podría ser: “La Provincia no asume responsabilidad alguna frente al adquirente en caso de evicción fundada en el reconocimiento de los derechos reconocidos por la Ley Nº 6.086

La adquirente renuncia a toda reclamación contra la Provincia por garantía de evicción fundada en la disminución de la superficie enajenada como consecuencia del reconocimiento de los derechos reconocidos a terceros por la Ley Nº 6.086”.

Obviamente, ante cualquier reclamación de tierra enajenada fundada en la Ley Nº 6.086, la Provincia debería pedir la citación del adquirente como tercero interesado y dar asistencia jurídica procesal a la adjudicataria frente a cualquier reclamación por pretensiones sobre esa tierra.

Ley Nº 2.605 de concesión de derechos sobre el agua trasvasada a 73.537 ha

La Ley Nº 2.605 del 6/11/59 de la Provincia Mendoza dispuso que el Departamento General de Irrigación derivara del Río Grande al Río Atuel, un caudal total de 71 metros cúbicos 675 litros por segundo, para servir con derecho definitivo de agua una larga lista de concesiones en tierras fiscales (Artículo 3º).

Esas tierras figuraban en un mapa de la ex Dirección de Tierras Fiscales de la Provincia y se calculaba que llegaban a 73.537 hectáreas (Artículo 3º).

La ley mandaba que, una vez puestas en servicio las obras pertinentes, los inmuebles referidos se fraccionaran y pusieran en venta con los derechos de agua correspondientes (Artículo 5º).

Disponía asimismo que no le correspondería derecho de agua a cualquier fracción de esas tierras que saliera del dominio del Estado por reivindicación u otra causa no prevista en la ley (Artículo 5º in fine).

Independientemente de la Ley Nº 2.605, recién en el Acuerdo celebrado en la Sexta Conferencia de Gobernadores de las Provincias del Río Colorado, entre las Provincias de Buenos Aires, La Pampa, Mendoza, Neuquén y Río Negro, se constituye la base del marco interjurisdiccional del proyecto de trasvase del Río Grande al Río Atuel. Es importante destacar que el enfoque jurídico sobre los ríos y cuencas interprovinciales se remontaba a la Conferencia de Santa Rosa del año 1956.

En virtud del Artículo 3º del mencionado acuerdo, se le otorgaba a la Provincia de Mendoza el derecho a derivar del Río Grande al Atuel, solamente un caudal medio de 34 metros cúbicos por segundo.

Como la derivación dispuesta por la Ley Nº 2.605, para atender las concesiones que otorgaba, era de un caudal total de 71 metros cúbicos 675 litros por segundo, es obvio que el caudal de 34 metros cúbicos por segundo no alcanza para cubrir esas concesiones, más precisamente la dotación de 0,85 litros por segundo y por hectárea que establece el Artículo 2º de la mencionada ley.

Por lo tanto, para poder otorgar derecho de agua a cualquier otra tierra que se adjudicase o para servir cualquier nueva concesión que la Provincia quisiese otorgar, habría que generar la disponibilidad de agua a expensas de las aguas del trasvase, actualmente concedidas a tierras fiscales por la Ley Nº 2.605.

Derechos de los inmuebles beneficiados con la concesión otorgada por la Ley Nº 2.605 que el Estado hubiera enajenado con el derecho de agua antes del plazo determinado por el artículo 5º

Según información proporcionada por funcionarios provinciales, desde la sanción de la ley, la Provincia de Mendoza habría vendido inmuebles beneficiados con la concesión otorgada por la misma.

Se plantea entonces, qué derecho podría esgrimir al agua del trasvase, el adquirente de tierras afectadas al régimen de la Ley Nº 2.605 o que estuviera en posesión o en proceso de adjudicación.

La última parte del Artículo 5º de la Ley Nº 2.605 expresamente establece, que "en caso que una fracción de las tierras enumeradas precedentemente salga del dominio del estado por reivindicación u otra causa no prevista en la presente ley, no le corresponderá derecho de agua".

Una interpretación favorable al Estado fulminaría con la pérdida del derecho de agua a la tierra que saliese de su dominio por una causa distinta de la normada, como sería la enajenación prematura de la hipótesis.

Al disponer la ley que pierdan de pleno derecho todo derecho al agua, la ley evita la eventualidad de reclamos de terceros adquirentes (Art. 5º in fine).

Como esas concesiones de la Ley Nº 2.605 benefician exclusivamente a tierras fiscales y las que hubieran salido del dominio fiscal por disposición de la propia ley habrían perdido plenamente todo derecho al agua, la ley evita la eventualidad de reclamos de terceros por cuanto el propietario perjudicado sería el mismo Estado (Art. 5º in fine).

Téngase presente que por esta disposición de la ley, ninguna promesa de propiedad que un tercero hubiese recibido del Estado sobre esa tierra, podría extenderse al agua concedida por la Ley Nº 2.605.

Si la autoridad aplicase la cláusula de caducidad citada, privaría del derecho a agua a los adquirentes prematuros, en beneficio de los futuros adquirentes de tierra en el área definida por la ley, ya que aliviaría la falta de caudal para satisfacer todas las concesiones que ella otorga.

De todas maneras debe tenerse en cuenta que el Estado Provincial ya ha dispuesto la venta de tierras fiscales circunscriptas a los términos de la Ley Nº 2.605, con contratos o boletos de compraventas realizados a través de la entonces existente Dirección de Tecnología Frutihortícola, y en virtud de las disposiciones de la Ley Nº 4.711, de acuerdo a lo observado en un ejemplo, incluyendo los derechos de aguas otorgados en virtud de la ley bajo análisis. Es decir, el Estado ha dispuesto la venta del inmueble con derechos de agua del Río Grande, en contraposición con lo establecido por la propia Ley Nº 2.605, con las implicancias jurídicas que ello significa.

No obstante, el Estado puede aducir que tales ventas, con derechos de riego, son nulas o anulables, pues claramente se han transgredido las disposiciones de la Ley Nº 2.605. A tal efecto, puede optar por el procedimiento administrativo de la revocación por ilegitimidad, declarando previo proceso, la extinción en sede administrativa de tales ventas, por ser un acto viciado y con el fin de restablecer el imperio de la legítimidad (Artículo 98º de la Ley Nº 3.909). En este caso sería una revocación por ilegitimidad originaria, dada la existencia de vicios existentes desde el inicio o nacimiento del acto administrativo, de acuerdo al Artículo 99º inc. a) de la citada norma.

En cambio, si el Estado Provincial considera que el acto de venta en cuestión es regular (crea, reconoce o declara un derecho subjetivo), es decir que goza de la estabilidad del Artículo 96º de la Ley Nº 3.909, no podrá declarar revocación en sede administrativa, pero podrá hacerlo en sede judicial mediante la acción de lesividad, a fin de que el Juez competente, previo juicio ordinario, declare de que el acto administrativo en cuestión es nulo y se revoque por ser ilegítimo.

Finalmente, otra opción que la Provincia dispone, es determinar la caducidad de los compromisos de compraventa realizados en virtud de las disposiciones de la Ley Nº 4.711, previa verificación por parte de la autoridad pública del incumplimiento de las condiciones y obligaciones establecidas en cada uno de los contratos de ventas, por aplicación de lo dispuesto por los arts. 102º y 103º de la Ley de Procedimiento Administrativo. Es de destacar que en el caso de los contratos analizados, se constataron una serie de exigencias y obligaciones que difícilmente hayan cumplido los adquirentes, y existen cláusulas de rescisión a favor del Estado que pueden ser fácilmente aplicables si existe la voluntad política, lo que permitiría disponer rápidamente de esos inmuebles conjuntamente con los derechos de riego de la Ley Nº 2.605.

Conveniencia y posibilidad jurídica de conceder el agua del trasvase a un área distinta de la definida por la Ley Nº 2.605

En forma previa a cualquier alternativa que la Provincia de Mendoza decidiera llevar adelante, HARZA HISSA UTE recomienda como indispensable, realizar un estudio detallado de títulos, con el fin de verificar el estado registral, catastral y de dominio de todas las tierras, no solamente de las involucradas por la Ley Nº 2.605, sino de aquéllas otras que pudieran ser de interés por parte del Estado, para implantar proyectos de desarrollo.

Como se mencionó anteriormente, la Ley Nº 2.605 beneficia a un área determinada. Reserva el caudal total proveniente del trasvase para servir las concesiones otorgadas por la ley y además para satisfacer las necesidades de agua para uso doméstico, municipal y energético de las poblaciones existentes y futuras en el área de las concesiones otorgadas y para uso industrial y minero, por lo que no podrá ser comprometido ni afectado a otros destinos (Art. 3º).

Las localizaciones probables para asentar los diferentes emprendimientos productivos han sido elegidas en función de diversos factores, como por ejemplo, tipos de suelos, condiciones bioclimáticas e infraestructura productiva (caminos, líneas eléctricas, establecimientos industriales, etc.).

Por lo expuesto, se puede advertir que la concesión en el área definida por la Ley Nº 2.605 no responde a las necesidades actuales, por lo que la Provincia de Mendoza tiene la alternativa de:

- a) Enajenar sin derecho de riego aquéllas tierras fiscales que se encuentran dentro del límite establecido por la Ley Nº 2.605 por aplicación operativa de lo establecido en el Artículo 5º “in fine”. Optar por esta alternativa sería un medio para recuperar las concesiones otorgadas y liberar aunque más no sea parte del agua comprometida, pudiendo utilizarse ésta, en otras áreas.

- b) Derogar la Ley Nº 2.605 y dictar una nueva ley de concesiones de agua para el trasvase. Respecto de esta alternativa, el Estado Provincial simplemente deroga la ley, y puede eventualmente disponer de la sanción de una nueva ley de concesión de riego a favor de otros inmuebles que identifique. Esta opción puede eventualmente generar reclamos o planteos judiciales por parte de los adquirentes, si bien las indemnizaciones que se podrían reclamar serían muy bajas, dado el estado o condición de la Ley Nº 2.605 (la no prestación del servicio del agua). Se podría esgrimir como argumento a favor del Estado, que la derogación simple y llana de la Ley Nº 2.605 no genera ningún derecho a favor de terceros, en razón de que nunca operó la cláusula o condición suspensiva necesaria para el otorgamiento definitivo del derecho, esto es la ejecución de las obras civiles necesarias para la prestación del suministro de aguas. Como se ha mencionado anteriormente, la Ley Nº 2.605 ya ha sufrido una “virtual” derogación parcial, a partir del acuerdo de gobernadores de 1976 y de la ley ratificatoria del mencionado acuerdo, que asigna un caudal de 34 m³/s, muy inferior al previsto por la ley.
- c) Dictar una nueva ley de concesión de agua para el trasvase, derogando parcialmente la Ley Nº 2.605. Efectivamente, una nueva ley de concesión de agua del Río Grande, operaría una derogación parcial de la Ley Nº 2.605, pues se dispondría de parte de los derechos de agua para beneficiar con los mismos a 40.000 ha fuera del área establecida por la ley. El texto legal debería apuntar, por un lado a la salvaguarda de las 18.000 ha que quedarán sujetas a las obras del Trasvase, es decir al suministro de la pertinente dotación de agua. Conforme a ello, se debería especificar cuáles son las hectáreas pertinentes, y mantenerle (o “ratificarle”) las concesiones de riego del Río Grande, y eventualmente respetar las concesiones que ya fueron otorgadas en virtud de las transferencias de inmuebles que efectuó el Estado Provincial, sin perjuicio de las opciones legales que tiene el Estado Provincial para su recupero que se manifestaron anteriormente. Por otra parte, la ley dejaría sin efecto las concesiones otorgadas sobre sus propios inmuebles fiscales, otorgándolas a otros inmuebles identificados como viables económica y productivamente para el proyecto del Trasvase, fuera de los límites de la Ley Nº 2.605. En este caso, está claro y fuera de toda duda, de que el propio Estado no va a iniciar reclamos por la privación de la concesión a que se verá sometida, por lo que en forma inmediata podrá disponer de esos caudales para el otorgamiento de nuevas concesiones de riego o de otros usos conforme a la Ley General de Aguas.

De lo expuesto surge que el Estado Provincial deberá tomar una decisión política al respecto, e inclinarse por la que mayores beneficios otorgue a la Provincia en su conjunto, aun cuando vaya en contra de los intereses de unos pocos particulares. Situación ésta que ha cambiado radicalmente a raíz de los informes técnicos de esta consultora, en el cual se verifica que precisamente las aguas del trasvase no deben ser entregadas en su totalidad a las tierras identificadas por la Ley Nº 2.605, por lo que la citada norma se ha tornado anacrónica y contraria los intereses de la propia comunidad beneficiada, esto es el Sur de Mendoza.

Situación jurídica de las concesiones para regar con agua del Río Atuel anterior a la Ley Nº 2.605

Parte del inmueble beneficiado por las nuevas concesiones que otorgó la Ley Nº 2.605 ya tenía concesiones anteriores para regar con agua del Río Atuel.

Con anterioridad a la sanción del Decreto Ley Nº 3.576/68, la Provincia de Mendoza había otorgado derecho eventual y definitivo a una parte de ese inmueble fiscal para el riego de una superficie que, según la propuesta que condujo al dictado del citado decreto ley se aproximaba a las 26.000 ha.

Con respecto a esas nuevas concesiones, el Decreto Ley Nº 3.576 del 5 de setiembre de 1968 agregó al artículo 4º citado un párrafo que:

- a) Suspendió todo empadronamiento de esas nuevas concesiones que otorgaba la Ley Nº 2.605 a los inmuebles que ya gozaban de los derechos eventuales y definitivos aludidos, en la medida en que el empadronamiento implicase superposición con ellos. La suspensión no hacía otra cosa que reiterar la prioridad que el Artículo 21º de la Ley General de Aguas reconoce a esos derechos anteriores.
- b) Supeditó la vigencia de esas nuevas concesiones que la Ley Nº 2.605 otorgaba a la condición de que los inmuebles beneficiados recibiesen las dotaciones de agua en la forma acordada por la misma ley.
- c) Dispuso que los beneficiarios continuasen pagando los tributos y cargas fiscales correspondientes a los derechos sobre agua del Río Atuel, mientras los inmuebles beneficiados no recibiesen las dotaciones de agua en la forma acordada por la Ley Nº 2.605.

Ese pago amparaba el uso que hicieran de agua del Río Atuel, pero no de agua que, mediante las obras ordenadas por la ley, se trasvasaría del Río Grande.

La Ley Nº 2.605 con las modificaciones impuestas por el Decreto Ley Nº 3.576/68 presenta la gran ventaja para la administración del sistema de que somete las 73.537 ha a las que otorga concesiones a un solo régimen jurídico, aun cuando tuviesen concesiones anteriores. Solo quedaría fuera del sistema algún predio beneficiado con concesiones anteriores que no estuviere incluido en las 73.537 ha aludidas.

Del análisis del decreto surge que las aproximadamente 26.000 ha que tienen actualmente derecho a ser atendidas con los caudales naturales del Atuel, se mantendrán en dicha situación hasta tanto se hagan efectivas las obras civiles que posibiliten el suministro de las aguas del Río Grande. Es decir, persisten las obligaciones tributarias y cargas fiscales que correspondan por el uso de dichas concesiones de aguas. Ahora bien, el texto de la norma expresa que una vez concluidas las obras del Trasvase, es decir una vez hechas efectivas las entregas de agua como estipula la Ley Nº 2.605, los derechos de agua ya otorgados sobre tales inmuebles quedan cancelados y sustituidos". Es decir que los concesionarios de las 26.000 hectáreas del futuro trasvase gozarán de tales derechos, hasta que se hagan operativas las disposiciones de la Ley Nº 2.605 en cuanto al otorgamiento de las concesiones de aguas del Río Grande. Una vez entregadas las pertinentes dotaciones, y en consecuencia comiencen a pagarse las cuotas de sostenimiento (cánones) y demás cargas fiscales respectos de los

derechos del Río Grande, las concesiones entregadas sobre el río Atuel u otro río, caducarán ope legis, sin mayores tramitaciones que las actuaciones administrativas que deberá llevar adelante el Departamento General de Irrigación, para dar de baja en sus registros y catastros pertinentes, los derechos correspondientes a los inmuebles a que hace referencia el Decreto Ley Nº 3.576/68.

Analizando que derecho, los dueños de esas 26.000 ha, podrían esgrimir para oponerse a que la Provincia fijase sus derechos a aguas del Río Atuel, caducando los del trasvase, la primera observación sería que, al fijar los derechos de las 26.000 ha a que se refiere el mensaje de propuesta del Decreto Ley Nº 3576/68 a aguas del Río Atuel, la Provincia no les cambiaría a sus propias tierras sus derechos inherentes sobre caudales del futuro trasvase por caudales del Río Atuel, sino que, simplemente, las privaría de sus derechos inherentes sobre los caudales del futuro trasvase sin alterar los que ya tienen a caudales naturales del Atuel anteriores a la Ley Nº 2.605

Según la Ley Nº 2.605, las 73.537 ha que abarca la concesión que otorga son de propiedad del Gobierno de la Provincia y según el mensaje de propuesta del Decreto Ley Nº 3.576 las 26.000 serían parte de ellas.

La Ley Nº 2.605 otorgó a un inmueble de propiedad del Gobierno de la Provincia, derecho de agua de carácter definitivo para toda su extensión, para ser atendido con caudales del futuro trasvase del Río Grande. El mensaje por el que se propuso dictar el Decreto Ley Nº 3.576/68 aludido informaba que, al realizarse el empadronamiento que mandaba la Ley Nº 2.605 se advirtió que el inmueble ya tenía concedido derecho eventual y definitivo para servir una superficie que en total se acercaba a las 26.000 hectáreas, por lo que la mencionada ley había vuelto a otorgar concesiones para atender con los caudales del futuro trasvase a las 26.000 hectáreas que ya tenían concesiones anteriores para ser servidas con caudales naturales del Atuel, las cuales caducaran en forma automática, pues quedan cancelados y sustituidos.

La respuesta específica a este interrogante y conforme está planteado, es que la Provincia de Mendoza, propietaria de la tierra, según surge de ambas normas, puede perfectamente dejar sin efecto las concesiones del Río Grande otorgadas de conformidad a la Ley Nº 2.605, atendiendo al hecho de que algunos de tales inmuebles ya tenían concesiones anteriores servidas con caudales naturales del Río Atuel.

Por otra parte si el Gobierno hubiera enajenado o enajenase las tierras antes de entrar en servicio las obras pertinentes, a tales reclamantes no les correspondería derecho alguno a los caudales del trasvase, con las salvedades expuestas en los puntos anteriores, pero mantendrán sus derechos adquiridos sobre los anteriores a la Ley Nº 2.605, que pudieran tener sobre los caudales naturales del Atuel en virtud de la última parte del artículo 5º que establece expresamente que "en caso que una fracción de las tierras enumeradas precedentemente, salga del dominio del estado por reivindicación u otra causa no prevista en la presente ley, no le corresponderá derecho de agua".

Conforme a lo expuesto, la solución que se estima prudente para recuperar esos eventuales caudales comprometidos por la Ley Nº 2.605 y el Decreto Ley Nº 3.576/68, es la sanción de una ley modificatoria que modifique tal status jurídico. Esto es, una norma que expresamente

deje sin efecto las concesiones de aguas provenientes del Río Grande por la obras provenientes del trasvase, sobre los inmuebles que ya gocen de concesiones de riego provenientes de otros cursos de agua, conservando los mismos tales derechos en los términos y alcances del título de la concesión, por lo que se derogaría en forma expresa el último párrafo del Artículo 4º de la Ley Nº 2.605, modificado por el Decreto Ley Nº 3.576/68.

Esta propuesta, es sin perjuicio de las otras efectuadas en los puntos anteriores del presente informe y se debería incorporar indefectiblemente en cualquier otra propuesta normativa que implique modificar los alcances de la actualmente vigente Ley Nº 2.605, con los alcances del Decreto Ley Nº 3.576/68.

Retribución a la adjudicataria del proyecto con tierras con derecho de agua

En cuanto a la tierra, la adjudicataria del proyecto podría recibir parte de ellas dentro del régimen de la Ley Nº 2.605 con las limitaciones y bajo las condiciones señaladas en el presente dictamen. Corresponde aplicar el régimen jurídico de la Ley de Colonización Nº 4.711 a las tierras fiscales a las que la Ley Nº 2.605 les concediera derecho a agua (Art. 3º) ya que esta ley reemplazó a la Ley Nº 2.021, que es a la que remite la Ley Nº 2.605.

