

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS DE LOS RIOS TABLAS Y  
ESCALERAS PARA LA PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA”

(CALUMA ALTO)

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN**  
**POTENCIA**

Presentada por:

KATTY ANDREA RIVAS JIMENEZ

FLOR EMILIA OLMEDO JUNCO

JESSENIA MARIBEL PARRALES SOLIS

GUAYAQUIL - ECUADOR

**AÑO**

**2008**

# **A G R A D E C I M I E N T O**

**ING. JUAN SAAVEDRA** Director de Tesis por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.

**A NUESTROS PADRES** por el apoyo incondicional que nos han brindado día a día.

# **DEDICATORIA**

**NUESTROS PADRES**

**A NUESTROS HERMANOS**

# TRIBUNAL DE GRADO



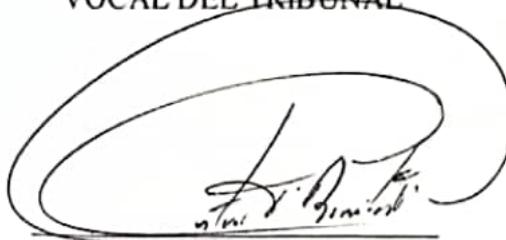
Ing. Holger Cevallos

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Juan Gallo

VOCAL DEL TRIBUNAL



Ing. Gustavo Bermúdez

VOCAL DEL TRIBUNAL



Ing. Juan Saavedra

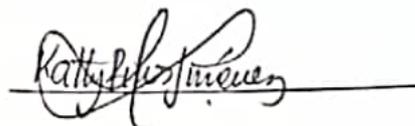
DIRECTOR DEL TÓPICO

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA  
DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
BIBLIOTECA  
INV. No. ELET-SP-408-1

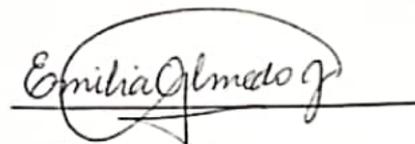
# DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

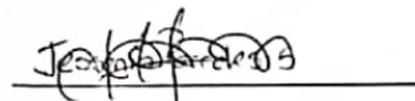
(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Katty Rivas Jiménez



Emilia Olmedo Junco



Jessenia PARRALES SOLÍS

## **RESUMEN**

Una de las riquezas con las que cuenta el Ecuador son sus recursos hídricos, la existencia de un gran número de ríos que, naciendo en la Cordillera de Los Andes, confluyen, unos en el Océano Pacífico y otros se convierten en afluentes del Río Amazonas. No obstante con este inmenso recurso hidroenergético, el Ecuador no ha emprendido un proceso de desarrollo sistemático y coherente de proyectos de generación hidroeléctrica, lo que ha conllevado a que el país tienda a equiparse con centrales termoeléctricas e Interconexiones, con los consiguientes perjuicios económicos y ambientales. Es por esta razón que la presente investigación se centra en plantear nuevas alternativas de generación hidroeléctrica.

## INDICE GENERAL

|   |          |
|---|----------|
| INDICE GENERAL .....  | VII      |
| INDICE DE TABLAS .....  | XII      |
| INDICE DE GRÁFICOS .....  | XIII     |
| INDICE DE FIGURAS .....   | XIV      |
| <br>  |          |
| INTRODUCCIÓN .....  | 1        |
| <br>  |          |
| <b>1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....</b>                                 | <b>2</b> |
| <br>  |          |
| <b>2 DISEÑO DEL PROYECTO .....</b>  | <b>4</b> |
| <br>  |          |
| 2.1 HIDROLOGÍA.....   | 4        |
| <br>  |          |
| 2.1.1 <i>ASPECTOS GENERALES</i> .....   | 4        |
| <br>  |          |
| 2.1.1.1 Metodología.....  | 4        |
| <br>  |          |
| 2.1.1.2 Características hidrográficas y físicas de las cuencas a estudiar ..... | 6        |
| <br>  |          |
| 2.1.2 <i>INFORMACION EXISTENTE</i> .....  | 8        |
| <br>  |          |
| 2.1.2.1 Información Meteorológica .....   | 8        |
| <br>  |          |
| 2.1.2.2 Información Pluviométrica .....   | 18       |
| <br>  |          |
| 2.1.2.3 Información Hidrométrica .....  | 18       |
| <br>  |          |
| 2.1.3 <i>ANÁLISIS HIDROLOGICO</i> .....   | 20       |
| <br>  |          |
| 2.1.3.1 Generalidades .....   | 20       |
| <br>  |          |
| 2.1.3.2 Coeficiente de Transposición para el esquema Caluma Alto .....          | 21       |
| <br>  |          |
| 2.1.3.3 Curva de duración de caudales en el esquema Caluma Alto .....           | 24       |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 2.1.3.4  | Consideraciones sobre el Caudal de Diseño .....  | 29        |
| 2.1.3.5  | Curva de duración de caudales y variación estacional en la estación<br>Caluma Alto ..... | 29        |
| 2.2      | GEOLOGÍA .....   | 34        |
| 2.2.1    | <i>Introducción</i> .....  | 34        |
| 2.2.2    | <i>Investigación de Campo</i> .....  | 35        |
| 2.2.3    | <i>Rasgos Geológicos Regionales</i> .....  | 36        |
|          | <i>Litología</i> .....   | 38        |
|          | <i>Geomorfología</i> .....   | 40        |
| 2.2.4    | <i>Descripciones Geológico-Geotécnicas del esquema Caluma Alto</i> .....                 | 40        |
|          | <i>Rasgos Generales</i> .....  | 40        |
|          | <i>Litología</i> .....   | 41        |
|          | <i>Geomorfología</i> .....   | 43        |
|          | <i>Aspectos geotécnicos</i> .....  | 44        |
| <b>3</b> | <b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b> .....  | <b>47</b> |
| 3.1      | INTRODUCCIÓN .....   | 47        |
| 3.2      | ESQUEMA DEL PROYECTO.....  | 47        |
| 3.3      | OBRAS CIVILES E HIDRAULICAS .....  | 50        |
| 3.3.1    | <i>Sistema Hidráulico</i> .....  | 50        |
| 3.3.2    | <i>Presa de embalse</i> .....  | 50        |
| 3.3.3    | <i>Reservorio de regulación</i> .....  | 51        |
| 3.3.4    | <i>Desarenador</i> .....   | 52        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.3.5    | <i>Tanque de Carga</i> .....                                     | 53        |
| 3.3.6    | <i>Conducción</i> .....  | 53        |
| 3.3.7    | <i>Casa de Máquinas</i> .....                                    | 54        |
| 3.3.8    | <i>Canal de Restitución</i> .....                                | 55        |
| 3.3.9    | <i>Equipo Mecánico y Eléctrico</i> .....                         | 56        |
| 3.3.9.1  | Equipo Mecánico .....  | 56        |
| 3.3.9.2  | Equipo Eléctrico .....   | 58        |
| <b>4</b> | <b>PRESUPUESTO</b> .....   | <b>61</b> |
| 4.1      | INTRODUCCIÓN .....   | 61        |
| 4.2      | COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN .....                               | 62        |
| 4.2.1    | <i>Costos de los Equipos de Construcción</i> .....               | 62        |
| 4.2.2    | <i>Costos de Equipos Electromecánicos e Hidromecánicos</i> ..... | 64        |
| 4.2.3    | <i>Costos de Materiales para la Construcción</i> .....           | 65        |
| 4.2.4    | <i>Costo de Mano de Obra</i> .....                               | 66        |
| 4.3      | RESUMEN DE LOS COSTOS TOTALES DEL PROYECTO .....                 | 68        |
| <b>5</b> | <b>PRODUCCIONES ENERGÉTICAS</b> .....                            | <b>69</b> |
| 5.1      | GENERALIDADES .....  | 69        |
| 5.2      | METODOLOGÍA DE CÁLCULO .....                                     | 70        |
| 5.2.1    | <i>Datos Generales para la Operación del Sistema.</i> .....      | 70        |
| 5.2.2    | <i>Datos de Diseño de la Planta.</i> .....                       | 71        |
| 5.2.3    | <i>Datos del Reservorio y Coeficiente Energético.</i> .....      | 72        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 5.2.4    | <i>Datos de Diversificación como una Función del Nivel del Reservorio.</i> | 74        |
| 5.2.5    | <i>Datos de Exportación como una función del nivel del reservorio.</i>     | 74        |
| 5.2.6    | <i>Datos de Simulación de la Operación.</i>                                | 75        |
| 5.2.7    | <i>Datos de Caudales Naturales y cálculo del Caudal Ecológico.</i>         | 76        |
| 5.3      | RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN  | 79        |
| 5.3.1    | <i>Caudales de la Serie Sintética Generada.</i>                            | 81        |
| 5.3.2    | <i>Caudal Turbinado.</i>   | 81        |
| 5.3.3    | <i>Caudal Excedente.</i>   | 81        |
| 5.3.4    | <i>Capacidad máxima y relación con la Capacidad Instalada.</i>             | 82        |
| 5.3.5    | <i>Generación Promedio Mensual.</i>  | 83        |
| 5.4      | CURVA DE DURACIÓN DE ENERGÍA Y ENERGÍA FIRME.                              | 83        |
| <b>6</b> | <b>EVALUACIÓN ECONÓMICA</b>  | <b>85</b> |
| 6.1      | INTRODUCCIÓN   | 85        |
| 6.2      | DETERMINACIÓN DE LA REMUNERACIÓN POR ENERGÍA EN EL MERCADO DE CONTRATOS.   | 85        |
| 6.3      | HIPÓTESIS DE CÁLCULO.  | 88        |
| 6.4      | RESULTADOS TIR Y VAN   | 89        |
|          | <b>CONCLUSIONES</b>  | <b>91</b> |
|          | <b>RECOMENDACIONES</b>   | <b>93</b> |
|          | <b>ANEXOS</b>  | <b>94</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <a href="#">Anexo</a> 1. Área del Río Tablas 75.44 Km <sup>2</sup> .....   | 95         |
| <a href="#">Anexo</a> 2. Área del Río Escaleras 131.28 Km <sup>2</sup> .....   | 96         |
| <a href="#">Anexo</a> 3. Serie de caudales mensuales de la estación Echeandía en Echeandía para el período de años 1965 – 1999. ....                 | 97         |
| <a href="#">Anexo</a> 4. Serie de caudales mensuales de la estación Echeandia Pilaló – Río Chazo Juan para el período de años 1965 – 1999.....       | 98         |
| <a href="#">Anexo</a> 5. Serie de caudales mensuales de la estación Echeandia Pilaló – Río Limón del Carmen para el período de años 1965 – 1999..... | 99         |
| <a href="#">Anexo</a> 6. Serie de caudales mensuales de la estación Caluma Alto – Río Tablas para el período de años 1965 – 1999. ....               | 100        |
| <a href="#">Anexo</a> 7. Serie de caudales mensuales de la estación Caluma Alto – Río Escaleras para el período de años 1965 – 1999. ....            | 101        |
| <a href="#">Anexo</a> 8. Mapa Geológico de Caluma.....   | 102        |
| <a href="#">Anexo</a> 9. Presupuesto de Obras Civiles.....   | 103        |
| <a href="#">Anexo</a> 10. Caudales Turbinados realizados en Excel.....   | 104        |
| <a href="#">Anexo</a> 11. Potencia en MW del esquema Caluma Alto. ....   | 105        |
| <a href="#">Anexo</a> 12. Energía en MWH del esquema Caluma Alto.....  | 106        |
| <a href="#">Anexo</a> 13. Producciones e Ingresos de Caluma Alto.....  | 107        |
| <a href="#">Anexo</a> 14. Financiamiento de Caluma Alto. ....  | 108        |
| <a href="#">Anexo</a> 15. Resultados de la Evaluación Financiera.....  | 109        |
| <a href="#">Anexo</a> 16. Planos .....   | 110        |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>   | <b>111</b> |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <i>Cuadro 2.1 Principales Características Hidrológicas en las estaciones estudiadas...</i>                               | 8  |
| <i>Cuadro 2.2 Promedios Mensuales actualizados de registros meteorológicos comprendidos entre 1970 – 1999 .....</i>      | 11 |
| <i>Cuadro 2.3 Principales Estaciones ubicadas en el área de interés de Caluma Alto .</i>                                 | 19 |
| <i>Cuadro 2.4 Curva de Duración de caudales – Río Tablas.....</i>  | 25 |
| <i>Cuadro 2.5 Curva de Duración de caudales –Río Escaleras.....</i>  | 27 |
| <i>Cuadro 2.6 Curva Estacional de caudales medios actualizados – Río Tablas .....</i>                                    | 30 |
| <i>Cuadro 2.7 Curva Estacional de caudales medios actualizados – Río Escaleras .....</i>                                 | 32 |
| <i>Cuadro 2.8 Características de tipo de rocas y suelos .....</i>  | 43 |
| <i>Cuadro 3.1 Características Principales del Proyecto.....</i>  | 48 |
| <i>Cuadro 3.2 Características Técnicas del Desarenador .....</i>   | 52 |
| <i>Cuadro 3.3 Conducción del Río Tablas y Río Escaleras .....</i>  | 54 |
| <i>Cuadro 4.1 Equipos de Construcción.....</i>   | 63 |
| <i>Cuadro 4.2 Costos de Equipos Electromecánicos e Hidromecánicos.....</i>   | 64 |
| <i>Cuadro 4.3 Costo de Materiales (en dólares) .....</i>   | 65 |
| <i>Cuadro 4.4 Costos de Mano de Obra (en dólares) .....</i>  | 67 |
| <i>Cuadro 4.5 Resumen de los Costo Totales .....</i>   | 68 |
| <i>Cuadro 5.1 Serie de caudales promedio actualizado del Aprovechamiento Caluma Alto menos el caudal ecológico .....</i> | 77 |
| <i>Cuadro 5.2 Resumen de Resultados .....</i>  | 80 |
| <i>Cuadro 6.2 Resumen de los Parámetros para la Evaluación Económica .....</i>   | 89 |

## INDICE DE GRÁFICOS

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Gráfica 2.2 Humedad Atmosférica Relativa Mensual multianual.....</i>  | <i>14</i> |
| <i>Gráfica 2. 3Evaporación Mensual Multianual.....</i>   | <i>15</i> |
| <i>Gráfica 2. 4Precipitación Mensual .....</i>   | <i>16</i> |
| <i>Gráfica 2.5Precipitación Mensual Multianual.....</i>  | <i>17</i> |
| <i>Gráfica 2.6 Curva de Caudales Medios del Río Tablas .....</i>   | <i>26</i> |
| <i>Gráfica 2.7 Curva de Caudales Medios del Río Escaleras .....</i>  | <i>28</i> |
| <i>Gráfica 2.8 Curva Estacional de Caudales Mensuales del Río Tablas .....</i>                                     | <i>31</i> |
| <i>Gráfica 2.9 Curva Estacional de Caudales Mensuales del Río Tablas .....</i>                                     | <i>33</i> |
| <i>Gráfica 5.1 Curva Sintética de duración de energía generada para 100 años del<br/>Esquema Caluma Alto .....</i> | <i>84</i> |

## INDICE DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Figura 1.1 Ubicación Geográfica del Proyecto .....</i>                         | <i>3</i>  |
| <i>Figura 2.1 Estaciones Meteorológicas, Pluviométricas e Hidrométricas .....</i> | <i>10</i> |
| <i>Figura 3.1 Implementación General del Proyecto Caluma Alto.....</i>            | <i>49</i> |
| <i>Figura 5.1 Datos Generales para la Operación del Sistema .....</i>             | <i>71</i> |
| <i>Figura 5.2 Datos de Diseño de la Planta .....</i>                              | <i>72</i> |
| <i>Figura 5.3 Datos del Reservorio y Coeficiente Energético.....</i>              | <i>74</i> |
| <i>Figura 5.4 Datos de Simulación de la Operación.....</i>                        | <i>75</i> |
| <i>Figura 5.5 Datos de Caudales Naturales .....</i>                               | <i>78</i> |

## **Introducción**

La idea de generar un proyecto de aprovechamiento del recurso del agua fundamentalmente, en la subcuenca del río Soloma, surge como una respuesta a la necesidad para satisfacer las demandas de bienes y servicios, cada vez más crecientes, determinados por un vertiginoso crecimiento poblacional.

El proyecto Caluma Alto con Potencia Instalable de 6.5 MW, se basa en el estudio del Aprovechamiento de las Aguas del Río Tablas y del Río Escaleras para la producción de Energía Eléctrica.

La estación más cercana que se pensaba estudiar es Caluma, según la información brindada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI – no existen datos de dicha estación, por lo cual nos facilitaron dos opciones, la estación Chimbo - Lorenzo y la estación Echeandia; se escogió la segunda opción debido a que es más cercana a la estación Caluma, ya que las características climáticas son similares. Por lo tanto, nuestros estudios están basados con los datos de la estación Echeandia.

Con la información cartográfica, geológica e hidrológica disponible en los estudios de Prefactibilidad del proyecto hidroeléctrico Echeandia en Echeandia y tomando como referencia dichos estudios se quiere analizar la información básica de ingeniería y el presupuesto aplicable a nuestro Proyecto Caluma Alto

# CAPITULO I

## 1 Ubicación Geográfica del Proyecto

El proyecto hidroeléctrico Tabla – Escaleras se encuentra geográficamente ubicado en el cantón Caluma, provincia de Bolívar, la misma que esta en la cordillera occidental de los Andes.

Goza de un excelente clima y con un entorno natural extraordinario para quienes aman la naturaleza y los deportes extremos, su vegetación es exuberante al igual que su fauna, cuenta con decenas de cascadas, ríos y cultivos de naranja que es considerada como la mejor del Ecuador.

Las alternativas de aprovechamiento en Caluma se ubican en el Río Pita y sus afluentes, los Ríos Tablas y Escaleras, los mismos que tienen sus cabeceras en el flanco Oeste de la Cordillera de Chillanes, un ramal N-S de la Codillera Occidental. El Río Pita es un afluente del Río Catarama, tributario del Río Babahoyo.

Para el desarrollo del Proyecto existen varias alternativas, pero el presente estudio esta enfocado en la alternativa seleccionada, la cual es CL-A tomados



# **CAPITULO II**

## **2 Diseño del Proyecto**

### **2.1 Hidrología**

#### **2.1.1 ASPECTOS GENERALES**

Para cumplir con el objetivo de esta fase de estudio, se ha realizado una recopilación y análisis expeditivo general de las condiciones hidrológicas que presenta nuestro esquema.

El estudio realizado está encaminado para determinar, de un modo aproximado, el caudal de diseño para el aprovechamiento de Caluma Alto.

##### **2.1.1.1 Metodología**

Han sido analizados los registros de las estaciones hidrométricas Echeandía en Echeandía. Esta estación dispone

de registros de la serie de caudales mensuales para el período 1965 – 1999.

Para el aprovechamiento del esquema Caluma Alto, se ha tomado como estación base Echeandía en Echeandía y sus valores procesados han servido para la definición de los caudales de diseño de cada uno de los aprovechamientos mediante el método de transposición de caudales. Los coeficientes de transposición se han determinado en función de la relación de áreas y precipitaciones medias ponderadas.

Por esta razón, se ha realizado la transposición de los caudales de la estación Echeandía en Echeandía (Echeandía Bajo) a la estación Echeandía Pilaló (Echeandía Alto), dicha estación tiene una gran afinidad con la cuenca de Caluma Alto por su ubicación colindante, por el tamaño similar de las cuencas de drenaje y por las características afines en cuanto a pluviometría y condiciones geomorfológicas.

### **2.1.1.2 Características hidrográficas y físicas de las cuencas a estudiar**

Se han analizado los ríos Soloma (Echeandia en Echeandia), Chazo Juan y Limón (Echeandia Pilaló), Tablas y Escaleras (Caluma Alto).

#### **Cuenca del Río Soloma y sus afluentes**

El río Soloma forma parte de la red hidrográfica del río Babahoyo, como un afluente del río Catarama, perteneciente al sistema hidrográfico del río Guayas. Está formado por los ríos del Chazo Juan y Limón del Carmen.

La captación para el aprovechamiento bajo (Echeandia Bajo) está ubicada en el río Soloma, inmediatamente aguas abajo de la confluencia de los ríos Chazo Juan y Limón del Carmen (cota 370 m.s.n.m.), sección a la que corresponde una cuenca hidrográfica de 378 Km<sup>2</sup>.

Las captaciones para los aprovechamientos más altos (Echeandia Pilaló) están ubicadas en los ríos Chazo Juan y Limón del Carmen aguas arriba de sus propios ríos (cota 700

m.s.n.m.) con superficie de drenaje de 121 km<sup>2</sup> en el río Chazo Juan y 135 Km<sup>2</sup> en el río Limón del Carmen.

El cauce principal del río, que nace en la parte alta de la cuenca del río Chazo Juan, tiene un desarrollo de 27.8 Km hasta la estación hidrométrica de Echeandia en Echeandia y corre en dirección Este – Oeste en tramo de interés.

El río se origina a una altitud aproximada de 3600 m.s.n.m.

### **Cuenca del Río Pita y sus afluentes**

El río Pita forma también parte de la red hidrográfica del río Catarama perteneciente a la cuenca del río Guayas. Se origina en la confluencia de los ríos Tablas y Escaleras.

Las captaciones para el aprovechamiento más alto (Caluma Alto CL-A) de los ríos Tablas y Escaleras están a 625 m.s.n.m. y controlan áreas de drenaje de 75.44 Km<sup>2</sup> y 131.28 Km<sup>2</sup>, ver Anexo1 y Anexo2 respectivamente.

El cauce principal del río, que en la cuenca alta corresponde al río Tablas, tiene un desarrollo de 25 Km hasta la derivación aguas abajo.

Como en el caso del río Soloma, con el cual comparte la divisoria de aguas en su tramo Este – Oeste, el río Pita se origina de la altitud aproximada de 3600 m.s.n.m.

**Cuadro 2.1 Principales Características Hidrológicas en las estaciones estudiadas**

| RIO                                | ECHEANDIA   |            |       | CALUMA ALTO |           |
|------------------------------------|-------------|------------|-------|-------------|-----------|
|                                    | BAJO (BASE) | ALTO       | ALTO  |             |           |
|                                    | Saloma      | Chazo Juan | Limón | Tablas      | Escaleras |
| Elevación (m. s. n. m.)            | 370         | 700        | 700   | 625         | 625       |
| Área de drenaje (Km <sup>2</sup> ) | 378         | 121        | 135   | 75,44       | 131,28    |
| Precipitación anual (mm/año)       | 1650        | 1360       | 1460  | 1540        | 1480      |
| Coefficiente de transposición      | 0,70        | 0,26       | 0,31  | 0,706       | 1,00      |
| Caudal Medio (m <sup>3</sup> /seg) | 16,1        | 4,2        | 5,0   | 2,18        | 3,65      |
| Caudal Firme (m <sup>3</sup> /seg) | 5,5         | 1,5        | 1,7   | 0,85        | 1,4       |

Fuente: Estudios INECEL

## 2.1.2 INFORMACION EXISTENTE

### 2.1.2.1 Información Meteorológica

Para el análisis de la meteorología en la cuenca de estudio se observaron los registros pertenecientes a una estación ubicada en la población de Caluma por lo que los valores en ella resultan representativos de la región estudiada. También se ha recopilado y procesado los datos meteorológicos de las

estaciones San Simón y San Miguel de Bolívar. Los registros constan de promedios mensuales correspondientes a temperatura, humedad relativa, evaporación y precipitación; valores extremos absolutos de temperatura y precipitación máxima en 24 horas en el período correspondiente de 1970 - 1999.

La ubicación de las estaciones puede ser apreciada en la Figura 2.1 y en el Cuadro 2.2. se presenta los índices meteorológicos resultado de la actualización de la estación Caluma con registros desde 1970 – 1999.



**Cuadro 2.2 Promedios Mensuales actualizados de registros meteorológicos comprendidos entre 1970 – 1999**

**Altitud: 350 m.s.n.m**

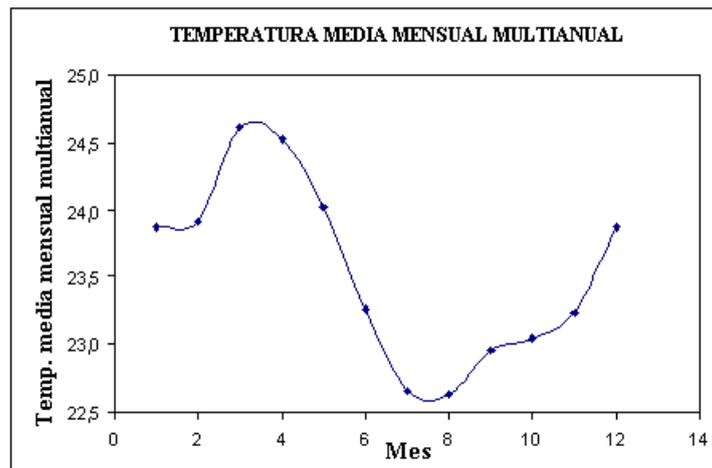
| Estación Caluma<br>1970 - 1999 |        | Ubicación: 1:37:07 S -79:17:10 W |        |        |        |       |       |        |            |         |           |           |
|--------------------------------|--------|----------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|                                | ENERO  | FEBRERO                          | MARZO  | ABRIL  | MAYO   | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
| T.media °C                     | 23,87  | 23,92                            | 24,61  | 24,52  | 24,02  | 23,26 | 22,66 | 22,63  | 22,96      | 23,05   | 23,23     | 23,88     |
| T.max.abs                      | 32,50  | 33,50                            | 34,50  | 36,50  | 32,60  | 33,20 | 31,50 | 31,50  | 36,50      | 33,50   | 36,50     | 35,00     |
| T.min.abs                      | 14,00  | 14,00                            | 13,50  | 17,80  | 14,00  | 12,50 | 13,50 | 14,50  | 14,00      | 14,00   | 12,60     | 14,00     |
| Hum.atm 1/2 (%)                | 81,18  | 80,31                            | 80,23  | 80,37  | 80,64  | 85,16 | 81,74 | 81,87  | 80,45      | 80,04   | 80,18     | 77,75     |
| Pmax/24horas                   | 202,40 | 176,40                           | 341,20 | 147,80 | 134,60 | 62,39 | 69,00 | 29,35  | 60,76      | 65,10   | 107,90    | 110,05    |
| P(mm)                          | 555,10 | 539,31                           | 678,73 | 455,25 | 221,23 | 81,16 | 53,47 | 29,72  | 57,53      | 59,18   | 89,81     | 214,92    |
| Evap(mm)                       | 47,19  | 39,27                            | 47,00  | 43,89  | 44,91  | 35,38 | 38,52 | 46,94  | 49,56      | 46,50   | 54,53     | 59,78     |

Fuente: Investigación Propia

## ***Temperatura***

La media multianual del período registrado en la estación Caluma (cota 350 m.s.n.m) es de 23.5 °C. En el Cuadro 2.2 podemos observar que los valores de temperatura media mensual se mantienen casi constantes a lo largo del año con una máxima diferencia entre los meses de Marzo (24.6 °C) y Agosto (22.6 °C).

***Gráfica 2.1 Temperatura Media Mensual Multianual***



*Fuente: Investigación Propia*

Con respecto a los valores extremos absolutos podemos observar del Cuadro 2.2 que en los meses de Septiembre y Noviembre se han registrado una temperatura máxima absoluta

de 36.5 °C, mientras que en el mes de Junio se ha registrado una temperatura mínima absoluta de 12.5 °C.

De los resultados observados se puede suponer que en la zona de estudio la temperatura media oscila entre 24 y 22 °C mientras que se podría esperar máximas de 36 °C y mínimas de 12 °C.

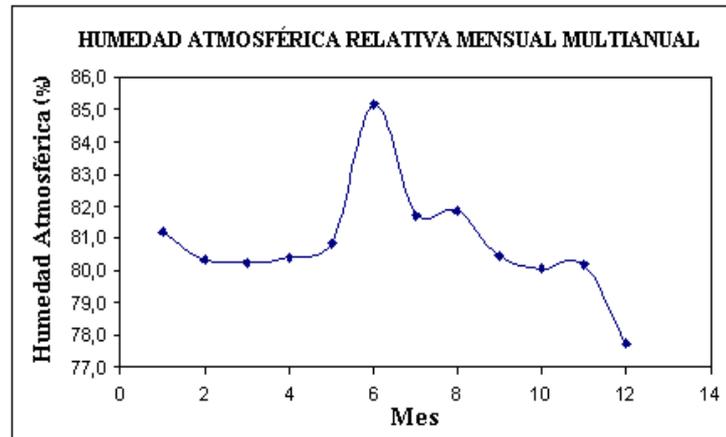
En las regiones altas de la cuenca la temperatura media se encuentra en el orden de 9.5 °C con variaciones mas amplias entre las máximas y las mínimas temperaturas absolutas.

### ***Humedad Relativa.***

La humedad atmosférica relativa del lugar de estudio (estación Caluma) se mantiene mas o menos constante a lo largo del año con un valor promedio de 80.8 % con una diferencia máxima entre los meses de Junio (85.1 %) y Diciembre (77.7 %).

En la Gráfica 2 y en el Cuadro 2.2 podemos observar los resultados de la humedad atmosférica mensual multianual.

**Gráfica 2.2 Humedad Atmosférica Relativa Mensual multianual**

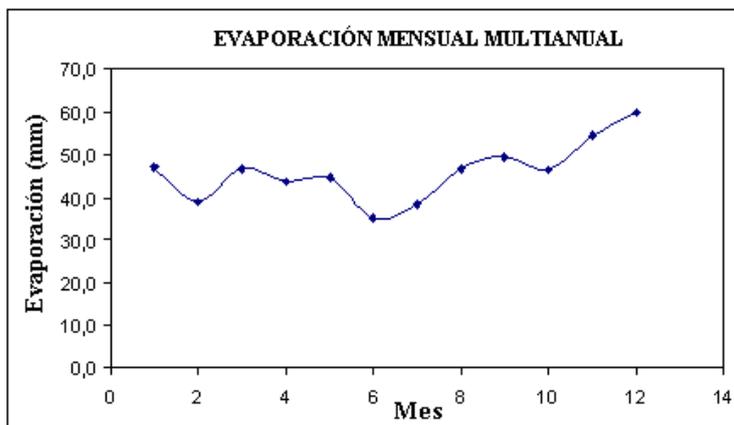


*Fuente: Investigación Propia*

### ***Evaporación***

En la zona de estudio de acuerdo a los registros correspondientes a los años entre 1970–1979 (debido a la ausencia de registros correspondientes a los demás años de estudio) de la estación caluma, el índice de evaporación media anual está en el orden de 46.12mm, con valores máximos en el mes de Diciembre (59.7mm) y valores mínimos en el mes de Junio (35.38mm). En la Gráfica 2.3 podemos observar como estos valores varían mes a mes.

