



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

## **“GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA EN CANALES DE REGADÍO”**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL  
MENCIÓN INGENIERIA HIDRÁULICA SANITARIA Y AMBIENTAL

LUCAS RAIMUNDO CORREA JERIA

PROFESOR GUÍA  
MANUEL MADRID ARIS

PROFESORES COMISIÓN  
MARCIAL GONZÁLEZ SALAS  
XIMENA VARGAS MESA

SANTIAGO DE CHILE  
NOVIEMBRE 2012

## Resumen

La escasa disponibilidad del agua es un tema de primera importancia a nivel nacional y mundial, es por este motivo que se evalúa el desarrollo de un proyecto de micro central de pasada de generación hidroeléctrica en el Fundo Santa Isidora de Coibungo, Comuna de Villa Alegre, Séptima Región del Maule.

El objetivo de este tema a desarrollar, es mejorar la eficiencia del uso al agua, logrando así beneficios en el sector agrícola, con recursos actualmente desaprovechados.

Los caudales para la central de pasada corresponden a caudales de los canales Quinilahue o La Finca, Bustamante, Cunaco, Coibungo, Rosas Fabry que son canales de riego y el estero Lun Tornicura. Para poder estimar el caudal disponible se realizaron aforos de los canales existentes, con el propósito de relacionar las acciones de derechos de aguas inscritas en los canales, con los caudales reales que circulan en los distintos canales.

Los derechos disponibles para el proyecto suman un máximo de  $2,25 \text{ m}^3/\text{s}$  en el mes de Abril y un mínimo de  $0,95 \text{ m}^3/\text{s}$  en el mes de Octubre. Además se tiene una caída neta de 4,5 metros.

La central tiene un caudal de diseño de  $1,35 \text{ m}^3/\text{s}$  y un factor de planta de 0,89. Con estos parámetros se puede instalar una central de potencia máxima de 51,6 kW. La central, genera ingresos por venta de energía, venta de potencia y por venta de certificados de Energía Renovable No Convencional. La inversión necesaria para la realización del proyecto es de USD 334.112. Además el proyecto es viable económicamente y tiene un TIR estimado de 9,46%

## **Agradecimientos**

Al llegar a la etapa final de un trabajo tan arduo y largo, no puedo dejar de mencionar a todos aquellos que hicieron posible directa o indirectamente que este proyecto llegue a su final.

Fue una etapa llena de dificultades, pero más que todo de buenos momentos.

No podría dejar de mencionar el apoyo permanente y gran esfuerzo de mis padres y hermana. Creyeron en mí cuando las cosas se veían difíciles y me dieron todas las herramientas para poder terminar este proceso de la mejor manera. Su apoyo permanente fue imprescindible para terminar este largo camino.

Quiero agradecer a Manuel Madrid, mi profe guía, que a pesar de todas las trabas burocráticas, siempre se la jugó por mí. Le agradezco por su apoyo, su ayuda y su tiempo.

Agradezco profundamente a la profe Ximena Vargas, quién creyó en mis ideas y ambiciones y me permitió desarrollar esta memoria. Gracias profe.

Al profe Marcial González, por su apoyo, motivación y su buena disposición.

Gracias a mis amigos del colegio, de la Santa María, de la Chile, a los amigos de fútbol, familiares y a todos los que me acompañaron en este largo proceso, tiempo de estudio, investigación y buenos momentos.

Gracias a la Co por su apoyo incondicional, motivación y la gran paciencia que tuvo durante todo este tiempo. Fuiste la persona que me motivó a trabajar duro por conseguir los resultados que me propuse. Te quiero mucho.

Quiero dedicar esta memoria de manera especial al Facu, lejos lo mejor que me pudo haber pasado. Te amo guatón, eres lo más grande.

Espero no decepcionarlos.

## Tabla de Contenidos

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Introducción .....  | 1  |
| 1.1   | Situación Actual.....                                       | 1  |
| 1.2   | El Sector Eléctrico en Chile .....                          | 1  |
| 1.3   | Marco Legal para Energías Renovables No Convencionales..... | 2  |
| 1.3.1 | Ley 19.940 (Ley Corta I).....                               | 2  |
| 1.3.2 | Ley 20.018 (Ley corta II) .....                             | 4  |
| 1.3.3 | Plan de Seguridad Energética (PSE).....                     | 4  |
| 1.3.4 | Ley 20.257 .....  | 5  |
| 1.3.5 | Estrategia Nacional de Energía 2012 – 2030.....             | 5  |
| 1.3.6 | Ley 20.571 (Ley de Medición Neta o Net Metering).....       | 6  |
| 1.4   | Objetivos .....   | 6  |
| 1.4.1 | Objetivos generales.....                                    | 6  |
| 1.4.2 | Objetivos específicos.....                                  | 6  |
| 2     | Antecedentes generales del proyecto .....                   | 7  |
| 2.1   | Ubicación del Proyecto.....                                 | 7  |
| 2.2   | Antecedentes de los derechos .....                          | 7  |
| 3     | Disponibilidad de Caudal.....                               | 10 |
| 3.1   | Objetivos .....   | 10 |
| 3.2   | Características de la Cuenca.....                           | 10 |
| 3.3   | Métodos Utilizados .....                                    | 10 |
| 3.4   | Caudales Obtenidos .....                                    | 11 |
| 3.4.1 | Canal Quinilahue .....                                      | 11 |
| 3.4.2 | Canal Bustamante .....                                      | 11 |
| 3.4.3 | Canal Cunaco .....  | 11 |
| 3.4.4 | Canal Coibungo.....   | 12 |
| 3.4.5 | Canal Rosas Fabry.....                                      | 12 |
| 3.4.6 | Estero Lun Tornicura .....                                  | 12 |
| 3.4.7 | Canal Morales.....  | 12 |
| 4     | Generación de Energía .....                                 | 14 |
| 4.1   | Objetivos de la Simulación de Generación.....               | 14 |
| 4.2   | Caudal de Diseño de la Central .....                        | 14 |
| 4.3   | Potencial de Generación .....                               | 14 |
| 5     | Detalle de las obras .....                                  | 16 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 5.1   | Descripción de las Obras .....  | 16 |
| 6     | Aspectos de Infraestructura, Medio Ambientales y de Servidumbre ..... | 19 |
| 6.1   | Caminos .....   | 19 |
| 6.2   | Aspectos Medio Ambientales.....                                       | 19 |
| 6.3   | Servidumbres .....  | 20 |
| 7     | Obras y Estimación de Costos .....                                    | 21 |
| 7.1   | Obras Civiles .....   | 21 |
| 7.1.1 | Instalación de Faenas .....   | 22 |
| 7.1.2 | Bocatomas de Hormigón.....  | 22 |
| 7.1.3 | Obras de Aducción .....   | 22 |
| 7.1.4 | Cámara de Carga .....   | 23 |
| 7.1.5 | Casa de máquinas.....   | 23 |
| 7.1.6 | Canal de Restitución 1 .....  | 24 |
| 7.1.7 | Canal de Restitución 2.....   | 25 |
| 7.1.8 | Canal de Restitución 3.....   | 25 |
| 7.2   | Equipos Electromecánicos.....   | 26 |
| 7.3   | Conectividad Eléctrica al Sistema.....                                | 27 |
| 8     | Precios de Venta e Ingresos del Proyecto .....                        | 28 |
| 8.1   | Estimación de Precios e ingresos .....                                | 28 |
| 8.1.1 | Precio y venta de energía.....  | 30 |
| 8.1.2 | Precio y venta de Potencia.....                                       | 31 |
| 8.1.3 | Precio y venta de Certificados de ERNC .....                          | 31 |
| 8.1.4 | Precio de Bonos de Carbono (CER's).....                               | 31 |
| 8.2   | Estimación de Costos .....  | 32 |
| 8.2.1 | Operación y Mantenimiento.....  | 32 |
| 8.2.2 | Mantenimiento de Canales .....  | 32 |
| 8.3   | Estimación de Costos de Financiamiento.....                           | 32 |
| 9     | Evaluación Financiera.....  | 33 |
| 10    | Conclusiones.....   | 35 |
|       | Bibliografía.....   | 36 |

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 2-1: Ubicación General del Proyecto.....                     | 7  |
| Figura 2-2: Esquema de los canales utilizados para el proyecto..... | 9  |
| Figura 5-1: Trazado de la central.....                              | 18 |
| Figura 6-1: Camino de acceso a la casa de máquina.....              | 19 |

## Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 2-1: Cuadro resumen de acciones de agua de los canales utilizados.....                          | 7  |
| Tabla 3-1: Resumen Resolución DGA N°105 .....   | 10 |
| Tabla 3-2: Resumen de caudal medio mensual del canal Quinilahue.....                                  | 11 |
| Tabla 3-3: Resumen de caudal medio mensual disponible del canal Bustamante para el proyecto.....      | 11 |
| Tabla 3-4: Resumen de caudal medio mensual disponible del canal Cunaco para el proyecto .....         | 11 |
| Tabla 3-5: Resumen de caudal medio mensual disponible del canal Coibungo para el proyecto.....        | 12 |
| Tabla 3-6: Resumen de caudal medio mensual disponible del canal Rosas Fabry para el proyecto .....    | 12 |
| Tabla 3-7: Resumen de caudal medio mensual disponible del estero Lun Tornicura para el proyecto ..... | 12 |
| Tabla 3-8: Resumen de caudal medio mensual disponible del canal Morales para el proyecto .....        | 12 |
| Tabla 3-9: Resumen de caudal medio mensual disponible para el proyecto .....                          | 13 |
| Tabla 3-10: Caudal Medio Mensual disponible para la situación Pesimista .....                         | 13 |
| Tabla 3-11: Caudal Medio Mensual disponible para la situación Estándar .....                          | 13 |
| Tabla 3-12: Caudal Medio Mensual disponible para la situación Optimista.....                          | 13 |
| Tabla 4-1: Simulación de Generación de la Central .....   | 15 |
| Tabla 5-1: Descripción de las Obras .....   | 17 |
| Tabla 6-1: Propietarios y propiedades donde se emplaza el proyecto .....                              | 20 |
| Tabla 7-1: Resumen de costos de la construcción de la central .....                                   | 21 |
| Tabla 7-2: Resumen de los costos asociados a las obras civiles.....                                   | 21 |
| Tabla 7-3: Detalle de los costos asociados a la instalación de faenas .....                           | 22 |
| Tabla 7-4: Detalle de los costos asociados a las obras de bocatoma.....                               | 22 |
| Tabla 7-5: Detalle de los costos asociados a las obras de aducción .....                              | 23 |
| Tabla 7-6: Detalle de los costos asociados a la cámara de carga.....                                  | 23 |
| Tabla 7-7: Dimensiones de la casa de máquinas.....  | 24 |
| Tabla 7-8: Detalle de los costos asociados a la construcción de la casa de máquinas .....             | 24 |
| Tabla 7-9: Características del Canal de restitución 1 .....   | 24 |
| Tabla 7-10: Detalle de los costos asociados a la construcción del Canal de restitución 1.....         | 25 |
| Tabla 7-11: Detalle de los costos asociados a la construcción del canal de restitución 2 .....        | 25 |
| Tabla 7-12: Características del canal de restitución 3.....   | 26 |
| Tabla 7-13: Detalle de los costos asociados a la construcción del canal de restitución 3 .....        | 26 |
| Tabla 7-14: Detalle de los costos asociados a los equipos electromecánicos .....                      | 26 |
| Tabla 7-15: Detalle de los costos asociados a la conectividad eléctrica al sistema .....              | 27 |
| Tabla 8-1: Cálculo de la estimación de la generación neta anual de la central .....                   | 30 |
| Tabla 8-2: Ingreso anual por venta de energía anual promedio.....                                     | 30 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 8-3: Ingreso anual por venta de potencia .....   | 31 |
| Tabla 8-4: Ingreso anual por venta de Certificados de ERNC.....                                  | 31 |
| Tabla 8-5: Ingreso anual por venta de Bonos de Carbono.....                                      | 31 |
| Tabla 8-6: Resumen del los costos estimados para el proyecto financiado .....                    | 32 |
| Tabla 8-7: Desglose de la inversión para el proyecto financiado o apalancado .....               | 32 |
| Tabla 9-1: Resultados de la Evaluación Financiera del Proyecto .....                             | 33 |
| Tabla 9-2: Resultados de la Evaluación Financiera del Proyecto para la situación Pesimista ..... | 33 |
| Tabla 9-3: Resultados de la Evaluación Financiera del Proyecto para la situación Estándar.....   | 34 |

## Índice de Gráficos

|  |   |
|--|---|
| Gráfico 1-1: Potencia Total (MW) Instalada en Chile..... | 2 |
|--|---|

# 1 Introducción

## 1.1 Situación Actual

Durante los últimos años, dos de los principales temas a nivel mundial, han sido, la escasez de agua y la generación de energía.

El proyecto a desarrollar tiene como objetivo la generación de energía hidroeléctrica utilizando obras de riego existentes. Este proyecto pertenece a un grupo de proyectos a nivel nacional, donde se encuentra una parte importante de centrales hidroeléctricas que se pueden asociar a obras de riego, que utiliza fuentes de energía renovable no convencionales (ERNC)<sup>1</sup>. Además es importante mencionar, que el programa presidencial propone llevar el uso de fuentes de ERNC a la meta de abastecer el 20% de la generación del país al año 2020.

En Chile se han realizado estimaciones de potencial hidroeléctrico asociado a obras de riego (Procivil Ingeniería Ltda., 2007, estudio para la CNE y CNR) que indican que existe un potencial de generación de más de 860 MW a través de 290 centrales de generación mayor a 2 MW. Esto entre las regiones de Atacama y de la Araucanía, que cubren el 97% de las superficies de riego del país.

## 1.2 El Sector Eléctrico en Chile

Un sistema eléctrico es un conjunto de instalaciones interconectadas entre sí, que permiten generar, transportar y distribuir energía eléctrica. Chile tiene una capacidad instalada de 16.480 MW (CNE, 2012). Debido a la forma de Chile, existen principalmente 4 sistemas eléctricos:

- Sistema Interconectado del Norte Grande (SING): Sistema que abastece a la zona norte del país, desde Arica en el norte, hasta la localidad de Coloso, ubicada a unos 15 km al sur de Antofagasta, en el sur. Tiene el 24,1% de la capacidad instalada del país. El 0,4% corresponde a energía renovable no convencional (ERNC).
- Sistema Interconectado Central (SIC): Sistema que abastece la zona central del país, desde Taltal en el norte, hasta Quellón, en la Isla de Chiloé, en el sur. Tiene el 75% de la capacidad instalada del país. El 4,4% corresponde a ERNC.
- Sistema Eléctrico de Aysén: Sistema que abastece a la zona sur de la X región de Los Lagos y a la XI región de Aysén. Tiene el 0,3% de la capacidad instalada del país. El 43,3% corresponde a ERNC.

---

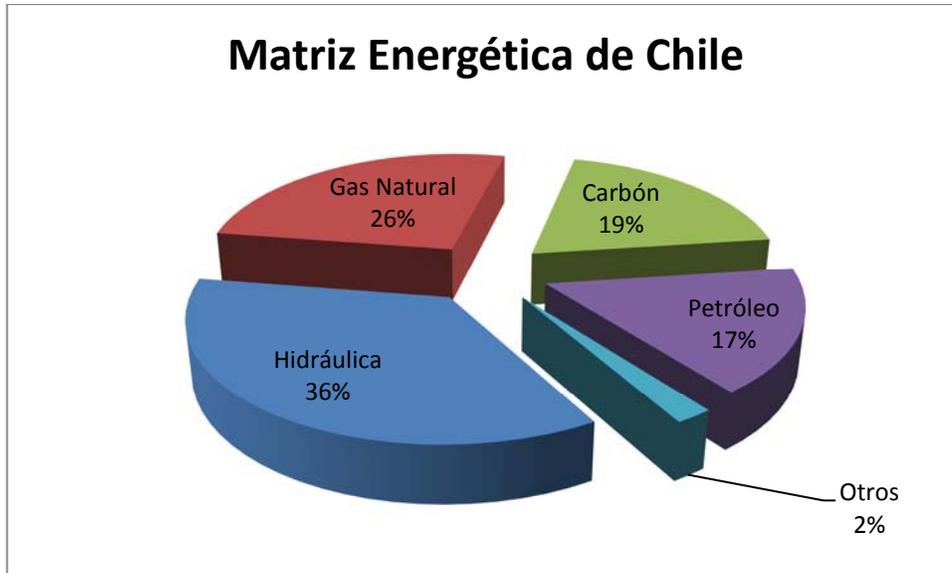
<sup>1</sup> El artículo 225° letra aa) de la Ley 20.257 de 2008, se definen los Medios de generación renovables no convencionales, como aquellos cuya fuente de energía sea:

- La energía de la biomasa.
- Energía hidráulica, cuya potencia máxima sea inferior a 20 MW (La ley acepta hasta 40 MW con un factor proporcional para la potencia entre 20 y 40 MW)
- Energía geotérmica.
- Energía solar.
- Energía eólica.
- Energía del mar, ya sea por mareas, olas marinas o gradiente térmico.

- Sistema Eléctrico de Magallanes: Sistema que abastece a la zona más austral del país. Corresponde a 4 subsistemas medianos que alimentan a las ciudades de Punta Arenas, Puerto Natales, Porvenir y Puerto Williams. Tiene el 0,6% de la capacidad instalada del país. No tiene ERNC.

Chile posee una matriz energética que depende de cuatro fuentes principales para poder generar energía eléctrica. Energía hidráulica, gas natural, petróleo y carbón. Esto se observa claramente en el Gráfico 1-1.

**Gráfico 1-1: Potencia Total (MW) Instalada en Chile**



Fuente: CNE, 2012

Además, se estima que sólo un 3,56% de la capacidad instalada corresponde a energía tipo ERNC.

### 1.3 Marco Legal para Energías Renovables No Convencionales

Es necesario que Chile tenga una matriz energética diversificada y sin dependencia exclusiva de una sola fuente.

Desde el año 2004 la Ley General de Servicios Eléctricos, en adelante LGSE, ha tenido distintas modificaciones. Algunas de estas modificaciones abordan directamente el desarrollo de las ERNC. Estas modificaciones buscan el equilibrio entre crear condiciones que incentiven a los privados a invertir y lograr un precio justo para los diferentes tipos de consumidores.

#### 1.3.1 Ley 19.940 (Ley Corta I)

La ley 19.940, oficializada en Marzo de 2004, se titula “Regula Sistemas de Transporte de Energía Eléctrica, Establece un Nuevo Régimen de Tarifas para Sistemas Eléctricos Medianos e Introduce las Adecuaciones que Indica la Ley General de Servicios Eléctricos”

Esta ley, realiza modificaciones con respecto al transporte o transmisión de energía eléctrica de manera de darle un carácter público. Con respecto a las ERNC, las principales modificaciones son las siguientes:

## Artículo 1°

Artículo 71-5: Menciona que las instalaciones de sistemas de transmisión troncal o subtransmisión están sometidas a un régimen de acceso abierto, pudiendo ser utilizadas por terceros bajo condiciones técnicas y económicas no discriminatorio.

Los sistemas adicionales estarán sometidos al régimen de acceso abierto sólo cuando hagan uso de las servidumbres bajo amparo de la Ley General de Servicios Eléctricos<sup>2</sup> (LGSE) y las que usen bienes nacionales de uso público.

Los propietarios de los sistemas mencionados anteriormente no podrán negar el acceso al servicio de transporte o transmisión a ningún interesado cuando el Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC) determine que existe capacidad técnica de transmisión.

Artículo 71-7: Menciona que los generadores cuya fuente de energía es no convencional (ERNC), tales como geotérmica, eólica, solar, biomasa, mareomotriz, pequeñas centrales hidroeléctricas, cogeneración y otras similares determinadas por la Comisión que tengan una potencia suministrada menor a 20 MW están exceptuados del total o una parte del pago de los peajes por la transmisión. El criterio es el siguiente:

Los peajes a pagar serán determinados ponderando los peajes que correspondería pagar conforme a las normas generales de peajes por un factor proporcional igual al exceso por sobre 9 MW de los excedentes de potencia suministrada al sistema dividido por 11 MW. En caso de que dichos excedentes de potencia sean inferiores a 9 MW, el factor será nulo.

Además, si la capacidad conjunta exceptuada de peajes excede el 5% de la capacidad instalada total del sistema eléctrico, los propietarios de las generadoras de fuentes no convencionales mencionadas anteriormente deberán pagar además un peaje equivalente a los montos de peajes exceptuados, multiplicado por un factor único igual al cociente entre el señalado excedente por sobre el 5% de la capacidad instalada total del sistema eléctrico y la capacidad conjunta exceptuada de peajes.

Artículo 71-11: Menciona que el valor anual de la transmisión por tramo de cada sistema de transmisión troncal se fijará cada cuatro años por el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. De esta manera se tiene que los valores de los peajes estén determinados periódicamente por un agente externo a la propietaria del sistema de transmisión.

## Artículo 3°

Creará un panel de expertos independiente y técnico que se encarga de definir controversias ocurridas en el sector eléctrico. Este panel de expertos definirá las discrepancias generadas tanto entre empresas como con las autoridades. Este organismo da confianza a inversionistas respecto a las leyes que rigen el mercado eléctrico.

## Artículo 4°

13) Menciona que todos los propietarios de medios de generación tiene derecho a vender la energía que evacue al sistema al costo marginal instantáneo, así como sus excedentes de potencia al precio de nudo de la potencia.

Además los concesionarios de servicio público y las empresas de distribución de energía eléctrica que utilicen bienes nacionales de uso público, deben permitir la conexión, a sus instalaciones de distribución, de los medios de generación cuyos excedentes de potencia suministrables al sistema eléctrico no superen los 9 MW, sin perjuicio del cumplimiento de las exigencias de seguridad y calidad de servicio vigentes.

---

<sup>2</sup> Ley promulgada en 1925 y ya en su tercera versión en 1959 comienza la regulación de tarifas del sistema.

### **1.3.2 Ley 20.018 (Ley corta II)**

La ley 20.018, oficializada en Mayo de 2005, se titula “Modifica el Marco Normativo del Sector Eléctrico”

Esta ley tiene por objetivo principal incentivar la inversión en generación de energía. Esto se realiza principalmente definiendo licitaciones competitivas que aseguren los precios de la energía por un tiempo determinado.

La ley busca generar condiciones de estabilidad en las condiciones de mercado. De manera de hacer frente a la incertidumbre de la situación del mercado del gas natural de esos años.

Además, se busca fortalecer el marco regulatorio vigente de manera de garantizar una acción eficaz del mercado y la autoridad frente a riesgos de abastecimiento debidos a la incertidumbre del mercado del gas natural y con esto fortalecer los mecanismos de enfrentar contingencias eléctricas.

La normativa obliga a las empresas distribuidoras a asegurar el suministro eléctrico. Para esto las empresas distribuidoras se ven obligadas en comprar grandes bloques de potencia dando así un respaldo a las empresas generadoras.

El Decreto Supremo 244 establece condiciones de conexión y con esto la posibilidad para un PMGD<sup>3</sup> o un PMG<sup>4</sup> de optar a vender la energía a régimen de precio estabilizado (precio nudo) y establece ciertas exenciones del pago por el uso del sistema troncal.

### **1.3.3 Plan de Seguridad Energética (PSE)**

En Agosto de 2006 se establece el Plan de Seguridad Energética por parte del gobierno.

Se realiza el siguiente diagnóstico de la situación actual:

- Alto grado de dependencia: Chile importa el 72% de la energía que consume en forma de petróleo, gas y carbón.
- Crecientes cortes en el suministro del gas: Recortes en el suministro de gas desde Argentina que se suponen seguirán incrementándose.
- Variables hidrológicas: El 55% de la capacidad instalada en el SIC corresponde a hidráulica. Esto hace que las variables de lluvia y deshielos impacten fuertemente en la cantidad de energía disponible.
- Variables Medioambientales: Restricciones ambientales que surgen en algunas zonas saturadas debido a emisiones de las centrales a diesel y carbón.
- Rezago de Inversiones: Consecuencia de la incertidumbre que provocaron los cortes de gas argentino, se produjo un retraso en las inversiones en generación eléctrica. Esto fue resuelto por la Ley Corta II.
- Desafíos logísticos y técnicos: El SING tiene una capacidad instalada de 3.956 MW para una demanda máxima de 1.570 MW, por lo que en caso de cortes totales de gas, se puede operar sin problemas en base a carbón y diesel. Aun así, hay problemas logísticos relacionados con el transporte y almacenamiento de diesel.

---

<sup>3</sup> Pequeños Medios de Generación Distribuidos: Centrales con excedentes de potencia inferiores a 9 MW, conectados a la red de distribución.

<sup>4</sup> Pequeños Medios de Generación: Centrales con excedentes de potencia inferiores a 9 MW, conectados al sistema de transmisión troncal, subtransmisión o troncal.

### **1.3.4 Ley 20.257**

La ley 20.257, oficializada en Abril de 2008, se titula “Introduce Modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos Respecto de la Generación de Energía Eléctrica con Fuentes de Energía Renovable No Convencionales”

Es principalmente una ley de fomento a las ERNC. Obliga a las empresas generadoras que suministran energía al SING y SIC, con capacidad instalada mayor a 200 MW, a generar un 10% de energía con fuentes no convencionales o con centrales hidroeléctricas menores a 40 MW<sup>5</sup>. Este 10% puede ser generación propia o contratada.

La generación del 10% tendrá la siguiente distribución:

- 5% entre los años 2010 y 2014
- Incremento de 0,5% anual a partir del año 2015

De esta manera se tiene un 10% de la generación de energía con fuentes de energía no convencionales (ERNC) para el año 2024.

### **1.3.5 Estrategia Nacional de Energía 2012 – 2030**

La Estrategia Nacional de Energía 2012-2030, en adelante ENE hace énfasis en el desarrollo de Chile, mencionando que para mantener o mejorar la tasa de crecimiento de 6,3% (crecimiento proyectado al 2011) es necesario mantener el desarrollo del sector energético. Para el desarrollo energético se debe tener claro la sustentabilidad con energía limpia, segura y económica.

Al 2020 se proyectan en Chile tasas de crecimiento del consumo eléctrico en torno al 6 a 7%, esto significa ampliar en más de 8.000 MW la capacidad actual.

Esta estrategia busca permitir a Chile, crecer y alcanzar el desarrollo en el marco de un compromiso total con la protección del medioambiente. De esta manera se busca un abastecimiento energético de fuentes limpias, seguras y económicamente eficientes.

Si bien la dependencia del petróleo y el carbón creció en los últimos años, fue una respuesta del mercado energético a las restricciones en el suministro de gas argentino y la menor hidrología que afectó al país en los últimos años, que claramente no responden a una planificación a largo plazo. Esta respuesta generada en el mercado eléctrico muestra la debilidad de la matriz energética del país. Es por esto que se enfoca en entregar condiciones favorables para generar una matriz energética cada vez más segura, limpia y diversificada. Buscando esta matriz se basará en los siguientes pilares:

- Compromiso con la eficiencia energética
- Incorporar crecientemente ERNC a la matriz energética
- Potenciar las energías renovables tradicionales
- Fortalecer el diseño, la solidez e impulsar el desarrollo del sistema de transmisión
- Abordar los diversos desafíos que presentan el mercado y la distribución eléctrica
- Promover un avance sostenido en el desarrollo de las interconexiones internacionales

---

<sup>5</sup> En la Resolución 1.278 Exenta, que establece las normas para la adecuada implementación de la ley 20.257, se establece un factor proporcional igual a 1 para Potencias Máximas (PM) menores a 20 MW, un factor de  $(1-(PM-20.000 \text{ kW})/20.000 \text{ kW})$  de para potencias entre 20 MW y 40 MW y un factor de 0 para PM mayores a 40 MW.

### **1.3.6 Ley 20.571 (Ley de Medición Neta o Net Metering)**

La ley 20.571, oficializada en Marzo de 2012, se titula “Regula el Pago de las Tarifas Eléctricas de las Generadoras Residenciales”

Artículo 149 bis: Menciona que los usuarios finales sujetos a fijación de precios que dispongan de un equipamiento de generación de energía eléctrica por medios renovables no convencionales o de instalaciones de cogeneración eficiente, tienen derecho a inyectar la energía generada a la red de distribución.

Las inyecciones de energía realizadas para los usuarios finales serán valorizadas al mismo precio que los concesionarios de servicio público de distribución traspasan a sus clientes regulados.

La capacidad de generación instalada por cliente no puede superar los 100 kW para hacer uso de la Ley 20.571.

## **1.4 Objetivos del Estudio**

### **1.4.1 Objetivos generales**

El objetivo general del proyecto es promover la generación de electricidad usando el recurso hídrico disponible en los canales de riego.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

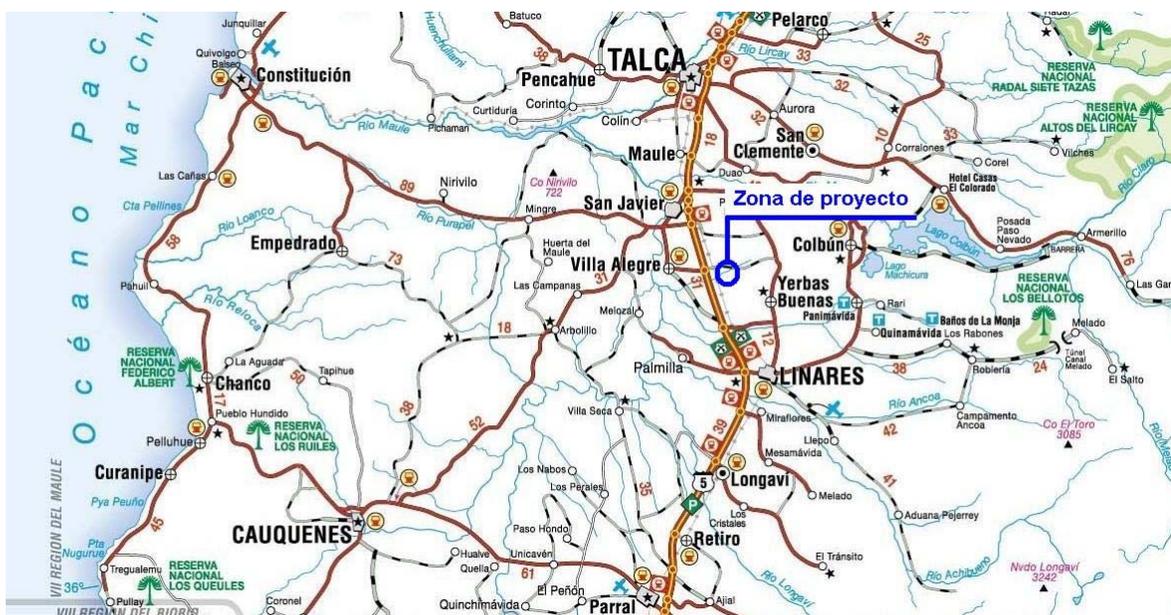
- Analizar la factibilidad económica del proyecto de generación.
- Analizar los ingresos, costos, beneficios y dificultades del proyecto de generación en canales de riego.

## 2 Antecedentes generales del proyecto

### 2.1 Ubicación del Proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en el Fundo Santa Isidora de Coibungo, Comuna de Villa Alegre, Séptima Región del Maule. En la Figura 2-1 se muestra la ubicación del proyecto.

Figura 2-1: Ubicación General del Proyecto



### 2.2 Antecedentes de los derechos

Las aguas utilizadas corresponden al agua que circula por los siguientes canales. En el Anexo I se muestra la estadística de los caudales mensuales inscritos para cada canal. En la Tabla 2-1 se muestra un resumen de las acciones de agua inscritas de los canales.

