

## INFORME TÉCNICO DARH

Nº **115** /

**EXPEDIENTES:** ND-0601-4578; ND-0601-4616

**Nº PROCESO SSD:** 12358096

**Rancagua, 26 de septiembre de 2018**

### 1. ANTECEDENTES GENERALES Y ASPECTOS FORMALES

|                                     |                                       |  |                    |                |                      |                |
|-------------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------|----------------|----------------------|----------------|
| <b>Expediente</b>                   |                                       | ND-0601-4578   |                    |                |                      |                |
| <b>Solicitante</b>                  |                                       | Pacific Hydro Chile S.A.                                       |                    |                |                      |                |
| <b>RUT</b>                          |                                       | 96.990.040-8   |                    |                |                      |                |
| <b>Representante legal</b>          |                                       | Mónica Cecilia Cortés Mondaca                                  |                    |                |                      |                |
| <b>Naturaleza del Derecho</b>       |                                       | Superficiales y corrientes                                     |                    |                |                      |                |
| <b>Tipos de Derecho y ejercicio</b> |                                       | No Consuntivo, permanente y continuo, en subsidio eventuales   |                    |                |                      |                |
| Cauce o álveo                       | Caudal solicitado (m <sup>3</sup> /s) | Modo de captación  | Punto de captación |                | Punto de restitución |                |
|                                     |                                       |  | Norte (m)          | Este (m)       | Norte (m)            | Este (m)       |
| <b>Río Paredones</b>                | <b>27</b>                             | <b>gravitacional</b>   | <b>6.212.330</b>   | <b>383.150</b> | <b>6.211.330</b>     | <b>380.500</b> |
| <b>Desnivel</b>                     |                                       | 48 metros  |                    |                |                      |                |
| <b>Distancia entre puntos</b>       |                                       | 2.832 metros   |                    |                |                      |                |
| <b>Ubicación</b>                    |                                       | Provincia Cachapoal, Región del Libertador Bernardo O'Higgins. |                    |                |                      |                |
| <b>Datos cartográficos</b>          |                                       | Coordenadas UTM, Datum PSAD56, Huso 19 Sur.                    |                    |                |                      |                |

|                                     |                                       |  |                    |                |                      |                |
|-------------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------|----------------|----------------------|----------------|
| <b>Expediente</b>                   |                                       | ND-0601-4616   |                    |                |                      |                |
| <b>Solicitante</b>                  |                                       | Mariam Salue Buale Novoa   |                    |                |                      |                |
| <b>RUN</b>                          |                                       | 13.424.739-8   |                    |                |                      |                |
| <b>Naturaleza del Derecho</b>       |                                       | Superficiales y corrientes   |                    |                |                      |                |
| <b>Tipos de Derecho y ejercicio</b> |                                       | No Consuntivo, permanente y continuo, en subsidio eventuales                     |                    |                |                      |                |
| Cauce o álveo                       | Caudal solicitado (m <sup>3</sup> /s) | Modo de captación  | Punto de captación |                | Punto de restitución |                |
|                                     |                                       |  | Norte (m)          | Este (m)       | Norte (m)            | Este (m)       |
| <b>Río Paredones</b>                | <b>49</b>                             | <b>gravitacional</b>   | <b>6.212.313</b>   | <b>383.111</b> | <b>6.211.286</b>     | <b>380.644</b> |
| <b>Desnivel</b>                     |                                       | 45 metros aproximadamente  |                    |                |                      |                |
| <b>Distancia entre puntos</b>       |                                       | 2,67 kilómetros  |                    |                |                      |                |
| <b>Ubicación</b>                    |                                       | Comuna de Machalí, provincia Cachapoal, Región del Libertador Bernardo O'Higgins |                    |                |                      |                |
| <b>Datos cartográficos</b>          |                                       | Coordenadas UTM, Datum PSAD56, Huso 19 Sur.                                      |                    |                |                      |                |

## UBICACIÓN DEL ÁLVEO A NIVEL DE CUENCA PARA TODOS LOS EXPEDIENTES

**CUENCA** : Río Rapel  
**SUBCUENCA** : Río Cachapoal Alto (Hasta bajo junta Río Claro)  
**SUBSUBCUENCA** : Río Pangal (Río Paredones) en junta con Río Blanco

## 2. ASPECTOS FORMALES

### 2.1. Fecha de Ingreso:

En el siguiente cuadro se resumen las fechas de ingreso de las solicitudes de derecho de aprovechamiento pendientes en el Río Paredones y que se resolverán por la vía del Remate.

**Tabla N° 1.-** Resumen de fecha de ingreso de las solicitudes

| N° Expediente | Fecha Ingreso           | Lugar de Ingreso  |
|---------------|-------------------------|---|
| ND-0601-4578  | 26 de agosto 2013       | Dirección General de Aguas,<br>Región del Libertador General<br>Bernardo O'Higgins. |
| ND-0602-4616  | 06 de noviembre de 2013 |   |

### 2.2. Fecha de Publicaciones:

**Tabla N° 2.-** Resumen de fecha de publicaciones

| N° Expediente | Diario Oficial | Diario Circulación<br>Nacional | Diario Provincial           | Difusión Radial  |
|---------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------|--|
| ND-0601-4578  | 16-09-2013     | La Nación.cl<br>16-09-2013     | El Rancagüino<br>16-09-2013 | Radio Rancagua FM 102.9<br>16-09-2013: a las 10:00-<br>15:00-18:30 |
| ND-0601-4616  | 15-11-2013     | Cooperativa.cl<br>02-12-2013   | El Tipógrafo<br>02-12-2013  | Radio Niebla 101.3<br>02-12-2013: a las 11:30-<br>14:30-17:30      |

### 2.3.- Oposiciones

Dentro del plazo legal establecido en el artículo 141 del Código de Aguas no se presentaron oposiciones, según certificados:

**Tabla N° 3.-** Resumen de certificados de no oposición de las solicitudes

| N° Expediente | Certificado   |
|---------------|---|
| ND-0601-4578  | Certificado N°55 del 13 de marzo de 2015 de la Dirección General de Aguas de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins  |
| ND-0601-4616  | Certificado N°120 del 10 de junio de 2015 de la Dirección General de Aguas de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins |

## 2.4.- Artículo 142 del Código de Aguas

Las solicitudes en análisis que se contemplan en el presente informe recaen en el Río Paredones, comuna de Machalí, Provincia de Cachapoal y fueron ingresadas ante este Servicio en un periodo menor a 6 meses.