*Gráfica 2. 3 Evaporación Mensual Multianual*



*Fuente: Investigación Propia*

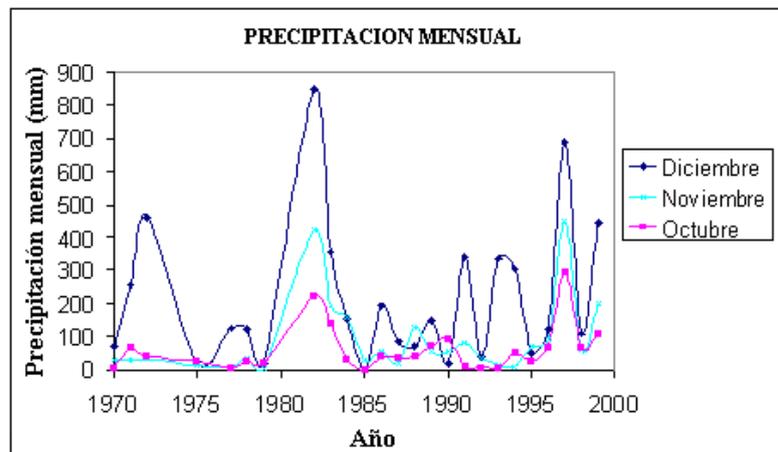
### ***Pluviometría***

Debido a la importancia de la pluviometría en un estudio hidrológico se ha considerado un análisis mas detallado con respecto a los anteriores factores meteorológicos. La meta de un estudio de la pluviometría es definir la distribución geográfica y la distribución cronológica de los valores de lluvia caída sobre la cuenca del Caluma con el fin de determinar el respectivo coeficiente de transposición de los caudales en la estación hidrométrica de Echeandía al sitio de aprovechamiento. Debido a que el estudio requiere de un análisis detallado y de conocimientos sobre teoría de hidrología, se realizó solo una actualización de los promedios

mensuales multianuales de la estación Caluma así como el respectivo análisis de las precipitaciones máximas en 24 horas. Para objeto de la determinación del coeficiente de transposición en la determinación previa de la precipitación media ponderada, tomado del estudio hidrológico realizado por el INECEL.

En la Gráfica 2.4 podemos observar durante los años de 1982 y 1997 hubieron índices altos de precipitación, lo cual muestra los dos fenómenos del niño en la historia de los registros.

**Gráfica 2.4 Precipitación Mensual**

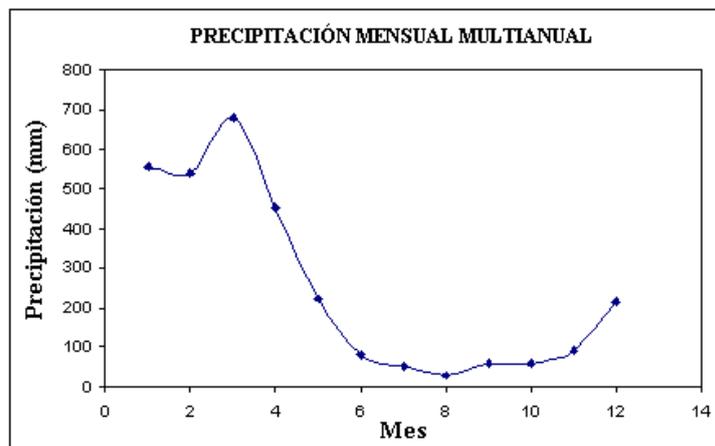


*Fuente: Investigación Propia*

Los resultados de los promedios mensuales multianuales se presentan en el Cuadro 2.2 y en la Gráfica 2.5 con lo cual podemos observar que entre los meses de Diciembre a Mayo se

presenta la mayor precipitación correspondiendo al período de invierno, además se presentan valores máximo en el mes de Marzo (678.7mm) y mínimo correspondiente al mes de Agosto (29.7mm) con una precipitación promedio multianual de 3035.41mm correspondiente a la estación Caluma.

**Gráfica 2.5** *Precipitación Mensual Multianual*



*Fuente: Investigación Propia*

En el Cuadro 2.2 también se presenta los registros mensuales máximos para el período disponible de los valores de precipitaciones máximas de la estación Caluma. El análisis determina que dentro del período de mayor precipitación (Diciembre-Mayo) se ha registrado en la zona el mayor número de tempestades reflejadas en los valores de precipitación máxima en 24 horas. En la estación Caluma se tiene que en

promedio el volumen de agua debido a los cinco primeros meses del año corresponde al 80.7% del volumen total anual, los valores máximos de precipitación en 24 horas superan los 100mm habiéndose registrado un máximo de 341.2mm correspondiente al mes de Marzo de 1988.

#### **2.1.2.2 Información Pluviométrica**

En el cuadro 2.3 constan las estaciones pluviométricas y meteorológicas que rodean la cuenca del río Pita y cuenca portante. La ubicación de las estaciones se puede apreciar en la Figura 2.1

#### **2.1.2.3 Información Hidrométrica**

Nuestro esquema Caluma Alto no dispone de una estación hidrométrica. Por esta razón, ha sido necesario escoger como base la estación Echeandía en Echeandía para hacer las transposiciones correspondientes, cuya característica consta en el cuadro 2.3.

Esta estación tiene registros de caudales medios diarios y cuenta con su propia estación hidrométrica que lleva su propio nombre.

**Cuadro 2.3 Principales Estaciones ubicadas en el área de interés de Caluma Alto**

| ESTACIONES PLUVIOMETRICAS (P) Y METEREOLÓGICAS (M) |                           |           |                                    |                       |
|--|---------------------------|-----------|------------------------------------|-----------------------|
| Nº   | ESTACIÓN                  | UBICACIÓN |                                    | ELEVACIÓN<br>m.s.n.m. |
|  |                           | LAT.      | LONG.                              |                       |
| P12  | San Miguel                | 1°42'00"S | 79°01'00"W                         | 2450                  |
| P13  | Magdalena<br>Cochapamba   | 1°40'00"S | 79°05'00"W                         | 2800                  |
| P14  | Caluma                    | 1°37'07"S | 79°17'10"W                         | 350                   |
| P15  | Las Herrerías             | 1°36'21"S | 78°56'29"W                         | 3250                  |
| M2   | San Miguel – Bolívar      | 1°42'10"S | 79°02'26"W                         | 2450                  |
| M3   | San Simón                 | 1°38'37"S | 78°59'40"W                         | 2530                  |
| ESTACION HIDROMETRICA (H)                          |                           |           |                                    |                       |
| Nº   | ESTACIÓN                  | TIPO      | AREA DE DRENAJE (Km <sup>2</sup> ) |                       |
| H5   | Echeandía en<br>Echeandía | LG        | 378                                |                       |

*Fuente: INHAMI*

## **2.1.3 ANALISIS HIDROLOGICO**

### **2.1.3.1 Generalidades**

El estudio hidrológico de la cuenca en cuestión cuenta con los registros de caudales diarios mensuales y caudales promedios mensuales tomados desde el año 1965 al 1999 en la estación Echeandía sobre el río Echeandía que han sido publicados en los anuarios del INAMHI, ver Anexo3. Esta estación hidrométrica que se encuentra en el río Soloma ha registrado los niveles correspondientes al escurrimiento de 378 Km<sup>2</sup> siendo sus principales aportadores los ríos Chazo Juan y Limón del Carmen.

Debido a la ubicación de la estación Echeandía y las características afines encontradas entre las cuencas de Echeandía y de Caluma, el estudio de los datos provenientes de esta estación se extiende también para la cuenca del Caluma en el punto de captación del proyecto.

### **2.1.3.2 Coeficiente de Transposición para el esquema Caluma Alto**

Se ha presentado la información hidrométrica disponible en la estación Echeandía en Echeandía. Para hallar los caudales y obtener el caudal garantizado con probabilidad del 90% del esquema seleccionado se utilizó el método de transposición de valores desde el sitio de la estación Echeandía hasta el punto de captación debido a la ausencia de registros representativos de caudales de la cuenca en cuestión (Caluma).

Se adoptó el método de transposición de valores para hallar los caudales de la cuenca Echeandía Pilaló, ya que dicha cuenca y Caluma Alto son adyacentes de características físicas e hidrológicas similares. Esta sustentación para el uso del método mencionado se fortalece por cuanto los tamaños de las cuencas estudiadas están dentro de lo recomendable para obtener de él resultados confiables.

El método de transposición de caudales utiliza las relaciones entre las áreas de drenaje y las precipitaciones medias ponderadas de las cuencas comparadas, a través de un coeficiente llamado de transposición:

$$K_T = \frac{A_i * PMP_i}{A_b * PMP_b}$$

Donde:

$A_i$  y  $A_b$  son las áreas de las cuencas de drenaje del sitio de captación y de la estación base respectivamente expresadas en Km<sup>2</sup>.

$PMP_i$  y  $PMP_b$  son los valores de precipitación media ponderada que cae sobre las cuencas de drenaje correspondientes al sitio de captación y a la estación base respectivamente expresadas en mm.

A continuación se presenta el cálculo respectivo:

Para el esquema Echeandía Pilaló (cota 700 m.s.n.m), la estación base es Echeandía en Echeandía (cota 370 m.s.n.m)

El río Soloma se origina de la confluencia de los ríos Chazo Juan y Limón del Carmen.

|   |   |
|---|---|
| $A_{(Estación\ base - Río\ Salma)} = 378\ Km^2.$<br>$PMP_{(Estación\ base - Río\ Salma)} = 1650\ mm/año.$   |   |
| $A_{(Río\ Chazo\ Juan)} = 121\ Km^2.$<br>$PMP_{(Río\ Chazo\ Juan)} = 1360\ mm/año.$<br><br>$K_r = \frac{A_i * PMP_i}{A_b * PMP_b}$<br><br>$K_r = \frac{121 * 1360}{378 * 1650}$<br><br>$K_r = 0.26$ | $A_{(Río\ Limón\ del\ Carmen)} = 135\ Km^2.$<br>$PMP_{(Río\ Limón\ del\ Carmen)} = 1430\ mm/año.$<br><br>$K_r = \frac{A_i * PMP_i}{A_b * PMP_b}$<br><br>$K_r = \frac{135 * 1430}{378 * 1650}$<br><br>$K_r = 0.31$ |

Para el esquema Caluma Alto, la estación base es Echeandía Pilaló ya que sus ríos tienen características físicas e hidrológicas similares

|   |   |
|---|---|
| $A_{(Río\ Chazo\ Juan)} = 121\ Km^2.$<br>$PMP_{(Río\ Chazo\ Juan)} = 1360\ mm/año.$<br><br>$A_{(Río\ Tablas)} = 75.44\ Km^2.$<br>$PMP_{(Río\ Tablas)} = 1540\ mm/año.$<br><br>$K_r = \frac{A_i * PMP_i}{A_b * PMP_b}$<br><br>$K_r = \frac{75.44 * 1540}{121 * 1360}$<br><br>$K_r = 0.706$ | $A_{(Río - Limón\ del\ Carmen)} = 135\ Km^2.$<br>$PMP_{(Río\ Chazo\ Juan)} = 1430\ mm/año.$<br><br>$A_{(Río\ Escalera)} = 131.28\ Km^2.$<br>$PMP_{(Río\ Escalera)} = 1430\ mm/año.$<br><br>$K_r = \frac{A_i * PMP_i}{A_b * PMP_b}$<br><br>$K_r = \frac{131.28 * 1430}{135 * 1430}$<br><br>$K_r = 1.006$ |
|---|---|

En el Cuadro 2.1 se presenta un resumen de estos parámetros así como otros, los cuales describen las principales características de la cuenca del Echeandía en Echeandía,

Echeandía Pilaló y de Caluma Alto, estos valores fueron obtenidos directamente del estudio de hidrología del INECEL.

Por medio del método de transposición de caudales, se logro determinar los caudales promedios mensuales de los esquemas Echeandía Pilaló y Caluma Alto. Caudales de los Ríos Chazo Juan y Limón del Carmen, ver Anexo4 y Anexo5, caudales de los Ríos Tablas y Escaleras, ver Anexo5 y Anexo6.

### **2.1.3.3 Curva de duración de caudales en el esquema Caluma Alto**

Con la estadística existente, debidamente procesada y transformada en serie de caudales promedios mensuales se procedió al análisis de frecuencia basado en la determinación de la curva de duración general de caudales.

En el Cuadro 2.4 y en la Gráfica 2.6 se indica los resultados del análisis de frecuencia de los caudales promedios mensuales para el río Tablas y en el Cuadro 2.5 y en la Grafica 2.7 se indica los resultados del análisis de frecuencia de los caudales promedios mensuales para el río Escaleras, ambos ríos con un total de 420 datos analizados que representan aproximadamente

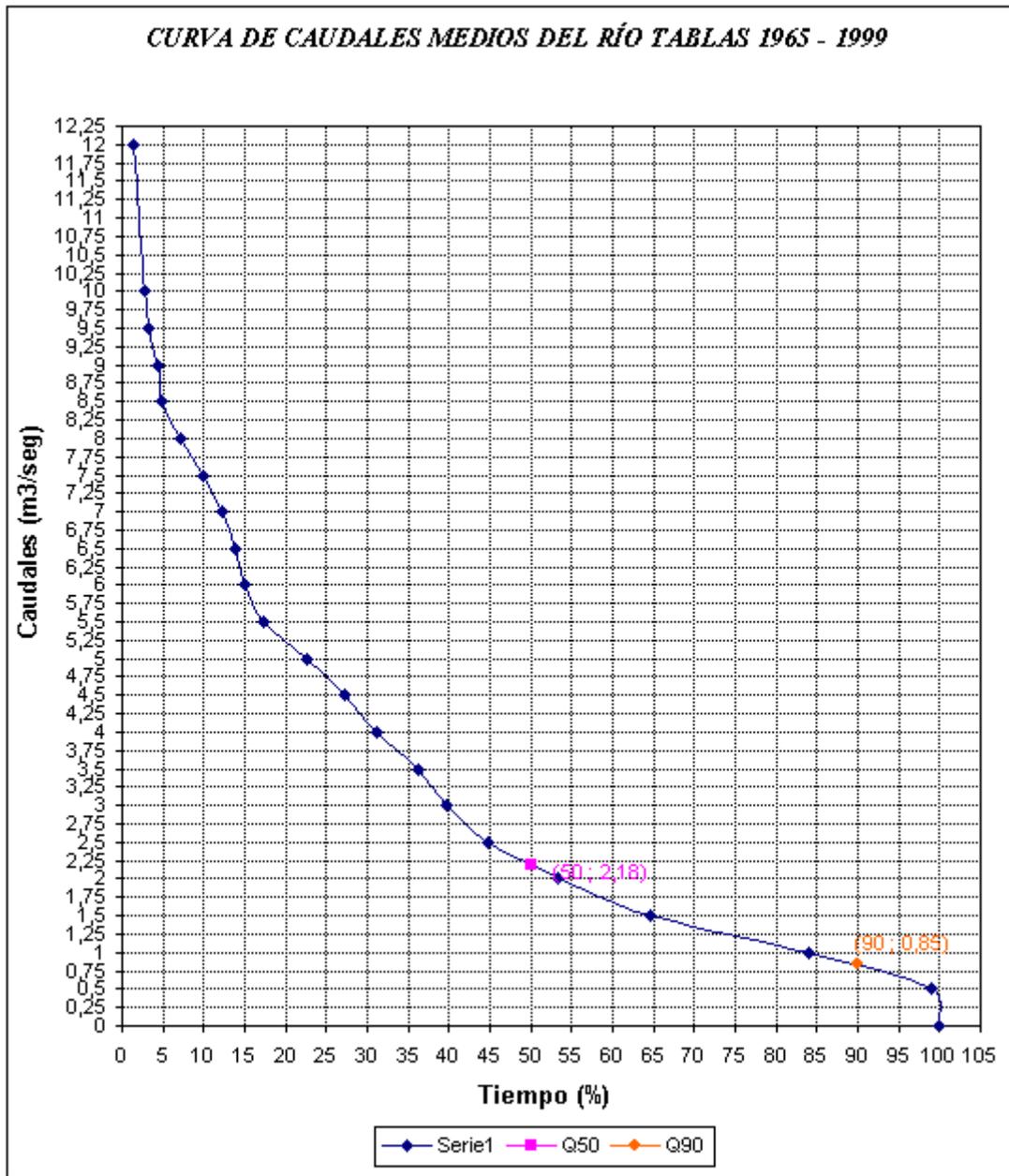
el 90% de disponibilidad de registros en el período 1965 – 1999.

**Cuadro 2.4 Curva de Duración de caudales – Río Tablas**

| INTERVALO DE CLASE (M3/SEG) | LIMITE INFER DEL INTERVALO (M3/SEG) | Nº DE OCURREN EN EL INTERVALO | Nº DE VALORES >= QUE EL LIMITE | % DE TIEMPO QUE EL CAUDAL ES > LIM INF. |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---|
| 1)                          | 2)                                  | 3)                            | 4)                             | 5)                                      |
| 0 - 0,499                   | 0                                   | 4                             | 420                            | 100,00                                  |
| 0,5 - 0,999                 | 0,5                                 | 63                            | 416                            | 99,05                                   |
| 1 - 1,499                   | 1                                   | 82                            | 353                            | 84,05                                   |
| 1,5 - 1,999                 | 1,5                                 | 47                            | 271                            | 64,52                                   |
| 2 - 2,499                   | 2                                   | 36                            | 224                            | 53,33                                   |
| 2,5 - 2,999                 | 2,5                                 | 21                            | 188                            | 44,76                                   |
| 3 - 3,499                   | 3                                   | 15                            | 167                            | 39,76                                   |
| 3,5 - 3,999                 | 3,5                                 | 21                            | 152                            | 36,19                                   |
| 4 - 4,499                   | 4                                   | 17                            | 131                            | 31,19                                   |
| 4,5 - 4,999                 | 4,5                                 | 19                            | 114                            | 27,14                                   |
| 5 - 5,499                   | 5                                   | 22                            | 95                             | 22,62                                   |
| 5,5 - 5,999                 | 5,5                                 | 10                            | 73                             | 17,38                                   |
| 6 - 6,499                   | 6                                   | 5                             | 63                             | 15,00                                   |
| 6,5 - 6,999                 | 6,5                                 | 7                             | 58                             | 13,81                                   |
| 7 - 7,499                   | 7                                   | 9                             | 51                             | 12,14                                   |
| 7,5 - 7,999                 | 7,5                                 | 12                            | 42                             | 10,00                                   |
| 8 - 8,499                   | 8                                   | 10                            | 30                             | 7,14                                    |
| 8,5 - 8,999                 | 8,5                                 | 2                             | 20                             | 4,76                                    |
| 9 - 9,499                   | 9                                   | 4                             | 18                             | 4,29                                    |
| 9,5 - 9,999                 | 9,5                                 | 2                             | 14                             | 3,33                                    |
| 10 - 11,999                 | 10                                  | 6                             | 12                             | 2,86                                    |
| 12 - 14,999                 | 12                                  | 6                             | 6                              | 1,43                                    |

*Fuente: Investigación Propia*

Gráfica 2.6 Curva de Caudales Medios del Río Tablas



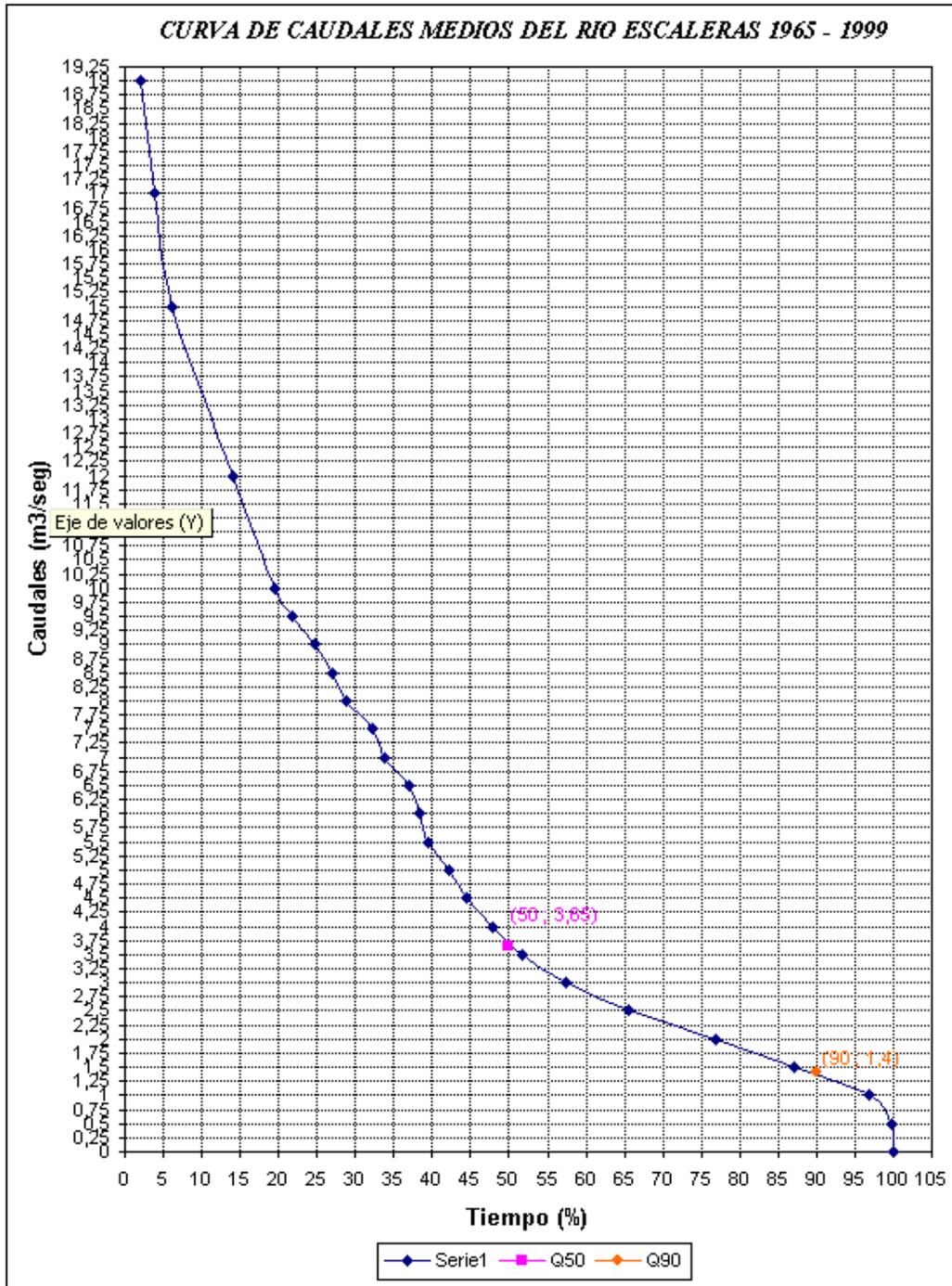
Fuente: Investigación Propia

**Cuadro 2.5 Curva de Duración de caudales –Río Escaleras**

| INTERVALO DE CLASE (M3/SEG) | LIMITE INFER DEL INTERVALO (M3/SEG) | Nº DE OCURREN EN EL INTERVALO | Nº DE VALORES >= QUE EL LIMITE | % DE TIEMPO QUE EL CAUDAL ES > LIM INF. |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---|
| 1)                          | 2)                                  | 3)                            | 4)                             | 5)                                      |
| 0 - 0,499                   | 0                                   | 1                             | 420                            | 100,00                                  |
| 0,5 - 0,999                 | 0,5                                 | 12                            | 419                            | 99,76                                   |
| 1 - 1,499                   | 1                                   | 41                            | 407                            | 96,90                                   |
| 1,5 - 1,999                 | 1,5                                 | 43                            | 366                            | 87,14                                   |
| 2 - 2,499                   | 2                                   | 48                            | 323                            | 76,90                                   |
| 2,5 - 2,999                 | 2,5                                 | 34                            | 275                            | 65,48                                   |
| 3 - 3,499                   | 3                                   | 24                            | 241                            | 57,38                                   |
| 3,5 - 3,999                 | 3,5                                 | 16                            | 217                            | 51,67                                   |
| 4 - 4,499                   | 4                                   | 14                            | 201                            | 47,86                                   |
| 4,5 - 4,999                 | 4,5                                 | 10                            | 187                            | 44,52                                   |
| 5 - 5,499                   | 5                                   | 11                            | 177                            | 42,14                                   |
| 5,5 - 5,999                 | 5,5                                 | 5                             | 166                            | 39,52                                   |
| 6 - 6,499                   | 6                                   | 6                             | 161                            | 38,33                                   |
| 6,5 - 6,999                 | 6,5                                 | 13                            | 155                            | 36,90                                   |
| 7 - 7,499                   | 7                                   | 7                             | 142                            | 33,81                                   |
| 7,5 - 7,999                 | 7,5                                 | 14                            | 135                            | 32,14                                   |
| 8 - 8,499                   | 8                                   | 8                             | 121                            | 28,81                                   |
| 8,5 - 8,999                 | 8,5                                 | 9                             | 113                            | 26,90                                   |
| 9 - 9,499                   | 9                                   | 13                            | 104                            | 24,76                                   |
| 9,5 - 9,999                 | 9,5                                 | 9                             | 91                             | 21,67                                   |
| 10 - 11,999                 | 10                                  | 23                            | 82                             | 19,52                                   |
| 12 - 14,999                 | 12                                  | 33                            | 59                             | 14,05                                   |
| 15 - 16,999                 | 15                                  | 10                            | 26                             | 6,19                                    |
| 17 - 18,999                 | 17                                  | 7                             | 16                             | 3,81                                    |
| 19 - 25,999                 | 19                                  | 9                             | 9                              | 2,14                                    |

*Fuente: Investigación Propia*

Gráfica 2.7 Curva de Caudales Medios del Río Escaleras



*Fuente: Investigación Propia*

#### **2.1.3.4 Consideraciones sobre el Caudal de Diseño**

El caudal de diseño a considerarse es el que resulta de la curva de duración de caudales mensuales con la probabilidad del 50% de ocurrencia menos el 10% de la probabilidad del 90% de ocurrencia.

Luego de analizar las curvas de los ríos Tablas y Escaleras, determinamos que el caudal de diseño es 2.10 m<sup>3</sup>/seg y 3.51 m<sup>3</sup>/seg respectivamente. Con estos resultados podemos deducir que el caudal de diseño para el esquema Caluma Alto es 5.6 m<sup>3</sup>/seg.

#### **2.1.3.5 Curva de duración de caudales y variación estacional en la estación Caluma Alto**

Para la determinación de las curvas de variación estacional también han sido utilizados los valores de caudales medios mensuales procesados mes a mes durante todo el período disponible. Se puede apreciar los resultados obtenidos en el Cuadros 2.6 y en la Gráfica 2.8 para el río Tablas y en el Cuadro 2.7 y en la Gráfica 2.9 para el Río Escaleras.