Tabla 2-1: Cuadro resumen de acciones de agua de los canales utilizados

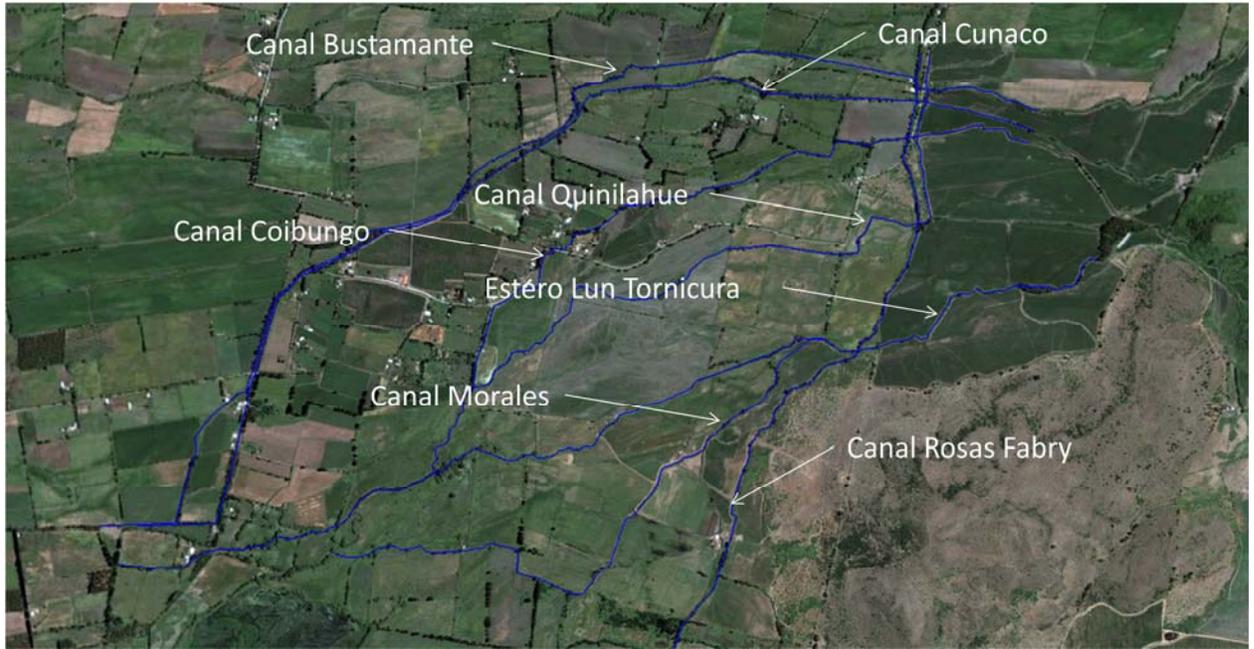
| Nombre del Canal     | Número de Acciones | Caudal (m <sup>3</sup> /s) |
|----------------------|--------------------|----------------------------|
| Canal Quinilahue     | 313,38             | 0,438                      |
| Canal Bustamante     | 826,76             | 1,157                      |
| Canal Cunaco         | 1.648,45           | 2,31                       |
| Canal Coibungo       | 188,83             | 0,19                       |
| Canal Rosas Fabry    | 721,83             | 1,01                       |
| Estero Lun Tornicura | 703,1              | 0,70                       |
| Canal Morales        | 264,3              | 0,26                       |

A continuación se muestra una breve descripción de los canales:

- Canal La Finca o Quinilahue: Recibe aportes directos del Canal Esperanza Norte del Subsistema Canal Maule Sur. Su trazado es en sentido Sur-Poniente con una longitud de 7 kilómetros, recibiendo aportes del canal Cunaco en su recorrido. Su área de riego se ubica al Norte del Estero Lun Tornicura. Una (1) acción del canal corresponde a 1,4 l/s.
- Canal Bustamante: Recibe aportes directos del canal Cunaco y del Canal San Lorenzo del Sistema Canal Tronco Maule Sur. Su trazado es de gran longitud (12 kilómetros) en sentido Oriente-Poniente, regando áreas ubicadas al Sur de la comuna de Villa Alegre. Una (1) acción del canal corresponde a 1,4 l/s.
- Canal Cunaco: Su captación se ubica a la izquierda del Canal Tronco, junto con la obra de Toma del Canal Guiones. Su trazado sigue una trayectoria de unos 20 kilómetros en sentido Sur-Poniente para regar áreas ubicadas al Sur en la comuna de Villa Alegre. Una (1) acción del canal corresponde a 1,4 l/s.
- Canal Coibungo: El caudal que circula por este canal proceden del cauce natural Estero Lun Tornicura. Los usuarios de este canal corresponden a pequeños usuarios que por lo general tienen 1 l/s. Una (1) acción del canal corresponde a 1 l/s.
- Canal Rosas Fabry: Su bocatoma se encuentra en el cauce Queri. Las obras de conducción tienen una longitud de 25 kilómetros con un recorrido Norte-Sur y Oriente-Poniente. En su recorrido, cruza 7 canales y un sin número de canales de derrames y derivados donde recibe aportes indirectos. En su recorrido aporta derechos al canal Guiones. Una (1) acción del canal corresponde a 1,4 l/s.
- Lun Tornicura: Recibe su aporte del Subsistema Canal Tronco Maule Sur, Canales Cunaco y San Ramón. De su cauce se originan 7 derivados cuyas bocatomas son saques de derivación. Su desagüe se ubica en el río Putagán. Una (1) acción del canal corresponde a 1 l/s.
- Canal Morales: Es un canal derivado del Estero Lun Tornicura. Su bocatoma se encuentra 800 metros aguas abajo del camino de Coibungo a Gúmera. El agua es distribuida a los predios por tacos y compuertas. Una (1) acción del canal corresponde a 1 l/s.

En la Figura 2-2 se muestra un esquema de los canales.

Figura 2-2: Esquema de los canales utilizados para el proyecto



### 3 Disponibilidad de Caudal

#### 3.1 Objetivos

El objetivo de realizar un estudio hidrológico es definir la escorrentía en la bocatoma que se utilizará para la Central Hidroeléctrica de Pasada proyectada.

Para la realización de un proyecto de generación de energía hidroeléctrica es fundamental tener bien definido el caudal disponible.

#### 3.2 Características de la Cuenca

Los canales que transportan el caudal disponible para el proyecto, tienen su origen en el desagüe del sistema de embalses Colbún – Machicura. Si bien la cuenca antes del sistema de embales es de régimen Nivo – pluvial, aguas abajo de los embalses no se tiene el mismo régimen. Esto se entiende fácilmente al saber que los embalses se abren o se cierran para poder acumular agua artificialmente durante la época de lluvias y deshielos. Además, como los embalses son tanto para generación hidroeléctrica como para riego, las centrales no necesariamente operan en conjunto con el riego, variando así la disponibilidad del caudal.

#### 3.3 Métodos Utilizados

Para la determinación del caudal disponible se tiene que hacer un catastro de las acciones de cada canal y las normas que regulan la distribución mensual de los caudales disponibles para los canales de riego. En este caso se tiene la Resolución DGA N° 105 de Abril de 1983 que determina los caudales mínimos que debe respetar el sistema de embalses destinados para riego. Esta resolución se resume en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Resumen Resolución DGA N°105

| Mes      | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Q (m3/s) | 200 | 180 | 120 | 80  | 40  | 40  | 40  | 40  | 60  | 140 | 160 | 200 |
| %        | 100 | 90  | 60  | 40  | 20  | 20  | 20  | 20  | 30  | 70  | 80  | 100 |

Con esta resolución, y el catastro de cada canal se puede estimar el caudal disponible para el proyecto.

Para la estimación del caudal disponible se deben respetar los derechos de los usuarios. Estos derechos son utilizados o no dependiendo de la temporada, si es de riego o no. Para el análisis se estimó que de Octubre a Marzo los usuarios utilizan sus derechos de agua para riego y desde Abril hasta Septiembre no las utilizan. En éste último período el caudal que circula por los canales tiene únicamente el fin de ser agua bebestible para animales.

En la temporada de riego, el caudal disponible corresponde al caudal de los derechos que están aguas abajo del punto de ubicación del proyecto y que puede ser devuelta a los respectivos canales de riego.

En la temporada sin riego, el caudal disponible corresponde al total del caudal de los derechos. Esto debido a que además del caudal que pertenece a los derechos, por los canales circula un importante caudal de aguas lluvia y derrames de otros canales, lo que significa que en ningún caso se dejarán los canales secos.

Es importante mencionar que los canales serán habilitados para que por ellos pueda circular el caudal de diseño de la central sin que esto signifique generar daños en los canales y obras civiles.

### 3.4 Caudales Obtenidos

Con la estadística disponible y con la Resolución DGA N° 105 que regula el caudal disponible para los canales de riego durante el año. Se tiene que los canales tienen el siguiente caudal disponible para el proyecto dependiendo si es temporada de riego o no.

#### 3.4.1 Canal Quinilahue

El caudal disponible para el proyecto se muestra en la Tabla 3-2. La disponibilidad de caudal varía dependiendo de si es temporada de riego o no. El 100% del caudal total del canal para la temporada de riego y el 100% para la temporada sin riego. El canal disponible de este canal no se considera para el proyecto debido a que no se llegó a acuerdo con los usuarios de este canal para el uso del agua para el proyecto de la central. De todas maneras es importante considerarlo al momento de diseñar los canales debido a que hay que respetar el uso del agua de los usuarios correspondientes.

**Tabla 3-2: Resumen de caudal medio mensual del canal Quinilahue**

| Mes                   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Q total (m3/s)</b> | 0,44 | 0,39 | 0,26 | 0,18 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,13 | 0,31 | 0,35 | 0,44 |

#### 3.4.2 Canal Bustamante

El caudal disponible para el proyecto se muestra en la Tabla 3-3. La disponibilidad de caudal varía dependiendo de si es temporada de riego o no. El 0% del caudal total del canal para la temporada de riego y el 100% para la temporada sin riego.

**Tabla 3-3: Resumen de caudal medio mensual disponible del canal Bustamante para el proyecto**

| Mes                   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Q total (m3/s)</b> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,46 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

#### 3.4.3 Canal Cunaco

El caudal disponible para el proyecto se muestra en la Tabla 3-4. La disponibilidad de caudal varía dependiendo de si es temporada de riego o no. El 42% del caudal total del canal para la temporada de riego y el 100% para la temporada sin riego.

**Tabla 3-4: Resumen de caudal medio mensual disponible del canal Cunaco para el proyecto**

| Mes                   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Q total (m3/s)</b> | 0,98 | 0,88 | 0,59 | 0,92 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,46 | 0,69 | 0,68 | 0,78 | 0,98 |

### 3.4.4 Canal Coibungo

El caudal disponible para el proyecto se muestra en la Tabla 3-5. La disponibilidad de caudal varía dependiendo de si es temporada de riego o no. El 7,7% del caudal total del canal para la temporada de riego y el 100% para la temporada sin riego.

**Tabla 3-5: Resumen de caudal medio mensual disponible del canal Coibungo para el proyecto**

| Mes                   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Q total (m3/s)</b> | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,07 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |

### 3.4.5 Canal Rosas Fabry

El caudal disponible para el proyecto se muestra en la Tabla 3-6. La disponibilidad de caudal varía dependiendo de si es temporada de riego o no. El 36,2% del caudal total del canal para la temporada de riego y el 100% para la temporada sin riego.

**Tabla 3-6: Resumen de caudal medio mensual disponible del canal Rosas Fabry para el proyecto**

| Mes                   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Q total (m3/s)</b> | 0,37 | 0,33 | 0,22 | 0,40 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,30 | 0,26 | 0,29 | 0,37 |

### 3.4.6 Estero Lun Tornicura

El caudal disponible para el proyecto se muestra en la Tabla 3-7. La disponibilidad de caudal varía dependiendo de si es temporada de riego o no. El 0% del caudal total del canal para la temporada de riego y el 100% para la temporada sin riego.

**Tabla 3-7: Resumen de caudal medio mensual disponible del estero Lun Tornicura para el proyecto**

| Mes                   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Q total (m3/s)</b> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,24 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

### 3.4.7 Canal Morales

El caudal disponible para el proyecto se muestra en la Tabla 3-8. La disponibilidad de caudal varía dependiendo de si es temporada de riego o no. El 0% del caudal total del canal para la temporada de riego y el 100% para la temporada sin riego.

**Tabla 3-8: Resumen de caudal medio mensual disponible del canal Morales para el proyecto**

| Mes                   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Q total (m3/s)</b> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Con estos datos se tiene que la disponibilidad mensual de agua para el proyecto es el siguiente:

**Tabla 3-9: Resumen de caudal medio mensual disponible para el proyecto**

| Mes                   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Q total (m3/s)</b> | 1,36 | 1,22 | 0,82 | 2,25 | 1,12 | 1,12 | 1,12 | 1,12 | 1,69 | 0,95 | 1,09 | 1,36 |

Con estos datos de caudal medio mensual disponible se puede realizar una simulación para tres casos: pesimista (0,6 – 0,8), estándar (0,8 – 1,0) y optimista (1,0 – 1,1). El valor encerrado en paréntesis corresponde a un rango del factor aleatorio que es multiplicado por la disponibilidad legal de agua para obtener de esta manera el caudal medio mensual correspondiente. La simulación corresponde a los datos de 40 años de estadística.

En el Anexo I se muestran los caudales medios mensuales de cada canal según acciones inscritas. La simulación generada se presenta en los Anexos II, III y IV para los casos pesimista, estándar y optimista respectivamente.

En las Tablas 3-10, 3-11 y 3-12 se muestran los caudales medios mensuales disponibles para las distintas situaciones:

Pesimista:

**Tabla 3-10: Caudal Medio Mensual disponible para la situación Pesimista**

| Mes                   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Q total (m3/s)</b> | 0,95 | 0,88 | 0,58 | 1,55 | 0,78 | 0,80 | 0,79 | 0,79 | 1,17 | 0,67 | 0,76 | 0,94 |

Estándar:

**Tabla 3-11: Caudal Medio Mensual disponible para la situación Estándar**

| Mes                   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Q total (m3/s)</b> | 1,21 | 1,09 | 0,74 | 2,02 | 1,02 | 1,00 | 1,01 | 1,02 | 1,52 | 0,86 | 0,95 | 1,21 |

Optimista:

**Tabla 3-12: Caudal Medio Mensual disponible para la situación Optimista**

| Mes                   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Q total (m3/s)</b> | 1,44 | 1,28 | 0,86 | 2,36 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,76 | 1,00 | 1,14 | 1,44 |

## 4 Generación de Energía

### 4.1 Objetivos de la Simulación de Generación

Luego de determinar el caudal disponible en la Bocatoma de la Central Hidroeléctrica de Pasada, se procede a simular la generación de energía.

Con el análisis que se realiza se pretende determinar el valor del caudal de diseño mediante la ubicación del punto óptimo de generación según la estadística de los caudales simulados. De esta manera se determina el factor de planta, la potencia y la generación media anual de la central.

### 4.2 Caudal de Diseño de la Central

El criterio para determinar el tamaño óptimo se obtiene a través del caudal de diseño, esto se cumple cuando:

- Se optimiza el retorno de la inversión.
- No se pone en riesgo el buen funcionamiento de la central.
- Se cumple el óptimo económico, que corresponde al punto donde los ingresos marginales se interceptan con los costos marginales.

### 4.3 Potencial de Generación

Con los caudales obtenidos con el modelo utilizado se procede a simular la operación de la central de pasada. Para efecto de la simulación se consideran 4,5 metros de altura neta de generación que corresponden a la diferencia de cotas entre el canal Morales y el estero Lun Tornicura. La distancia entre ambos canales es de 300 metros en estos puntos. Luego del punto seleccionado, el canal Morales cambia de dirección, alejándose del estero Lun Tornicura.

La Potencia de la central se estima como:

$$P = f * Q[m^3/s] * H [m] [KW]$$

Se tiene que para este tipo de proyectos el factor  $f^6$ , que corresponde a la eficiencia del sistema, tiene un valor de 8,56. Este valor corresponde a la aceleración de gravedad, la eficiencia de la turbina y la eficiencia de generador tal como se muestra a continuación:

$$f = g [m^2/s] * \eta_{turbina} * \eta_{generador} = 9,8 * 0,91 * 0,95 = 8,56$$

Para la simulación de la central, se consideran los caudales de los canales de riego aportados por la Junta de Vigilancia en Bocatoma. Además se simulan 3 casos<sup>7</sup>: pesimista, estándar y optimista. Para efectos del análisis del proyecto se analiza con el caso optimista, esto ya que en terreno y se observa que el caudal real que pasa por los canales es mayor al caudal registrado. En el Anexo V se muestra una tabla con aforos realizados a los canales. Además, para la simulación, se asume un factor  $f$  de valor 8,5 para no sobredimensionar la generación.

---

<sup>6</sup> Los valores de eficiencias de la turbina y generador son datos indicados por los fabricantes.

<sup>7</sup> Los casos Pesimista y Estándar se muestran en el Anexo VI y VII respectivamente.

Con estos valores se obtiene la matriz de generación mostrada en la Tabla 4-1.

**Tabla 4-1: Simulación de Generación de la Central**

| <b>Caudal Diseño<br/>(m<sup>3</sup>/s)</b> | <b>Caudal Medio Útil<br/>(m<sup>3</sup>/s)</b> | <b>Factor de Planta</b> | <b>Potencia<br/>(kW)</b> | <b>Generación<br/>(MWh/Año)</b> |
|--|--|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 1,00                                       | 0,99   | 0,987                   | 38,3                     | 336                             |
| 1,05                                       | 1,03   | 0,981                   | 40,2                     | 349                             |
| 1,10                                       | 1,07   | 0,974                   | 42,1                     | 363                             |
| 1,15                                       | 1,11   | 0,966                   | 44,0                     | 375                             |
| 1,20                                       | 1,14   | 0,952                   | 45,9                     | 385                             |
| 1,25                                       | 1,16   | 0,931                   | 47,8                     | 392                             |
| 1,30                                       | 1,18   | 0,910                   | 49,7                     | 398                             |
| 1,35                                       | 1,20   | 0,889                   | 51,6                     | 403                             |
| 1,40                                       | 1,22   | 0,869                   | 53,6                     | 408                             |
| 1,45                                       | 1,23   | 0,848                   | 55,5                     | 413                             |
| 1,50                                       | 1,24   | 0,827                   | 57,4                     | 416                             |
| 1,55                                       | 1,25   | 0,805                   | 59,3                     | 419                             |
| 1,60                                       | 1,26   | 0,785                   | 61,2                     | 421                             |
| 1,65                                       | 1,26   | 0,767                   | 63,1                     | 424                             |
| 1,70                                       | 1,27   | 0,749                   | 65,0                     | 426                             |
| 1,75                                       | 1,28   | 0,732                   | 66,9                     | 428                             |
| 1,80                                       | 1,29   | 0,715                   | 68,9                     | 430                             |
| 1,85                                       | 1,29   | 0,698                   | 70,8                     | 432                             |
| 1,90                                       | 1,30   | 0,682                   | 72,7                     | 433                             |
| 1,95                                       | 1,30   | 0,666                   | 74,6                     | 434                             |
| 2,00                                       | 1,30   | 0,652                   | 76,5                     | 436                             |
| 2,05                                       | 1,31   | 0,638                   | 78,4                     | 437                             |
| 2,10                                       | 1,31   | 0,625                   | 80,3                     | 438                             |
| 2,15                                       | 1,32   | 0,612                   | 82,2                     | 440                             |
| 2,20                                       | 1,32   | 0,600                   | 84,2                     | 441                             |
| 2,25                                       | 1,32   | 0,589                   | 86,1                     | 442                             |

De acuerdo al caudal de diseño de 1,35 m<sup>3</sup>/s, se tiene una central con una potencia de 51,6 kW, la que operaría en promedio con un factor de planta de 0,89 y se obtiene una generación medio anual de 403 MWh/año.

## **5 Detalle de las obras**

### **5.1 Descripción de las Obras**

El proyecto de la mini central de pasada consiste en la captación de los flujos de los canales de riego Quinilahue, Bustamante, Cunaco, Coibungo, Rosas Fabry, el estero Lun Tornicura y el canal Morales y la utilización del caudal para la generación de energía eléctrica. El caudal es conducido por los mismos canales hacia la casa de máquinas donde ubica una turbina Kaplan. El caudal es restituido al estero Lun Tornicura por medio del canal de restitución 1, y a los canales Cunaco por medio del canal de restitución 3. Además se considera como canal de restitución 2 al estero Lun Tornicura por el tramo desde el final del canal de restitución 1 hasta la confluencia del estero con el canal Coibungo.

En la Tabla 5-1 se muestra una breve descripción de las obras del proyecto

**Tabla 5-1: Descripción de las Obras**

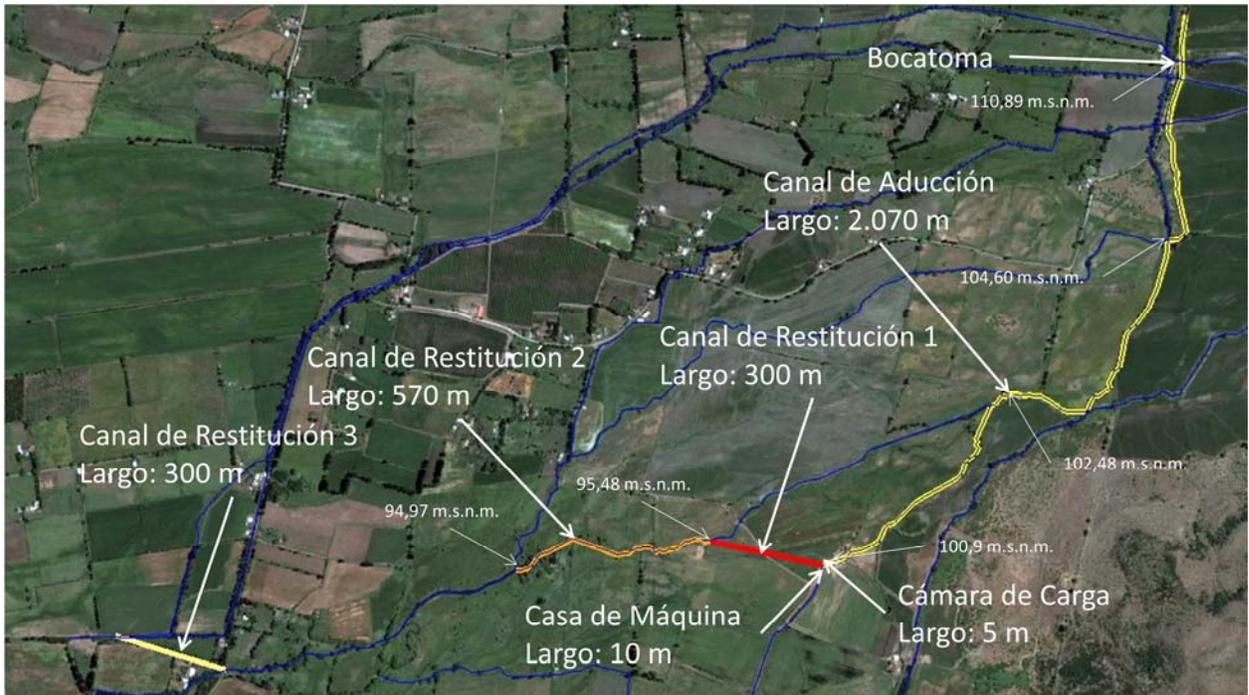
| <b>Tramo (km)</b> | <b>Largo (m)</b> | <b>Tipo de Obra</b>    | <b>Descripción de la Obra</b>   |
|-------------------|------------------|------------------------|---|
| 0,000 – 0,000     | 0                | Marco Partidor         | En canal Bustamante para derivar en canal Quinilahue                          |
| 0,000 – 0,040     | 40               | Canal de Aducción      | Limpiar y dejar en óptimas condiciones el canal Quinilahue                    |
| 0,040 – 0,040     | 0                | Marco Partidor         | En canal Cunaco para derivar al canal Quinilahue                              |
| 0,040 – 0,160     | 120              | Canal de Aducción      | Limpiar y dejar en óptimas condiciones el canal Quinilahue                    |
| 0,160 – 0,160     | 0                | Marco Partidor         | En canal Coibungo para derivar en canal Quinilahue                            |
| 0,160 – 0,480     | 320              | Canal de Aducción      | Limpiar y dejar en óptimas condiciones el canal Quinilahue                    |
| 0,480 – 0,480     | 0                | Marco Partidor         | En canal Quinilahue para derivar en canal Rosas Fabry                         |
| 0,480 – 0,990     | 510              | Canal de Aducción      | Limpiar y dejar en óptimas condiciones el canal Rosas Fabry                   |
| 0,990 – 0,990     | 0                | Marco Partidor         | En canal Rosas Fabry para derivar en estero Lun Tornicura                     |
| 0,990 – 1,340     | 350              | Canal de Aducción      | Limpiar y dejar en óptimas condiciones el estero Lun Tornicura                |
| 1,340 – 1,340     | 0                | Marco Partidor         | En estero Lun Tornicura para derivar en canal Morales                         |
| 1,340 – 1,940     | 600              | Canal de Aducción      | Limpiar y dejar en óptimas condiciones el canal Morales                       |
| 1,940 – 1,945     | 5                | Cámara de Carga        | Estructura con compuerta y control que regula la entrada de agua a la turbina |
| 1,945 – 1,955     | 10               | Casa de Máquinas       | Edificio que cumple la función de Penstock y Casa de Máquinas                 |
| 1,955 – 2,255     | 300              | Canal de Restitución 1 | Canal Trapecial de 2,5 m de base y talud (V:H) de 3:1                         |
| 2,255 – 2,825     | 570              | Canal de Restitución 2 | Limpiar y dejar en óptimas condiciones el estero Lun Tornicura                |
| 2,825 – 2,925     | 100              | Canal de Restitución 3 | Canal Trapecial de 2 m de base y talud (V:H) de 3:1                           |

El proyecto consiste en bocatomas que corresponden a marcos partidores de hormigón que distribuyen el caudal desde el canal afluente hacia el canal de aducción. Además se tiene un canal de aducción que corresponde a distintos canales dependiendo del tramo en que se encuentre. Inicialmente, el canal de aducción corresponde al canal Quinilahue (0 – 0,480 km). Luego, el canal Rosas Fabry es el canal de aducción (0,480 – 0,990 km). Luego, el canal de aducción corresponde al estero Lun Tornicura (0,990 – 1,340 km), el canal de aducción corresponde al estero Lun Tornicura y finalmente (1,340 – 1,940 km) el canal de aducción corresponde al canal Morales. Luego del canal de aducción, se realiza una pequeña cámara de carga de 5 metros de largo, que permite peraltar el eje del canal de manera de regular la altura de entrada del agua a la tubería en presión existente en la casa de máquina. En la salida

de la casa de máquina, se construye el canal de restitución 1 que transporta el caudal hasta el estero Lun Tornicura.

En la Figura 5-1 se muestra una imagen con el trazado de la central.

**Figura 5-1: Trazado de la central**



En el Anexo VIII se muestra más detallada la ubicación de los marcos partidores, canales afluentes y el detalle del canal de aducción.

## 6 Aspectos de Infraestructura, Medio Ambientales y de Servidumbre

### 6.1 Caminos

Actualmente para llegar al sector de la casa de máquinas existe camino lo que reduce significativamente los costos de construcción. Además, para la construcción de los canales de restitución 1 y 3 que necesitan el apoyo de un camión tolva, el terreno es lo suficientemente firme como para que pueda transitar un camión tolva, además se encuentra próximo a un camino existente. Por ende no se requiere construir caminos adicionales para la realización del proyecto.

En la Figura 6-1 se muestra el camino existente y la ubicación de la casa de máquinas.

**Figura 6-1: Camino de acceso a la casa de máquina**



### 6.2 Aspectos Medio Ambientales

Cabe destacar que según la Ley de Medio Ambiente (Ley 19.300) para una central de pasada pequeña y con capacidad menor a 3 MW, no se requiere de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Por ende, este proyecto no requiere ninguna aprobación ambiental.

Se construirán 2 canales además de los ya existentes en el sector, en su trayecto sólo atraviesan espacios abiertos de manera que no hay impacto sobre ningún tipo de flora.

Las obras no se emplazan dentro de un Parque Nacional o Zona de Reservas Ecológicas, ni en ninguna reserva indígena. No existen casas de habitación donde se construirán las obras civiles.

### 6.3 Servidumbres

Las obras civiles tales como bocatomas, canal de aducción, cámara de carga, casa de máquinas y canal de restitución 1 de la central se encuentran dentro de la propiedad Santa Isidora de Coibungo y el fundo La Tisana. Ambos propietarios participan del desarrollo del proyecto por lo que no es necesaria la constitución de la servidumbre sobre las propiedades.

Fuera de estas propiedades se encuentra el canal de restitución 2 y 3. El canal de restitución 2 consiste en limpiar y arreglar el estero Lun Tornicura por lo que no consiste en una obra civil como tal. El canal de restitución 3 emplaza sobre un antiguo ramal del estero Lun Tornicura que entrega agua al canal Cunaco. En la Tabla 6-1 se muestra la lista de propietarios y propiedades donde se emplaza el proyecto.

**Tabla 6-1: Propietarios y propiedades donde se emplaza el proyecto**

| <b>Propiedad</b>          | <b>Rol Propiedad</b> | <b>Nombre Propietario</b>    |
|---------------------------|----------------------|------------------------------|
| Santa Isidora de Coibungo | 237-25               | Sociedad Barrancoso Ltda.    |
| La Tisana                 | 236-84               | María Eugenia Jeria Moriamez |

## 7 Obras y Estimación de Costos

En este capítulo se revisan y detallan los costos asociados a la construcción de la central. En la Tabla 7-1 se muestra el detalle de los costos.

**Tabla 7-1: Resumen de costos de la construcción de la central**

| <b>Resumen de Costos de Construcción</b> | <b>Precio Total (USD)</b> |
|--|---------------------------|
| Obras Civiles                            | \$184.518                 |
| Equipos Electromecánicos                 | \$134.094                 |
| Conectividad Eléctrica al Sistema        | \$15.500                  |
| <b>Total</b>                             | <b>\$334.112</b>          |

Este costo supone un valor de USD 6.470 por kW de potencia. Se puede apreciar que es un valor muy elevado, si se compara con otras centrales de pasada de mayor potencia, caudal y altura de generación que tienen costos de construcción del orden USD 2.500-USD 3.500 por kW (Servicio de Evaluación Ambiental).

### 7.1 Obras Civiles

Con el fin de estimar los costos de construcción, se han cubicado las obras preliminares diseñadas en la ingeniería conceptual.

Para estimar el precio de las construcciones se han realizado cotizaciones a diferentes proveedores, tanto de construcción como de material. Para la estimación del costo de los equipos electromecánicos se realizó cotizaciones con empresas nacionales e internacionales presentes en la Expo Apemec 2012, donde estaban las más importantes empresas del rubro. A continuación se detallan las principales obras civiles de la central.

El resumen de los costos se muestra en la Tabla 7-2.

**Tabla 7-2: Resumen de los costos asociados a las obras civiles**

| <b>Resumen de Costos de Obras Civiles</b> | <b>Precio Total (USD)</b> |
|---|---------------------------|
| Instalación de Faenas                     | \$27.000                  |
| Bocatomas de Hormigón                     | \$23.000                  |
| Obras de Aducción                         | \$4.140                   |
| Cámara de Carga                           | \$18.420                  |
| Casa de Máquina                           | \$49.800                  |
| Canal de Restitución 1                    | \$18.390                  |
| Canal de Restitución 2                    | \$1.140                   |
| Canal de Restitución 3                    | \$3.400                   |
| <b>Sub Total Obras Civiles</b>            | <b>\$145.290</b>          |
| 12% de Gastos Generales                   | \$17.435                  |
| 10% de Costos de Administración           | \$14.529                  |
| 5% de Imprevistos                         | \$7.264                   |
| <b>Total</b>                              | <b>\$184.518</b>          |

El detalle de cada una de las obras civiles se muestra a continuación.

### 7.1.1 Instalación de Faenas

Se considera la instalación de faenas aledañas a la casa de máquinas donde se ubicarán las máquinas y bodegas donde se guardarán los equipos y las herramientas necesarias. Además se ubicarán 2 patios de acopio de material.

Se instalará además una bodega para materiales, baños de personal y comedor de personal. No se considera la instalación de un campamento para el personal técnico (jornales) durante la etapa de construcción, debido a la baja cantidad de personal y también debido a que el pueblo de Estación Villa Alegre se ubica a solo 3,5 km de la central.

