

## **CONFRONTACION DE OFERTA Y DEMANDA DE LA CUENCA DEL APURIMAC AL RIO SALADO**

### ***PRIMER INFORME DE AVANCE***

#### **1.0. INTRODUCCIÓN:**

**Agua y Agro Asesores Asociados SAC** obtuvo la buena pro del CP N° 005-2009-ANA para el “Estudio de Confrontación de Oferta y Demanda de la Cuenca del río Apurímac al río Salado” firmando el contrato respectivo

La ANA señala como alcance del estudio la confrontación de oferta y demanda del Apurímac al río Salado destinado a la atención de la demanda multisectorial de agua, consumo poblacional, irrigación, energía, minería, turismo y otros, del área de la cuenca alta del río Apurímac.

Tal como se señala en los Términos de Referencia del concurso, numeral 1.0 Antecedentes, el proyecto Majes Siguas contempla la construcción de la presa de Angostura para embalsar los excedentes de agua del período de lluvias en la cuenca alta del río Apurímac, por lo que para la atención de los potenciales requerimientos aguas abajo de dicho embalse hasta la confluencia del río Salado, se plantea la búsqueda de alternativas de afianzamiento hídrico de la cuenca alta del Apurímac en la provincia de Espinar, y para resolver al más alto nivel regional se constituyen en parte los Gobiernos Regionales de Arequipa y Cusco, del Gobierno Central y los Alcaldes provinciales de Espinar y Caylloma.

El estudio por lo delicado de sus alcances requiere la participación institucional que los Términos de Referencia señalan en el numeral 5.2, con la conformación de la Comisión de Seguimiento y Validación del estudio que estará constituida por un representante del Gobierno Regional de Arequipa, del Gobierno Regional del Cusco, de la Municipalidad provincial de Espinar, de la Municipalidad provincial de Caylloma y de la Autoridad Nacional del Agua, quien la preside, y cuyos nombres están pendiente de ponerse en conocimiento de la Consultora.

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Previo a la firma del contrato de servicios la ANA mediante Oficio N° 0423-2009-ANA/invita a la consultora a exponer su Plan de Trabajo ante representantes de los Gobiernos regionales de Cusco y Arequipa y un representante de los beneficiarios de la provincia de Espinar firmándose el Acta de Acuerdos que se adjunta y en la cual destaca que el consultor desarrollará el estudio de acuerdo a los términos de referencia, donde no se incluye el río Salado, que la ANA revisará y decidirá sobre lo manifestado por el representante del GORE – Arequipa sobre la inclusión de la sub-cuenca del río Salado, y el GORE –Cusco se compromete a entregar la información técnica en su poder en un lapso de 7 días a partir del 6 de octubre esto es el 13 de dicho mes. Ver documentos adjuntos, 1.

Corresponde al presente Primer Informe, cumplir con la revisión y análisis de información pertinente, proceder con el reconocimiento de campo, formular un Diagnóstico de la situación actual de la cuenca alta del río Apurímac estableciendo las demandas y oferta de agua.

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Previo a la firma del contrato de servicios la ANA mediante Oficio N° 0423-2009-ANA/invita a la consultora a exponer su Plan de Trabajo ante representantes de los Gobiernos regionales de Cusco y Arequipa y un representante de los beneficiarios de la provincia de Espinar firmándose el Acta de Acuerdos que se adjunta y en la cual destaca que el consultor desarrollará el estudio de acuerdo a los términos de referencia, donde no se incluye el río Salado, que la ANA revisará y decidirá sobre lo manifestado por el representante del GORE – Arequipa sobre la inclusión de la sub-cuenca del río Salado, y el GORE –Cusco se compromete a entregar la información técnica en su poder en un lapso de 7 días a partir del 6 de octubre esto es el 13 de dicho mes. Ver documentos adjuntos, 1.

Corresponde al presente Primer Informe, cumplir con la revisión y análisis de información pertinente, proceder con el reconocimiento de campo, formular un Diagnóstico de la situación actual de la cuenca alta del río Apurímac estableciendo las demandas y oferta de agua.

## **AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.**

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

### **2.0. FASE PRELIMINAR.**

#### **2.1. RECOPIACION DE INFORMACION**

De conformidad con el numeral 5.1.1 de los términos de referencia, se procedió a la recopilación y selección de información asociada al ámbito y alcances del estudio que remitieran los Gobiernos regionales de Arequipa y de Cusco y que obtuviera la Consultora.

El 07 de octubre, fecha de firma del Contrato, la ANA hizo entrega al consultor mediante carta N° 01-2009-ANA-DEPHM-SE/JHP de 10 volúmenes impresos y un CD con información relacionada con la oferta hídrica puesta a disposición por un representante del Gobierno Regional de Arequipa mediante Oficio N° 447-2009-GRA/PEMS-GDPMSIIE, según la relación, 2, mostrada en las copias adjuntas.

Con fecha 27 de octubre se recibe el Oficio N° 047-2009-ANA-DEPHM del Director (e) de Estudios de proyectos Hidráulicos Multisectoriales de la ANA, acompañando el Oficio N° 625-2009 GR-CUSCO/PERPM-DE mediante el cual hace entrega de la documentación técnica recopilada por dicha representación, ver copias adjuntas 3.

Agua y Agro recopiló asimismo información diversa, 4, que si bien algunas repiten aquellas recibidas en forma oficial, complementa la documentación para desarrollar el estudio.

#### **2.2. RESULTADOS DE LA REVISIÓN CONCURRENTE:**

##### **2.2.1. DOCUMENTOS VINCULADOS A LOS SUELOS Y A LA DEMANDA**

Se han revisado los documentos relacionados con el Proyecto de Irrigación Cañón del Apurímac y de las pequeñas irrigaciones locales de su entorno, así como de la descripción de la edafología regional del estudio de Impacto Ambiental y del mapa de suelos del Perú, presentando a continuación un resumen de los resultados obtenidos.

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco Nº 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

**PROYECTO IRRIGACION CAÑON DE APURÍMAC. EXPEDIENTE TÉCNICO TRAMO I Km. (0+000 a 3+832.767). GOBIERNO REGIONAL CUSCO. PROYECTO ESPECIAL PLAN DE MEJORAMIENTO DE RIEGO EN LA SIERRA Y SELVA (PLAN MERISS). Anexo 1 de 397 página,. Cusco, Enero 2008.**

En el ANEXO 1.3: AGROLOGIA, se hace referencia a la fisiografía del espacio edafológico indicando textualmente lo siguiente:

*Fisiográficamente el área del proyecto forma parte de las cuencas de los ríos: Apurímac y Huayllumayo. El paisaje está formado por llanura aluvial con extensas planicies, relativamente planas y pequeñas lomas; compuesta por materiales aluviónicos, con suelos superficiales a moderadamente profundos.*

Referente a la caracterización edafológica se reportan 4 series de suelos y tierras misceláneas con las series, símbolos y fases que muestra el cuadro resumen siguiente:

### Características Edafológicas, Superficie de Series y Fases de Suelos

Cuadro N° 1.3.1

Serie	Símbolo	Fases	Área Total		Sectores
			ha	%	
Hancamayo	Ha		<b>277.0</b>	<b>3.1</b>	
		Hah3p1e1/BW3	262.9	2.9	Hancamayo
		Hah2/BW3	14.1	0.2	Apachaco
Manturca	Ma		<b>969.1</b>	<b>10.8</b>	
		Mah3p1e1/BW3	372.2	4.1	Manturca
		Mah3e2/DW4	167.4	1.9	Machu Puente
		Mah3e2/CW4	269.9	3.0	Challqui
		Mah3p2e2/BW3	159.6	1.8	Hatun Ayracollana
Hatun Ayracollana	Hc		<b>1028.3</b>	<b>11.4</b>	
		Hch2/BW3	255.45	2.8	Ayra Ccollana
		Hch2p1/BW3	772.9	8.6	Huayllumayu
Chisicata	Chi.		<b>6111.1</b>	<b>68.0</b>	
		Chih2/BW3	3542.4	39.4	Chisicata
		Chih3p1/BW3	884.4	9.8	Hatun Ayracollana
		Chih2p1e1/BW3	402.7	4.5	Suero y Cama
		Chih3e3/BW2	268.7	3.0	Anansaya Ccollana
		Chih3p1e2/DW4	223.2	2.5	Huarcca
		Chih3p1e1/CW3	371.9	4.1	Suero y Cama
		Chih2e2/CW2	417.9	4.7	Apachillanca
Miscelaneas	M		<b>601.0</b>	<b>6.7</b>	
		M - CR	172.4	1.9	Cauce de ríos
		M - Pa	428.6	4.8	Pastos en lomas
<b>Total</b>			<b>8986.5</b>	<b>100.0</b>	

Fuente: Estudio Agrológico realizado por Plan MERISS Inka (PMI), marzo 2006.

Igualmente se ha confeccionado un mapa de aptitud para el riego cuyos resultados cuantitativos se resumen a continuación:

### Clasificación de Suelos según Aptitud de Riego

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Cuadro N° 1.3.3

Aptitud de Riego	Clase	Sub Clase	Área Bruta (ha)		Área Neta Irrigable (ha) *	
			ha	%	ha	%
Apta	3	3std/GL33A	4584.9	51.0	2212.3	73.7
		3std/GL33B	255.5	2.8	66.1	2.2
Aptitud Limitada	4	4std/GL44A	4329.4	48.2	2146.2	71.5
		4std/GL44B	2294.0	25.5	787.7	26.3
No Apta	5	5std/GL55B	1891.3	21.0	447.7	14.9
No Apta	6	M-CR	402.7	4.5	340.0	11.3
		G66M	660.5	7.3		
		GL66M	1447.2	16.1		
		Pa66M	172.4	1.9		
<b>TOTAL AREA BRUTA</b>			<b>8986.5</b>	<b>100.0</b>		
<b>Total Área Bruta Irrigable (clases 3 y 4)</b>			<b>6878.8</b>	<b>76.5</b>		
<b>Total Área Neta Irrigable</b>					<b>3,000.00</b>	<b>100.00</b>

\* Área neta priorizada 3.000,0 ha, en función a la disponibilidad hídrica del río Apurímac.