***Cuadro 2.6 Curva Estacional de caudales medios actualizados – Río Tablas***

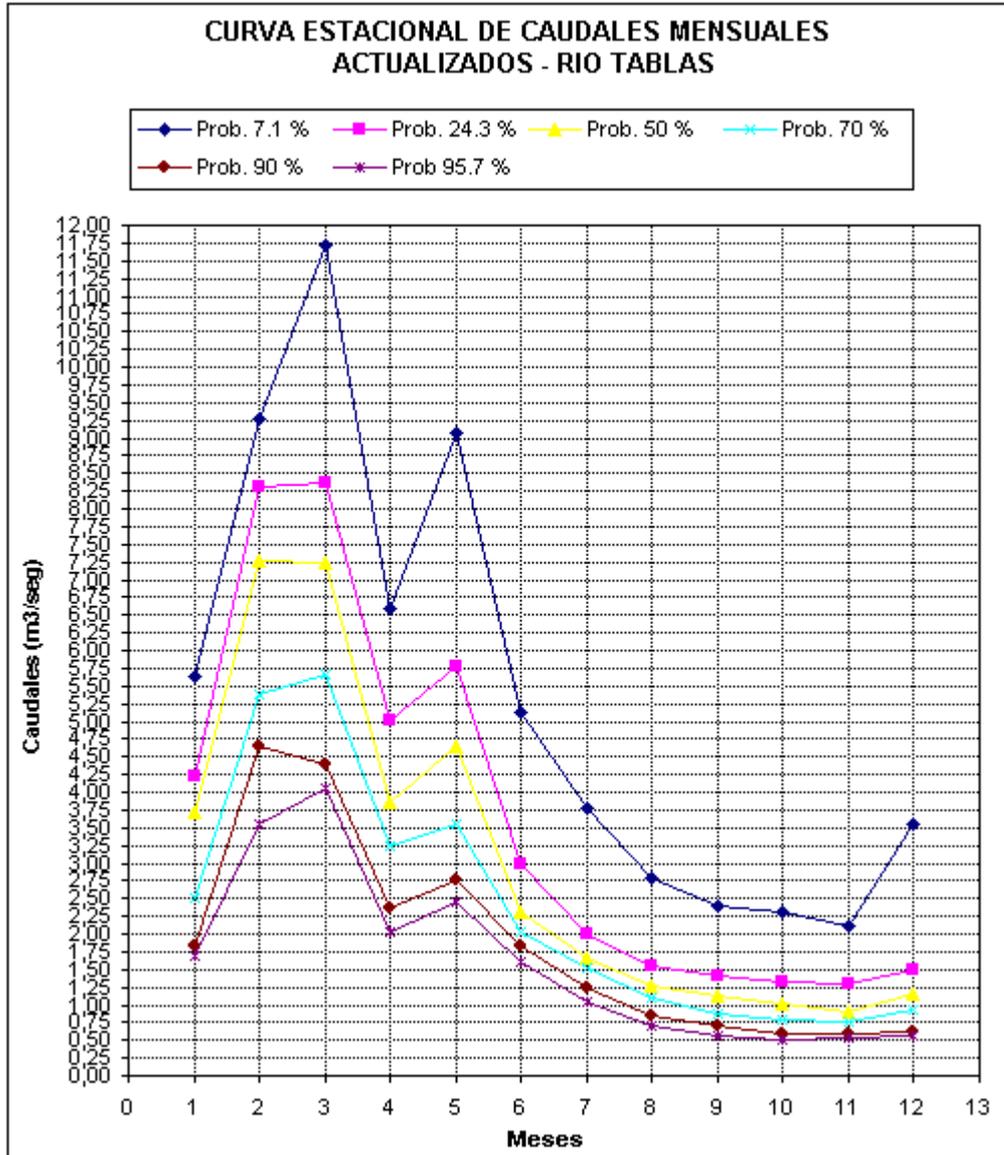
Caluma Alto: Río Tablas

Período: 1965 -1999

| <b>PROBABILIDAD (%)</b> | <b>ENE</b> | <b>FEB</b> | <b>MAR</b> | <b>ABR</b> | <b>MAY</b> | <b>JUN</b> | <b>JUL</b> | <b>AGO</b> | <b>SEPT</b> | <b>OCT</b> | <b>NOV</b> | <b>DIC</b> |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| 7,14                    | 5,641      | 9,265      | 11,718     | 6,604      | 9,076      | 5,120      | 3,775      | 2,794      | 2,404       | 2,310      | 2,103      | 3,554      |
| 24,29                   | 4,217      | 8,323      | 8,366      | 5,013      | 5,777      | 2,977      | 2,004      | 1,552      | 1,404       | 1,333      | 1,289      | 1,486      |
| 50,00                   | 3,707      | 7,260      | 7,234      | 3,867      | 4,654      | 2,312      | 1,660      | 1,267      | 1,123       | 1,012      | 0,902      | 1,151      |
| 70,00                   | 2,515      | 5,384      | 5,668      | 3,253      | 3,539      | 2,032      | 1,517      | 1,113      | 0,861       | 0,784      | 0,748      | 0,941      |
| 90,00                   | 1,833      | 4,650      | 4,394      | 2,358      | 2,753      | 1,819      | 1,238      | 0,837      | 0,711       | 0,582      | 0,582      | 0,616      |
| 95,71                   | 1,684      | 3,539      | 4,059      | 2,033      | 2,461      | 1,601      | 1,038      | 0,691      | 0,562       | 0,514      | 0,542      | 0,551      |

*Fuente: Investigación Propia*

Gráfica 2.8 Curva Estacional de Caudales Mensuales del Río Tablas



Fuente: Investigación Propia

***Cuadro 2.7 Curva Estacional de caudales medios actualizados – Río Escaleras***

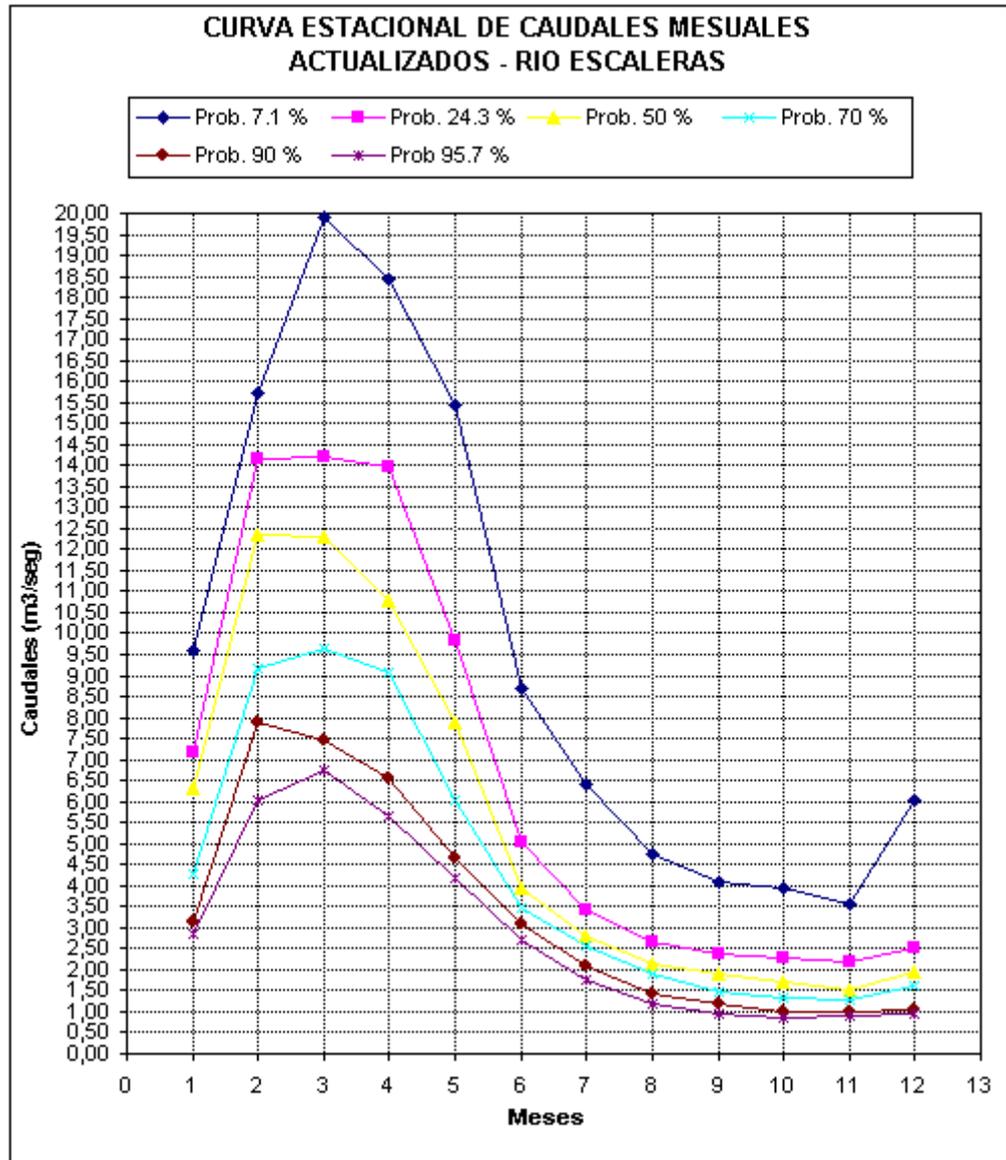
Caluma Alto: Río Escaleras

Período: 1965 -1999

| <b>PROBABILIDAD (%)</b> | <b>ENE</b> | <b>FEB</b> | <b>MAR</b> | <b>ABR</b> | <b>MAY</b> | <b>JUN</b> | <b>JUL</b> | <b>AGO</b> | <b>SEP</b> | <b>OCT</b> | <b>NOV</b> | <b>DIC</b> |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 7,14                    | 9,584      | 15,740     | 19,909     | 18,422     | 15,419     | 8,698      | 6,414      | 4,747      | 4,084      | 3,924      | 3,573      | 6,038      |
| 24,29                   | 7,165      | 14,140     | 14,213     | 13,984     | 9,815      | 5,059      | 3,404      | 2,637      | 2,386      | 2,265      | 2,189      | 2,524      |
| 50,00                   | 6,298      | 12,335     | 12,290     | 10,787     | 7,908      | 3,927      | 2,820      | 2,153      | 1,908      | 1,719      | 1,533      | 1,956      |
| 70,00                   | 4,273      | 9,148      | 9,630      | 9,075      | 6,013      | 3,451      | 2,578      | 1,890      | 1,462      | 1,331      | 1,271      | 1,599      |
| 90,00                   | 3,115      | 7,900      | 7,465      | 6,577      | 4,677      | 3,090      | 2,104      | 1,421      | 1,208      | 0,988      | 0,988      | 1,047      |
| 95,71                   | 2,862      | 6,013      | 6,751      | 5,670      | 4,182      | 2,720      | 1,764      | 1,175      | 0,956      | 0,873      | 0,921      | 0,936      |

*Fuente: Investigación Propia*

Gráfica 2.9 Curva Estacional de Caudales Mensuales del Río Tablas



Fuente: Investigación Propia

## **2.2 Geología**

### **2.2.1 Introducción**

El estudio Geológico del Proyecto Caluma Alto, se lo realiza con la finalidad de conocer su naturaleza y sus suelos, para el desarrollo de proyectos hidrológicos de mediana capacidad, el sitio incluye el valle del río Tablas y Escaleras al Este de Caluma.

Los ríos mencionados se originan en el flanco Oeste de la Cordillera Occidental de los Andes, en uno de sus ramales; y fluyen hacia el Oeste para conformar los tributarios mayores del Río Guayas.

Este estudio geológico es de mucha importancia debido a que se debe de considerar las características del suelo, donde se implementaran las diferentes obras del Proyecto Caluma Alto.

En esta zona, se presentan afloramientos de rocas esencialmente piroclásticas correspondiente a la formación Macuchi, de origen volcánico.

Las condiciones geológicas, en lo que se refiere al lecho de rocas son ígneas, intrusivas y extrusivas, y cuando se las encuentran fresca proporcionarían soporte adecuado para cualquiera de las estructuras o excavaciones.

La mayoría de las excavaciones para estructuras y canales se harán en materiales poco consolidados, tales como aluviales, coluviales, residuales, y roca meteorizada. Cada esquema consiste en una obra de derivación, un sistema de canales y/o túneles, una tubería de presión y una casa de máquinas.

Cada material presenta diferentes calidades en lo que se refiere a excavación, estabilidad de taludes, permeabilidad, operación y mantenimiento, y se comportarán diferentemente según las pendientes de los taludes.

### **2.2.2 Investigación de Campo**

La investigación de campo consistió en un viaje de inspección al área de Caluma; con la finalidad de conocer el territorio y analizar los sitios en los cuales estará ubicado el Proyecto Hidroeléctrico Caluma Alto. Teniendo como referencia el estudio de los planos que realizaron (INECEL).

En el viaje de inspección, observamos su área, su estructura, su naturaleza, localización de manantiales y quebradas, conociendo con que dificultad o facilidad podemos implementar nuestro proyecto, analizando el esquema seleccionando para cada uno de los sitios, para así poder ubicar cada una de la maquinaria a utilizarse, tomando coordenadas para el desarrollo e implementar el proyecto.

Una idea más amplia de las características geológicas de la zona donde estará situado el Proyecto Hidrológico Caluma Alto se presenta en el plano G1, (estudios INECEL).

### **2.2.3 Rasgos Geológicos Regionales**

La zona donde se ubican los proyectos de Caluma y Echeandía, se encuentran al norte de las estribaciones Occidental de la Cordillera de Chillanes, separadas de las Cordillera Occidental por el valle del río Chimbo.

En este sector aflora una serie aparentemente homogénea, plegada, de rocas esencialmente piroclásticas que se presentan en las vecindades de Echeandía y Caluma como “Formación Macuchi”.

La formación Macuchi está constituida por rocas muy duras, volcano-clásticas y turbidíticas, con intercalaciones de basaltos almohadillados (pillow lavas) y brechas volcánicas. La formación Macuchi conforma un amplio frente montañoso en la falda occidental de la cordillera Occidental, desde la zona de Pallatanga hasta Santo Domingo de los Colorados. Además, constituye el basamento cristalino tanto de la Sierra baja, como de la depresión costera entre la ciudad de Guayaquil y Santo Domingo de los Colorados, por lo que cabe recalcar que se la puede encontrar en profundidad por debajo del proyecto aunque no se conoce en realidad cual es el espesor de la cobertura sedimentaria cuaternaria en el sitio de estudio, dando como tentativa la cifra de varios cientos de metros hasta un kilómetro de espesor.

En esta zona distinguimos dos cuerpos de intrusivos (principalmente el granito) a diferentes alturas: el batolito de Puruloma y el de Caluma – Echeandía, caracterizados por potente cobertura residual. Estos tienen una alineación predominante de N-S

Los depósitos aluviales corresponden a terrazas de granulometría variable con predominio grueso de más 1 metro de diámetro.

Los depósitos coluviales, presentan bloques de varios metros de diámetro y muestran un potente desarrollo residual. Aparecen como acumulaciones a pie de monte. Las acumulaciones más potentes corresponden a grandes deslizamientos.

En las zonas de cruce da lugar a materiales volcánicos observados en las cotas superiores de la cordillera; los detritos de estos mantos volcánicos han formado acumulaciones que se observan en las vecindades.

En cuanto a la tectónica, el área estudiada esta influenciada por el sistema de fallas del río Chimbo, asociado a una intensa actividad sísmica.

### ***Litología***

La región de Caluma y Echeandía presentan las mismas formaciones encontradas correspondiente a:

Formaciones Macuchi, las cuales son de origen predominantemente volcánico, caracterizado por lavas y rocas volcano-clásticas. Se

estima que la formación tiene 6000 m en el área Caluma-Echeandía y la piritita diseminada es característica en la formación.

Intrusiones ácidas a intermedias, estos han sido identificados principalmente como rocas graníticas, aunque existen variaciones locales que ocupan una gama tan amplia como la escala granito-microdiorita.

Las formaciones cuaternarias comprenden a:

- Terrazas indiferenciadas
- Depósitos Coluviales recientes
- Depósitos aluviales recientes

Las terrazas indiferenciadas son potentes acumulaciones de detrito de origen volcánico, consistentes en cenizas, limos, arenas y cantos rodados.

Los depósitos aluviales recientes corresponden a terrazas fluviales de granulometría variable con predominio gruesos, siendo fluyentes bloques de más de 1 m de diámetro.

Los depósitos coluviales, esencialmente inconsolidados, presentan bloques de varios metros de diámetro y muestran un potente desarrollo residual, aparecen principalmente como acumulaciones a pie de monte, con desarrollo y ubicaciones variables, y muestran frecuentemente un potente desarrollo residual.

### ***Geomorfología***

El aprovechamiento de Caluma se encuentran en zonas abruptas, con ríos encañonados con cortes en “V” que atestiguan el levantamiento continuo de la región.

## **2.2.4 Descripciones Geológico-Geotécnicas del esquema Caluma Alto**

### ***Rasgos Generales***

La alternativas de aprovechamiento en Caluma se ubica en los Ríos Tablas y Escaleras son afluentes del Rio Pita, y este es afluente del Río Catarama, tributario del Río Babahoyo. La alternativa que se considero es la CL-A3, según INECEL entre las cotas 625 m.s.n.m, con la utilización simultánea de las aguas de los Ríos Tablas y Escaleras.

Las características del terreno se encuentran con mayor precisión en el Mapa geológico de Caluma el cual detalla como esta constituido geológicamente cada parte del terreno donde se asentará el Proyecto Caluma Alto, ver Anexo8.

### ***Litología***

El lecho rocoso está constituido por la Formación Macuchi y el sector meridional fragmentado del Batolito Puruloma.

En esta región se encuentran lavas y rocas volcanoclásticas variadas de grano grueso en matriz andesíticas. Es posible encontrar metamorfismo de contacto por el efecto del babolito. Se ha efectuado un análisis para definir el grado de meteorización de las andesitas dentro de un rango de frescas (color gris verdoso) hasta descompuestas (café rojizo).

Los aluviales de terrazas son formaciones lenticulares, conglomeráticas a limo arcillosas. Los componentes gruesos son fragmentos de rocas frescas y ligeramente meteorizadas, el espesor de las terrazas aluviales es de mas de 4 metros.

Los suelos residuales de la formación Macuchi se destacan por sus tonalidades anaranjadas; se comportan como suelos plásticos, poco porosos, permeables y firmes.

La pirita diseminada en la Formación Macuchi podría ocasionar, por hidrólisis, corrosiones en el hormigón.

Los depósitos coluviales son potentes a pie de talud; están constituidos básicamente por derrubios que incluyen ocasionalmente bloques de varios metros de diámetro.

Los depósitos aluviales contienen altos porcentajes de cantos rodados y bloques, en matriz de arena fina limosa.

Los suelos residuales son pocos profundos, se han desarrollados en los antiguos coluvios y en mayor grado en las rocas ígneas.

En el cuadro 2.8 describimos las características de los tipos de rocas y suelos:

**Cuadro 2.8 Características de tipo de rocas y suelos**

| Tipo de material             | Formación  | Características  | Detalles prioritarios   |
|------------------------------|--|--|---|
| Roca                         | Ignea<br>Metamórfica   | Rocas formadas por cristales de minerales  | Estructura geológica.<br>Fracturas.   |
|                              | Sedimentaria (debe definirse el tipo de roca en la forma más detallada posible). | Rocas formadas por granos cementados, depositados en capas.  | Planos de estratificación.  |
| Roca meteorizada (saprolito) | Ignea<br>Metamórfica<br>Sedimentaria   | Permanecen algunos rasgos de la roca pero ésta se encuentra descompuesta, en las discontinuidades. | Estructura geológica<br>Discontinuidades<br>Estado de meteorización.                        |
| Suelo                        | Residual   | Roca meteorizada en la cual ya no aparecen las características físicas de la roca.                 | Estructura geológica.<br>Discontinuidades.<br>Propiedades fisicoquímicas.                   |
|                              | Aluvial<br>Coluvial.<br>Glacial<br>Loess   | Grupos de partículas o bloques de suelo o roca.  | Propiedades físicas.  |
| Materiales heterogéneos      | Roca, roca meteorizada, suelo.   | Mezcla de diversos materiales en un mismo perfil.  | Estructura geológica.<br>Discontinuidades.<br>Meteorización.<br>Propiedades fisicoquímicas. |

### **Geomorfología**

En cuanto a la geomorfología, la zona es abrupta, especialmente la correspondiente a los ríos Tablas y Escaleras que presentan vertientes muy pronunciadas.

La presencia de superficies rugosas, demuestra el intenso fracturamiento de la roca. El drenaje es paralelo, con un promedio de 6 cauces afluentes por km a lo largo de los ríos Tablas y Escaleras.

Las vertientes presentan diversos grados de estabilidad siendo la más estable, la vertiente septentrional del río Tablas y la más inestable, vertiente norte del Escalera.

La zona alta por encima de la cota 500 m.s.n.m. está caracterizada por la presencia de la Formación Macuchi y el batolito de Puruloma, con pendientes muy fuertes y abundantes depósitos coluviales.

Los fondos de las quebradas muestran afloramientos rocosos, en zona de grandes deslizamientos.

En esta región se encuentra lavas andesíticas y rocas volcanoclásticas de grano grueso en matriz andesíticas.

La presencia de superficies rugosas, demuestran el intenso fracturamiento de la roca.

### *Aspectos geotécnicos*

La toma del río Tablas se ubica sobre depósitos aluviales recientes, contra afloramiento de roca en el margen derecha. En río Escaleras, la toma esta sobre aluviales estables.

Los desarenadores se los haría sobre terrazas aluviales, sin problemas de fundación.

La conducción en el canal atravesaría depósitos aluviales en el primer tramo del río Escaleras, con inestabilidad en las laderas, producto de un deslizamiento antiguo.

La conducción del río Tablas atravesaría roca volcánica masiva con alta fracturación. Luego cruza por el suelo residual potente con huellas de retracción.

En ambos casos se deberá impermeabilizar las cimentaciones y los estribos para evitar filtraciones. Los canales serán excavados indistintamente en suelos residuales y coluviales, pero también en roca andesítica, generalmente fracturada y fresca a medianamente meteorizada.

Los canales deberán ser revestidos, aún en caso de ser excavados en roca, para prevenir filtraciones en diaclasas y planos de estratificación, meteorizados o no.

Los túneles serán excavados en roca, excepto los portales. Se espera que las condiciones de excavación varíen de excelentes a pobres, dependiendo de la litología, meteorización, orientación de diaclasamiento y estratificación, alteración hidrotermal, fallamiento, etc.

Las tuberías de presión cruzarán suelos residuales, coluviales y aluviales y, ocasionalmente, roca. Los anclajes, en los primeros casos, requerirán pesados bloques de gravedad. No se recomienda rellenar la trinchera excavada para la tubería de presión.

Las casas de máquinas que se proponen serán construidas en aluviales, en los cuales se recomienda cimentaciones en zapatas. Aunque no se espera encontrar el lecho rocoso cerca de la superficie en estas áreas, se procurará ajustar las alineaciones de canales y tubería de presión a los sitios rocosos.

# **CAPITULO III**

## **3 Descripción General del Proyecto**

### **3.1 Introducción**

Para el diseño del proyecto Caluma Alto, se ha considerado como base el estudio realizado por INECEL.

Se ha efectuado una actualización de las características principales de las obras; como Obras Civiles, Obras Hidráulicas, Equipo Mecánico y Equipo Eléctrico.

### **3.2 Esquema del Proyecto**

El Proyecto Hidroeléctrico Caluma Alto se encuentra en la Provincia Bolívar, en la Población de Caluma. La cuenca hidrográfica de Caluma forma parte de la cuenca hidrográfica del río Guayas como subcuencas del sistema fluvial del río Babahoyo. El acceso principal a la zona del esquema de Caluma, es desde la carretera principal Quevedo –Daule.

La conducción del aprovechamiento de los ríos Tablas y Escaleras (cota 625 m.s.n.m) se diseñara por medio de canales, el primer canal con una longitud de 2.6 Km; y el segundo canal con una longitud de 2.8 km hasta llegar al tanque de carga (cota 625 m.s.n.m).

La casa de máquinas (cota 525,00 m.s.n.m) aprovecha una caída total de 100m, la descarga se la realiza en la unión de ambos ríos, se encuentra ubicada en la orilla derecha del río Escaleras aproximadamente unos 2 Km. aguas arribas de la confluencia de este con el río Tablas.

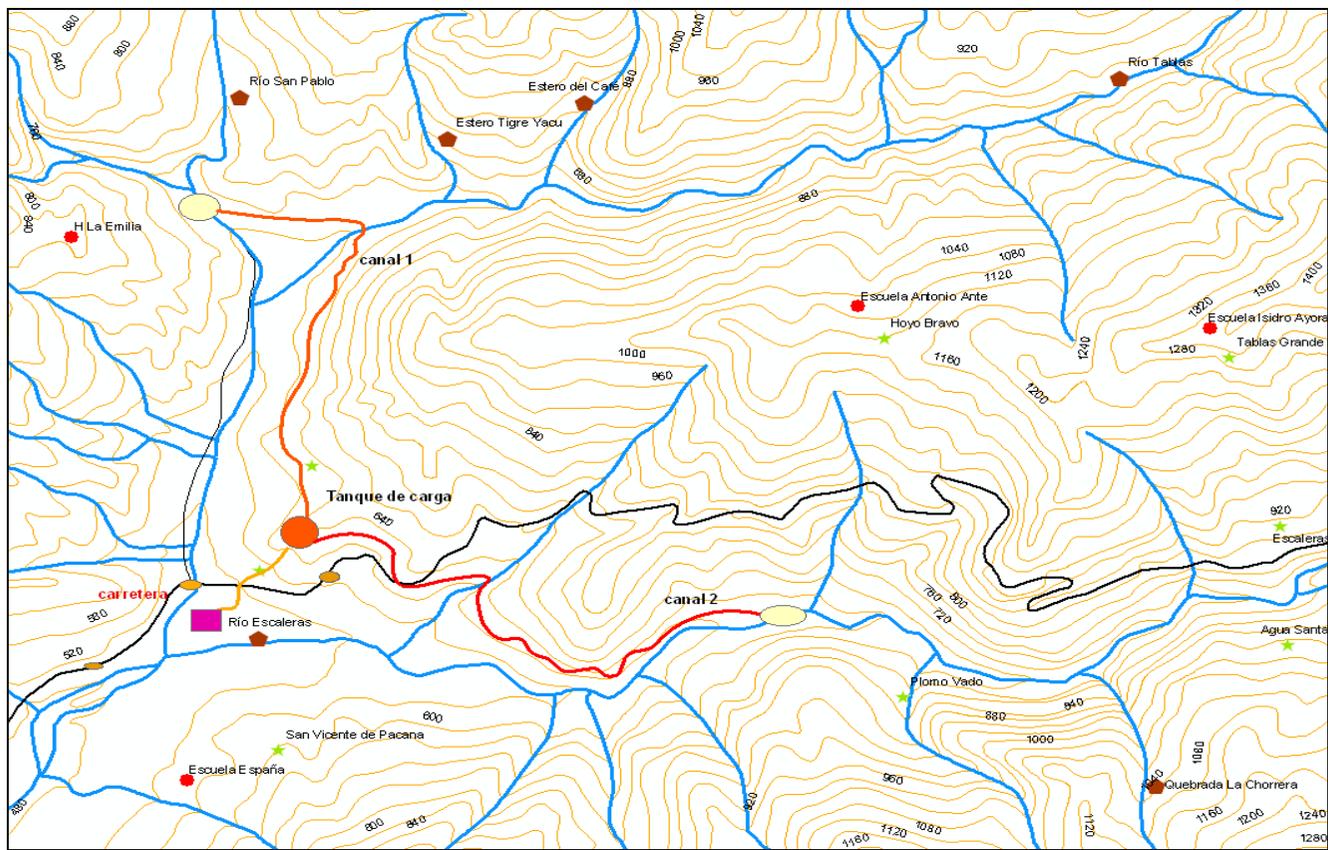
Este esquema está constituido básicamente por: captaciones convencionales y obras anexas en los ríos Tablas y Escaleras respectivamente; canal de conducción; tanque de carga; tubería de presión a cielo abierto; casa de máquinas a cielo abierto y; canal de restitución.

Presentamos las siguientes características del esquema analizado, que se muestran en el cuadro 3.1, En la figura 3.1 se puede observar la implementación del proyecto.

***Cuadro 3.1 Características Principales del Proyecto***

|   |             |
|---|-------------|
| Potencia Del Proyecto (MW)                    | 6.3         |
| Caída Neta (m)                                | 100 m       |
| Pérdidas Hidráulicas (m)                      | 1.11607     |
| Caudal de Diseño (m3/seg)                     | 5.6 m3/seg  |
| Nivel De Operación del Embalse                | 625 m       |
| Cota de Restitución con dos unidad trabajando | 525 m.s.n.m |

**Figura 3.1 Implementación General del Proyecto Caluma Alto**



### **3.3 OBRAS CIVILES E HIDRAULICAS**

#### **3.3.1 Sistema Hidráulico**

El sistema Hidráulico está formado por una conducción a presión y conduce las aguas desde el tanque de carga hasta la casa de máquinas.

Las principales obras civiles son:

- Presa de embalse
- Desarenador
- Reservorio
- Tanque de carga
- Tubería de Presión
- Casa de máquinas
- Canal de Restitución

#### **3.3.2 Presa de embalse**

Una presa de embalse es una pared que se coloca en un sitio determinado del cauce de una corriente natural con el objeto de almacenar parte del caudal que transporta la corriente.

La pared debe ser diseñada para que soporte las fuerzas que se generan por la presión del agua. Los tipos de presa mas

utilizados en la actualidad son los de gravedad en concreto, arco en concreto, de tierra y escollera.

La presa de embalse que hemos considerado apropiada para el proyecto propuesto es la de tierra y escollera.

### **3.3.3 Reservorio de regulación**

La determinación de la capacidad del reservorio esta basada en las siguientes condiciones:

- Condiciones Hídricas; consideradas como tales las peores condiciones de afluencia de caudal.
- Condiciones Operacionales; esto es la adaptación de la operación de la central a la curva de carga del sistema.
- Condiciones físicas; es decir condiciones geomorfológicos que permitan su configuración.

El número de horas diarias que la planta puede trabajar en capacidad máxima es de 4 horas, bajo las condiciones del pequeño embalse de regulación diaria.

En nuestra central de pasada consiste en dos pequeños reservorios de regulación diaria, con una altura neta de 100 m,

con un volumen de 35.000 m<sup>3</sup>, garantizando el ingreso al caudal de diseño a la captación se ha establecido la cota 625 m.s.n.m. como el nivel mínimo de operación, de la misma manera se ha determinado que el nivel normal de operación es la elevación 627m.s.n.m.

### 3.3.4 Desarenador

El desarenador se encuentra ubicado contiguo a la bocatoma, constará de dos cámaras de sedimentación y una compuerta de limpieza, al final de estas se han previstos ductos de limpieza alineados con el eje de cada cámara.

Tiene las siguientes características técnicas que se muestra en el siguiente cuadro 3.2:

***Cuadro 3.2 Características Técnicas del Desarenador***

|                                    | Río Tablas | Río escaleras |                     |
|------------------------------------|------------|---------------|---------------------|
| Numero de cámaras                  | 2          | 2             |                     |
| Dimensiones de la compuerta        | 2.00x1.90  | 2.00x2.20     | m                   |
| Caudal de diseño de las compuertas | 2.10       | 3.15          | m <sup>3</sup> /seg |
| Ancho de la cámara                 | 3.00       | 4.40          | m                   |
| Longitud útil de la cámara         | 20.00      | 20.00         | m                   |
| Ancho total                        | 6.00       | 8.80          | m                   |
| Altura útil de la cámara           | 2.40       | 2.40          | m                   |
| Longitud total del desarenador     | 31.30      | 31.30         | m                   |

### 3.3.5 Tanque de Carga

El tanque de carga se encuentra ubicado (625 m.s.n.m) aguas abajo del desarenador, el cual es alimentado por el canal del río Tablas y el río Escaleras, cuyo acceso se lo hará desde la carretera principal.

Los elementos que constituyen esta obra y que se describen en el sentido del flujo son: estructura control provisto de rejilla fina y tanque de carga

Las dimensiones principales de esta obra, que se muestra a continuación:

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| Elevación del nivel de agua | 626.98 m |
| Elevación mínima del agua   | 624.98 m |
| Longitud del tanque         | 24 m     |
| Ancho del tanque            | 4 m      |

### 3.3.6 Conducción

Las obras de conducción adoptadas para el aprovechamiento prevé un flujo de gravedad y son de dos tipos: en canal abierto, presentado en el siguiente cuadro 3.3.

**Cuadro 3.3 Conducción del Río Tablas y Río Escaleras**

| <b>Canales</b>   | Tablas  | Escaleras |   |
|------------------|---------|-----------|---|
| Longitud         | 2600    | 2890      | m |
| Ancho de la base | 1.15    | 1.50      | m |
| Pendiente        | 0.00037 | 0.00033   |   |

La conducción de la tubería de presión tiene su inicio en el tanque de carga con una longitud de 530 m y termina en el distribuidor de la casa de máquinas.

### **3.3.7 Casa de Máquinas**

La casa de máquinas se encuentra a una cota de 525 m.s.n.m en coordenadas  $1^{\circ}35,063' S$  y  $79^{\circ}13,239'$ , desde San Vicente de Pacana hay una vía de acceso de 1500 m de longitud hasta esta.

