



**GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE AGUAS**

## **INFORME TÉCNICO N° 145**

**CAUDALES DE RESERVA EN LA SUBCUENCA DEL RIO  
EMPERADOR GUILLERMO, CUENCA DEL RIO AYSÉN**

**REALIZADO POR:**

**DIVISION DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

**Santiago, Septiembre del 2008**



## INFORME TECNICO N° 145

### CAUDALES DE RESERVA EN LA SUBSUBCUENCA DEL RIO EMPERADOR GUILLERMO, CUENCA DEL RÍO AYSÉN.

FECHA : 12.09.2008.

#### 1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe se refiere a la determinación de caudales de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional, aguas arriba de la ubicación de una solicitud de derecho de aprovechamiento de aguas superficiales de uso no consuntivo, por un caudal de 20.000 l/s, en el río Emperador Guillermo, correspondiente al expediente administrativo ND-1101-033, presentada por la empresa AES Gener S.A. en fecha 26 de enero de 1990.

En un análisis preliminar de la cuenca del río Emperador Guillermo se logró determinar que los caudales permanentes disponibles se agotarían por completo, lo mismo ocurriría con los caudales eventuales entre los meses de enero y marzo al resolver la solicitud de AES Gener S.A. en los términos solicitados, por lo que se consideró pertinente determinar un caudal de reserva.

#### 2.- ANTECEDENTES PREVIOS

Para la elaboración de este informe se tuvo en consideración las modificaciones realizadas en el Código de Aguas, definidas en el Artículo 147 bis, inciso 3°, en donde el Presidente de la República en uso de sus facultades podrá disponer la denegación parcial de una petición de derecho de aprovechamiento de agua, atendiendo a 3 circunstancias especiales:

- Cuando sea necesario reservar el recurso para el abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua (aplica para solicitudes de derecho de aprovechamiento de cualquier naturaleza, es decir consuntivo o no consuntivo).
- Solicitudes de derechos de aprovechamiento no consuntivos y que concurran circunstancias excepcionales.
- Solicitudes de derechos de aprovechamiento no consuntivos y que concurran circunstancias de interés nacional.

Complementariamente, se revisó el texto "ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE RESERVA PARA ABASTECIMIENTO DE LA POBLACIÓN Y USOS DE INTERÉS NACIONAL", encargado por el Departamento de Estudios y Planificación del Ministerio de Obras Públicas y desarrollado por AC INGENIEROS CONSULTORES LTDA. y Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., en agosto de 2006, con el objeto de dotar de un instrumento técnico a la DGA-MOP, que permita disponer de los antecedentes, criterios y argumentos que sienten las bases para respaldar, en caso de requerir la denegación parcial de solicitudes de aprovechamiento según las facultades presidenciales establecidas en la Ley. Ello fue enfocado fundamentalmente a las necesidades de abastecimiento de la población y la definición e identificación de situaciones de interés nacional, incluyendo en este enfoque las situaciones que involucren circunstancias excepcionales.

Por otra parte, para complementar con antecedentes regionales se revisó el Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), sobre la base los sectores productivos relevantes en el desarrollo de la Región de Aysén. La significancia de los sectores está establecida en función del impacto económico de la actividad y en el interés demostrado en las discusiones de participación llevadas a cabo como parte del método de creación y diseño del PROT, así como también la información disponible del CENSO 2002 (I.N.E.).

En lo que respecta a la cartografía SIG del área de estudio, se identificaron las coordenadas de la solicitud, complementándose con las siguientes cubiertas:

- Poblados
- Zona de Extensión Urbana
- Localidades con Población Indígena.
- Localidades con Problemas de Abastecimiento
- Clasificación de Aptitud de los Suelos (USDA)
- Clasificación de Asociaciones de Suelos
- Cobertura Vegetacional
- Zona de Interés Turístico
- Zona de Interés Agrícola
- Zona Preferentemente Agropecuaria
- Áreas SNASPE

## 2.1.- IDENTIFICACIÓN DE CAUDALES PARA ABASTECIMIENTO DE LA POBLACION

Del estudio de texto "Análisis y Determinación de Caudales de Reserva Para Abastecimiento de la Población y Usos de Interés Nacional", se obtuvieron las localidades no abastecidas en el sector determinado, con una proyección en el número de habitantes al año 2025 y considerando una dotación de 150 l/hab/día se estimó el caudal necesario.