Fuente: Estudio Agrológico realizado por PMI, febrero 2006

Como resultado de la aplicación de este sistema de clasificación de tierras se indica una área neta irrigable de 3000 ha.

Para conocer el origen y naturaleza de estos suelos (“Material Madre”) se puede recurrir al ítem 1.5.1.1, Litología del ANEXO 1.5: GEOLOGIA GENERAL Y GEOTECNIA, en el que se menciona lo siguiente:

*La Secuencia Estratigráfica predominante de la zona de estudio está constituida por secuencias de rocas volcánicas cubiertas por depósitos glacio fluviales extensos; también se pueden observar afloramientos de rocas ígneas intrusivas y rocas sedimentarias de las Formaciones Arcurquina y Formación Hualhuani que viene hacer la unidad litológica más antigua del ámbito del Proyecto.*

**ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA REPRESA DE ANGOSTURA Y LA GESTIÓN AMBIENTAL. GOBIERNO REGIONAL AREQUIPA.** ECSA Ingenieros. Capítulo 3 “Línea Base Ambiental” ,116 páginas, Octubre 2007. LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES. OPINIÓN TÉCNICA-N°-O3-INRENA-OGATEIRN/UGAT. COMENTARIOS SOBRE EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA REPRESA DE ANGOSTURA. REF.: OFICIO N° 62J.2003-GRA/PR

En el ítem 3.2.10 la consultora identifica y describe las unidades taxonómicas de los suelos de la cuenca alta del río Apurímac y de las cuencas del Alto Colca – Sigwas, cuyo resumen interpretativo muestra en el cuadro N°3.19 de dicho informe como a continuación se muestra.

### **Cuadro 3.19 Clasificación Natural de los Suelos**

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima

Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Soil taxonomy – 1994 (Taxonomía de los suelos)			FAO (1 994)	Suelos	Área	Área %
Orden	Suborden	Gran Grupo				
	Fluvents	Torrifluvents	Fluvisol	Majes	4,766.60	0.35

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima

Teléfonos 433-5246 - 433-3173

		Ustifluvents		Chonta	7,288.29	0.54
		Cryofluvents		Apurímac	5,743.65	0.43
	Ortents	Torriortents	Regosol	Huancarqui	59,963.56	4.45
		Ustoirtemts		Calvario	21,902.35	1.63
		Torripsamments		Patapampa	28,824.80	2.14
	Ocrepts	Ustocrepts	Cambisol	Llallahue	39,546.24	2.93
Inceptisols	Andepts	Criandep		Chulluca	56,452.07	4.19
Aridisol	Ortids	Salortids	Xerosol	Siguas	144,995.65	10.76
Mollisols	Ustolls	Haplustolls	Phaeozem	Chocpayo	10,255.53	0.76
Andosols	Torrands	Vitritorrands	Andosol	Cosana	73,121.97	5.43
<i>Misceláneo</i>						
Misceláneo Cárcavas					18,673.81	1.39
Misceláneo Conos de Deyección					6,151.07	0.46
Misceláneo Escarpe					29,817.11	2.21
Misceláneo Lítico					220,331.03	16.35
<i>Asociaciones</i>						
Asociación Misceláneo Lítico – Llallahue					22,078.93	1.64
Asociación Huayllani – Bofedal					73,441.96	5.45
Asociación Misceláneo Lítico – Cosana					518,590.70	38.48
<b>Total</b>					<b>1'347,573</b>	<b>100</b>

Fuente : Elaboración ECSA Ingenieros

## MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS DEL PERÚ. Escala 1 / 1 000 000; Hoja 14° -18° SUR. ONERN 1981.

Del mapa de capacidad de uso mayor de las tierras del Perú, hoja de 14° a 18° Sur, se ha extraído el segmento correspondiente a la provincia de Espinar que se adjunta en el Anexo N° 1 de este documento.

El mapa corresponde a las clases de suelo determinadas por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales y consignado en el MAPA a Escala 1:1 000 000, que utiliza la simbología siguiente:

- A Tierras aptas para cultivos en limpio;
- :
- C: Tierras aptas para cultivos permanentes;
- P: Tierras para pastos;
- F: Tierras aptas para producción forestal y
- X Tierras de protección.
- :

Los números señalan la siguiente condición:

- 1: Calidad agrícola alta;
- 2: Calidad agrícola media;
- 3: Calidad agrícola baja.

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Las letras minúsculas:

s:	Suelo con limitaciones;
w	Drenaje;
:	
i:	Inundables;
c:	Clima;
r:	Necesidad de riego;
a:	Antropogénicas andenería;
t:	Pastos temporales.

Utilizando las claves presentadas se puede interpretar las diferentes fórmulas que se encuentran en cada una de las unidades de mapeo referido al territorio entre el encuentro del Apurímac con el Salado hasta Caylloma.

### 2.2.2. DOCUMENTOS VINCULADOS A LA DEMANDA DE AGUA.

De la información recopilada se ha extraído los datos referentes a la demanda de agua para los diversos usos consuntivos poblacional, agrícola y minero, y no consuntivos para generación de energía y la ecológica, tal y como fueran presentados por los autores de los estudios revisados, que se presentan a continuación.

**PROYECTO IRRIGACIÓN CAÑÓN DE APURIMAC EXPEDIENTE TÉCNICO TRAMO I Km. (0+000 a 3+832.767). GOBIERNO REGIONAL CUSCO. PROYECTO ESPECIAL PLAN DE MEJORAMIENTO DE RIEGO EN LA SIERRA Y SELVA (PLAN MERISS). Información anexo 1, 397 páginas. Cusco, Enero 2008**

#### DEMANDA POBLACIONAL

En el ítem 1.2.1.g. Balance Hídrico en Situación Actual del ANEXO 1.2: HIDROLOGÍA, se presenta la demanda de agua para consumo humano calculada para la capital de Espinar para el año 2005 con 32 471 habitantes y una población proyectada para el año 2033 de 55 477 habitantes considerando una dotación diaria de 100 l/persona/día. En el cuadro general referido a este capítulo indica una demanda de consumo humano de 0.1 m<sup>3</sup>/s constante durante el año.

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Sin embargo en el ítem 1.8.9.c. Caracterización y Predicción de los Impactos Medio Ambientales del ANEXO 1.8. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, se indica lo siguiente:

*De la infraestructura de la fuente de agua que ya presenta serios problemas, en la actualidad se deriva 32 l/s que en el transcurso de 24 horas se acumula 2.745 m<sup>3</sup> de agua, los mismos distribuidos a 39.858 habitantes, les corresponde a razón de 0,069 m<sup>3</sup>/habitante, lo que implica que bajo ninguna circunstancia cumpliría con los estándares internacionales establecidos; asimismo esta escasez ha hecho que la administración de agua potable en la ciudad de Espinar haya establecido la dotación de agua en el horario de 6,00 a 9,00 de la mañana.*

### DEMANDA AGRÍCOLA:

En el ítem 1.2.1.g. Balance Hídrico en Situación Actual del ANEXO 1.2: HIDROLOGÍA, se indica que la demanda de agua para riego de acuerdo a la cédula de cultivo propuesto para 3 000 has en riego por gravedad, con riego de 17 horas al día está indicado textualmente en el cuadro adjunto N° 1.2.87, que se adjunta en el anexo N° 2.

Los caudales de demanda de agua en la Bocatoma “CCANCHIPUKIO”, calculados para la **CÉDULA DE CULTIVO** del cuadro N° 1.2.87 alcanzan a un máximo de 2446.99 l/s para el mes de noviembre y cero para enero y febrero, se muestran a continuación.

MES	CAUDAL DEMANDADO (l/s)
ENERO	0.00
FEBRERO	0.00
MARZO	9.40
ABRIL	1187.52
MAYO	1993.24
JUNIO	1797.67
JULIO	1841.44
AGOSTO	2061.11
SETIEMBRE	2416.65
OCTUBRE	2202.49
NOVIEMBRE	2446.99

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

---

DICIEMBRE	402.21
-----------	--------

---

Extraído del cuadro N° 1.2.87 , ANEXO 1.2:  
HIDROLOGÍA,

## CÉDULA DE CULTIVO cuadro N° 1.2.87:

---

CULTIVO BAJO RIEGO	%
Papa amarga y papa dulce	8.0
Asociación Dactylis + Trébol Rojo + Trébol Blanco	17.0
Asociación Dactylis + Trébol Rojo + Trébol Blanco + Rye Grass Inglés	27.0
Asociación Alfalfa + Dactylis	8.0
Avena Forrajera	17.0
Pastos Naturales	24.0

---

Extraído del cuadro N° 1.2.87 , ANEXO 1.2: HIDROLOGÍA,

En el ítem 1.4 Sistemas de producción agropecuaria (1.4.2 Producción Agrícola) del ANEXO 1.4 AGROECONOMIA, se indica:

*La agricultura que se practica en el ámbito es en áreas de secano; de acuerdo a la evaluación agrológica se ha determinado el área neta del proyecto en 3.000 hectáreas, donde el 21% (630 ha) está ocupado por los cultivos: avena forrajera, papa, kañiwa, quinua y el 79% (2.370 ha) restante se encuentra con pastos naturales.*

### DEMANDA MINERA.

En una separata del Plan MERISS se reporta un listado de empresas mineras existentes en la zona de Suykutambo y Coporaque, sin especificar sus demandas hídricas ni el estado de gestión en que se encuentran, es decir, no se especifica si cuentan con licencia de uso de agua para poder determinar los volúmenes asignados. Dicha separata se encuentra adjuntada en el Anexo N° 3 (Derechos Mineros Distrito De Suykutambo A Setiembre 2009) y el Anexo N° 4 (Derechos Mineros - Distrito De Coporaque A Setiembre 2009) en archivo Excel.

### DEMANDA ENERGÉTICA:

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

En la documentación revisada referente a la cuenca alta del Apurímac, desde el pie de la represa de Angostura hasta la confluencia del río Salado, no se ha encontrado información o referencia al uso de la demanda energética que sea atendida con las descargas del Apurímac.