La Casa de Máquina tiene 2 unidades de 3.25 MW, y con un caudal de  $5.6 \text{ m}^3/\text{seg.}$  por unidad. Tiene como dimensiones exteriores una longitud de 47 m y un ancho de 20 m. Está dividida en 5 bloques: la nave de montaje, sala de máquinas con una longitud total de 45m, área para tableros y transformadores, área de operadores. Los equipos que se encuentran en la casa de máquinas se enumeran a continuación:

- Válvula mariposa.
- Turbina Francis de eje horizontal con dispositivos de protección.
- Generador con equipo de interrupción y dispositivos de protección.
- Tableros de cierre (stoplogs).

### **3.3.8 Canal de Restitución**

El canal de restitución recolecta las aguas turbinadas en los dos grupos y las entrega nuevamente al río, aproximadamente a unos 300 m aguas abajo de la central. Los niveles de restitución determinados para diferentes condiciones de operación se indican a continuación: nivel mínimo de descarga con una unidad en operación 523.30 m.s.n.m. Nivel de descarga con dos unidades en operación 524.55 m.s.n.m.

El canal de restitución de sección trapezoidal tiene las siguientes características geométricas:

|                    |        |
|--------------------|--------|
| Ancho en el fondo  | 1.65 m |
| Longitud del canal | 530 m  |

### **3.3.9 Equipo Mecánico y Eléctrico**

Se realizó un resumen de los estudios hechos por INECEL, siguiendo un procedimiento similar en lo que respecta al equipo mecánico y eléctrico.

#### **3.3.9.1 Equipo Mecánico**

El principal equipo mecánico que se utiliza para la realización del aprovechamiento Caluma Alto, se plantean a continuación:

##### ***Turbinas***

Las turbinas serán de tipo Francis de eje horizontal y de rodete simple, que operan a una velocidad mínima aproximadamente de 165 rpm.

##### ***Válvulas de Entrada***

Una válvula de entrada de tipo mariposa será provista para cada turbina entre la turbina de presión y el caracol de la turbina para permitir el desagüe de la misma para

inspección y mantenimiento y también para cierre de emergencia del flujo de agua en el caso de falla de los álabes móviles.

Las válvulas de entrada serán operadas hidráulicamente solamente en la apertura, debiendo ser la operación de cierre mediante contrapeso. El diámetro de la válvula es de aproximadamente 750m.

### ***Reguladores***

Los cuales son de tipo electro-hidráulico, cada turbina estará provista de un regulador para mantener una velocidad de la turbina constante mediante la regulación automática de la apertura de los álabes móviles como respuesta a los cambios de carga.

### ***Compuertas del Proyecto***

Las compuertas se las ha clasificado en compuertas planas deslizantes, planas con rueda.

### ***Compuertas de Tipo Deslizantes***

Serán empleadas en la zona de la bocatoma para permitir o no el paso de agua, para evacuación en labores de limpieza del canal.

### ***Compuertas Planas con Ruedas***

Similares a las deslizantes, pero a ser empleadas en condiciones no equilibradas de presión de agua en las dos caras.

### **3.3.9.2 Equipo Eléctrico**

El principal equipo eléctrico que se utiliza para la realización del aprovechamiento Caluna Alto, se plantean a continuación:

#### ***Generadores***

Los generadores son de 3.25 MVA cada uno, con un factor de potencias de 0.9 inductivo, a 4.16 KV +/- 5%:  
60 Hz, 720 rpm.

### ***Disyuntores de Unidad***

Realizados los estudios se recomienda disyuntores en SF6, con mando trifásico con resorte y motor a corriente continua, corriente nominal 500 amperios, corriente de ruptura nominal 25KA, corriente de falla 25 KA; de diseño normalizado.

Cada disyuntor de unidad irá contenido en el cubículo respectivo de 4.16 KV. Los disyuntores serán de tipo extraíbles para mantenimiento y pruebas.

### ***Transformador Principal***

Se ha previsto un transformador de 6.5 MVA de 3 devanados 4.16-69 +/- 2 x 2.5% KV – 13.8 KV, 60 Hz, trifásico, sumergido en aceite, para intemperie. Enfriamiento tipo OA/FA, con aire forzado. El bobinado de 4.16 KV estará conectado en triangulo y los de 69 KV y 13.8 KV en estrella con neutro puesto a tierra.

### ***Subestación***

El patio de la subestación se ubica en la parte posterior de la casa de máquinas. Del terciario del transformador principal se dispondrá de una capacidad de 4 MVA a 13.8 KV para distribuir a los poblados cercanos a la central. Al transformador se lo ha ubicado convenientemente junto a la casa de máquinas para acortar su conexión mediante cables a la barra general de 4.16 KV así como para dejar libre el espacio necesario para la construcción y montaje de la subestación a 69 KV. La alimentación a las barras de 69 KV parte del seccionador.

# **CAPITULO IV**

## **4 Presupuesto**

### **4.1 Introducción**

El presente capítulo tiene la finalidad de establecer y mostrar los procedimientos hemos realizado para obtener los costo del proyecto Caluma Alto.

Los datos básicos para el cálculo de precios unitarios fueron proporcionados por Hidronación y el Departamento de Planificación en el Consejo Provincial del Guayas, dicha información fue basada en costo de equipos eléctricos y mecánicos, tarifa de los equipos, costo de mano de obra, costo de materiales y su debido transporte al lugar en donde se encuentra ubicado el aprovechamiento.

También se tomo en cuenta los costos indirectos que tiene este tipo de obra para su ejecución.

## **4.2 Costos Totales de Producción**

### **4.2.1 Costos de los Equipos de Construcción**

Se seleccionaron los equipos apropiados con sus respectivos rendimientos para las diferentes actividades a realizar en la construcción de la central. Estos equipos constan de varios factores para el funcionamiento adecuado del mismo y entre los cuales tenemos:

Combustible, Lubricantes, Repuestos, Mantenimiento y Depreciación.

En el Cuadro 4.1 constan los valores de estos factores para los diferentes equipos a utilizar en la construcción:

**Cuadro 4.1 Equipos de Construcción**

| DETALLE DEL EQUIPO        | COMBUSTIBLE | LUBRICANTES | REPUESTOS | MANTENIMIENTO | DEPRECIACIÓN | OTROS | TARIFA HORARIA (\$) |
|---------------------------|-------------|-------------|-----------|---------------|--------------|-------|---------------------|
| Bomba                     | 0.32        | 0.12        | 1.04      | 0.44          | 2.08         |       | 4.00                |
| Cargadora frontal         | 1.34        | 0.50        | 4.37      | 1.85          | 8.74         |       | 16.80               |
| Compactador pesado manual | 0.20        | 0.08        | 0.65      | 0.28          | 1.30         |       | 2.50                |
| Concretera                | 0.22        | 0.08        | 0.72      | 0.30          | 1.43         |       | 2.75                |
| Equipo topográfico        | 0.16        | 0.06        | 0.52      | 0.22          | 1.04         |       | 2.00                |
| Excavadora                | 3.84        | 1.44        | 12.48     | 5.28          | 24.96        |       | 48.00               |
| Mezcladora                | 0.22        | 0.08        | 0.72      | 0.30          | 1.43         |       | 2.75                |
| Mixer                     | 1.60        | 0.60        | 5.20      | 2.20          | 10.40        |       | 20.00               |
| Motoniveladora            | 3.20        | 1.20        | 10.40     | 4.40          | 20.80        |       | 40.00               |
| Motosierra                | 0.16        | 0.06        | 0.52      | 0.22          | 1.04         |       | 2.00                |
| Retroexcavadora           | 2.52        | 0.95        | 8.19      | 3.47          | 16.38        |       | 31.50               |
| Rodillo p.c. vibratorio   | 2.40        | 0.90        | 7.80      | 3.30          | 15.60        |       | 30.00               |
| Soldadora eléctrica       | 0.12        | 0.05        | 0.39      | 0.17          | 0.78         |       | 1.50                |
| Tanquero                  | 1.60        | 0.60        | 5.20      | 2.20          | 10.40        |       | 20.00               |
| Tractor de orugas         | 5.20        | 1.95        | 16.90     | 7.15          | 33.80        |       | 65.00               |
| Vibrador                  | 0.17        | 0.06        | 0.55      | 0.23          | 1.09         |       | 2.10                |
| Volqueta                  | 1.60        | 0.60        | 5.20      | 2.20          | 10.40        |       | 20.00               |

*Fuente: Consejo Provincial del Guayas*

#### 4.2.2 Costos de Equipos Electromecánicos e Hidromecánicos

Los costos de equipo Electromecánicos e Hidromecánicos para el aprovechamiento del proyecto se presenta en el cuadro 4.2:

**Cuadro 4.2 Costos de Equipos Electromecánicos e Hidromecánicos**

| DESCRIPCION                             | PRECIO TOTAL (\$) |
|---|-------------------|
| <b>COSTOS DE LOS EQUIPOS ELECTRICOS</b> |                   |
| Generadores                             | 734.845.40        |
| Barras de generadores                   | 2.571.56          |
| Cubículo 4,16KV                         | 98.322.56         |
| Transformadores principales             | 47.208.83         |
| Tableros control / protección           | 152.114.08        |
| Tableros C alterna y continua           | 10.737.53         |
| Cables                                  | 20.830.10         |
| Equipos contra incendios                | 1.284.40          |
| Alumbrado                               | 8.260.30          |
| Disyuntor                               | 111.163.74        |
| Seccionadores                           | 51.426.81         |
| Trampa de onda                          | 19.352.64         |
| Pararrayos                              | 22.954.58         |
| Transformadores reductores              | 50.600.49         |
| Barras y aisladores                     | 20.133.34         |
| Malla de tierra y ductos                | 9.158.56          |
| Servicios Auxiliares                    | 95.935.56         |
| Estructuras metálicas                   | 40.252.41         |
| SUB-TOTAL =                             | 1.497.152.90      |

|   |              |
|---|--------------|
| <b>COSTO DE EQUIPOS ELECTROMECHANICOS Y MECANICOS</b> |              |
| Turbinas  | 661.360.46   |
| reguladores   | 23.357.77    |
| Válvulas de admisión                                  | 23.357.77    |
| punte grúa  | 19.344.80    |
| sistemas de ventilación y aire                        | 18.096.81    |
| sistema de tratamiento de agua, tuberías y accesorios | 16.312.20    |
| compuestas  | 47.284.53    |
| Línea de transmisión de 69 kV                         | 720.000.00   |
| SUB-TOTAL =   | 1.529.114.33 |

### 4.2.3 Costos de Materiales para la Construcción

Los costos de los principales materiales de construcción, para obtener los precios unitarios se han tomado de la lista de materiales proporcionados por el Consejo Provincial del Guayas:

Se añadió el costo de transporte del material desde la ciudad más cercana hasta el sitio la ubicación del proyecto.

*Cuadro 4.3 Costo de Materiales (en dólares)*

| MATERIAL   | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | OTROS | PRECIO FINAL |
|--|--------|-----------------|-------|--------------|
| Acero de perfiles                                    | kg     | 0,83            |       | 0,83         |
| Acero A-588  | kg     | 1,10            |       | 1,10         |
| Acero A-588  | TM     | 1.100,00        |       | 1.100,00     |
| Acero de refuerzo                                    | kg     | 0,76            |       | 0,76         |
| Acero de refuerzo                                    | TM     | 760,00          |       | 760,00       |
| Agua   | m3     | 0,20            |       | 0,20         |
| Alambre de amarre 3zn                                | kg     | 1,37            |       | 1,37         |
| Alambre galvanizado No. 18                           | TM     | 1.140,00        |       | 1.140,00     |
| Andamios   | gbl    | 0,20            |       | 0,20         |
| Arena  | m3     | 8,13            |       | 8,13         |
| Arena fina   | m3     | 8,13            |       | 8,13         |
| Bloque hormigón pesado                               | u      | 0,39            |       | 0,39         |
| Caballote universal                                  | m      | 7,50            |       | 7,50         |
| Cemento gris   | kg     | 0,12            |       | 0,12         |
| Cemento Portland                                     | TM     | 104,87          |       | 104,87       |
| Cordón sellante                                      | m      | 0,05            |       | 0,05         |
| Electrodos   | kg     | 2,57            |       | 2,57         |
| Encofrado  | gbl    | 30,69           |       | 30,69        |
| Enrocado   | m3     | 3,50            |       | 3,50         |
| Escollera  | m3     | 2,75            |       | 2,75         |
| Eternit  | m2     | 10,00           |       | 10,00        |
| Gavión triple torsión                                | u      | 25,39           |       | 25,39        |
| Grava  | m3     | 11,00           |       | 11,00        |
| Malla triplegalvanizada 50-10                        | m2     | 3,48            |       | 3,48         |
| Material cribado                                     | m3     | 3,46            |       | 3,46         |
| Material impermeable                                 | m3     | 1,76            |       | 1,76         |
| Material de mejoramiento                             | m3     | 2,00            |       | 2,00         |
| Material unif. Grueso (sub-base) triturado           | m3     | 7,46            |       | 7,46         |
| Piedra bola  | m3     | 2,50            |       | 2,50         |
| Piedra desplazante                                   | m3     | 1,40            |       | 1,40         |
| Pintura de aluminio                                  | gl     | 18,35           |       | 18,35        |
| Pintura anticorrosiva                                | gl     | 15,14           |       | 15,14        |
| Pintura de esmalte                                   | gl     | 13,98           |       | 13,98        |
| Plancha galvanizada (1,22x2,44x4mm)                  | u      | 69,62           |       | 69,62        |
| Ripio triturado                                      | m3     | 6,07            |       | 6,07         |
| Superplastificante                                   | kg     | 1,98            |       | 1,98         |
| Tirafondo 125 mm                                     | u      | 0,03            |       | 0,03         |
| Tubería de láminas estructurales (Empenable MP-100 d | m      | 227,36          |       | 227,36       |
| Tubería HG 2"  | u      | 25,24           |       | 25,24        |
| Tubería PVC 8"                                       | m      | 11,20           |       | 11,20        |

*Fuente: Consejo Provincial del Guayas*

#### **4.2.4 Costo de Mano de Obra**

Se ha considerado que toda la mano de obra será nacional, y si se necesitara de la participación extranjera esta se incluiría en el rubro correspondiente.

Las condiciones básicas para el cálculo del costo de la mano de obra son: el salario básico para las diferentes categorías de obreros, en base a las últimas disposiciones del Código de Trabajo, decreto y acuerdos ministeriales.

También se consideró 40 horas de trabajo por semana, 235 días laborables en el año y salarios mínimos normales establecidos para las diversas categorías por las comisiones sectoriales del ministerio de trabajo.

Las remuneraciones y cargas sociales establecidas por el código de Trabajo como IESS, SECAP, IECE, décimo tercer sueldo, el décimo cuarto sueldo, etc. Estos valores se pueden apreciar en el Cuadro 4.4

**Cuadro 4.4 Costos de Mano de Obra (en dólares)**

| CATEGORIA/CARGO                                    | CAT I    | CAT. II  | CAT. III | CAT IV   | CAT V    | O.E.P. 1 |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| SALARIO DIARIO UNIFICADO NOMINAL (1)               | 5.51     | 5.59     | 5.65     | 5.76     | 5.87     | 6.21     |
| MENSUAL NOMINAL (2)                                | 165.39   | 167.65   | 169.36   | 172.78   | 175.99   | 186.23   |
| ANUAL NOMINAL                                      | 1.984.63 | 2.011.83 | 2.032.37 | 2.073.31 | 2.111.90 | 2.234.72 |
| COMPONENTES SALARIALES EN PROCESO DE INCORPORACION |          |          |          |          |          |          |
| TRANSPORTE   |          |          |          |          |          |          |
| 13er SUELDO  | 165.39   | 167.65   | 169.36   | 172.78   | 175.99   | 186.23   |
| 14vo SUELDO  | 160.00   | 160.00   | 160.00   | 160.00   | 160.00   | 160.00   |
| APORTE PATRONAL (3)                                | 241.13   | 244.44   | 246.93   | 251.91   | 256.60   | 271.52   |
| FONDO DE RESERVA                                   | 165.39   | 167.65   | 169.36   | 172.78   | 175.99   | 186.23   |
| OTROS CODIGO DE TRABAJO (4)                        |          |          |          |          |          |          |
| TOTAL ANUAL  | 2.716.53 | 2.751.58 | 2.778.03 | 2.830.77 | 2.880.48 | 3.038.69 |
| TOTAL MENSUAL                                      | 226.38   | 229.30   | 231.50   | 235.90   | 240.04   | 253.22   |
| FACTOR DE SALARIO REAL                             | 2.13     | 2.12     | 2.12     | 2.12     | 2.12     | 2.11     |
| MENSUAL REAL                                       | 226.38   | 229.30   | 231.50   | 235.90   | 240.04   | 253.22   |
| COSTO HORARIO                                      | 1.47     | 1.48     | 1.50     | 1.53     | 1.55     | 1.64     |

| CATEGORIA/CARGO                      | O.E.P. 2 | SIN TITULO<br>Ayudante de<br>maquinaria | SOLDADOR<br>Eléctrico<br>acetileno | CHOFER<br>TIPO D | CHOFER<br>TIPO E | TOPOGRAFO<br>4 |
|--------------------------------------|----------|---|------------------------------------|------------------|------------------|----------------|
| SALARIO DIARIO UNIFICADO NOMINAL (1) | 5.99     | 5.65                                    | 6.22                               | 5.75             | 5.80             | 5.88           |
| MENSUAL NOMINAL (2)                  | 179.65   | 169.43                                  | 186.48                             | 172.46           | 173.97           | 176.31         |
| ANUAL NOMINAL                        | 2.155.85 | 2.033.16                                | 2.237.73                           | 2.069.52         | 2.087.70         | 2.115.69       |
| COMPONENTES SALARIALES EN PROCESO    |          |   |                                    |                  |                  |                |
| TRANSPORTE                           |          |   |                                    |                  |                  |                |
| 13er SUELDO                          | 179.65   | 169.43                                  | 186.48                             | 172.46           | 173.97           | 176.31         |
| 14vo SUELDO                          | 160.00   | 160.00                                  | 160.00                             | 160.00           | 160.00           | 160.00         |
| APORTE PATRONAL (3)                  | 261.94   | 247.03                                  | 271.88                             | 251.45           | 253.66           | 257.06         |
| FONDO DE RESERVA                     | 179.65   | 169.43                                  | 186.48                             | 172.46           | 173.97           | 176.31         |
| OTROS CODIGO DE TRABAJO (4)          |          |   |                                    |                  |                  |                |
| TOTAL ANUAL                          | 2.937.09 | 2.779.04                                | 3.042.56                           | 2.825.88         | 2.849.30         | 2.885.36       |
| TOTAL MENSUAL                        | 244.76   | 231.59                                  | 253.55                             | 235.49           | 237.44           | 240.45         |
| FACTOR DE SALARIO REAL               | 2.12     | 2.12                                    | 2.11                               | 2.12             | 2.12             | 2.12           |
| MENSUAL REAL                         | 244.76   | 231.59                                  | 253.55                             | 235.49           | 237.44           | 240.45         |
| COSTO HORARIO                        | 1.58     | 1.50                                    | 1.64                               | 1.52             | 1.54             | 1.56           |

*Fuente: Consejo Provincial del Guayas*

### 4.3 Resumen de los Costos Totales del Proyecto

En el Cuadro 4.5 se presenta el costo total del proyecto tomando en consideración los costos de las obras civiles, equipos electromecánicos y los equipos hidromecánicos.

*Cuadro 4.5 Resumen de los Costo Totales*

| RESUMEN GENERAL :                          | SUBTOTAL<br>USD/Americanos | %             |
|--|----------------------------|---------------|
| <b>OBRA CIVIL</b>                          | <b>4.580.750.29</b>        | <b>60.22%</b> |
| Azud y Bocatoma                            | 486.292.00                 | 6.39%         |
| Desarenador                                | 527.385.00                 | 6.93%         |
| Conduccion Canal                           | 1.669.413.16               | 21.95%        |
| Conduccion Tunel                           | -                          | 0.00%         |
| Aliviaderos Tipo                           | 451.524.00                 | 5.94%         |
| Pasos de Agua                              | -                          | 0.00%         |
| Reservorio de Regulacion Diaria            | 427.844.00                 | 5.62%         |
| Tanque de Carga                            | 188.136.00                 | 2.47%         |
| Tuberia de Presion                         | 457.368.87                 | 6.01%         |
| Casa de Maquinas                           | 197.702.00                 | 2.60%         |
| Canal de Restitucion                       | 44.811.05                  | 0.59%         |
| Caminos de Acceso                          | 130.274.20                 | 1.71%         |
| <b>EQUIPOS</b>                             | <b>3.026.267.23</b>        | <b>39.78%</b> |
| Equipos Eléctricos                         | 1.497.152.90               | 19.68%        |
| Equipos Electromecánicos                   | 1.529.114.33               | 20.10%        |
| <b>COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCION =</b>     | <b>7.607.017.52</b>        | <b>100.0%</b> |
| <b>(10%) Ingeniería y Administración =</b> | <b>760.701.75</b>          |               |
| <b>(8%) Imprevistos =</b>                  | <b>669.417.54</b>          |               |
| <b>Inversion total del Proyecto =</b>      | <b>9.037.136.81</b>        |               |

# CAPITULO V

## 5 Producciones Energéticas

### 5.1 Generalidades

Basados en el historial de caudales desde 1965 – 1999 de la estación Echeandía en Echeandía, fue posible la determinación de los caudales en ese período de años para el punto de captación del esquema Caluma Alto. Esta serie de caudales medios sirvieron como estadística para la elaboración de la serie sintética en la determinación de la producción de energía para los próximos 100 años. El estudio de las producciones energéticas es fundamental para la determinación de los beneficios que ingresarán al proyecto durante su período de vida, y así mediante el estudio económico respectivo concluir si es factible o no el desarrollo del proyecto.

Para la elaboración de la serie sintética se utilizó la herramienta PFIRM que es un software que utiliza modelos estocásticos para la elaboración de estas series. Mediante la simulación es posible determinar la generación mensual, caudales turbinados, operación de embalse, excedencias, producción firme, etc.

Para mayor detalle sobre la utilización del PFIRM y la metodología en la utilización de estos modelos estadísticos por favor referirse a la tesis Modelación de la Operación de Embalse.

## **5.2 Metodología de Cálculo**

Para la utilización del software en la simulación de las producciones energéticas del esquema Caluma Alto, es necesario plantear las características principales del proyecto, la hidrología correspondiente en el punto de captación y otros parámetros como niveles de embalse y restitución. A continuación se plantea paso a paso el procedimiento para la introducción de los datos en el PFIRM y la descripción de cada uno de los requerimientos del simulador:

### **5.2.1 Datos Generales para la Operación del Sistema.**

Los criterios en la operación del sistema son los que constan en la Figura 5.1. Como se puede observar se consideró el 97% de garantía anual y mensual tanto para la energía y capacidad firme. Este criterio fue tomado en base de que usualmente se utiliza el 90% de garantía para estos parámetros siendo así el 97% una mayor seguridad.

Se consideró también el 0% para máximo déficit y error admisible debido a que no se considera déficit de energía o capacidad firme para un año o mes fallido. Finalmente el número de horas diarias que la planta puede trabajar en capacidad máxima es de 4 horas

considerado bajo las condiciones del pequeño embalse de regulación diaria.

**Figura 5.1 Datos Generales para la Operación del Sistema**

| Parameter                                     | Value |
|---|-------|
| Guarantee for Annual Firm Peak Capacity (%)   | 97.0  |
| Guarantee for Annual Firm Energy (%)          | 97.0  |
| Guarantee for Monthly Firm Peak Capacity (%)  | 97.0  |
| Guarantee for Monthly Firm Energy (%)         | 97.0  |
| Maximum Admissible Deficit (% of Mean Inflow) | 0.0   |
| Maximum Admissible Error (% of Mean Inflow)   | 0.0   |
| Average Working-Day Peak Period (hours)       | 4.0   |

*Fuente: Simulador PFIRM*

### 5.2.2 Datos de Diseño de la Planta.

El proyecto Caluma Alto es considerado como una central de pasada con dos pequeño reservorio de regulación diaria con capacidad instalada de 6.5 MW, altura neta de 100 m y caudal de diseño de 5.6 m<sup>3</sup>/seg. También se consideró los valores de eficiencia de la turbina y del generador en 92 y 98% respectivamente, la elevación del reservorio se mantiene en 625 m. Finalmente se asumió un 3% como factor de salida forzado.

Todos los valores de diseño fueron obtenidos de los estudios del INECEL menos el porcentaje de salida forzado el cual fue asumido en base a otras simulaciones. En la Figura 5.2 podemos observar la ventana del PFIRM en donde se ingresan los datos del diseño de planta.

**Figura 5.2 Datos de Diseño de la Planta**

| Design Data                  |                        |
|------------------------------|------------------------|
| Type:                        | Run-of-the-River Plant |
| Design Capacity (MW):        | 6.50                   |
| Design Head (m):             | 100.00                 |
| Design Discharge (m3/s):     | 5.60                   |
| Turbine Efficiency (%):      | 92.00                  |
| Generator Efficiency (%):    | 98.00                  |
| Forced Outage Factor (%):    | 3.00                   |
| Max Reservoir Elevation (m): | 625.00                 |
| Min Reservoir Elevation (m): | 625.00                 |

Name of the Facility: Caluma Alto

Buttons: Help, Print, Clear, Cancel, <<, >>, OK

*Fuente: Simulador PFIRM*

### 5.2.3 Datos del Reservorio y Coeficiente Energético.

Debido a que el proyecto Caluma Alto es considerado como una central de pasada, no se aplica la curva de elevación del reservorio.

Para la curva de elevación en el punto 1 y en el punto 2 la elevación se mantiene en 525.00 m con un caudal de 5.6 m<sup>3</sup>/seg y 4.40 m<sup>3</sup>/seg

respectivamente, el punto 3 (elevación de 524.96 con caudal de 3.50 m<sup>3</sup>/seg) y el punto 4 (elevación de 524.95 con caudal de 2.50 m<sup>3</sup>/seg).

Para las pérdidas hidráulicas se analizó las pérdidas con respecto al caudal, variando los caudales aleatoriamente.

Con una capacidad de abastecimiento de aproximadamente 4 horas, se analiza que el reservorio de Energía diaria es de 24 MWh.

Todos estos datos fueron colocados en la ventana de Pfirm mostrada en la figura 5.3.

**Figura 5.3 Datos del Reservorio y Coeficiente Energético**

**Firm Energy Model - Reservoir Data**

| Reservoir Elevation Curve |               |              |            |
|---------------------------|---------------|--------------|------------|
|                           | Elevation (m) | Volume (Hm3) | Area (Km2) |
| Point 1                   | 0,00          | 0,00         | 0,00       |
| Point 2                   | 0,00          | 0,00         | 0,00       |
| Point 3                   | 0,00          | 0,00         | 0,00       |
| Point 4                   | 0,00          | 0,00         | 0,00       |

| Tailwater Elevation Curve |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
|                           | Elevation (m) / Inflow (m3/s) |
| Point 1                   | 525,00 / 5,60                 |
| Point 2                   | 525,00 / 4,40                 |
| Point 3                   | 524,95 / 3,50                 |
| Point 4                   | 524,95 / 2,50                 |

| Hydraulic Losses |                               |
|------------------|-------------------------------|
|                  | Losses (m) / Discharge (m3/s) |
| Point 1          | 1,12 / 5,60                   |
| Point 2          | 1,98 / 4,40                   |
| Point 3          | 2,86 / 3,50                   |
| Point 4          | 5,60 / 2,50                   |

Volume (Million m3):

Area (Km2):

Tailwater Elevation (m)  
 $E = 0,00000E+00 + 0,00000E+00*Q + 0,00000E+00*Q^2 + 0,00000E+00*Q^3$

Hydraulic Losses (m)  
 $L = 0,00000E+00 + 0,00000E+00*Q + 0,00000E+00*Q^2 + 0,00000E+00*Q^3$

Run-of-the-River Plants

Site Name:  11

Daily/Weekly Storage (MWh)

Maximum Discharge (m3/s)

Buttons: Help, Print, Clear, Cancel, <<, >>, OK

*Fuente: Simulador PFIRM*

### 5.2.4 Datos de Diversificación como una Función del Nivel del Reservorio.

En esta sección no se ingresaron datos debido a que la central no exporta caudal para otro aprovechamiento.

### 5.2.5 Datos de Exportación como una función del nivel del reservorio.

La exportación (caudal ecológico) fue considerado directamente en la serie de caudales promedio mensuales ingresados posteriormente en la ventana de caudales naturales, por lo que en esta sección no se ingresaron datos.

### 5.2.6 Datos de Simulación de la Operación.

En la ventana de simulación de la operación es necesario ingresar los datos de descarga mínima y máxima en la sección Planta, para este caso se consideró un caudal mínimo de 0.20 m<sup>3</sup>/seg y un máximo de 5.6 m<sup>3</sup>/seg, de esta manera se proporciona un rango aceptable entre lo mínimo posible y lo máximo obtenido del diseño como límites en la simulación. Se asumió un porcentaje de paro planificado del 10% en los meses de Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo los cuales corresponde a la hidrología más seca. En la Figura 5.4 se puede apreciar los datos ingresados de esta sección.

