

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Tesis

**Evaluación del rendimiento energético y encauzamiento
del río Huacuas en épocas de estiaje de la Central
Hidroeléctrica Huasahuasi período 2012-2017**

Juan Segura Usuriaga

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2019

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

ASESOR

Ing. Celso Espejo Medina

AGRADECIMIENTO

A la familia Segura Usuriaga, quienes son los cimientos y la fortaleza que me brindan su apoyo constante para que pueda seguir avanzando en mi vida profesional. Agradezco también a mi Padre Fortunato Pedro Segura Zurita y mi hermana Madeleine Liz Segura Usuriaga, quienes desde el cielo me protegen y guían mi camino.

También quiero agradecer a mi asesor de Tesis el Ingeniero Celso Espejo Medina por brindarme sus conocimientos y guiar de buena manera el desarrollo de este trabajo. Y esta Tesis no se pudo realizar sin el apoyo del personal de la Empresa GCZ SAC e Hidroeléctrica Santa Cruz, quienes me brindaron su apoyo al facilitarme la información necesaria para la elaboración de la presente investigación.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a la memoria de mi padre Fortunato y hermana Madeleine Liz que en paz descansen, a mi querida madre, Julia Usuriaga Berrocal quien es mi fuente mi fuerza y convicción para seguir adelante y a mis hermanos por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| PORTADA..... | I |
| ASESOR | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| DEDICATORIA..... | IV |
| ÍNDICE | V |
| LISTA DE TABLAS | VII |
| LISTA DE FIGURAS..... | IX |
| LISTA DE ANEXOS..... | XI |
| RESUMEN..... | XII |
| ABSTRACT..... | XIII |
| INTRODUCCIÓN..... | XIV |
| CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO..... | 16 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 16 |
| 1.1.1. Planteamiento del problema..... | 16 |
| 1.1.2. Formulación del problema | 17 |
| 1.2. Objetivos..... | 18 |
| 1.2.1. Objetivo general | 18 |
| 1.2.2. Objetivos específicos..... | 18 |
| 1.3. Justificación e importancia | 19 |
| 1.3.1. Alcances y Limitaciones | 19 |
| 1.4. Hipótesis y descripción de variables | 20 |
| 1.4.1. Hipótesis general..... | 20 |
| 1.4.2. Hipótesis específicas..... | 20 |
| 1.4.3. Variables, operacionalización..... | 21 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO | 23 |
| 2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA | 23 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales | 23 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales | 24 |
| 2.2. Bases teóricas | 26 |
| 2.2.1. Centrales Hidroeléctricas | 26 |
| 2.2.2. Encauzamiento de río..... | 32 |
| 2.3. Descripción de la central hidroeléctrica Huasahuasi, donde se efectuará la evaluación. 40 | |
| 2.3.1. Obra civil..... | 40 |
| 2.3.2. Descripción de instalaciones y características del equipamiento | 42 |
| 2.3.3. Especificaciones técnicas del equipamiento electromecánico..... | 70 |
| 2.3.4. Especificaciones técnicas del sistema de transmisión asociado a la central Huasahuasi..... | 84 |
| 2.4. Descripción general de la central Huasahuasi | 94 |
| 2.4.1. Generalidades | 94 |
| 2.4.2. Ubicación..... | 94 |
| 2.4.3. Descripción del proceso de generación de la central Huasahuasi | 96 |
| 2.4.4. Evaluación de la producción de energía | 98 |
| 2.5. Causas que motivan la indisponibilidad | 107 |
| 2.5.1. Disponible | 108 |
| 2.5.2. Eficiencia hidráulica..... | 112 |
| 2.5.3. Eficiencia eléctrica..... | 127 |
| 2.5.4. Eficiencia económica..... | 134 |
| 2.5.5. Estudios de cuencas hidrográficas..... | 143 |
| 2.5.6. Niveles de caudal | 152 |
| 2.5.7. Normas Legales | 168 |
| 2.6. Definición de términos básicos..... | 175 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| CAPÍTULO III METODOLOGÍA..... | 176 |
| 3.1. MÉTODO, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN | 176 |
| 3.1.1. Método de investigación..... | 176 |
| 3.1.2. Tipo y Nivel de Investigación..... | 176 |
| 3.2. Diseño de investigación..... | 177 |
| 3.3. Población y Muestra | 178 |
| 3.3.1. Población..... | 178 |
| 3.3.2. Muestra..... | 178 |
| 3.4. Técnicas de recolección de datos | 179 |
| 3.5. Técnicas de análisis de datos | 179 |
| CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 181 |
| 4.1. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE ENCAUZAMIENTOS DE RÍOs | 181 |
| 4.1.1. Enrocado | 182 |
| 4.1.2. Gaviones | 183 |
| 4.1.3. Muros de concreto | 184 |
| 4.2. Análisis y selección de alternativa de solución. | 187 |
| 4.3. Características hidráulicas del sistema de captación y conducción Paracshioc | 189 |
| 4.3.1. Obras de captación | 189 |
| 4.3.2. Sistema de conducción. | 190 |
| 4.4. Evaluación económica..... | 192 |
| 4.4.1. Resumen económico del proyecto | 192 |
| 4.4.2. Valor Presente Neto | 193 |
| 4.4.3. Tasa Interna de Retorno (TIR) | 194 |
| 4.4.4. Cálculo de beneficio/costo B/C | 195 |
| 4.5. Prueba de hipótesis..... | 196 |
| 4.6. Resultados..... | 197 |
| CONCLUSIONES..... | 203 |
| RECOMENDACIONES | 204 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 205 |
| ANEXOS | 207 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| TABLA 1: TRAMO Y LONGITUD DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN HH1 | 49 |
| TABLA 2: ENTRADA SALIDA DE DESARENADOR Y CÁMARA DE CARGA | 59 |
| TABLA 3: TRAMO Y LONGITUD DE LA TUBERÍA FORZADA | 67 |
| TABLA 4: CARACTERÍSTICAS DE LA TURBINA G1 | 71 |
| TABLA 5: CARACTERÍSTICAS DE LA TURBINA G2 | 71 |
| TABLA 6: CARACTERÍSTICA DEL GENERADOR G1 | 73 |
| TABLA 7: CARACTERÍSTICA DEL GENERADOR G2 | 73 |
| TABLA 8: CARACTERÍSTICA DE LA EXCITATRIZ G1 | 75 |
| TABLA 9: CARACTERÍSTICA DE LA EXCITATRIZ G2 | 75 |
| TABLA 10: CARACTERÍSTICA DEL REGULADOR DE VELOCIDAD G1 | 77 |
| TABLA 11: CARACTERÍSTICA DEL REGULADOR DE VELOCIDAD G2 | 77 |
| TABLA 12: CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA FUENTE HIDRÁULICA G1 | 78 |
| TABLA 13: CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA FUENTE HIDRÁULICA G2 | 78 |
| TABLA 14: CARACTERÍSTICA DE LA VÁLVULA MARIPOSA G1 | 80 |
| TABLA 15: CARACTERÍSTICA DE LA VÁLVULA MARIPOSA G2 | 80 |
| TABLA 16: CARACTERÍSTICA DEL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES. | 81 |
| TABLA 17: CARACTERÍSTICA DEL GRUPO ELECTRÓGENO | 83 |
| TABLA 18: CARACTERÍSTICA DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA TP-101 | 84 |
| TABLA 19: CARACTERÍSTICA DEL INTERRUPTOR DE POTENCIA IN-101 | 87 |
| TABLA 20: CARACTERÍSTICA DEL SECCIONADOR DE LÍNEA SL-101 | 88 |
| TABLA 21: CARACTERÍSTICA DEL TRANSFORMADOR DE TENSIÓN CAPACITIVO TT-101 .. | 90 |
| TABLA 22: CARACTERÍSTICA DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN L-6088 SALIDA HACIA HUASAHUASI II | 92 |
| TABLA 23: CARACTERÍSTICA DEL CONDUCTOR DE LA LT EN 44KV L-6088 S.E. HUASAHUASI I - S.E. HUASAHUASI II. | 92 |
| TABLA 24: CARACTERÍSTICA DEL CABLE DE GUARDA DE LA LT EN 44KV L-6088 S.E. HUASAHUASI I - S.E. HUASAHUASI II | 93 |
| TABLA 25: CARACTERÍSTICA DEL AISLADOR DE LA LT EN 44KV L-6088 S.E. HUASAHUASI I - S.E. HUASAHUASI II. | 93 |
| TABLA 26: UBICACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUASAHUASI I. | 95 |
| TABLA 27: POTENCIA DE GENERACIÓN HUASAHUASI I. | 98 |
| TABLA 28: RESULTADOS DE LA POTENCIA EFECTIVA DEL 2013 | 100 |
| TABLA 29: RESULTADOS DE LA POTENCIA EFECTIVA DEL 2017 | 101 |
| TABLA 30: POTENCIA INSTALADA Y POTENCIA EFECTIVA DE LA CH HUASAHUASI I. | 102 |
| TABLA 31: ENERGÍA GENERADA DESDE LA PUESTA EN OPERACIÓN DE LA C.H. HUASAHUASI EN (MW-H) | 105 |
| TABLA 32: INDICADORES DE DESEMPEÑO | 107 |
| TABLA 33: TIPOS DE CAUSAS DE INDISPONIBILIDAD | 108 |
| TABLA 34: ESTADÍSTICA DE DESCONEXIONES HH1 2012 | 109 |
| TABLA 35: ESTADÍSTICA DE DESCONEXIONES HH1 2013 | 110 |
| TABLA 36: ESTADÍSTICA DE DESCONEXIONES HH1 2014 | 110 |
| TABLA 37: ESTADÍSTICA DE DESCONEXIONES HH1 2015 | 111 |
| TABLA 38: ESTADÍSTICA DE DESCONEXIONES HH1 2016 | 111 |
| TABLA 39: DATOS PARA EL CÁLCULO DE TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES EN LA CUENCA HUASAHUASI | 113 |
| TABLA 40: RESUMEN DE CAUDALES ESTACIÓN HIDROMÉTRICA CANAL HUACUAS | 115 |
| TABLA 41: RESUMEN DE CAUDALES ESTACIÓN HIDROMÉTRICA CANAL HUASAHUASI .. | 116 |
| TABLA 42: RESUMEN DE CAUDALES ESTACIÓN HIDROMÉTRICA HUACUAS | 116 |
| TABLA 43: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA, VOLUMEN TURBINABLE Y RENDIMIENTO DE LA CH HUASAHUASI | 122 |
| TABLA 44: CAUDAL HUACUAS Y GENERACIÓN DE ENERGÍA EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUASAHUASI I PERIODO 2014 AL 2017 | 123 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| TABLA 45: CAUDAL ECOLÓGICO EN LA CAPTACIÓN -BOCATOMA HUASAHUASI | 125 |
| TABLA 46: CAUDAL ECOLÓGICO EN LA CAPTACIÓN -BOCATOMA HUACUAS | 125 |
| TABLA 47: CAUDAL ECOLÓGICO EN LA CAPTACIÓN -BOCATOMA PARACSHIOC | 125 |
| TABLA 48: DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN LA BOCATOMA DEL RÍO HUASAHUASI | 126 |
| TABLA 49: DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN LA BOCATOMA DEL RÍO HUACUAS..... | 126 |
| TABLA 50: DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN LA BOCATOMA DEL RÍO PARACSHIOC..... | 127 |
| TABLA 51: BALANCE HÍDRICO PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUASAHUASI I | 127 |
| TABLA 52: PRODUCCIÓN DESDE LA PUESTA EN SERVICIO DE LA C.H. HUASAHUASI | 132 |
| TABLA 53: PRECIO DE ADJUDICACIÓN RER C.H. HUASAHUASI I..... | 136 |
| TABLA 54: ENERGÍA GENERADA C.H. HUASAHUASI 2012..... | 136 |
| TABLA 55: ENERGÍA GENERADA C.H. HUASAHUASI 2013..... | 136 |
| TABLA 56: ENERGÍA GENERADA C.H. HUASAHUASI 2014..... | 137 |
| TABLA 57: ENERGÍA GENERADA C.H. HUASAHUASI 2015..... | 137 |
| TABLA 58: ENERGÍA GENERADA C.H. HUASAHUASI 2016..... | 138 |
| TABLA 59: ENERGÍA GENERADA C.H. HUASAHUASI 2017..... | 138 |
| TABLA 60: PUNTO DE CAPTACIÓN Y DEVOLUCIÓN | 146 |
| TABLA 61: VÍAS DE ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO | 146 |
| TABLA 62: ESTACIONES CON INFLUENCIA EN LA ZONA SIERRA DE LA CUENCA DEL TULUMAYO..... | 153 |
| TABLA 63: ESTACIONES CON INFLUENCIAS EN LA ZONA SELVA DE LA CUENCA DEL TULUMAYO..... | 154 |
| TABLA 64: CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN ÁREAL EN LA CUENCA DE LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA HUASAHUASI | 156 |
| TABLA 65: CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN ÁREAL EN LA CUENCA DE LA BOCATOMA HUASAHUASI | 156 |
| TABLA 66: CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN ÁREAL EN LA CUENCA DE LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA HUACUAS | 156 |
| TABLA 67: CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN ÁREAL EN LA CUENCA DE LA BOCATOMA PARACSHIOC..... | 157 |
| TABLA 68: CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN ÁREAL EN LA CUENCA DE LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA HUASAHUASI 2 | 157 |
| TABLA 69: ESTACIONES HIDROMÉTRICAS ANALIZADAS | 160 |
| TABLA 70: PERIODO DUDOSO Y CONFIABLE DEL GRUPO 1 DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS ANALIZADAS..... | 165 |
| TABLA 71: PERIODO DUDOSO Y CONFIABLE DEL GRUPO 2 DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS ANALIZADAS..... | 166 |
| TABLA 72: ANÁLISIS DE HOMOGENEIDAD DEL GRUPO 1 DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS ANALIZADAS (A=0.05)..... | 166 |
| TABLA 73: TABLA COMPARATIVA DE CAUDALES..... | 180 |
| TABLA 74: CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS Y CONSTRUCTIVAS DEL TÚNEL PREVISTO 0+000 AL 526,13 | 190 |
| TABLA 75: CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS Y CONSTRUCTIVAS DEL TÚNEL PREVISTO 0+526,13 AL 664,97 | 191 |
| TABLA 76: RESUMEN ECONÓMICO DEL PROYECTO..... | 192 |
| TABLA 77: INGRESO TOTAL MENSUAL POR VENTA DE ENERGÍA EN 6 MESES | 193 |
| TABLA 78: FLUJO DE CAJA EN 6 MESES..... | 193 |
| TABLA 79: CUADRO COMPARATIVO DE ENCAUZAMIENTO Y GENERACIÓN | 198 |
| TABLA 80: CUADRO DE EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA | 199 |
| TABLA 81: CUADRO DE CAUDAL Y POTENCIA..... | 200 |
| TABLA 82: PRECIO DE ADJUDICACIÓN RER C.H. HUASAHUASI I..... | 201 |
| TABLA 83: CUADRO COMPARATIVO DE INDICADORES | 202 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| FIGURA 1: CANAL DE LIMPIEZA | 43 |
| FIGURA 2: BOCATOMA HUASAHUASI I..... | 44 |
| FIGURA 3: MURO DE ENCAUZAMIENTO | 46 |
| FIGURA 4: SISTEMA DE CONDUCCIÓN DEL RÍO HUASAHUASI | 48 |
| FIGURA 5: TÚNEL HUASAHUASI I..... | 50 |
| FIGURA 6: CANAL DESRIPIADOR HUACUAS | 55 |
| FIGURA 7: NAVE DESARENADORA RÍO HUACUAS..... | 57 |
| FIGURA 8: SISTEMA DE CONDUCCIÓN | 58 |
| FIGURA 9: SECCIÓN DEL CANAL DE CONDUCCIÓN | 59 |
| FIGURA 10: CÁMARA DE CARGA HH1 | 65 |
| FIGURA 11: TUBERIA FORZADA HH1..... | 67 |
| FIGURA 12: CASA DE MÁQUINAS HHI | 69 |
| FIGURA 13: TURBINA FRANCIS HHI..... | 71 |
| FIGURA 14: GENERADOR HYUNDAI HHI | 73 |
| FIGURA 15: EXCITATRIZ HHI..... | 76 |
| FIGURA 16: REGULADOR DE VELOCIDAD HHI..... | 77 |
| FIGURA 17: BOMBA DE LA FUENTE HIDRÁULICA HHI..... | 79 |
| FIGURA 18: VÁLVULA MARIPOSA HHI | 80 |
| FIGURA 19: TRANSFORMADOR SSAA HHI..... | 82 |
| FIGURA 20: GRUPO ELECTRÓGENO HHI..... | 83 |
| FIGURA 21: TRANSFORMADOR DE POTENCIA HHI..... | 85 |
| FIGURA 22: INTERRUPTOR DE POTENCIA HHI | 87 |
| FIGURA 23. SECCIONADOR DE LÍNEA HHI | 89 |
| FIGURA 24: TRANSFORMADOR DE TENSIÓN HHI | 90 |
| FIGURA 25: DISTRITO DE HUASAHUASI | 95 |
| FIGURA 26: PROCESO DE GENERACIÓN HUASAHUASI..... | 97 |
| FIGURA 27: DIAGRAMA UNIFILAR HUASAHUASI..... | 98 |
| FIGURA 28: ESTADÍSTICA DE DISPONIBILIDAD DE LA CH HUASAHUASI H1 (2012-2016)... | 112 |
| FIGURA 29: RESUMEN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES-BOCATOMA HUASAHUASI . | 114 |
| FIGURA 30: RESUMEN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES-BOCATOMA HUACUAS..... | 114 |
| FIGURA 31: RESUMEN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES-BOCATOMA PARACSHIOC. | 115 |
| FIGURA 32: PERSISTENCIA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES-BOCATOMA HUASAHUASI | 118 |
| FIGURA 33: PERSISTENCIA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES-BOCATOMA HUACUAS | 118 |
| FIGURA 34: PERSISTENCIA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES-BOCATOMA PARACSHIOC | 119 |
| FIGURA 35: CURVA DE DURACIÓN DE POTENCIA-BOCATOMA HUASAHUASI..... | 120 |
| FIGURA 36: CURVA DE DURACIÓN DE POTENCIA-BOCATOMA HUACUAS..... | 121 |
| FIGURA 37: CURVA DE DURACIÓN DE POTENCIA-BOCATOMA PARACSHIOC | 121 |
| FIGURA 38: ESTADÍSTICA DE CONFIABILIDAD DE LA CH HUASAHUASI H1 (2012-2016).... | 131 |
| FIGURA 39: ESTADÍSTICA DE GENERACIÓN DE LA C. H. HUASAHUASI 2012-2017 | 133 |
| FIGURA 40: AÑO TARIFARIO SEIN | 135 |
| FIGURA 41: CURVA DEL MONTO BRUTO POR VENTA DE ENERGÍA DE LA C.H. HUASAHUASI..... | 139 |
| FIGURA 42: PROVINCIA DE TARMA | 144 |
| FIGURA 43: MAPA DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA | 145 |
| FIGURA 44: CURVA HIPSOMÉTRICA DE LA SUBCUENCA HUASAHUASI | 150 |
| FIGURA 45: CURVA HIPSOMÉTRICA DE LA SUBCUENCA HUASAHUASI | 151 |
| FIGURA 46: CORRELACIÓN PRECIPITACIÓN-ALTITUD DE LAS ESTACIONES CON INFLUENCIA EN LA ZONA SIERRA..... | 154 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| FIGURA 47: CORRELACIÓN PRECIPITACIÓN - ALTITUD DE LAS ESTACIONES CON INFLUENCIA EN LA ZONA SELVA | 155 |
| FIGURA 48: HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MENSUAL - CUENCA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA HUASAHUASI..... | 157 |
| FIGURA 49: HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MENSUAL - CUENCA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA HUACUAS | 158 |
| FIGURA 50: HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MENSUAL - CUENCA ESTACIÓN BOCATOMA HUASAHUASI..... | 158 |
| FIGURA 51: HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MENSUAL - CUENCA ESTACIÓN BOCATOMA PARACSHIOC | 159 |
| FIGURA 52: HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MENSUAL - CUENCA ESTACIÓN HIDROMÉTRICO HUASAHUASI 2 | 159 |
| FIGURA 53: ESTACIÓN HIDROMÉTRICA HUASAHUASI..... | 161 |
| FIGURA 54: CURVA DE DESCARGA – ESTACIÓN HUASAHUASI..... | 162 |
| FIGURA 55: REGISTRO DE CAUDALES - ESTACIÓN HUASAHUASI | 162 |
| FIGURA 56: ESTACIÓN HIDROMÉTRICA HUACUAS..... | 163 |
| FIGURA 57: CURVA DE DESCARGA - ESTACIÓN HUACUAS | 164 |
| FIGURA 58: REGISTRO DE CAUDALES - ESTACIÓN HUACUAS..... | 164 |
| FIGURA 59: RESUMEN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES - ESTACIÓN HIDROMÉTRICA HUASAHUASI 2..... | 167 |
| FIGURA 60: ADMINISTRACIÓN LOCAL DEL AGUA TARMA..... | 173 |
| FIGURA 61: FICHA TÉCNICA ALA TARMA..... | 174 |
| FIGURA 62: DISEÑO DE LA SOLUCIÓN..... | 188 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| ANEXO A.REGISTRO DE FALLAS HUASAHUASI I..... | 208 |
| ANEXO B. PROCEDIMIENTO Y CÁLCULO DE DISPONIBILIDAD 2016 | 209 |
| ANEXO C.CAUDALES MEDIOS GENERADOS | 219 |
| ANEXO D PERSISTENCIA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES..... | 222 |
| ANEXO E BALANCE HÍDRICO | 225 |
| ANEXO F SUBASTA DE SUMINISTRO RER 2010 | 226 |
| ANEXO G DIAGRAMA TOPOLÓGICO C.H. HUASAHUASI I..... | 227 |
| ANEXO H PRECIPITACIÓN HISTÓRICA | 228 |
| ANEXO I SERIE COMPLETADA Y EXTENDIDA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL..... | 237 |

RESUMEN

En la presente investigación se ha estudiado la incidencia que tiene la falta de recurso hídrico en la cuenca del río Huasahuasi en época de estiaje, para la generación de energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I y su implicancia en el rendimiento energético; con la finalidad de realizar el encauzamiento de las aguas de la quebrada del río Paracshioc. Se realizó la evaluación hidrológica, referida, al análisis y tratamiento de la información hidrometeorológica e hidrométrica, la determinación de la disponibilidad hídrica de la unidad hidrográfica de los ríos Huasahuasi, Huacuas, y la quebrada Paracshioc al 50%, 75% y 95% de probabilidad, así como la determinación del caudal ecológico. De esta manera se evaluó el aprovechamiento y rendimiento del recurso hídrico de la quebrada Paracshioc para la generación de energía eléctrica, obteniendo como resultado una captación promedio de hasta 0.40 m³/s que mejoran la capacidad de producción de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi en 0.62 MW y 2678.4 MW-h en 6 meses de operación. La evaluación económica se ha efectuado teniendo en cuenta los precios de energía eléctrica propuestos según la subasta RER consignados para la central Huasahuasi el año 2010. Con 6 meses de utilización de las aguas de la quebrada Paracshioc se logrará conseguir la suma de \$155,347.20 Millones de dólares.

Palabras Claves: Época de estiaje, rendimiento energético, encauzamiento, evaluación hidrológica.

ABSTRACT

In the current investigation, the incidence of lack of water resources in the Huasahuasi river basin during the dry season, for the generation of electric power at Huasahuasi Hydroelectric Plant and its implications for the overall performance, has been studied with the purpose of carrying out the prosecution of water from Paracshioc river gorge. A hydrological evaluation, a reference, an analysis and a treatment of the hydrometeorological and hydrometric information, the determination of water availability of the hydrographic unit of Huasahuasi, Huacuas, and Quebrada Paracshioc rivers at 50%, 75% and 95 % probability, as well as the determination of the ecological flow. In this way, the use and performance of the hydraulic resource of the Paracshioc creek for the generation of electric power was evaluated, obtaining as a result an average catch up to 0.40 m³/s, improving the production capacity of the Huasahuasi Hydroelectric Plant in 0.62 MW and 2678.4 MW-h in 6 months of operation. The economic evaluation has been carried out taking into account the prices of electric power proposed according to the RER auction consigned for the Huasahuasi center in 2010. With 6 months of water usage from Paracshioc stream, the sum of \$ 155,347.20 Million dollars will be achieved.

KEYWORDS: Time of low water, energy efficiency, prosecution, hydrological evaluation.

INTRODUCCIÓN

El abastecimiento de energía eléctrica constituye un aporte muy importante para el desarrollo del país, y el impacto negativo que representa la necesidad de este recurso en la población, originado principalmente por la falta de recurso hídrico en las diferentes cuencas del país durante las épocas de estiaje; que se manifiesta en los meses de junio a noviembre obligando a que las centrales hidroeléctricas disminuyan su potencia de generación y su rendimiento energético como es el caso de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I cuyos puntos de captación se encuentran en la margen izquierda del río Huasahuasi y en la margen derecha del río Huacuas y de la quebrada Paracshioc. La central es de filo de agua, con 10,38 MW de potencia instalada, no tiene lagunas reguladas o represas de regulación horaria, y está ubicada en la Provincia de Tarma, Distrito de Huasahuasi, Departamento de Junín.

En este trabajo se presentan los resultados de una investigación enfocada en el estudio del potencial hidráulico de la quebrada Paracshioc para la generación de energía eléctrica de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I determinando la disponibilidad hídrica a la persistencia de caudales de 50%, 75% y 95%.

Este estudio consta de cuatro capítulos. En el capítulo I se expone el tema, se analiza el planteamiento, la formulación del problema, determinamos los objetivos generales, específicos indicando el alcance y limitaciones del estudio, también se expone la hipótesis, se operacionaliza las variables dependientes e independientes.

En el Capítulo II se expone el marco teórico, se analiza el antecedente del problema, se indica las bases teóricas del estudio, se realiza la descripción de la central Hidroeléctricas Huasahuasi I e instalaciones, se realiza la evaluación de la producción energética de la Central y la evaluación hidrológica, referida al análisis y tratamiento de la información hidrometeorológica e hidrométrica.

En el Capítulo III se muestra el diseño metodológico que incluye el nivel de la investigación, el método y las técnicas empleadas.

En el Capítulo IV se presenta la selección de alternativas de encauzamiento de río y se expone las características de la quebrada Paracshioc propuesta para realizar el encauzamiento y la evaluación económica del proyecto. Luego se realiza el análisis e interpretación de los resultados, se muestra la tabla con los resultados de las mediciones de los caudales interpretados en potencia de generación, se exponen las conclusiones,

recomendaciones, el financiamiento calculado para el proyecto. Finalmente se exponen los anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La creciente demanda de energía eléctrica en el sistema interconectado nacional (SEIN) y la escases del recurso hídrico, primordialmente en épocas de estiaje, hacen que la Central Huasahuasi disminuya su producción debido a la caída drástica y pertinaz del caudal de los ríos que lo alimentan, generando restricciones en la generación de energía, llegando incluso a situaciones extremas de no operar la Central por falta de recurso hídrico. Durante este periodo de estiaje comprendido entre los meses de junio a noviembre el costo de la energía generada experimenta un mayor crecimiento y, por tanto, el rendimiento económico de las hidroeléctricas baja más de lo normal y se ven afectados en su potencia de generación presupuestada anualmente al SEIN ante la falta de recurso hídrico para su operación.

Al respecto en Decreto Legislativo N°1002 de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables (p.02/05/2008) menciona que, la economía peruana viene experimentando un incremento sostenido, que a su vez genera una mayor demanda de energía eléctrica, cuyas tasas han sido de 8,3% en 2006 y 10,8% en 2007. Se estima que hasta el 2015 la tasa promedio anual de crecimiento será de 7,3%, por lo que, teniendo en cuenta la entrada en vigencia del TLC PERÚ - EEUU; los requerimientos de nueva oferta de generación para dicho año se estiman en más de 3 600 MW, para ello, la opción más limpia y beneficiosa es promover que una parte importante de dicha oferta sea

con energías renovables, en lugar de la generación de electricidad con derivados del petróleo y gas natural, por ser estas fuentes no renovables y contaminantes. Tratándose de la energía hidráulica, cuando la capacidad instalada no sobrepasa de los 20 MW.

Sobre el tema se realizaron investigaciones importantes con distinto tratamiento: Quiroz el 2005 realizó "Evaluación Energética y Económica de la Central Térmica a Carbón Ilo 21 (1), Díaz el 2012 realizó sus estudios acerca de la Evaluación Técnico Económica de la Implementación y Operación de una Central de Energía Eléctrica a partir de Fuentes Geotérmicas en el Sistema Eléctrico Chileno (2) y Calvo el 2010, hizo el Estudio de Factibilidad de la Repotenciación de una Planta de Generación Eléctrica de Turbinas de Combustión (3)

Las investigaciones mencionadas anteriormente se caracterizan por su tratamiento exclusivo a la eficiencia energética y económica aplicadas en distintas formas de generación eléctrica; más no al tratamiento de la mejora de la producción de energía de una Central RER, dándose origen así al problema de investigación.

Con este estudio se podrá definir los costos que involucran la realización del encauzamiento del Río Huacuas, y determinar el costo beneficio para la viabilidad del proyecto.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto del encauzamiento del río Huacuas en la producción de energía en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi después del periodo 2012 - 2017?

1.1.2.2. Problemas específicos

- A. ¿Cuál fue la producción de energía en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi en el periodo 2012 - 2017?
- B. ¿Qué características técnicas posee el encauzamiento del río Huacuas para mejorar la producción de energía en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi después del periodo 2012 - 2017?

- C. ¿Cuánto es la variación de la producción de energía antes y después del encauzamiento del río Huacuas en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi después del periodo 2012 - 2017?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del encauzamiento del río Huacuas en la producción de energía en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi después del periodo 2012 - 2017.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A. Determinar cuánto es la producción de energía en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi en el periodo 2012 al 2017.
- B. Determinar qué características técnicas posee el encauzamiento del Río Huacas para mejorar la producción de energía en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi después del periodo 2012 - 2017.
- C. Determinar la variación de la producción de energía antes y después del encauzamiento del Río Huacuas en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi después del periodo 2012 – 2017.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La Central Hidroeléctrica Huasahuasi posee dos grupos generadores accionados con Turbinas Francis de Tipo Horizontal con una potencia instalada de 10.2 MW (5.1 MW por turbina). Desde su puesta en servicio en enero de 2012 ha tenido la suficiente capacidad de energía eléctrica para satisfacer la demanda requerida por el SEIN y cumplir con su energía presupuestada anualmente.

A través de los años esta demanda se ha ido incrementado considerablemente, dado que la Central Huasahuasi forma parte del Sistema Interconectado Nacional, y el creciente número de usuarios y empresas industriales en la zona hacen que se origine un déficit de energía, acentuándose más en las épocas de estiaje, donde el caudal de los ríos de la zona centro disminuyen considerablemente principalmente los ríos Huasahuasi y Huacuas que se ven seriamente afectados, causando la disminución de la producción de energía generada por las centrales hidráulicas y específicamente de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi. Por este motivo, surge la alternativa de realizar el afianzamiento hídrico de la cuenca del río Huacuas y con ello se pretende incrementar la capacidad de generación energética en épocas de estiaje de la central hidroeléctrica Huasahuasi. Este afianzamiento hídrico de la cuenca del río Huacuas es trascendental porque garantiza la cobertura de la demanda de energía eléctrica a los usuarios de la zona Centro del Perú.

1.3.1. ALCANCES Y LIMITACIONES

- El proyecto se realizará en la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I, localizado entre la cuenca del río Huasahuasi y río Huacuas en la localidad de Tornamesa, Distrito de Huasahuasi, Provincia de Tarma, Departamento de Junín, y aprovecha un salto neto de 181.4 m para generar hasta 10.00 MW de potencia. La zona de la Central Hidroeléctrica está ubicada entre las cotas 2300 y 2600 m.s.n.m.
- El desarrollo del presente estudio no causará ningún cambio en el medio ambiente, por lo tanto no generará cambio en la naturaleza. Más tendrá un aporte positivo por que ayudará a reducir la emisión de GEIs provenientes de mecanismo de Desarrollo Limpio.

También ayudará a mitigar las consecuencias sobre el río y la vegetación por la disminución del caudal, que en época seca resulta del 100% en algunos

lugares abasteciendo de agua a la vegetación aledaña a la cuenca del río Huacuas.

- La investigación se desarrollará en la Central Hidroeléctrica Huasahuasi por ser una Central de pasada con las características siguientes; las características específicas de su equipamiento el cual comprende la Central de generación con sus respectivas subestaciones de potencia, infraestructura civil iniciando desde las bocatomas de los ríos Huasahuasi y Huacuas donde se captan las aguas que son filtradas a través de 2 naves desarenadoras y recorriendo luego por los túneles de conducción y canales de conducción respectivamente hasta la cámara de carga, el salto hidráulico a través de la tubería forzada expuesta y empotrada al cerro, la casa de máquinas compuesta por dos grupos generadores, el patio de llaves, la descarga de las aguas turbinadas.
- El encauzamiento abarcará la distancia que corresponda al Anexo de Huacuas.

1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El encauzamiento del río Huacuas tiene el efecto de incrementar la producción de energía en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica HUASAHUASI después del periodo 2012-2017.

1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- A. La producción de energía en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi en el periodo 2012-2017 es inferior al 50% de generación total.
- B. La característica técnica del encauzamiento del río Huacuas para mejorar la producción de energía en épocas de estiajes de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi después del periodo 2012 – 2017 es la reserva natural de embalse, suficiente para cubrir en más del 50 % del caudal requerido para la generación.

- C. La variación de la producción de energía antes y después del encauzamiento del río Huacuas en épocas de estiaje de la central Hidroeléctrica Huasahuasi después del periodo 2012 – 2017 alcanzara más del 50% de la potencia generada.

1.4.3. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

1.4.3.1. Variable Independiente

Encauzamiento del río Huacuas. - Consiste en un grupo de obras de ingeniería con diques o sin ellos, incluyendo plantaciones artificiales, construidos dentro del cauce con el fin de dirigir o conducir el flujo por un curso predeterminado.

1.4.3.2. Variable Dependientes

Producción de Energía. - Capacidad que tiene una Central Hidroeléctrica para generar energía eléctrica eficientemente a su máxima carga de trabajo.

1.4.3.3. Operacionalización de Variables

| VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADORES |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| PRODUCCIÓN DE ENERGÍA | EFICIENCIA MECÁNICA | Potencia de generación. |
| | | Energía generada. |
| | | Disponibilidad de generación. |
| | EFICIENCIA HIDRÁULICA | Sostenibilidad |
| | | Perfil de carga y caudal |
| | | Disponibilidad Hidráulica. |
| | EFICIENCIA ELÉCTRICA | Calidad energética. |
| | | Confiabilidad energética. |
| | | Estabilidad transmisión |
| | EFICIENCIA ECONÓMICA | Rentabilidad. |
| | | Interconexión. |
| | | Contrato RER. |
| ENCAUZAMIENTO DEL RÍO HUACUAS | ESTUDIO DE CUENCUAS HIDROGRÁFICAS | Forma de cuenca. |
| | | Sistema de cuenca – corrientes. |
| | NIVELES DE CAUDAL | Pendiente media de cuenca. |
| | | Caudal en E. Avenidas. |
| | | Caudal en E. Estiaje. |
| | NORMAS LEGALES | Turbulencias y residuos. |
| ANA- Autoridad Nacional del Agua. | | |

OEFA-Org. Eva. y Fis del agua

ALA – Autoridad Local del Agua

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Palma el 2005 realizó la tesis de Pregrado: Estudio de Factibilidad del Proyecto de Micro Hidroeléctrica para la Comunidad de Chel, San Gaspar Chajul, El Quiche (4). La investigación llegó a la siguiente conclusión: El arroyo Xesayí tiene potencial de generación eléctrica a través de una micro central hidroeléctrica, que con un caudal de diseño de 360 litros/segundo y una caída aprovechable de 81 metros, obtiene una potencia de diseño de 165 kW, para un sistema aislado con red local. El factor de planta es 9%, el cual es muy bajo y es una característica típica de una demanda residencial. La MCH Chel es técnicamente viable desde la perspectiva de impacto ambiental. Su costo de inversión inicial es de Q 4,601,000.

Díaz y Bustos el 2014 realizaron la tesis de Grado: Estudio de Factibilidad Sobre Generación de Energía Eléctrica Para el Proyecto Sierra BEACH RESORT con Fines de Certificación LEED (5). La investigación llegó a las siguientes conclusiones: En el documento se propone un sistema de captación y conducción de aguas y lluvias relacionadas con la oferta hídrica basado en los registros de estación pluviométrica del Aeropuerto Simón Bolívar de Santa Marta (Magdalena).

Se propone un diseño para la generación de energía eléctrica, con base en los datos mensuales.

Vera y Castro el 2017 realizó la tesis de Grado: Estudio del Potencial Hidráulico en el Río Jama y su Incidencia en la Generación de Electricidad (6). La investigación llegó a las siguientes conclusiones: La realización del proyecto permitió determinar el potencial hidráulico que existe en el río Jama, aportando los datos requeridos para realizar los cálculos que se requieren para definir su utilización en función de la generación de energía eléctrica.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Salazar el 2014 realizó la tesis de Maestría: Generación de Energía con Pequeños Complejos de Centrales Hidráulicas Utilizando Turbinas Lineales Horizontales en Canales de Riego Hasta 1 MW (7). La investigación llegó a las siguientes conclusiones: El presente trabajo traducido a un proyecto hidroenergéticos se podría replicar a diversos canales de riego existentes o aprovechar las corrientes de agua de ríos existentes en nuestro territorio nacional.

El resultado de potencia energético evaluado para los principales canales de riego a nivel nacional, es: 1) Situación pesimista 61.03 MW, 2) Situación Estándar 101.00 MW y 3) Situación optimista 141.45 MW, considerando el 30%, 50% y el 80% de intervenciones en la longitud total de los canales existentes.

Aspilcueta y Juárez el 2014 realizaron la tesis de Grado: Modelamiento Hidráulico de la Mini Central Hidroeléctrica del Centro Poblado de LLOPISH-Ancash (8). La investigación llegó a las siguientes conclusiones: Se ha determinado que el caudal de diseño de las estructuras de captación y conducción es de 0.065 m³/s y de acuerdo al aforo realizado se determinó una máxima avenida de 1.95 m³/s.

Las obras civiles y equipo electromecánico considerados son:

Para la bocatoma con un caudal de 1.95 m³/s, consideradas son una Bocatoma ubicada en la cota 3005 msnm con un ancho de quebrada de 8.00 m y longitud de barraje de 6.85 m y muros de encauzamiento de 0.70 m de altura. El desarenador se ha diseñado para un caudal de 0.065 m³/s con una longitud de 5m y ancho de 0.7 m y profundidad de 0.60m. La ventana de captación de 0.55*0.17 m².

Mamani el 2017 realizó la tesis de Pregrado : Estudio y Diseño a Nivel de Perfil de una Central Hidroeléctrica en el río Blanco, Distrito de San Gabán, Provincia de Carabaya, Departamento de Puno (9). La investigación llegó a las siguientes

conclusiones: El estudio demuestra que la sub cuenca del río Blanco ofrece el aprovechamiento de 6.73 m³/s, para una persistencia de 75% en un salto bruto de 439.15 metros.

La Central Hidroeléctrica Yuraq se compondrá de obras de captación, con capacidad de hasta 125.5 m³/s para un periodo de retorno de 1000 años, obras de conducción, de 6200 metros de longitud, conducto de presión de 495.6 metros, dos grupos generadores de turbinas Pelton y generador síncrono y una línea de transmisión de 138 kV de 25 Km hasta la Sub Estación San Gabán II.

Tito el 2017 realizó la tesis de Grado: Modelamiento Hidráulico del Río Cañete Sector Puente Socsi- Altura Puente Colgante (9 km), con Fines de Diseño de Defensas Ribereñas (10). La investigación llegó a las siguientes conclusiones: Las características hidráulicas, para un periodo de retorno de 50 años, presentan velocidad máx de 10.33 m/s, y una velocidad promedio de 4.13 m/s, también presenta un N° Froude promedio de 0.99 con y valor máximo de 2.56 y tirantes que alcanzan alturas de 5.76 m siendo el promedio 3.13 m.

El ancho de encauzamiento en la zona de estudio es de 80 m para la sección del río, el cual fue obtenido mediante el Método de Altunin.

El diseño del enrocado de protección contempla una altura total de 6.00 m, 4 metros de cuerpo del dique, 2 metros de altura de socavación, una corona de 4.00 m, talud de 1.5:1 y la utilización de roca de cantera de diámetro 1.95 m. se sugiere que sea de tipo continuo por las características del río.

Finetti y Ramos el 2018 realizó tesis de Grado: Rediseño de la Mini Central Hidroeléctrica Buenos Aires para una Potencia de 4 MW - La Florida – San Miguel – Cajamarca (11). La investigación llegó a las siguientes conclusiones: Para el análisis de este proyecto, se consideró estudios hidrológicos obteniendo un caudal promedio anual en los meses de estiaje que fue de 20.612 m³/s que garantizaron un resultado favorable siendo suficiente este caudal con el cual se procedió a repotenciar la mini central hidroeléctrica de Buenos Aires alcanzando una potencia de 4 MW.

El rediseño contó con obras civiles suficientes para soportar un caudal de 2.6 m³/s tomando en cuenta criterios de diseño ya planteados anteriormente los cuales se verificaron y se repotenciaron las partes necesarias como la tubería forzada, las máquinas de generación etc.

2.2. BASES TEÓRICAS

En este apartado se explicará los principios en que se basan el funcionamiento de las Centrales Hidroeléctricas los cuales son dos: Principio de mecánicas de fluidos, diseño mecánico y la inducción magnética.

2.2.1. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

2.2.1.1. Centrales hidroeléctricas

Según Dolores en su libro de centrales hidroeléctricas del año 1992, define como un conjunto de obras diseñadas para aprovechar la energía potencial del agua en la generación de energía eléctrica (12). Se consideran en las centrales hidroeléctricas todas las obras desde su punto de captación de las aguas, conjuntamente con los canales de aducción pudiendo representarse como canales tapados o túneles que realizan el recorrido hasta la cámara de carga donde se provoca un desnivel que origina una cierta energía potencial acumulada. El paso del agua por la turbina desarrolla en la misma un movimiento giratorio que acciona el alternador y produce la corriente eléctrica

Al respecto Sobrevila en su libro centrales eléctricas y estaciones transformadoras del año 1977, menciona que las centrales hidroeléctricas se construyen actualmente en muy diversas gamas de potencias desde las más pequeñas, hasta las de mayor tamaño conocido. Su instalación está vinculada en muchos casos a obras de riego o de regulación de ríos para atemperar crecidas (13).

Dependiendo de la ubicación donde se sitúe la central, será necesario la construcción de los siguientes elementos:

- Azud: estructura transversal al cauce que embalsa el agua.
- Toma de agua: infraestructura para desviar el agua.
- Canal de derivación: canal que conduce el agua hasta el edificio donde se encuentra la turbina.

- Cámara de carga: recibe el agua procedente del canal de derivación.
- Tubería forzada: sale de la cámara de carga y conduce el agua hasta la turbina.
- Edificio central y equipamiento electro-mecánico: edificio donde está(n) la(s) turbina(s) y otro tipo de equipamientos.
- Canal de descarga: recibe el agua que ya se ha turbinado.
- Subestación y línea eléctrica.
- La función de una central hidroeléctrica es utilizar la energía potencial del agua almacenada y convertirla, primero en energía mecánica y luego en eléctrica.

2.2.1.2. Fundamentos de producción de energía

Se entiende por producción de energía a la capacidad que tiene una Central Hidroeléctrica para generar energía eléctrica eficientemente a su máxima carga de trabajo, obtenidos de fuentes naturales virtualmente inagotables.

La generación es la primera de las actividades de la cadena productiva de energía eléctrica, la cual consiste en transformar alguna clase de energía (térmica, mecánica, luminosa, entre otras) en energía eléctrica.

La producción de energía en una Central Hidroeléctrica es el cociente entre la energía de salida y la energía de entrada del elemento en cuestión (circuito, alternador, turbina, grupo, etc.). La determinación de estos rendimientos requiere por tanto la medida y el cálculo de una serie de parámetros, tales como: potencia eléctrica, pérdidas, caudales, salto neto, salto bruto, salto estático, velocidades, aceleración de la gravedad, densidades, cotas, etc. Sus dimensiones son:

2.2.1.3. Eficiencia mecánica

En primer lugar, explicaremos y aclarar cómo se lleva a cabo el intercambio de trabajo entre una turbomáquina elemental y el fluido de trabajo.

Para Pérez en su libro turbomáquinas – Turbinas Hidráulicas define que “El diseño de una turbina Hidráulica impulsada por aguas residuales requiere del entendimiento de varios conceptos de la mecánica de fluidos, así como de diseño mecánico” (14). Como fundamentos del funcionamiento de esta máquina, se encuentran:

A. Ecuación de continuidad

La ecuación de continuidad indica que el flujo dentro del tramo de tubería de diferente sección será el mismo. Se denota en forma de ecuación de la siguiente manera:

$$\rho_1 \cdot \vec{v}_1 \cdot A_1 = \rho_2 \cdot \vec{v}_2 \cdot A_2$$

Al respecto Sotelo en su libro de hidráulica general del año 1989, de acuerdo con este, la masa de fluido que en la unidad de tiempo entra a un volumen especificado dentro del flujo, una parte se queda almacenada en su interior y el resto sale del volumen. Si el volumen que se estudie es de forma y magnitud constantes (volumen de control), el almacenaje no puede ser indefinido (15).

B. La Ecuación de Bernoulli para fluidos incompresibles

Se entiende como fluido incompresible a todo aquel fluido que tiene una casi nula variación de densidad, como son los líquidos.

Se aplica la ecuación de Bernoulli, que es un balance de energías desde un punto definido a otro. La ecuación de Bernoulli generalizada para un fluido real e incompresible se puede escribir de la siguiente manera:

$$\frac{P_1}{\rho} + z_1 \cdot g + \frac{v_1^2}{2} = \frac{P_2}{\rho} + z_2 \cdot g + \frac{v_2^2}{2}$$

Al respecto Rocha en su libro de hidráulica de tuberías y canales del año 2007 menciona que el teorema de Bernoulli significa que para una línea de corriente la suma de la energía cinética y la potencial es constante (16).

El principio de Bernoulli, también denominado ecuación de Bernoulli o Trinomio de Bernoulli, describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una corriente de agua. Fue expuesto por Daniel Bernoulli en su obra Hidrodinámica (1738) y expresa que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido.

C. La Teoría del impulso y cantidad de movimiento.

Según Sotelo en su libro hidráulica general del año 1974 menciona que el cambio que experimenta el momento lineal de un cuerpo es proporcional a la fuerza resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él y actúa en la dirección de esta (15).

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

- Energía potencial gravitacional $E_z = \rho \cdot V \cdot g \cdot z$
- Trabajo $T = p \cdot A \cdot x = p \cdot V$

Un volumen de líquido de acuerdo a la siguiente ecuación tendrá la forma:

$$T = p \cdot V = \frac{p \cdot V \cdot \rho}{\rho} = p \cdot \frac{m}{\rho} \quad (\text{En Joules, si se trata del SI})$$

El trabajo por unidad de masa o trabajo específico será:

$$e_p = \frac{P}{\rho} \text{ (en m}^2/\text{s}^2, \text{ si se trata del SI)}$$

- **Energía cinética.** $E_c = \frac{m.v^2}{2}$ (en Joules, unidad del SI)

La energía específica será: $e_c = \frac{v^2}{2}$ (en m²/s², unidades del SI)

Pérdidas primarias

- **Número de Reynolds.** Es una cantidad adimensional que relaciona las fuerzas de viscosidad en el fluido. Identifica el tipo de régimen, sea laminar o turbulento.

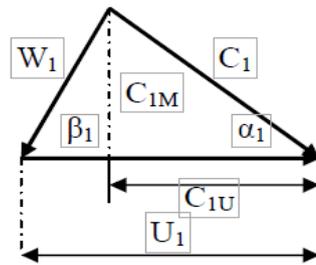
$$\text{Re} = \frac{V.D}{\nu}$$

D. Ecuación de las turbomáquinas de Euler.

Dentro de la extensa clasificación de las máquinas, existe un apartado para clasificar a este tipo con el título de “máquinas de fluido”. Este a su vez se divide en dos ramas: máquinas hidráulicas y máquinas térmicas.

Las máquinas hidráulicas son aquellas en las cuales no hay variación de la densidad o su valor es tan pequeño que se desprecia sin error aparente.

- **Triángulo de velocidades.** El triángulo de velocidades es la representación gráfica de las componentes de velocidades que se presentan dentro de una turbo máquina.



- **Deducción de la ecuación de Euler de las turbos máquinas**

$$H_u = \frac{u_1 \cdot c_{1u} - u_2 \cdot c_{2u}}{g}$$

2.2.1.4. Eficiencia hidráulica

Toledo y Salazar en su estudio de eficiencia hídrica indican que se entiende por eficiencia hídrica al uso racional del agua, reduciendo cuantitativamente el uso de la misma sin afectar los beneficios que brinda o las actividades en las que es utilizado este elemento, con lo cual se evita pérdidas a través del uso de tecnologías eficientes y el cambio de hábitos en su empleo (17).

La eficiencia hidráulica se define como la relación entre la capacidad de captación, conducción y distribución del agua con la que cuenta un sistema hidráulico, y la capacidad real con la que funciona dicho sistema.

2.2.1.5. Eficiencia eléctrica

Canteco en su estudio de criterios de ingeniería aplicables en la sección óptima de motores trifásicos define que los motores eléctricos en general basan su funcionamiento en la inducción electromagnética, dado este hecho es necesario revisar algunos conceptos fundamentales acerca de los fenómenos magnéticos, así como los efectos que causan, a continuación, se hace mención de algunas leyes y reglas (18).

- **La ley de Faraday.** Chapman en su libro máquinas eléctricas del año 2000 indica que, si un flujo atraviesa una espiral de alambre conductor, se inducirá en esta un voltaje directamente proporcional a la tasa de cambio del flujo con respecto al tiempo (19), lo cual se

expresa mediante la ecuación:
$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$$

- La regla de la mano izquierda para el movimiento motor. La regla de la mano derecha de Fleming, relaciona la dirección del flujo magnético, la dirección del movimiento y la dirección del voltaje inducido resultante. Existe también una relación similar mutuamente ortogonal (perpendicular entre sí) entre la dirección del campo magnético o flujo, la dirección del voltaje aplicado y la corriente, así como la dirección de la fuerza magnética resultante o acción del motor.

2.2.2. ENCAUZAMIENTO DE RÍO

Martín en su libro ingeniería de ríos del año 2001 define que un encauzamiento en el sentido amplio, es cualquier arreglo o intervención que toma un tramo de un río (tramo de cauce) como su objeto de actuación primordial. Con esta definición se excluyen por ejemplo las obras de aprovechamiento del río, y las obras de infraestructura que interaccionan con el río (20).

2.2.2.1. Estudio de cuencas hidrográficas.

Una cuenca también conocida como (hoya hidrográfica, cuenca de drenaje y cuenca IMBRÍFERA) es una zona de la superficie terrestre en donde las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.

Bernis en su texto agua que no has de beber 60 respuestas al Plan Hidrológico Nacional define como el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios

cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o bien directamente en el mar (21).

a. Sistema de drenaje o sistemas de corrientes superficiales

El sistema de drenaje permite la circulación de las aguas estancadas en el terreno, a causa de las depresiones topográficas y controla la acumulación de sales en el suelo, ya que esto puede disminuir la productividad. Si en un terreno no se instala un sistema de este, cuando ocurran estos fenómenos topográficos el agua estancada provocará daños graves a la agricultura.

El sistema de drenaje conduce las aguas apozadas a otra parte por medio de tuberías o de una red de canales, es importante tener en cuenta que debemos llevar una limpieza periódica en este sistema, debemos eliminar el fango y malezas los cuales podrían ocasionar que la eficiencia del sistema se pierda y tenga problema.

Al respecto Cayturo y Zapatero refiere que el sistema de drenaje está compuesto por una red de canales que recogen y conducen las aguas a otra parte, fuera del área a ser drenada, impidiendo al mismo tiempo, la entrada de las aguas externas” (22). Típicamente estos sistemas se hacen necesarios en los amplios estuarios de los grandes ríos y en los valles donde el drenaje natural es deficiente.

Cuando la zona a ser saneada se encuentra a una cota inferior a las circundantes, y está disponible un río con un considerable transporte sólido, se puede provocar el llenado de los terrenos bajos, para permitir el depósito de los sedimentos y así elevar su nivel.

Arqhys en su revista refiere que “El sistema de drenaje permite la circulación de las aguas estancadas en el terreno, a causa de las depresiones topográficas y controla la acumulación de sales en el suelo, ya que esto puede disminuir la productividad” (23). Si en un terreno no se instala un sistema de este, cuando ocurran estos

fenómenos topográficos el agua estancada provocará daños graves a la agricultura.

Ahora bien, existen otros orígenes de estas aguas como es por la elevación de las aguas subterráneas, a causa del riego en exceso, o, por la elevación de las aguas del río, otra causa es por el escurrimiento superficial y por la precipitación en el área. El sistema de drenaje conduce las aguas apozadas a otra parte por medio de tuberías o de una red de canales, es importante tener en cuenta que debemos llevar una limpieza periódica en este sistema, debemos eliminar el fango y malezas los cuales podrían ocasionar que la eficiencia del sistema se pierda y tenga problemas.

El sistema de drenaje está compuesto de varios elementos, los más importantes son: Estaciones de bombeo:

- Cuando el agua estancada no se pueda extraer fácilmente.
- Obras de control de la erosión en el fondo de los canales. Canales de Campos.
- Canales secundarios y principales, estos son muy profundos.
- Obras de protección de los márgenes de los canales.

b. Pendiente media de la cuenca.

Llamamos pendiente media de la cuenca, a la media ponderada de todas las pendientes correspondientes a áreas elementales en las que pudiéramos considerar constante la máxima pendiente. En términos generales indica el grado de “rugosidad” que tiene el suelo de la cuenca.

Controla la velocidad con que se dará la escorrentía superficial en dicha cuenca. Algunos de los parámetros de mayor uso en la Hidrología Superficial, como el Coeficiente de Escorrentía, se fundamentan en la estimación de la cantidad del volumen total de agua precipitada sobre la cuenca hidrográfica que se convertirá en caudal superficial, a partir de parámetros diversos, entre los que destaca el valor de su Pendiente Media.

Al respecto Montalves en su estudio de hidrología en la ingeniería refiere que entre los métodos existentes en la Hidrología Superficial para la determinación de la Pendiente Media de una Cuenca Hidrográfica, está el de las Cuadrículas asociadas a un vector el cual consiste en realizar un “muestreo” de las pendientes en una serie de puntos dentro de los límites de la cuenca en estudio y, a partir del estudio de distribución de estas pendientes, obtener el valor de Pendiente Media de nuestra Cuenca (24).

c. Pendiente del cauce.

Constituye un parámetro importante en el estudio del comportamiento del recurso hídrico en el tránsito de avenidas; así como la determinación de las características óptimas para aprovechamientos hidroeléctricos, estabilización de cauces, etc. Los perfiles típicos de los cauces naturales son cóncavos hacia arriba; además, las cuencas en general (a excepción de las más pequeñas) tienen varios canales a cada uno con un perfil diferente. Por ello, la definición de la pendiente promedio de un cauce en una cuenca es muy difícil. Usualmente, sólo se considera la pendiente del cauce principal, métodos de cálculo, pendiente de un tramo; para hallar la pendiente de un cauce, según este método se tomará la diferencia de cotas extremas existentes en el cauce (D_h) y se dividirá entre su longitud horizontal (l).

2.2.2.2. Parámetros de forma de la cuenca

Dada la importancia de la configuración de las cuencas, se trata de cuantificar estas características por medio de índices o coeficientes, los cuales relacionan el movimiento del agua y las respuestas de la cuenca a tal movimiento (hidrógrafa).

• **Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius.**

Yapo en su estudio determinación de rendimiento hidrico en cuencas con poca información hidrometrica y aplicación al proyecto de irrigación Chavini refiere que el indice de compacidad esta

Representado como un número adimensional que nos permite relacionar el perímetro de la cuenca con el perímetro de un círculo de área equivalente al de la cuenca, y de esta manera representar esta característica” (25). Está definido como la relación entre el perímetro P y el perímetro de un círculo que contenga la misma área A de la cuenca hidrográfica”.

$$k = 0.282 * \left(\frac{P}{\sqrt{A}}\right)$$

2.2.2.3. Parámetros relativos al relieve.

Son muy importantes ya que el relieve de una cuenca puede tener más influencia sobre la respuesta hidrológica que la forma misma de la cuenca. Los parámetros relativos al relieve son:

- **Pendiente promedio de la cuenca.**

La pendiente del cauce principal de una cuenca, es un parámetro importante, en el estudio del comportamiento del recurso hídrico, como por ejemplo, para la determinación de las características óptimas de su aprovechamiento hidroeléctrico, o en la solución de problemas de inundaciones.

La pendiente de un tramo de un cauce de un Río, se puede considerar como el cociente, que resulta de dividir, el desnivel de los extremos del tramo, entre la longitud horizontal de dicho tramo.

Existen varios métodos para obtener la pendiente de un cauce, entre los que se pueden mencionar.

Pendiente uniforme

Este método considera la pendiente del cauce, como la relación entre el desnivel que hay entre los extremos del cauce y la proyección horizontal de su longitud.

$$S=H/L$$

Donde:

S = pendiente

H = diferencia de cotas entre los extremos del cauce, en Km

L = longitud del cauce, en Km

Este método se puede utilizar en tramos cortos.

Compensación de áreas

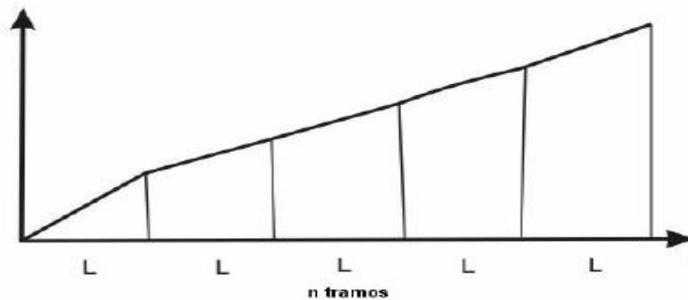
Una manera más real de evaluar la pendiente de un cauce, es compensándola, es decir, elegir la pendiente de una línea que se apoya en el extremo final del tramo por estudiar, y que tiene la propiedad de contener la misma área (abajo y arriba), respecto al perfil del cauce.

Ecuación de Taylor y Schwarz

Este método, considera que un río está formado por n tramos, cada uno de ellos con pendiente uniforme.

La ecuación de Taylor y Schwarz, para n tramos de igual longitud, es:

$$S = \left[\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right]^2 \quad \dots (2)$$



Fuente: CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

La ecuación (2), tiene una mejor aproximación, cuanto más grande sea el número de tramos, en los cuales se subdivide el perfil longitudinal del río a analizar.

Curva hipsométrica.

La curva hipsométrica representa el área drenada variando con la altura de la superficie de la cuenca. Se construye llevando al eje de las abscisas los valores de la superficie drenada proyectada en km² o en porcentaje, obtenida hasta un determinado nivel, el cual se lleva al eje de las ordenadas, generalmente en metros. Al respecto Yapo refiere que la función hipsométrica es una forma conveniente y objetiva de describir la relación entre la propiedad altimétrica de la cuenca en un plano y su elevación (25).

Para su trazado se debe tener en cuenta que sobre la sección de control (Altitud mínima de la cuenca), se tiene el cien por ciento de su superficie. Si se ubica en el punto más alto de la cuenca y se calcula a partir de cada curva de nivel, las áreas acumuladas por encima de ellas, se puede construir la curva hipsométrica. En general, tanto las alturas como las superficies son definidas en términos porcentuales.

Histograma de frecuencias altimétricas.

La intensidad de la precipitación, varía en cada instante durante el curso de una misma tormenta, de acuerdo a las características de ésta. Al respecto Béjar, en su estudio Cálculo hidrológicos e hidráulicos en cuencas hidrográficas, menciona que es absolutamente indispensable, cuando se hace el análisis de las tormentas, determinar estas variaciones, porque de ellas dependen muchas de las condiciones que hay que fijar para las obras de ingeniería hidráulica para las que se hacen principalmente esta clase de estudios (26).

Esto se consigue mediante dos gráficos: el histograma y la curva masa de precipitación.

Histograma

Es un gráfico de forma escalonada que representa la variación de la intensidad expresada en mm/hora de la tormenta, en el transcurso de la misma expresada en minutos u horas.

Mediante el histograma es muy fácil decir a qué hora, la precipitación adquirió su máxima intensidad y cuál fue el valor de ésta.

2.2.2.4. Caracterización de la red de canales.

La forma en que estén conectados los canales en una cuenca determinada influye en la respuesta de ésta a un evento de precipitación. Se han desarrollado una serie de parámetros que tratan de cuantificar la influencia de la forma del drenaje en la escorrentía superficial directa. El orden de los canales es uno de ellos. Uno de los criterios para determinar el orden de los canales en una hoya es el definido por el modelo de STRAHLER. Según este modelo se toman como canales de primer orden todos aquellos que no tengan afluentes.

El valor del orden del canal principal, Ω , en la boca de la cuenca da una idea de la magnitud del drenaje de la cuenca.

Los controles geológicos y climatológicos (externos) influyen en el valor de, Ω , mientras que los factores "internos" determinan el modelo de corrientes para un número de orden de cauces dado.

2.2.2.5. Técnicas de encauzamiento de los Ríos.

Rectificación de cauces.

Una forma de disminuir los desbordamientos en una zona limitada, es la de aumentar la capacidad hidráulica del cauce principal de un río, lo cual es posible lograr rectificando un tramo de él. La rectificación del cauce de un río, se podrá hacer construyendo inicialmente un cauce piloto, el cual se ampliará posteriormente debido a la capacidad de arrastre y erosión que tenga el agua que pase por él. Las dimensiones del cauce piloto

dependerán del gasto y de las propiedades físicas del material que forman las paredes y fondo de dicho cauce. Cuando se tiene un tramo en el que existen meandros, se puede hacer una canalización que, de tener la misma sección transversal del río, su capacidad hidráulica será mayor.

Limpieza de cauces.

Consiste en retirar toda la vegetación dentro del cauce principal y también en la zona de inundaciones donde se tiene bordes longitudinales, con ellos se disminuye la rugosidad y a la vez se aumenta la capacidad del cauce. Esta labor debe hacerse antes de iniciarse la época de lluvias.

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUASAHUASI, DONDE SE EFECTUARÁ LA EVALUACIÓN.

El Sistema de Generación y Transmisión de las centrales Hidroeléctricas Huasahuasi I y Huasahuasi II es descrita en el conjunto de sus instalaciones más significativas y en la característica específicas de su equipamiento el cual comprende las centrales de generación con sus respectivas subestaciones de potencia, infraestructura civil iniciando desde las bocatomas de los ríos Huasahuasi y Huacuas donde se captan las aguas que son filtradas a través de 2 naves desarenadoras y recorriendo luego por los túneles de conducción y canales de conducción respectivamente hasta la cámara de carga, el salto hidráulico a través de la tubería forzada expuesta y empotrada al cerro, la casa de máquinas compuesta por dos grupos generadores, el patio de llaves, la descarga de las aguas turbinadas que son captadas para el envío a la Central Huasahuasi II en el circuito hídrico en cascada, como se muestra en la figura como un esquema general de la Central Huasahuasi sistema de comunicación, sistemas de servicios auxiliares, sistemas de protección, medición y control, accesos carrozables y peatonales.

2.3.1. OBRA CIVIL

Las obras civiles de la C.H. HUASAHUASI I se divide en tres partes bien diferenciadas por la cercanía y la separación de unas y otras. La primera parte es la relacionada con los canales de aducción. Destaca en esta parte la construcción del camino de acceso a las bocatomas, de donde se inician los canales; la

excavación del talud en el cerro para la conformación de la plataforma de los canales y finalmente la construcción de concreto armado a lo largo de toda la extensión del piso y paredes de los canales aductores.

La segunda parte es la obra civil aguas arriba de los canales aductores y consta de las bocatomas sumergidas, plataformas de maniobras, puente peatonal y la debida protección en el cauce de los ríos Huasahuasi y Huacuas de las mencionadas obras.

La tercera parte es la obra civil aguas abajo de los canales aductores y consta de la cámara de carga, canal de demasías, apoyos de la tubería a presión, macizo de anclaje y cambio de dirección de la referida tubería, macizo de anclaje y bifurcación de la referida tubería, casa de máquinas y protección de la misma en el cauce del río.

2.3.2. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES Y CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPAMIENTO

La Central Hidroeléctrica Huasahuasi se ha construido aprovechando el salto hidráulico existente entre el nivel de la captación de 2556.20 msnm, hasta el nivel 2 365.66 msnm (Cota del eje de la turbina).

2.3.2.1. Bocatoma Rio Huasahuasi

La Bocatoma de la C.H. Huasahuasi es de tipo convencional construida en el Río Huasahuasi con capacidad para dejar pasar avenidas de 97 m³/s (caudal correspondiente a un periodo de retorno de 100 años). Toda la bocatoma es de tipo convencional de derivación lateral y con barraje mixto, la estructura ha sido construida íntegramente con concreto armado. Las dimensiones de la bocatoma son de 32,40 m de longitud por 16,00 m de ancho, emplazada en el cauce del río Huasahuasi, aproximadamente sobre la cota 2 556,20 msnm, con elementos de enrocado ubicadas aguas arriba del barraje, los que prevén garantizar la aproximación del caudal del río hacia la bocatoma para asegurar la operación de captación, adicionando la disposición de muros ubicados en ambas márgenes del río.

La estructura de captación está conformada por los siguientes elementos principales: barraje mixto (fijo y móvil), poza disipadora de energía, muros de encauzamiento, canal de limpia, ventanas de captación, puente de maniobras para operación del sistema de izaje, equipamiento mecánico que incluye rejillas, ataguías, compuerta en el canal de limpia. Además de las obras de protección ubicadas inmediatamente aguas abajo, como enrocado a continuación de la poza disipadora y diques de enrocado dispuestas aguas abajo para encauzamiento y protección de ambas márgenes.

El canal de limpia es de 6,90 m de largo y contiene dos espacios para instalación de compuerta y ataguía, ancho de 1,50 m conformados entre dos muros. Sobre éstos se ubica un puente de maniobras de 2,40 m, por 3,70 m constituido por una losa cuya área es de 0,20 m de espesor, elemento necesario para instalar el sistema de izaje de operación de las

compuertas. Complementariamente frente a las compuertas se ubican ranuras para instalación de ataguía prevista con fines de impedir el paso del agua cuando se realice el mantenimiento o reparación de la compuerta.

Figura 1: Canal de limpieza



El barraje mixto, el móvil consta de una compuerta vertedero de 2.50 m de ancho x 2.30 m de alto y el fijo componente principal de las obras de captación de 13.50 m de longitud por 2,30 m de alto en el frente de aguas arriba, ejecutado en el cauce del río que garantiza la condición de carga de agua frente a las ventanas de captación. Está conformado de concreto reforzado, cuya cresta se desarrolla en función de la expresión, $y = 0,50 \times 1,85/Hd 0,85$, continuando aguas abajo en talud de 53° con la horizontal y la superficie está revestida con mampostería de piedra de 0,25 m, de espesor.

Aguas abajo del barraje, se ubica la poza disipadora de energía, de 16,80 m de longitud por 16,00 m de ancho y 2,71 m de profundidad, es revestida con mampostería de piedra de 0,25 m de espesor, conteniendo tubos rompe presión de 4" de diámetro, termina en un dentellón de 4,61 m de profundidad por 0,80 m de espesor. A los costados de la poza se han construido muros que alcanzan una altura de 5,71 m sobre el nivel de la poza. Aguas abajo con fines de protección contra la erosión se ha realizado un enrocado de 5,00 m de largo por 0,80 m de espesor.

Figura 2: Bocatoma Huasahuasi I



Ventana de captación

Sobre la margen izquierda se ha construido una ventana de captación de 4.60 m de longitud por 1,30 m de alto, por la cual ingresa el agua por rebose, así en periodos de estiaje captarán con la carga de agua que proporcionará el barraje con la compuerta cerrada y en el periodo de avenidas con la compuerta levantada parcial o totalmente. En la parte exterior de la ventana se instala una rejilla para impedir el ingreso de elementos flotantes y material grueso.

Desripador

Aguas abajo de la ventana de captación se ha construido un desripador y luego un canal de aproximación que conecta con unas compuertas de regulación para controlar el flujo de ingreso a los desarenadores de conducción de 1,75 m de ancho por 1,50 m de alto, inmediatamente aguas arriba se ha previsto ranuras para instalación de una ataguía, para emplear en caso de requerirse realizar el mantenimiento o reparación de la compuerta.

Muros de encauzamiento

Con la finalidad de garantizar la aproximación controlada del caudal de escorrentía hacia la zona de bocatoma, dentro de la sección considerada aguas arriba, se han construido muros de encauzamiento en ambos márgenes.

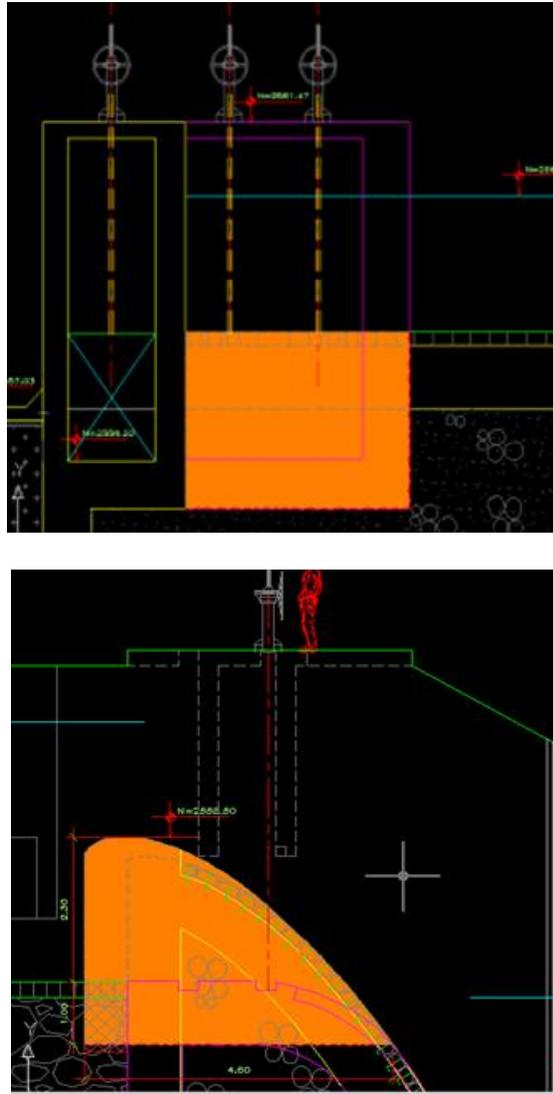
Características de la Estructura de Captación

- Elevación de fondo : 2,556.20 msnm
- Elevación de la cresta : 2,558.50 msnm
- Ancho del barrage fijo : 13.50 m
- Ancho del barrage móvil : 2.50 m
- Cota de corona del barrage fijo : 2,558.50 msnm
- Compuerta deslizante tipo vertedero (1) : 2.50 x 2.30 m
- Compuerta de limpia (1) : 1.50 m x 1.97 m
- NAME (Nivel máximo extraordinario) : 2,560.32 msnm
- NAMO (Nivel máximo de operación) : 2,558.40 msnm

Ventana de captación:

- Tipo : Lateral con rejilla gruesa
- Ancho x Alto : 4.60 m x 1.30 m
- Cota inferior de ventana : 2,557.20 msnm
- Cota superior de ventana : 2,558.50 msnm

Figura 3: Muro de Encauzamiento



Desarenador

El desarenador consta de dos naves y estas tienen una transición de ingreso de 7.950 m de longitud que permite el ingreso de agua desde el desripiador controlado por dos compuertas de 1.75 m de ancho para cada una de las naves del desarenador, ampliándose hasta llegar a los 3.50 m de ancho.

El desarenador está conformado por dos naves, cada una de 3.5 m de ancho y 22.00 m de largo. La superficie de fondo tiene una pendiente de

0.036 y una canaleta de 1.00 m de ancho y de altura variable de 0.00 m a 0.80 m, a lo largo del desarenador a fin de facilitar la evacuación de los sedimentos depositados. Al final de la canaleta se halla un orificio de 0.80 m x 0.80 m que empalma a un conducto cerrado que a su vez se une con el orificio de la otra nave para descargar luego al río Huasahuasi mediante un canal común de sección rectangular.

Un vertedero de 3.50 m de ancho ubicada en la salida de cada nave del desarenador, descarga a una transición de 7.40 m a 2.20 m de ancho y de 11.40 m de longitud.

Características de la Estructura

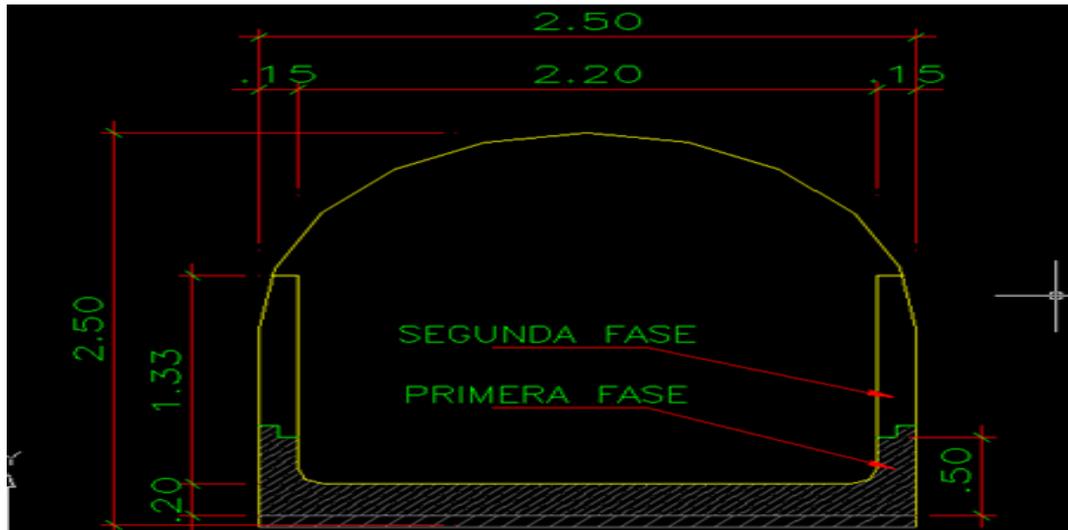
- Número de naves : 2
- Longitud de cada nave : 22.00 m
- Ancho de cada nave : 3.50 m
- Altura del tirante de agua : 2.90 m
- Cota de inicio de nave : 2,557.00 msnm
- Cota de fondo : 2,555.40 msnm
- Cota de fondo de canaleta : 2,554.60 msnm

2.3.2.2. Sistema de conducción del río Huasahuasi

Tramo de la progresiva 0+00 a la 0+603.14 tiene una longitud de 603.14 m tiene una sección interior de 2.20 m de ancho por 1.50 m de alto con un espesor de muro de la caja de canal de 20 cm diseñado para 6.5 m³/s, techado entre las progresivas 0+00 a la 0+580 m con un espesor de 20 cm, contempla cinco ventanas de inspección que están distanciadas a cada 100 m de 3.20 m de largo por el ancho del canal. El canal está construido en toda su longitud con concreto armado de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ hidráulico). Entre las progresivas 0+580 a la 0+603.14 se ha construido un aliviadero de demasías de emergencia para desaguar las aguas, si es que existiera alguna obstrucción dentro del túnel Huasahuasi I.

El túnel se encuentra entre las progresivas 0+603.14 a la 1+591.72 tiene una longitud de 988.58 m, presenta una pendiente de 0.001 tiene una sección de 2.5 m x 2.5 m abovedado en su parte superior, y presenta la sección según la figura siguiente

Figura 4: Sistema de conducción del río Huasahuasi



El túnel está vaciado en una caja de canal en toda su longitud. El piso está construido con concreto armado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ hidráulico y los muros están vaciados con concreto simple $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ hidráulico.

El Tramo de la progresiva 1+591.72 a la 1+708.13 tiene una longitud de 116.41m con una sección interior de 2.20 m de ancho por 1.50 m de alto con un espesor de muro de la caja de canal de 20 cm diseñado para $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$, techado desde la progresiva 1+620 a la 1+708.13 con un espesor de 20 cm. El canal está construido en toda su longitud con concreto armado de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ (concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ hidráulico).

- Caudal de diseño (Q) : $6.50 \text{ m}^3/\text{s}$
- Pendiente (s) : 0.0025
- Coeficiente Manning (n) : 0.014

Entre salida de desarenador y cámara de carga:

Tabla 1: Tramo y Longitud del sistema de conducción HH1

| Tramo | Longitud (m) |
|--------------|---------------------|
| Canal | 603.14 |
| Túnel | 988.58 |
| Canal | 116.41 |
| Total | 1 708.13 |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

La longitud de la conducción entre la bocatoma y la cámara de carga es 1708.13 m

Las características del canal:

- Tirante : 0.91 m
- Espejo de agua : 2.20 m
- Área hidráulica : 2.0045 m²
- Radio hidráulico : 0.4984 m
- Velocidad : 2.245 m/s
- Energía específica : 1.168 m-kg/kg

Figura 5: Túnel Huasahuasi I



Características del sistema de conducción

Canal rectangular tapado de concreto armado y cubierto con material propio.

- Progresiva : 0+000 a la 0+360 m
- Pendiente (s) : 0.001
- Cota de inicio : 2,555.903 msnm
- Cota final del tramo : 2,554.395 msnm
- Ancho x Alto : 2.20 m x 1.50 m
- Longitud de conducción tramo I : 360 m

Canal rectangular tapado de concreto armado y cubierto con material propio.

- Progresiva : 0+360 - 0+600.18 m
- Longitud conducción II tramo (Túnel) : 988.58 m
- Pendiente (s) : 0.001
- Cota de inicio : 2,554.395 msnm

- Cota final del tramo : 2,551.923 msnm
- Ancho x Alto : 2.20 m x 1.50 m
- Longitud de conducción tramo II : 243.14 m

Vertedero entrada de túnel.

- Progresiva : 0+020 - 0+82 m
- Longitud de canal : 38.68 m
- Pendiente (s) : 0.03
- Ancho x Alto : m x m

Túnel de conducción de sección tipo baúl.

- Progresiva : 0+603.18 - 0+720 m
- Pendiente (s) : 0.001
- Cota de inicio : 2,551.923 msnm
- Cota final del tramo : 2549.451msnm
- Sección de excavación tipo baúl : 2.50 m x 2.50 m
- Sección del canal en túnel : 2.20 m x 1.50 m
- Longitud de conducción tramo III : 116.82 m

Túnel de conducción de sección tipo baúl.

- Progresiva : 0+720 - 1+080 m
- Pendiente (s) : 0.001
- Cota de inicio : 2549.451msnm
- Cota final del tramo : 2546.951msnm
- Sección de excavación tipo baúl : 2.50 m x 2.50 m
- Sección del canal en túnel : 2.20 m x 1.33 m

- Longitud de conducción tramo IV: 360 m

Túnel de conducción de sección tipo baúl.

- Progresiva : 1+080 - 1+440 m
- Pendiente (s) : 0.001
- Cota de inicio : 2546.951 msnm
- Cota final del tramo : 2544.451 msnm
- Sección de excavación tipo baúl : 2.50 x 2.50 m
- Sección del canal en túnel : 2.20 m x 1.33 m
- Longitud de conducción tramo V : 360 m

Túnel de conducción de sección tipo baúl.

- Progresiva : 1+440 - 1+591.72 m
- Pendiente (s) : 0.001
- Cota de inicio : 2544.451 msnm
- Cota final del tramo : 2541.951 msnm
- Sección de excavación tipo baúl : 2.50 x 2.50 m
- Sección del canal en túnel : 2.20 m x 1.33 m
- Longitud de conducción tramo VI : 151.72 m

Canal rectangular de concreto armado.

- Progresiva : 1+591.72 - 1+708.095 m
- Pendiente (s) : 0.001
- Cota de inicio : 2541.951 msnm
- Cota final del tramo : 2539.851 msnm
- Sección de excavación tipo baúl : 2.50 x 2.50 m

- Sección del canal : 2.20 m x H variable
- Longitud de conducción tramo VII : 116.37 m

2.3.2.3. Canal de demasías

Comprende:

Aliviadero de demasías y su evacuación y la limpia o purga: Borde libre y altura del vertedero 0.60 m.

El vertedero lateral de control de demasías, se ha construido para una capacidad total de 6,50 m³/s, en caso de ocurrir imprevistos y sea necesario el cierre instantáneo de las turbinas.

Sección del canal vertedor es de 1.50 m de ancho, y altura de 1.50 m y una pendiente de 0.006.

Características de la estructura

- a) Vertedero, canal de demasías.
- b) Conducción del caudal de demasías.

Conducción a media ladera: Canal rectangular tapado de concreto armado

- Progresiva : 0+000 a la 0+180 m
- Pendiente (s) : 0.006
- Cota de inicio : 2,552.172 msnm
- Cota final del tramo : 2,550.592 msnm
- Sección : 1.50 m x 1.50 m
- Longitud de conducción : 180.00 m

c) Descarga de las demasías a la quebrada: Se descarga a la quebrada, sistema de caída libre.

d) Purga o limpia del desarenador: Por medio de una válvula y tubería de diámetro de 16" y que descarga sus aguas en roca tipo dura

(afloramiento), válvula que se ha instalado dentro de una estructura, con piso, paredes y techo de concreto armado.

2.3.2.4. Bocatoma en el río Huacuas

La avenida máxima adoptada del diseño del barraje es de 45,4 m³/s, caudal correspondiente a un periodo de retorno de 100 años. La bocatoma es de tipo convencional con derivación lateral con barraje mixto.

El caudal máximo de diseño para derivación, se ha definido en 6.5 m³/s, para ser captado por rebose a través de dos ventanas.

Para atenuar el ingreso de sólidos de fondo y en suspensión a través de las ventanas de captación, se ha diseñado un canal de limpia gruesa frente a las ventanas de captación. El coeficiente de rugosidad de Manning (n) en el cauce natural se ha asumido 0,045.