En cuanto al agua, para otorgar derecho de agua a cualquier otra tierra que se adjudicase o para servir cualquier nueva concesión que la Provincia quisiese otorgar, habría que generar la disponibilidad de agua a expensas de las aguas del trasvase, actualmente concedidas a tierras fiscales por la Ley Nº 2.605.

Por lo tanto, una vez resuelto el compromiso cargado a la administración de la Provincia por la Ley Nº 2.605 el agua que eventualmente hubiera disponible, se puede conceder siguiendo el procedimiento que determina la Ley General de Aguas de la Provincia promulgada el 24 de noviembre de 1.884, la Ley Nº 322 promulgada el 9 de enero de 1905 y la Constitución Provincial que dispone que sean otorgadas por la Legislatura (Artículo 194º).

Expropiaciones - Decreto Ley Nº 1447/75.

Del Art. 2º de la norma legal encontramos que para alcanzar la expropiación del tendido de las conducciones secundarias se necesita de una ley provincial especial que sea sancionada para tal efecto.

Es condición “sine qua non¹” para la aprobación y promulgación de la referida ley provincial que se establezca la declaración de la utilidad pública de la obra de la conducción.

Tener presentes las pautas que surgen del Título III “Instancia Judicial” de la presente ley, la que se da una vez agotada la vía administrativa, tal como surge del Art. Nº 19.

Art. Nº 19 “Iniciación de la instancia judicial: agotada la vía Administrativa, el sujeto expropiante abrirá la instancia judicial elevando las actuaciones administrativas al tribunal competente, las que, conjuntamente con el escrito de demanda, servirán de cabeza al proceso”.

¹ Sine qua non: ni la cual no

Luego en el Título IV “Casos especiales”, encontramos: la expropiación inversa, la retrocesión, la expropiación de urgencia, el abandono de la expropiación y la ocupación temporaria, siendo que algunos de estos ítems fueron planteados a fin de que se tengan en cuenta para el futuro marco legal.

Los artículos N°46, N°47 y N°48 se contempla la expropiación inversa. En el Art. N° 46 se expresa “Entiéndase por expropiación inversa aquella en la que la instancia judicial es iniciada por el propietario del bien declarado de utilidad pública, a fin de que el expropiante lleve a cabo la expropiación dispuesta y proceda al pago de la indemnización respectiva. Procede en los siguientes casos:

a) Cuando el sujeto expropiante haya tomado posesión del bien sin intervención judicial o sin consentimiento expreso del propietario.

B) Cuando la posesión haya sido tomada con consentimiento del propietario y el juicio de expropiación no se hubiere promovido dentro del plazo fijado de común acuerdo, dentro de los seis (6) meses siguientes a la toma de posesión, a falta de plazo convenido.

C) Cuando, hallándose el bien sujeto a expropiación, la autoridad respectiva, provincial o municipal, o el sujeto expropiante, restrinjan o limiten en cualquier otra forma los derechos del propietario.

D) Cuando se dieran los casos contemplados en la última parte del artículo N° 54 y en el artículo N°61”.

Respecto a Retrocesión, queda contemplada en los artículos N°49, N°50, N°51, N°52. El artículo N°49 cita: “Entiéndase por retrocesión la retroversión o reintegro del bien expropiado al patrimonio de su anterior propietario. La retrocesión procederá únicamente cuando el bien no se hubiese afectado al interés público que determino la expropiación”.

El artículo N°53 contempla la expropiación de urgencia, la cual cita “declaración de urgencia - deposito: en caso de urgencia, la que deberá ser declarada por el sujeto expropiante mediante el correspondiente acto administrativo debidamente fundado, se iniciara la vía judicial en forma directa, a efectos de obtener la disponibilidad del bien...”

Los artículos N°54, N°55, N°56, N°57, N°58, N°59, N°60, N°61 contemplan la ocupación temporaria. El artículo N°54 cita “sujetos activos - naturaleza del derecho - normas de aplicación: los sujetos activos a que se refiere el artículo N°3 de la presente ley, podrá proceder, con motivo de una expropiación o no, a la ocupación y uso de aquellos bienes no fungibles que pueden ser objeto de expropiación, cuando razones de utilidad pública, de acuerdo al concepto fijado en el artículo N°2, así lo requiera. La ocupación temporaria por causa de utilidad pública constituye un derecho real administrativo, a favor de los sujetos ocupantes, sobre un bien ajeno cuyo titular continua manteniendo la propiedad del mismo...”

Regulación de las aguas del trasvase

Como resultado de los estudios realizados por HARZA HISSA UTE sobre la legislación vigente en la Provincia de Mendoza, como así también sobre el derecho comparado, se ha considerado

imprescindible la elaboración de un proyecto de normativa que innove sobre el actual régimen jurídico hídrico vigente.

El mismo debe apuntar fundamentalmente a la remoción de lo que, a juicio de la Consultora, son los principales obstáculos para llevar adelante un proceso de transformación que signifique la implementación con éxito de proyectos de desarrollo.

El proceso de reforma desde el punto de vista jurídico institucional debería girar sobre dos ejes principales:

- a) El análisis y estudio exhaustivo de la legislación de aguas vigentes en la Provincia de Mendoza;
- b) Proponer las reformas que se consideren sustanciales e imprescindibles, para poder avanzar con éxito en el cumplimiento de las metas pautadas.

La Provincia de Mendoza cuenta con una rica y larga tradición jurídico - institucional en materia de derecho aguas, particularmente a partir de la sanción de la Ley General de Aguas de 1.884, la sanción del Capítulo dedicado a la Irrigación en la Constitución Provincial, y muy especialmente con la creación del entonces Departamento General de Aguas, actual Departamento General de Irrigación. Ese modelo jurídico y administrativo estuvo diseñado en un momento histórico en el que el modelo productivo de la época se basaba exclusivamente en la explotación agroindustrial, particularmente la actividad vitivinícola, y realmente fue un modelo exitoso en líneas generales.

Sin embargo, los tiempos actuales que corren son diametralmente disimiles a aquellos que dieron origen a ese modelo o esquema productivo. La Provincia de Mendoza en la actualidad se encuentra inmersa en un proceso de cambio económico (crisis), con una demografía sustancialmente distinta a la de principios de siglos, tanto en su cantidad como su conformación, y con una crisis hídrica impensada cuarenta años atrás.

Los antecedentes expuestos han llevado a los especialistas en la materia a considerar que es absolutamente necesario orientarse hacia un modelo de desarrollo que signifique en los hechos un ahorro en el consumo del agua, por lo que se debe necesariamente apuntar a lograr un Uso Eficiente de los Recursos Hídricos, tanto superficiales como subterráneos. Para ello se debe mejorar no solamente los procesos de administración y gestión del agua, como asimismo la incorporación de tecnologías sustentables, sino que también se debe mejorar la estructura jurídica e institucional existente y vigente en la provincia.

El proceso de reforma debería modificar aspectos sustanciales de la actual Ley General de Aguas. A los fines del cumplimiento de los objetivos establecidos para la Obra del Trasvase del Río Grande al Río Atuel, se consideró pertinente y atinado elaborar un proyecto de ley ad-hoc, destinado exclusivamente a resolver los aspectos considerados prioritarios para encarar con resultados válidos, los proyectos de desarrollo productivos para la zona Sur de la Provincia de Mendoza.

Conforme a lo expuesto, se presenta a continuación un Proyecto de Ley en dos versiones denominadas Proyecto Básico y Proyecto Alternativo. La diferencia sustancial entre ambos

está dada en que el último, si bien también pretende innovar respecto de la legislación vigente, lo hace en forma más atenuada que el primero. De esta manera, el Ejecutivo Provincial tendrá, de acuerdo a la oportunidad política en que se plantee, la posibilidad de elevar uno u otro proyecto.

El Régimen Jurídico que plantean permite la diferenciación legal y técnica de las nuevas aguas que se incorporan a la cuenca del Atuel, la incorporación de nuevas instituciones legales al esquema jurídico vigente de acuerdo al proyecto de ley (uso efectivo y eficiente de las aguas, aspectos ambientales, mercado de aguas, flexibilización del principio de inherencia, flexibilización del régimen de prioridades, etc.), la modernización del esquema administrativo e institucional del Departamento General de Irrigación con la incorporación de la planificación hídrica para la región sur de Mendoza, la creación de Organismos de Cuenca Hidrográfica o la conformación de Consejos Consultivos o Asesores de Cuenca, conforme al proyecto, la modificación al régimen de concesiones y permisos para el otorgamiento de derechos de aguas, la implementación de mecanismos o procedimientos de Reordenamiento de los Usos de Agua asignados, normas transitorias, etc.

Los proyectos de ley que se remiten, no sólo disponen de regulaciones para las nuevas zonas o áreas de riego, producto de la expansión de la frontera agrícola por la incorporación de las aguas trasvasadas, sino que también un marco jurídico destinado a reformular los actuales emprendimientos productivos existentes en las áreas sistematizadas, que de público y notorio conocimiento, se encuentran atravesando una seria crisis. Es decir, apuntan a respaldar con nuevos instrumentos legales e institucionales la modernización indispensable para mejorar el actual estado de los productores del Sur de Mendoza. Dichos instrumentos se insertan en los proyectos de ley elaborados por la Consultora y se basan particularmente en la experiencia de otros países que han iniciado procesos de reformas de sus sistemas legales, relativos a los usos y administración de los recursos hídricos.

Proyecto de ley - básico

Como se sugiere en el II Taller de Gerentes de Organismos de Cuenca de América Latina y el Caribe (Santiago de Chile, 1997), las propuestas legislativas innovadoras deben básicamente respetar la tradición jurídica precedente en todos aquellos aspectos positivos, e incorporar todas experiencias y criterios nuevos que se hayan implementado con éxito en otros países, particularmente a partir de las recomendaciones emanadas de los organismos internacionales, conferencias y acuerdos internacionales referidos a la temática. Asimismo, se recomienda que los nuevos textos normativos cuenten con una exposición de motivos lo suficientemente clara y precisa en lo que respecta a los fundamentos, criterios y políticas a los fines de darle la mayor precisión posible a los alcances de la ley, particularmente en su interpretación posterior.

Conforme a ello, y siguiendo tales recomendaciones, el proyecto de ley propuesto debe ser técnicamente del tipo conceptual "ley marco", que contemple sólo aspectos sustantivos y dejando los aspectos técnicos para la su posterior implementación y reglamentación, en nuestro caso a partir de las facultades reglamentarias que se le tiene asignado al Departamento General de Irrigación a través del Honorable Tribunal Administrativo, con los alcances que le establezca la ley.

Este proyecto está destinado a regular las nuevas aguas del Río Grande que gracias a las obras que ejecutará la Provincia de Mendoza, se trasvasaran al actual cauce del Río Atuel, ampliando de ese modo la frontera agrícola en unas 60.000 ha más, que se sumarán a las actualmente existentes. Sin embargo, es intención del Poder Ejecutivo no sólo proceder a la regulación de las nuevas aguas que se incorporan al sur mendocino, sino que también a las actuales áreas sistematizadas que son regadas por los ríos Diamante, Atuel y Malargüe. A tal fin se ha elaborado un nuevo régimen jurídico que va abarcar tanto las nuevas áreas bajo riego como las actualmente existentes, con la finalidad excluyente de someterlas a modalidades modernas del derecho y administración de aguas que sin dudas va a producir un cambio profundo en las técnicas y modalidades de riego, entre uno de los usos más importantes de la región. Ese cambio va a significar a su vez la implementación de modalidades avanzadas de producción, técnicas modernas de riego y cultivos, conformación de empresas agrícolas acordes con las necesidades vigentes de la producción y el mercado, que acarreará sin duda la conformación de nuevas técnicas de comercialización, apuntadas particularmente a la exportación y el mercado externo.

Texto del Proyecto de Ley – Básico

LA HONORABLE LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE MENDOZA SANCIONA CON FUERZA DE LEY

I - Ámbito de Aplicación - Objetivos de la ley

Art. 1º: Es objeto de la presente ley la regulación de las aguas superficiales, así como de las subterráneas integradas en el ciclo hidrológico que conforman la Cuenca Hidrográfica del Río Grande trasvasado - Río Atuel. A tal fin se establece el presente régimen jurídico de regulación de las aguas del Proyecto Trasvase del Río Grande al Río Atuel, de conformidad con los principios y objetivos establecidos en la presente ley y su reglamentación.

Art. 2º: El presente régimen normativo será de aplicación para las cuencas de los cursos de agua correspondiente al Río Grande trasvasado, Río Atuel, Río Diamante y Río Malargüe, en las regiones y áreas que determine oportunamente la Autoridad Hídrica de Aplicación.

II - De las Aguas del Trasvase

Art. 3º: Como consecuencia del trasvase, las aguas provenientes del Río Grande que se incorporen a la cuenca del Río Atuel, serán consideradas aguas nuevas, diferenciadas técnica y jurídicamente de las actuales y se someterán al presente régimen jurídico.

Art. 4º: Los actuales concesionarios y permisionarios de aguas de los ríos Atuel, Diamante y Malargüe no tendrán ningún derecho sobre las aguas trasvasadas derivado en virtud de esos títulos, salvo nueva concesión o permiso que se otorgue.

Art. 5º: Con el propósito de establecer el volumen de nuevas aguas que ingresen a la cuenca del Atuel, como consecuencia del trasvase, la Autoridad Hídrica de

Aplicación implementará sistemas de medición constantes que aseguren tal objetivo.

III - Principios de Política Hídrica

Art. 6º: Los usos de las aguas acordados en virtud de las disposiciones de la presente ley lo serán en función de los principios de eficiencia, razonabilidad, productividad y sustentabilidad ambiental.

Art. 7º: A tal efecto el Estado Provincial propenderá en todas sus partes al uso integral, armónico, integrado y beneficioso de todos los recursos hídricos afectados por la presente norma, atendiendo principalmente a la protección de la calidad del recurso, contra sus efectos nocivos y de los ecosistemas acuáticos implicados, la unidad del ciclo hidrológico, la determinación de caudales ecológicos, la planificación del recurso hídrico y coordinación y participación de los usuarios.

Art. 8º: El Estado Provincial deberá compatibilizar el uso y administración de las aguas del trasvase, con la protección y el uso sustentable de los demás recursos naturales existentes en la región y con el hábitat humano, de acuerdo a la interdependencia existente entre los mencionados recursos y el medio ambiente en general.

Art. 9º: El uso y aprovechamiento de las aguas del trasvase deberá ser optimizado, en la medida de las posibilidades técnicas y económicas del usuario, en forma conjunta o alternativa con los recursos hídricos subterráneos y atmosféricos existentes, de acuerdo a las circunstancias de lugar, tiempo y naturaleza del uso asignado.

Art. 10º: El agua es un bien escaso y vital para el desarrollo económico y social de la región, por lo que el Estado Provincial deberá determinar en forma periódica su costo y valor, en función de los usos asignados a la misma, mantenimiento de la infraestructura hidráulica, volúmenes utilizados, costos ambientales, eficiencia y productividad en el uso asignado.

Art. 11º: El Estado Provincial deberá formular la planificación de los recursos hídricos objeto de las obras del trasvase, conforme a los usos y ordenación de los recursos hídricos existentes, debiendo proponer y ejecutar los programas y medidas necesarias para su implementación y aplicación. El Plan Hídrico de Cuenca será público y vinculante, estableciéndose expresamente que su modificación o alteración no generará en ningún caso indemnización a favor de particulares. Será elaborado, revisado y actualizado por la Autoridad Hídrica de Aplicación, previa participación del Organismo de Cuenca creado por la presente ley, y aprobado por la Honorable Legislatura Provincial. El mismo comprenderá como mínimo:

- El inventario de los recursos hídricos existentes y su disponibilidad técnica;
- Los usos y demandas existentes o previsibles;
- Los criterios de prioridad y compatibilidad de usos, así como el orden de preferencia entre los distintos usos y aprovechamientos;

- La asignación y reserva de recursos para los usos y demandas actuales y futuros, como así también para la conservación y recuperación de los ecosistemas implicados;
- Las características básicas de calidad de las aguas y el régimen de vertidos existente.

IV - Del Financiamiento de las obras del Traspase

Art. 12º: El Gobierno Provincial podrá disponer el cobro o reembolso total o parcial de las obras del traspase a todas aquellas personas, entes o empresas beneficiarios directos o indirectos de la misma, como asimismo a todos aquellos usuarios o titulares de derechos de las aguas provenientes del traspase, que se someten a las previsiones y alcances de la presente ley.

Art. 13º: A tal efecto el Gobierno Provincial fijará, de conformidad con lo que disponga la reglamentación, un canon destinado a compensar los costos de la inversión realizada por la Provincia, como los costos y gastos de explotación, conservación y manutención de tales obras. Dicho canon se fijará teniendo en cuenta los siguientes ítems:

- a) El total previsto para los gastos y costos de manutención de las obras hídricas realizadas.
- b) Los gastos de administración imputables o relacionadas con las obras de mención.
- c) El% (*a definir en la versión final del proyecto de ley*) del valor de las inversiones ejecutadas o a cargo del Estado Provincial, debidamente actualizadas y teniendo en cuenta las amortizaciones de las obras e instalaciones.

Art. 14º: A los fines de la determinación de las sumas correspondientes a cada uno de los beneficiarios de las obras en cuestión, se deberá tener en cuenta criterios de equidad, eficiencia en el uso y administración de las aguas, el menor costo ambiental posible; grado de autofinanciación de las obras y servicios hidráulicos, conforme lo determine la reglamentación. Asimismo se atenderá a tal efecto el carácter consuntivo o no de los usos de las aguas y sus aprovechamientos, calidad del recurso requerido y volumen demandado.

Art. 15º: Los fondos previstos en el presente capítulo serán percibidos y administrados por la autoridad que determine el Gobierno Provincial y conforme a la reglamentación, siendo su responsabilidad la percepción, cobro y ejecución en caso de falta de pago de los mismos por parte de los sujetos imponibles de las mencionadas obligaciones. La falta de pago de las obligaciones previstas en el presente artículo determinará su cobro y percepción por el procedimiento de ejecución fiscal por apremio establecido por el Código Fiscal de la Provincia de Mendoza.

Art. 16º: Sin perjuicio de lo establecido en el artículo anterior, el incumplimiento del pago de las obligaciones devengadas por la presente ley, facultará a la Autoridad Hídrica de

Aplicación a disponer la suspensión o caducidad del derecho a la utilización o aprovechamiento de las aguas provenientes del trasvase, en los términos y alcances de la Ley General de Aguas.

V - De los Usos y Aprovechamientos de las Aguas Trasvasadas

Art. 17º: Los usos relativos a las aguas trasvasadas del Río Grande al Río Atuel, con los alcances y límites establecidos por los artículos 1º y 2º de la presente, quedarán sujetos a las prescripciones de la Constitución Provincial y de esta norma, siendo de aplicación supletoria y complementaria la Ley General de Aguas y Ley de Aguas Subterráneas Nº 4.035 y 4.036 en lo pertinente y demás normas vigentes.

Art. 18º: Toda concesión de uso de las aguas trasvasadas deberá ser otorgada por ley de la Honorable Legislatura de la Provincia de Mendoza, previo informe técnico favorable de la Autoridad Hídrica de Aplicación y del Organismo de Cuenca, la cual quedará sujeta a las prescripciones de la presente ley.

Art. 19º: Las concesiones que se disponga otorgar en virtud de la presente ley serán consideradas definitivas o eventuales, pudiendo ser las mismas dispuestas en forma perpetua, temporaria o indefinidas. Las concesiones temporarias no podrán ser otorgadas por un plazo mayor de veinte años, prorrogables por la Autoridad Hídrica de Aplicación por el mismo plazo y de acuerdo a los criterios que se dispongan por reglamentación. Las concesiones indefinidas, están sujetas a las condiciones resolutorias determinadas por el título de otorgamiento.

Art. 20º: La Autoridad Hídrica de Aplicación podrá disponer de permisos especiales para el uso y aprovechamiento de las aguas trasvasadas, los cuales deberán ser otorgados y acordados para la obtención de un uso eficiente, razonable y beneficioso.