### 2.1.1.- Centros Poblados

En la subsubcuenca del río Emperador Guillermo, solo existe el poblado de Villa Ortega, localidad ubicada en la bifurcación de caminos internacionales ruta 7 y ruta 445. La población según el censo del 2002 bordea los 250 habitantes, y cuentan con sistema de agua Potable Rural que abastece en un 75,3%. Respecto al crecimiento del poblado, posee una tasa de crecimiento negativo, como se observa en la Tabla N°1:

Tabla N°1. Información Censal del poblado de Villa Ortega.

| Nombre Poblado      | Tipo de Poblado | Población 1992<br>(N° hab.) | Población 2002<br>(N° hab.) | % de Crecimiento |
|---------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|
| <i>Villa Ortega</i> | <i>Caserío</i>  | 326                         | 250                         | -2,6             |

El Servicio Nacional de Obras Sanitarias y la Dirección de obras Hidráulicas, tienen derechos aprobados por 10 l/s de ejercicio permanente y continuo y 10 l/s de ejercicio eventual discontinuo respectivamente, sobre el Estero Mano Negra, lo que resguarda los caudales requeridos para el desarrollo del poblado de Villa Ortega.

### 2.1.2.- Centros No Poblados

En la subsubcuenca del Río Emperador Guillermo la población de centros no poblados, asciende a 55 personas, estimado en base al 16 % población urbana de la subsubcuenca, según el *Censo de Población y Viviendas (INE. 2002)*, del análisis de derechos constituidos en la subsubcuenca en estudio, se determina que no existen derechos que garanticen el abastecimiento futuro de agua potable, para lo cual se debe resguardar una fracción equivalente a 0,02 l/s por habitante rural, respaldado por las demandas históricas que han tenido los pobladores rurales de la región.

Tabla N°2. Demanda Futura Centros no poblados de la Subsubcuenca Emperador Guillermo.

| Subcuenca           | Población actual | Demanda x Poblador(l/s) | Demanda Total (l/s) |
|---------------------|------------------|-------------------------|---------------------|
| Emperador Guillermo | 55               | 0,02                    | 1                   |

## 2.2.- IDENTIFICACIÓN DE CAUDALES DE INTERES NACIONAL

### 2.2.1.- Zonas de Interés Medio Ambiental

La subsubcuenca de río Emperador Guillermo, no tiene representada ninguna área del SNASPE.

### 2.2.2.- Zonas de Interés Agrícola

#### a.-) Potencial de Riego

Los suelos agrícolas (clase III y IV) representan el 18 % de la superficie de la subsubcuenca Río Emperador Guillermo, cuya conformación se presenta en la Tabla N° 3:

Tabla N°3. Capacidad de uso de los suelos en la subsubcuenca del río Emperador Guillermo.

| Capacidad de Uso de Suelo | Superficie (há) | %                       |
|---------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>III</b>                | <b>938</b>      | <b>2<sup>(1)</sup></b>  |
| <b>IV</b>                 | <b>7.770</b>    | <b>16<sup>(2)</sup></b> |
| <b>V-VIII</b>             | <b>38.240</b>   | <b>82</b>               |