La estructura de bocatoma se ha ejecutado con concreto armado reforzado f'c=210 kg/cm² hidráulico con elementos de enrocado, tiene una forma convencional de 27,60 m de longitud por 19.50 m de ancho total, emplazada en el cauce del río Huacuas, aproximadamente sobre la cota 2 554,00 msnm, con elementos de enrocado ubicadas aguas arriba del barraje, los que prevén garantizar la aproximación del caudal del río hacia la bocatoma para asegurar la operación de captación, adicionando la disposición de muros ubicados en ambas márgenes del río.

La estructura de captación está conformada por los siguientes elementos principales: barraje fijo, poza disipadora de energía, muros de encauzamiento, canal de limpia, ventanas de captación, puente de maniobras para operación del sistema de izaje, equipamiento mecánico que incluye rejillas, ataguías, compuerta en el canal de limpia. Además de las obras de protección ubicadas inmediatamente aguas abajo, como enrocado a continuación de la poza disipadora y diques de enrocado dispuestas aguas abajo para encauzamiento y protección de ambas márgenes.

Los canales de limpia, es de 6,60 m de largo y contiene dos espacios para instalación de compuerta y ataguía, ancho de 2.00 m conformados entre muros de 1.00 m de ancho, sobre estos se proyecta un puente de maniobras constituido por una losa aérea de 0,20 m de espesor, elemento necesario para instalar el sistema de izaje para operación de las compuertas. Complementariamente frente a las compuertas se proyectan ranuras para instalación de ataguía prevista con fines de impedir el paso del agua cuando se realice el mantenimiento o reparación de esta compuerta.

El barraje fijo, componente principal de las obras de captación de 13.50 m de longitud por 2.50 m de alto en el frente de aguas arriba, proyectado en el cauce del río, que garantiza la condición de carga de agua frente a las ventanas de captación. Está conformado de concreto reforzado, cuya cresta se desarrollará en función de la expresión $0.50 \times 1.85/Hd$ 0.85, continuando aguas abajo en talud de 53° con la horizontal y la superficie está revestida con mampostería de piedra de 0.25 m de espesor.

Sobre la margen derecha se ubica una ventana de captación de 4.25 m de longitud por 1.50 m de alto, por la que ingresará agua por rebose; así en periodos de estiaje captarán con la carga de agua que proporcionará el barraje con la compuerta cerrada y en el periodo de avenidas con la compuerta levantada parcial o totalmente. Exteriormente se ha instalado la rejilla para impedir el ingreso de elementos flotantes y material grueso.

Figura 6: Canal desripiador Huacuas



Aguas abajo se ha construido un desripador, luego un canal de aproximación que conecta con unas compuertas de regulación de flujo de 1.50 m de ancho por 1.00 m de alto, inmediatamente aguas arriba se prevé ranuras para instalación de ataguía para emplear en caso de requerirse realizar el mantenimiento o reparación de la compuerta.

Para fines de garantizar la aproximación controlada del caudal de escorrentía hacia la zona de bocatoma dentro de la sección considerada, aguas arriba se han construido muros de encauzamiento en ambos márgenes.

Características de la Estructura

- Elevación de fondo : 2,554.00 msnm
- Elevación de la cresta : 2,556.50 msnm
- Ancho del barraje fijo : 13.50 m
- Cota de corona del barraje fijo : 2,556.50 msnm
- Compuerta de limpia tipo vertedero (1) : 2.00 m x 2.50 m
- Compuerta de limpia tipo vertedero (1) : 2.00 m x 2.50 m
- NAME (Nivel máximo extraordinario) : 2,552.63 msnm
- NAMO (Nivel máximo de operación) : 2,552.03 msnm

Captación

- Tipo : Lateral con rejilla gruesa
- Ancho x Alto (Cantidad 2) : 4.25 m x 1.50 m
- Cota inferior de ventana : 2,555.00 msnm
- Cota superior de ventana : 2,556.50 msnm

Desarenador

Se ha construido con dos naves, y cada nave tiene una transición de ingreso de 8.00 m de longitud que permite el ingreso de agua desde el canal de aproximación controlado por dos compuertas de 1,50 m de

ancho hacia cada una de las naves del desarenador, ampliándose hasta llegar a los 5.00 m de ancho.

El desarenador está conformado por dos naves, cada una de 5.00 m de ancho por 18.00 m de largo. La superficie de fondo tiene una pendiente de 0.038 y terminan en el inicio de una canaleta de 1.00 m de ancho a fin de facilitar la evacuación de los sedimentos depositados, para descargar luego al río Huacuas mediante un canal común de sección rectangular.

Un vertedero de 5.00 m de ancho ubicada en la salida de cada nave del desarenador, que se conecta a una transición de 10.40 m a 2.60 m de ancho y de 5.70 m de longitud que une el desarenador con el canal de conducción de 2.60 m de ancho.

Características de la Estructura

- Número de naves : 2
- Longitud de cada nave : 18.00 m
- Ancho de nave : 5.00 m
- Altura del tirante de agua : 2.60 m
- Cota de inicio de nave : 2,554.96 msnm
- Cota de fondo : 2,552.63 msnm
- Cota de fondo de canaleta : 2,552.03 msnm

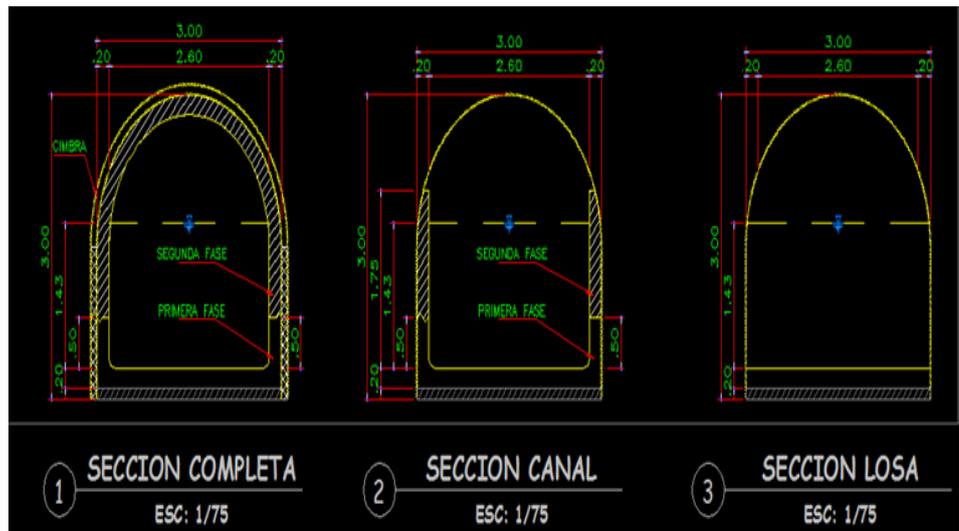
Figura 7: Nave desarenadora río Huacuas



2.3.2.5. Sistema de conducción del río Huacuas

El túnel se encuentra entre las progresivas 0+00 a la 1+204.14 tiene una longitud de 1,204.14 m, presenta una pendiente de 0.0026, tiene una sección de 3.0 m x 3.0 m abovedado en su parte superior, y presenta la sección según la figura siguiente:

Figura 8: Sistema de Conducción



El túnel está vaciado una caja de canal según la figura en toda su longitud. El piso está construido con concreto armado $f'c=210\text{kg/cm}^2$ hidráulico y los muros están vaciados con concreto simple $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ hidráulico.

El canal en superficie está entre las progresivas 1+204.14 a la 1+641.27, el cual tiene una longitud de 437.14m.

El canal de conducción, se ha diseñado para conducir un caudal de $6.5\text{ m}^3/\text{s}$, con una pendiente baja de 0,00233 con el fin de llegar y aprovechar adecuadamente a los máximos niveles de la cámara de carga.

El canal está construido en toda su longitud con concreto armado de $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ (concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ hidráulico). El canal tiene la sección típica siguiente:

Figura 9: Sección del Canal de Conducción



- Caudal de diseño (Q) : 6.50 m³/s
- Pendiente (s) : 0.001
- Coeficiente Manning (n) : 0.014

Descripción del canal

Entre salida de desarenador y cámara de carga:

Tabla 2: Entrada salida de desarenador y cámara de carga

| Tramo | Longitud (m) |
|-------|--------------|
| Túnel | 1204.14 |
| Canal | 437.14 |
| Total | 1 641.28 |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

La longitud de la conducción entre la bocatoma y la cámara de carga es de 1 641.28 m.

Las Características del Canal:

- Tirante : 0.81 m
- Espejo de agua : 2.60 m
- Área hidráulica : 2.11 m²
- Radio hidráulico : 0.4996 m
- Velocidad : 1.42 m/s
- Energía específica : 0.9144 m-kg/kg

Características del sistema de conducción

Túnel de conducción de sección tipo baúl.

- Progresiva : 0+000 a 0+360 m
- Longitud conducción tramo I : 360 m
- Pendiente (s) : 0.001
- Cota de inicio : 2,553.70 msnm
- Cota final del tramo : 2,552.496 msnm
- Sección de excavación tipo baúl : 3.00 m x 3.00 m
- Sección de canal en túnel : 2.60 m x 1.43 m

Túnel de conducción de sección tipo baúl.

- Progresiva : 0+360 a 0+720 m
- Longitud conducción tramo II : 360 m
- Pendiente (s) : 0.001
- Cota de inicio : 2,552.496 msnm
- Cota final del tramo : 2551.292 msnm
- Sección de excavación tipo baúl : 3.00 m x 3.00 m
- Sección de canal en túnel : 2.60 m x 1.43 m

Túnel de conducción de sección tipo baúl.

- Progresiva : 0+720 a 1+080 m
- Longitud conducción tramo III : 360 m
- Pendiente (s) : 0.001
- Cota de inicio : 2,551.292 msnm
- Cota final del tramo : 2,550.088 msnm
- Sección de excavación tipo baúl : 3.00 m x 3.00 m
- Sección de canal en túnel : 2.60 m x 1.43 m

Túnel de conducción de sección tipo baúl.

- Progresiva : 1+080 a 1+204.136 m
- Longitud conducción tramo IV : 124.136 m
- Pendiente (s) : 0.001
- Cota de inicio : 2,550.088 msnm
- Cota final del tramo : 2,548.988 msnm
- Sección de excavación tipo baúl : 3.00 m x 3.00 m
- Sección de canal en túnel : 2.60 m x 1.43 m

Canal de conducción de sección rectangular.

- Progresiva : 1+204.136 a 1+440 m
- Longitud conducción tramo V : 235.864 m
- Pendiente (s) : 0.001
- Cota de inicio : 2,548.988 msnm
- Cota final del tramo : 2,547.788 msnm
- Sección de canal : 2.20 m x 2.05 m

Canal de conducción de sección rectangular.

- Progresiva : 1+440 a 1+641.27 m

- Longitud conducción tramo VI : 201.27 m
- Pendiente : 0.001
- Cota de inicio : 2,547.788 msnm
- Cota final del tramo : 2,546.588 msnm
- Sección de canal : 2.20 m x 2.05 m

2.3.2.6. Cámara de carga Huasahuasi I

La cámara de carga se ha diseñado para un caudal nominal de llegada de la conducción Huasahuasi de 6.5 m³/s y de Huacuas de 6.5 m³/s, las dimensiones de la estructura y además de funcionar como desarenador terminal para sedimentar cualquier material mayor de 0.6 mm y se almacenará un volumen de 304.18 m³. Toda la estructura está construida con concreto armado de f'c=280 kg/cm² (concreto f'c=210 kg/cm² hidráulico).

La estructura está conformada de las siguientes partes:

Llegada de Huasahuasi:

- Un aliviadero lateral de demasías se ubica en el canal de conducción inmediato a la salida del túnel.
- Una transición de ingreso de 7.17 m de longitud, que permite el ingreso de agua desde el canal de conducción de 2.20 m de ancho hacia la nave de 5.00 m de ancho.
- El desarenador terminal está conformado por una nave de 5.0 m de ancho por una longitud de 13.08 m. La superficie de fondo tiene una pendiente de 0.0628 y una canaleta de 1.0 m de ancho y altura variable de 0 a 1.0 m a lo largo del desarenador a fin de facilitar la evacuación de los sedimentos depositados.

Llegada de Huacuas:

- Una transición de ingreso de 7.03 m de longitud que permite el ingreso de agua desde el canal de conducción de 2.60 m hacia la nave de 5.00 m de ancho.
- El desarenador conformado por una nave de 5.00 m de ancho promedio y una longitud de 15.59 m. La superficie de fondo tiene una pendiente de 0.05 y una canaleta de 1.00 m de ancho y una altura variable de 0 a 1.1 m, a lo largo del desarenador a fin de facilitar la evacuación de los sedimentos depositados.

La cámara de presión propiamente dicha:

- Está construida para evitar la formación de remolinos o depresiones que produzcan la entrada de aire a la tubería, tiene una longitud de 9.48 m x 4.30 m de ancho y una altura de tirante de agua de 6.15 m.
- Para controlar el flujo de agua hacia la cámara de carga propiamente dicha se han ubicado dos compuertas y ataguías de 1.4 m de ancho por 2.3 m de alto.
- Para evitar la entrada de material flotante se ha instalado una rejilla metálica de 3.50 m x 4.10 m, con platinas de 8 mm de ancho x 100 mm de largo, espaciado centro a centro en 4 cm y montada con un ángulo de 72° respecto con la horizontal.
- Tiene una loza de maniobras de 0.20 m de espesor, una baranda de protección de fierro galvanizado de 1 ½" de diámetro y de 0.90 m de altura.

Características de la estructura

Antecámara Huasahuasi

- Se inicia en la Progresiva : 1+708.095 m
- Nivel de rasante : 2,551.46 msnm

Transición de ingreso:

- Longitud de transición : 7.00 m
- Transición : De 2.20 a 5.00 m
- Tirante : De 1.64 a 4.30 m
- Número de naves : 1
- Longitud de nave : 13.08 m
- Ancho de nave : 5.00 m
- Altura del tirante de agua : 3.90 m
- Cota de inicio de nave : 2,551.46 msnm
- Cota de fondo en el inicio : 2,549.195 msnm
- Cota de fondo de canaleta : 2,548.195 msnm

Antecámara Huacuas

- Se inicia en la Progresiva : 1+641.27 Km
- Nivel de rasante : 2,551.48 msnm

Transición de ingreso:

- Longitud : 7.00 m
- Transición : De 2.6 a 5.0 m
- Tirante : De 1.3 a 3.31m
- Número de naves : 1
- Longitud de cada nave : 15.59 m
- Ancho de nave : 5.00 m
- Altura del tirante de agua : 3.31 m
- Cota de inicio de nave : 2,551.48 msnm
- Cota de fondo en el inicio : 2,549.48 msnm

- Cota de fondo de canaleta : 2,548.19 msnm

Cámara de carga propiamente:

- Longitud : 9.48 m
- Ancho de nave : 4.30 m
- Cota del pelo de agua : 2,553.10 msnm
- Altura del tirante de agua : 6.15 m
- Cota de inicio : 2,550.195 msnm
- Cota de fondo : 2,546.95 msnm
- Cota del eje de la tubería a presión: 2,549.066 msnm

Figura 10: Cámara de Carga HH1



2.3.2.7. Tubería de presión

La tubería de presión se dimensiona para un caudal de diseño de 6.5 m³/s, caudal determinado como caudal nominal de diseño del equipamiento electromecánico.

La tubería de presión se inicia en la cámara de carga con entrada de forma abocinada. Controlada por dos compuertas ubicadas en la cámara

de carga y continuará hasta la casa de máquinas con los elementos necesarios de derivación para alimentar a dos turbinas.

La tubería se apoya en la superficie del terreno y cuenta con siete tramos entre bloques de anclaje.

La tubería a presión tiene un diámetro interior de 1.4 m hasta la entrega del último tramo en forma horizontal donde se empalma a una tubería de diámetro interior de 1.0 m, esto hace una longitud total de 395.766 m y una altura bruta de caída desde la cámara de carga hacia la casa de máquinas de 187.72 m.

Aguas abajo de cada bloque de anclaje se ha instalado juntas de dilatación, a excepción del último tramo que entrega las aguas al equipo de generación. Además, la tubería se apoya en elementos de concreto (sillas de apoyo).

El material del conducto forzado es de acero tipo ASTM A36 con espesores que varían de 6,4 mm y 28 mm.

Características de la Estructura

- a. **Bocal de inicio:** Se instaló una bocal de inicio de diámetro 1.85 a 1.40 m.
- b. **Tubería de presión:** Tipo Superficial

Tabla 3: Tramo y Longitud de la Tubería Forzada

| Tramo | Diámetro interior (m) | Longitud (m) |
|----------------------------|------------------------------|---------------------|
| 1 | 1.40 | 56.551 |
| 2 | 1.40 | 56.451 |
| 3 | 1.40 | 52.568 |
| 4 | 1.40 | 63.085 |
| 5 | 1.40 | 71.718 |
| 6 | 1.40 | 41.60 |
| 7 | 1.40 | 41.593 |
| 9CM | 1.40 | 3.20 |
| CM | 1.00 | 9.00 |
| Longitud total en m | | 395.766 m |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

- Nivel inicial en el eje de la tubería: 2,549.066 msnm
- Nivel del eje de llegada a la turbina: 2,365.167 msnm

Figura 11: Tubería Forzada HH1



2.3.2.8. Casa de máquinas

La casa de máquinas está ubicada en la margen izquierda del río Huasahuasi y margen derecha del río Huacuas en la cota 2,366.01 msnm.

La plataforma del área a utilizar se encuentra sobre la cota de 2, 365.56 msnm, en la cual se encuentra ubicada la casa de máquinas, canal de descarga, patio de llaves (subestación de salida tipo intemperie) y acceso. Se accede, mediante una vía existente habilitado.

Edificio de casa de máquinas

Es de forma rectangular de 29.50 m de largo por 10.50 m de ancho y 7.50 m de alto y el piso terminado se ubica en el nivel 2,365.66 msnm.

La estructura del edificio es de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y columnas y vigas de estructuras a porticadas, albañilería de ladrillo y techo conformado por losas macizas.

La cimentación de las máquinas (turbina – generador) es de concreto armado $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Su distribución permite la ubicación de dos turbinas de eje horizontal con sus respectivas canaletas de cableado, tableros de control, mantenimiento y operación y accesorios complementarios a las turbinas.

Cuenta con un puente grúa y una zona de montaje para facilitar la instalación y mantenimiento de los equipos. Además, tiene un almacén, sala de baterías y en un segundo piso una sala de control y otra de comunicaciones.

Características de la estructura

Área del ambiente para los dos grupos y zona de descarga de equipos
9.50 m x 10.50 m

Área para sala de tableros, servicios auxiliares, sala de batería, oficina,
8.30 x 5.45 m

Nivel del piso: 2,365.66 msnm

Figura 12: Casa de Máquinas HHI



2.3.2.9. Canal de descarga

Es de forma rectangular de 2.40 m de ancho y 3.41m de alto, se ubica desde el eje de la turbina hasta la parte exterior de la casa de máquinas.

Características de la Estructura

- Sección tipo : Rectangular
- Número de canales : Dos
- Longitud de canal de descarga G1 : 3.75 m
- Longitud de canal de descarga G2 : 3.95 m

A la salida de la casa de máquinas

- Ancho : 2.20 m
- Pendiente (s) : 0.000
- Caudal de diseño turbinado : 3.25 m³/s
- Coeficiente Manning (n) : 0.014

Descarga hacia el río

- Ancho : 2.20 m
- Pendiente (s) : 0.000

- Caudal de diseño turbinado : 3.25 m³/s
- Coeficiente Manning (n) : 0.014

2.3.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO

En los cuadros siguientes se enuncia todas las especificaciones técnicas del equipamiento electromecánico, sub estaciones y línea de transmisión de las Central Hidroeléctrica de Huasahuasi I.

EQUIPOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Turbina

Es un elemento esencial de una Central Hidroeléctrica. La turbina hidráulica es el dispositivo encargado de convertir la energía cinética y potencial del agua en energía mecánica de rotación de un árbol, el cual se conecta al árbol de baja de una caja multiplicadora de engranajes con el propósito de elevar la revolución hasta la velocidad de rotación de un generador eléctrico acoplado al árbol de alta de dicha caja.

En cuanto al modo de funcionamiento, las turbinas se pueden clasificar en dos grupos: turbinas de acción y turbinas de reacción.

Las turbinas de acción aprovechan la presión dinámica debida a la velocidad del agua en el momento de su acción en la turbina. Las turbinas de reacción aprovechan además la presión estática al trabajar en el interior de compartimentos cerrados a presión superior a la atmosférica. Las turbinas más utilizadas son las turbinas Pelton, Turbinas Francis, Turbinas Kaplan.

En la casa de máquinas de la Central Huasahuasi I se encuentran alojados dos turbinas Francis de eje horizontal de una potencia de 5.15 MW cada una, con caudal de operación de 3.25 m³/s. En la Tabla 4 y 5 se detallan las características de las turbinas.

Tabla 4: Características de la Turbina G1

| | | |
|---------------------------|-----------------------------|----------------|
| Marca | GCZ Ingenieros S.A.C | |
| N° de Serie | TF900-93.01 | |
| Tipo | Francis Simple | |
| kW | 5,150.0 | RPM 720 |
| Salto Total | 181.40 m | |
| Caudal | 3,25 m ³ /s | |
| M. S. N. M. | 2,500 m | |
| Año de Fabricación | 2011 | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 5: Características de la Turbina G2

| | | |
|---------------------------|-----------------------------|----------------|
| Marca | GCZ Ingenieros S.A.C | |
| N° de Serie | TF900-93.02 | |
| Tipo | Francis Simple | |
| Kw | 5,150.0 | RPM 720 |
| Salto Total | 181.40 m | |
| Caudal | 3,25 m ³ /seg | |
| M. S. N. M. | 2,500 m | |
| Año de Fabricación | 2011 | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Figura 13: Turbina Francis HHI



Generador

Es un componente de una Central Hidroeléctrica que transforma la energía mecánica de rotación de la turbina en energía eléctrica. El generador puede ser de corriente continua (dinamo) o de corriente alterna (alternador). Estos últimos son los únicos que se utilizan actualmente.

El alternador está compuesto de dos partes fundamentales: el rotor o inductor móvil, encargado de generar un campo magnético variable al girar arrastrado por la turbina y el estator o inducido fijo, en el que se genera la corriente eléctrica.

Respecto a la posición de su árbol de giro, los generadores se clasifican en generadores de eje vertical y generadores de eje horizontal.

Las máquinas eléctricas de corriente alterna típicamente utilizadas se clasifican en máquinas síncronas y máquinas asíncronas o de inducción. La mayor desventaja de los generadores asíncronos es que necesitan de una batería de condensadores conectada a la salida, la cual compensa la energía reactiva generada. Para la creación del campo magnético el generador asíncrono debe estar conectado a la red y tomar de ella la corriente reactiva necesaria. Cuando la turbina hidráulica incrementa la potencia se produce un incremento en el deslizamiento, ya que la red eléctrica es la que fija la frecuencia no se precisa que la turbina disponga de un regulador de velocidad.

Para llevar a cabo el arranque del generador asíncrono se actúa sobre la admisión de agua en la turbina, de tal manera que ésta se vaya acelerando hasta que el generador se aproxime a su velocidad de sincronismo, instante en el que se cierra el interruptor automático de línea.

En la casa de máquinas de la Central Huasahuasi I se encuentran alojados dos generadores HYUNDAI IDEAL de una potencia de 5.4 MW cada uno, con un nivel de tensión de generación de 6000 V. En la Tabla 6 y 7 se detallan las características del generador.

Tabla 6: Característica del Generador G1

| | | | | | |
|-----------|-------------------|-------|-------|-------------|--------------|
| S/N | 1010054-0 | FRAME | M7-29 | TYPE | SAB |
| KW | 5400 | KVA | 6000 | VOLTS | 6000 |
| RPM | 720 | AMPS | 577 | PH 3 | WIRE 6 HZ 60 |
| DUTY | Cont | PF | 0.90 | CLASS IN | F |
| TEMP RISE | 80°C | RISE | Res | AMB. TEMP°C | 43 |
| BY | | | | | |
| MARCA | HYUNDAI IDEAL USA | | | | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 7: Característica del Generador G2

| | | | | | |
|-----------|-------------------|-------|-------|--------------|--------------|
| S/N | 1010054-02 | FRAME | M7-29 | TYPE | SAB |
| KW | 5400 | KVA | 6000 | VOLTS | 6000 |
| RPM | 720 | AMPS | 577 | PH 3 | WIRE 6 HZ 60 |
| DUTY | Cont | PF | 0.90 | CLASS IN | F |
| TEMP RISE | 80 °C | RISE | Res | AMB. TEMP °C | 43 |
| BY | | | | | |
| MARCA | HYUNDAI IDEAL USA | | | | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Figura 14: Generador HYUNDAI HHI



Excitatriz

Es un componente del generador encargado de suministrar la tensión y corriente continua para alimentar el rotor de un generador síncrono, y convertir a éste en un electroimán con capacidad en general para regular la intensidad del campo magnético.

En los generadores síncronos es necesario alimentar el devanado del rotor con corriente continua, la cual origina un campo magnético giratorio en el interior del generador que, a su vez, produce un sistema trifásico de voltajes en los arrollamientos del estator. Debido a que el rotor del generador gira, es necesario utilizar mecanismos especiales para llevar a cabo el suministro de la corriente continua de excitación. Básicamente, la corriente continua puede ser suministrada por tres mecanismos de excitación: autoexcitación, excitación auxiliar y excitación sin escobillas.

La excitación auxiliar consiste en alimentar el devanado inductor mediante la corriente continua generada por un dinamo auxiliar regulado por un reóstato y montada sobre el árbol del generador sincrónico.

La autoexcitación consiste en tomar la corriente desde los terminales del generador, transformarla mediante un transformador de excitación, rectificarla mediante un sistema electrónico estático e inyectarla en el devanado inductor mediante un dispositivo de escobillas y anillos rozantes que rodean al árbol de la máquina, pero aislados del mismo árbol.

A pesar de los problemas de mantenimiento que genera la combinación de anillos rozantes y escobillas, las máquinas síncronas pequeñas suelen emplear este sistema de excitación ya que, funcionalmente, es el menos costoso para inyectar la corriente de campo. En el instante del arranque del generador síncrono no existe tensión en bornes y, consecuentemente, no se dispone de corriente de excitación. Por tanto, se necesita una fuente auxiliar (ejemplo, una batería) para iniciar el funcionamiento.

Para independizar la excitación de fuentes energéticas del exterior, se suele incluir una excitatriz piloto. Ésta dispone de un generador de corriente alterna cuyo devanado de excitación está compuesto por imanes permanentes y con el devanado trifásico en el estator. Hay que señalar, que algunos generadores síncronos que disponen de excitatrices sin escobillas, con el fin de disponer de una fuente de corriente continua auxiliar para las situaciones de emergencia cuentan también con anillos rozantes y escobillas.

El arranque de los generadores síncronos se realiza en vacío. Mediante la regulación del sistema de admisión de agua de la turbina se incrementa progresivamente la velocidad de ésta y en el instante en que el generador.

En la casa de máquinas de la Central Huasahuasi I se encuentran alojadas dos excitatrices paralelas a cada generador de marca HYUNDAI con una corriente de campo de 91 V y corriente de campo 6 A cada una. En la Tabla 8 y 9 se detallan las características del generador.

Tabla 8: Característica de la Excitatriz G1

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|--------------------|---------------|---------------------|-----------|
| FRAME | BE-14-7 | TYPE | FRBA | KW OUTPUT | 33 |
| DC VOLTS | 250 | DC AMPS | 132 | CLASS INS | F |
| FLD. VOLTS | 91 | FLD. AMPS | 6 | TEMP RISE °C | 80 |
| | | F.L. ON GEN | | | |
| RECTIFIER | QTY | 3 | No | 32355 F | |
| S | QTY | 3 | No | 32355 R | |
| EXCITER SURGE PROTECTION | | | | B-57826 Gr 1 | |
| DATE | 09/2011 | | WT LBS | 56200 | |
| MARCA | HYUNDAI IDEAL USA | | | | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 9: Característica de la Excitatriz G2

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|--------------------|---------------|---------------------|-----------|
| FRAME | BE-14-7 | TYPE | FRBA | KW OUTPUT | 33 |
| DC VOLTS | 250 | DC AMPS | 132 | CLASS INS | F |
| FLD. VOLTS | 91 | FLD. AMPS | 6 | TEMP RISE °C | 80 |
| | | F.L. ON GEN | | | |
| RECTIFIER | QTY | 3 | No | 32355 F | |
| S | QTY | 3 | No | 32355 R | |
| EXCITER SURGE PROTECTION | | | | B-57826 Gr 1 | |
| DATE | 10/2011 | | WT LBS | 55500 | |
| MARCA | HYUNDAI IDEAL USA | | | | |

Figura 15: Excitatriz HHI



Regulador de velocidad

Es el componente de la Central que regula los procesos mediante el cual se mantiene constante una magnitud o condición definida, aunque varíen determinados factores; como puede ser la carga solicitada a un grupo, la tensión de línea, la temperatura de una mezcla. etc.

El objeto de la regulación de velocidad o número de revoluciones por minuto a que ha de girar el rodete de la turbina con el fin de que por medio del eje se transmita el giro uniforme que debe de existir y mantener entre dicho rodete y rotor del alternador.

El regulador es un sistema de control que a partir de las variaciones de velocidad envía señales que controlan la apertura o cierre de válvulas provocando variaciones de potencia mecánica de la turbina que compensen las variaciones de potencia eléctrica. Cuando se producen cambios bruscos de carga o cualquier tipo de perturbación la frecuencia del sistema tiende a alejarse de su valor especificado. El valor de desviación constituye la señal de entrada de los sistemas reguladores de velocidad.

En la casa de máquinas de la Central Huasahuasi I se encuentran alojados dos reguladores de velocidad marca L&S Electric Inc. un mecanismo de regulación hidráulico mecánica semiautomática. En la Tabla 10 y 11 se detallan las características del regulador de velocidad.

Tabla 10: Característica del Regulador de Velocidad G1

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Marca: | L&S Electric Inc. |
| N° de Serie: | MA78310 Unidad 1/2 |
| Tipo: | Semiautomático |
| Fecha de fabricación: | 05/13/2011 |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 11: Característica del Regulador de Velocidad G2

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Marca: | L&S Electric Inc. |
| N° de Serie: | MA78310 Unidad 1/1 |
| Tipo: | Semiautomático |
| Fecha de fabricación: | 05/13/2011 |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Figura 16: Regulador de velocidad HHI



Bomba fuente hidráulica

Es un dispositivo que transforma la energía mecánica en energía hidráulica, con la finalidad de mantener un líquido en movimiento para aumentar la presión o energía cinética del fluido. El impulsor crea una corriente de succión a la entrada, introduciendo el fluido en su interior y lo empuja hacia el circuito hidráulico.

En la casa de máquinas de la Central Huasahuasi I se encuentran alojadas dos fuentes hidráulicas marca MARATHON ELECTRIC trifásicas independientes cada una para cada unidad de generación. En la Tabla 12 y 13 se detallan las características de la Fuente Hidráulica.

Tabla 12: Característica de la Bomba Fuente Hidráulica G1

| | | | | | |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|
| MARCA | MARATHON ELECTRIC | | | PHASE | 3 |
| MODEL | 184TTFW16026AA R1151 | | | MAX AMB | 40 °C |
| HP | 5/3 | KW | 3.73/2.24 | DUTY | CONT |
| RPM | 1760/1475 | | HZ | 60/50 | TYPE |
| VOLT | 208-230/460 | | VOLT | 190/380 | |
| FLA | 13.8-12.6/6.3 | | FLA | 10/5 | |
| SFA | 15.6-14.4/7.2 | | SFA | 11.2/5.6 | |
| SER FACT | 1.15/1.15 | INSUL CLASS | F4 | FRAME | 184TC |
| CC | 003^a | NOT | THERMALLY PROTECTED | PROTECTOR CODE | |
| NEMA NOM EFF | 89.6 | PF | 83 (0.83) | CODE | J DESIGN B |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 13: Característica de la Bomba Fuente Hidráulica G2

| | | | | | |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|
| MARCA | MARATHON ELECTRIC | | | PHASE | 3 |
| MODEL | 184TTFW16026AA R1151 | | | MAX AMB | 40 °C |
| HP | 5/3 | KW | 3.73/2.24 | DUTY | CONT |
| RPM | 1760/1475 | | HZ | 60/50 | TYPE |
| VOLT | 208-230/460 | | VOLT | 190/380 | |
| FLA | 13.8-12.6/6.3 | | FLA | 10/5 | |
| SFA | 15.6-14.4/7.2 | | SFA | 11.2/5.6 | |
| SER FACT | 1.15/1.15 | INSUL CLASS | F4 | FRAME | 184TC |
| CC | 003A | NOT | THERMALLY PROTECTED | PROTECTOR CODE | |
| NEMA NOM EFF | 89.6 | PF | 83 (0.83) | CODE | J DESIGN B |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Figura 17: Bomba de la Fuente Hidráulica HHI



Válvula mariposa

La válvula mariposa es el elemento o componente imprescindible dentro de las Centrales Hidroeléctricas, esta válvula es conocida como válvulas de cierre y seguridad, son las encargadas de abrir o cerrar el paso de la toma de agua, no realizan funciones de regulación por lo que su funcionamiento es del tipo todo/nada. En las presas, además, esta función suele tener funciones de seguridad y estas válvulas deben cerrar de forma segura y lo más rápido posible cuando se detecta cualquier anomalía en la instalación (inundación de la caseta de válvulas, exceso de nivel, rotura de tuberías, exceso de caudal o revoluciones en la turbina, fallo de energía eléctrica, o de accidente) protegiendo así al resto de equipos, la instalación, las personas y bienes.

En la casa de máquinas de la Central Huasahuasi I se encuentran alojadas dos válvulas mariposa independientes para cada turbina con una unidad hidráulica de cierre rápido con una contrapesa de 2.5 Toneladas. En la Tablas 14 y 15 se detallan las características de la válvula mariposa.

Tabla 14: Característica de la Válvula Mariposa G1

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|----|
| Marca | VAG | | |
| N° de VAG | 91151461/10 | | |
| N° de Serie | 40229739VAG43 | | |
| DN | 900 | PN | 25 |
| Taladro | PN 25 | | |
| Cuerpo Disco | GGG - 40 | | |
| Con una unidad hidráulica HB – HV, tamaño 5. De cierre rápido. | | | |
| Peso contrapesa | 2.5 ton | | |
| Fabricado en | 02/2011 | | |
| Alemania | | | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 15: Característica de la Válvula Mariposa G2.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|----|
| Marca | VAG | | |
| N° de VAG | 91151461/10 | | |
| N° de Serie | 40229738 VAG43 | | |
| DN | 900 | PN | 25 |
| Taladro | PN 25 | | |
| Cuerpo Disco | GGG - 40 | | |
| Con una unidad hidráulica HB – HV, tamaño 5. De cierre rápido. | | | |
| Peso contrapesa | 2.5 ton | | |
| Fabricado en | 02/2011 | | |
| Alemania | | | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Figura 18: Válvula Mariposa HHI



Transformador de servicios auxiliares

Son transformadores que sirven para dar servicio a la central para su operación y funcionamiento, para su elección se requiere conocer la potencia demandada por todas y cada una de las cargas conectadas a los diferentes barrajes y aplicar los factores de demanda adecuados, sin embargo, ante la dificultades existen para conocer en un diseño preliminar los valores exactos de estas cargas, es necesario recurrir a diseño existencial.

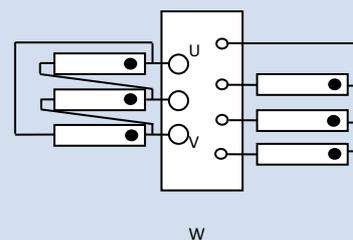
Es importante anotar que respecto a los factores de demanda que se deben utilizar en estos casos no existen criterios determinados; según algunos autores, una relación igual a 0.7 entre la capacidad del transformador y la carga total alimentada por este es adecuada, mientras que para otros es más realista seleccionar valores menores para esta relación como 0.4 o 0.5. Es también usual utilizar varios factores de demanda, aplicándoles por grupos de cargas establecidas según la continuidad de operación de las cargas.

La casa de máquinas de la Central Huasahuasi I consta con un transformador trifásico de 125 KVA que alimentan a los diferentes equipos para su operación. En la Tabla 16 se detallan las características del Transformador de Servicios Auxiliares.

Tabla 16: Característica del Transformador de Servicios Auxiliares.

| TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE DISTRIBUCIÓN | | | | | |
|------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------|-------------------------|------------------------------------|
| SERIE | TR2011-02084-01 | AISLAMIENT O | Ao | PARTE ACTIVA | 317 Kg |
| TIPO | TD30 | NIVEL DE AISLAMIENTO | | PESO ACEITE | 132 Kg |
| FASES | 3 | BIL- EXT | 125 | KV | PESO TOTAL 587 Kg |
| KVA | 125 | A.T. | 7.2/22/60 | KV | FABRICACIÓ N 14/03/2011 |
| T. PRIMARIA | 6000 V | B.T. | 1.1/3/20 | KV | ACEITE NYNAS |
| T. SECUNDARIA | 230 V | ΔT. SUP. ACEITE | 60 | °C | DIAGRAMA DE CONEXIÓN |
| C. PRIMARIA | 12.03 A | ΔT. MEDIA. Cu | 65 | °C | |

| | | | |
|----------------------|-----------|------------------------|----------------|
| C. SECUNDARIA | 313.78 A | T. MAX AMBIENTE | 40 °C |
| ALTITUD | 4500 msnm | POS | VOLTIOS |
| G. CONEXION | Dyn5 | 1 | 6300 |
| NORMA | CEI 60976 | 2 | 6150 |
| FRECUENCIA | 60 Hz | 3 | 6000 |
| TC.C. 75°C | 4.18 % | 4 | 5850 |
| ENFRIAMIENTO | ONAN | 5 | 5700 |



Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Figura 19: Transformador SSAA HHI



Grupo electrógeno

Es una máquina compuesta de un motor de combustión interna y un generador eléctrico, que sirve como fuente auxiliar de generación de corriente eléctrica que abastezca la demanda de una instalación o un edificio.

Los grupos electrógenos se pueden emplear para abastecer de electricidad lugares en donde no hay suministro regular, o bien, para que sirvan como plantas eléctricas de emergencia. También se pueden emplear para funciones más complejas como soporte de redes eléctricas en horas pico, o también para exportar una red eléctrica.

En la casa de máquinas de la Central Huasahuasi I está alojado un grupo electrógeno trifásico de 60 kW marca CUMMINS que alimentan a los diferentes equipos de la central para su operación en casos de emergencia. En la Tabla 17 se detalla las características del grupo electrógena.

Tabla 17: Característica del Grupo Electrónico

| | | |
|----------------------------|--------------------|----------|
| MARCA | CUMMINS –ENERPOWER | |
| MODEL | EP-60C | |
| SERIAL NUMBER | EP201103048 | |
| STANDBY POWER | 60 | KW |
| PRIME POWER | 54 | KW |
| RATED POWER FACTOR | 0.8 | COS Φ |
| RATED VOLTAGE | 220/127 | V |
| PHASE | 3 | |
| RATED FREQUENCY | 60 | Hz |
| RATED CURRENT | 177 | A |
| RATED R.P.M. | 1800 | r.p.m. |
| SIZE | 1800*960*1460 | Mm |
| NET WEIGHT | 1070 | Kg |
| YEAR OF MANUFACTURE | 2011.03 | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz.

Figura 20: Grupo Electrónico HHI



2.3.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN ASOCIADO A LA CENTRAL HUASAHUASI

EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

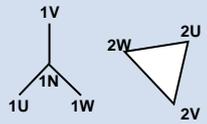
Transformador de potencia

El transformador de potencia es el equipo más importante de una subestación, puesto que es el que transforma los niveles de voltaje y corriente, a la misma frecuencia, de acuerdo a las características del sistema, además determina la capacidad de la subestación para el suministro de energía.

En la Sub Estación HHI existe un transformador de fuerza que interconecta el patio de 44 - 60kV con la salida del generador de 6kV. La capacidad del transformador es de 10 MVA ONAN y 13 MVA ONAF, se caracterizan por tener tres devanados de voltaje: 60kV, 44kV y 6kV, el tercer devanado es utilizado para servicios auxiliares. En la Tabla 18 se detallan las características del transformador de la Sub Estación HHI.

Tabla 18: Característica del Transformador de Potencia TP-101

| Fabricado por Asea Brown Boveri Limitada - Colombia | | | | | |
|-----------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|------|--------------------------------|-------|
| NUM. SERIE | 200876 | PROYECTO ABB N° | | 120122 | |
| FRECUENCIA | 60 Hertz | NORMAS APLICABLES | | IEC | |
| FASES | 3 | AÑO DE FABRICACION | | 01/2011 | |
| TIPO | INMERSO EN ACEITE | DISEÑO N° | | 01S01SSSS35313 | |
| ALTURA INSTALACION (msnm) | 2500 | MANUAL DE INSTRUCCIONES | | 1ZCL460021/22-APY | |
| VOLTAJES NOMINALES (V) | | ELEVACION DE TEMPERATURA | | IMPEDANCIA A 75°C BASE 10 ONAN | |
| AT | 60000 +2/-2X2.5% | SUPERIOR DE ACEITE | 60°C | 60/6KV: | 7.78% |
| | 44000 +2/-2X1.7045% | MEDIA DE DEVANADOS | 65°C | 44/6KV: | 9.34% |
| BT | 6000 | MATERIAL DEVANADOS: COBRE | | MASAS APROXIMADAS (kg) | |
| POTENCIA CONTINUA (MVA) | | ACEITE AISLANTE | | PARTE ACTIVA: | 11560 |
| TERMINALES | REFRIGERACION | TIPO MINERAL NYNAS ORION I | | TANQUE Y ACCESORIOS | 8240 |
| | ONAN ONAF | VOLUMEN : 8090 Litros | | ACEITE: | 7200 |
| 1U-1V-1W-1N | 10 13 | MAXIMA PRESION TANQUE | | PESO TOTAL | 27000 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------|-----|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|-------|-----|
| 2U-2V-2W | 10 | 13 | PRESION POSITIVA | 1 Kg/cm ² | PESO TRANSPORTE (con N2) | 18400 | | |
| NIVELES DE AISLAMIENTO EXTERNO | | | PRESION NEGATIVA | Vacio pleno | NIVEL DE RUIDO: 58.03 dB | | | |
| TERMINAL | 1U-1V-1W | 1N | 2U-2V-2W | DIAGRAMA VECTORIAL YNd5 | | ALT. PARA IZAR L APARTE ACTIVA (m) | | |
| IMPULSO ATMOSF – BIL (KV) | 450 | 450 | 75 |  | | 7.7 | | |
| CLASE DE TENSION (KVrms) | 185 | 185 | 28 | *) Bobinado BT en sentido negativo | | DIMENSIONES APROX. TRANSF. MONTADO (m) | | |
| NIVELES DE AISLAMIENTO INTERNO | | | | | LONGITUD | ANCHO | ALTO | |
| TERMINAL | 1U-1V-1W | 1N | 2U-2V-2W | | | 6.0 | 3.8 | 5.0 |
| IMPULSO ATMOSF – BIL (KV) | 325 | 325 | 60 | | | IMPEDANCIA DE SECUENCIA CERO (60KV) | | |
| CLASE DE TENSION (KVrms) | 140 | 140 | 20 | | | Zo (Ohm/Fase) | 24.32 | |
| | | | | | | IMPEDANCIA DE SECUENCIA CERO (44KV) | | |
| | | | | | | Zo (Ohm/Fase) | 14.75 | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz.

Figura 21: Transformador de potencia HHI



Interruptor

El interruptor tiene como función energizar o desenergizar una parte del sistema eléctrico de potencia bajo condiciones normales de trabajo sin una excesiva elevación de la temperatura, además de tener la capacidad de interrumpir las corrientes de falla. El interruptor conforma uno de los elementos más importantes de la subestación y su comportamiento determina el nivel de fiabilidad que puede tener el sistema eléctrico de potencia.

Estos componentes interrumpen corrientes de falla para limitar a un mínimo los posibles daños que pueden causar los cortocircuitos, para ello deben ser capaces de interrumpir corrientes de carga, magnetización de transformadores y reactores.

Las funciones fundamentales de los disyuntores son:

- Conducir corriente en posición cerrada
- Aislar en dos partes el circuito eléctrico
- Aislar fallas

El patio de llaves de 44kV de la Sub Estación HHI está conformado por un interruptor identificado con el código IN-101. Este interruptor es de accionamiento automático, funcionan a través de un mecanismo de resorte que permite habilitarlo para la operación de cierre del equipo, una vez ejecutada la operación, el resorte se carga automáticamente mediante un motor eléctrico que posee el equipo.

El aislamiento que posee este interruptor es tipo SF6, que es el medio a través del cual se despeja el arco eléctrico producido durante la operación de cierre del interruptor. El detalle de las características de este equipo se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19: Característica del Interruptor de Potencia IN-101

| | | | |
|----------------------------------|-----------------|---------------------------------------------|-------------------|
| Marca Interruptor tipo - 1 | ABB EDF SK 1 | Volumen por polo Mec. De operación tipo (F) | 18 l FSA 1 - |
| Número 8144 | 700 09 | Número | 700 09 814 |
| Contrato 5000009122 | | Contrato 5000009122 | |
| Tensión 72.5 Kv | | Poder de corte kA | 31.5 |
| Nivel de aislamiento | | Componente de c.c. % | 44 |
| al impulso tipo rayo (LIWL) kV | 400 | Factor del primer polo | 1.5 |
| al impulso de maniobra (SIWL) kV | | Poder de cierre kA | 82 |
| a frecuencia industrial kV | 185 | Corr. de corta duración | 3s 31.5 kA |
| Frecuencia Hz | 60 | Corr. interrupción líneas en vacío | 10 A |
| Corriente nominal A | 2500 | Masa total kg | 873 |
| Presión de gas SF6 (+20°C) | abs | Masa de gas kg | 2.5 |
| Máx. de operación MPa | 0.9 | Normas | IEC 62271-100 |
| Llenado MPa | 0.7 | Secuencia de operación | 0-0.3s-CO-3min-CO |
| Señal MPa | 0.62 | Clase de temperatura | 30°C |
| Bloqueo MPa | 0.6 | Año de fabricación | 2010 |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz.

Figura 22: Interruptor de potencia HHI



Seccionador

Este equipo es utilizado dentro de la subestación para aislar los diferentes elementos que componen la instalación. Los seccionadores, permiten efectuar formas variadas de conexión entre las líneas y las barras, dando al esquema de la subestación una característica muy importante, la flexibilidad.

La característica más importante que distingue a los seccionadores de los interruptores es que los seccionadores deben maniobrase sin carga. Además, no se requiere que su velocidad de operación sea muy alta. La forma constructiva de los seccionadores es muy variada depende sobre todo de la tensión nominal de la instalación y en menor grado de la corriente nominal y del espacio disponible Desde el punto de vista del sistema de protección y control se distingue entre seccionadores de accionamiento motorizado y manual. Con seccionadores manuales, las maniobras se hacen mediante manivelas o palancas mientras que los motorizados se operan mediante circuitos eléctricos de control. Las funciones básicas de los seccionadores son:

- Acción de “bypass” de equipos (interruptor, condensadores)
- Aislar equipos (interruptor, condensadores, barras, transformadores, reactor)
- Operar circuitos (transferir circuitos de una a otra barra en una subestación)
- Poner a tierra componentes de un sistema en mantenimiento.
- Cambio de topología.

En la Sub Estación HHI el seccionador se encuentra asociado al interruptor. En el patio de llaves de 44kV el seccionador se encuentran identificado con el código SL-101, éste seccionador se caracterizan por ser del tipo manual y por lo tanto su accionamiento debe ser realizado localmente. Sus características se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20: Característica del Seccionador de Línea SL-101

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Marca | ABB |
| Modelo | SFG72.5n100±1E |
| Número de serie | 5000009126-20-001/b |
| Año de fabricación | 2010 |
| Nominal voltaje | 72.5 kV |
| Nivel de aislamiento | 377 kVp |
| Corriente nominal continua | 1600 A |

| | |
|---------------------------------------------------|-----------|
| Corriente nominal soportada corta duración | 25 kA 3s |
| Frecuencia | 60 Hz |
| Peso Aprox. | 200Kg |
| Operación de altitud | 2300 msnm |
| A frecuencia industrial | 165kV rms |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz.

Figura 23. Seccionador de Línea HHI



Transformador de tensión

Un transformador de tensión, voltaje o potencial, transforma voltaje, convirtiendo la energía de un nivel de voltaje a otro nivel de voltaje (mayor o menor). Se define en términos de la máxima carga (burden) que puede entregar sin exceder los errores de razón y ángulo.

Los Transformadores de Voltaje en las subestaciones eléctricas son utilizados principalmente para transformar los niveles de voltaje, a niveles que puedan ser manejados por los equipos de protección y medición, los cuales están encargados de monitorear los niveles de voltaje del sistema y a la vez enviar esta información a otros niveles de la subestación (nivel 2, centro de control).

En el patio de llaves de 44kV de la Sub Estación HHI existe 1 juego de transformadores de tensión trifásicos conectados en cada una de las líneas, identificado con el código TT-101. Cada uno de los transformadores tiene doble núcleo, uno de protección y otro de medición. Las características del transformador de tensión de HHI de 44kV se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21: Característica del Transformador de Tensión Capacitivo TT-101

Fase "R"

| Marca | ABB | Tipo | CPA 72 | Año de producción 2010 |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|------------|------------------------|
| Nº de Serie | 1HSE 8802803 | Normas | | IEC 60044-5 |
| Nivel de aislamiento | 140/325 kV | Frecuencia | | 60 Hz |
| Tensión nominal | 66000/ $\sqrt{3}$ V | Temperatura | | -25-+40 °C |
| Tensión máxima | 72.5 kV | Peso total | | 300 kg |
| Altitud de instalación máxima | 2300 msnm | Aislamiento externo | 164/380 kV | |

Fase "S"

| Marca | ABB | Tipo | CPA 72 | Año de producción 2010 |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|------------|------------------------|
| Nº de Serie | 1HSE 8802805 | Normas | | IEC 60044-5 |
| Nivel de aislamiento | 140/325 Kv | Frecuencia | | 60 Hz |
| Tensión nominal | 66000/ $\sqrt{3}$ V | Temperatura | | -25-+40 °C |
| Tensión máxima | 72.5 KV | Peso total | | 300 kg |
| Altitud de instalación máxima | 2300 msnm | Aislamiento externo | 164/380 kV | |

Fase "T"

| Marca | ABB | Tipo | CPA 72 | Año de producción 2010 |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|------------|------------------------|
| Nº de Serie | 1HSE 8802806 | Normas | | IEC 60044-5 |
| Nivel de aislamiento | 140/325 kV | Frecuencia | | 60 Hz |
| Tensión nominal | 66000/ $\sqrt{3}$ V | Temperatura | | -25-+40 °C |
| Tensión máxima | 72.5 KV | Peso total | | 300 kg |
| Altitud de instalación máxima | 2300 msnm | Aislamiento externo | 164/380 kV | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Figura 24: Transformador de Tensión HHI



Línea de transmisión

Una línea eléctrica es un conjunto de conductores, aislantes y elementos accesorios destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Los conductores son, en general, de aluminio, cobre, aldray.

Las líneas se clasifican siguiendo diferentes criterios:

- Situación en el espacio: líneas aéreas, líneas subterráneas (cables).
- Clase de tensión: líneas de baja tensión (menores a 1kV) y líneas de alta tensión (mayores a 1kV).
- Naturaleza de la tensión continua, alterna monofásica o trifásica.
- Longitud: línea corta, media o larga.
- La línea de transmisión de potencia trifásica aérea constituye el medio de transporte principal de la energía eléctrica en un sistema de potencia.

La línea de transmisión produce tres efectos, que por su orden de importancia la podemos mencionar como:

- El campo magnético producido por la corriente eléctrica, provoca caídas de tensión en la línea.
- El efecto capacitivo, resultante de los campos eléctricos entre conductores y conductores de tierra.
- La resistencia óhmica de los conductores, considerando el material del cable de energía.
- Un cuarto efecto podría ser el provocado por las corrientes de fuga que fluyen a través de las películas contaminadas de los aisladores. Los cables de guarda están eléctricamente en contacto con la torre y, por tanto, a tierra; sirven principalmente como defensa contra rayos.

Los conductores de fase son mucho más grandes que los cables de guarda, comúnmente de aluminio cableado con alma de acero, para aumentar su resistencia a la tracción. Algunas veces por cada fase se incluyen más de un conductor. Los cables son desnudos para tener mejor disipación del calor; los conductores de fase están aislados entre sí y la torre mediante una cadena de aisladores.

La línea de transmisión de 44kV de la Sub Estación HHI tiene una longitud de 3.1 km distribuidas a través de 11 torres y torrecillas metálicas de acero galvanizado con sus respectivos cables de guarda, también de acero galvanizado grado EHS de 38 mm² de sección. Es importante hacer notar que el sistema de transmisión asociado al proyecto ha sido configurado como resultado de un planeamiento previo que permitió establecer que la central hidroeléctrica Huasahuasi I evacue su generación a través de la Sub Estación Huasahuasi II, al sistema de transmisión Ninatambo – Chanchamayo mediante conexión en PI en un nivel de tensión de 44kV. Las características de la línea de transmisión, cable de guarda y aisladores de 44kV se muestran en las Tablas del 22 al 25.

Tabla 22: Característica de la Línea de Transmisión L-6088 Salida Hacia Huasahuasi II

| Tensión nominal del sistema | 44KV |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|
| Configuración | 3Φ |
| Número de Circuitos | 1 |
| Longitud | 3,1 km |
| N° de Estructuras | 11 |
| Estructuras | Torres y torrecillas metálicas de acero galvanizado |
| Conductor Activo | AAAC 95 mm ² |
| Cable de guarda | EHS 38 mm ² |
| Aisladores | Porcelana Clase ANSI 52-3 |
| Cadena de Suspensión | 6 aisladores |
| Cadena de anclaje | 6 aisladores |
| Tensión Máxima de Servicio | 72,5 kV – 60 Hz |
| Factor de Potencia | 0,95 (atraso) |
| Conexión del Neutro | Puesto a tierra |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 23: Característica del Conductor de la LT en 44kV L-6088 S.E. Huasahuasi I - S.E. Huasahuasi II.

| Material | Aleación de Aluminio (AAAC) |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Sección | 95 mm ² |
| Diámetro exterior | 15.80 mm |
| Numero de Hilos | 37 hilos |
| Peso Unitario | 0,405 kg/m |
| Tiro de rotura | 7 191 Kg |
| Módulo de elasticidad final | 6 350 kg/mm ² |
| Coefficiente de dilatación | 0,000023 /°C |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz.

Tabla 24: Característica del Cable de Guarda de la LT en 44kV L-6088 S.E. Huasahuasi I - S.E. Huasahuasi II

| | |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Tipo de Conductor | : Acero Galvanizado Grado EHS |
| Normas de fabricación | : ASTM A363 |
| Sección Nominal | : 38 mm ² |
| Sección Real | : 38,36 mm ² |
| Nº de hilos x diámetro | : 7 x 2,85 N x mm |
| Diámetro exterior | : 7,94 mm |
| Masa unitaria | : 0,305 kg/m |
| Carga de rotura a la tracción | : 49,83 Kn |
| E (módulo de elasticidad) | : 186,39 KN/mm ² |
| α (coeficiente de dilatación) | : 11,5 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹ |
| Resistencia eléctrica a 20 °C | : 4,25 Ω/km |
| Máx. longitud del conductor sobre el carrete | : 1100 m |
| Masa máx. de expedición de un carrete | : 400 kg |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 25: Característica del Aislador de la LT en 44kV L-6088 S.E. Huasahuasi I - S.E. Huasahuasi II.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Características de los Aisladores unitarios | |
| Tipo | Suspensión y anclaje |
| Conexión | Ball & socket |
| Diámetro de disco | 255 mm |
| Altura | 146 mm |
| Distancia de fuga mínimo | 292 mm |
| Carga de falla electromecánica | 120 kN |
| Voltaje resistente a frecuencia industrial | |
| - En seco | 70 kV |
| - Húmedo | 40 kV |
| Voltaje resistente al impulso de rayo | 100 kV |
| Voltaje de perforación | 130 kV |
| Peso neto aproximado | 4 kg |
| Características de las Cadenas de Aisladores según Fabricantes | |
| Altitud de utilización | hasta 2 200 msnm |
| Tipo de cadena | Suspensión – Anclaje |
| Número de aisladores | 6 unid. – 6 unid. |
| Voltaje resistente a frecuencia industrial | |
| - Seco | 325 kV – 380 kV |
| - Húmedo | 215 kV – 255 kV |
| Voltaje resistente a impulso de rayos | |
| - A impulso de onda 1,2/50 positiva | 525 kV – 610 kV |
| - A impulso de onda 1,2/50 negativa | 495 kV – 585 kV |
| Resistencia electromecánica | 70 kN – 70 kN |
| Distancia de fuga mínima total | 1460 mm – 1752 mm |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz.

2.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CENTRAL HUASAHUASI

2.4.1. GENERALIDADES

Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C., es una empresa Concesionaria de Generación de Energía Eléctrica, que cuenta para ello con 4 centrales de generación con una potencia instalada de 32 MW 2017 es integrante del Comité de Operación Económica del Sistema Eléctrico Nacional (COES-SEIN) operando de acuerdo con las normas y procedimientos de esta institución.

Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C, tiene su sede de operaciones en la ciudad de Lima, desarrollando sus actividades de generación en el Distrito de Colcas Provincias de Caraz en el Departamento de Ancash y en el Distrito de Huasahuasi, Provincia de Tarma, Departamento de Junín.

Los datos de Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C se detallan a continuación:

| | |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre/ Razón social | : Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C |
| Numero de RUC | : 20546236740 |
| Dirección sede | : AV. EL DERBY NRO. 254 INT. 2001 URB. EL DERBY LIMA - LIMA - SANTIAGO DE SURCO |
| Teléfono /Fax | : 6527966 – 6527967 |

2.4.2. UBICACIÓN

La Central Hidroeléctrica Huasahuasi I, se localiza entre la cuenca del río Huasahuasi y río Huacuas en la localidad de Tornamesa, Distrito de Huasahuasi, Provincia de Tarma, Departamento de Junín, y aprovecha un salto neto de 181.4 m para generar hasta 10.00 MW de potencia.

La zona de la Central Hidroeléctrica está ubicada entre las cotas 2300 y 2600 m.s.n.m. El clima predominante es el templado, en las partes bajas o quebradas, es abrigado y frío en las altas. Siendo la temperatura promedio de 14^o C. bajando en la época de heladas hasta los 6^o C. en los meses de invierno (enero a marzo). Soplan vientos fuertes de Este a Oeste, que durante los días los vientos se desplazan de los valles a las montañas con diferente intensidad y durante las

noches y la madrugada es en dirección contraria o sea de las montañas hacia el valle.

El acceso a la zona de la Central Hidroeléctrica es a través de la Carretera Tarma – La Merced, mediante un desvío en el kilómetro 67 de la misma vía, que se inicia en el cruce del río Huasahuasi y río Tarma hacia a la margen izquierda con dirección al Distrito de Huasahuasi.

Figura 25: Distrito de Huasahuasi



Tabla 26: Ubicación de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I.

| | | |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Política | Departamento | : Junín |
| | Provincia / Distrito | Tarma / Huasahuasi |
| Geografía | Cuenca media Río Huasahuasi | |
| | Altitud Casa de Máquinas | : |
| | Huasahuasi I | 2370 m.s.n.m. |
| | Huasahuasi II | 2185 m.s.n.m. |
| Coordenadas UTM | Zona 18 | |
| Bocatoma | | |
| Huacuas | 8 757 158.12 N | 434 518.51 E |
| Huasahuasi I | 8 755 236.51 N | 434 815.74 E |
| Huasahuasi II | 8 756 109.50 N | 436 413.15 E |
| Casa de Maquinas | | |

| | | |
|----------------------|----------------|--------------|
| Huasahuasi I | 8 756 201.28 N | 436 236.78 E |
| Huasahuasi II | 8 755 081.13 N | 438 947.72 E |

Fuente Hidroeléctrica Santa Cruz

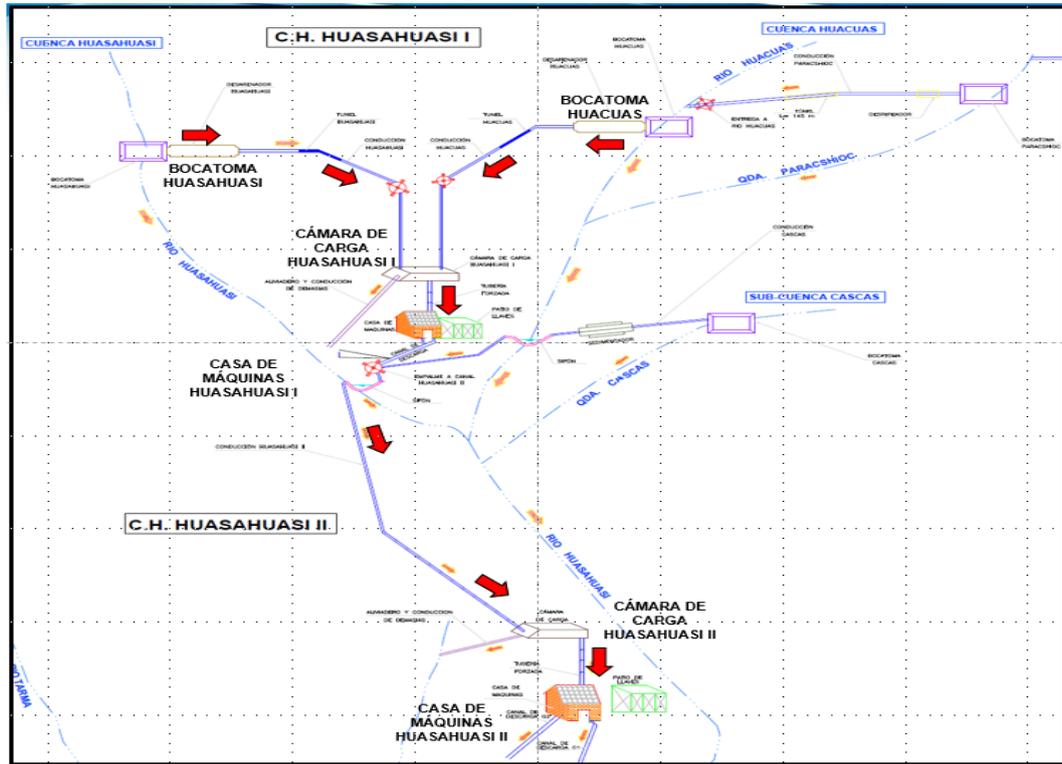
2.4.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GENERACIÓN DE LA CENTRAL HUASAHUASI

La Central Hidroeléctrica HUASAHUASI I utiliza el Recurso Hídrico del río Huasahuasi y el río Huacuas en la localidad de Huasahuasi, Provincia de Tarma, Departamento de Junín, y aprovecha un salto neto de 181.4 m para generar 10 MW de potencia, con una producción anual de energía de aproximadamente 49 350 MW-h. La disposición general de la Central cuenta con dos bocatomas que captan las aguas del río Huasahuasi hasta (3.25 m³/s) y río Huacuas hasta (3.25 m³/s).

La Bocatoma Huasahuasi capta el agua del río Huasahuasi a 2 557,2 msnm e ingresa a los desarenadores a través de un canal de conducción rectangular de concreto de 603,1 m, luego atraviesa por el túnel de conducción de 988,6 m y por último por un canal de conducción de 116,4 m.

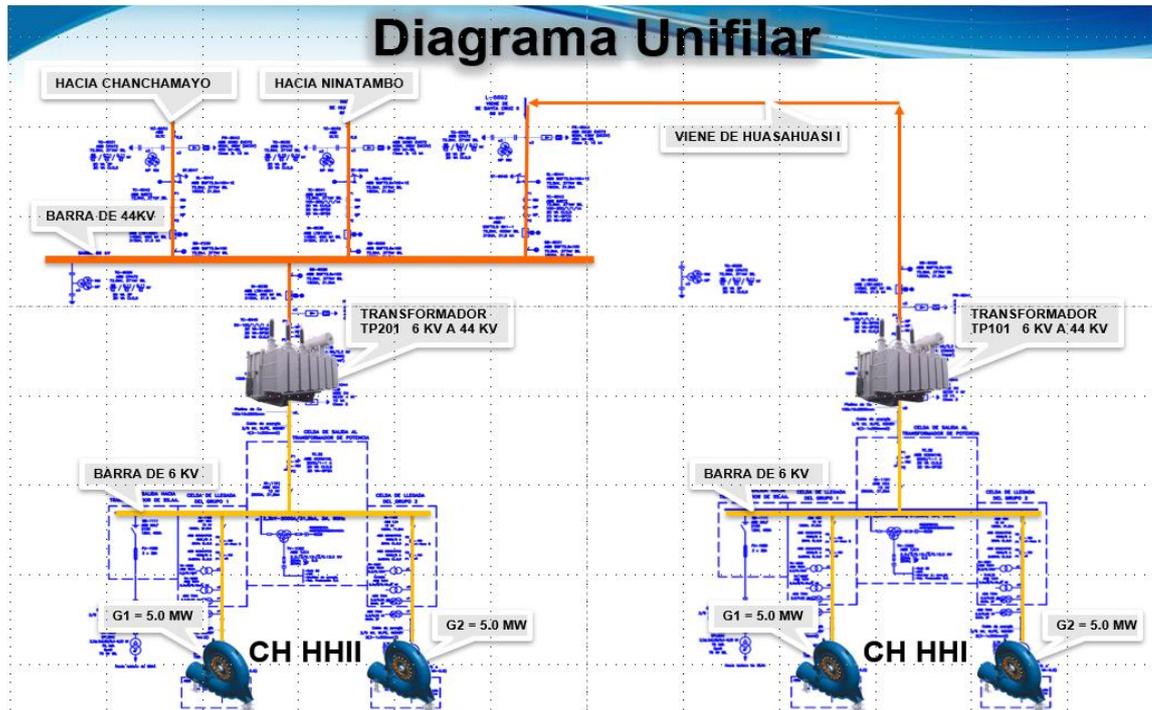
La Bocatoma Huacuas capta el agua del río Huacuas a 2 556 msnm, e ingresa a los desarenadores después ingresa a un túnel tipo baúl de 1 204 m y un canal de conducción a media ladera de 443 m. Ambos caudales ingresan a la cámara de carga, continuando con un canal de demasías de ahí son llevados a la casa de máquinas mediante la tubería forzada de 383,6 m (1 400 mm de diámetro interior). La tubería de presión está diseñada para un caudal de 6.5 m³/s. que Inicia su recorrido desde la cámara de carga con dirección cuesta abajo hasta llegar a la casa de máquinas para entregar el agua a las dos turbinas Francis de 5 MW eje vertical, acopladas a dos generadores HIUNDAY de 6 MVA las que generan la electricidad devolviendo el agua turbinada al cauce del río Huasahuasi. El agua no admitida por las turbinas rebosa en la cámara de carga y es tomada por el canal de demasías, continuando directamente a su descarga en el río.

Figura 26: Proceso de Generación Huasahuasi



La Energía Eléctrica generada pasa al transformador de potencia ubicado en la subestación de salida adyacente a la casa de máquinas desde donde parte la línea de transmisión que entrega la Energía Eléctrica al sistema interconectado. La subestación de la CH Huasahuasi I es de una potencia de 10/13 MVA en un nivel de tensión de 6/44-60kV para interconectarse al SEIN mediante una línea de transmisión 44-60kV de 3,5 km con la subestación de la C.H. Huasahuasi II en 44kV mediante la Línea de Transmisión L-6088 en 44kV.

Figura 27: Diagrama unifilar Huasahuasi



2.4.4. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

2.4.4.1. Potencia de generación

El Sistema Eléctrico de Generación de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I, está conformado por dos grupos de generación, con una potencia instalada de 10.00 MW.

Tabla 27: Potencia de Generación Huasahuasi I

| Centros de Producción Huasahuasi | Potencia Instalada (MW) |
|----------------------------------|-------------------------|
| C.H. Huasahuasi I | 10.00 |

2.4.4.1.1. Potencia efectiva

La potencia efectiva de la Central, realizado el año 2013 fue 9.647 MW y el resultado del 2017 es de 9.850 MW, la cual está determinada por conjunto de pruebas y mediciones de

variables hidráulicas, mecánicas y eléctricas de generación continua de 5 horas que se realizan para centrales de generación hidráulica del SINAC. Este ensayo de potencia efectiva está destinado a comprobar la capacidad electromecánica (potencia) de la Central declarada por la empresa, mediante una medición. Este valor es necesario para determinar su potencia firme correspondiente.

Base Legal

- Decreto Ley N° 25844.-Ley de Concesiones Eléctricas. (Art. 41 inciso d)
- Ley N° 28832.- Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica.
- Decreto Supremo N° 009-93-EM. - Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas. (Art. 81 inciso a, 91 inciso f)
- Decreto Supremo N° 027-2008-EM – Reglamento del COES.
- Estatuto del COES.

Hasta la fecha se han realizado dos ensayos de potencia efectiva en la Central Huasahuasi, el Primero se realizó el año 2013 por la empresa CENERGIA, y la segunda se realizó el 22 de febrero del 2017 también por la empresa CENERGIA los resultados se presentan en la Tabla N°28 y N°29.

Tabla 28: Resultados de la Potencia Efectiva del 2013

Potencia Activa Total Central Hidroeléctrica Huasahuasi I

| Hora | Grupo 1 (MW) | Grupo 2 (MW) | Total (MW) | Variabilidad (%) |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------------|
| 08:15 | 4.928 | 4.907 | 9.835 | 1.945 |
| 08:30 | 4.886 | 4.866 | 9.752 | 1.081 |
| 08:45 | 4.838 | 4.794 | 9.632 | -0.162 |
| 09:00 | 4.843 | 4.803 | 9.646 | -0.014 |
| 09:15 | 4.849 | 4.808 | 9.657 | 0.096 |
| 09:30 | 4.839 | 4.799 | 9.637 | -0.108 |
| 09:45 | 4.839 | 4.802 | 9.641 | -0.063 |
| 10:00 | 4.841 | 4.804 | 9.645 | -0.022 |
| 10:15 | 4.848 | 4.811 | 9.659 | 0.119 |
| 10:30 | 4.845 | 4.807 | 9.653 | 0.055 |
| 10:45 | 4.845 | 4.805 | 9.650 | 0.023 |
| 11:00 | 4.840 | 4.799 | 9.639 | -0.083 |
| 11:15 | 4.844 | 4.803 | 9.647 | -0.006 |
| 11:30 | 4.844 | 4.802 | 9.646 | -0.017 |
| 11:45 | 4.840 | 4.801 | 9.641 | -0.062 |
| 12:00 | 4.844 | 4.806 | 9.650 | 0.029 |
| 12:15 | 4.837 | 4.797 | 9.634 | -0.141 |
| 12:30 | 4.842 | 4.797 | 9.639 | -0.088 |
| 12:45 | 4.828 | 4.786 | 9.615 | -0.339 |
| 13:00 | 4.829 | 4.790 | 9.619 | -0.298 |
| Promedio | 4.843 | 4.804 | 9.647 | |
| Máximo | | | 9.752 | 1.081 |
| Mínimo | | | 9.615 | -0.339 |

(*): Valores válidos para la determinación de la potencia efectiva, con desviaciones dentro del rango de $\pm 1,5\%$

Fuente Hidroeléctrica Santa Cruz

Resultados

- La potencia efectiva de la central hidroeléctrica Huasahuasi I, es igual a 9.647 MW.
- El caudal turbinado de la central hidroeléctrica Huasahuasi I, es igual a 6.18 m³/s.
- La altura bruta promedio de la central Huasahuasi I es igual a 189.02 m.
- La variabilidad de los valores de la potencia efectiva medidos durante el ensayo osciló en el rango -0.339% a

+ 1.081%, los cuales no exceden el $\pm 1.5\%$ establecido en el procedimiento PR-18 del COES.

- La variabilidad de la altura bruta durante el ensayo de potencia efectiva de la central hidroeléctrica Huasahuasi I, fue de -0.065% a +0.033%, los cuales no exceden el $\pm 1\%$ establecido en la Norma IEC 41.
- Todos los parámetros hidráulicos, mecánicos y térmicos medidos durante el ensayo para determinar la potencia efectiva de la central, se mantuvieron en condiciones estables.

Tabla 29: Resultados de la Potencia Efectiva del 2017

Resultados de la Potencia Efectiva y su Variabilidad Central Hidroeléctrica Huasahuasi I

| Hora | CH HUASAHUASI I | | | |
|-----------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|
| | Grupo 1 | | Grupo 2 | |
| | Potencia (MW) | Variabilidad (%) | Potencia (MW) | Variabilidad (%) |
| 09:30 | 4.777 | 0.105% | 5.071 | -0.119% |
| 09:45 | 4.782 | 0.199% | 5.072 | -0.114% |
| 10:00 | 4.783 | 0.234% | 5.074 | -0.070% |
| 10:15 | 4.786 | 0.284% | 5.079 | 0.022% |
| 10:30 | 4.788 | 0.324% | 5.080 | 0.048% |
| 10:45 | 4.787 | 0.315% | 5.080 | 0.055% |
| 11:00 | 4.787 | 0.299% | 5.089 | 0.227% |
| 11:15 | 4.787 | 0.305% | 5.090 | 0.247% |
| 11:30 | 4.771 | -0.018% | 5.091 | 0.256% |
| 11:45 | 4.772 | -0.017% | 5.060 | -0.347% |
| 12:00 | 4.769 | -0.069% | 5.085 | 0.156% |
| 12:15 | 4.767 | -0.114% | 5.078 | 0.014% |
| 12:30 | 4.760 | -0.258% | 5.074 | -0.064% |
| 12:45 | 4.751 | -0.438% | 5.067 | -0.207% |
| 13:00 | 4.748 | -0.502% | 5.062 | -0.313% |
| 13:15 | 4.757 | -0.322% | 5.070 | -0.153% |
| 13:30 | 4.766 | -0.133% | 5.077 | -0.020% |
| 13:45 | 4.769 | -0.064% | 5.081 | 0.073% |
| 14:00 | 4.774 | 0.027% | 5.086 | 0.168% |
| 14:15 | 4.765 | -0.158% | 5.085 | 0.141% |
| Promedio | 4.772 | | 5.078 | |

Fuente Hidroeléctrica Santa Cruz

- La potencia efectiva de la central hidroeléctrica Huasahuasi I, es igual a 9.850 MW.
- El caudal turbinado por la central hidroeléctrica Huasahuasi I, es igual a 6.49 m³/s.

- La altura bruta promedio de la Central Huasahuasi I es igual a 190.72 m.
- Las fluctuaciones de la potencia efectiva, caudal turbinado, altura bruta, velocidad de rotación y factor de potencia, no exceden los límites establecidos en el PR-18 del COES.
- El ensayo de potencia efectiva de la central hidroeléctrica Huasahuasi I, se realizó en condiciones de estabilidad.

En la tabla N°30 se presentan la potencia instalada de la central Huasahuasi I con sus respectivas potencias efectivas realizadas a la fecha.

Tabla 30: Potencia Instalada y Potencia Efectiva de la CH Huasahuasi I

| Año | Potencia Instalada (MW) | Potencia Afectiva (MW) |
|-------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 2013 | 10 | 9.647 |
| 2017 | 10 | 9.850 |

Fuente Hidroeléctrica Santa Cruz

2.4.4.2. Energía generada

Para analizar la potencia de generación eléctrica de la Central Huasahuasi se considera tanto la Potencia de generación como la energía generada, debido a que la electricidad no se puede almacenar. Ello hace que para poder cubrir los requerimientos de la demanda en todo momento se tenga que tener capacidad instalada que en algunos períodos no es plenamente utilizada como en las épocas de estiaje donde se reducen los caudales de los ríos. La Potencia de generación se mide normalmente en megavatios (MW) o kilovatios (kW), estos parámetros se emplean tanto para determinar las dimensiones de los generadores eléctricos como también de referencia para establecer la magnitud de los costos fijos (costo de inversión o costo de potencia y costos de

mantenimiento fijos), los cuales se suelen expresar en US\$ por MW instalado o en US\$ por MW-año.

La producción de electricidad se mide como un flujo producido o la suma de los requerimientos de capacidad a lo largo de un período de tiempo, y se expresa normalmente en megavatios-hora (MW-h) o kilovatios-hora (kW-h). Es decir, una generadora de 10 MW de capacidad produciendo al 90% de capacidad generará en una hora: $10 \text{ MW} \times 0,90 \times 1 \text{ h} = 9 \text{ MW-h}$. Esta producción es medida y controlada con diferentes dispositivos de medición como son los medidores de energía que registran en un valor de tiempo la producción de una generadora de energía.

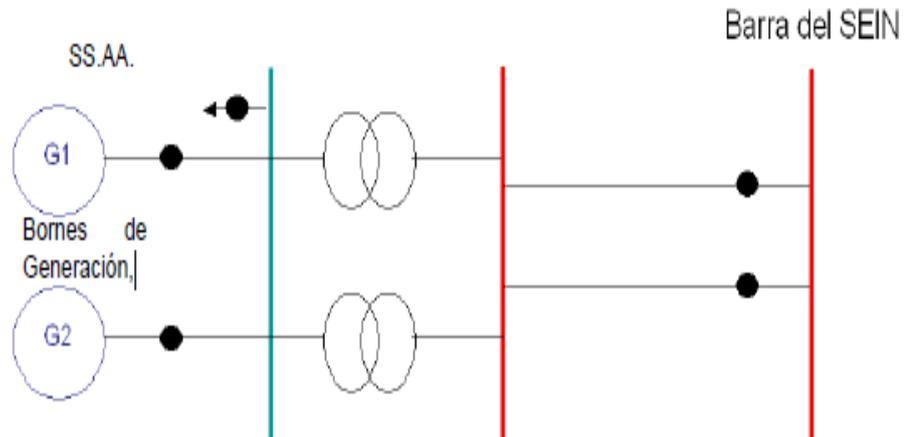
El procedimiento No 20. PR 20 COES “Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN en el Anexo 3 numeral 3 – se define las especificaciones mínimas que deberán cumplir los sistemas de medición y registro de las empresas integrantes del SEIN para que el COES disponga dentro de los plazos establecidos, de manera segura, oportuna y confiable, la información necesaria para la valorización de Transferencia de energía activa PR 10 del SEIN. La información que forma parte para la realización de las valorizaciones son valores de energía, con intervalos de programación de (1, 5, 10, 15, 60 minutos) durante un periodo mínimo de 35 días, en intervalos de integración de 15 minutos registra el medidor de energía bruta, medidor de energía neta y el medidor de servicios auxiliares.

Las ubicaciones de los puntos de medición están determinadas de acuerdo a lo indicado en el PR 20 es decir:

En los bornes de generación: Energía Bruta

Los servicios auxiliares (SSAA): Energía para Servicios Auxiliares.

En los Puntos de Conexión al SEIN: Energía Neta



Estos equipos de medición de energía deben disponer de los siguientes Canales de Registro:

- Canal 1: Energía Activa Entregada.
- Canal 2: Energía Activa Recibida.
- Canal 3: Energía Reactiva Entregada.
- Canal 4: Energía Reactiva Recibida.
- Canal 5: Aparente Entregada
- Canal 6: Aparente Recibida.
- Canal 7: Parámetros de calidad de energía.
- Canal 8: Parámetro de calidad de energía.
- Canal 9: Voltaje promedio.
- Canal 10: Corriente promedio.

De los canales mencionados se utilizan los primeros cuatro canales, puesto que estos son los que nos sirven para realizar el cálculo de las transacciones que realiza el COES.

Desde el año 2012 al 2017 la Central Hidroeléctrica Huasahuasi, alcanzó la producción máxima de 59,243.92 MW-h el año 2013, cuando se tuvo un período de lluvias abundante. La producción más baja fue de 37,977.63 MW-h, ocurrida en el año 2016. El promedio se sitúa en

3,164.80 MW-h. La estadística de los seis años, se muestra en la Tabla N°31.

Tabla 31: Energía generada desde la puesta en operación de la C.H. Huasahuasi en (MW-h)

| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ene | 2799.8 | 5,457.09 | 6,396.02 | 7,124.43 | 4,818.29 | 6,522.04 |
| Feb | 4,569.77 | 6,292.85 | 5,873.06 | 6,458.84 | 6,166.03 | 5,290.86 |
| Mar | 6,546.38 | 7,077.28 | 6,167.23 | 6,828.46 | 5,686.96 | 6,169.52 |
| Abr | 4,376.54 | 6,507.34 | 6,000.02 | 6,518.36 | 4,473.27 | 5,698.69 |
| May | 3,360.87 | 4,954.22 | 5,662.84 | 5,626.54 | 2,293.48 | 4,682.66 |
| Jun | 2,932.59 | 4,499.34 | 2,507.40 | 2,917.82 | 1,578.20 | 2,727.52 |
| Jul | 1,968.00 | 3,553.80 | 2,339.70 | 1,973.57 | 1,492.43 | 1,455.36 |
| Agos | 1,221.01 | 2,769.56 | 1,966.70 | 1,427.30 | 783.31 | 799.85 |
| Set | 1,129.98 | 2,364.36 | 3,683.69 | 1,037.77 | 1,903.77 | 1,764.23 |
| Oct | 3,254.95 | 4,944.64 | 4,065.55 | 1,960.84 | 3,232.78 | 1,849.56 |
| Nov | 5,009.54 | 4,478.16 | 3,904.10 | 3,780.46 | 1,404.76 | 1,881.20 |
| Dic | 6,708.51 | 6,345.28 | 5,702.95 | 5,982.07 | 4,144.35 | 3,974.02 |
| Total | 43,877.94 | 59,243.92 | 54,269.26 | 51,636.45 | 37,977.63 | 42,815.51 |
| Prom. | 3,656.50 | 4,936.99 | 4,522.44 | 4,303.04 | 3,164.80 | 3,567.96 |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz. Estadística Consolidada 2017

2.4.4.3. Disponibilidad de generación.

EL cálculo de disponibilidad de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I está definido según el Procedimiento 304 “SUPERVISIÓN Y FISCALIZACIÓN DEL DESEMPEÑO DE UNIDADES DE GENERACIÓN” que tiene la finalidad de mejorar los niveles de confiabilidad del parque de generación, incrementando con ello la seguridad de un adecuado y oportuno suministro de electricidad para los usuarios del servicio eléctrico abastecidos desde el SEIN.

Se considera indisponibilidad cuando una central o grupo generador no se encuentra en condiciones de realizar su función debido a situaciones directamente asociado con el grupo generador. Lo que incluye los casos de limitaciones en la disponibilidad de combustible de dicha central o grupo generador.