La estimación de costos para estas instalaciones se muestra en la Tabla 7-3.

**Tabla 7-3: Detalle de los costos asociados a la instalación de faenas**

| <b>Instalación de Faenas</b>          | <b>Unidad</b>  | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario (USD)</b> | <b>Precio Total (USD)</b> |
|---------------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Movilización de equipos y otros       | GL             | 1               | \$5.000,0                    | \$5.000                   |
| Casa de personal (futura oficina)     | m <sup>2</sup> | 30              | \$250,0                      | \$7.500                   |
| Instalación de bodegas y otros        | m <sup>2</sup> | 50              | \$250,0                      | \$12.500                  |
| Limpieza final y retiro de excedentes | GL             | 1               | \$2.000,0                    | \$2.000                   |
| <b>Total</b>                          |                |                 |                              | <b>\$27.000</b>           |

### 7.1.2 Bocatomas de Hormigón

La captación del caudal proveniente de cada canal consta de un marco partididor de hormigón. Además las compuertas del marco partididor serán mecanizadas de manera de poder regular su abertura o cierre desde la casa de máquinas. Antes de la última derivación al canal de aducción se instalará una reja para evitar el ingreso de peces, ramas y mugre que sea arrastrado por el canal.

Para la estimación de costos se considera una reja móvil para cada una de las cinco obras de captación. En la Tabla 7-4 se detallan los costos de estas instalaciones.

**Tabla 7-4: Detalle de los costos asociados a las obras de bocatoma**

| <b>Bocatomas de hormigón</b>   | <b>Unidad</b>  | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario (USD)</b> | <b>Precio Total (USD)</b> |
|--------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Hormigón zona de compuertas    | m <sup>3</sup> | 20              | \$400,0                      | \$8.000                   |
| Compuertas y equipos mecánicos | GL             | 6               | \$2.500                      | \$15.000                  |
| <b>Total</b>                   |                |                 |                              | <b>\$23.000</b>           |

El detalle de los marcos partididores se muestra en el Anexo IX.

### 7.1.3 Obras de Aducción

Las obras a realizar en el canal de aducción son básicamente, la limpieza de los canales y el retiro de los escombros. Esto es principalmente debido a que los canales están capacitados para transportar el caudal definido, además están funcionando regularmente y sólo se deben realizar estas obras menores.

En la Tabla 7-5 se detalla el costo de las obras de aducción.

**Tabla 7-5: Detalle de los costos asociados a las obras de aducción**

| Obras de Aducción                        | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Precio Total (USD) |
|--|--------|----------|-----------------------|--------------------|
| Limpieza de canal y retiro de excedentes | ml     | 2070     | \$2,0                 | \$4.140            |
| <b>Total</b>                             |        |          |                       | <b>\$4.140</b>     |

En el Anexo X se muestran los canales y sus perfiles hidráulicos para los caudales máximos estimados para cada canal.

#### 7.1.4 Cámara de Carga

a) Movimiento de Tierra

Para los movimientos de tierra de la cámara de carga se han considerado unas 30 horas de equipos pesados. Se cotizó este trabajo y el costo es de USD 70,0 por hora.

b) Retiro de excedentes

Se han considerado el retiro de unos 80 m<sup>3</sup> de excedentes. El costo cotizado es de USD 4,0 por m<sup>3</sup>.

c) Equipos mecánicos

Se considera el uso una compuerta mecanizada de 500 kilos. La idea es controlar el flujo con esta compuerta y evitar el uso de una costosa válvula. El costo de la compuerta es de USD 12,0 por kilo y el sistema que regula a la compuerta tiene un costo estimado de USD 10.000.

El detalle los costos de las obras asociadas a la cámara de carga se muestra en la Tabla 7-6.

**Tabla 7-6: Detalle de los costos asociados a la cámara de carga**

| Cámara de Carga                   | Unidad         | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Precio Total (USD) |
|-----------------------------------|----------------|----------|-----------------------|--------------------|
| Movimiento de tierra (excavadora) | horas          | 30       | \$70,0                | \$2.100            |
| Retiro de excedentes              | m <sup>3</sup> | 80       | \$4,0                 | \$320              |
| Compuerta                         | kg             | 500      | \$12,0                | \$6.000            |
| Control de compuerta              | GL             | 1        | \$10.000,0            | \$10.000           |
| <b>Total</b>                      |                |          |                       | <b>\$18.420</b>    |

#### 7.1.5 Casa de máquinas

La casa de máquinas corresponde al edificio donde se ubican las máquinas del proyecto (turbina, generador, alternador, equipos de regulación, etc.).

El edificio de la casa de máquinas será construido con en estructura metálica revestida con forro metálico (Steel - Panel). Las dimensiones preliminares de la casa de máquina fueron definidas de acuerdo a las dimensiones de los equipos cotizados. Las dimensiones de la casa de máquina son las siguientes:

**Tabla 7-7: Dimensiones de la casa de máquinas**

| <b>Casa de Máquinas</b>        | <b>Unidad</b>        | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------------|----------------------|-----------------|
| Ancho del edificio             | m                    | 10              |
| Largo del edificio             | m                    | 10              |
| <b>Área total del edificio</b> | <b>m<sup>2</sup></b> | <b>100</b>      |

La profundidad de excavación para la casa de máquina es de 6,5 m bajo el nivel de piso actual. Se considera excavar un volumen de 650 m<sup>3</sup>. Para efecto de presupuesto, se considera un volumen de 800 m<sup>3</sup>.

En la Tabla 7-8 se muestra el detalle de los costos asociados a la construcción de la casa de máquinas.

**Tabla 7-8: Detalle de los costos asociados a la construcción de la casa de máquinas**

| <b>Casa de Máquina</b>                  | <b>Unidad</b>  | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario (USD)</b> | <b>Precio Total (USD)</b> |
|---|----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Construcción de edificio                | m <sup>2</sup> | 100             | \$300,0                      | \$30.000                  |
| Rebaje de cota de terreno               | m <sup>3</sup> | 800             | \$6,0                        | \$4.800                   |
| Hormigón para fundaciones de la turbina | m <sup>3</sup> | 30              | \$500,0                      | \$15.000                  |
| <b>Total</b>                            |                |                 |                              | <b>\$49.800</b>           |

En el Anexo XI se muestra una elevación de la casa de máquinas.

#### **7.1.6 Canal de Restitución 1**

A la salida de la casa de máquina, se tiene contemplado un canal de descarga de 300 metros de largo que conduzca el caudal utilizado hacia el Estero Lun Tornicura. Este estero es de forma trapecial y será revestido con 10 cm de hormigón hasta una altura de 0,8 m para evitar así cualquier tipo de erosión que se pueda producir en el canal. Además de esta forma se evita el ingreso de agua de origen subterráneo que pueda influir en el rendimiento de la turbina.

Las dimensiones del canal de restitución 1 se muestran en la Tabla 7-9.

**Tabla 7-9: Características del Canal de restitución 1**

| <b>Canal de Restitución 1</b> | <b>Unidad</b>     | <b>Cantidad</b> |
|-------------------------------|-------------------|-----------------|
| Caudal de Diseño              | m <sup>3</sup> /s | 1,35            |
| Ancho Basal                   | m                 | 2,50            |
| Largo                         | m                 | 300             |
| Altura Inicial                | m                 | 6,50            |
| Talud sección trapecial (V:H) | m/m               | 3:1             |
| Espesor de revestimiento      | m                 | 0,10            |
| Coficiente de Manning         |                   | 0,020           |
| Pendiente del canal           | m/m               | 0,0009          |
| Altura normal                 | m                 | 0,61            |
| Altura crítica                | m                 | 0,31            |

El canal se diseña con un ancho basa de 2,5 m para que entre un camión al canal y pueda sacar el material sin problemas.

Para calcular el volumen de hormigón necesario para el revestimiento se calcula el perímetro mojado de la sección para la altura normal de caudal y se estipula una revancha del 30% obteniendo así una altura de 0,8 m y un perímetro mojado de 4,187 m. Si se considera el revestimiento de 10 cm y un largo de 50 metros para revestir el canal, por lo que se tiene que el volumen necesario es de 42 m<sup>3</sup> de hormigón. Para el presupuesto, se ha estimado un volumen 5% mayor que corresponde a 45 m<sup>3</sup>. El movimiento de tierra necesario para la realización del canal es de 433 m<sup>3</sup> pero se ha estimado un 5% extra que son 455 m<sup>3</sup> para efectos del presupuesto.

En la Tabla 7-10 se detallan los costos asociados a la construcción del canal de restitución 1.

**Tabla 7-10: Detalle de los costos asociados a la construcción del Canal de restitución 1**

| <b>Canal de Restitución 1</b>        | <b>Unidad</b>  | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario (USD)</b> | <b>Precio Total (USD)</b> |
|--------------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Movimiento de tierra (excavación)    | m <sup>3</sup> | 455             | \$8,0                        | \$3.640                   |
| Camión Tolva de apoyo                | horas          | 50              | \$70,0                       | \$3.500                   |
| Hormigón para revestimiento de 10 cm | m <sup>3</sup> | 45              | \$250,0                      | \$11.250                  |
| <b>Total</b>                         |                |                 |                              | <b>\$18.390</b>           |

### 7.1.7 Canal de Restitución 2

El canal de restitución 2 es básicamente el mejoramiento del estero Lun Tornicura desde que recibe el aporte del Canal de restitución 1, hasta su cruce con el canal Quinilahue. Este canal recorre un tramo de 570 m. La principal obra a realizar en este canal es el de limpieza y retiro de escombros. En la Tabla 7-11 se muestra el detalle de los costos para estas obras.

**Tabla 7-11: Detalle de los costos asociados a la construcción del canal de restitución 2**

| <b>Canal de Restitución 2</b>           | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario (USD)</b> | <b>Precio Total (USD)</b> |
|---|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Limpieza de canal y retiro de escombros | m             | 570             | \$2,0                        | \$1.140                   |
| <b>Total</b>                            |               |                 |                              | <b>\$1.140</b>            |

### 7.1.8 Canal de Restitución 3

Para la generación se utilizó caudal perteneciente al canal Cunaco, este caudal debe ser restituido a través de un canal derivado en el estero Lun Tornicura y tiene un largo estimado de 100 m. El canal tiene una sección transversal de taludes V:H de 3:1 un ancho basal de 2,5 m. En la Tabla 7-12 se muestran las principales características del canal de restitución 3.

**Tabla 7-12: Características del canal de restitución 3**

| Canal de Restitución 3        | Unidad            | Cantidad |
|-------------------------------|-------------------|----------|
| Caudal de Diseño              | m <sup>3</sup> /s | 1        |
| Ancho Basal                   | m                 | 2,50     |
| Largo                         | m                 | 100      |
| Altura                        | m                 | 0,9      |
| Talud sección trapecial (V:H) | m/m               | 3:1      |
| Coficiente de Manning         |                   | 0,035    |
| Pendiente del canal           | m/m               | 0,0009   |
| Altura normal                 | m                 | 0,67     |
| Altura crítica                | m                 | 0,25     |

A continuación, en la Tabla 7-13, se detallan los costos para la construcción de este canal.

**Tabla 7-13: Detalle de los costos asociados a la construcción del canal de restitución 3**

| Canal de Restitución 3            | Unidad         | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Precio Total (USD) |
|-----------------------------------|----------------|----------|-----------------------|--------------------|
| Movimiento de tierra (excavación) | m <sup>3</sup> | 250      | \$8,0                 | \$2.000            |
| Camión Tolva de apoyo             | horas          | 20       | \$70,0                | \$1.400            |
| <b>Total</b>                      |                |          |                       | <b>\$3.400</b>     |

## 7.2 Equipos Electromecánicos

Los costos de los equipos se han estimado solicitando cotizaciones a diversos proveedores de turbinas y generadores. Además se trabaja en conjunto con la empresa Ingeniería y Construcción Madrid S.A. que tiene la representación de tres importantes fabricantes de turbinas de China.

Los costos estimados para los equipos son llave en mano e incluye la ingeniería, provisión e instalación de la turbina y generador, de los equipos de comandos y control, así como también del transformador requerido para conectarse a la red.

En la Tabla 7-14 se muestra el detalle de los costos asociados a los equipos electromecánicos.

**Tabla 7-14: Detalle de los costos asociados a los equipos electromecánicos**

| Equipos Electromecánicos | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (USD) | Precio Total (USD) |
|--------------------------|--------|----------|-----------------------|--------------------|
| Turbina y generador      | kW     | 51,6     | \$2.500,0             | \$129.094          |
| Transformador            | GL     | 1        | \$5.000,0             | \$5.000            |
| <b>Total</b>             |        |          |                       | <b>\$148.438</b>   |

La turbina tiene una potencia instalada de 51,6 kW. La cotización corresponde a la empresa Cink Hydro Energy de España, mientras que la cotización del transformador corresponde a una cotización realizada a la empresa RHONA S.A. de Chile.

### 7.3 Conectividad Eléctrica al Sistema

La red para conectar la casa de máquinas con la red de transmisión de 7,2 kV correspondiente es un tramo muy corto, sólo 100 m. Esto ya que la conexión con la red se realizará en el empalme ubicado en este lugar. Debido a la baja potencia de la central, la conexión es bastante simple y tiene un bajo costo. No hay que constituir ninguna servidumbre. Se ha considerado un valor de USD 15.500 por concepto de ingeniería para esta conectividad y la puesta en marcha.

En la Tabla 7-15 se muestra el detalle de los costos asociados a la conectividad eléctrica.

**Tabla 7-15: Detalle de los costos asociados a la conectividad eléctrica al sistema**

| <b>Conectividad Eléctrica al Sistema</b> | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario (USD)</b> | <b>Precio Total (USD)</b> |
|--|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Línea para conectividad                  | km            | 0,1             | \$25.000,0                   | \$2.500                   |
| Sincronizadores, interruptores y otros   | GL            | 1               | \$10.000,0                   | \$10.000                  |
| Proyecto de conectividad eléctrica       | GL            | 1               | \$3.000,0                    | \$3.000                   |
| <b>Total</b>                             |               |                 |                              | <b>\$15.500</b>           |

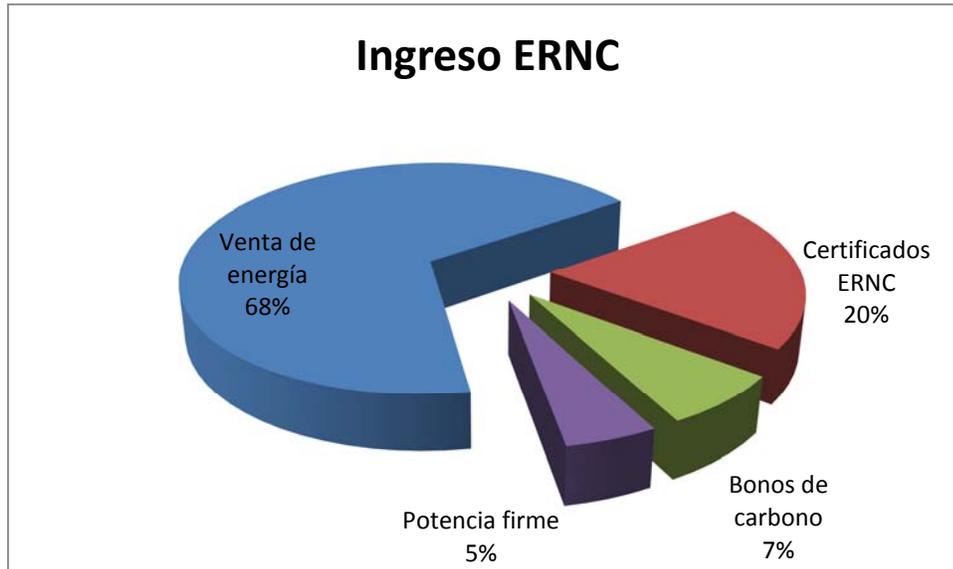
## 8 Precios de Venta e Ingresos del Proyecto

### 8.1 Estimación de Precios e ingresos

Un proyecto ERNC genera ingresos que se pueden descomponer en 4 componentes. Estos son los siguientes:

- Venta de energía
- Certificados ERNC
- Bonos de carbono
- Potencia firme

Además tienen la siguiente distribución (Contreras, J.M., 2009):



- Ingreso por venta de energía:

El ingreso por venta de energía es la principal fuente de ingreso de una central de ERNC, para la estimación del precio de venta de la energía primero se debe analizar las 2 opciones que tiene el propietario de la central basado en el Artículo N° 39 del D.S. 244 que menciona que se puede elegir entre vender la energía generada al sistema a costo marginal instantánea (precio spot) o a un régimen de precio estabilizado (precio nudo).

- Venta al costo marginal instantáneo (spot): Corresponde al costo marginal horario calculado por el CDEC en la barra de más alta tensión de la subestación de distribución primaria que corresponda. Tiene una importante apuesta en el valor futuro del costo marginal.
- Venta a precio estabilizado (nudo): Corresponde a un promedio en el tiempo de los costos marginales del sistema operando a mínimo costo. Los precios de nudo se fijan semestralmente, en los meses de abril y octubre. También se determina para la barra de conexión correspondiente. Este tipo de venta puede ser 3 tipos principales:

- Power Purchase Agreement (PPA) con empresas distribuidoras: La empresa generadora vende todo lo que genera a la empresa distribuidora. Los contratos se deben renovar cada 4 años.
  - PPA con empresas distribuidoras o un cliente libre: La empresa generadora abastece un bloque de demanda de una empresa distribuidora o de un cliente libre. Si la generación es menor a la demanda contratada, el generador debe comprar la energía faltante a precio spot. Esto lleva un riesgo ya que depende del valor del precio spot en el mercado. Esto hace que los precios de contrato sean un poco más elevados.
  - PPA con clientes libres basado en la venta de lo producido: La empresa generadora le vende todo lo generado al cliente libre. El cliente libre valora más los certificados de ERNC que una empresa distribuidora. Este modelo de negocio reduce el riesgo para las empresas generadoras.
- Ingreso por certificados ERNC:

La Ley 20.257 exige la generación de ERNC a las empresas que suministran energía al SIC y al SING, esta energía puede ser propia o contratada lo que genera que se puedan vender los bonos certificados de generación por medio de fuentes no convencionales. Como se mencionó anteriormente en el ítem de ingreso por venta de energía, los precios la energía van a depender del tipo de contrato celebrado entre las partes, y con esto también se va a establecer un precio para la venta de los certificados de ERNC.

- Ingreso por venta de bonos de carbono:

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), es un mecanismo establecido bajo el Protocolo de Kyoto. Surge con la finalidad de reducir los gases de efecto invernadero (GEI). El MDL permite que países que generan mayor contaminación puedan acreditar reducciones de emisiones a través de proyectos realizados en otro país.

Como este proyecto no genera emisión de carbono en la generación de energía supone una reducción en la emisión de contaminantes en comparación con otros medios de generación como son el diesel, el carbón y el gas natural entre otros.

El factor de reducción depende de la matriz energética del sector donde se encuentra el proyecto. Para el SIC se tiene un coeficiente de conversión de 0,576<sup>8</sup> toneladas de carbono emitido por MWh de energía hidráulica.

Para poder certificar los bonos de carbono se debe realizar una certificación internacional y realizar una renovación anual. El precio estimado de esta certificación es de USD 40.000.

El precio de la venta de los Bonos de ERNC puede ser de USD 30.000 por MW (APEMEC, 2012)

- Ingreso por venta de potencia:

Este tipo de centrales adicionalmente al ingreso por venta de energía, también genera un ingreso por potencia. Para dicho cálculo se requiere estimar la potencia de suficiencia de la central. La potencia de suficiencia queda definida por el Decreto 62 del Ministerio de Economía que entró en

---

<sup>8</sup> Valor obtenido de estudios realizados por la empresa ENACON S.A.

vigencia en Febrero de 2007 como la potencia generada con el promedio de los 2 años de menor caudal disponible para generar.

Estos ingresos, sumados a los beneficios que tienen los proyectos de ERNC como la excepción de peaje otorgada en la Ley Corta I, permiten que este tipo de proyectos, de pequeño tamaño y ERNC, sean económicamente viables y puedan competir contra las economías de escala que manejan proyectos de mayor envergadura. Además es muy importante que un proyecto como éste genera un pequeño impacto ambiental y no tiene la necesidad de presentarse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) (Ley 19.300,1994)

### 8.1.1 Precio y venta de energía

La energía generada entra en la Ley 20.571, por lo que la energía es valorizada al mismo precio que la empresa de distribución correspondiente, en este caso Luz Linares, traspasa a sus clientes regulados. En el caso del sector donde está proyectada la central, el precio por MWh alcanza los USD 350 (Luz Linares, 2012). Esta ley entrará en vigencia una vez que el reglamento de implementación sea publicado por lo que no es posible considerar el valor supuesto por la Ley 20.571, es por esto que el precio de venta de energía que se considera es el precio Spot, que está considerado en USD 114<sup>9</sup> por MWh aproximadamente y es un valor adecuado para estimar ingresos por ventas sin sobredimensionar los ingresos.

Para estimar los ingresos anuales, se ha simulado la central con los caudales medios mensuales, en consecuencia, la producción promedio de energía anual es la que se muestra en la Tabla 8-1.

**Tabla 8-1: Cálculo de la estimación de la generación neta anual de la central**

| Ítem                         | Cálculo                                 | Unidad     | Valor         |
|------------------------------|---|------------|---------------|
| Potencia de la central       | $P=8,5 \cdot H \cdot Q_{\text{diseño}}$ | kW         | 51,6          |
| Generación bruta anual       | $G=P \cdot t \cdot fp \cdot 10^{-3}$    | MWh        | 403,43        |
| Pérdidas transformador       |   | %          | 2,5           |
| <b>Generación Neta anual</b> |   | <b>MWh</b> | <b>393,35</b> |

Donde:

- H: Altura de generación en m
- $Q_{\text{diseño}}$ : Caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s
- t: Tiempo en horas
- fp: Factor de planta

Para calcular los ingresos se considera un precio anual de energía de USD 114/MWh. Entonces el ingreso por generación de energía anual promedio es el que se indica en la Tabla 8-2.

**Tabla 8-2: Ingreso anual por venta de energía anual promedio**

| Ítem   | Unidad     | Valor           |
|--|------------|-----------------|
| Generación neta promedio                           | MWh        | 393,35          |
| Precio de venta de energía                         | USD/MWh    | 114             |
| <b>Ingreso anual promedio por venta de energía</b> | <b>USD</b> | <b>44.841,9</b> |

<sup>9</sup> Basado en otros proyectos de centrales de pasada ubicados en la IX Región

### 8.1.2 Precio y venta de Potencia

En este proyecto el caudal promedio de los 2 años más bajos es de 1,316 m<sup>3</sup>/s que generan una potencia de suficiencia de 50,3 kW. El valor de la potencia promedio es de USD 14.452/MW<sup>10</sup>. Esto corresponde al valor pagado para factor de planta 1,0. Para la estimación del precio a pagar en el proyecto se considera el factor de la potencia de suficiencia sobre la potencia instalada, en este caso el factor es de 0,975 por lo que el precio de la potencia generada por el la central es de USD 14.087,9/MW que es igual a decir USD 14,0879/kW.

El pago por potencia es mensual, por lo que el cálculo de ingreso anual es el siguiente.

$$\text{Ingreso anual} = \text{Potencia} \cdot \text{Precio venta de potencia} \cdot 12$$

La estimación de ingreso por venta de potencia se señala en la Tabla 8-3.

**Tabla 8-3: Ingreso anual por venta de potencia**

| Ítem   | Unidad     | Valor         |
|--|------------|---------------|
| Potencia de la central                             | kW         | 51,6          |
| Precio de venta de potencia                        | USD/MW     | 14,088        |
| <b>Ingreso anual promedio por venta de energía</b> | <b>USD</b> | <b>726,94</b> |

### 8.1.3 Precio y venta de Certificados de ERNC

Estos certificados de ERNC tuvieron un valor promedio en 2010 de USD 13,3/MWh-ERNC (Ingevét S.A., 2011). Para el presupuesto se supone un precio de USD 13/MWh.

A continuación, en la Tabla 8-4, se muestra la estimación de ingreso por venta de Certificados de ERNC.

**Tabla 8-4: Ingreso anual por venta de Certificados de ERNC**

| Ítem  | Unidad     | Valor           |
|---|------------|-----------------|
| Generación neta promedio                        | MWh        | 393,35          |
| Precio Certificado ERNC                         | USD/MWh    | 13              |
| <b>Ingreso anual promedio por venta de ERNC</b> | <b>USD</b> | <b>5.113,55</b> |

### 8.1.4 Precio de Bonos de Carbono (CER's)

Debido a la baja potencia de la central, no es conveniente la realización de la certificación, ya que los costos de certificación son más elevados que los ingresos esperados por la venta de MDL. A continuación se muestra una tabla con la estimación de ingresos por venta de Bonos de Carbono.

**Tabla 8-5: Ingreso anual por venta de Bonos de Carbono**

| Ítem   | Unidad     | Valor        |
|--|------------|--------------|
| Potencia de la Central                           | kW         | 51,6         |
| Precio Bono de Carbono                           | USD/MW     | 30.000       |
| <b>Ingreso anual promedio por venta de Bonos</b> | <b>USD</b> | <b>1.548</b> |

<sup>10</sup> Publicaciones en el Diario Oficial de acuerdo al artículo 158° de la LGSE (En base a la Ley Corta II)

## 8.2 Estimación de Costos

Aquí se detallan los principales costos de la central que no corresponden a las obras de construcción de la central. Para la estimación se considera que el USD equivale a 485 CLP.

### 8.2.1 Operación y Mantenición

El costo considerado para este ítem corresponde a USD 14.000 anuales que consideran el sueldo de un técnico electromecánico de 450.000 CLP y 100.000 CLP para otros gastos menores que corresponden a USD 13.608. Se estima además una tasa anual del crecimiento de 2% del costo de O&M.

### 8.2.2 Mantenimiento de Canales

El costo de mantenimiento anual para los canales y las obras civiles se estima en USD 10.000. Además se estima una tasa de crecimiento anual en el costo de mantenimiento del 1%.

## 8.3 Estimación de Costos de Financiamiento

En este ítem se detallan los principales costos debidos al financiamiento.

En la evaluación privada del proyecto, se ha considerado un escenario con financiamiento de un 70% del costo del proyecto. Para estimar el costo de financiamiento, se ha considerado una tasa de interés de 7,5%, simulando un crédito a 10 años. En la Tabla 8-6 se muestra un resumen de los costos estimados para el proyecto financiado.

**Tabla 8-6: Resumen del los costos estimados para el proyecto financiado**

| Ítem                    | Monto USD      | %            |
|-------------------------|----------------|--------------|
| Monto de Deuda          | 237.796        | 70,0         |
| Monto de Capital Propio | 101.913        | 30,0         |
| <b>Inversión Total</b>  | <b>339.709</b> | <b>100,0</b> |

El desglose de la inversión, que se muestra en la Tabla 8-7, es el siguiente:

- Monto del IVA a financiar: Dado que el proyecto requiere en financiamiento parcial del IVA, hasta que el SII devuelva dicha retención, se ha considerado para efecto del proyecto que el IVA debe ser financiado por un año a una tasa de un 7,5%.
- Costo de estampillas: Se ha considerado el costo por concepto de estampillas, el que actualmente corresponde al 0,25% del monto de la deuda.

**Tabla 8-7: Desglose de la inversión para el proyecto financiado o apalancado**

| Ítem  | Monto USD      |
|---|----------------|
| Costo Total sin Deuda                           | 334.112        |
| Monto del IVA a financiar (19%)                 | 63.481         |
| Costo Financiero del IVA del Proyecto (7,5%)    | 4.761          |
| Impuesto Estampilla y gasto del crédito (0,25%) | 835            |
| <b>Inversión Total</b>                          | <b>339.709</b> |

## 9 Evaluación Financiera

Una vez determinada la inversión, la estimación de los precios, los ingresos y los costos se procede a evaluar a cuarenta años los flujos de la central simulando la generación esperada año a año por medio de los caudales útiles.

Con los antecedentes anteriormente expuestos se realizó la evaluación privada del proyecto sin financiamiento, es decir un 100% de capital propio y además la evaluación del proyecto con financiamiento del 70% de la inversión con una tasa anual de 7,5%. Los resultados se muestran en la Tabla 9-1. En el Anexo XII se muestra una tabla resumen con los valores de los parámetros utilizados para la realización de la evaluación del proyecto.

**Tabla 9-1: Resultados de la Evaluación Financiera del Proyecto**

| Situación          | Inversión | Tasas de descuento |           |             | TIR    |
|--------------------|-----------|--------------------|-----------|-------------|--------|
|                    |           | 6%                 | 8%        | 10%         |        |
| Optimista          | USD       |                    | VAN (USD) |             | %      |
| Sin Financiamiento | 334.112   | 114.660,47         | 30.809,47 | (27.369,83) | 9,46%  |
| Con Financiamiento | 101.913   | 123.618,78         | 54.861,25 | 10.190,81   | 11,18% |

En el caso del proyecto con financiamiento el valor total del proyecto es mayor debido a que se consideran los costos asociados al financiamiento detallados en el capítulo anterior.

El análisis económico muestra que el proyecto es rentable y que es mejor que otros proyectos con tasas de retorno de 6% y 8%.

Si bien es un proyecto rentable, no es comparable a otros proyectos de centrales hidroeléctricas que tienen TIR cercanos a 25%<sup>11</sup>. Esto se explica principalmente debido al alto costo de los equipos electromecánicos que tienen tecnología en desarrollo y que aun puede bajar los precios de los equipos.

Se realizaron los análisis económicos para las situaciones estándar y pesimista para compararlas con la situación optimista y también poder estimar la situación económica del proyecto si en un futuro cercano la disponibilidad de agua se ve reducida.

Los resultados se muestran en las Tablas 9-2 y 9-3.

**Tabla 9-2: Resultados de la Evaluación Financiera del Proyecto para la situación Pesimista**

| Situación          | Inversión | Tasas de descuento |              |              | TIR   |
|--------------------|-----------|--------------------|--------------|--------------|-------|
|                    |           | 6%                 | 8%           | 10%          |       |
| Pesimista          | USD       |                    | VAN (USD)    |              | %     |
| Sin Financiamiento | 334.112   | (113.466,59)       | (149.733,34) | (174.090,40) | 3,58% |
| Con Financiamiento | 101.913   | (118.843,29)       | (136.823,83) | (145.501,65) | 3,01% |

<sup>11</sup> Análisis económicos de proyectos realizados por ENACON S.A.

**Tabla 9-3: Resultados de la Evaluación Financiera del Proyecto para la situación Estándar**

| Situación          | Inversión | Tasas de descuento |             |             | TIR   |
|--------------------|-----------|--------------------|-------------|-------------|-------|
|                    |           | 6%                 | 8%          | 10%         |       |
| Estándar           | USD       |                    | VAN (USD)   |             | %     |
| Sin Financiamiento | 334.112   | 16.996,31          | (46.283,30) | (89.862,58) | 7,16% |
| Con Financiamiento | 101.913   | 20.903,64          | (25.775,78) | (54.856,58) | 7,72% |

De los resultados anteriores se puede concluir que el proyecto sigue siendo rentable para el caudal diseñado.

En los Anexos XIII y XIV se muestra la evaluación económica del proyecto para la situación pesimista en los casos sin financiamiento y con financiamiento. En los Anexos XV y XVI se muestra la evaluación económica del proyecto para la situación estándar en los casos sin financiamiento y con financiamiento. Y finalmente en los Anexos XVII y XVIII se muestra la evaluación económica del proyecto para la situación optimista en los casos sin financiamiento y con financiamiento.

Además en los Anexos XIX, XX y XXI se muestran los análisis de sensibilidad del TIR del proyecto con respecto al caudal de diseño para los casos pesimista, estándar y optimista.

## 10 Conclusiones

Como conclusión del presente estudio de memoria, se ha demostrado que aun en proyectos de pasada con caídas mínimas, como en el caso del proyecto evaluado, que sólo posee 4,5 metros de caída neta, se obtienen rentabilidades aceptables. En el caso del proyecto evaluado se obtiene un TIR de 9,46% para el proyecto con financiamiento propio y un TIR de 11,18% para el mismo proyecto con deuda.