Al respecto, el artículo 142 del Código de Aguas, establece que si dentro del plazo de seis meses contados desde la presentación de la solicitud, se hubieren presentado dos o más solicitudes sobre las mismas aguas y no hubiere recursos suficientes para satisfacer todos los requerimientos, la Dirección General de Aguas, una vez reunidos los antecedentes que acrediten la existencia de las aguas disponibles para la constitución de nuevos derechos sobre ellas, citará a un remate de estos derechos.

De este modo, y de acuerdo a lo establecido en el artículo 142 del Código de Aguas, es que al recaer ambas solicitudes en la misma fuente, es que corresponde estimar y recopilar los antecedentes para determinar la disponibilidad en la fuente de las solicitudes de derecho de aprovechamiento.

## 2.5.- DIFROL

Los puntos de captación se ubican dentro de la zona limítrofe fijada por la Dirección de Fronteras y Límites del Estado (DIFROL), por lo que procede solicitar la autorización a que se refiere el artículo 5º del DFL Nº 83 de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores

Mediante los siguientes Oficios Públicos RR EE DIFROL la Dirección de Fronteras y Límites del Estado dio las autorizaciones respectivas.

**Tabla Nº 4.- Resumen de oficios autorización DIFROL**

| Nº Expediente | Oficio DIFROL                |
|---------------|------------------------------|
| ND-0601-4578  | Nº F-129 28 de enero de 2016 |
| ND-0601-4616  | Nº F-438 11 de abril de 2016 |

## 3.- ANTECEDENTES TECNICOS

Cabe indicar que revisados los antecedentes acompañados en las dos solicitudes, se constata que ambas cumplen con los requisitos establecidos en los artículos 130 y siguientes del Código de Aguas

De acuerdo verificación de los puntos de captación en Cartografía IGM se observa que los puntos de captación de ambos expedientes tienen una distancia mínima entre ellos, de aproximadamente 42 metros, por lo que se realizará un único balance hidrológico y se entenderá que los caudales de interés se encuentran comprometidos entre estas dos solicitudes. (Ver Figura Nº1, plano de ubicación).

El caudal total, suma de los caudales solicitados en los expedientes antes mencionados, debe ser de 76 m<sup>3</sup>/s existente en la fuente cada mes a objeto de que no se produzca la condición de remate, de no verificarse dicho caudal procede, como se mencionó, citar a remate.

De no verificarse el caudal total, el remate de los caudales debe considerar una única cuota asociada a los expedientes involucrados, atendido a que no se considerará diferencia entre ambos puntos de captación. La distribución de caudales corresponde a la generada en el punto de captación del expediente ND-0601-4616. Ver Figura N°1.

### 3.1 Derechos otorgados en la cuenca

Según los antecedentes con los que se cuenta, existen derechos concedidos aguas arriba de los puntos de captación, sin embargo todas las restituciones se encuentran aguas arriba de los puntos de captación solicitados. No existen derechos constituidos en el tramo comprendido entre la captación y la restitución. Por lo tanto, no existen derechos de aprovechamiento de aguas de terceros que se vean afectados por las solicitudes.

Es necesario mencionar que existe un punto de restitución asociado a un derecho otorgado bajo el expediente ND-0601-4518, de Sociedad de Exploraciones el Cauce SpA. Este punto de restitución se encuentra 292 metros aguas arriba del punto de captación del expediente ND-0601-4616, por lo que es necesario tomarlo en cuenta al momento de la construcción de las obras pertinentes.

### 3.2.- Antecedentes de los peticionarios

De acuerdo al caudal solicitado, los peticionarios adjuntaron las respectivas memorias explicativas exigidas por el artículo 140 N°6 del Código de Aguas.

### 3.3.- Inspección ocular

El Servicio realizó una inspección ocular, con fecha 03 de marzo de 2017. El aforo se realizó en el punto de captación asociado al expediente ND-0601-4578.

Las coordenadas del aforo realizado en el cauce sobre el cual se solicitan los derechos de aprovechamiento son: Norte 6.212.013 m; 382.948 m, Datum WGS84 Huso 19 Sur. La Tabla N° 5 presenta los caudales medidos en el aforo mencionado.

**Tabla N° 5:** Fecha de aforo y caudal calculado a partir de la medición en terreno.

| Fecha               | Caudal aforado (m <sup>3</sup> /s) | Prob.Excedencia estación año 2015-2016 | Caudal estimado (m <sup>3</sup> /s) |
|---------------------|------------------------------------|--|-------------------------------------|
| 03 de marzo de 2016 | 3,763                              | 67%                                    | 3,34                                |

Considerando que el derecho solicitado es de uso No Consuntivo, para efectos del balance deben ser considerados los derechos: Consuntivos aguas arriba del punto de captación, Consuntivos y No Consuntivos ubicados entre el punto de captación y restitución de esta solicitud.

### 3.4.- Validación estadística

3.4.1 El cauce en estudio cuenta con una estación fluviométrica denominada "Río Pangal en Pangal" ubicada 6,3 kilómetros aguas abajo de los puntos de captación solicitados. Se utilizarán los registros de caudal medio mensual, prosiguiendo de la siguiente manera:

- La estación seleccionada es la que lleva por nombre Estación "Río Pangal en Pangal", ubicada en las coordenadas UTM Norte: 6.209.295 metros; Este: 377.180 metros, Datum WGS84, huso 19. La estación cuenta con registros de datos desde el año 1985 hasta la actualidad.
- Se procesan los datos de caudal asociado a la estación mencionada, para el intervalo comprendido entre 1985 y 2016.