El PR-304 nos indica, de cómo se medirá el desempeño de los grupos de generación a través de los indicadores siguientes: Factor de Indisponibilidad Programada Total, Factor de Indisponibilidad fortuita Total, Factor de Disponibilidad, Tasa de Indisponibilidad fortuita, Tasa de Fallas, Índice de Recurrencia u otros indicadores que previamente establezca el OSINERGMIN el cual se muestra en la Tabla N°32.

Tabla 32: Indicadores de desempeño

| Indicador | Sigla | Fórmula | Variables | Unidad |
|-------------------------------------------|-------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Factor de Disponibilidad Programada Total | FIPT | $FIPT = \frac{HIPT}{HPE} \times 100\%$ | HIPT: Horas Totales de Disponibilidad Programada en el período de evaluación HPE: Horas del período de evaluación. | % |
| Factor de Disponibilidad fortuita Total | FIFT | $FIFT = \frac{HIFT}{HPE} \times 100\%$ | HIFT: Horas Totales de Disponibilidad Fortuita en el período de evaluación HPE: Horas del período de evaluación. | % |
| Factor de Disponibilidad | FD | $FD = \frac{HD}{HPE} \times 100\%$ | HD: Horas de disponibilidad (en servicio y como reserva fría) en el período de evaluación. HPE: Horas del período de evaluación. | % |
| Tasa de Disponibilidad fortuita | TIF | $TIF = \frac{HIF}{HS + HIF} \times 100\%$ | HIF: Horas de Disponibilidad Fortuita anual. HS: Horas en Servicio en el período de evaluación. | % |
| Tasa de Fallas | TF | $TF = \frac{NF}{HS} * 8760$ | NF: Número de Fallas en el período de evaluación. | Nº/año |
| Índice de Recurrencia | Ir | $Ir = N^{\circ}$ | Ir = Número de Disponibilidades Fortuitas en el mismo componente y por la misma causa. | Nº |

Fuente: PR 304 OSINERGMIN

2.5. CAUSAS QUE MOTIVAN LA INDISPONIBILIDAD

Las causas que se consideran para identificar las indisponibilidades de las una unidad o central de generación, son simplemente los motivos o fallas que propician indisponibilidad de las unidades de generación.

En la Tabla N°33, se menciona el motivo de las indisponibilidades de las unidades:

Tabla 33: Tipos de causas de Indisponibilidad

| TIPO DE CAUSA | DESCRIPCIÓN |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 001 | Terceros |
| 002 | Fenómenos Naturales o fuerza mayor o atentados |
| 003 | Falla humana (de operación o coordinación) |
| 004 | Falla de equipo predominantemente por inadecuado mantenimiento (planificación, procedimientos) |
| 005 | Falla por causal predominante de inadecuado diseño o fabricación del equipo o sus componentes. |
| 006 | Falla por causal predominante de corrosión, desgaste o fatiga del material de componentes no reemplazables (bobina, carcasa, eje, etc.) asociado al desgaste por uso del equipo del cumplir su ciclo. |
| 007 | Falla de equipo de protección por inadecuado mantenimiento (planificación, procedimientos) |
| 008 | Falla de equipo de protección por inadecuado diseño o fabricación del equipo o sus componentes. |
| 009 | Falla de equipo de protección por corrosión, desgaste o fatiga del material de componentes no reemplazables (bobinado, carcasa, eje, etc.) asociado al desgaste por uso del equipo al cumplir su ciclo. |
| 010 | Falla por desabastecimiento de agua, combustible por causas de sus proveedores. |
| 011 | Rechazo de carga |
| 012 | Fallas no consideradas en los grupos anteriores o no identificadas |

Fuente: PR 304 OSINERGMIN

2.5.1. DISPONIBLE

Es el estado en que la unidad está en condiciones de operar interconectada al SEIN comercialmente, se encuentre en servicio o no.

La unidad podrá estar “disponible conectada”, si no presenta ninguna limitación o restricción para atender una función específica, o “disponible desconectada”, si se encuentra desconectada al SEIN debido a que no es requerida por el despacho

económico de carga (Centrales Térmicas) o por falta de recurso hídrico (Centrales Hidráulicas), pero que está en condiciones de ingresar en operación.

Para el cálculo de horas disponibles (HD) se toma en cuenta el número de días del mes, año, o período a evaluar.

Las fallas o desconexiones forzadas consideradas en la presente estadística para la CH. Huasahuasi I se han clasificado de acuerdo a las siguientes causas: falla externa (EC), externo al conjunto programado (ECP), trabajos programados (Equipos Propios) (TP), fenómenos naturales y ambientales (FN), falla humana (FH), fallas en equipos de potencia (FE), falla en equipos de protección y control (FP), mantenimiento correctivo (MC), reforzamiento y/o ampliación del sistema (RA), por seguridad distancia mínima zona energizada (SE) y falta de agua (FA).

En las Tablas 34 al 39 presentan datos de eventos ocurridos en la CH. Huasahuasi I, según el tipo de causas de fallas y en el anexo A se muestra el registro de fallas de la CH. Huasahuasi I. La estadística de disponibilidad según el número de fallas o desconexiones del año 2012 al 2017 se presentan en la Figura 28, el cálculo y el procedimiento PR-304 de la disponibilidad de los grupos de generación se presenta en el anexo B.

Tabla 34: Estadística de Desconexiones HH1 2012

| ESTADÍSTICA DE DESCONEXIONES DE CENTRALES Y GENERADORES | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------|----------------------|-------|-------|--------------------------|------|------|-------|-------|-----|-----|---------|-------|-------|------|--------|
| DEL 01/01/2012 00:00 AL 01/01/2013 00:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EQUIPO | CENTRAL HIDROELECTRICA | POTENCIA EFECTIVA (MW) | DISPONIB. % | INDISPONIBILIDAD (%) | | | INDISPONIBILIDAD (HORAS) | | | | | | | | HORAS | | | |
| | | | | PROGR. | CORR. | FALLA | PROGR. | | | CORR. | FALLA | | | INDISP. | EC | ECP | FN | FA |
| | | | | | | | TP | RA | SE | | MC | FH | FE | | | | | |
| | HUASAHUASI I | 10.00 | 99.64 | 0.23 | 0.09 | 0.04 | 39.75 | 0.00 | 0.00 | 16.0 | 0.0 | 6.9 | 0.0 | 62.7 | 42.5 | 345.3 | 42.9 | 1494.0 |
| HHI_G1 | G1 ⁽¹⁾ | 5.00 | 99.47 | 0.36 | 0.11 | 0.04 | 31.27 | 0.00 | 0.00 | 9.9 | 0.0 | 3.8 | 0.0 | 45.0 | 17.5 | 92.5 | 19.0 | 1291.9 |
| HHI_G2 | G2 ⁽²⁾ | 5.00 | 99.77 | 0.10 | 0.07 | 0.04 | 8.48 | 0.00 | 0.00 | 6.1 | 0.0 | 3.1 | 0.0 | 17.7 | 25.0 | 252.8 | 23.9 | 202.1 |

G1⁽¹⁾ Ingresó en operación comercial el 12/01/2012 a las 00:00 horas
G2⁽²⁾ Ingresó en operación comercial el 15/02/2012 a las 00:00 horas

LEYENDA:

| | |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| EC Externo al conjunto (Falla externa) | FP Fallas en equipos de protección y control |
| ECP Externo al conjunto programado | MC Mantenimiento correctivo |
| TP Trabajos programados (Equipos propios) | RA Reforzamiento y/o ampliaciones del sistema |
| FN Fenómenos naturales y ambientales | SE Por Seguridad, distancia mínima zonas energizadas |
| FH Fallas humanas | FA Falta de agua |
| FE Fallas en equipos de potencia | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 35: Estadística de Desconexiones HH1 2013

| EQUIPO | | CENTRAL HIDROELECTRICA | POTENCIA EFECTIVA (MW) | DISPONIB. % | INDISPONIBILIDAD (%) | | | INDISPONIBILIDAD (HORAS) | | | | | | | | HORAS QUE NO AFECTAN LA DISPONIBILIDAD | | | |
|--------|----|---------------------------|------------------------------|----------------|----------------------|-------|-------|--------------------------|------|------|-------|-------|-----|-----|---------|-------------------------------------------|------|-----|--------|
| | | | | | PROGR. | CORR. | FALLA | PROGR. | | | CORR. | FALLA | | | INDISP. | FE | MPE | FN | FA |
| | | | | | | | | TP | RA | SE | MC | FH | FEP | FP | | | | | |
| | | HUASAHUASI I | 10.00 | 99.14 | 0.85 | 0.01 | 0.00 | 149.63 | 0.00 | 0.00 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 151.2 | 11.2 | 42.4 | 0.0 | 2611.0 |
| HHI_G1 | G1 | | 5.00 | 99.13 | 0.85 | 0.02 | 0.00 | 74.88 | 0.00 | 0.00 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 76.4 | 4.7 | 21.3 | 0.0 | 577.8 |
| HHI_G2 | G2 | | 5.00 | 99.15 | 0.85 | 0.00 | 0.00 | 74.75 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 74.7 | 6.5 | 21.1 | 0.0 | 2033.2 |

LEYENDA:

| | | | |
|-----|-------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------|
| FE | Falla externa al conjunto (Externo al conjunto) | FP | Fallas en equipos de protección y control |
| MPE | Mantenimiento programado externo | MC | Mantenimiento correctivo |
| TP | Trabajos programados (Equipos propios) | RA | Reforzamiento y/o ampliaciones del sistema |
| FN | Fenómenos naturales y ambientales | SE | Por Seguridad, distancia mínima zonas energizadas |
| FH | Fallas humanas | FA | Falta de agua |
| FEP | Fallas en equipos de potencia | | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 36: Estadística de Desconexiones HH1 2014

| EQUIPO | | CENTRAL HIDROELECTRICA | POTENCIA EFECTIVA (MW) | DISPONIB. % | INDISPONIBILIDAD (%) | | | INDISPONIBILIDAD (HORAS) | | | | | | | | HORAS QUE NO AFECTAN LA DISPONIBILIDAD | | | | |
|--------|----|---------------------------|------------------------------|----------------|----------------------|-------|-------|--------------------------|------|------|-------|-------|-----|-----|---------|-------------------------------------------|------|-------|-------|--------|
| | | | | | PROGR. | CORR. | FALLA | PROGR. | | | CORR. | FALLA | | | INDISP. | FE | MPE | MM | FN | FA |
| | | | | | | | | TP | RA | SE | MC | FH | FEP | FP | | | | | | |
| | | SANTA CRUZ I | 6.94 | 99.35 | 0.20 | 0.46 | 0.00 | 25.7 | 8.47 | 0.00 | 80.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 114.6 | 7.5 | 25.3 | 864.1 | 564.1 | 3471.9 |
| | | HUASAHUASI I | 10.00 | 99.59 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 70.60 | 0.00 | 0.00 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 71.1 | 23.8 | 25.9 | 0.0 | 107.5 | 3297.2 |
| HHI_G1 | G1 | | 5.00 | 99.56 | 0.44 | 0.01 | 0.00 | 38.12 | 0.00 | 0.00 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 38.6 | 9.0 | 12.9 | 0.0 | 53.0 | 402.9 |
| HHI_G2 | G2 | | 5.00 | 99.63 | 0.37 | 0.00 | 0.00 | 32.48 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 32.5 | 14.8 | 13.0 | 0.0 | 54.6 | 2894.3 |

LEYENDA:

| | | | |
|-----|-------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------|
| FE | Falla externa al conjunto (Externo al conjunto) | FP | Fallas en equipos de protección y control |
| MPE | Mantenimiento programado externo | MC | Mantenimiento correctivo |
| TP | Trabajos programados (Equipos propios) | MM | Mantenimiento Mayor |
| FN | Fenómenos naturales y ambientales | RA | Reforzamiento y/o ampliaciones del sistema |
| FH | Fallas humanas | SE | Por Seguridad, distancia mínima zonas energizadas |
| FEP | Fallas en equipos de potencia | FA | Falta de agua |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 37: Estadística de Desconexiones HH1 2015

| EQUIPO | | CENTRAL HIDROELECTRICA | POTENCIA EFECTIVA (MW) | DISPONIB. % | INDISPONIBILIDAD (%) | | | INDISPONIBILIDAD (HORAS) | | | | | | | HORAS QUE NO AFECTAN LA DISPONIBILIDAD | | | | | |
|--------|----|---------------------------|------------------------------|----------------|----------------------|-------|-------|--------------------------|------|------|-------|-----|-------|------|-------------------------------------------|------|------|------|-------|--------|
| | | | | | PROGR. | CORR. | FALLA | PROGR. | | | CORR. | | FALLA | | INDISP. | FE | MPE | MM | FN | FA |
| TP | RA | SE | MC | FH | FEP | FP | | | | | | | | | | | | | | |
| | | HUASAHUASI I | 10.00 | 99.87 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 22.25 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 22.2 | 4.9 | 25.1 | 0.0 | 27.5 | 3933.2 |
| HHI_G1 | G1 | | 5.00 | 99.88 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 10.67 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.7 | 2.2 | 12.6 | 0.0 | 14.4 | 3754.6 |
| HHI_G2 | G2 | | 5.00 | 99.87 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 11.58 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.6 | 2.7 | 12.6 | 0.0 | 13.0 | 178.6 | |

LEYENDA:

| | |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| FE Falla externa al conjunto (Externo al conjunto) | FP Fallas en equipos de protección y control |
| MPE Mantenimiento programado externo | MC Mantenimiento correctivo |
| TP Trabajos programados (Equipos propios) | MM Mantenimiento Mayor |
| FN Fenómenos naturales y ambientales | RA Reforzamiento y/o ampliaciones del sistema |
| FH Fallas humanas | SE Por Seguridad, distancia mínima zonas energizadas |
| FEP Fallas en equipos de potencia | FA Falta de agua |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 38: Estadística de Desconexiones HH1 2016

| EQUIPO | | CENTRAL HIDROELECTRICA | POTENCIA EFECTIVA (MW) | DISPONIB. % | INDISPONIBILIDAD (%) | | | INDISPONIBILIDAD (HORAS) | | | | | | | HORAS QUE NO AFECTAN LA DISPONIBILIDAD | | | | | |
|--------|----|---------------------------|------------------------------|----------------|----------------------|-------|-------|--------------------------|------|------|-------|-----|-------|-----|-------------------------------------------|-----|------|-----|-----|--------|
| | | | | | PROGR. | CORR. | FALLA | PROGR. | | | CORR. | | FALLA | | INDISP. | FE | MPE | MM | FN | FA |
| TP | RA | SE | MC | FH | FEP | FP | | | | | | | | | | | | | | |
| | | HUASAHUASI I | 10.00 | 99.81 | 0.18 | 0.00 | 0.01 | 31.28 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 33.4 | 3.6 | 86.8 | 0.0 | 0.0 | 5046.7 |
| HHI_G1 | G1 | | 5.00 | 99.85 | 0.14 | 0.00 | 0.01 | 12.12 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 13.2 | 2.3 | 43.4 | 0.0 | 0.0 | 2454.2 |
| HHI_G2 | G2 | | 5.00 | 99.77 | 0.22 | 0.00 | 0.01 | 19.17 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 20.1 | 1.3 | 43.5 | 0.0 | 0.0 | 2592.4 |

LEYENDA:

| | |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| FE Falla externa al conjunto (Externo al conjunto) | FP Fallas en equipos de protección y control |
| MPE Mantenimiento programado externo | MC Mantenimiento correctivo |
| TP Trabajos programados (Equipos propios) | MM Mantenimiento Mayor |
| FN Fenómenos naturales y ambientales | RA Reforzamiento y/o ampliaciones del sistema |
| FH Fallas humanas | SE Por Seguridad, distancia mínima zonas energizadas |
| FEP Fallas en equipos de potencia | FA Falta de agua |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Figura 28: Estadística de Disponibilidad de la CH Huasahuasi H1 (2012-2016)



2.5.2. EFICIENCIA HIDRÁULICA

Para determinar la eficiencia hídrica de la central Huasahuasi realizamos un estudio hidrológico anual donde se determina la disponibilidad hídrica para la generación de energía eléctrica a la persistencia de caudales de 50%, 75% y 95 % así como la determinación del caudal ecológico

2.5.2.1. Sostenibilidad

En el presente estudio para la generación de caudales en el punto de interés o captación de la central Huasahuasi I se ha usado el método de Transposición de Caudales, el mismo que consiste en hallar un coeficiente que permita llevar la información de caudales hasta el punto de interés; considerando la similitud de la cuenca.

El caudal se determina mediante la expresión siguiente:

$$C = \frac{A_1 * P_1}{A_2 * P_2}$$

Dónde:

C= coeficiente de extrapolación.

A 1 = área de drenaje en el sitio de la toma.

P 1 = precipitación media ponderada de la cuenca de drenaje en el sitio de la toma.

A 2 = área de drenaje en el sitio de la estación.

P2= precipitación media ponderada de la cuenca de drenaje en el sitio de la estación.

La trasposición de los caudales ha consistido en llevar los caudales de la estación Huasahuasi (1965 -2013) y de las estaciones instaladas por GCZ (Huasahuasi y Huacuas) y con el registro de datos en las estaciones 2013 al año 2016, hacia el punto de interés de la central. Para ello se ha procedido a realizar el cálculo del coeficiente de correlación teniendo como datos lo calculado en el presente documento en los puntos anteriores, el resumen de la información usada para la trasposición de caudales se presenta en la Tabla 39.

Tabla 39: Datos para el cálculo de trasposición de caudales en la cuenca Huasahuasi

| Cuenca o Sub cuenca | Área de recarga referencial | Área de recarga (km²) | Precipitación total anual-área de influencia |
|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Huasahuasi | Estación Huasahuasi 2 | 432.3 | 1036.0 |
| Huasahuasi | Bocatoma Huasahuasi | 263.33 | 1013.6 |
| Huacuas | Bocatoma Huacuas | 117.75 | 1133.2 |
| Huasahuasi | Estación Huasahuasi | 255.52 | 1029.3 |
| Huacuas | Bocatoma Paracshioc | 22.94 | 1021.2 |

El resultado de aplicar el método para la generación de caudales en el punto de interés de la central Huasahuasi I se muestra en el anexo C, en las figuras 29 al 31 se muestra un resumen de caudales medios mensuales generados en las bocatomas Huasahuasi, Huacuas (sin el caudal de Paracshioc) y en la Bocatoma de Paracshioc para la central hidroeléctrica Huasahuasi I.

Figura 29: Resumen de caudales medios mensuales-bocatoma Huasahuasi

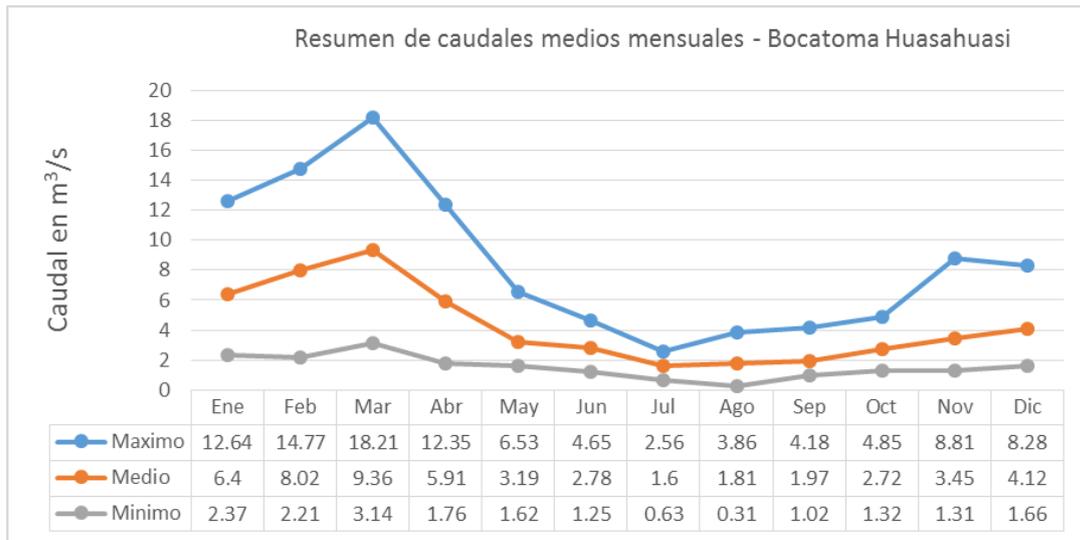


Figura 30: Resumen de caudales medios mensuales-bocatoma Huacuas

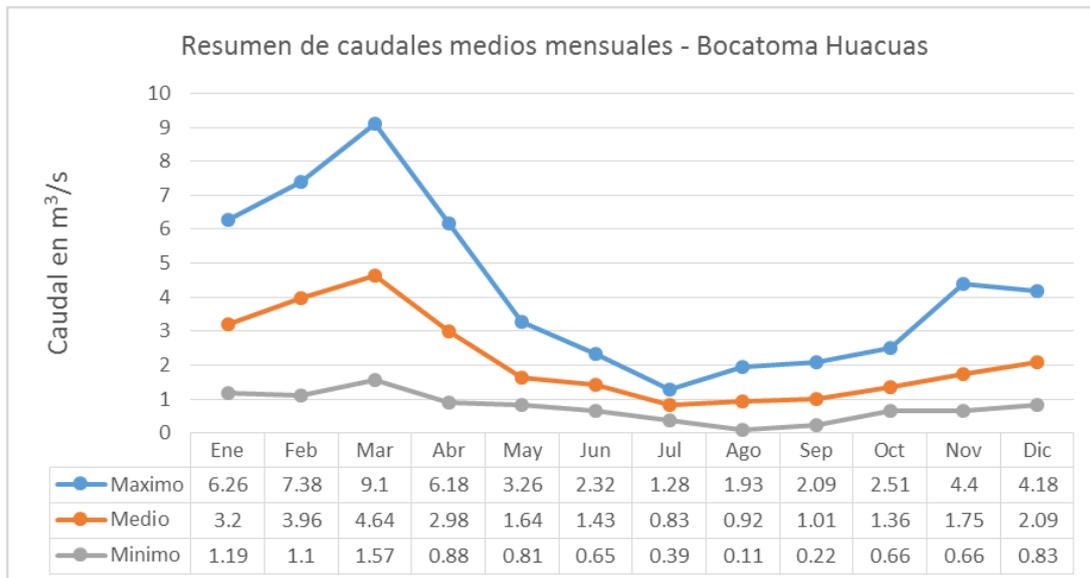
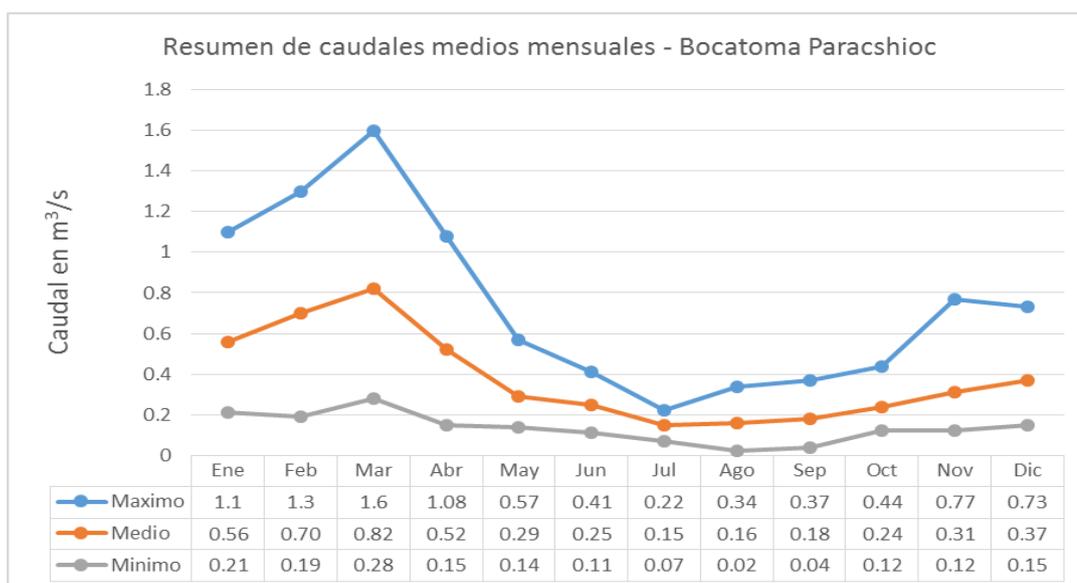


Figura 31: Resumen de caudales medios mensuales-bocatoma Paracshioc



También se consiguió para nuestro estudio el resumen de caudales medios medidos en las estaciones hidrométricas de los ríos Huasahuasi y Huacuas proporcionadas por Hidroeléctrica Santa Cruz las se presentan en las Tablas del 40 al 42.

Tabla 40: Resumen de Caudales Estación Hidrométrica Canal Huacuas

| RESUMEN DE ESTACION HIDROMETRICA CANAL HUACUAS | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------|----------------|------|------|-------------|------|--------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Estación | CANAL HUACUAS | | | Latitud : | | 11° 31' 30" | | | | | | | |
| Cuenca | Río Huasahuasi | | | Longitud : | | 75° 8' 2" | | | | | | | |
| Río | Huacuas | | | Elevación : | | 2,000 msnm | | | | | | | |
| | | | | Fuente: | | GCZ ENERGIA S.A.C. | | | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | PROM. |
| 2013 | 2.61 | 5.15 | 4.97 | 4.94 | 4.16 | 4.16 | 3.93 | 3.32 | 3.48 | 4.34 | 3.70 | 5.11 | 4.2 |
| 2014 | 6.13 | 7.25 | 7.04 | 6.21 | 5.08 | 3.94 | 4.01 | 1.93 | 3.11 | 2.51 | 2.31 | 2.09 | 4.3 |
| 2015 | 6.42 | 7.46 | 6.69 | 5.84 | 3.75 | 2.06 | 1.40 | 1.36 | 0.76 | 1.30 | 1.60 | 3.42 | 3.5 |
| 2016 | 2.29 | 3.95 | 2.85 | 1.82 | 1.38 | 0.99 | 0.42 | 0.28 | 0.45 | 1.49 | 0.48 | 1.50 | 1.5 |
| 2017 | 4.44 | 2.56 | 3.50 | 2.80 | 2.22 | 1.29 | 0.42 | 0.28 | 1.85 | 1.49 | 1.45 | 2.22 | 2.0 |
| MAXIMO | 6.42 | 7.46 | 7.04 | 6.21 | 5.08 | 4.16 | 4.01 | 3.32 | 3.48 | 4.34 | 3.70 | 5.11 | 5.03 |
| MINIMO | 2.29 | 2.56 | 2.85 | 1.82 | 1.38 | 0.99 | 0.42 | 0.28 | 0.45 | 1.30 | 0.48 | 1.50 | 1.36 |
| PROMEDIO | 4.4 | 5.3 | 5.0 | 4.3 | 3.3 | 2.5 | 2.0 | 1.4 | 1.9 | 2.2 | 1.9 | 2.9 | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 41: Resumen de Caudales Estación Hidrométrica Canal Huasahuasi

| RESUMEN DE ESTACION HIDROMETRICA CANAL HUASAHUASI | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------|------------------|------|------|-----------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| Estación | CANAL HUASAHUASI | | | Lafitud | : 11° 31' 30" | | | | | | | | |
| Cuenca | Río Huasahuasi | | | Longitud | : 75° 8' 2" | | | | | | | | |
| Río | Huasahuasi | | | Elevación | : 2,000 msnm | | | | | | | | |
| | | | | Fuente | : GCZ ENERGIA S.A.C. | | | | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | PROM. |
| 2013 | 0.40 | 0.23 | 0.55 | 1.28 | 1.10 | 1.09 | 0.67 | 0.42 | 0.39 | 0.80 | 1.04 | 1.08 | 0.8 |
| 2014 | 0.83 | 0.37 | 0.34 | 1.42 | 1.49 | 0.94 | 0.86 | 0.68 | 1.35 | 1.48 | 1.50 | 2.09 | 1.1 |
| 2015 | 1.48 | 1.00 | 1.54 | 2.10 | 2.71 | 1.11 | 0.63 | 0.51 | 0.39 | 0.66 | 1.72 | 2.19 | 1.3 |
| 2016 | 2.04 | 2.11 | 2.20 | 2.10 | 0.77 | 0.54 | 0.53 | 0.29 | 0.30 | 1.32 | 0.48 | 2.48 | 1.3 |
| 2017 | 1.50 | 2.73 | 2.45 | 2.80 | 1.98 | 1.08 | 0.52 | 0.30 | 0.58 | 0.57 | 0.50 | 1.28 | 1.4 |
| MAXIMO | 2.04 | 2.73 | 2.45 | 2.80 | 2.71 | 1.11 | 0.86 | 0.68 | 1.35 | 1.48 | 1.72 | 2.48 | 1.87 |
| MINIMO | 0.40 | 0.23 | 0.34 | 1.28 | 0.77 | 0.54 | 0.52 | 0.29 | 0.30 | 0.57 | 0.48 | 1.08 | 0.57 |
| PROMEDIO | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.9 | 1.6 | 1.0 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 1.0 | 1.8 | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

Tabla 42: Resumen de Caudales Estación Hidrométrica Huacuas

| RESUMEN DE ESTACION HIDROMETRICA HUACUAS | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|-------------|------|----------------------------|-------------|---------------|-----------|-------------|------|------|------|------|------|------------|
| Estación | HUACUAS | | | Lafitud | : 11° 14' 51" | | | | | | | | |
| Cuenca | Rio Huacuas | | | Longitud | : 75° 35' 14" | | | | | | | | |
| Río | Huacuas | | | Elevación | : 2,440 msnm | | | | | | | | |
| Area | 100.00 | km2 | Fuente: GCZ ENERGIA S.A.C. | | | | | | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | PROM. |
| 2013 | | | | | | | | | | 3.54 | 1.61 | 3.83 | 3.0 |
| 2014 | 3.73 | 5.51 | 5.73 | 3.44 | 2.47 | 1.26 | 1.22 | 0.99 | 2.02 | 2.51 | 2.48 | 3.62 | 2.9 |
| 2015 | 5.43 | 5.43 | 5.68 | 4.78 | 3.24 | 1.80 | 1.20 | 0.84 | 0.76 | 1.32 | 2.51 | 4.20 | 3.1 |
| 2016 | 3.18 | 4.56 | 4.36 | 2.97 | 1.63 | 1.35 | 0.47 | 0.58 | 0.86 | 1.77 | 1.51 | 5.06 | 2.4 |
| 2017 | 7.35 | 8.69 | 7.96 | 5.23 | 4.17 | 2.98 | 0.47 | 0.58 | 2.24 | 1.77 | 2.70 | 4.57 | 4.1 |
| MAXIMO | 7.35 | 8.69 | 7.96 | 5.23 | 4.17 | 2.98 | 1.22 | 0.99 | 2.24 | 3.54 | 2.70 | 5.06 | 8.69 |
| MINIMO | 3.18 | 4.56 | 4.36 | 2.97 | 1.63 | 1.26 | 0.47 | 0.58 | 0.76 | 1.32 | 1.51 | 3.62 | 0.47 |
| PROMEDIO | 4.92 | 6.05 | 5.93 | 4.11 | 2.88 | 1.85 | 0.84 | 0.75 | 1.47 | 2.18 | 2.16 | 4.26 | 3.12 |
| | | | | rendimiento | pp escurrida | pp cuenca | escorrentia | | | | | | |
| | | | | 31.17 | 982.87 | 1200.00 | 0.82 | | | | | | |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz

En esta tabla se puede observar que los caudales mínimos presentados en los registros de caudales promedios desde 2013 hasta 2017 fueron de 0.47 m³/s en el mes de julio, 0.58 m³/s en el mes de agosto y 0.76 m³/s en el mes de setiembre. Estos meses de julio a setiembre, son los meses más secos. El análisis estadístico de los registros de estos 5 años a partir del 2013 hasta el 2017 y la comparación con los registros de los caudales medio mensuales revela que la estación húmeda se presenta entre los meses de diciembre a abril siendo el mes más húmedo febrero presentando un caudal de 8.69 m³/s esto debido a las lluvias que se presentan por la zona.

2.5.2.1.1. Análisis de persistencia de caudales en las captaciones de la CH Huasahuasi I

Este análisis nos indica la probabilidad como en un porcentaje de tiempo de todo el período de aforos, en el cual el caudal nominal es igual o menor al caudal correspondiente a dicho porcentaje de tiempo.

Se realizó el cálculo de persistencia de caudales con la serie histórica de caudales generados en la bocatoma Huasahuasi y Huacuas para la Central Huasahuasi I (1965-2016) el cual se muestra en el anexo D y el resultado del análisis obtenido de la persistencia de caudales mensuales al 50%, 75% y 95% de probabilidad es el que se muestra en las figuras 32 al 34.

Figura 32: Persistencia de caudales medios mensuales-bocatoma Huasahuasi

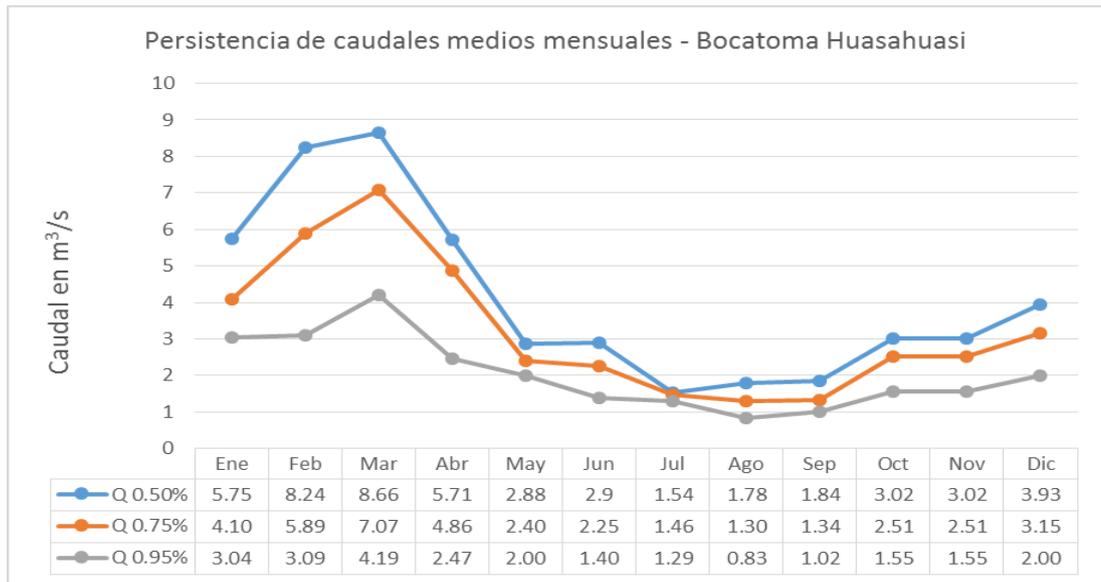


Figura 33: Persistencia de caudales medios mensuales-bocatoma Huacuas

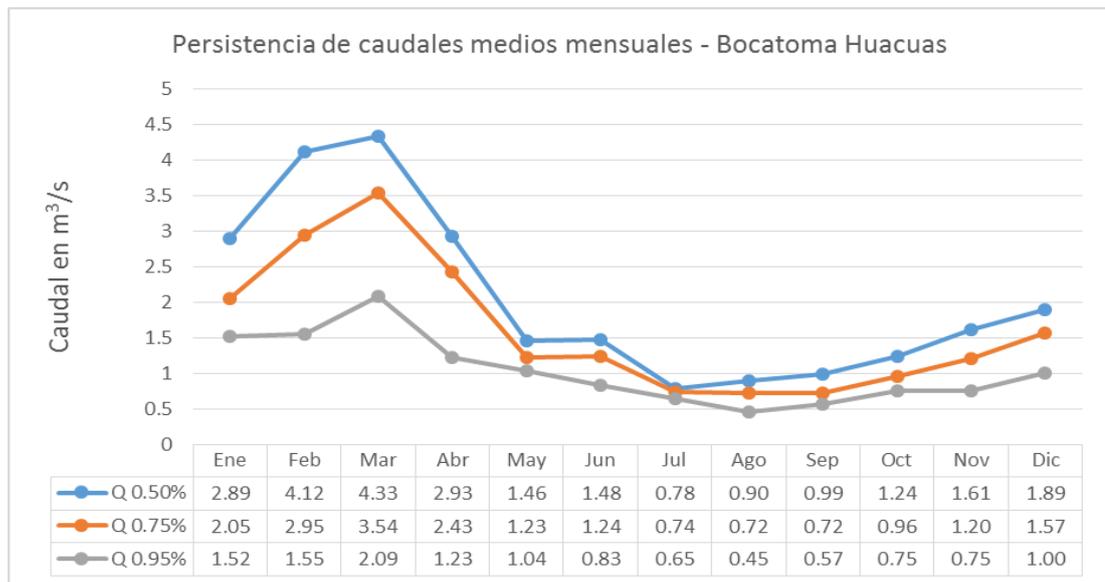
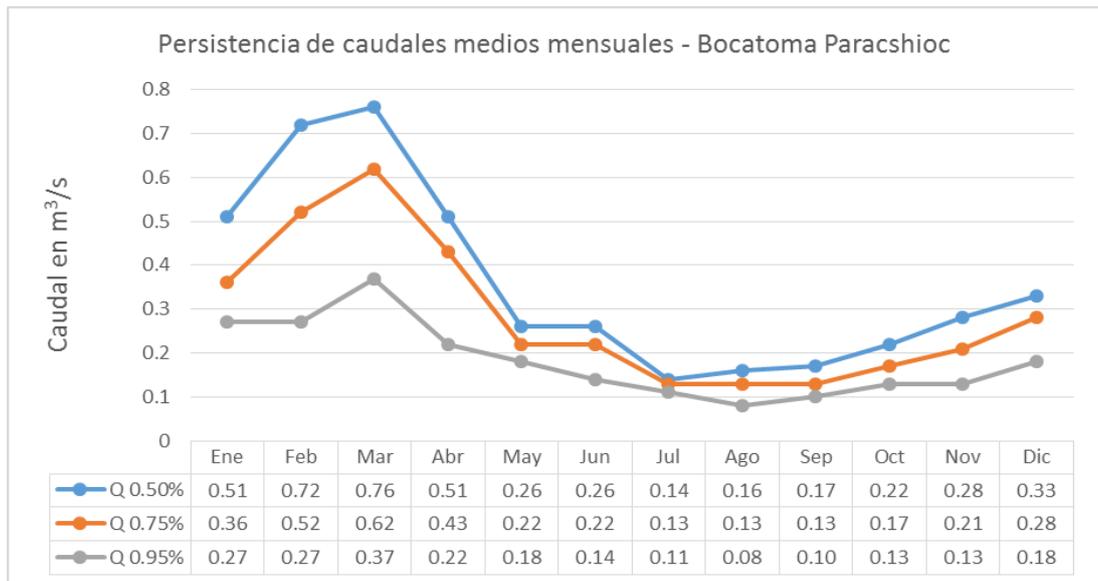


Figura 34: Persistencia de caudales medios mensuales-bocatoma Paracshioc



2.5.2.2. Perfil de carga y caudal

En este aspecto, es importante conocer la cantidad de energía posible de generar utilizando uno u otro valor de caudal captado de la cuenca del río Huacuas; es decir saber cuántos KW-h al año podría generar.

Esto significa que debemos determinar cuánto es el aporte de energía en KW-h con el caudal aportado del río Huacuas.

Para trazar la curva de duración de potencias basta convertir el eje de ordenadas de la curva de duración de caudales en eje de potencias.

Conservando los valores del eje de las ordenadas podemos graficar la curva de duración de potencias, en las Figuras del 35 al 37 podemos observar la curva de duración de potencias. La fórmula con la cual se calculará la potencia vendrá dada por la siguiente expresión:

$$P = 9.8. Q. H. \eta_{TOTAL}$$

Donde:

P: Potencia nominal en (kW)

Q: Caudal nominal o de diseño en (m³/s)

H: Altura de la caída en (181.40 m)

η_{TOTAL} : Eficiencia total del sistema (0.88)

La eficiencia total del sistema, es igual al producto de los rendimientos de los diferentes equipos que intervienen en la producción de la energía donde:

$$\eta_{TOTAL} = \eta_t * \eta_g \qquad \eta_T = 0.93 * 0.95 = 0.88$$

η_t = Rendimiento de la turbina obtenida de las curvas características de la turbina (0.93).

η_g = Rendimiento del generador obtenida del protocolo de recepción del generador (0.95).

Para nuestro estudio los valores del rendimiento se están considerando los determinados por los fabricantes GCZ Ingenieros para la turbina Francis y la empresa e HYUNDAI IDEAL para generador.

Figura 35: Curva de duración de Potencia-bocatoma Huasahuasi

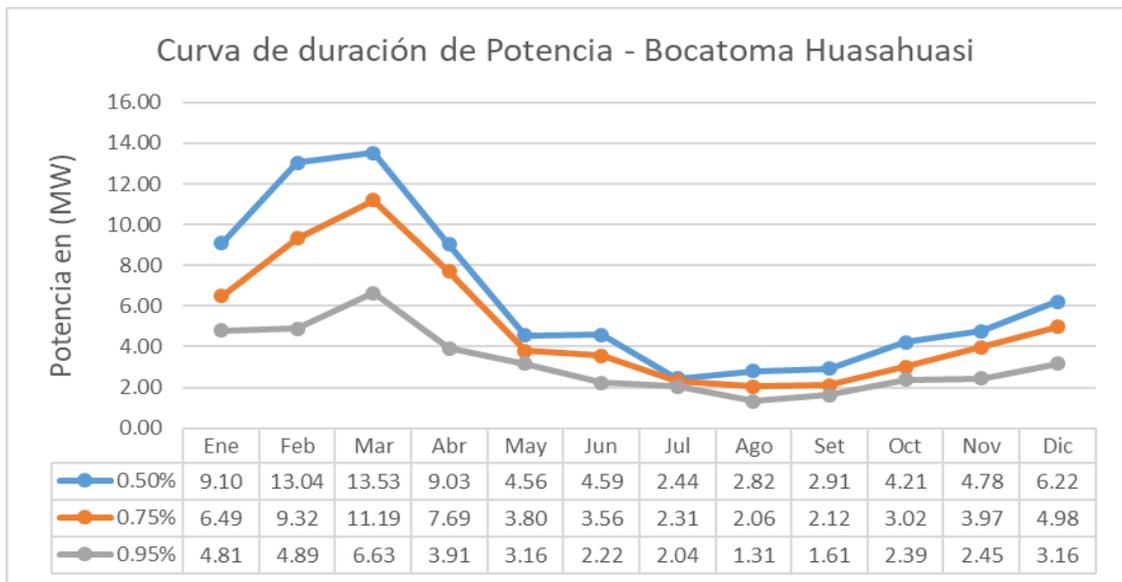


Figura 36: Curva de duración de Potencia-bocatoma Huacuas

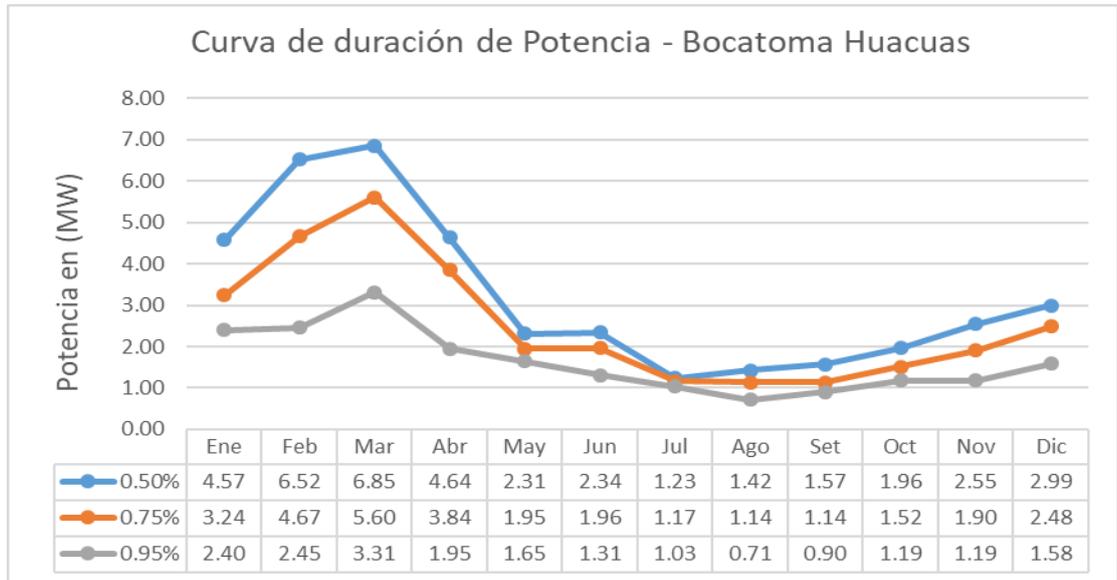


Figura 37: Curva de duración de Potencia-bocatoma Paracshioc

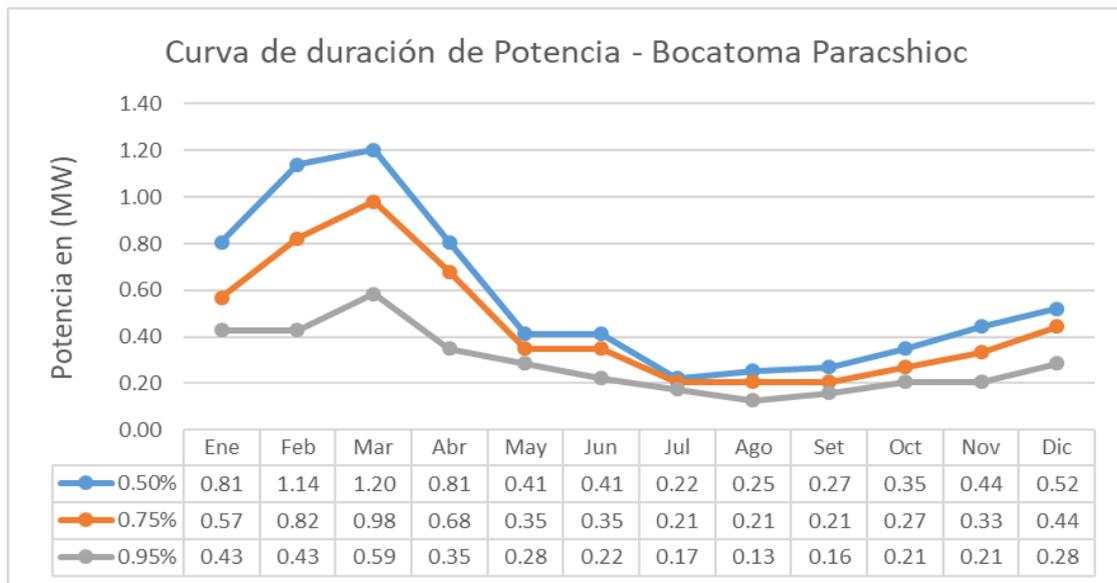


Tabla 43: Producción de energía, volumen Turbinable y rendimiento de la CH Huasahuasi

| Año | Potencia Efectiva (MW) | Caudal Turbinable (m³/s) | Energía (GW-h) | Volumen Turbinado (Millones de metros cúbicos) | Rendimiento Medio (KW-h/m³) |
|-------------|-------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2013 | 9.29 | 7.20 | 58.91 | 164,42 | 0.36 |
| 2014 | 9.65 | 7.20 | 53.98 | 145,03 | 0.37 |
| 2015 | 9.65 | 7.20 | 51.52 | 138.42 | 0.37 |
| 2016 | 9.65 | 7.20 | 36.78 | 98,82 | 0.37 |
| 2017 | 9.85 | 7.20 | 42.82 | 112.67 | 0.38 |

Fuente estadística anual de operación COES

La información relacionada con los caudales del río Huacuas y la producción de energía en la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I se muestran en la Tabla 44, donde se encuentran los datos que fueron calculados a partir de los valores diarios, tanto de generación como de caudal, medidos en la estación Hidrométrica del río Huacuas comprendido entre los años 2014 al 2017.

Tabla 44: Caudal Huacuas y generación de energía en la central Hidroeléctrica Huasahuasi I periodo 2014 al 2017

| Año | Mes | Caudal promedio mensual | Caudal promedio anual | Generación mensual | Generación total anual |
|------|-----------|-------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|
| | | (m ³ /s) | (m ³ /s) | (MW-h) | (MW-h) |
| 2014 | Enero | 3.73 | 2.9 | 4201.34 | 39400.19 |
| | Febrero | 5.51 | | 6206.26 | |
| | Marzo | 5.73 | | 6454.06 | |
| | Abril | 3.44 | | 3874.69 | |
| | Mayo | 2.47 | | 2782.12 | |
| | Junio | 1.26 | | 1419.22 | |
| | Julio | 1.22 | | 1374.16 | |
| | Agosto | 0.99 | | 1115.10 | |
| | Setiembre | 2.02 | | 2275.25 | |
| | Octubre | 2.51 | | 2827.17 | |
| | Noviembre | 2.48 | | 2793.38 | |
| | Diciembre | 3.62 | | 4077.44 | |
| 2015 | Enero | 5.43 | 3.1 | 6116.15 | 41889.45 |
| | Febrero | 5.43 | | 6116.15 | |
| | Marzo | 5.68 | | 6397.74 | |
| | Abril | 4.78 | | 5384.02 | |
| | Mayo | 3.24 | | 3649.42 | |
| | Junio | 1.8 | | 2027.45 | |
| | Julio | 1.2 | | 1351.64 | |
| | Agosto | 0.84 | | 946.15 | |
| | Setiembre | 0.76 | | 856.04 | |
| | Octubre | 1.32 | | 1486.80 | |
| | Noviembre | 2.51 | | 2827.17 | |
| | Diciembre | 4.2 | | 4730.73 | |
| 2016 | Enero | 3.18 | 2.4 | 3581.84 | 31876.08 |
| | Febrero | 4.56 | | 5136.22 | |
| | Marzo | 4.36 | | 4910.94 | |
| | Abril | 2.97 | | 3345.30 | |
| | Mayo | 1.63 | | 1835.97 | |
| | Junio | 1.35 | | 1520.59 | |
| | Julio | 0.47 | | 529.39 | |
| | Agosto | 0.58 | | 653.29 | |
| | Setiembre | 0.86 | | 968.67 | |
| | Octubre | 1.77 | | 1993.66 | |
| | Noviembre | 1.51 | | 1700.81 | |
| | Diciembre | 5.06 | | 5699.40 | |
| | Enero | 7.35 | | 8278.77 | |

| | | | | | |
|-------------|-----------|------|-----|---------|----------|
| 2017 | Febrero | 8.69 | 4.1 | 9788.10 | 54865.16 |
| | Marzo | 7.96 | | 8965.85 | |
| | Abril | 5.23 | | 5890.88 | |
| | Mayo | 4.17 | | 4696.94 | |
| | Junio | 2.98 | | 3356.56 | |
| | Julio | 0.47 | | 529.39 | |
| | Agosto | 0.58 | | 653.29 | |
| | Setiembre | 2.24 | | 2523.05 | |
| | Octubre | 1.77 | | 1993.66 | |
| | Noviembre | 2.7 | | 3041.18 | |
| | Diciembre | 4.57 | | 5147.48 | |

2.5.2.3. Disponibilidad hidráulica.

2.5.2.3.1. Demanda para el caudal ecológico

Con la Resolución Directoral N° 000006-2017-GRJ/GRDE/DREM/DR de fecha 09 de enero de 2017, la Dirección Regional de Energía y Minas del Gobierno Regional de Junín aprobó la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto "Ampliación del área del proyecto Hidroeléctrica Huasahuasi I - Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C."; por lo que, según lo dispuesto en la Metodología para Determinar Caudales Ecológicos, aprobada con la Resolución Jefatural N°154-2016-ANA, en el presente estudio se ha aplicado el método hidrológico o hidráulico para la determinación del caudal ecológico, siguiendo como criterio que para cursos con caudales medios anuales menores o iguales a 20 m³/s, el caudal ecológico será: para época de avenida como mínimo el 10% del caudal medio mensual, y para época de estiaje el 15 % del caudal medio mensual.

En este contexto los caudales ecológicos en el punto de interés sobre el río Huasahuasi y Huacuas en las captaciones de la central hidroeléctrica Huasahuasi I, se determinó como valor mínimo el 10% del caudal medio mensual para la época de avenida (diciembre a abril), y en la época de estiaje (mayo a

noviembre) el 15 % del caudal medio mensual, los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 45 al 47.

Tabla 45: Caudal Ecológico en la captación -bocatoma Huasahuasi

| BOCATOMA HUASAHUASI | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Q Ecologico | 0.76 | 0.89 | 0.89 | 0.61 | 0.39 | 0.28 | 0.25 | 0.25 | 0.32 | 0.45 | 0.52 | 0.68 |

Fuente: Caudal Ecológico según resolución R.D.028-2013-ANA-DARH

Tabla 46: Caudal Ecológico en la captación -bocatoma Huacuas

| BOCATOMA HUACUAS | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|
| Q Ecologico | 0.34 | 0.39 | 0.39 | 0.27 | 0.17 | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 0.14 | 0.2 | 0.23 | 0.3 |

Fuente: Caudal Ecológico según resolución R.D.028-2013-ANA-DARH

Tabla 47: Caudal Ecológico en la captación -bocatoma Paracshioc

| BOCATOMA PARACSHIOC | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Q Ecologico | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 |

2.5.2.3.2. Demanda de agua para la central hidroeléctrica Huasahuasi

La demanda de agua con fines energéticos de acuerdo al caudal de diseño de la central es de 6.5 m³/s.

2.5.2.3.3. Balance hídrico

Para realizar el balance hídrico se considera todas las demandas de agua en el área de influencia del punto de interés de la central Huasahuasi I que estará conformada por la demanda de agua para el caudal ecológico y la demanda de agua con fines energéticos.

La demanda para el caudal ecológico se detalla en el punto 2.5.2.3.1 y la demanda de agua con fines energéticos de la central hidroeléctrica es de 6.5 m³/s, esta demanda energética se cubrirá sin afectar el caudal ecológico.

En las siguientes tablas se muestran el balance hídrico en cada bocatoma considerando una disponibilidad de agua del 75% de persistencia en la cuenca para obtener su disponibilidad hídrica descontando su caudal ecológico. Luego se hace un balance hídrico general considerando las disponibilidades de las 3 bocatomas el modelo de cálculo se muestra en el anexo E:

Tabla 48: Disponibilidad hídrica en la bocatoma del río Huasahuasi

| Balance Hídrico | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Prom |
|------------------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Persistencia | Caudal (m ³ /s) | | | | | | | | | | | | |
| Caudal Disp. al 75% Persist. | 4.10 | 5.89 | 7.07 | 4.86 | 2.40 | 2.25 | 1.47 | 1.30 | 1.34 | 1.91 | 2.51 | 3.15 | 3.19 |
| Caudal Ecológico | 0.76 | 0.89 | 0.89 | 0.61 | 0.39 | 0.28 | 0.25 | 0.25 | 0.32 | 0.45 | 0.52 | 0.68 | 0.52 |
| Disponibilidad Hídrica | 3.34 | 5.00 | 6.18 | 4.25 | 2.01 | 1.97 | 1.22 | 1.05 | 1.02 | 1.46 | 1.99 | 2.47 | 2.66 |

Tabla 49: Disponibilidad hídrica en la bocatoma del río Huacuas

| Balance Hídrico | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Prom |
|------------------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Persistencia | Caudal (m ³ /s) | | | | | | | | | | | | |
| Caudal Disp. al 75% Persist. | 2.05 | 2.95 | 3.54 | 2.43 | 1.23 | 1.24 | 0.74 | 0.72 | 0.72 | 0.96 | 1.20 | 1.51 | 1.61 |
| Caudal Ecológico | 0.34 | 0.39 | 0.39 | 0.27 | 0.17 | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.23 | 0.30 | 0.23 |
| Disponibilidad Hídrica | 1.71 | 2.56 | 3.15 | 2.16 | 1.06 | 1.12 | 0.63 | 0.61 | 0.58 | 0.76 | 0.97 | 1.21 | 1.38 |

Tabla 50: Disponibilidad hídrica en la bocatoma del río Paracshioc

| Balance Hídrico | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Prom |
|------------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Persistencia | Caudal (m³/s) | | | | | | | | | | | | |
| Caudal Disp. al 75% Persist. | 0.36 | 0.52 | 0.62 | 0.43 | 0.22 | 0.22 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.17 | 0.21 | 0.28 | 0.29 |
| Caudal Ecológico | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 |
| Disponibilidad Hídrica | 0.30 | 0.45 | 0.54 | 0.38 | 0.18 | 0.18 | 0.11 | 0.11 | 0.10 | 0.13 | 0.16 | 0.24 | 0.24 |

Tabla 51: Balance hídrico para la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I

| DESCRIPCIÓN | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Prom |
|-----------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| | En caudal (m³/s) | | | | | | | | | | | | |
| Disponibilidad- Río Huasahuasi | 3.34 | 5.00 | 6.18 | 4.25 | 2.01 | 1.97 | 1.22 | 1.05 | 1.02 | 1.46 | 1.99 | 2.47 | 2.66 |
| Disponibilidad- Río Huacuas | 1.71 | 2.56 | 3.15 | 2.16 | 1.06 | 1.12 | 0.63 | 0.61 | 0.58 | 0.76 | 0.97 | 1.21 | 1.38 |
| Disponibilidad- Deriv. Paracshioc | 0.30 | 0.45 | 0.54 | 0.38 | 0.18 | 0.18 | 0.11 | 0.11 | 0.10 | 0.13 | 0.16 | 0.24 | 0.24 |
| Demanda CH. Huasahuasi I | 5.35 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 3.25 | 3.27 | 1.96 | 1.77 | 1.70 | 2.35 | 3.12 | 3.92 | 3.85 |
| Déficit/Superavit | 0.00 | 1.51 | 3.37 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 |
| | En volumen (Hm³) | | | | | | | | | | | | Total Annual |
| Disponibilidad- Río Huasahuasi | 8.9 | 12.1 | 16.6 | 11.0 | 5.4 | 5.1 | 3.3 | 2.8 | 2.6 | 3.9 | 5.2 | 6.6 | 83.5 |
| Disponibilidad- Río Huacuas | 4.6 | 6.2 | 8.4 | 5.6 | 2.8 | 2.9 | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.2 | 43.2 |
| Disponibilidad- Deriv. Paracshioc | 0.8 | 1.1 | 1.4 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.7 | 7.5 |
| Demanda CH. Huasahuasi I | 14.3 | 15.7 | 17.4 | 16.8 | 8.7 | 8.5 | 5.2 | 4.7 | 4.4 | 6.3 | 8.1 | 10.5 | 120.8 |
| Déficit/ Superávit | 0.0 | 3.7 | 9.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.4 |

2.5.3. EFICIENCIA ELÉCTRICA

2.5.3.1. Calidad de energía

La calidad de energía se usa para describir la variación de la tensión, corriente, y frecuencia de un sistema eléctrico. En la actualidad, la mayoría de los equipos operan satisfactoriamente con rangos de variaciones relativamente amplias de estos parámetros.

Los disturbios en el Sistema Interconectado Nacional (SEIN), causan desorden en el sistema eléctrico, ocasionando pérdida de producción.

Los estándares de calidad del servicio de energía obligan cada vez más a las empresas de energía a disponer de sistemas más confiables y

seguros que garanticen la menor interrupción posible en el fluido eléctrico. Para conseguir esto es menester aminorar los problemas en el sistema eléctrico.

Anteriormente para referirse al término de calidad de energía eléctrica solo bastaba con tomar en cuenta la continuidad del servicio y las perturbaciones debidas a causas naturales, así como los efectos en las líneas de transmisión, pero ahora debido a muchas normas internacionales, se deben de tomar en cuenta varios índices de referencia para definir de mejor forma el término "calidad de energía eléctrica".

Es importante darse cuenta de que existen varias fuentes de disturbios que no están asociadas al SEIN. Estas pueden incluir descargas electrostáticas, interferencia electromagnética, y errores de operadores etc. Adicionalmente, los factores mecánicos y ambientales juegan un papel en los disturbios del sistema. Estos pueden incluir temperatura, vibración excesiva y conexiones flojas que se puedan presentar dentro de los equipos de generación.

Para nuestro estudio trataremos el término de calidad de energía, desde el punto de vista de la generación eléctrica.

2.5.3.1.1. Disturbios en el sistema de generación

Los disturbios en el sistema de generación, son variaciones generalmente temporales en el concepto generación - demanda. La variación de generación en un sistema de potencia, hace variar la frecuencia, que puede ocasionalmente ser un factor en los disturbios del sistema, especialmente cuando una carga es alimentada por un generador de emergencia u ocurre un desequilibrio entre la carga de la planta industrial y la generación debido a la pérdida del suministro eléctrico.

La pérdida de generación de energía en una instalación es generalmente de un orden de magnitud menos frecuente que un disturbio por niveles de tensión o voltaje bajos, que se presentan momentáneamente en el SEIN por retiros o ingresos de cargas de manera inapropiada. Sin embargo, si la variación

de la frecuencia es suficientemente significativa, entonces deben tomarse las medidas para tener una fuente alterna disponible en base conveniente. En este estado de variación de frecuencia, tensión o pérdida de cargas el COES determina de acuerdo a la Norma Técnica para la Coordinación de la Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados (NTCOTR).

El COES elabora anualmente un estudio para establecer los esquemas de rechazo automático de carga para prever situaciones de inestabilidad. Asimismo, propone un esquema de rechazo automático de generación por sobre frecuencia.

Por lo tanto, la calidad de energía depende de unos índices a los que hacen referencia muy detalladamente en la actualidad, los cuales son la Disponibilidad, Confiabilidad y Productividad de las unidades generadoras que operen en un sistema interconectado, y estos índices o factores, forman parte de los requerimientos de las normas ANSI / IEEE (C37.106 - IEEE Guide for Abnormal Frequency Protection for Power Generating Plants), que define estándares para el funcionamiento adecuado y eficaz de unidades generadoras.

Estos índices de disponibilidad, confiabilidad y productividad, están basados en unidades de tiempo, como horas o fracciones de hora, en las cuales las unidades generadoras quedan indisponibles por cualquier motivo, que originan el factor de disponibilidad, y es de igual forma, es decir la suma de tiempo de trabajo continuo de una unidad generadora asegura un buen factor de confiabilidad y productividad.

Por el gran crecimiento del mercado eléctrico y las mayores exigencias que día a día se dan en el mismo, estos índices de calidad de energía son de vital importancia para tener un control de la calidad de servicio que presta cada una de las unidades generadoras en el sistema interconectado.

2.5.3.2. Confiabilidad de unidades generadoras

La importancia de la confiabilidad que pueda tener un sistema de potencia y de generación debido a los constantes cambio en el sector eléctrico, con lleva a determinar el nivel de confiabilidad, expresada en cifras de cuan confiable puede ser la central Hidroeléctrica Huasahuasi, basado en el desempeño de sus unidades generadoras.

Se debe de tener en cuenta que la confiabilidad de un sistema eléctrico de potencia no depende únicamente del desempeño de las unidades generadoras, pero en este trabajo es el área que se encuentra bajo estudio, y es la única que acá se va a desarrollar.

La finalidad de determinar la confiabilidad de la central Hidroeléctrica Huasahuasi I, es definir el porcentaje de tiempo que la central está disponible, es decir, si la central está disponible la mayor parte del tiempo se dice que la central es confiable para la operación.

La confiabilidad en este estudio da las medidas de la disponibilidad de la unidad central para llevar a cabo su función. Las medidas de disponibilidad son concernidas con la fracción del tiempo en la que la central es capaz de proveer y garantizar el servicio de manera segura y confiable.

Para verificar la confiabilidad de la central hidroeléctrica Huasahuasi I, se recopiló estadística o datos de la disponibilidad de la central, durante un intervalo de tiempo definido, desde el año 2012 hasta 2017.

Si la central se encuentra disponible, lo puede estar en estado activo, es decir conectada al sistema de potencia; o disponible en reserva, que es cuando la unidad está desconectada del sistema eléctrico de potencia ya que no es requerida por el despacho económico.

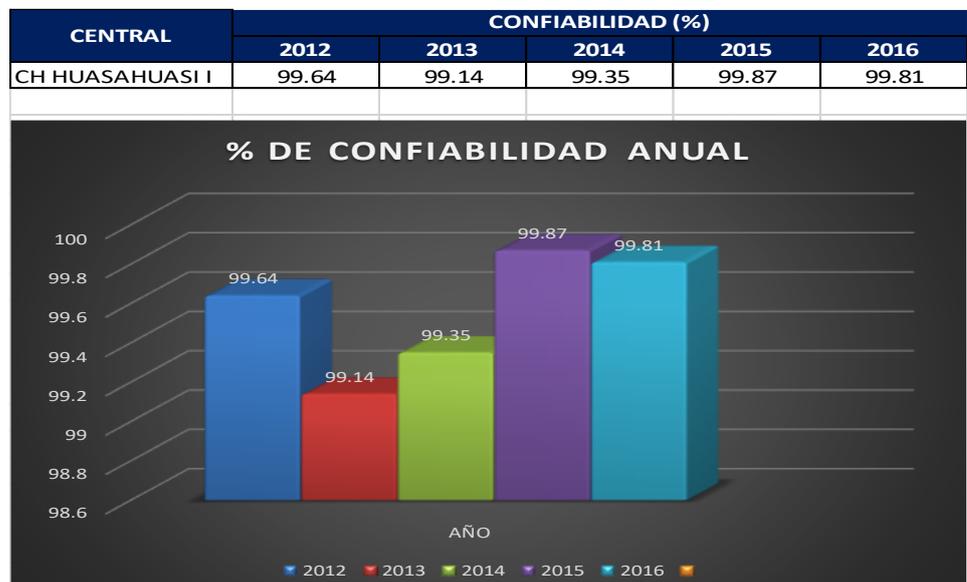
Las unidades que se encuentran en estado de indisponible o no disponible, son aquella que, por algún desperfecto mecánico, eléctrico o de cualquier otro tipo, pero que sea atribuible a la unidad generadora, ésta no puede sincronizar y ser despachada cuando es requerida. Si la unidad no se pudiera despachar cuando es requerido por el despacho de generación, pero se debe tener presente que, por algún motivo externo a la unidad generadora, es decir si hay líneas de transmisión en

mantenimiento o dispara, y es por medio de ellas donde la unidad generadora se conecta al SEIN, no se le asigna indisponibilidad, ni tampoco cuando se carece o falta de recurso hídrico ya que no es ella la responsable de su no disponibilidad.

Al igual que para la disponibilidad, la confiabilidad toma en cuenta si la central Huasahuasi cumple en entregar al SEIN los niveles de potencia máximos y mínimos declarados ante el Centro de Operación Económica del Sistema (COES) el cual hace cumplir los índices de confiabilidad de la Central Huasahuasi I.

Como ya se mencionó con anterioridad la confiabilidad da las medidas de disponibilidad de la central Huasahuasi para llevar a cabo su función, las medidas de disponibilidad son dadas como la fracción del tiempo en la que la Central Huasahuasi es capaz de proveer servicio, y contar con la magnitud de salida de la misma.

Figura 38: Estadística de Confiabilidad de la CH Huasahuasi H1 (2012-2016)



2.5.3.3. Estabilidad de generación

El Sistema Interconectado Nacional (SEIN) y las Centrales Eléctricas que se integran a ella son sistemas dinámicos incluso bajo condiciones normales de operación. Las cargas son continuamente conectadas y

desconectadas tanto por los clientes residenciales como comerciales, y los procesos de la industria varían según sus necesidades, por lo que el estado permanente teórico de un sistema nunca se observa en la práctica. De esta forma es posible definir a la estabilidad como la capacidad de un sistema de operar en un estado de equilibrio bajo condiciones de operación normales, y de alcanzar un estado de equilibrio aceptable tras ser sometido a una perturbación.

El estudio de la estabilidad involucra el estudio del comportamiento de la respuesta de ciertas variables eléctricas frente a una perturbación. Un SEP es estable sólo cuando la estabilidad se alcanza para todas las variables involucradas en el corto y largo plazo. Estas variables son: excursiones angulares de los rotores de los generadores sincrónicos conectados al sistema, tensión en las barras y frecuencia del SEP. Desde la puesta en servicio de la Central Huasahuasi H1 el año 2012 se observa progresivamente que la producción de electricidad en esta instalación fue decayendo progresivamente en los años 2016 y 2017, tal como se muestra en la Tabla N°52.

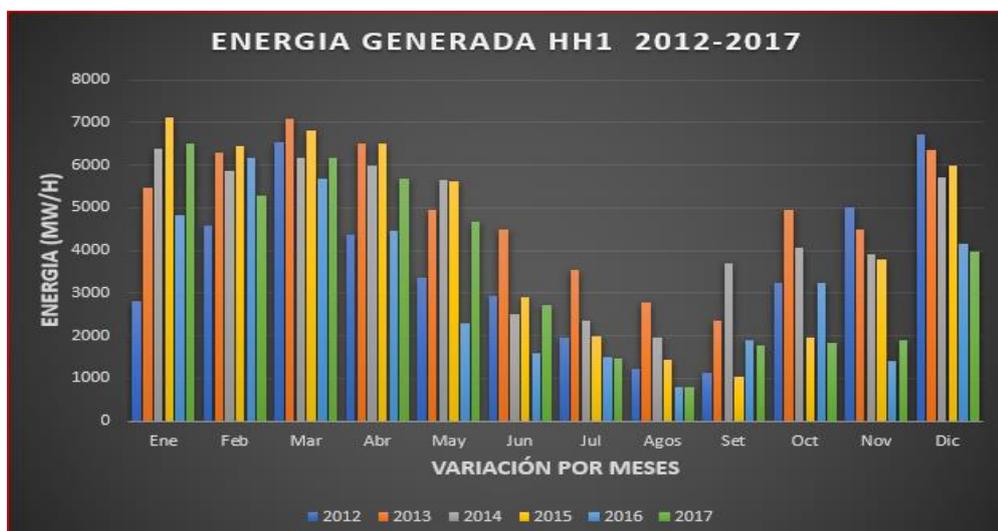
Tabla 52: Producción desde la puesta en servicio de la C.H. Huasahuasi

| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Ene | 2799.8 | 5,457.09 | 6,396.02 | 7,124.43 | 4,818.29 | 6,522.04 |
| Feb | 4,569.77 | 6,292.85 | 5,873.06 | 6,458.84 | 6,166.03 | 5,290.86 |
| Mar | 6,546.38 | 7,077.28 | 6,167.23 | 6,828.46 | 5,686.96 | 6,169.52 |
| Abr | 4,376.54 | 6,507.34 | 6,000.02 | 6,518.36 | 4,473.27 | 5,698.69 |
| May | 3,360.87 | 4,954.22 | 5,662.84 | 5,626.54 | 2,293.48 | 4,682.66 |
| Jun | 2,932.59 | 4,499.34 | 2,507.40 | 2,917.82 | 1,578.20 | 2,727.52 |
| Jul | 1,968.00 | 3,553.80 | 2,339.70 | 1,973.57 | 1,492.43 | 1,455.36 |
| Agos | 1,221.01 | 2,769.56 | 1,966.70 | 1,427.30 | 783.31 | 799.85 |
| Set | 1,129.98 | 2,364.36 | 3,683.69 | 1,037.77 | 1,903.77 | 1,764.23 |
| Oct | 3,254.95 | 4,944.64 | 4,065.55 | 1,960.84 | 3,232.78 | 1,849.56 |
| Nov | 5,009.54 | 4,478.16 | 3,904.10 | 3,780.46 | 1,404.76 | 1,881.20 |
| Dic | 6,708.51 | 6,345.28 | 5,702.95 | 5,982.07 | 4,144.35 | 3,974.02 |

| | | | | | | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Total | 43,877.94 | 59,243.92 | 54,269.26 | 51,636.45 | 37,977.63 | 42,815.51 |
| Prom. | 3,656.50 | 4,936.99 | 4,522.44 | 4,303.04 | 3,164.80 | 3,567.96 |

Fuente: Hidroeléctrica Santa Cruz. Estadística Consolidada 2017

Figura 39: Estadística de Generación de la C. H. Huasahuasi 2012-2017



La generación se ha mantenido inestable desde la puesta en marcha de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi debido a las variaciones presentadas en los caudales de los Ríos Huasahuasi y Huacuas, originado caída de energía generada principalmente en los meses de junio a Setiembre que son meses de estiaje por la zona. Se muestra que las barras de la energía generada no se comportan estables alrededor de los meses de estiaje.

2.5.4. EFICIENCIA ECONÓMICA

2.5.4.1. Rentabilidad

Para conocer la Rentabilidad de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I en el mercado eléctrico peruano desde su ingreso en operación comercial en enero del año 2012, así como su competitividad en la actualidad, es necesario conocer primero la Estructura de las Tarifas de Electricidad en el Perú según el reglamento RER (Recurso Energético Renovable) al cual se encuentra sujeto la Central Huasahuasi I, las cuales detallamos a continuación.

De conformidad con el DL 1002, el Reglamento RER y los contratos adjudicados como resultado de las Subastas de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables, el régimen de remuneración aplicable a la Generación RER es el siguiente:

El Generador RER se compromete a entregar al sistema al menos su Energía Adjudicada (definición 1.4.13 del contrato).

Al Generador RER se le asegura un Ingreso Garantizado igual al producto de su Tarifa de Adjudicación por su Energía Adjudicada, Cuando las inyecciones netas de energía en un Periodo Tarifario sean menores a la Energía Adjudicada, la Tarifa de Adjudicación será reducida aplicando el Factor de Corrección (definiciones 1.4.15, 1.4.18 y 1.4.36, y numeral 6.2.5 del contrato).

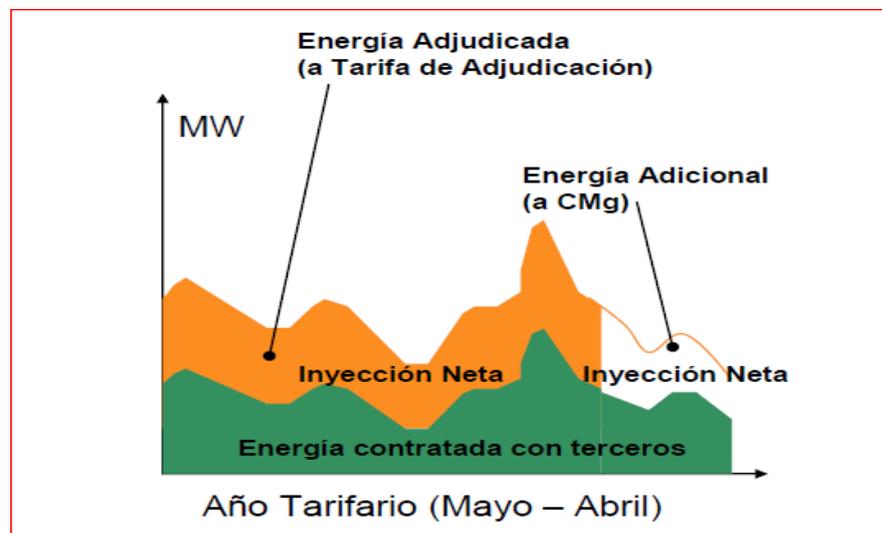
Las inyecciones netas de energía hasta el límite de la Energía Adjudicada, serán remuneradas a la Tarifa de Adjudicación; en tanto las inyecciones netas de energía en exceso a la Energía Adjudicada se remuneran al correspondiente Costo Marginal (numerales 6.2.3 y 6.2.4 del contrato). Al respecto, el Artículo 19° del Reglamento RER define que las inyecciones netas de energía son iguales a la diferencia entre la generación menos los retiros de energía por compromisos contractuales que tenga el Generador RER con terceros.

Se establecerá una Prima sólo en el caso que lo recaudado por ventas de energía (hasta por la Energía Adjudicada) y por potencia en el mercado de corto plazo sea menor que el Ingreso Garantizado (definición 1.4.13 y numerales 6.2.1 y 6.2.7 del contrato).

Para efectos de la primera determinación de la Prima, la Energía Adjudicada será igual a la alícuota del periodo comprendido desde el inicio del Plazo de Vigencia hasta el fin del respectivo Periodo Tarifario (el cual comprende desde el 01 de mayo hasta el 30 de abril).

La Tarifa de Adjudicación se actualizará con frecuencia anual que coincidirá con el final del Periodo Tarifario, de acuerdo con la fórmula contenida en el Anexo 4 del contrato.

Figura 40: Año tarifario SEIN



Fuente: Informe para la publicación de Resolución que fija los Precios en Barra (OSINERGMIN)

Teniendo en cuenta la energía generada por la Central Hidroeléctrica I en los años de generación desde el 2012 hasta 2017, para nuestro cálculo se tomó como referencia el precio de \$5.80 centavos de Dólar el kW-h ofertado por Hidroeléctrica Santa Cruz en el Acta de la Primera Subasta de Suministros de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables (RER). anexo F.

Tabla 53: Precio de adjudicación RER C.H. Huasahuasi I

| Tecnología | Postor | Proyecto | Punto de Suministro | Precio Ofertado (US\$/kWh) |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| Hidroeléctrica | Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C | Central Hidroeléctrica Huasahuasi I | Caripa 138 kV | 5.80 |

Fuente: Acta de la Primera Subasta de Suministros de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables OSINERGMIN.

El valor de la capacidad y la energía generada de la central Huasahuasi I es de:

Tabla 54: Energía generada C.H. Huasahuasi 2012

| 2012 | | |
|--------------|------------------|---------------------|
| | ENERGÍA | VALOR \$ |
| Ene | 2799.8 | 162,388.40 |
| Feb | 4,569.77 | 265,046.66 |
| Mar | 6,546.38 | 379,690.04 |
| Abr | 4,376.54 | 253,839.32 |
| May | 3,360.87 | 194,930.46 |
| Jun | 2,932.59 | 170,090.22 |
| Jul | 1,968.00 | 114,144.00 |
| Agos | 1,221.01 | 70,818.58 |
| Set | 1,129.98 | 65,538.84 |
| Oct | 3,254.95 | 188,787.10 |
| Nov | 5,009.54 | 290,553.32 |
| Dic | 6,708.51 | 389,093.58 |
| Total | 43,877.94 | 2,544,920.52 |

Tabla 55: Energía generada C.H. Huasahuasi 2013

| 2013 | | |
|------|----------|------------|
| | ENERGÍA | VALOR \$ |
| Ene | 5,457.09 | 316,511.22 |
| Feb | 6,292.85 | 364,985.30 |
| Mar | 7,077.28 | 410,482.24 |
| Abr | 6,507.34 | 377,425.72 |
| May | 4,954.22 | 287,344.76 |
| Jun | 4,499.34 | 260,961.72 |
| Jul | 3,553.80 | 206,120.40 |
| Agos | 2,769.56 | 160,634.48 |
| Set | 2,364.36 | 137,132.88 |

| | | |
|--------------|-----------|--------------|
| Oct | 4,944.64 | 286,789.12 |
| Nov | 4,478.16 | 259,733.28 |
| Dic | 6,345.28 | 368,026.24 |
| Total | 59,243.92 | 3,436,147.36 |

Tabla 56: Energía Generada C.H. Huasahuasi 2014

| 2014 | | |
|--------------|-----------|--------------|
| | ENERGÍA | VALOR \$ |
| Ene | 6,396.02 | 370,969.16 |
| Feb | 5,873.06 | 340,637.48 |
| Mar | 6,167.23 | 357,699.34 |
| Abr | 6,000.02 | 348,001.16 |
| May | 5,662.84 | 328,444.72 |
| Jun | 2,507.40 | 145,429.20 |
| Jul | 2,339.70 | 135,702.60 |
| Agos | 1,966.70 | 114,068.60 |
| Set | 3,683.69 | 213,654.02 |
| Oct | 4,065.55 | 235,801.90 |
| Nov | 3,904.10 | 226,437.80 |
| Dic | 5,702.95 | 330,771.10 |
| Total | 54,269.26 | 3,147,617.08 |

Tabla 57: Energía Generada C.H. Huasahuasi 2015

| 2015 | | |
|--------------|-----------|--------------|
| | ENERGÍA | VALOR \$ |
| Ene | 7,124.43 | 413,216.94 |
| Feb | 6,458.84 | 374,612.72 |
| Mar | 6,828.46 | 396,050.68 |
| Abr | 6,518.36 | 378,064.88 |
| May | 5,626.54 | 326,339.32 |
| Jun | 2,917.82 | 169,233.56 |
| Jul | 1,973.57 | 114,467.06 |
| Agos | 1,427.30 | 82,783.40 |
| Set | 1,037.77 | 60,190.66 |
| Oct | 1,960.84 | 113,728.72 |
| Nov | 3,780.46 | 219,266.68 |
| Dic | 5,982.07 | 346,960.06 |
| Total | 51,636.45 | 2,994,914.10 |

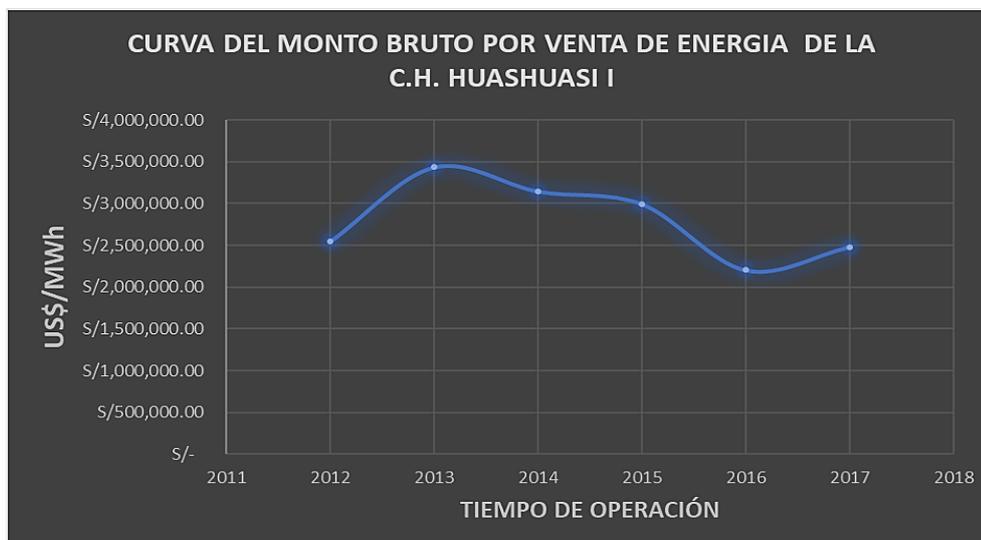
Tabla 58: Energía Generada C.H. Huasahuasi 2016

| 2016 | | |
|--------------|-----------|--------------|
| | ENERGIA | VALOR \$ |
| Ene | 4,818.29 | 279,460.82 |
| Feb | 6,166.03 | 357,629.74 |
| Mar | 5,686.96 | 329,843.68 |
| Abr | 4,473.27 | 259,449.66 |
| May | 2,293.48 | 133,021.84 |
| Jun | 1,578.20 | 91,535.60 |
| Jul | 1,492.43 | 86,560.94 |
| Agos | 783.31 | 45,431.98 |
| Set | 1,903.77 | 110,418.66 |
| Oct | 3,232.78 | 187,501.24 |
| Nov | 1,404.76 | 81,476.08 |
| Dic | 4,144.35 | 240,372.30 |
| Total | 37,977.63 | 2,202,702.54 |

Tabla 59: Energía Generada C.H. Huasahuasi 2017

| 2017 | | |
|--------------|-----------|--------------|
| | ENERGIA | VALOR \$ |
| Ene | 6,522.04 | 378,278.32 |
| Feb | 5,290.86 | 306,869.88 |
| Mar | 6,169.52 | 357,832.16 |
| Abr | 5,698.69 | 330,524.02 |
| May | 4,682.66 | 271,594.28 |
| Jun | 2,727.52 | 158,196.16 |
| Jul | 1,455.36 | 84,410.88 |
| Agos | 799.85 | 46,391.30 |
| Set | 1,764.23 | 102,325.34 |
| Oct | 1,849.56 | 107,274.48 |
| Nov | 1,881.20 | 109,109.60 |
| Dic | 3,974.02 | 230,493.16 |
| Total | 42,815.51 | 2,483,299.58 |

Figura 41: Curva del monto bruto por venta de energía de la C.H. Huasahuasi



Fuente: Elaboración propia a partir de información recopilada de Hidroeléctrica Santa Cruz

2.5.4.2. Interconexión

El sistema de transmisión asociado al proyecto ha sido configurado como resultado de un planeamiento previo que permitió establecer que la central hidroeléctrica Huasahuasi I evacúe su generación a través de la Sub Estación Huasahuasi II, al sistema de transmisión Ninatambo – Chanchamayo mediante conexión en PI en un nivel de tensión de 44kV.