Art. 21º: A los efectos del cumplimiento de los fines y objetivos de la presente ley, el Gobierno Provincial así como la Autoridad Hídrica de Aplicación, deberán instrumentar mecanismos y modalidades de incentivos, fomentos y estímulos fiscales, tributarios y crediticios destinados a los usuarios de las aguas del Trasvase, como así también de aquellos que hayan optado por su incorporación al régimen jurídico de la presente ley. A tal efecto se dispondrá de asignación de partidas del Fondo para la Transformación y el Crecimiento o cualquier otro fondo provincial en el cual deberán preverse partidas destinadas a la realización de obras y servicios; exenciones impositivas o aplicación de alícuotas diferenciales en el impuesto inmobiliario, impuesto a los ingresos brutos o impuesto de sellos; asignación de partidas en la ley de presupuesto anual; disminución o bonificaciones en el pago del canon de riego o de otro uso y la aplicación de subsidios en las tasas de interés bancaria, con los alcances y límites que se determinen oportunamente. Sin perjuicio de lo expuesto, sólo podrán ser considerados beneficiarios aquellos emprendimientos productivos que a criterio de la autoridad pública pertinente impliquen un uso sustentable de los recursos hídricos y naturales, fundados en los principios de eficiencia, razonabilidad y productividad. Asimismo se atenderá a tal

efecto el carácter consuntivo o no de los usos de las aguas y sus aprovechamientos, calidad del recurso requerido y volumen demandado.

Art. 22º: A los fines del otorgamiento de los beneficios del artículo anterior, tendrán prioridad aquellos pequeños y medianos productores que se integren y conjuntamente presenten proyectos productivos técnica y económicamente viables, que generen mano de obra y capacitación de personal e innovación tecnológica.

VI - Del Reordenamiento de los Usos Asignados

Art. 23º: La Autoridad Hídrica de Aplicación podrá disponer el cambio o sustitución de la fuente de aprovisionamiento fundado en razones de conveniencia u oportunidad, a los fines de obtener un uso eficiente, integral y racional del recurso hídrico y un reordenamiento de los usos otorgados. Quedan sujetos a las prescripciones del presente artículo los actuales usuarios de las aguas del Río Atuel, el Río Diamante y el Río Malargüe, cualquiera sea el título en virtud del cual ostenta el derecho asignado. En estos casos el Estado responderá únicamente de los gastos inherentes a las obras de sustitución.

Art. 24º: Toda concesión de riego está sujeta a su revisión por parte de la autoridad hídrica:

- a) Cuando los supuestos determinantes que sirvieron de base para su otorgamiento hayan variado de tal modo que no sea posible alcanzar sustancialmente los objetivos y finalidades de la concesión. Los expedientes de revisión podrán ser iniciados de oficio o a instancia de parte;
- b) En caso de fuerza mayor, a petición del concesionario;
- c) Cuando lo exija su adecuación al Plan Hídrico de la Cuenca, o cuando a juicio de la Autoridad Hídrica de Aplicación, el concesionario no haya cumplido con las metas de eficiencia, racionalidad y sustentabilidad en el uso y administración del recurso hídrico establecidas por la misma.

La Autoridad Hídrica de Aplicación como resultado de la revisión prevista en el presente artículo, podrá disponer según el caso, la caducidad o expropiación de los derechos otorgados de conformidad con las disposiciones de la Ley General de Aguas

VII - De las Prioridades para las Concesiones

Art. 25º: El orden de prioridades de usos establecidas en el Artículo 115º de la Ley General de Aguas podrá ser modificado para las aguas trasvasadas por la autoridad de aplicación, fundado exclusivamente en razones de interés social, ambiental o a los fines de lograr un uso eficiente, productivo, integrado y racional del recurso hídrico. A tal efecto se deberá tener en cuenta lo que dictamine al respecto el área de planificación del Organismo de Cuenca a los fines de la protección y conservación del recurso, siendo el mismo de carácter no vinculante.

VIII - Del Principio de Inherencia

Art. 26º: El principio de inherencia establecido por la Constitución Provincial y la Ley General de Aguas en su Artículo 127º, podrá ser flexibilizado para las concesiones de riego incorporadas al presente régimen jurídico, siempre y cuando se refieran a un mismo inmueble que no esté cubierto totalmente por un derecho de riego o respecto a un predio contiguo de propiedad del mismo concesionario y que, a juicio de la Autoridad Hídrica de Aplicación, redunde en beneficios de mayor eficiencia, economía y rentabilidad del recurso hídrico asignado por la concesión. A tal efecto la Autoridad Hídrica de Aplicación, deberá llevar un registro permanente y actualizado de tales modificaciones, a los fines de un estricto control del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización de la extensión del derecho. La falta de cumplimiento de las condiciones establecidas como condición para la flexibilización acordada por el presente artículo será considerada causal de declaración de caducidad de la concesión.

Art. 27º: Será a cargo del concesionario el pago de la indemnización que pudiese eventualmente corresponder a favor de la Inspección de Cauce por los perjuicios que puedan producirse en la red de riego de su jurisdicción, originados en la extensión en el uso del agua de conformidad a lo estipulado por el artículo anterior. La indemnización correspondiente será establecida por la Autoridad Hídrica de Aplicación.

Art. 28º: El concesionario que solicite la aplicación de los beneficios del presente Título deberá acreditar que se encuentra al día en sus cánones y tributos de ley.

IX - De la cesión de los derechos de aguas

Art. 29º: Todo concesionario de derechos de aguas incorporado al presente régimen jurídico podrá transferir total o parcialmente su derecho, a título oneroso, a otra persona física o jurídica para poder disponer del mismo en los términos de la Constitución Provincial, Ley General de Aguas y la presente norma. A tal fin el adquirente deberá ser propietario del inmueble sujeto al derecho de aguas, pudiendo disponer su uso únicamente para el destino de riego, bajo la condición de hacer un uso efectivo, eficiente, beneficioso y racional, bajo apercibimiento de la caducidad de la concesión.

Art. 30º: La transferencia de derechos de riego a que hace referencia el artículo anterior sólo podrá ser efectuada entre titulares de propiedades con sus tributos y cánones al día, ubicadas dentro de la jurisdicción de una misma Asociación de Inspecciones de Cauces y de acuerdo a los términos y condiciones que imponga la reglamentación de la Autoridad Hídrica de Aplicación.

Art. 31º: Los procesos de transferencia de los derechos de riego podrán instrumentarse por instrumento público o privado, y serán efectivizados en todos los casos sin perjuicio de derecho de terceros. Asimismo deberán ser autorizados por la autoridad hídrica de aplicación, debidamente inscriptos en los registros y catastros que a tal fin

deberá instrumentar la autoridad pública y previa vista a la Inspección de Cauce o Asociación de Inspecciones, en su caso. La autoridad podrá negar la autorización para la transferencia de los derechos de riego de que se trate, fundada en principios de razonabilidad, eficiencia y economía de los recursos hídricos, que pudiese afectar el ecosistema implicado o que resulte incompatible con la planificación hídrica establecida.

Art. 32º: El adquirente será responsable de la indemnización que pudiese corresponder a favor de la Inspección de Cauce afectada en la red, ocasionada por la cesión del derecho de aguas, la que será fijada por la Autoridad Hídrica de Aplicación.

X - Del Organismo de Cuenca

Art. 33º: Créase el Organismo de la Cuenca Hidrográfica del Río Grande trasvasado - Río Atuel - Río Malargüe y el Organismo de la Cuenca Hidrográfica del Río Diamante, ambos como organismos públicos hídricos dependientes del Departamento General de Irrigación, que tendrán como función y responsabilidad administrar las aguas de los ríos que involucran, conforme a las normas y reglamentos que oportunamente se dicten a tal fin. Se entiende por Cuenca Hidrográfica al área geográfica determinada por los ríos, desde su nacimiento, hasta su desembocadura incluyendo el trasvase, sus adyacencias y zonas de influencia. Se incluyen las aguas de los cursos principales, todos sus tributarios y de los lagos naturales y artificiales existentes, sus cauces y lechos, y los acuíferos subterráneos vinculados con la cuenca.

Art. 34º: Los Organismos de la Cuenca Hidrográfica creados por la presente ley deberán promover y desarrollar la administración, planificación y gestión de los recursos hídricos pertenecientes a la cuenca, conforme a los criterios de sustentabilidad ambiental, racionalidad y uso armónico, conjunto e integral de las aguas y de los recursos naturales vinculados con la cuenca.

Art. 35º: Cada Organismo de Cuenca tendrá como autoridades un presidente y un directorio de tres miembros designados por el Departamento General de Irrigación, en las formas y condiciones que establezca la reglamentación, debiéndose garantizar la debida participación de los usuarios.

Art. 36º: Asimismo cada Organismo de Cuenca estará integrado por un Consejo Consultivo que deberá garantizar la representación de los distintos usuarios de las aguas, los municipios interesados, los entes y empresas de servicios públicos vinculados con la cuenca, las organizaciones rurales e industriales, organismos científicos, universitarios y técnicos, como otras personas o entidades que disponga la reglamentación. Tendrá como función principal asesorar a las autoridades en el ordenamiento, manejo y gestión de los recursos hídricos y naturales; participación de los usuarios y en la preservación y protección ambiental y del recurso hídrico

Art. 37º: Los Organismos de Cuenca deberán necesariamente contar con un área de planificación, la cual deberá estar integrada por funcionarios con suficiente

capacitación en la administración y manejo de cuencas hidrográficas y en la gestión de recursos naturales e hídricos.

- Art. 38º:** Los recursos financieros del Organismo de Cuenca surgirán de la percepción de los cánones, tributos y demás asignaciones presupuestarias que pertenecen actualmente a la Subdelegación del Río Atuel, Subdelegación del Río Diamante y Jefatura del Río Malargüe, como asimismo de cualquier otro aporte que se implemente en el futuro, los cuales serán administrados en forma descentralizada por los Organismos de Cuenca.
- Art. 39º:** El Departamento General de Irrigación será el responsable de controlar el correcto funcionamiento de los Organismos de Cuenca aquí creados, pudiendo en caso de notorio incumplimiento de las funciones que tiene asignadas, a ejecutarlas por sí mismo con el fin de garantizar y salvaguardar la administración y gestión de la cuenca.
- Art. 40º:** El Departamento General de Irrigación deberá proceder a dictar los reglamentos que sean necesarios para la efectiva puesta en funcionamiento de los Organismos de la Cuenca creados en la presente ley, como asimismo la designación de las autoridades, funcionarios y empleados que requiera el funcionamiento de cada uno.
- Art. 41º:** Los conflictos o controversias que se pudiesen plantear dentro de la cuenca hidrográfica correspondiente serán resueltos en primera instancia por el presidente del Organismo de Cuenca, con apelación en última instancia administrativa ante el Superintendente General de Irrigación. Los conflictos suscitados o existentes entre usuarios de derechos de aguas, dentro de las inspecciones de cauces, serán resueltos conforme lo dispone la Ley General de Aguas y la Ley Nº 6.405.

XI - De la Autoridad Hídrica de Aplicación

- Art. 42º:** Será Autoridad Hídrica de Aplicación de la presente ley el Departamento General de Irrigación en las formas y condiciones que determine oportunamente la reglamentación.
- Art. 43º:** El Departamento General de Irrigación deberá dictar los reglamentos y resoluciones conforme a las atribuciones que le otorga la Constitución Provincial, la Ley General de Aguas, la presente ley y demás normas concordantes y accesorias. A tal fin, el organismo público en cuestión deberá en el plazo máximo de ciento veinte días de promulgada la presente ley, arbitrar los medios normativos y administrativos para la efectiva puesta en vigencia de la presente ley, en la medida que las condiciones técnicas e hidrológicas de las obras del trasvase así lo permitan.

XII - Normas transitorias

- Art. 44º:** El presente régimen jurídico será de aplicación exclusivamente para todos aquellos usos que se otorguen en relación con las aguas provenientes de las obras del trasvase del Río Grande al Río Atuel, con los alcances y contenidos establecidos en

la misma, rigiéndose las concesiones y permisos ya otorgados por la normativa vigente en cada caso.

Art. 45º: Las disposiciones de la presente ley son aplicables sin perjuicio de los derechos legítimamente adquiridos con anterioridad a la vigencia de esta ley, por lo que los actuales titulares de derechos conservarán los mismos en los términos de la legislación vigente de su otorgamiento.

Art. 46º: Los actuales usuarios de derechos de aguas que se rijan por el régimen jurídico vigente hasta la fecha, podrán solicitar su cambio a los alcances y términos de la presente ley, dentro del plazo de dos años de entrada en vigencia de la misma. En tal caso el derecho de uso ya otorgado, comenzará a regirse en lo pertinente por la nueva normativa una vez cumplimentados con los requisitos de admisión establecidos por el presente capítulo y los que dispongan oportunamente la reglamentación.

Art. 47º: Cualquier usuario actual que desee solicitar nueva concesión o permiso de uso de las aguas trasvasadas, para inmuebles o actividades que ya cuenten con usos legalmente otorgados de acuerdo con la legislación vigente, deberá previamente proceder a la renuncia del derecho otorgado conforme lo establece la Ley General de Aguas.

Art. 48º: Podrán acogerse a las opciones a que hacen referencia los artículos 42º y 43º los usuarios que estuviesen al día en las tributaciones pertinentes, y se deberá efectuar ante el Superintendente General de Irrigación, de acuerdo a lo que establezca la reglamentación.

Art. 49º: El Departamento General de Irrigación deberá proceder a asentar en registros especiales, los cambios de legislación a que se hace mención en el presente capítulo, para su toma de conocimiento.

Art. 50º: Una vez puestos en funcionamiento los Organismos de Cuenca creados por la presente ley, la Subdelegaciones de Aguas del Río Atuel y el Río Diamante y la Jefatura de Malargüe dejarán de funcionar como dependencia del Departamento General de Irrigación, quedando todos sus bienes y personal incorporados automáticamente a los Organismos de Cuenca como pertenecientes a los mismos.

Art. 51º: La presente ley entrará en vigencia a los noventa días de su publicación en el Boletín Oficial.

Art. 52º: De forma.

Proyecto de ley - alternativo

Se ha considerado la posibilidad de presentar un proyecto de ley alternativo, fundado principalmente en el hecho de que el mismo no contempla algunas de las instituciones jurídicas previstas en el texto considerado básico, como asimismo se innova en otros aspectos relacionados.

Tal variación responde a la circunstancia de que el texto básico podría ser considerado eventualmente demasiado innovador, que altere el sistema vigente de la Ley General de Aguas y que, por ello, genere demasiada resistencia u oposición en sectores políticos, sociales y económicos vinculados con el manejo y administración del agua.

El proyecto alternativo no considera la creación de Organismos de Cuenca y en vez de ello, implementa los Consejos Asesores de Cuenca, como organismo asesor integrante de las Subdelegaciones de Aguas del Río Grande Trasvasado - Atuel y del Río Diamante. Esta alternativa se presenta frente a la posibilidad de que exista oposición o no se crea oportuna la conformación de Organismos de Cuenca para la legislación de la Provincia de Mendoza, por distintas razones, particularmente administrativas o relacionadas con la dificultad actual que implica implementar organismos de cuenca en una provincia no acostumbrada a ello o sin experiencia al respecto.

Texto del Proyecto de Ley - Alternativo

LA HONORABLE LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE MENDOZA SANCIONA CON FUERZA DE LEY

I - Ámbito de Aplicación - Objetivos de la ley

Art. 1º: Es objeto de la presente ley la regulación de las aguas superficiales, así como de las subterráneas integradas en el ciclo hidrológico que conforman la Cuenca Hidrográfica del Río Grande trasvasado - Río Atuel. A tal fin se establece el presente régimen jurídico de regulación de las aguas del Proyecto Trasvase del Río Grande al Río Atuel, de conformidad con los principios y objetivos establecidos en la presente ley y su reglamentación.

Art. 2º: El presente régimen normativo será de aplicación para las cuencas de los cursos de agua correspondiente al Río Grande trasvasado, Río Atuel, Río Diamante y Río Malargüe, en las regiones y áreas que determine oportunamente la Autoridad Hídrica de Aplicación.

II - De las Aguas del Trasvase

Art. 3º: Como consecuencia del trasvase, las aguas provenientes del Río Grande que se incorporen a la cuenca del Río Atuel, serán consideradas aguas nuevas, diferenciadas técnica y jurídicamente de las actuales y se someterán al presente régimen jurídico.

Art. 4º: Los actuales concesionarios y permisionarios de aguas de los ríos Atuel, Diamante y Malargüe no tendrán ningún derecho sobre las aguas trasvasadas derivado en virtud de esos títulos, salvo nueva concesión o permiso que se otorgue.

Art. 5º: Con el propósito de establecer el volumen de nuevas aguas que ingresen a la cuenca del Atuel, como consecuencia del trasvase, la Autoridad Hídrica de Aplicación implementará sistemas de medición constantes que aseguren tal objetivo.

III - Principios de Política Hídrica

- Art. 6º:** Los usos de las aguas acordados en virtud de las disposiciones de la presente ley lo serán en función de los principios de eficiencia, razonabilidad, productividad y sustentabilidad ambiental.
- Art. 7º:** A tal efecto el Estado Provincial propenderá en todas sus partes al uso integral, armónico, integrado y beneficioso de todos los recursos hídricos afectados por la presente norma, atendiendo principalmente a la protección de la calidad del recurso, contra sus efectos nocivos y de los ecosistemas acuáticos implicados, la unidad del ciclo hidrológico, la determinación de caudales ecológicos, la planificación del recurso hídrico y coordinación y participación de los usuarios.
- Art. 8º:** El Estado Provincial deberá compatibilizar el uso y administración de las aguas del trasvase, con la protección y el uso sustentable de los demás recursos naturales existentes en la región y con el hábitat humano, de acuerdo a la interdependencia existente entre los mencionados recursos y el medio ambiente en general.
- Art. 9º:** El uso y aprovechamiento de las aguas del trasvase deberá ser optimizado, en la medida de las posibilidades técnicas y económicas del usuario, en forma conjunta o alternativa con los recursos hídricos subterráneos y atmosféricos existentes, de acuerdo a las circunstancias de lugar, tiempo y naturaleza del uso asignado.
- Art. 10º:** El agua es un bien escaso y vital para el desarrollo económico y social de la región, por lo que el Estado Provincial deberá determinar en forma periódica su costo y valor, en función de los usos asignados a la misma, mantenimiento de la infraestructura hidráulica, volúmenes utilizados, costos ambientales, eficiencia y productividad en el uso asignado.
- Art. 11º:** El Estado Provincial deberá formular la planificación de los recursos hídricos objeto de las obras del trasvase, conforme a los usos y ordenación de los recursos hídricos existentes, debiendo proponer y ejecutar los programas y medidas necesarias para su implementación y aplicación. El Plan Hídrico de Cuenca será público y vinculante, estableciéndose expresamente que su modificación o alteración no generará en ningún caso indemnización a favor de particulares. Será elaborado, revisado y actualizado por la Autoridad Hídrica de Aplicación, previa participación del Organismo de Cuenca creado por la presente ley, y aprobado por la Honorable Legislatura Provincial. El mismo comprenderá como mínimo:
- El inventario de los recursos hídricos existentes y su disponibilidad técnica;
 - Los usos y demandas existentes o previsibles;
 - Los criterios de prioridad y compatibilidad de usos, así como el orden de preferencia entre los distintos usos y aprovechamientos;
 - La asignación y reserva de recursos para los usos y demandas actuales y futuros, como así también para la conservación y recuperación de los ecosistemas implicados;

- Las características básicas de calidad de las aguas y el régimen de vertidos existente.

Art. 12º: Las Subdelegaciones del Río Atuel y del Río Diamante, a los fines del cumplimiento con las disposiciones establecidas en el artículo anterior, deberán necesariamente contar con un área de planificación, la cual deberá estar integrada por personal con alta capacitación en la administración y manejo de cuencas hidrográficas y en la gestión de recursos naturales e hídricos.

IV - Del Financiamiento de las obras del Traspase

Art. 13º: El Gobierno Provincial podrá disponer el cobro o reembolso total o parcial de las obras del trasvase a todas aquellas personas, entes o empresas beneficiarios directos o indirectos de la misma, como asimismo a todos aquellos usuarios o titulares de derechos de las aguas provenientes del trasvase, que se someten a las previsiones y alcances de la presente ley.

Art. 14º: A tal efecto el Gobierno Provincial fijará, de conformidad con lo que disponga la reglamentación, un canon destinado a compensar los costos de la inversión realizada por la Provincia, como los costos y gastos de explotación, conservación y manutención de tales obras. Dicho canon se fijará teniendo en cuenta los siguientes ítems:

- a) El total previsto para los gastos y costos de manutención de las obras hídricas realizadas.
- b) Los gastos de administración imputables o relacionadas con las obras de mención.
- c) El% (*a definir en la versión final del proyecto de ley*) del valor de las inversiones ejecutadas o a cargo del Estado Provincial, debidamente actualizadas y teniendo en cuenta las amortizaciones de las obras e instalaciones.