La implicancia de la presente memoria es que se demuestra que pequeñas comunidades de canalistas, grupo de agricultores y otras asociaciones podrían implementar proyectos de generación de pasada que sean sustentables en el tiempo, para generar un ingreso adicional y optimizar la utilización de los recursos hídricos.

La implementación de este tipo de proyectos crea externalidades positivas que beneficia a todos los regantes, tales como: (i) se genera un ingreso adicional por la venta de energía; (ii) obliga a la comunidad de regantes hacer mejor uso de los recursos hídricos, ya que su costo alternativo es elevado por efecto del precio de la energía; (iii) el proyecto obliga a la comunidad de regantes a mantener los canales en forma adecuada para beneficiar el buen funcionamiento de la central de pasada.

Es muy importante mencionar que el proyecto desarrollado puede ser replicado, esto por tener una característica común de la zona, que es la presencia de una red de canales de baja pendiente y altos caudales. Esto puede potenciar económica y energéticamente al sector, generando ingresos por ventas de energía.

En el evento que el propietario del proyecto venda la energía como sistema PMGD a la misma comunidad o socios de la comunidad de regantes, éstos pueden reducir los costos de energía necesarios para poder mejorar los sistemas de riego, logrando así beneficios económicos por la producción frutícola existente en el sector.

El desarrollo de proyectos similares es de alta importancia, ya que es una energía limpia y renovable que actualmente no se utiliza y se desaprovecha día a día.

Un tema en el que se debe ahondar, es en la falta de información de caudales que existe actualmente. Los canales utilizados para la evaluación de este proyecto pertenecen a comunidades de pequeños usuarios, que son de escasos recursos y no realizan un buen control de los caudales que fluyen a través de los canales. El sistema de riego utilizado en el sector es mayoritariamente el riego tendido, que tiene una baja eficiencia en comparación al riego por aspersión y por goteo.

## Bibliografía

- APEMEC . MDL Programático. Santiago, Chile. 2012  
(<http://www.apemec.cl/es/component/content/article/33/383-mdl-programatico.html>, búsqueda realizada el 15 de Noviembre de 2012)
- Chow, V. T. *Hidráulica de Canales Abiertos*. México. Editorial Diana, 6ta Impresión. 1994.
- Comisión Nacional de Energía. Plan de Seguridad Energética. Santiago, Chile. 2006.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. Ley 19.300: Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 1994.
- Contreras J.M. Desarrollo de las ERNC en Chile. Desafíos Regulatorios, Desarrollo de Proyectos y Modelo de Ejecución. Exposición ELEGAS. Grupo Editorial EDITEC S.A. Santiago, Chile. 2009.
- Ministerio de Economía. Decreto Ley Número 62: Aprueba Reglamento de Transferencias de Potencia entre Generadoras Establecidas en la Ley General de Servicios Eléctricos. Santiago, Chile. 2006.
- Geddes, P. *Cities in Evolution*. Londres: Williams & Norgate. 1915.
- Ingevet S.A. Situación Real de la Generación con ERNC y su Inyección a los Sistema Eléctricos durante el año 2010. Informe desarrollado para el Programa Chile Sustentable. Santiago, Chile. 2011.
- Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Ley 19.940: Regula Sistemas de Transporte de Energía Eléctrica, Establece un Nuevo Régimen de Tarifas para Sistemas Eléctricos Medianos e Introduce las Adecuaciones que Indica la Ley General de Servicios Eléctricos. Santiago, Chile. 2004.
- Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Ley 20.018: Modifica el Marco Normativo del Sector Eléctrico. Santiago, Chile. 2005
- Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Ley 20.257: Introduce Modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos Respecto de la Generación de Energía Eléctrica con Fuentes de Energía Renovable No Convencionales. Santiago, Chile. 2008.
- Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción Ley 20.571: Regula el Pago de las Tarifas Eléctricas de las Generadoras Residenciales. Santiago, Chile. 2012.
- Luz Linares. Tarifas de Suministro Eléctrico. 2012. ([www.luzlinares.cl](http://www.luzlinares.cl), búsqueda realizada el 15 de Agosto de 2012)
- Ministerio de Energía. Estrategia Nacional de Energía. Santiago, Chile. 2012.
- Procivil Ingeniería Ltda. Estimación Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto. Informe realizado para la Comisión Nacional de Energía y Comisión Nacional de Riego. Santiago, Chile. 2007.
- Procivil Ingeniería Ltda. Estudio Evaluación Técnica Preliminar de Proyectos de Centrales Hidroeléctricas de Menos de 20 MW de Potencia Asociadas a Obras de Riego. Informe realizado para la Comisión Nacional de Energía y Comisión Nacional de Riego. Santiago, Chile. 2011.
- [www.cdec-sic.cl](http://www.cdec-sic.cl)
- [www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)

# **ANEXOS**

## Anexo I: Estadística de Caudales Inscritos (m<sup>3</sup>/s)

| Canal                | Ene   | Feb   | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Bustamante</b>    | 1,157 | 1,042 | 0,694 | 0,463 | 0,231 | 0,231 | 0,231 | 0,231 | 0,347 | 0,810 | 0,926 | 1,157 |
| <b>Coibungo</b>      | 0,189 | 0,170 | 0,113 | 0,076 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 0,057 | 0,132 | 0,151 | 0,189 |
| <b>Cunaco</b>        | 2,756 | 2,481 | 1,654 | 1,103 | 0,551 | 0,551 | 0,551 | 0,551 | 0,827 | 1,929 | 2,205 | 2,756 |
| <b>Lun Tornicura</b> | 0,703 | 0,633 | 0,422 | 0,281 | 0,141 | 0,141 | 0,141 | 0,141 | 0,211 | 0,492 | 0,562 | 0,703 |
| <b>Morales</b>       | 0,264 | 0,238 | 0,159 | 0,106 | 0,053 | 0,053 | 0,053 | 0,053 | 0,079 | 0,185 | 0,211 | 0,264 |
| <b>Rosas Fabry</b>   | 1,014 | 0,913 | 0,609 | 0,406 | 0,203 | 0,203 | 0,203 | 0,203 | 0,304 | 0,710 | 0,811 | 1,014 |
| <b>Q total m3/s</b>  | 6,084 | 5,476 | 3,651 | 2,434 | 1,217 | 1,217 | 1,217 | 1,217 | 1,825 | 4,259 | 4,867 | 6,084 |

## Anexo II: Estadística de caudales medios mensuales generada para la situación pesimista

| Caudales Medios Mensuales (m3/seg) en Bocatoma situación pesimista |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |             |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| Año  | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Promedio    |
| 1  | 1,09 | 0,77 | 0,53 | 1,58 | 0,79 | 0,86 | 0,78 | 0,69 | 1,09 | 0,59 | 0,85 | 0,84 | <b>0,87</b> |
| 2  | 0,82 | 0,96 | 0,53 | 1,68 | 0,68 | 0,79 | 0,74 | 0,84 | 1,06 | 0,75 | 0,81 | 0,86 | <b>0,88</b> |
| 3  | 0,82 | 0,90 | 0,56 | 1,76 | 0,74 | 0,90 | 0,89 | 0,69 | 1,24 | 0,61 | 0,80 | 0,86 | <b>0,90</b> |
| 4  | 0,83 | 0,85 | 0,55 | 1,60 | 0,73 | 0,89 | 0,73 | 0,82 | 1,10 | 0,75 | 0,76 | 0,96 | <b>0,88</b> |
| 5  | 1,07 | 0,89 | 0,62 | 1,63 | 0,73 | 0,85 | 0,68 | 0,88 | 1,07 | 0,67 | 0,72 | 0,90 | <b>0,89</b> |
| 6  | 0,93 | 0,86 | 0,58 | 1,65 | 0,70 | 0,84 | 0,79 | 0,89 | 1,02 | 0,72 | 0,79 | 0,83 | <b>0,88</b> |
| 7  | 0,95 | 0,75 | 0,61 | 1,48 | 0,74 | 0,80 | 0,87 | 0,76 | 1,15 | 0,60 | 0,77 | 1,02 | <b>0,88</b> |
| 8  | 1,08 | 0,95 | 0,61 | 1,55 | 0,90 | 0,77 | 0,88 | 0,72 | 1,23 | 0,58 | 0,73 | 0,85 | <b>0,90</b> |
| 9  | 0,84 | 0,77 | 0,53 | 1,41 | 0,79 | 0,72 | 0,70 | 0,77 | 1,28 | 0,68 | 0,68 | 0,86 | <b>0,84</b> |
| 10   | 0,91 | 0,92 | 0,59 | 1,74 | 0,79 | 0,81 | 0,89 | 0,83 | 1,28 | 0,71 | 0,79 | 0,95 | <b>0,94</b> |
| 11   | 0,92 | 0,87 | 0,56 | 1,59 | 0,80 | 0,75 | 0,71 | 0,80 | 1,12 | 0,73 | 0,84 | 0,92 | <b>0,88</b> |
| 12   | 0,95 | 0,88 | 0,64 | 1,77 | 0,71 | 0,86 | 0,78 | 0,90 | 1,04 | 0,57 | 0,75 | 0,94 | <b>0,90</b> |
| 13   | 0,94 | 0,77 | 0,54 | 1,67 | 0,82 | 0,85 | 0,86 | 0,81 | 1,31 | 0,58 | 0,73 | 1,03 | <b>0,91</b> |
| 14   | 0,95 | 0,96 | 0,60 | 1,51 | 0,68 | 0,75 | 0,84 | 0,79 | 1,28 | 0,76 | 0,71 | 0,89 | <b>0,89</b> |
| 15   | 0,96 | 0,96 | 0,65 | 1,77 | 0,83 | 0,87 | 0,69 | 0,83 | 1,19 | 0,65 | 0,73 | 0,96 | <b>0,92</b> |
| 16   | 0,92 | 0,87 | 0,56 | 1,44 | 0,70 | 0,78 | 0,85 | 0,76 | 1,19 | 0,59 | 0,72 | 0,95 | <b>0,86</b> |
| 17   | 1,07 | 0,90 | 0,65 | 1,42 | 0,74 | 0,77 | 0,81 | 0,77 | 1,25 | 0,67 | 0,75 | 1,02 | <b>0,90</b> |
| 18   | 0,82 | 0,96 | 0,49 | 1,55 | 0,68 | 0,68 | 0,90 | 0,86 | 1,01 | 0,62 | 0,87 | 1,08 | <b>0,88</b> |
| 19   | 1,05 | 0,92 | 0,60 | 1,39 | 0,71 | 0,89 | 0,82 | 0,89 | 1,30 | 0,72 | 0,84 | 0,91 | <b>0,92</b> |
| 20   | 1,00 | 0,95 | 0,50 | 1,50 | 0,84 | 0,82 | 0,74 | 0,89 | 1,25 | 0,69 | 0,75 | 0,89 | <b>0,90</b> |
| 21   | 1,06 | 0,81 | 0,60 | 1,39 | 0,85 | 0,88 | 0,85 | 0,75 | 1,14 | 0,61 | 0,72 | 0,87 | <b>0,88</b> |
| 22   | 1,03 | 0,82 | 0,55 | 1,61 | 0,75 | 0,79 | 0,82 | 0,75 | 1,03 | 0,69 | 0,67 | 0,88 | <b>0,87</b> |
| 23   | 0,88 | 0,74 | 0,63 | 1,59 | 0,83 | 0,74 | 0,89 | 0,78 | 1,10 | 0,63 | 0,73 | 0,95 | <b>0,88</b> |
| 24   | 0,94 | 0,97 | 0,54 | 1,37 | 0,86 | 0,77 | 0,79 | 0,69 | 1,06 | 0,70 | 0,84 | 1,05 | <b>0,88</b> |
| 25   | 1,04 | 0,86 | 0,60 | 1,65 | 0,79 | 0,72 | 0,73 | 0,70 | 1,29 | 0,70 | 0,73 | 1,06 | <b>0,91</b> |
| 26   | 1,04 | 0,73 | 0,65 | 1,41 | 0,76 | 0,76 | 0,77 | 0,85 | 1,21 | 0,65 | 0,70 | 0,85 | <b>0,87</b> |
| 27   | 0,96 | 0,81 | 0,53 | 1,43 | 0,87 | 0,76 | 0,76 | 0,72 | 1,32 | 0,70 | 0,79 | 0,89 | <b>0,88</b> |

|                 |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 28              | 0,90        | 0,92        | 0,56        | 1,38        | 0,85        | 0,76        | 0,79        | 0,71        | 1,33        | 0,72        | 0,83        | 0,99        | <b>0,89</b> |
| 29              | 0,93        | 0,85        | 0,62        | 1,39        | 0,79        | 0,72        | 0,83        | 0,90        | 1,20        | 0,69        | 0,69        | 0,98        | <b>0,88</b> |
| 30              | 0,93        | 0,95        | 0,64        | 1,73        | 0,77        | 0,87        | 0,74        | 0,85        | 1,02        | 0,67        | 0,67        | 1,08        | <b>0,91</b> |
| 31              | 0,86        | 0,87        | 0,50        | 1,49        | 0,87        | 0,78        | 0,68        | 0,82        | 1,31        | 0,72        | 0,82        | 0,82        | <b>0,88</b> |
| 32              | 0,86        | 0,96        | 0,61        | 1,36        | 0,81        | 0,82        | 0,81        | 0,73        | 1,02        | 0,74        | 0,81        | 1,06        | <b>0,88</b> |
| 33              | 0,95        | 0,93        | 0,62        | 1,71        | 0,78        | 0,71        | 0,73        | 0,83        | 1,20        | 0,66        | 0,66        | 0,84        | <b>0,88</b> |
| 34              | 1,06        | 0,83        | 0,52        | 1,41        | 0,69        | 0,68        | 0,83        | 0,73        | 1,09        | 0,57        | 0,85        | 0,97        | <b>0,85</b> |
| 35              | 1,03        | 0,93        | 0,65        | 1,58        | 0,76        | 0,87        | 0,74        | 0,78        | 1,06        | 0,62        | 0,72        | 0,95        | <b>0,89</b> |
| 36              | 0,90        | 0,90        | 0,49        | 1,71        | 0,80        | 0,84        | 0,85        | 0,70        | 1,25        | 0,65        | 0,73        | 1,03        | <b>0,91</b> |
| 37              | 0,95        | 0,74        | 0,62        | 1,66        | 0,69        | 0,80        | 0,71        | 0,72        | 1,05        | 0,72        | 0,84        | 0,83        | <b>0,86</b> |
| 38              | 1,05        | 0,94        | 0,62        | 1,57        | 0,86        | 0,69        | 0,76        | 0,75        | 1,02        | 0,73        | 0,84        | 0,94        | <b>0,90</b> |
| 39              | 0,93        | 0,91        | 0,63        | 1,43        | 0,69        | 0,72        | 0,74        | 0,70        | 1,16        | 0,66        | 0,77        | 0,91        | <b>0,85</b> |
| 40              | 0,82        | 0,92        | 0,59        | 1,56        | 0,72        | 0,77        | 0,69        | 0,75        | 1,34        | 0,72        | 0,78        | 0,89        | <b>0,88</b> |
| <b>Promedio</b> | <b>0,95</b> | <b>0,88</b> | <b>0,58</b> | <b>1,55</b> | <b>0,78</b> | <b>0,80</b> | <b>0,79</b> | <b>0,79</b> | <b>1,17</b> | <b>0,67</b> | <b>0,76</b> | <b>0,94</b> | <b>0,89</b> |

### Anexo III: Estadística de caudales medios mensuales generada para la situación estándar

| Caudales Medios Mensuales (m3/seg) en Bocatoma situación estándar |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |             |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| Año   | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Promedio    |
| 1   | 1,26 | 1,07 | 0,68 | 1,80 | 1,02 | 1,05 | 0,92 | 1,08 | 1,61 | 0,89 | 0,89 | 1,16 | <b>1,12</b> |
| 2   | 1,20 | 1,04 | 0,75 | 2,09 | 0,95 | 0,97 | 0,98 | 1,10 | 1,58 | 0,83 | 0,93 | 1,11 | <b>1,13</b> |
| 3   | 1,14 | 1,02 | 0,67 | 2,09 | 1,08 | 1,12 | 0,94 | 0,98 | 1,64 | 0,93 | 0,90 | 1,14 | <b>1,14</b> |
| 4   | 1,20 | 1,13 | 0,71 | 2,03 | 0,98 | 1,06 | 1,12 | 1,12 | 1,58 | 0,93 | 1,00 | 1,31 | <b>1,18</b> |
| 5   | 1,29 | 1,09 | 0,66 | 2,05 | 1,00 | 1,07 | 1,08 | 1,11 | 1,68 | 0,93 | 0,95 | 1,18 | <b>1,18</b> |
| 6   | 1,13 | 1,22 | 0,79 | 2,21 | 1,10 | 0,97 | 1,03 | 1,10 | 1,58 | 0,82 | 1,00 | 1,18 | <b>1,18</b> |
| 7   | 1,26 | 1,11 | 0,72 | 1,83 | 1,07 | 0,98 | 1,10 | 1,07 | 1,43 | 0,79 | 0,89 | 1,31 | <b>1,13</b> |
| 8   | 1,33 | 1,21 | 0,73 | 1,98 | 0,90 | 1,11 | 1,09 | 1,00 | 1,40 | 0,92 | 0,93 | 1,15 | <b>1,15</b> |
| 9   | 1,26 | 1,01 | 0,65 | 2,22 | 0,94 | 0,91 | 1,03 | 0,99 | 1,62 | 0,81 | 0,89 | 1,36 | <b>1,14</b> |
| 10  | 1,14 | 1,08 | 0,73 | 1,85 | 0,98 | 0,91 | 1,03 | 1,00 | 1,44 | 0,92 | 0,93 | 1,13 | <b>1,09</b> |
| 11  | 1,31 | 1,18 | 0,71 | 2,12 | 0,96 | 0,98 | 0,99 | 1,03 | 1,59 | 0,91 | 0,98 | 1,25 | <b>1,17</b> |
| 12  | 1,17 | 1,16 | 0,75 | 1,83 | 1,08 | 1,09 | 0,93 | 0,91 | 1,46 | 0,95 | 0,88 | 1,18 | <b>1,12</b> |
| 13  | 1,13 | 1,07 | 0,71 | 1,89 | 1,04 | 0,99 | 0,92 | 1,04 | 1,59 | 0,93 | 1,01 | 1,11 | <b>1,12</b> |
| 14  | 1,33 | 1,04 | 0,76 | 2,01 | 1,05 | 0,96 | 1,00 | 0,93 | 1,42 | 0,78 | 0,97 | 1,26 | <b>1,13</b> |
| 15  | 1,17 | 1,03 | 0,72 | 1,93 | 1,08 | 1,04 | 0,91 | 0,93 | 1,45 | 0,86 | 0,91 | 1,10 | <b>1,09</b> |
| 16  | 1,16 | 1,19 | 0,71 | 2,22 | 1,03 | 0,97 | 0,92 | 1,05 | 1,51 | 0,83 | 0,92 | 1,14 | <b>1,14</b> |
| 17  | 1,26 | 1,20 | 0,79 | 1,84 | 0,99 | 0,91 | 0,93 | 1,04 | 1,44 | 0,84 | 0,94 | 1,12 | <b>1,11</b> |
| 18  | 1,09 | 1,00 | 0,68 | 2,09 | 1,11 | 1,08 | 0,97 | 1,08 | 1,51 | 0,91 | 0,96 | 1,26 | <b>1,14</b> |
| 19  | 1,27 | 1,10 | 0,66 | 2,13 | 0,91 | 0,94 | 0,94 | 1,02 | 1,41 | 0,92 | 0,91 | 1,25 | <b>1,12</b> |
| 20  | 1,27 | 1,12 | 0,76 | 1,87 | 1,02 | 0,91 | 1,07 | 0,98 | 1,61 | 0,89 | 0,88 | 1,30 | <b>1,14</b> |
| 21  | 1,16 | 1,05 | 0,76 | 1,84 | 1,07 | 1,00 | 0,94 | 1,11 | 1,51 | 0,90 | 1,03 | 1,11 | <b>1,12</b> |
| 22  | 1,15 | 1,15 | 0,69 | 1,87 | 1,11 | 0,96 | 1,11 | 1,08 | 1,51 | 0,77 | 1,07 | 1,26 | <b>1,15</b> |
| 23  | 1,14 | 1,16 | 0,79 | 1,83 | 0,99 | 0,93 | 1,01 | 0,92 | 1,69 | 0,80 | 0,89 | 1,21 | <b>1,11</b> |
| 24  | 1,28 | 0,99 | 0,79 | 2,11 | 0,97 | 1,12 | 0,99 | 1,09 | 1,65 | 0,83 | 0,91 | 1,21 | <b>1,16</b> |
| 25  | 1,20 | 1,21 | 0,74 | 2,05 | 1,12 | 1,11 | 0,92 | 1,11 | 1,51 | 0,84 | 1,06 | 1,23 | <b>1,18</b> |
| 26  | 1,26 | 1,14 | 0,79 | 2,22 | 0,94 | 0,95 | 1,00 | 1,09 | 1,36 | 0,95 | 1,05 | 1,17 | <b>1,16</b> |
| 27  | 1,09 | 1,03 | 0,76 | 2,20 | 1,11 | 1,08 | 1,07 | 0,95 | 1,54 | 0,76 | 0,89 | 1,31 | <b>1,15</b> |

|                 |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 28              | 1,17        | 1,06        | 0,74        | 2,09        | 1,12        | 0,90        | 0,96        | 0,91        | 1,56        | 0,93        | 0,94        | 1,33        | <b>1,14</b> |
| 29              | 1,31        | 1,07        | 0,75        | 2,16        | 0,99        | 1,01        | 0,94        | 0,95        | 1,37        | 0,89        | 1,04        | 1,12        | <b>1,13</b> |
| 30              | 1,10        | 1,01        | 0,81        | 2,01        | 1,06        | 0,99        | 1,08        | 0,99        | 1,45        | 0,77        | 0,90        | 1,32        | <b>1,12</b> |
| 31              | 1,09        | 1,00        | 0,72        | 2,14        | 1,02        | 0,97        | 1,02        | 0,97        | 1,49        | 0,85        | 1,02        | 1,18        | <b>1,12</b> |
| 32              | 1,16        | 1,05        | 0,81        | 2,17        | 1,05        | 0,95        | 1,07        | 1,03        | 1,59        | 0,82        | 0,94        | 1,14        | <b>1,15</b> |
| 33              | 1,26        | 1,02        | 0,68        | 1,93        | 0,91        | 1,04        | 1,03        | 1,09        | 1,37        | 0,84        | 1,07        | 1,11        | <b>1,11</b> |
| 34              | 1,21        | 1,16        | 0,80        | 2,04        | 0,95        | 1,12        | 1,06        | 1,12        | 1,37        | 0,88        | 0,88        | 1,18        | <b>1,15</b> |
| 35              | 1,26        | 1,06        | 0,71        | 2,17        | 0,97        | 0,90        | 1,00        | 0,99        | 1,50        | 0,84        | 0,95        | 1,27        | <b>1,13</b> |
| 36              | 1,34        | 1,16        | 0,77        | 1,81        | 1,12        | 1,01        | 1,11        | 0,93        | 1,56        | 0,76        | 0,96        | 1,24        | <b>1,15</b> |
| 37              | 1,25        | 1,14        | 0,71        | 2,02        | 0,95        | 1,07        | 0,95        | 1,07        | 1,52        | 0,87        | 1,08        | 1,25        | <b>1,16</b> |
| 38              | 1,09        | 1,22        | 0,69        | 1,98        | 1,08        | 1,05        | 1,02        | 0,97        | 1,66        | 0,85        | 0,91        | 1,12        | <b>1,14</b> |
| 39              | 1,31        | 1,12        | 0,79        | 1,99        | 0,93        | 1,04        | 0,90        | 0,95        | 1,40        | 0,79        | 0,93        | 1,19        | <b>1,11</b> |
| 40              | 1,29        | 1,02        | 0,77        | 2,18        | 1,05        | 0,96        | 0,95        | 0,91        | 1,49        | 0,92        | 0,87        | 1,14        | <b>1,13</b> |
| <b>Promedio</b> | <b>1,21</b> | <b>1,09</b> | <b>0,74</b> | <b>2,02</b> | <b>1,02</b> | <b>1,00</b> | <b>1,01</b> | <b>1,02</b> | <b>1,52</b> | <b>0,86</b> | <b>0,95</b> | <b>1,21</b> | <b>1,14</b> |

#### Anexo IV: Estadística generada para la situación optimista

| Caudales Medios Mensuales (m3/seg) en Bocatoma situación optimista |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |             |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| Año  | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Promedio    |
| 1  | 1,46 | 1,22 | 0,88 | 2,43 | 1,16 | 1,13 | 1,21 | 1,14 | 1,77 | 1,04 | 1,12 | 1,38 | <b>1,33</b> |
| 2  | 1,37 | 1,27 | 0,87 | 2,31 | 1,16 | 1,13 | 1,18 | 1,20 | 1,83 | 0,97 | 1,14 | 1,48 | <b>1,33</b> |
| 3  | 1,44 | 1,34 | 0,85 | 2,33 | 1,21 | 1,18 | 1,19 | 1,19 | 1,71 | 1,02 | 1,10 | 1,36 | <b>1,33</b> |
| 4  | 1,43 | 1,31 | 0,88 | 2,33 | 1,18 | 1,19 | 1,22 | 1,23 | 1,74 | 1,05 | 1,19 | 1,48 | <b>1,35</b> |
| 5  | 1,45 | 1,31 | 0,84 | 2,45 | 1,16 | 1,19 | 1,16 | 1,16 | 1,82 | 0,95 | 1,12 | 1,37 | <b>1,33</b> |
| 6  | 1,46 | 1,33 | 0,83 | 2,34 | 1,16 | 1,21 | 1,13 | 1,23 | 1,74 | 1,02 | 1,09 | 1,46 | <b>1,33</b> |
| 7  | 1,41 | 1,23 | 0,83 | 2,41 | 1,19 | 1,13 | 1,22 | 1,20 | 1,72 | 1,04 | 1,18 | 1,49 | <b>1,34</b> |
| 8  | 1,49 | 1,34 | 0,82 | 2,43 | 1,22 | 1,13 | 1,14 | 1,17 | 1,80 | 0,98 | 1,19 | 1,49 | <b>1,35</b> |
| 9  | 1,39 | 1,24 | 0,82 | 2,28 | 1,16 | 1,15 | 1,20 | 1,17 | 1,79 | 0,97 | 1,15 | 1,49 | <b>1,32</b> |
| 10   | 1,49 | 1,33 | 0,85 | 2,32 | 1,22 | 1,18 | 1,21 | 1,22 | 1,84 | 0,95 | 1,14 | 1,45 | <b>1,35</b> |
| 11   | 1,45 | 1,26 | 0,87 | 2,44 | 1,20 | 1,19 | 1,21 | 1,15 | 1,71 | 0,99 | 1,09 | 1,42 | <b>1,33</b> |
| 12   | 1,37 | 1,27 | 0,88 | 2,33 | 1,22 | 1,22 | 1,22 | 1,17 | 1,77 | 1,03 | 1,12 | 1,43 | <b>1,34</b> |
| 13   | 1,44 | 1,24 | 0,82 | 2,27 | 1,20 | 1,14 | 1,24 | 1,21 | 1,79 | 1,01 | 1,15 | 1,43 | <b>1,33</b> |
| 14   | 1,45 | 1,28 | 0,89 | 2,37 | 1,22 | 1,18 | 1,15 | 1,15 | 1,77 | 1,00 | 1,12 | 1,41 | <b>1,33</b> |
| 15   | 1,42 | 1,24 | 0,86 | 2,25 | 1,19 | 1,14 | 1,14 | 1,23 | 1,76 | 0,99 | 1,12 | 1,43 | <b>1,31</b> |
| 16   | 1,47 | 1,25 | 0,83 | 2,40 | 1,21 | 1,21 | 1,18 | 1,21 | 1,76 | 0,99 | 1,16 | 1,37 | <b>1,34</b> |
| 17   | 1,40 | 1,27 | 0,89 | 2,39 | 1,15 | 1,22 | 1,20 | 1,14 | 1,82 | 1,00 | 1,19 | 1,48 | <b>1,35</b> |
| 18   | 1,48 | 1,34 | 0,88 | 2,36 | 1,15 | 1,16 | 1,22 | 1,17 | 1,80 | 1,05 | 1,14 | 1,49 | <b>1,35</b> |
| 19   | 1,37 | 1,28 | 0,85 | 2,44 | 1,14 | 1,23 | 1,19 | 1,14 | 1,80 | 0,95 | 1,15 | 1,49 | <b>1,34</b> |
| 20   | 1,39 | 1,25 | 0,86 | 2,31 | 1,24 | 1,20 | 1,14 | 1,18 | 1,74 | 0,98 | 1,11 | 1,43 | <b>1,32</b> |
| 21   | 1,43 | 1,29 | 0,83 | 2,44 | 1,22 | 1,23 | 1,15 | 1,15 | 1,83 | 1,03 | 1,11 | 1,41 | <b>1,34</b> |
| 22   | 1,47 | 1,31 | 0,84 | 2,31 | 1,15 | 1,16 | 1,18 | 1,19 | 1,69 | 1,02 | 1,13 | 1,41 | <b>1,32</b> |
| 23   | 1,44 | 1,27 | 0,88 | 2,33 | 1,14 | 1,18 | 1,15 | 1,17 | 1,73 | 0,97 | 1,14 | 1,40 | <b>1,32</b> |
| 24   | 1,49 | 1,22 | 0,89 | 2,44 | 1,14 | 1,17 | 1,15 | 1,15 | 1,77 | 0,97 | 1,19 | 1,45 | <b>1,34</b> |
| 25   | 1,47 | 1,24 | 0,88 | 2,36 | 1,17 | 1,15 | 1,12 | 1,16 | 1,79 | 0,99 | 1,15 | 1,39 | <b>1,32</b> |
| 26   | 1,46 | 1,25 | 0,89 | 2,37 | 1,17 | 1,17 | 1,21 | 1,15 | 1,85 | 1,03 | 1,15 | 1,37 | <b>1,34</b> |
| 27   | 1,45 | 1,28 | 0,87 | 2,28 | 1,13 | 1,18 | 1,15 | 1,16 | 1,69 | 1,00 | 1,17 | 1,42 | <b>1,32</b> |

|                 |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 28              | 1,49        | 1,27        | 0,88        | 2,38        | 1,16        | 1,24        | 1,19        | 1,23        | 1,83        | 0,97        | 1,12        | 1,49        | <b>1,35</b> |
| 29              | 1,49        | 1,28        | 0,84        | 2,34        | 1,14        | 1,18        | 1,23        | 1,24        | 1,69        | 1,04        | 1,10        | 1,38        | <b>1,33</b> |
| 30              | 1,39        | 1,34        | 0,85        | 2,31        | 1,19        | 1,22        | 1,19        | 1,13        | 1,70        | 1,00        | 1,18        | 1,44        | <b>1,33</b> |
| 31              | 1,44        | 1,25        | 0,84        | 2,40        | 1,13        | 1,22        | 1,14        | 1,20        | 1,77        | 0,99        | 1,18        | 1,44        | <b>1,33</b> |
| 32              | 1,37        | 1,34        | 0,87        | 2,41        | 1,18        | 1,18        | 1,21        | 1,22        | 1,85        | 1,05        | 1,15        | 1,48        | <b>1,36</b> |
| 33              | 1,47        | 1,31        | 0,87        | 2,33        | 1,15        | 1,15        | 1,18        | 1,13        | 1,69        | 0,99        | 1,19        | 1,43        | <b>1,32</b> |
| 34              | 1,49        | 1,24        | 0,88        | 2,33        | 1,19        | 1,19        | 1,22        | 1,18        | 1,72        | 0,99        | 1,17        | 1,45        | <b>1,34</b> |
| 35              | 1,42        | 1,29        | 0,85        | 2,31        | 1,21        | 1,18        | 1,19        | 1,19        | 1,71        | 0,99        | 1,19        | 1,46        | <b>1,33</b> |
| 36              | 1,43        | 1,34        | 0,82        | 2,45        | 1,19        | 1,21        | 1,18        | 1,21        | 1,70        | 0,98        | 1,10        | 1,44        | <b>1,34</b> |
| 37              | 1,40        | 1,28        | 0,88        | 2,29        | 1,17        | 1,21        | 1,14        | 1,21        | 1,71        | 1,04        | 1,17        | 1,48        | <b>1,33</b> |
| 38              | 1,41        | 1,34        | 0,87        | 2,39        | 1,21        | 1,19        | 1,24        | 1,13        | 1,80        | 0,99        | 1,18        | 1,41        | <b>1,35</b> |
| 39              | 1,46        | 1,25        | 0,86        | 2,39        | 1,19        | 1,18        | 1,16        | 1,13        | 1,79        | 1,02        | 1,13        | 1,36        | <b>1,33</b> |
| 40              | 1,38        | 1,24        | 0,83        | 2,33        | 1,16        | 1,13        | 1,16        | 1,21        | 1,83        | 0,97        | 1,15        | 1,43        | <b>1,32</b> |
| <b>Promedio</b> | <b>1,44</b> | <b>1,28</b> | <b>0,86</b> | <b>2,36</b> | <b>1,18</b> | <b>1,18</b> | <b>1,18</b> | <b>1,18</b> | <b>1,76</b> | <b>1,00</b> | <b>1,14</b> | <b>1,44</b> | <b>1,33</b> |