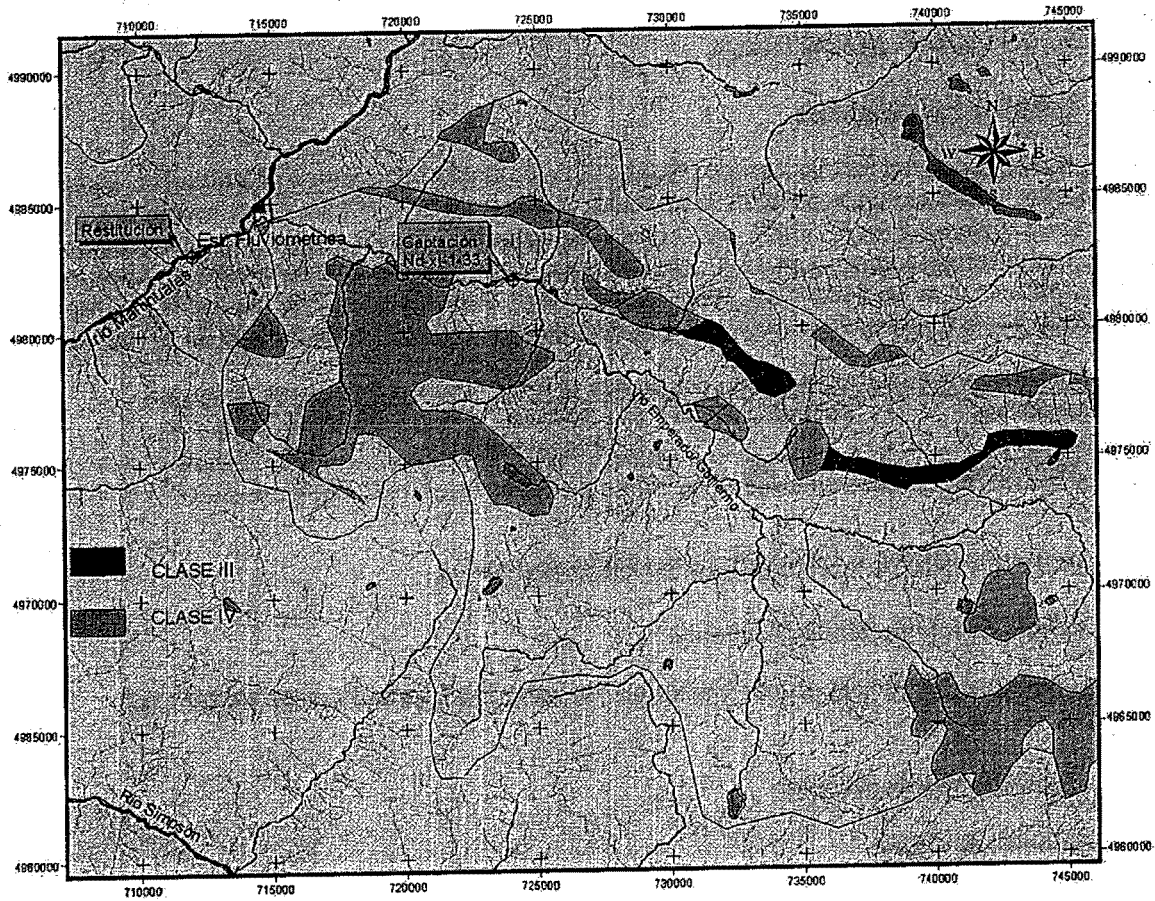
(1) y (2) : Corresponden al total de la superficie con potencial de riego (18%)

Al proyectar una demanda para riego en estos suelos con alto potencial agrícola, debemos considerar la oportunidad de uso proyectada al año 2025 de un 100 % de los suelos clase III, equivalentes a 938 l/s (1 l/s x ha), caudal que salvaguarda los interés presentes y futuros, sobre los caudales disponibles en esta subsubcuenca.

Las suelos de la Clase III, pueden ser usadas con limitaciones para cultivos, praderas y bosques. Los suelos de la Clase IV, tienen severas limitaciones para cultivos y pueden ser usados en forma limitada para praderas y bosques (ver Figura N° 1).

La determinación de no considerar la superficie clase IV en el análisis, se sustenta, en que las restricciones de los suelos de esta clase, en la subsubcuenca del río Emperador Guillermo están

principalmente relacionadas con la erosión, lo que hace poco factible riego para estos suelos.  
 Figura N°1. Clasificación de uso de Suelos (III – IV)), carta IGM escala base 1:50.000.