Art 15º: A los fines de la determinación de las sumas correspondientes a cada uno de los beneficiarios de las obras en cuestión, se deberá tener en cuenta criterios de equidad, eficiencia en el uso y administración de las aguas, el menor costo ambiental posible; grado de autofinanciación de las obras y servicios hidráulicos, conforme lo determine la reglamentación. Asimismo se atenderá a tal efecto el carácter consuntivo o no de los usos de las aguas y sus aprovechamientos, calidad del recurso requerido y volumen demandado.

Art. 16º: Los fondos previstos en el presente capítulo serán percibidos y administrados por la autoridad que determine el Gobierno Provincial y conforme a la reglamentación, siendo su responsabilidad la percepción, cobro y ejecución en caso de falta de pago de los mismos por parte de los sujetos imposables de las mencionadas obligaciones. La falta de pago de las obligaciones previstas en el presente artículo determinará su cobro y percepción por el procedimiento de ejecución fiscal por apremio establecido por el Código Fiscal de la Provincia de Mendoza.

Art. 17º: Sin perjuicio de lo establecido en el artículo anterior, el incumplimiento del pago de las obligaciones devengadas por la presente ley, facultará a la Autoridad Hídrica de Aplicación a disponer la suspensión o caducidad del derecho a la utilización o aprovechamiento de las aguas provenientes del trasvase, en los términos y alcances de la Ley General de Aguas.

V - De los Usos y Aprovechamientos de las Aguas Trasvasadas

Art. 18º: Los usos relativos a las aguas trasvasadas del Río Grande al Río Atuel, con los alcances y límites establecidos por los artículos 1º y 2º de la presente, quedarán sujetos a las prescripciones de la Constitución Provincial y de esta norma, siendo de aplicación supletoria y complementaria la Ley General de Aguas y Ley de Aguas Subterráneas N° 4.035 y 4.036 en lo pertinente y demás normas vigentes.

Art. 19º: Toda concesión de uso de las aguas trasvasadas deberá ser otorgada por ley de la Honorable Legislatura de la Provincia de Mendoza, la cual quedará sujeta a las prescripciones de la presente ley. Se requerirá previamente un informe técnico favorable de la Autoridad Hídrica de Aplicación con la participación no vinculante de los Consejos Asesores de Cuenca.

Art. 20º: Las concesiones que se disponga otorgar en virtud de la presente ley serán consideradas definitivas o eventuales, pudiendo ser las mismas dispuestas en forma perpetua, temporaria o indefinidas. Las concesiones temporarias no podrán ser otorgadas por un plazo mayor de veinte años, prorrogables por la Autoridad Hídrica de Aplicación por el mismo plazo y de acuerdo a los criterios que se dispongan por reglamentación. Las concesiones indefinidas, están sujetas a las condiciones resolutorias determinadas por el título de otorgamiento.

Art. 21º: La Autoridad Hídrica de Aplicación podrá disponer de permisos especiales para el uso y aprovechamiento de las aguas trasvasadas, los cuales deberán ser otorgados y acordados para la obtención de un uso eficiente, razonable y beneficioso.

Art. 22º: A los efectos del cumplimiento de los fines y objetivos de la presente ley, el Gobierno Provincial así como la Autoridad Hídrica de Aplicación, deberán instrumentar mecanismos y modalidades de incentivos, fomentos y estímulos fiscales, tributarios y crediticios destinados a los usuarios de las aguas del Trasvase, como así también de aquellos que hayan optado por su incorporación al régimen jurídico de la presente ley. A tal efecto se dispondrá de asignación de partidas del Fondo para la Transformación y el Crecimiento o cualquier otro fondo provincial en el cual deberán preverse partidas destinadas a la realización de obras y servicios; exenciones impositivas o aplicación de alícuotas diferenciales en el impuesto inmobiliario, impuesto a los ingresos brutos o impuesto de sellos; asignación de partidas en la ley de presupuesto anual; disminución o bonificaciones en el pago del canon de riego o de otro uso y la aplicación de subsidios en las tasas de interés bancaria, con los alcances y límites que se determinen oportunamente. Sin perjuicio

de lo expuesto, sólo podrán ser considerados beneficiarios aquellos emprendimientos productivos que a criterio de la autoridad pública pertinente impliquen un uso sustentable de los recursos hídricos y naturales, fundados en los principios de eficiencia, razonabilidad y productividad. Asimismo se atenderá a tal efecto el carácter consuntivo o no de los usos de las aguas y sus aprovechamientos, calidad del recurso requerido y volumen demandado.

Art. 23º: A los fines del otorgamiento de los beneficios del artículo anterior, tendrán prioridad aquellos pequeños y medianos productores que se integren y conjuntamente presenten proyectos productivos técnica y económicamente viables, que generen mano de obra y capacitación de personal e innovación tecnológica.

VI - Del Reordenamiento de los Usos Asignados

Art. 24º: La Autoridad Hídrica de Aplicación podrá disponer el cambio o sustitución de la fuente de aprovisionamiento fundado en razones de conveniencia u oportunidad, a los fines de obtener un uso eficiente, integral y racional del recurso hídrico y un reordenamiento de los usos otorgados. Quedan sujetos a las prescripciones del presente artículo los actuales usuarios de las aguas del Río Atuel, el Río Diamante y el Río Malargüe, cualquiera sea el título en virtud del cual ostenta el derecho asignado. En estos casos el Estado responderá únicamente de los gastos inherentes a las obras de sustitución.

Art. 25º: Toda concesión de riego está sujeta a su revisión por parte de la autoridad hídrica:

- Cuando los supuestos determinantes que sirvieron de base para su otorgamiento hayan variado de tal modo que no sea posible alcanzar sustancialmente los objetivos y finalidades de la concesión. Los expedientes de revisión podrán ser iniciados de oficio o a instancia de parte;
- En caso de fuerza mayor, a petición del concesionario;
- Cuando lo exija su adecuación al Plan Hídrico de la Cuenca, o cuando a juicio de la Autoridad Hídrica de Aplicación, el concesionario no haya cumplido con las metas de eficiencia, racionalidad y sustentabilidad en el uso y administración del recurso hídrico establecido por la misma. Únicamente en este último caso el concesionario podrá solicitar indemnización, de conformidad con las disposiciones de la Ley General de Aguas.
- La Autoridad Hídrica de Aplicación como resultado de la revisión prevista en el presente artículo, podrá disponer según el caso, la caducidad o expropiación de los derechos otorgados de conformidad con las disposiciones de la Ley General de Aguas

VII - De las Prioridades para las Concesiones

Art. 26º: El orden de prioridades de usos establecidas en el Artículo 115º de la Ley General de Aguas podrá ser modificado para las aguas trasvasadas por la autoridad de aplicación, fundado exclusivamente en razones de interés social, ambiental o a los fines de lograr un uso eficiente, productivo, integrado y racional del recurso hídrico.

A tal efecto se deberá tener en cuenta lo que dictamine al respecto el área de planificación y el Consejo Asesor de Cuenca a los fines de la protección y conservación del recurso, siendo el mismo de carácter no vinculante.

VIII - Del Principio de Inherencia

Art. 27º: El principio de inherencia establecido por la Constitución Provincial y la Ley General de Aguas en su Artículo 127º, podrá ser flexibilizado para las concesiones de riego incorporadas al presente régimen jurídico.

Art. 28º: La flexibilización se podrá acordar en los siguientes casos: 1) que se refieran a un mismo inmueble que no esté cubierto o atendido totalmente por un derecho de riego o respecto a un predio contiguo de propiedad del mismo concesionario; 2) respecto de un inmueble del mismo propietario no contiguo que se encuentre dentro de la jurisdicción de la misma asociación de inspecciones de cauces; 3) que se acrediten los extremos del Artículo 123º de la Ley General de Aguas; 4) al adquirirse un inmueble sin derecho de riego y disponga el traslado de la concesión ya otorgada sobre un inmueble de su propiedad, con la limitación del inc. 2º del presente artículo.

Art. 29º: La autoridad hídrica de aplicación autorizará la flexibilización únicamente en los casos en que la misma redunde en notorios beneficios de mayor eficiencia, economía y rentabilidad del recurso hídrico asignado por la concesión o cuando se cumplan las condiciones del Artículo 123º de la Ley General de Aguas, bajo apercibimiento de la declaración de caducidad de la concesión. A tal efecto el organismo de aplicación, deberá llevar un registro permanente y actualizado de tales modificaciones, a los fines de un estricto control del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización de la extensión del derecho.

Art. 30º: Será a cargo del concesionario el pago de la indemnización que pudiese eventualmente corresponder a favor de la Inspección de Cauce por los perjuicios que puedan producirse en la red de riego de su jurisdicción, originados en la extensión en el uso del agua de conformidad a lo estipulado por el artículo anterior. La indemnización correspondiente será establecida por la Autoridad Hídrica de Aplicación.

Art. 31º: El concesionario que solicite la aplicación de los beneficios del presente Título deberá acreditar que se encuentra al día en sus cánones y tributos de ley.

IX - De los Consejos Asesores de las Cuencas Hidrográficas del Río Grande trasvasado - Río Atuel - Río Malargüe y del Río Diamante

Art. 32º: Créase Consejo Asesor de la Cuenca Hidrográfica del Río Grande trasvasado - Río Atuel - Río Malargüe y el Consejo Asesor de la Cuenca Hidrográfica del Río Diamante, ambos como organismos consultivos hídricos dependientes de las Subdelegaciones del Departamento General de Irrigación, los que funcionaran conforme a las normas y reglamentos que oportunamente se dicten a tal fin. Se entiende por Cuenca Hidrográfica al área geográfica determinada por los ríos,

desde su nacimiento, hasta su desembocadura incluyendo el trasvase, sus adyacencias y zonas de influencia. Se incluyen las aguas de los cursos principales, todos sus tributarios y de los lagos naturales y artificiales existentes, sus cauces y lechos, y los acuíferos subterráneos vinculados con la cuenca.

Art. 33º: Los Consejos Asesores de Cuenca tendrán como función y objetivo asesorar a las Subdelegaciones del Atuel y del Diamante y a la Jefatura de Malargüe, con el propósito de promover y desarrollar la administración, planificación y gestión de los recursos hídricos pertenecientes a la cuenca, conforme a los criterios de sustentabilidad ambiental, racionalidad y uso armónico, conjunto e integral de las aguas y de los recursos naturales vinculados con la cuenca, el ordenamiento de los usos de las aguas y los derechos otorgados al respecto y la participación coordinada de los distintos usuarios.

Art. 34º: El Consejo Asesor de Cuenca estará integrado y conformado de acuerdo a lo que reglamente oportunamente la Autoridad Hídrica de Aplicación y deberá garantizar la representación de los distintos usuarios de las aguas, los municipios interesados, los entes y empresas de servicios públicos vinculados con la cuenca, las organizaciones rurales e industriales, organismos científicos, universitarios y técnicos, como otras personas o entidades que disponga la reglamentación.

Art. 35º: El Departamento General de Irrigación será el responsable de controlar el correcto funcionamiento de los Consejos Asesores de Cuenca aquí creados, y deberá proceder a dictar los reglamentos que sean necesarios para la efectiva puesta en funcionamiento de los mismos, como asimismo el procedimiento de designación de autoridades.

X - De la Autoridad Hídrica de Aplicación

Art. 36º: Será Autoridad Hídrica de Aplicación de la presente ley el Departamento General de Irrigación en las formas y condiciones que determine oportunamente la reglamentación.

Art. 37º: El Departamento General de Irrigación deberá dictar los reglamentos y resoluciones conforme a las atribuciones que le otorga la Constitución Provincial, la Ley General de Aguas, la presente ley y demás normas concordantes y accesorias. A tal fin, el organismo público en cuestión deberá en el plazo máximo de ciento veinte días de promulgada la presente ley, arbitrar los medios normativos y administrativos para la efectiva puesta en vigencia de la presente ley, en la medida que las condiciones técnicas e hidrológicas de las obras del trasvase así lo permitan.

XII - Normas transitorias

Art. 38º: El presente régimen jurídico será de aplicación exclusivamente para todos aquellos usos que se otorguen en relación con las aguas provenientes de las obras del trasvase del Río Grande al Río Atuel, con los alcances y contenidos establecidos en la misma, rigiéndose las concesiones y permisos ya otorgados por la normativa vigente en cada caso.

- Art. 39º:** Las disposiciones de la presente ley son aplicables sin perjuicio de los derechos legítimamente adquiridos con anterioridad a la vigencia de esta ley, por lo que los actuales titulares de derechos conservarán los mismos en los términos de la legislación vigente de su otorgamiento.
- Art. 40º:** Los actuales usuarios de derechos de aguas que se rijan por el régimen jurídico vigente hasta la fecha, podrán solicitar su cambio a los alcances y términos de la presente ley, dentro del plazo de dos años de entrada en vigencia de la misma. En tal caso el derecho de uso ya otorgado, comenzará a regirse en lo pertinente por la nueva normativa una vez cumplimentados con los requisitos de admisión establecidos por el presente capítulo y los que dispongan oportunamente la reglamentación.
- Art. 41º:** Cualquier usuario actual que desee solicitar nueva concesión o permiso de uso de las aguas trasvasadas, para inmuebles o actividades que ya cuenten con usos legalmente otorgados de acuerdo con la legislación vigente, deberá previamente proceder a la renuncia del derecho otorgado conforme lo establece la Ley General de Aguas.
- Art. 42º:** Podrán acogerse a las opciones a que hacen referencia los artículos 36º y 37º los usuarios que estuviesen al día en las tributaciones pertinentes, y se deberá efectuar ante el Superintendente General de Irrigación, de acuerdo a lo que establezca la reglamentación.
- Art. 43º:** El Departamento General de Irrigación deberá proceder a asentar en registros especiales los cambios de legislación a que se hace mención en el presente capítulo, para su toma de conocimiento.
- Art. 44º:** La presente ley entrará en vigencia a los noventa días de su publicación en el Boletín Oficial.
- Art. 45º:** De forma.

Conclusión evaluación jurídico legal

Luego de un análisis de los instrumentos jurídicos legales que competen a las actividades del proyecto podemos concluir en que se cuenta con una regulación del recurso, lo que resulta muy importante para contribuir a un uso responsable y justo del mismo para todos los usuarios.

Por otro lado, debido a que nos basamos para la formulación de nuestro proyecto en el caudal futuro, producto del trasvase de aguas desde el Río Grande al Río Atuel, resultaría un instrumento indispensable la generación de leyes que tiendan a regular ese nuevo caudal ya que si bien contamos con una gran cantidad de superficie cultivable no todas poseen la misma riqueza en sus suelos necesaria para poder generar una buena producción de hortalizas, frutales, ganados, forrajes, etc. Las propuestas presentadas por la consultora HARZA HISSA UTE denominada "Proyecto de Ley básico" o bien la alternativa "Proyecto de Ley Alternativo"

resultarían de un instrumento legal adecuado a la necesidades que presentaría el departamento bajo la concesión de estas aguas.

Además de lo mencionado anteriormente, debido a que el proyecto propone una modernización en los sistemas de riegos, comparados con los que tradicionalmente se utilizan en el departamento, resultaría necesario como complemento, la implementación de nuevas leyes que regulen los sistemas de riego que se implementen en las zonas que se verán beneficiadas con estas aguas con el fin de crear políticas para lograr disminuir las pérdidas y derroches de agua como las que se generan actualmente debido a los sistemas de riego tradicionales.

MARCO POLÍTICO INSTITUCIONAL

En la actualidad existen numerosos organismos en la órbita nacional, regional y provincial que tienen injerencia directa o tangencial en la investigación, operación de la infraestructura hidráulica, en la agricultura, desarrollo territorial rural y en la evaluación de los impactos ambientales asociados a estas prácticas.

Ámbito Nacional

Manejo del Agua

En el ámbito nacional, la política de la República Argentina en materia de recurso hídrico, se edifica a partir de las disposiciones de la Constitución Nacional que reconoce a los Estados Provinciales todo el poder no delegado al Gobierno Federal. El dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio corresponde a las provincias y las aguas tienen el carácter de bienes del dominio público, de allí que la regulación de su uso esté en manos de las provincias. No existe un Código o una Ley de Aguas de alcance nacional.

Sin embargo, existen diferentes instituciones dedicadas a la regulación del uso de los recursos hídricos.

La **Subsecretaría de Recursos Hídrico**, dependiente de la Secretaría de Obras Públicas, ambas nucleadas dentro del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, interviene en la elaboración y ejecución de la política hídrica nacional y de la política relativa a los servicios públicos de abastecimiento de agua potable y saneamiento. Asimismo, propone el marco regulatorio del manejo de los recursos hídricos y la organización y fortalecimiento del sector de agua potable y saneamiento. Vincula y coordina la acción de las demás jurisdicciones y organismos en la prestación y expansión de estos servicios. Tiene como objetivos:

- Diseñar, coordinar e implementar el *Plan Nacional del Agua* en todo el territorio nacional basado en cuatro ejes de la política hídrica orientados en la necesidad de lograr el desarrollo regional, contribuir a la generación de empleo y disminuir el porcentaje de la población en situación de pobreza. Los ejes del Plan Nacional son: Agua y saneamiento, adaptación del territorio al cambio climático, agua para la producción, y aprovechamientos multipropósito y biomasa. Las metas específicas del Plan Nacional son: alcanzar la provisión de agua potable al 100% de la población, y el 75% en cloacas y desagües, incrementar en un 17,5% las áreas con sistemas de riego sumando más de un millón de hectáreas productivas, adaptar el territorio a los efectos del cambio climático mediante la realización de obras en territorio, y realizar obras de usos múltiples del agua.
- La implementación del *Plan Nacional del Agua* está regida por los principios de preservación de los recursos hídricos, fortalecimiento de capacidades de los actores asociados al agua, la innovación para lograr mejoras prácticas y tecnologías locales al servicio del desarrollo y participación a fin de aumentar el compromiso y responsabilidad de los actores.
- Supervisar y coordinar el accionar del Instituto Nacional del Agua (INA), del Organismo Regulador de Seguridad de Presas (ORSEP), del Ente Regulador de Agua y Saneamiento

(ERAS), de la Agencia de Planificación (APLA), del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA), y de los restantes organismos descentralizados y desconcentrados que se encuentren dentro de su órbita. Asimismo es autoridad de aplicación en los contratos de concesión de agua potable y saneamiento (AYSA).

- Ejercer el contralor del accionar de la Comisión Regional del Río Bermejo (COREBE); del Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO); de la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro; así como de todo otro organismo de gestión de cuencas en representación del Estado Nacional.
- Evaluar los recursos hídricos del país mediante redes, sistemas de observación y monitoreo continuo, y administrar el sistema de información de recursos hídricos. Además participa de la agenda nacional e internacional del cambio climático en asuntos referidos al agua.

Por otro lado, la ***Dirección Nacional de Biodiversidad y Recursos Hídricos*** y la ***Dirección de Gestión Ambiental de Recursos Hídricos y Acuáticos***, pertenecientes a la Subsecretaría de Planificación y Ordenamiento Ambiental del Territorio dentro del alcance de la Secretaría de Política Ambiental, Cambio Climático y Desarrollo Sustentable, todas ellas dependientes del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, son también las encargadas de preservar y monitorear el manejo de los recursos hídricos del territorio nacional. Tienen como propósito:

- Asistir al Director Nacional en la formulación, implementación, monitoreo y evaluación de planes, programas, proyectos, regímenes normativos y acciones tendientes a la protección, preservación, recuperación, utilización racional y gestión ambiental de las aguas, los ecosistemas y el medio social asociados, y la biodiversidad acuática.
- Promover la gestión ambiental de los cursos y cuerpos de agua naturales o artificiales, superficiales, subterráneos y atmosféricos. En particular, en lo referente a la creación de comités de cuenca interjurisdiccionales, la definición de directrices, parámetros, estándares y límites ambientales, y el monitoreo de su calidad y/o disponibilidad, en coordinación con otros organismos competentes.
- Asistir en la ejecución y promoción de buenas prácticas, pautas de funcionamiento operativo, mejoras funcionales, seguimiento y elaboración de recomendaciones y proyectos normativos de presupuestos mínimos ambientales que permitan la efectiva implementación de los preceptos ambientales constitucionales y los instrumentos nacionales e internacionales vinculados al ámbito de su competencia.
- Participar en la articulación, la coordinación y el establecimiento de acuerdos institucionales con el Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), el Consejo Hídrico Federal (COHIFE), organismos locales, nacionales, regionales, multilaterales, bilaterales u otras organizaciones públicas y/o privadas, vinculadas al área de su incumbencia.