**Figura 5.4 Datos de Simulación de la Operación**

|           | Plant        |              |                    | Reservoir     |               |                  |                  |
|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------------|---------------|------------------|------------------|
|           | Q Min (m3/s) | Q Max (m3/s) | Planned Outage (%) | Min Elev. (m) | Max Elev. (m) | Evaporation (mm) | QFirm Distr. (%) |
| January   | 0,20         | 5,60         | 20,00              | 0,00          | 0,00          | 0,00             | 0,00             |
| February  | 0,20         | 5,60         | 20,00              | 0,00          | 0,00          | 0,00             | 0,00             |
| March     | 0,20         | 5,60         | 10,00              | 0,00          | 0,00          | 0,00             | 0,00             |
| April     | 0,20         | 5,60         | 0,00               | 0,00          | 0,00          | 0,00             | 0,00             |
| May       | 0,20         | 5,60         | 0,00               | 0,00          | 0,00          | 0,00             | 0,00             |
| June      | 0,20         | 5,60         | 0,00               | 0,00          | 0,00          | 0,00             | 0,00             |
| July      | 0,20         | 5,60         | 0,00               | 0,00          | 0,00          | 0,00             | 0,00             |
| August    | 0,20         | 5,60         | 0,00               | 0,00          | 0,00          | 0,00             | 0,00             |
| September | 0,20         | 5,60         | 0,00               | 0,00          | 0,00          | 0,00             | 0,00             |
| October   | 0,20         | 5,60         | 10,00              | 0,00          | 0,00          | 0,00             | 0,00             |
| November  | 0,20         | 5,60         | 20,00              | 0,00          | 0,00          | 0,00             | 0,00             |
| December  | 0,20         | 5,60         | 20,00              | 0,00          | 0,00          | 0,00             | 0,00             |

Site Name: Caluma Alto 11

QFirm Distribution: Help, Print, Clear, Cancel, <<, >>, OK

Fuente: Simulador PFIRM

### 5.2.7 Datos de Caudales Naturales y cálculo del Caudal Ecológico.

En la Figura 5.5 se puede observar los datos de los caudales mensuales ingresados en el PFIRM. Para el efecto fue necesario retomar la serie de caudales promedio mensuales del esquema Caluma Alto obtenida en el estudio hidrológico de la presente tesis. A cada uno de los valores mensuales de caudales se le restó lo correspondiente al caudal ecológico el cual fue estimado como el 10% del caudal promedio multianual, a continuación el cálculo:

$$\text{Caudal}_{\text{promedio}_{\text{multianual}}} = 9.155 \text{m}^3 / \text{seg}$$

$$\text{Caudal}_{\text{ecológico}} = 0.1 * \text{Caudal}_{\text{promedio}_{\text{multianual}}}$$

$$\text{Caudal}_{\text{ecológico}} = 0.1 * 9.155$$

$$\text{Caudal}_{\text{ecológico}} = 0.915 \text{m}^3 / \text{seg}$$

*El Caudal Ecológico* es el caudal mínimo necesario para asegurar la supervivencia de un ecosistema acuático preestablecido (caudal mínimo aconsejable) y puede ser considerado como el 10% del caudal medio anual. En el Cuadro 5.1 se presenta la serie de caudales promedios menos el caudal ecológico que se ingresaron en el PFIRM. En la Figura 5.5 podemos tener una perspectiva visual de los datos en la ventana de caudales naturales del simulador.

**Cuadro 5.1 Serie de caudales promedio actualizado del Aprovechamiento Caluma Alto menos el caudal ecológico**

|             | ENE   | FEB   | MAR   | ABR   | MAY   | JUN   | JUL   | AGO   | SEPT  | OCT   | NOV   | DIC   |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>1965</b> | 11,45 | 20,26 | 25,57 | 31,59 | 32,15 | 13,81 | 7,15  | 4,09  | 3,28  | 2,92  | 3,50  | 3,07  |
| <b>1966</b> | 9,60  | 17,49 | 15,17 | 8,60  | 7,35  | 4,97  | 3,61  | 3,05  | 1,62  | 1,59  | 1,27  | 1,50  |
| <b>1967</b> | 7,90  | 13,36 | 12,37 | 6,79  | 6,25  | 4,56  | 3,15  | 1,84  | 1,38  | 1,21  | 0,93  | 1,10  |
| <b>1968</b> | 4,03  | 8,64  | 10,04 | 8,02  | 4,68  | 3,22  | 1,89  | 1,34  | 1,12  | 1,10  | 0,90  | 1,14  |
| <b>1969</b> | 3,98  | 5,82  | 9,89  | 15,71 | 11,22 | 5,77  | 4,40  | 3,50  | 2,80  | 1,17  | 1,17  | 2,19  |
| <b>1970</b> | 8,31  | 12,48 | 10,94 | 12,39 | 13,26 | 6,55  | 3,95  | 3,38  | 2,95  | 2,07  | 1,52  | 2,37  |
| <b>1971</b> | 6,12  | 14,22 | 19,90 | 10,99 | 6,51  | 4,08  | 2,79  | 1,82  | 1,51  | 1,32  | 1,10  | 1,91  |
| <b>1972</b> | 10,47 | 13,45 | 26,65 | 17,23 | 12,07 | 12,90 | 9,27  | 6,63  | 5,57  | 5,10  | 4,76  | 8,68  |
| <b>1973</b> | 14,31 | 19,92 | 15,33 | 13,99 | 11,71 | 6,95  | 4,49  | 3,27  | 2,96  | 2,68  | 2,28  | 2,50  |
| <b>1974</b> | 4,79  | 11,71 | 13,67 | 6,82  | 8,64  | 4,87  | 3,46  | 2,60  | 2,24  | 2,31  | 2,18  | 4,75  |
| <b>1975</b> | 10,99 | 18,01 | 16,85 | 14,09 | 10,53 | 6,83  | 4,51  | 3,33  | 2,72  | 2,54  | 2,15  | 2,19  |
| <b>1976</b> | 10,31 | 19,76 | 20,10 | 14,80 | 11,98 | 7,12  | 4,58  | 3,22  | 2,53  | 2,01  | 1,97  | 3,09  |
| <b>1977</b> | 7,38  | 11,72 | 14,59 | 11,10 | 7,58  | 4,54  | 3,20  | 2,51  | 2,11  | 1,82  | 1,43  | 1,82  |
| <b>1978</b> | 7,01  | 11,64 | 13,48 | 12,17 | 10,04 | 5,32  | 3,43  | 0,20  | 0,23  | 1,90  | 1,53  | 2,36  |
| <b>1979</b> | 6,27  | 12,56 | 21,66 | 5,69  | 6,76  | 6,06  | 3,39  | 2,48  | 2,09  | 1,81  | 1,35  | 2,94  |
| <b>1980</b> | 2,95  | 16,01 | 12,81 | 19,60 | 14,68 | 7,38  | 4,04  | 2,78  | 1,98  | 1,67  | 1,43  | 4,34  |
| <b>1981</b> | 5,87  | 21,10 | 20,39 | 13,45 | 21,82 | 4,39  | 3,56  | 3,12  | 2,87  | 2,90  | 2,93  | 3,13  |
| <b>1982</b> | 9,29  | 18,68 | 14,38 | 9,90  | 7,44  | 4,59  | 3,70  | 2,48  | 2,12  | 3,37  | 16,01 | 25,78 |
| <b>1983</b> | 34,10 | 33,44 | 34,12 | 28,78 | 39,14 | 11,25 | 13,42 | 7,78  | 5,66  | 5,32  | 4,66  | 0,57  |
| <b>1984</b> | 9,09  | 23,70 | 30,71 | 18,08 | 12,66 | 5,57  | 4,02  | 2,79  | 4,03  | 1,97  | 1,29  | 3,71  |
| <b>1985</b> | 10,12 | 11,49 | 20,46 | 9,68  | 8,47  | 4,48  | 3,28  | 2,76  | 2,51  | 3,59  | 3,44  | 2,42  |
| <b>1986</b> | 9,49  | 14,47 | 13,33 | 14,32 | 9,67  | 4,57  | 3,12  | 2,44  | 2,57  | 2,53  | 2,43  | 2,37  |
| <b>1987</b> | 12,23 | 21,55 | 26,86 | 20,45 | 19,95 | 7,60  | 3,32  | 2,09  | 1,24  | 0,81  | 0,83  | 1,12  |
| <b>1988</b> | 9,79  | 23,19 | 16,98 | 14,55 | 15,30 | 5,09  | 2,67  | 1,57  | 1,00  | 0,74  | 0,55  | 0,72  |
| <b>1989</b> | 11,91 | 26,85 | 26,16 | 19,48 | 14,08 | 6,19  | 3,84  | 2,47  | 1,83  | 1,91  | 2,56  | 2,51  |
| <b>1990</b> | 3,63  | 13,62 | 11,28 | 12,73 | 9,44  | 4,92  | 3,01  | 2,02  | 1,41  | 1,20  | 0,94  | 2,01  |
| <b>1991</b> | 5,53  | 19,25 | 17,50 | 12,64 | 10,79 | 5,28  | 3,18  | 2,03  | 1,47  | 1,12  | 0,97  | 2,11  |
| <b>1992</b> | 12,80 | 23,99 | 36,12 | 24,11 | 23,58 | 11,93 | 4,62  | 2,35  | 1,26  | 0,83  | 0,65  | 0,95  |
| <b>1993</b> | 4,28  | 24,09 | 27,78 | 22,42 | 15,25 | 5,99  | 2,82  | 1,73  | 1,20  | 0,65  | 2,62  | 1,63  |
| <b>1994</b> | 10,13 | 21,70 | 18,93 | 18,95 | 11,65 | 3,99  | 1,74  | 0,98  | 0,79  | 0,37  | 0,30  | 2,19  |
| <b>1995</b> | 9,78  | 19,11 | 9,77  | 9,29  | 5,73  | 3,55  | 2,43  | 2,12  | 1,01  | 0,65  | 0,67  | 0,79  |
| <b>1996</b> | 4,75  | 21,84 | 18,61 | 11,41 | 7,44  | 3,41  | 2,33  | 0,95  | 0,60  | 0,47  | 0,55  | 0,75  |
| <b>1997</b> | 5,74  | 13,82 | 19,23 | 13,57 | 13,42 | 11,18 | 5,19  | 4,87  | 5,44  | 7,08  | 13,75 | 19,67 |
| <b>1998</b> | 20,73 | 21,16 | 18,87 | 17,38 | 13,67 | 4,47  | 3,72  | 2,93  | 2,73  | 1,61  | 2,56  | 0,47  |
| <b>1999</b> | 4,44  | 19,85 | 19,89 | 13,74 | 17,63 | 20,96 | 17,07 | 21,03 | 18,14 | 13,41 | 2,56  | 3,49  |

**Figura 5.5 Datos de Caudales Naturales**

| PFIRM: Natural Inflow Data (m3/s) |             |              |              |              |              |             |             |             |             |             |             |             |             |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Years                             | Jan         | Feb          | Mar          | Apr          | May          | Jun         | Jul         | Aug         | Sep         | Oct         | Nov         | Dec         | Average     |
| 1973                              | 14,31       | 19,92        | 15,33        | 13,99        | 11,71        | 6,95        | 4,49        | 3,27        | 2,96        | 2,68        | 2,28        | 2,50        | 8,29        |
| 1974                              | 4,79        | 11,71        | 13,67        | 6,82         | 8,64         | 4,87        | 3,46        | 2,60        | 2,24        | 2,31        | 2,18        | 4,75        | 5,64        |
| 1975                              | 10,99       | 18,01        | 16,85        | 14,09        | 10,53        | 6,83        | 4,51        | 3,33        | 2,72        | 2,54        | 2,15        | 2,19        | 7,83        |
| 1976                              | 10,31       | 19,76        | 20,10        | 14,80        | 11,98        | 7,12        | 4,58        | 3,22        | 2,53        | 2,01        | 1,97        | 3,09        | 8,38        |
| 1977                              | 7,38        | 11,72        | 14,59        | 11,10        | 7,58         | 4,54        | 3,20        | 2,51        | 2,11        | 1,82        | 1,43        | 1,82        | 5,78        |
| 1978                              | 7,01        | 11,74        | 13,48        | 12,17        | 10,04        | 5,32        | 3,43        | 0,20        | 0,23        | 1,90        | 1,53        | 2,36        | 5,73        |
| 1979                              | 6,27        | 12,56        | 21,66        | 5,69         | 6,76         | 6,06        | 3,39        | 2,48        | 2,09        | 1,81        | 1,35        | 2,94        | 6,06        |
| 1980                              | 2,95        | 16,01        | 12,81        | 19,60        | 14,68        | 7,38        | 4,04        | 2,78        | 1,98        | 1,67        | 1,43        | 4,34        | 7,40        |
| 1981                              | 5,87        | 21,10        | 20,39        | 13,45        | 21,82        | 4,39        | 3,56        | 3,12        | 2,87        | 2,90        | 2,93        | 3,13        | 8,72        |
| 1982                              | 9,29        | 12,68        | 14,38        | 9,90         | 7,44         | 4,59        | 3,70        | 2,48        | 2,12        | 3,37        | 16,01       | 25,78       | 9,30        |
| 1983                              | 34,10       | 33,44        | 34,12        | 28,68        | 39,14        | 11,25       | 13,42       | 7,78        | 5,66        | 5,32        | 4,66        | 0,57        | 18,11       |
| 1984                              | 9,09        | 23,70        | 30,71        | 18,08        | 12,66        | 5,57        | 4,02        | 2,79        | 4,03        | 1,97        | 1,29        | 3,71        | 9,72        |
| 1985                              | 10,12       | 11,49        | 20,46        | 9,68         | 8,47         | 4,48        | 3,28        | 2,76        | 2,51        | 3,59        | 3,44        | 2,42        | 6,87        |
| 1986                              | 9,49        | 14,47        | 13,33        | 14,32        | 9,67         | 4,57        | 3,12        | 2,44        | 2,57        | 2,53        | 2,43        | 2,37        | 6,72        |
| 1987                              | 12,23       | 21,55        | 26,86        | 20,45        | 19,95        | 7,60        | 3,32        | 2,09        | 1,24        | 0,81        | 0,83        | 1,12        | 9,77        |
| 1988                              | 9,79        | 23,19        | 16,98        | 14,55        | 15,30        | 5,09        | 2,67        | 1,57        | 1,00        | 0,74        | 0,55        | 0,72        | 7,58        |
| 1989                              | 11,91       | 26,85        | 26,16        | 19,48        | 14,08        | 6,19        | 3,87        | 2,47        | 1,83        | 1,91        | 2,56        | 2,51        | 9,87        |
| 1990                              | 3,63        | 16,62        | 11,28        | 12,73        | 9,44         | 4,92        | 3,01        | 2,02        | 1,41        | 1,20        | 0,94        | 2,01        | 5,69        |
| 1991                              | 5,53        | 19,25        | 17,50        | 12,64        | 10,79        | 5,28        | 3,18        | 2,03        | 1,47        | 1,12        | 0,97        | 2,11        | 6,74        |
| 1992                              | 12,80       | 23,99        | 36,12        | 24,11        | 23,58        | 11,93       | 4,62        | 2,35        | 1,26        | 0,83        | 0,65        | 0,95        | 11,86       |
| 1993                              | 4,28        | 24,09        | 27,78        | 22,42        | 15,25        | 5,99        | 2,82        | 1,73        | 1,20        | 0,65        | 2,62        | 1,63        | 9,10        |
| 1994                              | 10,13       | 21,70        | 18,93        | 18,95        | 11,65        | 3,99        | 1,74        | 0,98        | 0,79        | 0,37        | 0,30        | 2,19        | 7,55        |
| 1995                              | 9,78        | 19,11        | 9,77         | 9,29         | 5,73         | 3,55        | 2,43        | 2,12        | 1,01        | 0,65        | 0,67        | 0,79        | 5,32        |
| 1996                              | 4,75        | 21,84        | 18,61        | 11,41        | 7,44         | 3,41        | 2,33        | 0,95        | 0,60        | 0,47        | 0,55        | 0,75        | 5,99        |
| 1997                              | 5,74        | 13,82        | 19,23        | 13,57        | 13,42        | 11,18       | 5,19        | 4,87        | 5,44        | 7,08        | 13,75       | 19,67       | 11,06       |
| 1998                              | 20,73       | 21,16        | 18,87        | 17,38        | 13,67        | 4,47        | 3,72        | 2,93        | 2,73        | 1,61        | 2,56        | 0,47        | 9,12        |
| 1999                              | 4,44        | 19,85        | 19,89        | 13,74        | 17,63        | 20,96       | 17,07       | 21,03       | 18,14       | 13,41       | 2,56        | 3,49        | 14,31       |
| <b>Average</b>                    | <b>8,87</b> | <b>17,63</b> | <b>18,61</b> | <b>14,70</b> | <b>12,93</b> | <b>6,70</b> | <b>4,41</b> | <b>3,36</b> | <b>2,71</b> | <b>2,39</b> | <b>2,56</b> | <b>3,50</b> | <b>8,14</b> |

Inflow Site: Caluma Alto 11  Excluded from calculations? Check the box here ---->>>

Fuente: Simulador PFIRM

### **5.3 Resultados de la Simulación**

En el Cuadro 5.2 se presenta el resumen de los resultados principales de la simulación, este resumen consta de promedios mensuales para 100 años de operación de la central los cuales nos proporcionan una perspectiva general de las producciones energéticas con respecto a cada mes del año. También podemos observar en la Gráfica 5.1 la curva sintética de duración de energía anual generada para 100 años.

**Cuadro 5.2 Resumen de Resultados**

|  | <b>Ene</b> | <b>Feb</b> | <b>Mar</b> | <b>Abr</b> | <b>May</b> | <b>Jun</b> | <b>Jul</b> | <b>Ago</b> | <b>Sep</b> | <b>Oct</b> | <b>Nov</b> | <b>Dic</b> | <b>Promedio</b>               |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------------------|
| Caudales promedios de la serie sintética generada para 100 años (m3/seg) | 8,80       | 17,26      | 18,90      | 14,87      | 12,67      | 6,03       | 3,95       | 3,03       | 2,53       | 2,30       | 2,68       | 3,15       | <b>7,95</b>                   |
| Caudal turbinado promedios generado para 100 años (m3/seg)               | 3,92       | 4,30       | 4,80       | 5,30       | 4,97       | 4,27       | 3,35       | 2,61       | 2,35       | 2,20       | 2,30       | 2,39       | <b>3,56</b>                   |
| Caudal excedente promedios generado para 100 años (m3/seg)               | 4,87       | 12,96      | 14,10      | 9,57       | 7,70       | 1,75       | 0,59       | 0,42       | 0,18       | 0,10       | 0,39       | 0,76       | <b>4,40</b>                   |
| Capacidad máxima promedio mensual generado para 100 años (MW)            | 3,65       | 3,76       | 4,20       | 4,74       | 4,55       | 4,33       | 3,94       | 3,51       | 3,43       | 3,19       | 2,73       | 2,57       | <b>3,72</b>                   |
|  | <b>Ene</b> | <b>Feb</b> | <b>Mar</b> | <b>Abr</b> | <b>May</b> | <b>Jun</b> | <b>Jul</b> | <b>Ago</b> | <b>Sep</b> | <b>Oct</b> | <b>Nov</b> | <b>Dic</b> | <b>Energía anual Promedio</b> |
| Generación promedio mensual generado para 100 años                       | 2,71       | 3,43       | 5,25       | 4,40       | 4,14       | 2,72       | 2,15       | 1,66       | 1,44       | 1,38       | 1,41       | 1,52       | <b>32,43</b>                  |
| <b>Producción Firme</b>  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                               |
| Energía Firme (GWh)  | 12,44      |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                               |
| Capacidad Firme (MW)   | 1,93       |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                               |

*Fuente: Simulador PFIRM, Investigación Propia*

### **5.3.1 Caudales de la Serie Sintética Generada.**

Los promedios del Cuadro 5.2 nos proporcionan índices en los cuales podemos observar que en el mes de Marzo se presenta el mayor caudal con  $18.90 \text{ m}^3/\text{seg}$  y el mínimo en el mes de Octubre con  $2.30 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Entre los meses de Enero y Junio se presenta la hidrología con mayores caudales mientras que los meses de Julio y Diciembre la hidrología es considerada como seca. El promedio de los caudales es de  $7.95 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

### **5.3.2 Caudal Turbinado.**

El caudal turbinado posee valores máximos entre los meses de Enero y Junio los cuales corresponden a los meses de mayores caudales de la serie sintética. El valor máximo corresponde al mes de Abril con  $5.30 \text{ m}^3/\text{seg}$  y el mínimo al mes de Octubre con  $2.20 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Se podría decir que mensualmente es turbinado  $3.56 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

### **5.3.3 Caudal Excedente.**

Los meses de mayor excedencia están entre Enero y Mayo con una excedencia máxima en el mes de Marzo ( $14.10 \text{ m}^3/\text{seg}$ ) y una mínima en Octubre ( $0.10 \text{ m}^3/\text{seg}$ ). Los valores en el Cuadro 2 nos indican que la central aprovechará casi todo el caudal entre los meses de Junio y Diciembre pues la excedencia es mínima mientras que entre Enero y Mayo existen gran cantidad de agua la cual es vertida.

Cabe recalcar que a estos valores de excedencia es necesario sumar 0.915 m<sup>3</sup>/seg del caudal ecológico lo cual además de proporcionar gran cantidad de agua vertida durante estos meses se proporciona también el caudal necesario para preservar el ecosistema acuático. Se puede decir que mensualmente se vierte un promedio de 4.40 m<sup>3</sup>/seg sin considerar el caudal ecológico.

#### **5.3.4 Capacidad máxima y relación con la Capacidad Instalada.**

El aprovechamiento Caluma Alto según la simulación es capaz de proporcionar una capacidad máxima promedio en ciertos instantes en un mes superior a la capacidad garantizada (1.93 MW). Podemos observar que entre los meses de Marzo y Junio la capacidad máxima a la cual puede llegar la central supera los 4 MW. La mínima promedio está en el mes de Diciembre con 2.57 MW.

Hay que tomar en cuenta que existen meses del período húmedo en el cual se aprovecha casi toda la capacidad mientras que en los meses del período seco la capacidad disminuye significativamente.

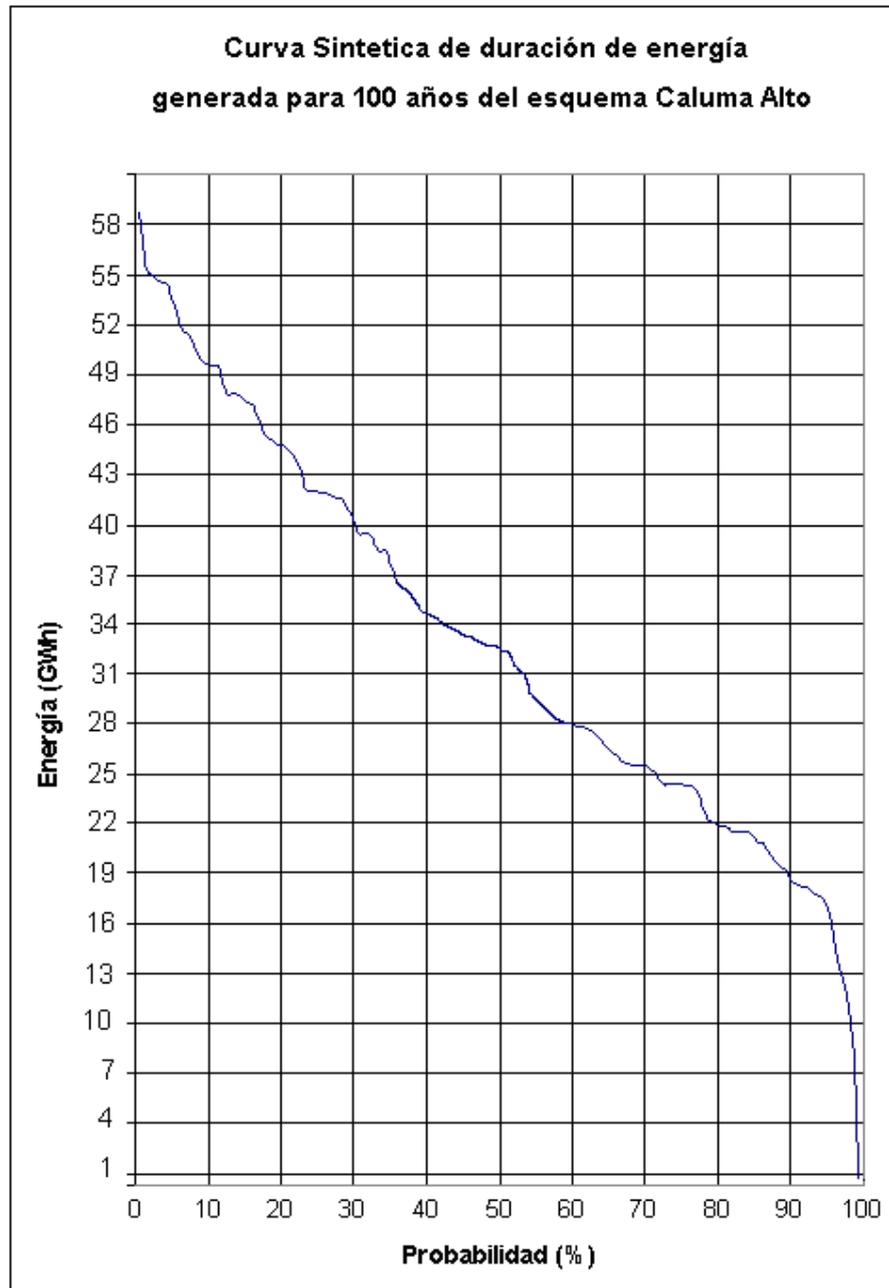
### **5.3.5 Generación Promedio Mensual.**

En esta sección se establece la cantidad de energía que la central puede generar en promedio por mes proporcionando así valores máximos entre los meses de Febrero y Mayo. La producción anual promedio es de 32.43 GWh presentando una máxima en el mes de Marzo (5.25 GWh) y mínima en el mes de Octubre (1.38 GWh).

### **5.4 Curva de duración de energía y energía firme.**

En la Gráfica 5.1 podemos observar la curva de duración de energía anual generada por el proyecto. Bajo el nivel de seguridad propuesto del 97% en la curva podemos tener una energía firme de 12.44 GWh, y con 50% una energía anual de 33 GWh.

**Gráfica 5.1 Curva Sintética de duración de energía generada para 100 años del Esquema Caluma Alto**



# CAPITULO VI

## **6 Evaluación Económica**

### **6.1 Introducción**

Para la respectiva evaluación económica del proyecto Caluma Alto se determinaron los ingresos correspondientes por producción de energía de la central bajo la suposición de ventas en el mercado de contratos, los costos debido a operación y mantenimiento y la inversión necesaria para la construcción.

### **6.2 Determinación de la Remuneración por Energía en el Mercado de Contratos.**

La remuneración por energía en el mercado de contratos para la componente de energía fue necesario establecer los criterios para la obtención del costo marginal y el factor de nodo correspondiente a la central en estudio.

### ***Cálculo de la remuneración por Energía***

Actualmente la energía es remunerada al precio de \$5.70/KW-mes y para el cálculo se multiplicó éste valor por el de la energía a remunerar obtenida del Anexo13. Los valores obtenidos son los correspondientes al mes por lo que en el Cuadro 6.1 presenta la remuneración anual por energía.

**Cuadro 6.1**

**Ingresos totales por concepto de venta de energía**

| <b>Años</b> | <b>Energía remunerada</b> |
|-------------|---------------------------|
| 2011        | 1,881                     |
| 2012        | 1,881                     |
| 2013        | 1,881                     |
| 2014        | 1,881                     |
| 2015        | 1,881                     |
| 2016        | 1,881                     |
| 2017        | 1,881                     |
| 2018        | 1,881                     |
| 2019        | 1,881                     |
| 2020        | 1,881                     |
| 2021        | 1,881                     |
| 2022        | 1,881                     |
| 2023        | 1,881                     |
| 2024        | 1,881                     |
| 2025        | 1,881                     |
| 2026        | 1,881                     |
| 2027        | 1,881                     |
| 2028        | 1,881                     |
| 2029        | 1,881                     |
| 2030        | 1,881                     |
| 2031        | 1,881                     |
| 2032        | 1,881                     |
| 2033        | 1,881                     |
| 2034        | 1,881                     |
| 2035        | 1,881                     |
| 2036        | 1,881                     |
| 2037        | 1,881                     |
| 2038        | 1,881                     |
| 2039        | 1,881                     |
| 2040        | 1,881                     |
| 2041        | 1,881                     |
| 2042        | 1,881                     |
| 2043        | 1,881                     |
| 2044        | 1,881                     |
| 2045        | 1,881                     |
| 2046        | 1,881                     |
| 2047        | 1,881                     |
| 2048        | 1,881                     |
| 2049        | 1,881                     |
| 2050        | 1,881                     |
| 2051        | 1,881                     |
| 2052        | 1,881                     |
| 2053        | 1,881                     |
| 2054        | 1,881                     |
| 2055        | 1,881                     |
| 2056        | 1,881                     |
| 2057        | 1,881                     |
| 2058        | 1,881                     |
| 2059        | 1,881                     |
| 2060        | 1,881                     |
| 2061        | 1,881                     |

*Fuente: Investigación Propia*

### **6.3 Hipótesis de Cálculo**

Una vez obtenidos los ingresos y el presupuesto para la construcción, se planteo el financiamiento respectivo para el proyecto así como la vida útil, número de años de construcción y costos operativos y de mantenimiento, ver Anexo14.

Además se tomó en cuenta la obtención de un Certificado a la Reducción de Emisión de Carbono (CER) lo cual representa el financiamiento del 15% de la inversión total del proyecto.

Para el financiamiento se consideró la posibilidad de 3 créditos a 13 años al 8% de interés. Todos estos créditos se los debe obtener de un banco internacional. Los créditos representan el 100% del presupuesto con 3 años de gracia.

Los tres años de gracias se los da con la finalidad de otorgar al inversionista un plazo para la construcción adecuada del proyecto, este plazo es desde el año 2008 al 2011. A partir del año 2011 entrará en operación la central y teniendo en consideración que la vida útil del proyecto es de 50 años se realizará el estudio.

Los costos operativos fueron estimados en base a los costos variables de una central modelo la misma. Los costos variables de esta central son estimados en \$0.02/KWh el cual fue tomado como referencia para

el esquema Caluma Bajo. El análisis se lo realizó para una tasa de interés del 8%. En el Cuadro 6.4 se observa un resumen de los parámetros para la evaluación.

**Cuadro 6.2 Resumen de los Parámetros para la Evaluación Económica**

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| Costos O&M           | \$ 0,02/KWh |
| Vida útil            | 50 años     |
| Años de construcción | 3           |
| Financiamiento       |             |
| N° de créditos       | 3           |
| Interés              | 12%         |
| Plazo                | 13 años     |
| Años de gracia       | 3           |

*Fuente: Investigación Propia*

#### **6.4 Resultados TIR y VAN**

Con los datos obtenidos previo a esta sección se realizó el análisis económico respectivo para la determinación de los índices económicos que ayudaron a interpretar si el proyecto es o no rentable. En el Anexo 15 se presentan los resultados de éste análisis.

Los resultados indican un VAN de 1 millón doce mil setecientos cinco dólares con signo positivo lo que demuestra que el proyecto es rentable bajo las consideraciones e hipótesis asumidas anteriormente. De la misma manera se obtiene una tasa interna de retorno aceptable del 22.93 % la cual indica que el proyecto es factible de realizar bajo las

hipótesis anteriormente mencionadas. Los resultados así mencionados del análisis económico son:

$$\text{TIR} = 22.93 \%$$

$$\text{VAN} = 1'012.705 \text{ dólares}$$

## **Conclusiones**

- ❖ En base al presente estudio, se concluye que el proyecto “Caluma Alto” tiene excelentes condiciones técnicas y se caracteriza por ser un proyecto sencillo y de fácil construcción.
  