## Anexo V: Aforos realizados

| Canal         | Caudal (m <sup>3</sup> /s) |       |
|---------------|----------------------------|-------|
|               | Mayo                       | Julio |
| Bustamante    | 0,598                      | 0,455 |
| Cunaco        | 0,626                      | 0,517 |
| Coibungo      | 0,148                      | 0,106 |
| Rosas Fabry   | 0,364                      | 0,560 |
| Lun Tornicura | 0,800                      | 0,644 |
| Morales       | 0,417                      | 0,296 |

## Anexo VI: Resultados de Simulación de la Central – Situación pesimista

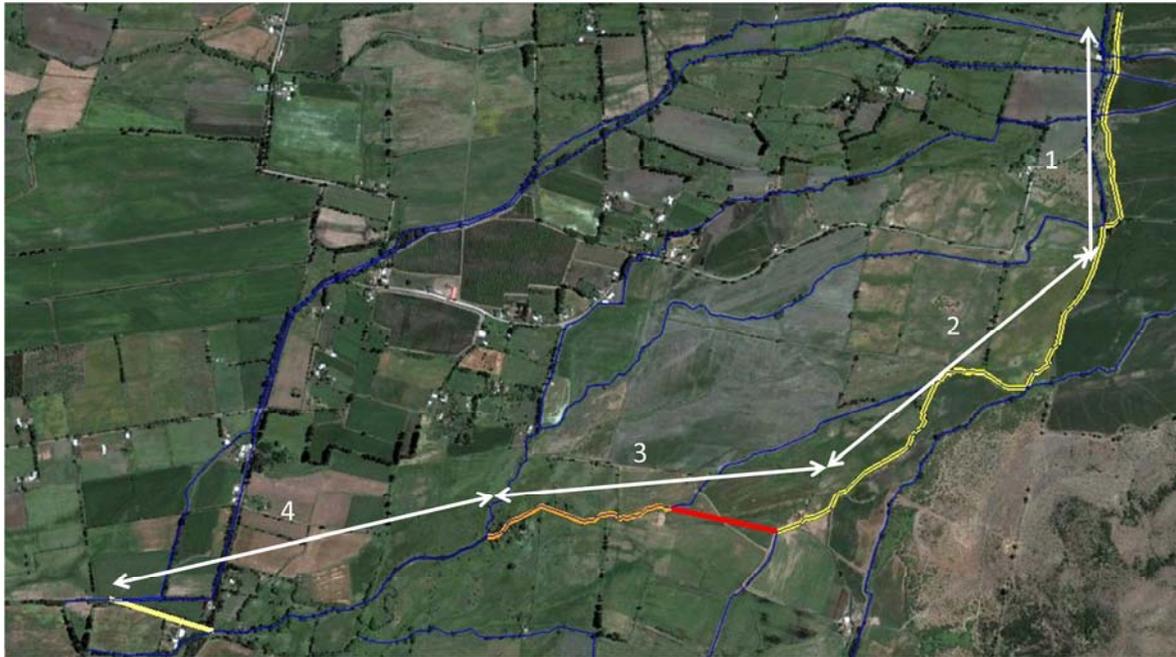
| Caudal Diseño<br>(m3/s) | Caudal Medio Útil<br>(m3/s) | Factor de Planta | Potencia<br>(MW) | Generación<br>(MWh/Año) |
|-------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 0,50                    | 0,50                        | 1,000            | 0,019            | 174                     |
| 0,55                    | 0,55                        | 0,999            | 0,021            | 189                     |
| 0,60                    | 0,60                        | 0,995            | 0,023            | 204                     |
| 0,65                    | 0,64                        | 0,989            | 0,025            | 219                     |
| 0,70                    | 0,69                        | 0,980            | 0,027            | 232                     |
| 0,75                    | 0,72                        | 0,965            | 0,029            | 244                     |
| 0,80                    | 0,75                        | 0,943            | 0,031            | 254                     |
| 0,85                    | 0,78                        | 0,917            | 0,033            | 262                     |
| 0,90                    | 0,80                        | 0,887            | 0,034            | 268                     |
| 0,95                    | 0,81                        | 0,856            | 0,036            | 273                     |
| 1,00                    | 0,82                        | 0,824            | 0,038            | 276                     |
| 1,05                    | 0,83                        | 0,794            | 0,040            | 279                     |
| 1,10                    | 0,84                        | 0,765            | 0,042            | 282                     |
| 1,15                    | 0,85                        | 0,737            | 0,044            | 284                     |
| 1,20                    | 0,85                        | 0,712            | 0,046            | 286                     |
| 1,25                    | 0,86                        | 0,688            | 0,048            | 287                     |
| 1,30                    | 0,86                        | 0,665            | 0,050            | 289                     |
| 1,35                    | 0,87                        | 0,644            | 0,052            | 290                     |
| 1,40                    | 0,87                        | 0,624            | 0,054            | 292                     |
| 1,45                    | 0,88                        | 0,604            | 0,055            | 293                     |
| 1,50                    | 0,88                        | 0,586            | 0,057            | 293                     |
| 1,55                    | 0,88                        | 0,569            | 0,059            | 294                     |
| 1,60                    | 0,88                        | 0,552            | 0,061            | 295                     |
| 1,65                    | 0,88                        | 0,536            | 0,063            | 295                     |
| 1,70                    | 0,89                        | 0,521            | 0,065            | 296                     |
| 1,75                    | 0,89                        | 0,506            | 0,067            | 296                     |

## Anexo VII: Resultados de Simulación de la Central – Situación estándar

| Caudal Diseño<br>(m3/s) | Caudal Medio Útil<br>(m3/s) | Factor de Planta | Potencia<br>(MW) | Generación<br>(MWh/Año) |
|-------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 0,75                    | 0,75                        | 0,997            | 0,029            | 257                     |
| 0,80                    | 0,79                        | 0,993            | 0,031            | 271                     |
| 0,85                    | 0,84                        | 0,987            | 0,033            | 286                     |
| 0,90                    | 0,88                        | 0,980            | 0,034            | 299                     |
| 0,95                    | 0,92                        | 0,969            | 0,036            | 311                     |
| 1,00                    | 0,95                        | 0,953            | 0,038            | 322                     |
| 1,05                    | 0,98                        | 0,935            | 0,040            | 331                     |
| 1,10                    | 1,00                        | 0,913            | 0,042            | 338                     |
| 1,15                    | 1,02                        | 0,889            | 0,044            | 344                     |
| 1,20                    | 1,04                        | 0,863            | 0,046            | 348                     |
| 1,25                    | 1,05                        | 0,838            | 0,048            | 352                     |
| 1,30                    | 1,06                        | 0,814            | 0,050            | 355                     |
| 1,35                    | 1,07                        | 0,790            | 0,052            | 358                     |
| 1,40                    | 1,08                        | 0,768            | 0,054            | 360                     |
| 1,45                    | 1,08                        | 0,747            | 0,055            | 363                     |
| 1,50                    | 1,09                        | 0,726            | 0,057            | 365                     |
| 1,55                    | 1,10                        | 0,707            | 0,059            | 367                     |
| 1,60                    | 1,10                        | 0,688            | 0,061            | 368                     |
| 1,65                    | 1,11                        | 0,670            | 0,063            | 370                     |
| 1,70                    | 1,11                        | 0,653            | 0,065            | 371                     |
| 1,75                    | 1,11                        | 0,637            | 0,067            | 373                     |
| 1,80                    | 1,12                        | 0,621            | 0,069            | 374                     |
| 1,85                    | 1,12                        | 0,607            | 0,071            | 375                     |
| 1,90                    | 1,13                        | 0,592            | 0,073            | 376                     |
| 1,95                    | 1,13                        | 0,579            | 0,075            | 377                     |
| 2,00                    | 1,13                        | 0,566            | 0,077            | 378                     |

## Anexo VIII: Trazado, tramos y ubicación de las obras civiles del proyecto

### Tramos del Proyecto



### Tramo 1



Tramo 2



Tramo 3

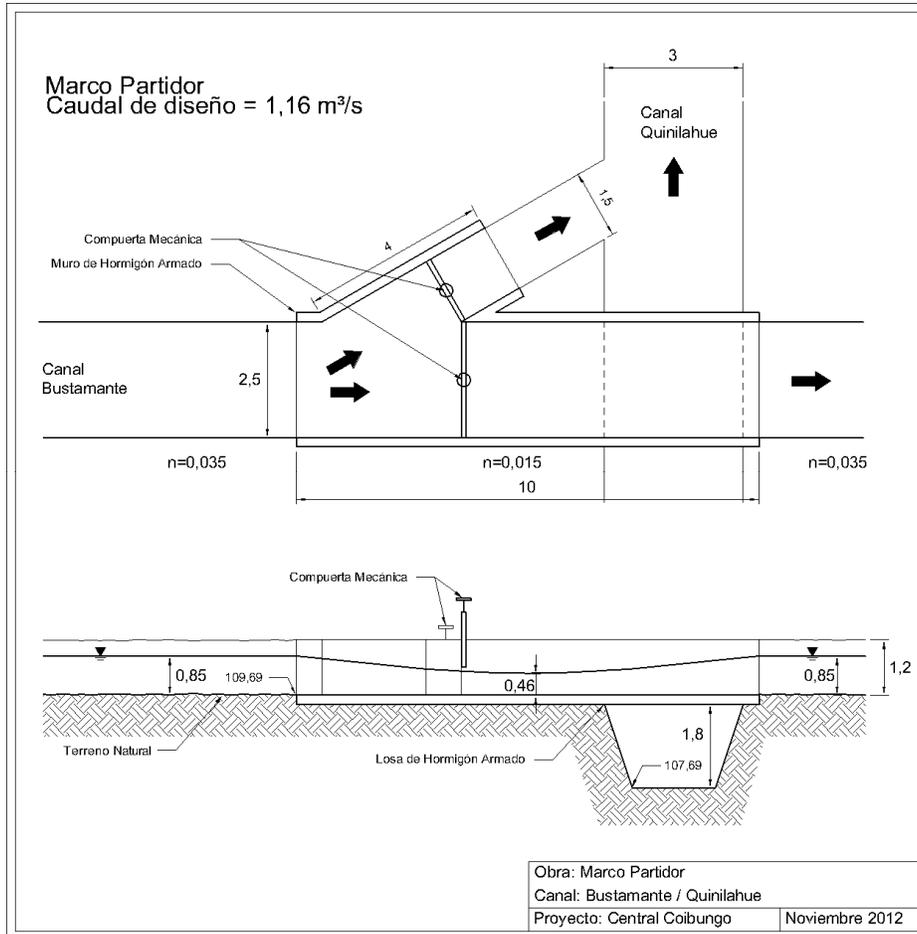


Tramo 4

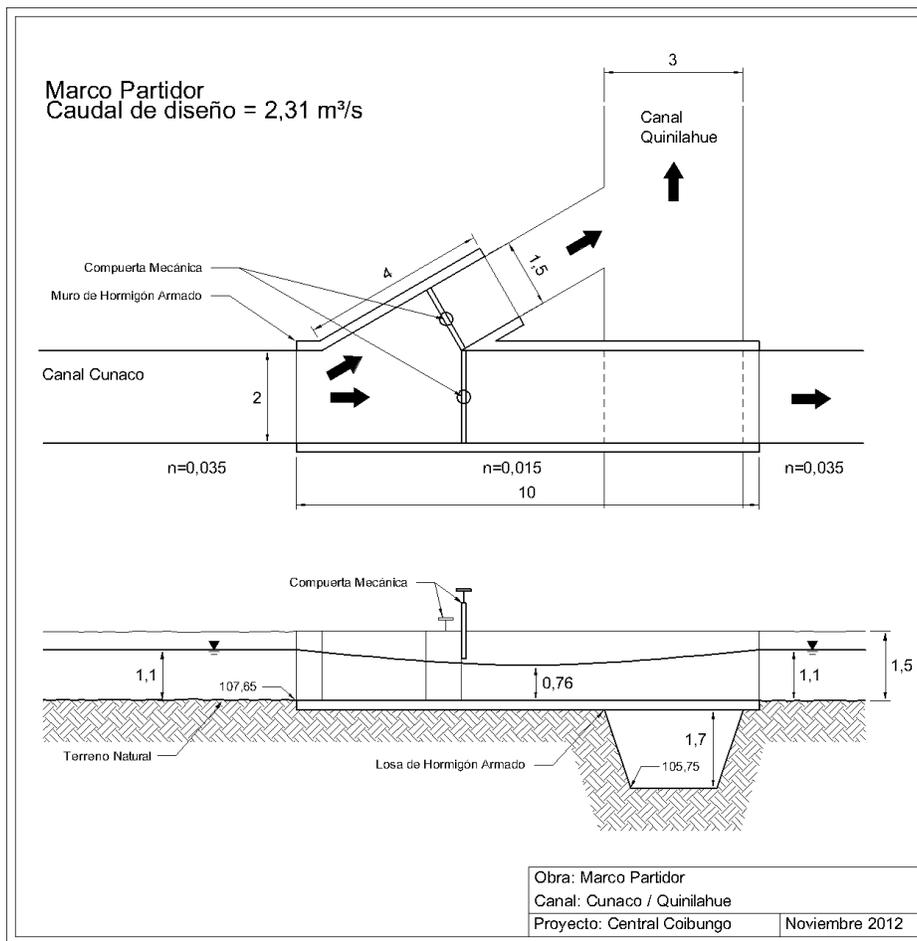


# Anexo IX: Marcos Partidores

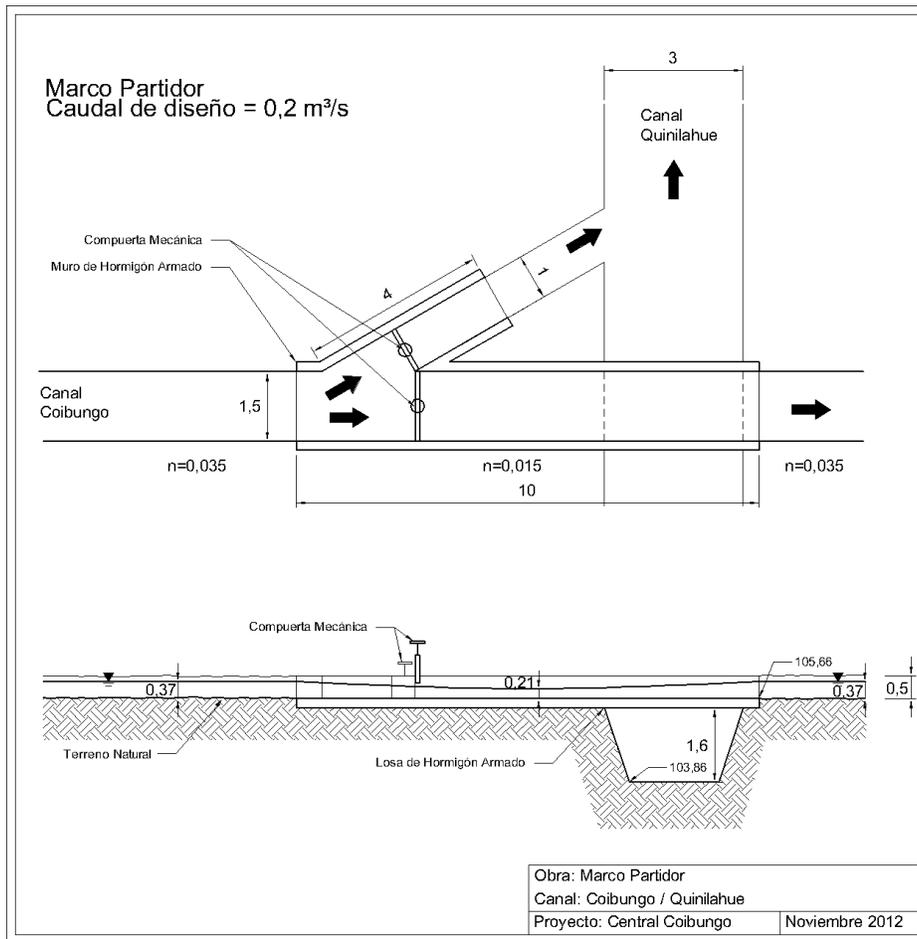
Canal Bustamante/Canal Quinilahue



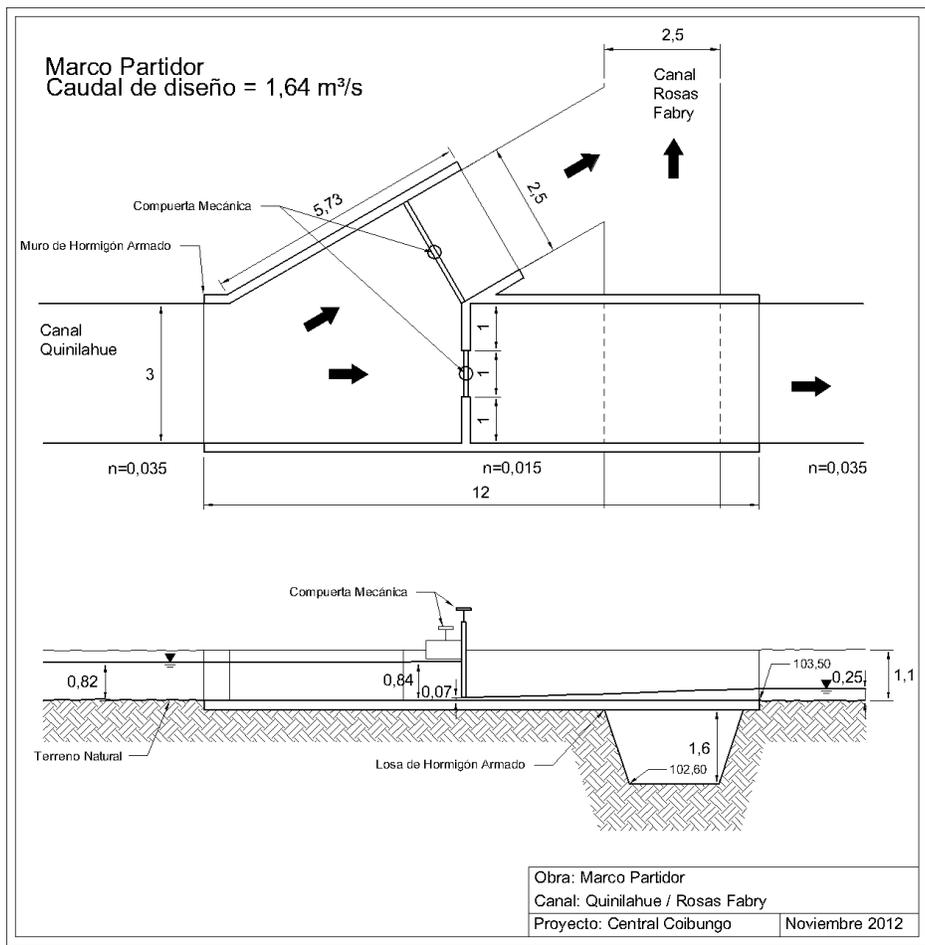
Canal Cunaco/Canal Quinilahue



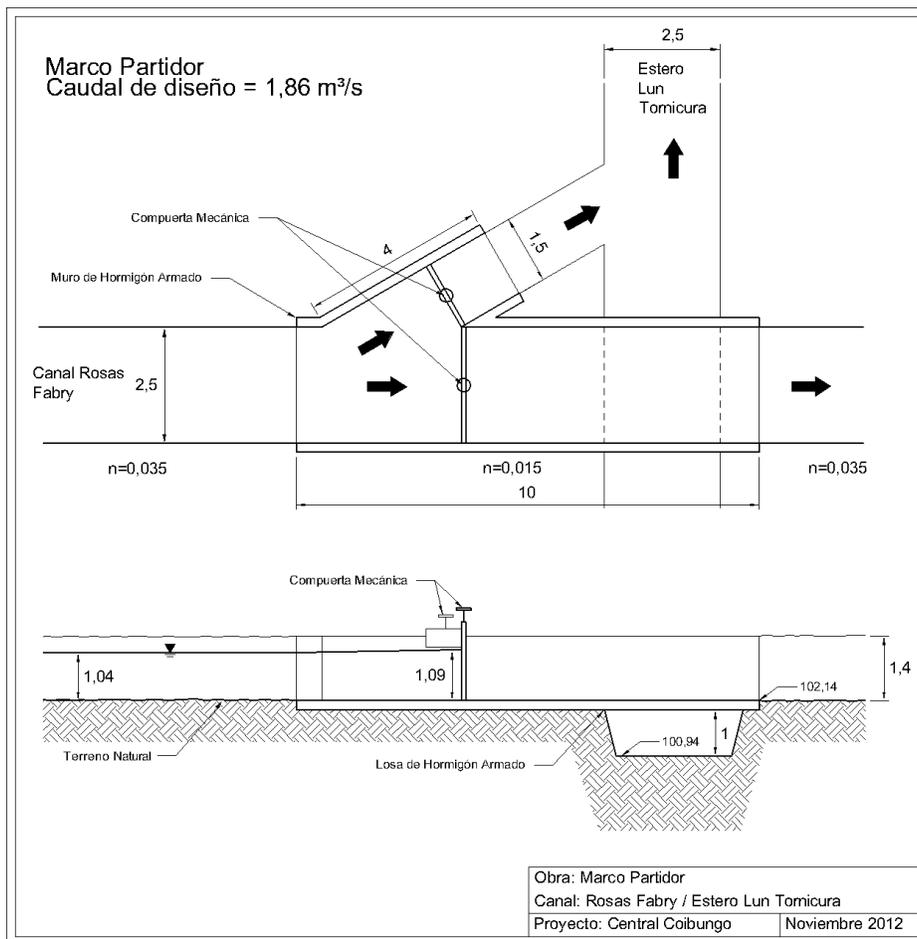
# Canal Coibungo/Canal Quinilahue



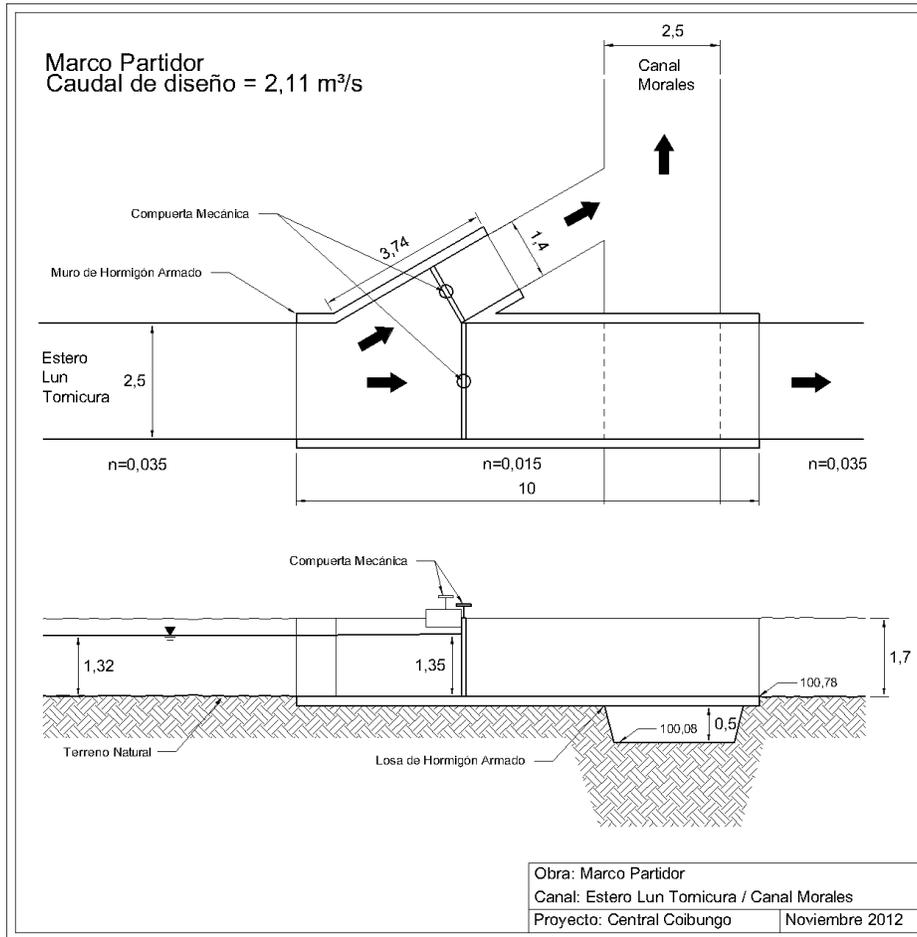
Canal Quinilahue/Canal Rosas Fabry



Canal Rosas Fabry/Estero Lun Tornicura

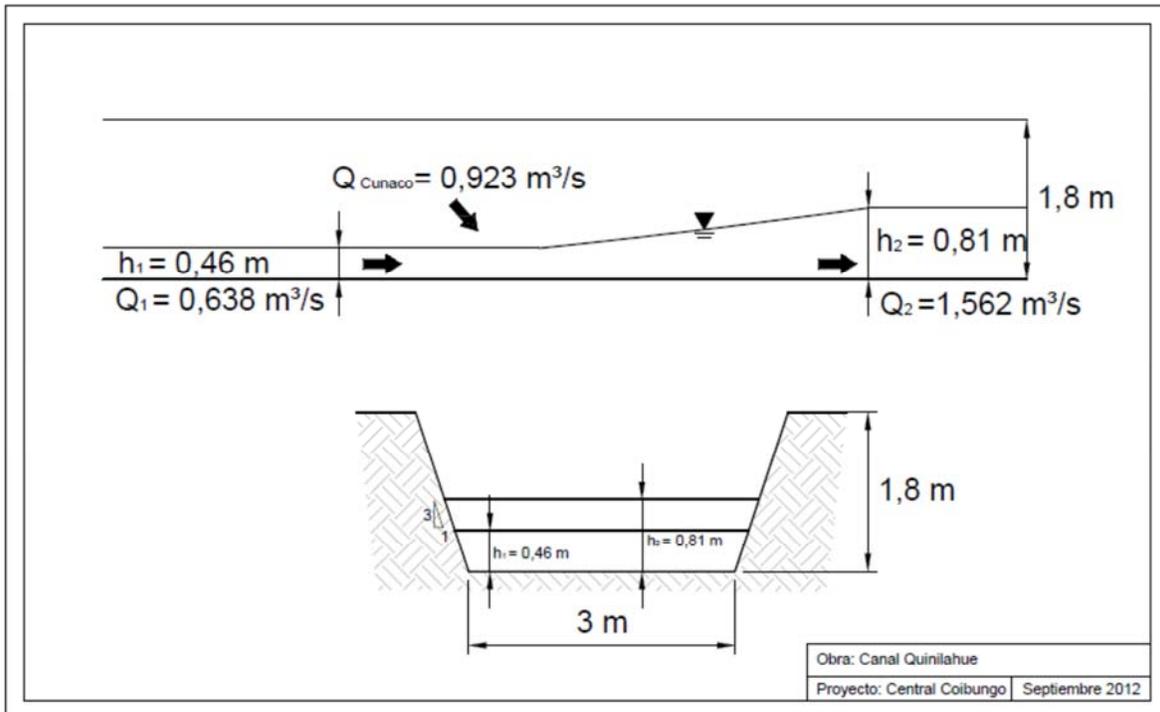
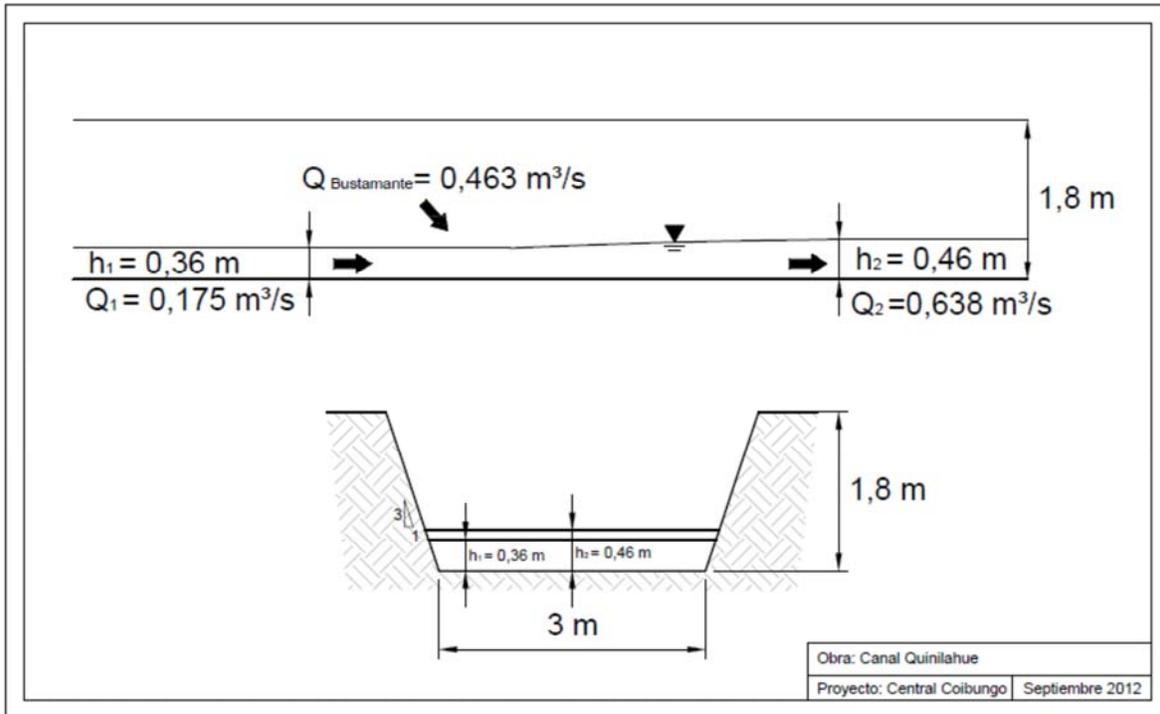