Sin embargo el **INFORME SITUACIÓN ACTUAL Y PROYECCIÓN DE CONCESIONES MINERAS DISTRITOS SUYCKUTAMBO Y COPORAQUE (ÁMBITO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO ANGOSTURA – MAJES SIGUAS II)**, GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO. DIRECCION REGIONAL DE ENERGIA Y MINAS. Ing. Z. Arturo Mendoza Valencia. Director Regional de Energía y Minas Cusco. Gobierno Regional Cusco, sin fecha, de 2 páginas, de la última de las cuales se reproduce el cuadro siguiente:

### DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO PARA ACTIVIDADES MINERAS EN LOS DISTRITOS DE COPORAQUE Y SUYCKUTAMBO.

<b>Estratos Mineros</b>	<b>Nro. De Operaciones Proyectadas</b>	<b>Uso de Agua Proyectado m<sup>3</sup>/día/unidad minera Promedio Sub Total</b>	<b>Uso de Agua Proyectado m<sup>3</sup>/día TOTAL</b>
<b>Minería Artesanal</b>	<b>40</b>	<b>100</b>	<b>4000</b>
<b>Pequeña Minería</b>	<b>25</b>	<b>150</b>	<b>3750</b>
<b>Mediana Minería</b>	<b>5</b>	<b>3000.00</b>	<b>15000</b>
<b>Gran Minería</b>	<b>2</b>	<b>15000.00</b>	<b>30000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>		<b>52,750 m<sup>3</sup>/día</b>

**Fuente:** los datos son estimados de acuerdo a estudios ambientales presentados de los proyectos mineros de la zona de influencia de los distritos de Suyckutambo y Coporaque.

### DEMANDA ECOLÓGICA:

En el ítem 1.2.1.g. Balance Hídrico en Situación Actual del ANEXO 1.2: HIDROLOGÍA, se indica lo siguiente:

MES	Oferta	Caudal
-----	--------	--------

*Al comparar la disponibilidad hídrica con la respectiva demanda, se deduce que existe un caudal remanente de 160 l/s para el mes de menor oferta (agosto), que se dispone en la fuente a un nivel de persistencia del 75% de acuerdo a la distribución normal estándar, lo que se constituye caudal ecológico disponible para los otros usos de los pobladores aguas arriba y abajo de la captación.*

**ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA REPRESA DE ANGOSTURA Y LA GESTIÓN AMBIENTAL. GOBIERNO REGIONAL AREQUIPA.** ECSA Ingenieros. Capítulo 3 “Línea Base Ambiental”, 116 páginas. Octubre 2007. LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES. OPINIÓN TÉCNICA N° -O3-INRENA-OGATEIRN/UGAT. COMENTARIOS SOBRE EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA REPRESA DE ANGOSTURA. REF.: OFICIO N° 62J.2003-GRA/PR

En el estudio de ECSA y en las respuestas a la observación N° 38, de INRENA, se consigna lo siguiente:

*El estudio de Actualización del Estudio de Impacto Ambiental, elaborado por nuestra empresa, ha determinado mediante el método de aproximación, basado en el Criterio de Regímenes de Caudales Históricos, un caudal ecológico de 1.14 m<sup>3</sup>/s. En el capítulo III: Línea Base Ambiental, ítem 3.2.3: Caudal Ecológico, se detalla la metodología utilizada, tal como se muestra a continuación:*

*Para la determinación del caudal ecológico, requerido para preservar la vida acuática y el normal mantenimiento del cauce del río, se ha realizado un estudio de los regímenes de caudales naturales, debido a que las comunidades fluviales*

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco Nº 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

*han evolucionado sometidos a determinados tipos de caudales y por tanto sus ciclos biológicos y requerimientos ecológicos están adaptados a las variaciones estacionales propias de dicho régimen. La magnitud del caudal ecológico será establecida considerando que éste debe ser el mínimo posible a fin de no afectar los ecosistemas fluviales.*

### ***Cálculo del Caudal Ecológico: Método de Registros Histórico***

*El método utilizado es de aproximación, basado en el Criterio de Regímenes de Caudales Históricos, el cual es muy usado por las autoridades gestoras de las aguas debido a su sencillez y que determina el caudal ecológico como el 10 % del promedio de las aportaciones naturales (o caudal medio anual) de la cuenca; para lo cual es necesario tener un registro que considere un margen de años considerables, 7.*

*En el caso del río Apurímac, se tiene el registro de caudales medios mensuales y anuales, desde 1951 hasta 1998 (cuadro 3.13), del cual se ha determinado el promedio de los caudales medios mensuales, obteniéndose como caudal promedio el valor de 11.42 m<sup>3</sup>/s.*

*Por lo tanto, el valor que se obtiene es de:*

*Este caudal será el mínimo que debe discurrir por el río Apurímac, y debe asegurar:*

*El mantenimiento de dicho caudal permitirá cubrir las necesidades para el sostenimiento de la vida acuática, de la vegetación ribereña y de la fauna en general, es decir el mantenimiento de los ecosistemas fluviales actuales.*

*El saneamiento natural del cauce, capacidad de conducción de sólidos, recarga de acuíferos así como, el mantenimiento de las características estéticas y paisajísticas del medio.*

El mismo estudio de ECSA en el ítem 1.8.9. Resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental c. Caracterización y Predicción de los Impactos Medio Ambientales del ANEXO 1.8: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, agrega:

*Para el caso de la Irrigación Apurímac, la magnitud del caudal ecológico será establecida a dos niveles, esto es en eje de la Presa de Angostura y punto de captación de la Irrigación Cañón de Apurímac, en ambos casos considerando que éste debe ser el caudal mínimo ofertado, a fin de no afectar los ecosistemas fluviales.*

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

## *Caudal ecológico del río Apurímac en el eje de la represa Angostura:*

*En este capítulo se presenta para el eje de la Presa de Angostura con registros desde el 1970 hasta 1998 en el cuadro adjunto, el caudal máximo anual de 22,49 m<sup>3</sup>/s, caudal mínimo anual de 2,73 m<sup>3</sup>/s y caudal promedio anual de 11,42 m<sup>3</sup>/s.*

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom. Anual
Media	20,37	33,09	34,28	12,63	5,87	4,66	4,02	3,74	3,64	3,58	4,40	6,72	11,42
Máxima	64,79	76,65	87,48	27,27	11,98	7,16	6,41	6,36	6,69	6,99	9,97	25,75	22,49
Mínima	3,97	4,45	4,81	3,85	2,36	1,66	1,70	1,64	1,54	1,90	1,40	1,77	2,73

*El Caudal Ecológico calculado en base al caudal promedio histórico, 11,42 m<sup>3</sup>/s, resulta en 1,14 m<sup>3</sup>/s.*

## *Caudal ecológico en el punto de captación de la irrigación Cañón de Apurímac:*

*La determinación del caudal ecológico, sobre la base de las mediciones hidrométricas efectuadas y el estudio hidrológico de la Irrigación Cañón de Apurímac, se ha calculado en el punto de captación del lugar denominado Ccanchipukio (Comunidad Campesina Chaupimayo), para cuyo efecto también se han tomando en cuenta los caudales ofertados en forma mensual y las demandas por cultivo que representan a las áreas de riego, los detalles son las siguientes:*

MES	Oferta de Agua	Demanda de agua para riego		Demanda Consumo Animal (m <sup>3</sup> /s)	Demanda Consumo Humano (m <sup>3</sup> /s)	Total Demanda (m <sup>3</sup> /s)	Balance Superavit Deficit
	Caudal al 75% Persistencia Distribución Normal (m <sup>3</sup> /s)	Riego por Gravedad (m <sup>3</sup> /s)	Riego por Aspersión (m <sup>3</sup> /s)				
ENE	16,61			0,01	0,10	0,11	16,50
FEB	29,68			0,01	0,10	0,11	29,57
MAR	29,58		0,02	0,01	0,10	0,13	29,45
ABR	12,20	1,08	0,09	0,01	0,10	1,28	10,92
MAY	5,42	1,84	0,13	0,01	0,10	2,08	3,34
JUN	3,65	1,66	0,12	0,01	0,10	1,88	1,76
JUL	2,41	1,70	0,12	0,01	0,10	1,93	0,49
AGO	2,28	1,90	0,13	0,01	0,10	2,14	0,14
SEP	3,92	2,23	0,16	0,01	0,10	2,49	1,42
OCT	3,64	2,04	0,13	0,01	0,10	2,28	1,35
NOV	3,86	2,29	0,13	0,01	0,10	2,53	1,33

*Del cuadro precedente se deduce que el registro de la oferta es 2,28 m<sup>3</sup>/s y la demanda de 2,41 m<sup>3</sup>/s y ambos rubros corresponden al mes de agosto, lo que implica entonces que se tendrá el superávit de 0,14 m<sup>3</sup>/s, es decir en buena cuenta este último dato sería el caudal ecológico equivalente a 6,14% del caudal registrado en el mes crítico, aunque los datos consignados corresponden a 75% de persistencia.*

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

*El caudal ecológico, para la Irrigación Cañón de Apurímac se ha calculado en base al promedio anual con persistencia de 75% que equivale a 9,89 m<sup>3</sup>/s cuyos datos provenientes son desde el año 1953 hasta 2006; por consiguiente el caudal ecológico para el proyecto es 0,98 m<sup>3</sup>/s hasta la confluencia del río Sañumayo que aporta el caudal de 0,36 m<sup>3</sup>/s, con dicho aporte el caudal ecológico se incrementa a 1,34 m<sup>3</sup>/s.*

**SERVICIOS DE INGENIERIA PARA EL PROCESO DE CONCESION DE OBRAS MAYORES DE AFIANZAMIENTO HIDRICO Y DE INFRAESTRUCTURA PARA IRRIGACION DE LAS MPAMPAS DE SIGUAS, HIDROLOGÍA Y DESPACHO HÍDRICO REV 1, LAHMEYER AGUA Y ENERGÍA SA- 2007.**

### **Caudal Ecológico:**

En el informe, Lahmeyer al tratar el tema de despacho hídrico del sistema Majes – Siguas, en el rubro 5.3.2. de datos de entrada de información diversa en el punto 4 referido al embalse Condorama y río Apurímac, textualmente dice lo siguiente