- ❖ De acuerdo a los análisis realizados en el presente trabajo, se obtiene que el costo total del Aprovechamiento Caluma Alto es de \$ 9.037.136,81, incluyendo el 10% de Ingeniería y Administración, y el 8% por Imprevistos Generales.
  
- ❖ Por medio del programa computacional PFIRM fue posible obtener resultados como caudales mensuales del aprovechamiento, caudales mensuales turbinados, excedencias, energía y capacidad firme, generación de energía mensual entre otros. En base a la simulación de la operación de la central se calculo que el aprovechamiento Caluma Alto posee una producción de energía promedio anual de 32.42 GWh, con lo cual abastecería la demanda de la zona y lo excedente aportaría para el Sistema Nacional Interconectado.
  
- ❖ El análisis económico demuestra que el proyecto “Caluma Alto” tiene un TIR = 22.93 % lo cual es muy atractivo para el proyecto, permitiendo facilidades para el financiamiento.

- ❖ El financiamiento del proyecto se ha estructurado de la siguiente manera, con un aporte del propietario del proyecto de un 10% y de los bancos un 75%; lo que permite que el flujo de caja facilite al propietario pagar la deuda asumida con los bancos.

Para el valor de la inversión, además se tomó en cuenta la venta de un Certificado a la Reducción de Emisión de Carbono (CER) lo cual representa el financiamiento del 15% de la inversión total del proyecto.

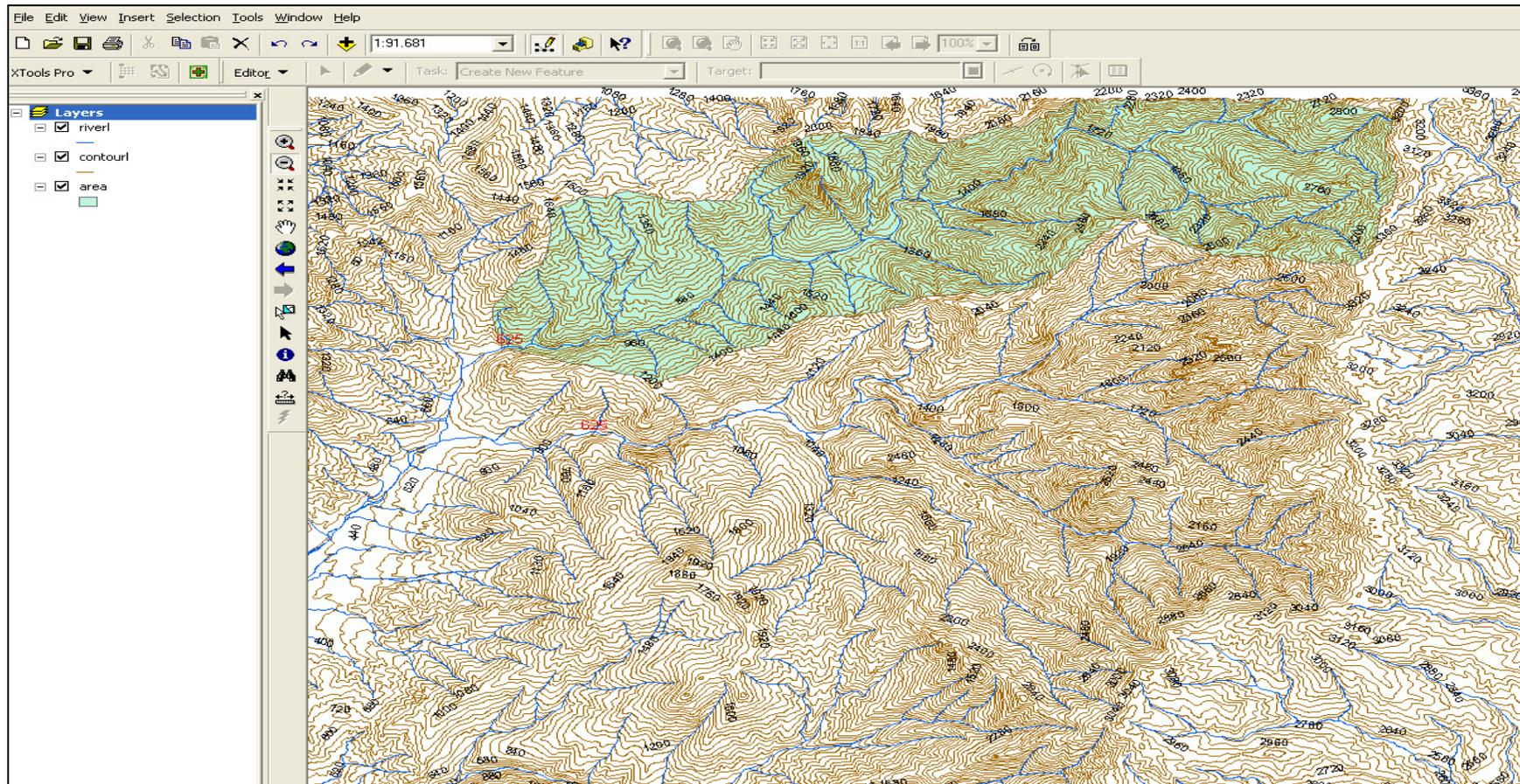
## **Recomendaciones**

- ❖ Someter el proyecto “Caluma Alto” a estudios de Ingeniería y financieros a nivel de Factibilidad.
  
- ❖ Se recomienda la instalación de una estación Meteorológica en la unión de los ríos Tablas y Escaleras para mantener registros periódicos de la estación, intensificando sus campañas de aforos.
  
- ❖ Se recomienda a los inversionistas interesados en invertir en proyectos hidroeléctricos pequeños, tal como el estudiado en la presente tesis, a fin de aprovechar los beneficios que tienen estos tipos de proyectos en cuanto a el no pago del Impuesto al Valor Agregado, la venta de Certificados por Carbono, el Precio Preferencial en la venta de Energía y el despacho preferencial de su energía.

# ANEXOS

# ANEXO 1

## 1. Área del Río Tablas 75.44 Km<sup>2</sup>.





## ANEXO 3

### 3. Serie de caudales mensuales de la estación Echeandía en Echeandía para el período de años 1965 – 1999.

| CAUDALES MEDIOS DEL RIO SOLOMA |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | ENE   | FEB   | MAR   | ABR   | MAY   | JUN   | JUL   | AGO   | SEPT  | OCT   | NOV   | DIC   |
| 1965                           | 24,95 | 42,75 | 53,46 | 76,72 | 66,74 | 29,73 | 16,29 | 10,10 | 8,47  | 7,74  | 8,91  | 8,05  |
| 1966                           | 21,23 | 37,15 | 32,47 | 22,45 | 16,69 | 11,87 | 9,14  | 8,00  | 5,12  | 5,05  | 4,40  | 4,87  |
| 1967                           | 17,79 | 28,81 | 26,81 | 18,18 | 14,47 | 11,06 | 8,20  | 5,55  | 4,63  | 4,29  | 3,73  | 4,06  |
| 1968                           | 9,99  | 19,28 | 22,11 | 21,09 | 11,29 | 8,34  | 5,65  | 4,56  | 4,10  | 4,06  | 3,67  | 4,15  |
| 1969                           | 9,89  | 13,59 | 21,65 | 39,24 | 24,50 | 13,50 | 10,72 | 8,91  | 7,50  | 4,21  | 4,21  | 6,26  |
| 1970                           | 18,62 | 27,05 | 23,94 | 31,40 | 28,62 | 15,07 | 9,82  | 8,67  | 7,80  | 6,02  | 4,91  | 6,64  |
| 1971                           | 14,20 | 30,55 | 42,02 | 28,10 | 15,00 | 10,09 | 7,48  | 5,53  | 4,89  | 4,51  | 4,08  | 5,71  |
| 1972                           | 22,97 | 29,00 | 55,65 | 42,82 | 26,20 | 27,89 | 20,57 | 15,22 | 13,09 | 12,13 | 11,46 | 19,36 |
| 1973                           | 30,73 | 42,06 | 32,79 | 35,18 | 25,48 | 15,88 | 10,92 | 8,46  | 7,82  | 7,26  | 6,45  | 6,90  |
| 1974                           | 11,51 | 25,49 | 29,45 | 18,27 | 19,28 | 11,67 | 8,83  | 7,10  | 6,37  | 6,52  | 6,25  | 11,44 |
| 1975                           | 24,04 | 38,19 | 35,85 | 35,41 | 23,10 | 15,64 | 10,94 | 8,58  | 7,34  | 6,98  | 6,18  | 6,27  |
| 1976                           | 22,66 | 41,73 | 42,41 | 37,10 | 26,04 | 16,22 | 11,09 | 8,34  | 6,96  | 5,91  | 5,82  | 8,09  |
| 1977                           | 16,74 | 25,51 | 31,30 | 28,35 | 17,14 | 11,01 | 8,31  | 6,90  | 6,12  | 5,51  | 4,73  | 5,52  |
| 1978                           | 15,99 | 25,33 | 29,05 | 30,89 | 22,10 | 12,59 | 8,77  | 1,45  | 2,31  | 5,69  | 4,94  | 6,62  |
| 1979                           | 14,50 | 27,19 | 45,58 | 15,60 | 15,49 | 14,08 | 8,70  | 6,86  | 6,06  | 5,51  | 4,57  | 7,78  |
| 1980                           | 7,81  | 34,16 | 27,70 | 48,43 | 31,47 | 16,74 | 10,00 | 7,46  | 5,84  | 5,21  | 4,73  | 10,61 |
| 1981                           | 13,70 | 44,44 | 43,01 | 33,91 | 45,90 | 10,72 | 9,04  | 8,15  | 7,65  | 7,69  | 7,76  | 8,17  |
| 1982                           | 20,60 | 39,55 | 30,88 | 25,52 | 16,87 | 11,11 | 9,31  | 6,85  | 6,12  | 8,65  | 34,15 | 53,89 |
| 1983                           | 70,69 | 69,35 | 70,72 | 70,10 | 80,86 | 24,55 | 28,94 | 17,54 | 13,27 | 12,58 | 11,26 | 3,00  |
| 1984                           | 20,19 | 49,69 | 63,84 | 44,84 | 27,39 | 13,09 | 9,96  | 7,47  | 9,99  | 5,82  | 4,46  | 9,33  |
| 1985                           | 22,28 | 25,04 | 43,14 | 25,01 | 18,94 | 10,88 | 8,48  | 7,41  | 6,91  | 9,10  | 8,80  | 6,73  |
| 1986                           | 20,99 | 31,05 | 28,75 | 35,95 | 21,37 | 11,07 | 8,15  | 6,78  | 7,04  | 6,95  | 6,76  | 6,63  |
| 1987                           | 26,52 | 45,34 | 56,07 | 50,43 | 42,12 | 17,19 | 8,54  | 6,06  | 4,35  | 3,48  | 3,52  | 4,10  |
| 1988                           | 21,62 | 48,65 | 36,13 | 36,51 | 32,74 | 12,13 | 7,24  | 5,02  | 3,87  | 3,35  | 2,97  | 3,30  |
| 1989                           | 25,90 | 56,03 | 54,66 | 48,15 | 30,26 | 14,33 | 9,61  | 6,83  | 5,54  | 5,71  | 7,01  | 6,92  |
| 1990                           | 9,18  | 29,33 | 24,61 | 32,21 | 20,89 | 11,77 | 7,93  | 5,93  | 4,69  | 4,27  | 3,74  | 5,90  |
| 1991                           | 13,01 | 40,71 | 37,18 | 31,99 | 23,63 | 12,51 | 8,27  | 5,95  | 4,82  | 4,11  | 3,81  | 6,12  |
| 1992                           | 27,68 | 50,27 | 74,76 | 59,07 | 49,44 | 25,93 | 11,17 | 6,59  | 4,39  | 3,52  | 3,17  | 3,77  |
| 1993                           | 10,49 | 50,47 | 57,93 | 55,08 | 32,62 | 13,93 | 7,53  | 5,35  | 4,27  | 3,17  | 7,14  | 5,13  |
| 1994                           | 22,30 | 45,64 | 40,05 | 46,89 | 25,36 | 9,91  | 5,35  | 3,82  | 3,44  | 2,60  | 2,46  | 6,27  |
| 1995                           | 21,59 | 40,42 | 21,57 | 24,09 | 13,41 | 9,00  | 6,75  | 6,13  | 3,89  | 3,15  | 3,21  | 3,44  |
| 1996                           | 11,44 | 45,94 | 39,41 | 29,10 | 16,87 | 8,72  | 6,54  | 3,77  | 3,06  | 2,80  | 2,95  | 3,36  |
| 1997                           | 13,43 | 29,74 | 40,66 | 34,18 | 28,93 | 24,42 | 12,33 | 11,67 | 12,83 | 16,14 | 29,61 | 41,55 |
| 1998                           | 43,68 | 44,57 | 39,93 | 43,18 | 29,43 | 10,86 | 9,36  | 7,75  | 7,36  | 5,10  | 7,02  | 2,80  |
| 1999                           | 10,81 | 41,91 | 42,00 | 34,59 | 37,43 | 44,15 | 36,30 | 44,31 | 38,46 | 28,92 | 7,02  | 8,90  |

## ANEXO 4

### 4. Serie de caudales mensuales de la estación Echeandia Pilaló – Río Chazo Juan para el período de años 1965 – 1999.

| CAUDALES MEDIOS DEL RIO CHAZO JUAN |        |        |        |        |        |        |       |        |       |       |       |        |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
|                                    | ENE    | FEB    | MAR    | ABR    | MAY    | JUN    | JUL   | AGO    | SEPT  | OCT   | NOV   | DIC    |
| 1965                               | 6,488  | 11,115 | 13,899 | 19,947 | 17,351 | 7,729  | 4,235 | 2,626  | 2,201 | 2,012 | 2,317 | 2,092  |
| 1966                               | 5,520  | 9,658  | 8,442  | 5,837  | 4,339  | 3,086  | 2,375 | 2,080  | 1,332 | 1,313 | 1,145 | 1,267  |
| 1967                               | 4,625  | 7,491  | 6,972  | 4,727  | 3,762  | 2,875  | 2,133 | 1,444  | 1,203 | 1,115 | 0,969 | 1,056  |
| 1968                               | 2,597  | 5,013  | 5,749  | 5,483  | 2,935  | 2,169  | 1,470 | 1,185  | 1,066 | 1,055 | 0,955 | 1,079  |
| 1969                               | 2,571  | 3,533  | 5,628  | 10,202 | 6,370  | 3,510  | 2,788 | 2,316  | 1,950 | 1,095 | 1,095 | 1,629  |
| 1970                               | 4,842  | 7,032  | 6,224  | 8,164  | 7,441  | 3,918  | 2,552 | 2,254  | 2,029 | 1,565 | 1,278 | 1,726  |
| 1971                               | 3,691  | 7,943  | 10,924 | 7,306  | 3,900  | 2,624  | 1,945 | 1,438  | 1,271 | 1,172 | 1,060 | 1,485  |
| 1972                               | 5,973  | 7,539  | 14,469 | 11,133 | 6,812  | 7,252  | 5,347 | 3,958  | 3,404 | 3,154 | 2,979 | 5,034  |
| 1973                               | 7,990  | 10,934 | 8,525  | 9,147  | 6,625  | 4,128  | 2,838 | 2,199  | 2,032 | 1,889 | 1,677 | 1,795  |
| 1974                               | 2,994  | 6,627  | 7,656  | 4,750  | 5,013  | 3,034  | 2,297 | 1,846  | 1,656 | 1,694 | 1,626 | 2,974  |
| 1975                               | 6,250  | 9,930  | 9,322  | 9,207  | 6,006  | 4,066  | 2,845 | 2,230  | 1,909 | 1,816 | 1,607 | 1,630  |
| 1976                               | 5,892  | 10,851 | 11,027 | 9,646  | 6,770  | 4,217  | 2,884 | 2,168  | 1,809 | 1,538 | 1,514 | 2,104  |
| 1977                               | 4,353  | 6,634  | 8,138  | 7,371  | 4,458  | 2,863  | 2,160 | 1,795  | 1,590 | 1,434 | 1,229 | 1,434  |
| 1978                               | 4,159  | 6,587  | 7,553  | 8,031  | 5,747  | 3,274  | 2,280 | 0,377  | 0,601 | 1,480 | 1,284 | 1,721  |
| 1979                               | 3,769  | 7,070  | 11,850 | 4,056  | 4,028  | 3,660  | 2,261 | 1,784  | 1,575 | 1,433 | 1,188 | 2,023  |
| 1980                               | 2,031  | 8,882  | 7,202  | 12,592 | 8,182  | 4,352  | 2,600 | 1,939  | 1,518 | 1,355 | 1,229 | 2,759  |
| 1981                               | 3,562  | 11,555 | 11,181 | 8,817  | 11,934 | 2,787  | 2,351 | 2,119  | 1,989 | 2,000 | 2,017 | 2,125  |
| 1982                               | 5,357  | 10,284 | 8,028  | 6,635  | 4,387  | 2,889  | 2,421 | 1,781  | 1,591 | 2,248 | 8,880 | 14,011 |
| 1983                               | 18,378 | 18,031 | 18,387 | 18,226 | 21,022 | 6,384  | 7,525 | 4,561  | 3,450 | 3,272 | 2,927 | 0,780  |
| 1984                               | 5,251  | 12,920 | 16,598 | 11,658 | 7,122  | 3,402  | 2,589 | 1,943  | 2,597 | 1,513 | 1,159 | 2,426  |
| 1985                               | 5,792  | 6,511  | 11,217 | 6,503  | 4,925  | 2,830  | 2,204 | 1,927  | 1,796 | 2,366 | 2,288 | 1,751  |
| 1986                               | 5,459  | 8,074  | 7,474  | 9,347  | 5,555  | 2,878  | 2,119 | 1,762  | 1,830 | 1,808 | 1,757 | 1,723  |
| 1987                               | 6,896  | 11,789 | 14,579 | 13,112 | 10,952 | 4,469  | 2,221 | 1,576  | 1,131 | 0,904 | 0,914 | 1,067  |
| 1988                               | 5,620  | 12,649 | 9,394  | 9,493  | 8,513  | 3,153  | 1,884 | 1,306  | 1,007 | 0,870 | 0,771 | 0,857  |
| 1989                               | 6,733  | 14,569 | 14,211 | 12,519 | 7,868  | 3,727  | 2,498 | 1,776  | 1,440 | 1,484 | 1,823 | 1,798  |
| 1990                               | 2,386  | 7,626  | 6,399  | 8,375  | 5,432  | 3,060  | 2,061 | 1,543  | 1,219 | 1,110 | 0,972 | 1,534  |
| 1991                               | 3,383  | 10,585 | 9,666  | 8,317  | 6,144  | 3,254  | 2,149 | 1,547  | 1,252 | 1,069 | 0,992 | 1,590  |
| 1992                               | 7,197  | 13,070 | 19,438 | 15,358 | 12,855 | 6,742  | 2,904 | 1,712  | 1,140 | 0,916 | 0,824 | 0,981  |
| 1993                               | 2,726  | 13,123 | 15,062 | 14,321 | 8,481  | 3,623  | 1,958 | 1,391  | 1,111 | 0,824 | 1,856 | 1,333  |
| 1994                               | 5,798  | 11,867 | 10,414 | 12,191 | 6,593  | 2,576  | 1,391 | 0,994  | 0,896 | 0,676 | 0,639 | 1,631  |
| 1995                               | 5,614  | 10,509 | 5,608  | 6,263  | 3,486  | 2,341  | 1,754 | 1,594  | 1,011 | 0,819 | 0,834 | 0,894  |
| 1996                               | 2,974  | 11,944 | 10,247 | 7,566  | 4,387  | 2,268  | 1,701 | 0,979  | 0,797 | 0,728 | 0,768 | 0,873  |
| 1997                               | 3,491  | 7,734  | 10,572 | 8,887  | 7,522  | 6,349  | 3,206 | 3,034  | 3,335 | 4,197 | 7,698 | 10,803 |
| 1998                               | 11,358 | 11,588 | 10,382 | 11,227 | 7,653  | 2,824  | 2,434 | 2,016  | 1,912 | 1,326 | 1,825 | 0,728  |
| 1999                               | 2,810  | 10,897 | 10,919 | 8,993  | 9,732  | 11,478 | 9,438 | 11,519 | 9,999 | 7,519 | 1,825 | 2,314  |

## ANEXO 5

### 5. Serie de caudales mensuales de la estación Echeandia Pilaló – Río Limón del Carmen para el período de años 1965 – 1999.

| CAUDALES MEDIOS DEL RIO LIMON |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
|                               | ENE    | FEB    | MAR    | ABR    | MAY    | JUN    | JUL    | AGO    | SEPT   | OCT   | NOV    | DIC    |
| 1965                          | 7,736  | 13,252 | 16,572 | 23,783 | 20,688 | 9,215  | 5,050  | 3,131  | 2,624  | 2,399 | 2,763  | 2,494  |
| 1966                          | 6,582  | 11,515 | 10,066 | 6,960  | 5,173  | 3,680  | 2,832  | 2,480  | 1,588  | 1,565 | 1,365  | 1,511  |
| 1967                          | 5,515  | 8,932  | 8,313  | 5,636  | 4,486  | 3,428  | 2,543  | 1,722  | 1,434  | 1,330 | 1,156  | 1,259  |
| 1968                          | 3,096  | 5,977  | 6,854  | 6,538  | 3,500  | 2,586  | 1,753  | 1,413  | 1,271  | 1,258 | 1,139  | 1,287  |
| 1969                          | 3,065  | 4,213  | 6,711  | 12,164 | 7,595  | 4,185  | 3,324  | 2,761  | 2,325  | 1,305 | 1,305  | 1,942  |
| 1970                          | 5,773  | 8,385  | 7,421  | 9,734  | 8,871  | 4,672  | 3,043  | 2,687  | 2,419  | 1,866 | 1,523  | 2,058  |
| 1971                          | 4,401  | 9,471  | 13,025 | 8,711  | 4,649  | 3,128  | 2,319  | 1,714  | 1,516  | 1,397 | 1,263  | 1,770  |
| 1972                          | 7,122  | 8,989  | 17,251 | 13,274 | 8,122  | 8,647  | 6,375  | 4,719  | 4,059  | 3,761 | 3,551  | 6,002  |
| 1973                          | 9,527  | 13,037 | 10,165 | 10,906 | 7,898  | 4,922  | 3,384  | 2,621  | 2,423  | 2,252 | 2,000  | 2,140  |
| 1974                          | 3,569  | 7,901  | 9,128  | 5,664  | 5,977  | 3,618  | 2,739  | 2,201  | 1,975  | 2,020 | 1,938  | 3,546  |
| 1975                          | 7,452  | 11,839 | 11,115 | 10,977 | 7,161  | 4,848  | 3,392  | 2,659  | 2,277  | 2,165 | 1,916  | 1,943  |
| 1976                          | 7,026  | 12,937 | 13,148 | 11,501 | 8,072  | 5,028  | 3,439  | 2,585  | 2,157  | 1,833 | 1,805  | 2,509  |
| 1977                          | 5,191  | 7,910  | 9,703  | 8,789  | 5,315  | 3,414  | 2,575  | 2,140  | 1,896  | 1,709 | 1,465  | 1,710  |
| 1978                          | 4,958  | 7,853  | 9,005  | 9,576  | 6,852  | 3,904  | 2,718  | 0,450  | 0,716  | 1,764 | 1,531  | 2,052  |
| 1979                          | 4,494  | 8,429  | 14,129 | 4,836  | 4,803  | 4,363  | 2,696  | 2,127  | 1,878  | 1,708 | 1,417  | 2,412  |
| 1980                          | 2,421  | 10,590 | 8,587  | 15,013 | 9,756  | 5,189  | 3,100  | 2,312  | 1,810  | 1,616 | 1,465  | 3,289  |
| 1981                          | 4,248  | 13,777 | 13,332 | 10,512 | 14,229 | 3,323  | 2,803  | 2,527  | 2,371  | 2,385 | 2,405  | 2,533  |
| 1982                          | 6,387  | 12,261 | 9,572  | 7,911  | 5,230  | 3,445  | 2,887  | 2,123  | 1,896  | 2,680 | 10,588 | 16,706 |
| 1983                          | 21,913 | 21,499 | 21,923 | 21,731 | 25,065 | 7,612  | 8,972  | 5,438  | 4,113  | 3,901 | 3,490  | 0,930  |
| 1984                          | 6,260  | 15,405 | 19,790 | 13,900 | 8,492  | 4,057  | 3,086  | 2,317  | 3,096  | 1,804 | 1,382  | 2,892  |
| 1985                          | 6,906  | 7,763  | 13,374 | 7,753  | 5,872  | 3,374  | 2,628  | 2,297  | 2,142  | 2,821 | 2,728  | 2,088  |
| 1986                          | 6,508  | 9,626  | 8,911  | 11,145 | 6,623  | 3,431  | 2,527  | 2,101  | 2,182  | 2,155 | 2,095  | 2,054  |
| 1987                          | 8,222  | 14,056 | 17,383 | 15,633 | 13,058 | 5,328  | 2,648  | 1,879  | 1,348  | 1,078 | 1,090  | 1,272  |
| 1988                          | 6,701  | 15,081 | 11,200 | 11,318 | 10,150 | 3,760  | 2,246  | 1,557  | 1,200  | 1,037 | 0,919  | 1,022  |
| 1989                          | 8,028  | 17,371 | 16,944 | 14,927 | 9,381  | 4,443  | 2,979  | 2,118  | 1,716  | 1,770 | 2,173  | 2,144  |
| 1990                          | 2,845  | 9,093  | 7,629  | 9,985  | 6,477  | 3,649  | 2,458  | 1,839  | 1,454  | 1,323 | 1,159  | 1,829  |
| 1991                          | 4,033  | 12,620 | 11,524 | 9,917  | 7,325  | 3,879  | 2,563  | 1,845  | 1,493  | 1,275 | 1,183  | 1,896  |
| 1992                          | 8,582  | 15,584 | 23,176 | 18,312 | 15,327 | 8,039  | 3,462  | 2,042  | 1,360  | 1,092 | 0,982  | 1,170  |
| 1993                          | 3,251  | 15,647 | 17,958 | 17,075 | 10,112 | 4,320  | 2,335  | 1,658  | 1,324  | 0,982 | 2,212  | 1,590  |
| 1994                          | 6,913  | 14,149 | 12,417 | 14,536 | 7,860  | 3,071  | 1,659  | 1,185  | 1,068  | 0,806 | 0,761  | 1,944  |
| 1995                          | 6,694  | 12,529 | 6,687  | 7,468  | 4,157  | 2,792  | 2,091  | 1,900  | 1,205  | 0,977 | 0,994  | 1,066  |
| 1996                          | 3,546  | 14,241 | 12,217 | 9,021  | 5,230  | 2,704  | 2,029  | 1,168  | 0,950  | 0,868 | 0,915  | 1,041  |
| 1997                          | 4,163  | 9,221  | 12,604 | 10,596 | 8,969  | 7,570  | 3,823  | 3,617  | 3,977  | 5,004 | 9,179  | 12,880 |
| 1998                          | 13,542 | 13,816 | 12,378 | 13,386 | 9,125  | 3,367  | 2,902  | 2,403  | 2,280  | 1,581 | 2,176  | 0,868  |
| 1999                          | 3,350  | 12,993 | 13,019 | 10,723 | 11,604 | 13,686 | 11,252 | 13,735 | 11,922 | 8,965 | 2,176  | 2,759  |