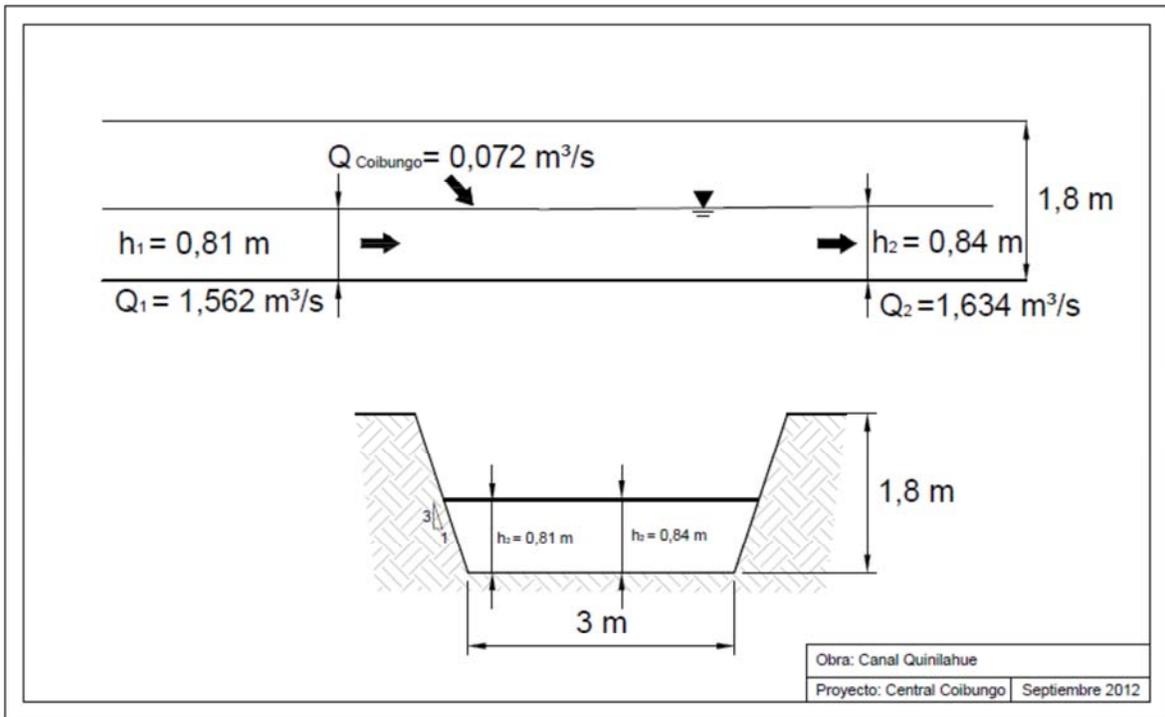
Estero Lun Tornicura/Canal Morales



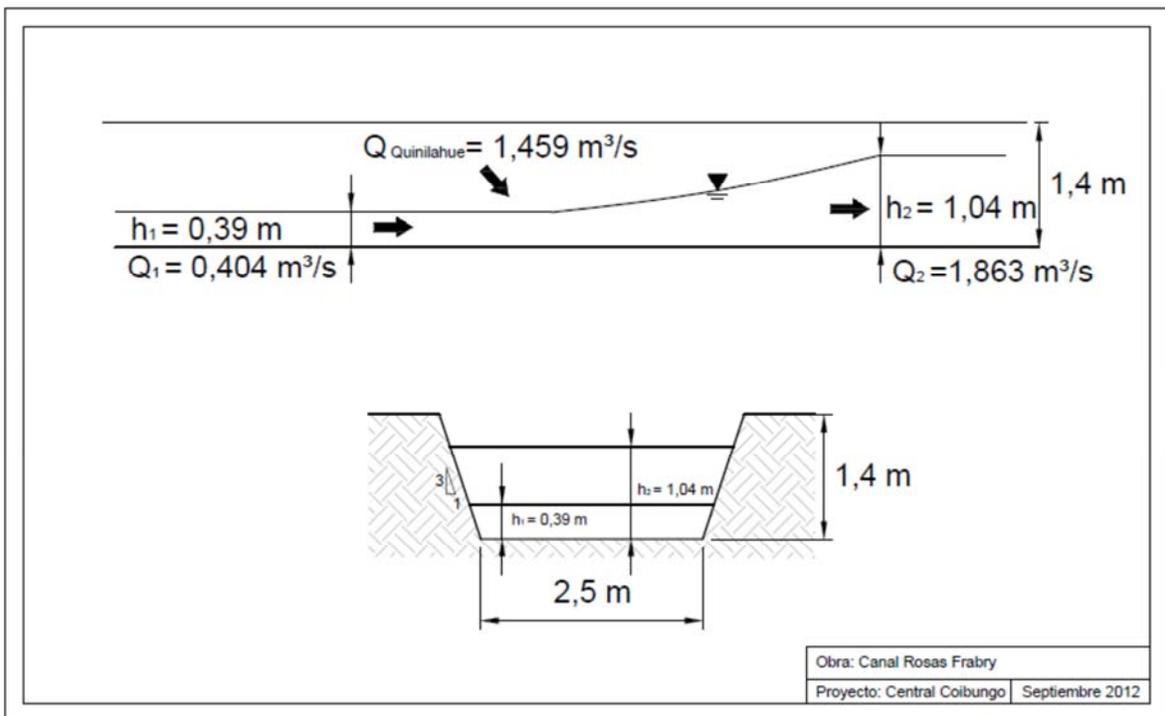
## Anexo X: Perfiles hidráulicos para el canal de aducción

Canal Quinilahue

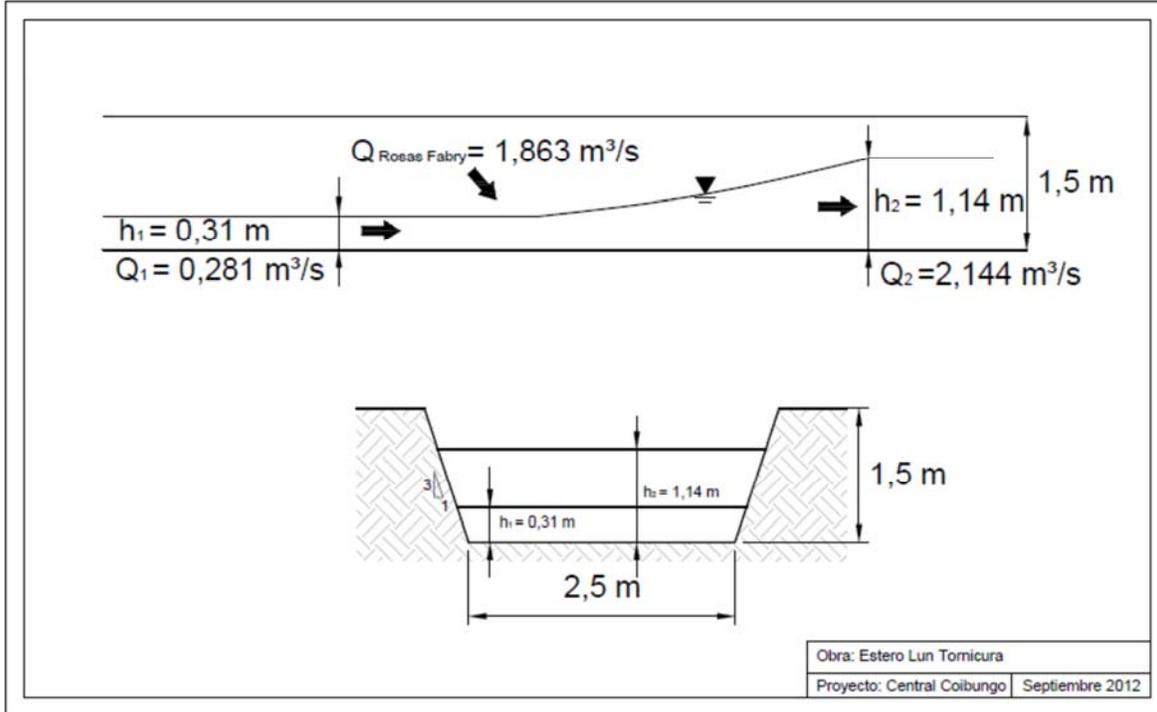




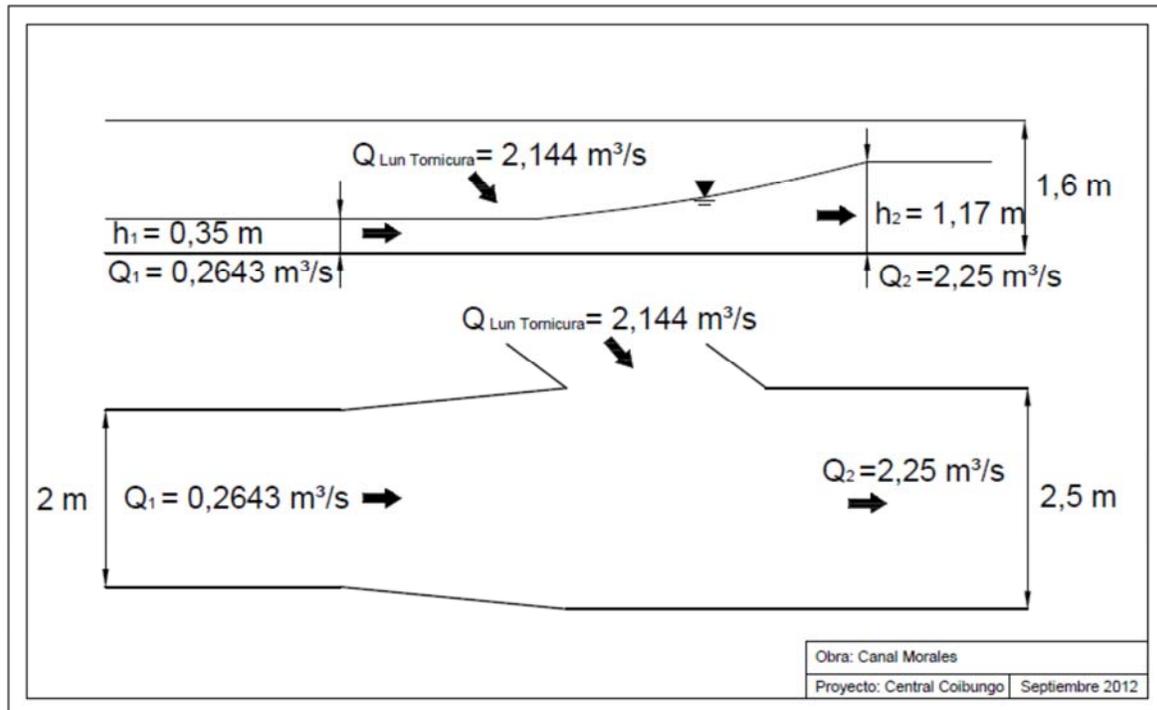
Canal Rosas Fabry



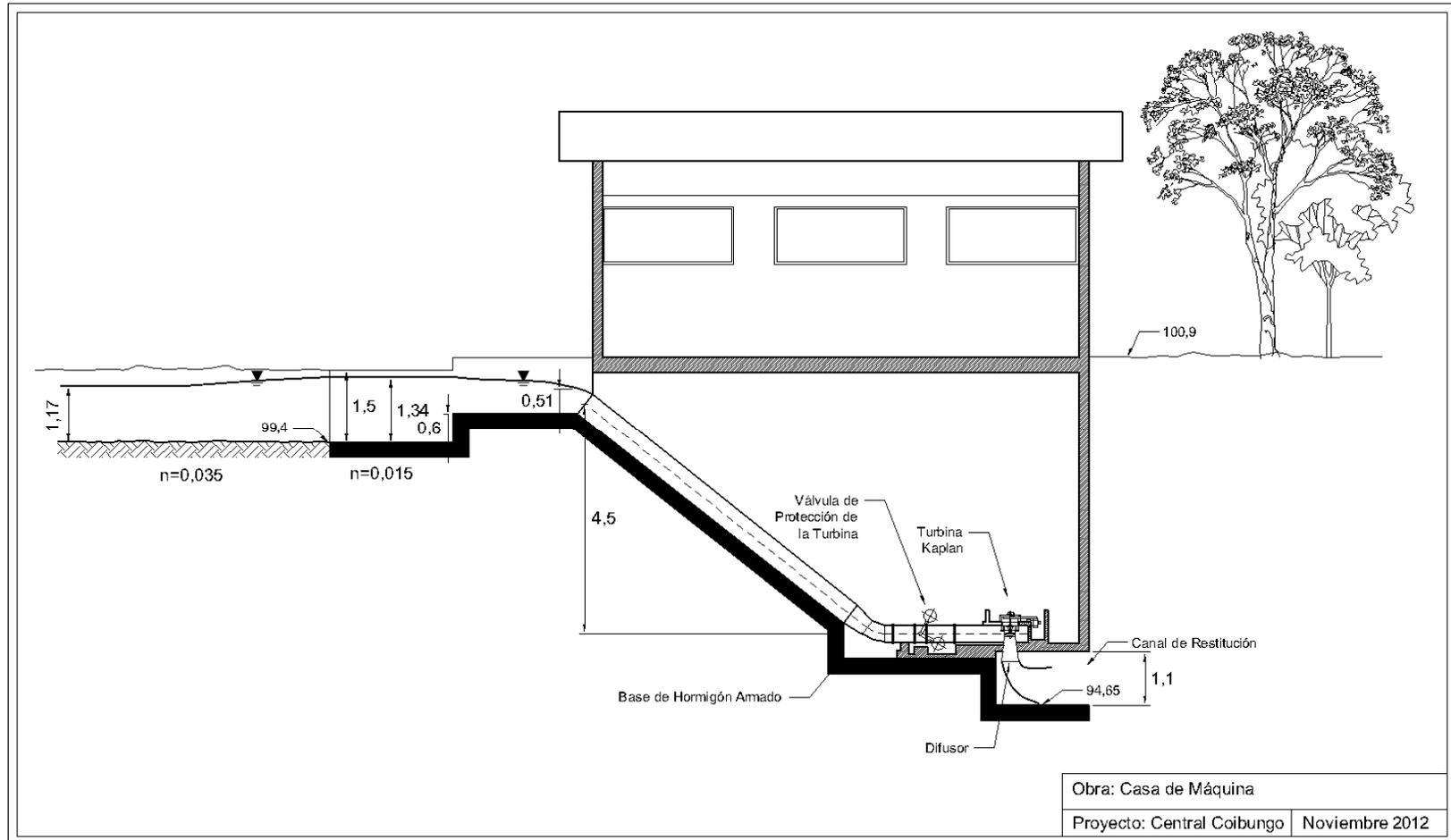
Estero Lun Tornicura



Canal Morales



## Anexo XI: Elevación de la casa de máquina



## Anexo XII: Resumen de los parámetros utilizados para la evaluación del proyecto

| <b>Parámetros de Precios</b>     | <b>Unidad</b> | <b>Valor</b> |
|----------------------------------|---------------|--------------|
| Precio energía venta spot        | USD/MWh       | 114.000      |
| Precio potencia                  | USD/kW        | 14,087       |
| Precio venta ERNC                | USD/MWh       | \$ 13        |
| Tasa crecimiento precio energía  | %             | 1,5%         |
| Tasa crecimiento precio potencia | %             | 1,5%         |
| Venta energía contrato           | %             | 100%         |

| <b>Parámetros de la central</b>    | <b>Unidad</b>     | <b>Valor</b> |
|------------------------------------|-------------------|--------------|
| Cudal de diseno                    | m <sup>3</sup> /s | 1,35         |
| Altura de caída neta de la central | m                 | 4,5          |
| Promedio de caudal utilizado       | m <sup>3</sup> /s | 1,20         |
| Factor de Planta                   |                   | 0,89         |
| Potencia de la central             | kW                | 51,6         |
| Potencia de suficiencia            | kW                | 50,3         |

| <b>Parámetros de costos de O&amp;M</b>  | <b>Unidad</b> | <b>Valor</b> |
|---|---------------|--------------|
| Costo operacional                       | USD           | 14.000       |
| Tasa de crecimiento costo operacional   | %             | 2,0          |
| Costo de mantención                     | USD           | 10.000       |
| Tasa de crecimiento costo de mantención | %             | 1,0          |
| Tasa de cambio                          | USD/CLP       | 485          |

### Anexo XIII: Evaluación del proyecto para la situación pesimista sin financiamiento

| Valores en miles (USD 000's)                                     | Año 0 | Año 1          | Año 2        | Año 3        | Año 4        | Año 5        | Año 6        | Año 7        | Año 8        | Año 9        | Año 10       | Año 11       | Año 12       | Año 13       | Año 14       | Año 15       | Año 16       |              |
|--|-------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Caudal Medio Utilizado (m3/s)                                    |       | 0,85           | 0,85         | 0,86         | 0,86         | 0,87         | 0,86         | 0,86         | 0,89         | 0,83         | 0,90         | 0,86         | 0,87         | 0,88         | 0,88         | 0,89         | 0,85         |              |
| Generación Total BRUTA   |       | 0,28           | 0,28         | 0,29         | 0,29         | 0,29         | 0,29         | 0,29         | 0,30         | 0,28         | 0,30         | 0,29         | 0,29         | 0,29         | 0,29         | 0,30         | 0,28         |              |
| Pérdidas Transformador C. Máquina (GWh/year)                     |       | 0,01           | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         |              |
| <b>Generación Energía NETA</b>                                   |       | <b>0,28</b>    | <b>0,28</b>  | <b>0,28</b>  | <b>0,28</b>  | <b>0,28</b>  | <b>0,28</b>  | <b>0,28</b>  | <b>0,29</b>  | <b>0,27</b>  | <b>0,29</b>  | <b>0,28</b>  | <b>0,28</b>  | <b>0,29</b>  | <b>0,29</b>  | <b>0,29</b>  | <b>0,28</b>  |              |
| Precio Venta Energía Contrato (USD/MWh)                          |       | 114,00         | 115,71       | 117,45       | 119,21       | 121,00       | 122,81       | 124,65       | 126,52       | 128,42       | 130,35       | 132,30       | 134,29       | 136,30       | 138,34       | 140,42       | 142,53       |              |
| Precio Venta Potencia  |       | 9,08           | 9,08         | 9,08         | 9,08         | 9,08         | 9,08         | 9,08         | 9,08         | 9,08         | 9,08         | 9,08         | 9,08         | 9,08         | 9,08         | 9,08         | 9,08         |              |
| Precio Venta ERNC  |       | 13,00          | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        |              |
| Año  | Año 0 | Año 1          | Año 2        | Año 3        | Año 4        | Año 5        | Año 6        | Año 7        | Año 8        | Año 9        | Año 10       | Año 11       | Año 12       | Año 13       | Año 14       | Año 15       | Año 16       |              |
| Ingreso Energía Contrato   |       | 31,68          | 31,97        | 32,88        | 33,34        | 34,20        | 34,25        | 35,09        | 36,45        | 34,72        | 38,26        | 37,15        | 37,79        | 39,12        | 39,55        | 40,58        | 39,55        |              |
| Ingreso por Potencia   |       | 3,54           | 3,54         | 3,54         | 3,54         | 3,54         | 3,54         | 3,54         | 3,54         | 3,54         | 3,54         | 3,54         | 3,54         | 3,54         | 3,54         | 3,54         | 3,54         |              |
| Venta Certificado ERNC   |       | 3,61           | 3,59         | 3,64         | 3,64         | 3,67         | 3,63         | 3,66         | 3,75         | 3,51         | 3,82         | 3,65         | 3,66         | 3,73         | 3,72         | 3,76         | 3,61         |              |
| <b>COSTOS DE OPERACIÓN</b>                                       |       | <b>38,83</b>   | <b>39,10</b> | <b>40,05</b> | <b>40,51</b> | <b>41,41</b> | <b>41,41</b> | <b>42,28</b> | <b>43,74</b> | <b>41,78</b> | <b>45,61</b> | <b>44,33</b> | <b>44,98</b> | <b>46,39</b> | <b>46,81</b> | <b>47,87</b> | <b>46,69</b> |              |
| O&M Operación y Mantenimiento                                    |       | -13,61         | -13,88       | -14,16       | -14,44       | -14,73       | -15,02       | -15,33       | -15,63       | -15,94       | -16,26       | -16,59       | -16,92       | -17,26       | -17,60       | -17,96       | -18,31       |              |
| Mantenimiento del Canal  |       | -10,00         | -10,10       | -10,20       | -10,30       | -10,41       | -10,51       | -10,62       | -10,72       | -10,83       | -10,94       | -11,05       | -11,16       | -11,27       | -11,38       | -11,49       | -11,61       |              |
| <b>EBITDA</b>  |       | <b>15,22</b>   | <b>15,12</b> | <b>15,70</b> | <b>15,77</b> | <b>16,28</b> | <b>15,88</b> | <b>16,34</b> | <b>17,38</b> | <b>15,00</b> | <b>18,41</b> | <b>16,70</b> | <b>16,91</b> | <b>17,86</b> | <b>17,82</b> | <b>18,42</b> | <b>16,77</b> |              |
| Monto Financiado   |       |                |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Inversión  |       | -334,11        |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Pago de Interés  |       |                |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Depreciación   |       | -6,98          | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        |              |
| <b>EBITDA sin interés, depreciación e ingresos por intereses</b> |       | <b>-334,11</b> | <b>8,23</b>  | <b>8,13</b>  | <b>8,71</b>  | <b>8,79</b>  | <b>9,29</b>  | <b>8,89</b>  | <b>9,36</b>  | <b>10,40</b> | <b>8,02</b>  | <b>11,43</b> | <b>9,72</b>  | <b>9,92</b>  | <b>10,88</b> | <b>10,84</b> | <b>11,44</b> | <b>9,78</b>  |
| Impuesto a las Ganancias   |       | 0              | -1,40        | -1,38        | -1,48        | -1,49        | -1,58        | -1,51        | -1,59        | -1,77        | -1,36        | -1,94        | -1,65        | -1,69        | -1,85        | -1,84        | -1,94        | -1,66        |
| Amortización   |       |                |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Depreciación   |       | 6,98           | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         |              |
| <b>Ingreso Neto</b>  |       | <b>-334,11</b> | <b>13,82</b> | <b>13,73</b> | <b>14,21</b> | <b>14,28</b> | <b>14,70</b> | <b>14,37</b> | <b>14,75</b> | <b>15,62</b> | <b>13,64</b> | <b>16,47</b> | <b>15,05</b> | <b>15,22</b> | <b>16,01</b> | <b>15,98</b> | <b>16,48</b> | <b>15,10</b> |

|     |       |
|-----|-------|
| TIR | 3,58% |
|-----|-------|

|  |     |         |
|--|-----|---------|
|  | 6%  | -113,47 |
|  | 8%  | -149,73 |
|  | 10% | -174,09 |

| Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 | Año 26 | Año 27 | Año 28 | Año 29 | Año 30 | Año 31 | Año 32 | Año 33 | Año 34 | Año 35 | Año 36 | Año 37 | Año 38 | Año 39 | Año 40 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,90   | 0,86   | 0,92   | 0,89   | 0,88   | 0,84   | 0,86   | 0,88   | 0,88   | 0,86   | 0,87   | 0,89   | 0,88   | 0,88   | 0,87   | 0,88   | 0,85   | 0,85   | 0,87   | 0,88   | 0,86   | 0,84   | 0,90   | 0,88   |
| 0,30   | 0,29   | 0,31   | 0,30   | 0,29   | 0,28   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,30   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,28   | 0,28   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,28   | 0,30   | 0,29   |
| 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 0,29   | 0,28   | 0,30   | 0,29   | 0,28   | 0,27   | 0,28   | 0,29   | 0,29   | 0,28   | 0,28   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,28   | 0,29   | 0,28   | 0,28   | 0,28   | 0,28   | 0,28   | 0,27   | 0,29   | 0,29   |
| 144,66 | 146,83 | 149,04 | 151,27 | 153,54 | 155,84 | 158,18 | 160,55 | 162,96 | 165,41 | 167,89 | 170,41 | 172,96 | 175,56 | 178,19 | 180,86 | 183,58 | 186,33 | 189,13 | 191,96 | 194,84 | 197,76 | 200,73 | 203,74 |
| 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   | 9,08   |
| 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  |
| Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 | Año 26 | Año 27 | Año 28 | Año 29 | Año 30 | Año 31 | Año 32 | Año 33 | Año 34 | Año 35 | Año 36 | Año 37 | Año 38 | Año 39 | Año 40 |
| 42,13  | 41,02  | 44,41  | 43,66  | 43,76  | 42,85  | 44,07  | 45,96  | 46,73  | 46,33  | 47,55  | 49,43  | 49,56  | 50,17  | 50,13  | 51,83  | 50,94  | 51,50  | 53,58  | 54,60  | 54,56  | 53,75  | 58,60  | 58,28  |
| 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   | 3,54   |
| 3,79   | 3,63   | 3,87   | 3,75   | 3,70   | 3,57   | 3,62   | 3,72   | 3,73   | 3,64   | 3,68   | 3,77   | 3,73   | 3,71   | 3,66   | 3,73   | 3,61   | 3,59   | 3,68   | 3,70   | 3,64   | 3,53   | 3,79   | 3,72   |
| 49,46  | 48,19  | 51,82  | 50,95  | 51,00  | 49,96  | 51,23  | 53,22  | 54,00  | 53,51  | 54,77  | 56,74  | 56,83  | 57,42  | 57,32  | 59,10  | 58,08  | 58,64  | 60,80  | 61,84  | 61,73  | 60,82  | 65,93  | 65,54  |
| -18,68 | -19,05 | -19,44 | -19,82 | -20,22 | -20,63 | -21,04 | -21,46 | -21,89 | -22,33 | -22,77 | -23,23 | -23,69 | -24,17 | -24,65 | -25,14 | -25,65 | -26,16 | -26,68 | -27,21 | -27,76 | -28,31 | -28,88 | -29,46 |
| -11,73 | -11,84 | -11,96 | -12,08 | -12,20 | -12,32 | -12,45 | -12,57 | -12,70 | -12,82 | -12,95 | -13,08 | -13,21 | -13,35 | -13,48 | -13,61 | -13,75 | -13,89 | -14,03 | -14,17 | -14,31 | -14,45 | -14,60 | -14,74 |
| 19,05  | 17,29  | 20,43  | 19,04  | 18,58  | 17,01  | 17,75  | 19,19  | 19,41  | 18,36  | 19,04  | 20,43  | 19,92  | 19,91  | 19,19  | 20,34  | 18,69  | 18,59  | 20,09  | 20,46  | 19,67  | 18,06  | 22,45  | 21,34  |
| -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  |
| 12,06  | 10,31  | 13,44  | 12,06  | 11,59  | 10,03  | 10,76  | 12,20  | 12,43  | 11,38  | 12,06  | 13,45  | 12,94  | 12,92  | 12,21  | 13,36  | 11,70  | 11,61  | 13,11  | 13,48  | 12,68  | 11,07  | 15,47  | 14,36  |
| -2,05  | -1,75  | -2,28  | -2,05  | -1,97  | -1,70  | -1,83  | -2,07  | -2,11  | -1,93  | -2,05  | -2,29  | -2,20  | -2,20  | -2,08  | -2,27  | -1,99  | -1,97  | -2,23  | -2,29  | -2,16  | -1,88  | -2,63  | -2,44  |
| 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   |
| 17,00  | 15,54  | 18,14  | 16,99  | 16,61  | 15,31  | 15,92  | 17,11  | 17,30  | 16,43  | 16,99  | 18,15  | 17,72  | 17,71  | 17,12  | 18,07  | 16,70  | 16,62  | 17,87  | 18,17  | 17,51  | 16,18  | 19,82  | 18,90  |

## Anexo XIV: Evaluación del proyecto para la situación pesimista con financiamiento

| Valores en miles (USD 000's)                                     | Año 0 | Año 1          | Año 2         | Año 3         | Año 4         | Año 5         | Año 6         | Año 7         | Año 8         | Año 9         | Año 10        | Año 11        | Año 12       | Año 13       | Año 14       | Año 15       | Año 16       |              |
|--|-------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Caudal Medio Utilizado (m3/s)                                    |       | 0,85           | 0,85          | 0,86          | 0,86          | 0,87          | 0,86          | 0,89          | 0,83          | 0,90          | 0,86          | 0,87          | 0,88         | 0,88         | 0,89         | 0,85         | 0,90         |              |
| Generation Bruta (GWh)   |       | 0,28           | 0,28          | 0,29          | 0,29          | 0,29          | 0,29          | 0,29          | 0,30          | 0,28          | 0,30          | 0,29          | 0,29         | 0,29         | 0,29         | 0,30         | 0,28         |              |
| Pérdidas Transformador C. Máquina (GWh/year)                     |       | 0,01           | 0,01          | 0,01          | 0,01          | 0,01          | 0,01          | 0,01          | 0,01          | 0,01          | 0,01          | 0,01          | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         |              |
| <b>Total NET Generation (Generación Energía NETA)</b>            |       | <b>0,28</b>    | <b>0,28</b>   | <b>0,28</b>   | <b>0,28</b>   | <b>0,28</b>   | <b>0,28</b>   | <b>0,28</b>   | <b>0,29</b>   | <b>0,27</b>   | <b>0,29</b>   | <b>0,28</b>   | <b>0,28</b>  | <b>0,29</b>  | <b>0,29</b>  | <b>0,29</b>  | <b>0,28</b>  |              |
| Precio Venta Energía Contrato (USD/MWh)                          |       | 114,00         | 115,71        | 117,45        | 119,21        | 121,00        | 122,81        | 124,65        | 126,52        | 128,42        | 130,35        | 132,30        | 134,29       | 136,30       | 138,34       | 140,42       | 142,53       |              |
| Precio Venta Potencia  |       | 9,08           | 9,22          | 9,36          | 9,50          | 9,64          | 9,79          | 9,93          | 10,08         | 10,23         | 10,39         | 10,54         | 10,70        | 10,86        | 11,02        | 11,19        | 11,36        |              |
| Precio Venta ERNC  |       | 13,00          | 13,00         | 13,00         | 13,00         | 13,00         | 13,00         | 13,00         | 13,00         | 13,00         | 13,00         | 13,00         | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        |              |
| Año  | Año 0 | Año 1          | Año 2         | Año 3         | Año 4         | Año 5         | Año 6         | Año 7         | Año 8         | Año 9         | Año 10        | Año 11        | Año 12       | Año 13       | Año 14       | Año 15       | Año 16       |              |
| Ingreso Energía Contrato   |       | 31,68          | 31,97         | 32,88         | 33,34         | 34,20         | 34,25         | 35,09         | 36,45         | 34,72         | 38,26         | 37,15         | 37,79        | 39,12        | 39,55        | 40,58        | 39,55        |              |
| Ingreso por Potencia   |       | 3,54           | 3,59          | 3,65          | 3,70          | 3,76          | 3,81          | 3,87          | 3,93          | 3,99          | 4,05          | 4,11          | 4,17         | 4,23         | 4,29         | 4,36         | 4,42         |              |
| Venta Certificado ERNC   |       | 3,61           | 3,59          | 3,64          | 3,64          | 3,67          | 3,63          | 3,66          | 3,75          | 3,51          | 3,82          | 3,65          | 3,66         | 3,73         | 3,72         | 3,76         | 3,61         |              |
| <b>COSTOS DE OPERACIÓN</b>                                       |       | <b>38,83</b>   | <b>39,15</b>  | <b>40,16</b>  | <b>40,68</b>  | <b>41,63</b>  | <b>41,69</b>  | <b>42,61</b>  | <b>44,12</b>  | <b>42,22</b>  | <b>46,12</b>  | <b>44,90</b>  | <b>45,61</b> | <b>47,08</b> | <b>47,56</b> | <b>48,69</b> | <b>47,58</b> |              |
| O&M Operación y Mantenimiento                                    |       | -13,61         | -13,88        | -14,16        | -14,44        | -14,73        | -15,02        | -15,33        | -15,63        | -15,94        | -16,26        | -16,59        | -16,92       | -17,26       | -17,60       | -17,96       | -18,31       |              |
| Mantenimiento del Canal  |       | -10,00         | -10,10        | -10,20        | -10,30        | -10,41        | -10,51        | -10,62        | -10,72        | -10,83        | -10,94        | -11,05        | -11,16       | -11,27       | -11,38       | -11,49       | -11,61       |              |
| <b>EBITDA</b>  |       | <b>15,22</b>   | <b>15,17</b>  | <b>15,80</b>  | <b>15,93</b>  | <b>16,49</b>  | <b>16,15</b>  | <b>16,67</b>  | <b>17,77</b>  | <b>15,45</b>  | <b>18,92</b>  | <b>17,27</b>  | <b>17,54</b> | <b>18,55</b> | <b>18,58</b> | <b>19,24</b> | <b>17,65</b> |              |
| Monto Financiado   |       |                |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |              |              |              |              |              |              |
| Inversión  |       | -101,91        |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |              |              |              |              |              |              |
| Pago de Interés  |       | -17,83         | -16,57        | -15,22        | -13,76        | -12,20        | -10,51        | -8,70         | -6,76         | -4,67         | -2,42         |               |              |              |              |              |              |              |
| Depreciación   |       | -6,98          | -6,98         | -6,98         | -6,98         | -6,98         | -6,98         | -6,98         | -6,98         | -6,98         | -6,98         | -6,98         | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        |              |
| <b>EBITDA sin interés, depreciación e ingresos por intereses</b> |       | <b>-9,60</b>   | <b>-8,39</b>  | <b>-6,40</b>  | <b>-4,81</b>  | <b>-2,69</b>  | <b>-1,34</b>  | <b>0,99</b>   | <b>4,03</b>   | <b>3,80</b>   | <b>9,52</b>   | <b>10,28</b>  | <b>10,55</b> | <b>11,57</b> | <b>11,59</b> | <b>12,26</b> | <b>10,67</b> |              |
| Impuesto a las Ganancias   |       | 0,00           | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | -0,17         | -0,69         | -0,65         | -1,62         | -1,75         | -1,79        | -1,97        | -1,97        | -2,08        | -1,81        |              |
| Amortización   |       | -16,81         | -18,07        | -19,42        | -20,88        | -22,45        | -24,13        | -25,94        | -27,89        | -29,98        | -32,23        |               |              |              |              |              |              |              |
| Depreciación   |       | 6,98           | 6,98          | 6,98          | 6,98          | 6,98          | 6,98          | 6,98          | 6,98          | 6,98          | 6,98          | 6,98          | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         |              |
| <b>Ingreso Neto con Amortización</b>                             |       | <b>-101,91</b> | <b>-19,43</b> | <b>-19,47</b> | <b>-18,84</b> | <b>-18,71</b> | <b>-18,15</b> | <b>-18,49</b> | <b>-18,14</b> | <b>-17,56</b> | <b>-19,84</b> | <b>-17,34</b> | <b>15,52</b> | <b>15,74</b> | <b>16,59</b> | <b>16,61</b> | <b>17,16</b> | <b>15,84</b> |