El ***Consejo Hídrico Federal (COHIFE)*** por su parte, está integrado por los Estados provinciales de Catamarca, Chaco, Chubut, Corrientes, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Misiones, Mendoza, Neuquén, La Rioja, La Pampa, Río Negro, Santiago del Estero, Santa Cruz, Santa Fe, San Juan, Salta, Tierra del Fuego, Tucumán y por el Estado Nacional a través de la Subsecretaría de Recursos Hídricos. El COHIFE creado en diciembre del 2002, fue el resultado de un acuerdo sobre la conveniencia y necesidad que entre las provincias y la Nación exista una instancia

federal, en la que los puntos de vista de las provincias sean expresados por quienes tienen en ellas la responsabilidad directa de la gestión hídrica.

Se reconoce al Consejo como persona jurídica de derecho público y como instancia federal para la concertación y coordinación de la política hídrica federal y la compatibilización de las políticas, legislaciones y gestión de las aguas de las respectivas jurisdicciones, respetando el dominio originario que sobre sus recursos hídricos les corresponden a las provincias. Tiene como atribuciones:

- Participar en la formulación y el seguimiento estratégico de la Política Hídrica Nacional en el marco de los Principios Rectores de Política Hídrica acordados para la República Argentina, a los fines de una gestión integrada de los recursos hídricos respetando el dominio originario que sobre dichos recursos ostentan las provincias argentinas.
- Promover la formulación de las Planificaciones Hídricas Provinciales que permitan alcanzar los objetivos fijados en los Principios Rectores de Política Hídrica.
- Participar en la formulación y el seguimiento del Plan Hídrico Nacional tendiente a alcanzar los objetivos de la Política Hídrica Federal que fijan los Estados miembros, en articulación de sus políticas y planificaciones provinciales, con el fin de establecer estrategias y prioridades para el desarrollo de los Recursos Hídricos de manera integral, solidaria y coherente.
- Oficiar como instancia mediadora o arbitral, a petición de parte, en todas las cuestiones que se susciten con relación a las aguas interjurisdiccionales.
- Impulsar la gestión integral del recurso hídrico, el uso sostenible y el enfoque ecosistémico del mismo. Proponer criterios para el ordenamiento territorial, la zonificación y prevención de riesgos hídricos.
- Asesorar a las jurisdicciones miembros que lo requieran en todo lo concerniente al uso, aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos, a los servicios públicos vinculados y a las prioridades en el estudio y ejecución de obras.
- Promover un régimen equitativo de distribución de fondos federales para asignar a la gestión de los recursos hídricos, basado en criterios consensuados.
- Impulsar el marco legal para el cumplimiento de los objetivos en materia hídrica propiciando la compatibilización de los distintos ordenamientos jurídicos provinciales que regulan el recurso hídrico, de manera tal de tener una legislación coherente y organizada a los efectos de una mayor eficiencia en la aplicación de las mismas, siguiendo los lineamientos que enuncia el marco de los Principios Rectores de Política Hídrica.
- Propiciar el fortalecimiento institucional de la gestión hídrica en cada Estado a través del establecimiento de una Autoridad Única del Agua.
- Impulsar el ordenamiento administrativo para la estrategia y gestión hídrica de los Estados miembros, promoviendo la autarquía financiera, técnica, administrativa y operativa de los Organismos Hídricos.

Otra de las instituciones abocadas al estudio del recurso hídrico es el **Instituto Nacional del Agua (INA)**, un organismo científico tecnológico descentralizado que tiene por objetivo satisfacer los requerimientos de estudio, investigación, desarrollo y prestación de servicios especializados en el campo del aprovechamiento y preservación del agua. Éste depende de la

Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Es el continuador de las tareas iniciadas en el año 1973 por el Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (INCYTH), lleva 40 años contribuyendo al crecimiento económico, al bienestar social y a la salud ambiental, a través de una gestión equitativa y sustentable del agua. Tiene como finalidad:

- Cooperar con otras entidades del PODER EJECUTIVO NACIONAL, el HONORABLE CONGRESO DE LA NACIÓN y el PODER JUDICIAL DE LA NACIÓN en el cumplimiento de las funciones indelegables del Estado, en las materias que hacen a su competencia.
- Brindar asesoramiento y prestar servicios técnicos de alta especialización a los entes públicos y privados, municipales, provinciales, nacionales, internacionales y extranjeros tanto en programas como en proyectos relacionados con la temática hídrica.
- Promover la capacitación de los recursos humanos de su sector tendiente a intensificar la formación de profesionales, especialistas e investigadores en las áreas temáticas vinculadas a los recursos hídricos.
- Colaborar en la difusión y educación de programas y proyectos en búsqueda de una mayor concientización de los problemas hídricos, en coordinación con las reparticiones competentes.

Con relación al riego propiamente dicho, dentro del Ministerio de Agroindustria de la Nación es necesario destacar el accionar de la Dirección Nacional de Agricultura, perteneciente a la Subsecretaría de Agricultura, en la cual se desarrolla la **Coordinación de Riego** con la misión de diseñar y proponer medidas y acciones alternativas para el diseño y ejecución de políticas públicas para el desarrollo del riego en todo el territorio nacional. Dentro de sus principales funciones se encuentra:

- Coordinar las capacidades, acciones y recursos disponibles en las distintas instituciones nacionales y provinciales (públicas y privadas), universidades, entidades no gubernamentales, asociaciones de productores y demás instancias organizativas, a los efectos de impulsar el potencial productivo de la agricultura

Para ello, dicha Coordinación ha generado un *Plan Nacional de Riego* (PNR) con el fin de subsanar las limitaciones que restringen el desarrollo del riego y estimular las potencialidades del riego en todo el territorio nacional. El objetivo general del PNR busca impulsar el desarrollo integralmente sustentable de la agricultura irrigada en todo el territorio nacional pudiendo duplicar la actual superficie irrigada para llegar al año 2030 con cuatro millones de hectáreas (4.000.000 ha) e incrementar la eficiencia de aplicación del agua para riego. Además plantea:

- Fortalecer las capacidades instaladas en la administración pública nacional y provincial, orientada a la gestión de los sistemas de riego distribuidos en todo el territorio nacional.
- Reforzar las capacidades y el desarrollo de las organizaciones de usuarios de agua de riego en todo el territorio nacional, y la organización institucional de otros agentes intervinientes en el sistema.
- Capacitar a los agentes públicos y privados, partícipes de los distintos sistemas de riego distribuidos en el territorio nacional, en el diseño, ejecución y gestión eficaz y

eficiente de las acciones requeridas para el uso, la expansión, renovación y mantenimiento de los distintos sistemas de irrigación.

- Articular los esfuerzos investigativos de distintas instituciones en los campos del conocimiento y monitoreo de los recursos hídricos aplicables a riego, de la adecuación de la agricultura de irrigación al cambio climático, y del desarrollo y difusión de tecnologías aplicables a mejorar la performance de la agricultura bajo riego.
- Coordinar las capacidades y recursos disponibles en las distintas instituciones nacionales y provinciales en lo atinente al diseño y ejecución de las obras de infraestructura pública destinadas a la expansión, renovación y mantenimiento de los sistemas de riego del país.
- Estimular el desenvolvimiento y la coordinación de acciones de financiamiento públicas y privadas, destinadas a inversiones en la expansión y renovación intrafinca de los sistemas de riego en todo el territorio nacional.
- Fortalecer las actividades encaminadas a la preservación ambiental, desarrollando actividades de concientización destinadas a fomentar la preservación de los suelos y del agua como medida de adaptación frente al cambio climático.
- Coordinar acciones entre el Estado nacional y las provincias en lo atinente a alcanzar un cuerpo legal regulatorio de los esquemas de propiedad y uso del agua, de carácter homogéneo y armónico.

Uso de la tierra

Por otra parte, cabe también destacar la participación de otro sector vinculado con el proyecto en análisis, como es el Ministerio de Agroindustria de la Nación donde se centralizan varias Direcciones Nacionales a cargo de la administración de las tierras en Argentina.

La ***Dirección Nacional de Tierras Rurales***, afín a la Subsecretaría de Coordinación Política, tiene la misión de abordar todos los temas vinculados con la planificación, el uso de las tierras rurales y las actuaciones emergentes de lo establecido en la ley de Tierras, así como también diseñar e implementar políticas públicas para promover el arraigo rural y el desarrollo de las comunidades locales.

La ***Dirección Nacional de Desarrollo Territorial Rural***, nucleada dentro de la Subsecretaría de Desarrollo Territorial, posee la facultad de ejecutar planes, programas y proyectos destinados a atender la problemática del productor agropecuario, el desarrollo regional y territorial, procurando el arraigo y la inclusión social. Entre sus funciones se encuentran:

- Coordinar los planes, programas y proyectos en el ámbito de la Subsecretaría de Desarrollo Territorial ejecutados en el territorio.
- Cooperar en instancias de ejecución, control de los planes, programas y proyectos con las áreas de producción de los Gobiernos Provinciales y Municipales; con las organizaciones sectoriales y con otros organismos públicos y/o privados que actúen en el ámbito de las producciones regionales.
- Regular las acciones de las áreas técnicas de la Subsecretaría de Desarrollo Territorial en el territorio relacionadas con la ejecución de los planes, programas y proyectos.

- Desarrollar y ejecutar los sistemas de monitoreo, seguimiento y evaluación de los planes, programas y proyectos ejecutados en el ámbito de la Subsecretaría de Desarrollo Territorial.
- Disponer y realizar las acciones propuestas por la Subsecretaría de Desarrollo Territorial tendientes a cubrir las necesidades de capacitación, asistencia técnica y extensión rural para los pequeños y medianos productores de las economías regionales.
- Establecer las acciones de promoción y desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas productoras de bienes y servicios propuestos por la Subsecretaría de Desarrollo Territorial.
- Proponer el diseño e implementación de propuestas técnicas que contribuyan a mejorar la implementación de los programas y proyectos de competencia de la Subsecretaría de Desarrollo Territorial.

La ***Dirección Nacional de Programas de Desarrollo Regional***, también relacionada con la Subsecretaría de Desarrollo Territorial, ostenta la tarea de analizar e identificar las restricciones al desarrollo en los distintos territorios, elaborando planes, programas y proyectos destinados a atender la problemática del productor agropecuario, el desarrollo regional y territorial, procurando el arraigo y la inclusión social. Entre sus propósitos cuentan:

- Evaluar, identificar y priorizar las necesidades específicas de los pequeños y medianos productores agropecuarios de las economías regionales.
- Elaborar planes, programas y proyectos destinados a atender la problemática del productor agropecuario, promoviendo su participación en las economías regionales en torno a iniciativas de desarrollo local, proyectos productivos y de emprendimiento, con la incorporación y transferencia de tecnología.

La ***Dirección Nacional de Fortalecimiento Institucional y Apoyo a las Organizaciones de la Agricultura Familiar***, vinculada a la Subsecretaría de Ejecución de Programas para la Agricultura Familiar, tiene como objetivo fortalecer y apoyar a las Organizaciones de la Agricultura Familiar, en el ámbito conformado por cada una de las Coordinaciones provinciales de la Secretaría de Agricultura Familiar (SAF). Esto promueve el desarrollo de las Economías Regionales y el crecimiento de un sector que día a día abastece a los hogares argentinos con alimentos saludables. Entre sus funciones encontramos:

- La vinculación real con las veintidós (22) Coordinaciones SAF de todo el país y con los Ministerios provinciales, para llevar adelante convenios que permiten fortalecer al sector.
- Se diseñan y ejecutan Convenios Marco y/o Convenios Específicos que dan lugar a nuevas oportunidades de desarrollo a través de instituciones de gobierno como INTA, SENASA ó INTI, entre otros.
- Desde el ámbito productivo se trabaja en articulación con las Coordinaciones para promover las organizaciones de productores nucleadas en Cooperativas, Consorcios, Organizaciones No Gubernamentales (ONG), o Asociaciones. Es este enlace entre lo institucional y lo productivo, lo que permite visualizar las cualidades del sector y

potenciar sus oportunidades de crecimiento. Y allí residen nuestras funciones específicas.

Dentro de la Subsecretaría de Agricultura de la Nación se está desarrollando la ***Dirección Nacional de Fruticultura y Horticultura***, con el objetivo de realizar un abordaje integral para analizar las problemáticas del sector y presentar lineamientos para avanzar hacia una agenda común en el mediano plazo. Además se pretende la creación del *Plan Frutihortícola Nacional* cuyos lineamientos principales tenderán a incrementar el consumo de frutas y hortalizas en cuatro años, y específicamente del sector hortícola, apunta a alcanzar los 1000 millones de dólares en exportaciones.

Otra de las instituciones a tener en cuenta dentro del análisis, es el ***Consejo Federal Agropecuario (CFA)*** el cual es un organismo de asesoramiento y consulta por parte del Poder Ejecutivo en todas aquellas cuestiones atinentes al sector agropecuario y pesquero, que por su impacto en las economías regionales o provinciales así lo requieran.

Está presidido por el Secretario de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación, e integrado por los titulares de los Ministerios o Secretarías de Estado competentes en materia agropecuaria y pesquera. Sus funciones son:

- Proponer acciones coordinadas en los sectores públicos nacionales y provinciales en función de la definición y el cumplimiento de las políticas agropecuarias y pesqueras.
- Proponer las medidas destinadas a lograr la complementación y eficiencia de la actividad gubernamental de las distintas jurisdicciones en materia agropecuaria y pesquera.
- Analizar los problemas del sector agropecuario y pesquero que interesen a más de una provincia o aquellos que siendo del interés de una provincia incidan en el interés nacional, proyectando soluciones para cada caso.
- Dictaminar en las consultas que le formule el Poder Ejecutivo.

Por otro lado, el ***Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)*** es un organismo estatal descentralizado con autarquía operativa y financiera, dependiente del Ministerio de Agroindustria de la Nación. Fue creado en 1956 y desde entonces desarrolla acciones de investigación e innovación tecnológica en las cadenas de valor, regiones y territorios para mejorar la competitividad y el desarrollo rural sustentable del país. Sus esfuerzos se orientan a la innovación como motor del desarrollo e integra capacidades para fomentar la cooperación interinstitucional, generar conocimientos y tecnologías y ponerlos al servicio del sector a través de sus sistemas de extensión, información y comunicación.

La institución tiene presencia en las cinco ecorregiones de la Argentina (Noroeste, Noreste, Cuyo, Pampeana y Patagonia), a través de una estructura que comprende: una sede central, 15 centros regionales, 52 estaciones experimentales, 6 centros de investigación y 22 institutos de investigación, y más de 350 Unidades de Extensión.

El resultado del trabajo del INTA le permite al país alcanzar mayor potencialidad y oportunidades para acceder a los mercados regionales e internacionales con productos y servicios de alto valor agregado.

Por su parte, dos entidades privadas creadas por la Institución en 1993, *INTEA S.A.* y *Fundación ArgenINTA*, se suman para conformar el Grupo INTA.

El *INTEA S.A.* es una entidad de derecho privado y conformada mayoritariamente por el INTA, con la finalidad de contribuir al desarrollo, difusión y comercialización de tecnologías apropiables generadas por el INTA o adquiridas en forma propia o asociada, destinadas particularmente a mejorar la empresa agraria y la vida rural. Su principal objetivo es la generación de negocios basados en la comercialización de tecnologías, bienes y patentes de su propiedad o cuya venta le sea encomendada por terceros, aplicables en el ámbito agropecuario, agroindustrial y agroalimentario.

La *Fundación ArgenINTA* es una entidad civil sin fines de lucro. Sus principales objetivos son los de facilitar la procuración de recursos, promover el asociativismo, impulsar las actividades científicas y ayudar a la consecución de los objetivos del INTA. Para ello, cumple diferentes funciones de apoyo como, por ejemplo, la formación y capacitación, la implementación de normas de calidad, las auditorías y el desarrollo de proyectos de calidad y administración de recursos de convenios del INTA.

Organismos interjurisdiccionales

Manejo del Agua

El aprovechamiento de las aguas en cuencas que abarcan varias provincias, es fuente de permanente conflicto. Su regulación conforme a disposiciones constitucionales y jurisprudencia de la Corte Suprema de Justicia de la Nación, debe someterse a tratados interprovinciales o regionales. En la actualidad, Mendoza forma parte del Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO), en el que participan las provincias de Neuquén, Río Negro, La Pampa y Buenos Aires. Esta es la experiencia más exitosa en cuanto a gestión de cuenca en el ámbito nacional y ha sido fuente de inspiración para que numerosas provincias avancen en la gestión del recurso hídrico al nivel de cuenca.

El ***Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO)*** es una entidad interjurisdiccional que está en plena tarea de estímulo y fiscalización de los estudios y obras en proyecto o ejecución en la Cuenca dentro del objetivo que le marca la ley, de asegurar la ejecución del Programa Único de Habilitación de Áreas de Riego y Distribución de Caudales del Río Colorado.

El órgano superior del COIRCO es el Consejo de Gobierno, integrado por los gobernadores de las provincias signatarias y por el Ministro del Interior de la Nación. El Consejo de Gobierno es el encargado de fijar la acción y la política general que deberá seguir el organismo. Las responsabilidades ejecutivas corresponden al Comité Ejecutivo, integrado por un representante de cada provincia y uno de la Nación. La presidencia del comité es ejercida siempre por el representante de la Nación. El Comité Ejecutivo opera a través de un sistema gerencial, cubierto por concurso.

El funcionamiento del COIRCO está financiado mediante aportes que, expresamente, destinan el Gobierno Nacional y las provincias.

Entre las principales responsabilidades del COIRCO están:

- Fiscalizar el cumplimiento del régimen de distribución de caudales establecido en el Programa Único acordado.
- Establecer su ejecución gradual y coordinada.
- Decidir sus reajustes de conformidad al conocimiento de la cuenca y su comportamiento en las distintas etapas de su ejecución.
- Controlar los proyectos y planes de operación y mantenimiento de obras ejecutadas o a ejecutar en la cuenca, así como el caudal y la salinidad de los retornos de las obras de regadío.
- Centralizar la información disponible existente.
- Completar los estudios y evaluación de los recursos hídricos de la cuenca en función de su objeto.
- Ajustar temporariamente los caudales derivados por las provincias ribereñas cuando las variaciones del derrame así lo impongan.
- Decidir las modificaciones a la distribución de caudales establecidas en el Programa Único acordado.

Ámbito provincial

Manejo del Agua

Existen en Mendoza varios organismos públicos y privados, que tienen injerencia e influencia en el manejo y operación del recurso hídrico, en distintas etapas del proceso de captación, distribución y aprovechamiento del mismo.

Uno de ellos es el **Departamento General de Irrigación (DGI)** que es un organismo público descentralizado, que administra el recurso hídrico en la provincia de Mendoza, reglamentando y fiscalizando su uso. Tiene autarquía institucional, presupuestaria y jerarquía constitucional. Su función principal es la de administración general de las aguas públicas y son de su competencia todos los asuntos referidos al recurso hídrico, lo mismo que la preservación, distribución y regulación de las aguas en sus cauces naturales y artificiales. Su visión es ser protagonista, junto a la comunidad organizada, del desarrollo humano y productivo de Mendoza, a través de la gestión integrada del agua, asegurando la sustentabilidad, equidad y eficiencia. Tiene como misión principal:

- Gestionar conjuntamente con las organizaciones de usuarios el recurso hídrico para el abastecimiento poblacional y productivo de la Provincia de Mendoza.

El Departamento General de Irrigación como se dijo es un ente autárquico, cuya estructura tiene una base organizativa, similar a los poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial.

El Superintendente, máxima autoridad del DGI, es el Ejecutivo de la institución; luego, a través del Honorable Tribunal Administrativo y Honorable Consejo de Apelaciones, se tratan las resoluciones dictadas consensuadamente.

- *Superintendente General de Irrigación*: Máxima autoridad ejecutiva y política de la repartición. Entiende en todo aquello que implica el manejo del recurso hídrico y la defensa contra las acciones de contaminación. Es el responsable de la administración

del recurso hídrico y de la aplicación de la Ley General de Aguas. Su nombramiento es a propuesta del Poder Ejecutivo y debe ser ratificado por el Senado Provincial, cuenta con representantes por cuenca, denominados *Subdelegados de Aguas*, cuya función es ejercer la administración de cada una en particular.