## ANEXO 6

### 6. Serie de caudales mensuales de la estación Caluma Alto – Río Tablas para el período de años 1965 – 1999.

| CAUDALES MEDIOS DEL RIO TABLAS |        |        |        |       |        |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | ENE    | FEB    | MAR    | ABR   | MAY    | JUN   | JUL   | AGO   | SEPT  | OCT   | NOV   | DIC   |
| 1965                           | 4,581  | 7,847  | 9,813  | 8,577 | 12,250 | 5,456 | 2,990 | 1,854 | 1,554 | 1,420 | 1,636 | 1,477 |
| 1966                           | 3,897  | 6,819  | 5,960  | 2,510 | 3,063  | 2,179 | 1,677 | 1,468 | 0,940 | 0,927 | 0,808 | 0,895 |
| 1967                           | 3,265  | 5,289  | 4,922  | 2,033 | 2,656  | 2,030 | 1,506 | 1,019 | 0,849 | 0,787 | 0,684 | 0,746 |
| 1968                           | 1,833  | 3,539  | 4,059  | 2,358 | 2,072  | 1,531 | 1,038 | 0,837 | 0,753 | 0,745 | 0,674 | 0,762 |
| 1969                           | 1,815  | 2,494  | 4,059  | 4,387 | 4,497  | 2,478 | 1,968 | 1,635 | 1,377 | 0,773 | 0,773 | 1,150 |
| 1970                           | 3,418  | 4,965  | 4,394  | 3,511 | 5,253  | 2,766 | 1,802 | 1,591 | 1,432 | 1,105 | 0,902 | 1,219 |
| 1971                           | 2,606  | 5,608  | 7,712  | 3,142 | 2,753  | 1,852 | 1,373 | 1,015 | 0,897 | 0,827 | 0,748 | 1,048 |
| 1972                           | 4,217  | 5,323  | 10,215 | 4,787 | 4,810  | 5,120 | 3,775 | 2,794 | 2,404 | 2,227 | 2,103 | 3,554 |
| 1973                           | 5,641  | 7,720  | 6,019  | 3,933 | 4,677  | 2,915 | 2,004 | 1,552 | 1,435 | 1,333 | 1,184 | 1,267 |
| 1974                           | 2,114  | 4,679  | 5,405  | 2,043 | 3,539  | 2,142 | 1,622 | 1,303 | 1,169 | 1,196 | 1,148 | 2,100 |
| 1975                           | 4,412  | 7,011  | 6,581  | 3,959 | 4,240  | 2,871 | 2,009 | 1,575 | 1,348 | 1,282 | 1,135 | 1,151 |
| 1976                           | 4,160  | 7,661  | 7,785  | 4,148 | 4,780  | 2,977 | 2,036 | 1,531 | 1,277 | 1,086 | 1,069 | 1,486 |
| 1977                           | 3,073  | 4,683  | 5,745  | 3,170 | 3,147  | 2,021 | 1,525 | 1,267 | 1,123 | 1,012 | 0,867 | 1,013 |
| 1978                           | 2,936  | 4,650  | 5,332  | 3,454 | 4,057  | 2,312 | 1,609 | 0,266 | 0,424 | 1,045 | 0,907 | 1,215 |
| 1979                           | 2,661  | 4,991  | 8,366  | 1,744 | 2,844  | 2,584 | 1,596 | 1,259 | 1,112 | 1,012 | 0,839 | 1,428 |
| 1980                           | 1,434  | 6,271  | 5,085  | 5,414 | 5,777  | 3,073 | 1,836 | 1,369 | 1,072 | 0,957 | 0,867 | 1,948 |
| 1981                           | 2,515  | 8,158  | 7,894  | 3,791 | 8,426  | 1,968 | 1,660 | 1,496 | 1,404 | 1,412 | 1,424 | 1,500 |
| 1982                           | 3,782  | 7,260  | 5,668  | 2,853 | 3,097  | 2,040 | 1,709 | 1,257 | 1,123 | 1,587 | 6,269 | 9,892 |
| 1983                           | 12,975 | 12,730 | 12,981 | 7,837 | 14,842 | 4,507 | 5,313 | 3,220 | 2,436 | 2,310 | 2,067 | 0,551 |
| 1984                           | 3,707  | 9,122  | 11,718 | 5,013 | 5,028  | 2,402 | 1,827 | 1,372 | 1,833 | 1,068 | 0,819 | 1,713 |
| 1985                           | 4,089  | 4,597  | 7,919  | 2,796 | 3,477  | 1,998 | 1,556 | 1,360 | 1,268 | 1,670 | 1,616 | 1,236 |
| 1986                           | 3,854  | 5,700  | 5,277  | 4,019 | 3,922  | 2,032 | 1,496 | 1,244 | 1,292 | 1,276 | 1,240 | 1,216 |
| 1987                           | 4,869  | 8,323  | 10,293 | 5,638 | 7,732  | 3,155 | 1,568 | 1,113 | 0,798 | 0,638 | 0,645 | 0,753 |
| 1988                           | 3,968  | 8,930  | 6,632  | 4,082 | 6,010  | 2,226 | 1,330 | 0,922 | 0,711 | 0,614 | 0,544 | 0,605 |
| 1989                           | 4,754  | 10,286 | 10,033 | 5,383 | 5,555  | 2,631 | 1,764 | 1,254 | 1,016 | 1,048 | 1,287 | 1,270 |
| 1990                           | 1,684  | 5,384  | 4,517  | 3,601 | 3,835  | 2,161 | 1,455 | 1,089 | 0,861 | 0,784 | 0,686 | 1,083 |
| 1991                           | 2,388  | 7,473  | 6,824  | 3,576 | 4,338  | 2,297 | 1,517 | 1,093 | 0,884 | 0,755 | 0,700 | 1,123 |
| 1992                           | 5,081  | 9,227  | 13,723 | 6,604 | 9,076  | 4,760 | 2,050 | 1,209 | 0,805 | 0,647 | 0,582 | 0,693 |
| 1993                           | 1,925  | 9,265  | 10,634 | 6,158 | 5,988  | 2,558 | 1,382 | 0,982 | 0,784 | 0,582 | 1,310 | 0,941 |
| 1994                           | 4,094  | 8,378  | 7,352  | 5,242 | 4,654  | 1,819 | 0,982 | 0,702 | 0,632 | 0,477 | 0,451 | 1,151 |
| 1995                           | 3,964  | 7,419  | 3,960  | 2,693 | 2,461  | 1,653 | 1,238 | 1,125 | 0,714 | 0,578 | 0,589 | 0,631 |
| 1996                           | 2,100  | 8,432  | 7,234  | 3,253 | 3,097  | 1,601 | 1,201 | 0,691 | 0,562 | 0,514 | 0,542 | 0,616 |
| 1997                           | 2,465  | 5,460  | 7,463  | 3,821 | 5,311  | 4,483 | 2,263 | 2,142 | 2,355 | 2,963 | 5,435 | 7,627 |
| 1998                           | 8,018  | 8,181  | 7,330  | 4,828 | 5,403  | 1,994 | 1,718 | 1,423 | 1,350 | 0,936 | 1,289 | 0,514 |
| 1999                           | 1,984  | 7,694  | 7,709  | 3,867 | 6,871  | 8,104 | 6,663 | 8,133 | 7,059 | 5,308 | 1,289 | 1,634 |

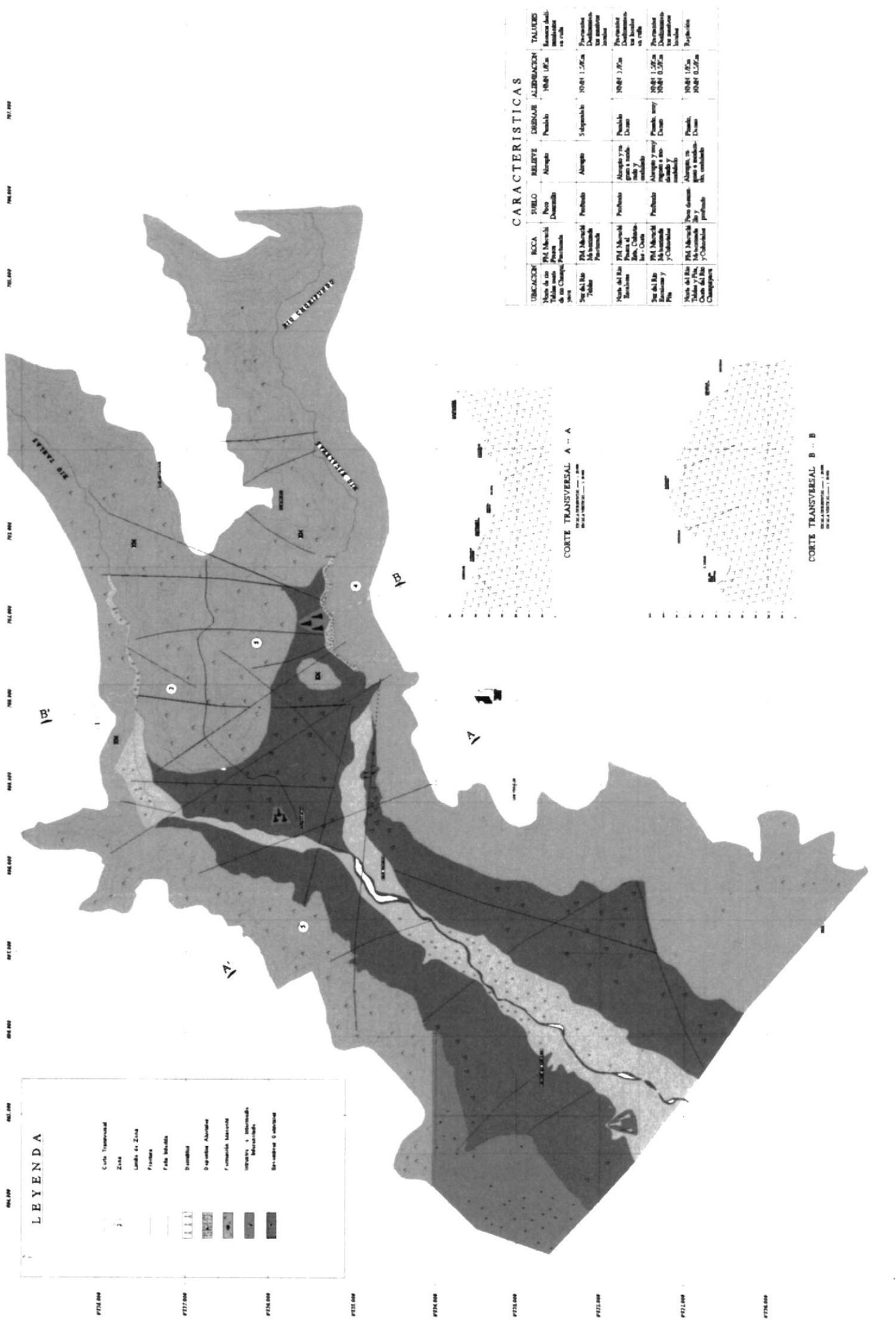
## ANEXO 7

### 7. Serie de caudales mensuales de la estación Caluma Alto – Río Escaleras para el período de años 1965 – 1999.

| CAUDALES MEDIOS DEL RIO ESCALERAS |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        |        |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
|                                   | ENE    | FEB    | MAR    | ABR    | MAY    | JUN    | JUL    | AGO    | SEPT   | OCT   | NOV    | DIC    |
| 1965                              | 7,782  | 13,332 | 16,671 | 23,926 | 20,812 | 9,270  | 5,080  | 3,150  | 2,640  | 2,413 | 2,779  | 2,509  |
| 1966                              | 6,621  | 11,584 | 10,126 | 7,001  | 5,204  | 3,702  | 2,849  | 2,495  | 1,598  | 1,574 | 1,373  | 1,520  |
| 1967                              | 5,548  | 8,985  | 8,362  | 5,670  | 4,513  | 3,449  | 2,559  | 1,732  | 1,443  | 1,338 | 1,163  | 1,267  |
| 1968                              | 3,115  | 6,013  | 6,895  | 6,577  | 3,521  | 2,602  | 1,764  | 1,421  | 1,279  | 1,266 | 1,146  | 1,295  |
| 1969                              | 3,083  | 4,238  | 6,751  | 12,237 | 7,641  | 4,210  | 3,344  | 2,778  | 2,339  | 1,313 | 1,313  | 1,954  |
| 1970                              | 5,807  | 8,435  | 7,465  | 9,792  | 8,925  | 4,700  | 3,062  | 2,703  | 2,433  | 1,877 | 1,533  | 2,071  |
| 1971                              | 4,428  | 9,527  | 13,103 | 8,763  | 4,677  | 3,147  | 2,333  | 1,725  | 1,525  | 1,405 | 1,271  | 1,781  |
| 1972                              | 7,165  | 9,043  | 17,355 | 13,354 | 8,171  | 8,698  | 6,414  | 4,747  | 4,084  | 3,784 | 3,573  | 6,038  |
| 1973                              | 9,584  | 13,115 | 10,226 | 10,971 | 7,946  | 4,952  | 3,404  | 2,637  | 2,437  | 2,265 | 2,012  | 2,153  |
| 1974                              | 3,591  | 7,949  | 9,183  | 5,698  | 6,013  | 3,640  | 2,755  | 2,214  | 1,987  | 2,032 | 1,950  | 3,567  |
| 1975                              | 7,496  | 11,911 | 11,181 | 11,043 | 7,204  | 4,877  | 3,413  | 2,675  | 2,290  | 2,178 | 1,928  | 1,955  |
| 1976                              | 7,068  | 13,015 | 13,227 | 11,570 | 8,120  | 5,059  | 3,460  | 2,601  | 2,170  | 1,844 | 1,816  | 2,524  |
| 1977                              | 5,222  | 7,957  | 9,761  | 8,841  | 5,347  | 3,434  | 2,591  | 2,153  | 1,908  | 1,719 | 1,474  | 1,721  |
| 1978                              | 4,988  | 7,900  | 9,059  | 9,633  | 6,893  | 3,927  | 2,734  | 0,452  | 0,720  | 1,775 | 1,540  | 2,064  |
| 1979                              | 4,521  | 8,480  | 14,213 | 4,865  | 4,831  | 4,389  | 2,712  | 2,139  | 1,889  | 1,719 | 1,425  | 2,426  |
| 1980                              | 2,436  | 10,654 | 8,639  | 15,103 | 9,815  | 5,221  | 3,119  | 2,326  | 1,821  | 1,626 | 1,474  | 3,309  |
| 1981                              | 4,273  | 13,860 | 13,412 | 10,575 | 14,315 | 3,343  | 2,820  | 2,542  | 2,386  | 2,399 | 2,419  | 2,548  |
| 1982                              | 6,425  | 12,335 | 9,630  | 7,959  | 5,262  | 3,465  | 2,904  | 2,136  | 1,908  | 2,696 | 10,651 | 16,806 |
| 1983                              | 22,044 | 21,628 | 22,054 | 21,861 | 25,216 | 7,657  | 9,026  | 5,471  | 4,138  | 3,924 | 3,511  | 0,936  |
| 1984                              | 6,298  | 15,497 | 19,909 | 13,984 | 8,543  | 4,081  | 3,105  | 2,330  | 3,115  | 1,815 | 1,391  | 2,910  |
| 1985                              | 6,948  | 7,810  | 13,454 | 7,800  | 5,907  | 3,394  | 2,644  | 2,311  | 2,155  | 2,837 | 2,745  | 2,100  |
| 1986                              | 6,547  | 9,684  | 8,965  | 11,211 | 6,663  | 3,451  | 2,542  | 2,114  | 2,195  | 2,168 | 2,107  | 2,066  |
| 1987                              | 8,272  | 14,140 | 17,487 | 15,727 | 13,137 | 5,360  | 2,664  | 1,890  | 1,356  | 1,084 | 1,097  | 1,280  |
| 1988                              | 6,741  | 15,172 | 11,268 | 11,386 | 10,210 | 3,782  | 2,259  | 1,566  | 1,208  | 1,044 | 0,925  | 1,028  |
| 1989                              | 8,077  | 17,475 | 17,046 | 15,016 | 9,437  | 4,470  | 2,996  | 2,130  | 1,727  | 1,780 | 2,186  | 2,157  |
| 1990                              | 2,862  | 9,148  | 7,675  | 10,045 | 6,516  | 3,671  | 2,473  | 1,850  | 1,462  | 1,331 | 1,166  | 1,840  |
| 1991                              | 4,058  | 12,696 | 11,594 | 9,976  | 7,369  | 3,903  | 2,578  | 1,856  | 1,502  | 1,282 | 1,190  | 1,907  |
| 1992                              | 8,633  | 15,677 | 23,315 | 18,422 | 15,419 | 8,087  | 3,483  | 2,054  | 1,368  | 1,098 | 0,988  | 1,177  |
| 1993                              | 3,270  | 15,740 | 18,066 | 17,177 | 10,173 | 4,346  | 2,349  | 1,668  | 1,332  | 0,988 | 2,226  | 1,599  |
| 1994                              | 6,955  | 14,234 | 12,491 | 14,623 | 7,908  | 3,090  | 1,669  | 1,192  | 1,074  | 0,811 | 0,766  | 1,956  |
| 1995                              | 6,734  | 12,605 | 6,727  | 7,513  | 4,182  | 2,808  | 2,104  | 1,911  | 1,213  | 0,982 | 1,000  | 1,072  |
| 1996                              | 3,567  | 14,326 | 12,290 | 9,075  | 5,262  | 2,720  | 2,041  | 1,175  | 0,956  | 0,873 | 0,921  | 1,047  |
| 1997                              | 4,188  | 9,276  | 12,680 | 10,659 | 9,023  | 7,616  | 3,846  | 3,639  | 4,001  | 5,034 | 9,234  | 12,957 |
| 1998                              | 13,623 | 13,899 | 12,453 | 13,466 | 9,179  | 3,387  | 2,919  | 2,418  | 2,294  | 1,590 | 2,189  | 0,873  |
| 1999                              | 3,370  | 13,071 | 13,097 | 10,787 | 11,673 | 13,768 | 11,320 | 13,817 | 11,994 | 9,019 | 2,189  | 2,776  |

## **ANEXO 8**

### **8. Mapa Geológico de Caluma.**



**LEYENDA**

- Corte Transversal
- Zona
- Límite de Zona
- Franja
- Faja Marginal
- Drenabrid
- Dique para Aluvión
- Franja de Inundación
- Impedimento a Inundación
- Impedimento a Inundación
- Impedimento a Inundación

**CARACTERÍSTICAS**

| UBICACION  | ROCA  | SUELO    | RELIEVE                             | DRENAJE  | ALBERACION            | TALUDES                           |
|--|---|----------|-------------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------------------|
| Yates de las Tablas con Tablas de las Champas y Tablas | PM. Murchi, Pasa, Perichas                    | Paso     | Altopo                              | Pasillo  | NOH 1.0% a NOH 1.5% a | Formas de las montañas en colinas |
| San del Rio Tablas                                     | PM. Murchi, Perichas                          | Perichas | Altopo                              | 5 rampas | NOH 1.0% a NOH 1.5% a | Formas de las montañas en colinas |
| Norte del Rio San Juan                                 | PM. Murchi, Perichas, San, Colinas, San, Ocas | Perichas | Altopo y zona de colinas y montañas | Pasillo  | NOH 1.0% a NOH 1.5% a | Formas de las montañas en colinas |
| San del Rio Tablas y Perichas                          | PM. Murchi, Perichas, San, Ocas               | Perichas | Altopo y zona de colinas y montañas | Pasillo  | NOH 1.0% a NOH 1.5% a | Formas de las montañas en colinas |
| Norte del Rio Tablas y Perichas y Champas              | PM. Murchi, Perichas, San, Ocas               | Perichas | Altopo y zona de colinas y montañas | Pasillo  | NOH 1.0% a NOH 1.5% a | Formas de las montañas en colinas |

CORTE TRANSVERSAL A - A

CORTE TRANSVERSAL B - B

# ANEXO 9

## 9. Presupuesto de Obras Civiles

| CALUMA ALTO   |        |          |                                      |                   |               |
|---|--------|----------|--------------------------------------|-------------------|---------------|
| DESCRIPCION   | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (\$)<br>Enero (2006) | PRECIO TOTAL (\$) | SUBTOTAL (\$) |
| <b>AZUD Y BOCATOMA</b>                              |        |          |                                      |                   |               |
| Excavación común con agua (para azud, muros, etc)   | m³     | 6000     | 3,75                                 | 22500             |               |
| Excavación en roca con agua (para azud, muros, etc) | m³     | 6000     | 14,46                                | 86760             |               |
| Hormigón, muros y azud                              | m³     | 2000     | 117,02                               | 234040            |               |
| Acero de refuerzo                                   | Kg     | 90000    | 1,56                                 | 140400            |               |
| Acero estructural                                   | Kg     | 1600     | 1,62                                 | 2592              |               |
|   |        |          |                                      |                   | 486292        |
| <b>DESARENADOR</b>                                  |        |          |                                      |                   |               |
| Excavación de plataforma: común                     | m³     | 9000     | 2,95                                 | 26550             |               |
| Excavación de plataforma: roca                      | m³     | 9000     | 14,46                                | 130140            |               |
| Excavación cajón: común                             | m³     | 1700     | 21,68                                | 36856             |               |
| Excavación cajón: roca                              | m³     | 1700     | 70,67                                | 120139            |               |
| Hormigon para muros                                 | m³     | 850      | 178                                  | 151300            |               |
| Acero de refuerzo                                   | Kg     | 40000    | 1,56                                 | 62400             |               |
|   |        |          |                                      |                   | 527385        |
| <b>CONDUCCION: CANAL</b>                            |        |          |                                      |                   |               |
| Replanteo, desbroce y limpieza                      | Ha     | 10,5     | 3422,64                              | 35937,68          |               |
| Excavación de plataforma: común                     | m³     | 300000   | 2,95                                 | 885000            |               |
| Excavación de plataforma: roca                      | m³     | 2900     | 14,46                                | 41934             |               |
| Excavación cajón: común                             | m³     | 5000     | 21,68                                | 108400            |               |
| Excavación cajón: roca                              | m³     | 6000     | 70,67                                | 424020            |               |
| Hormigón de revestimiento para canal                | m³     | 900      | 182,41                               | 164169,4798       |               |
| Sub-base  | m³     | 1600     | 6,22                                 | 9952              |               |
|   |        |          |                                      |                   | 1669413,16    |
| <b>ALIVIADEROS TIPO</b>                             |        |          |                                      |                   |               |
| Excavación cajón: común                             | m³     | 2300     | 21,68                                | 49864             |               |
| Hormigón para muros                                 | m³     | 1700     | 178                                  | 302600            |               |
| Acero de refuerzo                                   | Kg     | 63500    | 1,56                                 | 99060             |               |
|   |        |          |                                      |                   | 451524        |
| <b>PASOS DE AGUA</b>                                |        |          |                                      |                   |               |
| Excavación cajón: común                             | m³     | 865      | 21,68                                | 18753,2           |               |
| Hormigón para muros                                 | m³     | 56       | 178                                  | 9968              |               |
| Acero de refuerzo                                   | Kg     | 2800     | 1,56                                 | 4368              |               |
| Alcantarillas ARMCO F 48"                           | m      | 37       | 267,46                               | 9896,17           |               |
|   |        |          |                                      |                   | 42985,37      |
| <b>RESERVOIRIO DE REGULACIÓN DIARIA</b>             |        |          |                                      |                   |               |
| Excavación de plataforma: común                     | m³     | 50000    | 2,95                                 | 147500            |               |
| Excavación cajón: común                             | m³     | 20000    | 4,51                                 | 90200             |               |
| Sub-base de material drenaje                        | m³     | 3200     | 6,22                                 | 19904             |               |
| Tubería de drenaje                                  | m      | 1600     | 3,35                                 | 5360              |               |
| Hormigón para muros                                 | m³     | 900      | 178                                  | 160200            |               |
| Acero de refuerzo                                   | m³     | 3000     | 1,56                                 | 4680              |               |
|   |        |          |                                      |                   | 427844        |
| <b>TANQUE DE CARGA</b>                              |        |          |                                      |                   |               |
| Excavación cajón: comun                             | m³     | 2000     | 4,54                                 | 9080              |               |
| Hormigón para muros                                 | m³     | 730      | 178                                  | 129940            |               |
| Acero de refuerzo                                   | Kg     | 29200    | 1,56                                 | 45552             |               |
| Acero estructural                                   | Kg     | 2200     | 1,62                                 | 3564              |               |
|   |        |          |                                      |                   | 188136        |
| <b>TUBERIA DE PRESSION</b>                          |        |          |                                      |                   |               |
| Excavación común - Tubería de Presión               | m³     | 20000    | 6,80                                 | 135956,8721       |               |
| Hormigón de apoyos y anclaje                        | m³     | 600      | 117,02                               | 70212             |               |
| Acero de refuerzo                                   | Kg     | 10000    | 1,56                                 | 15600             |               |
| Tubería blindada (Presión)                          | Kg     | 38750    | 6,08                                 | 235600            |               |
|   |        |          |                                      |                   | 457368,872    |
| <b>CASA DE MAQUINAS</b>                             |        |          |                                      |                   |               |
| Excavación de plataforma: común                     | m³     | 1600     | 2,95                                 | 4720              |               |
| Excavación de plataforma: roca                      | m³     | 1600     | 14,46                                | 23136             |               |
| Excavación cajón: común                             | m³     | 450      | 21,68                                | 9756              |               |
| Excavación cajón: roca                              | m³     | 450      | 70,67                                | 31801,5           |               |
| Hormigón estructural                                | m³     | 130      | 159,06                               | 20677,8           |               |
| Hormigón en masa                                    | m³     | 485      | 117,02                               | 56754,7           |               |
| Acero de refuerzo                                   | Kg     | 32600    | 1,56                                 | 50856             |               |
|   |        |          |                                      |                   | 197702        |
| <b>CANAL DE RESTITUCIÓN</b>                         |        |          |                                      |                   |               |
| Excavación cajón: común                             | m³     | 200      | 21,68                                | 4336              |               |
| Excavación cajón: roca                              | m³     | 200      | 70,67                                | 14134             |               |
| Hormigón de revestimiento                           | m³     | 100      | 182,41                               | 18241,05          |               |
| Acero estructural                                   | Kg     | 5000     | 1,62                                 | 8100              |               |
|   |        |          |                                      |                   | 44811,0533    |
| <b>CAMINOS DE ACCESO</b>                            |        |          |                                      |                   |               |
| Excavación sin clasificar (común)                   | m³     | 68065    | 1,5                                  | 102097,5          |               |
| Limpieza de derrumbes                               | m³     | 16410    | 1,37                                 | 22481,7           |               |
| Excavación cunetas                                  | m³     | 1700     | 3,35                                 | 5695              |               |
| Subbase   | m³     | 13686    | 6,22                                 | 85146,92          |               |
|   |        |          |                                      |                   | 130274,2      |

## ANEXO 10

### 10. Caudales Turbinados realizados en Excel.

| CAUDALES TURBINADOS |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEPT | OCT  | NOV  | DIC  |
| 1965                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,09 | 3,28 | 2,92 | 3,50 | 3,07 |
| 1966                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,97 | 3,61 | 3,05 | 1,62 | 1,59 | 1,27 | 1,50 |
| 1967                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,56 | 3,15 | 1,84 | 1,38 | 1,21 | 0,93 | 1,10 |
| 1968                | 4,03 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,68 | 3,22 | 1,89 | 1,34 | 1,12 | 1,10 | 0,90 | 1,14 |
| 1969                | 3,98 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,40 | 3,50 | 2,80 | 1,17 | 1,17 | 2,19 |
| 1970                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 3,95 | 3,38 | 2,95 | 2,07 | 1,52 | 2,37 |
| 1971                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,08 | 2,79 | 1,82 | 1,51 | 1,32 | 1,10 | 1,91 |
| 1972                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,57 | 5,10 | 4,76 | 5,60 |
| 1973                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,49 | 3,27 | 2,96 | 2,68 | 2,28 | 2,50 |
| 1974                | 4,79 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,87 | 3,46 | 2,60 | 2,24 | 2,31 | 2,18 | 4,75 |
| 1975                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,51 | 3,33 | 2,72 | 2,54 | 2,15 | 2,19 |
| 1976                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,58 | 3,22 | 2,53 | 2,01 | 1,97 | 3,09 |
| 1977                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,54 | 3,20 | 2,51 | 2,11 | 1,82 | 1,43 | 1,82 |
| 1978                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,32 | 3,43 | 0,00 | 0,23 | 1,90 | 1,53 | 2,36 |
| 1979                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 3,39 | 2,48 | 2,09 | 1,81 | 1,35 | 2,94 |
| 1980                | 2,95 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,04 | 2,78 | 1,98 | 1,67 | 1,43 | 4,34 |
| 1981                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,39 | 3,56 | 3,12 | 2,87 | 2,90 | 2,93 | 3,13 |
| 1982                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,59 | 3,70 | 2,48 | 2,12 | 3,37 | 5,60 | 5,60 |
| 1983                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,32 | 4,66 | 0,57 |
| 1984                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,57 | 4,02 | 2,79 | 4,03 | 1,97 | 1,29 | 3,71 |
| 1985                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,48 | 3,28 | 2,76 | 2,51 | 3,59 | 3,44 | 2,42 |
| 1986                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,57 | 3,12 | 2,44 | 2,57 | 2,53 | 2,43 | 2,37 |
| 1987                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 3,32 | 2,09 | 1,24 | 0,81 | 0,83 | 1,12 |
| 1988                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,09 | 2,67 | 1,57 | 1,00 | 0,74 | 0,55 | 0,72 |
| 1989                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 3,84 | 2,47 | 1,83 | 1,91 | 2,56 | 2,51 |
| 1990                | 3,63 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,92 | 3,01 | 2,02 | 1,41 | 1,20 | 0,94 | 2,01 |
| 1991                | 5,53 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,28 | 3,18 | 2,03 | 1,47 | 1,12 | 0,97 | 2,11 |
| 1992                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,62 | 2,35 | 1,26 | 0,83 | 0,65 | 0,95 |
| 1993                | 4,28 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 2,82 | 1,73 | 1,20 | 0,65 | 2,62 | 1,63 |
| 1994                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 3,99 | 1,74 | 0,98 | 0,79 | 0,37 | 0,30 | 2,19 |
| 1995                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 3,55 | 2,43 | 2,12 | 1,01 | 0,65 | 0,67 | 0,79 |
| 1996                | 4,75 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 3,41 | 2,33 | 0,95 | 0,60 | 0,47 | 0,55 | 0,75 |
| 1997                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,19 | 4,87 | 5,44 | 5,60 | 5,60 | 5,60 |
| 1998                | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 4,47 | 3,72 | 2,93 | 2,73 | 1,61 | 2,56 | 0,47 |
| 1999                | 4,44 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 5,60 | 2,56 | 3,49 |

## ANEXO 11

### 11. Potencia en MW del esquema Caluma Alto.

| POTENCIA MW |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|             | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEPT | OCT  | NOV  | DIC  |
| 1965        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,21 | 3,57 | 3,24 | 3,76 | 3,38 |
| 1966        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,72 | 3,85 | 3,36 | 1,89 | 1,85 | 1,49 | 1,76 |
| 1967        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,51 | 3,45 | 2,13 | 1,62 | 1,43 | 1,10 | 1,30 |
| 1968        | 4,17 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,57 | 3,51 | 2,19 | 1,58 | 1,32 | 1,29 | 1,07 | 1,35 |
| 1969        | 4,13 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,41 | 3,75 | 3,13 | 1,38 | 1,38 | 2,51 |
| 1970        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,11 | 3,65 | 3,27 | 2,38 | 1,78 | 2,70 |
| 1971        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,20 | 3,12 | 2,12 | 1,77 | 1,55 | 1,30 | 2,22 |
| 1972        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,78 | 4,62 | 4,95 |
| 1973        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,47 | 3,56 | 3,28 | 3,01 | 2,61 | 2,84 |
| 1974        | 4,63 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,67 | 3,72 | 2,93 | 2,56 | 2,64 | 2,50 | 4,61 |
| 1975        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,48 | 3,62 | 3,05 | 2,88 | 2,47 | 2,51 |
| 1976        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,52 | 3,51 | 2,86 | 2,32 | 2,28 | 3,40 |
| 1977        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,50 | 3,50 | 2,84 | 2,43 | 2,11 | 1,67 | 2,11 |
| 1978        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,87 | 3,70 | 0,00 | 0,27 | 2,21 | 1,79 | 2,69 |
| 1979        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 3,67 | 2,81 | 2,40 | 2,11 | 1,59 | 3,26 |
| 1980        | 3,27 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,17 | 3,11 | 2,29 | 1,94 | 1,67 | 4,38 |
| 1981        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,41 | 3,81 | 3,43 | 3,20 | 3,22 | 3,25 | 3,44 |
| 1982        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,53 | 3,92 | 2,81 | 2,43 | 3,64 | 4,95 | 4,95 |
| 1983        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,87 | 4,57 | 0,68 |
| 1984        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,94 | 4,16 | 3,11 | 4,17 | 2,27 | 1,52 | 3,92 |
| 1985        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,46 | 3,57 | 3,08 | 2,84 | 3,83 | 3,71 | 2,75 |
| 1986        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,51 | 3,43 | 2,77 | 2,90 | 2,86 | 2,76 | 2,70 |
| 1987        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 3,60 | 2,40 | 1,46 | 0,96 | 0,98 | 1,32 |
| 1988        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,78 | 3,00 | 1,84 | 1,19 | 0,88 | 0,66 | 0,85 |
| 1989        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,03 | 2,80 | 2,12 | 2,21 | 2,89 | 2,84 |
| 1990        | 3,86 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,70 | 3,33 | 2,33 | 1,65 | 1,42 | 1,11 | 2,32 |
| 1991        | 4,93 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,85 | 3,48 | 2,34 | 1,72 | 1,32 | 1,15 | 2,43 |
| 1992        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,54 | 2,68 | 1,48 | 0,98 | 0,78 | 1,13 |
| 1993        | 4,34 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 3,14 | 2,02 | 1,42 | 0,78 | 2,95 | 1,90 |
| 1994        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,14 | 2,02 | 1,16 | 0,94 | 0,44 | 0,36 | 2,51 |
| 1995        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 3,79 | 2,76 | 2,44 | 1,20 | 0,77 | 0,80 | 0,94 |
| 1996        | 4,61 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 3,68 | 2,65 | 1,13 | 0,72 | 0,56 | 0,65 | 0,89 |
| 1997        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,82 | 4,67 | 4,91 | 4,95 | 4,95 | 4,95 |
| 1998        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,45 | 3,93 | 3,25 | 3,06 | 1,88 | 2,89 | 0,56 |
| 1999        | 4,44 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 2,89 | 3,75 |
| Qmax        | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,95 |
| Qmed        | 4,78 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,94 | 4,67 | 3,81 | 2,92 | 2,51 | 2,28 | 2,20 | 2,59 |
| Qmin        | 3,27 | 4,95 | 4,95 | 4,95 | 4,57 | 3,51 | 2,02 | 0,00 | 0,27 | 0,44 | 0,36 | 0,56 |