### ***Embalse Condorama y río Apurímac***

*Se aplicó un caudal ecológico continuo de 0.5 m<sup>3</sup>/s que se descarga por el fondo de la presa en el río Apurímac. (Página 10 del documento Lahmeyer)*

**GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO. INSTITUTO DE MANEJO DEL AGUA Y MEDIO AMBIENTE. DIRECCIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS EN GESTIÓN AMBIENTAL. OCTUBRE 2009.**

El criterio asumido es el que liga el caudal ecológico con las exigencias de hábitat que tienen las especies fluviales en función de los caudales y características hidráulicas en la bocatoma Cañón del Apurímac para el mes crítico del cuadro 02

Cuadro N° 02. Características hidráulicas de la Cuenca Alta del Río Apurímac

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
Área de Sección río aguas arriba	A <sub>1</sub>	20.82	m <sup>2</sup>
Ancho medio del río	B	22.00	m

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Tirante medio	y	0.86	m
Velocidad	V	0.189	m/s

Se señala que el Río Apurímac se caracteriza por presentar truchas: *Oncorhynchus mykiss*, de aproximadamente 25 cm. de largo, que requieren para las truchas adultas las velocidades y tirantes que se indican en el cuadro 03 (Hoffman, et al, 2002):

Cuadro N° 03. Preferencias de hábitat para *Oncorhynchus mykiss*

	RANGO	PROMEDIO
Profundidad (metros)	0.762-3.166	1.58
Velocidad media (m/s)	0.12-5.20	0.03- 1.58

Fuente: Elaboración IMA, 2009

El caudal que satisface los parámetros mínimos para el mantenimiento de la trucha es:

$Q = \text{Velocidad} \times \text{ancho} \times \text{profundidad}$

$Q = 0.12 \times 22 \text{ m} \times 0.76 \text{ m}$

$Q = 2.003 \text{ m}^3/\text{s}$

### DEMANDA TURÍSTICA.

En la documentación revisada referente a la cuenca alta del Apurímac desde el pie de la represa de Angostura hasta la convergencia con el río Salado no se ha encontrado ninguna información o referencia al uso de la demanda turística.

### DEMANDA DE AGUA A LA SALIDA DEL TÚNEL ANGOSTURA COLCA:

#### DEMANDA EN BLOQUE.

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

El proyecto Majes-Siguas, en base a la integración de sus demandas para propósitos múltiples ha definido que a la salida del túnel trasandino del Apurímac al Colca, para diferentes escenarios en el aprovechamiento integral del sistema regulado Apurímac-Colca se ha consolidado la demanda para los diversos usos consuntivos y no consuntivos, al respecto a continuación se hace referencia al informe de Lahmeyer **Demanda agrícola del proyecto Majes – Siguas a ser atendido por la presa de Angostura**, ítem 5.5. Evaluación del Plan de Regulación B, Lahmeyer, expresa lo siguiente:

*Para las corridas de la simulación B (escenarios 201 - 204) se introduzca el embalse Angostura y se comprueba la operación de los dos embalses Condoroma y Angostura a satisfacer las demandas futuras (Etapa I + Etapa II) con una superficie total de las Pampas Majes y Siguas hasta 60,000 ha.*

En el ítem 5.5.2 Resultados del plan de Regulación B. Lahmeyer, en ese ítem, presenta para cuatro escenarios de la demanda entre el 100 y el 75% los déficits y cobertura de la demanda el cuadro 5.4 que se reproduce a continuación.

**Cuadro 5.4: Plan de Regulación B: Resultados**

Escen.	Demanda Etapa II (%)	Embalse Angostura			Perdida Evapor. (m³/s)	Descarga Túnel		Déficits			#	Cobertura demanda (%)		
		Prom. (m snm)	Máx	Mín		Angost	Tuti	Promedio (m³/s)	Max. (%)	para Persistencia:				
										90%		95%	97.50%	
201	100	4189	4207	4174	0.46	10.2	28.4	1.96	6.6	94.5	63	72.3	44.6	15.4
202	90	4192	4209	4174	0.50	10.1	27.9	1.11	4.0	93.9	36	100	63.1	26.4
203	80	4196	4212	4174	0.53	9.9	27.4	0.33	2.1	92.9	16	100	100	72.2
204	75	4200	4214	4174	0.61	9.8	27.0	0.06	0.4	84.3	3	100	100	100

En este cuadro se puede apreciar que para el escenario 201 con el 100% de demanda y la mayor cobertura de esa demanda se requiere una descarga en el túnel de Angostura al Colca de 10.2 m³/s.

Lahmeyer hace otras corridas en ese capítulo, anexando otras cuencas vecinas para una mayor oferta hídrica de modo de cubrir déficits estacionales y aumentar la cobertura con un mayor grado de persistencia.

## 2.2.3. DOCUMENTOS RELACIONADOS CON LA OFERTA

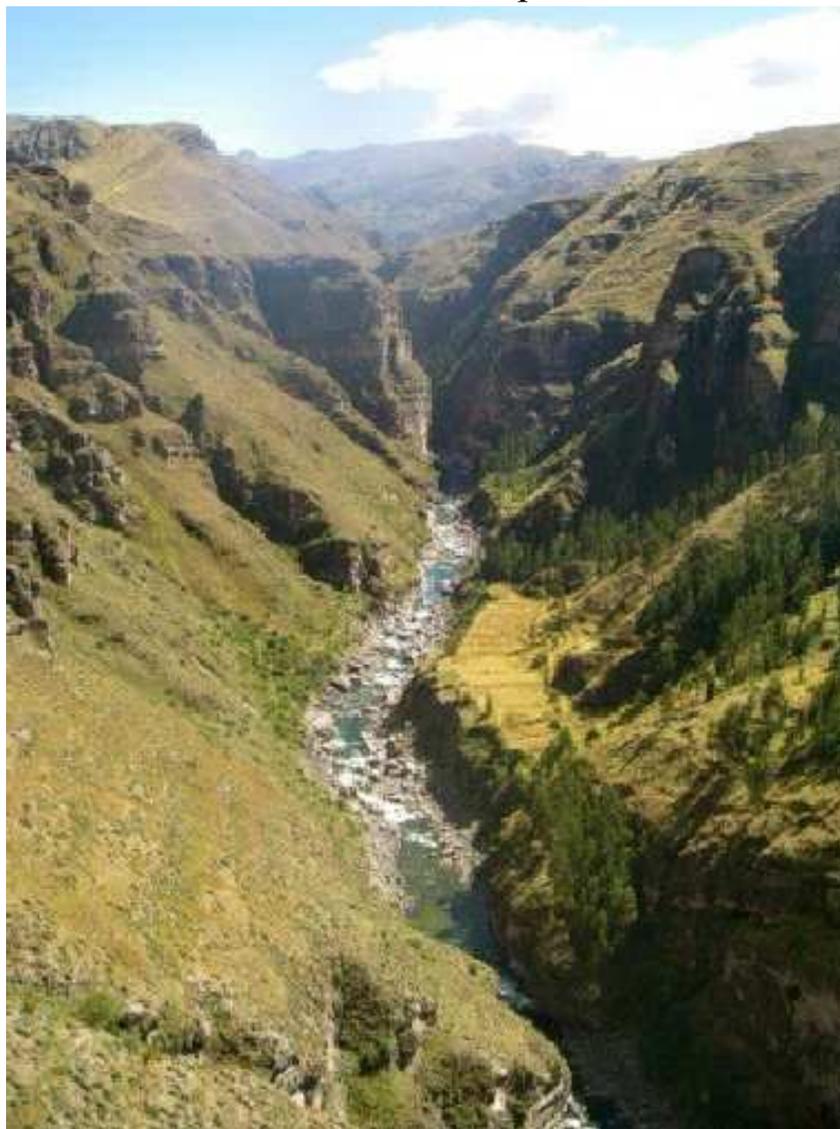
El río Apurímac nace en la vertiente nororiental del nevado Culluncuya (5000 msnm.), cuyos deshielos son acopiados por los ríos Callamayo, Huancuri, y

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Talta, los que desembocan en la laguna Huarhuaco. De ésta nace el río del mismo nombre, que con la unión con el río Santiago dan origen al río Apurímac. En la vertiente sur oriental del nevado Culluncuya, con el acopio de las quebradas Unculle, Chonta y Chilamayo, nace el río Hornillos, siendo el primer afluente importante del río Apurímac. El área de la cuenca del río Apurímac antes de su confluencia con el río Hornillos es de aproximadamente 667 Km<sup>2</sup>.  
Foto 01.

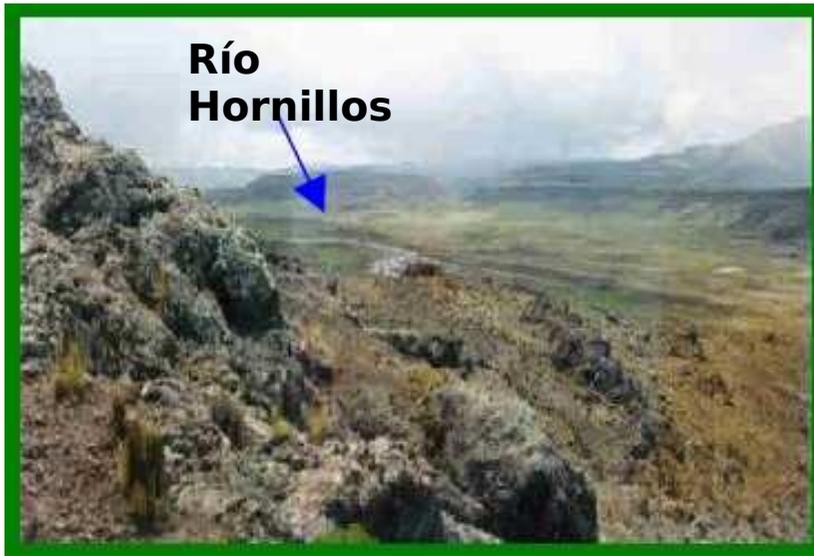
Fotografía N° 01  
Cuenca Alta del Río Apurímac



El río Hornillos nace a una altitud de 5100 msnm, Foto 02 en el nevado Mismi, recorriendo una distancia de aproximadamente 26 Km. en dirección Norte, desviándose después hacia el Este. Después de 12 Km. se junta con el río Apurímac. El área de drenaje del río Hornillos es de aproximadamente 623 Km<sup>2</sup>.

**AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.**

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173



**FOTO 02:** Vista panorámica de la pampa de Pusa Pusa, (A ser inundada) y el río Hornillos, rodeado de bofedales.

**FOTO 03:** Desarrollo de la ganadería vacuna en la pampa de Pusa Pusa, área con pastos naturales para ganadería alto andina (auquénidos, ovinos y vacunos).



# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

## ESTUDIO DE APROVECHAMIENTO DEL RÍO APURÍMAC - EMBALSE DE ANGOSTURA. AUTODEMA 1994, DR. ING. BORIS BOOR F.

El estudio trabaja con las series de precipitación para el período 1952-1993 de las estaciones Tisco, Pañe, Morocaqui, Huico, Crucero Alto, Por pera, Pulpera, Chivay y Sibayo, completadas y extendidas con el modelo del cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos HEC4, determinando los caudales mostrados en el cuadro siguiente.

Caudales característicos por sectores

Lugar	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	Caudal Máximo (m <sup>3</sup> /s)	Caudal Mínimo (m <sup>3</sup> /s)
Angostura	11.12	83.57	1.06
Condorama	11.40	128.84	0.85
Tuti	27.82	367.08	1.72

Determina también las demandas totales mensuales para las condiciones que señala optimistas y pesimistas, las segundas con caudal fijo para todos los meses de 65 m<sup>3</sup>/s, y las primeras variables mes a mes desde 15.70 para febrero hasta 33.00 m<sup>3</sup>/s para octubre.

Las pérdidas por evaporación en mm se establece entre 18 mm en marzo y 100mm en junio.

Para fines de un balance considera 1.0 m<sup>3</sup>/s como caudal ecológico en las tomas Angostura-Colca y Tuti-Majes.

Los Resultados obtenidos de la Simulación deduce que el tamaño mínimo requerido del Embalse de Angostura, que da el nivel de garantía del 75% sin imponer restricciones a la demanda de riego, definida para el Proyecto Majes, es de 700 MMC y que en caso de requerirse un 96% de garantía, se incrementara el volumen a 1000 MMC. La altura de presa requerida para ambos casos seria de aproximadamente 45 m. y 60 m, en tanto que el caudal máximo derivable alcanza a Q= 30-35 m<sup>3</sup>/s.

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco Nº 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

### **ACTUALIZACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO DE LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO MAJES Y DEL VALLE DE MAJES-CAMANÁ ACTUALIZACION DEL BALANCE HIDRICO DE LA SEGUNDA ETAPA DEL PROYECTO MAJES, GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA, PROINVERSION,. EDUARDO GONZALEZ - OTOYA 1996**

Incluye una revisión de estudios anteriores de *Electroperú - INIE / Cooperación Técnica Peruano Alemana - Consorcio Lahmeyer-Salzgitter: Centrales Hidroeléctricas Estudio de Factibilidad (1978)* analizando los registros del período común entre 1951 a 1974 de las estaciones Imata, Sibayo, Arequipa, Orcopampa, Cabanaconde, Andagua; Se utilizó el programa HEC-3 del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos, para definir volúmenes en Condoroma y hasta Tutti sin incluir Angostura.

*Revisa los estudios de la Asociación Supervisión Proyecto Majes ELC-Electroconsult: Manual de Operación y Mantenimiento / Proyecto Majes - Primera Etapa Sector Condoroma (1987), de LAGESA Ingenieros Consultores: Balance Hídrico (1989), en el que establece con Condoroma y Angostura 1262 MMC o 40 m<sup>3</sup>/s*

*Menciona a SUCLLA: Estudio de Actualización del Balance Hídrico Primera Etapa del Proyecto Majes (1994) que determina Las ofertas de agua promedio anual que se presentan para Condoroma, Tuti y Pitay al 75 y 95% para los dos últimos señala 11.96 y 11.10 m<sup>3</sup>/s respectivamente.*

Los estudios revisados e encuentran varios valores para el caudal en Tuti, 14.6 m<sup>3</sup>/s (para 229 MMC), 12 m<sup>3</sup>/s, 29 m<sup>3</sup>/s (para 914 MMC) y 11.96 (al 75%)

*SUCLLA: Estudio de Simulación de Operación del Esquema Hidráulico del Proyecto Majes (1994), considera un caudal de previsión ecológica, de 2 m<sup>3</sup>/s aguas abajo de la bocatoma Tuti y 2 m<sup>3</sup>/s aguas abajo de la Bocatoma de Pitay, una demanda poblacional de 0.26 para la población asentada en la Pampa de Majes y un caudal permanente de 1.5 m<sup>3</sup>/s para la margen izquierda del río Colca.*

Gonzales, utiliza ocho estaciones hidrométricas en la cuenca del río Quilca, de las cuales, seis se encuentran actualmente en funcionamiento y son las de Imata (río Sumbay), Imata (canal Zamácola), El Frayle, Charcani, Sacaboya y Toma La Joya, las dos últimas cuentan con muy poca información, además de estaciones de la cuenca del Camaná- Majes y de la cuenca alta se encuentran las estaciones Dique de los Españoles y Canal Zamácola,

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Estudia el Sector que se inicia en la Bocatoma de Pitay y las demandas utilizando módulos de riego entre de 0.50 l/s/ha, para el valle de Siguas y un módulo de 0.80 l/s/ha para Santa Rita, considera 75% como eficiencia de riego del sistema entre Pitay y las parcelas.

Consideran caudales ecológicos, sólo en el período de estiaje (Mayo/Diciembre) en un caudal igual al caudal de recuperación, que de acuerdo a las mediciones de campo corresponde a 750 l/s. Para el río Apurímac, aguas abajo del embalse proyectado de Angostura, considera un caudal ecológico mínimo de 500 l/s.

Se considera una demanda poblacional de 260 l/s.

La operación del sistema Angostura Condoroma se realiza a nivel mensual, los criterios de operación propuestos prioriza la cobertura de las demandas de riego sobre energía de las áreas nuevas de la II Etapa y mantener un volumen mínimo en Condoroma

Para Angostura considera como Volumen útil el comprendido entre las cotas 4140 y 4180 (1000 MMC) y para el volumen inactivo, entre las cotas 4,100 y 4,140 (150 MMC)

La Simulación del Sistema Angostura – Condoroma (Balance Hídrico 2da etapa estudia 7 alternativas, incluyendo un caudal continuo para riego y energía.

El consultor afirma que los resultados obtenidos permiten asegurar la incorporación de tierras nuevas previstas, tanto en 1ra como en 2da etapa y en esta última se asegura el abastecimiento hídrico para 57,500 ha, correspondiendo 52,130 ha a las áreas actuales y nuevas de las Pampa de Majes y Siguas, 2,360 ha para Siguas y 3,000 ha para la margen izquierda del río Colca.

Para la primera etapa se asegura el abastecimiento hídrico para 25,500 ha, o 20,130 ha a las áreas actuales y nuevas de la Pampa de Majes, 2,360 ha para Siguas (incluida Sta. Rita) y 3,000 ha de la margen izquierda del río Colca.

**“CONTRATACION DE SERVICIOS DE INGENIERIA PARA EL PROCESO DE CONCESION DE OBRAS MAYORES DE AFIANZAMIENTO HIDRICO Y DE INFRAESTRUCTURA PARA IRRIGACION DE LAS PAMPAS DE SIGUAS”, GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA, PROINVERSION, 2007. LAHMEYER AGUA Y ENERGIA S.A.**

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

*La segunda etapa* de Majes-Siguas Harza – Misti,1999, comprende la construcción del embalse de Angostura de 1,140 MMC de capacidad neta, mediante una presa de 102 m de altura; un túnel de derivación de 30 m<sup>3</sup>/s de capacidad y 16,658 m de largo, para derivar las aguas del embalse a la quebrada de Chalhuanca, afluente del río Colca, una toma en el río Sigwas y la conducción de las aguas hacia las pampas de Sigwas, para regar 38,500has.

En hidrología; se recopilaron y procesaron los datos registrados por Autodema y el SENAMHI en las diversas estaciones meteorológicas ubicadas en la zona. Se utilizaron dieciséis (16) estaciones pluviométricas, seis (6) estaciones climáticas y once (11) estaciones hidrométricas. Además se tiene registros de caudales en cinco (5) obras de operación.

En la subcuenca del río Apurímac hasta Angostura, se escogieron las estaciones de Caylloma y Angostura.

De las estaciones hidrométricas construidas y mantenidas por AUTODEMA; una se ubica en el río Apurímac en Angostura, cinco se en el río Alto Colca, cuatro se ubican sobre el río Colca y la ultima en la subcuenca del río Sigwas. La información fue procesada mensualmente.