3.4.2 La metodología utilizada tiene por nombre transposición de cuencas, este método supone que los gastos por unidad de área y precipitación entre cuencas vecinas con características similares, son aproximadamente iguales para un periodo de tiempo considerado. De acuerdo a esto, los caudales medios de la cuenca en estudio quedan determinados por la relación:

$$Q_1 = \frac{A_1 P_1}{A_2 P_2} Q_2$$

Donde:

$Q_1$  = caudal medio de la cuenca en estudio

$Q_2$  = caudal medio de la cuenca base

$A_1$  = área de la cuenca en estudio

$A_2$  = área de la cuenca base

$P_1$  = precipitación media de la cuenca en estudio

$P_2$  = precipitación media de la cuenca base

La disponibilidad de caudales en los puntos de captación solicitados se distribuye mensualmente respecto a la variación estacional generada para el Río Paredones en la estación "Río Pangal en Pangal", estadística actualizada hasta el año 2016. Es importante señalar que los cauces en estudio son afluentes a la cuenca patrón, esto es, cuenca del Río Cachapoal. Información sobre caudales de la estación en anexos.

**Tabla N° 6:** Estadística fluviométrica estación "Río Pangal en Pangal" en m<sup>3</sup>/s.

| prob. Exced | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|-------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| 10%         | 45,55 | 26,72   | 15,86 | 9,48  | 8,44 | 13,41 | 12,42 | 13,25  | 15,81      | 23,77   | 44,16     | 57,48     |
| 50%         | 27,43 | 17,79   | 10,01 | 6,31  | 5,04 | 5,27  | 5,55  | 6,09   | 8,59       | 13,73   | 29,17     | 32,33     |
| 85%         | 16,91 | 12,24   | 6,90  | 3,74  | 2,95 | 1,86  | 2,35  | 3,25   | 4,67       | 8,37    | 17,05     | 20,30     |
| 95%         | 12,40 | 9,66    | 5,54  | 2,24  | 1,93 | 0,88  | 1,29  | 2,24   | 3,13       | 5,94    | 9,94      | 15,45     |

**Tabla N° 7:** Datos de la Estación de control y del punto de captación en estudio

| Expedientes                  | Fuente        | Área de drenaje (Km <sup>2</sup> ) |
|------------------------------|---------------|------------------------------------|
| Área Estación Control        | Río Pangal    | 522,31                             |
| ND-0601-4578<br>ND-0601-4616 | Río Paredones | 204,27                             |

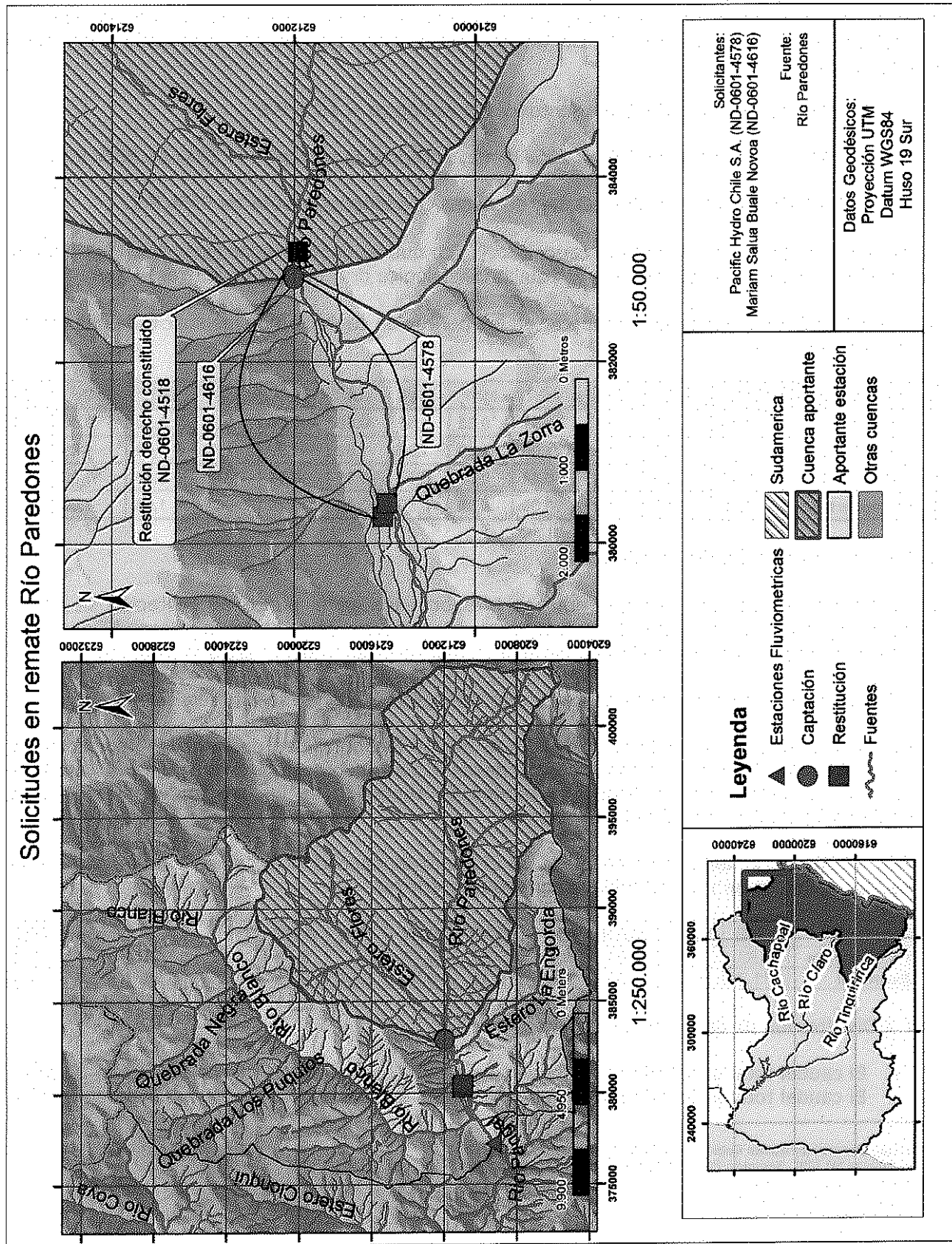
De esta forma la distribución de caudales en los puntos de captación solicitados en la cuenca del Río Paredones es presentada en la siguiente tabla:

**Tabla N° 8:** Distribución de caudales en los puntos de captación solicitados en m<sup>3</sup>/s

| P.EXC(%) | ENE   | FEB   | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV   | DIC   |
|----------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 10%      | 17,81 | 10,45 | 6,20 | 3,71 | 3,30 | 5,24 | 4,86 | 5,18 | 6,18 | 9,30 | 17,27 | 22,48 |
| 50%      | 10,73 | 6,96  | 3,91 | 2,47 | 1,97 | 2,06 | 2,17 | 2,38 | 3,36 | 5,37 | 11,41 | 12,64 |
| 85%      | 6,61  | 4,79  | 2,70 | 1,46 | 1,15 | 0,73 | 0,92 | 1,27 | 1,83 | 3,27 | 6,67  | 7,94  |
| 95%      | 4,85  | 3,78  | 2,17 | 0,88 | 0,75 | 0,34 | 0,50 | 0,88 | 1,22 | 2,32 | 3,89  | 6,04  |

Se determinó que el año hidrológico 2015-2016 corresponde a un 67% de probabilidad de excedencia en el sector de la cuenca del Río Pangal, para determinar esta probabilidad se utilizaron datos de las estaciones meteorológicas "Rancagua (Cachapoal – DCP)", "Rengo" y "La Rufina". Posteriormente se asoció este porcentaje de excedencia con el mismo porcentaje para la estación fluviométrica "Río Pangal en Pangal" y así determinar los caudales esperados en el mes en el que se realizó el aforo (Marzo).

**Figura N°1:** Ubicación puntos de captación y restitución de las solicitudes



### 3.6.- Caudal ecológico

Según lo dispuesto en el decreto N°71 de fecha 30 de septiembre de 2014, que modifica el decreto supremo N°14 del año 2012 del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba reglamento para la determinación del caudal ecológico mínimo, establece que: "Para aquellos cauces donde se constituyeron derechos con un caudal ecológico mínimo, considerando como fórmula de cálculo el criterio del diez por ciento del caudal medio anual, se considerará el cincuenta por ciento del caudal de probabilidad de excedencia de noventa y cinco por ciento, para cada mes, con las restricciones siguientes:

- i) Si  $50\% \text{ de } 95\% < 10\% Q_{ma}$ , entonces  $Q_{ecológico} = 10\% P.E$
- ii) Si  $10\% < 50\% \text{ de } 95\% P.E. > 20\% Q_{ma}$ , entonces  $Q_{ecológico} = 50\% \text{ de } 95\% P.E.$
- iii) Si  $50\% \text{ de } 95\% P.E. > 20\% Q_{ma}$ , entonces  $Q_{ecológico} = 50\% \text{ de } 95\% P.E.$

En la siguiente tabla se presenta el caudal ecológico que se deberá dejar escurrir en los puntos de captación en estudio para preservar el equilibrio ecológico del cauce (Ver anexos).

**Tabla N° 9:** Caudal ecológico a respetar en los puntos de captación de las solicitudes en situación de remate, en  $m^3/s$ :

| Tipo Caudal ( $m^3/s$ )  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10 % $Q_{ma}$            | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 |
| 20% $Q_{ma}$             | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 |
| 50% $Q_{95\%}$           | 2,43 | 1,89 | 1,09 | 0,44 | 0,38 | 0,17 | 0,25 | 0,44 | 0,61 | 1,16 | 1,95 | 3,02 |
| <b>Q ecológico tramo</b> | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,61 | 1,09 | 1,09 | 1,09 |

### 3.7.- Determinación de Caudales

Para determinar los caudales que entrega la subcuenca en el punto de captación se utiliza el Método de Transposición de Caudales, que nos permite determinar la disponibilidad de los caudales en el punto de captación de las solicitudes, resultando del análisis lo siguiente:

#### 3.7.1 Disponibilidad de caudales en los puntos de captación de las solicitudes

Para las solicitudes en estudio se considera la misma disponibilidad de caudales aportadas por el área de drenaje. El área está comprendida desde el nacimiento de la cuenca del Río Paredones y la cuenca del Estero Flores, hasta los puntos de captación de las solicitudes, descontando el caudal ecológico. Análisis adjunto en anexos.

**Tabla N°10:** Disponibilidad de caudales en el punto de captación de las solicitudes, descontando el caudal ecológico en metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ).

| Ejercicio  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC   |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Permanente | 5,52 | 3,70 | 1,61 | 0,91 | 0,60 | 0,18 | 0,37 | 0,72 | 1,22 | 2,18 | 5,58 | 6,85  |
| Eventual   | 11,2 | 5,66 | 3,50 | 2,25 | 2,15 | 4,51 | 3,94 | 3,91 | 4,35 | 6,03 | 10,6 | 14,54 |

#### 3.7.2 Distribución de caudales solicitados:

- El caudal total solicitado por el peticionario del expediente ND-0601-4578 es de  $27 m^3/s$ .
- El caudal total solicitado por el peticionario del expediente ND-0601-4616 es de  $49 m^3/s$ .