## ANEXO 12

### 12. Energía en MWH del esquema Caluma Alto.

| ENERGIA MWH |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|             | ENE     | FEB     | MAR     | ABR     | MAY     | JUN     | JUL     | AGO     | SEPT    | OCT     | NOV     | DIC     |          |
| 1965        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3029,29 | 2568,05 | 2332,19 | 2704,07 | 2433,81 | 38030,67 |
| 1966        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3398,59 | 2769,40 | 2419,04 | 1364,39 | 1334,80 | 1073,97 | 1265,02 | 31456,12 |
| 1967        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3247,67 | 2485,35 | 1534,35 | 1164,73 | 1027,47 | 795,34  | 933,51  | 29019,33 |
| 1968        | 3000,66 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3293,83 | 2529,25 | 1573,81 | 1136,79 | 949,54  | 932,38  | 772,34  | 970,62  | 25857,77 |
| 1969        | 2974,99 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3175,53 | 2702,41 | 2251,26 | 994,66  | 994,66  | 1806,61 | 32731,05 |
| 1970        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 2956,76 | 2630,65 | 2353,66 | 1713,76 | 1281,19 | 1945,71 | 34278,81 |
| 1971        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3026,94 | 2244,46 | 1525,10 | 1270,90 | 1115,97 | 939,08  | 1595,23 | 29548,60 |
| 1972        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3560,65 | 3440,25 | 3325,76 | 3566,18 | 42422,29 |
| 1973        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3217,71 | 2565,12 | 2358,11 | 2169,59 | 1876,52 | 2041,31 | 35625,45 |
| 1974        | 3336,41 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3364,55 | 2680,89 | 2111,77 | 1846,33 | 1900,66 | 1801,97 | 3322,33 | 34629,64 |
| 1975        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3223,52 | 2603,20 | 2197,25 | 2070,66 | 1775,25 | 1808,19 | 35075,16 |
| 1976        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3254,76 | 2528,59 | 2061,12 | 1673,67 | 1638,25 | 2449,62 | 35003,11 |
| 1977        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3238,12 | 2518,35 | 2041,94 | 1751,00 | 1518,66 | 1205,16 | 1520,01 | 31624,16 |
| 1978        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3504,40 | 2661,05 | 0,00    | 196,57  | 1587,88 | 1290,95 | 1938,07 | 29009,83 |
| 1979        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 2638,97 | 2025,99 | 1728,12 | 1517,51 | 1142,10 | 2346,14 | 32795,93 |
| 1980        | 2356,08 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3003,89 | 2236,85 | 1645,31 | 1400,27 | 1205,14 | 3150,58 | 32829,04 |
| 1981        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3175,00 | 2742,49 | 2467,86 | 2302,16 | 2316,88 | 2338,85 | 2474,88 | 35649,03 |
| 1982        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3258,65 | 2819,75 | 2021,87 | 1751,21 | 2623,74 | 3566,18 | 3566,18 | 37438,49 |
| 1983        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3503,07 | 3287,75 | 489,37  | 39375,83 |
| 1984        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3559,86 | 2992,64 | 2241,91 | 3000,71 | 1637,54 | 1096,87 | 2824,74 | 35185,18 |
| 1985        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3210,91 | 2571,55 | 2220,21 | 2043,60 | 2758,72 | 2670,99 | 1980,59 | 35287,47 |
| 1986        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3249,46 | 2467,86 | 1996,41 | 2090,33 | 2059,22 | 1988,51 | 1940,82 | 33623,52 |
| 1987        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 2591,80 | 1729,85 | 1051,58 | 689,71  | 706,54  | 950,64  | 29117,22 |
| 1988        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3439,46 | 2162,71 | 1324,55 | 855,12  | 635,40  | 474,73  | 614,24  | 27337,13 |
| 1989        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 2901,39 | 2015,31 | 1527,86 | 1594,62 | 2079,99 | 2046,54 | 33562,81 |
| 1990        | 2781,19 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3381,96 | 2395,48 | 1681,15 | 1190,46 | 1018,89 | 799,15  | 1668,47 | 29181,48 |
| 1991        | 3552,28 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3494,12 | 2505,18 | 1688,17 | 1241,62 | 954,00  | 831,13  | 1750,74 | 30281,98 |
| 1992        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3269,90 | 1926,08 | 1066,87 | 709,03  | 560,26  | 814,22  | 29743,45 |
| 1993        | 3122,00 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 2262,02 | 1453,93 | 1019,92 | 560,22  | 2124,79 | 1366,83 | 29740,61 |
| 1994        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 2980,12 | 1454,84 | 834,00  | 676,50  | 319,89  | 258,80  | 1809,45 | 26164,52 |
| 1995        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 2731,47 | 1984,73 | 1755,52 | 861,56  | 552,80  | 577,14  | 673,73  | 26967,86 |
| 1996        | 3322,31 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 2647,15 | 1910,59 | 811,26  | 516,50  | 405,09  | 469,36  | 639,96  | 24986,94 |
| 1997        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3469,28 | 3364,27 | 3532,61 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 42461,80 |
| 1998        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3206,04 | 2833,08 | 2337,00 | 2201,31 | 1355,08 | 2083,30 | 405,09  | 32251,81 |
| 1999        | 3194,35 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 2083,30 | 2700,49 | 40073,79 |
| Qmax        | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 |          |
| Qmed        | 3438,89 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3568,40 | 3362,93 | 2742,99 | 2104,54 | 1809,41 | 1644,48 | 1582,45 | 1867,89 | 32810,51 |
| Qmin        | 2356,08 | 3566,18 | 3566,18 | 3566,18 | 3293,83 | 2529,25 | 1454,84 | 0,00    | 196,57  | 319,89  | 258,80  | 405,09  |          |

## ANEXO 13

### 13. Producciones e Ingresos de Caluma Alto.

| <b>PRODUCCIONES ENERGETICAS</b> |  |               |               |                |  |
|---------------------------------|--|---------------|---------------|----------------|--|
|                                 |  | Energia Firme | Energia Media | Potencia Firme |  |
|                                 |  | Gwh           | Gwh           | Mw             |  |
| Produccion Caluma Alto          |  | 12,44         | 32,43         | 1,93           |  |

| <b>INGRESOS OPERACIONALES CALUMA</b> |  |                    |            |        |  |
|--------------------------------------|--|--------------------|------------|--------|--|
| <b>MILES DE DOLARES</b>              |  |                    |            |        |  |
|                                      |  | Escenario Moderado |            | Actual |  |
| Energia Spot                         |  | 5,80               | US c\$/Kw. | 5,80   |  |
| Energia mercado de Contratos         |  | 3,50               | US c\$/Kw. | 3,85   |  |
| Potencia Remunerable                 |  | 0,00               | US \$/Kw.  | 0,00   |  |

| Años | Mercado Spot |    | TOTAL | Precio Spot | Energia        |
|------|--------------|----|-------|-------------|----------------|
|      | Energia      | PR |       |             |                |
| 2011 | 1.881        | 0  | 1.881 | Actual      | 90% Produccion |
| 2012 | 1.881        | 0  | 1.881 | Actual      | 90% Produccion |
| 2013 | 1.881        | 0  | 1.881 | Actual      | E. Firme       |
| 2014 | 1.881        | 0  | 1.881 | Actual      | E. Firme       |
| 2015 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2016 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2017 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2018 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2019 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2020 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2021 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2022 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2023 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2024 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2025 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2026 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2027 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2028 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2029 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2030 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2031 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2032 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2033 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2034 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2035 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2036 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2037 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2038 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2039 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2040 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2041 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2042 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2043 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2044 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2045 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2046 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2047 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2048 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2049 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2050 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2051 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2052 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2053 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2054 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2055 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2056 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2057 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2058 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2059 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2060 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |
| 2061 | 1.881        | 0  | 1.881 | Moderado    |                |

## ANEXO 14

### 14. Financiamiento de Caluma Alto.

|              |             | Inversion | 10.584.388,01 |           | 1531860,434 |              |             |           |           |           |              |              |             |           |           |           |            |
|--------------|-------------|-----------|---------------|-----------|-------------|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              |             | CREDITO 1 |               |           |             | CREDITO 2    |             |           |           |           | CREDITO No.3 |              |             |           |           |           |            |
|              |             | MONTO     | 4.233.755     |           |             | MONTO        | 3.175.316   |           |           |           | MONTO        | 3.175.316    |             |           |           |           |            |
|              |             | PLAZO     | 13            |           |             | PLAZO        | 13          |           |           |           | PLAZO        | 13           |             |           |           |           |            |
|              |             | INTERES   | 8,00%         |           |             | INTERES      | 8,00%       |           |           |           | INTERES      | 8,00%        |             |           |           |           |            |
|              |             | A.GRACIA  | 3             |           |             | A.GRACIA     | 3           |           |           |           | A.GRACIA     | 3            |             |           |           |           |            |
|              | DESEMBOLSOS | SALDOS    | AMORTZ.       | INTERESES | CAP+INT     |              | DESEMBOLSOS | SALDOS    | AMORTZ.   | INTERESES | CAP+INT      |              | DESEMBOLSOS | SALDOS    | AMORTZ.   | INTERESES | CAP+INT    |
| 0            |             |           |               | 0         | 0           | 0            |             |           |           | 0         | 0            | 0            |             |           |           | 0         | 0          |
| 1            | 1.058.439   | 4.233.755 | 0             | 84.675    | 84675,10    | 1            | 793.829     | 3.175.316 | 0         | 63.506    | 63506,33     | 1            | 793.829     |           | 0         | 63.506    | 63506,33   |
| 2            | 2.116.878   | 4.233.755 | 0             | 254.025   | 254025,31   | 2            | 1.587.658   | 3.175.316 | 0         | 190.519   | 190518,98    | 2            | 1.587.658   | 3.175.316 | 0         | 190.519   | 190518,98  |
| 3            | 1.058.439   | 4.233.755 | 0             | 338.700   | 338700,42   | 3            | 793.829     | 3.175.316 | 0         | 254.025   | 254025,31    | 3            | 793.829     | 3.175.316 | 0         | 254.025   | 254025,31  |
| 4            | 0           | 4.233.755 | 423.376       | 338.700   | 762075,94   | 4            | 0           | 3.175.316 | 317.532   | 254.025   | 571556,95    | 4            |             | 3.175.316 | 317.532   | 254.025   | 571556,95  |
| 5            |             | 3.810.380 | 423.376       | 304.830   | 728205,90   | 5            |             | 2.857.785 | 317.532   | 228.623   | 546154,42    | 5            |             | 2.857.785 | 317.532   | 228.623   | 546154,42  |
| 6            |             | 3.387.004 | 423.376       | 270.960   | 694335,85   | 6            |             | 2.540.253 | 317.532   | 203.220   | 520751,89    | 6            |             | 2.540.253 | 317.532   | 203.220   | 520751,89  |
| 7            |             | 2.963.629 | 423.376       | 237.090   | 660465,81   | 7            |             | 2.222.721 | 317.532   | 177.818   | 495349,36    | 7            |             | 2.222.721 | 317.532   | 177.818   | 495349,36  |
| 8            |             | 2.540.253 | 423.376       | 203.220   | 626595,77   | 8            |             | 1.905.190 | 317.532   | 152.415   | 469946,83    | 8            |             | 1.905.190 | 317.532   | 152.415   | 469946,83  |
| 9            |             | 2.116.878 | 423.376       | 169.350   | 592725,73   | 9            |             | 1.587.658 | 317.532   | 127.013   | 444544,30    | 9            |             | 1.587.658 | 317.532   | 127.013   | 444544,30  |
| 10           |             | 1.693.502 | 423.376       | 135.480   | 558855,69   | 10           |             | 1.270.127 | 317.532   | 101.610   | 419141,77    | 10           |             | 1.270.127 | 317.532   | 101.610   | 419141,77  |
| 11           |             | 1.270.127 | 423.376       | 101.610   | 524985,65   | 11           |             | 952.595   | 317.532   | 76.208    | 393739,23    | 11           |             | 952.595   | 317.532   | 76.208    | 393739,23  |
| 12           |             | 846.751   | 423.376       | 67.740    | 491115,60   | 12           |             | 635.063   | 317.532   | 50.805    | 368336,70    | 12           |             | 635.063   | 317.532   | 50.805    | 368336,70  |
| 13           |             | 423.376   | 423.376       | 33.870    | 457245,56   | 13           |             | 317.532   | 317.532   | 25.403    | 342934,17    | 13           |             | 317.532   | 317.532   | 25.403    | 342934,17  |
| 14           |             | 0         | 0             | 0         | 0,00        | 14           |             | 0         | 0         | 0         | 0,00         | 14           |             | -0        | 0         | -0        | 0,00       |
| <b>TOTAL</b> | 4.233.755   |           | 4.233.755     | 2.540.253 | 6774008,33  | <b>TOTAL</b> | 3.175.316   |           | 3.175.316 | 1.905.190 | 5080506,24   | <b>TOTAL</b> | 3.175.316   |           | 3.175.316 | 1.905.190 | 5080506,24 |

# ANEXO 15

## 15. Resultados de la Evaluación Financiera.

|   |
|---|
| CENTRAL HIDROELECTRICA                          |
| PRE-FACTIBILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO CALUMA |

FINANCIAMIENTO: CRED. 1 : 4.233.755,20 MILLONES US \$  
 CRED. 2 : 3.175.316,40 MILLONES US \$  
 CRED. 3 : 3.175.316,40 MILLONES US \$

### RESULTADOS DE LA EVALUACION FINANCIERA

|     |        |           |
|-----|--------|-----------|
|     | TIR    | 22,93%    |
| VAN | 10,00% | 1.012.705 |

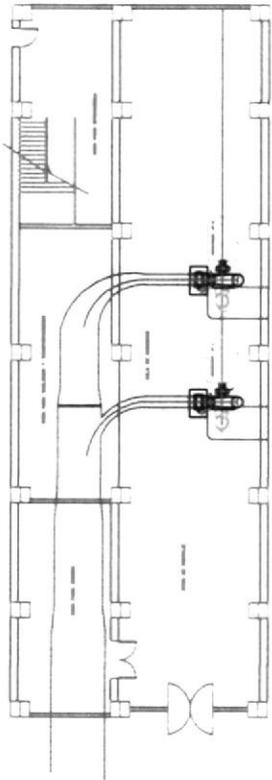
### EVALUACION FINANCIERA - CANTIDADES EN MILES DE US\$

| Año   | SERVICIO DE DEUDAS |             |             |               | Margen operacional |            |                |            | CER       | Flujo Neto |
|-------|--------------------|-------------|-------------|---------------|--------------------|------------|----------------|------------|-----------|------------|
|       | CREDITO 1          | CREDITO 2   | CREDITO 3   | TOTAL         | Ingresos           | Gastos O&M | Seguros y G.G. | Margen     |           |            |
| 2.011 | -84.675,10         | -63.506,33  | -63.506,33  | -211.687,76   | 0,00               | -52921,94  | -52921,94      | -105.844   | 0         | -317.532   |
| 2.012 | -254.025,31        | -190.518,98 | -190.518,98 | -635.063,28   | 0,00               | -52921,94  | -52921,94      | -105.844   | 0         | -740.907   |
| 2.013 | -338.700,42        | -254.025,31 | -254.025,31 | -846.751,04   | 0,00               | -52921,94  | -52921,94      | -105.844   | 0         | -952.595   |
| 2.014 | -762.075,94        | -571.556,95 | -571.556,95 | -1.905.189,84 | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  | 366.545   | 236.511    |
| 2.015 | -728.205,90        | -546.154,42 | -546.154,42 | -1.820.514,74 | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  | 302.453   | 257.095    |
| 2.016 | -694.335,85        | -520.751,89 | -520.751,89 | -1.735.839,63 | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  | 460.394   | 499.711    |
| 2.017 | -660.465,81        | -495.349,36 | -495.349,36 | -1.651.164,53 | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  | 395.997   | 519.989    |
| 2.018 | -626.595,77        | -469.946,83 | -469.946,83 | -1.566.489,43 | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 208.667    |
| 2.019 | -592.725,73        | -444.544,30 | -444.544,30 | -1.481.814,32 | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 293.242    |
| 2.020 | -558.855,69        | -419.141,77 | -419.141,77 | -1.397.139,22 | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 378.017    |
| 2.021 | -524.985,65        | -393.739,23 | -393.739,23 | -1.312.464,11 | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 462.692    |
| 2.022 | -491.115,60        | -368.336,70 | -368.336,70 | -1.227.789,01 | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 547.367    |
| 2.023 | -457.245,56        | -342.934,17 | -342.934,17 | -1.143.113,91 | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 632.042    |
| 2.024 |                    |             |             | 0,00          | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.025 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.026 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.027 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.028 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.029 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.030 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.031 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.032 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.033 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.034 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.035 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.036 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.037 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.038 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.039 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.040 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.041 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.042 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.043 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.044 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.045 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.046 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.047 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.048 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.049 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.050 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.051 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.052 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.053 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.054 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.055 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.056 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.057 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.058 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.059 |                    |             |             |               | 1881000,00         | -52921,94  | -52921,94      | 1.775.156  |           | 1.775.156  |
| 2.060 |                    |             |             |               | 10408,75           | -52921,94  | -52921,94      | -95.435    |           | -95.435    |
|       | -6.774.008         | -5.080.506  | -5.080.506  | -16.935.021   | 86.536.409         | -2.646.097 | -2.646.097     | 81.244.215 | 1.525.390 | 65.834.584 |

|     |           |
|-----|-----------|
| TIR | 22,93%    |
| VAN | 1.012.705 |

## **ANEXO 16**

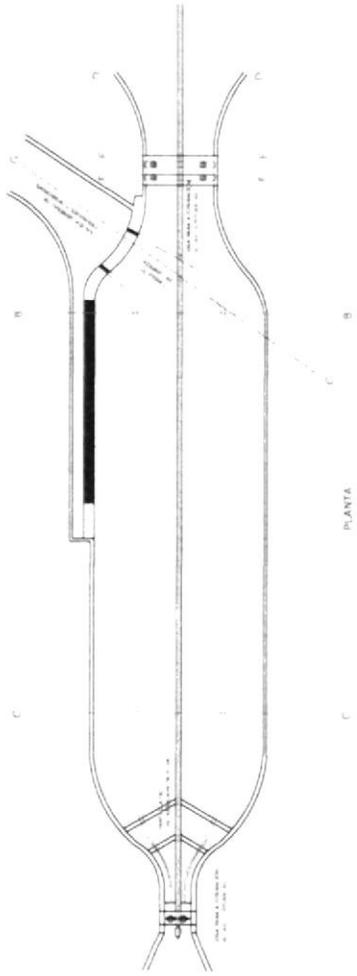
### **16. Planos**



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

| DESCRIPCIÓN            | INDICACIONES |
|------------------------|--------------|
| CASA DE 2 PISOS        | 1000 / 1000  |
| TIPO DE PISO           | 1000 / 1000  |
| TIPO DE PARED          | 1000 / 1000  |
| TIPO DE TUBERÍA        | 1000 / 1000  |
| VALVULAS               | 1000 / 1000  |
| VALVULAS AUTOMÁTICAS   | 1000 / 1000  |
| VALVULAS MANUALES      | 1000 / 1000  |
| VALVULAS DE SEGURIDAD  | 1000 / 1000  |
| VALVULAS DE ALARMA     | 1000 / 1000  |
| VALVULAS DE EMERGENCIA | 1000 / 1000  |
| VALVULAS DE CONTROL    | 1000 / 1000  |
| VALVULAS DE REGULACIÓN | 1000 / 1000  |
| VALVULAS DE MONITORING | 1000 / 1000  |
| VALVULAS DE ALARMA     | 1000 / 1000  |
| VALVULAS DE EMERGENCIA | 1000 / 1000  |
| VALVULAS DE CONTROL    | 1000 / 1000  |
| VALVULAS DE REGULACIÓN | 1000 / 1000  |
| VALVULAS DE MONITORING | 1000 / 1000  |

RESERVA CENTRALIZADA  
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
 CASA DE INGENIERIA  
 PLANTA SECCION TIPO CARACT.  
 RESERVA CENTRALIZADA  
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
 PLANTA SECCION TIPO CARACT.  
 RESERVA CENTRALIZADA  
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
 PLANTA SECCION TIPO CARACT.  
 RESERVA CENTRALIZADA  
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
 PLANTA SECCION TIPO CARACT.



PLANTA



CORTE A-A

| APROX. | CL. A. | CL. B. |
|--------|--------|--------|
| ITEMS  | A      | B      |
| 1      | 1.00   | 1.00   |
| 2      | 1.00   | 1.00   |
| 3      | 1.00   | 1.00   |
| 4      | 1.00   | 1.00   |
| 5      | 1.00   | 1.00   |
| 6      | 1.00   | 1.00   |
| 7      | 1.00   | 1.00   |
| 8      | 1.00   | 1.00   |
| 9      | 1.00   | 1.00   |
| 10     | 1.00   | 1.00   |
| 11     | 1.00   | 1.00   |
| 12     | 1.00   | 1.00   |
| 13     | 1.00   | 1.00   |
| 14     | 1.00   | 1.00   |
| 15     | 1.00   | 1.00   |
| 16     | 1.00   | 1.00   |
| 17     | 1.00   | 1.00   |
| 18     | 1.00   | 1.00   |
| 19     | 1.00   | 1.00   |
| 20     | 1.00   | 1.00   |
| 21     | 1.00   | 1.00   |
| 22     | 1.00   | 1.00   |
| 23     | 1.00   | 1.00   |
| 24     | 1.00   | 1.00   |
| 25     | 1.00   | 1.00   |
| 26     | 1.00   | 1.00   |
| 27     | 1.00   | 1.00   |
| 28     | 1.00   | 1.00   |
| 29     | 1.00   | 1.00   |
| 30     | 1.00   | 1.00   |
| 31     | 1.00   | 1.00   |
| 32     | 1.00   | 1.00   |
| 33     | 1.00   | 1.00   |
| 34     | 1.00   | 1.00   |
| 35     | 1.00   | 1.00   |
| 36     | 1.00   | 1.00   |
| 37     | 1.00   | 1.00   |
| 38     | 1.00   | 1.00   |
| 39     | 1.00   | 1.00   |
| 40     | 1.00   | 1.00   |
| 41     | 1.00   | 1.00   |
| 42     | 1.00   | 1.00   |
| 43     | 1.00   | 1.00   |
| 44     | 1.00   | 1.00   |
| 45     | 1.00   | 1.00   |
| 46     | 1.00   | 1.00   |
| 47     | 1.00   | 1.00   |
| 48     | 1.00   | 1.00   |
| 49     | 1.00   | 1.00   |
| 50     | 1.00   | 1.00   |
| 51     | 1.00   | 1.00   |
| 52     | 1.00   | 1.00   |
| 53     | 1.00   | 1.00   |
| 54     | 1.00   | 1.00   |
| 55     | 1.00   | 1.00   |
| 56     | 1.00   | 1.00   |
| 57     | 1.00   | 1.00   |
| 58     | 1.00   | 1.00   |
| 59     | 1.00   | 1.00   |
| 60     | 1.00   | 1.00   |
| 61     | 1.00   | 1.00   |
| 62     | 1.00   | 1.00   |
| 63     | 1.00   | 1.00   |
| 64     | 1.00   | 1.00   |
| 65     | 1.00   | 1.00   |
| 66     | 1.00   | 1.00   |
| 67     | 1.00   | 1.00   |
| 68     | 1.00   | 1.00   |
| 69     | 1.00   | 1.00   |
| 70     | 1.00   | 1.00   |
| 71     | 1.00   | 1.00   |
| 72     | 1.00   | 1.00   |
| 73     | 1.00   | 1.00   |
| 74     | 1.00   | 1.00   |
| 75     | 1.00   | 1.00   |
| 76     | 1.00   | 1.00   |
| 77     | 1.00   | 1.00   |
| 78     | 1.00   | 1.00   |
| 79     | 1.00   | 1.00   |
| 80     | 1.00   | 1.00   |
| 81     | 1.00   | 1.00   |
| 82     | 1.00   | 1.00   |
| 83     | 1.00   | 1.00   |
| 84     | 1.00   | 1.00   |
| 85     | 1.00   | 1.00   |
| 86     | 1.00   | 1.00   |
| 87     | 1.00   | 1.00   |
| 88     | 1.00   | 1.00   |
| 89     | 1.00   | 1.00   |
| 90     | 1.00   | 1.00   |
| 91     | 1.00   | 1.00   |
| 92     | 1.00   | 1.00   |
| 93     | 1.00   | 1.00   |
| 94     | 1.00   | 1.00   |
| 95     | 1.00   | 1.00   |
| 96     | 1.00   | 1.00   |
| 97     | 1.00   | 1.00   |
| 98     | 1.00   | 1.00   |
| 99     | 1.00   | 1.00   |
| 100    | 1.00   | 1.00   |



CORTE B-B



CORTE C-C



CORTE G-G



CORTE E-E



CORTE F-F

CENTINALES REQUINAS

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE

DEPARTAMENTO DE PLANTA

CORTES Y CARACTERÍSTICAS

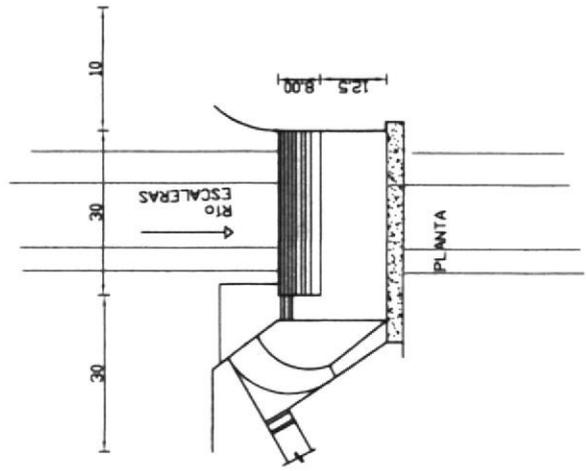
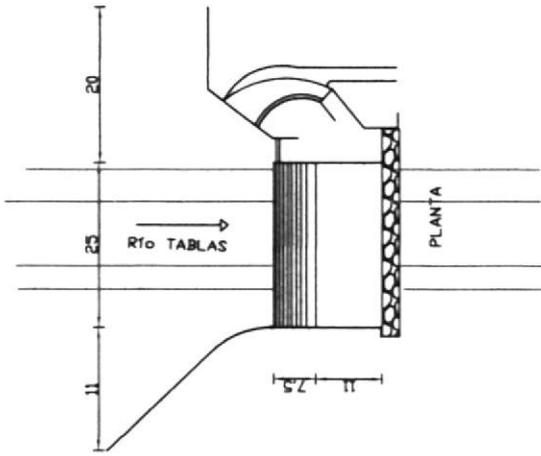
DISEÑADOR: ALDO CANZULIN PROYECTO CALUMBA AL NO

DIBUJADO: RESERVA PARALELO

REVISADO: ING. J. SANTIAGO

FECHA: ABRIL DE 2007





CIB - ESPOL

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
 DIVISIÓN DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS  
 LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN MATERIA DE  
 CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS

## Referencias Bibliográficas

- [1] Santo Potess, E.: *“CENTRALES ELECTRICAS”*.
- [2] Ortiz Flores, Ramiro: *“PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS”*.
- [3] J. Fritz, Jack: *“SMALL AND MINI HYDROPOWER SYSTEMS”*. Mc Graw Hill Book Company, 1984 Pág 11.1 – 11.18.
- [4] Benites Carrasco, Manuel; Jiménez Williams, Antonio; Ochoa Coronel, Jimmy: *“APROVECHAMIENTO DEL RIO PITA EN LA PROVINCIA DE BOLIVAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA (PROYECTO CALUMA BAJO)”*.
- [5] Regulación No. CONELEC – 009/06: *“PRECIOS DE LA ENERGÍA PRODUCIDA CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES NO CONVENCIONALES”*.
- [6] <http://www.mop.gov.ec/mapas/Mapa.asp>
- [7] [http://www.contratanet.gov.ec/docsystem/GRP6000/CONADQ6637/Anexos\\_CO DE6333.pdf](http://www.contratanet.gov.ec/docsystem/GRP6000/CONADQ6637/Anexos_CO DE6333.pdf)
- [8] [http://www.bce.fin.ec/indicador.php?tbl=inflacion\\_acumulada](http://www.bce.fin.ec/indicador.php?tbl=inflacion_acumulada)