|     |       |
|-----|-------|
| TIR | 3,01% |
|-----|-------|

|     |     |         |
|-----|-----|---------|
| VAN | 6%  | -118,84 |
|     | 8%  | -136,82 |
|     | 10% | -145,50 |

| Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 | Año 26 | Año 27 | Año 28 | Año 29 | Año 30 | Año 31 | Año 32 | Año 33 | Año 34 | Año 35 | Año 36 | Año 37 | Año 38 | Año 39 | Año 40 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,86   | 0,92   | 0,89   | 0,88   | 0,84   | 0,86   | 0,88   | 0,88   | 0,86   | 0,87   | 0,89   | 0,88   | 0,88   | 0,87   | 0,88   | 0,85   | 0,85   | 0,87   | 0,88   | 0,86   | 0,84   | 0,90   | 0,88   | 0,87   |
| 0,30   | 0,29   | 0,31   | 0,30   | 0,29   | 0,28   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,30   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,28   | 0,28   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,28   | 0,30   | 0,29   |
| 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 0,29   | 0,28   | 0,30   | 0,29   | 0,28   | 0,27   | 0,28   | 0,29   | 0,29   | 0,28   | 0,28   | 0,29   | 0,29   | 0,29   | 0,28   | 0,29   | 0,28   | 0,28   | 0,28   | 0,28   | 0,28   | 0,27   | 0,29   | 0,29   |
| 144,66 | 146,83 | 149,04 | 151,27 | 153,54 | 155,84 | 158,18 | 160,55 | 162,96 | 165,41 | 167,89 | 170,41 | 172,96 | 175,56 | 178,19 | 180,86 | 183,58 | 186,33 | 189,13 | 191,96 | 194,84 | 197,76 | 200,73 | 203,74 |
| 11,53  | 11,70  | 11,88  | 12,05  | 12,23  | 12,42  | 12,60  | 12,79  | 12,99  | 13,18  | 13,38  | 13,58  | 13,78  | 13,99  | 14,20  | 14,41  | 14,63  | 14,85  | 15,07  | 15,30  | 15,53  | 15,76  | 16,00  | 16,24  |
| 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  |
| Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 | Año 26 | Año 27 | Año 28 | Año 29 | Año 30 | Año 31 | Año 32 | Año 33 | Año 34 | Año 35 | Año 36 | Año 37 | Año 38 | Año 39 | Año 40 |
| 42,13  | 41,02  | 44,41  | 43,66  | 43,76  | 42,85  | 44,07  | 45,96  | 46,73  | 46,33  | 47,55  | 49,43  | 49,56  | 50,17  | 50,13  | 51,83  | 50,94  | 51,50  | 53,58  | 54,60  | 54,56  | 53,75  | 58,60  | 58,28  |
| 4,49   | 4,56   | 4,63   | 4,70   | 4,77   | 4,84   | 4,91   | 4,98   | 5,06   | 5,13   | 5,21   | 5,29   | 5,37   | 5,45   | 5,53   | 5,61   | 5,70   | 5,78   | 5,87   | 5,96   | 6,05   | 6,14   | 6,23   | 6,32   |
| 3,79   | 3,63   | 3,87   | 3,75   | 3,70   | 3,57   | 3,62   | 3,72   | 3,73   | 3,64   | 3,68   | 3,77   | 3,73   | 3,71   | 3,66   | 3,73   | 3,61   | 3,59   | 3,68   | 3,70   | 3,64   | 3,53   | 3,79   | 3,72   |
| 50,41  | 49,21  | 52,91  | 52,10  | 52,23  | 51,26  | 52,60  | 54,66  | 55,52  | 55,11  | 56,44  | 58,49  | 58,66  | 59,33  | 59,31  | 61,17  | 60,24  | 60,88  | 63,13  | 64,26  | 64,24  | 63,42  | 68,62  | 68,32  |
| -18,68 | -19,05 | -19,44 | -19,82 | -20,22 | -20,63 | -21,04 | -21,46 | -21,89 | -22,33 | -22,77 | -23,23 | -23,69 | -24,17 | -24,65 | -25,14 | -25,65 | -26,16 | -26,68 | -27,21 | -27,76 | -28,31 | -28,88 | -29,46 |
| -11,73 | -11,84 | -11,96 | -12,08 | -12,20 | -12,32 | -12,45 | -12,57 | -12,70 | -12,82 | -12,95 | -13,08 | -13,21 | -13,35 | -13,48 | -13,61 | -13,75 | -13,89 | -14,03 | -14,17 | -14,31 | -14,45 | -14,60 | -14,74 |
| 20,00  | 18,31  | 21,51  | 20,20  | 19,81  | 18,31  | 19,12  | 20,63  | 20,93  | 19,96  | 20,72  | 22,18  | 21,75  | 21,82  | 21,19  | 22,42  | 20,85  | 20,83  | 22,43  | 22,88  | 22,18  | 20,66  | 25,14  | 24,13  |
| -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  |
| 13,02  | 11,32  | 14,53  | 13,21  | 12,82  | 11,33  | 12,13  | 13,65  | 13,95  | 12,98  | 13,73  | 15,20  | 14,77  | 14,84  | 14,20  | 15,43  | 13,86  | 13,85  | 15,44  | 15,89  | 15,19  | 13,67  | 18,16  | 17,14  |
| -2,21  | -1,93  | -2,47  | -2,25  | -2,18  | -1,93  | -2,06  | -2,32  | -2,37  | -2,21  | -2,33  | -2,58  | -2,51  | -2,52  | -2,41  | -2,62  | -2,36  | -2,35  | -2,62  | -2,70  | -2,58  | -2,32  | -3,09  | -2,91  |
| 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   |
| 17,79  | 16,38  | 19,04  | 17,95  | 17,63  | 16,38  | 17,05  | 18,31  | 18,56  | 17,75  | 18,38  | 19,60  | 19,24  | 19,30  | 18,77  | 19,79  | 18,49  | 18,48  | 19,80  | 20,18  | 19,59  | 18,33  | 22,06  | 21,21  |

## Anexo XV: Evaluación del proyecto para la situación estándar sin financiamiento

| Valores en miles (USD 000's)                        | Año 0 | Año 1   | Año 2  | Año 3  | Año 4  | Año 5  | Año 6  | Año 7  | Año 8  | Año 9  | Año 10 | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 |       |
|---|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Caudal Medio Utilizado (m3/s)                       |       | 1,06    | 1,05   | 1,05   | 1,11   | 1,09   | 1,09   | 1,08   | 1,09   | 1,05   | 1,05   | 1,08   | 1,07   | 1,05   | 1,07   | 1,04   | 1,05   |       |
| Generation Bruta (GWh)                              |       | 0,35    | 0,35   | 0,35   | 0,37   | 0,36   | 0,36   | 0,36   | 0,36   | 0,35   | 0,35   | 0,36   | 0,36   | 0,35   | 0,36   | 0,35   | 0,35   |       |
| Pérdidas Transformador Casa de Máquina (GWh) (2,5%) |       | 0,01    | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |       |
| Generación Energía NETA (GWh)                       |       | 0,35    | 0,34   | 0,34   | 0,36   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,34   | 0,34   | 0,35   | 0,35   | 0,34   | 0,35   | 0,34   | 0,34   |       |
| Precio Venta Spot (USD/MWh)                         |       | 114,00  | 115,71 | 117,45 | 119,21 | 121,00 | 122,81 | 124,65 | 126,52 | 128,42 | 130,35 | 132,30 | 134,29 | 136,30 | 138,34 | 140,42 | 142,53 |       |
| Precio Venta Potencia (USD/kW)                      |       | 11,76   | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  |       |
| Precio Venta ERNC (USD/MWh)                         |       | 13,00   | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  |       |
| Estado Financiero (USD 000's)                       | Año 0 | Año 1   | Año 2  | Año 3  | Año 4  | Año 5  | Año 6  | Año 7  | Año 8  | Año 9  | Año 10 | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 |       |
| Ingreso Energía Contrato                            |       | 39,42   | 39,40  | 40,22  | 42,93  | 42,91  | 43,41  | 44,02  | 44,84  | 43,71  | 44,35  | 46,62  | 46,60  | 46,74  | 48,03  | 47,43  | 48,78  |       |
| Ingreso por Potencia                                |       | 5,93    | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   |       |
| Venta Certificado ERNC                              |       | 4,50    | 4,43   | 4,45   | 4,68   | 4,61   | 4,59   | 4,59   | 4,61   | 4,42   | 4,42   | 4,58   | 4,51   | 4,46   | 4,51   | 4,39   | 4,45   |       |
| Ingresos por Venta                                  |       | 49,85   | 49,76  | 50,60  | 53,55  | 53,45  | 53,93  | 54,54  | 55,38  | 54,07  | 54,70  | 57,13  | 57,05  | 57,13  | 58,47  | 57,75  | 59,16  |       |
| Costos Operacionales                                |       | -13,61  | -13,88 | -14,16 | -14,44 | -14,73 | -15,02 | -15,33 | -15,63 | -15,94 | -16,26 | -16,59 | -16,92 | -17,26 | -17,60 | -17,96 | -18,31 |       |
| Mantenimiento del Canal                             |       | -10,00  | -10,10 | -10,20 | -10,30 | -10,41 | -10,51 | -10,62 | -10,72 | -10,83 | -10,94 | -11,05 | -11,16 | -11,27 | -11,38 | -11,49 | -11,61 |       |
| EBITDA  |       | 26,24   | 25,78  | 26,24  | 28,80  | 28,32  | 28,40  | 28,60  | 29,02  | 27,29  | 27,50  | 29,50  | 28,97  | 28,60  | 29,49  | 28,30  | 29,23  |       |
| Monto Financiado                                    |       |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| Inversión   |       | -334,11 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| Pago de interés                                     |       |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| Depreciación  |       | -6,98   | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  |       |
| EBITDA  |       | -334,11 | 19,25  | 18,79  | 19,25  | 21,82  | 21,33  | 21,41  | 21,62  | 22,04  | 20,31  | 20,52  | 22,51  | 21,98  | 21,62  | 22,50  | 21,31  | 22,25 |
| Impuesto a las Ganancias (17%)                      |       | -3,27   | -3,19  | -3,27  | -3,71  | -3,63  | -3,64  | -3,68  | -3,75  | -3,45  | -3,49  | -3,83  | -3,74  | -3,67  | -3,83  | -3,62  | -3,78  |       |
| Amortización  |       |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| Depreciación (2,5%)                                 |       | 6,98    | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   |       |
| Ingreso Neto  |       | -334,11 | 22,96  | 22,58  | 22,97  | 25,09  | 24,69  | 24,76  | 24,93  | 25,28  | 23,84  | 24,02  | 25,67  | 25,23  | 24,93  | 25,66  | 24,67  | 25,45 |

|     |       |
|-----|-------|
| TIR | 7,16% |
|-----|-------|

|     |     |        |
|-----|-----|--------|
| VAN | 6%  | 17,00  |
|     | 8%  | -46,28 |
|     | 10% | -89,86 |

| Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 | Año 26 | Año 27 | Año 28 | Año 29 | Año 30 | Año 31 | Año 32 | Año 33 | Año 34 | Año 35 | Año 36 | Año 37 | Año 38 | Año 39 | Año 40 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1,06   | 1,07   | 1,05   | 1,07   | 1,07   | 1,09   | 1,04   | 1,07   | 1,10   | 1,09   | 1,06   | 1,06   | 1,06   | 1,06   | 1,05   | 1,06   | 1,06   | 1,09   | 1,05   | 1,09   | 1,16   | 1,09   | 1,14   | 1,06   |
| 0,35   | 0,36   | 0,35   | 0,36   | 0,36   | 0,36   | 0,35   | 0,36   | 0,37   | 0,36   | 0,35   | 0,36   | 0,36   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,36   | 0,36   | 0,35   | 0,36   | 0,39   | 0,36   | 0,38   | 0,35   |
| 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 0,34   | 0,35   | 0,34   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,34   | 0,35   | 0,36   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,34   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,34   | 0,36   | 0,38   | 0,35   | 0,37   | 0,34   |
| 144,66 | 146,83 | 149,04 | 151,27 | 153,54 | 155,84 | 158,18 | 160,55 | 162,96 | 165,41 | 167,89 | 170,41 | 172,96 | 175,56 | 178,19 | 180,86 | 183,58 | 186,33 | 189,13 | 191,96 | 194,84 | 197,76 | 200,73 | 203,74 |
| 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  | 11,76  |
| 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  |
| Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 | Año 26 | Año 27 | Año 28 | Año 29 | Año 30 | Año 31 | Año 32 | Año 33 | Año 34 | Año 35 | Año 36 | Año 37 | Año 38 | Año 39 | Año 40 |
| 49,83  | 51,11  | 51,04  | 52,93  | 53,45  | 55,21  | 53,74  | 56,19  | 58,52  | 58,44  | 58,07  | 59,00  | 59,87  | 60,62  | 60,67  | 62,48  | 63,54  | 65,99  | 64,89  | 68,26  | 73,25  | 69,89  | 74,07  | 70,07  |
| 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   | 5,93   |
| 4,48   | 4,53   | 4,45   | 4,55   | 4,53   | 4,61   | 4,42   | 4,55   | 4,67   | 4,59   | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 4,49   | 4,43   | 4,49   | 4,50   | 4,60   | 4,46   | 4,62   | 4,89   | 4,59   | 4,80   | 4,47   |
| 60,24  | 61,57  | 61,43  | 63,41  | 63,90  | 65,75  | 64,08  | 66,67  | 69,12  | 68,96  | 68,49  | 69,44  | 70,30  | 71,04  | 71,03  | 72,90  | 73,97  | 76,52  | 75,28  | 78,82  | 84,07  | 80,41  | 84,79  | 80,47  |
| -18,68 | -19,05 | -19,44 | -19,82 | -20,22 | -20,63 | -21,04 | -21,46 | -21,89 | -22,33 | -22,77 | -23,23 | -23,69 | -24,17 | -24,65 | -25,14 | -25,65 | -26,16 | -26,68 | -27,21 | -27,76 | -28,31 | -28,88 | -29,46 |
| -11,73 | -11,84 | -11,96 | -12,08 | -12,20 | -12,32 | -12,45 | -12,57 | -12,70 | -12,82 | -12,95 | -13,08 | -13,21 | -13,35 | -13,48 | -13,61 | -13,75 | -13,89 | -14,03 | -14,17 | -14,31 | -14,45 | -14,60 | -14,74 |
| 29,83  | 30,67  | 30,03  | 31,50  | 31,48  | 32,80  | 30,60  | 32,64  | 34,53  | 33,81  | 32,77  | 33,13  | 33,40  | 33,53  | 32,90  | 34,14  | 34,58  | 36,48  | 34,58  | 37,44  | 42,00  | 37,65  | 41,32  | 36,27  |
| -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  |
| 22,85  | 23,68  | 23,04  | 24,52  | 24,50  | 25,82  | 23,61  | 25,65  | 27,55  | 26,83  | 25,78  | 26,14  | 26,41  | 26,54  | 25,92  | 27,16  | 27,59  | 29,49  | 27,59  | 30,45  | 35,02  | 30,66  | 34,33  | 29,29  |
| -3,88  | -4,03  | -3,92  | -4,17  | -4,16  | -4,39  | -4,01  | -4,36  | -4,68  | -4,56  | -4,38  | -4,44  | -4,49  | -4,51  | -4,41  | -4,62  | -4,69  | -5,01  | -4,69  | -5,18  | -5,95  | -5,21  | -5,84  | -4,98  |
| 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   |
| 25,95  | 26,64  | 26,11  | 27,33  | 27,32  | 28,41  | 26,58  | 28,27  | 29,85  | 29,25  | 28,38  | 28,68  | 28,91  | 29,02  | 28,50  | 29,53  | 29,89  | 31,46  | 29,89  | 32,26  | 36,05  | 32,43  | 35,48  | 31,30  |

## Anexo XVI: Evaluación del proyecto para la situación estándar con financiamiento

| Valores en miles (USD 000's)                        | Año 0 | Año 1   | Año 2  | Año 3  | Año 4  | Año 5  | Año 6  | Año 7  | Año 8  | Año 9  | Año 10 | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 |       |
|---|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Caudal Medio Utilizado (m3/s)                       |       | 1,06    | 1,05   | 1,05   | 1,11   | 1,09   | 1,08   | 1,09   | 1,05   | 1,05   | 1,08   | 1,07   | 1,05   | 1,07   | 1,04   | 1,05   | 1,06   |       |
| Generation Bruta (GWh)                              |       | 0,35    | 0,35   | 0,35   | 0,37   | 0,36   | 0,36   | 0,36   | 0,36   | 0,35   | 0,35   | 0,36   | 0,36   | 0,35   | 0,36   | 0,35   | 0,35   |       |
| Pérdidas Transformador Casa de Máquina (GWh) (2,5%) |       | 0,01    | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |       |
| Generación Energía NETA (GWh)                       |       | 0,35    | 0,34   | 0,34   | 0,36   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,34   | 0,34   | 0,35   | 0,35   | 0,34   | 0,35   | 0,34   | 0,34   |       |
| Precio Venta Spot (USD/MWh)                         |       | 114,00  | 115,71 | 117,45 | 119,21 | 121,00 | 122,81 | 124,65 | 126,52 | 128,42 | 130,35 | 132,30 | 134,29 | 136,30 | 138,34 | 140,42 | 142,53 |       |
| Precio Venta Potencia (USD/kW)                      |       | 11,76   | 11,94  | 12,12  | 12,30  | 12,48  | 12,67  | 12,86  | 13,05  | 13,25  | 13,45  | 13,65  | 13,85  | 14,06  | 14,27  | 14,49  | 14,70  |       |
| Precio Venta ERNC (USD/MWh)                         |       | 13,00   | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  |       |
| Estado Financiero (USD 000's)                       | Año 0 | Año 1   | Año 2  | Año 3  | Año 4  | Año 5  | Año 6  | Año 7  | Año 8  | Año 9  | Año 10 | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 |       |
| Ingreso Energía Contrato                            |       | 39,42   | 39,40  | 40,22  | 42,93  | 42,91  | 43,41  | 44,02  | 44,84  | 43,71  | 44,35  | 46,62  | 46,60  | 46,74  | 48,03  | 47,43  | 48,78  |       |
| Ingreso por Potencia                                |       | 5,93    | 6,02   | 6,11   | 6,20   | 6,29   | 6,39   | 6,48   | 6,58   | 6,68   | 6,78   | 6,88   | 6,99   | 7,09   | 7,20   | 7,30   | 7,41   |       |
| Venta Certificado ERNC                              |       | 4,50    | 4,43   | 4,45   | 4,68   | 4,61   | 4,59   | 4,59   | 4,61   | 4,42   | 4,42   | 4,58   | 4,51   | 4,46   | 4,51   | 4,39   | 4,45   |       |
| Ingresos por Venta                                  |       | 49,85   | 49,85  | 50,78  | 53,82  | 53,82  | 54,39  | 55,10  | 56,03  | 54,82  | 55,56  | 58,08  | 58,10  | 58,29  | 59,74  | 59,12  | 60,64  |       |
| Costos Operacionales                                |       | -13,61  | -13,88 | -14,16 | -14,44 | -14,73 | -15,02 | -15,33 | -15,63 | -15,94 | -16,26 | -16,59 | -16,92 | -17,26 | -17,60 | -17,96 | -18,31 |       |
| Mantenimiento del Canal                             |       | -10,00  | -10,10 | -10,20 | -10,30 | -10,41 | -10,51 | -10,62 | -10,72 | -10,83 | -10,94 | -11,05 | -11,16 | -11,27 | -11,38 | -11,49 | -11,61 |       |
| EBITDA  |       | 26,24   | 25,87  | 26,42  | 29,07  | 28,68  | 28,85  | 29,16  | 29,67  | 28,04  | 28,36  | 30,45  | 30,02  | 29,76  | 30,75  | 29,67  | 30,72  |       |
| Monto Financiado                                    |       |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| Inversión   |       | -101,91 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| Pago de interés                                     |       | -17,83  | -16,57 | -15,22 | -13,76 | -12,20 | -10,51 | -8,70  | -6,76  | -4,67  | -2,42  |        |        |        |        |        |        |       |
| Depreciación  |       | -6,98   | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  |       |
| EBITDA  |       | 1,42    | 2,31   | 4,21   | 8,33   | 9,50   | 11,36  | 13,47  | 15,93  | 16,39  | 18,95  | 23,46  | 23,04  | 22,78  | 23,77  | 22,69  | 23,73  |       |
| Impuesto a las Ganancias (17%)                      |       | 0       | -0,24  | -0,39  | -0,72  | -1,42  | -1,62  | -1,93  | -2,29  | -2,71  | -2,79  | -3,22  | -3,99  | -3,92  | -3,87  | -4,04  | -3,86  |       |
| Amortización  |       | -16,81  | -18,07 | -19,42 | -20,88 | -22,45 | -24,13 | -25,94 | -27,89 | -29,98 | -32,23 |        |        |        |        |        |        |       |
| Depreciación (2,5%)                                 |       | 6,98    | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   |       |
| Ingreso Neto  |       | -101,91 | -8,65  | -9,17  | -8,94  | -6,99  | -7,58  | -7,72  | -7,78  | -7,68  | -9,39  | -9,51  | 26,46  | 26,11  | 25,89  | 26,71  | 25,81  | 26,68 |

|     |       |
|-----|-------|
| TIR | 7,72% |
|-----|-------|

|  |     |        |
|--|-----|--------|
|  | 6%  | 20,90  |
|  | 8%  | -25,78 |
|  | 10% | -54,86 |

| Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 | Año 26 | Año 27 | Año 28 | Año 29 | Año 30 | Año 31 | Año 32 | Año 33 | Año 34 | Año 35 | Año 36 | Año 37 | Año 38 | Año 39 | Año 40 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1,07   | 1,05   | 1,07   | 1,07   | 1,09   | 1,04   | 1,07   | 1,10   | 1,09   | 1,06   | 1,06   | 1,06   | 1,06   | 1,05   | 1,06   | 1,06   | 1,09   | 1,05   | 1,09   | 1,16   | 1,09   | 1,14   | 1,06   | 1,07   |
| 0,35   | 0,36   | 0,35   | 0,36   | 0,36   | 0,36   | 0,35   | 0,36   | 0,37   | 0,36   | 0,35   | 0,36   | 0,36   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,36   | 0,36   | 0,35   | 0,36   | 0,39   | 0,36   | 0,38   | 0,35   |
| 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 0,34   | 0,35   | 0,34   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,34   | 0,35   | 0,36   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,34   | 0,35   | 0,35   | 0,35   | 0,34   | 0,36   | 0,38   | 0,35   | 0,37   | 0,34   |
| 144,66 | 146,83 | 149,04 | 151,27 | 153,54 | 155,84 | 158,18 | 160,55 | 162,96 | 165,41 | 167,89 | 170,41 | 172,96 | 175,56 | 178,19 | 180,86 | 183,58 | 186,33 | 189,13 | 191,96 | 194,84 | 197,76 | 200,73 | 203,74 |
| 14,92  | 15,15  | 15,37  | 15,61  | 15,84  | 16,08  | 16,32  | 16,56  | 16,81  | 17,06  | 17,32  | 17,58  | 17,84  | 18,11  | 18,38  | 18,66  | 18,94  | 19,22  | 19,51  | 19,80  | 20,10  | 20,40  | 20,71  | 21,02  |
| 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  |
| Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 | Año 26 | Año 27 | Año 28 | Año 29 | Año 30 | Año 31 | Año 32 | Año 33 | Año 34 | Año 35 | Año 36 | Año 37 | Año 38 | Año 39 | Año 40 |
| 49,83  | 51,11  | 51,04  | 52,93  | 53,45  | 55,21  | 53,74  | 56,19  | 58,52  | 58,44  | 58,07  | 59,00  | 59,87  | 60,62  | 60,67  | 62,48  | 63,54  | 65,99  | 64,89  | 68,26  | 73,25  | 69,89  | 74,07  | 70,07  |
| 7,53   | 7,64   | 7,75   | 7,87   | 7,99   | 8,11   | 8,23   | 8,35   | 8,48   | 8,60   | 8,73   | 8,86   | 9,00   | 9,13   | 9,27   | 9,41   | 9,55   | 9,69   | 9,84   | 9,99   | 10,14  | 10,29  | 10,44  | 10,60  |
| 4,48   | 4,53   | 4,45   | 4,55   | 4,53   | 4,61   | 4,42   | 4,55   | 4,67   | 4,59   | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 4,49   | 4,43   | 4,49   | 4,50   | 4,60   | 4,46   | 4,62   | 4,89   | 4,59   | 4,80   | 4,47   |
| 61,83  | 63,27  | 63,25  | 65,35  | 65,96  | 67,93  | 66,38  | 69,09  | 71,66  | 71,64  | 71,30  | 72,37  | 73,37  | 74,24  | 74,37  | 76,38  | 77,59  | 80,29  | 79,19  | 82,87  | 88,28  | 84,77  | 89,31  | 85,14  |
| -18,68 | -19,05 | -19,44 | -19,82 | -20,22 | -20,63 | -21,04 | -21,46 | -21,89 | -22,33 | -22,77 | -23,23 | -23,69 | -24,17 | -24,65 | -25,14 | -25,65 | -26,16 | -26,68 | -27,21 | -27,76 | -28,31 | -28,88 | -29,46 |
| -11,73 | -11,84 | -11,96 | -12,08 | -12,20 | -12,32 | -12,45 | -12,57 | -12,70 | -12,82 | -12,95 | -13,08 | -13,21 | -13,35 | -13,48 | -13,61 | -13,75 | -13,89 | -14,03 | -14,17 | -14,31 | -14,45 | -14,60 | -14,74 |
| 31,42  | 32,38  | 31,85  | 33,44  | 33,54  | 34,98  | 32,90  | 35,06  | 37,08  | 36,49  | 35,57  | 36,06  | 36,47  | 36,73  | 36,24  | 37,62  | 38,20  | 40,24  | 38,48  | 41,49  | 46,21  | 42,00  | 45,83  | 40,94  |
| -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  |
| 24,44  | 25,39  | 24,87  | 26,46  | 26,55  | 27,99  | 25,91  | 28,07  | 30,09  | 29,50  | 28,59  | 29,08  | 29,48  | 29,75  | 29,26  | 30,64  | 31,21  | 33,26  | 31,50  | 34,51  | 39,22  | 35,02  | 38,85  | 33,96  |
| -4,15  | -4,32  | -4,23  | -4,50  | -4,51  | -4,76  | -4,40  | -4,77  | -5,12  | -5,02  | -4,86  | -4,94  | -5,01  | -5,06  | -4,97  | -5,21  | -5,31  | -5,65  | -5,36  | -5,87  | -6,67  | -5,95  | -6,60  | -5,77  |
| 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   |
| 27,27  | 28,06  | 27,62  | 28,94  | 29,02  | 30,22  | 28,49  | 30,28  | 31,96  | 31,47  | 30,71  | 31,12  | 31,45  | 31,67  | 31,27  | 32,41  | 32,89  | 34,59  | 33,13  | 35,63  | 39,54  | 36,05  | 39,23  | 35,17  |