La Energía Eléctrica generada pasa al transformador de potencia ubicado en la subestación de salida adyacente a la casa de máquinas desde donde parte la línea de transmisión que entrega la energía eléctrica al sistema interconectado. La subestación de la CH Huasahuasi I es de una potencia de 10/13 MVA en un nivel de tensión de 6/44-60kV para interconectarse al SEIN mediante una línea de transmisión 44-60kV de 3,5 km con la subestación de la C.H. Huasahuasi II en 44kV mediante la Línea de Transmisión L-6088 en 44kV.

2.5.4.3. Contrato RER

El contrato RER es el resultado de un mecanismo de subasta, en la cual compiten varios ofertantes (proyectos RER) para adquirir la buena pro

para la generación de energía que debe ser suministrada al sistema interconectado nacional (SEIN) por un periodo de entre 20 a 30 años, al precio que resulte adjudicado en la subasta.

Los procesos de licitación tienen el propósito de establecer los precios del suministro eléctrico (potencia y energía asociada) en condiciones de competencia, mediante concursos públicos que finalizan con la suscripción de contratos, entre generadores y distribuidores, que garantizan la atención de los consumidores del sistema eléctrico en el corto y largo plazo. Para garantizar el logro de los fines de las licitaciones, estos procesos se realizan según las bases que aprueba OSINERGMIN y bajo su supervisión. Las licitaciones se realizan según lo dispuesto por la Ley N° 28832 Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica, el D.L. 25844 Ley de Concesiones Eléctricas, sus respectivos reglamentos y demás normativa aplicable.

Marco Normativo

La generación de electricidad con energías renovables (RER) están conformados por varios tipos de tecnologías que brindan el servicio de electricidad, tales como la energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, la biomasa y las pequeñas hidroeléctricas con una capacidad instalada de hasta 20MW. En tal sentido, a pesar de tener un marco regulatorio específico para su promoción, los aspectos generales relacionados con el funcionamiento del mercado, los permisos y concesiones, las obligaciones que tiene como generador, los mandatos de conexión y operación en el sistema interconectado, el arreglo institucional, etc., se sujetan a un marco regulatorio general aplicable para todos los generadores, sean estos renovables o no.

A continuación, mencionaremos las normas generales:

- a. Decreto Ley N° 25844 – Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento (1993). Norma que crea el mercado eléctrico, define los mecanismos para la regulación de tarifas, la supervisión de las actividades eléctricas y establece su arreglo institucional.
- b. Ley N° 28832 – Ley de Generación Eficiente (2006). Norma que perfecciona las reglas establecidas en la Ley de Concesiones.

Promueve licitaciones y contratos de largo plazo. Establece el marco legal para el desarrollo de la transmisión eléctrica, entre otros.

- c. Decreto Ley N° 973 – Ley que establece el Régimen Especial de Recuperación Anticipada del Impuesto General a las Ventas. Norma que establece la devolución del Impuesto General a las Ventas gravadas a la importación y adquisición de bienes de capital nuevos.

Por su parte, las normas aplicables específicamente para las energías renovables son:

- a. Decreto Ley N° 1002 – Ley de Promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de fuentes de energía renovable (2008). Norma que declara de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de electricidad con RER. Define las autoridades competentes y establece los mecanismos de promoción de los proyectos RER.
- b. El Decreto Ley N° 1058 – Ley que promueve la inversión en la actividad de generación con recursos hídricos y con otros recursos renovables (2008). Norma que establece el beneficio de la depreciación acelerada para efectos del Impuesto a la Renta.
- c. Decreto Supremo N° 012-2011-EM – Reglamento de la generación de electricidad con energías renovables. Norma que contiene los criterios técnico - económicos y de detalle de los alcances de la Ley N° 1002 con relación a la producción de electricidad RER para la venta al Sistema Interconectado Nacional.
- d. Decreto Supremo N° 020-2013-EM – Reglamento de la generación de electricidad con energías renovables en áreas no conectadas a red. Norma que contiene los criterios técnico -económicos y de detalle de los alcances de la Ley N° 1002 con relación a la producción de electricidad RER para zonas aisladas y remotas del país.

- e. Resolución OSINERGMIN N° 001-2010-OS/CD – Procedimiento de cálculo de prima para la generación RER.
- f. Resolución OSINERGMIN N° 200-2009-OS/CD – Procedimiento sobre hibridación para generación RER.
- g. Resolución OSINERGMIN N° 289-2010-OS/CD – Procedimiento sobre cálculo de la Energía Dejada de Inyectar por causas ajenas al generador RER (Procedimiento N° 38 del COES).
- h. Resolución OSINERGMIN N° 035-2013- OS/CD – Procedimiento sobre el Ingreso Modificación y Retiro de instalaciones en el SEIN (Procedimiento N° 20 del COES).

El marco regulatorio descrito, específicamente la Ley N° 1002 establece, entre otros aspectos, los siguientes mandatos para promocionar las energías renovables:

- Declara de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de la generación eléctrica mediante el uso de RER.
- Define como Recursos Energéticos Renovables (RER) a las energías renovables no convencionales tales como: biomasa, eólica, solar, geotermia, mareomotriz y a las centrales hidroeléctricas que tengan un tamaño menor o igual a 20 MW (centrales hidroeléctricas RER).
- Establece en 5% de la producción nacional de electricidad, la participación de la electricidad generada con RER. No se incluye en este porcentaje a la energía aportada por las centrales hidroeléctricas RER.
- Establece que el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) es la autoridad nacional competente encargada de promover proyectos que utilicen RER.
- Establece que la promoción de los proyectos RER se desarrollan mediante subastas, las que son conducidas por OSINERGMIN de acuerdo con las pautas elaboradas por el MINEM.
- Establece los siguientes incentivos para los proyectos RER:

Prioridad para el despacho de carga y compra de la energía producida.

Tarifas estables a largo plazo (20 a 30 años) establecidas mediante subastas.

Prioridad para conectarse a las redes de transmisión y distribución, y el pago de costos incrementales generados por el uso de las redes de transmisión y distribución.

Depreciación en forma acelerada de activos hasta en 5 años (a una tasa anual no mayor al 20%) para efectos del impuesto a la renta.

Devolución del Impuesto General a las Ventas gravadas a la importación y adquisición de bienes de capital nuevos.

2.5.5. ESTUDIOS DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Mediante la Resolución Directoral N° 01 23-2010-ANA-DARH, con fecha 29 de marzo del 2010, se resuelve aprobar los estudios de aprovechamiento hídrico de las aguas de los ríos Huasahuasi y Huacuas, así como autorizar la ejecución de obras de aprovechamiento hídrico, con fines energéticos del proyecto Central Hidroeléctrica Huasahuasi I, a favor de la Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.

La empresa Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C, al obtener las autorizaciones de las autoridades competentes para el desarrollo de proyectos hidroenergéticos y de la misma manera al haber conseguido la licencia social de los pobladores de la zona ha concluido con la construcción de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I, cuyos puntos de captación se encuentran en la margen izquierda del río Huasahuasi y en la margen derecha del río Huacuas y de la quebrada Paracshioc. La central es de filo de agua, con 10,38 MW de potencia instalada no tiene lagunas reguladas o represas de regulación horaria, y está ubicada en la Provincia de Tarma, Distrito de Huasahuasi, Departamento de Junín.

2.5.5.1. Descripción general de la cuenca

2.5.5.1.1. Ubicación

A. Política

| | | |
|--------------|---|------------|
| Departamento | : | Junín |
| Provincia | : | Tarma |
| Distrito (s) | : | Huasahuasi |

Figura 42: Provincia de Tarma

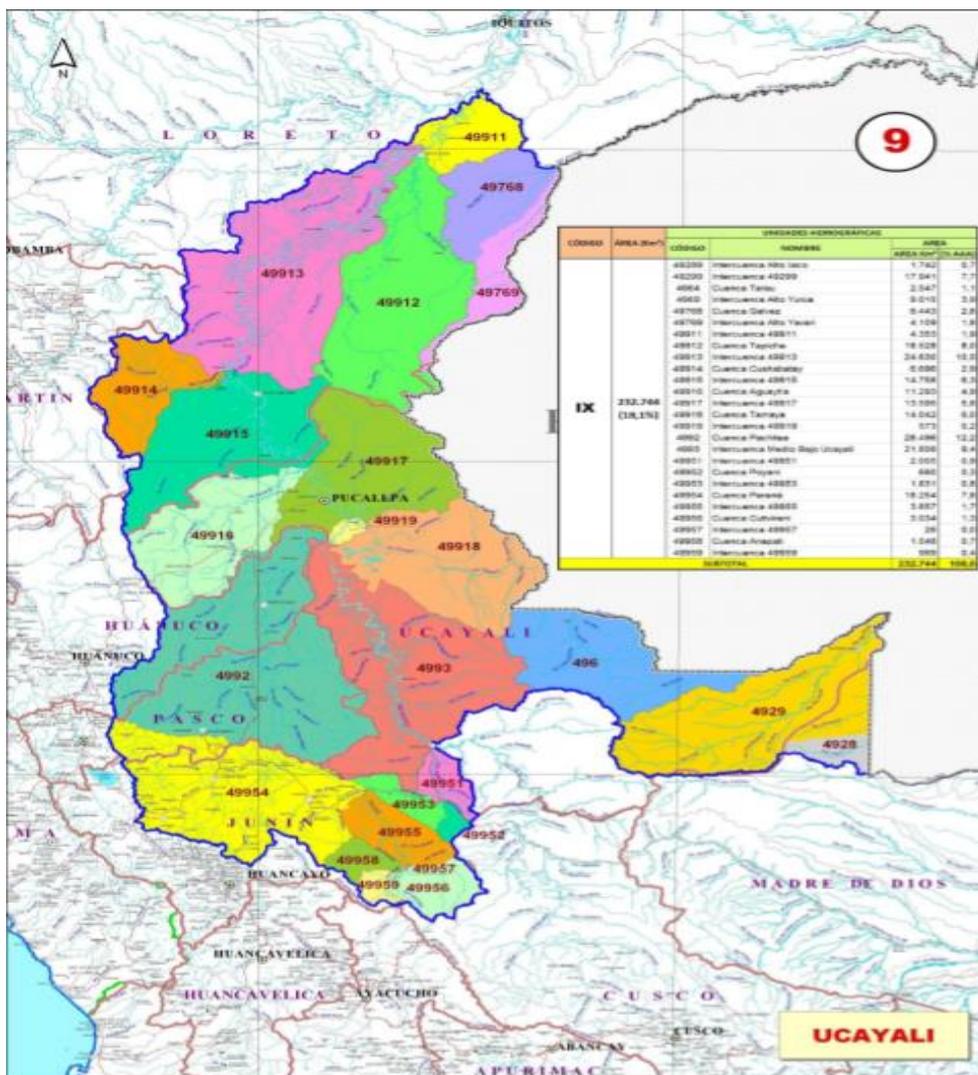


B. Hidrografía

La unidad hidrográfica estudiada se ubica en la parte alta de la cuenca Perené, en la cabecera de la misma, todas pertenecientes a la hoya hidrográfica del Atlántico.

Según la clasificación hecha por la Autoridad Nacional del Agua, la unidad hidrográfica es la cuenca Perené, N° 137, código 49954.

Figura 43: Mapa de ubicación de la unidad hidrográfica



| CÓDIGO | ÁREA (Km²) | UNIDADES HIDROGRÁFICAS | |
|----------|--------------------|------------------------|--------------------------------|
| | | CÓDIGO | NOMBRE |
| IX | 232.744 (18,1%) | 49289 | Intercuenca Alto Iaco |
| | | 49299 | Intercuenca 49299 |
| | | 4964 | Cuenca Tarau |
| | | 4969 | Intercuenca Alto Yurúa |
| | | 49768 | Cuenca Galvez |
| | | 49769 | Intercuenca Alto Yavari |
| | | 49911 | Intercuenca 49911 |
| | | 49912 | Cuenca Tapiche |
| | | 49913 | Intercuenca 49913 |
| | | 49914 | Cuenca Cushabatay |
| | | 49915 | Intercuenca 49915 |
| | | 49916 | Cuenca Aguaytia |
| | | 49917 | Intercuenca 49917 |
| | | 49918 | Cuenca Tamaya |
| | | 49919 | Intercuenca 49919 |
| | | 4992 | Cuenca Pachitea |
| | | 4993 | Intercuenca Medio Bajo Ucayali |
| | | 49951 | Intercuenca 49951 |
| | | 49952 | Cuenca Poyeni |
| | | 49953 | Intercuenca 49953 |
| 49954 | Cuenca Perené | | |
| 49955 | Intercuenca 49955 | | |
| 49956 | Cuenca Cutivireni | | |
| 49957 | Intercuenca 49957 | | |
| 49958 | Cuenca Anapati | | |
| 49959 | Intercuenca 49959 | | |
| SUBTOTAL | | 232.744 | 100,0 |

C. Administrativa

Autoridad Administrativa del Agua: Ucayali

Autoridad Local de Agua: Perené

Ubicación de los puntos de captación y de devolución

Tabla 60: Punto de captación y devolución

| Fuente | Coordenadas UTM-WGS84 | Altitud (m.s.n.m) |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Río Huasahuasi | 434 742 mE y 8 755 130 mN | 2 570 |
| Río Huacuas | 734 387 mE y 8 757 076 mN | 2 554 |
| Quebrada Paracshioc | 434 768 mE y 8 757 616 mN | 2 559 |
| Devolución río CH Huasahuasi I | 436 272 mE y 8 756 164 mN | 2 370 |

En el anexo G se muestran los planos en donde se visualiza las áreas colectoras, punto de captación (bocatomas), puntos de devolución y esquema hidráulico.

D. Accesibilidad a la zona de estudio

Considerando como punto de partida la ciudad de Huancayo, la vía de acceso es la siguiente:

Tabla 61: Vías de acceso a la zona de estudio

| TRAMO | CARRETERA | DISTANCIA (KM) | TIEMPO (MIN) |
|----------------------------------|-----------|----------------|--------------|
| Tarma - desvío a Huasahuasi | Asfaltada | 35 | 30 |
| Desvío a Huasahuasi - Huasahuasi | Afirmada | 15 | 15 |
| TOTAL | | 50 | 45 |

2.5.5.2. Geomorfología a la zona de estudio

La subcuenca del río Huasahuasi está ubicada en la parte oeste o margen izquierda del río Tarma, su cauce principal es el río Huasahuasi (este río

en la parte alta recibe el nombre de quebrada Machaynióc, en la parte media Jatunchaca o Taullish), es uno de los afluentes importantes del Río Tarma, que es el colector de las aguas de la cuenca del mismo nombre. La subcuenca en estudio tiene un área de total de 434,59 km². El río Huasahuasi recorre de oeste a este, su origen se ubica en la salida de laguna de Pucacocha y desemboca sobre el río Tarma. La longitud del cauce del mencionado río es de 40,66 km, bajando de una elevación desde más de 4400 m.s.n.m. (desembocadura de la laguna Pucacocha), hasta los 2175 m.s.n.m. zona donde desemboca sobre el río Tarma.

La Subcuenca de Huasahuasi, tiene un perímetro de 106,12 km, delimitada por la divisoria de las aguas de los principales cerros, orientados de la manera siguiente: por el lado Norte con los cerros de, Raustana Punta, que es el más alto (4951m.s.n.m), Caspajanca Punta (4600m.s.n.m), Jaspapunta (4851m.s.n.m), Portachuelo(4700m.s.n.m), Uchulomay (4600m.s.n.m); por el lado Este, con los cerros, Huyruhuanca (4751m.s.n.m), Pugitario(4486m.s.n.m), Incapalana (4100 m.s.n.m) y Cusipata (3850 m.s.n.m); por el lado Sur con los cerros, Chacma Perdiz (3601 m.s.n.m), Oyrogolan (4117 m.s.n.m) , Pardo Micunan (4150 m.s.n.m) y Rumipuquio (4 200 m.s.n.m); por el lado Oeste con los cerros, Tanguish (360 1 m.s.n.m), Pilatarayoc Rumí (4250 m.s.n.m), Puypuy (4189 m.s.n.m), Morrión Punta (4300 m.s.n.m) , Suamachay (4541 m.s.n.m), Mamancocha (4300 m.s.n.m), Antacocha (4500 m.s.n.m), León Cocha (4544 m.s.n.m), Machac Punta (4600 m.s.n.m) y Ayraccacca (4500 m.s.n.m).

El río Huasahuasi, que es el colector principal de la subcuenca del mismo nombre, recibe las aguas que discurren por las quebradas húmedas, siendo uno de sus principales afluentes el río Huacuas, que se unen a 5,00 km aguas arriba de la unión con el río Tarma.

Siendo el río Huasahuasi el curso principal de la subcuenca del mismo nombre, su clasificación corresponde a un régimen perenne, considerando la constancia de la escorrentía, estando el referido río con agua todo el tiempo, con variaciones en periodos bien definidos: aguas altas, en los meses de enero a abril, aguas bajas entre junio y octubre y de transición en los meses restantes.

2.5.5.2.1. Parámetros geomorfológicos de la subcuenca Huasahuasi.

Los parámetros geomorfológicos de la subcuenca Huasahuasi, se determinó, utilizando la Carta Nacional de Tarma, Hoja 23-L, a escala 1 1100 000; proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Área de Drenaje: 434,59 km².

Perímetro: 106,12 km.

Índice de Gravelius o Coeficiente de Compacidad (Kc): es igual a 1,43 el cual indica que la unidad hidrográfica es ligeramente alargada, que reduce la probabilidad de que sea cubierta en su totalidad por una tormenta, lo que afecta el tipo de respuesta del río Huasahuasi.

Factor de forma (Kf): es igual a 0,26, es un valor bajo, por lo tanto, está menos sujeta a crecientes que otra del mismo tamaño, pero con un mayor factor de forma.

2.5.5.2.2. Orden de las Corrientes de Agua.

El sistema de drenaje de la subcuenca Huasahuasi está constituido por la corriente principal y sus tributarios; su importancia es capital para definir los efectos y la rapidez del drenado de los escurrimientos.

El río Huasahuasi tiene su origen en la laguna Pucacocha, luego de recorrer 40.66 km se une con el río Tarma. El río Huasahuasi, es alimentado de aguas superficiales provenientes de las partes altas de la Cordillera de los Andes, lagunas, lluvias y manantiales que corren por las corrientes de agua, acumuladas por el río Huasahuasi en todo su recorrido. Se tiene 91 corrientes de primer orden, 21 corrientes de segundo orden, 2 corrientes de tercer orden y 2 corrientes de cuarto orden. La red de drenaje de la subcuenca Huasahuasi

es de cuarto orden, el cual indica que es una unidad hidrográfica bien drenada y además demuestra que el Río Huasahuasi presenta un enorme potencial hídrico a nivel temporal y espacial.

Densidad de corriente (Dc): tiene el valor 0,65 cauces o corrientes/km².

Densidad de drenaje (Dd): es igual a 0,65 km/km².

Las equivalencias de la densidad de corriente y de densidad de drenaje son valores pequeños, lo cual demuestra que la unidad hidrográfica presenta alta densidad de drenaje, suelos poco erosionables y cobertura vegetal densa.

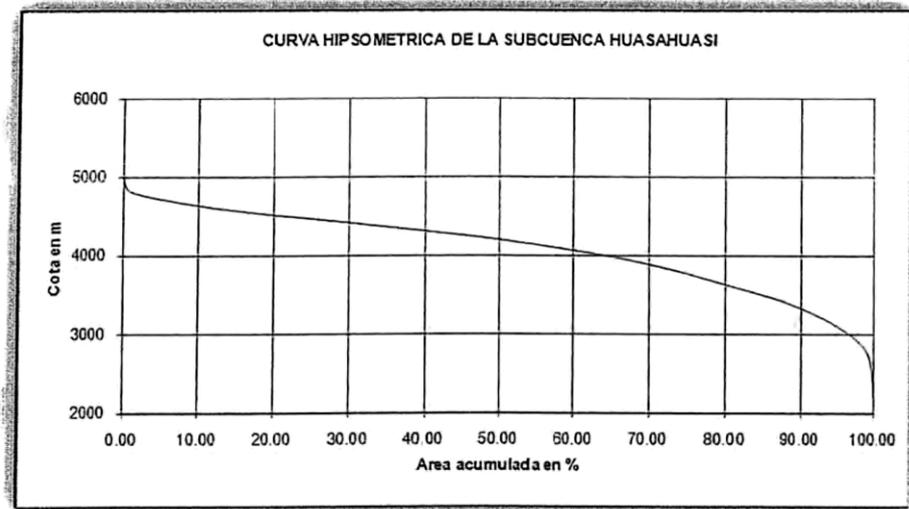
2.5.5.3. Pendiente media.

La pendiente media de la subcuenca en estudio, de acuerdo al criterio del Rectángulo Equivalente es 10%; este valor expresa una importante y compleja relación con la infiltración, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea al flujo en los cauces. Es uno de los factores físicos que controlan el tiempo que lleva el agua de la lluvia para concentrarse en los lechos pluviales que constituyen la red de drenaje de las hoyas.

2.5.5.3.1. Curva hipsométrica.

La curva hipsométrica, nos muestra el relieve que presenta la subcuenca, a través de la representación gráfica de la relación entre las elevaciones del terreno y las superficies acumuladas por debajo o por encima de dicha elevación. A partir de la curva hipsométrica, se observa que la subcuenca Huasahuasi, es una unidad hidrográfica con valles profundos y praderas amplias, geológicamente se trata de una subcuenca joven.

Figura 44: Curva Hipsométrica de la Subcuenca Huasahuasi



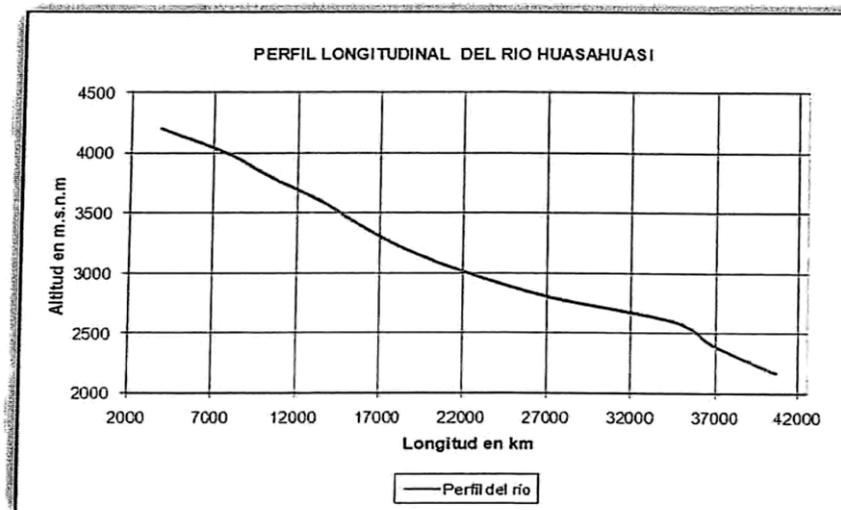
Con esta curva podemos determinar la elevación media de la subcuenca:

La elevación media de la subcuenca de Huasahuasi es de 3876,19 m.s.n.m.

2.5.5.3.2. Pendiente del río Huasahuasi

El perfil longitudinal del río Huasahuasi va desde la cota mínima de 2175 m.s.n.m hasta la cota máxima de 4200 m.s.n.m, recorriendo una longitud total de 40,66 km. Por lo tanto, la pendiente media del río es de 5%. En la Figura 45 se muestra un perfil Longitudinal del río Huasahuasi.

Figura 45: Curva Hipsométrica de la Subcuenca Huasahuasi



2.5.5.4. Inventario de fuentes de aguas superficiales de la cuenca sistema de cuencas u corrientes

Las fuentes de aguas superficiales de la subcuenca Huasahuasi están conformadas por las aguas que se encuentran en las lagunas, las aguas que discurren por las quebradas y/o ríos y las que afloran en los manantiales y bofedales.

También, en el ámbito de la subcuenca Huasahuasi, se encuentran 48 lagunas que ocupan un área aproximada de 6, 16 km². Entre las principales tenemos a la laguna de Pucacocha en cuya salida de agua tiene su origen el río Huasahuasi, la laguna Maniacocha en donde se inicia el río Huacuas. Además, se tiene las lagunas de: Canchiscocha, Jaspajanca, Huascacocha y otros.

Se cuenta además con infraestructura hidráulica en la zona:

- Estación hidrométrica Huasahuasi aguas arriba de la bocatoma Huasahuasi.
- Estación hidrométrica Huacuas aguas arriba de la bocatoma Huacuas.
- Bocatomas: Huasahuasi, Huacuas.

2.5.6. NIVELES DE CAUDAL

Caudal

Se denomina caudal en hidrografía, hidrología y en general, en geografía física, al volumen de agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinados. Se refiere fundamentalmente al volumen hidráulico de la escorrentía de una cuenca hidrográfica concentrada en el río principal de la misma. Suele medirse en m³/s lo cual genera un valor anual medido en m³ o en hm³ (un hm³ equivale a un millón de m³) que puede emplearse para planificar los recursos hidrológicos y su uso a través de embalses y obras de canalización. El caudal de un río se mide en los sitios de aforo. El comportamiento del caudal de un río promediado a lo largo de una serie de años constituye lo que se denomina régimen fluvial de ese río.

2.5.6.1. Caudales en época de avenidas

Para la determinación de la avenida máxima del río Huacuas, se utilizó la disponibilidad de información proporcionada por Hidroeléctrica Santa Cruz. Para nuestro caso la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I cuenta con información de caudales máximas y mínimos de avenidas.

2.5.6.2. Caudales en época de estiaje

2.5.6.2.1. Determinación de la precipitación media anual en las cuencas

Para la determinación de la precipitación media anual en la cuenca se han considerado la estación Huasahuasi, Comas, Runatullo, Angasmayo, Ingenio, Marcapomacocha, San Ramón, San Eloy y Satipo. Como el territorio de la cuenca presenta zonas de sierra y ceja de selva (en mayor porcentaje), en estas condiciones la distribución espacial de la precipitación tiene un comportamiento especial.

La precipitación en la zona de selva tiene un comportamiento convectivo, como se muestra en la estación San Eloy de Singayacu, por encima de la altitud de esta estación la precipitación tiene una relación inversa, es decir a mayor altitud

menor cantidad de precipitación, este fenómeno se da hasta los 3800m.s.n.m aproximadamente, y por encima de esta altitud existe una relación directa, es decir, a mayor altitud se incrementa la precipitación.

Para el análisis de la precipitación con influencia en la zona de sierra de la cuenca Tulumayo se tomó en cuenta las estaciones de Runatullo, Comas, Angasmayo, Ingenio y Huasahuasi, la estación de Marcapomacocha se dejó de lado porque presenta un alto grado de dispersión con respecto a las otras estaciones. En la Tabla 62 se muestra los detalles de las estaciones con influencia en la zona sierra.

Tabla 62: Estaciones con influencia en la zona sierra de la cuenca del Tulumayo

| N° | Estación | Periodo de registro histórico | Altitud (m.s.n.m) | Precipitación media anual (mm) |
|-----------|-----------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Runatullo | 1960-2011 | 3475 | 958.54 |
| 2 | Comas | 1960-2011 | 3640 | 869.85 |
| 3 | Huasahuasi | 1960-2011 | 3359 | 567.61 |
| 4 | Angasmayo | 1967-2009 | 3261 | 771.68 |
| 5 | Ingenio | 1967-2009 | 3422 | 797.06 |

Con los valores de la precipitación anual de las estaciones en el periodo 1960-2011 se realizó una correlación entre la precipitación media anual (mm) en función de la altitud H (m.s.n.m), en la Figura 46 se muestra la ecuación de correlación.

Para el análisis de la precipitación con influencia en la zona de ceja de selva del área de la cuenca Tulumayo, se tomó en cuenta las estaciones de San Ramón, San Eloy de Singayacu y Satipo; en la Tabla N°63 se muestra los detalles de las estaciones.

Con los valores de la precipitación anual del periodo 1960-2011 se estableció una correlación entre la precipitación media anual (mm) en función de la altitud H (m.s.n.m), que se muestra en la Figura 47.

Figura 46: Correlación precipitación-altitud de las estaciones con influencia en la zona sierra.

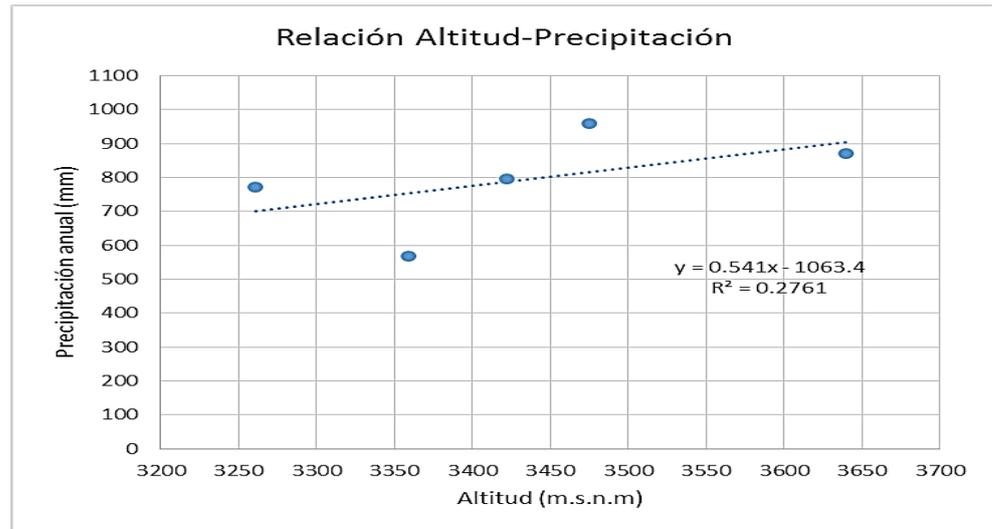
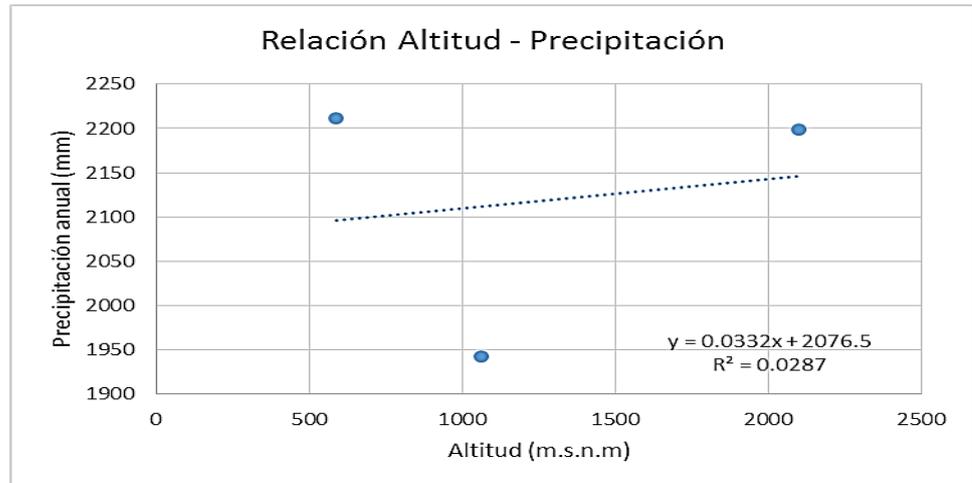


Tabla 63: Estaciones con influencias en la zona selva de la cuenca del Tulumayo

| N° | Estación | Periodo de registro histórico | Altitud (m.s.n.m) | Precipitación media anual (mm) |
|----|-----------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 1 | San Ramón | 1960-2011 | 1061 | 1943.17 |
| 2 | San Eloy de Singayacu | 1960-2011 | 2100 | 2199.02 |
| 3 | Satipo | 1960-2011 | 588 | 2211.90 |

Figura 47: Correlación precipitación - altitud de las estaciones con influencia en la zona selva



Luego de haber realizado el análisis de correlación precipitación altitud en el que no se encontró correlación coherente de las estaciones analizadas se optó por generar un mapa de Isoyetas en toda la cuenca en el que se distribuya de la mejor manera la precipitación en la zona.

En base al valor de la precipitación total anual calculada mediante el método de las Isoyetas se ha generado la precipitación areal en cada cuenca (véase las Tablas 64 al 68), luego con el registro histórico de precipitación mensual de la estación pluviométrica Huasahuasi se ha generado el registro de precipitación media mensual en el área de las cuencas de interés. En las Figuras 48 al 52 se muestran los histogramas resultantes.

Los resultados de series históricas de precipitación mensual obtenidas para cada cuenca se muestran en el Anexo H.

Tabla 64: Cálculo de la Precipitación Áreal en la Cuenca de la Estación Hidrométrica Huasahuasi

| Curva de Isoyeta Sup. (mm) | Curva de Isoyeta Inf. (mm) | Valor de Isoyeta media Pi (mm) | Área de Influencia AI (km ²) | Pi*AI |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|----------|
| 1500 | 1500 | 1500 | 58.82 | 88230 |
| 1500 | 1000 | 1250 | 62.43 | 78037.5 |
| 1000 | 800 | 900 | 44.69 | 40221 |
| 800 | 500 | 650 | 78.2 | 50830 |
| 500 | 500 | 500 | 11.38 | 5690 |
| Total = | | | 255.52 | 263008.5 |
| Precipitación media (mm) = | | | | 1029.3 |

Tabla 65: Cálculo de la Precipitación Áreal en la Cuenca de la Bocatoma Huasahuasi

| Curva de Isoyeta Sup. (mm) | Curva de Isoyeta Inf. (mm) | Valor de Isoyeta media Pi (mm) | Área de Influencia AI (km ²) | Pi*AI |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|----------|
| 1500 | 1500 | 1500 | 58.82 | 88230 |
| 1500 | 1000 | 1250 | 62.43 | 78037.5 |
| 1000 | 800 | 900 | 44.69 | 40221 |
| 800 | 500 | 650 | 78.2 | 50830 |
| 500 | 500 | 500 | 19.19 | 9595 |
| Total = | | | 263.33 | 266913.5 |
| Precipitación media (mm) = | | | | 1013.6 |

Tabla 66: Cálculo de la Precipitación Áreal en la Cuenca de la Estación Hidrométrica Huacuas

| Curva de Isoyeta Sup. (mm) | Curva de Isoyeta Inf. (mm) | Valor de Isoyeta media Pi (mm) | Área de Influencia AI (km ²) | Pi*AI |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|--------|
| 1500 | 1500 | 1500 | 36.29 | 54435 |
| 1500 | 1000 | 1250 | 36.28 | 45350 |
| 1000 | 800 | 900 | 18.3 | 16470 |
| 800 | 500 | 650 | 24.94 | 16211 |
| 500 | 500 | 500 | 1.94 | 970 |
| Total = | | | 117.75 | 133436 |
| Precipitación media (mm) = | | | | 1133.2 |

Tabla 67: Cálculo de la Precipitación Áreal en la Cuenca de la Bocatoma Paracshioc

| Curva de Isoyeta Sup. (mm) | Curva de Isoyeta Inf. (mm) | Valor de Isoyeta media Pi (mm) | Área de Influencia AI (km ²) | Pi*AI |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|---------|
| 1500 | 1000 | 1250 | 10.23 | 12787.5 |
| 1000 | 800 | 900 | 9.51 | 8559 |
| 800 | 500 | 650 | 3.2 | 2080 |
| Total = | | | 22.94 | 23426.5 |
| Precipitación media (mm) = | | | | 1021.2 |

Tabla 68: Cálculo de la Precipitación Áreal en la Cuenca de la Estación Hidrométrica Huasahuasi 2

| Curva de Isoyeta Sup. (mm) | Curva de Isoyeta Inf. (mm) | Valor de Isoyeta media Pi (mm) | Área de Influencia AI (km ²) | Pi*AI |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|--------|
| 1500 | 1500 | 1500 | 95.11 | 142665 |
| 1500 | 1000 | 1250 | 116.24 | 145300 |
| 1000 | 800 | 900 | 79.78 | 71802 |
| 800 | 500 | 650 | 116.88 | 75972 |
| 500 | 500 | 500 | 24.29 | 12145 |
| Total = | | | 432.3 | 447884 |
| Precipitación media (mm) = | | | | 1036.0 |

Figura 48: Histograma de precipitación mensual - Cuenca estación hidrométrica Huasahuasi

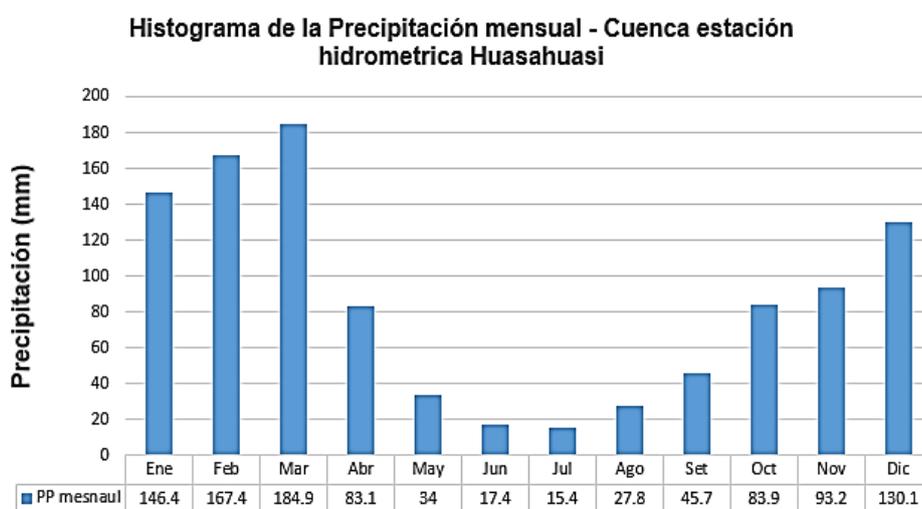


Figura 49: Histograma de precipitación mensual - Cuenca estación hidrométrica Huacuas

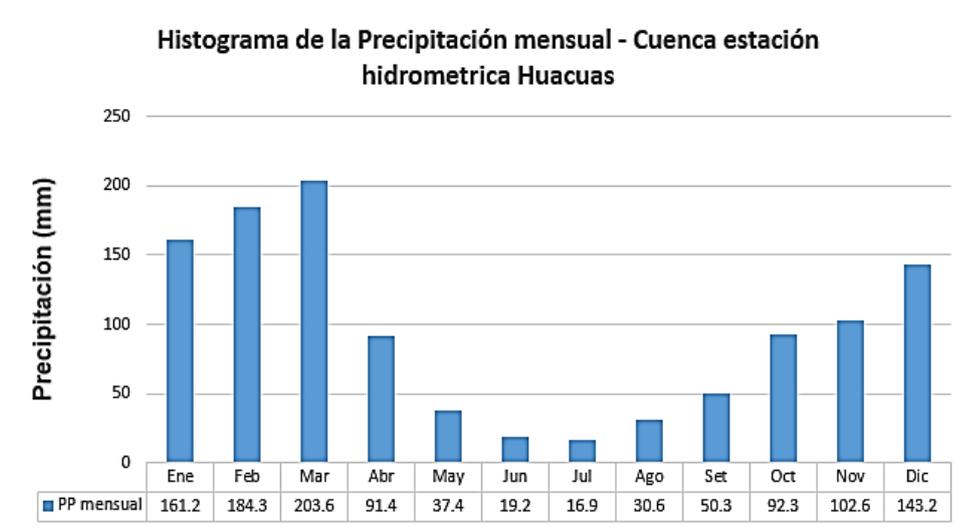


Figura 50: Histograma de precipitación mensual - Cuenca estación Bocatoma Huashuasi

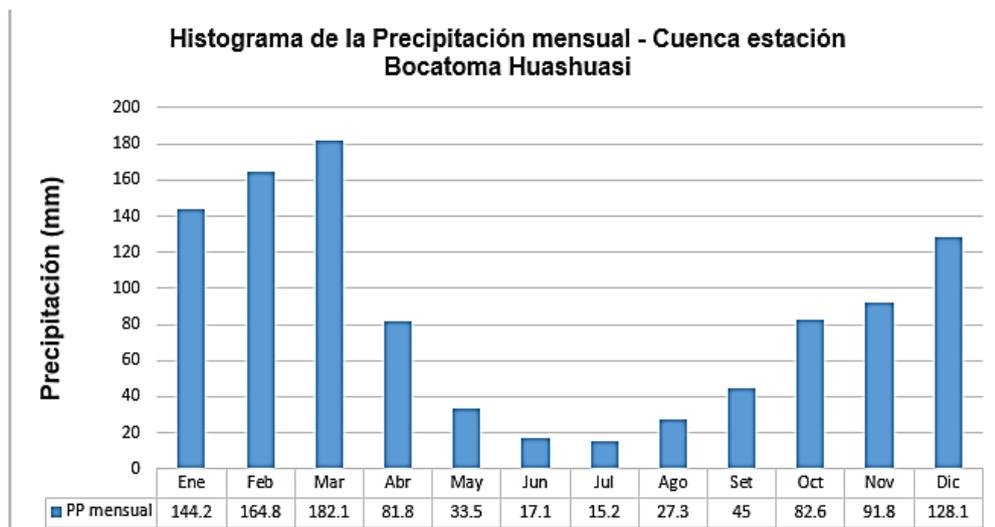


Figura 51: Histograma de precipitación mensual - Cuenca estación Bocatoma Paracshioc

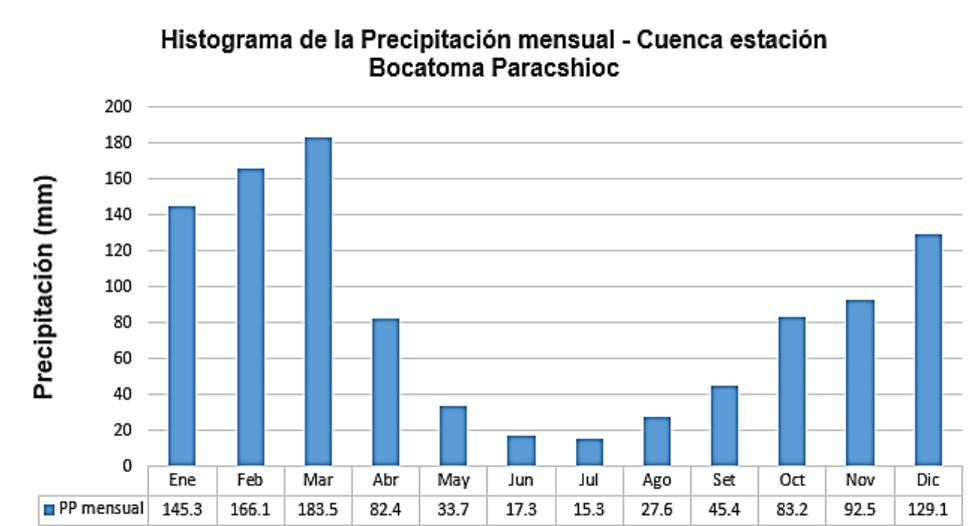
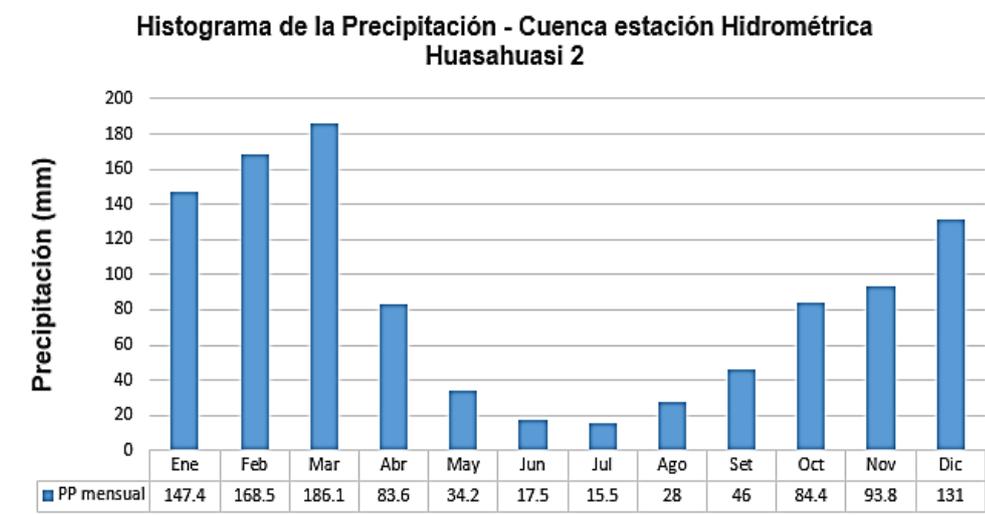


Figura 52: Histograma de precipitación mensual - Cuenca estación Hidrométrica Huasahuasi 2



2.5.6.2.2. Tratamientos de la información hidrométrica

A continuación, se presenta un análisis realizado con la información hidrométrica disponible por parte del SENAMHI, EDEGEL, CENTROMÍN, CEMENTO ANDINO y estaciones instaladas por GCZ.

A. Análisis de la información hidrométrica

En la cuenca del Huasahuasi la empresa GCZ ha instalado estratégicamente 2 estaciones hidrométricas antes de las 2 bocatomas (Huasahuasi y Huacuas) para poder medir los caudales provenientes de las cuencas a analizar, en la Tabla 69 se muestra los detalles de las estaciones analizadas.

Tabla 69: Estaciones Hidrométricas analizadas

| Cuenca/Subcuenca | Estación | Altitud (m.s.n.m) | Latitud Sur | Longitud Oeste | Periodo de registro | N° de años |
|--------------------------|------------------|-------------------|--------------|----------------|---------------------|------------|
| Perene/Huasahuasi | Huasahuasi 2 | 2300 | 11°15'26'' | 75°34'26'' | 2002-2010 | 9 |
| Perené | Yanango | 1472 | 11°11'15'' | 75°28'10'' | 2000-2009 | 10 |
| Perené | Chuquisunga | 1850 | 11°13'14.9'' | 75°39'57'' | 1989-2004 | 16 |
| Paucartambo | Yuncan | 1880 | 11°11'00'' | 75°28'00'' | 1965-1995 | 30 |
| Huasahuasi | Huasahuasi (GCZ) | 2600 | 11°15'55'' | 75°36'8'' | 2013-2016 | 3 |
| Huasahuasi | Huacuas (GCZ) | 2440 | 11°14'51'' | 75°35'14'' | 2013-2016 | 3 |

a. Estación Hidrométrica Huasahuasi

La estación hidrométrica Huasahuasi se encuentra ubicada aguas arriba de la bocatoma Huasahuasi en el río Huasahuasi.

Se trata de una estación provista de un carro huero desde donde se hacen los aforos y cuenta con equipos de registro automático y manual instalados en una torre de concreto, en la Figura 53 se puede observar la estación. Las características de los equipos de medición son:

- Registro mediante equipos que miden la presión atmosférica y la presión del agua en el tubo instalado

junto a la torre de concreto. Por diferencia entre ambos registros se obtiene del nivel del agua en la estación. Este registro es horario.

- Registro visual de niveles en la regla instalada junto a la torre de concreto, se realiza 3 veces al día a las 6, 12 y 18 horas.

En la estación se han hecho aforos mensuales desde el inicio de operación octubre del 2013. En la Figura 54 se muestra la curva de altura hidrométrica vs. Caudal que se ha construido con los aforos que se han realizado.

En la Figura 55 se muestra un análisis gráfico del registro de caudales en la estación comparando lo registrado horariamente en los sensores con lo registrado 3 veces al día por el lectorista.

Figura 53: Estación hidrométrica Huasahuasi

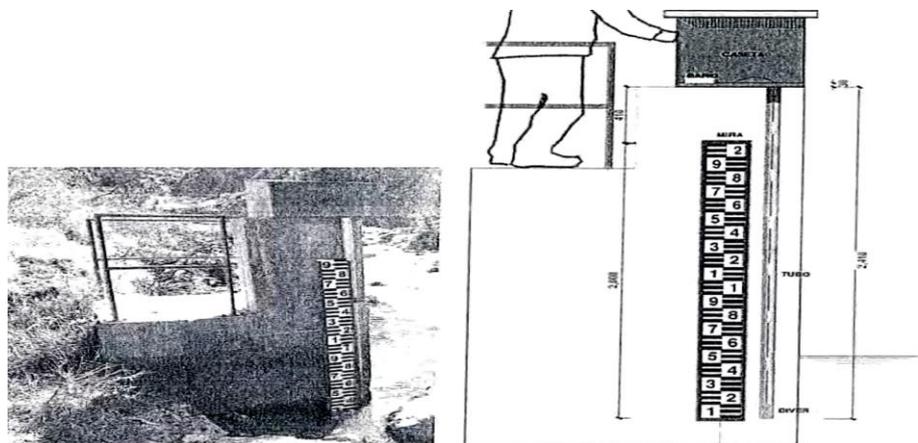


Figura 54: Curva de Descarga – Estación Huasahuasi

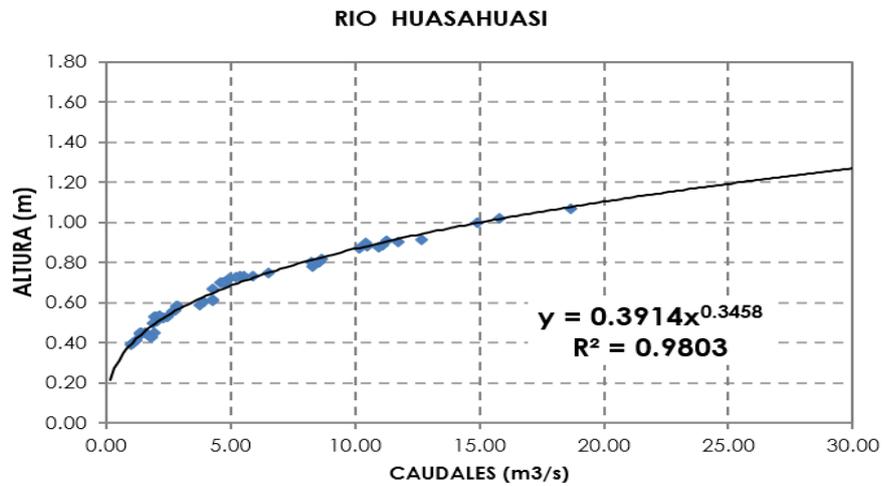
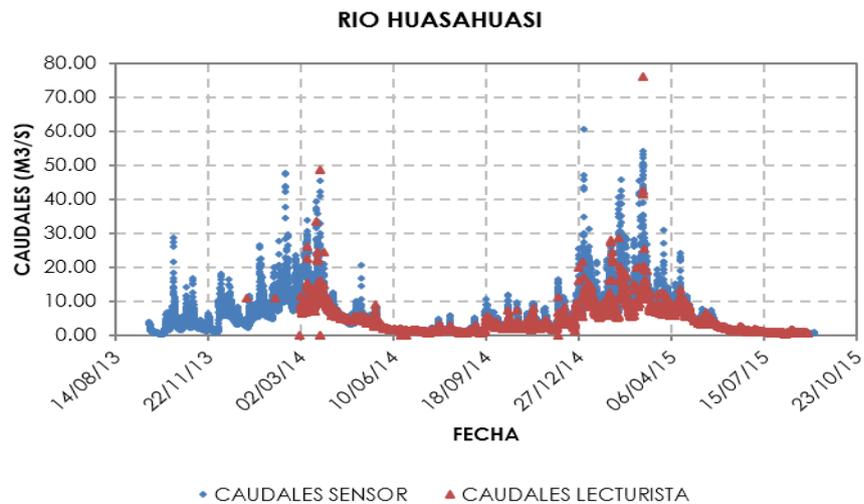


Figura 55: Registro de Caudales - Estación Huasahuasi



b. Estación Huacuas

La estación hidrométrica Huacuas se encuentra ubicada aguas arriba de la bocatoma Huasahuasi en el río Huacuas.

Se trata de una estación provista de un carro huaro desde donde se hacen los aforos y cuenta con equipos de registro automático y manual instalados en una torre de concreto, en la Figura 56 se puede observar la estación. Las características de los equipos de medición son:

Registro mediante equipos que miden la presión atmosférica y la presión del agua en el tubo instalado junto a la torre de concreto. Por diferencia entre ambos registros se obtiene del nivel del agua en la estación. Este registro es horario.

Registro visual de niveles en la regla instalada junto a la torre de concreto, se realiza 3 veces al día a las 6, 12 y 18 horas.

En la estación se han hecho aforos mensuales desde el inicio de operación octubre del 2013. En la Figura 57 se muestra la curva de altura hidrométrica vs. Caudal que se ha construido con los aforos que se han realizado.

En la Figura 58 se muestra un análisis gráfico del registro de caudales en la estación comparando lo registrado horariamente en los sensores con lo registrado 3 veces al día por el lectorista.

Figura 56: Estación hidrométrica Huacuas

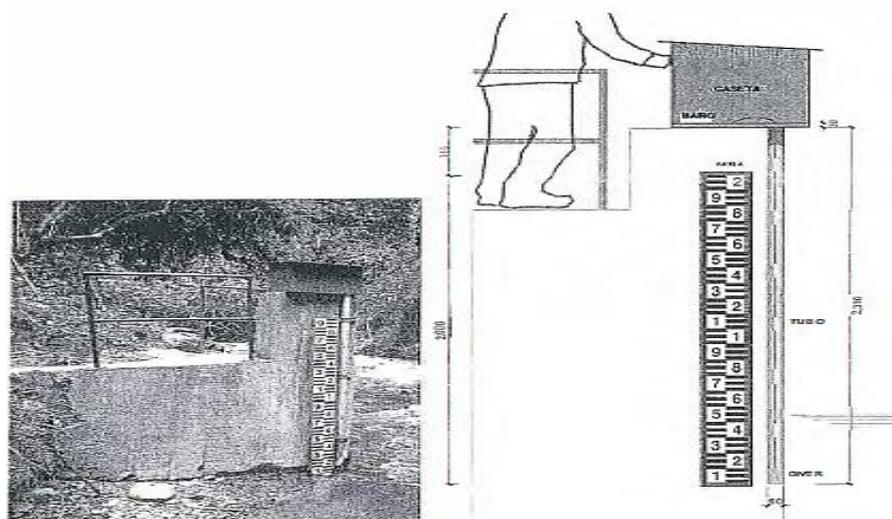


Figura 57: Curva de Descarga - Estación Huacuas

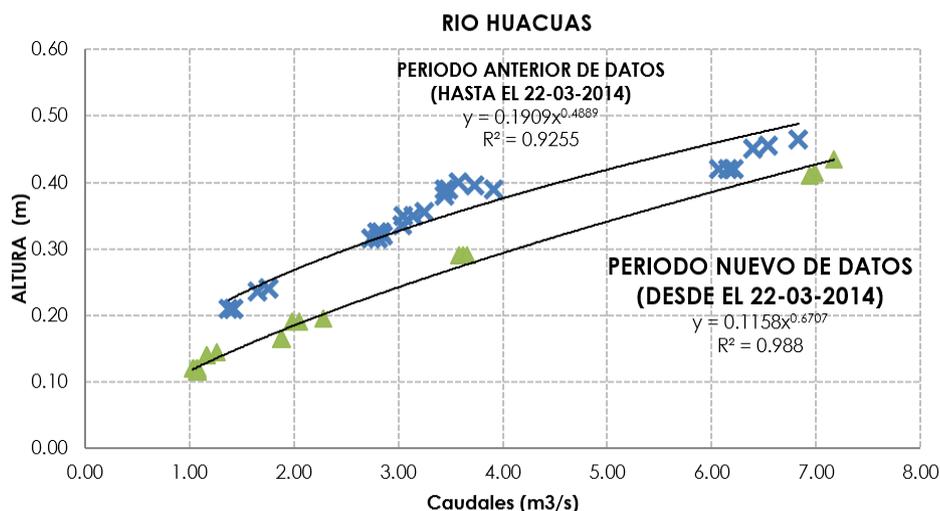
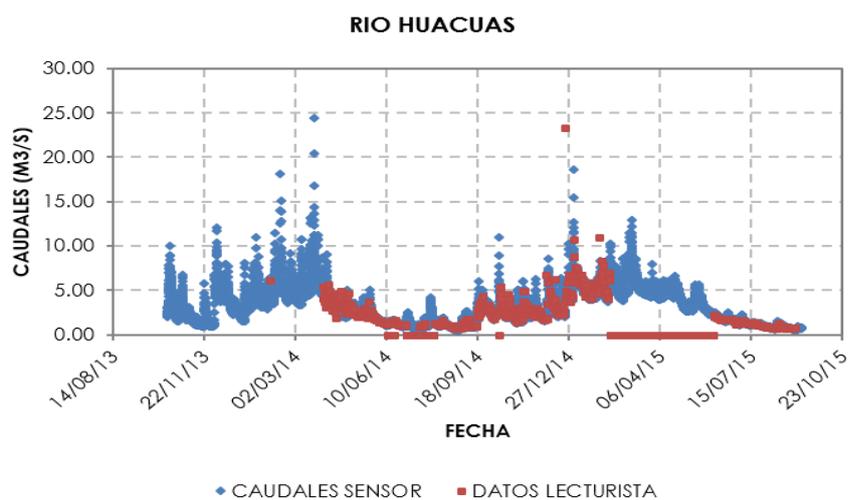


Figura 58: Registro de Caudales - Estación Huacuas



c. Análisis de doble masa

Se utiliza para tener una cierta confiabilidad en la información, así como también, para analizar la consistencia en lo relacionado a errores que pueden producirse durante la obtención de los mismos, y no para una corrección a partir de la recta de doble masa, y que pueden detectarse por el quiebre o quiebres significativos que presenten estos diagramas. Sólo con la finalidad de análisis de doble masa y contar con una

información histórica en cada de una de las estaciones evaluadas, los datos faltantes se completaron con el promedio mensual. Las estaciones para ser estudiadas se han agrupado de acuerdo a su periodo común. El primer grupo lo conforman las estaciones de Yanango, Tambo de Chuquisunga y Yuncan, el segundo grupo las estaciones de Huasahuasi 2 y Carpapata.

En el primer grupo se analizó el periodo 1965-2009, sus valores acumulados se compararon con la estación promedio, en donde se observa que las estaciones no tienen quiebres significativos. El segundo grupo fue evaluado el periodo 2002-2010, en donde se observa que no tienen quiebres significativos.

d. Análisis estadístico

Después de obtener los gráficos construidos para el análisis visual y de doble masa, los periodos de posible corrección, y los períodos de datos que se mantendrán con sus valores originales, se procede al análisis estadístico de saltos, tanto en la media como en la desviación estándar y el análisis de tendencias en la media y en la desviación estándar. En las Tablas 70 al 72 se presenta el resultado del análisis realizado.

Tabla 70: Periodo dudoso y confiable del grupo 1 de estaciones hidrométricas analizadas

| Grupo | Estaciones | Periodo dudoso | Periodo confiable |
|--------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1 | Yuncan | | 1965 - 1995 |
| | Yanango | | 2000 - 2009 |
| | Tambo de Chuquisunga | 1989 - 1999 | 2000 - 2004 |

Tabla 71: Periodo dudoso y confiable del grupo 2 de estaciones hidrométricas analizadas

| Grupo | Estaciones | Periodo dudoso | Periodo confiable |
|-------|--------------|----------------|-------------------|
| 2 | Huasahuasi 2 | | 2002 -2010 |
| | Carpapata | | 2002 - 2010 |

Tabla 72: Análisis de homogeneidad del grupo 1 de estaciones hidrométricas analizadas (a=0.05)

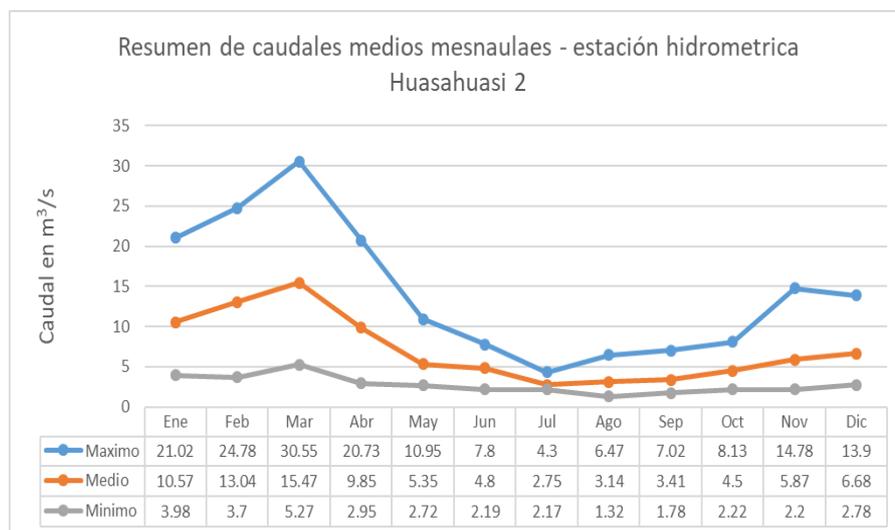
| Estaciones | Prueba de T | | Prueba de F | | Mediana | | Varianza | | Periodos | | Homogéneo |
|----------------------|-------------|------|-------------|------|---------|-------|----------|--------|-----------|-----------|-----------|
| | Tc | Tt | Fc | Ft | U(1) | U(2) | Var(1) | Var(2) | P(1) | P(2) | |
| Tambo de Chuquisunga | 0.17 | 1.97 | 1.24 | 1.47 | 18.95 | 19.31 | 207.61 | 167.56 | 1989-1999 | 2000-2004 | Si |

B. Completación y extensión de la información hidrométrica

La estación está ubicada aguas debajo de la confluencia del río Huasahuasi y Huacuas y fue implementada por la empresa Cemento Andino, la data histórica es desde el año 2002 al 2010, con registro de caudales medios mensuales. Con la información libre de saltos y sin tendencia en la media y en la desviación estándar de las estaciones en estudio, la información fue procesada para obtener los caudales completos y extendidos para un registro de 49 años (1965-2013) tomando como estación base las estaciones hidrométricas de Yanango, Yuncan y Chuquisunga.

Los resultados se muestran en el anexo I. En la Figura 59 se presenta el resumen de los resultados de caudales extendidos en la estación hidrométrica Huasahuasi sobre el río Huasahuasi.

Figura 59: Resumen de Caudales Medios Mensuales - Estación Hidrométrica Huasahuasi 2



De la Figura 59, resumen de caudales medios mensuales se puede observar que los caudales mínimos fueron de 2.19 m³/s en junio, 2.17 m³/s en julio, 1.32 m³/s en agosto y 1.78 m³/s en setiembre este caudal mínimo se apreció en los meses de julio a setiembre, que son los meses más secos.

2.5.6.3. Turbulencias y Residuos

Los ríos Huasahuasi y Huacuas son de color cristalino a lo largo de la mayor parte de la extensión del proyecto por ser una zona eminentemente agrícola.

2.5.6.3.1. Calidad del Agua

De acuerdo a la clasificación de los cuerpos de agua superficiales aprobado con la Resolución Jefatural No 202-20 10 -ANA, la Subcuenca Huasahuasi está dentro de la cuenca del río Perené la cual está clasificada con la categoría 3 y clase 3, es decir para riego de vegetales y bebida de animales.

La calidad del agua no es determinante para este tipo de proyectos, ya que el agua solo se utiliza de pasada, no es para consumo, ni riego, ni uso doméstico.

2.5.7. NORMAS LEGALES

2.5.7.1. ANA

Es la Autoridad Nacional del Agua (ANA), del Ministerio de Agricultura y Riego, de acuerdo a la Ley N°29338 - Ley de Recursos Hídricos, es el ente rector y máxima autoridad técnico normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, el cual es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

La ANA fue creada el 13 de marzo del 2008 por el Decreto Legislativo N°997, con el fin de administrar conservar, proteger y aprovechar los recursos hídricos de las diferentes cuencas de manera sostenible, promoviendo a su vez la cultura del agua.

La ANA es un organismo especializado, que pertenece al Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI).

Funciones:

- Administra y vigila las fuentes naturales de agua.
- Autoriza volúmenes de agua que utilizan y/o distribuyen los prestadores de servicios de agua (EPS y Juntas de regantes).
- Evalúa instrumentos ambientales.
- Otorga derechos de uso de agua, autorizaciones de vertimiento y reúso de agua residual tratada.
- Autoriza obras en fuentes naturales de agua.
- Conduce el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos.

2.5.7.1.1. Organización de la Autoridad Nacional del Agua

Esta organizado de manera descentralizada a través de las 14 Autoridades Administrativas de Agua (AAA), 71 Administraciones Locales de Agua (ALA) y 12 Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca (CRHC)

2.5.7.1.2. Labor de las Autoridades Administrativas de Agua

Dirige y ejecuta el manejo de los recursos hídricos a nivel de cuencas de gestión; se aprueban estudios y obras de aprovechamiento de agua; otorga derechos de uso de agua y autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas y de ejecución de obras; vigila el uso de las fuentes de agua y supervisa el cumplimiento del pago de retribución económica. Además, realizan estudios, inventarios, monitoreo y la gestión de riesgos en glaciares, lagunas y fuentes de aguas subterráneas.

2.5.7.1.3. Labor de las Administraciones Locales de Agua

Administra los recursos hídricos en sus respectivos ámbitos territoriales. Las ALAs apoyan a las AAA en sus funciones, entre ellas, capacitaciones, acciones de sensibilización y campañas de comunicación orientadas a promover la cultura del agua a nivel nacional.

2.5.7.1.4. Consejos de recursos hídricos de cuenca

Son espacios institucionales de diálogo, donde los actores relacionados a la gestión del agua en las cuencas (actores locales y regionales) discuten sus problemas a fin de llegar a consensos, tomando acuerdos y comprometiéndose con la implementación de las acciones que planifiquen en sus respectivas cuencas.

2.5.7.2. OEFA (Organismo de evaluación y fiscalización ambiental)

Es un organismo público técnico especializado, adscrito al Ministerio del Ambiente, encargado de la fiscalización ambiental y de asegurar el adecuado equilibrio entre la inversión privada en actividades económicas y la protección ambiental. La OEFA es, además, el ente Rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA).

La OEFA se creó en el año 2008 mediante Decreto Legislativo N° 1013 – Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, e inició sus actividades de fiscalización ambiental directa en el año 2010.

La fiscalización ambiental que desarrolla el OEFA es un macro proceso integrado por las siguientes funciones:

- **La función evaluadora:** comprende la vigilancia y monitoreo de la calidad del ambiente y sus componentes (v. gr. agua, aire, suelo, flora y fauna). Además, implica la identificación de pasivos ambientales del Subsector Hidrocarburos.
- **La función de supervisión directa:** contempla la verificación del cumplimiento de obligaciones ambientales fiscalizables. Asimismo, comprende la facultad de dictar medidas preventivas, mandatos de carácter particular y requerimientos de actualización de instrumentos de gestión ambiental.

- **La función de fiscalización y sanción:** comprende la investigación de la comisión de posibles infracciones administrativas, y la imposición de sanciones, medidas cautelares y correctivas.
- **La función de aplicación de incentivos:** mediante la cual se administra el Registro de Buenas Prácticas Ambientales y se otorgan incentivos para promover el sobrecumplimiento de la normativa ambiental.

A la fecha, se encuentran bajo la competencia de la OEFA los sectores de minería (mediana y gran minería), energía (hidrocarburos y electricidad), pesquería (procesamiento pesquero industrial y acuicultura de mayor escala) e industria manufacturera (rubros de cerveza, papel, cemento, curtiembre, fundición de metales, biocombustible, elaboración de bebidas, elaboración de azúcar y otros).

Las demás actividades económicas se encuentran bajo la competencia de las Entidades de Fiscalización Ambiental (EFA) de ámbito nacional, regional o local, que conforman el SINEFA. Respecto de dichas entidades, el OEFA ejerce una función normativa y una función supervisora a las EFA.

En materia de Organismos Vivos Modificados (OVM), la OEFA es competente para la vigilancia, control, supervisión, fiscalización y sanción en cuanto al cumplimiento de obligaciones fiscalizables relacionadas a la liberación de OVM.

La fiscalización ambiental que realiza la OEFA promueve una protección ambiental efectiva a través de la transparencia, la participación ciudadana y la capacitación en fiscalización ambiental. Para ello, cuenta con el Servicio de Información Nacional de Denuncias Ambientales (SINADA) mediante el cual todo ciudadano puede presentar una denuncia respecto a hechos que podrían constituir infracciones ambientales y realiza diversos talleres, foros, entre otros espacios académicos dirigidos a la población en general.

La eficiente fiscalización ambiental de la OEFA crea y fortalece lazos de confianza entre la población y las empresas. La pronta identificación de

incumplimientos a la normativa ambiental previene la génesis de conflictos socioambientales, y en aquellos casos en los que persiste la conflictividad, la OEFA cumple un importante rol en la gestión de los citados conflictos, brindando información técnica en los espacios de diálogo a efectos de facilitar la adopción de acuerdos.

2.5.7.2.1. Marco Jurídico

- Constitución Política del Perú
- Decreto Legislativo N°1013, Ley de creación del Ministerio del Ambiente
- Ley N°28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
- Reglamento de la Ley N°28245-Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental aprobado por Decreto Supremo N°008-2005-PCM.
- Ley N°286611, Ley General del Ambiente.
- Ley N°29325 Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- Ley N°30011- Ley que modifica la Ley N°29325 (Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental).
- Decreto Supremo N°012-2009-MINAM. Norma que aprueba la Política Nacional del Ambiente.
- Ley N°28804, Ley que regula la Declaratoria de Emergencia Ambiental.
- Reglamento de la Ley N°28804, aprobado por Decreto Supremo –PCM

2.5.7.3. ALA

Figura 60: Administración Local del Agua Tarma

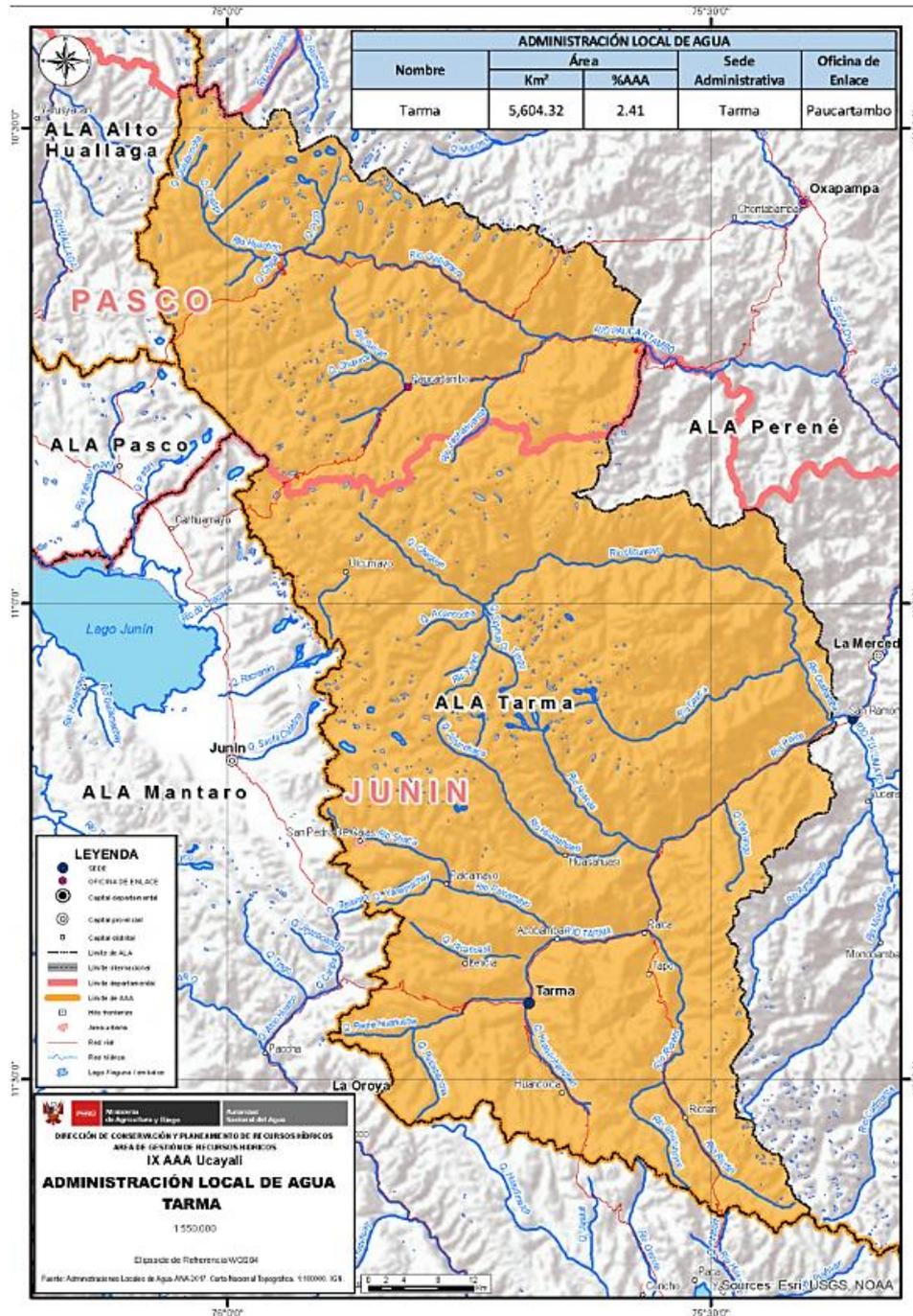


Figura 61: Ficha Técnica ALA Tarma

FICHA TÉCNICA

Administración Local de Agua Tarma

Aprobado por: Resolución Jefatural Nº 124-2017-ANA

1. **Ubicación:** Región Hidrográfica del Amazonas.
IX Autoridad Administrativa del Agua Ucayali.

Situada en la parte central este del territorio nacional, ocupando espacios de la región natural de la Sierra del lado oriental de la Cordillera de los Andes y en la parte baja la región Selva Alta (Rupa Rupa).

2. **Superficie:** 5,604.32 km² (2.41% de AAA)

3. **Limites:**

Norte: ALA Perene (AAA Ucayali).

Este: ALA Perene (AAA Ucayali).

Sur: ALA Mantaro (AAA Mantaro).

Oeste: ALA Mantaro y Pasco (AAA Mantaro) y la ALA Alto Huallaga (AAA Huallaga).

4. **Oficinas Administrativas:**

Sede Administrativa: Tarma (Dpto. Junin).

Oficinas de Enlaces: Paucartambo (Dpto. de Pasco).

5. **Unidades hidrográficas que lo conforman.**

| Cod. | Unidad Hidrográfica | Superficie | |
|--------|---------------------|-----------------|--------|
| | | km ² | %ALA |
| 499544 | Cuenca Paucartambo | 1,768.34 | 31.55 |
| 499548 | Cuenca Ucumayo | 1,579.68 | 28.19 |
| 499549 | Cuenca Palca | 2,256.39 | 40.26 |
| Total | | 5,604.32 | 100.00 |

6. **Recursos Hídricos Superficiales:**

El sistema hidrográfico natural del ámbito de la ALA está formado por el área de drenaje de la cuenca Perene, corresponde al Tramo I del sistema hidrográfico de la AAA Ucayali por estar ubicado en la cabecera de este sistema, tiene como ríos principales a los siguientes.

| Río | km | Q (m ³ /s) |
|-------------|----|-----------------------|
| Paucartambo | 40 | S/D |
| Oxabamba | 97 | S/D |
| Palca | 27 | S/D |

Sobre los ríos señalados se precisa, la longitud de recorrido de los ríos son medidos hasta el límite de la ALA, ellos concluye en el ámbito de la ALA Perene por ser afluentes del río Perene.

7. **Recursos Hídricos Regulados:**

No presenta Sistemas de Regulación y/o Derivación Trasdina.

8. **Recursos Hídricos Subterráneas:**

No presenta aprovechamiento de aguas subterráneas.

9. **Referencias Cartográficas de Limites:**

Se han establecido 44 puntos de referencia (cotas) que señalizan los límites del ámbito de la Administración Local de Agua Tarma.

Ambito Politico-Administrativo.

| Administración Local de Agua | | | Regiones Políticas | | | Provincias | | |
|------------------------------|--------------------|-------|--------------------|-----------------|-------|-------------|-----------------|-------|
| Nombre | Área | % AAA | Nombre | Área | | Nombre | Área | |
| | (km ²) | | | km ² | % ALA | | km ² | % ALA |
| Tarma | 5,604.32 | 2.4 | Junin | 3,971.14 | 70.9 | Chanchamayo | 608.49 | 10.9 |
| | | | | | | Jauja | 176.99 | 3.2 |
| | | | | | | Junin | 807.62 | 14.4 |
| | | | | | | Tarma | 2,378.03 | 42.4 |
| | | | Pasco | 1,633.18 | 29.1 | Pasco | 1,633.18 | 29.1 |

FUENTE: ANA-DCPRH-2017.

2.6. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

a. Producción de energía

Capacidad que tiene una Central Hidroeléctrica para generar energía eléctrica eficientemente a su máxima carga de trabajo, obtenidos de fuentes naturales virtualmente inagotables.

b. Encauzamiento de ríos

Medidas y acciones orientadas a la preservación, conservación y uso sostenible de los sistemas hídricos a lo largo de sus fuentes y cauces naturales, a través de actividades que comprende la estabilización de la cuenca mediante zanjas, construcción de presas, forestación.

Son obras importantes que sirven para almacenar agua en época de lluvias y utilizarla en época de estiaje. De esa manera, se podrá enfrentar demandas hídricas actuales y futuras de uso y gestión multisectorial, así como desafíos que puedan presentarse por el cambio climático.

c. Época de estiaje

Es la época del año comprendido entre los meses de abril a noviembre donde los ríos presentan disminución del recurso hídrico (agua) por falta de lluvias.

d. Cuenca hidrográfica.

Conjunto de reservorios naturales o artificiales cuyas aguas fluyen hacia los ríos o hidroductos del sistema de generación hidráulica de una central o centrales.

e. Caudal.

Es el volumen medio de agua recogido en un intervalo de tiempo

f. Río.

Corriente natural de agua continua que desemboca en otra similar, en un lago o en el mar.

CAPÍTULO III

MÉTODOLÓGÍA

3.1. MÉTODO, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En concordancia con los propósitos de este trabajo de investigación y de la naturaleza del problema hallado, el tipo de investigación se enmarca dentro de la Investigación: CIENTÍFICO - EXPERIMENTAL, porque nos permitirá demostrar la validez, aplicabilidad, importancia práctica y con la mira a descubrir y dar respuesta al problema general de nuestro trabajo: ¿Cuál es el efecto del encauzamiento del Río Huacuas en la producción de energía en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi después del periodo 2012 - 2017?

3.1.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El Método General aplicado es el Método Científico y de acuerdo a la naturaleza de la investigación, el diseño es del tipo de investigación básica y del nivel descriptivo, como se detalla a continuación:

- Tipo de investigación básica; ya que en nuestra investigación se aplican conocimientos científicos de ingeniería a partir de la observación del funcionamiento de los fenómenos de la realidad para buscar resultados de eficiencia y producción de energía.

Al respecto Castro en su libro teoría y práctica de la investigación científica del año 2016 menciona que la investigación básica, pura o sustancial recoge información de la realidad objetiva para enriquecer el conocimiento científico mediante el descubrimiento de principios y leyes (27).

- Nivel explicativo; en cuanto tiene como propósito buscar las relaciones de causa - efecto entre las variables del objeto de estudio.

Al respecto Castro en su libro teoría y práctica de la investigación científica del año 2016 menciona que el nivel explicativo, explica las causas que originan un fenómeno y la verificación de hipótesis causales y explicativas. Responde a la pregunta ¿por qué? (27).

A partir de ésta comprobamos que la producción de energía se incrementará con el encauzamiento del río HUACUAS en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica HUASAHUASI periodo 2018.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño utilizado en el presente estudio es el PRE EXPERIMENTAL, porque no existe la posibilidad de comparación de grupo, consistente en administrar un tratamiento o estímulo en la modalidad post prueba.

Al respecto Espinoza en su libro metodología de investigación tecnológica pensado en sistemas del año 2014 indica que se utilizan estos diseños cuando se sabe que existen variables extrañas que pueden influir en la variable dependiente, pero no se sabe qué variables son y por lo tanto no se pueden controlar (28).

Nuestro diseño se esquematiza de la siguiente manera

O1 X O2

O1 : Producción de energía en épocas de estiaje antes del encauzamiento.

Xi : Encauzamiento del rio HUACUAS

O2 : Producción de energía en épocas de estiaje después del encauzamiento.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

Nuestra población de estudio está constituida por los datos de producción de energía de los años 2012 hasta el 2017 de la CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUASAHUASI I, ubicados en zona de CACHIYACU, Distrito de HUASAHUASI, Provincia de TARMA de la Región JUNÍN.