### b.-) Potencial de Bebida Animal

El consumo de agua animal reviste gran importancia para los ganaderos de la subsubcuenca y es un uso que se ha practicado ancestralmente. Para calcular la demanda de consumo de bebida animal se analizó una carga animal teórica de 0,6 U.A./ha/año, en función de la disponibilidad de praderas naturales (2 ton. m.s./año) en suelos de clases IV –VIII, que permitirían una actividad ganadera, y que representan unas 46.010 ha. Se estableció un consumo promedio diario de agua en base a ganado bovino de 76 L/día, En la Tabla N° 4, se presenta el resumen correspondiente:

Tabla N°4. Consumo de agua para bebida animal en la subsubcuenca del río Emperador Guillermo.

| Superficie Clase IV-VIII (há) | Carga Animal Proyectada(U.A./ha/año) | Consumo agua ganado bovino (L/día) | Consumo agua proyectado para bebida animal (L/s) |
|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| <b>46.010</b>                 | <b>0.6(1)</b>                        | <b>76</b>                          | <b>25</b>  |

(1) AGRICULTURA TÉCNICA (CHILE) 62 (3): 375-395 (JULIO-SEPTIEMBRE 2002)

En base a lo expuesto en la tabla anterior, se proyecta un caudal de 25 L/s para satisfacer la bebida

animal basándose en ganado bovino.

2.2.3.- Zonas de Interés Turístico

La subsubcuenca de río Emperador Guillermo, no tiene representada ninguna área de interés turístico (ZOIT), declarada por el Servicio Nacional de Turismo, mediante el Artículo 5° del Decreto Ley 1.224 que dio origen y le otorga a este organismo la facultad de declarar Centros y Zonas de Interés Turístico en el territorio.

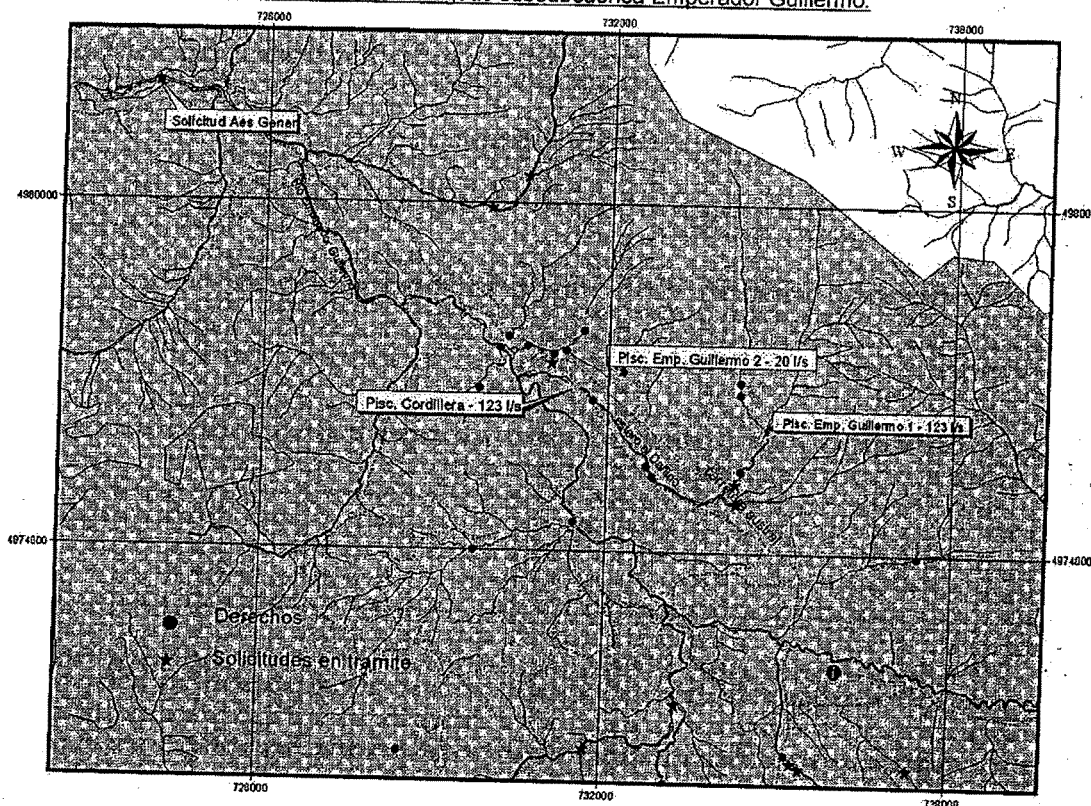
2.2.4.- Zonas de Interés Industrial

En la subsubcuenca, se desarrolla actualmente actividad industrial, principalmente acuícola y forestal, encontrándose en operación los siguientes centros piscícolas:

Tabla N° 5. Pisciculturas con derechos subsubcuenca Emperador Guillermo. (l/s).