## Anexo XVII: Evaluación del proyecto para la situación optimista sin financiamiento

| Valores en miles (USD 000's)                        | Año 0 | Año 1   | Año 2  | Año 3  | Año 4  | Año 5  | Año 6  | Año 7  | Año 8  | Año 9  | Año 10 | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 |
|---|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Caudal Medio Utilizado (m3/s)                       |       | 1,19    | 1,19   | 1,21   | 1,22   | 1,19   | 1,20   | 1,20   | 1,20   | 1,19   | 1,21   | 1,20   | 1,21   | 1,20   | 1,19   | 1,20   |        |
| Generation Bruta (GWh)                              |       | 0,40    | 0,40   | 0,40   | 0,41   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   |
| Pérdidas Transformador Casa de Máquina (GWh) (2,5%) |       | 0,01    | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| Generación Energía NETA (GWh)                       |       | 0,39    | 0,39   | 0,39   | 0,40   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   |
| Precio Venta Spot (USD/MWh)                         |       | 114,00  | 115,71 | 117,45 | 119,21 | 121,00 | 122,81 | 124,65 | 126,52 | 128,42 | 130,35 | 132,30 | 134,29 | 136,30 | 138,34 | 140,42 | 142,53 |
| Precio Venta Potencia (USD/kW)                      |       | 14,09   | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  |
| Precio Venta ERNC (USD/MWh)                         |       | 13,00   | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  |
| Estado Financiero (USD 000's)                       | Año 0 | Año 1   | Año 2  | Año 3  | Año 4  | Año 5  | Año 6  | Año 7  | Año 8  | Año 9  | Año 10 | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 | Año 15 | Año 16 |
| Ingreso Energía Contrato                            |       | 44,36   | 44,96  | 46,13  | 47,39  | 46,90  | 47,99  | 48,76  | 49,44  | 49,74  | 51,27  | 51,60  | 52,95  | 53,35  | 54,01  | 54,53  | 55,81  |
| Ingreso por Potencia                                |       | 8,51    | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   |
| Venta Certificado ERNC                              |       | 5,06    | 5,05   | 5,11   | 5,17   | 5,04   | 5,08   | 5,09   | 5,08   | 5,04   | 5,11   | 5,07   | 5,13   | 5,09   | 5,08   | 5,05   | 5,09   |
| Ingresos por Venta                                  |       | 57,93   | 58,52  | 59,74  | 61,06  | 60,44  | 61,58  | 62,36  | 63,02  | 63,28  | 64,89  | 65,18  | 66,58  | 66,95  | 67,60  | 68,09  | 69,41  |
| Costos Operacionales                                |       | -13,61  | -13,88 | -14,16 | -14,44 | -14,73 | -15,02 | -15,33 | -15,63 | -15,94 | -16,26 | -16,59 | -16,92 | -17,26 | -17,60 | -17,96 | -18,31 |
| Mantenimiento del Canal                             |       | -10,00  | -10,10 | -10,20 | -10,30 | -10,41 | -10,51 | -10,62 | -10,72 | -10,83 | -10,94 | -11,05 | -11,16 | -11,27 | -11,38 | -11,49 | -11,61 |
| EBITDA  |       | 34,32   | 34,54  | 35,39  | 36,32  | 35,31  | 36,05  | 36,42  | 36,67  | 36,51  | 37,69  | 37,54  | 38,51  | 38,42  | 38,61  | 38,64  | 39,48  |
| Monto Financiado                                    |       |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Inversión   |       | -334,11 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Pago de interés                                     |       |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Depreciación  |       | -6,98   | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  |
| EBITDA  |       | -334,11 | 27,34  | 27,56  | 28,40  | 29,33  | 28,32  | 29,06  | 29,43  | 29,53  | 30,70  | 30,56  | 31,52  | 31,43  | 31,63  | 31,65  | 32,50  |
| Impuesto a las Ganancias (17%)                      |       | 0       | -4,65  | -4,68  | -4,83  | -4,99  | -4,81  | -4,94  | -5,00  | -5,05  | -5,02  | -5,22  | -5,19  | -5,36  | -5,34  | -5,38  | -5,52  |
| Amortización  |       |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Depreciación (2,5%)                                 |       | 6,98    | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   |
| Ingreso Neto  |       | -334,11 | 29,67  | 29,86  | 30,56  | 31,33  | 30,49  | 31,11  | 31,41  | 31,62  | 31,49  | 32,47  | 32,35  | 33,15  | 33,08  | 33,24  | 33,96  |

|     |       |
|-----|-------|
| TIR | 9,46% |
|-----|-------|

|     |     |        |
|-----|-----|--------|
| VAN | 6%  | 114,66 |
|     | 8%  | 30,81  |
|     | 10% | -27,37 |

| Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 | Año 26 | Año 27 | Año 28 | Año 29 | Año 30 | Año 31 | Año 32 | Año 33 | Año 34 | Año 35 | Año 36 | Año 37 | Año 38 | Año 39 | Año 40 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1,21   | 1,21   | 1,19   | 1,20   | 1,20   | 1,20   | 1,19   | 1,19   | 1,19   | 1,20   | 1,20   | 1,20   | 1,20   | 1,21   | 1,20   | 1,22   | 1,20   | 1,21   | 1,21   | 1,20   | 1,33   | 1,21   | 1,35   | 1,21   |
| 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,41   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,44   | 0,40   | 0,45   | 0,41   |
| 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,40   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,43   | 0,39   | 0,44   | 0,39   |
| 144,66 | 146,83 | 149,04 | 151,27 | 153,54 | 155,84 | 158,18 | 160,55 | 162,96 | 165,41 | 167,89 | 170,41 | 172,96 | 175,56 | 178,19 | 180,86 | 183,58 | 186,33 | 189,13 | 191,96 | 194,84 | 197,76 | 200,73 | 203,74 |
| 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  | 14,09  |
| 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  |
| Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 | Año 26 | Año 27 | Año 28 | Año 29 | Año 30 | Año 31 | Año 32 | Año 33 | Año 34 | Año 35 | Año 36 | Año 37 | Año 38 | Año 39 | Año 40 |
| 56,80  | 57,82  | 57,96  | 58,93  | 60,08  | 60,74  | 61,44  | 62,26  | 63,03  | 64,74  | 65,36  | 66,85  | 67,85  | 69,09  | 69,39  | 71,58  | 71,57  | 73,17  | 74,37  | 75,10  | 84,34  | 77,79  | 87,88  | 80,46  |
| 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   | 8,51   |
| 5,10   | 5,12   | 5,06   | 5,06   | 5,09   | 5,07   | 5,05   | 5,04   | 5,03   | 5,09   | 5,06   | 5,10   | 5,10   | 5,12   | 5,06   | 5,15   | 5,07   | 5,10   | 5,11   | 5,09   | 5,63   | 5,11   | 5,69   | 5,13   |
| 70,41  | 71,44  | 71,53  | 72,50  | 73,68  | 74,31  | 75,00  | 75,81  | 76,57  | 78,33  | 78,93  | 80,46  | 81,45  | 82,71  | 82,96  | 85,24  | 85,15  | 86,78  | 87,99  | 88,70  | 98,47  | 91,41  | 102,08 | 94,10  |
| -18,68 | -19,05 | -19,44 | -19,82 | -20,22 | -20,63 | -21,04 | -21,46 | -21,89 | -22,33 | -22,77 | -23,23 | -23,69 | -24,17 | -24,65 | -25,14 | -25,65 | -26,16 | -26,68 | -27,21 | -27,76 | -28,31 | -28,88 | -29,46 |
| -11,73 | -11,84 | -11,96 | -12,08 | -12,20 | -12,32 | -12,45 | -12,57 | -12,70 | -12,82 | -12,95 | -13,08 | -13,21 | -13,35 | -13,48 | -13,61 | -13,75 | -13,89 | -14,03 | -14,17 | -14,31 | -14,45 | -14,60 | -14,74 |
| 40,01  | 40,54  | 40,13  | 40,60  | 41,25  | 41,36  | 41,51  | 41,78  | 41,99  | 43,18  | 43,20  | 44,15  | 44,55  | 45,20  | 44,84  | 46,48  | 45,75  | 46,73  | 47,29  | 47,32  | 56,41  | 48,65  | 58,61  | 49,91  |
| -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  |
| 33,02  | 33,56  | 33,15  | 33,61  | 34,27  | 34,38  | 34,53  | 34,80  | 35,00  | 36,20  | 36,22  | 37,16  | 37,56  | 38,21  | 37,85  | 39,50  | 38,77  | 39,75  | 40,30  | 40,33  | 49,42  | 41,66  | 51,62  | 42,92  |
| -5,61  | -5,71  | -5,64  | -5,71  | -5,83  | -5,84  | -5,87  | -5,92  | -5,95  | -6,15  | -6,16  | -6,32  | -6,39  | -6,50  | -6,43  | -6,71  | -6,59  | -6,76  | -6,85  | -6,86  | -8,40  | -7,08  | -8,78  | -7,30  |
| 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   |
| 34,39  | 34,84  | 34,50  | 34,88  | 35,43  | 35,52  | 35,64  | 35,87  | 36,04  | 37,03  | 37,05  | 37,83  | 38,16  | 38,70  | 38,40  | 39,77  | 39,16  | 39,98  | 40,43  | 40,46  | 48,01  | 41,56  | 49,83  | 42,61  |

## Anexo XVIII: Evaluación del proyecto para la situación optimista con financiamiento

| Valores en miles (USD 000's)                        | Año 0 | Año 1          | Año 2        | Año 3        | Año 4        | Año 5        | Año 6        | Año 7        | Año 8        | Año 9        | Año 10       | Año 11       | Año 12       | Año 13       | Año 14       | Año 15       | Año 16       |
|---|-------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Caudal Medio Utilizado (m3/s)                       |       | 1,19           | 1,19         | 1,21         | 1,22         | 1,19         | 1,20         | 1,20         | 1,19         | 1,21         | 1,20         | 1,21         | 1,20         | 1,20         | 1,19         | 1,20         | 1,21         |
| Generation Bruta (GWh)                              |       | 0,40           | 0,40         | 0,40         | 0,41         | 0,40         | 0,40         | 0,40         | 0,40         | 0,40         | 0,40         | 0,40         | 0,40         | 0,40         | 0,40         | 0,40         | 0,40         |
| Pérdidas Transformador Casa de Máquina (GWh) (2,5%) |       | 0,01           | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         |
| <b>Generación Energía NETA (GWh)</b>                |       | <b>0,39</b>    | <b>0,39</b>  | <b>0,39</b>  | <b>0,40</b>  | <b>0,39</b>  |
| Precio Venta Spot (USD/MWh)                         |       | 114,00         | 115,71       | 117,45       | 119,21       | 121,00       | 122,81       | 124,65       | 126,52       | 128,42       | 130,35       | 132,30       | 134,29       | 136,30       | 138,34       | 140,42       | 142,53       |
| Precio Venta Potencia (USD/kW)                      |       | 14,09          | 14,30        | 14,51        | 14,73        | 14,95        | 15,18        | 15,40        | 15,63        | 15,87        | 16,11        | 16,35        | 16,59        | 16,84        | 17,09        | 17,35        | 17,61        |
| Precio Venta ERNC (USD/MWh)                         |       | 13,00          | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        | 13,00        |
| Estado Financiero (USD 000's)                       | Año 0 | Año 1          | Año 2        | Año 3        | Año 4        | Año 5        | Año 6        | Año 7        | Año 8        | Año 9        | Año 10       | Año 11       | Año 12       | Año 13       | Año 14       | Año 15       | Año 16       |
| Ingreso Energía Contrato                            |       | 44,36          | 44,96        | 46,13        | 47,39        | 46,90        | 47,99        | 48,76        | 49,44        | 49,74        | 51,27        | 51,60        | 52,95        | 53,35        | 54,01        | 54,53        | 55,81        |
| Ingreso por Potencia                                |       | 8,51           | 8,64         | 8,77         | 8,90         | 9,03         | 9,17         | 9,30         | 9,44         | 9,58         | 9,73         | 9,87         | 10,02        | 10,17        | 10,33        | 10,48        | 10,64        |
| Venta Certificado ERNC                              |       | 5,06           | 5,05         | 5,11         | 5,17         | 5,04         | 5,08         | 5,09         | 5,08         | 5,04         | 5,11         | 5,07         | 5,13         | 5,09         | 5,08         | 5,05         | 5,09         |
| <b>Ingresos por Venta</b>                           |       | <b>57,93</b>   | <b>58,65</b> | <b>60,00</b> | <b>61,45</b> | <b>60,96</b> | <b>62,24</b> | <b>63,15</b> | <b>63,96</b> | <b>64,36</b> | <b>66,11</b> | <b>66,54</b> | <b>68,10</b> | <b>68,61</b> | <b>69,41</b> | <b>70,06</b> | <b>71,53</b> |
| Costos Operacionales                                |       | -13,61         | -13,88       | -14,16       | -14,44       | -14,73       | -15,02       | -15,33       | -15,63       | -15,94       | -16,26       | -16,59       | -16,92       | -17,26       | -17,60       | -17,96       | -18,31       |
| Mantenimiento del Canal                             |       | -10,00         | -10,10       | -10,20       | -10,30       | -10,41       | -10,51       | -10,62       | -10,72       | -10,83       | -10,94       | -11,05       | -11,16       | -11,27       | -11,38       | -11,49       | -11,61       |
| <b>EBITDA</b>                                       |       | <b>34,32</b>   | <b>34,67</b> | <b>35,64</b> | <b>36,71</b> | <b>35,83</b> | <b>36,71</b> | <b>37,21</b> | <b>37,60</b> | <b>37,59</b> | <b>38,91</b> | <b>38,91</b> | <b>40,02</b> | <b>40,08</b> | <b>40,43</b> | <b>40,61</b> | <b>41,61</b> |
| Monto Financiado                                    |       |                |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Inversión   |       | -101,91        |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Pago de interés                                     |       | -17,83         | -16,57       | -15,22       | -13,76       | -12,20       | -10,51       | -8,70        | -6,76        | -4,67        | -2,42        |              |              |              |              |              |              |
| Depreciación  |       | -6,98          | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        | -6,98        |
| <b>EBITDA</b>                                       |       | <b>-101,91</b> | <b>9,50</b>  | <b>11,11</b> | <b>13,44</b> | <b>15,96</b> | <b>16,65</b> | <b>19,21</b> | <b>21,53</b> | <b>23,86</b> | <b>25,94</b> | <b>29,51</b> | <b>31,92</b> | <b>33,04</b> | <b>33,10</b> | <b>33,44</b> | <b>33,63</b> |
| Impuesto a las Ganancias (17%)                      |       | -1,62          | -1,89        | -2,28        | -2,71        | -2,83        | -3,27        | -3,66        | -4,06        | -4,41        | -5,02        | -5,43        | -5,62        | -5,63        | -5,69        | -5,72        | -5,89        |
| Amortización  |       | -16,81         | -18,07       | -19,42       | -20,88       | -22,45       | -24,13       | -25,94       | -27,89       | -29,98       | -32,23       |              |              |              |              |              |              |
| Depreciación (2,5%)                                 |       | 6,98           | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         | 6,98         |
| <b>Ingreso Neto</b>                                 |       | <b>-101,91</b> | <b>-1,94</b> | <b>-1,86</b> | <b>-1,29</b> | <b>-0,65</b> | <b>-1,64</b> | <b>-1,20</b> | <b>-1,09</b> | <b>-1,10</b> | <b>-1,47</b> | <b>-0,75</b> | <b>33,48</b> | <b>34,41</b> | <b>34,46</b> | <b>34,74</b> | <b>34,89</b> |

|     |        |
|-----|--------|
| TIR | 11,18% |
|-----|--------|

|     |     |        |
|-----|-----|--------|
| Van | 6%  | 123,62 |
|     | 8%  | 54,86  |
|     | 10% | 10,19  |

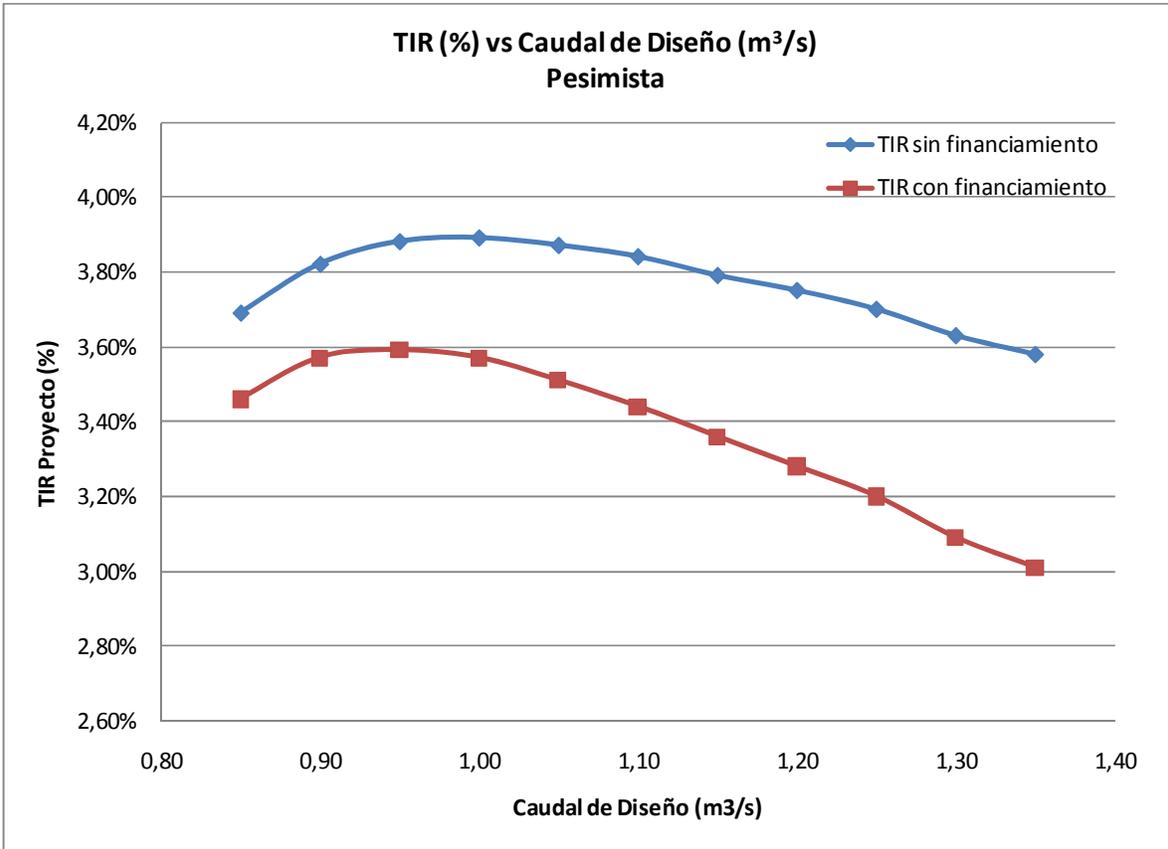
| Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 | Año 26 | Año 27 | Año 28 | Año 29 | Año 30 | Año 31 | Año 32 | Año 33 | Año 34 | Año 35 | Año 36 | Año 37 | Año 38 | Año 39 | Año 40 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1,21   | 1,19   | 1,20   | 1,20   | 1,20   | 1,19   | 1,19   | 1,19   | 1,20   | 1,20   | 1,20   | 1,20   | 1,21   | 1,20   | 1,22   | 1,20   | 1,21   | 1,21   | 1,20   | 1,33   | 1,21   | 1,35   | 1,21   | 1,21   |
| 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,41   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,40   | 0,44   | 0,40   | 0,45   | 0,41   |
| 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,40   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,39   | 0,43   | 0,39   | 0,44   | 0,39   |
| 144,66 | 146,83 | 149,04 | 151,27 | 153,54 | 155,84 | 158,18 | 160,55 | 162,96 | 165,41 | 167,89 | 170,41 | 172,96 | 175,56 | 178,19 | 180,86 | 183,58 | 186,33 | 189,13 | 191,96 | 194,84 | 197,76 | 200,73 | 203,74 |
| 17,88  | 18,14  | 18,42  | 18,69  | 18,97  | 19,26  | 19,55  | 19,84  | 20,14  | 20,44  | 20,75  | 21,06  | 21,37  | 21,69  | 22,02  | 22,35  | 22,68  | 23,02  | 23,37  | 23,72  | 24,08  | 24,44  | 24,80  | 25,18  |
| 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  | 13,00  |
| Año 17 | Año 18 | Año 19 | Año 20 | Año 21 | Año 22 | Año 23 | Año 24 | Año 25 | Año 26 | Año 27 | Año 28 | Año 29 | Año 30 | Año 31 | Año 32 | Año 33 | Año 34 | Año 35 | Año 36 | Año 37 | Año 38 | 55884  | 56249  |
| 56,80  | 57,82  | 57,96  | 58,93  | 60,08  | 60,74  | 61,44  | 62,26  | 63,03  | 64,74  | 65,36  | 66,85  | 67,85  | 69,09  | 69,39  | 71,58  | 71,57  | 73,17  | 74,37  | 75,10  | 84,34  | 77,79  | 87,88  | 80,46  |
| 10,80  | 10,96  | 11,12  | 11,29  | 11,46  | 11,63  | 11,81  | 11,98  | 12,16  | 12,34  | 12,53  | 12,72  | 12,91  | 13,10  | 13,30  | 13,50  | 13,70  | 13,91  | 14,12  | 14,33  | 14,54  | 14,76  | 14,98  | 15,21  |
| 5,10   | 5,12   | 5,06   | 5,06   | 5,09   | 5,07   | 5,05   | 5,04   | 5,03   | 5,09   | 5,06   | 5,10   | 5,10   | 5,12   | 5,06   | 5,15   | 5,07   | 5,10   | 5,11   | 5,09   | 5,63   | 5,11   | 5,69   | 5,13   |
| 72,70  | 73,89  | 74,14  | 75,28  | 76,63  | 77,43  | 78,30  | 79,29  | 80,23  | 82,17  | 82,95  | 84,67  | 85,85  | 87,30  | 87,75  | 90,23  | 90,34  | 92,18  | 93,60  | 94,52  | 104,51 | 97,66  | 108,56 | 100,80 |
| -18,68 | -19,05 | -19,44 | -19,82 | -20,22 | -20,63 | -21,04 | -21,46 | -21,89 | -22,33 | -22,77 | -23,23 | -23,69 | -24,17 | -24,65 | -25,14 | -25,65 | -26,16 | -26,68 | -27,21 | -27,76 | -28,31 | -28,88 | -29,46 |
| -11,73 | -11,84 | -11,96 | -12,08 | -12,20 | -12,32 | -12,45 | -12,57 | -12,70 | -12,82 | -12,95 | -13,08 | -13,21 | -13,35 | -13,48 | -13,61 | -13,75 | -13,89 | -14,03 | -14,17 | -14,31 | -14,45 | -14,60 | -14,74 |
| 42,29  | 42,99  | 42,75  | 43,38  | 44,20  | 44,48  | 44,81  | 45,26  | 45,64  | 47,02  | 47,22  | 48,36  | 48,95  | 49,79  | 49,63  | 51,47  | 50,95  | 52,13  | 52,89  | 53,14  | 62,44  | 54,90  | 65,08  | 56,60  |
| -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  | -6,98  |
| 35,31  | 36,01  | 35,76  | 36,39  | 37,22  | 37,50  | 37,83  | 38,27  | 38,66  | 40,03  | 40,24  | 41,37  | 41,96  | 42,81  | 42,64  | 44,49  | 43,96  | 45,15  | 45,91  | 46,15  | 55,46  | 47,91  | 58,10  | 49,62  |
| -6,00  | -6,12  | -6,08  | -6,19  | -6,33  | -6,37  | -6,43  | -6,51  | -6,57  | -6,81  | -6,84  | -7,03  | -7,13  | -7,28  | -7,25  | -7,56  | -7,47  | -7,67  | -7,80  | -7,85  | -9,43  | -8,15  | -9,88  | -8,44  |
| 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   | 6,98   |
| 36,29  | 36,87  | 36,67  | 37,19  | 37,88  | 38,11  | 38,38  | 38,75  | 39,07  | 40,21  | 40,38  | 41,32  | 41,81  | 42,52  | 42,38  | 43,91  | 43,47  | 44,46  | 45,09  | 45,29  | 53,01  | 46,75  | 55,20  | 48,17  |

## Anexo XIX: Análisis de sensibilidad del caudal de diseño para la situación Pesimista

| Situación<br>Pesimista               | Tasas de descuento |         |         | TIR                |
|--------------------------------------|--------------------|---------|---------|--------------------|
|                                      | 6%                 | 8%      | 10%     | sin Financiamiento |
| Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s) | VAN (USD 000's)    |         |         | %                  |
| 0,85                                 | -92,47             | -123,45 | -144,38 | 3,69%              |
| 0,90                                 | -90,40             | -122,81 | -144,72 | 3,82%              |
| 0,95                                 | -90,52             | -123,90 | -146,46 | 3,88%              |
| 1,00                                 | -91,87             | -125,92 | -148,92 | 3,89%              |
| 1,05                                 | -94,25             | -128,86 | -152,21 | 3,87%              |
| 1,10                                 | -96,70             | -131,69 | -155,29 | 3,84%              |
| 1,15                                 | -99,66             | -134,96 | -158,75 | 3,79%              |
| 1,20                                 | -102,63            | -138,24 | -162,22 | 3,75%              |
| 1,25                                 | -105,69            | -141,57 | -165,72 | 3,70%              |
| 1,30                                 | -109,95            | -146,06 | -170,34 | 3,63%              |
| 1,35                                 | -113,47            | -149,73 | -174,09 | 3,58%              |

| Situación<br>Pesimista               | Tasas de descuento |         |         | TIR                |
|--------------------------------------|--------------------|---------|---------|--------------------|
|                                      | 6%                 | 8%      | 10%     | con Financiamiento |
| Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s) | VAN (USD 000's)    |         |         | %                  |
| 0,85                                 | -90,93             | -107,94 | -116,59 | 3,46%              |
| 0,90                                 | -89,54             | -107,52 | -116,80 | 3,57%              |
| 0,95                                 | -90,41             | -108,90 | -118,48 | 3,59%              |
| 1,00                                 | -92,48             | -111,19 | -120,86 | 3,57%              |
| 1,05                                 | -95,56             | -114,37 | -124,02 | 3,51%              |
| 1,10                                 | -98,68             | -117,44 | -127,01 | 3,44%              |
| 1,15                                 | -102,36            | -121,03 | -130,46 | 3,36%              |
| 1,20                                 | -106,02            | -124,59 | -133,89 | 3,28%              |
| 1,25                                 | -109,73            | -128,18 | -137,33 | 3,20%              |
| 1,30                                 | -114,72            | -132,93 | -141,83 | 3,09%              |
| 1,35                                 | -118,84            | -136,82 | -145,50 | 3,01%              |

Donde el marcador verde indica el caudal de diseño óptimo y el marcador amarillo indica el caudal de diseño del proyecto.

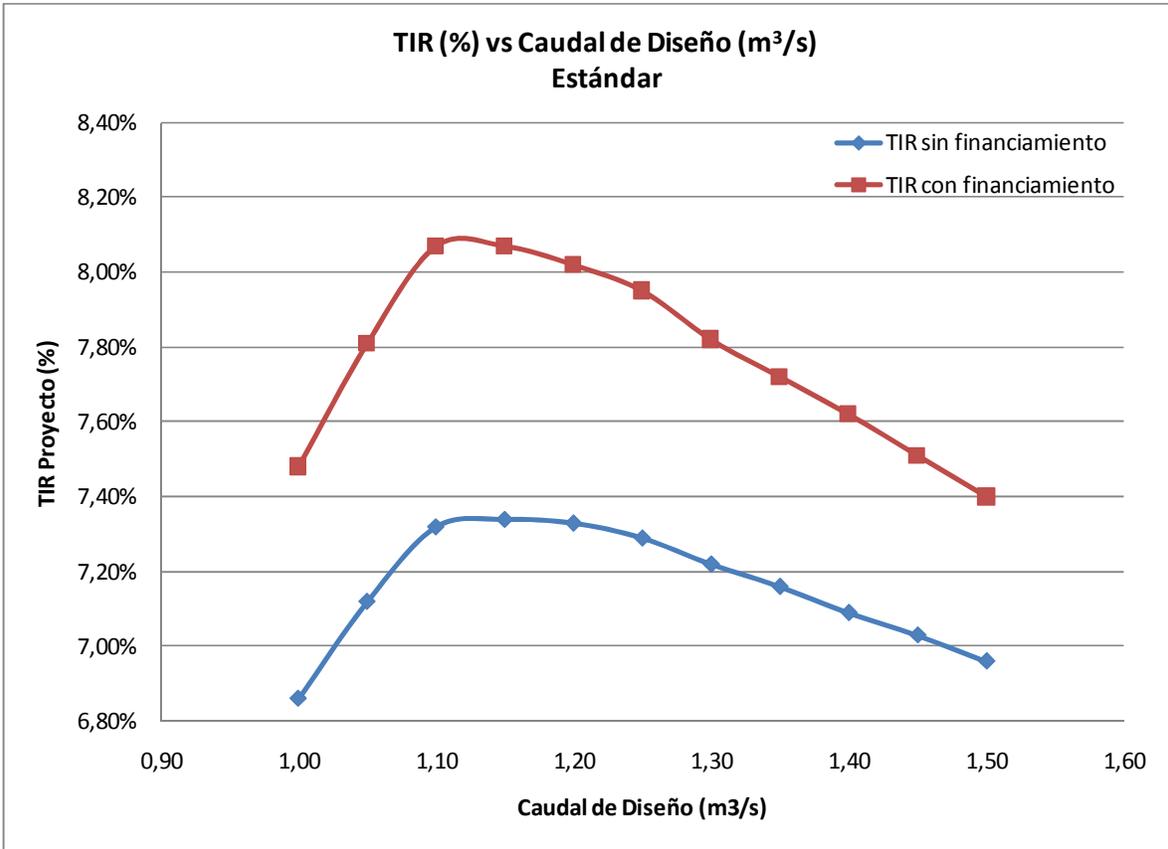


## Anexo XX: Análisis de sensibilidad del caudal de diseño para la situación Estándar

| Situación Estándar                   | Tasas de descuento |        |        | TIR                |
|--------------------------------------|--------------------|--------|--------|--------------------|
|                                      | 6%                 | 8%     | 10%    | sin Financiamiento |
| Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s) | VAN (USD 000's)    |        |        | %                  |
| 1,00                                 | 4,09               | -49,81 | -86,93 | 6,86%              |
| 1,05                                 | 13,74              | -43,20 | -82,45 | 7,12%              |
| 1,10                                 | 21,55              | -37,90 | -78,90 | 7,32%              |
| 1,15                                 | 22,91              | -37,73 | -79,56 | 7,34%              |
| 1,20                                 | 22,72              | -38,81 | -81,24 | 7,33%              |
| 1,25                                 | 21,73              | -40,52 | -83,44 | 7,29%              |
| 1,30                                 | 19,13              | -43,70 | -86,98 | 7,22%              |
| 1,35                                 | 17,00              | -46,28 | -89,86 | 7,16%              |
| 1,40                                 | 0,00               | 0,00   | 0,00   | 7,09%              |
| 1,45                                 | 12,22              | -51,83 | -95,91 | 7,03%              |
| 1,50                                 | 9,55               | -54,81 | -99,08 | 6,96%              |

| Situación Estándar                   | Tasas de descuento |        |        | TIR                |
|--------------------------------------|--------------------|--------|--------|--------------------|
|                                      | 6%                 | 8%     | 10%    | con Financiamiento |
| Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s) | VAN (USD 000's)    |        |        | %                  |
| 1,00                                 | 11,48              | -28,74 | -53,66 | 7,48%              |
| 1,05                                 | 21,00              | -21,93 | -48,69 | 7,81%              |
| 1,10                                 | 28,67              | -16,46 | -44,74 | 8,07%              |
| 1,15                                 | 29,31              | -16,56 | -45,30 | 8,07%              |
| 1,20                                 | 28,43              | -17,86 | -46,85 | 8,02%              |
| 1,25                                 | 26,82              | -19,76 | -48,89 | 7,95%              |
| 1,30                                 | 23,60              | -23,05 | -52,16 | 7,82%              |
| 1,35                                 | 20,90              | -25,78 | -54,86 | 7,72%              |
| 1,40                                 | 18,06              | -28,61 | -57,63 | 7,62%              |
| 1,45                                 | 15,10              | -31,53 | -60,47 | 7,51%              |
| 1,50                                 | 11,97              | -34,59 | -63,41 | 7,40%              |

Donde el marcador verde indica el caudal de diseño óptimo y el marcador amarillo indica el caudal de diseño del proyecto.



## Anexo XXI: Análisis de sensibilidad del caudal de diseño para la situación Optimista

| Situación Optimista                  | Tasas de descuento |        |        | TIR                |
|--------------------------------------|--------------------|--------|--------|--------------------|
|                                      | 6%                 | 8%     | 10%    | sin Financiamiento |
| Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s) | VAN (USD 000's)    |        |        | %                  |
| 1,05                                 | 54,90              | -10,69 | -56,07 | 8,23%              |
| 1,10                                 | 72,37              | 2,17   | -46,46 | 8,64%              |
| 1,15                                 | 88,61              | 14,03  | -37,67 | 9,01%              |
| 1,20                                 | 100,34             | 22,41  | -31,65 | 9,26%              |
| 1,25                                 | 107,71             | 27,31  | -28,48 | 9,39%              |
| 1,30                                 | 112,20             | 29,77  | -27,43 | 9,45%              |
| 1,35                                 | 114,66             | 30,81  | -27,37 | 9,46%              |
| 1,40                                 | 115,35             | 30,40  | -28,52 | 9,44%              |
| 1,45                                 | 115,08             | 29,28  | -30,23 | 9,39%              |
| 1,50                                 | 113,25             | 26,92  | -32,92 | 9,31%              |
| 1,55                                 | 110,58             | 23,91  | -36,15 | 9,22%              |

| Situación Optimista                  | Tasas de descuento |       |        | TIR                |
|--------------------------------------|--------------------|-------|--------|--------------------|
|                                      | 6%                 | 8%    | 10%    | con Financiamiento |
| Caudal de Diseño (m <sup>3</sup> /s) | VAN (USD 000's)    |       |        | %                  |
| 1,05                                 | 64,97              | 12,57 | -20,89 | 9,43%              |
| 1,10                                 | 82,34              | 25,60 | -10,86 | 10,01%             |
| 1,15                                 | 98,47              | 37,64 | -1,65  | 10,54%             |
| 1,20                                 | 110,09             | 46,20 | 4,78   | 10,91%             |
| 1,25                                 | 117,35             | 51,27 | 8,36   | 11,10%             |
| 1,30                                 | 121,70             | 53,95 | 9,94   | 11,18%             |
| 1,35                                 | 123,62             | 54,86 | 10,19  | 11,18%             |
| 1,40                                 | 123,60             | 54,21 | 9,16   | 11,11%             |
| 1,45                                 | 122,67             | 52,87 | 7,59   | 11,02%             |
| 1,50                                 | 120,21             | 50,34 | 5,05   | 10,88%             |
| 1,55                                 | 116,95             | 47,16 | 1,99   | 10,72%             |

Donde el marcador verde indica el caudal de diseño óptimo.