- *Honorable consejo de apelaciones (HCA)*: Órgano colegiado con facultades jurisdiccionales. Constituye el tribunal de última instancia administrativa en los asuntos vinculados al uso y distribución de las aguas, que no hayan sido resueltos en primera instancia por el Superintendente. Está conformado por cinco miembros nombrados por el Poder Ejecutivo con acuerdo del Senado Provincial. Tiene a su cargo la justicia administrativa de todos los aspectos vinculados al recurso hídrico.
- *Honorable tribunal administrativo (HTA)*: Órgano colegiado integrado por los cinco miembros del HCA y el Superintendente. Desempeña las siguientes funciones:
 - a) *Facultad Impositiva y Presupuestaria*: sanciona el presupuesto anual del DGI, fija el canon de uso y los aranceles por los derechos, así mismo aprueba las elecciones de las autoridades de las Inspecciones de Cauce.
 - b) *Facultad Reglamentaria*: dicta reglamentos internos y externos de cumplimiento obligatorio para todos los usuarios de la Provincia.

El DGI lleva a cabo un plan estratégico de los recursos hídricos de Mendoza, llamado “Plan Agua 2020”. El mismo tiene por objetivo obtener y proyectar, en un horizonte temporal definido, los máximos estándares posibles de eficacia, eficiencia, sustentabilidad, equidad, calidad y competitividad, en la gestión integrada de los recursos hídricos de la provincia. Se define como un proceso que promueve el desarrollo y gestión del agua, en forma coordinada con la tierra y los recursos asociados, para maximizar el resultante bienestar económico y social, de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales. Esto exige trascender las consideraciones específicamente técnicas e incorporar también las dimensiones humana-social, económica-productiva, y ambiental-territorial, a fin de disponer de la base de conocimientos necesaria para la definición de una nueva visión del “Sistema de Recursos Hídricos” y el establecimiento de políticas de recursos hídricos de mediano y largo plazo.

En relación con el DGI, un elemento que distingue la gestión del agua en Mendoza es la participación de los usuarios, a través de las *Inspecciones de Cauce*. Su función específica es la administración de la red secundaria de riego, con facultades de control y sanción. Los miembros de las Inspecciones de Cauce están facultados para elegir sus autoridades de cauce y administrar sus rentas. Las mismas poseen autarquía, aunque sujetas al control que ejerce el Departamento General de Irrigación, tanto desde el punto de vista legal como presupuestario.

Son organismos administrativos descentralizados con jurisdicción funcional y territorial, que gozan de autonomía y autarquía. Existen 163 Inspecciones de Cauce que cumplen un importante papel en materia de derechos de aprovechamiento del recurso hídrico, ya que ejercen el poder de policía en los cauces de riego, fiscalizando el correcto uso de las aguas y asignan a cada derecho los volúmenes concedidos. Son los jueces de primera instancia ante un conflicto legal por los derechos de aprovechamiento. Algunas Inspecciones de Cauce han asumido voluntariamente funciones de policía en la gestión del agua subterránea para complementar los derechos de riego provenientes de diversas fuentes.

Por otro lado, dentro del DGI se encuentran los **Consejos de Cuenca** los cuales son órganos de carácter meramente consultivo y no vinculante al proceso de toma de decisiones. Cada cuenca cuenta con su respectivo Consejo y a pesar de ser un mecanismo de consulta relativamente nuevo, goza de la confianza de los usuarios. El mayor éxito de los Consejos de Cuenca es haber sometido a discusión la totalidad de temas de interés general. Constituyen un ámbito de información para los usuarios y se han cosechado importantes logros en la búsqueda permanente de consenso.

Dentro del Instituto Nacional del Agua se halla el **Centro Regional Andino-Mendoza (CRA)** que tiene por objetivos:

- Realizar los estudios e investigaciones en el área de los recursos hídricos de la región andina, coordinar las acciones de recopilación, análisis y evaluación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos para el mejor conocimiento de los procesos hidrológicos e hidrogeológicos en las cuencas hídricas de su área de influencia.
- Coordinar y ejecutar los proyectos de desarrollo y asistencia técnica de alta especialización en las siguientes áreas temáticas: hidrología operativa, hidrología aplicada nival, aluvional y urbana; aguas subterráneas; eficiencia del uso del agua para riego; ingeniería de drenaje y mantenimiento del balance salino; optimización del diseño, operación y conservación de sistemas de riego y drenaje; calidad de aguas e identificación y evaluación de impactos ambientales.
- Prestar los servicios técnicos, internos y externos, de apoyo en teledetección, fotointerpretación, cartografía y dibujo, digitalización de datos cartográficos y operación de sistemas de información geográfica, estadística, cálculo y análisis de sistemas.

También vinculado con el proyecto, en cuanto a las obras de desagües naturales y artificiales planteadas es que se debe destacar el accionar en el ámbito del Ministerio de Economía, Infraestructura y Energía de Mendoza, como parte de la Subsecretaría de Infraestructura, la **Dirección de Hidráulica** que es la autoridad con injerencia directa en lo relacionado a los ríos entre sus líneas de ribera, cauces aluvionales o arroyos secos como así también en lo que refiere a obras de defensa aluvional.

Uso de la tierra

Asimismo, se hace necesario citar en correspondencia con el manejo de las tierras en la región, a la **Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial** de la provincia (anteriormente Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales), a quien le corresponde planificar, gestionar y ejecutar las políticas tendientes a promover un uso y explotación de la tierra y de los recursos naturales de Mendoza con una función social y sustentable en términos ambientales, reforzando el rol del Estado como ordenador, regulador y promotor del bien común. Entre los objetivos se observan algunos relacionados con el proyecto que se analiza como son:

- Promover la ejecución y la planificación de las políticas de desarrollo territorial y planes de uso de la tierra de conformidad a la normativa vigente.

- Realizar acciones tendientes a promover asentamientos poblacionales en zonas habilitadas con el objeto de poner en valor las características productivas y de desarrollo regional de cada zona.
- Potenciar la inversión privada, adecuándola a los planes de desarrollo y ordenamiento territorial del Estado de manera tal de incentivar la creación de puestos de trabajo.
- Ejecutar y controlar el cumplimiento de las normas de impacto ambiental.
- Impulsar y fomentar la coordinación entre el Estado Provincial y los Municipios en el trazado de las políticas de desarrollo urbano y territorial, garantizando la participación de los ciudadanos y de las organizaciones intermedias, mediante su información y respeto por su derecho de iniciativa, propiciando la solución concertada de diferencias y conflictos.
- Prevenir y controlar el avance de la desertificación, trazar políticas específicas de recuperación para subregiones deprimidas, deterioradas o en involución ambiental, procurando el aprovechamiento de potencialidades endógenas y el arraigo de sus habitantes en condiciones adecuadas de calidad de vida evitando desigualdades territoriales.
- Promover el uso racional de los recursos naturales disponibles, coordinando con los Municipios los planes y políticas que tracen al respecto.
- Ejecutar las acciones en materia de política y gestión ambiental provincial tendientes a la preservación, conservación, defensa y mejoramiento de los ambientes naturales, urbanos y agropecuarios y todos sus elementos constitutivos.
- Disponer, con autorización legislativa en los casos que así corresponda, la afectación al uso público de las tierras de propiedad de la Provincia de Mendoza priorizando su aplicación a planes de vivienda y/o de desarrollo productivo que se instrumenten a través de las carteras ministeriales correspondientes.
- Controlar el cumplimiento de las normas ambientales en las actividades petroleras, mineras y todas aquellas vinculadas a la utilización de recursos naturales.

Dicha Secretaría ha elaborado un *Plan Provincial de Ordenamiento Territorial*, el cual es una norma que contiene un conjunto de directrices y lineamientos, acciones, programas, criterios, ejes de articulación provincia-municipio e instrumentos de planificación, gestión, ejecución control y coordinación que permiten orientar y administrar el desarrollo del territorio.

Ha sido elaborado con la finalidad de indicar las medidas correctivas, de conservación y de desarrollo territorial, que las reparticiones y organismos provinciales, centralizados y descentralizados y los municipios deberán cumplir e implementar en el corto, mediano y largo plazo, garantizando la interacción entre las distintas instituciones y los mecanismos de participación social. Su finalidad es establecer objetivos para el desarrollo sustentable del territorio, buscando armonizar la realización de las diferentes actividades humanas con el cuidado del ambiente y el “buen vivir”.

El plan busca responder a la complejidad del territorio mendocino, contemplando tanto la división política-administrativa como las zonas irrigadas y no irrigadas, áreas urbanas, rurales, naturales y de interfases y áreas sujetas a regímenes especiales (de valor ambiental, económico, cultural, paisajístico y patrimonial). Se procura armonizar el interés público y privado y las competencias entre la Nación, la Provincia y los Municipios. Una constante en la

realización del mismo ha sido la preservación de los bienes comunes, tanto tangibles como intangibles, haciendo hincapié en los suelos productivos y en las áreas de fragilidad ambiental, las patrimoniales, paisajísticas, culturales, y las que se encuentran sometidas a riesgos tanto naturales como antrópicos.

Otro de los ámbitos que tienen injerencia con el proyecto en análisis es el Ministerio de Economía, Infraestructura y Energía de Mendoza donde se encuentran nucleadas las distintas Subsecretarías relacionadas con la agricultura, la ganadería, los alimentos, industria y tecnologías.

La **Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Alimentos** tiene por misión la planificación, organización, dirección y control de las estrategias y políticas de desarrollo de los sectores agroalimentarios y sistemas de calidad. Participar en la planificación de las distintas herramientas, programas y diseño de infraestructura de asistencia a los sectores productivos en coordinación con los organismos de nivel nacional, provincial y municipal, públicos y privados en las áreas de gestión de infraestructura, información, calidad, financiamiento y desarrollo de mercados. Sus principales funciones son:

- Identificar las necesidades de los distintos sectores productivos de su competencia y realizar los estudios que sean necesarios con la finalidad de coordinar las articulaciones del sector público y privado.
- Determinar los objetivos y metas a cumplir para la satisfacción de estas necesidades del sector público y privado en el área de su competencia.
- Promocionar programas que permitan asegurar un nivel de calidad adecuado en las diferentes producciones provinciales.
- Organizar la prestación de los servicios del Estado en el área de su competencia, mediante la asignación de los recursos humanos y materiales en las distintas unidades organizativas de sus dependencias.
- Dirigir la ejecución de las políticas, acciones y prestaciones de servicios en el área de su competencia.
- Controlar los resultados de la ejecución de políticas, planes, programas, acciones y prestaciones de servicios, proponiendo las acciones correctivas que sean necesarias en el área de su competencia.
- Informar al Poder Ejecutivo Provincial, directamente o a través de su superior jerárquico y a la comunidad, sobre los resultados de la ejecución de políticas, planes, programas, acciones y prestaciones de servicios y sobre la marcha de tales acciones en el ámbito de su competencia.
- Coordinar sus actividades con otras áreas del Estado, para otorgar soluciones integrales a la población.
- Coordinar el análisis transversal del complejo productivo y su pertinente planificación.
- Coordinar el Subprograma Clusters.
- Mediar en la relación institucional de la Fundación Instituto de Desarrollo Rural (I.D.R.) con el Ministro de Agroindustria y Tecnología.
- Mediar en la relación institucional de la Entidad de Programación del Desarrollo Agropecuario (EPDA) con el Ministro de Agroindustria y Tecnología.

- Mediar en la relación institucional del Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA) con el Ministro de Agroindustria y Tecnología.

Como parte de la Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Alimentos de Mendoza se encuentra la ***Dirección de Agricultura Familiar y Desarrollo Rural*** que tiene por función la planificación, organización, ejecución y control de políticas y estrategias de desarrollo rural, especialmente destinadas a familias de pequeños productores y obreros rurales, tendientes a mejorar la calidad de vida de estas comunidades en un marco de equidad social y sustentabilidad.

También se localiza dentro de la Subsecretaría el ***Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza (ISCAMEN)*** cuya finalidad es optimizar las condiciones agroecológicas de la provincia de Mendoza mejorando la sanidad y calidad de los productos vegetales y animales producidos y/o consumidos en el territorio provincial, aumentando sus posibilidades competitivas a nivel nacional e internacional. Tiene entre sus funciones:

- Investigar y experimentar nuevas tecnologías tendientes a mejorar la sanidad y calidad de la producción agrícola.
- Recopilar, sistematizar y difundir información relativa a la sanidad vegetal, organismos nocivos, plagas y enfermedades, medidas y productos para combatir, así como sobre la legislación nacional e internacional en la materia.
- Asesorar al Gobierno de la Provincia sobre gestiones y concreción de convenios y contratos relativos al desarrollo de políticas fitozoosanitarias concernientes a la actividad.
- Establecer la nómina y categorización de las plagas y enfermedades u organismos nocivos.
- Ejecutar, cuando razones de interés general así lo requieran, campañas de lucha contra las plagas y especies depredadoras de la agricultura.
- Crear y organizar registros que faciliten sus funciones de contralor sanitario.
- Fiscalizar y certificar la sanidad y calidad de los productos vegetales, producidos y/o consumidos en la Provincia.

Por otro lado dentro del Ministerio también se encuentra la Subsecretaría de Industria y Tecnológica donde se centralizan:

La ***Dirección de Industria y Comercio*** que tiene como propósito diseñar y ejecutar políticas de control y fiscalización de las actividades agroindustriales y comerciales, que aseguren la calidad, sanidad y genuinidad de la producción, la sana competencia y la transparencia de los mercados. Entre sus funciones se pueden mencionar:

- Instrumentar y aplicar normas nacionales y provinciales, como organismo de aplicación, vinculadas al control de las actividades productivas y comerciales.
- Realizar estudios, análisis comparativos, ensayos y controles de calidad de bienes y servicios y difundir sus resultados.
- Promover que las empresas productoras de agroalimentos adopten sistemas de calidad nacionales y/o internacionales de autocontrol y/o logren certificaciones internacionales de calidad.

- Fiscalizar el cumplimiento, cuando corresponda, del protocolo de producción de los agroalimentos en los aspectos y momentos que considere necesarios.
- Realizar los análisis de productos tomados en muestras en comercios y agroindustrias para verificar el cumplimiento de la normativa vigente y asegurar su calidad e inocuidad.

Y la **Dirección Provincial de Vitivinicultura** con el objetivo general de acompañar al sector vitivinícola para lograr que sea sustentable y sostenible y que el eje de distribución de toda la cadena sea equitativo. Trabaja para que toda la vitivinicultura pueda tener mayores niveles de sustentabilidad y que la distribución general de la renta permita que toda la cadena se beneficie.

Otra de las entidades que se relacionan con el proyecto es **Fundación Instituto de Desarrollo Rural (IDR)** que es un instituto de excelencia técnica al servicio del productor, de referencia en el desarrollo rural por brindar información agroalimentaria actualizada y la mayor calidad en los servicios de asesoramiento, capacitación y búsqueda de financiamiento para emprender proyectos productivos sustentables. Trabaja en coordinación permanente con instituciones, comunidades rurales y actores afines y está integrada por 35 entidades; 7 de ellas son estatales y 28 son privadas. Tienen como objetivo promover el arraigo a la tierra mejorando la calidad de vida de la familia rural, a partir de la generación de información y la ejecución de programas y proyectos que conduzcan al desarrollo sustentable del territorio.

Además, Mendoza cuenta con la **Secretaría de Agricultura Familiar** que depende del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación. Ésta tiene por objetivos:

- Diseñar, proponer y coordinar la ejecución de políticas, planes y programas atendiendo a las necesidades específicas de las diversas organizaciones, regiones y sectores agroproductivos vinculados a la agricultura familiar, identificando los factores que afectan el desarrollo del sector.
- Identificar, diseñar y ejecutar políticas y programas que atiendan las necesidades específicas del sector de la agricultura familiar.
- Coordinar la elaboración de propuestas de políticas de desarrollo agropecuario y la formulación y seguimiento de proyectos sectoriales con financiamiento interno y/o externo.
- Entender en la coordinación de acciones tendientes a impulsar la modernización, reconversión, complementación y diversificación de las economías regionales relacionadas con la agricultura familiar, tanto en la producción primaria como en la cadena agroindustrial asociada, vinculando su accionar con las áreas pertinentes.
- Coordinar las instancias de relaciones institucionales con el Foro y las organizaciones de la Agricultura Familiar.
- Ejercer, en forma conjunta con la SECRETARIA DE DESARROLLO RURAL, la Coordinación Nacional de la Reunión Especializada sobre Agricultura Familiar del MERCADO COMUN DEL SUR (MERCOSUR).

La **Coordinación Mendoza** es la representación provincial de la Secretaría y está conformado por un equipo de técnicos y técnicas que trabajan en todo el territorio y abordan interdisciplinariamente la realidad de la agricultura familiar de Mendoza.

Ámbito departamental

Dentro del departamento de San Rafael se hace necesario mencionar a la Municipalidad de San Rafael, la cual cuenta con áreas que están relacionadas con el proyecto en estudio como es la **Secretaría de Ambiente, Obras y Servicios Públicos** donde se nuclean la Subsecretaría de Obras Públicas, la Coordinación de Medio Ambiente, Coordinación General de Ordenamiento Territorial, entre otras, quienes son las encargadas de evaluar y respaldar la viabilidad de los distintos proyectos dentro del departamento.

Asimismo, es de suma importancia la participación del municipio ya que tiene las facultades necesarias para atender eficazmente a todos los intereses y servicios locales, a través del Poder Ejecutivo y el Honorable Concejo Deliberante.

Por otro lado, en el ámbito privado se debe mencionar **Cámara de Comercio, Industria y Agropecuaria** que nació como una necesidad de cooperación, entre los hombres de trabajo que tenían la responsabilidad de encauzar el incipiente adelanto agrícola de la región. Es una asociación civil con fines gremiales y de defensa de los intereses generales y de las fuerzas activas del Departamento de San Rafael.

En este mismo ámbito se encuentra la **Sociedad Rural de San Rafael** que es una Organización sin Fines de Lucro que brega por la defensa de la dignidad del productor agropecuario y el crecimiento de la actividad, respetando la Ley y las Instituciones. Tiene por propósito poner en valor la dignidad del sector agropecuario como parte de la economía regional y nacional, y la defensa de las tradiciones, valores, historia y forma de vida de la gente que trabaja el agro.

Conclusión evaluación político institucional

Basándose en el análisis de las distintas entidades con posible intervención en el proyecto, y teniendo en cuenta que para que éste se lleve a cabo es necesaria la realización del trasvase del Río Grande al Río Atuel, como primera medida dentro de la evaluación político-institucional se debe contar con la creación efectiva de instituciones y políticas reguladoras de las nuevas aguas, como así también con la modernización de los organismos actuales.

Dentro de este contexto, el documento generado por la consultora HARZA-HISSA UTE, denominado "Aprovechamiento Integral del Río Grande" plantea, dentro de un posible Proyecto de Ley Básico, la conformación del "Organismo de la Cuenca Hidrográfica del Río Grande trasvasado - Río Atuel - Río Malargüe" y el "Organismo de la Cuenca Hidrográfica del Río Diamante", ambos como organismos públicos hídricos dependientes del Departamento General de Irrigación, que tendrán como función y responsabilidad administrar las aguas de los ríos que involucran, conforme a las normas y reglamentos que oportunamente se dicten a tal fin. Deberán, además, promover y desarrollar la administración, planificación y gestión de los recursos hídricos pertenecientes a la cuenca, conforme a los criterios de sustentabilidad ambiental, racionalidad y uso armónico, conjunto e integral de las aguas y de los recursos naturales vinculados con la cuenca. Dicho proyecto de ley establece también, que el

Departamento General de Irrigación será Autoridad Hídrica de Aplicación en las formas y condiciones que determine oportunamente la reglamentación.

Se ha considerado por parte de la consultora, la posibilidad de presentar un proyecto de ley alternativo, que responde a la circunstancia de que el texto básico podría ser considerado eventualmente demasiado innovador, que altere el sistema vigente de la Ley General de Aguas y que, por ello, genere demasiada resistencia u oposición en sectores políticos, sociales y económicos vinculados con el manejo y administración del agua.