3.3.2. MUESTRA

La muestra está conformada 24 meses de producción de energía de los meses de estiaje (junio – noviembre) de los años 2014 - 2017 de la CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUASAHUASI I.

Para fines de nuestra investigación se toma como muestra NO PROBABILÍSTICA, y el tipo de muestreo es INTENCIONADO.

- **CARACTERÍSTICAS DE LA CENTRAL HUASAHUASI I**

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| Potencia Instalada | 10.00 MW |
| Número de Generadores | 2 |
| Tipo de Turbina | Francis Simple |
| Caudal de diseño | 6.5 m ³ /s |
| Salto | 187.1 m |
| Tensión de Generación | 6.0 KV |
| Tensión de Entrega | 44.00 KV |

- **TURBINA**

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Tipo: | Francis Eje Horizontal |
| Salto Neto: | 188 m |
| Caudal Nominal: | 2.3m ³ /s |
| Potencia: | 5MW |
| Velocidad Nominal: | 720 rpm |
| Velocidad de Embalsamiento: | 1000 rpm |

3.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para nuestra investigación se utilizó la técnica de la OBSERVACIÓN para la recopilación de datos históricos y estadísticos, con la obtención de datos documentados de curvas de generación y potencias años y semestres. Así también con el apoyo de instrumentos de fichas de observación, la estadística general de los registros diarios, semanales y mensuales. Esto datos no servirá para analizar y comparar el antes y después del encauzamiento del río Huacuas.

3.5. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

Las informaciones obtenidas mediante el instrumento de recolección de datos son expresadas a través de cuadros estadísticos y gráficos, utilizando la media aritmética, la mediana, la moda, desviación estándar, coeficiente de variación; datos que nos permitirán hacer visibles y objetivos los resultados experimentales obtenidos. Para la prueba de hipótesis se recurrió a las curvas de caudales y potencia de la central Huasahuasi. Para todo el tratamiento y procesamiento de los datos adquiridos se empleó el programa I.B.M. SPSS v.19

Tabla 73: Tabla comparativa de Caudales

| Tabla comparativa de caudales | | | | | | | |
|--------------------------------------------|-------|--------------|--------------------------------------------|------|--------|--------------|------------------------------|
| Mes de avenidas | | | Mes de estiajes | | | | |
| RESUMEN DE CAUDALES ESTACION DE CONTROL | | | RESUMEN DE CAUDALES ESTACION DE CONTROL | | | | |
| Mes | ENERO | Río Huacuas | | Mes | Agosto | Río Huacuas | |
| Año | 2015 | Promedio (m) | Descarga (m ³ /s) | Año | 2015 | Promedio (m) | Descarga (m ³ /s) |
| Día | | | Día | | | | |
| 1 | 0.50 | 7.17 | 1 | 0.11 | 0.86 | | |
| 2 | 0.44 | 5.39 | 2 | 0.10 | 0.80 | | |
| 3 | 0.42 | 5.02 | 3 | 0.10 | 0.80 | | |
| 4 | 0.43 | 5.26 | 4 | 0.10 | 0.80 | | |
| 5 | 0.42 | 5.02 | 5 | 0.11 | 0.86 | | |
| 6 | 0.42 | 5.02 | 6 | 0.11 | 0.86 | | |
| 7 | 0.42 | 5.02 | 7 | 0.10 | 0.80 | | |
| 8 | 0.38 | 3.98 | 8 | 0.10 | 0.74 | | |
| 9 | 0.40 | 4.54 | 9 | 0.10 | 0.74 | | |
| 10 | 0.40 | 4.54 | 10 | 0.10 | 0.74 | | |
| 11 | 0.37 | 3.76 | 11 | 0.10 | 0.74 | | |
| 12 | 0.35 | 3.36 | 12 | 0.11 | 0.86 | | |
| 13 | 0.32 | 2.79 | 13 | 0.13 | 1.19 | | |
| 14 | 0.31 | 2.70 | 14 | 0.13 | 1.19 | | |
| 15 | 0.35 | 3.36 | 15 | 0.12 | 0.99 | | |
| 16 | 0.33 | 2.97 | 16 | 0.11 | 0.93 | | |
| 17 | 0.31 | 2.70 | 17 | 0.11 | 0.93 | | |
| 18 | 0.33 | 2.97 | 18 | 0.11 | 0.93 | | |
| 19 | 0.31 | 2.61 | 19 | 0.11 | 0.86 | | |
| 20 | 0.32 | 2.79 | 20 | 0.10 | 0.80 | | |
| 21 | 0.33 | 3.06 | 21 | 0.10 | 0.74 | | |
| 22 | 0.37 | 3.87 | 22 | 0.10 | 0.80 | | |
| 23 | 0.37 | 3.76 | 23 | 0.10 | 0.80 | | |
| 24 | 0.37 | 3.76 | 24 | 0.10 | 0.80 | | |
| 25 | 0.35 | 3.46 | 25 | 0.10 | 0.80 | | |
| 26 | 0.37 | 3.76 | 26 | 0.10 | 0.74 | | |
| 27 | 0.35 | 3.36 | 27 | 0.10 | 0.74 | | |
| 28 | 0.49 | 6.88 | 28 | 0.09 | 0.69 | | |
| 29 | 0.39 | 4.20 | 29 | 0.10 | 0.74 | | |
| 30 | 0.40 | 4.43 | 30 | 0.10 | 0.80 | | |
| 31 | 0.42 | 4.90 | 31 | 0.10 | 0.80 | | |
| MAXIMO | 0.50 | 7.17 | MAXIMO | 0.13 | 1.19 | | |
| MINIMO | 0.31 | 2.61 | MINIMO | 0.09 | 0.69 | | |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE ENCAUZAMIENTOS DE RÍOS

El encauzamiento es un tipo de defensa ribereña que consiste en una estructura hidráulica que se ubica en la ribera de un cauce y que tiene como función prevenir el desborde por inundación y la erosión provocada por fenómenos hidrológicos de máximas avenidas.

Existen diferentes tipos de encauzamientos que son usados como defensas ribereñas para los cauces fluviales, que se construyen en ambas márgenes del río, su selección depende de los parámetros hidráulicos la máxima avenida del río, la topografía del cauce, socavación general del cauce, consisten en estructuras diseñadas en base a los principios de la ingeniería hidráulica. Su diseño y ejecución requieren conocimientos y experiencia especializada. Se emplean para prevenir y controlar el desbordamiento del río y erosión en las riberas, estas estructuras son:

- Diques de tierra con enrocado de protección en la cara húmeda del dique
- Muros de gaviones
- Muros de gravedad de concreto ciclópeo y muro de concreto armado

Las funciones de las defensas ribereñas son:

- Protección contra las inundaciones o desbordamiento a consecuencia de la máxima avenida del río
- Protección de las riberas contra la erosión
- Recuperación de áreas inundables dentro de la faja marginal

- Control y redirección del curso fluvial para la protección de la ribera.

Las estructuras que se utilizan para encauzamiento de ríos son: Enrocado, Gaviones y Muros de concreto.

Al seleccionar una de estas tres alternativas debemos tener en cuenta la función que debe cumplir como obra de encauzamiento.

4.1.1. ENROCADO

Este sistema consta de un terraplén y un revestimiento de enrocado. La sección del dique posee una sección trapezoidal típica, cuya altura depende del tirante de diseño.

El reporte HEC-11 define al enrocado o escollera como “una capa o recubrimiento flexible de roca, colocada para prevenir la erosión, socavamiento o desprendimiento de una estructura o terraplén”. Esta capa, que puede ser continua o discontinua, se coloca en el lado húmedo del terraplén.

La roca en el revestimiento es uno de los materiales más utilizados por su disponibilidad general y compatibilidad ambiental. Mientras mayor sea la roca a utilizar se tiende a garantizar mejor la protección de las orillas contra la erosión, es necesario seleccionar un tamaño de roca adecuado de acuerdo a las características hidrológicas e hidráulicas del río.

La superficie rugosa de este revestimiento ofrece mayor resistencia al flujo corriente que una superficie naturalmente lisa, lo que reduce la energía del flujo. Una buena selección de rocas y un diseño de entramado pueden ayudar a prevenir que el material del revestimiento sea arrastrado por corrientes provocadas por grandes precipitaciones y los escombros que éstas arrastran. La calidad de la roca:

- La roca debe ser sana, dura, de cantera,
- Debe ser resistente al agua y a los esfuerzos de corte
- Se recomienda las rocas ígneas como: granito, granodiorita, diorita, basalto, riolita, etc., con densidad relativa $DR \gg 2$
- La mejor forma de la roca es la angulosa

- La estabilidad del enrocado depende de la forma, tamaño, peso, durabilidad de las piedras.

Los enrocados son más estables en pendientes ligeras, con una pendiente entre 1:2 y 1:4. Son adaptables a una gran variedad de condiciones locales y material disponible. Se puede usar apropiadamente en los bancos de canales naturales, estructuras de caída hidráulica, uñas de enrocados, en las transiciones de superficies de concreto a superficies cubiertas de vegetación, etc.

La estabilidad del revestimiento depende no solamente del tipo y construcción del enrocado, sino además del tipo y composición del filtro.

El filtro protege al suelo de la erosión debido a la corriente de agua y de flujos subterráneos; y evita el movimiento de las partículas finas que conforma el suelo protegido.

Hay que notar que dependiendo de las condiciones de diseño el flujo en el filtro puede tener componentes:

- A lo largo del enrocado en la dirección del alineamiento del río
- Hacia arriba o hacia abajo del talud del enrocado
- Perpendicular al talud
- Hacia adentro o hacia fuera del suelo protegido

Se puede tener filtros de material granular, o filtros de geotextil

La altura de la uña dependerá de la máxima socavación esperada y las pendientes dependerán principalmente del ángulo de reposo del material constituyente y de la topografía.

4.1.2. GAVIONES

Los gaviones son elementos prismáticos muy flexibles, fabricados con mallas de alambre de acero fuertemente galvanizado, tejidos mediante una doble torsión.

Las características de los gaviones están dadas por: la abertura de la malla o cocada, el calibre de los alambres tanto de malla como de bordes y de amarres y el tipo de recubrimiento que estos tienen.

Las especificaciones técnicas de los materiales deben adecuarse a las realidades de cada zona, pues existen elementos muy importantes a considerar en el diseño como: características topográficas, hidráulicas y químicas, la pendiente del cauce, los materiales de arrastre y en suspensión, etc.

La Defensa Ribereña de protección con gaviones será una estructura monolítica y sumamente flexible, que será capaz de absorber acentuadas erosiones y asentamientos sin perder su eficiencia. Será una estructura continua, homogénea, y que sumará a la solidez de la piedra la resistencia de la malla.

Los gaviones son aplicables cuando el flujo es subcrítico, cuando el material rocoso de gran tamaño escasea, cuando la pendiente de la ribera es muy empinada y cuando la velocidad del flujo es excesiva para revestimiento de enrocados con material de diámetro menor. Se debe evitar que el material de relleno contenga óxido de hierro, gran alcalinidad o compuestos salinos para proteger el material del alambre de posibles problemas que se puedan originar en el futuro.

Las mayores ventajas del uso de este tipo de defensa ribereña incluyen: flexibilidad y versatilidad en la forma, permeabilidad, bajo impacto ambiental y ventajas económicas. Como todos los revestimientos, tiene flexibilidad limitada, pues se flexionarán con el hundimiento del talud hasta que se produzca la falla cuando la resistencia a la tensión de la malla sea excedida.

4.1.3. MUROS DE CONCRETO

Los muros de concreto pueden cumplir uno o dos objetivos en común: encauzamiento y contención.

- Los muros de encauzamiento son estructuras que permiten la canalización o redirección del flujo de un río con el fin de evitar inundaciones ocasionales y conseguir las condiciones predeterminadas de diseño.
- Los muros de contención son estructuras permanentes capaces de contener presiones laterales que tienden a desplazar linealmente y rotacionalmente a la estructura. Se presentan dos fuerzas actuantes sobre los muros de contención: horizontales (empuje activo del terreno, empuje pasivo y sobrecargas) y verticales (peso del relleno, peso propio de la estructura y sobrecargas). En resumen, la carga del empuje lateral produce esfuerzos en

el muro, que puede comportarse como un elemento sometido a flexión, cortante y flexo compresión.

Suárez Díaz recomienda considerar los siguientes aspectos para el diseño de un muro de contención:

- Capacidad para resistir esfuerzos de corte y momento internos generados por las presiones del suelo y demás cargas.
- Seguridad contra el volcamiento.
- Seguridad contra el desplazamiento lateral.
- Las presiones no deben sobrepasar la capacidad de soporte en la cimentación.
- Los asentamientos y distorsiones deben limitarse a valores tolerables
- Prevenir la erosión del suelo por debajo y delante del muro debido a flujos hidrológicos y escorrentía.
- Evitar la presencia de presiones de agua detrás del muro.
- Estabilidad frente a deslizamiento de todo tipo.

4.1.3.1. Clasificación

Se pueden considerar dos tipos de estructura:

4.1.3.1.1. Muros de concreto ciclópeo

Los muros de gravedad de concreto son estructuras estables que resisten los esfuerzos pasivos y activos debido a su masa estructural. Suelen ser económicos para alturas pequeñas, menores de 5 metros. Son de forma longitudinal, de dimensiones variables en función al caudal máximo de diseño y el nivel de socavación.

El concreto ciclópeo es una mezcla de concreto simple colocado con piedra desplazadora y que tiene una resistencia mínima de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$. El volumen de piedra no excederá el 30% del volumen total, colocado de manera homogénea y requiere que todos los bordes se encuentren embebidos en el

concreto. La mayor dimensión de la piedra será como máximo de 25 cm y no debe exceder la mitad de la menor dimensión del elemento. El uso de concreto ciclópeo está limitado a cimientos, sobrecimientos, falsas zapatas y muros de contención de gravedad.

Los muros de concreto ciclópeo necesitan de un suelo para la cimentación donde se eviten los asentamientos diferenciales, un correcto sistema de drenaje y evitar la erosión en la base de la estructura. Adicionalmente se puede añadir al muro una base con punta, cuando sea conveniente tolerar pequeños esfuerzos de tracción absorbidos por una escasa cantidad de refuerzo, por tal razón reciben el nombre de muros de semi-gravedad. Pueden llegar a ser más económicos que los muros de gravedad y permiten ganar una altura en promedio un metro superior.

En cuanto al material constituyente, además de concreto ciclópeo, otros muros que clasifican como muros de gravedad son la mampostería, el material rocoso y los gaviones, anteriormente descritos. Una variante consiste en el empleo de dados de concreto de un metro de lado, superpuestos con maquinaria pesada conforme se necesite ganar altura.

4.1.3.1.2. Muros de concreto armado

El uso de este tipo de muros de contención de concreto armado depende si se va a contener gran cantidad de terreno. Son muros de voladizo, libre en la parte superior y empotrado en una base o zapata. El cuerpo de la estructura forma una pantalla vertical que tendrá un espesor según la altura total del muro. Además, consta de una base estructural con la función de convertir las presiones horizontales detrás del muro a presiones verticales hacia la cimentación, o sea utilizan parte del peso del relleno para asegurar la estabilidad.

Según la literatura, son muros viables y comparativamente económicos para alturas máximas de hasta doce metros, aunque lo más usual es que tengan una altura promedio de cinco metros. Para evitar la creciente flexión conforme se gana altura, se usan contrafuertes. La presencia de contrafuertes y de anclajes son características que añaden estabilidad y son recomendables sólo cuando se supere una altura de seis metros, ya que suelen encarecer el costo de la estructura.

Para que la estructura sea segura para la cimentación se necesita de un suelo con buenas características físicas y de un sistema de drenaje eficiente. Entre sus limitaciones se puede generalizar que necesitan una mano de obra calificada, que no ingresan seguidamente en funcionamiento y que pueden fallar por volcado, desplazamiento horizontal, capacidad de carga y corte.

4.2. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.

En el análisis y selección de la alternativa viable para el encauzamiento de la quebrada Paracshioc con enrocado, con gaviones o muro de concreto, se ha considerado elegir la tercera, ya que es una estructura que garantiza al encauzamiento de río como obra definitiva y segura, debido a que reducen los efectos de la erosión lateral del flujo del agua.

A. Muros de concreto.

Pueden ser de concreto armado en base a concreto reforzado con fierro de $\frac{3}{4}$ " y amarre de $\frac{3}{8}$ ", se emplea generalmente en zonas urbanas, puentes, etc. y muros de concreto ciclópeo con dosificaciones de 1:3:6 y 30% de piedra grande, con dimensiones que varían de 0.80 a 1 m. de base mayor, 0.30 a 0.70 m. de base menor y una altura de 1.80 a 3 m. presentan una forma trapezoidal, estas obras presentan un alto costo y un diseño cuidadoso.

B. Muro de material de río.

Construido con material extraído del lecho del río, sus dimensiones varían de 8 a 10m. de base mayor, 4 a 5m. de corona y de 3.5 a 4.5m. de altura entre los más comunes. Estas obras son costosas.

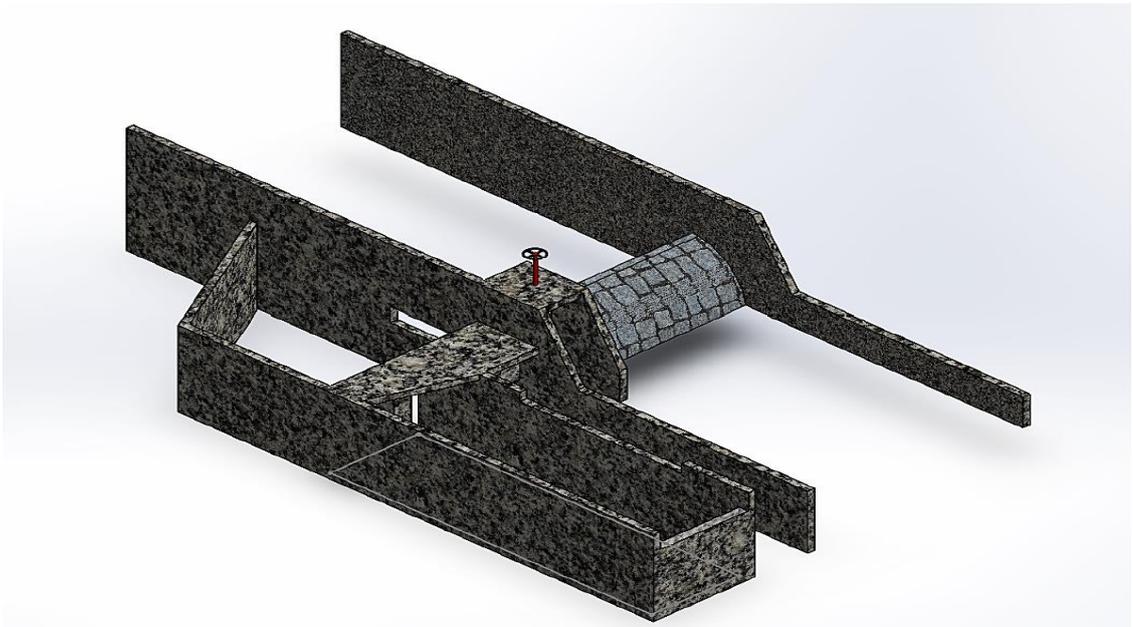
C. Muro con material de río con enchapado.

Es un muro con material de río reforzado con roca de cantera en el talud interior, este tipo de defensa lleva siempre un núcleo con taludes determinados y provistos de zanjas hacia el lado interior. Son obras costosas.

D. Enrocado pesado.

Son obras construidas con roca de cantera de buena calidad, las rocas van en unidades de 2.5 Tn/m³. Se emplean aproximadamente de 10 a 15 m³ de roca por metro lineal.

Figura 62: Diseño de la solución



4.3. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARACSHIOC

4.3.1. OBRAS DE CAPTACIÓN

Las obras de captación se desarrollarán en la quebrada Paracshioc, en la cota 2559,33m.s.n.m. El río será derivado mediante un barrage conformado por un vertedero fijo en la margen izquierda de 4,70 m de ancho y un barrage móvil en la margen derecha que alojará una compuerta de 1,0 x 1,4 m de sección, que permitirán purgar el sedimento que se deposite en las proximidades de la obra de toma (ventana de captación). El NAMO (nivel de aguas máximo ordinario) de esta estructura se ha previsto en la cota 2 562,36 m.s.n.m.

La obra de toma se ubica en la margen derecha del río perpendicular al barrage y está conformada por una ventana de 0,5 m de alto por 2, 0 m de largo, con solera en la cota 2562,11 m.s.n.m. Permite captar hasta 0,54 m³/s.

Para evitar el ingreso de material flotante estará provista de una reja gruesa. Esta ventana entrega a una cámara desripiadora donde nace un canal de entrega (enlace) a igual número de nave del desarenador. Al inicio de cada canal se ha previsto la instalación de una reja fina e inmediatamente aguas abajo una compuerta deslizante de 1,5 x 1,5 que permitirá controlar el caudal que ingresa al sistema. Adicionalmente, en la cámara desripiadora se contará con una compuerta de purga de 1 ,0 x 0,6 m que permitirá eliminar el material grueso que pueda ingresar a esta estructura. La entrega del caudal ecológico que demande el Río aguas abajo se hará por el barrage fijo.

El desarenador estará conformado por una nave de 1,3 0 x 2,5 m de sección útil y 6,0m de largo. Esta infraestructura permitirá la decantación de partículas de hasta 0,3 mm de diámetro. Al final de la nave se contará con una compuerta de purga de 0,6 x 0,6 m para descargar al río, en la cota 25 59,99 m.s.n.m, el sedimento que decante en su interior. Se trata de un desarenador de purga intermitente. El desarenador contará con un vertedero de demasías, con cresta en la cota 2 561,70 m.s.n.m y longitud 4,06 m, para eliminar los caudales excedentes al de diseño.

4.3.2. SISTEMA DE CONDUCCIÓN.

Teniendo en consideración las condiciones morfológicas y geológicas de la zona comprometida por la conducción se ha optado por un trazo que corresponde a un túnel de unos 664,97 m de longitud que operará a pelo libre. Sus características y forma de construcción se detallan a continuación:

El caudal captado y desarenado será entregado al túnel inicial con sección tipo baúl demedio punto, cuyas dimensiones corresponden a la sección mínima requerida para facilitar su construcción más no a exigencias hidráulicas. Se trata de un túnel con 2,50 m de ancho y 2,50 m de alto de la progresiva 0+000 al 0+526,13; y 3,00 m de ancho y 3,00 de alto de la progresiva 0+526,13 al 0+664,97. El túnel tendrá un revestimiento de concreto de 15 cm de espesor en la solera en toda su longitud y sostenimiento de concreto lanzado (shotcrete con fibra y sin fibra) más pernos de anclaje o cimbras de acero donde sea necesario de acuerdo a las condiciones y características mecánicas de la roca excavada.

La pendiente longitudinal del túnel será de 0,002 m/m, la velocidad de flujo del primer tramo es de 0,68 m/s del segundo tramo es de 0,65 m/s y la relación tirante/altura de túnel será de 12%, valor que está por debajo de los valores máximos recomendados para conductos cenados a pelo libre.

La construcción de este túnel inicial se ha previsto desde el portal de salida con la finalidad de facilitar e independizar la construcción de las obras de toma desarenador, así como permitir el drenaje por gravedad de las aguas de infiltración que pudieran presentarse durante la excavación.

Las características hidráulicas y constructivas del túnel previsto para la 0+000 al 526,13 se resumen en la Tabla 74.

Tabla 74: Características Hidráulicas y Constructivas del túnel previsto 0+000 al 526,13

| DESCRIPCIÓN | CANAL |
|------------------------------------------|-------|
| Ancho (m) | 2,50 |
| Altura (m) | 2,50 |
| Pendiente longitudinal (m/m) | 0,002 |
| Coefficiente de Rugosidad de Manning "n" | 0,026 |

| | |
|----------------------------------------|------------|
| Tirante (m) | 0,32 |
| Relación Tirante/Altura | 0,12 |
| Velocidad (m/s) | 0,68 |
| Área hidráulica (m²) | 0,78 |
| Parámetro hidráulico (m) | 3,13 |
| Radio hidráulico (m) | 0,25 |
| Espejo de agua (m) | 2,50 |
| Tipo de flujo | Subcrítico |

Las características hidráulicas y constructivas del túnel previsto para la 0+526,13 al 664,97 se resumen en la Tabla 75.

Tabla 75: Características Hidráulicas y Constructivas del túnel previsto 0+526,13 al 664,97

| DESCRIPCIÓN | CANAL |
|-------------------------------------------------|--------------|
| Ancho (m) | 3,00 |
| Altura (m) | 3,00 |
| Pendiente longitudinal (m/m) | 0,002 |
| Coefficiente de Rugosidad de Manning “n” | 0,026 |
| Tirante (m) | 0,27 |
| Relación Tirante/Altura | 0,09 |
| Velocidad (m/s) | 0,65 |
| Área hidráulica (m²) | 0,83 |
| Parámetro hidráulico (m) | 3,55 |
| Radio hidráulico (m) | 0,23 |
| Espejo de agua (m) | 3,00 |
| Tipo de flujo | Subcrítico |

4.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

4.4.1. RESUMEN ECONÓMICO DEL PROYECTO

Para la construcción de una pequeña toma de 0.40 m³/s que nos generará una potencia de 0.62 MW la inversión será la siguiente y el tipo de cambio es de S/.3.35 soles el precio del dólar:

Tabla 76: Resumen Económico del Proyecto

| RESUME ECONÓMICO DEL PROYECTO | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|---------------------|
| | FASES | CARACTERÍSTICAS | COSTO DE INVERSIÓN |
| 0 | Obras preliminares | Habilitación de acceso | 4500 |
| | | Movilización de equipos y materiales | 3000 |
| 1 | Obra de captación | Acondicionamiento del terreno | 1200 |
| | | Barraje de 4.70 m ancho x 1 m | 2000 |
| | | Compuerta de 1.0 x 1.4 m | 3800 |
| | | Barraje móvil 1.0 x 1.4m | 1500 |
| 2 | Bocatoma | Ventana de ingreso de 0.5 m ancho x 2.0 m de largo | 2000 |
| | | Reja 0.5 x 2.0 m | 2500 |
| | | Accionamientos de compuerta | 1800 |
| 3 | Desarenador | Nave de 1.30 x 2.5 m sección y 6 m de largo | 8000 |
| | | Compuerta de purga 0.6 x 0.6 m | 4000 |
| | | Montaje de compuerta | 1250 |
| 4 | Canal de conducción | 2.5 x 2.5 m | 12500 |
| TOTAL, COSTO DIRECTO | | | 48050 |
| GASTOS GENERALES (10%C. D) | | | 4805 |
| UTILIDAD (10%C.D.) | | | 4805 |
| SUBTOTAL | | | 57660 |
| IGV (18%) | | | 10378.8 |
| COSTO TOTAL S/. | | | 68038.8 |
| Nota | Tipo de cambio | | S/ 3.35 |
| El costo total del proyecto esta valorizado en nuevos soles. Pero para nuestros cálculos se está utilizando el valor monetario en dólares y se tomó como referencia el tipo de cambio de S/3.35 soles valor del dólar. (Precio del 2018) | | | |
| Costo TOTAL \$. | | 68038.8/3.35 | \$ 20,310.09 |
| El monto de \$20,310.09 dólares representa el monto de inversión para el proyecto | | | |

Tabla 77: Ingreso total mensual por venta de energía en 6 meses

| Mes | Potencia MW | Precio MW-h | Ingreso por Potencia |
|--------------|-------------|-------------|----------------------|
| 1 | 0.62 | \$ 58.00 | \$ 25,891.20 |
| 2 | 0.62 | \$ 58.00 | \$ 25,891.20 |
| 3 | 0.62 | \$ 58.00 | \$ 25,891.20 |
| 4 | 0.62 | \$ 58.00 | \$ 25,891.20 |
| 5 | 0.62 | \$ 58.00 | \$ 25,891.20 |
| 6 | 0.62 | \$ 58.00 | \$ 25,891.20 |
| Total | | | \$ 155,347.2 |

Tabla 78: Flujo de Caja en 6 meses

| Mes | | Flujo efectivo |
|-----|---------------|-------------------|
| 0 | Inversión | \$ - 20,310.09 |
| 1 | Ingreso 1 mes | \$ 25,891.20 |
| 2 | Ingreso 2 mes | \$ 25,891.20 |
| 3 | Ingreso 3 mes | \$ 25,891.20 |
| 4 | Ingreso 4 mes | \$ 25,891.20 |
| 5 | Ingreso 5 mes | \$ 25,891.20 |
| 6 | Ingreso 6 mes | \$ 25,891.20 |

El monto de inversión es el costo total del proyecto representado en dólares; el cual está representado en la Tabla 77 Resumen Económico del Proyecto

4.4.2. VALOR PRESENTE NETO

Con el flujo de caja de la Tabla 78, tomamos un 10% de tasa de descuento, para analizar el proyecto, y procedemos a obtener el VAN (Valores en miles de dólares)

$$VAN(r\%) = -I + \frac{A_1}{r} + \frac{A_2}{r^2} + \frac{A_3}{r^3} + \dots + \frac{A_n}{r^n}$$

n: Número de años

A1, A2, A3 ... An: Beneficio neto

I: Inversión

| Formulación de Datos | |
|----------------------|--------------------------------|
| F1= | 25 891.20 |
| F2= | 25 891.20 |
| F3= | 25 891.20 |
| F4= | 25 891.20 |
| F5= | 25 891.20 |
| F6= | 25 891.20 |
| n= | 6 meses |
| i= | 12 % Tasa de interés (0.12) |
| IO= | \$ 20,310.09 |

$$VAN = \frac{25,891.20}{(1+0.12)^1} + \frac{25,891.20}{(1+0.12)^2} + \frac{25,891.20}{(1+0.12)^3} + \frac{25,891.20}{(1+0.12)^4} + \frac{25,891.20}{(1+0.12)^5} + \frac{25,891.20}{(1+0.12)^6} - 20,310.09$$

$$VAN = 86,139.18$$

$$VAN (12\%) (\text{US\$}) = \$ 86,139.18$$

De este análisis, obtenemos nuestro primer indicador dentro del rango de aceptación para proyectos de inversión, es importante la parte técnica, como la parte económica, no obstante, el uso del indicador TIR (Tasa Interna de Retorno), es propicia para hacer la comparación de nuestro proyecto con otros similares.

4.4.3. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Con el flujo de caja de la tabla 64, procedemos a obtener la TIR.

$$0 = -I + \frac{A_1}{(1+i)^1} + \frac{A_2}{(1+i)^2} + \frac{A_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{A_n}{(1+i)^n}$$

n: Número de años

A₁, A₂, A₃ ... A_n: Beneficio neto

I: Inversión

| Formulación de Datos | |
|----------------------|--------------------------------|
| F1= | 25 891.20 |
| F2= | 25 891.20 |
| F3= | 25 891.20 |
| F4= | 25 891.20 |
| F5= | 25 891.20 |
| F6= | 25 891.20 |
| n= | 6 meses |
| i= | 12 % Tasa de interés (0.12) |
| IO= | \$ 20,310.09 |

$$0 = \frac{25,891.20}{(1+0.12)^1} + \frac{25,891.20}{(1+0.12)^2} + \frac{25,891.20}{(1+0.12)^3} + \frac{25,891.20}{(1+0.12)^4} + \frac{25,891.20}{(1+0.12)^5} + \frac{25,891.20}{(1+0.12)^6} - 20,310.09$$

TIR= 127 %

La solución de esta ecuación, es sencilla para ella se puede hacer uso de iteraciones, métodos numéricos, etc.

4.4.4. CÁLCULO DE BENEFICIO/COSTO B/C

Para este cálculo, hacemos el respectivo análisis:

$$\begin{aligned} VAN(12\%) &= -inversión + Beneficios \rightarrow Baneficios \\ &= Van(12\%) + inversión \end{aligned}$$

$$VAN=86,139.18$$

$$Inversión=20,310.99$$

$$\frac{B}{C} = \frac{VAN(12\%)+inversión}{inversión} = 1 + \frac{VAN(12\%)}{inversión}$$

$$\frac{B}{C} = 1 + \frac{86,139.18}{20310.99}$$

$$B/C = 5.24$$

Con este resultado observamos que se encuentra dentro de los estándares de rentabilidad de los proyectos de inversión.

4.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Paso 1:

Ho: El encauzamiento del río Huacuas tiene el efecto de no incrementar la producción de energía en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica HUASAHUASI después del periodo 2012-2017.

H1: El encauzamiento del río Huacuas tiene el efecto de incrementar la producción de energía en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica HUASAHUASI después del periodo 2012-2017.

Paso 2:

Número de Datos n: 4

Grado de Libertad gl: 3

Nivel de significancia: 0,05

Paso 3: usando el SPSS, con los datos del cuadro comparativo de encausamiento y generación.

| | | Diferencias emparejadas | | | | t | gl | Sig. (bilat eral) | |
|-------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------|------------|-------------|-------------------------|----------|
| | | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | | Inferior | | | | Superior |
| Par 1 | VAR00002 - VAR00004 | -446,37750 | ,00500 | ,00250 | -446,38546 | -446,36954 | -178551,000 | 3 ,000 | |

Paso 4: Decisión

$$P - \text{valor} = 0,000 < 0,05$$

$P < 0,05$ entonces rechazamos la Hipótesis nula y aceptamos la Hipótesis alternativa

Como en la prueba el nivel de significancia es 0,000 y es menor que 0,05, aceptamos la hipótesis alterna; es decir, que el encauzamiento del río Huacuas tiene el efecto de incrementar la producción de energía de 1898,4624 MW/h a 2144,84 MW/h en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica HUASAHUASI después del periodo 2012-2017.

4.6. RESULTADOS

Con el encauzamiento del río Huacuas la producción de energía ascendió de 1698.46 MW-h a 2144.84 MW-h presentando un incremento de 26 % con respecto a la producción alcanzado antes del encauzamiento en los periodos (2012-2017) durante las épocas de estiaje (junio – noviembre) de la central Hidroeléctrica Huasahuasi I.

Tabla 79: Cuadro Comparativo de Encauzamiento y Generación

| CUADRO COMPARATIVO DE ENCAUZAMIENTO Y GENERACIÓN | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Caudal y potencia de generación antes del estudio | | | | | Caudal y potencia de generación después del estudio | | | | | |
| Año | Mes | Caudal promedio mensual (m3/s) | Caudal promedio 6 meses (m3/s) | Generación mensual (MWh) | Generación promedio 6 meses (MWh) | Caudal incrementado (m3/s) | Caudal promedio mensual (m3/s) | Caudal promedio 6 meses (m3/s) | Generación mensual (MWh) | Generación promedio 6 meses (MWh) |
| 2014 | Junio | 1.26 | 1.75 | 1419.22 | 1967.38 | 0.40 | 1.6563 | 2.14 | 1865.60 | 2413.76 |
| | Julio | 1.22 | | 1374.16 | | | 1.6163 | | 1820.54 | |
| | Agosto | 0.99 | | 1115.10 | | | 1.3863 | | 1561.48 | |
| | Setiembre | 2.02 | | 2275.25 | | | 2.4163 | | 2721.63 | |
| | Octubre | 2.51 | | 2827.17 | | | 2.9063 | | 3273.55 | |
| | Noviembre | 2.48 | | 2793.38 | | | 2.8763 | | 3239.76 | |
| 2015 | Junio | 1.8 | 1.41 | 2027.45 | 1582.54 | 0.40 | 2.1963 | 1.80 | 2473.83 | 2028.92 |
| | Julio | 1.2 | | 1351.64 | | | 1.5963 | | 1798.01 | |
| | Agosto | 0.84 | | 946.15 | | | 1.2363 | | 1392.52 | |
| | Setiembre | 0.76 | | 856.04 | | | 1.1563 | | 1302.41 | |
| | Octubre | 1.32 | | 1486.80 | | | 1.7163 | | 1933.18 | |
| | Noviembre | 2.51 | | 2827.17 | | | 2.9063 | | 3273.55 | |
| 2016 | Junio | 1.35 | 1.09 | 1520.59 | 1227.74 | 0.40 | 1.7463 | 1.49 | 1966.97 | 1674.11 |
| | Julio | 0.47 | | 529.39 | | | 0.8663 | | 975.77 | |
| | Agosto | 0.58 | | 653.29 | | | 0.9763 | | 1099.67 | |
| | Setiembre | 0.86 | | 968.67 | | | 1.2563 | | 1415.05 | |
| | Octubre | 1.77 | | 1993.66 | | | 2.1663 | | 2440.04 | |
| | Noviembre | 1.51 | | 1700.81 | | | 1.9063 | | 2147.19 | |
| 2017 | Junio | 2.98 | 1.79 | 3356.56 | 2016.19 | 0.40 | 3.3763 | 2.19 | 3802.94 | 2462.57 |
| | Julio | 0.47 | | 529.39 | | | 0.8663 | | 975.77 | |
| | Agosto | 0.58 | | 653.29 | | | 0.9763 | | 1099.67 | |
| | Setiembre | 2.24 | | 2523.05 | | | 2.6363 | | 2969.43 | |
| | Octubre | 1.77 | | 1993.66 | | | 2.1663 | | 2440.04 | |
| | Noviembre | 2.7 | | 3041.18 | | | 3.0963 | | 3487.56 | |
| Promedio | | 1.51 | | 1698.46 | | | 1.90 | | 2144.84 | |
| PROMEDIOS GENERADOS | | | | Caudal Antes (m3/s) | Caudal Después (m3/s) | | Generación Antes (MWh) | Generación Después (MWh) | | |
| | | | | 1.51 | 1.90 | | 1698.46 | 2144.84 | | |
| INCREMENTO | | | | 26% | | | 26% | | | |

- La producción de energía en épocas de estiaje en el periodo (2012-2017) fue de 24 % (1698.46 MW-h) con respecto al 100 % del rendimiento (7200 MW-h) de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi y con el encauzamiento del río Huacuas la producción de energía se incrementó a un 30 % (2144.84 MW-h).

Tabla 80: Cuadro de Evaluación de la Producción de Energía

| EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA | | | | | | | |
|----------------------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Año | Mes | Antes | | Generación proyectada mensual | Generación proyectada 6 meses | Despues | |
| | | Generación mensual (MWh) | Generación promedio 6 meses (MWh) | | | Generación mensual (MWh) | Generación promedio 6 meses |
| 2014 | Junio | 1419.22 | 1967.38 | 7200 | 7200 | 1865.60 | 2413.76 |
| | Julio | 1374.16 | | 7200 | | 1820.54 | |
| | Agosto | 1115.10 | | 7200 | | 1561.48 | |
| | Setiembre | 2275.25 | | 7200 | | 2721.63 | |
| | Octubre | 2827.17 | | 7200 | | 3273.55 | |
| | Noviembre | 2793.38 | | 7200 | | 3239.76 | |
| 2015 | Junio | 2027.45 | 1582.54 | 7200 | 7200 | 2473.83 | 2028.91838 |
| | Julio | 1351.64 | | 7200 | | 1798.01 | |
| | Agosto | 946.15 | | 7200 | | 1392.52 | |
| | Setiembre | 856.04 | | 7200 | | 1302.41 | |
| | Octubre | 1486.80 | | 7200 | | 1933.18 | |
| | Noviembre | 2827.17 | | 7200 | | 3273.55 | |
| 2016 | Junio | 1520.59 | 1227.74 | 7200 | 7200 | 1966.97 | 1674.11391 |
| | Julio | 529.39 | | 7200 | | 975.77 | |
| | Agosto | 653.29 | | 7200 | | 1099.67 | |
| | Setiembre | 968.67 | | 7200 | | 1415.05 | |
| | Octubre | 1993.66 | | 7200 | | 2440.04 | |
| | Noviembre | 1700.81 | | 7200 | | 2147.19 | |
| 2017 | Junio | 3356.56 | 2016.19 | 7200 | 7200 | 3802.94 | 2462.56828 |
| | Julio | 529.39 | | 7200 | | 975.77 | |
| | Agosto | 653.29 | | 7200 | | 1099.67 | |
| | Setiembre | 2523.05 | | 7200 | | 2969.43 | |
| | Octubre | 1993.66 | | 7200 | | 2440.04 | |
| | Noviembre | 3041.18 | | 7200 | | 3487.56 | |
| | | % Rendimiento antes | | Proyectado | | %Rendimiento despues | |
| | Promedio | 1698.46 | | 7200.00 | | 2144.84 | |
| | % de Generación | 24% | | 100% | | 30% | |

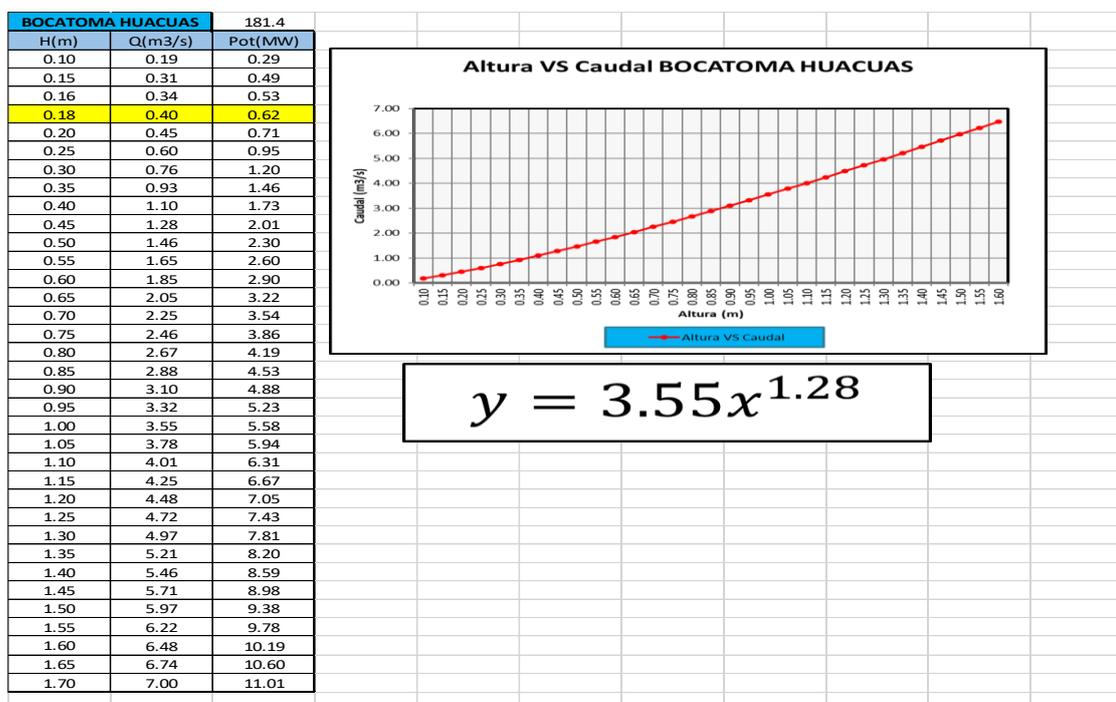
- La característica técnica del diseño de la construcción estructural de los muros de concreto para el encauzamiento del río Huacuas permite obtener 0.40 m³/s de caudal aportado por la quebrada Paracshioc que representa el 26 % del caudal para la generación en épocas de estiaje (junio – noviembre).

| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Prom |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Maximo | 1.1 | 1.3 | 1.6 | 1.08 | 0.57 | 0.41 | 0.22 | 0.34 | 0.37 | 0.44 | 0.77 | 0.73 | 0.7 |
| Medio | 0.56 | 0.70 | 0.82 | 0.52 | 0.29 | 0.25 | 0.15 | 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.31 | 0.37 | 0.4 |
| Minimo | 0.21 | 0.19 | 0.28 | 0.15 | 0.14 | 0.11 | 0.07 | 0.02 | 0.04 | 0.12 | 0.12 | 0.15 | 0.1 |

| PROMEDIOS GENERADOS | Caudal Antes (m ³ /s) | Caudal Después (m ³ /s) | Generación Antes (MW-h) | Generación Después (MW-h) |
|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | 1.51 | 1.90 | 1698.46 | 2144.84 |
| INCREMENTO | 26% | | 26% | |

- La variación de la producción alcanzada con el aporte del caudal de la quebrada Paracshioc hacia el río Huacuas es de un 26 % (446.38 MW-h) más con respecto a la producción alcanzada en los periodos de estudio (2012-2017) 1698.46 MW-h. durante las épocas de estiaje (junio – noviembre).
- Con el aprovechamiento de las aguas de la quebrada Paracshioc se mejoró la capacidad de producción de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi en un 26 % (2678.4 MW-h) en un periodo de operación de seis meses (junio – noviembre).

Tabla 81: Cuadro de Caudal y Potencia



| | | |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|----------------|
| $P = 9.8 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_{TOTAL}$ | | |
| Donde: | | |
| P: Potencia nominal en (kW) | | |
| Q: Caudal nominal o de diseño en (m ³ /s) | | |
| H: Altura de la caída en (181.40 m) | | |
| η_{TOTAL} : Eficiencia total del sistema (0.88) | | |
| Datos | | |
| Caudal | 0.40 | m ³ |
| Salto | 181.4 | m |
| n | 0.88 | |
| g | 9.8 | |
| Potencia a generar con el caudal calculado para la quebrada Paracshioc | | |
| $P = \frac{9.8 \cdot 0.4 \cdot 181.4 \cdot 0.88}{1000} = 0.62 \text{ MW}$ | | |
| Calculando la energía | | |
| $P = \frac{E}{t} \rightarrow E = P \cdot t$ | | |
| Energía generada en 1 día: | | |
| E = 0.62 * 24 = 14.88 MW-h | | |
| Energía generada en 1 mes: | | |
| E = 14.88 * 30 = 446.4 MW-h | | |
| Energía generada en 6 meses de operación: | | |
| E = 446.4 * 6 = 2678.4 MW-h | | |

- La evaluación económica se ha efectuado teniendo en cuenta los precios de energía eléctrica propuestos según la subasta RER Tabla 53 consignados para Central Huasahuasi el año 2010. Con 6 meses de utilización de las aguas de la quebrada Paracshioc se logrará conseguir la suma de \$155,347.20

Tabla 82: Precio De Adjudicación RER C.H. Huasahuasi I

| Tecnología | Postor | Proyecto | Punto de Suministro | Precio Ofertado (US\$/kWh) |
|--------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| Hidroeléctrica | Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C | Central Hidroeléctrica Huasahuasi I | Caripa 138 kV | 5.80 |
| GANANCIA BRUTA POR VENTA DE ENERGIA | | | | |
| Tiempo | Energía Generada MW-h | Precio Ofertado MW-h en Dólares \$ | Venta Bruta | |
| 1 día | 14.88 | 58 | 863.04 | |
| 1 mes | 446.4 | 58 | 25891.2 | |
| 6 meses | 2,678.40 | 58 | 155,347.2 | |

Tabla 83: Cuadro Comparativo de Indicadores

| CUADRO COMPARATIVO DE INDICADORES | | | | |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| INDICADORES | ANTES | | DESPUES | |
| Potencia de generación. | 2.35 MW | | 2.97 MW | |
| Energía generada. | 1698.46 MW-h | | 2144.84 MW-h | |
| Disponibilidad de generación. | 99.56% | | 99.56% | |
| Sostenibilidad | Q=1.51 m3/s | | Q=1.90 m3/s | |
| Perfil de carga y caudal | Q=1.51; P:2.35 | | Q=1.90; P:2.97 | |
| Disponibilidad Hidráulica. | 1.507916667 | | 1.904216667 | |
| Calidad energética. | f:60 Hz: V: 44 kV | | f:60 Hz: V: 44 kV | |
| Confiabilidad energética. | 99.56% | | 99.56% | |
| Estabilidad transmisión | 99.56% | | 99.56% | |
| Rentabilidad. | \$ 98,510.80 | | \$ 107,241.00 | |
| Interconexión. | SEIN | | SEIN | |
| Contrato RER. | 2010 | | 2010 | |
| Forma de la cuenca | 1.43 Ligeramente alargada | | 1.43 Ligeramente alargada | |
| Sistema de cuencas - corrientes | Corrientes: 91 de 1er. orden 21 de 2do. orden 2 de 3er. orden 2 de 4to. orden | | Corrientes: 91 de 1er. orden 21 de 2do. orden 2 de 3er. orden 2 de 4to. orden | |
| Pendiente media | 5% | | 5% | |
| Caudal en E. Avenidas. | 8.69 m3/s | | 9.1 m3/s | |
| Caudal en E. Estiaje. | 0.28 m3/s | | 0.68 m3/s | |
| Turbulencia y residuos | No | Cristalino | No | Cristalino |
| ANA- Autoridad Nacional del Agua. | Ucayali | | Ucayali | |
| OEFA-Org. Eva. y Fis del agua | Huancayo | | Huancayo | |
| ALA – Autoridad Local del Agua | Perene | | Perene | |

CONCLUSIONES

A partir de los análisis y resultados de este estudio se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Con el encauzamiento del río Huacuas se incrementó la producción de energía de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi I en un 26 % (2144.84 MW-h) con respecto a la producción alcanzada antes del estudio 1698.46 MW-h durante las épocas de estiaje (junio – noviembre).
2. La producción de energía alcanzada con el encauzamiento del río Huacuas después del periodo (2012 -2017) es de 26 % (2144.84) con respecto al 100 % (7200 MW-h) para operación en épocas de estiaje (junio – noviembre) de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi.
3. Las características técnicas de la construcción estructural de los muros de concreto nos permitir obtener un caudal de 0.40 m³/s aportado por la quebrada Paracshioc.
4. La variación de la producción de energía alcanzada después del encauzamiento del río Huacuas es de 30 % el cual representando un 6% más en comparación al 24% de la producción alcanzada antes del encauzamiento.
5. La oferta hídrica aportada por la quebrada Paracshioc que pertenece a la cuenca del río Huacuas para mejorar la producción de energía en épocas de estiaje de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi, de acuerdo a los caudales medio mensuales generados es de 0.40 m³/s, que equivale a 2678.4 MW-h en 6 meses de operación, el caudal máximo mensual es de 1.08 que se da en el mes de abril, mientras que el caudal mínimo mensual es de 0.02 m³/s.
6. Del balance hídrico realizado a la central hidroeléctrica Huasahuasi se puede observar que la quebrada Paracshioc tiene un promedio de aporte de 0.40 m³/s de caudal, el cual es captado al cauce del río Huacuas; este caudal representa una potencia de 0.62 MW.
7. La evaluación de costos y presupuestos señalados en el presente informe, permitirá cumplir con los objetivos y metas propuestas del proyecto
8. La producción de energía alcanzado con el encauzamiento del río Huacuas es de 26% de potencia generada en épocas de estiaje, incrementando la generación de 1698.46 MW-h a 2144.84 MW-h para un periodo de operación de seis meses de junio a noviembre.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la implementación de una estación pluviométrica dentro del área de la cuenca aportante a la bocatoma Huacuas (quebrada Paracshioc), con la finalidad de contar con información de precipitación total mensual y de precipitaciones máxima en 24 horas para mejorar la verificación de los resultados obtenidos.
2. Recomendar a Hidroeléctrica Santa Cruz, la implementación de los resultados obtenidos en la presente Tesis como un aporte a la solución de problemas de falta de recurso hídrico en épocas de estiaje para la generación de energía eléctrica. (Se encuentra en etapa de evaluación)
3. Es recomendable que, mediante la realización de otros proyectos, se pueda continuar profundizando el estudio en busca de nuevas posibilidades de captación de afluentes que se encuentran dispersas a lo largo de la cuenca del río Huacuas, con la finalidad de incrementar la generación de energía eléctrica de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi.
4. Aguas arriba del río Huacuas, se pudo comprobar que en varios sitios del cauce existen pequeños potenciales de energía hidráulica que pueden ser aprovechados para la generación de electricidad y con ello poder mejorar aún más la potencia de generación de la Central Hidroeléctrica Huasahuasi.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **QUIRÓZ, Ricardo David.** Evaluación energética y económica de la central térmica a carbón ILO21. [En línea] 2005. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/739>.
2. **DÍAZ Herbas, Diego Andrés.** Evaluación Técnico Económico de la Implementación y Operación de una Central de Energía Eléctrica a partir de Fuentes Geotérmicas en el Sistema Eléctrico Chileno. Chile : s.n., 2012.
3. **CALVO Barbasan , Maria del Carmen.** Estudio de factibilidad de la repotenciación de una planta de generación eléctrica de turbinas de combustión. Caracas : s.n., 2006.
4. **PALMA Cajas, Ana Carolina.** Estudio de factibilidad de proyecto de micro hidroeléctrica para la comunidad de Chel, San Gaspar Chajul, Eel Quiché. Guatemala : s.n., 2005.
5. **DÍAZ Molina , Omar Andrés y BUSTOS González, Luis Alejandro.** Estudio de factibilidad sobre generación de energía eléctrica para el proyecto sierra BEACH RESORT con fines de certificación LEED. Bogotá D.C : s.n., 2014.
6. **VERA Robles, Cristian Alejandro y CASTRO Zambrano, Víctor Alfonso.** Estudio del potencial hidráulico en el río Jama y su incidencia en la generación de electricidad. Portoviejo-Ecuador : s.n., 2017.
7. **SALAZAR León, Lishart Jaime.** Generación de energía eléctrica con pequeños complejos de centrales hidráulicas utilizando turbinas lineales horizontales en canales de riego hasta 1 MW. Arequipa : s.n., 2014.
8. **ASPILCUETA Valderrama, Leonidas Martín y JUÁREZ Jiménez, Dany Porfirio.** Modelamiento hidráulico de la mini central hidroeléctrica del centro poblado de LLOPISH- Ancash. Trujillo : s.n., 2014.
9. **MAMANI Málaga, Joseph Cristian.** Estudio y diseño a nivel de perfil de una central hidroeléctrica en el río Blanco, distrito de San Gában, provincia de Carabaya, departamento de Puno. Puno : s.n., 2017.
10. **TITO Quispe, Yuri Alexander.** Modelamiento hidráulico del río Cañete sector puentes SOCSI altura puente colgante (9km), con fines de diseño de defensas ribereñas. Lima : s.n., 2017.
11. **FINETTI Dominguez, Aldo y RAMOS Chafloque, Jose Reynaldo.** Rediseño de la mini central hidroeléctrica Buenos Aires para una potencia de 4 MW - La Florida - San Miguel - Cajamarca. Pimentel. Portoviejo-Ecuador : s.n., 2017.
12. **DOLORES Juárez , José.** Centrales Hidroeléctricas. Mexico : Universidad Autónoma Metropolitana, 1992. 2892845.
13. **SOBREVILA, Marcelo A.** Centrales eléctricas y estaciones transformadoras. Buenos Aires : Ediciones Marymar, 1977. pág. 37. 621.3.
14. **PÉREZ y ING.ALBERTO Garcia, Mario.** Turbomáquinas - Turbinas Hidráulicas. Lima : s.n., 2011.
15. **SOTELO Ávila, Gilberto.** Hidráulica general. [ed.] Noriega. s.l. : Limusa, 1974. pág. 559. Vol. 1. 9681805038.
16. **ROCHA Felices, Arturo.** Hidráulica de tuberías y canales. Primera. Lima : Facultad de ingeniería civil, 2007. pág. 516. 978-603-45110-0-2.
17. **TOLEDO, Arturo y SALAZAR, Italo.** Eficiencia hidráulica en el mantenimiento de áreas verdes públicas. Lima, Pontificie Universidad Católica. Lima, Pontificia Universidad Católica. Lima : s.n., 2017.

18. **CANTECO Rosales, Marios.** Criterio de ingeniería aplicables en la seccion oprima de motores trifasicos de induccion tipo jaula de ardilla. Mexico : s.n., 2008.
19. **CHAPMAN, Stephen J. Máquinas Electricas.** Australia : L.U.T CURTANA, 2000. pág. 26. Vol. Tercera Edición. 621.310.42.
20. **MARTÍN Vide, Juan Pedro.** Ingeniería de ríos. Universidad politecnica de catalunya. Barcelona : s.n., 2003. pág. 111. 84-8301-563-3.
21. **FRANQUET Bernis, José María.** Agua que no has de beber 60 respuestas al PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL. s.l. : <http://www.eumed.net/libros-gratis/2005/jmfb-h/index.htm>, 2005.
22. **Caytuero, Olga Zarepta Cuchillo.** www.definicion de drenaje. [En línea]
23. **Arqhys, REVISTA.** <http://www.arqhys.com/arquitectura/drenaje-sistemas.html>. [En línea] 2012.
24. **MONTALVES, German.** Hidrología en la Ingenieria. Colombia : Escuela Colombina de Ingeniería, 2002.
25. **Yapo, Carmen Rosa Mauri.** Determinación de rendimiento hídrico en cuencas con poca información hidrométrica y su aplicación al Proyecto de Irrigación Chavini. Lima, UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS. Lima : s.n., 2016. pág. 19, Tesis.
26. **BEJAR, Maximo Villón.** Cálculo hidrológicos e hidráulicos en Cuencas Hidrográficas. Costa Rica : s.n.
27. **CASTRO Eusebio, Zenón.** Teoría y práctica de la investigación científica. Huancayo : PERUGRAPH SRL, 2016.
28. **ESPINOZA Montes, Ciro.** Metodología de investigación tecnológica pensado en sistemas. [ed.] Ciro Espinoza Montes. Huancayo : s.n., 2014. pág. 205. 978-612-00-1667-1.

ANEXOS

ANEXO A.REGISTRO DE FALLAS HUASAHUASI

| ITEM | CENTRAL | EQUIPO | INICIO | FINAL | HORAS | DESCRIPCION | RESPONSABLE | TIPO | ID | |
|------|-----------|--------|------------------|------------------|---------|----------------|-------------|---------------|--------|-----------------------------------------------|
| 1 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 15/01/2016 12:17 | 17/01/2016 16:50 | 52.55 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 2 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 23/01/2016 10:02 | 30/01/2016 14:50 | 172.80 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 9 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 20/02/2016 10:10 | 20/02/2016 14:56 | 4.77 | Inspección d | Operaciones | Trabajos pro | H1I_G2 | Trabajos programados (Equipos propios) |
| 10 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 20/02/2016 14:56 | 20/02/2016 15:35 | 0.65 | Puesta en se | Operaciones | Trabajos pro | H1I_G2 | Trabajos programados (Equipos propios) |
| 11 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 27/02/2016 19:54 | 27/02/2016 21:02 | 1.13 | Falla en conv | Operaciones | Fallas en equ | H1I_G1 | Fallas en equipos de protección y control |
| 12 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 27/02/2016 19:54 | 27/02/2016 20:52 | 0.97 | Falla en conv | Operaciones | Fallas en equ | H1I_G2 | Fallas en equipos de protección y control |
| 13 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 1/03/2016 14:45 | 1/03/2016 16:12 | 1.45 | Desconexió | Externo | Falla extern | H1I_G1 | Falla externa al conjunto (Externo al conjunt |
| 14 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 1/03/2016 14:45 | 1/03/2016 16:02 | 1.28 | Desconexió | Externo | Falla extern | H1I_G2 | Falla externa al conjunto (Externo al conjunt |
| 17 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 13/03/2016 05:50 | 13/03/2016 16:20 | 10.50 | Mantenimie | Externo | Mantenimie | H1I_G1 | Mantenimiento programado externo |
| 18 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 13/03/2016 05:52 | 13/03/2016 16:28 | 10.60 | Mantenimie | Externo | Mantenimie | H1I_G2 | Mantenimiento programado externo |
| 21 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 28/03/2016 08:38 | 1/04/2016 00:00 | 87.37 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 23 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 4/04/2016 09:50 | 4/04/2016 10:08 | 0.30 | Falla en la lí | Externo | Falla extern | H1I_G1 | Falla externa al conjunto (Externo al conjunt |
| 24 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 28/04/2016 00:02 | 28/04/2016 11:22 | 11.33 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 25 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 29/04/2016 07:37 | 1/05/2016 00:00 | 40.38 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 26 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 1/04/2016 00:00 | 10/04/2016 05:45 | 221.75 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 34 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 1/05/2016 00:00 | 25/05/2016 18:41 | 594.68 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 35 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 25/05/2016 18:47 | 1/06/2016 00:00 | 149.22 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 37 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 17/06/2016 09:59 | 17/06/2016 10:30 | 0.52 | Falla en la lí | Externo | Falla extern | H1I_G1 | Falla externa al conjunto (Externo al conjunt |
| 38 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 17/06/2016 10:30 | 17/06/2016 18:15 | 7.75 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 39 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 26/06/2016 05:40 | 26/06/2016 16:03 | 10.38 | Trabajo exte | Externo | Mantenimie | H1I_G1 | Mantenimiento programado externo |
| 40 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 1/06/2016 00:00 | 17/06/2016 10:30 | 394.50 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 41 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 17/06/2016 18:16 | 26/06/2016 05:40 | 203.40 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 42 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 26/06/2016 05:40 | 26/06/2016 16:03 | 10.38 | Trabajo exte | Externo | Mantenimie | H1I_G2 | Mantenimiento programado externo |
| 43 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 26/06/2016 16:03 | 28/06/2016 05:08 | 37.08 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 44 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 29/06/2016 11:07 | 1/07/2016 00:00 | 36.88 | Falta de agua | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 51 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 11/07/2016 12:32 | 11/07/2016 18:08 | 5.60 | Se desconec | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 52 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 1/07/2016 00:00 | 7/07/2016 17:43 | 161.72 | Se desconec | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 53 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 8/07/2016 13:47 | 11/07/2016 12:30 | 70.72 | Se desconec | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 54 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 11/07/2016 18:12 | 1/08/2016 00:00 | 485.80 | Se desconec | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 59 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 5/08/2016 07:03 | 5/08/2016 19:10 | 12.12 | Mantenimie | Operaciones | Trabajos pro | H1I_G1 | Trabajos programados (Equipos propios) |
| 60 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 5/08/2016 19:10 | 21/08/2016 05:17 | 370.12 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 61 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 21/08/2016 05:17 | 21/08/2016 17:21 | 12.07 | Mantenimie | Externo | Mantenimie | H1I_G1 | Mantenimiento programado externo |
| 62 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 21/08/2016 17:21 | 1/09/2016 00:00 | 246.65 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 63 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 1/08/2016 00:00 | 4/08/2016 07:03 | 79.05 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 64 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 4/08/2016 07:03 | 4/08/2016 20:48 | 13.75 | Mantenimie | Externo | Trabajos pro | H1I_G2 | Trabajos programados (Equipos propios) |
| 65 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 4/08/2016 20:48 | 5/08/2016 07:01 | 10.22 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 66 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 21/08/2016 05:17 | 21/08/2016 17:21 | 12.07 | Mantenimie | Operaciones | Mantenimie | H1I_G2 | Mantenimiento programado externo |
| 67 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 29/08/2016 17:03 | 30/08/2016 00:19 | 7.27 | Fuera de ser | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 68 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 30/08/2016 10:33 | 31/08/2016 00:06 | 13.55 | Fuera de ser | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 69 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 31/08/2016 08:34 | 1/09/2016 00:00 | 15.43 | Fuera de ser | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 82 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 1/09/2016 00:00 | 8/09/2016 07:16 | 175.27 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 83 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 8/09/2016 09:33 | 10/09/2016 11:10 | 49.62 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 84 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 10/09/2016 17:10 | 18/09/2016 05:38 | 180.47 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 85 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 18/09/2016 05:38 | 18/09/2016 16:02 | 10.40 | Por manteni | Externo | Mantenimie | H1I_G1 | Mantenimiento programado externo |
| 86 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 18/09/2016 16:02 | 1/10/2016 00:00 | 295.97 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 87 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 1/09/2016 00:00 | 1/09/2016 00:15 | 0.25 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 88 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 1/09/2016 08:45 | 2/09/2016 02:37 | 17.87 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 89 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 2/09/2016 11:29 | 3/09/2016 04:05 | 16.60 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 90 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 3/09/2016 15:44 | 4/09/2016 00:20 | 8.60 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 91 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 4/09/2016 12:09 | 5/09/2016 02:16 | 14.12 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 92 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 5/09/2016 14:18 | 6/09/2016 03:44 | 13.43 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 93 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 6/09/2016 10:08 | 7/09/2016 04:25 | 18.28 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 94 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 7/09/2016 09:16 | 8/09/2016 04:24 | 19.13 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 95 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 8/09/2016 06:59 | 15/09/2016 03:40 | 164.68 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 96 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 18/09/2016 05:38 | 18/09/2016 16:02 | 10.40 | Por manteni | Externo | Mantenimie | H1I_G2 | Mantenimiento programado externo |
| 97 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 18/09/2016 16:02 | 18/09/2016 21:18 | 5.27 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 98 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 19/09/2016 12:43 | 19/09/2016 21:45 | 9.03 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 99 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 20/09/2016 15:20 | 20/09/2016 22:10 | 6.83 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 100 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 21/09/2016 10:43 | 21/09/2016 22:36 | 11.88 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 101 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 22/09/2016 11:24 | 23/09/2016 02:19 | 14.92 | Se encuentr | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 119 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 1/10/2016 00:00 | 6/10/2016 06:10 | 126.17 | Fuera de ser | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 120 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 7/10/2016 13:11 | 11/10/2016 06:55 | 89.73 | Fuera de ser | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 121 | HUASAHUAS | H1I_G1 | 30/10/2016 12:52 | 1/11/2016 00:00 | 35.13 | Fuera de ser | Externo | Falta de agua | H1I_G1 | Falta de agua |
| 122 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 13/10/2016 05:23 | 15/10/2016 04:32 | 47.15 | Fuera de ser | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 123 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 18/10/2016 17:47 | 27/10/2016 16:31 | 214.73 | Fuera de ser | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| 124 | HUASAHUAS | H2I_G2 | 29/10/2016 01:05 | 30/10/2016 12:48 | 35.72 | Fuera de ser | Externo | Falta de agua | H1I_G2 | Falta de agua |
| | | | | | 5170.40 | | | | | |

ANEXO B. PROCEDIMIENTO Y CÁLCULO DE DISPONIBILIDAD 2016

1. Base Legal

El presente Procedimiento se rige por las siguientes normas y sus respectivas normas concordantes, modificatorias y sustitutorias:

- Ley 27332- Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos.
- Ley 27699- Ley de Fortalecimiento Institucional de OSINERGMIN.
- Decreto Ley N° 25844.- Ley de Concesiones Eléctricas.
- Decreto Supremo N° 009-93-EM. - Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.
- Procedimiento Técnico COES.
- Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos aprobado por Decreto Supremo N° 045-2001-EM.
- Reglamento de Supervisión de las Actividades Energéticas y Mineras de OSINERGMIN, aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 205-2009-OS/CD.
- Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas, aprobado por Resolución de Ministerial N° 161-2007-MEM/DM.

2. Definiciones

COES: Comité de Operación Económica del Sistema.

Falla: Cese de la aptitud de una unidad de generación o de un elemento para realizar su función.

Factor de Indisponibilidad Programada Total (FIPT): Establece una medida de la indisponibilidad que se aplica cuando una unidad de generación no esté operando o no se encuentre disponible para operar debido a los mantenimientos programados. Es expresado por el porcentaje del tiempo en que la unidad no estuvo disponible en el período de evaluación.

Factor de Disponibilidad Fortuita Total (FIFT): Establece una medida de la indisponibilidad que se aplica cuando una unidad de generación no esté operando o no se encuentre disponible para operar debido a indisponibilidades fortuitas. Es expresado por el porcentaje del tiempo en que la unidad no estuvo disponible en el período de evaluación.

Indisponibilidad: Estado de una unidad de generación cuando no se encuentra disponible para realizar su función debido a un evento directamente asociado con la unidad de generación.

Indisponibilidad Fortuita: Estado de una unidad de generación cuando no se encuentra disponible para realizar su función, como resultado de condiciones de emergencia directamente asociadas con la unidad de generación, requiriendo que esta unidad de generación sea retirada de servicio de manera inmediata, automática, o tan pronto puedan efectuarse maniobras de operación. También es una indisponibilidad causada por impropia operación del equipo o error humano. Se considera la indisponibilidad no programada como una indisponibilidad fortuita, a excepción de las producidas por un evento de fuerza mayor, calificado como tal por OSINERGMIN.

Indisponibilidad Fortuita Parcial: Restricción de potencia de una unidad térmica superior al 15% de su potencia efectiva, por limitaciones propias de la central, es considerada como una indisponibilidad total con un tiempo equivalente de duración igual al producto de la potencia restringida y el tiempo de indisponibilidad parcial, dividido entre la potencia efectiva de la unidad generadora.

Indisponibilidad Programada: Cuando una unidad de generación es deliberadamente retirada del servicio por un tiempo prefijado, usualmente para fines de construcción, mantenimiento preventivo, o reparación.

Índice de Recurrencia (Ir): Es un indicador referencial complementario, que mide el número de indisponibilidades fortuitas en el mismo componente y cuando la causa de indisponibilidad es la misma.

Mantenimiento Preventivo Mayor: Corresponde al plan de mantenimiento que se efectúa periódicamente, recomendado por los fabricantes, por resultados de mantenimiento predictivo o modificado por la experiencia propia del titular de generación, que implica el desarme total o parcial de las unidades de generación, con el objeto de reducir la probabilidad de daños en el equipamiento y/o pérdida de producción y como consecuencia ocasionan la indisponibilidad de las unidades de generación.

Mantenimiento Correctivo: Actividad que se realiza para superar la presencia de una operación anormal o una avería en un equipo o en sus componentes, y que origina las limitaciones en el funcionamiento y podría ocasionar la indisponibilidad parcial del mismo. Esta actividad implica el desarme total o parcial de las unidades de generación.

Overhaul: Reacondicionamiento total de una maquinaria o equipo para dejarlo en condiciones de eficiencia lo más cercanas a las de un equipo nuevo, dentro de las limitaciones técnicas para que resulte económicamente viable frente a un reemplazo total del equipo.

Período de Evaluación (PE): Período para el cual se determinarán los indicadores establecidos.

Período de indisponibilidad: Período comprendido cuando la unidad se desincroniza con el SEIN, y en caso de encontrarse la unidad en condición de reserva fría, en el momento de ser declarada indisponible por la Empresa de Generación. El período de indisponibilidad concluye cuando la unidad entra en sincronismo, y en el caso de no ser requerida en el despacho, al momento de declararse disponible por la Empresa de Generación. Para indisponibilidades parciales el tiempo entre la reducción de potencia y la recuperación del mismo.

Recurrencia: Número de indisponibilidades fortuitas de una unidad que se presentan en el mismo componente y por la misma causa, durante el período de evaluación.

SEIN: Sistema Eléctrico Interconectado Nacional

Tasa de Indisponibilidad Fortuita (TIF): Mide el tiempo de indisponibilidad fortuita con relación al total de las horas en servicio, más las horas de indisponibilidad fortuita.

Tasa de Fallas (TF): Mide el número de fallas anualizadas, con relación a las horas de la unidad en condición de unidad en servicio en el periodo de evaluación.

Unidad en Servicio: Unidad de generación sincronizada al SEIN entregando potencia activa y/o reactiva al sistema.

3. Metodología de supervisión

- **Requerimiento de Información**

Para determinar el desempeño de unidades de generación en los medios, formas y en plazos fijados.

- **Evaluación.**

Para (cumplimiento, verificación) y análisis (para generar reportes del estado de las unidades de generación) en gabinete de la información reportada por los agentes. Incluye la evaluación semestral de Indicadores de Desempeño con seguimiento mensual.

- **Supervisión de Campo**

Para verificar la información reportada, supervisión de desviaciones de indicadores, supervisión del cumplimiento de otras normas y disposiciones pertinentes.

- **Requerimiento de información**

Las empresas de generación están obligadas a suministrar al OSINERGMIN, para cada una de sus instalaciones, con carácter de declaración jurada, la siguiente información:

ANEXO 1: Características de Unidades de Generación

Este anexo es reportado por las empresas a través del sistema extranet, adjuntando los siguientes archivos en formato Excel:

- Anexo1_CENTRAL: Características de la Central.
- Anexo1_EQUIPO: Características por Unidad de Generación.

Este documento se envía únicamente al ingresar en Operación Comercial, la información registrada debe ser actualizada cada vez que se susciten modificaciones y/o ante el ingreso de una nueva unidad (por pruebas de P. efectiva, retiro de Operación Comercial, etc.)

PLAZO: Máximo 30 días calendario de ingreso en operación comercial de la unidad de generación o de efectuada alguna modificación en la misma.

ANEXO 2: Registro y Análisis de Fallas:

Este anexo es registrado por las empresas a través del sistema extranet cuando ocurre algún evento o falla que involucre la indisponibilidad de sus unidades de generación, adjuntando su informe final según lo establecido en el procedimiento.

Las fallas serán REGISTRADAS DIRECTAMENTE MEDIANTE EL EXTRANET (Reporte de indisponibilidades fortuitas), cada empresa deberá llevar un registro detallado de las fallas con su respectivo análisis.

El Análisis de Falla (Informe, reporte, etc.) debe incluir causa primaria, potencia indisponible, medidas correctivas, etc.

PLAZO: Reportar preliminarmente dentro de las 24 horas de ocurrida la falla y registrara el informe de Análisis de Falla dentro de los 15 días calendario de ocurrido el evento.

ANEXO 3: Indicadores de Desempeño:

Este anexo es registrado por las empresas a través del sistema extranet, adjuntando un archivo en formato Excel.

Los indicadores serán calculados por cada unidad generadora y por empresa propietaria reportándose semestralmente en el sistema extranet del OSINERGMIN.

PLAZO: Del 20 al 31 de enero/ Del 20 al 31 de julio

ANEXO 4: Programa de Mantenimiento Preventivo Mayor y Ejecutado:

Este anexo es reportado por las empresas a través del sistema extranet, adjuntando los siguientes archivos en formato Excel:

- **Anexo 4A:** Registro de las actividades de mantenimiento por componente de generación.
- **Anexo 40:** Mantenimiento anual programado, mensual y ejecutados.

Este envío mensual incluye todas las actividades de mantenimiento programado anual y mensual, así como todas las actividades de mantenimiento ejecutadas del mes transcurrido. Asimismo, se reportarán las indisponibilidades parciales mayores al 15% de su potencia efectiva.

PLAZO: 15 días calendario de culminado el mes correspondiente.

ANEXO 5: Horas de Operación y Energía Generada por Grupo:

Este anexo es reportado mensualmente por la unidad generadora por las empresas a través del sistema extranet, adjuntando los siguientes archivos en formato Excel:

- **Anexo 5.1:** Horas de operación y energía generada.
- **Anexo 5.2:** Horas de operación efectiva desde su Overhaul (aplicable a CT, CH).

PLAZO: 15 días calendario de culminado el mes correspondiente.

Plan de Contingencias Operativos:

Esta información es remitida al OSINERGMIN en cumplimiento de la Resolución N.º 264-2012-OS/CD.

Esta información es remitida al OSINERGMIN cada 2 años y/o cuando surja actualizaciones o modificaciones del mismo en cumplimiento de la Resolución N.º 264-2012-OS/CD.

Sistemas de Protección:

Esta información es reportada por las empresas a través del sistema extranet, adjuntando archivos según lo establecido en el procedimiento.

Esta información es registrada en el EXTRANET del OSINERGMIN, cada 2 años. Incluye los distintos sistemas de protección, ajustes de relés y protocolo de pruebas correspondientes.

PLAZO: Max. 30 días calendario del mes de enero de cada 2 años.

ANEXO 6: Consumo y Abastecimiento de Combustible

Este anexo es reportado por las empresas a través del sistema extranet, adjuntando los siguientes archivos en formato Excel:

Anexo 6.1: Stock de combustible y consumo.

Anexo 6.2: Energía generada por combustible consumido

Anexo 6.3: Capacidad de almacenamiento y datos del suministrador de combustible.

Anexo 6.4: Energía generada, consumo, presión en CT a gas.

En este envío mensual, la información requerida a empresas generadoras que utilizan combustibles Biodiesel, Petróleo Residual, carbón y gas natural para su operación.

PLAZO: 15 días calendario de culminado el mes correspondiente.

- **Indicadores de desempeño**

La determinación de los Factores de Indisponibilidad de las centrales o Unidades de Generación se realizará exclusivamente en función de las indisponibilidades de las centrales o Unidades de Generación ocurridas durante los periodos correspondientes a las Horas de Punta del Sistema.

Factor de Indisponibilidad Programada Total (FIPT)

Mide la indisponibilidad debido a mantenimiento programado. Es expresado por el porcentaje del tiempo en que la unidad no estuvo disponible en el período de evaluación debido a mantenimientos programados.

$$\text{FIPT} = \frac{\text{HIPT}}{\text{HPE}} \times 100 \%$$

Donde:

HIPT: Horas de indisponibilidad programada (*)

Se deben considerar todos los mantenimientos previstos en el Programa Anual y que fueron ejecutados.

HPE: Horas del periodo de evaluación.

(*) Se exceptúan de este cálculo las indisponibilidades originadas por trabajos especiales como, reconversiones y rediseños (retrofits), los cuales serán informados.

Factor de Indisponibilidad Fortuita Total (FIFT)

Mide las indisponibilidades fortuitas. Es expresado por el porcentaje del tiempo en que la unidad no estuvo disponible en el periodo de evaluación debido a indisponibilidad fortuita

$$\text{FIFT} = \frac{\text{HIFT}}{\text{HPE}} \times 100\%$$

Donde:

HPE: Horas de periodo de evaluación.

HIFT: Horas de indisponibilidad fortuita.

Se debe considerar como fortuito toda indisponibilidad que no fue considerada en el Programa Anual, incluso aquellas consideradas en el programa mensual.

**Las indisponibilidades fortuitas y programadas de equipos comunes que involucren a más de una unidad se computarán dentro de las indisponibilidades de cada unidad afectada.

Factor de Disponibilidad (FD)

Mide la disponibilidad de la unidad en condición de unidad en servicio y como reserva fría.

$$\text{FD} = \frac{\text{HD}}{\text{HPE}} \times 100\% \quad [\%]$$

Donde:

HD: Horas de disponibilidad.

HPE: Horas de periodo de evaluación.

Tasa de Indisponibilidad Fortuita (TIF)

Mide el tiempo de indisponibilidad fortuita con relación al total de las horas en servicio, más las horas de indisponibilidad fortuita.

$$TIF = \frac{HIF}{HS + HIF} \times 100\%$$

Donde:

HIF: Horas de indisponibilidad fortuita anual.

HS: Horas en servicio en el periodo de evaluación.

Tasa de Fallas (TF)

Mide el número de fallas anualizadas, con relación a las horas en condición de unidad en servicio en el periodo de evaluación.

$$TF = \frac{NF}{HS} * 8760 \quad [N^\circ/año] (*)$$

(*) La fórmula solo sería válida si el cálculo es anual, caso contrario el factor 8760 se reemplaza por 4380 [N.º/semestre].

Donde:

NF: Número de fallas en el periodo de evaluación.

HS: Horas en servicio en el periodo de evaluación.

Índice de Recurrencia (IR)

Mide el número de indisponibilidades fortuitas en el mismo componente y cuando la causa es misma.

Es posible que una misma unidad de generación tenga varios índices de recurrencia por lo que debe optarse por seleccionar el mayor de ellos, e inclusive la recurrencia debería ser solo por componente

$$Ir = N^\circ$$

En la Tabla N°32 se muestra en resumen los indicadores utilizados para verificar el desempeño de las unidades de generación, que miden la frecuencia, duración y magnitud (impacto) de las indisponibilidades.