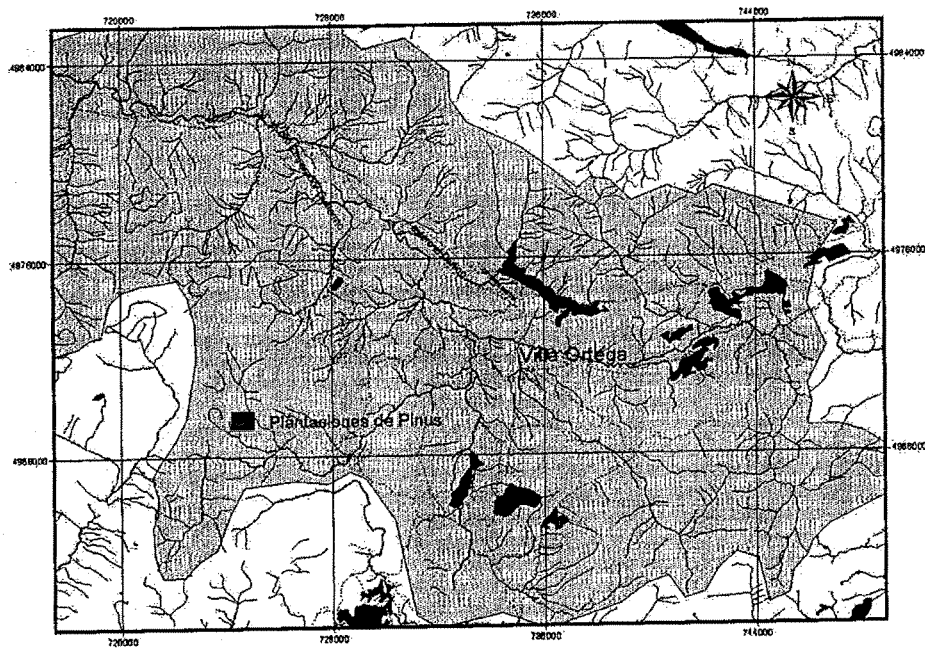
| Nombre de Centro        | Comuna    | Coordenadas Geograficas                     | Cauce      | Q útil (l/s) |
|-------------------------|-----------|---|------------|--------------|
| Pisc. Emp. Guillermo I  | Coyhaique | 45°19'46,61" Lat S -<br>72°00'16,82" Long W | Río Dañino | 123          |
| Pisc. Emp. Guillermo II | Coyhaique | 45°19'17,83" Lat S -<br>72°02'17,08" Long W | Río s/n    | 20           |
| Pisc. Cordillera        | Coyhaique | 45°19'25,01" Lat S -<br>72°02'50,46" Long W | Río Dañino | 123          |

Figura N°2. Ubicación Pisciculturas aguas subsubcuenca Emperador Guillermo.



En lo que respecta a la actividad forestal, esta subsubcuenca ha establecido 825 há de pino, distribuidas en 786 há de *Pinus contorta* y 39 há de *Pinus Ponderosa*. Distribuidas en la subsubcuenca como se muestra en la figura N° 3.

**Figura N°3. Ubicación Plantaciones Forestales subsubcuenca Emperador Guillermo.**



Sin embargo, la actividad acuícola no es demandante de derechos consuntivos, y el manejo forestal en la subsubcuenca comúnmente no demanda riego.

### 3.- CAUDALES TOTALES RESERVA EN LA SUBSUBCUENCA

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los caudales a reservar según el análisis realizado en la subsubcuenca del Río Emperador Guillermo.