Este proyecto alternativo, propone la creación del “Consejo Asesor de la Cuenca Hidrográfica del Río Grande trasvasado - Río Atuel - Río Malargüe” y el “Consejo Asesor de la Cuenca Hidrográfica del Río Diamante”, ambos como organismos consultivos hídricos dependientes de las Subdelegaciones del Departamento General de Irrigación, los que funcionaran conforme a las normas y reglamentos que oportunamente se dicten a tal fin. Tendrán como función y objetivo asesorar a las Subdelegaciones del Atuel y del Diamante y a la Jefatura de Malargüe, con el propósito de promover y desarrollar la administración, planificación y gestión de los recursos hídricos pertenecientes a la cuenca, conforme a los criterios de sustentabilidad ambiental, racionalidad y uso armónico, conjunto e integral de las aguas y de los recursos naturales vinculados con la cuenca, el ordenamiento de los usos de las aguas y los derechos otorgados al respecto y la participación coordinada de los distintos usuarios.

Por otro lado, es necesario que tanto el gobierno provincial como el departamental, actualicen sus diferentes áreas de participación, tanto en el manejo de las aguas como en el uso y explotación de las tierras, para poder dar el respaldo necesario a los diferentes actores involucrados, formulando planes para el manejo integrado de los recursos naturales y productivos con la participación de los usuarios, e incentivando programas de mercado y comercialización de los productos agrícolas, tanto a nivel nacional como internacional.

CONCLUSIÓN

Con el proyecto propuesto se logra aumentar la eficiencia del sistema de riego, optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico y mejorar el desempeño productivo de la zona de localización. Se alcanza un nivel de diseño de prefactibilidad.

La tecnología involucrada en la ejecución de las obras y la operación del sistema, como materiales, equipos, herramientas, personal y organización, se encuentra disponible en la zona sur de la provincia de Mendoza. Los beneficios sociales que genera el proyecto, el dinamismo económico, la creación de empleos, el aumento en la calidad de vida y la valorización de las tierras permiten alcanzar la sustentabilidad ambiental. Para la explotación del excedente hídrico producto del trasvase del Río Grande al Río Atuel resulta necesaria la implementación de nuevos instrumentos legales que regulen el uso del recurso. Se precisa contar con políticas integrales, que contemplen la expansión del sector primario como eje principal de la economía regional. Es oportuna la modernización de las instituciones involucradas para fortalecer el desarrollo agropecuario.

Actualmente, la escasez de recursos naturales es uno de los principales problemas que enfrenta la humanidad. El uso racional del agua es imprescindible para el crecimiento regional y global. El ordenamiento territorial, la implementación de proyectos que optimicen la utilización de los recursos y la concientización de la sociedad al respecto, son el único camino para conseguir la sustentabilidad tanto económica como ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

Antonietti, Andrea (2013). Costos de Producción Frutícola. Mendoza: Instituto de Desarrollo Rural.

Biondi, Roberto (2016). Desempeño del Riego Superficial en la Zona de Regadío de la Cuenca del Río Diamante. San Rafael: Departamento General de Irrigación.

Camacho Martínez, Javier (2011). Manual Práctico de Balsas Agrícolas. Andalucía: Consejería de Medio Ambiente.

Carrión, Rolando (2015). Medición del Agua de Riego. Rivadavia: Marta Laura Paz.

Ciancaglini, Nicolás (2015). Riego Superficial. Rivadavia: Marta Laura Paz.

Das, Braja (2006). Principios de Ingeniería de Cimentaciones. México D.F.: Thomson Editores.

Domínguez, Francisco (1978). Hidráulica. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

Fratelli, María Graciela (1993). Suelos, fundaciones y Muros. Caracas: Bonalde Editores.

Garduño, Héctor (2003). Administración de Derechos de Agua. Roma: FAO.

Granados García, Alfredo (2013). Criterios para el Dimensionamiento de Redes de Riego Robustas frente a Cambios en la Alternativa de Cultivos. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Guaschino, Honorio (2012). La Unidad Económica Familiar. Buenos Aires: Universidad de Lomas de Zamora.

Guzmán Meza, Lientur (2008). Guía de Laboratorio de Materiales de Ingeniería. Santiago de Chile: Universidad de Santiago de Chile.

Kraemer, Carlos (2003). Ingeniería de Carreteras Volumen 1. España: McGraw-Hill.

Kraemer, Carlos (2004). Ingeniería de Carreteras Volumen 2. España: McGraw-Hill.

Liotta, Mario (2015). Riego por Goteo. Rivadavia: Marta Laura Paz.

Liria Montañés, José (2001). Canales Hidráulicos: Proyecto, Construcción, Gestión Y Modernización. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

López Cualla, Ricardo Alfredo (1999). Diseño de Acueductos y Alcantarillados. México D.F.: Alfaomega.

Nucifora Carrasco, María Silvia (2006). Gerenciamiento de Proyectos y Obras. Buenos Aires: Arquitectas Asociadas.

Planells, P. (1999). Criterios para el Diseño de Redes Colectivas de Riego. La Mancha: Universidad de Castilla.

- Pochat, Víctor (2005). Entidades de Gestión del Agua a Nivel de Cuencas experiencia de Argentina. Santiago de Chile: CEPAL Naciones Unidas.
- Ruiz Freites, Santiago (2014). Gestión de Derechos de Agua. Mendoza: Waterweek.
- Sapag Chain, Nassir (2011). Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación. Santiago de Chile: Pearson.
- Suárez López, Joaquín (2005). Manual de Conducciones Uralita. Madrid: Thomson Editores.
- Tarjuelo, J. M. (2010). Presión y Caudal Necesarios en Cabecera de Redes de Riego a la Demanda Según la Calidad de Servicio Deseada. La Mancha: Universidad de Castilla.
- Terzariol, Roberto (2003). Diseño Sísmico de Estructuras de Contención en Suelos Granulares. Córdoba: Universidad nacional de Córdoba.
- Valle Rodas, Raúl (1963). Carreteras, Calles y Aeropistas. Caracas: El Ateneo.
- Ven Te Chow, Ph. D (1994). Hidrología Aplicada. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.
- Ven Te Chow, Ph. D (2004). Hidráulica de Canales Abiertos. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.
- Lastra, Fabio (2009). Apuntes de Hidráulica. San Rafael: Universidad Tecnológica Nacional.
- Liseno, Federico (2010). Apuntes de Hidrología. San Rafael: Universidad Tecnológica Nacional.
- Reglamento CIRSOC 101 (2005). Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y Otras Estructuras. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Reglamento CIRSOC 103 (2008). Construcciones Sismorresistentes. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Reglamento CIRSOC 201 (2005). Estructuras de Hormigón Armado. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Rural (2005). Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito. Perú: Ministerio de Transporte y comunicaciones.
- Departamento General de Irrigación (2004). Unificación Canales Elena, La Llave y Vidalino.
- Dirección Nacional de Vialidad (1998). Pliego de especificaciones Técnicas Generales.

APÉNDICE

Índice de figuras

- Figura 1.** Área de Proyecto
- Figura 2.** Red de conducción secundaria
- Figura 3.** Unidades de riego
- Figura 4.** Aptitud de los suelos
- Figura 5.** Localización de emprendimientos productivos
- Figura 6.** Parcelamiento de la zona de proyecto
- Figura 7.** Esquema de sistema de distribución alternativa 1
- Figura 8.** Identificación de tramos y nodos de la red alternativa 1
- Figura 9.** Demanda en los nodos de caudal [L/s] alternativa 1
- Figura 10.** Caudales circulantes en las tuberías [L/s] alternativa 1
- Figura 11.** Velocidad en las tuberías de la red de distribución [m/s] alternativa 1
- Figura 12.** Presión en los nodos de entrega [m.c.a.] alternativa 1
- Figura 13.** Esquema sistema de conducción alternativa 1
- Figura 14.** Esquema de sistema de regulación alternativa 1
- Figura 15.** Diseño seccional de tramo O-E alternativa 1
- Figura 16.** Diseño seccional de tramo N-S alternativa 1
- Figura 17.** Esquema de compuerta de regulación de niveles alternativa 1
- Figura 18.** Ábaco para la selección de compuertas de regulación alternativa 1
- Figura 19.** Esquema de tramo de conducción entre dos compuertas alternativa 1
- Figura 20.** Clases de balsas según tipología constructiva
- Figura 21.** Esquema de sistema de distribución alternativa 2
- Figura 22.** Sección hidráulica de tramo 1 en hijuela tipo alternativa 2
- Figura 23.** Sección hidráulica de tramo 2 en hijuela tipo alternativa 2
- Figura 24.** Sección hidráulica de conducciones de ingreso a propiedades alternativa 2
- Figura 25.** Esquema de obra de partición tipo
- Figura 26.** Esquema de localización de partidores en hijuela tipo alternativa 2
- Figura 27.** Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidador 7 alternativa 2
- Figura 28.** Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidador 6 alternativa 2
- Figura 29.** Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidador 5 alternativa 2
- Figura 30.** Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidador 4 alternativa 2
- Figura 31.** Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidador 3 alternativa 2
- Figura 32.** Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidador 2 alternativa 2
- Figura 33.** Sección normal en hijuelas aguas abajo de partidador 1 alternativa 2
- Figura 34.** Esquema sistema de conducción alternativa 2
- Figura 35.** Esquema de obras de derivación desde la conducción secundaria alternativa 2
- Figura 36.** Sección hidráulica de tramo 1 en conducción secundaria alternativa 2
- Figura 37.** Sección hidráulica de tramo 2 en conducción secundaria alternativa 2
- Figura 38.** Sección hidráulica de tramo 3 en conducción secundaria alternativa 2
- Figura 39.** Sección hidráulica de tramo 4 en conducción secundaria alternativa 2
- Figura 40.** Zona de riego proyecto
- Figura 41.** Clases de suelo en zona de proyecto
- Figura 42.** Parcelamiento de sector general
- Figura 43.** Unidades económicas en sector general
- Figura 44.** Unidades de riego sector general
- Figura 45.** Esquema red de riego sector general
- Figura 46.** Sistema de distribución proyecto
- Figura 47.** Sección normal en tramo 1 para baja pendiente proyecto
- Figura 48.** Sección normal en tramo 1 para alta pendiente proyecto
- Figura 49.** Sección normal en tramo 2 para baja pendiente proyecto
- Figura 50.** Sección normal en tramo 2 para alta pendiente proyecto
- Figura 51.** Sección normal en tramo 3 para baja pendiente proyecto
- Figura 52.** Sección normal en tramo 3 para alta pendiente proyecto

Figura 53. Sección normal en tramo 4 para baja pendiente proyecto
Figura 54. Sección normal en tramo 4 para alta pendiente proyecto
Figura 55. Sección normal en tramo 5 para baja pendiente proyecto
Figura 56. Sección normal en tramo 5 para alta pendiente proyecto
Figura 57. Sección normal en tramo 6 para baja pendiente proyecto
Figura 58. Sección normal en tramo 6 para alta pendiente proyecto
Figura 59. Sección normal en tramo 7 para baja pendiente proyecto
Figura 60. Sección normal en tramo 7 para alta pendiente proyecto
Figura 61. Sección normal en tramo 8 para baja pendiente proyecto
Figura 62. Sección normal en tramo 8 para alta pendiente proyecto
Figura 63. Sección normal en hijuela de ingreso a propiedades proyecto
Figura 64. Esquema de localización de partidores en hijuela tipo proyecto
Figura 65. Condiciones críticas para partición 7 hijuelas proyecto
Figura 66. Resalto 7 alta pendiente hijuelas proyecto
Figura 67. Resalto 7 baja pendiente hijuelas proyecto
Figura 68. Curva de remanso partidior 7 hijuelas proyecto
Figura 69. Condiciones críticas partición 6 hijuelas proyecto
Figura 70. Resalto 6 alta pendiente hijuelas proyecto
Figura 71. Resalto 6 baja pendiente hijuelas proyecto
Figura 72. Curva de remanso partidior 6 hijuelas proyecto
Figura 73. Condiciones críticas partición 5 hijuelas proyecto
Figura 74. Resalto 5 alta pendiente hijuelas proyecto
Figura 75. Resalto 5 baja pendiente hijuelas proyecto
Figura 76. Curva de remanso partidior 5 hijuelas proyecto
Figura 77. Condiciones críticas partición 4 hijuelas proyecto
Figura 78. Resalto 4 alta pendiente hijuelas proyecto
Figura 79. Resalto 4 baja pendiente hijuelas proyecto
Figura 80. Curva de remanso partidior 4 hijuelas proyecto
Figura 81. Condiciones críticas partición 3 hijuelas proyecto
Figura 82. Resalto 3 alta pendiente hijuelas proyecto
Figura 83. Resalto 3 baja pendiente hijuelas proyecto
Figura 84. Curva de remanso partidior 3 hijuelas proyecto
Figura 85. Condiciones críticas partición 2 hijuelas proyecto
Figura 86. Resalto 2 alta pendiente hijuelas proyecto
Figura 87. Resalto 2 baja pendiente hijuelas proyecto
Figura 88. Curva de remanso partidior 2 hijuelas proyecto
Figura 89. Condiciones críticas partición 1 hijuelas proyecto
Figura 90. Resalto 1 alta pendiente hijuelas proyecto
Figura 91. Resalto 1 baja pendiente hijuelas proyecto
Figura 92. Curva de remanso partidior 1 hijuelas proyecto
Figura 93. Resalto ingreso a propiedades hijuelas proyecto
Figura 94. Esquema sistema de conducción proyecto
Figura 95. Esquema de obras de derivación desde la conducción secundaria proyecto
Figura 96. Sección hidráulica de tramo 1 en conducción secundaria proyecto
Figura 97. Sección hidráulica de tramo 2 en conducción secundaria proyecto
Figura 98. Sección hidráulica de tramo 3 en conducción secundaria proyecto
Figura 99. Sección hidráulica de tramo 4 en conducción secundaria proyecto
Figura 100. Sección hidráulica de tramo 5 en conducción secundaria proyecto
Figura 101. Sección hidráulica de tramo 6 en conducción secundaria proyecto
Figura 102. Sección hidráulica de tramo 7 en conducción secundaria proyecto
Figura 103. Sección hidráulica de tramo 8 en conducción secundaria proyecto
Figura 104. Condiciones críticas partición 7 canal proyecto
Figura 105. Resalto partición 7 pasante canal proyecto
Figura 106. Resalto partición 7 derivado canal proyecto
Figura 107. Curva de remanso partición 7 canal proyecto
Figura 108. Condiciones críticas partición 6 canal proyecto
Figura 109. Resalto partición 6 pasante canal proyecto

Figura 110. Resalto partición 6 derivado canal proyecto
Figura 111. Curva de remanso partición 6 canal proyecto
Figura 112. Condiciones críticas partición 5 canal proyecto
Figura 113. Resalto partición 5 pasante canal proyecto
Figura 114. Resalto partición 5 derivado canal proyecto
Figura 115. Curva de remanso partición 5 canal proyecto
Figura 116. Condiciones críticas partición 4 canal proyecto
Figura 117. Resalto partición 4 pasante canal proyecto
Figura 118. Resalto partición 4 derivado canal proyecto
Figura 119. Curva de remanso partición 4 canal proyecto
Figura 120. Condiciones críticas partición 3 canal proyecto
Figura 121. Resalto partición 3 pasante canal proyecto
Figura 122. Resalto partición 3 derivado canal proyecto
Figura 123. Curva de remanso partición 3 canal proyecto
Figura 124. Condiciones críticas partición 2 canal proyecto
Figura 125. Resalto partición 2 pasante canal proyecto
Figura 126. Resalto partición 2 derivado canal proyecto
Figura 127. Curva de remanso partición 2 canal proyecto
Figura 128. Condiciones críticas partición 1 canal proyecto
Figura 129. Resalto partición 1 pasante canal proyecto
Figura 130. Resalto partición 1 derivado canal proyecto
Figura 131. Curva de remanso partición 1 canal proyecto
Figura 132. Sección 201 canal proyecto
Figura 133. Sección 202 canal proyecto
Figura 134. Sección 203 canal proyecto
Figura 135. Sección 204 canal proyecto
Figura 136. Sección 205 canal proyecto
Figura 137. Sección 206 canal proyecto
Figura 138. Sección 207 canal proyecto
Figura 139. Sección 208 canal proyecto
Figura 140. Sección 211 hijuelas proyecto
Figura 141. Sección 212 hijuelas proyecto
Figura 142. Sección 213 hijuelas proyecto
Figura 143. Sección 214 hijuelas proyecto
Figura 144. Sección 215 hijuelas proyecto
Figura 145. Sección 216 hijuelas proyecto
Figura 146. Sección 217 hijuelas proyecto
Figura 147. Partidor tipo 201 proyecto
Figura 148. Partidor tipo 202 proyecto
Figura 149. Partidor tipo 203 proyecto
Figura 150. Partidor tipo 204 proyecto
Figura 151. Partidor tipo 205 proyecto
Figura 152. Partidor tipo 206 proyecto
Figura 153. Partidor tipo 207 proyecto
Figura 154. Partidor tipo 211 proyecto
Figura 155. Partidor tipo 212 proyecto
Figura 156. Partidor tipo 213 proyecto
Figura 157. Partidor tipo 214 proyecto
Figura 158. Partidor tipo 215 proyecto
Figura 159. Partidor tipo 216 proyecto
Figura 160. Partidor tipo 217 proyecto
Figura 161. Partidor tipo 221 proyecto
Figura 162. Partidor tipo 222 proyecto
Figura 163. Partidor tipo 223 proyecto
Figura 164. Partidor tipo 224 proyecto
Figura 165. Partidor tipo 225 proyecto
Figura 166. Partidor tipo 226 proyecto

Figura 167. Partidor tipo 227 proyecto
Figura 168. Transición C1 – P1
Figura 169. Transición C2 – P2
Figura 170. Transición C3 – P3
Figura 171. Transición C4 – P4
Figura 172. Transición C5 – P5
Figura 173. Transición C6 – P6
Figura 174. Transición C7 – P7
Figura 175. Transición P1 – C2
Figura 176. Transición P2 – C3
Figura 177. Transición P3 – C4
Figura 178. Transición P4 – C5
Figura 179. Transición P5 – C6
Figura 180. Transición P6 – C7
Figura 181. Transición P7 – C8
Figura 182. Transición P1 – H11
Figura 183. Transición P2 – H12
Figura 184. Transición P3 – H12
Figura 185. Transición P4 – H12
Figura 186. Transición P5 – H12
Figura 187. Transición P6 – H11
Figura 188. Transición P7 – H11
Figura 189. Transición H11 – P11
Figura 190. Transición H21 – P21
Figura 191. Transición H31 – P31
Figura 192. Transición H41 – P41
Figura 193. Transición H51 – P51
Figura 194. Transición H61 – P61
Figura 195. Transición H71 – P71
Figura 196. Transición P11 – H21
Figura 197. Transición P21 – H31
Figura 198. Transición P31 – H41
Figura 199. Transición P41 – H51
Figura 200. Transición P51 – H61
Figura 201. Transición P61 – H71
Figura 202. Transición P71 – H81
Figura 203. Transición H12 – P12
Figura 204. Transición H22 – P22
Figura 205. Transición H32 – P32
Figura 206. Transición H42 – P42
Figura 207. Transición H52 – P52
Figura 208. Transición H62 – P62
Figura 209. Transición H72 – P72
Figura 210. Transición P21 – H22
Figura 211. Transición P22 – H32
Figura 212. Transición P32 – H42
Figura 213. Transición P42 – H52
Figura 214. Transición P52 – H62
Figura 215. Transición P62 – H72
Figura 216. Transición P72 – H82
Figura 217. Diagrama de interacción en muro de sección C201
Figura 218. Diagrama de interacción en solera de sección C201
Figura 219. Diagrama de interacción en muro de sección C202
Figura 220. Diagrama de interacción en solera de sección C202
Figura 221. Diagrama de interacción en muro de sección C203
Figura 222. Diagrama de interacción en solera de sección C203

Figura 223. Diagrama de interacción en muro de sección C204
Figura 224. Diagrama de interacción en solera de sección C204
Figura 225. Diagrama de interacción en muro de sección C205
Figura 226. Diagrama de interacción en solera de sección C205
Figura 227. Diagrama de interacción en muro de sección C206
Figura 228. Diagrama de interacción en solera de sección C206
Figura 229. Diagrama de interacción en muro de sección C207
Figura 230. Diagrama de interacción en solera de sección C207
Figura 231. Diagrama de interacción en muro de sección C208
Figura 232. Diagrama de interacción en solera de sección C208
Figura 233. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Método AASHTO
Figura 234. Perfil transversal de calzada tipo
Figura 235. Esquema de obras de cruce
Figura 236. Esquema general de la red vial
Figura 237: Sección tipo drenajes terciarios
Figura 238: Sección tipo drenajes secundarios
Figura 239: Esquema de la red de drenaje proyectada
Figura 240. Detalle de los ganchos en las barras y alambres para efectivizar el anclaje de la armadura
Figura 241. Esquema de los componente de una zanja drenante
Figura 242. Pirámide poblacional Monte Comán, Censo 1991
Figura 243. Producto bruto geográfico en la provincia de Mendoza