DISPONIBILIDAD HHI

1.-Determinación de número de desconexiones y horas según el tipo de interrupción del registro de fallas

INICIO 1/01/2016 00:00
 FINAL 1/01/2017 00:00
 HORAS PERIODO I 8784

NUMERO DE DESCONEXIONES DE CENTRALES Y GENERADORES DEL 01/01/2016 00:00 AL 01/01/2017 00:00

| EQUIPO | CENTRAL HIDROELECTRICA | TIPO DE INTERRUPCION | | | | | | | | | | | | TOTAL | |
|--------|---------------------------|----------------------|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|-------|-------|
| | | FE | MPE | TP | FN | FH | FEP | FP | MC | MM | RA | SE | FA | | |
| | HUASAHUASI I | 4 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48 | 66.00 |
| HHI_G1 | G1 | 3 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 25.00 |
| HHI_G2 | G2 | 1 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 41.00 |

HORAS DE DESCONEXIONES DE CENTRALES Y GENERADORES DEL 01/01/2016 00:00 AL 01/01/2017 00:00

| EQUIPO | CENTRAL HIDROELECTRICA | TIPO DE INTERRUPCION | | | | | | | | | | | | TOTAL | |
|--------|---------------------------|----------------------|------|------|-----|----|-----|------|----|----|----|----|----|-------|---------|
| | | FE | MPE | TP | FN | FH | FEP | FP | MC | MM | RA | SE | FA | | |
| | HUASAHUASI I | 3.55 | 86.8 | 31.3 | 0.0 | 0 | 0 | 2.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5047 | 5170.40 |
| HHI_G1 | G1 | 2.27 | 43.4 | 12.1 | 0.0 | 0 | 0 | 1.13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2454 | 2513.08 |
| HHI_G2 | G2 | 1.28 | 43.5 | 19.2 | 0 | 0 | 0 | 0.97 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2592 | 2657.32 |

Utilizando la formula de Factor de Disponibilidad de la tabla indicada en el procedimiento 304

FD= Factor de Disponibilidad

$$FD = \frac{HD}{HPE} \times 100\%$$

Donde:

HD=Horas de disponibilidad

HPE= Horas del periodo de evaluación

$$FD = (1 - 33.4 / 8784 / 2) * 100 = 99.81$$

Horas de salida de servicio por tipo de falla

| INDISPONIBILIDAD (HORAS) | | | | | | | |
|--------------------------|------|------|-------|-------|-----|-----|---------|
| PROGR. | | | CORR. | FALLA | | | INDISP. |
| TP | RA | SE | MC | FH | FEP | FP | |
| 31.28 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 33.4 |
| 12.12 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 13.2 |
| 19.17 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 20.1 |

ESTADISTICA DE DESCONEXIONES DE CENTRALES Y GENERADORES

DEL 01/01/2016 00:00 AL 01/01/2017 00:00

| EQUIPO | CENTRAL HIDROELECTRICA | POTENCIA EFECTIVA (MW) | DISPONIB. % | INDISPONIBILIDAD (%) | | | INDISPONIBILIDAD (HORAS) | | | | | | | | HORAS QUE NO AFECTAN LA DISPONIBILIDAD | | | | |
|--------|---------------------------|------------------------------|----------------|----------------------|-------|-------|--------------------------|------|------|-------|-------|-----|-----|---------|-------------------------------------------|------|-----|-----|--------|
| | | | | PROGR. | CORR. | FALLA | PROGR. | | | CORR. | FALLA | | | INDISP. | FE | MPE | MM | FN | FA |
| | | | | | | | TP | RA | SE | | MC | FH | FEP | | | | | | |
| | HUASAHUASI I | 10.00 | 99.81 | 0.18 | 0.00 | 0.01 | 31.28 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 33.4 | 3.6 | 86.8 | 0.0 | 0.0 | 5046.7 |
| HHI_G1 | G1 | 5.00 | 99.85 | 0.14 | 0.00 | 0.01 | 12.12 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 13.2 | 2.3 | 43.4 | 0.0 | 0.0 | 2454.2 |
| HHI_G2 | G2 | 5.00 | 99.77 | 0.22 | 0.00 | 0.01 | 19.17 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 20.1 | 1.3 | 43.5 | 0.0 | 0.0 | 2592.4 |

LEYENDA:

FE Falla externa al conjunto (Externo al conjunto)

MPE Mantenimiento programado externo

TP Trabajos programados (Equipos propios)

FN Fenómenos naturales y ambientales

FH Fallas humanas

FEP Fallas en equipos de potencia

FP Fallas en equipos de protección y control

MC Mantenimiento correctivo

MM Mantenimiento Mayor

RA Reforzamiento y/o ampliaciones del sistema

SE Por Seguridad, distancia mínima zonas energizadas

FA Falta de agua

ANEXO C.CAUDALES MEDIOS GENERADOS

| CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|-------|----------|------|------|-------|---------|------|------|--------------------|--------|----------|--|
| RIO HUASAHUASI - PUNTO DE CAPTACIÓN BOCATOMA HUASAHUASI "CENTRAL HIDROLECTICA HUASAHUASI I" (mts) | | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | LATITUD | | | 11° | 15' | 37" | "S" | PERIODO :1965-2016 | | | |
| PROVINCIA | TARMA | | | LONGITUD | | | 75° | 35' | 49" | "W" | | | | |
| DISTRITO | HUASAHUASI | | | ALTITUD | | | 2,570 | m.s.n.m | AREA | | | 253.33 | km² | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | PROMEDIO | |
| 1965 | 7.59 | 10.85 | 11.17 | 5.68 | 2.29 | 2.60 | 1.60 | 2.65 | 3.14 | 2.66 | 4.29 | 3.15 | 4.81 | |
| 1966 | 11.22 | 10.43 | 4.04 | 1.89 | 2.63 | 2.29 | 1.40 | 1.01 | 1.47 | 4.02 | 5.39 | 5.32 | 4.26 | |
| 1967 | 4.10 | 9.22 | 16.03 | 4.90 | 2.82 | 2.88 | 1.57 | 2.38 | 1.84 | 4.08 | 1.53 | 1.66 | 4.42 | |
| 1968 | 8.31 | 7.49 | 12.58 | 5.36 | 3.37 | 2.90 | 1.53 | 2.31 | 1.78 | 4.61 | 3.97 | 3.25 | 4.79 | |
| 1969 | 8.05 | 2.69 | 7.46 | 3.59 | 2.11 | 2.99 | 1.56 | 1.07 | 1.26 | 1.98 | 2.28 | 3.15 | 3.18 | |
| 1970 | 6.46 | 8.43 | 5.40 | 4.86 | 2.66 | 3.68 | 1.71 | 2.32 | 2.54 | 1.54 | 1.71 | 4.23 | 3.80 | |
| 1971 | 3.99 | 11.94 | 12.04 | 12.35 | 6.53 | 4.12 | 1.52 | 0.80 | 1.16 | 2.15 | 2.53 | 2.03 | 5.10 | |
| 1972 | 10.49 | 3.64 | 8.72 | 6.56 | 3.39 | 2.47 | 1.69 | 1.65 | 2.00 | 2.27 | 2.41 | 2.83 | 4.01 | |
| 1973 | 12.24 | 11.47 | 11.76 | 7.34 | 4.47 | 3.50 | 2.10 | 3.86 | 4.18 | 4.85 | 4.04 | 3.72 | 6.13 | |
| 1974 | 4.15 | 10.23 | 8.66 | 8.49 | 4.37 | 2.96 | 1.85 | 1.91 | 2.13 | 3.40 | 2.25 | 4.67 | 4.59 | |
| 1975 | 11.79 | 6.57 | 10.92 | 3.10 | 2.53 | 3.06 | 1.52 | 1.67 | 2.84 | 2.68 | 2.94 | 6.79 | 4.70 | |
| 1976 | 3.22 | 3.36 | 4.79 | 6.45 | 3.13 | 2.82 | 1.50 | 2.26 | 3.16 | 1.44 | 2.05 | 3.30 | 3.12 | |
| 1977 | 4.10 | 9.29 | 7.47 | 5.30 | 3.80 | 3.15 | 1.44 | 1.13 | 2.11 | 1.72 | 5.32 | 3.93 | 4.06 | |
| 1978 | 3.91 | 3.88 | 7.49 | 5.89 | 3.56 | 3.04 | 1.56 | 1.44 | 2.28 | 1.73 | 3.23 | 3.58 | 3.47 | |
| 1979 | 7.60 | 2.21 | 12.76 | 9.36 | 4.74 | 2.51 | 1.60 | 1.95 | 1.26 | 1.70 | 2.87 | 2.04 | 4.22 | |
| 1980 | 6.78 | 13.78 | 9.82 | 2.31 | 2.46 | 1.74 | 1.35 | 0.95 | 1.29 | 4.31 | 4.38 | 5.86 | 4.59 | |
| 1981 | 6.98 | 8.73 | 7.64 | 4.70 | 2.92 | 2.63 | 1.42 | 2.13 | 1.60 | 4.46 | 6.40 | 8.28 | 4.82 | |
| 1982 | 3.37 | 9.36 | 5.97 | 4.89 | 1.88 | 3.67 | 1.79 | 2.45 | 3.30 | 4.70 | 8.81 | 3.10 | 4.44 | |
| 1983 | 5.75 | 5.15 | 13.45 | 7.91 | 2.25 | 3.32 | 1.53 | 2.42 | 2.59 | 2.27 | 2.72 | 3.78 | 4.43 | |
| 1984 | 3.78 | 14.73 | 14.39 | 10.27 | 4.29 | 3.79 | 1.98 | 1.81 | 2.72 | 2.91 | 4.06 | 5.46 | 5.85 | |
| 1985 | 5.68 | 7.70 | 7.41 | 8.42 | 3.22 | 3.80 | 1.67 | 2.38 | 2.46 | 1.91 | 3.36 | 4.64 | 4.39 | |
| 1986 | 2.37 | 7.97 | 15.61 | 5.44 | 3.70 | 3.69 | 2.18 | 3.86 | 2.40 | 2.20 | 2.53 | 3.20 | 4.60 | |
| 1987 | 6.07 | 4.79 | 3.14 | 3.40 | 2.29 | 3.56 | 2.10 | 2.54 | 1.64 | 2.16 | 2.66 | 3.58 | 3.16 | |
| 1988 | 5.20 | 6.79 | 3.55 | 7.46 | 3.67 | 3.22 | 1.53 | 1.78 | 1.60 | 1.85 | 2.54 | 4.03 | 3.60 | |
| 1989 | 8.55 | 5.32 | 6.45 | 8.20 | 5.16 | 3.23 | 1.56 | 2.03 | 2.89 | 2.83 | 4.50 | 3.33 | 4.50 | |
| 1990 | 5.05 | 2.43 | 9.98 | 3.54 | 2.81 | 4.35 | 1.62 | 1.94 | 2.97 | 3.41 | 8.72 | 6.13 | 4.41 | |
| 1991 | 6.91 | 11.36 | 18.21 | 4.93 | 2.76 | 4.07 | 1.48 | 1.60 | 2.27 | 1.67 | 3.02 | 1.73 | 5.00 | |
| 1992 | 4.76 | 4.95 | 4.29 | 1.76 | 2.06 | 2.65 | 1.46 | 1.26 | 2.71 | 3.32 | 1.31 | 4.33 | 2.91 | |
| 1993 | 8.44 | 8.71 | 8.21 | 5.28 | 4.12 | 2.54 | 1.51 | 2.61 | 2.72 | 3.45 | 5.68 | 3.70 | 4.75 | |
| 1994 | 5.78 | 8.09 | 6.68 | 7.61 | 2.68 | 2.97 | 2.35 | 2.62 | 1.43 | 1.66 | 2.93 | 2.59 | 3.95 | |
| 1995 | 3.44 | 6.58 | 8.37 | 4.76 | 2.17 | 1.81 | 1.41 | 1.45 | 1.19 | 1.86 | 4.18 | 2.94 | 3.35 | |
| 1996 | 5.66 | 8.65 | 14.52 | 8.21 | 2.81 | 2.96 | 1.47 | 2.32 | 1.98 | 1.83 | 2.42 | 2.35 | 4.60 | |
| 1997 | 4.84 | 7.19 | 10.15 | 3.37 | 2.17 | 1.31 | 1.31 | 1.50 | 1.79 | 2.17 | 3.30 | 5.20 | 3.69 | |
| 1998 | 3.05 | 6.80 | 9.15 | 3.53 | 2.72 | 2.01 | 1.66 | 2.09 | 1.56 | 2.88 | 4.62 | 3.98 | 3.67 | |
| 1999 | 12.53 | 14.77 | 14.78 | 8.03 | 5.84 | 4.65 | 2.56 | 1.22 | 2.34 | 2.96 | 3.89 | 3.57 | 6.43 | |
| 2000 | 4.99 | 11.89 | 14.30 | 6.25 | 2.40 | 3.31 | 1.48 | 1.63 | 2.59 | 1.46 | 2.17 | 4.82 | 4.77 | |
| 2001 | 10.55 | 9.89 | 15.95 | 6.35 | 2.99 | 2.96 | 1.69 | 1.62 | 2.07 | 2.15 | 3.50 | 4.29 | 5.33 | |
| 2002 | 2.46 | 8.69 | 9.07 | 6.72 | 2.35 | 2.50 | 1.72 | 2.08 | 2.46 | 2.28 | 5.61 | 5.80 | 4.31 | |
| 2003 | 4.64 | 8.54 | 9.76 | 6.01 | 3.24 | 2.26 | 1.48 | 1.77 | 1.74 | 1.32 | 1.56 | 5.52 | 3.99 | |
| 2004 | 3.70 | 4.73 | 4.33 | 2.57 | 2.15 | 1.54 | 1.65 | 1.79 | 2.14 | 4.82 | 3.13 | 4.68 | 3.10 | |
| 2005 | 4.39 | 4.51 | 4.79 | 3.12 | 1.62 | 1.31 | 1.29 | 0.85 | 1.06 | 1.91 | 1.47 | 2.72 | 2.42 | |
| 2006 | 7.74 | 7.21 | 6.25 | 8.48 | 2.85 | 2.25 | 1.50 | 1.72 | 1.51 | 3.52 | 4.59 | 3.96 | 4.30 | |
| 2007 | 11.60 | 6.96 | 9.05 | 5.69 | 4.24 | 2.25 | 1.57 | 1.30 | 1.22 | 2.01 | 3.49 | 3.64 | 4.42 | |
| 2008 | 7.21 | 8.24 | 7.07 | 5.04 | 2.88 | 1.81 | 1.37 | 1.25 | 1.11 | 2.31 | 1.92 | 2.82 | 3.59 | |
| 2009 | 7.41 | 7.06 | 7.95 | 8.75 | 4.31 | 2.61 | 2.28 | 2.43 | 1.34 | 1.59 | 3.83 | 5.53 | 4.59 | |
| 2010 | 9.17 | 8.61 | 7.60 | 5.88 | 2.72 | 1.72 | 1.29 | 1.11 | 1.18 | 3.67 | 2.76 | 1.95 | 3.97 | |
| 2011 | 3.02 | 5.89 | 8.15 | 6.56 | 3.23 | 3.10 | 1.54 | 1.67 | 1.66 | 2.80 | 2.25 | 2.51 | 3.53 | |
| 2012 | 4.01 | 3.39 | 8.16 | 5.75 | 4.71 | 3.59 | 1.90 | 1.97 | 1.42 | 3.00 | 4.34 | 7.98 | 4.19 | |
| 2013 | 5.44 | 9.68 | 5.61 | 5.71 | 2.32 | 2.13 | 1.51 | 1.10 | 1.02 | 3.27 | 2.51 | 5.71 | 3.83 | |
| 2014 | 7.09 | 12.84 | 13.44 | 5.68 | 4.12 | 1.47 | 1.43 | 1.32 | 1.02 | 3.27 | 2.51 | 5.71 | 4.99 | |
| 2015 | 12.64 | 13.91 | 14.16 | 8.56 | 3.70 | 1.52 | 0.86 | 0.62 | 1.02 | 3.27 | 2.51 | 5.71 | 5.71 | |
| 2016 | 4.34 | 9.44 | 7.22 | 4.88 | 1.92 | 1.25 | 0.63 | 0.31 | 1.02 | 3.27 | 2.51 | 5.71 | 3.54 | |
| MAXIMO | 12.64 | 14.77 | 18.21 | 12.35 | 6.53 | 4.65 | 2.56 | 3.86 | 4.18 | 4.85 | 8.81 | 8.28 | 8.47 | |
| MEDIO | 6.40 | 8.02 | 9.34 | 5.91 | 3.19 | 2.78 | 1.60 | 1.81 | 1.97 | 2.72 | 3.45 | 4.12 | 4.28 | |
| MINIMO | 2.37 | 2.21 | 3.14 | 1.76 | 1.62 | 1.25 | 0.63 | 0.31 | 1.02 | 1.32 | 1.31 | 1.66 | 1.55 | |

| CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|------|----------|------|------|-------|-------------|----------|--------------------|--------|-----------------|----------|
| RIO HUACUAS - PUNTO DE CAPTACIÓN BOCATOMA HUACUAS "CENTRAL HIDROELECTRICA HUASAHUASI I" (m ³ /s) | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | LATITUD | | | 11° | 14' | 35.08" S | | | | |
| PROVINCIA | TARMA | | | LONGITUD | | | 75° | 36' 3.95" O | | PERIODO :1965-2016 | | | |
| DISTRITO | HUASAHUASI | | | ALTITUD | | | 2,554 | m.s.n.m | | AREA | 117.75 | km ² | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | PROMEDIO |
| 1965 | 3.79 | 5.42 | 5.88 | 2.84 | 1.14 | 1.30 | 0.80 | 1.33 | 1.57 | 1.33 | 2.14 | 1.51 | 2.42 |
| 1966 | 5.61 | 5.21 | 2.02 | 0.94 | 1.32 | 1.14 | 0.70 | 0.51 | 0.73 | 2.01 | 2.70 | 2.66 | 2.13 |
| 1967 | 2.05 | 4.61 | 8.01 | 2.45 | 1.41 | 1.44 | 0.79 | 1.19 | 0.92 | 2.04 | 0.77 | 0.83 | 2.21 |
| 1968 | 4.15 | 3.74 | 6.29 | 2.68 | 1.68 | 1.45 | 0.77 | 1.15 | 0.89 | 2.30 | 1.98 | 1.62 | 2.39 |
| 1969 | 4.03 | 1.34 | 3.73 | 1.80 | 1.05 | 1.49 | 0.78 | 0.53 | 0.63 | 0.99 | 1.14 | 1.57 | 1.59 |
| 1970 | 3.23 | 4.21 | 2.70 | 2.43 | 1.33 | 1.84 | 0.86 | 1.16 | 1.27 | 0.77 | 0.86 | 1.12 | 1.82 |
| 1971 | 2.00 | 5.97 | 6.02 | 6.18 | 3.26 | 2.06 | 0.76 | 0.40 | 0.58 | 1.08 | 1.27 | 1.02 | 2.55 |
| 1972 | 5.24 | 1.82 | 4.36 | 3.28 | 1.69 | 1.24 | 0.84 | 0.83 | 1.00 | 1.14 | 1.20 | 1.42 | 2.01 |
| 1973 | 6.12 | 5.73 | 5.88 | 3.67 | 2.33 | 1.75 | 1.05 | 1.93 | 2.09 | 2.42 | 2.02 | 1.86 | 3.07 |
| 1974 | 2.08 | 5.12 | 4.33 | 4.25 | 2.18 | 1.48 | 0.93 | 0.95 | 1.06 | 1.70 | 1.13 | 2.34 | 2.30 |
| 1975 | 5.89 | 3.29 | 5.46 | 1.55 | 1.26 | 1.53 | 0.76 | 0.83 | 1.42 | 1.34 | 1.47 | 3.39 | 2.35 |
| 1976 | 1.61 | 1.68 | 2.39 | 3.22 | 1.57 | 1.41 | 0.75 | 1.13 | 1.58 | 0.72 | 1.02 | 1.65 | 1.56 |
| 1977 | 2.05 | 4.64 | 3.73 | 2.65 | 1.90 | 1.57 | 0.72 | 0.57 | 1.05 | 0.86 | 2.66 | 1.96 | 2.03 |
| 1978 | 1.95 | 1.94 | 3.75 | 2.94 | 1.78 | 1.52 | 0.78 | 0.72 | 1.14 | 0.86 | 1.61 | 1.79 | 1.73 |
| 1979 | 3.80 | 1.10 | 6.38 | 4.68 | 2.37 | 1.25 | 0.80 | 0.97 | 0.63 | 0.85 | 1.43 | 1.02 | 2.11 |
| 1980 | 3.39 | 6.89 | 4.91 | 1.15 | 1.23 | 0.87 | 0.67 | 0.47 | 0.65 | 2.15 | 2.19 | 2.93 | 2.29 |
| 1981 | 3.49 | 4.36 | 3.82 | 2.35 | 1.46 | 1.31 | 0.71 | 1.06 | 0.80 | 2.23 | 3.20 | 4.14 | 2.41 |
| 1982 | 1.68 | 4.68 | 2.99 | 2.44 | 0.94 | 1.83 | 0.89 | 1.22 | 1.65 | 2.35 | 4.40 | 1.55 | 2.22 |
| 1983 | 2.87 | 2.57 | 6.72 | 3.96 | 1.12 | 1.66 | 0.77 | 1.21 | 1.29 | 1.14 | 1.36 | 1.89 | 2.21 |
| 1984 | 1.89 | 7.36 | 7.20 | 5.14 | 2.15 | 1.89 | 0.99 | 0.90 | 1.36 | 1.45 | 2.03 | 2.73 | 2.92 |
| 1985 | 2.84 | 3.85 | 3.70 | 4.21 | 1.61 | 1.90 | 0.83 | 1.19 | 1.23 | 0.96 | 1.68 | 2.32 | 2.19 |
| 1986 | 1.19 | 3.99 | 7.81 | 2.72 | 1.85 | 1.84 | 1.09 | 1.93 | 1.20 | 1.10 | 1.26 | 1.60 | 2.30 |
| 1987 | 3.03 | 2.40 | 1.57 | 1.70 | 1.14 | 1.78 | 1.05 | 1.27 | 0.82 | 1.08 | 1.33 | 1.79 | 1.58 |
| 1988 | 2.60 | 3.39 | 1.77 | 3.73 | 1.84 | 1.61 | 0.77 | 0.89 | 0.80 | 0.92 | 1.27 | 2.02 | 1.80 |
| 1989 | 4.28 | 2.66 | 3.22 | 4.10 | 2.58 | 1.61 | 0.78 | 1.02 | 1.44 | 1.42 | 2.25 | 1.66 | 2.25 |
| 1990 | 2.52 | 1.22 | 4.99 | 1.77 | 1.40 | 2.17 | 0.81 | 0.97 | 1.49 | 1.71 | 4.36 | 3.06 | 2.21 |
| 1991 | 3.46 | 5.68 | 9.10 | 2.47 | 1.38 | 2.03 | 0.73 | 0.80 | 1.14 | 0.84 | 1.51 | 0.87 | 2.50 |
| 1992 | 2.38 | 2.48 | 2.14 | 0.88 | 1.03 | 1.32 | 0.73 | 0.63 | 1.36 | 1.66 | 0.66 | 2.17 | 1.45 |
| 1993 | 4.22 | 4.36 | 4.11 | 2.64 | 2.06 | 1.27 | 0.76 | 1.30 | 1.36 | 1.73 | 2.84 | 1.85 | 2.38 |
| 1994 | 2.89 | 4.04 | 3.34 | 3.80 | 1.34 | 1.49 | 1.18 | 1.31 | 0.72 | 0.83 | 1.47 | 1.29 | 1.98 |
| 1995 | 1.72 | 3.29 | 4.18 | 2.38 | 1.08 | 0.91 | 0.70 | 0.73 | 0.59 | 0.93 | 2.09 | 1.47 | 1.67 |
| 1996 | 2.83 | 4.32 | 7.26 | 4.10 | 1.40 | 1.48 | 0.74 | 1.16 | 0.99 | 0.91 | 1.21 | 1.18 | 2.30 |
| 1997 | 2.42 | 3.60 | 5.07 | 1.69 | 1.08 | 0.65 | 0.66 | 0.75 | 0.90 | 1.08 | 1.65 | 2.60 | 1.85 |
| 1998 | 1.53 | 3.40 | 4.57 | 1.77 | 1.36 | 1.00 | 0.83 | 1.04 | 0.78 | 1.44 | 2.31 | 1.99 | 1.84 |
| 1999 | 6.26 | 7.38 | 7.39 | 4.01 | 2.92 | 2.32 | 1.28 | 0.61 | 1.17 | 1.48 | 1.94 | 1.78 | 3.21 |
| 2000 | 2.50 | 5.94 | 7.15 | 3.13 | 1.20 | 1.65 | 0.74 | 0.81 | 1.29 | 0.73 | 1.08 | 2.41 | 2.39 |
| 2001 | 5.28 | 4.95 | 7.97 | 3.18 | 1.50 | 1.48 | 0.85 | 0.81 | 1.03 | 1.07 | 1.75 | 2.15 | 2.67 |
| 2002 | 1.23 | 4.34 | 4.53 | 3.36 | 1.17 | 1.25 | 0.86 | 1.04 | 1.23 | 1.14 | 2.81 | 2.90 | 2.16 |
| 2003 | 2.32 | 4.27 | 4.88 | 3.01 | 1.62 | 1.13 | 0.74 | 0.88 | 0.87 | 0.66 | 0.78 | 2.76 | 1.99 |
| 2004 | 1.85 | 2.37 | 2.16 | 1.29 | 1.08 | 0.77 | 0.83 | 0.90 | 1.07 | 2.41 | 1.57 | 2.34 | 1.55 |
| 2005 | 2.20 | 2.26 | 2.39 | 1.56 | 0.81 | 0.65 | 0.65 | 0.42 | 0.53 | 0.96 | 0.73 | 1.36 | 1.21 |
| 2006 | 3.87 | 3.60 | 3.12 | 4.24 | 1.43 | 1.12 | 0.75 | 0.86 | 0.76 | 1.76 | 2.29 | 1.98 | 2.15 |
| 2007 | 5.80 | 3.48 | 4.52 | 2.84 | 2.12 | 1.12 | 0.79 | 0.65 | 0.61 | 1.01 | 1.74 | 1.82 | 2.21 |
| 2008 | 3.61 | 4.12 | 3.54 | 2.52 | 1.44 | 0.90 | 0.69 | 0.63 | 0.55 | 1.15 | 0.96 | 1.41 | 1.79 |
| 2009 | 3.71 | 3.53 | 3.97 | 4.37 | 2.15 | 1.30 | 1.14 | 1.22 | 0.67 | 0.80 | 1.92 | 2.76 | 2.30 |
| 2010 | 4.59 | 4.31 | 3.80 | 2.94 | 1.36 | 0.86 | 0.65 | 0.55 | 0.59 | 1.84 | 1.38 | 0.97 | 1.99 |
| 2011 | 1.51 | 2.95 | 4.08 | 3.28 | 1.61 | 1.55 | 0.77 | 0.84 | 0.83 | 1.40 | 1.12 | 1.25 | 1.77 |
| 2012 | 2.01 | 1.69 | 4.08 | 2.88 | 2.35 | 1.80 | 0.95 | 0.99 | 0.71 | 1.50 | 2.17 | 3.99 | 2.09 |
| 2013 | 2.72 | 4.84 | 2.81 | 2.85 | 1.16 | 1.06 | 0.75 | 0.55 | 0.78 | 1.54 | 0.96 | 1.76 | 1.82 |
| 2014 | 3.73 | 5.51 | 5.73 | 3.44 | 2.47 | 1.26 | 1.22 | 0.99 | 2.02 | 2.51 | 2.48 | 3.62 | 2.92 |
| 2015 | 3.02 | 5.43 | 5.68 | 4.78 | 3.24 | 1.80 | 1.20 | 0.83 | 0.67 | 1.40 | 2.31 | 4.18 | 2.88 |
| 2016 | 3.02 | 4.53 | 4.32 | 2.93 | 1.60 | 1.33 | 0.39 | 0.11 | 0.22 | 1.24 | 0.66 | 3.56 | 1.99 |
| MAXIMO | 6.26 | 7.38 | 9.10 | 6.18 | 3.26 | 2.32 | 1.28 | 1.93 | 2.09 | 2.51 | 4.40 | 4.18 | 4.24 |
| MEDIO | 3.16 | 3.96 | 4.64 | 2.98 | 1.65 | 1.43 | 0.83 | 0.92 | 1.01 | 1.36 | 1.75 | 2.07 | 2.15 |
| MINIMO | 1.19 | 1.10 | 1.57 | 0.88 | 0.81 | 0.65 | 0.39 | 0.11 | 0.22 | 0.66 | 0.66 | 0.83 | 0.76 |

| CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|------|------|----------|------|------|-------|-----------|----------|--------------------|-------|-----------------|----------|
| RIO HUACUAS - DERIVACION BOCATOMA PARACSHIOC "CENTRAL HIDROELECTRICA HUASAHUASI | | | | | | | | | | | | | |
| I" (m ² /s) | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | LATITUD | | | 11° | 14' | 35.08" S | | | | |
| PROVINCIA | TARMA | | | LONGITUD | | | 75° | 36' 14" O | | PERIODO: 1965-2016 | | | |
| DISTRITO | HUASAHUASI | | | ALTITUD | | | 2,559 | m.s.n.m | | AREA | 22.94 | km ² | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | PROMEDIO |
| 1965 | 0.67 | 0.95 | 1.03 | 0.50 | 0.20 | 0.23 | 0.14 | 0.23 | 0.28 | 0.23 | 0.38 | 0.28 | 0.43 |
| 1966 | 0.98 | 0.92 | 0.35 | 0.17 | 0.23 | 0.20 | 0.12 | 0.09 | 0.13 | 0.35 | 0.47 | 0.47 | 0.37 |
| 1967 | 0.36 | 0.81 | 1.41 | 0.43 | 0.25 | 0.25 | 0.14 | 0.21 | 0.16 | 0.36 | 0.13 | 0.15 | 0.39 |
| 1968 | 0.73 | 0.66 | 1.10 | 0.47 | 0.30 | 0.25 | 0.13 | 0.20 | 0.16 | 0.40 | 0.35 | 0.29 | 0.42 |
| 1969 | 0.71 | 0.24 | 0.65 | 0.32 | 0.19 | 0.26 | 0.14 | 0.09 | 0.11 | 0.17 | 0.20 | 0.28 | 0.28 |
| 1970 | 0.57 | 0.74 | 0.47 | 0.43 | 0.23 | 0.32 | 0.15 | 0.20 | 0.22 | 0.14 | 0.15 | 0.37 | 0.33 |
| 1971 | 0.35 | 1.05 | 1.06 | 1.08 | 0.57 | 0.36 | 0.13 | 0.07 | 0.10 | 0.19 | 0.22 | 0.18 | 0.45 |
| 1972 | 0.92 | 0.32 | 0.77 | 0.58 | 0.30 | 0.22 | 0.15 | 0.14 | 0.18 | 0.20 | 0.21 | 0.25 | 0.35 |
| 1973 | 1.07 | 1.01 | 1.03 | 0.64 | 0.39 | 0.31 | 0.18 | 0.34 | 0.37 | 0.43 | 0.35 | 0.33 | 0.54 |
| 1974 | 0.36 | 0.90 | 0.76 | 0.75 | 0.38 | 0.26 | 0.16 | 0.17 | 0.19 | 0.30 | 0.20 | 0.41 | 0.40 |
| 1975 | 1.03 | 0.58 | 0.96 | 0.27 | 0.22 | 0.27 | 0.13 | 0.15 | 0.25 | 0.23 | 0.26 | 0.60 | 0.41 |
| 1976 | 0.28 | 0.30 | 0.42 | 0.57 | 0.28 | 0.25 | 0.13 | 0.20 | 0.28 | 0.13 | 0.18 | 0.29 | 0.28 |
| 1977 | 0.36 | 0.82 | 0.66 | 0.47 | 0.33 | 0.28 | 0.13 | 0.10 | 0.19 | 0.15 | 0.47 | 0.34 | 0.36 |
| 1978 | 0.34 | 0.34 | 0.66 | 0.52 | 0.31 | 0.27 | 0.14 | 0.13 | 0.20 | 0.15 | 0.28 | 0.31 | 0.30 |
| 1979 | 0.67 | 0.19 | 1.12 | 0.82 | 0.42 | 0.22 | 0.14 | 0.17 | 0.11 | 0.15 | 0.25 | 0.18 | 0.37 |
| 1980 | 0.60 | 1.21 | 0.86 | 0.20 | 0.22 | 0.15 | 0.12 | 0.08 | 0.11 | 0.38 | 0.38 | 0.51 | 0.40 |
| 1981 | 0.61 | 0.77 | 0.67 | 0.41 | 0.26 | 0.23 | 0.12 | 0.19 | 0.14 | 0.39 | 0.56 | 0.73 | 0.42 |
| 1982 | 0.30 | 0.82 | 0.52 | 0.43 | 0.17 | 0.32 | 0.16 | 0.21 | 0.29 | 0.41 | 0.77 | 0.27 | 0.39 |
| 1983 | 0.50 | 0.45 | 1.18 | 0.69 | 0.20 | 0.29 | 0.13 | 0.21 | 0.23 | 0.20 | 0.24 | 0.33 | 0.39 |
| 1984 | 0.33 | 1.29 | 1.26 | 0.90 | 0.38 | 0.33 | 0.17 | 0.16 | 0.24 | 0.26 | 0.36 | 0.48 | 0.51 |
| 1985 | 0.50 | 0.68 | 0.65 | 0.74 | 0.28 | 0.33 | 0.15 | 0.21 | 0.22 | 0.17 | 0.29 | 0.41 | 0.39 |
| 1986 | 0.21 | 0.70 | 1.37 | 0.48 | 0.32 | 0.32 | 0.19 | 0.34 | 0.21 | 0.19 | 0.22 | 0.28 | 0.40 |
| 1987 | 0.53 | 0.42 | 0.28 | 0.30 | 0.20 | 0.31 | 0.18 | 0.22 | 0.14 | 0.19 | 0.23 | 0.31 | 0.28 |
| 1988 | 0.46 | 0.60 | 0.31 | 0.65 | 0.32 | 0.28 | 0.13 | 0.16 | 0.14 | 0.16 | 0.22 | 0.35 | 0.32 |
| 1989 | 0.75 | 0.47 | 0.57 | 0.72 | 0.45 | 0.28 | 0.14 | 0.18 | 0.25 | 0.25 | 0.39 | 0.29 | 0.40 |
| 1990 | 0.44 | 0.21 | 0.88 | 0.31 | 0.25 | 0.38 | 0.14 | 0.17 | 0.26 | 0.30 | 0.77 | 0.54 | 0.39 |
| 1991 | 0.61 | 1.00 | 1.60 | 0.43 | 0.24 | 0.36 | 0.13 | 0.14 | 0.20 | 0.15 | 0.27 | 0.15 | 0.44 |
| 1992 | 0.42 | 0.43 | 0.38 | 0.15 | 0.18 | 0.23 | 0.13 | 0.11 | 0.24 | 0.29 | 0.12 | 0.38 | 0.26 |
| 1993 | 0.74 | 0.76 | 0.72 | 0.46 | 0.36 | 0.22 | 0.13 | 0.23 | 0.24 | 0.30 | 0.50 | 0.32 | 0.42 |
| 1994 | 0.51 | 0.71 | 0.59 | 0.67 | 0.23 | 0.26 | 0.21 | 0.23 | 0.13 | 0.15 | 0.26 | 0.23 | 0.35 |
| 1995 | 0.30 | 0.58 | 0.73 | 0.42 | 0.19 | 0.16 | 0.12 | 0.13 | 0.10 | 0.16 | 0.37 | 0.26 | 0.29 |
| 1996 | 0.50 | 0.76 | 1.27 | 0.72 | 0.25 | 0.26 | 0.13 | 0.20 | 0.17 | 0.16 | 0.21 | 0.21 | 0.40 |
| 1997 | 0.42 | 0.63 | 0.89 | 0.30 | 0.19 | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.16 | 0.19 | 0.29 | 0.46 | 0.32 |
| 1998 | 0.27 | 0.60 | 0.80 | 0.31 | 0.24 | 0.18 | 0.15 | 0.18 | 0.14 | 0.25 | 0.41 | 0.35 | 0.32 |
| 1999 | 1.10 | 1.30 | 1.30 | 0.70 | 0.51 | 0.41 | 0.22 | 0.11 | 0.21 | 0.26 | 0.34 | 0.31 | 0.56 |
| 2000 | 0.44 | 1.04 | 1.26 | 0.55 | 0.21 | 0.29 | 0.13 | 0.14 | 0.23 | 0.13 | 0.19 | 0.42 | 0.42 |
| 2001 | 0.93 | 0.87 | 1.40 | 0.56 | 0.26 | 0.26 | 0.15 | 0.14 | 0.18 | 0.19 | 0.31 | 0.38 | 0.47 |
| 2002 | 0.22 | 0.76 | 0.80 | 0.59 | 0.21 | 0.22 | 0.15 | 0.18 | 0.22 | 0.20 | 0.49 | 0.51 | 0.38 |
| 2003 | 0.41 | 0.75 | 0.86 | 0.53 | 0.28 | 0.20 | 0.13 | 0.16 | 0.15 | 0.12 | 0.14 | 0.48 | 0.35 |
| 2004 | 0.32 | 0.42 | 0.38 | 0.23 | 0.19 | 0.14 | 0.14 | 0.16 | 0.19 | 0.42 | 0.28 | 0.41 | 0.27 |
| 2005 | 0.39 | 0.40 | 0.42 | 0.27 | 0.14 | 0.11 | 0.11 | 0.07 | 0.09 | 0.17 | 0.13 | 0.24 | 0.21 |
| 2006 | 0.68 | 0.63 | 0.55 | 0.74 | 0.25 | 0.20 | 0.13 | 0.15 | 0.13 | 0.31 | 0.40 | 0.35 | 0.38 |
| 2007 | 1.02 | 0.61 | 0.79 | 0.50 | 0.37 | 0.20 | 0.14 | 0.11 | 0.11 | 0.18 | 0.31 | 0.32 | 0.39 |
| 2008 | 0.63 | 0.72 | 0.62 | 0.44 | 0.25 | 0.16 | 0.12 | 0.11 | 0.10 | 0.20 | 0.17 | 0.25 | 0.31 |
| 2009 | 0.65 | 0.62 | 0.70 | 0.77 | 0.38 | 0.23 | 0.20 | 0.21 | 0.12 | 0.14 | 0.34 | 0.49 | 0.40 |
| 2010 | 0.81 | 0.76 | 0.67 | 0.52 | 0.24 | 0.15 | 0.11 | 0.10 | 0.10 | 0.32 | 0.24 | 0.17 | 0.35 |
| 2011 | 0.26 | 0.52 | 0.72 | 0.58 | 0.28 | 0.27 | 0.13 | 0.15 | 0.15 | 0.25 | 0.20 | 0.22 | 0.31 |
| 2012 | 0.35 | 0.30 | 0.72 | 0.50 | 0.41 | 0.32 | 0.17 | 0.17 | 0.12 | 0.26 | 0.38 | 0.70 | 0.37 |
| 2013 | 0.48 | 0.85 | 0.49 | 0.50 | 0.20 | 0.19 | 0.13 | 0.10 | 0.14 | 0.27 | 0.17 | 0.31 | 0.32 |
| 2014 | 0.65 | 0.97 | 1.01 | 0.60 | 0.43 | 0.22 | 0.22 | 0.17 | 0.35 | 0.44 | 0.43 | 0.64 | 0.51 |
| 2015 | 0.95 | 0.95 | 1.00 | 0.84 | 0.57 | 0.32 | 0.21 | 0.15 | 0.12 | 0.25 | 0.41 | 0.73 | 0.54 |
| 2016 | 0.53 | 0.79 | 0.76 | 0.51 | 0.28 | 0.23 | 0.07 | 0.02 | 0.04 | 0.22 | 0.12 | 0.62 | 0.35 |
| MAXIMO | 1.10 | 1.30 | 1.60 | 1.08 | 0.57 | 0.41 | 0.22 | 0.34 | 0.37 | 0.44 | 0.77 | 0.73 | 0.74 |
| MEDIO | 0.56 | 0.70 | 0.82 | 0.52 | 0.29 | 0.25 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.31 | 0.37 | 0.38 |
| MINIMO | 0.21 | 0.19 | 0.28 | 0.15 | 0.14 | 0.11 | 0.07 | 0.02 | 0.04 | 0.12 | 0.12 | 0.15 | 0.13 |

ANEXO D PERSISTENCIA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

| PERSISTENCIA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|-------|-------|----------|------|------|-------|---------|----------|------|-----------------|
| RIO HUASAHUASI - PUNTO DE CAPTACIÓN BOCATOMA HUASAHUASI "CENTRAL HIDROELECTRICA HUASAHUASI I" (m³/s) | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | LATITUD | | | 11° | 15' | 37" " S" | | |
| PROVINCIA | TARMA | | | | LONGITUD | | | 75° | 35' 49" | "w" | | iodo :1965-2016 |
| DISTRITO | HUASAHUASI | | | | ALTITUD | | | 2,570 | m.s.n.m | | AREA | 263.33 km² |
| PERSIST. | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC |
| 1.9% | 12.64 | 14.77 | 18.21 | 12.35 | 6.53 | 4.65 | 2.56 | 3.86 | 4.18 | 4.85 | 8.81 | 8.28 |
| 3.8% | 12.53 | 14.73 | 16.03 | 10.27 | 5.84 | 4.35 | 2.35 | 3.86 | 3.30 | 4.82 | 8.72 | 7.98 |
| 5.8% | 12.24 | 13.91 | 15.95 | 9.36 | 5.16 | 4.12 | 2.28 | 2.65 | 3.16 | 4.70 | 6.40 | 6.79 |
| 7.7% | 11.79 | 13.78 | 15.61 | 8.75 | 4.74 | 4.07 | 2.18 | 2.62 | 3.14 | 4.61 | 5.68 | 6.13 |
| 9.6% | 11.60 | 12.84 | 14.78 | 8.56 | 4.71 | 3.80 | 2.10 | 2.61 | 2.97 | 4.46 | 5.61 | 5.86 |
| 11.5% | 11.22 | 11.94 | 14.52 | 8.49 | 4.47 | 3.79 | 2.10 | 2.54 | 2.89 | 4.31 | 5.39 | 5.80 |
| 13.5% | 10.55 | 11.89 | 14.39 | 8.48 | 4.37 | 3.69 | 1.98 | 2.45 | 2.84 | 4.08 | 5.32 | 5.71 |
| 15.4% | 10.49 | 11.47 | 14.30 | 8.42 | 4.31 | 3.68 | 1.90 | 2.43 | 2.72 | 4.02 | 4.62 | 5.71 |
| 17.3% | 9.17 | 11.36 | 14.16 | 8.21 | 4.29 | 3.67 | 1.85 | 2.42 | 2.72 | 3.67 | 4.59 | 5.71 |
| 19.2% | 8.55 | 10.85 | 13.45 | 8.20 | 4.24 | 3.59 | 1.79 | 2.38 | 2.71 | 3.52 | 4.50 | 5.71 |
| 21.2% | 8.44 | 10.43 | 13.44 | 8.03 | 4.12 | 3.56 | 1.72 | 2.38 | 2.59 | 3.45 | 4.38 | 5.53 |
| 23.1% | 8.31 | 10.23 | 12.76 | 7.91 | 4.12 | 3.50 | 1.71 | 2.32 | 2.59 | 3.41 | 4.34 | 5.52 |
| 25.0% | 8.05 | 9.89 | 12.58 | 7.61 | 3.80 | 3.32 | 1.69 | 2.32 | 2.54 | 3.40 | 4.29 | 5.46 |
| 26.9% | 7.74 | 9.68 | 12.04 | 7.46 | 3.70 | 3.31 | 1.69 | 2.31 | 2.46 | 3.32 | 4.18 | 5.32 |
| 28.8% | 7.60 | 9.44 | 11.77 | 7.34 | 3.70 | 3.23 | 1.67 | 2.26 | 2.46 | 3.27 | 4.06 | 5.20 |
| 30.8% | 7.59 | 9.36 | 11.76 | 6.72 | 3.67 | 3.22 | 1.66 | 2.13 | 2.40 | 3.27 | 4.04 | 4.82 |
| 32.7% | 7.41 | 9.29 | 10.92 | 6.56 | 3.56 | 3.15 | 1.65 | 2.09 | 2.34 | 3.27 | 3.97 | 4.68 |
| 34.6% | 7.21 | 9.22 | 10.15 | 6.56 | 3.39 | 3.10 | 1.62 | 2.08 | 2.28 | 3.27 | 3.89 | 4.67 |
| 36.5% | 7.09 | 8.73 | 9.98 | 6.45 | 3.37 | 3.06 | 1.60 | 2.03 | 2.27 | 3.00 | 3.83 | 4.64 |
| 38.5% | 6.98 | 8.71 | 9.82 | 6.35 | 3.24 | 3.04 | 1.60 | 1.97 | 2.14 | 2.96 | 3.50 | 4.33 |
| 40.4% | 6.91 | 8.69 | 9.76 | 6.25 | 3.23 | 2.99 | 1.57 | 1.95 | 2.13 | 2.91 | 3.49 | 4.29 |
| 42.3% | 6.78 | 8.65 | 9.15 | 6.01 | 3.22 | 2.97 | 1.57 | 1.94 | 2.11 | 2.88 | 3.36 | 4.23 |
| 44.2% | 6.46 | 8.61 | 9.07 | 5.89 | 3.13 | 2.96 | 1.56 | 1.91 | 2.07 | 2.83 | 3.30 | 4.03 |
| 46.2% | 6.07 | 8.54 | 9.05 | 5.88 | 2.99 | 2.96 | 1.56 | 1.81 | 2.00 | 2.80 | 3.23 | 3.98 |
| 48.1% | 5.78 | 8.43 | 8.72 | 5.75 | 2.92 | 2.96 | 1.56 | 1.79 | 1.98 | 2.68 | 3.13 | 3.96 |
| 50.0% | 5.75 | 8.24 | 8.66 | 5.71 | 2.88 | 2.90 | 1.54 | 1.78 | 1.84 | 2.66 | 3.02 | 3.93 |
| 51.9% | 5.68 | 8.09 | 8.37 | 5.69 | 2.85 | 2.88 | 1.53 | 1.77 | 1.79 | 2.31 | 2.94 | 3.78 |
| 53.8% | 5.66 | 7.97 | 8.21 | 5.68 | 2.82 | 2.82 | 1.53 | 1.72 | 1.78 | 2.28 | 2.93 | 3.72 |
| 55.8% | 5.44 | 7.70 | 8.16 | 5.68 | 2.81 | 2.65 | 1.53 | 1.67 | 1.74 | 2.27 | 2.87 | 3.70 |
| 57.7% | 5.20 | 7.49 | 8.15 | 5.44 | 2.81 | 2.63 | 1.52 | 1.67 | 1.66 | 2.27 | 2.76 | 3.64 |
| 59.6% | 5.05 | 7.21 | 7.95 | 5.36 | 2.76 | 2.61 | 1.52 | 1.65 | 1.64 | 2.20 | 2.72 | 3.58 |
| 61.5% | 4.99 | 7.19 | 7.64 | 5.30 | 2.72 | 2.60 | 1.51 | 1.63 | 1.60 | 2.17 | 2.66 | 3.58 |
| 63.5% | 4.84 | 7.06 | 7.60 | 5.28 | 2.72 | 2.54 | 1.51 | 1.62 | 1.60 | 2.16 | 2.54 | 3.57 |
| 65.4% | 4.76 | 6.96 | 7.49 | 5.04 | 2.68 | 2.51 | 1.50 | 1.60 | 1.56 | 2.15 | 2.53 | 3.33 |
| 67.3% | 4.64 | 6.80 | 7.47 | 4.93 | 2.66 | 2.50 | 1.50 | 1.50 | 1.51 | 2.15 | 2.53 | 3.30 |
| 69.2% | 4.39 | 6.79 | 7.46 | 4.90 | 2.63 | 2.47 | 1.48 | 1.45 | 1.47 | 2.01 | 2.51 | 3.25 |
| 71.2% | 4.34 | 6.58 | 7.41 | 4.89 | 2.53 | 2.29 | 1.48 | 1.44 | 1.43 | 1.98 | 2.51 | 3.20 |
| 73.1% | 4.15 | 6.57 | 7.22 | 4.88 | 2.46 | 2.26 | 1.47 | 1.32 | 1.42 | 1.91 | 2.51 | 3.15 |
| 75.0% | 4.10 | 5.89 | 7.07 | 4.86 | 2.40 | 2.25 | 1.46 | 1.30 | 1.34 | 1.91 | 2.51 | 3.15 |
| 76.9% | 4.10 | 5.32 | 6.68 | 4.76 | 2.35 | 2.25 | 1.46 | 1.26 | 1.29 | 1.86 | 2.42 | 3.10 |
| 78.8% | 4.01 | 5.15 | 6.45 | 4.70 | 2.32 | 2.13 | 1.44 | 1.25 | 1.26 | 1.85 | 2.41 | 2.94 |
| 80.8% | 3.99 | 4.95 | 6.25 | 3.59 | 2.29 | 2.01 | 1.43 | 1.22 | 1.26 | 1.83 | 2.28 | 2.83 |
| 82.7% | 3.91 | 4.79 | 5.97 | 3.54 | 2.29 | 1.81 | 1.42 | 1.13 | 1.22 | 1.73 | 2.25 | 2.82 |
| 84.6% | 3.78 | 4.73 | 5.61 | 3.53 | 2.25 | 1.81 | 1.41 | 1.11 | 1.19 | 1.72 | 2.25 | 2.72 |
| 86.5% | 3.70 | 4.51 | 5.40 | 3.40 | 2.17 | 1.74 | 1.40 | 1.10 | 1.18 | 1.70 | 2.17 | 2.59 |
| 88.5% | 3.44 | 3.88 | 4.79 | 3.37 | 2.17 | 1.72 | 1.37 | 1.07 | 1.00 | 0.32 | 0.24 | 0.17 |
| 90.4% | 3.37 | 3.64 | 4.79 | 3.12 | 2.15 | 1.54 | 1.35 | 1.01 | 1.11 | 1.66 | 1.92 | 2.35 |
| 92.3% | 3.22 | 3.39 | 4.33 | 3.10 | 2.11 | 1.52 | 1.31 | 0.95 | 1.06 | 1.59 | 1.71 | 2.04 |
| 94.2% | 3.05 | 3.36 | 4.29 | 2.57 | 2.06 | 1.47 | 1.29 | 0.85 | 1.02 | 1.54 | 1.56 | 2.03 |
| 96.2% | 3.02 | 2.69 | 4.04 | 2.31 | 1.92 | 1.31 | 1.29 | 0.80 | 1.02 | 1.46 | 1.53 | 1.95 |
| 98.1% | 2.46 | 2.43 | 3.55 | 1.89 | 1.88 | 1.31 | 0.86 | 0.62 | 1.02 | 1.44 | 1.47 | 1.73 |
| 100.0% | 2.37 | 2.21 | 3.14 | 1.76 | 1.62 | 1.25 | 0.63 | 0.31 | 1.02 | 1.32 | 1.31 | 1.66 |
| 50.0% | 5.75 | 8.24 | 8.55 | 5.71 | 2.88 | 2.90 | 1.54 | 1.78 | 1.84 | 2.66 | 3.02 | 3.93 |
| 75.0% | 4.10 | 5.89 | 7.07 | 4.86 | 2.40 | 2.25 | 1.46 | 1.30 | 1.34 | 1.91 | 2.51 | 3.15 |
| 95.0% | 3.04 | 3.09 | 4.19 | 2.47 | 2.00 | 1.40 | 1.29 | 0.83 | 1.02 | 1.51 | 1.55 | 2.00 |

| PERSISTENCIA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|------|------|----------|------|------|-------|-------------|----------|------|------------------------|
| RIO HUACUAS - PUNTO DE CAPTACIÓN BOCATOMA HUACUAS "CENTRAL HIDROELECTRICA HUASAHUASI I" (m ³ /s) | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | LATITUD | | | 11° | 14' | 35.08" S | | |
| PROVINCIA | TARMA | | | | LONGITUD | | | 75° | 36' 3.95" O | | | IEDO :1965-2016 |
| DISTRITO | HUASAHUASI | | | | ALTITUD | | | 2,554 | m.s.n.m | | AREA | 117.75 km ² |
| PERSIST. | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC |
| 1.9% | 6.26 | 7.38 | 9.10 | 6.18 | 3.26 | 2.32 | 1.28 | 1.93 | 2.09 | 2.51 | 4.40 | 4.18 |
| 3.8% | 6.12 | 7.36 | 8.01 | 5.14 | 3.24 | 2.17 | 1.22 | 1.93 | 2.02 | 2.42 | 4.36 | 4.14 |
| 5.8% | 5.89 | 6.89 | 7.97 | 4.78 | 2.92 | 2.06 | 1.20 | 1.33 | 1.65 | 2.41 | 3.20 | 3.99 |
| 7.7% | 5.80 | 5.91 | 7.81 | 4.78 | 2.92 | 2.03 | 1.18 | 1.31 | 1.58 | 2.35 | 2.84 | 3.62 |
| 9.6% | 5.61 | 5.94 | 7.39 | 4.37 | 2.47 | 1.90 | 1.14 | 1.30 | 1.57 | 2.30 | 2.81 | 3.56 |
| 11.5% | 5.43 | 5.73 | 7.26 | 4.25 | 2.37 | 1.89 | 1.09 | 1.27 | 1.49 | 2.23 | 2.70 | 3.39 |
| 13.5% | 5.28 | 5.68 | 7.20 | 4.24 | 2.35 | 1.84 | 1.05 | 1.22 | 1.44 | 2.15 | 2.66 | 3.06 |
| 15.4% | 5.24 | 5.51 | 7.15 | 4.21 | 2.23 | 1.84 | 1.05 | 1.22 | 1.42 | 2.04 | 2.48 | 2.93 |
| 17.3% | 4.59 | 5.43 | 6.72 | 4.10 | 2.18 | 1.83 | 0.99 | 1.21 | 1.36 | 2.01 | 2.31 | 2.90 |
| 19.2% | 4.28 | 5.42 | 6.38 | 4.10 | 2.15 | 1.80 | 0.95 | 1.19 | 1.36 | 1.84 | 2.31 | 2.76 |
| 21.2% | 4.22 | 5.21 | 6.29 | 4.01 | 2.15 | 1.80 | 0.93 | 1.19 | 1.36 | 1.76 | 2.29 | 2.76 |
| 23.1% | 4.15 | 5.12 | 6.02 | 3.96 | 2.12 | 1.78 | 0.89 | 1.16 | 1.29 | 1.73 | 2.25 | 2.73 |
| 25.0% | 4.03 | 4.95 | 5.88 | 3.80 | 2.06 | 1.75 | 0.86 | 1.16 | 1.29 | 1.71 | 2.19 | 2.66 |
| 26.9% | 3.87 | 4.84 | 5.88 | 3.73 | 1.90 | 1.66 | 0.86 | 1.15 | 1.27 | 1.70 | 2.17 | 2.60 |
| 28.8% | 3.80 | 4.58 | 5.73 | 3.67 | 1.85 | 1.65 | 0.85 | 1.13 | 1.23 | 1.66 | 2.14 | 2.41 |
| 30.8% | 3.79 | 4.64 | 5.68 | 3.44 | 1.84 | 1.61 | 0.84 | 1.06 | 1.23 | 1.54 | 2.09 | 2.34 |
| 32.7% | 3.73 | 4.61 | 5.46 | 3.36 | 1.78 | 1.61 | 0.83 | 1.04 | 1.20 | 1.50 | 2.03 | 2.34 |
| 34.6% | 3.71 | 4.53 | 5.07 | 3.28 | 1.69 | 1.57 | 0.83 | 1.04 | 1.17 | 1.48 | 2.02 | 2.32 |
| 36.5% | 3.61 | 4.36 | 4.99 | 3.28 | 1.68 | 1.55 | 0.83 | 1.02 | 1.14 | 1.45 | 1.98 | 2.17 |
| 38.5% | 3.49 | 4.36 | 4.91 | 3.22 | 1.62 | 1.53 | 0.81 | 0.99 | 1.14 | 1.44 | 1.94 | 2.15 |
| 40.4% | 3.46 | 4.34 | 4.88 | 3.18 | 1.61 | 1.52 | 0.80 | 0.99 | 1.07 | 1.42 | 1.92 | 2.12 |
| 42.3% | 3.39 | 4.32 | 4.57 | 3.13 | 1.61 | 1.49 | 0.80 | 0.97 | 1.06 | 1.40 | 1.75 | 2.02 |
| 44.2% | 3.23 | 4.31 | 4.53 | 3.01 | 1.60 | 1.49 | 0.79 | 0.97 | 1.05 | 1.40 | 1.74 | 1.99 |
| 46.2% | 3.03 | 4.27 | 4.52 | 2.94 | 1.57 | 1.48 | 0.79 | 0.95 | 1.03 | 1.34 | 1.68 | 1.98 |
| 48.1% | 3.02 | 4.21 | 4.36 | 2.94 | 1.50 | 1.48 | 0.78 | 0.90 | 1.00 | 1.33 | 1.65 | 1.96 |
| 50.0% | 2.89 | 4.12 | 4.33 | 2.93 | 1.46 | 1.48 | 0.78 | 0.90 | 0.99 | 1.24 | 1.61 | 1.89 |
| 51.9% | 2.87 | 4.04 | 4.32 | 2.88 | 1.44 | 1.45 | 0.78 | 0.89 | 0.92 | 1.15 | 1.57 | 1.86 |
| 53.8% | 2.84 | 3.99 | 4.18 | 2.85 | 1.43 | 1.44 | 0.77 | 0.88 | 0.90 | 1.14 | 1.51 | 1.85 |
| 55.8% | 2.83 | 3.85 | 4.11 | 2.84 | 1.41 | 1.41 | 0.77 | 0.86 | 0.89 | 1.14 | 1.47 | 1.82 |
| 57.7% | 2.72 | 3.74 | 4.08 | 2.84 | 1.40 | 1.33 | 0.77 | 0.84 | 0.87 | 1.14 | 1.47 | 1.79 |
| 59.6% | 2.60 | 3.60 | 4.08 | 2.72 | 1.40 | 1.32 | 0.77 | 0.83 | 0.83 | 1.10 | 1.43 | 1.79 |
| 61.5% | 2.51 | 3.60 | 3.97 | 2.68 | 1.38 | 1.31 | 0.76 | 0.83 | 0.82 | 1.08 | 1.38 | 1.78 |
| 63.5% | 2.50 | 3.53 | 3.82 | 2.65 | 1.36 | 1.30 | 0.76 | 0.83 | 0.80 | 1.08 | 1.36 | 1.76 |
| 65.4% | 2.42 | 3.48 | 3.80 | 2.64 | 1.36 | 1.30 | 0.76 | 0.81 | 0.80 | 1.08 | 1.33 | 1.66 |
| 67.3% | 2.38 | 3.40 | 3.75 | 2.52 | 1.34 | 1.27 | 0.75 | 0.81 | 0.78 | 1.07 | 1.27 | 1.65 |
| 69.2% | 2.32 | 3.39 | 3.73 | 2.47 | 1.33 | 1.26 | 0.75 | 0.80 | 0.78 | 1.01 | 1.27 | 1.62 |
| 71.2% | 2.20 | 3.29 | 3.73 | 2.45 | 1.32 | 1.25 | 0.75 | 0.75 | 0.76 | 0.99 | 1.26 | 1.60 |
| 73.1% | 2.08 | 3.29 | 3.70 | 2.44 | 1.26 | 1.25 | 0.74 | 0.73 | 0.73 | 0.96 | 1.21 | 1.57 |
| 75.0% | 2.05 | 2.95 | 3.54 | 2.43 | 1.23 | 1.24 | 0.74 | 0.72 | 0.72 | 0.96 | 1.20 | 1.57 |
| 76.9% | 2.05 | 2.66 | 3.34 | 2.38 | 1.20 | 1.14 | 0.74 | 0.65 | 0.71 | 0.93 | 1.14 | 1.55 |
| 78.8% | 2.01 | 2.57 | 3.22 | 2.35 | 1.17 | 1.13 | 0.73 | 0.63 | 0.67 | 0.92 | 1.13 | 1.47 |
| 80.8% | 2.00 | 2.48 | 3.12 | 1.80 | 1.16 | 1.12 | 0.73 | 0.63 | 0.67 | 0.91 | 1.12 | 1.42 |
| 82.7% | 1.95 | 2.40 | 2.99 | 1.77 | 1.14 | 1.12 | 0.72 | 0.61 | 0.65 | 0.86 | 1.08 | 1.41 |
| 84.6% | 1.89 | 2.37 | 2.81 | 1.77 | 1.14 | 1.06 | 0.71 | 0.57 | 0.63 | 0.86 | 1.02 | 1.36 |
| 86.5% | 1.85 | 2.26 | 2.70 | 1.70 | 1.12 | 1.00 | 0.70 | 0.55 | 0.63 | 0.85 | 0.96 | 1.29 |
| 88.5% | 1.72 | 1.94 | 2.39 | 1.69 | 1.08 | 0.91 | 0.70 | 0.55 | 0.61 | 0.84 | 0.96 | 1.25 |
| 90.4% | 1.68 | 1.82 | 2.39 | 1.56 | 1.08 | 0.90 | 0.69 | 0.53 | 0.59 | 0.83 | 0.86 | 1.18 |
| 92.3% | 1.61 | 1.69 | 2.16 | 1.55 | 1.08 | 0.87 | 0.67 | 0.51 | 0.59 | 0.80 | 0.78 | 1.02 |
| 94.2% | 1.53 | 1.68 | 2.14 | 1.29 | 1.05 | 0.86 | 0.66 | 0.47 | 0.58 | 0.77 | 0.77 | 1.02 |
| 96.2% | 1.51 | 1.34 | 2.02 | 1.15 | 1.03 | 0.77 | 0.65 | 0.42 | 0.55 | 0.73 | 0.73 | 0.97 |
| 98.1% | 1.23 | 1.22 | 1.77 | 0.94 | 0.94 | 0.65 | 0.65 | 0.40 | 0.53 | 0.72 | 0.66 | 0.87 |
| 100.0% | 1.19 | 1.10 | 1.57 | 0.88 | 0.81 | 0.65 | 0.39 | 0.11 | 0.22 | 0.66 | 0.66 | 0.83 |
| 50.0% | 2.89 | 4.12 | 4.33 | 2.93 | 1.46 | 1.48 | 0.78 | 0.90 | 0.99 | 1.24 | 1.61 | 1.89 |
| 75.0% | 2.05 | 2.95 | 3.54 | 2.43 | 1.23 | 1.24 | 0.74 | 0.72 | 0.72 | 0.96 | 1.20 | 1.57 |
| 95.0% | 1.52 | 1.55 | 2.09 | 1.23 | 1.04 | 0.83 | 0.65 | 0.45 | 0.57 | 0.75 | 0.75 | 1.00 |

| PERSISTENCIA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|------|------|----------|------|------|-------|-------------|---------|------|-------|------------------|
| RIO HUACUAS - DERIVACIÓN BOCATOMA PARACS HIOC "CENTRAL HIDROELECTRICA HUASAHUASI I" (m ³ /s) | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | | JUNÍN | | | LATITUD | | | 11° | 15' | 37" "S" | | | |
| PROVINCIA | | TARMA | | | LONGITUD | | | 75° | 35' 49" "W" | | | | IO DO :1965-2016 |
| DISTRITO | | HUASAHUASI | | | ALTITUD | | | 2,559 | m.s.n.m | | AREA | 22.94 | km ² |
| PERSIST. | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | |
| 1.9% | 1.10 | 1.30 | 1.60 | 1.08 | 0.57 | 0.41 | 0.22 | 0.34 | 0.37 | 0.44 | 0.77 | 0.73 | |
| 3.8% | 1.07 | 1.29 | 1.41 | 0.90 | 0.57 | 0.38 | 0.22 | 0.34 | 0.35 | 0.43 | 0.77 | 0.73 | |
| 5.8% | 1.03 | 1.21 | 1.40 | 0.84 | 0.51 | 0.36 | 0.21 | 0.23 | 0.29 | 0.42 | 0.56 | 0.70 | |
| 7.7% | 1.02 | 1.05 | 1.37 | 0.82 | 0.45 | 0.36 | 0.21 | 0.23 | 0.28 | 0.41 | 0.50 | 0.64 | |
| 9.6% | 0.98 | 1.04 | 1.30 | 0.77 | 0.43 | 0.33 | 0.20 | 0.23 | 0.28 | 0.40 | 0.49 | 0.62 | |
| 11.5% | 0.95 | 1.01 | 1.27 | 0.75 | 0.42 | 0.33 | 0.19 | 0.22 | 0.26 | 0.39 | 0.47 | 0.60 | |
| 13.5% | 0.93 | 1.00 | 1.26 | 0.74 | 0.41 | 0.32 | 0.18 | 0.21 | 0.25 | 0.38 | 0.47 | 0.54 | |
| 15.4% | 0.92 | 0.97 | 1.26 | 0.74 | 0.39 | 0.32 | 0.18 | 0.21 | 0.25 | 0.36 | 0.43 | 0.51 | |
| 17.3% | 0.81 | 0.95 | 1.18 | 0.72 | 0.38 | 0.32 | 0.17 | 0.21 | 0.24 | 0.35 | 0.41 | 0.51 | |
| 19.2% | 0.75 | 0.95 | 1.12 | 0.72 | 0.38 | 0.32 | 0.17 | 0.21 | 0.24 | 0.32 | 0.41 | 0.49 | |
| 21.2% | 0.74 | 0.92 | 1.10 | 0.70 | 0.38 | 0.32 | 0.16 | 0.21 | 0.24 | 0.31 | 0.40 | 0.48 | |
| 23.1% | 0.73 | 0.90 | 1.06 | 0.69 | 0.37 | 0.31 | 0.16 | 0.20 | 0.23 | 0.30 | 0.39 | 0.48 | |
| 25.0% | 0.71 | 0.87 | 1.03 | 0.67 | 0.36 | 0.31 | 0.15 | 0.20 | 0.23 | 0.30 | 0.38 | 0.47 | |
| 26.9% | 0.68 | 0.85 | 1.03 | 0.65 | 0.33 | 0.29 | 0.15 | 0.20 | 0.22 | 0.30 | 0.38 | 0.46 | |
| 28.8% | 0.67 | 0.82 | 1.01 | 0.64 | 0.32 | 0.29 | 0.15 | 0.20 | 0.22 | 0.29 | 0.38 | 0.42 | |
| 30.8% | 0.67 | 0.82 | 1.00 | 0.60 | 0.32 | 0.28 | 0.15 | 0.19 | 0.22 | 0.27 | 0.37 | 0.41 | |
| 32.7% | 0.65 | 0.81 | 0.96 | 0.59 | 0.31 | 0.28 | 0.15 | 0.18 | 0.21 | 0.26 | 0.36 | 0.41 | |
| 34.6% | 0.65 | 0.79 | 0.89 | 0.58 | 0.30 | 0.28 | 0.15 | 0.18 | 0.21 | 0.26 | 0.35 | 0.41 | |
| 36.5% | 0.63 | 0.77 | 0.88 | 0.58 | 0.30 | 0.27 | 0.14 | 0.18 | 0.20 | 0.26 | 0.35 | 0.38 | |
| 38.5% | 0.61 | 0.76 | 0.86 | 0.57 | 0.28 | 0.27 | 0.14 | 0.17 | 0.20 | 0.25 | 0.34 | 0.38 | |
| 40.4% | 0.61 | 0.76 | 0.86 | 0.56 | 0.28 | 0.27 | 0.14 | 0.17 | 0.29 | 0.25 | 0.34 | 0.37 | |
| 42.3% | 0.60 | 0.76 | 0.80 | 0.55 | 0.28 | 0.26 | 0.14 | 0.17 | 0.19 | 0.25 | 0.31 | 0.35 | |
| 44.2% | 0.57 | 0.76 | 0.80 | 0.53 | 0.28 | 0.26 | 0.14 | 0.17 | 0.19 | 0.25 | 0.31 | 0.35 | |
| 46.2% | 0.53 | 0.75 | 0.79 | 0.52 | 0.28 | 0.26 | 0.14 | 0.17 | 0.18 | 0.23 | 0.29 | 0.35 | |
| 48.1% | 0.53 | 0.74 | 0.77 | 0.52 | 0.26 | 0.26 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.23 | 0.29 | 0.34 | |
| 50.0% | 0.51 | 0.72 | 0.76 | 0.51 | 0.26 | 0.26 | 0.14 | 0.16 | 0.17 | 0.22 | 0.28 | 0.33 | |
| 51.9% | 0.50 | 0.71 | 0.76 | 0.50 | 0.25 | 0.25 | 0.14 | 0.16 | 0.16 | 0.20 | 0.28 | 0.33 | |
| 53.8% | 0.50 | 0.70 | 0.73 | 0.50 | 0.25 | 0.25 | 0.13 | 0.16 | 0.16 | 0.20 | 0.27 | 0.32 | |
| 55.8% | 0.50 | 0.68 | 0.72 | 0.50 | 0.25 | 0.25 | 0.13 | 0.15 | 0.16 | 0.20 | 0.26 | 0.32 | |
| 57.7% | 0.48 | 0.66 | 0.72 | 0.50 | 0.25 | 0.23 | 0.13 | 0.15 | 0.15 | 0.20 | 0.26 | 0.31 | |
| 59.6% | 0.46 | 0.63 | 0.72 | 0.48 | 0.25 | 0.23 | 0.13 | 0.15 | 0.15 | 0.19 | 0.25 | 0.31 | |
| 61.5% | 0.44 | 0.63 | 0.70 | 0.47 | 0.24 | 0.23 | 0.13 | 0.15 | 0.14 | 0.19 | 0.24 | 0.31 | |
| 63.5% | 0.44 | 0.62 | 0.67 | 0.47 | 0.24 | 0.23 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.19 | 0.24 | 0.31 | |
| 65.4% | 0.42 | 0.61 | 0.67 | 0.46 | 0.24 | 0.23 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.19 | 0.23 | 0.29 | |
| 67.3% | 0.42 | 0.60 | 0.66 | 0.44 | 0.23 | 0.22 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.19 | 0.22 | 0.29 | |
| 69.2% | 0.41 | 0.60 | 0.66 | 0.43 | 0.23 | 0.22 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.18 | 0.22 | 0.29 | |
| 71.2% | 0.39 | 0.58 | 0.65 | 0.43 | 0.23 | 0.22 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.17 | 0.22 | 0.28 | |
| 73.1% | 0.36 | 0.58 | 0.65 | 0.43 | 0.22 | 0.22 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.17 | 0.21 | 0.28 | |
| 75.0% | 0.36 | 0.52 | 0.62 | 0.43 | 0.22 | 0.22 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.17 | 0.21 | 0.28 | |
| 76.9% | 0.36 | 0.47 | 0.59 | 0.42 | 0.21 | 0.20 | 0.13 | 0.11 | 0.12 | 0.16 | 0.20 | 0.27 | |
| 78.8% | 0.35 | 0.45 | 0.57 | 0.41 | 0.21 | 0.20 | 0.13 | 0.11 | 0.12 | 0.16 | 0.20 | 0.26 | |
| 80.8% | 0.35 | 0.43 | 0.55 | 0.32 | 0.20 | 0.20 | 0.13 | 0.11 | 0.12 | 0.16 | 0.20 | 0.25 | |
| 82.7% | 0.34 | 0.42 | 0.52 | 0.31 | 0.20 | 0.20 | 0.13 | 0.11 | 0.11 | 0.15 | 0.19 | 0.25 | |
| 84.6% | 0.33 | 0.42 | 0.49 | 0.31 | 0.20 | 0.19 | 0.12 | 0.10 | 0.11 | 0.15 | 0.18 | 0.24 | |
| 86.5% | 0.32 | 0.40 | 0.47 | 0.30 | 0.20 | 0.18 | 0.12 | 0.10 | 0.11 | 0.15 | 0.17 | 0.23 | |
| 88.5% | 0.30 | 0.34 | 0.42 | 0.30 | 0.19 | 0.16 | 0.12 | 0.10 | 0.11 | 0.15 | 0.17 | 0.22 | |
| 90.4% | 0.30 | 0.32 | 0.42 | 0.27 | 0.19 | 0.16 | 0.12 | 0.09 | 0.10 | 0.15 | 0.15 | 0.21 | |
| 92.3% | 0.28 | 0.30 | 0.38 | 0.27 | 0.19 | 0.15 | 0.12 | 0.09 | 0.10 | 0.14 | 0.14 | 0.18 | |
| 94.2% | 0.27 | 0.30 | 0.38 | 0.23 | 0.19 | 0.15 | 0.12 | 0.08 | 0.10 | 0.14 | 0.13 | 0.18 | |
| 96.2% | 0.25 | 0.24 | 0.35 | 0.20 | 0.18 | 0.14 | 0.11 | 0.07 | 0.10 | 0.13 | 0.13 | 0.17 | |
| 98.1% | 0.22 | 0.21 | 0.31 | 0.17 | 0.17 | 0.11 | 0.11 | 0.07 | 0.09 | 0.13 | 0.12 | 0.15 | |
| 100.0% | 0.21 | 0.19 | 0.28 | 0.15 | 0.14 | 0.11 | 0.07 | 0.02 | 0.04 | 0.12 | 0.12 | 0.15 | |
| 50.0% | 0.51 | 0.72 | 0.76 | 0.51 | 0.26 | 0.26 | 0.14 | 0.16 | 0.17 | 0.22 | 0.28 | 0.33 | |
| 75.0% | 0.36 | 0.52 | 0.62 | 0.43 | 0.22 | 0.22 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.17 | 0.21 | 0.28 | |
| 95.0% | 0.27 | 0.27 | 0.37 | 0.22 | 0.18 | 0.14 | 0.11 | 0.08 | 0.10 | 0.13 | 0.13 | 0.18 | |

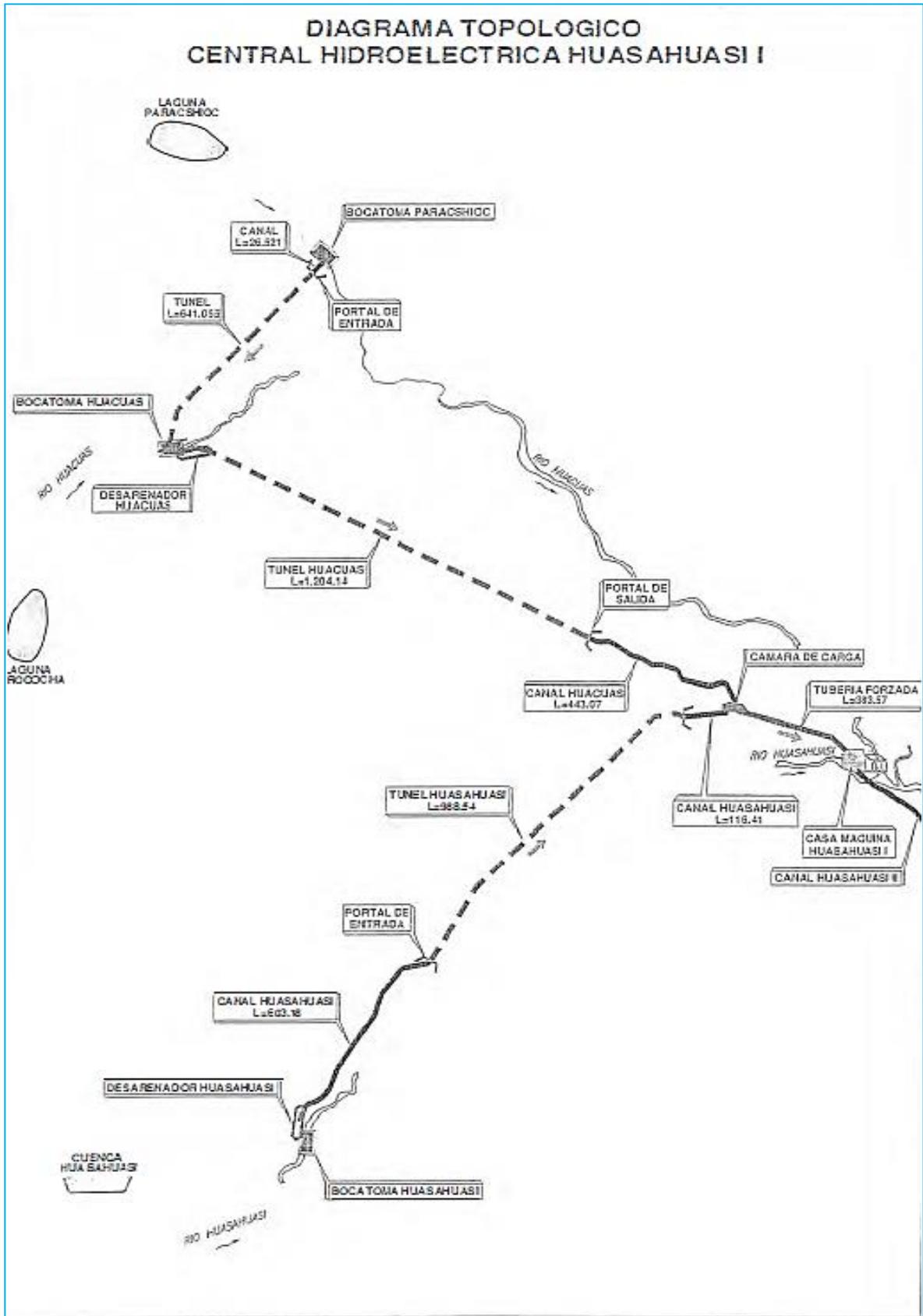
ANEXO E BALANCE HÍDRICO

| Balance Hídrico | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Paso 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Para realizar el balance hidrico se tomo las disponibilidades hidicas de los Rios Huasahuasi, Rio Huacuas y Rio Paracshioc a un 75 % de su de sus caudales, el cual se muestra en anexo D tablas de cálculos de persistencia de caudales | | | | | | | | | | | | | |
| Persistencia de caudales mesdios mensuales Bocatoma Huasahuasi | | | | | | | | | | | | | |
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | |
| Q 0.50% | 5.75 | 8.24 | 8.66 | 5.71 | 2.88 | 2.9 | 1.54 | 1.78 | 1.84 | 3.02 | 3.02 | 3.93 | |
| Q 0.75% | 4.10 | 5.89 | 7.07 | 4.86 | 2.40 | 2.25 | 1.46 | 1.30 | 1.34 | 2.51 | 2.51 | 3.15 | |
| Q 0.95% | 3.04 | 3.09 | 4.19 | 2.47 | 2.00 | 1.40 | 1.29 | 0.83 | 1.02 | 1.55 | 1.55 | 2.00 | |
| Persistencia de caudales mesdios mensuales Bocatoma Huacuas | | | | | | | | | | | | | |
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | |
| Q 0.50% | 2.89 | 4.12 | 4.33 | 2.93 | 1.46 | 1.48 | 0.78 | 0.90 | 0.99 | 1.24 | 1.61 | 1.89 | |
| Q 0.75% | 2.05 | 2.95 | 3.54 | 2.43 | 1.23 | 1.24 | 0.74 | 0.72 | 0.72 | 0.96 | 1.20 | 1.57 | |
| Q 0.95% | 1.52 | 1.55 | 2.09 | 1.23 | 1.04 | 0.83 | 0.65 | 0.45 | 0.57 | 0.75 | 0.75 | 1.00 | |
| Persistencia de caudales mesdios mensuales Bocatoma Paracshioc | | | | | | | | | | | | | |
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | |
| Q 0.50% | 0.51 | 0.72 | 0.76 | 0.51 | 0.26 | 0.26 | 0.14 | 0.16 | 0.17 | 0.22 | 0.28 | 0.33 | |
| Q 0.75% | 0.36 | 0.52 | 0.62 | 0.43 | 0.22 | 0.22 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.17 | 0.21 | 0.28 | |
| Q 0.95% | 0.27 | 0.27 | 0.37 | 0.22 | 0.18 | 0.14 | 0.11 | 0.08 | 0.10 | 0.13 | 0.13 | 0.18 | |
| Se toma los valores de persistencia al 0.75 % de los caudales medios mensuales | | | | | | | | | | | | | |
| Paso 2 | | | | | | | | | | | | | |
| La demanda de la Ccentral Hidroelectrica según su el caudal de diseño de la central | | | | | | | | | | | | | |
| Q= 6.53 m3/s | | | | | | | | | | | | | |
| Paso 3 | | | | | | | | | | | | | |
| Determinación del caudal ecologico tomando como valor mínimo el 10% del caudal medio mensual para la época de avenida (diciembre a abril), y en la época de estiaje (mayo a noviembre) el 15 % del caudal medio mensual | | | | | | | | | | | | | |
| BOCATOMA HUASAHUASI | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | |
| Q Ecologico | 0.76 | 0.89 | 0.89 | 0.61 | 0.39 | 0.28 | 0.25 | 0.25 | 0.32 | 0.45 | 0.52 | 0.68 | |
| BOCATOMA HUACUAS | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | |
| Q Ecologico | 0.34 | 0.39 | 0.39 | 0.27 | 0.17 | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 0.14 | 0.2 | 0.23 | 0.3 | |
| BOCATOMA PARACSHIOC | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | |
| Q Ecologico | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | |
| Paso 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Se determino la disponibilidad hidrica de cada río, restando el caudal ecológico | | | | | | | | | | | | | |
| Disponibilidad hidrica del río Huasahuasi | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Prom |
| | Caudal m ³ /s | | | | | | | | | | | | |
| Disponibilidad 75% | 4.10 | 5.89 | 7.07 | 4.86 | 2.40 | 2.25 | 1.46 | 1.30 | 1.34 | 1.91 | 2.51 | 3.15 | 3.19 |
| Caudal Ecológico | 0.76 | 0.89 | 0.89 | 0.61 | 0.39 | 0.28 | 0.25 | 0.25 | 0.32 | 0.45 | 0.52 | 0.68 | 0.52 |
| Disponibilidad Hidrica | 3.34 | 5.00 | 6.18 | 4.25 | 2.01 | 1.97 | 1.21 | 1.05 | 1.02 | 1.46 | 1.99 | 2.47 | 2.66 |
| Disponibilidad hidrica del río Huacuas | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Prom |
| | Caudal m ³ /s | | | | | | | | | | | | |
| Disponibilidad 75% | 2.05 | 2.95 | 3.54 | 2.43 | 1.23 | 1.24 | 0.74 | 0.72 | 0.72 | 0.96 | 1.20 | 1.57 | 1.61 |
| Caudal Ecológico | 0.34 | 0.39 | 0.39 | 0.27 | 0.17 | 0.12 | 0.11 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.23 | 0.30 | 0.23 |
| Disponibilidad Hidrica | 1.71 | 2.56 | 3.15 | 2.16 | 1.06 | 1.12 | 0.63 | 0.61 | 0.58 | 0.76 | 0.97 | 1.27 | 1.38 |
| Disponibilidad hidrica del río Paracshioc | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Prom |
| | Caudal m ³ /s | | | | | | | | | | | | |
| Disponibilidad 75% | 0.36 | 0.52 | 0.62 | 0.43 | 0.22 | 0.22 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.17 | 0.21 | 0.28 | 0.28 |
| Caudal Ecológico | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 |
| Disponibilidad Hidrica | 0.30 | 0.45 | 0.54 | 0.37 | 0.17 | 0.18 | 0.11 | 0.10 | 0.10 | 0.13 | 0.17 | 0.24 | 0.24 |
| Paso 5 | | | | | | | | | | | | | |
| Se realiza el balance hídrico total de los tres ríos según su disponibilidad presentada y se contrasta con la demanda requerida para la generación de energia de la Central Hidroelctrica Huasahuasi | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Prom |
| | Caudal m ³ /s | | | | | | | | | | | | |
| Disponibilidad - Rio Huasahuasi | 3.34 | 5.00 | 6.18 | 4.25 | 2.01 | 1.97 | 1.21 | 1.05 | 1.02 | 1.46 | 1.99 | 2.47 | 2.66 |
| Disponibilidad - Rio Huacuas | 1.71 | 2.56 | 3.15 | 2.16 | 1.06 | 1.12 | 0.63 | 0.61 | 0.58 | 0.76 | 0.97 | 1.27 | 1.38 |
| Disponibilidad - Deriv. Paracshioc | 0.30 | 0.45 | 0.54 | 0.37 | 0.17 | 0.18 | 0.11 | 0.1 | 0.1 | 0.13 | 0.17 | 0.24 | 0.24 |
| Demanda CH Huasahuasi I | 5.35 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 3.24 | 3.26 | 1.95 | 1.76 | 1.69 | 2.35 | 3.13 | 3.98 | 3.85 |
| Deficit/Superavit | 0.00 | 1.51 | 3.37 | 0.29 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 |
| Volumen Hm ³ | | | | | | | | | | | | | |
| Disponibilidad - Rio Huasahuasi | 8.9 | 12.1 | 16.6 | 11.0 | 5.4 | 5.1 | 3.2 | 2.8 | 2.6 | 3.9 | 5.2 | 6.6 | 83.5 |
| Disponibilidad - Rio Huacuas | 4.6 | 6.2 | 8.4 | 5.6 | 2.8 | 2.9 | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.4 | 43.3 |
| Disponibilidad - Deriv. Paracshioc | 0.8 | 1.1 | 1.4 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 7.5 |
| Demanda CH Huasahuasi I | 14.3 | 15.7 | 17.4 | 16.8 | 8.71 | 8.5 | 5.2 | 4.7 | 4.4 | 6.3 | 8.1 | 10.7 | 120.8 |
| Deficit/Superavit | 0.00 | 3.6 | 9.0 | 0.7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.4 |