## Inventario de Estaciones Pluviométricas y Meteorológicas

Estación Meteorológica		Elevación (m snm)	Promedio Anual	Máximo Mensual	Mínimo (mes)	Periodo	# Años Compl.
Codigo	Nombre						
<b>Temperatura (°C)</b>							
COND	Condorama Reservorio	4250	5.1	8.8 (2)	0.1 (7)	1974-1998	19
SIBA	Sibayo	3847	8.3	12.2 (3)	3.2 (7)	1977-1988	10
CHIV	Chivay	3651	9.8	13.3 (2)	6.0 (7)	1965-1988	20
<b>Evaporación (mm)</b>							
PANE	Pañe	4524	1386	195 (9)	60 (6)	1970-1999	30
COND	Condorama Reservorio	4250	1606	256 (1)	102 (6)	1993-2006	12
ANGO	Angostura	4220	1566	240 (10)	73 (6)	1969-1998	25
CHIV	Chivay	3651	1460	188 (11)	64 (3)	1998-2004	1
SIBA	Sibayo	3847	1710	253 (11)	80 (5)	1969-1988	16
<b>Humedad Relativa (%)</b>							
ANGO	Angostura	4220	55.6	81 (2)	31 (7)	1969-1998	23
SIBA	Sibayo	3847	59.2	91 (2)	28 (10)	1969-1988	14
CHIV	Chivay	3651	59.3	77 (2)	28 (8)	1967-1987	18
<b>Velocidad máxima del viento (km/h)</b>							
ANGO	Angostura	4220	7.3	20 (8)	3 (2)	1969-1988	25
COND	Condorama Reservorio	4250	8.9	20 (9)	5 (3)	1974-1998	20
SIBA	Sibayo	3847	4.6	8 (10)	3 (3)	1969-1987	16

Estación Meteorológica	Temperatura		Evaporación	Humedad Relativa		Velocidad	Horas de
Pampa de Majes	Máx	Mín	Pan A	Máx	Mín	viento	Sol
Elevación: 1434 m snm	°C		(mm/a)	(%)		(m/s)	(h/día)
Periodo: 1982-2006							
Promedio / Total año	25.2	11.2	2180	81.6	37.1	2.6	9.5
Máximo mensual	25.8	14.2	274.8	92.4	46.5	3.0	10.6
Mínimo mensual	24.4	8.3	141.3	67.8	27.5	2.4	7.8

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Cuadro 3.2: Inventario de Estaciones Hidrométricas

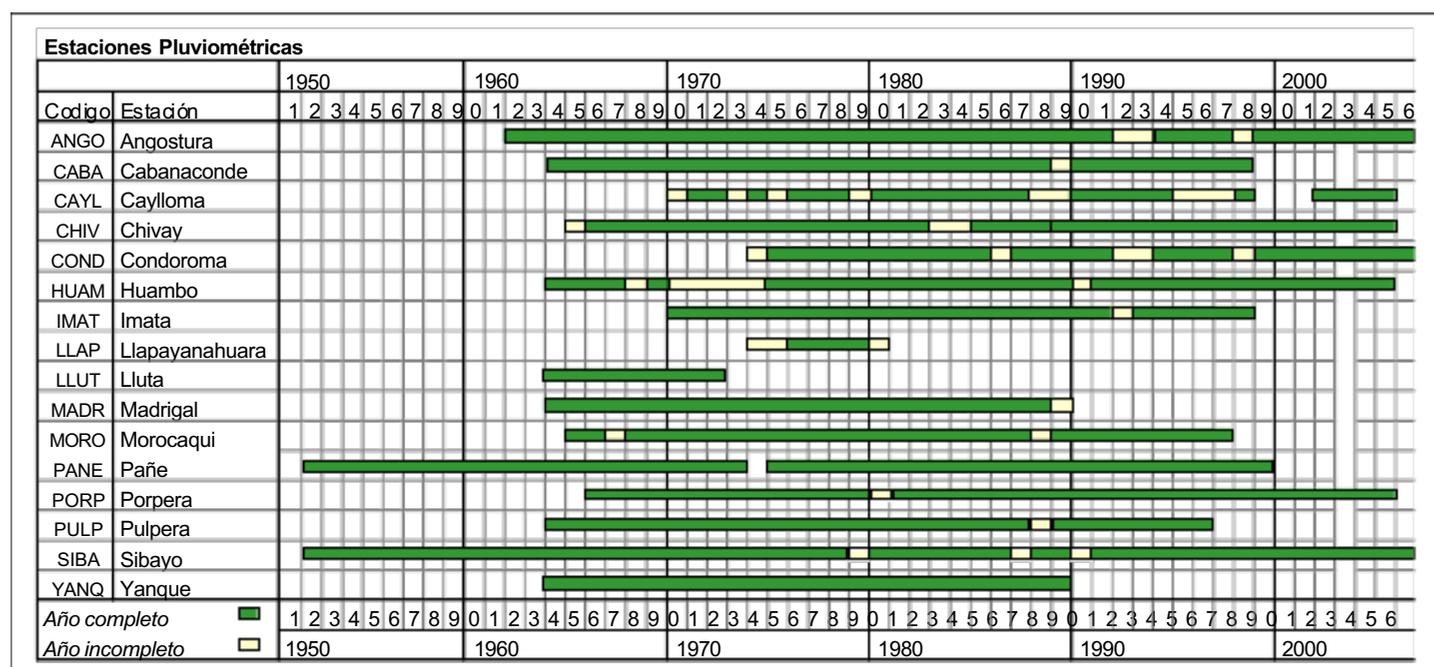
A: Estaciones Hidrométricas			Ubicación		Elevación (m snm)	Area Drenaje (km²)	Caudal Promedio			Periodo	# Años Compl.
Codigo	Estación	Río	Lat(s) (g m)	Long(w) (g m)			(m³/s)	(Mm³/a)	(mm)		
ANGO	Angostura (Sitio)	Apurimac	15 10	71 38	4150	1290	10.96	345	267	1962-2005	18
ANTA	Antasalla	Antasalla	15 44	71 04	4100	53	0.41	12	242	1961-1973	8
BAMP	Bamputañe	Bamputañe	15 25	71 01	4550	114	1.72	54	474	1950-1974	17
CALL	Callalli	Callalli	15 30	71 27	3845	543	2.33	73	135	1973-1992	13
DIQE	Dique de los Espanol	Colca	15 46	71 02	4410	276	1.26	39	144	1944-1991	10
PANE	Pañe	Negrillo	15 25	71 04	4550	198	2.77	87	441	1951-1964	26
PCAR	Puente Carretera	Colca	15 13	71 27	3840	3997	44.57	1405	351	1951-1964	12
PCOL	Puente Colgante	Colca	15 29	71 27	4250	2673	23.4	737	276	1965-1992	26
COND	Condorama Reservorio	Colca	15 23	71 16	4075	1219	14.29	450	369	1974-1985	12
LLUC	Lluclla	Siguas	16 11	72 02	1713	1400	3.99	125	90	1973-1988	11
IMAT	Imata	Sumbay	15 49	71 06	4550	552	1.4	44	80	1964-1995	36

B: Obras Hidraulicas / Operación Histórica											
Codigo	Sitio	Tipo	Ubicación		Elevación (m snm)	Area Drenaje (km²)	Caudal Promedio			Periodo	# Años Compl.
			Lat(s) (g m)	Long(w) (g m)			(m³/s)	(Mm³/a)	(mm)		
ZAMA	Canal Zamacola	Descarga <sup>a</sup>	15 49	71 06	4550	==	0.73	23	==	1945-1964	11
ZAMA	Canal Zamacola	Descarga <sup>b</sup>	15 49	71 06	4550	==	4.11	129	==	1965-2006	41
PANE	El Pañe Represa	Aporte	15 25	71 04	4550	198	2.45	77	390	1965-1999	36
PANE	El Pañe Represa	Descarga <sup>1</sup>	15 25	71 04	4550	==	2.35	74	==	1965-2006	42
COND	Condorama Reservorio	Aporte	15 23	71 16	4075	1219	11.00	346	284	1986-2006	21
COND	Condorama Reservorio	Descarga	15 23	71 16	4075	1219	10.78	339	278	1986-2006	21
TUTI	Tuti Bocatoma (C-Intern)	Aporte	15 32	71 31	3600	2127	19.73	622	292	1986-2006	21
TUTI	Tuti Bocatoma	Descarga <sup>2</sup>	15 32	71 31	3600	2127	11.13	351	165	1986-2006	21
PITA	Pitay Bocatoma	Aporte	16 12	72 03	3600	1680	12.59	397	236	1991-2006	16

a/b = Descarga total derivado del sistema Alto Colca antes/despues del canal Pañe-Sumbay (1)  
1 = Descarga por el canal Pañe-Sumbay  
2 = Descarga por la aducción Tuti - Qda Huasmayo - Pitay/Sigua