**Tabla N° 6. Caudales de reserva a se preservados en la subsubcuenca Emperador Guillermo. (l/s).**

| Cond/Mes  | ENE        | FEB        | MAR        | ABR       | MAY       | JUN       | JUL       | AGO       | SEP       | OCT        | NOV        | DIC        |
|---|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| Abastecimiento de la Población – Centros Poblados (año 2025)    | 0          | 0          | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0          | 0          | 0          |
| Abastecimiento de la Población – Centros NO Poblados (año 2025) | 1          | 1          | 1          | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1          | 1          | 1          |
| Abastecimiento Zona de Interés Ambiental                        | 0          | 0          | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0          | 0          | 0          |
| Abastecimiento Agrícola para Riego                              | 938        | 938        | 938        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 938        | 938        | 938        |
| Abastecimiento agua bebida animal                               | 25         | 25         | 25         | 25        | 25        | 25        | 25        | 25        | 25        | 25         | 25         | 25         |
| Abastecimiento Interés Industrial                               | 0          | 0          | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0          | 0          | 0          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>964</b> | <b>964</b> | <b>964</b> | <b>26</b> | <b>26</b> | <b>26</b> | <b>26</b> | <b>26</b> | <b>26</b> | <b>964</b> | <b>964</b> | <b>964</b> |



**ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD EN EL PUNTO CAPTACION DEL EXPEDIENTE ND-XI-1-33 de AESGENER S.A.**

Para determinar la disponibilidad en el punto solicitado por la empresa AESGENER S.A., se utilizó el método de transposición areal, empleando la estadística de caudales medios mensuales de la estación fluviométrica ubicada en el Río Emperador Guillermo, cuya área de drenaje es de 575 Km<sup>2</sup> y al punto de captación solicitado es de 471 Km<sup>2</sup>. Estos valores se asociaron a una distribución de probabilidades para obtener los caudales medios mensuales relacionados a distintas probabilidades de excedencia.

Para definir la cuota permanente se consideraron los caudales asociados a la probabilidad de excedencia 85%, menos el caudal ecológico y los recursos comprometidos con anterioridad, lo cual es ajeno a este caso.

Para obtener la cuota eventual se consideraron los caudales medios mensuales asociados a la probabilidad de excedencia 5 % menos los asociados a la probabilidad 85 %.

El caudal ecológico se obtuvo considerando el 10 % del caudal medio anual. A la información estadística registrada se ajustaron modelos de densidad de probabilidad del tipo Log-Normal para obtener los caudales medios mensuales asociados a distintas probabilidades de excedencia, tal como se presenta en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7: Caudales medios mensuales en punto de captación solicitado (L/s)/prob. de excedencia.

| Prob.exe/<br>Mes | Ene   | Feb   | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5 %              | 17289 | 14018 | 18129 | 23462 | 29361 | 33904 | 35449 | 32565 | 27227 | 34114 | 38311 | 26406 |
| 10 %             | 14759 | 11652 | 14586 | 18685 | 24209 | 28244 | 29316 | 27342 | 23892 | 30792 | 33297 | 23331 |
| 50 %             | 8446  | 6071  | 6773  | 8370  | 12257 | 14830 | 15000 | 14756 | 15069 | 21452 | 20300 | 15074 |
| 85 %             | 5378  | 3584  | 3642  | 4372  | 7068  | 8808  | 8725  | 8961  | 10380 | 16015 | 13605 | 10588 |
| 95 %             | 4126  | 2630  | 2530  | 2986  | 5117  | 6487  | 6347  | 6687  | 8340  | 13490 | 10757 | 8605  |

En la Tabla N° 8 se presenta el análisis de disponibilidad del recurso hídrico para el punto de captación solicitado.

Tabla N° 8. Análisis de disponibilidad del recurso hídrico (L/s).

| Cond/Mes      | Ene   | Feb   | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Q Ecológico   | 1320  | 1320  | 1320  | 1320  | 1320  | 1320  | 1320  | 1320  | 1320  | 1320  | 1320  | 1320  |
| Q 85 %        | 5378  | 3584  | 3642  | 4372  | 7068  | 8808  | 8725  | 8961  | 10380 | 16015 | 13605 | 10588 |
| Q 5 %         | 17289 | 14018 | 18129 | 23462 | 29361 | 33904 | 35449 | 32565 | 27227 | 34114 | 38311 | 26406 |
| Q Per. comp.  | 345   | 284   | 375   | 444   | 488   | 566   | 485   | 546   | 369   | 406   | 412   | 422   |
| Q Even. comp. | 263   | 301   | 216   | 187   | 821   | 742   | 831   | 759   | 286   | 214   | 857   | 192   |
| Q Per. disp   | 3713  | 1980  | 1947  | 2608  | 5260  | 6922  | 6920  | 7095  | 8691  | 14289 | 11873 | 8846  |
| Q Even. disp. | 11648 | 10133 | 14271 | 17392 | 14740 | 13078 | 13080 | 12905 | 11309 | 5711  | 8127  | 11154 |
| Q Solicitado  | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 |