ANEXO F SUBASTA DE SUMINISTRO RER 2010

| Postor | Proyecto | Punto de Suministro | Precio Ofertado (Ctv US\$/kWh) | Potencia a instalar (MW) | Factor de planta (%) | Energía Adjudicada (GWh/año) | Fecha de Puesta en operación comercial | Condición |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------------------|------------|
| Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C. | Central Hidroeléctrica Santa Cruz II | Huallanca 138 kV | 5,500 | 6,50 | 66,000% | 33,0 | 01/07/2010 | Adjudicado |
| Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C. | Central Hidroeléctrica Santa Cruz I | Huallanca 138 kV | 5,500 | 6,00 | 65,000% | 29,5 | 29/05/2009 | Adjudicado |
| Hydrocañete S.A. | Central Hidroeléctrica Nuevo Imperial | Cantera 220 kV | 5,599 | 3,97 | 81,340% | 25,0 | 01/05/2012 | Adjudicado |
| Eléctrica Yanapampa S.A.C. | Central Hidroeléctrica Yanapampa | Paramonga Nueva 138 kV | 5,600 | 4,13 | 77,430% | 28,0 | 01/12/2012 | Adjudicado |
| Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C. | Central Hidroeléctrica Huasahuasi II | Caripa 138 kV | 5,700 | 8,00 | 70,500% | 42,5 | 01/04/2012 | Adjudicado |
| Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C. | Central Hidroeléctrica Huasahuasi I | Caripa 138 kV | 5,800 | 7,86 | 70,000% | 42,5 | 01/10/2012 | Adjudicado |
| Sindicato Energético S.A. (SINERSA) | Central Hidroeléctrica Chancay | Zapallal 220 kV | 5,850 | 19,20 | 85,000% | 143,0 | 31/12/2012 | Adjudicado |
| Sindicato Energético S.A. (SINERSA) | Central Hidroeléctrica Poechos 2 | Piura Oeste 220 kV | 5,950 | 10,00 | 75,000% | 50,0 | 27/05/2009 | Adjudicado |
| Maja Energía S.A.C. | Central Hidroeléctrica Roncador | Paramonga Nueva 220 kV | 5,985 | 3,80 | 88,890% | 28,1 | 01/12/2010 | Adjudicado |
| Generadora de Energía del Perú S.A. | Central Hidroeléctrica La Joya | Repartición 138 kV | 5,995 | 9,60 | 65,000% | 54,7 | 01/10/2009 | Adjudicado |
| Generadora de Energía del Perú S.A. | Central Hidroeléctrica Angel I | San Gaban 138 kV | 5,997 | 19,95 | 75,000% | 131,0 | 31/12/2012 | Adjudicado |
| Generadora de Energía del Perú S.A. | Central Hidroeléctrica Angel II | San Gaban 138 kV | 5,998 | 19,95 | 75,000% | 131,0 | 31/12/2012 | Adjudicado |
| Generadora de Energía del Perú S.A. | Central Hidroeléctrica Angel III | San Gaban 138 kV | 5,999 | 19,95 | 75,000% | 131,0 | 31/12/2012 | Adjudicado |
| Eléctrica Santa Rosa S.A.C. | Central Hidroeléctrica Purnacana | Paramonga Nueva 220 kV | 6,000 | 1,80 | 71,300% | 9,0 | 01/07/2011 | Adjudicado |
| Consortio "Energoret Ingenieros Consultores E.I.R.L. / Manufacturas Industriales Mendoza S.A." | Central Hidroeléctrica Shima | Tocache 138 kV | 6,400 | 5,00 | 75,000% | 32,9 | 30/09/2012 | Adjudicado |
| Duke Energy Egenor S. en C. por A. | Central Carhuaquero IV | Carhuaquero 220 kV | 7,000 | 10,00 | 76,000% | 66,5 | 22/05/2008 | Adjudicado |
| Duke Energy Egenor S. en C. por A. | Central Caña Brava | Carhuaquero 220 kV | 7,000 | 6,00 | 41,000% | 21,5 | 19/02/2009 | Adjudicado |

ANEXO G DIAGRAMA TOPOLOGICO C.H. HUASAHUASI I



ANEXO H PRECIPITACIÓN HISTÓRICA

| SERIE HISTORICA PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------|------------|-------|-------|-------|----------|------|-------|-------|---------|-------|-------|-------------|--------|
| ESTACIÓN RUNATULLO | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | LATITUD | 11° | 35 | "S" | | | | | |
| PROVINCIA | CONCEPCIÓN | | | | LONGITUD | 75° | 3 | "W" | | | | 1967 - 2011 | |
| DISTRITO | COMAS | | | | ALTITUD | | | 3,690 | m.s.n.m | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1967 | 133.9 | 230.3 | 272.6 | 48.0 | 18.6 | 14.6 | 33.7 | 32.6 | 71.8 | 139.9 | 69.4 | 170.8 | 1236.2 |
| 1968 | 165.3 | 145.6 | 173.8 | 65.4 | 33.8 | 40.4 | 32.8 | 56.5 | 87.7 | 100.9 | 92.2 | 105.3 | 1099.7 |
| 1969 | 149.8 | 145.9 | 138.2 | 51.4 | 16.2 | 44.8 | 19.7 | 30.2 | 50.3 | 70.7 | 146.8 | 137.8 | 1001.8 |
| 1970 | 194.8 | 115.7 | 92.1 | 114.9 | 34.2 | 15.2 | 30.1 | 7.7 | 110.8 | 72.0 | 59.5 | 165.5 | 1012.5 |
| 1971 | 102.6 | 169.8 | 150.1 | 43.8 | 25.2 | 31.9 | 11.5 | 29.6 | 21.3 | 88.9 | 96.6 | 196.5 | 967.8 |
| 1972 | 180.5 | 137.0 | 156.0 | 99.7 | 25.7 | 2.2 | 36.1 | 5.0 | 64.2 | 94.2 | 70.7 | 90.7 | 962.0 |
| 1973 | 204.0 | 212.9 | 161.7 | 85.6 | 7.0 | 16.3 | 44.6 | 46.0 | 83.8 | 100.6 | 68.8 | 165.1 | 1196.4 |
| 1974 | 213.8 | 169.7 | 100.8 | 98.8 | 9.0 | 28.0 | 9.0 | 25.9 | 51.5 | 81.1 | 26.8 | 79.9 | 894.3 |
| 1975 | 114.0 | 177.4 | 199.7 | 72.2 | 78.4 | 29.1 | 4.1 | 41.6 | 77.9 | 122.1 | 102.5 | 177.5 | 1196.5 |
| 1976 | 211.6 | 195.1 | 150.9 | 25.8 | 55.6 | 44.7 | 17.4 | 44.9 | 174.2 | 49.2 | 87.3 | 115.1 | 1171.8 |
| 1977 | 104.8 | 149.9 | 189.7 | 62.5 | 37.9 | 6.8 | 44.9 | 26.7 | 62.2 | 43.4 | 159.4 | 124.6 | 1012.8 |
| 1978 | 239.2 | 128.6 | 143.3 | 74.5 | 43.6 | 6.5 | 15.0 | 41.2 | 100.9 | 72.9 | 61.5 | 65.6 | 992.8 |
| 1979 | 117.5 | 141.9 | 120.0 | 32.0 | 21.9 | 8.0 | 33.6 | 7.4 | 16.3 | 37.6 | 115.4 | 77.0 | 728.6 |
| 1980 | 65.0 | 109.6 | 178.4 | 26.0 | 6.9 | 8.4 | 55.0 | 18.5 | 71.2 | 115.0 | 78.0 | 85.7 | 817.7 |
| 1981 | 137.9 | 211.6 | 99.2 | 74.8 | 30.4 | 6.0 | 6.5 | 81.2 | 40.4 | 159.5 | 119.2 | 115.1 | 1081.8 |
| 1982 | 40.7 | 172.8 | 101.6 | 81.2 | 2.0 | 33.9 | 7.2 | 51.0 | 48.5 | 33.5 | SD | SD | 572.4 |
| 1983 | SD | 47.5 | 62.7 | 54.5 | 12.2 | 17.8 | 8.0 | 33.9 | 98.1 | 59.8 | 89.3 | 90.0 | 573.8 |
| 1984 | 191.1 | 328.7 | 209.5 | 78.0 | 16.0 | 24.4 | 3.5 | 24.3 | 4.5 | 88.1 | 134.6 | 53.0 | 1155.7 |
| 1985 | 55.1 | 42.4 | 55.8 | 100.8 | 23.5 | 10.5 | 14.2 | 5.0 | 32.1 | 52.0 | 122.3 | 72.8 | 586.5 |
| 1986 | 138.5 | 208.5 | 160.5 | 47.5 | 29.0 | 4.5 | 48.0 | 69.5 | 99.0 | 28.0 | SD | SD | 833.0 |
| 1987 | 81.7 | SD | 32.1 | 25.5 | 15.5 | 4.0 | 10.0 | 1.0 | 13.0 | 93.5 | 84.0 | 69.0 | 429.3 |
| 1988 | 234.0 | 67.9 | 52.3 | 29.8 | 27.8 | 0.0 | 1.8 | SD | SD | SD | SD | SD | 413.6 |
| 1989 | 36.8 | 84.5 | 10.5 | 25.5 | 10.5 | 6.0 | 0.0 | 23.0 | 24.5 | 87.2 | 23.5 | 54.4 | 386.4 |
| 1990 | 30.0 | 20.0 | 31.0 | 114.9 | 26.0 | 27.5 | 8.3 | 74.0 | 30.3 | 73.5 | 130.0 | 26.0 | 591.5 |
| 1991 | 17.5 | 25.5 | 71.1 | 61.0 | 12.0 | 7.0 | 9.5 | 0.0 | 12.5 | 40.5 | 12.7 | 26.5 | 295.8 |
| 1992 | 8.8 | 9.5 | 3.7 | 3.5 | 0.0 | 14.0 | 2.0 | 34.5 | 108.5 | 44.0 | 105.0 | 46.5 | 380.0 |
| 1993 | 155.5 | 84.0 | 119.0 | 103.5 | 46.5 | 5.5 | 17.5 | 60.0 | 73.0 | 98.0 | 180.0 | 161.0 | 1103.5 |
| 1994 | 157.8 | 186.0 | 125.5 | 103.5 | 20.0 | 5.5 | 12.5 | 9.5 | 26.5 | 124.5 | 80.5 | 119.0 | 970.8 |
| 1995 | 107.0 | 141.5 | 148.0 | 72.0 | 20.0 | 17.5 | 23.0 | 11.0 | 44.5 | 103.0 | 109.0 | 115.5 | 912.0 |
| 1996 | 154.0 | 123.3 | 142.4 | 107.5 | 28.5 | 14.0 | 29.0 | 50.5 | 77.0 | 110.5 | 80.9 | 93.5 | 1011.1 |
| 1997 | 144.3 | 163.6 | 104.0 | 65.4 | 24.3 | 11.0 | 8.0 | 63.8 | 72.5 | 76.2 | 114.4 | 131.1 | 978.6 |
| 1998 | 161.2 | 148.7 | 129.1 | 41.4 | 8.0 | 32.3 | 0.0 | 14.0 | 36.5 | 92.3 | 86.8 | 157.9 | 908.2 |
| 1999 | 187.3 | 211.0 | 116.9 | 79.3 | 18.1 | 26.5 | 19.2 | 2.5 | 63.4 | 71.8 | 66.1 | 104.2 | 966.3 |
| 2000 | 102.8 | 152.5 | 137.3 | 56.4 | 12.5 | 48.3 | 28.6 | 47.2 | 69.7 | 103.1 | 58.8 | 110.4 | 927.6 |
| 2001 | 199.6 | 131.7 | 201.8 | 62.0 | 61.6 | 15.6 | 54.7 | 39.2 | 40.7 | 114.6 | 70.1 | 102.8 | 1094.4 |
| 2002 | 94.6 | 185.3 | 158.1 | 79.9 | 46.2 | 22.6 | 143.9 | 48.2 | 70.9 | 123.3 | 128.5 | 148.5 | 1250.0 |
| 2003 | 121.2 | 111.3 | 205.1 | 86.5 | 58.2 | 7.6 | 32.1 | 49.7 | 69.3 | 49.9 | 52.7 | 169.5 | 1013.1 |
| 2004 | 104.6 | 190.4 | 159.5 | 57.1 | 76.8 | 54.3 | 56.2 | 55.3 | 58.7 | 153.7 | 141.3 | 148.0 | 1255.9 |
| 2005 | 77.3 | 115.4 | 161.1 | 40.4 | 15.8 | 7.0 | 38.2 | 22.5 | 101.2 | 135.1 | 54.9 | 127.9 | 896.8 |
| 2006 | 213.3 | 164.1 | 141.7 | 74.2 | 13.9 | 38.0 | 9.9 | 33.4 | 35.8 | 121.2 | 110.8 | 145.3 | 1101.6 |
| 2007 | 129.4 | 123.4 | 212.0 | 70.2 | 47.1 | 6.0 | 30.8 | 19.9 | 47.5 | 88.2 | 119.9 | 95.8 | 990.2 |
| 2008 | 180.4 | 177.1 | 121.9 | 61.0 | 28.2 | 25.1 | 10.7 | 27.9 | 62.5 | 119.1 | 69.9 | 121.0 | 1004.8 |
| 2009 | 150.0 | 190.0 | 148.6 | 93.8 | 38.0 | 11.9 | 73.2 | 23.7 | 48.8 | 96.5 | 131.0 | 190.1 | 1195.6 |
| 2010 | 248.7 | 190.4 | 171.2 | 68.7 | 32.1 | 9.1 | 11.4 | 19.9 | 44.9 | 131.7 | 124.6 | 206.1 | 1258.8 |
| 2011 | 200.6 | 198.4 | 170.9 | 84.5 | 56.7 | SD | 37.3 | SD | SD | SD | SD | SD | 748.4 |
| MAXIMO | 248.7 | 328.7 | 272.6 | 114.9 | 78.4 | 54.3 | 143.9 | 81.2 | 174.2 | 159.5 | 180.0 | 206.1 | 2042.5 |
| MEDIO | 137.7 | 146.3 | 133.1 | 66.8 | 28.3 | 18.4 | 25.4 | 32.8 | 60.4 | 89.8 | 93.6 | 116.0 | 948.6 |
| MINIMO | 8.8 | 9.5 | 3.7 | 3.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.5 | 28.0 | 12.7 | 26.0 | 96.7 |
| ES. ESTA | 62.1 | 62.0 | 56.7 | 26.8 | 18.8 | 14.0 | 25.3 | 20.9 | 32.8 | 33.3 | 36.8 | 45.8 | 435.3 |

Fuente: SENAMHI

| PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|-------|-------|-------|----------|---------|------|-------|------|---------|-------------|-------|--------|
| ESTACIÓN HUASAHUASI | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | | LATITUD | 11° | 15 | "S" | | | | |
| PROVINCIA | TARMA | | | | LONGITUD | 75° | 37 | "W" | | | 1995 - 2011 | | |
| DISTRITO | HUASAHUASI | | | | ALTITUD | | | | 2750 | m.s.n.m | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1995 | | 6.7 | 106.8 | 50.3 | 29.3 | 8.9 | 3.6 | 4.0 | 43.5 | 44.6 | 80.1 | 51.7 | 429.5 |
| 1996 | 58.9 | 91.0 | 128.7 | 47.4 | 7.1 | 3.0 | 7.6 | 13.5 | 22.3 | 26.1 | 42.7 | 33.2 | 481.5 |
| 1997 | 80.3 | 142.5 | 33.6 | 31.8 | 21.5 | 1.6 | 0.8 | 21.7 | 48.5 | 61.9 | 57.7 | 98.7 | 600.6 |
| 1998 | 89.2 | 117.4 | 132.0 | 8.2 | 3.4 | 4.8 | 0.3 | 13.1 | 31.4 | 49.0 | 33.2 | 82.3 | 564.3 |
| 1999 | 107.5 | 111.7 | 105.5 | 60.2 | 25.7 | 5.3 | 5.2 | 9.2 | 11.8 | 39.7 | 61.3 | 37.2 | 580.3 |
| 2000 | 109.6 | 127.9 | 142.1 | 41.2 | 14.0 | 8.1 | 10.8 | 15.9 | 46.8 | 16.0 | 46.6 | 64.3 | 643.3 |
| 2001 | 107.0 | 107.4 | 93.2 | 41.0 | 27.6 | 14.7 | 21.4 | 9.6 | 16.1 | 51.4 | 42.3 | 77.3 | 609.0 |
| 2002 | 19.9 | 92.7 | 98.1 | 54.3 | 25.2 | 0.9 | 34.9 | 6.3 | 35.3 | 104.5 | 87.1 | 56.6 | 615.8 |
| 2003 | 50.9 | 98.7 | 114.1 | 40.7 | 19.2 | 1.6 | 7.4 | 23.4 | 13.4 | 24.7 | 29.0 | 85.0 | 508.1 |
| 2004 | 46.7 | 80.1 | 68.3 | 14.5 | 15.1 | 22.3 | 17.0 | 36.5 | 29.8 | 96.5 | 27.6 | 137.4 | 591.8 |
| 2005 | 57.1 | 67.7 | 81.0 | 28.4 | 9.4 | 0.0 | 20.6 | 9.6 | 31.9 | 53.3 | 31.8 | 87.4 | 478.2 |
| 2006 | 92.1 | 80.1 | 106.8 | 58.1 | 4.4 | 23.6 | 0.0 | 23.8 | 22.6 | 80.3 | 77.8 | 76.3 | 645.9 |
| 2007 | 88.6 | 61.2 | 119.6 | 38.2 | 21.0 | 0.2 | 23.5 | 10.3 | 8.5 | 74.6 | 37.4 | 108.7 | 591.8 |
| 2008 | 90.9 | 88.1 | 70.1 | 47.9 | 17.3 | 16.6 | 3.8 | 21.9 | 15.9 | 74.5 | 46.9 | 61.8 | 555.7 |
| 2009 | 105.6 | 79.6 | 114.1 | 114.4 | 21.0 | 1.6 | 35.9 | 20.4 | 8.7 | 30.0 | 70.6 | 51.7 | 653.6 |
| 2010 | 85.9 | 136.5 | 86.8 | 39.3 | 4.0 | 13.4 | 3.0 | 6.0 | 36.8 | 58.2 | 31.8 | 92.6 | 594.3 |
| 2011 | 134.2 | 80.6 | 112.6 | 69.6 | 35.8 | SD | 12.4 | SD | SD | SD | SD | SD | 445.2 |
| MAXIMO | 134.2 | 142.5 | 142.1 | 114.4 | 35.8 | 23.6 | 35.9 | 36.5 | 48.5 | 104.5 | 87.1 | 137.4 | 1042.5 |
| MEDIO | 82.8 | 92.3 | 100.8 | 46.2 | 17.7 | 7.9 | 12.2 | 15.3 | 26.5 | 55.3 | 50.2 | 75.1 | 582.5 |
| MINIMO | 19.9 | 6.7 | 33.6 | 8.2 | 3.4 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 8.5 | 16.0 | 27.6 | 33.2 | 161.1 |
| ES. ESTA | 29.2 | 32.1 | 26.9 | 23.4 | 9.6 | 7.9 | 11.5 | 8.7 | 13.5 | 25.7 | 19.7 | 27.2 | 235.6 |

Fuente: SENAMHI

| SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|------------|-------|-------|----------|------|------|--------------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------|
| ESTACIÓN COMAS | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | LATITUD | | | 11° | 44 | "S" | | | | |
| PROVINCIA | CONCEPCIÓN | | | LONGITUD | | | 75° | 7 | "W" | 1967 - 2011 | | | |
| DISTRITO | COMAS | | | ALTITUD | | | 3640 m.s.n.m | | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1967 | 101.5 | 394.5 | 319.9 | 45.3 | 24.0 | 8.2 | 38.2 | 31.2 | 73.8 | 102.9 | 77.3 | 114.8 | 1331.6 |
| 1968 | 140.5 | 144.5 | 188.9 | 60.3 | 19.4 | 15.5 | 0.0 | 8.6 | 47.3 | 29.0 | 116.6 | 77.3 | 847.9 |
| 1969 | 88.4 | 154.5 | 99.6 | 9.2 | 0.0 | 27.0 | SD | 9.2 | 45.9 | 25.4 | 126.2 | 103.3 | 688.7 |
| 1970 | 167.8 | 116.2 | 56.9 | 64.4 | 13.5 | 22.6 | 56.6 | 7.2 | 110.8 | 52.3 | 55.5 | 188.7 | 912.5 |
| 1971 | 114.0 | 143.7 | 118.8 | 43.0 | 26.1 | 15.7 | 6.8 | 10.7 | 14.2 | 58.4 | 80.0 | 135.6 | 767.0 |
| 1972 | 109.4 | 136.5 | 178.0 | 113.3 | 34.1 | 5.5 | 35.3 | 11.9 | 81.8 | 112.4 | 84.9 | 111.5 | 1014.6 |
| 1973 | 180.4 | 255.7 | 147.8 | 84.6 | 39.5 | 5.6 | 37.8 | 31.0 | 38.6 | 79.6 | 104.6 | 126.5 | 1131.7 |
| 1974 | 181.5 | 124.7 | 68.3 | 106.3 | 0.0 | 24.3 | 10.7 | 54.6 | 17.8 | 58.2 | 34.5 | 72.3 | 753.2 |
| 1975 | 90.3 | 115.3 | 79.7 | 43.0 | 33.1 | 1.5 | 9.0 | 28.6 | 59.0 | 59.0 | 115.2 | 90.8 | 724.5 |
| 1976 | 84.7 | 92.9 | 93.6 | 55.4 | 28.9 | 23.9 | 15.3 | 43.1 | 147.0 | 1.2 | 74.6 | 85.1 | 745.7 |
| 1977 | 80.5 | 84.2 | 86.4 | 72.3 | 46.5 | 10.9 | 38.8 | 0.0 | 20.4 | 57.4 | 195.1 | 80.3 | 772.8 |
| 1978 | 125.2 | 114.7 | 119.3 | 53.6 | 0.0 | 3.5 | 3.3 | 20.7 | 82.9 | SD | SD | SD | 523.2 |
| 1979 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1980 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1981 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1982 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1983 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1984 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1985 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1986 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1987 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1988 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1989 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1990 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1991 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1992 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1993 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1994 | 144.6 | 121.8 | 147.6 | 73.4 | 25.5 | 10.0 | 19.1 | 2.3 | 22.0 | 75.1 | 70.1 | 121.8 | 833.3 |
| 1995 | 140.9 | 125.9 | 174.3 | 70.6 | 21.5 | 11.3 | 3.7 | 6.9 | 31.2 | 77.1 | 99.7 | 115.0 | 878.1 |
| 1996 | 145.3 | 121.7 | 143.2 | 76.5 | 30.1 | 7.6 | 18.0 | 36.2 | 75.0 | 91.8 | 62.0 | 101.7 | 909.1 |
| 1997 | 162.0 | 169.1 | 105.3 | 63.4 | 31.4 | 6.3 | 2.1 | 80.3 | 67.3 | 63.7 | 99.3 | 98.3 | 948.5 |
| 1998 | 130.4 | 151.7 | 135.7 | 40.5 | 7.4 | 11.9 | 0.0 | 12.5 | 46.0 | 127.1 | 91.2 | 153.8 | 908.2 |
| 1999 | 139.6 | 219.6 | 140.5 | 82.4 | 29.0 | 11.5 | 17.1 | 9.1 | 70.3 | 90.6 | 64.2 | 78.4 | 952.3 |
| 2000 | 177.7 | 179.4 | 166.3 | 45.8 | 18.1 | 25.7 | 23.9 | 29.8 | 48.4 | 76.0 | 62.5 | 87.0 | 940.6 |
| 2001 | 153.4 | 115.5 | 185.5 | 34.3 | 49.4 | 5.0 | 26.0 | 27.0 | 49.2 | 98.5 | 54.3 | 116.9 | 915.0 |
| 2002 | 106.5 | 102.4 | 178.9 | 62.4 | 38.5 | 30.9 | 82.3 | 27.6 | 84.7 | 164.0 | 124.0 | 111.7 | 1113.9 |
| 2003 | 113.7 | 121.8 | 167.1 | 75.5 | 46.3 | 4.4 | 18.5 | 68.1 | 48.3 | 60.6 | 58.6 | 177.6 | 960.5 |
| 2004 | 88.1 | 124.6 | 99.4 | 43.8 | 16.7 | 40.7 | 45.7 | 69.5 | 62.3 | 133.0 | 137.7 | 146.6 | 1008.1 |
| 2005 | 75.6 | 97.6 | 107.9 | 26.3 | 10.9 | 1.5 | 20.2 | 12.1 | 60.7 | 126.7 | 57.6 | 122.3 | 719.4 |
| 2006 | 144.0 | 137.3 | 153.5 | 71.0 | 13.4 | 27.6 | 5.3 | 35.0 | 57.9 | 105.0 | 134.2 | 126.3 | 1010.5 |
| 2007 | 107.6 | 100.4 | 170.8 | 65.6 | 21.0 | 1.1 | 18.8 | 9.2 | 23.6 | 65.9 | 69.0 | 84.7 | 737.7 |
| 2008 | 139.3 | 121.8 | 78.5 | 50.4 | 23.1 | 23.6 | 4.4 | 20.9 | 53.9 | 127.1 | 32.5 | 58.9 | 734.4 |
| 2009 | 105.8 | 110.7 | 135.1 | 79.2 | 20.8 | 1.7 | 52.5 | 23.2 | 23.0 | 55.6 | 88.2 | 145.2 | 841.0 |
| 2010 | 160.5 | 135.8 | 146.8 | 51.4 | 19.9 | 10.6 | 3.6 | 7.2 | 40.5 | 121.8 | 85.2 | 150.2 | 933.5 |
| 2011 | 222.2 | 228.6 | 152.0 | 74.2 | 26.3 | SD | 40.0 | SD | SD | SD | SD | SD | 743.3 |
| MAXIMO | 222.2 | 394.5 | 319.9 | 113.3 | 49.4 | 40.7 | 82.3 | 80.3 | 147.0 | 164.0 | 195.1 | 188.7 | 1997.4 |
| MEDIO | 130.7 | 145.4 | 138.2 | 61.2 | 23.8 | 13.6 | 22.5 | 25.3 | 55.3 | 82.0 | 87.7 | 113.7 | 899.5 |
| MINIMO | 75.6 | 84.2 | 56.9 | 9.2 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 14.2 | 1.2 | 32.5 | 58.9 | 333.8 |
| ES. ESTA | 35.7 | 61.5 | 50.7 | 22.0 | 13.1 | 10.5 | 20.0 | 21.0 | 29.2 | 36.9 | 35.4 | 31.9 | 368.0 |

Fuente: SENAMHI

| SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|----------------|-------|-------|----------|-------|-------|---------------|-------|------|-------------|-------|-------|--------|
| ESTACIÓN MARCAPOMACOCHA | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | LATITUD | | | 11° | 24° | "S" | | | | |
| PROVINCIA | YAULI | | | LONGITUD | | | 76° | 19 | "W" | 1987 - 2006 | | | |
| DISTRITO | MARCAPOMACOCHA | | | ALTITUD | | | 4,479 m.s.n.m | | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1987 | 307.3 | 235.4 | 103.9 | 61.8 | 39.2 | 26.4 | 27.2 | 30.3 | 69.8 | 68.3 | 133.1 | 133.1 | 1235.8 |
| 1988 | 194.3 | 138.4 | 143.4 | 95.6 | 48.9 | 0.6 | 0.0 | 1.8 | 36.2 | 76.1 | 72.0 | 72.0 | 879.3 |
| 1989 | 152.0 | 224.6 | 131.6 | 72.9 | 46.2 | 41.2 | 15.4 | 54.6 | 48.2 | 130.7 | 54.6 | 54.6 | 1026.6 |
| 1990 | 248.7 | 53.2 | 150.2 | 66.1 | 53.4 | 109.2 | 8.8 | 18.6 | 97.0 | 177.6 | 207.6 | 207.6 | 1398.0 |
| 1991 | SD | 71.6 | 224.0 | 64.4 | 103.6 | 30.4 | 1.0 | 0.0 | SD | SD | 40.7 | 40.7 | 576.4 |
| 1992 | 102.4 | 130.0 | 153.4 | 48.9 | 12.4 | 34.8 | 4.6 | 36.0 | 34.6 | 154.0 | 61.8 | 61.8 | 834.7 |
| 1993 | 293.1 | 241.6 | 264.4 | 261.6 | 17.6 | 0.0 | 7.0 | 9.6 | 48.8 | 58.7 | 186.9 | 186.9 | 1576.2 |
| 1994 | 190.6 | 173.1 | 198.6 | 54.9 | 30.9 | 8.7 | 3.2 | 24.9 | 50.9 | 33.7 | 59.1 | 59.1 | 887.7 |
| 1995 | 78.7 | 95.1 | 133.0 | 64.7 | 24.6 | 9.6 | 7.7 | 5.8 | 41.1 | 83.7 | 35.1 | 35.1 | 614.2 |
| 1996 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1997 | 135.9 | 200.8 | 66.4 | 37.1 | 19.8 | 2.6 | 7.7 | 74.8 | 59.3 | 71.4 | 117.8 | 117.8 | 911.4 |
| 1998 | 93.9 | 144.1 | 134.5 | 42.7 | 4.8 | 26.5 | 0.0 | 13.6 | 74.4 | 115.5 | 42.1 | 42.1 | 734.2 |
| 1999 | 149.5 | 249.1 | 161.4 | 84.5 | 30.5 | 21.5 | 19.2 | 21.5 | 89.2 | 85.1 | 92.5 | 92.5 | 1096.5 |
| 2000 | 242.4 | 242.0 | 185.9 | 65.9 | 71.2 | 4.1 | 13.8 | SD | SD | SD | SD | SD | 825.3 |
| 2001 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 2002 | 112.2 | 87.2 | 184.0 | 79.2 | 20.8 | 10.5 | 32.3 | 31.2 | 91.6 | 97.8 | 140.8 | 140.8 | 1028.4 |
| 2003 | 88.9 | 160.8 | 155.9 | 82.0 | 31.2 | 2.1 | 7.8 | 34.2 | 61.1 | 51.2 | 82.5 | 82.5 | 840.2 |
| 2004 | 30.4 | 128.4 | 91.9 | 47.2 | 25.0 | 25.7 | 28.8 | 31.7 | 48.4 | 125.7 | 130.0 | 130.0 | 843.2 |
| 2005 | 103.1 | 130.7 | 124.4 | 37.1 | 15.7 | 2.4 | 5.1 | 13.0 | 23.9 | 44.4 | 33.3 | 33.3 | 566.4 |
| 2006 | 164.5 | 92.7 | 180.3 | 76.7 | 16.2 | 20.5 | 8.8 | 38.0 | 54.4 | 71.3 | 128.3 | 128.3 | 980.0 |
| MAXIMO | 307.3 | 249.1 | 264.4 | 261.6 | 103.6 | 109.2 | 32.3 | 74.8 | 97.0 | 177.6 | 207.6 | 207.6 | 2092.1 |
| MEDIO | 158.1 | 155.5 | 154.8 | 74.6 | 34.0 | 20.9 | 11.0 | 25.9 | 58.1 | 90.3 | 95.2 | 95.2 | 973.6 |
| MINIMO | 30.4 | 53.2 | 66.4 | 37.1 | 4.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 23.9 | 33.7 | 33.3 | 33.3 | 316.1 |
| ES. ESTA | 78.5 | 63.9 | 47.3 | 49.5 | 24.0 | 25.6 | 9.9 | 19.2 | 21.4 | 40.5 | 53.3 | 53.3 | 486.4 |

Fuente: SENAMHI

| SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|---------|-------|-------------|--------|
| ESTACIÓN DE SAN RAMON | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | | LATITUD | 11° | 7 | "S" | | | | |
| PROVINCIA | TARMA | | | | | LONGITUD | 75° | 20 | "W" | | | 1960 - 1979 | |
| DISTRITO | N RAMON | | | | | ALTITUD | | | 800 | m.s.n.m | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1960 | 163.1 | 203.1 | 153.9 | 118.2 | 68.1 | 66.1 | 13.8 | 157.9 | 128.6 | 232.4 | 262.6 | 163.1 | 1730.9 |
| 1961 | 318.1 | 229.3 | 217.2 | 373.0 | 192.7 | 37.1 | 55.2 | 1.4 | 127.4 | 206.7 | 142.9 | 331.8 | 2232.8 |
| 1962 | 205.0 | 263.9 | 344.5 | 88.5 | 124.2 | 63.5 | 56.7 | 29.0 | 59.2 | 153.8 | 70.3 | 353.0 | 1811.6 |
| 1963 | 426.1 | 231.0 | 197.0 | 185.7 | 66.0 | 83.0 | 101.4 | 21.6 | 106.8 | 138.5 | 162.8 | 147.8 | 1867.7 |
| 1964 | 206.1 | 165.2 | 389.8 | 153.5 | 136.5 | 36.8 | 85.7 | 200.4 | 212.2 | 139.5 | 107.4 | 140.2 | 1973.3 |
| 1965 | 158.4 | 268.6 | 265.9 | 157.7 | 72.5 | 43.6 | 89.9 | 133.7 | 146.9 | 105.6 | 202.5 | 241.3 | 1886.6 |
| 1966 | 315.2 | 155.2 | 201.4 | 123.9 | 190.8 | 34.1 | 29.6 | 25.0 | 97.9 | 158.1 | 157.2 | 295.7 | 1784.1 |
| 1967 | 300.5 | 286.1 | 311.1 | 111.7 | 197.1 | 19.6 | 123.9 | 72.9 | 73.6 | 242.4 | 102.6 | 121.5 | 1963.0 |
| 1968 | 383.7 | 202.5 | 221.9 | 172.8 | 6.5 | 36.8 | 73.5 | 104.2 | 80.6 | 185.9 | 137.1 | 158.6 | 1764.1 |
| 1969 | 77.3 | 193.0 | 215.8 | 229.8 | 99.4 | 58.2 | 6.7 | 90.1 | 113.2 | 163.1 | 117.1 | 245.2 | 1608.9 |
| 1970 | 251.8 | 167.0 | 190.7 | 381.0 | 123.0 | 80.0 | 54.8 | 73.0 | 126.8 | 196.6 | 85.5 | 224.3 | 1954.5 |
| 1971 | 214.3 | 183.2 | 163.7 | 102.4 | 107.3 | 105.5 | 76.0 | 144.0 | 81.3 | 298.0 | 168.0 | 246.3 | 1890.0 |
| 1972 | 200.8 | 196.0 | 206.4 | 331.4 | 134.3 | 53.1 | 75.8 | 70.3 | 184.2 | 234.2 | 253.9 | 234.7 | 2175.1 |
| 1973 | 251.8 | 230.8 | 238.1 | 226.8 | 151.2 | 157.6 | 86.1 | 157.0 | 120.8 | 160.4 | 89.6 | 202.8 | 2073.0 |
| 1974 | 249.9 | 225.7 | 262.5 | 275.7 | 23.3 | 96.4 | 122.8 | 142.4 | 28.6 | 213.2 | 81.0 | 278.4 | 1999.9 |
| 1975 | 303.2 | 260.9 | 334.1 | 207.4 | 221.5 | 202.4 | 42.5 | 131.1 | 167.3 | 204.5 | 151.1 | 163.1 | 2389.1 |
| 1976 | 349.8 | 216.5 | 228.2 | 106.0 | 133.9 | 130.1 | 32.2 | 129.1 | 121.7 | 49.0 | 60.9 | 216.2 | 1773.6 |
| 1977 | 150.5 | 302.4 | 183.7 | 244.8 | 42.7 | 64.2 | 93.8 | 88.7 | 94.5 | 127.1 | 247.1 | 132.8 | 1772.3 |
| 1978 | 249.9 | 175.7 | 259.9 | 179.9 | 87.2 | 32.1 | 36.8 | 54.7 | 139.6 | 122.3 | 96.1 | 257.6 | 1691.8 |
| 1979 | 125.4 | 197.5 | 286.3 | 251.9 | 168.2 | 12.4 | 81.9 | 71.5 | 79.0 | 130.4 | 132.6 | 206.9 | 1744.0 |
| MAXIMO | 426.1 | 302.4 | 389.8 | 381.0 | 221.5 | 202.4 | 123.9 | 200.4 | 212.2 | 298.0 | 262.6 | 353.0 | 3373.3 |
| MEDIO | 245.0 | 217.7 | 243.6 | 201.1 | 117.3 | 70.6 | 67.0 | 94.9 | 114.5 | 173.1 | 141.4 | 218.1 | 1904.3 |
| MINIMO | 77.3 | 155.2 | 153.9 | 88.5 | 6.5 | 12.4 | 6.7 | 1.4 | 28.6 | 49.0 | 60.9 | 121.5 | 761.9 |
| ES. ESTA | 89.3 | 41.7 | 63.1 | 88.4 | 59.9 | 48.2 | 33.2 | 53.7 | 43.4 | 57.0 | 60.8 | 65.8 | 704.5 |

Fuente: SENAMHI

| SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|-------------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------------|
| ESTACIÓN SAN ELOY DE SINGAYACU | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | LATITUD | | | 11° | 15 | "S" | | | | |
| PROVINCIA | CHANCHAMAYO | | | LONGITUD | | | 75° | 17 | "W" | | | | 1964 - 1982 |
| DISTRITO | VITOC | | | ALTITUD | | | | | | 1500 | m.s.n.m | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1964 | 198.4 | 250.5 | SD | SD | 169.1 | 36.9 | 93.0 | 197.0 | 264.0 | 211.5 | 177.5 | 176.5 | 1774.4 |
| 1965 | 275.0 | 329.0 | 413.0 | 174.5 | 67.3 | 104.2 | 121.8 | 136.5 | 308.2 | 173.2 | 247.3 | 371.5 | 2721.5 |
| 1966 | 424.6 | 233.5 | 256.6 | 156.4 | 183.5 | 23.0 | 15.0 | 8.0 | 103.1 | SD | SD | 234.1 | 1637.8 |
| 1967 | 242.2 | 349.8 | 393.7 | 195.3 | 152.2 | SD | 110.2 | 140.7 | 38.4 | 275.4 | 168.5 | 177.5 | 2243.9 |
| 1968 | 425.3 | 246.0 | 244.5 | 287.6 | 36.7 | 79.3 | 121.5 | 217.7 | 244.4 | 300.9 | 166.0 | 183.3 | 2553.2 |
| 1969 | 184.3 | 239.1 | 225.0 | 305.9 | 252.6 | 80.4 | 41.8 | 59.0 | 213.7 | 122.9 | 174.3 | 116.6 | 2015.6 |
| 1970 | 203.3 | 130.9 | 191.7 | 575.9 | 140.8 | 85.5 | 92.8 | 117.0 | 158.2 | 211.5 | 193.6 | 205.1 | 2306.3 |
| 1971 | 200.1 | 318.5 | 343.1 | 236.8 | 145.6 | 67.7 | 101.1 | 70.1 | 150.9 | 305.5 | 204.0 | 149.2 | 2292.6 |
| 1972 | 274.9 | 194.1 | 170.9 | 271.0 | 82.5 | 79.2 | 69.8 | 47.9 | 147.7 | 93.0 | 223.5 | 174.9 | 1829.4 |
| 1973 | 300.7 | 227.0 | 291.2 | 222.2 | 179.7 | 179.1 | 204.1 | 156.6 | 194.4 | 291.9 | 95.2 | 364.7 | 2706.8 |
| 1974 | 401.0 | 269.1 | 361.1 | 406.7 | 68.9 | 116.8 | 149.2 | 114.5 | 60.7 | 158.3 | 108.6 | 277.1 | 2492.0 |
| 1975 | 396.2 | 322.7 | 399.0 | 233.9 | 227.6 | 258.5 | 45.8 | 96.4 | 151.1 | 247.5 | 151.8 | 204.1 | 2734.6 |
| 1976 | 429.3 | 184.7 | 232.3 | 178.0 | 169.8 | 107.8 | 48.1 | 115.1 | 157.1 | 45.4 | 151.8 | 311.8 | 2131.2 |
| 1977 | 289.9 | 243.5 | 79.8 | 80.8 | 39.2 | 46.7 | 45.2 | 86.6 | 113.9 | 150.0 | 314.7 | 206.8 | 1697.1 |
| 1978 | 274.1 | 165.1 | 267.1 | 143.7 | 61.9 | 58.7 | 114.4 | 49.7 | 216.2 | 176.2 | 88.5 | 320.3 | 1935.9 |
| 1979 | 196.7 | 416.8 | 307.1 | 223.9 | 182.9 | 87.0 | 152.0 | 69.3 | 94.8 | 221.5 | 187.9 | 225.4 | 2365.3 |
| 1980 | 148.9 | 378.1 | 295.2 | 150.0 | 76.9 | 104.0 | 138.4 | 58.5 | 55.0 | 234.9 | 238.2 | 149.1 | 2027.2 |
| 1981 | 239.2 | 280.3 | 217.6 | 329.9 | 121.2 | 173.1 | 56.9 | 108.0 | 157.8 | 247.2 | 206.7 | 203.8 | 2341.7 |
| 1982 | 226.2 | 246.6 | 213.5 | 107.4 | 120.8 | 86.9 | 79.6 | 81.0 | 51.7 | 271.2 | 270.5 | 212.2 | 1967.6 |
| MAXIMO | 429.3 | 416.8 | 413.0 | 575.9 | 252.6 | 258.5 | 204.1 | 217.7 | 308.2 | 305.5 | 314.7 | 371.5 | 4067.8 |
| MEDIO | 280.5 | 264.5 | 272.4 | 237.8 | 130.5 | 98.6 | 94.8 | 101.6 | 151.6 | 207.7 | 187.1 | 224.4 | 2251.5 |
| MINIMO | 148.9 | 130.9 | 79.8 | 80.8 | 36.7 | 23.0 | 15.0 | 8.0 | 38.4 | 45.4 | 88.5 | 116.6 | 812.0 |
| ES. ESTA | 91.7 | 73.6 | 87.7 | 117.4 | 62.9 | 56.5 | 47.6 | 52.5 | 75.7 | 73.8 | 59.1 | 72.4 | 870.9 |

Fuente: SENAMHI

| SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|--------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|--------|
| ESTACIÓN SATIPO | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | LATITUD | | | 11° | 13 | "S" | | | | |
| PROVINCIA | SATIPO | | | LONGITUD | | | 74° | 37 | "W" | 1990 - 2011 | | | |
| DISTRITO | SATIPO | | | ALTITUD | | | 660 | | | m.s.n.m | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1990 | 542.2 | 414.4 | 289.4 | 152.8 | 480.0 | 248.6 | 83.6 | 379.6 | 275.4 | 408.6 | 322.8 | 214.0 | 3811.4 |
| 1991 | 429.6 | 305.6 | 344.6 | 321.4 | 50.8 | 69.4 | 16.0 | 8.8 | 108.8 | 163.2 | 198.3 | 202.6 | 2219.1 |
| 1992 | 239.8 | 318.4 | 444.2 | 130.4 | 97.6 | 269.2 | 70.6 | 377.6 | 235.6 | 151.2 | 193.6 | 251.2 | 2779.4 |
| 1993 | 439.2 | 499.8 | 500.0 | 260.6 | 155.8 | 120.6 | 99.6 | 296.2 | 155.8 | 225.4 | 195.9 | 453.4 | 3402.3 |
| 1994 | 646.4 | 565.0 | 537.4 | 239.6 | 128.6 | 19.6 | 22.4 | 49.0 | 168.3 | 347.2 | 205.6 | 221.0 | 3150.1 |
| 1995 | 488.8 | 204.6 | 408.4 | 97.6 | 78.2 | 55.4 | 55.2 | 54.2 | 107.4 | 150.8 | 234.4 | 142.2 | 2077.2 |
| 1996 | 954.9 | 751.9 | 472.4 | 463.5 | 132.7 | 241.1 | 67.3 | 157.6 | 17.8 | 59.0 | 50.3 | 88.1 | 3456.6 |
| 1997 | 131.4 | 86.0 | 62.9 | 25.1 | 49.9 | 41.6 | 59.1 | 137.2 | 128.5 | 134.9 | 174.4 | 195.3 | 1226.3 |
| 1998 | 231.7 | 306.2 | 210.2 | 137.4 | 27.2 | 47.3 | 6.1 | 81.4 | 183.7 | 338.9 | 184.6 | 240.7 | 1995.4 |
| 1999 | 294.3 | 397.7 | 246.5 | 107.8 | 69.6 | 21.3 | 22.6 | 64.3 | 167.9 | 134.7 | 123.2 | 384.4 | 2034.3 |
| 2000 | 273.7 | 216.0 | 278.1 | 101.1 | 108.9 | 49.6 | 40.5 | 112.7 | 89.0 | 100.2 | 206.9 | 160.3 | 1737.0 |
| 2001 | 252.0 | 253.5 | 305.5 | 121.2 | 50.5 | 14.7 | 90.8 | 74.0 | 158.0 | 179.2 | 120.9 | 325.0 | 1945.3 |
| 2002 | 160.0 | 296.4 | 191.0 | 82.4 | 105.4 | 5.1 | 156.1 | 116.7 | 135.4 | 224.2 | 152.9 | 283.0 | 1908.6 |
| 2003 | 295.3 | 133.5 | 327.1 | 70.4 | 82.4 | 176.8 | 94.1 | 91.0 | 151.1 | 92.1 | 169.9 | 195.2 | 1878.9 |
| 2004 | 286.3 | 313.4 | 141.1 | 87.6 | 96.8 | 39.5 | 140.5 | 138.4 | 69.3 | 176.2 | 321.0 | 139.2 | 1949.3 |
| 2005 | 117.5 | 185.5 | 248.7 | 182.4 | 22.4 | 22.4 | 71.0 | 81.9 | 61.2 | 218.7 | 200.1 | 279.6 | 1691.4 |
| 2006 | 237.8 | 180.5 | 84.8 | 85.9 | 41.8 | 117.4 | 27.0 | 77.1 | 101.0 | 354.7 | 208.6 | 301.0 | 1817.6 |
| 2007 | 192.6 | 125.1 | 210.4 | 69.5 | 89.9 | 67.5 | 72.3 | 97.0 | 73.1 | 175.6 | 99.0 | 299.7 | 1571.7 |
| 2008 | 304.6 | 349.6 | 161.9 | 246.0 | 88.2 | 33.1 | 76.0 | 55.3 | 81.8 | 190.9 | 100.7 | 162.7 | 1850.8 |
| 2009 | 264.7 | 253.4 | 176.4 | 84.3 | 127.1 | 76.4 | 87.7 | 25.6 | 97.1 | 188.7 | 200.2 | 266.2 | 1847.8 |
| 2010 | 419.7 | 282.6 | 175.2 | 80.3 | 49.9 | 112.4 | 50.1 | 52.2 | 31.3 | 129.8 | 158.0 | 247.0 | 1788.5 |
| 2011 | 235.7 | 309.0 | 63.6 | 228.7 | 156.7 | SD | 100.2 | SD | SD | SD | SD | SD | 1093.9 |
| MAXIMO | 954.9 | 751.9 | 537.4 | 463.5 | 480.0 | 269.2 | 156.1 | 379.6 | 275.4 | 408.6 | 322.8 | 453.4 | 5452.8 |
| MEDIO | 338.1 | 306.7 | 267.3 | 153.5 | 104.1 | 88.0 | 68.6 | 120.4 | 123.7 | 197.3 | 182.0 | 240.6 | 2190.2 |
| MINIMO | 117.5 | 86.0 | 62.9 | 25.1 | 22.4 | 5.1 | 6.1 | 8.8 | 17.8 | 59.0 | 50.3 | 88.1 | 549.1 |
| ES. ESTA | 192.2 | 153.0 | 138.9 | 103.0 | 92.5 | 80.9 | 38.2 | 104.3 | 63.3 | 92.9 | 65.1 | 85.7 | 1209.8 |

Fuente: SENAMHI

| SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|---------|-------|-------|----------|------|------|---------------|-------|------|-------|-------|-------|-------------|
| ESTACIÓN ANGASMAYO | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | LATITUD | | | 12° | 2 | "S" | | | | |
| PROVINCIA | CHUPACA | | | LONGITUD | | | 75° | 19 | "W" | | | | 1967 - 2003 |
| DISTRITO | UACHAC | | | ALTITUD | | | 3,308 m.s.n.m | | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1967 | 92.0 | 80.0 | 75.6 | 47.6 | 30.0 | 8.2 | 0.0 | 3.7 | 33.6 | 80.7 | 79.5 | 140.5 | 671.4 |
| 1968 | 125.9 | 189.8 | 215.6 | 46.8 | 29.6 | SD | 25.0 | 18.1 | 55.1 | 101.5 | 28.8 | 72.6 | 908.8 |
| 1969 | 113.6 | SD | SD | 24.7 | 2.1 | 6.1 | 17.7 | 27.1 | 17.2 | 24.4 | 33.1 | 63.7 | 329.7 |
| 1970 | 70.7 | 62.5 | 77.6 | 50.2 | 3.8 | 7.7 | 19.7 | 17.9 | 48.3 | 50.8 | 71.4 | 98.1 | 578.7 |
| 1971 | 160.5 | 100.5 | 92.3 | 51.9 | 23.6 | 3.9 | 5.6 | 2.9 | 53.3 | 45.5 | 20.5 | SD | 560.5 |
| 1972 | SD | 110.4 | 84.5 | 20.9 | SD | SD | 4.4 | SD | 17.5 | SD | 46.4 | SD | 284.1 |
| 1973 | 148.6 | 132.9 | 196.3 | 88.4 | 7.6 | 0.0 | 10.1 | 5.7 | 22.5 | 41.7 | 57.0 | 125.1 | 835.9 |
| 1974 | 142.2 | 192.1 | 139.8 | SD | 22.0 | 4.0 | 19.3 | 18.4 | 16.8 | 127.8 | 42.4 | 93.1 | 817.9 |
| 1975 | 163.7 | 218.1 | 89.8 | 72.1 | 16.7 | 16.9 | 12.1 | 13.5 | 19.0 | 34.8 | 38.9 | 62.5 | 758.1 |
| 1976 | 130.5 | 96.9 | 200.9 | 49.7 | 32.2 | 6.4 | 1.6 | 25.6 | 57.3 | SD | SD | 116.5 | 717.6 |
| 1977 | 141.3 | 155.3 | 141.3 | 31.0 | 15.8 | 20.2 | 0.0 | 28.3 | 25.4 | 31.4 | 49.6 | 67.5 | 707.1 |
| 1978 | 81.9 | 108.3 | 161.7 | 70.9 | 36.1 | 0.0 | 1.6 | 3.3 | 45.9 | 58.7 | 114.7 | 67.5 | 750.6 |
| 1979 | 220.4 | 164.2 | 95.7 | 18.5 | 12.7 | 3.3 | 7.7 | 0.0 | 60.8 | 40.5 | 138.6 | 81.6 | 844.0 |
| 1980 | 85.8 | 148.9 | 118.4 | 66.6 | 24.6 | 0.0 | 5.8 | 17.5 | 9.3 | 35.8 | 71.3 | 42.5 | 626.5 |
| 1981 | 67.0 | 123.2 | 250.8 | 15.2 | 0.0 | 0.0 | 23.0 | 34.9 | 12.0 | 167.2 | 34.5 | 72.8 | 800.6 |
| 1982 | 143.4 | 315.1 | 124.6 | 101.8 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 52.4 | 29.0 | 107.3 | 92.5 | 144.1 | 1112.0 |
| 1983 | 216.8 | 137.8 | 119.5 | 94.2 | 0.0 | 7.7 | 2.4 | 3.8 | 29.2 | 144.2 | 104.0 | 77.4 | 937.0 |
| 1984 | 75.5 | 61.4 | 111.2 | 55.6 | 26.9 | 13.7 | 0.0 | 4.2 | 30.3 | 69.7 | 50.0 | 33.9 | 532.4 |
| 1985 | 169.6 | 339.6 | 172.2 | 34.6 | 14.5 | 4.9 | 5.4 | 8.6 | 20.4 | 100.6 | 101.2 | 64.7 | 1036.3 |
| 1986 | 64.7 | 96.4 | 179.1 | 131.3 | 37.2 | 4.6 | 10.6 | 8.7 | 96.3 | 43.6 | 44.4 | 118.8 | 835.7 |
| 1987 | 159.7 | 192.2 | 166.6 | 107.7 | 8.5 | 0.0 | 0.0 | 22.0 | 15.5 | 31.9 | 47.4 | 54.8 | 806.3 |
| 1988 | 223.0 | 91.6 | 95.4 | 56.8 | 6.1 | 8.2 | 8.0 | 0.0 | 17.2 | 21.6 | 29.4 | 63.3 | 620.6 |
| 1989 | 175.7 | 104.0 | 73.1 | 49.2 | 28.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.5 | 43.5 | 7.8 | 51.3 | 536.3 |
| 1990 | 89.3 | 143.8 | 103.4 | 52.1 | 10.6 | 9.0 | 0.0 | 11.8 | 7.8 | 78.3 | 46.9 | 30.6 | 583.6 |
| 1991 | 79.7 | 25.4 | 46.6 | 34.4 | 8.7 | 44.3 | 4.4 | 5.3 | 34.8 | 68.6 | 77.3 | 83.1 | 512.6 |
| 1992 | 66.9 | 23.5 | 143.0 | 41.7 | 17.9 | 17.2 | 0.0 | 0.0 | 27.4 | 33.4 | 36.1 | SD | 407.1 |
| 1993 | 34.1 | 42.3 | 43.3 | 18.8 | 0.9 | 18.4 | 0.0 | 19.9 | 7.0 | 27.6 | 8.0 | 32.7 | 253.0 |
| 1994 | 108.1 | 110.3 | 95.6 | 86.8 | 17.0 | 0.0 | 3.2 | 9.7 | 15.2 | 46.1 | 103.7 | 71.2 | 666.9 |
| 1995 | 49.3 | 124.0 | 129.3 | 81.6 | 10.4 | 0.0 | 0.0 | 6.4 | 8.7 | 57.2 | 27.9 | 55.9 | 550.7 |
| 1996 | 69.1 | 89.8 | 104.8 | 30.3 | 7.8 | 2.4 | 4.8 | 0.0 | 14.0 | 36.0 | 33.0 | 46.6 | 438.6 |
| 1997 | 59.6 | 75.0 | 61.3 | 40.7 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.3 | 17.0 | 20.7 | 50.7 | 330.8 |
| 1998 | 47.1 | 79.9 | 16.1 | 13.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 8.1 | 10.3 | 34.9 | 50.7 | 263.6 |
| 1999 | 58.6 | 39.8 | 28.2 | 15.1 | 0.0 | SD | 0.0 | 7.2 | 0.2 | 45.4 | 14.7 | 22.3 | 231.5 |
| 2000 | 42.8 | 75.9 | 61.0 | 41.3 | 13.0 | 3.0 | 4.4 | SD | SD | SD | SD | SD | 241.4 |
| 2001 | 109.8 | 128.7 | 137.6 | 36.3 | 24.9 | 9.2 | 11.2 | 18.1 | 37.1 | 89.5 | 50.0 | 83.4 | 735.8 |
| 2002 | 155.6 | 110.5 | 176.8 | 34.7 | 25.6 | 2.1 | 27.9 | 9.9 | 32.0 | 48.6 | 55.8 | 75.2 | 754.7 |
| 2003 | 77.6 | 141.6 | 78.6 | 26.8 | 7.6 | 3.9 | 13.1 | 3.5 | 21.4 | 33.0 | SD | SD | 407.1 |
| MAXIMO | 223.0 | 339.6 | 250.8 | 131.3 | 37.2 | 44.3 | 27.9 | 52.4 | 96.3 | 167.2 | 138.6 | 144.1 | 1652.7 |
| MEDIO | 111.7 | 123.1 | 116.9 | 51.1 | 14.6 | 6.7 | 6.7 | 11.7 | 26.5 | 58.7 | 53.3 | 72.3 | 653.3 |
| MINIMO | 34.1 | 23.5 | 16.1 | 13.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 10.3 | 7.8 | 22.3 | 127.8 |
| ES. ESTA | 52.6 | 68.7 | 54.5 | 28.9 | 11.4 | 8.9 | 8.0 | 11.8 | 20.2 | 37.2 | 32.0 | 30.7 | 364.9 |

Fuente: SENAMHI

| SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|----------|------|------|-------|---------------|-------|-------|-------------|--------|
| ESTACIÓN INGENIO | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | LATITUD | | 11° | 52 | "S" | | | | |
| PROVINCIA | CONCEPCIÓN | | | | LONGITUD | | 75° | 25 | "W" | | | 1967 - 2009 | |
| DISTRITO | SANTA ROSA DE OCOPA | | | | ALTITUD | | | | 3,450 m.s.n.m | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1967 | 52.6 | 208.9 | 205.2 | 20.0 | 27.3 | 4.9 | 22.0 | 21.9 | 21.4 | 95.5 | 40.9 | 109.2 | 829.8 |
| 1968 | 171.9 | 110.6 | 145.5 | 33.5 | 0.0 | 9.4 | SD | SD | SD | SD | SD | 149.2 | 620.1 |
| 1969 | 102.4 | 131.4 | 119.3 | 79.8 | 0.0 | 23.5 | 19.8 | 8.7 | 46.9 | 73.3 | 97.0 | 188.2 | 890.3 |
| 1970 | 240.8 | 121.0 | 118.0 | 97.0 | 11.1 | 24.6 | 6.0 | 0.0 | 72.7 | 97.6 | 72.2 | 152.9 | 1013.9 |
| 1971 | 180.3 | 230.2 | 153.9 | 45.3 | 6.8 | 14.6 | 0.0 | 18.9 | 20.9 | 74.7 | 63.7 | 126.5 | 935.8 |
| 1972 | 162.2 | 93.2 | 209.7 | 132.8 | 30.2 | 0.0 | 7.1 | 9.7 | 48.6 | 74.2 | 60.5 | 128.4 | 956.6 |
| 1973 | 162.1 | 196.3 | 163.6 | 83.2 | 23.6 | 8.5 | 44.9 | 17.8 | 45.0 | 110.8 | 62.7 | 169.3 | 1087.8 |
| 1974 | 216.6 | 246.8 | 147.5 | 77.4 | 0.0 | 25.7 | 3.6 | 25.2 | 1.9 | 91.1 | 90.4 | 123.5 | 1049.7 |
| 1975 | 153.1 | 190.8 | 155.7 | 72.9 | 54.8 | 0.0 | 0.0 | 9.6 | 56.4 | 68.6 | 40.9 | 94.4 | 897.2 |
| 1976 | 141.1 | 221.1 | 114.8 | 24.1 | 8.2 | 11.6 | 1.1 | 6.1 | 7.2 | 16.3 | 35.9 | 72.4 | 659.9 |
| 1977 | 135.7 | 136.4 | 129.1 | 59.8 | 37.6 | 1.1 | 0.0 | 7.0 | 38.6 | 63.4 | 108.8 | 167.7 | 885.2 |
| 1978 | 194.6 | 143.7 | 132.2 | 32.6 | 18.3 | 3.7 | 7.3 | 0.0 | 57.0 | 38.3 | 135.3 | 119.0 | 882.0 |
| 1979 | 89.2 | 147.5 | 145.4 | 57.1 | 58.8 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 46.2 | 41.5 | 107.9 | 76.5 | 781.1 |
| 1980 | 109.9 | 170.0 | SD | 19.1 | 0.0 | 0.0 | 4.9 | 2.3 | 9.2 | 126.2 | 67.5 | 68.1 | 577.2 |
| 1981 | 145.5 | 170.6 | 58.7 | 10.6 | 40.1 | 0.0 | 0.0 | 25.9 | 16.8 | 99.9 | 145.8 | 214.9 | 928.8 |
| 1982 | 185.2 | 187.6 | 73.2 | 78.5 | 0.0 | 5.1 | 6.2 | 12.7 | 44.0 | 96.3 | 122.9 | 126.7 | 938.4 |
| 1983 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1984 | 245.5 | 279.9 | 168.6 | 31.4 | 34.6 | 18.1 | 0.5 | 3.1 | 27.1 | 86.0 | 259.1 | SD | 1153.9 |
| 1985 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 0.0 |
| 1986 | SD | 255.3 | 233.1 | 64.8 | 26.7 | 0.0 | 0.5 | 4.0 | 0.0 | 1.8 | 180.7 | 209.7 | 976.6 |
| 1987 | 158.1 | 128.6 | 70.3 | SD | 3.2 | 2.9 | 0.6 | 0.0 | 0.2 | 0.7 | 90.9 | 7.5 | 463.0 |
| 1988 | 202.2 | 47.7 | 39.2 | 27.2 | 20.3 | 5.3 | 9.3 | 9.8 | 62.8 | 51.5 | 41.0 | 11.8 | 528.1 |
| 1989 | 57.9 | 32.4 | 31.2 | 21.5 | 20.7 | 10.5 | SD | SD | SD | SD | SD | SD | 174.2 |
| 1990 | SD | SD | SD | SD | 72.1 | 69.7 | 3.0 | 31.8 | 37.1 | 45.1 | 40.9 | 60.5 | 360.2 |
| 1991 | 22.8 | 23.0 | 22.8 | 6.8 | 5.2 | 0.3 | 1.4 | 6.5 | 3.2 | 17.1 | 1.6 | 3.1 | 113.8 |
| 1992 | 4.2 | 6.2 | 4.3 | 2.3 | 0.9 | 15.9 | 0.7 | 13.5 | 6.3 | 15.9 | 18.2 | 7.6 | 96.0 |
| 1993 | 24.3 | 50.2 | SD | 81.2 | 17.1 | 0.6 | 0.5 | 2.1 | 10.9 | 70.9 | 181.6 | 90.6 | 530.0 |
| 1994 | 96.2 | 66.4 | 46.4 | 35.6 | 12.8 | 3.8 | 1.6 | 2.5 | 10.0 | 39.7 | 68.7 | 53.7 | 437.4 |
| 1995 | 59.5 | 66.4 | 39.6 | 91.7 | 4.6 | 3.0 | 1.5 | 1.6 | 23.1 | 60.4 | 26.2 | 26.5 | 404.1 |
| 1996 | 69.6 | 76.6 | 27.6 | 37.0 | SD | 1.9 | 0.0 | 14.0 | 25.6 | 79.2 | 55.5 | 156.3 | 543.3 |
| 1997 | 194.9 | 134.9 | 72.0 | 54.6 | 22.1 | 8.4 | 0.1 | 2.9 | 36.5 | 69.9 | 108.3 | 223.0 | 927.6 |
| 1998 | 197.1 | 123.2 | 106.8 | 49.9 | 10.6 | 14.0 | 0.0 | 11.9 | 26.0 | SD | 90.9 | 136.8 | 767.2 |
| 1999 | 129.1 | 171.4 | 94.7 | 123.6 | 29.6 | 11.3 | 9.3 | 1.0 | 66.6 | 56.6 | 89.8 | 114.5 | 897.5 |
| 2000 | 218.7 | 168.8 | 116.2 | 31.2 | 11.5 | 0.0 | 8.7 | 8.4 | 25.4 | 59.4 | 37.7 | 119.8 | 805.8 |
| 2001 | 158.0 | 119.1 | 213.5 | 38.7 | 15.0 | 0.0 | 7.2 | 0.0 | 16.0 | 51.8 | 72.1 | 86.3 | 777.7 |
| 2002 | 29.5 | 73.5 | 71.0 | 36.1 | 1.0 | 1.0 | 10.0 | 0.0 | 26.0 | 100.1 | 87.7 | 111.3 | 547.2 |
| 2003 | 124.7 | 76.4 | 175.2 | 78.1 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 19.1 | 8.9 | 61.0 | 130.0 | 704.4 |
| 2004 | 100.9 | 155.3 | 147.0 | 24.8 | 8.1 | 6.4 | 12.0 | 6.8 | 27.0 | 66.9 | 83.8 | 143.3 | 782.3 |
| 2005 | 82.6 | 75.6 | 105.7 | 23.1 | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 15.7 | 12.5 | 85.8 | 62.5 | 121.6 | 590.8 |
| 2006 | 135.1 | 85.0 | 127.5 | 39.3 | 0.0 | 2.3 | 1.5 | 1.3 | 21.1 | 58.5 | 105.4 | 90.1 | 667.1 |
| 2007 | 87.4 | 91.6 | 134.0 | 48.9 | 12.9 | 0.0 | 7.5 | 0.0 | 18.2 | 53.2 | 57.7 | 100.5 | 611.9 |
| 2008 | 118.3 | 86.4 | 64.9 | 26.0 | 6.8 | 11.8 | 8.1 | 2.7 | 38.9 | 82.3 | SD | SD | 446.2 |
| 2009 | 113.8 | 98.9 | 104.3 | 84.1 | 16.6 | 1.9 | 0.0 | 9.3 | 32.3 | 70.3 | 95.9 | 172.9 | 800.3 |
| MAXIMO | 245.5 | 279.9 | 233.1 | 132.8 | 72.1 | 69.7 | 44.9 | 31.8 | 72.7 | 126.2 | 259.1 | 223.0 | 1790.8 |
| MEDIO | 130.1 | 130.0 | 112.8 | 50.8 | 17.2 | 7.8 | 5.3 | 8.8 | 28.3 | 63.2 | 83.1 | 110.6 | 748.4 |
| MINIMO | 4.2 | 6.2 | 4.3 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 1.6 | 3.1 | 22.4 |
| ES. ESTA | 62.6 | 66.6 | 57.7 | 31.3 | 17.2 | 12.3 | 8.4 | 8.2 | 19.2 | 30.7 | 49.7 | 57.0 | 420.0 |

Fuente: SENAMHI

ANEXO I SERIE COMPLETADA Y EXTENDIDA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL

| SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|------------|-------|-------|----------|------|------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------------|
| ESTACIÓN RUNATULLO | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENT | JUNÍN | | | LATITUD | | | 11° | 35 | "S" | | | | |
| PROVINCIA | CONCEPCIÓN | | | LONGITUD | | | 75° | 3 | "W" | | | | 1960 - 2011 |
| DISTRITO | COMAS | | | ALTITUD | | | 3,660 | | | m.s.n.m | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1960 | 114.6 | 131.2 | 151.9 | 73.3 | 14.2 | 13.3 | 0.0 | 52.4 | 81.1 | 127.5 | 105.8 | 77.9 | 943.2 |
| 1961 | 189.5 | 219.1 | 145.6 | 96.5 | 49.1 | 15.8 | 9.7 | 5.8 | 72.2 | 70.3 | 110.9 | 112.3 | 1096.8 |
| 1962 | 139.0 | 228.4 | 148.9 | 19.9 | 13.1 | 27.5 | 7.9 | 26.0 | 35.9 | 100.1 | 42.5 | 157.3 | 946.5 |
| 1963 | 242.5 | 227.7 | 165.8 | 73.7 | 3.1 | 31.1 | 6.3 | 31.0 | 44.1 | 60.5 | 113.0 | 119.1 | 1117.9 |
| 1964 | 142.8 | 87.2 | 115.4 | 83.4 | 7.2 | 17.7 | 20.7 | 72.4 | 57.1 | 92.7 | 77.5 | 118.8 | 892.9 |
| 1965 | 223.5 | 238.7 | 184.7 | 52.6 | 27.4 | 6.3 | 21.0 | 25.7 | 126.4 | 36.8 | 142.9 | 131.1 | 1217.1 |
| 1966 | 219.0 | 121.2 | 133.0 | 36.2 | 24.1 | 43.8 | 33.2 | 26.2 | 49.1 | 37.0 | 57.7 | 62.7 | 843.2 |
| 1967 | 133.9 | 230.3 | 272.6 | 48.0 | 18.6 | 14.6 | 33.7 | 32.6 | 71.8 | 139.9 | 69.4 | 170.8 | 1236.2 |
| 1968 | 165.3 | 145.6 | 173.8 | 65.4 | 33.8 | 40.4 | 32.8 | 56.5 | 87.7 | 100.9 | 92.2 | 105.3 | 1099.7 |
| 1969 | 149.8 | 145.9 | 138.2 | 51.4 | 16.2 | 44.8 | 19.7 | 30.2 | 50.3 | 70.7 | 146.8 | 137.8 | 1001.8 |
| 1970 | 194.8 | 115.7 | 92.1 | 114.9 | 34.2 | 15.2 | 30.1 | 7.7 | 110.8 | 72.0 | 59.5 | 165.5 | 1012.5 |
| 1971 | 102.6 | 169.8 | 150.1 | 43.8 | 25.2 | 31.9 | 11.5 | 29.6 | 21.3 | 88.9 | 96.6 | 196.5 | 967.8 |
| 1972 | 180.5 | 13.7 | 15.6 | 99.7 | 25.7 | 2.2 | 36.1 | 5.0 | 64.2 | 94.2 | 70.7 | 90.7 | 698.3 |
| 1973 | 204.0 | 212.9 | 161.7 | 85.6 | 7.0 | 16.3 | 44.6 | 46.0 | 83.8 | 100.6 | 68.8 | 165.1 | 1196.4 |
| 1974 | 213.8 | 169.7 | 100.8 | 98.8 | 9.0 | 28.0 | 9.0 | 25.9 | 51.5 | 81.1 | 26.8 | 79.9 | 894.3 |
| 1975 | 114.0 | 177.4 | 199.7 | 72.2 | 78.4 | 29.1 | 4.1 | 41.6 | 77.9 | 122.1 | 102.5 | 177.5 | 1196.5 |
| 1976 | 211.6 | 195.1 | 150.9 | 25.8 | 55.6 | 44.7 | 17.4 | 44.9 | 174.2 | 49.2 | 87.3 | 115.1 | 1171.8 |
| 1977 | 104.8 | 149.9 | 189.7 | 62.5 | 37.9 | 6.8 | 44.9 | 26.7 | 62.2 | 43.4 | 199.4 | 124.8 | 1053.0 |
| 1978 | 239.2 | 128.6 | 143.3 | 74.5 | 43.6 | 6.5 | 15.0 | 41.2 | 100.9 | 72.9 | 61.5 | 65.6 | 992.8 |
| 1979 | 117.5 | 141.9 | 120.0 | 32.0 | 21.9 | 8.0 | 33.6 | 7.4 | 16.3 | 37.6 | 115.4 | 7.7 | 659.3 |
| 1980 | 65.0 | 109.6 | 178.4 | 26.0 | 6.9 | 8.4 | 55.0 | 18.5 | 71.2 | 115.0 | 78.0 | 85.7 | 817.7 |
| 1981 | 139.9 | 211.6 | 99.2 | 74.8 | 30.4 | 6.0 | 6.5 | 81.2 | 40.4 | 159.5 | 119.2 | 115.1 | 1083.8 |
| 1982 | 40.7 | 172.8 | 101.6 | 81.2 | 2.0 | 33.9 | 7.2 | 51.0 | 48.5 | 33.5 | 122.5 | 71.4 | 766.3 |
| 1983 | 144.0 | 47.5 | 62.7 | 54.5 | 12.2 | 17.8 | 8.0 | 33.9 | 98.1 | 59.8 | 89.3 | 90.0 | 717.8 |
| 1984 | 191.1 | 328.7 | 209.5 | 78.0 | 16.0 | 24.4 | 3.5 | 24.3 | 4.5 | 88.1 | 134.6 | 53.0 | 1155.7 |
| 1985 | 55.1 | 328.7 | 55.8 | 100.8 | 23.5 | 10.5 | 14.2 | 5.0 | 32.1 | 52.0 | 122.3 | 72.8 | 872.8 |
| 1986 | 138.5 | 208.5 | 160.5 | 47.5 | 29.0 | 4.5 | 48.0 | 69.5 | 99.0 | 28.0 | 118.7 | 183.4 | 1135.1 |
| 1987 | 81.7 | 74.6 | 32.1 | 25.5 | 15.5 | 4.0 | 10.0 | 1.0 | 13.0 | 93.5 | 84.0 | 69.0 | 503.9 |
| 1988 | 234.0 | 67.9 | 52.3 | 29.8 | 27.8 | 0.0 | 1.8 | 60.3 | 51.8 | 91.9 | 93.7 | 98.8 | 810.1 |
| 1989 | 36.8 | 84.5 | 10.5 | 25.5 | 10.5 | 6.0 | 0.0 | 23.0 | 24.5 | 87.2 | 23.5 | 54.4 | 386.4 |
| 1990 | 30.0 | 20.0 | 31.0 | 114.9 | 26.0 | 27.5 | 8.3 | 74.0 | 30.3 | 73.5 | 130.0 | 26.0 | 591.5 |
| 1991 | 17.5 | 25.5 | 71.1 | 61.0 | 12.0 | 7.0 | 9.5 | 0.0 | 12.5 | 40.5 | 12.7 | 26.5 | 295.8 |
| 1992 | 8.8 | 9.5 | 3.7 | 35.0 | 0.0 | 14.0 | 2.0 | 34.5 | 108.5 | 44.0 | 105.0 | 46.5 | 411.5 |
| 1993 | 155.5 | 84.0 | 119.0 | 103.5 | 46.5 | 5.5 | 17.5 | 60.0 | 73.0 | 98.0 | 180.0 | 161.0 | 1103.5 |
| 1994 | 157.8 | 186.0 | 125.5 | 103.5 | 20.0 | 5.5 | 12.5 | 9.5 | 26.5 | 124.5 | 80.5 | 119.0 | 970.8 |
| 1995 | 107.0 | 141.5 | 14.8 | 72.0 | 20.0 | 17.5 | 23.0 | 11.0 | 44.5 | 103.0 | 109.0 | 115.5 | 778.8 |
| 1996 | 15.4 | 123.3 | 142.4 | 107.5 | 28.5 | 14.0 | 29.0 | 50.5 | 77.0 | 110.5 | 80.9 | 93.5 | 872.5 |
| 1997 | 144.7 | 163.8 | 104.0 | 65.4 | 24.3 | 11.0 | 8.0 | 63.8 | 72.5 | 76.2 | 114.4 | 131.1 | 979.2 |
| 1998 | 161.2 | 148.7 | 129.1 | 41.4 | 8.0 | 32.3 | 0.0 | 14.0 | 36.5 | 92.3 | 86.8 | 157.9 | 908.2 |
| 1999 | 187.3 | 211.0 | 116.9 | 79.3 | 18.1 | 26.5 | 19.2 | 2.5 | 63.4 | 71.8 | 66.1 | 104.2 | 966.3 |
| 2000 | 102.8 | 152.5 | 137.3 | 56.4 | 12.5 | 48.3 | 28.6 | 47.2 | 69.7 | 103.1 | 58.8 | 110.4 | 927.6 |
| 2001 | 199.6 | 131.7 | 201.8 | 62.0 | 61.6 | 15.6 | 54.7 | 39.2 | 40.7 | 114.6 | 70.1 | 102.8 | 1094.4 |
| 2002 | 94.6 | 185.3 | 158.1 | 79.9 | 46.2 | 22.6 | 143.9 | 48.2 | 70.9 | 123.3 | 128.5 | 143.5 | 1245.0 |
| 2003 | 121.2 | 111.3 | 206.1 | 86.5 | 58.2 | 7.6 | 32.1 | 49.7 | 69.3 | 49.9 | 52.7 | 169.5 | 1014.1 |
| 2004 | 104.6 | 190.4 | 159.6 | 57.1 | 76.8 | 54.3 | 56.2 | 55.3 | 58.7 | 153.7 | 141.3 | 148.0 | 1256.0 |
| 2005 | 77.3 | 115.4 | 161.1 | 40.4 | 15.8 | 7.0 | 38.2 | 22.5 | 101.2 | 135.1 | 54.9 | 127.9 | 896.8 |
| 2006 | 213.3 | 164.1 | 141.7 | 74.2 | 13.9 | 38.0 | 99.0 | 33.4 | 35.8 | 121.2 | 110.8 | 145.3 | 1190.7 |
| 2007 | 129.4 | 123.4 | 21.2 | 70.2 | 47.1 | 6.0 | 30.8 | 19.9 | 47.5 | 88.2 | 119.9 | 95.8 | 799.4 |
| 2008 | 180.4 | 177.1 | 121.9 | 61.0 | 28.2 | 25.1 | 10.7 | 27.9 | 62.5 | 119.1 | 69.9 | 121.0 | 1004.8 |
| 2009 | 150.0 | 190.0 | 148.6 | 93.8 | 38.0 | 11.9 | 73.2 | 23.7 | 48.8 | 96.5 | 131.0 | 190.1 | 1195.6 |
| 2010 | 248.7 | 190.4 | 171.2 | 68.7 | 32.1 | 9.1 | 11.4 | 199.0 | 44.9 | 131.7 | 124.6 | 206.1 | 1437.9 |
| 2011 | 200.6 | 198.4 | 170.9 | 84.5 | 56.7 | 16.6 | 37.3 | 36.1 | 63.7 | 79.1 | 93.7 | 155.1 | 1192.7 |
| MAXIMO | 248.7 | 328.7 | 272.6 | 114.9 | 78.4 | 54.3 | 143.9 | 199.0 | 174.2 | 159.5 | 199.4 | 206.1 | 2179.7 |
| MEDIO | 141.1 | 152.5 | 126.4 | 66.8 | 27.1 | 18.9 | 25.6 | 37.0 | 61.2 | 87.6 | 95.3 | 114.8 | 954.2 |
| MINIMO | 8.8 | 9.5 | 3.7 | 19.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.5 | 28.0 | 12.7 | 7.7 | 94.8 |