Lámina 3.1: Cronograma de Datos de Precipitación y Meteorológicos



1950

A: Temperatura

B: Evaporación

C: Humedad relativa

D: Velocidad de viento

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima

Teléfonos 433-5246 - 433-3173

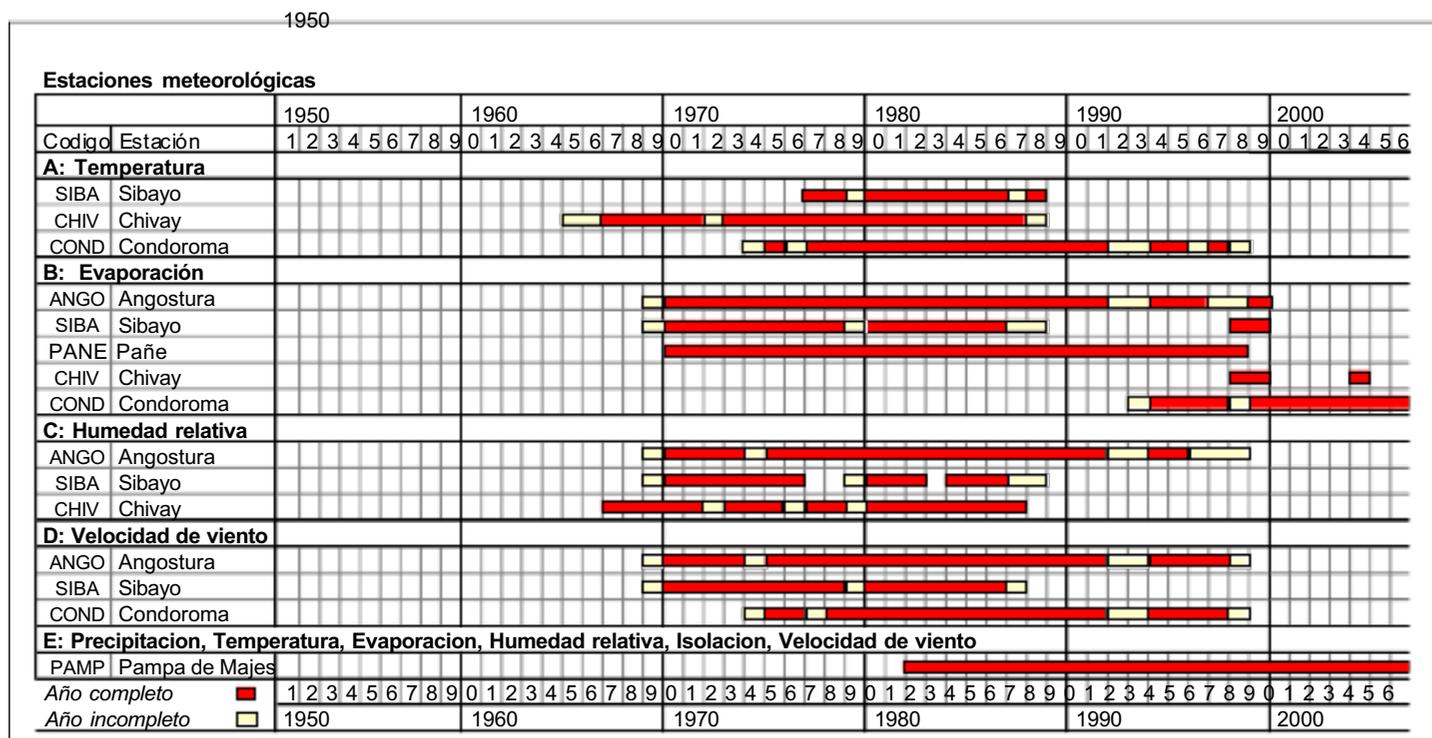
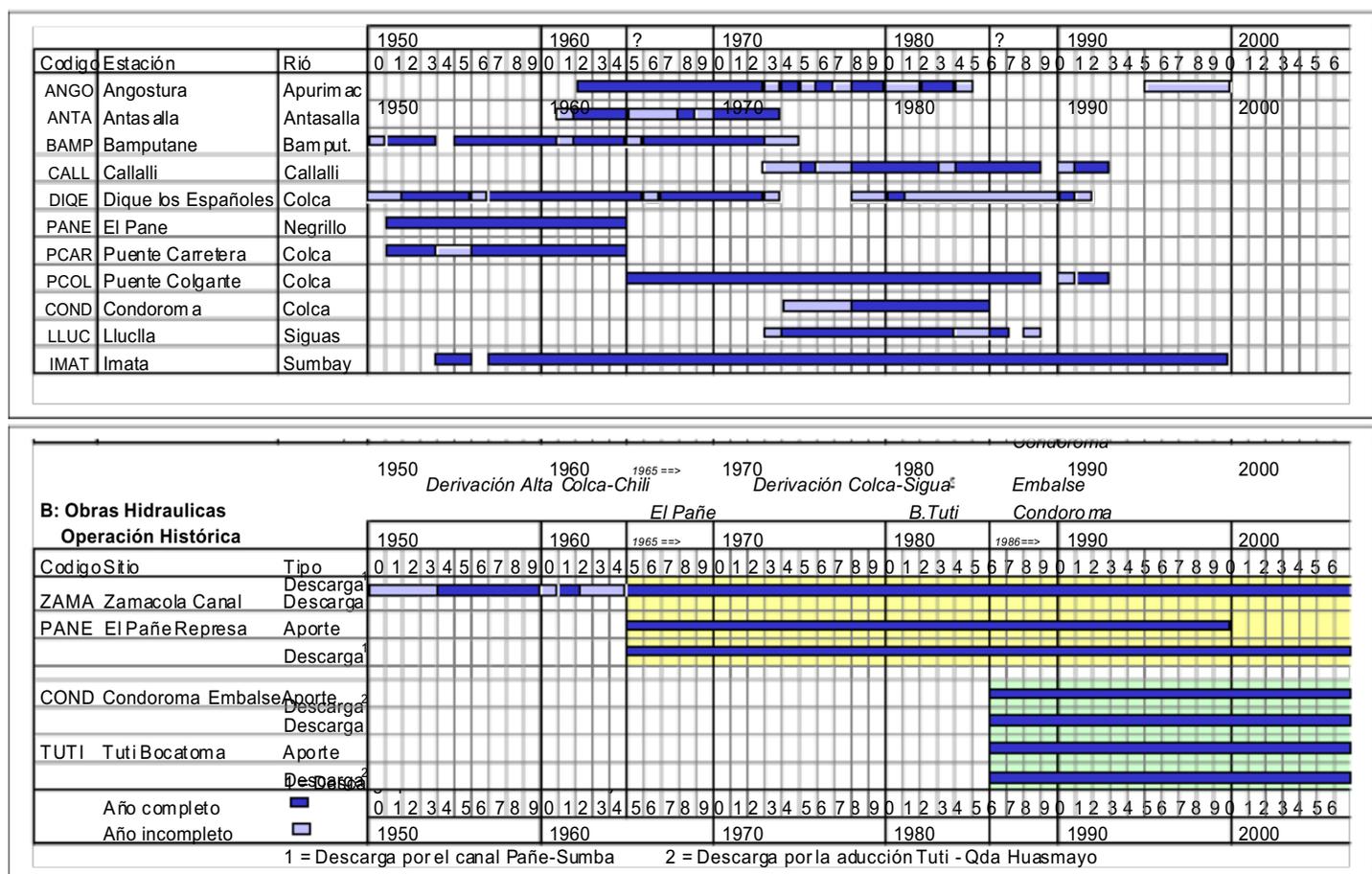


Lámina 3.2: Cronograma de Datos de Caudal



**Completación y Extensión de las series de información:** El relleno y la extensión de las series de precipitación y caudal mensual, para el período común más largo 1952-2006, se llevó a cabo con la aplicación del modelo de regresión múltiple HEC-4.

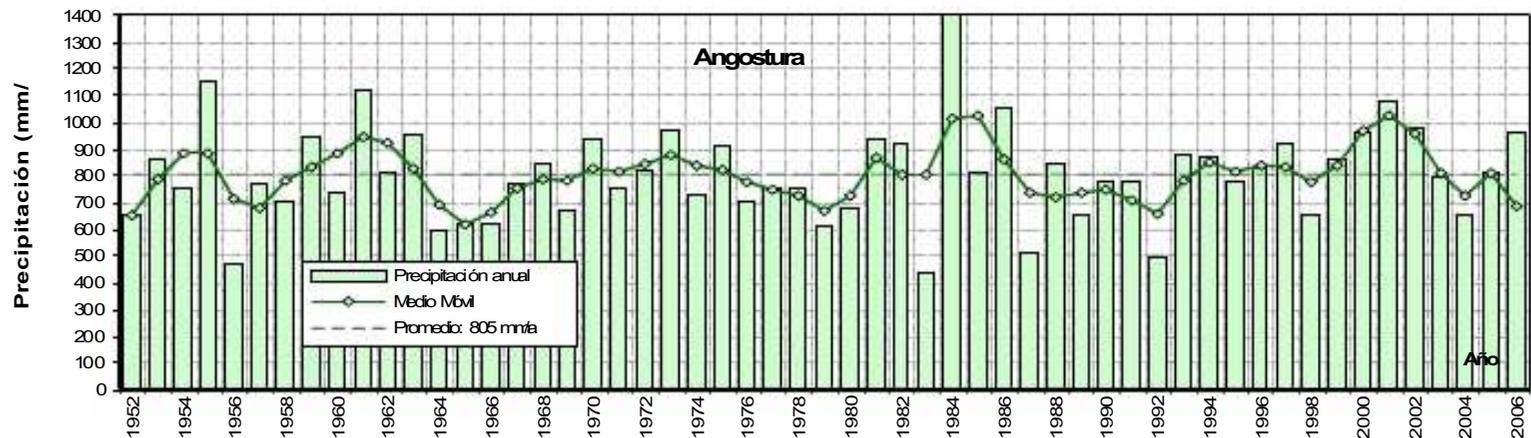
# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima

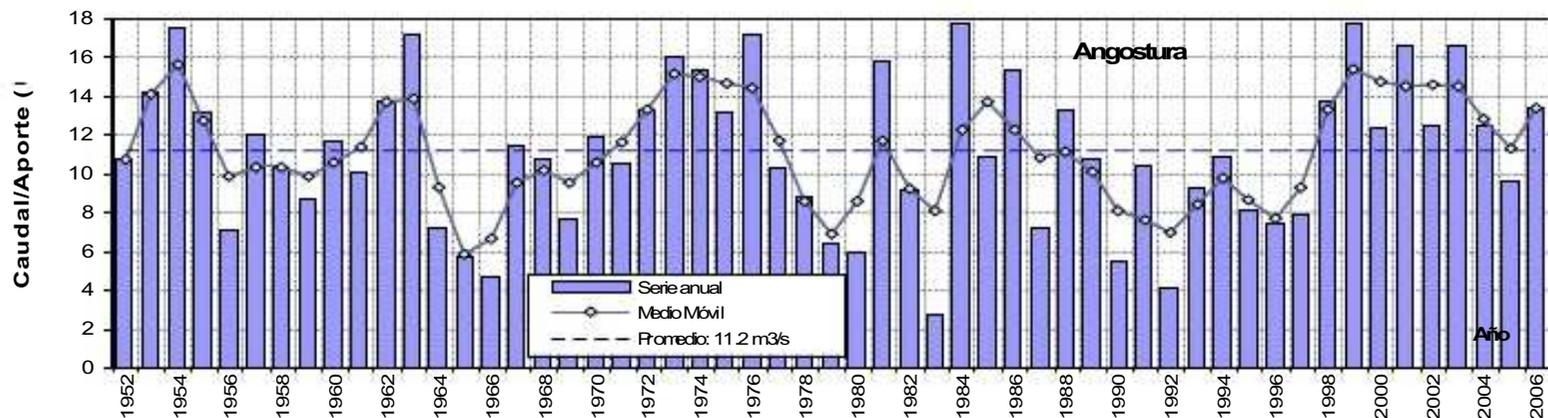
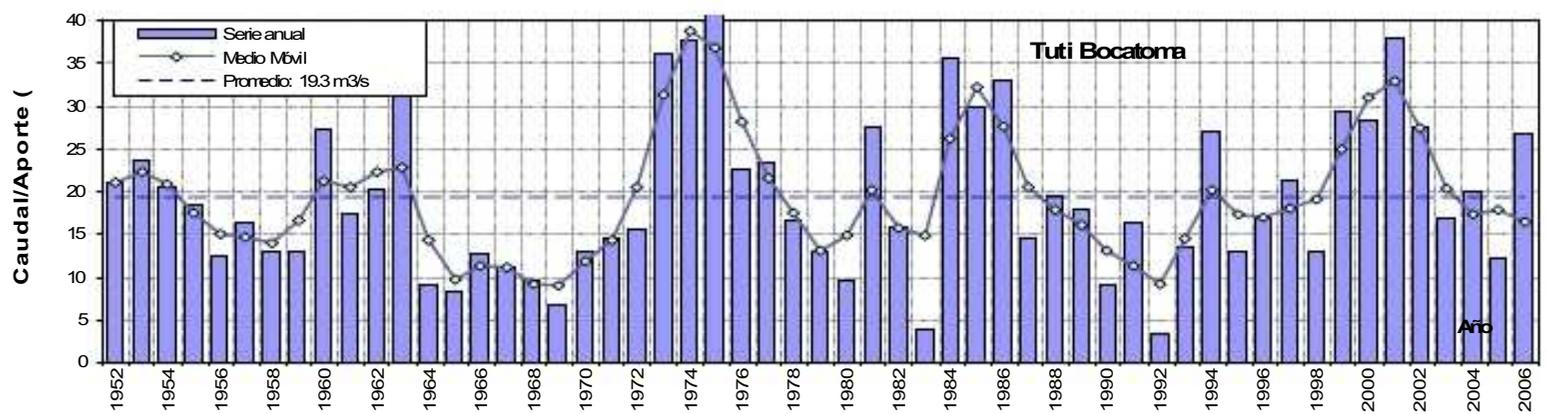
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