El análisis de disponibilidad, permite respaldar que los caudales a reservar estarán en el punto de de restricción, que se detalla a continuación:

Tabla N° 9. Resumen análisis de disponibilidad del recurso hídrico (L/s).

| Cond/Mes             | Ene   | Feb   | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Q Reserva</b>     | 964   | 964   | 964   | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 964   | 964   | 964   |
| <b>Q Per. Disp.</b>  | 3713  | 1980  | 1947  | 2608  | 5260  | 6922  | 6920  | 7095  | 8691  | 14289 | 11873 | 8846  |
| <b>Q Even. Disp.</b> | 11648 | 10133 | 14271 | 17392 | 14740 | 13078 | 13080 | 12905 | 11309 | 5711  | 8127  | 11154 |
| <b>Q Solicitado</b>  | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 | 20000 |

De la tabla N° 10 se detalla los caudales disponibles para constituir nuevas solicitudes, una vez resguardado los caudales de reserva de la subsubcuenca Emperador Guillermo y la disponibilidad para la solicitud, con expediente administrativo ND-1101-033, presentada por la empresa AES Gener S.A.

Tabla N° 10. Resumen análisis de disponibilidad del recurso hídrico, futuras solicitudes (L/s).

| Cond/Mes          | Ene | Feb | Mar | Abr  | May  | Jun   | Jul   | Ago  | Sep  | Oct   | Nov   | Dic  |
|-------------------|-----|-----|-----|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|
| <b>Permanente</b> | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     | 0     | 0    |
| <b>Eventual</b>   | 0   | 0   | 0   | 1511 | 6732 | 11276 | 12813 | 9940 | 5252 | 12174 | 15722 | 4472 |

## 5.- CONCLUSIONES

Del análisis realizado, se concluye que es necesario determinar la reserva de caudales asociados a los diferentes escenarios analizados en la subsubcuenca del río Emperador Guillermo, tales como, el abastecimiento de la población, medio ambiente, riego, bebida animal y sector industrial en la zona de estudio, en los términos que se presentan en la Tabla N°11.

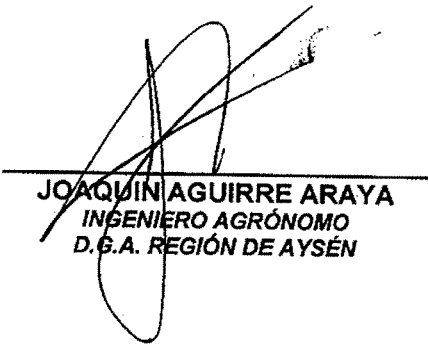
Tabla N° 11. Caudales totales a reservar en la subsubcuenca del río Emperador Guillermo. (l/s).


| Cond/Mes              | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Permanente y continuo | 964 | 964 | 964 | 26  | 26  | 26  | 26  | 26  | 26  | 964 | 964 | 964 |

La disponibilidad para la solicitud, con expediente administrativo ND-1101-033, una vez resguardado los caudales de reserva para subsubcuenca del río Emperador Guillermo, se presentan en la Tabla N°12.

Tabla N° 12. Resumen análisis de disponibilidad del recurso hídrico (l/s).

| Cond/Mes     | Ene   | Feb   | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Q Per. Disp. | 3713  | 1980  | 1947  | 2608  | 5260  | 6922  | 6920  | 7095  | 8691  | 14289 | 11873 | 8846  |
| Q Even.Disp. | 11648 | 10133 | 14271 | 17392 | 14740 | 13078 | 13080 | 12905 | 11309 | 5711  | 8127  | 11154 |

  
JOAQUÍN AGUIRRE ARAYA  
INGENIERO AGRÓNOMO  
D.G.A. REGIÓN DE AYSÉN

  
JOSE A. FERNÁNDEZ SMITH  
INGENIERO AGRÓNOMO  
D.G.A. XI REGIÓN