Índice de tablas

Tabla 1. Evapotranspiración de referencia.
Tabla 2. Coeficientes de Cultivo
Tabla 3. Precipitación efectiva
Tabla 4. Demanda hídrica primer semestre
Tabla 5. Demanda hídrica segundo semestre
Tabla 6. Demanda hídrica total anual
Tabla 8. Período de punta alternativa 1
Tabla 9. Dotación alternativa 1
Tabla 10. Presión necesaria en nodos finales de alternativa 1
Tabla 11. Parámetros probabilísticos para caudales alternativa 1
Tabla 12. Caudales de diseño en tuberías alternativa 1
Tabla 13. Propiedades de nudos de caudal alternativa 1.
Tabla 14. Características de las cañerías alternativa 1
Tabla 15. Potencia necesaria en red de distribución alternativa 1
Tabla 16. Especificaciones de las bombas seleccionadas alternativa 1
Tabla 17. Caudales de diseño de conducciones alternativa 1
Tabla 18. Dimensiones de conducciones alternativa 1
Tabla 19. Carga mínima en compuertas alternativa 1
Tabla 20. Dimensiones de compuertas alternativa 1
Tabla 21. Período de punta alternativa 2
Tabla 22. Dotación alternativa 2
Tabla 23. Dimensiones de balsas de almacenamiento alternativa 2
Tabla 24. Presión de bombeo necesaria alternativa 2
Tabla 25. Potencia necesaria en riego interno alternativa 2
Tabla 26. Especificaciones de las bombas seleccionadas alternativa 2
Tabla 27. Caudales de diseño de red de distribución alternativa 2
Tabla 28. Características de tramo 1 en hijuela tipo alternativa 2
Tabla 29. Características de tramo 2 en hijuela tipo alternativa 2
Tabla 30. Características de conducciones de ingreso a propiedades alternativa 2

Tabla 31. Diseño de partidor 7 hijuelas alternativa 2
Tabla 32. Diseño de partidor 6 hijuelas alternativa 2
Tabla 33. Diseño de partidor 5 hijuelas alternativa 2
Tabla 34. Diseño de partidor 4 hijuelas alternativa 2
Tabla 35. Diseño de partidor 3 hijuelas alternativa 2
Tabla 36. Diseño de partidor 2 hijuelas alternativa 2
Tabla 37. Diseño de partidor 1 hijuelas alternativa 2
Tabla 38. Caudales de diseño de conducciones alternativa 2
Tabla 39. Características de tramo 1 en conducción secundaria alternativa 2
Tabla 40. Características de tramo 2 en conducción secundaria alternativa 2
Tabla 41. Características de tramo 3 en conducción secundaria alternativa 2
Tabla 42. Características de tramo 4 en conducción secundaria alternativa 2
Tabla 43. Resumen de secciones en conducción secundaria alternativa 2
Tabla 44. Diseño de partidor 3 conducción alternativa 2
Tabla 45. Diseño de partidor 2 conducción alternativa 2
Tabla 46. Diseño de partidor 1 conducción alternativa 2
Tabla 47. Precios de mercado inversión pública alternativa 1
Tabla 48. Precios de mercado operación alternativa 1
Tabla 49. Precios de sociales inversión pública alternativa 1
Tabla 50. Precios sociales operación alternativa 1
Tabla 51. Beneficios sociales alternativa 1
Tabla 52. Flujo de caja social alternativa 1
Tabla 53. Precios de mercado inversión pública alternativa 2
Tabla 54. Precios de mercado operación alternativa 2
Tabla 55. Precios de sociales inversión pública alternativa 2
Tabla 56. Precios sociales operación alternativa 2
Tabla 57. Beneficios sociales alternativa 2
Tabla 58. Flujo de caja social alternativa 2
Tabla 59. Evapotranspiración de referencia en zona de riego.
Tabla 60. Coeficientes de cultivos para zona de riego.
Tabla 61. Precipitación efectiva en zona de riego
Tabla 62. Demanda hídrica primer semestre en zona de riego
Tabla 63. Demanda hídrica segundo semestre en zona de riego
Tabla 64. Demanda total anual en zona de riego
Tabla 65. Eficiencia interna proyecto
Tabla 66. Período punta de consumo proyecto
Tabla 67. Dotación de riego proyecto
Tabla 68. Dimensiones de balsas de almacenamiento proyecto
Tabla 69. Potencia necesaria en riego interno proyecto
Tabla 70. Especificaciones de las bombas seleccionadas proyecto
Tabla 71. Pendientes de rasantes en red de distribución proyecto
Tabla 72. Caudales de diseño de red de distribución proyecto
Tabla 73. Sección normal en tramo 1 para baja pendiente proyecto
Tabla 74. Sección normal en tramo 1 para alta pendiente proyecto
Tabla 75. Sección normal en tramo 2 para baja pendiente proyecto
Tabla 76. Sección normal en tramo 2 para alta pendiente proyecto
Tabla 77. Sección normal en tramo 3 para baja pendiente proyecto
Tabla 78. Sección normal en tramo 3 para alta pendiente proyecto
Tabla 79. Sección normal en tramo 4 para baja pendiente proyecto
Tabla 80. Sección normal en tramo 4 para alta pendiente proyecto
Tabla 81. Sección normal en tramo 5 para baja pendiente proyecto
Tabla 82. Sección normal en tramo 5 para alta pendiente proyecto
Tabla 83. Sección normal en tramo 6 para baja pendiente proyecto
Tabla 84. Sección normal en tramo 6 para alta pendiente proyecto
Tabla 85. Sección normal en tramo 7 para baja pendiente proyecto
Tabla 86. Sección normal en tramo 7 para alta pendiente proyecto
Tabla 87. Sección normal en tramo 8 para baja pendiente proyecto

Tabla 88. Sección normal en tramo 8 para alta pendiente proyecto
Tabla 89. Sección normal en hijuela de ingreso a propiedades proyecto
Tabla 90. Secciones de pendiente baja y pendiente alta en red de distribución proyecto
Tabla 91. Características hidráulicas de hijuela 0 proyecto
Tabla 92. Características hidráulicas de hijuela 1 proyecto
Tabla 93. Características hidráulicas de hijuela 2 proyecto
Tabla 94. Características hidráulicas de hijuela 3 proyecto
Tabla 95. Características hidráulicas de hijuela 4 proyecto
Tabla 96. Características hidráulicas de hijuela 5 proyecto
Tabla 97. Características hidráulicas de hijuela 6 proyecto
Tabla 98. Características hidráulicas de hijuela 7 proyecto
Tabla 99. Características hidráulicas de hijuela 8 proyecto
Tabla 100. Partición 7 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 101. Resalto 7 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 102. Partición 7 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 103. Resalto 7 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 104. Curva de remanso partidador 7 hijuelas proyecto
Tabla 105. Partición 6 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 106. Resalto 6 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 107. Partición 6 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 108. Resalto 6 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 109. Curva de remanso partidador 6 hijuelas proyecto
Tabla 110. Partición 5 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 111. Resalto 5 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 112. Partición 5 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 113. Resalto 5 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 114. Curva de remanso partidador 5 hijuelas proyecto
Tabla 115. Partición 4 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 116. Resalto 4 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 117. Partición 4 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 118. Resalto 4 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 119. Curva de remanso partidador 4 hijuelas proyecto
Tabla 120. Partición 3 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 121. Resalto 3 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 122. Partición 3 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 123. Resalto 3 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 124. Curva de remanso partidador 3 hijuelas proyecto
Tabla 125. Partición 2 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 126. Resalto 2 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 127. Partición 2 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 128. Resalto 2 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 129. Curva de remanso partidador 2 hijuelas proyecto
Tabla 130. Partición 1 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 131. Resalto 1 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 132. Partición 1 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 133. Resalto 1 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 134. Curva de remanso partidador 1 hijuelas proyecto
Tabla 135. Resalto ingreso propiedades hijuelas proyecto
Tabla 136. Transiciones en partidador 1 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 137. Transiciones en partidador 1 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 138. Transiciones en partidador 2 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 139. Transiciones en partidador 2 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 140. Transiciones en partidador 3 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 141. Transiciones en partidador 3 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 142. Transiciones en partidador 4 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 143. Transiciones en partidador 4 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 144. Transiciones en partidador 5 baja pendiente hijuelas proyecto

Tabla 145. Transiciones en partididor 5 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 146. Transiciones en partididor 6 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 147. Transiciones en partididor 6 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 148. Transiciones en partididor 7 baja pendiente hijuelas proyecto
Tabla 149. Transiciones en partididor 7 alta pendiente hijuelas proyecto
Tabla 150. Caudales de diseño canal proyecto
Tabla 151. Características de tramo 1 en conducción secundaria proyecto
Tabla 152. Características de tramo 2 en conducción secundaria proyecto
Tabla 153. Características de tramo 3 en conducción secundaria proyecto
Tabla 154. Características de tramo 4 en conducción secundaria proyecto
Tabla 155. Características de tramo 5 en conducción secundaria proyecto
Tabla 156. Características de tramo 6 en conducción secundaria proyecto
Tabla 157. Características de tramo 7 en conducción secundaria proyecto
Tabla 158. Características de tramo 8 en conducción secundaria proyecto
Tabla 159. Diseño partición 7 canal proyecto
Tabla 160. Resalto partición 7 pasante canal proyecto
Tabla 161. Resalto partición 7 derivado canal proyecto
Tabla 162. Curva de remanso partición 7 canal proyecto
Tabla 163. Diseño partición 6 canal proyecto
Tabla 164. Resalto partición 6 pasante canal proyecto
Tabla 165. Resalto partición 6 derivado canal proyecto
Tabla 166. Curva de remanso partición 6 canal proyecto
Tabla 167. Diseño partición 5 canal proyecto
Tabla 168. Resalto partición 5 pasante canal proyecto
Tabla 169. Resalto partición 5 derivado canal proyecto
Tabla 170. Curva de remanso partición 5 canal proyecto
Tabla 171. Diseño partición 4 canal proyecto
Tabla 172. Resalto partición 4 pasante canal proyecto
Tabla 173. Resalto partición 4 derivado canal proyecto
Tabla 174. Curva de remanso partición 4 canal proyecto
Tabla 175. Diseño partición 3 canal proyecto
Tabla 176. Resalto partición 3 pasante canal proyecto
Tabla 177. Resalto partición 3 derivado canal proyecto
Tabla 178. Curva de remanso partición 3 canal proyecto
Tabla 179. Diseño partición 2 canal proyecto
Tabla 180. Resalto partición 2 pasante canal proyecto
Tabla 181. Resalto partición 2 derivado canal proyecto
Tabla 182. Curva de remanso partición 2 canal proyecto
Tabla 183. Diseño partición 1 canal proyecto
Tabla 184. Resalto partición 1 pasante canal proyecto
Tabla 185. Resalto partición 1 derivado canal proyecto
Tabla 186. Curva de remanso partición 1 canal proyecto
Tabla 187. Transiciones en partición 1 canal proyecto
Tabla 188. Transiciones en partición 2 canal proyecto
Tabla 189. Transiciones en partición 3 canal proyecto
Tabla 190. Transiciones en partición 4 canal proyecto
Tabla 191. Transiciones en partición 5 canal proyecto
Tabla 192. Transiciones en partición 6 canal proyecto
Tabla 193. Transiciones en partición 7 canal proyecto
Tabla 194. Secciones tipo canal proyecto
Tabla 195. Secciones tipo hijuelas proyecto
Tabla 196. Partidor tipo 201 proyecto
Tabla 197. Partidor tipo 202 proyecto
Tabla 198. Partidor tipo 203 proyecto
Tabla 199. Partidor tipo 204 proyecto
Tabla 200. Partidor tipo 205 proyecto
Tabla 201. Partidor tipo 206 proyecto

Tabla 202. Partidor tipo 207 proyecto
Tabla 203. Partidor tipo 211 proyecto
Tabla 204. Partidor tipo 212 proyecto
Tabla 205. Partidor tipo 213 proyecto
Tabla 206. Partidor tipo 214 proyecto
Tabla 207. Partidor tipo 215 proyecto
Tabla 208. Partidor tipo 216 proyecto
Tabla 209. Partidor tipo 217 proyecto
Tabla 210. Partidor tipo 221 proyecto
Tabla 211. Partidor tipo 222 proyecto
Tabla 212. Partidor tipo 223 proyecto
Tabla 213. Partidor tipo 224 proyecto
Tabla 214. Partidor tipo 225 proyecto
Tabla 215. Partidor tipo 226 proyecto
Tabla 216. Partidor tipo 227 proyecto
Tabla 217. Cargas permanentes sección C201
Tabla 218. Cargas permanentes sección C202
Tabla 219. Cargas permanentes sección C203
Tabla 220. Cargas permanentes sección C204
Tabla 221. Cargas permanentes sección C205
Tabla 222. Cargas permanentes sección C206
Tabla 223. Cargas permanentes sección C207
Tabla 224. Cargas permanentes sección C208
Tabla 225. Presión hidrostática sección C201
Tabla 226. Presión hidrostática sección C202
Tabla 227. Presión hidrostática sección C203
Tabla 228. Presión hidrostática sección C204
Tabla 229. Presión hidrostática sección C205
Tabla 230. Presión hidrostática sección C206
Tabla 231. Presión hidrostática sección C207
Tabla 232. Presión hidrostática sección C208
Tabla 233. Empuje suelo sección C201
Tabla 234. Empuje suelo sección C202
Tabla 235. Empuje suelo sección C203
Tabla 236. Empuje suelo sección C204
Tabla 237. Empuje suelo sección C205
Tabla 238. Empuje suelo sección C206
Tabla 239. Empuje suelo sección C207
Tabla 240. Empuje suelo sección C208
Tabla 241. Empuje por sobrecarga sección C201
Tabla 242. Empuje por sobrecarga sección C202
Tabla 243. Empuje por sobrecarga sección C203
Tabla 244. Empuje por sobrecarga sección C204
Tabla 245. Empuje por sobrecarga sección C205
Tabla 246. Empuje por sobrecarga sección C206
Tabla 247. Empuje por sobrecarga sección C207
Tabla 248. Empuje por sobrecarga sección C208
Tabla 249. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C201
Tabla 250. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C202
Tabla 251. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C203
Tabla 252. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C204

Tabla 253. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C205
Tabla 254. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C206
Tabla 255. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C207
Tabla 256. Fuerza sísmica por inercia de muros y masa de agua en C208
Tabla 257. Empuje activo dinámico en C201
Tabla 258. Empuje activo dinámico en C202
Tabla 259. Empuje activo dinámico en C203
Tabla 260. Empuje activo dinámico en C204
Tabla 261. Empuje activo dinámico en C205
Tabla 262. Empuje activo dinámico en C206
Tabla 263. Empuje activo dinámico en C207
Tabla 264. Empuje activo dinámico en C208
Tabla 265. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C201
Tabla 266. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C202
Tabla 267. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C203
Tabla 268. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C204
Tabla 269. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C205
Tabla 270. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C206
Tabla 271. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C207
Tabla 272. Estados y combinaciones de cargas para canal vacío C208
Tabla 273. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C201
Tabla 274. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C202
Tabla 275. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C203
Tabla 276. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C204
Tabla 277. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C205
Tabla 278. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C206
Tabla 279. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C207
Tabla 280. Estados y combinaciones de cargas para canal lleno C208
Tabla 281. Esfuerzos máximos en muros para canal vacío combinación C1
Tabla 282. Esfuerzos máximos en muros para canal vacío combinación C2
Tabla 283. Esfuerzos máximos en muros para canal vacío combinación C3
Tabla 284. Reacciones en solera para canal vacío combinación C1
Tabla 285. Reacciones en solera para canal vacío combinación C2
Tabla 286. Reacciones en solera para canal vacío combinación C3
Tabla 287. Esfuerzos máximos en muros para canal lleno combinación C1
Tabla 288. Reacciones en solera para canal lleno combinación C1
Tabla 289. Esfuerzos máximos en muros para canal lleno combinación C2
Tabla 290. Reacciones en solera para canal lleno combinación C2
Tabla 291. Esfuerzos de diseño flexo – axiales para secciones de canal
Tabla 292. Armadura longitudinal y transversal en muros de canal
Tabla 293. Armadura longitudinal y transversal en soleras de canal
Tabla 294. Verificación de la resistencia a los esfuerzos de corte secciones canal
Tabla 295. Propiedades y características físicas del suelo según clasificación del suelo de la AASHTO
Tabla 296. Compactación y tipo de pavimento recomendados, según la clasificación del suelo de la AASHTO
Tabla 297. Movimiento de suelo en obra
Tabla 298. Condiciones de compactación de terraplenes en campo
Tabla 299. Tipos de cemento. Requisitos generales
Tabla 300. Tipos de cemento. Requisitos especiales

Tabla 301. Clases específicas de exposición que pueden producir degradación distinta de la corrosión de armaduras

Tabla 302. Total de aire natural e intencionalmente incorporado al hormigón.

Tabla 303. Requisitos de durabilidad a cumplir por los hormigones, en función del tipo de exposición de la estructura

Tabla 304. Intervalos de consistencia de hormigones

Tabla 305. Temperaturas de colocación del hormigón, en tiempo frío

Tabla 306. Períodos mínimos de curado

Tabla 307. Barras de acero para armaduras en estructuras de hormigón

Tabla 308. Costos a precios de mercado proyecto canal

Tabla 309. Costos a precios de mercado proyecto hijuelas y calzadas

Tabla 310. Costos a precios de mercado proyecto obras de arte

Tabla 311. Costos a precios de mercado proyecto equipamiento en parcelas

Tabla 312. Costos a precios de mercado proyecto total obras hidráulicas

Tabla 313. Costos y rendimientos unitarios de los cultivos de proyecto

Tabla 314. Costos de producción a precios de mercado de cultivos de proyecto

Tabla 315. Costos a precios sociales proyecto total obras hidráulicas

Tabla 316. Costos de producción a precios sociales de cultivos de proyecto

Tabla 317. Precios de venta cultivos de proyecto

Tabla 318. Beneficios sociales proyecto

Tabla 319. Flujo de fondos zona de riego proyecto

Tabla 320. Flujo de fondos parcelas proyecto

Tabla 321. Caudal y eficiencia por hijuela

Tabla 322. Características geométricas de las hijuelas

Tabla 323. Calidad del aire en zonas cercanas a la de proyecto

Tabla 324. Población Monte Comán. Censo 1991

Tabla 325. Evolución de la cantidad de visitantes desde el año 2000 al 2005

Tabla 326. Número de cama disponible por establecimiento

Tabla 327. Cobertura en salud en Monte Comán (1991)

Tabla 328. Matriz importancia factores biótico y abiótico, Etapa de construcción – Parte 1

Tabla 329. Matriz importancia factores biótico y abiótico, Etapa de construcción – Parte 2

Tabla 330. Matriz importancia Medio socio-económico-cultural, Etapa de construcción – Parte 1

Tabla 331. Matriz importancia Medio socio-económico-cultural, Etapa de construcción – Parte 2

Tabla 332. Matriz importancia factores biótico y abiótico, Etapa de Funcionamiento

Tabla 331 Matriz importancia factores socio-económico-cultural, Etapa de Funcionamiento

Tabla 332. Matriz de Impacto Ambiental, medio biótico y abiótico en Etapa de Construcción - Parte 1

Tabla 333. Matriz de Impacto Ambiental, medio biótico y abiótico en Etapa de Construcción - Parte 2

Tabla 334. Matriz de Impacto Ambiental, medio socio – económico – cultural en Etapa de Construcción - Parte 1

Tabla 335. Matriz de Impacto Ambiental, medio socio – económico – cultural en Etapa de Construcción - Parte 2

Tabla 336. Matriz de Impacto Ambiental, medio biótico y abiótico en Etapa de Funcionamiento

Tabla 337. Matriz de Impacto Ambiental, medio socio – económico – cultural en Etapa de Funcionamiento

PLANOS GENERALES