**De lo anterior se desprende que, la disponibilidad de caudales en los puntos de captación no es suficiente para satisfacer toda la demanda requerida.**

#### **4.- CONCLUSIÓN**

---

**4.1.-** Conforme a lo indicado precedentemente es posible concluir:

- a. Que, revisado los antecedentes de la solicitud y las publicaciones realizadas, se constata que fueron realizadas en virtud de lo señalado en los artículos 131, 140 y demás pertinentes del Código de Aguas.
- b. Que, dentro de los plazos legales, y según consta en los certificados N°55 del 13 de marzo de 2015 y N°120 del 10 de junio de 2015 emitidos por este Servicio, no se presentaron oposiciones a las solicitudes que se tramitan en los expedientes ND-0601-4578 y ND-0601-4616, respectivamente.
- c. Que, se constató que tanto los puntos de captación y restitución, distancia entre ellos y el desnivel se encuentran dentro de los márgenes de tolerancia permitido en el Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos 2008 de la Dirección General de Aguas.
- d. Que, los puntos de captación para quien remate las aguas disponibles corresponden al punto indicado en su solicitud.
- e. Que, el área de drenaje comprometida para ambas las solicitudes es de 204,27 km<sup>2</sup>.
- f. Que, para el análisis de disponibilidad, los puntos de captación solicitados son considerados uno, ya que las captaciones se encuentran muy cercanas, por tanto la disponibilidad de caudales que resulta del estudio es considerada la misma. Con punto de captación ubicado en coordenadas UTM Norte 6.212.313 metros y Este 383.111 metros, Datum PSAD56, huso 19 Sur, con una distancia y desnivel entre los puntos de 2.832 metros y 49 metros respectivamente.

g. Que, por tanto la disponibilidad de caudales que resulta del estudio es el siguiente:

**Tabla N°11:** Disponibilidad de caudales en el punto de captación de las solicitudes ( $m^3/s$ )

| Ejercicio  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC   |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Permanente | 5,52 | 3,70 | 1,61 | 0,91 | 0,60 | 0,18 | 0,37 | 0,72 | 1,22 | 2,18 | 5,58 | 6,85  |
| Eventual   | 11,2 | 5,66 | 3,50 | 2,25 | 2,15 | 4,51 | 3,94 | 3,91 | 4,35 | 6,03 | 10,6 | 14,54 |

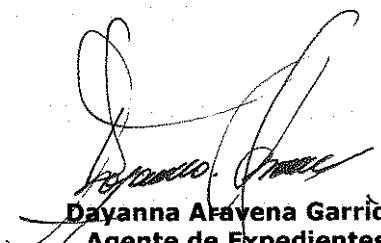
h. Que, de las tablas anteriores se desprende que el caudal disponible en el punto de la solicitud no es suficiente para satisfacer las dos solicitudes, por lo cual se aplica el artículo 142 del Código de Aguas, configurándose la situación de remate.

i. Que, se deberá dejar pasar aguas abajo del punto de captación un caudal ecológico mínimo necesario para preservar el medio ambiente, conforme a la siguiente tabla:

**Tabla N°12:** Caudal ecológico a respetar en el punto de captación de las solicitudes ( $m^3/s$ )

|             | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Q Ecológico | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,61 | 1,09 | 1,09 | 1,09 |

## 5.- REALIZADO POR



**Dayanna Aravena Garrido**  
Agente de Expedientes  
DARH - Región de O'Higgins  
Dirección Regional de Agua



**María Inés Cortés Reyes**  
Ingeniero Forestal  
DARH - Región de O'Higgins  
Dirección Regional de Aguas

## ANEXOS

## Análisis de caudal: Método de transposición de cuencas

### 1.- Análisis hidrológico Expediente en situación de remate en el Río Paredones

#### 1.1.- Caudales determinados en Río Pangal

Caudales (m³/s)

| P.EXCEDENCIA | ENE   | FEB   | MAR   | ABR  | MAY  | JUN   | JUL   | AGO   | SEP   | OCT   | NOV   | DIC   |
|--------------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10%          | 45,55 | 26,72 | 15,86 | 9,48 | 8,44 | 13,41 | 12,42 | 13,25 | 15,81 | 23,77 | 44,16 | 57,48 |
| 50%          | 27,43 | 17,79 | 10,01 | 6,31 | 5,04 | 5,27  | 5,55  | 6,09  | 8,59  | 13,73 | 29,17 | 32,33 |
| 85%          | 16,91 | 12,24 | 6,90  | 3,74 | 2,95 | 1,86  | 2,35  | 3,25  | 4,67  | 8,37  | 17,05 | 20,30 |
| 95%          | 12,40 | 9,66  | 5,54  | 2,24 | 1,93 | 0,88  | 1,29  | 2,24  | 3,13  | 5,94  | 9,94  | 15,45 |

#### 1.2.- Caudal en Nuevo punto de captación Río Paredones

##### 1.2.1. Área aportante Cuenca:

Área aportante Río Pangal punto de control

522,31 km²

Área Aportante nuevo punto de captación

204,27 km²

##### 1.2.2. $Q = \text{Área Punto captación} \times \text{caudal Pto Control}$ área cuenca Pto Control

Caudales (m³/s)

| P.EXC/% | ENE   | FEB   | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV   | DIC   |
|---------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 10      | 17,81 | 10,45 | 6,20 | 3,71 | 3,30 | 5,24 | 4,86 | 5,18 | 6,18 | 9,30 | 17,27 | 22,48 |
| 50      | 10,73 | 6,96  | 3,91 | 2,47 | 1,97 | 2,06 | 2,17 | 2,38 | 3,36 | 5,37 | 11,41 | 12,64 |
| 85      | 6,61  | 4,79  | 2,70 | 1,46 | 1,15 | 0,73 | 0,92 | 1,27 | 1,83 | 3,27 | 6,67  | 7,94  |
| 95      | 4,85  | 3,78  | 2,17 | 0,88 | 0,75 | 0,34 | 0,50 | 0,88 | 1,22 | 2,32 | 3,89  | 6,04  |

#### 1.3.- Caudal Ecológico

Criterio: según Decreto N° 71 de 2014 del Ministerio del Medio Ambiente.