Data completada y extendida con la data base del SENAMHI

| SERIE COMPLETADA Y EXTENDIDA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|------------|-------|-------|---------|----------|------|---------------|-------|------|-------|-------|-------------|--------|
| ESTACIÓN HUASAHUASI | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | LATITUD | | 11° | 15 | "S" | | | | |
| PROVINCIA | TARMA | | | | LONGITUD | | 75° | 37 | "W" | | | 1960 - 2011 | |
| DISTRITO | HUASAHUASI | | | ALTITUD | | | 2,750 m.s.n.m | | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1960 | 102.4 | 122.3 | 133.0 | 55.9 | 2.4 | 3.9 | 0.0 | 22.6 | 32.2 | 37.4 | 98.5 | 51.2 | 661.8 |
| 1961 | 75.9 | 52.5 | 129.3 | 25.6 | 32.8 | 4.7 | 2.8 | 7.4 | 19.1 | 29.8 | 77.5 | 36.8 | 494.2 |
| 1962 | 78.4 | 53.3 | 114.3 | 57.8 | 5.8 | 4.1 | 0.7 | 15.3 | 10.0 | 43.5 | 26.9 | 115.5 | 525.6 |
| 1963 | 2.3 | 73.9 | 121.2 | 38.6 | 2.4 | 0.9 | 3.7 | 30.9 | 10.7 | 28.2 | 112.3 | 117.3 | 542.4 |
| 1964 | 95.3 | 127.2 | 71.0 | 46.8 | 11.2 | 33.0 | 9.0 | 46.2 | 61.5 | 76.2 | 47.0 | 49.9 | 674.3 |
| 1965 | 118.1 | 76.3 | 62.1 | 50.9 | 5.6 | 1.5 | 10.4 | 11.1 | 32.2 | 16.6 | 47.6 | 108.6 | 541.0 |
| 1966 | 45.0 | 127.1 | 106.7 | 82.2 | 22.1 | 35.6 | 72.0 | 6.7 | 12.3 | 4.6 | 96.8 | 61.0 | 672.1 |
| 1967 | 42.8 | 48.0 | 102.5 | 45.0 | 46.5 | 11.2 | 16.5 | 9.1 | 12.6 | 70.7 | 38.7 | 56.6 | 500.2 |
| 1968 | 26.1 | 116.2 | 101.3 | 38.2 | 0.6 | 27.2 | 0.6 | 23.0 | 14.9 | 67.9 | 45.1 | 62.4 | 523.5 |
| 1969 | 128.0 | 123.3 | 111.6 | 21.1 | 9.9 | 82.2 | 6.1 | 5.5 | 22.8 | 10.8 | 38.4 | 31.0 | 590.7 |
| 1970 | 80.4 | 127.2 | 73.1 | 4.9 | 8.6 | 1.0 | 17.4 | 15.0 | 25.8 | 47.6 | 29.7 | 75.8 | 506.5 |
| 1971 | 59.8 | 112.4 | 98.7 | 18.1 | 12.6 | 8.6 | 21.9 | 7.1 | 20.9 | 102.3 | 41.1 | 62.6 | 566.1 |
| 1972 | 94.7 | 122.9 | 126.5 | 26.0 | 12.6 | 0.7 | 3.3 | 3.2 | 51.0 | 53.0 | 41.9 | 62.3 | 598.1 |
| 1973 | 72.2 | 105.6 | 119.5 | 33.9 | 29.9 | 1.3 | 20.9 | 21.2 | 26.0 | 80.9 | 43.6 | 133.5 | 688.5 |
| 1974 | 79.8 | 96.1 | 89.8 | 8.8 | 0.3 | 14.5 | 1.1 | 15.9 | 6.0 | 32.7 | 30.6 | 99.9 | 475.5 |
| 1975 | 53.5 | 76.0 | 77.9 | 34.6 | 73.3 | 29.0 | 7.2 | 29.3 | 39.7 | 49.7 | 52.5 | 66.4 | 589.1 |
| 1976 | 34.7 | 115.6 | 110.7 | 80.9 | 13.0 | 67.1 | 2.7 | 10.8 | 36.5 | 6.6 | 36.1 | 98.0 | 612.7 |
| 1977 | 113.5 | 18.9 | 118.1 | 57.2 | 2.4 | 2.3 | 25.4 | 38.0 | 20.9 | 35.4 | 81.2 | 58.9 | 572.2 |
| 1978 | 76.4 | 124.3 | 107.5 | 59.5 | 5.4 | 1.1 | 1.6 | 15.9 | 43.0 | 61.3 | 24.9 | 114.5 | 635.4 |
| 1979 | 123.5 | 116.6 | 101.4 | 31.0 | 20.7 | 6.9 | 1.5 | 14.2 | 14.2 | 12.0 | 51.9 | 75.2 | 569.1 |
| 1980 | 110.8 | 22.1 | 119.5 | 66.8 | 10.5 | 13.0 | 7.3 | 5.9 | 10.7 | 61.9 | 54.4 | 32.6 | 515.5 |
| 1981 | 77.5 | 119.4 | 116.2 | 7.2 | 1.5 | 1.2 | 3.4 | 23.2 | 41.2 | 80.5 | 61.0 | 67.7 | 600.0 |
| 1982 | 96.1 | 65.5 | 131.3 | 111.7 | 25.2 | 26.9 | 1.7 | 17.2 | 11.9 | 36.2 | 63.6 | 45.2 | 567.0 |
| 1983 | 105.0 | 94.4 | 133.6 | 30.9 | 7.6 | 1.4 | 5.4 | 24.8 | 23.6 | 53.1 | 26.9 | 104.0 | 609.3 |
| 1984 | 119.1 | 4.7 | 128.0 | 29.5 | 33.2 | 13.0 | 7.3 | 12.4 | 39.1 | 21.4 | 37.2 | 42.7 | 487.6 |
| 1985 | 41.4 | 90.8 | 73.6 | 37.1 | 32.6 | 0.0 | 4.1 | 3.1 | 13.7 | 43.6 | 51.1 | 49.5 | 440.6 |
| 1986 | 53.3 | 119.4 | 125.6 | 51.8 | 37.0 | 0.0 | 12.4 | 21.0 | 12.4 | 18.5 | 37.3 | 57.6 | 546.3 |
| 1987 | 102.9 | 127.2 | 72.9 | 89.5 | 23.7 | 0.5 | 8.1 | 2.6 | 7.8 | 36.2 | 46.3 | 63.7 | 581.4 |
| 1988 | 94.6 | 127.2 | 88.9 | 39.7 | 51.6 | 0.0 | 5.4 | 12.8 | 15.3 | 76.7 | 84.4 | 64.5 | 661.1 |
| 1989 | 84.0 | 52.0 | 115.4 | 72.7 | 8.8 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 41.8 | 13.0 | 48.3 | 59.0 | 503.0 |
| 1990 | 83.2 | 97.8 | 84.6 | 0.6 | 9.6 | 22.9 | 0.4 | 39.0 | 34.4 | 12.0 | 77.8 | 30.0 | 492.3 |
| 1991 | 85.8 | 50.2 | 82.9 | 107.0 | 24.5 | 1.8 | 3.7 | 2.3 | 2.9 | 52.0 | 38.1 | 92.3 | 543.5 |
| 1992 | 67.9 | 78.0 | 90.4 | 104.1 | 34.2 | 2.3 | 0.6 | 169.0 | 30.5 | 15.6 | 49.2 | 67.4 | 709.2 |
| 1993 | 22.4 | 119.8 | 61.5 | 1.5 | 24.0 | 0.8 | 11.3 | 32.9 | 43.1 | 38.9 | 48.5 | 54.8 | 459.5 |
| 1994 | 111.8 | 125.7 | 96.1 | 2.7 | 32.2 | 6.4 | 2.1 | 6.2 | 11.5 | 60.8 | 49.7 | 79.0 | 584.2 |
| 1995 | 115.4 | 6.7 | 106.8 | 50.3 | 29.3 | 8.9 | 3.6 | 4.0 | 43.5 | 44.6 | 80.1 | 51.7 | 544.9 |
| 1996 | 58.9 | 91.0 | 128.7 | 47.4 | 7.1 | 3.0 | 7.6 | 13.5 | 22.3 | 26.1 | 42.7 | 33.2 | 481.5 |
| 1997 | 80.3 | 142.5 | 33.6 | 31.8 | 21.5 | 1.6 | 0.8 | 21.7 | 48.5 | 61.9 | 57.7 | 98.7 | 600.6 |
| 1998 | 89.2 | 117.4 | 132.0 | 8.2 | 3.4 | 4.8 | 0.3 | 13.1 | 31.4 | 49.0 | 33.2 | 82.3 | 564.3 |
| 1999 | 107.5 | 111.7 | 105.5 | 60.2 | 25.7 | 5.3 | 5.2 | 9.2 | 11.8 | 39.7 | 61.3 | 37.2 | 580.3 |
| 2000 | 109.6 | 127.9 | 142.1 | 41.2 | 14.0 | 8.1 | 10.8 | 15.9 | 46.8 | 16.0 | 46.6 | 64.3 | 643.3 |
| 2001 | 107.0 | 107.4 | 93.2 | 41.0 | 27.6 | 14.7 | 21.4 | 9.6 | 16.1 | 51.4 | 42.3 | 77.3 | 609.0 |
| 2002 | 19.9 | 92.7 | 98.1 | 54.3 | 24.2 | 0.9 | 34.9 | 6.3 | 35.3 | 104.5 | 87.1 | 56.6 | 614.8 |
| 2003 | 50.9 | 98.7 | 114.1 | 40.7 | 19.2 | 1.6 | 7.4 | 23.4 | 13.4 | 24.7 | 29.0 | 85.0 | 508.1 |
| 2004 | 46.7 | 80.1 | 68.3 | 14.5 | 15.1 | 22.3 | 17.0 | 36.5 | 29.8 | 96.5 | 27.6 | 137.4 | 591.8 |
| 2005 | 57.1 | 67.7 | 81.0 | 28.4 | 9.4 | 0.0 | 20.6 | 9.6 | 31.9 | 53.3 | 31.8 | 87.4 | 478.2 |
| 2006 | 92.1 | 80.1 | 106.8 | 58.1 | 4.4 | 23.6 | 0.0 | 23.8 | 22.9 | 80.3 | 77.8 | 76.3 | 646.2 |
| 2007 | 88.6 | 61.2 | 119.6 | 38.2 | 21.0 | 0.2 | 23.5 | 10.3 | 8.5 | 74.3 | 37.4 | 108.7 | 591.5 |
| 2008 | 90.9 | 88.1 | 70.1 | 47.9 | 17.3 | 16.6 | 38.0 | 21.9 | 15.0 | 74.5 | 46.9 | 61.8 | 589.0 |
| 2009 | 105.6 | 79.6 | 114.1 | 114.4 | 21.0 | 1.6 | 35.9 | 20.4 | 8.7 | 30.0 | 70.6 | 51.7 | 653.6 |
| 2010 | 85.9 | 136.5 | 86.8 | 39.9 | 4.0 | 13.4 | 3.0 | 6.0 | 36.8 | 58.2 | 31.8 | 92.6 | 594.9 |
| 2011 | 134.2 | 80.6 | 112.6 | 69.6 | 35.8 | 0.6 | 12.4 | 8.6 | 35.3 | 26.0 | 38.6 | 81.4 | 635.7 |
| MAXIMO | 134.2 | 142.5 | 142.1 | 114.4 | 73.3 | 82.2 | 72.0 | 169.0 | 61.5 | 104.5 | 112.3 | 137.4 | 1345.4 |
| MEDIO | 80.7 | 92.8 | 102.1 | 45.3 | 18.7 | 10.8 | 10.4 | 18.9 | 25.2 | 46.1 | 51.5 | 71.8 | 574.4 |
| MINIMO | 2.3 | 4.7 | 33.6 | 0.6 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 2.9 | 4.6 | 24.9 | 30.0 | 106.2 |

Data completada y extendida con la data base del SENAMHI

| SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|------------|-------|-------|-------|----------|------|------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------------|
| ESTACIÓN COMAS | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | LATITUD | 11° | 44 | "S" | | | | | |
| PROVINCIA | CONCEPCIÓN | | | | LONGITUD | 75° | 7 | "W" | | | | | 1960 - 2011 |
| DISTRITO | COMAS | | | | ALTITUD | | | | 3,640 m.s.n.m | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1960 | 192.5 | 143.9 | 174.3 | 60.1 | 8.8 | 9.1 | 0.0 | 25.1 | 59.3 | 90.8 | 195.7 | 93.5 | 1053.1 |
| 1961 | 134.5 | 194.3 | 134.2 | 74.1 | 46.8 | 4.7 | 3.8 | 18.9 | 53.9 | 88.1 | 80.1 | 119.9 | 953.3 |
| 1962 | 85.1 | 94.0 | 125.8 | 9.1 | 15.8 | 32.6 | 7.0 | 53.6 | 53.1 | 42.2 | 27.9 | 110.7 | 656.9 |
| 1963 | 90.2 | 89.1 | 127.0 | 73.6 | 0.4 | 4.5 | 27.6 | 20.6 | 57.5 | 14.8 | 177.5 | 144.6 | 827.4 |
| 1964 | 115.0 | 337.3 | 86.0 | 95.5 | 5.3 | 18.2 | 14.3 | 56.1 | 55.7 | 100.4 | 85.0 | 90.0 | 1058.8 |
| 1965 | 264.0 | 90.4 | 84.3 | 32.5 | 21.0 | 4.0 | 14.4 | 30.0 | 94.8 | 2.2 | 142.7 | 163.2 | 943.5 |
| 1966 | 98.5 | 75.5 | 101.7 | 62.1 | 9.3 | 27.7 | 39.8 | 5.1 | 55.0 | 25.5 | 70.2 | 112.5 | 682.9 |
| 1967 | 90.4 | 351.4 | 285.0 | 40.4 | 21.4 | 7.3 | 34.0 | 27.8 | 65.7 | 91.7 | 68.9 | 102.3 | 1186.3 |
| 1968 | 148.8 | 153.0 | 200.0 | 63.8 | 20.5 | 16.4 | 0.0 | 9.1 | 50.1 | 30.7 | 123.5 | 81.8 | 897.7 |
| 1969 | 101.5 | 177.3 | 114.3 | 10.6 | 0.0 | 31.0 | 9.6 | 10.6 | 52.7 | 29.1 | 144.8 | 118.6 | 800.1 |
| 1970 | 172.2 | 119.2 | 58.4 | 66.1 | 13.9 | 23.2 | 58.1 | 7.4 | 113.7 | 53.7 | 56.9 | 193.6 | 936.4 |
| 1971 | 126.3 | 159.2 | 131.6 | 47.6 | 28.9 | 17.4 | 7.5 | 11.9 | 15.7 | 64.7 | 88.6 | 150.2 | 849.6 |
| 1972 | 107.1 | 134.2 | 174.9 | 111.4 | 33.5 | 5.4 | 34.7 | 11.7 | 80.4 | 110.5 | 83.4 | 109.6 | 996.8 |
| 1973 | 170.1 | 241.1 | 139.3 | 79.8 | 37.2 | 5.3 | 35.6 | 29.2 | 36.4 | 75.0 | 96.6 | 119.3 | 1064.9 |
| 1974 | 202.7 | 139.3 | 76.3 | 118.7 | 0.0 | 27.1 | 12.0 | 61.0 | 19.9 | 65.0 | 38.5 | 80.8 | 841.3 |
| 1975 | 102.7 | 131.2 | 90.7 | 48.9 | 37.7 | 1.7 | 10.2 | 32.5 | 67.1 | 67.1 | 131.0 | 103.3 | 824.1 |
| 1976 | 95.0 | 104.2 | 105.0 | 62.2 | 32.4 | 26.8 | 17.2 | 48.4 | 165.0 | 1.3 | 83.7 | 95.5 | 836.7 |
| 1977 | 88.8 | 92.9 | 95.4 | 79.8 | 51.3 | 12.0 | 42.8 | 0.0 | 22.5 | 63.4 | 215.3 | 88.6 | 852.8 |
| 1978 | 135.5 | 124.2 | 129.1 | 58.0 | 0.0 | 3.8 | 3.6 | 22.4 | 89.7 | 84.2 | 45.3 | 72.4 | 768.2 |
| 1979 | 94.1 | 338.7 | 67.0 | 11.2 | 19.9 | 32.0 | 9.3 | 4.8 | 6.1 | 3.3 | 56.6 | 69.8 | 712.8 |
| 1980 | 132.0 | 103.0 | 91.7 | 88.5 | 2.8 | 12.3 | 28.7 | 12.8 | 9.3 | 103.4 | 49.6 | 95.3 | 729.4 |
| 1981 | 163.6 | 220.3 | 114.1 | 22.5 | 29.2 | 3.2 | 11.5 | 60.0 | 51.7 | 103.4 | 135.9 | 107.9 | 1023.3 |
| 1982 | 94.1 | 88.7 | 92.8 | 66.0 | 1.9 | 37.2 | 5.7 | 15.1 | 14.1 | 82.8 | 54.8 | 121.1 | 674.3 |
| 1983 | 169.9 | 288.9 | 86.9 | 47.2 | 8.8 | 18.7 | 7.7 | 19.0 | 113.5 | 4.6 | 75.5 | 65.9 | 906.6 |
| 1984 | 114.4 | 97.7 | 282.8 | 58.9 | 3.7 | 11.9 | 5.4 | 39.3 | 28.9 | 55.9 | 94.1 | 73.6 | 866.6 |
| 1985 | 55.2 | 95.4 | 51.5 | 95.2 | 39.4 | 18.5 | 8.1 | 0.6 | 26.4 | 50.7 | 91.1 | 91.3 | 623.4 |
| 1986 | 142.5 | 117.4 | 107.9 | 62.6 | 12.0 | 0.0 | 15.6 | 41.1 | 27.6 | 13.2 | 93.4 | 184.8 | 818.1 |
| 1987 | 108.4 | 163.9 | 82.0 | 7.2 | 13.7 | 0.6 | 10.6 | 4.1 | 26.9 | 103.1 | 62.1 | 50.2 | 632.8 |
| 1988 | 257.2 | 143.0 | 121.7 | 11.5 | 39.9 | 0.7 | 0.5 | 20.7 | 35.6 | 64.4 | 141.3 | 107.1 | 943.6 |
| 1989 | 117.7 | 112.4 | 30.5 | 13.4 | 24.7 | 3.4 | 0.0 | 9.8 | 36.5 | 94.6 | 33.8 | 78.9 | 555.7 |
| 1990 | 108.1 | 87.6 | 41.5 | 96.1 | 41.6 | 8.5 | 1.3 | 60.1 | 44.5 | 37.1 | 155.4 | 84.0 | 765.8 |
| 1991 | 60.7 | 70.8 | 59.1 | 73.9 | 17.3 | 1.3 | 5.7 | 0.3 | 7.6 | 30.4 | 59.1 | 42.8 | 429.0 |
| 1992 | 44.1 | 74.1 | 39.4 | 39.2 | 4.3 | 1.4 | 0.1 | 35.3 | 87.1 | 78.6 | 91.9 | 84.2 | 579.7 |
| 1993 | 70.1 | 88.1 | 92.9 | 78.9 | 22.3 | 11.7 | 9.6 | 30.8 | 87.5 | 92.7 | 632.5 | 196.8 | 1413.9 |
| 1994 | 144.6 | 121.8 | 147.6 | 73.4 | 25.5 | 10.0 | 19.6 | 2.3 | 22.0 | 75.1 | 70.1 | 121.8 | 833.8 |
| 1995 | 140.9 | 126.9 | 174.3 | 70.6 | 21.5 | 11.3 | 3.7 | 6.9 | 31.2 | 77.1 | 99.7 | 115.0 | 847.9 |
| 1996 | 145.3 | 121.7 | 143.2 | 76.5 | 30.1 | 7.6 | 18.0 | 36.2 | 75.0 | 91.8 | 62.0 | 101.7 | 909.1 |
| 1997 | 162.0 | 169.1 | 105.3 | 63.4 | 31.4 | 6.3 | 2.1 | 80.3 | 67.3 | 63.7 | 99.3 | 98.3 | 948.5 |
| 1998 | 130.4 | 151.7 | 135.7 | 40.5 | 7.4 | 11.9 | 0.0 | 12.5 | 46.0 | 127.1 | 91.2 | 153.8 | 908.2 |
| 1999 | 139.6 | 219.6 | 140.5 | 82.4 | 29.0 | 11.5 | 17.1 | 9.1 | 70.3 | 90.6 | 64.2 | 78.4 | 952.3 |
| 2000 | 177.7 | 179.4 | 166.3 | 45.8 | 18.1 | 25.7 | 23.7 | 29.8 | 48.4 | 76.0 | 62.5 | 87.0 | 940.4 |
| 2001 | 153.4 | 115.5 | 185.5 | 34.3 | 49.4 | 5.0 | 26.0 | 27.0 | 49.2 | 98.5 | 54.3 | 116.9 | 915.0 |
| 2002 | 106.5 | 102.4 | 178.9 | 62.4 | 38.5 | 30.9 | 82.3 | 27.6 | 84.7 | 164.0 | 124.0 | 111.7 | 1113.9 |
| 2003 | 113.7 | 121.8 | 167.1 | 75.5 | 46.3 | 4.4 | 18.5 | 68.1 | 48.3 | 60.6 | 58.6 | 177.6 | 960.5 |
| 2004 | 88.1 | 124.6 | 99.4 | 43.8 | 16.7 | 40.7 | 45.7 | 69.5 | 62.3 | 133.0 | 137.7 | 146.6 | 1008.1 |
| 2005 | 75.6 | 97.6 | 107.9 | 26.3 | 10.9 | 1.5 | 20.2 | 12.1 | 60.7 | 126.7 | 57.6 | 122.3 | 719.4 |
| 2006 | 144.0 | 137.3 | 153.5 | 71.0 | 13.4 | 27.6 | 5.3 | 35.0 | 57.9 | 105.0 | 134.2 | 126.3 | 1010.5 |
| 2007 | 107.6 | 100.4 | 170.8 | 65.6 | 21.0 | 1.1 | 18.8 | 9.2 | 23.6 | 65.9 | 69.0 | 84.7 | 737.7 |
| 2008 | 139.3 | 121.4 | 78.5 | 50.4 | 23.1 | 23.6 | 4.4 | 20.9 | 53.9 | 127.1 | 32.5 | 58.9 | 734.0 |
| 2009 | 105.8 | 110.7 | 135.1 | 79.2 | 20.8 | 1.7 | 52.5 | 23.2 | 23.0 | 55.6 | 88.2 | 145.2 | 841.0 |
| 2010 | 160.5 | 135.8 | 146.8 | 51.4 | 19.9 | 10.6 | 3.6 | 7.2 | 40.5 | 121.8 | 85.2 | 150.2 | 933.5 |
| 2011 | 222.2 | 228.6 | 152.0 | 74.2 | 28.3 | 7.8 | 40.0 | 34.3 | 96.9 | 86.2 | 87.3 | 120.2 | 1178.0 |
| MAXIMO | 264.0 | 351.4 | 285.0 | 118.7 | 51.3 | 40.7 | 82.3 | 80.3 | 165.0 | 164.0 | 632.5 | 196.8 | 2432.0 |
| MEDIO | 129.0 | 144.8 | 122.8 | 58.7 | 21.5 | 13.1 | 17.2 | 25.9 | 53.8 | 72.4 | 101.2 | 110.0 | 870.2 |
| MINIMO | 44.1 | 70.8 | 30.5 | 7.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.1 | 1.3 | 27.9 | 42.8 | 230.7 |

Data completada y extendida con la data base del SENAMHI

| SERIE COMPLETADA Y EXTENDIDA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------------|
| ESTACIÓN SAN RAMON | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | LATITUD | 11° | 7 | "S" | | | | | |
| PROVINCIA | TARMA | | | | LONGITUD | 75° | 20 | "W" | | | | | 1960 - 2011 |
| DISTRITO | SAN RAMON | | | | ALTITUD | | | 800 | m.s.n.m | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1960 | 163.1 | 203.1 | 153.9 | 118.2 | 68.1 | 66.1 | 13.8 | 157.9 | 128.6 | 232.4 | 262.6 | 163.1 | 1730.9 |
| 1961 | 318.1 | 229.3 | 217.2 | 373.0 | 192.7 | 37.1 | 55.2 | 1.4 | 127.4 | 206.7 | 142.9 | 331.8 | 2232.8 |
| 1962 | 206.0 | 263.9 | 344.5 | 88.5 | 124.2 | 63.6 | 56.7 | 29.0 | 59.2 | 153.8 | 70.3 | 353.0 | 1812.7 |
| 1963 | 426.1 | 231.0 | 197.0 | 185.7 | 66.0 | 83.0 | 101.4 | 21.6 | 106.8 | 138.6 | 162.8 | 147.8 | 1867.8 |
| 1964 | 206.1 | 165.2 | 389.8 | 153.5 | 136.5 | 36.8 | 85.7 | 200.4 | 212.2 | 139.5 | 107.4 | 140.2 | 1973.3 |
| 1965 | 158.4 | 268.6 | 265.9 | 157.7 | 72.5 | 43.6 | 89.9 | 133.7 | 146.9 | 105.6 | 202.5 | 241.3 | 1886.6 |
| 1966 | 315.2 | 155.2 | 201.4 | 123.9 | 190.8 | 34.1 | 29.6 | 25.0 | 97.9 | 158.1 | 157.2 | 295.7 | 1784.1 |
| 1967 | 300.5 | 286.1 | 311.1 | 111.7 | 197.1 | 19.6 | 123.9 | 72.9 | 73.5 | 242.4 | 102.6 | 121.5 | 1962.9 |
| 1968 | 383.7 | 202.5 | 221.9 | 172.8 | 6.5 | 36.8 | 73.5 | 104.2 | 80.6 | 185.9 | 137.1 | 158.6 | 1764.1 |
| 1969 | 77.3 | 193.0 | 215.8 | 229.8 | 99.4 | 58.2 | 6.7 | 90.1 | 113.2 | 163.1 | 117.1 | 245.2 | 1608.9 |
| 1970 | 251.8 | 167.0 | 190.7 | 381.0 | 123.0 | 80.0 | 54.8 | 73.0 | 126.8 | 196.6 | 85.5 | 224.3 | 1954.5 |
| 1971 | 214.3 | 183.2 | 163.7 | 102.4 | 107.3 | 105.5 | 76.0 | 144.0 | 81.3 | 298.0 | 168.0 | 246.3 | 1890.0 |
| 1972 | 200.8 | 196.0 | 206.4 | 331.4 | 134.3 | 53.1 | 75.8 | 70.3 | 184.2 | 234.2 | 253.9 | 234.7 | 2175.1 |
| 1973 | 251.8 | 230.8 | 238.1 | 226.8 | 151.2 | 157.6 | 86.1 | 157.0 | 120.8 | 160.4 | 89.6 | 202.8 | 2073.0 |
| 1974 | 249.9 | 225.7 | 262.5 | 275.7 | 23.3 | 96.4 | 122.8 | 142.4 | 28.6 | 213.2 | 81.0 | 278.4 | 1999.9 |
| 1975 | 303.2 | 260.9 | 334.1 | 207.4 | 221.5 | 202.4 | 42.5 | 131.1 | 167.3 | 204.5 | 151.1 | 163.1 | 2389.1 |
| 1976 | 349.8 | 216.5 | 228.2 | 106.0 | 133.9 | 130.1 | 32.2 | 129.1 | 121.7 | 49.0 | 60.9 | 216.2 | 1773.6 |
| 1977 | 150.5 | 302.4 | 183.7 | 244.8 | 42.7 | 64.2 | 93.8 | 88.7 | 94.5 | 127.1 | 247.1 | 132.8 | 1772.3 |
| 1978 | 249.9 | 175.7 | 259.9 | 179.9 | 87.2 | 32.1 | 36.8 | 54.7 | 139.6 | 122.3 | 96.1 | 257.6 | 1691.8 |
| 1979 | 125.4 | 197.5 | 286.3 | 251.9 | 168.2 | 12.4 | 81.9 | 71.5 | 79.0 | 130.4 | 132.6 | 206.9 | 1744.0 |
| 1980 | 146.4 | 289.5 | 194.0 | 125.7 | 143.6 | 49.5 | 74.1 | 143.3 | 63.7 | 260.0 | 137.2 | 213.9 | 1840.9 |
| 1981 | 211.0 | 182.0 | 202.3 | 245.8 | 338.0 | 151.3 | 81.6 | 177.0 | 141.6 | 320.7 | 278.1 | 290.5 | 2619.9 |
| 1982 | 247.3 | 244.5 | 185.0 | 173.1 | 175.7 | 66.9 | 97.3 | 92.1 | 96.2 | 94.6 | 102.0 | 294.9 | 1869.6 |
| 1983 | 151.5 | 198.9 | 211.4 | 168.7 | 115.8 | 22.8 | 85.2 | 63.4 | 103.7 | 213.2 | 72.1 | 183.9 | 1590.6 |
| 1984 | 124.2 | 383.2 | 258.7 | 191.4 | 195.7 | 155.6 | 80.1 | 96.8 | 149.3 | 167.5 | 187.4 | 266.4 | 2256.3 |
| 1985 | 311.4 | 246.3 | 247.4 | 362.7 | 174.1 | 17.0 | 119.9 | 45.3 | 6.8 | 192.0 | 203.2 | 174.5 | 2100.6 |
| 1986 | 288.9 | 201.0 | 178.7 | 130.6 | 183.0 | 39.0 | 77.6 | 158.1 | 66.8 | 152.8 | 81.6 | 252.6 | 1810.7 |
| 1987 | 155.6 | 163.9 | 215.7 | 133.4 | 168.6 | 64.8 | 49.8 | 1.6 | 75.9 | 280.9 | 154.1 | 148.0 | 1612.3 |
| 1988 | 229.9 | 157.5 | 215.7 | 209.0 | 198.6 | 49.6 | 57.5 | 90.5 | 78.1 | 254.0 | 205.3 | 245.8 | 1991.5 |
| 1989 | 176.6 | 236.2 | 201.6 | 137.7 | 98.0 | 37.2 | 16.1 | 83.6 | 128.5 | 229.8 | 60.1 | 251.5 | 1656.9 |
| 1990 | 178.8 | 190.7 | 201.1 | 856.9 | 99.6 | 18.2 | 28.5 | 164.2 | 115.0 | 223.8 | 187.2 | 221.6 | 2485.6 |
| 1991 | 138.7 | 286.8 | 188.8 | 133.7 | 143.4 | 144.0 | 56.2 | 0.6 | 27.3 | 132.5 | 74.9 | 218.4 | 1545.3 |
| 1992 | 166.2 | 211.8 | 192.3 | 64.6 | 190.6 | 45.6 | 25.5 | 54.6 | 126.3 | 113.3 | 121.2 | 325.3 | 1637.3 |
| 1993 | 362.2 | 202.1 | 270.9 | 619.6 | 152.5 | 44.7 | 99.8 | 149.1 | 176.1 | 183.4 | 343.9 | 214.0 | 2818.3 |
| 1994 | 153.9 | 210.3 | 299.0 | 596.3 | 185.0 | 58.5 | 12.6 | 34.3 | 60.2 | 240.4 | 104.7 | 239.9 | 2195.1 |
| 1995 | 137.8 | 304.0 | 274.5 | 163.4 | 150.8 | 65.5 | 98.2 | 25.2 | 120.3 | 188.1 | 142.3 | 250.3 | 1920.4 |
| 1996 | 305.8 | 217.6 | 195.0 | 412.9 | 80.2 | 44.4 | 111.5 | 136.0 | 136.3 | 234.9 | 112.0 | 359.4 | 2346.0 |
| 1997 | 245.5 | 145.6 | 227.5 | 176.3 | 158.9 | 47.1 | 62.8 | 164.2 | 181.1 | 197.3 | 128.1 | 172.2 | 1906.6 |
| 1998 | 207.6 | 202.7 | 151.3 | 154.3 | 83.0 | 112.8 | 31.5 | 96.2 | 151.3 | 261.3 | 124.4 | 207.6 | 1784.0 |
| 1999 | 203.3 | 225.0 | 216.7 | 269.9 | 158.1 | 100.7 | 76.7 | 11.2 | 72.5 | 160.6 | 129.7 | 211.2 | 1835.6 |
| 2000 | 152.7 | 152.0 | 152.5 | 132.3 | 142.4 | 82.4 | 63.0 | 96.5 | 161.8 | 213.5 | 103.6 | 334.8 | 1787.5 |
| 2001 | 197.6 | 207.9 | 257.5 | 144.7 | 122.0 | 33.3 | 69.3 | 98.3 | 97.8 | 222.2 | 90.7 | 187.9 | 1729.2 |
| 2002 | 372.7 | 209.8 | 304.9 | 234.4 | 186.6 | 26.5 | 139.7 | 89.4 | 127.4 | 317.7 | 182.9 | 173.9 | 2365.9 |
| 2003 | 300.9 | 199.7 | 226.8 | 258.7 | 111.2 | 41.2 | 70.4 | 162.9 | 111.7 | 183.1 | 81.9 | 352.6 | 2101.1 |
| 2004 | 254.4 | 245.3 | 233.5 | 218.3 | 99.3 | 224.7 | 125.8 | 176.1 | 143.8 | 301.4 | 140.7 | 247.2 | 2410.5 |
| 2005 | 216.7 | 231.5 | 279.1 | 139.7 | 121.4 | 11.2 | 72.4 | 44.4 | 155.5 | 291.3 | 85.0 | 220.1 | 1868.3 |
| 2006 | 221.0 | 236.8 | 219.6 | 208.8 | 106.7 | 147.4 | 86.8 | 113.7 | 119.1 | 250.3 | 232.9 | 149.0 | 2092.1 |
| 2007 | 204.6 | 243.1 | 259.3 | 182.6 | 153.1 | 75.5 | 69.8 | 24.1 | 44.6 | 228.9 | 135.4 | 188.4 | 1809.4 |
| 2008 | 226.0 | 217.9 | 238.1 | 160.5 | 171.9 | 36.5 | 121.6 | 90.4 | 82.5 | 241.5 | 66.1 | 169.0 | 1822.0 |
| 2009 | 206.2 | 251.7 | 250.1 | 200.1 | 167.8 | 37.8 | 99.5 | 36.7 | 43.6 | 201.0 | 178.4 | 197.5 | 1870.4 |
| 2010 | 238.3 | 145.9 | 209.1 | 221.5 | 55.2 | 73.4 | 79.9 | 31.0 | 166.6 | 307.4 | 151.2 | 122.7 | 1802.2 |
| 2011 | 28.8 | 231.2 | 189.2 | 138.4 | 177.5 | 88.1 | 64.6 | 75.5 | 146.5 | 233.5 | 192.1 | 154.4 | 1719.8 |
| MAXIMO | 426.1 | 383.2 | 389.8 | 856.9 | 338.0 | 224.7 | 139.7 | 200.4 | 212.2 | 320.7 | 343.9 | 359.4 | 4195.0 |
| MEDIO | 224.3 | 219.7 | 231.1 | 222.8 | 137.6 | 69.7 | 72.0 | 90.9 | 110.9 | 203.0 | 142.7 | 223.1 | 1947.9 |
| MINIMO | 28.8 | 145.6 | 151.3 | 64.6 | 6.5 | 11.2 | 6.7 | 0.6 | 6.8 | 49.0 | 60.1 | 121.5 | 652.7 |

Data completada y extendida con la data base del SENAMHI

| SERIE COMPLETADA Y EXTENDIDA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------------|--------|
| ESTACIÓN SANELO Y DE SINGAYACU | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | LATITUD | | 11° | 15 | "S" | | | | |
| PROVINCIA | CHANCHAMAYO | | | | LONGITUD | | 75° | 17 | "W" | | | 1960 - 2011 | |
| DISTRITO | VITOC | | | | ALTITUD | | | | 1,500 | m.s.n.m | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1960 | 276.9 | 264.1 | 129.0 | 250.4 | 57.6 | 129.0 | 9.1 | 114.2 | 208.6 | 298.0 | 196.1 | 224.5 | 2157.5 |
| 1961 | 331.4 | 261.5 | 230.1 | 331.7 | 98.9 | 65.5 | 38.9 | 50.0 | 86.1 | 170.5 | 188.3 | 248.7 | 2101.6 |
| 1962 | 293.8 | 324.3 | 371.6 | 247.1 | 59.2 | 102.9 | 135.8 | 28.9 | 99.6 | 224.7 | 196.3 | 382.6 | 2466.8 |
| 1963 | 384.0 | 197.3 | 212.8 | 213.3 | 114.3 | 110.5 | 93.6 | 25.8 | 52.5 | 248.2 | 262.9 | 398.7 | 2313.9 |
| 1964 | 198.4 | 250.5 | 290.9 | 175.8 | 169.1 | 36.9 | 93.0 | 197.0 | 264.0 | 211.5 | 177.5 | 176.5 | 2241.1 |
| 1965 | 275.0 | 329.0 | 413.0 | 174.5 | 67.3 | 104.2 | 121.8 | 136.5 | 308.2 | 173.2 | 247.3 | 371.5 | 2721.5 |
| 1966 | 424.6 | 233.5 | 256.6 | 156.4 | 183.5 | 23.0 | 15.0 | 8.0 | 103.1 | 118.6 | 182.8 | 234.1 | 1939.2 |
| 1967 | 242.2 | 349.8 | 393.7 | 195.3 | 152.2 | 30.2 | 110.2 | 140.7 | 38.4 | 275.4 | 168.5 | 177.3 | 2273.9 |
| 1968 | 425.3 | 248.0 | 244.5 | 287.6 | 36.7 | 79.3 | 121.5 | 217.7 | 244.4 | 300.9 | 166.0 | 183.3 | 2552.2 |
| 1969 | 184.3 | 239.1 | 225.0 | 305.9 | 252.6 | 80.4 | 41.8 | 59.0 | 213.7 | 122.9 | 174.3 | 116.6 | 2055.6 |
| 1970 | 203.3 | 130.9 | 191.7 | 575.9 | 140.8 | 85.5 | 92.8 | 117.0 | 158.2 | 211.5 | 193.6 | 205.1 | 2306.3 |
| 1971 | 200.1 | 318.5 | 343.1 | 236.8 | 145.6 | 67.7 | 101.1 | 70.1 | 150.9 | 305.5 | 204.0 | 149.2 | 2292.6 |
| 1972 | 274.9 | 194.1 | 170.9 | 271.0 | 82.5 | 79.2 | 69.8 | 47.9 | 147.7 | 93.0 | 223.5 | 174.9 | 1829.4 |
| 1973 | 300.7 | 227.0 | 291.2 | 222.2 | 179.7 | 179.1 | 204.1 | 156.6 | 194.4 | 291.9 | 95.2 | 364.7 | 2706.8 |
| 1974 | 401.0 | 269.1 | 361.1 | 406.7 | 68.9 | 116.8 | 149.2 | 114.5 | 60.7 | 158.3 | 108.6 | 277.1 | 2492.0 |
| 1975 | 396.2 | 322.7 | 399.0 | 233.9 | 227.6 | 258.5 | 45.8 | 96.4 | 151.1 | 247.5 | 151.8 | 204.1 | 2734.6 |
| 1976 | 429.3 | 184.7 | 232.3 | 178.0 | 169.8 | 107.8 | 48.1 | 115.1 | 157.0 | 454.0 | 151.8 | 311.8 | 2539.7 |
| 1977 | 289.9 | 243.5 | 79.8 | 80.8 | 39.2 | 46.7 | 45.2 | 86.6 | 113.9 | 150.0 | 314.7 | 206.8 | 1697.1 |
| 1978 | 274.1 | 165.1 | 267.1 | 143.7 | 61.9 | 58.7 | 114.4 | 49.7 | 216.2 | 176.2 | 88.5 | 320.3 | 1935.9 |
| 1979 | 196.7 | 416.8 | 307.1 | 223.9 | 182.9 | 87.0 | 152.0 | 69.3 | 94.8 | 221.5 | 187.9 | 225.4 | 2365.3 |
| 1980 | 148.9 | 378.1 | 295.2 | 150.0 | 76.9 | 104.0 | 138.4 | 58.5 | 55.0 | 234.9 | 238.2 | 149.1 | 2027.2 |
| 1981 | 239.2 | 280.3 | 217.6 | 329.9 | 121.2 | 173.1 | 56.9 | 108.0 | 157.8 | 247.2 | 206.7 | 203.8 | 2341.7 |
| 1982 | 226.2 | 246.6 | 213.5 | 107.4 | 120.8 | 86.9 | 79.6 | 81.0 | 51.7 | 271.2 | 270.5 | 212.2 | 1967.6 |
| 1983 | 188.4 | 353.7 | 179.0 | 124.2 | 118.6 | 24.3 | 63.0 | 78.0 | 169.2 | 214.0 | 83.4 | 291.9 | 1887.7 |
| 1984 | 295.6 | 334.4 | 326.9 | 399.6 | 186.7 | 116.2 | 138.4 | 137.1 | 169.7 | 189.1 | 198.3 | 208.2 | 2700.2 |
| 1985 | 218.3 | 177.5 | 283.8 | 218.5 | 151.8 | 28.6 | 68.7 | 119.9 | 147.3 | 217.7 | 254.2 | 167.1 | 2053.4 |
| 1986 | 344.0 | 273.0 | 191.8 | 225.0 | 157.2 | 119.9 | 143.7 | 43.6 | 146.9 | 250.3 | 155.3 | 217.6 | 2268.3 |
| 1987 | 182.7 | 130.4 | 216.0 | 124.9 | 251.1 | 132.1 | 98.7 | 62.9 | 46.9 | 237.9 | 142.5 | 212.0 | 1838.1 |
| 1988 | 213.0 | 171.3 | 202.9 | 208.6 | 201.3 | 93.4 | 19.6 | 48.0 | 126.5 | 319.8 | 191.3 | 208.9 | 2004.6 |
| 1989 | 211.5 | 408.9 | 245.0 | 104.4 | 61.6 | 123.3 | 42.5 | 143.7 | 161.2 | 145.3 | 140.7 | 158.2 | 1946.3 |
| 1990 | 270.9 | 201.4 | 217.1 | 799.4 | 181.4 | 78.7 | 18.4 | 61.5 | 149.5 | 141.0 | 242.2 | 115.5 | 2477.0 |
| 1991 | 209.4 | 232.7 | 189.8 | 116.8 | 158.8 | 293.4 | 42.7 | 89.4 | 58.0 | 324.1 | 109.7 | 394.1 | 2218.9 |
| 1992 | 188.1 | 301.2 | 263.7 | 85.9 | 152.8 | 122.1 | 30.9 | 45.4 | 178.1 | 190.3 | 221.1 | 193.3 | 1972.9 |
| 1993 | 228.7 | 206.9 | 292.2 | 657.3 | 176.2 | 45.1 | 139.9 | 169.6 | 178.7 | 171.4 | 350.9 | 158.1 | 2775.0 |
| 1994 | 171.1 | 209.6 | 271.0 | 777.4 | 236.1 | 58.0 | 26.5 | 91.9 | 90.0 | 211.3 | 173.4 | 209.9 | 2526.2 |
| 1995 | 265.2 | 382.4 | 366.5 | 220.6 | 99.2 | 90.6 | 60.4 | 49.9 | 164.0 | 129.6 | 188.3 | 179.1 | 2195.8 |
| 1996 | 273.4 | 365.4 | 293.4 | 320.7 | 106.5 | 44.6 | 153.5 | 155.9 | 156.2 | 201.7 | 133.6 | 132.6 | 2337.5 |
| 1997 | 258.1 | 124.6 | 205.5 | 239.9 | 210.0 | 39.7 | 71.6 | 66.5 | 194.4 | 254.1 | 222.6 | 264.3 | 2151.3 |
| 1998 | 275.3 | 234.9 | 146.4 | 382.8 | 164.1 | 121.6 | 27.0 | 163.6 | 161.9 | 86.2 | 129.2 | 270.5 | 2163.5 |
| 1999 | 368.5 | 186.1 | 186.9 | 128.3 | 101.0 | 48.8 | 110.0 | 52.4 | 110.6 | 164.0 | 172.9 | 130.9 | 1760.4 |
| 2000 | 257.8 | 210.0 | 172.2 | 207.5 | 217.6 | 101.5 | 109.0 | 38.8 | 196.9 | 206.7 | 126.0 | 270.5 | 2114.5 |
| 2001 | 518.9 | 302.0 | 358.0 | 225.6 | 90.9 | 76.0 | 143.6 | 74.9 | 191.3 | 112.2 | 193.0 | 213.3 | 2499.7 |
| 2002 | 257.4 | 217.1 | 273.9 | 164.2 | 98.7 | 43.8 | 253.6 | 131.3 | 217.5 | 249.6 | 196.8 | 140.3 | 2244.2 |
| 2003 | 270.7 | 182.5 | 172.1 | 166.3 | 49.3 | 92.7 | 84.7 | 33.6 | 51.3 | 187.8 | 105.3 | 286.9 | 1683.2 |
| 2004 | 250.5 | 258.8 | 241.7 | 196.8 | 147.8 | 149.4 | 144.9 | 39.8 | 106.8 | 203.9 | 193.2 | 294.0 | 2227.6 |
| 2005 | 163.0 | 333.1 | 315.7 | 183.0 | 66.6 | 55.6 | 114.8 | 67.8 | 163.8 | 94.0 | 129.8 | 255.4 | 1942.6 |
| 2006 | 231.2 | 241.1 | 247.2 | 171.1 | 149.8 | 135.1 | 74.7 | 84.7 | 151.4 | 65.9 | 141.5 | 215.6 | 1909.3 |
| 2007 | 257.1 | 259.6 | 345.0 | 207.4 | 111.4 | 131.8 | 120.1 | 53.0 | 31.8 | 291.7 | 239.4 | 247.5 | 2295.8 |
| 2008 | 315.7 | 308.5 | 283.0 | 142.1 | 119.0 | 70.5 | 148.9 | 141.8 | 212.9 | 80.9 | 176.2 | 182.1 | 2181.6 |
| 2009 | 358.9 | 260.1 | 275.9 | 145.6 | 131.4 | 119.1 | 197.9 | 43.0 | 37.6 | 191.2 | 253.0 | 129.3 | 2143.0 |
| 2010 | 328.5 | 161.4 | 247.4 | 175.3 | 49.7 | 155.3 | 40.4 | 63.3 | 129.5 | 173.3 | 252.6 | 284.8 | 2061.5 |
| 2011 | 188.4 | 339.0 | 305.6 | 211.5 | 108.6 | 128.5 | 75.3 | 17.5 | 247.2 | 161.1 | 154.3 | 212.7 | 2149.7 |
| MAXIMO | 518.9 | 416.8 | 413.0 | 799.4 | 252.6 | 293.4 | 253.6 | 217.7 | 308.2 | 454.0 | 350.9 | 398.7 | 4677.2 |
| MEDIO | 272.6 | 258.5 | 258.7 | 246.7 | 132.0 | 97.2 | 93.1 | 86.9 | 143.8 | 205.2 | 185.9 | 226.2 | 2206.8 |
| MINIMO | 148.9 | 124.6 | 79.8 | 80.8 | 36.7 | 23.0 | 9.1 | 8.0 | 31.8 | 65.9 | 83.4 | 115.5 | 807.5 |

Data completada y extendida con la data base del SENAMHI

| SERIE COMPLETADA Y EXTENDIDA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|-------|----------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|---------|--|
| ESTACION SATIPO | | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | LATITUD | | 11° | 13 | "S" | | | | | |
| PROVINCIA | SATIPO | | | | LONGITUD | | 74° | 37 | "W" | 1960 - 2011 | | | | |
| DISTRITO | SATIPO | | | | ALTITUD | | 660 m.s.n.m | | | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL | |
| 1960 | 477.0 | 3692.0 | 555.5 | 413.5 | 53.0 | 28.8 | 4.9 | 180.4 | 198.2 | 220.8 | 175.6 | 271.9 | 6271.6 | |
| 1961 | 539.7 | 449.6 | 345.3 | 212.6 | 109.8 | 139.4 | 80.6 | 25.7 | 18.1 | 208.7 | 249.6 | 292.5 | 2671.6 | |
| 1962 | 647.7 | 401.7 | 169.7 | 113.9 | 30.5 | 28.3 | 60.9 | 58.0 | 188.0 | 173.4 | 222.5 | 159.3 | 2253.9 | |
| 1963 | 148.2 | 149.0 | 337.7 | 242.5 | 134.5 | 135.5 | 117.2 | 55.5 | 102.0 | 43.7 | 207.9 | 312.3 | 1986.0 | |
| 1964 | 201.1 | 270.2 | 477.1 | 104.3 | 69.4 | 60.0 | 46.8 | 386.0 | 147.4 | 137.1 | 141.0 | 366.3 | 2406.7 | |
| 1965 | 344.5 | 420.9 | 93.1 | 233.6 | 51.7 | 21.5 | 99.8 | 107.1 | 88.6 | 202.2 | 197.1 | 229.4 | 2089.5 | |
| 1966 | 329.3 | 437.4 | 350.0 | 597.1 | 66.6 | 48.0 | 8.9 | 22.5 | 26.9 | 187.5 | 96.1 | 214.4 | 2384.7 | |
| 1967 | 129.8 | 148.5 | 125.8 | 209.0 | 228.8 | 125.1 | 83.5 | 87.8 | 81.9 | 82.7 | 105.5 | 352.2 | 1760.6 | |
| 1968 | 268.9 | 236.8 | 0.2 | 43.1 | 125.2 | 233.3 | 109.5 | 121.9 | 262.2 | 165.0 | 178.3 | 191.5 | 1935.9 | |
| 1969 | 339.4 | 448.2 | 217.8 | 732.0 | 161.4 | 36.2 | 23.7 | 89.6 | 145.6 | 66.4 | 158.4 | 157.0 | 2575.7 | |
| 1970 | 566.8 | 316.3 | 406.1 | 178.0 | 40.7 | 101.8 | 39.0 | 142.5 | 186.7 | 96.7 | 179.5 | 129.0 | 2383.1 | |
| 1971 | 687.0 | 684.1 | 354.4 | 417.9 | 43.8 | 19.7 | 23.4 | 222.1 | 247.7 | 134.5 | 151.0 | 228.9 | 3214.5 | |
| 1972 | 1047.3 | 714.5 | 868.6 | 584.9 | 158.6 | 388.5 | 110.9 | 179.1 | 122.4 | 152.8 | 181.7 | 133.9 | 4643.2 | |
| 1973 | 195.7 | 216.8 | 144.2 | 62.1 | 34.9 | 23.7 | 94.9 | 207.0 | 203.2 | 188.9 | 71.8 | 289.5 | 1732.7 | |
| 1974 | 164.5 | 116.0 | 13.8 | 20.8 | 60.2 | 126.8 | 107.0 | 56.5 | 83.4 | 177.6 | 173.9 | 243.9 | 1344.4 | |
| 1975 | 176.9 | 261.4 | 249.2 | 78.6 | 39.9 | 51.6 | 54.4 | 183.8 | 64.8 | 243.6 | 224.8 | 209.5 | 1838.5 | |
| 1976 | 196.3 | 255.3 | 321.6 | 161.0 | 63.9 | 97.3 | 55.9 | 83.4 | 80.2 | 279.6 | 223.8 | 245.8 | 2064.1 | |
| 1977 | 153.2 | 196.2 | 307.4 | 76.7 | 130.8 | 26.4 | 104.4 | 146.2 | 96.6 | 190.0 | 250.9 | 545.3 | 2224.1 | |
| 1978 | 242.2 | 259.9 | 217.1 | 92.7 | 64.4 | 69.8 | 67.3 | 73.0 | 30.8 | 97.7 | 90.4 | 199.0 | 1504.3 | |
| 1979 | 354.7 | 243.6 | 313.1 | 67.2 | 94.2 | 118.0 | 65.4 | 121.6 | 232.9 | 160.0 | 95.6 | 155.3 | 2021.6 | |
| 1980 | 185.1 | 111.7 | 65.8 | 29.7 | 56.2 | 41.0 | 68.5 | 86.6 | 134.0 | 289.2 | 303.0 | 459.8 | 1830.6 | |
| 1981 | 361.0 | 325.3 | 273.1 | 204.9 | 91.3 | 37.7 | 26.5 | 299.6 | 296.1 | 214.3 | 189.9 | 139.9 | 2459.6 | |
| 1982 | 171.5 | 222.0 | 139.4 | 71.6 | 582.3 | 110.5 | 99.9 | 120.6 | 142.4 | 106.7 | 170.3 | 161.0 | 2098.2 | |
| 1983 | 237.6 | 273.6 | 213.1 | 33.9 | 81.4 | 55.0 | 67.7 | 752.0 | 157.9 | 253.6 | 178.8 | 146.9 | 2451.5 | |
| 1984 | 275.4 | 478.0 | 280.5 | 147.1 | 185.2 | 385.9 | 124.0 | 181.7 | 171.8 | 240.3 | 187.7 | 118.0 | 2775.6 | |
| 1985 | 595.7 | 517.1 | 302.8 | 87.0 | 54.1 | 15.0 | 69.7 | 31.8 | 133.0 | 61.5 | 129.5 | 143.8 | 2141.0 | |
| 1986 | 219.0 | 197.3 | 427.5 | 186.7 | 181.7 | 135.4 | 96.6 | 69.4 | 167.7 | 116.0 | 81.1 | 187.2 | 2065.6 | |
| 1987 | 217.4 | 200.6 | 167.2 | 961.0 | 79.9 | 702.0 | 73.1 | 27.3 | 61.3 | 293.7 | 229.6 | 278.3 | 3291.4 | |
| 1988 | 101.7 | 69.3 | 82.9 | 155.5 | 80.8 | 51.0 | 44.5 | 172.4 | 102.7 | 134.3 | 248.6 | 352.9 | 1596.6 | |
| 1989 | 278.5 | 449.2 | 349.5 | 354.2 | 30.9 | 77.9 | 4.8 | 46.0 | 48.8 | 283.3 | 256.4 | 179.4 | 2358.9 | |
| 1990 | 542.9 | 414.4 | 289.4 | 152.8 | 480.0 | 248.6 | 83.6 | 379.6 | 275.4 | 408.6 | 322.8 | 214.0 | 3812.1 | |
| 1991 | 429.6 | 305.6 | 344.6 | 321.4 | 50.8 | 69.4 | 16.0 | 8.8 | 108.8 | 163.2 | 198.3 | 202.6 | 2219.1 | |
| 1992 | 239.8 | 318.4 | 444.2 | 130.4 | 97.6 | 269.2 | 70.6 | 377.8 | 235.6 | 151.2 | 193.6 | 251.2 | 2779.6 | |
| 1993 | 439.2 | 499.8 | 500.0 | 260.6 | 155.8 | 120.6 | 99.6 | 296.2 | 155.8 | 225.4 | 195.9 | 453.4 | 3402.3 | |
| 1994 | 646.4 | 565.0 | 537.4 | 239.6 | 128.6 | 19.6 | 22.4 | 49.0 | 168.3 | 347.2 | 205.6 | 221.0 | 3150.1 | |
| 1995 | 488.8 | 204.6 | 408.4 | 97.6 | 78.2 | 55.4 | 55.2 | 54.2 | 107.4 | 160.8 | 234.4 | 142.2 | 2087.2 | |
| 1996 | 954.9 | 751.9 | 472.4 | 463.5 | 132.7 | 241.1 | 67.3 | 157.6 | 17.8 | 59.0 | 50.3 | 88.1 | 3456.6 | |
| 1997 | 131.4 | 86.0 | 62.9 | 25.1 | 49.9 | 41.6 | 99.1 | 137.2 | 128.5 | 134.9 | 174.4 | 195.3 | 1266.3 | |
| 1998 | 231.7 | 306.2 | 210.2 | 137.4 | 27.2 | 47.3 | 6.1 | 81.4 | 183.7 | 338.9 | 184.6 | 240.7 | 1995.4 | |
| 1999 | 294.3 | 397.7 | 246.5 | 107.8 | 69.6 | 21.3 | 22.6 | 64.3 | 167.9 | 134.7 | 123.2 | 384.4 | 2034.3 | |
| 2000 | 273.7 | 216.0 | 278.1 | 101.1 | 108.9 | 49.6 | 40.5 | 112.7 | 89.0 | 100.2 | 206.9 | 160.3 | 1737.0 | |
| 2001 | 252.0 | 253.5 | 305.5 | 121.2 | 505.0 | 14.7 | 90.8 | 74.0 | 158.0 | 179.2 | 120.9 | 325.0 | 2399.8 | |
| 2002 | 160.0 | 296.4 | 191.0 | 82.4 | 105.4 | 5.1 | 156.1 | 116.7 | 135.4 | 224.2 | 152.9 | 283.0 | 1908.6 | |
| 2003 | 296.3 | 133.5 | 327.1 | 70.4 | 82.4 | 176.8 | 94.1 | 91.0 | 161.1 | 92.1 | 169.9 | 195.2 | 1889.9 | |
| 2004 | 286.3 | 313.4 | 141.1 | 87.6 | 96.8 | 39.5 | 140.5 | 138.4 | 69.3 | 176.2 | 321.0 | 139.2 | 1949.3 | |
| 2005 | 117.5 | 185.5 | 248.7 | 182.4 | 22.4 | 22.4 | 71.0 | 81.9 | 61.2 | 218.7 | 200.1 | 279.6 | 1691.4 | |
| 2006 | 237.8 | 180.5 | 84.8 | 85.9 | 41.8 | 117.4 | 27.0 | 77.1 | 101.0 | 354.7 | 208.6 | 301.0 | 1817.6 | |
| 2007 | 192.6 | 125.1 | 210.4 | 69.5 | 89.9 | 67.5 | 72.3 | 53.0 | 97.0 | 731.0 | 175.6 | 99.0 | 1982.9 | |
| 2008 | 304.6 | 349.6 | 161.9 | 246.0 | 88.2 | 33.1 | 76.0 | 55.3 | 81.8 | 190.9 | 100.7 | 162.7 | 1850.8 | |
| 2009 | 264.7 | 253.4 | 176.4 | 84.3 | 127.1 | 76.4 | 87.7 | 25.6 | 97.1 | 186.7 | 200.2 | 266.2 | 1845.8 | |
| 2010 | 419.7 | 282.6 | 175.2 | 80.3 | 49.9 | 112.4 | 50.1 | 52.2 | 31.3 | 129.8 | 158.0 | 247.0 | 1788.5 | |
| 2011 | 235.7 | 309.0 | 63.6 | 228.7 | 156.7 | 284.1 | 100.2 | 72.0 | 150.6 | 126.8 | 156.9 | 329.4 | 2213.7 | |
| MAXIMO | 1047.3 | 3692.0 | 868.6 | 961.0 | 582.3 | 702.0 | 156.1 | 752.0 | 296.1 | 731.0 | 322.8 | 545.3 | 10656.5 | |
| MEDIO | 332.6 | 375.2 | 270.2 | 197.1 | 114.1 | 108.2 | 68.9 | 132.6 | 130.9 | 193.0 | 180.9 | 236.1 | 2339.5 | |
| MINIMO | 101.7 | 69.3 | 0.2 | 20.8 | 22.4 | 5.1 | 4.8 | 8.8 | 17.8 | 43.7 | 50.3 | 88.1 | 433.0 | |

Data completada y extendida con la data base del SENAMHI

| SERIE COMPLETADA Y EXTENDIDA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|----------|------|------|-------|-------|---------|-------|-------|-----------|
| ESTACION INGENIO | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | LATITUD | 11° | 52 | "S" | | | | | |
| PROVINCIA | CONCEPCIÓN | | | | LONGITUD | 75° | 25 | "W" | | | | | 1967-2009 |
| DISTRITO | SANTA ROSA DE OCOPA | | | | ALTITUD | | | | 3,450 | m.s.n.m | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1967 | 52.6 | 208.9 | 205.2 | 20.0 | 27.3 | 4.9 | 22.0 | 21.9 | 21.4 | 95.5 | 40.9 | 109.2 | 829.8 |
| 1968 | 171.9 | 110.6 | 145.5 | 33.5 | 0.0 | 9.4 | 15.0 | 1.4 | 5.0 | 70.3 | 148.6 | 149.2 | 860.4 |
| 1969 | 102.4 | 131.4 | 119.3 | 79.8 | 0.0 | 23.5 | 19.8 | 8.7 | 46.9 | 73.3 | 97.0 | 188.2 | 890.3 |
| 1970 | 240.8 | 121.0 | 118.0 | 97.0 | 11.1 | 24.6 | 6.0 | 0.0 | 72.7 | 97.6 | 72.2 | 152.9 | 1013.9 |
| 1971 | 180.3 | 230.2 | 153.9 | 45.3 | 6.8 | 14.6 | 0.0 | 18.9 | 20.9 | 74.7 | 63.7 | 126.5 | 935.8 |
| 1972 | 162.2 | 93.2 | 209.7 | 132.8 | 30.2 | 0.0 | 7.1 | 9.7 | 48.6 | 74.2 | 60.5 | 128.4 | 956.6 |
| 1973 | 162.1 | 196.3 | 163.6 | 83.2 | 23.6 | 8.5 | 44.9 | 17.8 | 45.0 | 110.8 | 62.7 | 169.3 | 1087.8 |
| 1974 | 216.6 | 246.8 | 147.5 | 77.4 | 0.0 | 25.7 | 3.6 | 25.2 | 1.9 | 91.1 | 90.4 | 123.5 | 1049.7 |
| 1975 | 153.1 | 190.8 | 155.7 | 72.9 | 54.8 | 0.0 | 0.0 | 9.6 | 56.4 | 68.6 | 40.9 | 94.4 | 897.2 |
| 1976 | 141.1 | 221.1 | 114.8 | 24.1 | 8.2 | 11.6 | 1.1 | 6.1 | 7.2 | 16.3 | 35.9 | 72.4 | 659.9 |
| 1977 | 135.7 | 136.4 | 129.1 | 99.8 | 37.6 | 1.1 | 0.0 | 7.0 | 38.6 | 63.4 | 108.8 | 107.7 | 865.2 |
| 1978 | 194.6 | 143.7 | 132.2 | 32.6 | 18.3 | 3.7 | 7.3 | 0.0 | 57.0 | 38.3 | 135.3 | 119.0 | 882.0 |
| 1979 | 89.2 | 147.5 | 145.4 | 57.1 | 58.8 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 46.2 | 41.5 | 107.9 | 76.5 | 781.1 |
| 1980 | 109.9 | 170.0 | 49.7 | 19.1 | 0.0 | 0.0 | 4.9 | 2.3 | 9.2 | 126.2 | 67.5 | 68.1 | 626.9 |
| 1981 | 145.5 | 170.6 | 58.7 | 10.6 | 40.1 | 0.0 | 0.0 | 25.9 | 16.8 | 99.9 | 145.8 | 214.9 | 928.8 |
| 1982 | 185.2 | 187.6 | 73.2 | 78.5 | 0.0 | 5.1 | 6.2 | 12.7 | 44.0 | 96.3 | 122.9 | 126.7 | 938.4 |
| 1983 | 131.5 | 95.2 | 94.1 | 43.7 | 23.2 | 0.0 | 0.0 | 11.3 | 56.2 | 110.0 | 152.3 | 66.7 | 784.2 |
| 1984 | 191.8 | 218.7 | 131.7 | 24.5 | 27.0 | 14.1 | 0.0 | 11.3 | 56.2 | 110.0 | 152.3 | 66.7 | 1004.3 |
| 1985 | 85.3 | 121.4 | 136.9 | 27.7 | 42.3 | 0.6 | 0.4 | 26.0 | 40.2 | 76.8 | 39.8 | 110.5 | 707.9 |
| 1986 | 169.0 | 215.7 | 196.9 | 54.7 | 22.6 | 0.0 | 0.4 | 3.4 | 0.0 | 1.5 | 152.6 | 177.1 | 993.9 |
| 1987 | 222.3 | 180.8 | 98.8 | 64.4 | 4.5 | 4.1 | 0.8 | 0.0 | 0.3 | 1.0 | 127.8 | 10.5 | 715.3 |
| 1988 | 276.6 | 65.3 | 53.6 | 37.2 | 27.8 | 7.3 | 12.7 | 13.4 | 85.9 | 70.4 | 56.1 | 16.1 | 722.4 |
| 1989 | 90.3 | 50.5 | 48.7 | 33.5 | 32.3 | 16.4 | 0.9 | 0.5 | 27.5 | 88.0 | 115.9 | 173.8 | 678.3 |
| 1990 | 264.1 | 115.2 | 97.8 | 85.0 | 79.1 | 76.5 | 3.3 | 34.9 | 40.7 | 49.5 | 44.9 | 66.4 | 957.4 |
| 1991 | 115.4 | 116.4 | 115.4 | 34.4 | 26.3 | 1.5 | 7.1 | 32.9 | 16.2 | 86.5 | 8.1 | 15.7 | 575.9 |
| 1992 | 24.9 | 36.8 | 25.5 | 13.6 | 5.3 | 94.3 | 4.2 | 80.1 | 37.4 | 94.3 | 108.0 | 45.1 | 569.5 |
| 1993 | 29.4 | 60.7 | 47.0 | 98.2 | 20.7 | 0.7 | 0.6 | 2.5 | 13.2 | 85.7 | 219.5 | 109.5 | 687.7 |
| 1994 | 151.8 | 104.8 | 73.2 | 56.2 | 20.2 | 6.0 | 2.5 | 3.9 | 15.8 | 62.7 | 108.4 | 84.8 | 690.3 |
| 1995 | 99.9 | 111.5 | 66.5 | 154.0 | 7.7 | 5.0 | 2.5 | 2.7 | 38.8 | 101.4 | 44.0 | 44.5 | 678.5 |
| 1996 | 91.3 | 100.5 | 36.2 | 48.5 | 2.1 | 2.5 | 0.0 | 18.4 | 33.6 | 103.9 | 72.8 | 205.1 | 714.9 |
| 1997 | 194.9 | 134.9 | 72.0 | 54.6 | 22.1 | 8.4 | 0.1 | 2.9 | 36.5 | 69.9 | 108.3 | 223.0 | 927.6 |
| 1998 | 197.1 | 123.2 | 106.8 | 49.9 | 10.6 | 14.0 | 0.0 | 11.9 | 26.0 | 50.2 | 90.9 | 136.8 | 817.4 |
| 1999 | 129.1 | 171.4 | 94.7 | 123.6 | 29.6 | 11.3 | 9.3 | 1.0 | 66.6 | 56.6 | 89.8 | 114.5 | 897.5 |
| 2000 | 218.7 | 168.8 | 116.2 | 31.2 | 11.5 | 0.0 | 8.7 | 8.4 | 25.4 | 50.4 | 37.7 | 119.8 | 796.8 |
| 2001 | 158.0 | 119.1 | 213.5 | 38.7 | 15.0 | 0.0 | 7.2 | 0.0 | 16.0 | 51.8 | 72.1 | 86.3 | 777.7 |
| 2002 | 29.5 | 73.5 | 71.0 | 36.1 | 1.0 | 1.0 | 10.0 | 0.0 | 26.0 | 100.1 | 87.7 | 111.3 | 547.2 |
| 2003 | 124.7 | 76.4 | 175.2 | 78.1 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 19.1 | 8.9 | 61.0 | 130.0 | 704.4 |
| 2004 | 100.9 | 155.3 | 147.0 | 24.8 | 8.1 | 6.4 | 12.0 | 6.8 | 27.0 | 66.9 | 83.8 | 143.3 | 782.3 |
| 2005 | 82.6 | 75.6 | 105.7 | 23.1 | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 157.0 | 12.5 | 85.8 | 62.5 | 121.6 | 732.1 |
| 2006 | 135.1 | 85.0 | 127.5 | 39.3 | 0.0 | 2.3 | 1.5 | 1.3 | 21.1 | 58.5 | 105.4 | 90.1 | 667.1 |
| 2007 | 87.4 | 91.6 | 134.0 | 48.9 | 12.9 | 0.0 | 7.5 | 0.0 | 18.2 | 53.2 | 57.7 | 100.5 | 611.9 |
| 2008 | 118.3 | 86.4 | 64.9 | 26.0 | 6.8 | 11.8 | 8.1 | 27.0 | 38.9 | 82.3 | 94.4 | 119.6 | 684.5 |
| 2009 | 113.8 | 98.9 | 104.3 | 84.1 | 16.6 | 1.9 | 0.0 | 9.3 | 32.3 | 70.3 | 95.9 | 172.9 | 800.3 |
| MAXIMO | 276.6 | 246.8 | 213.5 | 154.0 | 79.1 | 94.3 | 44.9 | 157.0 | 85.9 | 126.2 | 219.5 | 223.0 | 1920.8 |
| MEDIO | 141.3 | 133.9 | 113.4 | 55.8 | 18.9 | 9.7 | 5.5 | 15.4 | 31.8 | 71.7 | 89.6 | 113.7 | 800.7 |
| MINIMO | 24.9 | 36.8 | 25.5 | 10.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 8.1 | 10.5 | 117.4 |

| SERIE COMPLETADA Y EXTENDIDA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|---------|-------|-------|----------|-------|------|---------------|-------|------|-----------|-------|-------|--------|
| ESTACION ANGASMAYO | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | LATITUD | | | 12° | 2 | "S" | | | | |
| PROVINCIA | CHUPACA | | | LONGITUD | | | 75° | 19 | "W" | 1967-2009 | | | |
| DISTRITO | HUACHAC | | | ALTITUD | | | 3,308 m.s.n.m | | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1967 | 92 | 80 | 75.6 | 47.6 | 30 | 8.2 | 0 | 3.7 | 33.6 | 80.7 | 79.5 | 140.5 | 671.4 |
| 1968 | 125.9 | 189.8 | 215.6 | 46.8 | 20.6 | 3.2 | 25.0 | 18.1 | 55.1 | 101.5 | 28.8 | 72.6 | 903.0 |
| 1969 | 113.6 | 117.0 | 28.9 | 24.7 | 2.1 | 6.1 | 17.7 | 27.1 | 17.2 | 24.4 | 33.1 | 63.7 | 475.6 |
| 1970 | 70.7 | 62.5 | 77.6 | 50.2 | 3.8 | 7.7 | 19.7 | 17.9 | 48.3 | 50.8 | 71.4 | 98.1 | 578.7 |
| 1971 | 160.5 | 100.5 | 92.3 | 51.9 | 23.6 | 3.9 | 5.6 | 2.9 | 53.3 | 45.5 | 20.5 | 65.7 | 626.2 |
| 1972 | 141.0 | 110.4 | 84.5 | 20.9 | 1.2 | 0.6 | 4.4 | 0 | 17.5 | 75.7 | 46.4 | 94.7 | 597.3 |
| 1973 | 148.6 | 137.9 | 196.3 | 88.4 | 7.6 | 0 | 10.1 | 5.7 | 22.5 | 41.7 | 57.0 | 125.1 | 840.9 |
| 1974 | 142.2 | 192.1 | 139.8 | 67.1 | 22 | 4 | 19.3 | 18.4 | 16.8 | 127.8 | 42.4 | 93.1 | 885.0 |
| 1975 | 163.7 | 218.1 | 89.8 | 72.1 | 16.7 | 16.9 | 12.1 | 13.5 | 19 | 34.8 | 38.9 | 62.5 | 758.1 |
| 1976 | 130.5 | 96.9 | 200.9 | 49.7 | 32.2 | 6.4 | 1.6 | 256 | 57.3 | 47.1 | 68.2 | 116.5 | 1063.3 |
| 1977 | 141.3 | 155.3 | 141.3 | 31 | 158.0 | 20.2 | 0 | 28.3 | 25.4 | 31.4 | 49.6 | 67.5 | 849.3 |
| 1978 | 81.9 | 108.3 | 161.7 | 70.9 | 36.1 | 0 | 1.6 | 3.3 | 45.9 | 58.7 | 114.7 | 67.5 | 750.6 |
| 1979 | 220.4 | 164.2 | 95.7 | 18.5 | 12.7 | 3.3 | 7.7 | 0 | 60.8 | 40.5 | 138.6 | 81.6 | 844.0 |
| 1980 | 85.8 | 148.9 | 118.4 | 66.6 | 24.6 | 0 | 5.8 | 17.5 | 9.3 | 35.8 | 71.3 | 42.5 | 626.5 |
| 1981 | 67.0 | 123.2 | 250.8 | 15.2 | 0 | 0 | 23.0 | 34.9 | 12 | 167.2 | 34.5 | 72.8 | 800.6 |
| 1982 | 143.4 | 315.1 | 124.6 | 101.8 | 0 | 1.8 | 0 | 52.4 | 29 | 107.3 | 92.5 | 144.1 | 1112.0 |
| 1983 | 216.8 | 137.8 | 119.5 | 94.2 | 0 | 7.7 | 2.4 | 3.8 | 29.2 | 144.2 | 104.0 | 77.4 | 937.0 |
| 1984 | 75.5 | 61.4 | 111.2 | 55.6 | 26.9 | 13.7 | 0 | 4.2 | 30.3 | 69.7 | 50.0 | 33.9 | 532.4 |
| 1985 | 169.6 | 339.6 | 172.2 | 34.6 | 14.5 | 4.9 | 5.4 | 8.6 | 20.4 | 100.6 | 101.2 | 64.7 | 1036.3 |
| 1986 | 64.7 | 96.4 | 179.1 | 131.3 | 37.2 | 4.6 | 10.6 | 8.7 | 96.3 | 43.6 | 44.4 | 118.8 | 835.7 |
| 1987 | 206.1 | 248 | 215 | 139 | 11 | 0 | 0 | 28.4 | 20 | 41.2 | 61.2 | 70.7 | 1040.6 |
| 1988 | 311.8 | 128.1 | 133.4 | 79.4 | 8.5 | 11.5 | 11.2 | 0.0 | 24.1 | 30.2 | 41.1 | 88.5 | 867.8 |
| 1989 | 258.7 | 153.1 | 107.6 | 72.4 | 41.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 64.0 | 11.5 | 75.5 | 789.5 |
| 1990 | 127.5 | 205.4 | 147.7 | 74.4 | 15.1 | 12.9 | 0.0 | 16.9 | 11.1 | 111.8 | 67.0 | 43.7 | 833.5 |
| 1991 | 119.3 | 3.8 | 69.8 | 51.5 | 13.0 | 66.3 | 6.6 | 7.9 | 52.1 | 102.7 | 115.7 | 124.4 | 733.1 |
| 1992 | 103.0 | 36.2 | 220.1 | 64.2 | 27.6 | 26.5 | 0.0 | 0.0 | 42.2 | 51.4 | 55.6 | 102.9 | 729.7 |
| 1993 | 70.9 | 88.0 | 90.1 | 39.1 | 1.9 | 38.3 | 0.0 | 41.4 | 14.6 | 57.4 | 16.6 | 68.0 | 526.3 |
| 1994 | 147.6 | 150.6 | 130.6 | 118.6 | 23.2 | 0.0 | 4.4 | 13.2 | 20.8 | 63.0 | 141.6 | 97.2 | 910.8 |
| 1995 | 71.9 | 180.8 | 188.5 | 119.0 | 15.2 | 0.0 | 0.0 | 9.3 | 12.7 | 83.4 | 40.7 | 81.5 | 803.0 |
| 1996 | 110.1 | 143.1 | 167.0 | 48.3 | 12.4 | 3.8 | 7.6 | 0.0 | 22.3 | 57.4 | 52.6 | 74.2 | 698.8 |
| 1997 | 107.8 | 135.7 | 110.9 | 73.6 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 30.8 | 37.5 | 91.7 | 598.5 |
| 1998 | 95.8 | 162.5 | 32.7 | 27.5 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 4.1 | 16.5 | 20.9 | 71.0 | 103.1 | 536.1 |
| 1999 | 126.1 | 85.7 | 60.7 | 32.5 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 15.5 | 0.4 | 97.7 | 31.6 | 48.0 | 498.3 |
| 2000 | 66.8 | 118.5 | 95.3 | 64.5 | 20.3 | 4.7 | 6.9 | 0.3 | 49.5 | 69.8 | 47.6 | 78.9 | 623.1 |
| 2001 | 145.5 | 170.5 | 182.3 | 48.1 | 33.0 | 12.2 | 14.8 | 24.0 | 49.2 | 118.8 | 66.2 | 110.5 | 829.6 |
| 2002 | 204.6 | 145.3 | 232.5 | 45.6 | 33.9 | 2.8 | 36.7 | 13.0 | 42.1 | 63.9 | 73.4 | 98.9 | 992.7 |
| 2003 | 114.8 | 209.4 | 116.2 | 39.6 | 11.2 | 5.8 | 19.4 | 5.2 | 31.6 | 48.8 | 128.1 | 49.5 | 779.6 |
| 2004 | 136.0 | 141.3 | 186.4 | 104.6 | 0.6 | 8.0 | 40.6 | 1.4 | 23.6 | 35.2 | 49.5 | 126.8 | 854.0 |
| 2005 | 69.0 | 139.7 | 57.9 | 43.7 | 3.9 | 0.1 | 0.8 | 17.8 | 61.4 | 142.1 | 547.0 | 160.8 | 1244.2 |
| 2006 | 47.8 | 101 | 13.3 | 50.7 | 17.5 | 0 | 0 | 22.1 | 11.9 | 29.8 | 94.3 | 104.9 | 493.3 |
| 2007 | 135.8 | 151.6 | 158.7 | 82.0 | 33.1 | 22.0 | 8.1 | 11.4 | 47.8 | 37.7 | 113.7 | 146.9 | 948.8 |
| 2008 | 122.9 | 170.3 | 270.4 | 84.1 | 2.0 | 0.6 | 4.4 | 18.2 | 12 | 55.2 | 55.6 | 126.9 | 922.6 |
| 2009 | 87.6 | 148.8 | 92.7 | 125.4 | 0.3 | 0.4 | 3.1 | 3.2 | 60.9 | 123.7 | 88.6 | 50.3 | 785.0 |
| MAXIMO | 311.8 | 339.6 | 270.4 | 139.0 | 158.0 | 66.3 | 40.6 | 256.0 | 96.3 | 167.2 | 547.0 | 160.8 | 2553.0 |
| MEDIO | 128.5 | 143.6 | 133.9 | 64.3 | 18.6 | 7.7 | 7.8 | 18.1 | 31.1 | 69.0 | 76.6 | 89.0 | 788.2 |
| MINIMO | 47.8 | 3.8 | 13.3 | 15.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 20.9 | 11.5 | 33.9 | 146.8 |

Data completada y extendida con la data base del SENAMHI

| SERIE COMPLETADA Y EXTENDIDA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------|---------|----------|-------|------|-------|-------|---------|--------|--------|-----------|
| ESTACION MARCAPOMACOCHA | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO | JUNÍN | | | | LATITUD | | 11° | 24 | "S" | | | | |
| PROVINCIA | YAULI | | | | LONGITUD | | 76° | 19 | "W" | | | | 1967-2009 |
| DISTRITO | MARCAPOMACOCHA | | | ALTITUD | | | | | 3,479 | m.s.n.m | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOST | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1967 | 167.1 | 159.9 | 209.9 | 248.8 | 36.2 | 49.0 | 3.8 | 37.7 | 725.0 | 142.2 | 54.4 | 51.3 | 1885.3 |
| 1968 | 250.4 | 203.9 | 143.1 | 70.4 | 40.5 | 7.0 | 24.8 | 53.1 | 34.0 | 132.5 | 285.9 | 290.5 | 1536.1 |
| 1969 | 96.0 | 199.3 | 250.3 | 204.7 | 8.5 | 11.8 | 35.0 | 51.8 | 81.4 | 83.9 | 46.9 | 43.9 | 1113.5 |
| 1970 | 271.4 | 168.6 | 153.7 | 83.6 | 21.7 | 34.5 | 39.1 | 28.7 | 41.1 | 108.7 | 132.4 | 129.5 | 1213.0 |
| 1971 | 182.9 | 169.7 | 191.8 | 79.5 | 47.3 | 5.0 | 33.2 | 43.9 | 30.6 | 96.2 | 50.5 | 47.9 | 978.5 |
| 1972 | 116.7 | 201.9 | 208.4 | 577.2 | 51.6 | 0.8 | 1.5 | 22.0 | 64.5 | 59.2 | 43.3 | 39.5 | 1386.6 |
| 1973 | 218.0 | 261.1 | 159.3 | 55.5 | 23.6 | 7.1 | 25.1 | 42.8 | 35.0 | 90.8 | 54.2 | 52.2 | 1024.7 |
| 1974 | 92.3 | 323.2 | 211.7 | 78.7 | 49.9 | 1.0 | 14.8 | 4.5 | 66.3 | 100.8 | 82.5 | 76.8 | 1102.5 |
| 1975 | 172.1 | 116.2 | 197.6 | 82.8 | 49.8 | 0.1 | 8.7 | 1.6 | 78.9 | 119.4 | 46.4 | 42.5 | 916.1 |
| 1976 | 53.6 | 229.4 | 181.9 | 54.1 | 24.0 | 19.3 | 38.5 | 56.3 | 53.7 | 109.7 | 37.3 | 36.0 | 893.8 |
| 1977 | 53.5 | 215.3 | 192.7 | 63.6 | 34.8 | 0.5 | 18.8 | 42.8 | 108.6 | 149.1 | 81.1 | 76.9 | 1037.7 |
| 1978 | 340.3 | 277.7 | 198.2 | 94.6 | 15.8 | 28.9 | 4.3 | 40.0 | 36.3 | 180.9 | 295.5 | 333.0 | 1845.5 |
| 1979 | 101.2 | 162.4 | 193.2 | 84.0 | 48.7 | 5.4 | 0.5 | 7.5 | 12.1 | 48.3 | 55.1 | 51.7 | 770.1 |
| 1980 | 98.5 | 90.8 | 172.2 | 65.4 | 11.2 | 0.3 | 20.4 | 49.6 | 59.0 | 34.9 | 52.9 | 51.5 | 706.7 |
| 1981 | 219.0 | 111.7 | 154.4 | 62.9 | 30.6 | 1.6 | 24.3 | 32.4 | 69.8 | 48.5 | 91.5 | 88.5 | 935.2 |
| 1982 | 157.3 | 130.0 | 145.8 | 70.1 | 64.8 | 13.0 | 15.8 | 7.0 | 38.2 | 77.1 | 171.0 | 172.6 | 1062.7 |
| 1983 | 168.1 | 162.6 | 134.5 | 99.8 | 27.3 | 0.8 | 0.1 | 0.0 | 29.7 | 48.7 | 172.9 | 165.2 | 1009.7 |
| 1984 | 485.1 | 347.4 | 235.8 | 380.5 | 43.3 | 1.8 | 0.6 | 0.6 | 51.1 | 72.8 | 1019.6 | 1104.4 | 3743.0 |
| 1985 | 82.7 | 109.3 | 157.8 | 46.4 | 80.9 | 4.1 | 0.0 | 0.1 | 117.1 | 74.8 | 56.9 | 54.1 | 784.2 |
| 1986 | 344.4 | 245.7 | 187.0 | 56.0 | 35.2 | 0.3 | 0.0 | 1.2 | 18.8 | 101.1 | 227.6 | 229.4 | 1446.7 |
| 1987 | 307.3 | 235.4 | 103.9 | 81.8 | 39.2 | 26.4 | 27.2 | 30.3 | 89.8 | 68.3 | 133.1 | 133.1 | 1275.8 |
| 1988 | 134.3 | 138.4 | 143.4 | 95.8 | 48.9 | 0.8 | 0.0 | 1.8 | 36.2 | 76.1 | 72.0 | 72.0 | 819.7 |
| 1989 | 152.0 | 224.8 | 131.8 | 72.9 | 48.2 | 41.2 | 15.4 | 54.6 | 48.2 | 130.7 | 54.6 | 54.6 | 1029.0 |
| 1990 | 248.7 | 532.0 | 150.2 | 66.1 | 53.4 | 109.2 | 8.8 | 18.8 | 97.0 | 177.6 | 207.6 | 207.6 | 1877.0 |
| 1991 | 124.0 | 71.6 | 224.0 | 64.4 | 103.6 | 304.0 | 1.0 | 0.0 | 54.5 | 232.1 | 40.7 | 40.7 | 1260.6 |
| 1992 | 102.4 | 130.0 | 153.4 | 48.9 | 12.4 | 34.8 | 4.6 | 36.0 | 34.6 | 154.0 | 61.8 | 61.8 | 834.7 |
| 1993 | 293.1 | 241.6 | 264.4 | 261.6 | 17.6 | 0.0 | 7.0 | 9.6 | 48.9 | 58.7 | 188.9 | 198.9 | 1590.3 |
| 1994 | 190.8 | 173.1 | 198.6 | 54.9 | 30.9 | 8.7 | 3.2 | 24.9 | 50.9 | 33.7 | 50.1 | 50.1 | 869.9 |
| 1995 | 78.7 | 96.1 | 133.0 | 64.7 | 246.0 | 9.6 | 7.7 | 5.8 | 41.1 | 83.7 | 35.1 | 35.1 | 836.6 |
| 1996 | 104.3 | 98.4 | 93.2 | 42.5 | 19.3 | 1.2 | 10.9 | 38.2 | 39.7 | 61.8 | 33.9 | 32.9 | 576.3 |
| 1997 | 135.9 | 200.8 | 66.4 | 37.1 | 19.8 | 2.8 | 7.7 | 74.8 | 90.3 | 71.4 | 117.8 | 117.8 | 942.6 |
| 1998 | 93.9 | 144.1 | 134.5 | 42.7 | 4.8 | 26.5 | 0.0 | 13.6 | 74.4 | 115.5 | 42.1 | 42.1 | 734.2 |
| 1999 | 149.5 | 249.1 | 161.4 | 84.5 | 30.5 | 21.5 | 19.2 | 21.5 | 89.2 | 85.1 | 92.5 | 92.5 | 1096.5 |
| 2000 | 242.4 | 242.0 | 185.9 | 65.9 | 71.2 | 4.1 | 13.8 | 52.5 | 48.6 | 220.3 | 102.2 | 99.5 | 1348.4 |
| 2001 | 90.9 | 125.2 | 154.7 | 57.7 | 40.5 | 1.6 | 9.9 | 17.3 | 67.4 | 72.4 | 58.4 | 55.8 | 751.8 |
| 2002 | 112.2 | 87.2 | 184.0 | 79.2 | 20.8 | 10.5 | 32.3 | 31.2 | 91.6 | 97.8 | 140.8 | 140.8 | 1028.4 |
| 2003 | 88.9 | 160.8 | 155.9 | 82.0 | 31.2 | 2.1 | 7.8 | 34.2 | 61.1 | 51.2 | 82.5 | 82.5 | 840.2 |
| 2004 | 30.4 | 125.4 | 91.9 | 47.2 | 25.0 | 25.7 | 28.8 | 31.7 | 48.4 | 125.7 | 130.0 | 130.0 | 840.2 |
| 2005 | 103.1 | 130.7 | 124.4 | 37.1 | 15.7 | 2.4 | 6.1 | 13.0 | 23.9 | 44.4 | 33.3 | 33.3 | 567.4 |
| 2006 | 164.5 | 92.7 | 180.3 | 78.7 | 16.2 | 20.5 | 8.8 | 38.0 | 54.4 | 71.3 | 128.3 | 128.3 | 982.0 |
| 2007 | 171.8 | 180.2 | 146.1 | 48.8 | 16.1 | 2.5 | 19.1 | 38.7 | 29.9 | 78.6 | 79.3 | 75.9 | 887.0 |
| 2008 | 151.5 | 157.3 | 104.0 | 45.9 | 6.9 | 17.1 | 6.7 | 10.3 | 55.4 | 67.4 | 90.1 | 87.8 | 800.4 |
| 2009 | 199.9 | 284.0 | 138.4 | 66.9 | 7.9 | 57.0 | 0.3 | 8.9 | 29.7 | 132.8 | 138.4 | 130.6 | 1194.8 |
| MAXIMO | 485.1 | 532.0 | 264.4 | 577.2 | 246.0 | 304.0 | 39.1 | 74.8 | 725.0 | 232.1 | 1019.6 | 1104.4 | 5603.7 |
| MEDIO | 166.1 | 186.2 | 165.2 | 97.3 | 38.9 | 21.5 | 12.9 | 26.3 | 71.1 | 97.4 | 120.3 | 121.9 | 1125.0 |
| MINIMO | 30.4 | 71.6 | 66.4 | 37.1 | 4.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.1 | 33.7 | 33.3 | 32.9 | 322.3 |

Data completada y extendida con la data base del SENAMHI