Caudal Medio Anual (Qma)= 5,45 m³/s

10% Qma= 0,55

20% Qma= 1,09

| Tipo Caudal (m³/s) | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10 %Q ma           | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 |
| 20% Q ma           | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 |
| 50% Q 95%          | 2,43 | 1,89 | 1,09 | 0,44 | 0,38 | 0,17 | 0,25 | 0,44 | 0,61 | 1,16 | 1,95 | 3,02 |
| Q ecológico tramo  | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,61 | 1,09 | 1,09 | 1,09 |

#### 1.4.- Determinación de caudales disponibles en nuevo punto de Captación.

| Q Permanente (m³/s)          | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Q85%                         | 6,61 | 4,79 | 2,70 | 1,46 | 1,15 | 0,73 | 0,92 | 1,27 | 1,83 | 3,27 | 6,67 | 7,94 |
| Q ecológico                  | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,61 | 1,09 | 1,09 | 1,09 |
| Q permanente (Q85%-Qec.)     | 5,52 | 3,70 | 1,61 | 0,91 | 0,60 | 0,18 | 0,37 | 0,72 | 1,22 | 2,18 | 5,58 | 6,85 |
| Derechos a respetar en tramo |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| ND-0601-4518                 | 3,79 | 2,54 | 1,10 | 0,62 | 0,41 | 0,12 | 0,25 | 0,49 | 0,83 | 1,50 | 3,83 | 4,70 |
|                              | 3,79 | 2,54 | 1,10 | 0,62 | 0,41 | 0,12 | 0,25 | 0,49 | 0,83 | 1,50 | 3,83 | 4,70 |
| Demanda Total                | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Déficit permanentes          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Q Disponible                 | 5,52 | 3,70 | 1,61 | 0,91 | 0,60 | 0,18 | 0,37 | 0,72 | 1,22 | 2,18 | 5,58 | 6,85 |

| Q Eventual (m³/s)                                 | ENE   | FEB   | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV   | DIC   |
|---|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Q 10%   | 17,81 | 10,45 | 6,20 | 3,71 | 3,30 | 5,24 | 4,86 | 5,18 | 6,18 | 9,30 | 17,27 | 22,48 |
| Q 85%   | 6,61  | 4,79  | 2,70 | 1,46 | 1,15 | 0,73 | 0,92 | 1,27 | 1,83 | 3,27 | 6,67  | 7,94  |
| Q Eventual (Q <sub>85%</sub> - Q <sub>85%</sub> ) | 11,20 | 5,66  | 3,50 | 2,25 | 2,15 | 4,51 | 3,94 | 3,91 | 4,35 | 6,03 | 10,60 | 14,54 |
| Derechos a respetar en tramo                      |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
| ND-0601-4518                                      | 7,69  | 3,88  | 2,41 | 1,55 | 1,48 | 3,10 | 2,70 | 2,69 | 3,00 | 4,13 | 7,28  | 9,98  |
|   | 7,69  | 3,88  | 2,41 | 1,55 | 1,48 | 3,10 | 2,70 | 2,69 | 3,00 | 4,13 | 7,28  | 9,98  |
| Demanda Total                                     | -     | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     |
| Déficit permanentes                               | -     | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     |
| Demanda total eventual                            | -     | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     |
| Déficit eventual                                  | -     | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -     |
| Q Disponible                                      | 11,20 | 5,66  | 3,50 | 2,25 | 2,15 | 4,51 | 3,94 | 3,91 | 4,35 | 6,03 | 10,60 | 14,54 |

## Caudales Medios Mensuales Estación Río Pangal en Pangal

| AÑO       | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo  | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|-----------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| 1985      | -999  | -999    | -999  | -999  | -999  | -999  | -999  | -999   | -999       | -999    | 28,34     | 29,98     |
| 1986      | 23,35 | 14,32   | 4,02  | 1,34  | -999  | 31,53 | -999  | -999   | -999       | 14,06   | 17,63     | 40,1      |
| 1987      | 37,45 | 23,13   | 12,94 | -999  | -999  | 0,29  | 14,28 | 9,62   | 9,6        | 27,8    | 53,4      | 60,73     |
| 1988      | 51,24 | 25,32   | 10,99 | 2,32  | 0,5   | 0,17  | 0,2   | 0,98   | 1,29       | 6,18    | 17,5      | 31,54     |
| 1989      | 27,05 | 22,91   | 12,95 | 6,96  | 6,04  | 4,45  | 3,64  | 8,11   | 14,18      | 24,31   | 48,38     | 42,01     |
| 1990      | 29,85 | 20,26   | 11,81 | 6,67  | 5,03  | 4,12  | 3,46  | 4,39   | 8,23       | 9,26    | 37,3      | 25,51     |
| 1991      | 21,71 | -999    | 10,83 | 6,6   | 4,94  | -999  | 15,85 | 9,12   | 17,54      | 21,17   | 35,93     | 30,39     |
| 1992      | 47,67 | 24,82   | 17,35 | 10,1  | 7,03  | -999  | -999  | -999   | -999       | -999    | 37,2      | 41,79     |
| 1993      | 48,52 | -999    | -999  | -999  | -999  | -999  | -999  | -999   | -999       | -999    | 35,15     | 39,73     |
| 1994      | 35,03 | 18,61   | 13,59 | 7,33  | 5,98  | 6,28  | 9,21  | 7,6    | 10,47      | 17,55   | 39,36     | 46,29     |
| 1995      | 32,84 | 20,59   | 12,25 | 8,08  | 5,94  | 6,15  | 5,07  | 5,02   | 11,75      | 16,82   | 35,14     | 47,29     |
| 1996      | 23,65 | 18,13   | 15,15 | 11,27 | 5,4   | 3,81  | 3,62  | 4,31   | 4,34       | 5,78    | 9,07      | 10,87     |
| 1997      | 11,73 | 9,16    | 6,81  | 6,73  | -999  | 11,78 | 6,81  | 10,15  | 20,6       | 20,57   | 43,49     | 48,12     |
| 1998      | 44,86 | 20,41   | 11,17 | 9,1   | 4,47  | 3,61  | 3     | 2,52   | 2,61       | 5,87    | 12,24     | 19,79     |
| 1999      | 16,58 | 13,98   | 6,74  | 3,69  | 2,51  | 2,45  | 2,76  | 4,42   | 8,57       | 19,55   | 36,1      | 32,45     |
| 2000      | 23,72 | 15,45   | 8,25  | 5,06  | 2,96  | 8,6   | 8,82  | 8,28   | 10,09      | 27,05   | 34,18     | 69,06     |
| 2001      | -999  | 25,38   | 13,83 | 7,06  | 6,26  | 6,22  | 8,14  | 11,6   | 13,17      | 22,47   | 29,25     | 54,09     |
| 2002      | 31,28 | 21,15   | 12,36 | 7,38  | 7,62  | 8,59  | 8,54  | 16,78  | 12,34      | 17,61   | 38,33     | 53,57     |
| 2003      | 53,61 | 32,1    | 18,51 | 9,74  | 5,75  | 8,35  | 7,03  | 5,97   | 8,02       | 15,67   | 24,81     | 24,91     |
| 2004      | 25,01 | 17,3    | 10,38 | 9,59  | 5,16  | 5,69  | 5,28  | 6,1    | 9,48       | 9,58    | 16,88     | 25,37     |
| 2005      | 22,73 | 15,66   | 9,73  | 5,17  | 5,09  | 10,69 | 11,43 | 13,73  | 12,81      | 20,98   | 46,92     | 61,76     |
| 2006      | 54,24 | 35,39   | 12,9  | 8,79  | 6,63  | 7,34  | 11,78 | 9,05   | 10,42      | 16,46   | -999      | 32,34     |
| 2007      | 30,82 | 15,33   | 10,69 | 6,31  | 4,9   | 5,19  | 5,43  | 5      | 7,19       | 10,99   | 17,07     | 17,82     |
| 2008      | 15,65 | 11,67   | 6,87  | 3,84  | 15,02 | 17,91 | 14,39 | 17,11  | 16,17      | 17,62   | 37,79     | 36,11     |
| 2009      | 21,61 | 16,56   | 10,83 | 4,7   | 4,69  | 3,48  | 3,76  | 4,46   | 8,54       | 10,9    | 20,1      | 33,03     |
| 2010      | -999  | -999    | -999  | -999  | 4,61  | 3,96  | -999  | 4,06   | 5,17       | 9,61    | 14,3      | 14        |
| 2011      | 12,48 | 11,2    | 7,47  | 4,44  | 3,16  | 2,92  | 3,01  | 3,34   | 6,55       | 10,31   | 16,98     | 18,09     |
| 2012      | 14,89 | 12,56   | 9,82  | 5,69  | 6,81  | 2,54  | 3,15  | 6,93   | 7,67       | 7,98    | 25,98     | 24,29     |
| 2013      | 29,79 | 22,07   | 6,26  | 4,44  | 3,89  | 4,33  | 3,82  | 4,34   | 5,53       | 8,58    | 19,9      | 26,93     |
| 2014      | 16,84 | 10,98   | 5,74  | 4,32  | 4,76  | 4,28  | 4,34  | 5,13   | 5,58       | 13,1    | 20,99     | 19,01     |
| 2015      | 17,32 | 10,63   | 6,78  | 3,68  | 2,81  | 2,27  | 2,5   | 4,56   | 5,5        | 7,97    | 25,43     | 40,7      |
| 2016      | 25,83 | 13,13   | -999  | -999  | -999  | -999  | -999  | -999   | -999       | -999    | -999      | -999      |
| PROMEDIO  | 29,22 | 18,51   | 10,61 | 6,31  | 5,31  | 6,56  | 6,51  | 7,14   | 9,39       | 14,85   | 29,17     | 35,41     |
| DESV.     | 12,68 | 6,43    | 3,51  | 2,48  | 2,54  | 6,23  | 4,18  | 4,04   | 4,49       | 6,5     | 11,69     | 14,72     |
| COEF.VAR. | 0,43  | 0,35    | 0,33  | 0,39  | 0,48  | 0,95  | 0,64  | 0,57   | 0,48       | 0,44    | 0,4       | 0,42      |
| COEF.ASIM | 0,68  | 0,81    | 0,23  | 0,08  | 2,04  | 2,81  | 0,86  | 1,11   | 0,57       | 0,35    | 0,17      | 0,47      |
| N.CEROS   | 0     | 0       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0          | 0       | 0         | 0         |

# Aforo realizado en el Río Paredones el día 03 de marzo de 2016.

## HOJA DE AFORO

### REMATE RIO PAREDONES

EXPEDIENTES: ND-0601-4578; ND-0601-4616

FECHA: 03-03-2016

LUGAR AFORO: Río Paredones

area aportante estacion 522,33 km2  
area aportante en pto captacion 204,27 km2

total aforado 3,763 m³/s

#### TRAMO 1

| ABSCISA | ANCHO(m) | PROFUND.(m) | Nº VUELTAS | TIEMPO(seg) | VELOC(m/s) | AREA (m²) | GASTO(m³/s) | GASTO (l/s) |
|---------|----------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| 0,200   | 0,200    | 0,150       | 15         | 72          | 0,000      | 0,000     | 0,000       | 0           |
| 0,700   | 0,250    | 0,380       | 65         | 63          | 0,702      | 0,095     | 0,067       | 66,651      |
| 1,200   | 0,250    | 0,420       | 95         | 61          | 1,059      | 0,105     | 0,111       | 111,197     |
| 1,700   | 0,250    | 0,390       | 95         | 62          | 1,042      | 0,098     | 0,102       | 101,589     |
| 2,200   | 0,250    | 0,400       | 95         | 60          | 1,077      | 0,100     | 0,108       | 107,667     |
| 2,700   | 0,250    | 0,410       | 95         | 61          | 1,059      | 0,103     | 0,109       | 108,549     |
| 3,200   | 0,250    | 0,370       | 95         | 62          | 1,042      | 0,093     | 0,096       | 96,379      |
| 3,700   | 0,250    | 0,340       | 95         | 61          | 1,059      | 0,085     | 0,090       | 90,016      |
| 4,200   | 0,250    | 0,400       | 85         | 60          | 0,963      | 0,100     | 0,096       | 96,333      |
| 4,700   | 0,250    | 0,380       | 95         | 62          | 1,042      | 0,095     | 0,099       | 98,984      |
| 5,200   | 0,250    | 0,400       | 95         | 62          | 1,042      | 0,100     | 0,104       | 104,194     |
| 5,700   | 0,250    | 0,420       | 75         | 62          | 0,823      | 0,105     | 0,086       | 86,371      |
| 6,200   | 0,250    | 0,400       | 65         | 63          | 0,702      | 0,100     | 0,070       | 70,159      |
| 6,700   | 0,250    | 0,240       | 35         | 63          | 0,378      | 0,060     | 0,023       | 22,667      |
| 7,200   | 0,000    | 0,060       | 0          | 0           | 0,000      | 0,000     | 0,000       | 0,000       |
|         |          |             |            |             |            |           | 1,161       | 1160,755    |

#### TRAMO 2

| ABSCISA | ANCHO(m) | PROFUND.(m) | Nº VUELTAS | TIEMPO(seg) | VELOC(m/s) | AREA (m²) | GASTO(m³/s) | GASTO (l/s) |
|---------|----------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| 0,500   | 0,200    | 0,200       | 35         | 67          | 0,000      | 0,000     | 0,000       | 0           |
| 1,500   | 0,500    | 0,400       | 80         | 60          | 0,907      | 0,200     | 0,181       | 181,333     |
| 2,500   | 0,500    | 0,350       | 80         | 61          | 0,892      | 0,175     | 0,156       | 156,066     |
| 3,500   | 0,500    | 0,230       | 65         | 60          | 0,737      | 0,115     | 0,085       | 84,717      |
| 4,500   | 0,500    | 0,250       | 80         | 60          | 0,907      | 0,125     | 0,113       | 113,333     |
| 5,500   | 0,500    | 0,300       | 85         | 61          | 0,948      | 0,150     | 0,142       | 142,131     |
| 6,500   | 0,500    | 0,450       | 100        | 62          | 1,097      | 0,225     | 0,247       | 246,774     |
| 7,500   | 0,500    | 0,470       | 110        | 61          | 1,226      | 0,235     | 0,288       | 288,164     |
| 8,500   | 0,500    | 0,500       | 130        | 62          | 1,426      | 0,250     | 0,356       | 356,452     |
| 9,500   | 0,500    | 0,500       | 120        | 61          | 1,338      | 0,250     | 0,334       | 334,426     |
| 10,500  | 0,500    | 0,470       | 100        | 62          | 1,097      | 0,235     | 0,258       | 257,742     |
| 11,500  | 0,500    | 0,500       | 85         | 60          | 0,963      | 0,250     | 0,241       | 240,833     |
| 12,500  | 0,500    | 0,250       | 85         | 60          | 0,963      | 0,125     | 0,120       | 120,417     |
| 13,500  | 0,000    | 0,000       | 0          | 0           | 0,000      | 0,000     | 0,000       | 0,000       |
|         |          |             |            |             |            |           | 2,522       | 2522,388    |

#### TRAMO 3

| ABSCISA | ANCHO(m) | PROFUND.(m) | Nº VUELTAS | TIEMPO(seg) | VELOC(m/s) | AREA (m²) | GASTO(m³/s) | GASTO (l/s) |
|---------|----------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|
| 0,100   | 0,050    | 0,700       | 70         | 0           | 0,000      | 0,000     | 0,000       | 0           |
| 0,200   | 0,050    | 0,900       | 132        | 60          | 0,671      | 0,045     | 0,030       | 30,195      |
| 0,300   | 0,050    | 0,100       | 148        | 60          | 0,752      | 0,005     | 0,004       | 3,762       |
| 0,400   | 0,050    | 0,150       | 163        | 60          | 0,829      | 0,008     | 0,006       | 6,214       |
| 0,500   | 0,050    | 0,150       | 161        | 60          | 0,818      | 0,008     | 0,006       | 6,138       |
| 0,600   | 0,050    | 0,150       | 172        | 60          | 0,874      | 0,008     | 0,007       | 6,558       |
| 0,700   | 0,050    | 0,150       | 157        | 60          | 0,798      | 0,008     | 0,0060      | 5,986       |
| 0,800   | 0,050    | 0,140       | 151        | 60          | 0,768      | 0,007     | 0,005       | 5,373       |
| 0,900   | 0,050    | 0,110       | 122        | 60          | 0,620      | 0,006     | 0,003       | 3,411       |
| 1,000   | 0,050    | 0,100       | 107        | 60          | 0,544      | 0,005     | 0,003       | 2,720       |
| 1,100   | 0,050    | 0,800       | 46         | 61          | 0,230      | 0,040     | 0,009       | 9,200       |
| 1,200   | 0,000    | 0,250       | 0          | 0           | 0,000      | 0,000     | 0,000       | 0,000       |
|         |          |             |            |             |            |           | 0,0796      | 79,556      |