La serie Anual de Precipitación para la ubicación de la presa angostura es la siguiente:

**CUADRO N° 1.**



Las series Anuales de caudal para la ubicación de la toma Tuti y la presa angostura son las siguientes:



El comportamiento estacional de la lluvia y el caudal se presentan en los Cuadros 4.1 y 4.2

Cuadro 4.1: Estadísticas Mensuales de Precipitación

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima

Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Mes	El Pañe			Condorama			Sibayo			Chivay			Angostura			Lluta			
	Prom.	Máx.	Mín	Prom.	Máx.	Mín	Prom.	Máx.	Mín	Prom.	Máx.	Mín	Prom.	Máx.	Mín	Prom.	Máx.	Mín	
Enero	177.2	331.3	48.4	146.4	278.2	24.0	148.7	307.0	15.0	94.8	196.0	13.0	184.0	331.0	49.0	45.3	124.9	0.0	
Febrero	158.0	307.3	25.9	150.6	285.2	37.0	132.0	281.8	16.0	97.3	211.2	12.0	177.0	307.6	51.0	41.7	132.0	0.9	
Marzo	140.0	258.1	19.1	117.7	267.3	15.0	110.5	228.7	14.1	88.4	181.0	18.0	148.6	329.0	36.0	37.4	149.0	0.0	
Abril	48.4	127.8	2.0	41.2	109.8	1.5	29.6	85.0	0.0	20.2	61.0	0.0	45.6	122.0	2.8	7.1	64.3	0.0	
May	11.4	56.9	0.0	9.8	44.2	0.0	6.7	45.0	0.0	3.3	33.0	0.0	8.0	33.0	0.0	0.9	9.7	0.0	
Junio	5.1	48.2	0.0	3.6	45.0	0.0	3.4	34.0	0.0	2.0	52.4	0.0	3.8	35.0	0.0	0.4	3.7	0.0	
Julio	2.4	17.5	0.0	3.6	33.0	0.0	2.5	28.6	0.0	1.6	35.8	0.0	2.6	23.9	0.0	0.3	5.0	0.0	
Agosto	8.4	58.6	0.0	7.6	74.0	0.0	6.2	71.0	0.0	4.2	56.0	0.0	8.3	61.0	0.0	0.5	6.3	0.0	
Setiembre	18.4	64.9	0.0	15.9	72.0	0.0	13.1	69.0	0.0	8.3	64.4	0.0	17.5	65.0	0.0	2.9	29.5	0.0	
Octubre	25.3	111.2	0.0	23.0	71.0	0.0	21.6	153.0	0.0	10.6	70.0	0.0	33.5	124.0	3.0	3.4	26.3	0.0	
Noviembre	48.1	192.2	0.0	39.7	175.0	0.0	31.5	146.0	0.0	17.2	80.7	0.0	52.3	147.0	1.0	2.7	17.2	0.0	
Diciembre	105.2	259.6	0.0	90.7	181.0	9.0	78.0	214.0	2.0	47.8	132.0	0.0	123.9	377.1	30.0	12.9	45.0	0.0	
Total (mm)	748			650			584			396			805			156			

Cuadro 4.2: Estadísticas Mensuales de Caudal

Mes	El Pañe			Condorama			Tuti Bocatoma			Angostura		
	Prom.	Máx.	Mín	Prom.	Máx.	Mín	Prom.	Máx.	Mín	Prom.	Máx.	Mín
Enero	6.72	20.50	0.00	22.59	66.00	3.00	37.48	160.30	1.40	20.51	64.80	4.00
Febrero	9.00	19.70	0.57	49.77	151.90	4.40	78.10	197.00	4.90	33.61	84.90	4.80
Marzo	7.54	17.60	0.02	31.90	102.60	3.00	57.81	143.00	6.60	35.30	87.50	3.60
Abril	2.63	8.80	0.00	12.93	47.20	1.30	29.37	70.00	2.90	12.37	31.40	3.10
May	0.82	4.60	0.00	4.14	13.90	0.82	8.10	28.30	2.20	5.68	11.80	2.40
Junio	0.38	3.00	0.00	2.48	8.50	1.00	3.90	6.90	2.00	4.41	6.70	1.40
Julio	0.32	2.40	0.00	2.17	5.90	0.95	3.10	6.90	1.50	3.77	4.80	1.70
Agosto	0.36	1.90	0.00	1.82	3.90	0.76	2.78	6.40	1.30	3.48	4.90	1.60
Setiembre	0.38	2.90	0.00	1.82	3.90	0.83	2.42	5.60	0.96	3.29	5.90	1.50
Octubre	0.48	4.20	0.00	1.94	5.20	0.47	2.52	5.10	0.57	3.18	5.70	1.80
Noviembre	0.89	4.60	0.00	2.62	24.40	0.72	3.33	10.90	1.20	3.84	10.00	1.40
Diciembre	1.69	7.70	0.00	4.51	44.50	1.30	6.29	20.70	1.90	5.83	15.90	1.80
Promedio	2.57	(m <sup>3</sup> /s)		11.34			19.27			11.16		
Coef. Var.	1.252			1.365			1.333			1.071		
Escorrentía	409	(mm/año)		293			286			273		

### ***Aportes:***

Las simulaciones de los planes de regulación se realizaron para 42 años periodo que coincide con la operación histórica de la derivación Alto Colca 1965-2006;

### ***Definición de las demandas actuales y futuras:***

Con un volumen útil de 260 MMC, Condorama regula el caudal procedente del Alto Colca por un promedio de 9 m<sup>3</sup>/s en el estiaje Mayo a Diciembre.

Según la operación anual de la bocatoma Tuti desde 1986, el caudal conducido por el túnel creció progresivamente de acuerdo con el desarrollo agrícola de la Pampa de Majes. Durante los últimos años el caudal derivado alcanzó los 13 m<sup>3</sup>/s.

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

La demanda futura con el pleno desarrollo del proyecto Majes-Siguas, Etapa II, para 38,000ha (Pampa de Sigwas), los respectivas perfiles mensuales de la demanda actual (Etapa I) y futura (Etapa II) se muestran el Cuadro 5.1 y en la Lámina 5.2.

Cuadro 5.1: Demanda de Riego Pampa Majes-Siguas, promedio mensual Etapas I y II.

Mes	Etapa I (22,000 ha)*		Etapa II (38,000 ha)		Total I+II (60,000 ha)	
	(m <sup>3</sup> /s)	(Mm <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(Mm <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(Mm <sup>3</sup> )
Enero	14.36	38.5	17.99	48.2	32.35	86.7
Febrero	13.75	33.6	20.47	50.0	34.22	83.5
Marzo	14.18	38.0	19.64	52.6	33.81	90.6
Abril	13.96	36.2	18.85	48.9	32.81	85.1
Mayo	12.77	34.2	16.32	43.7	29.08	77.9
Junio	12.04	31.2	12.76	33.1	24.80	64.3
Julio	11.60	31.1	13.52	36.2	25.12	67.3
Agosto	11.59	31.0	18.47	49.5	30.06	80.5
Setiembre	12.12	31.4	18.27	47.4	30.39	78.8
Octubre	12.96	34.7	16.35	43.8	29.32	78.5
Noviembre	12.98	33.7	16.28	42.2	29.27	75.9
Diciembre	14.07	37.7	17.45	46.7	31.52	84.4
Prom./total	13.03	411.2	17.18	542.2	30.21	953.3

\* Descarga promedio mensual por el túnel Tuti-Pitay 1994-2006

***Demandas de agua Adicionales:*** Las demás demandas a considerar; comprenden los requerimientos ecológicos, y con otros usuarios que se señalan a continuación.

#	Zona	Motivo	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
1	Embalse Condorama y río Colca	Abastecer a la Microcentral hidroeléctrica de Condorama	0.50
2	Bocatoma Tuti y río Colca bajo	Abastecimiento a las tierras del valle de Colca con un caudal continuo	1.50
3	Bocatoma Pitay y río Sigwas	Los usuarios en el valle de Sigwas (p.e. Santa Rita) serán abastecidos por el mismo río Sigwas	

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima

Teléfonos 433-5246 - 433-3173

4.	<i>Embalse Condoroma y río Apurímac</i>	Caudal ecológico continuo	0.50
5	Aducción existente Tuti – Quebrada Huasamayo – Pitay	Capacidad de conductores	34 m <sup>3</sup> /s
6	Tuberías de presión que pertenecen a las centrales hidroeléctricas	Capacidad de conductores	34 m <sup>3</sup> /s
7	Túnel transandino Angostura – Colca	Capacidad de conductores	30 m <sup>3</sup> /s



# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Cuadro 5.2: Evaporación neta en los embalses

Mes	Embalse Condoroma				Embalse Angostura			
	E-pan (mm)	Es (mm)	Precip. (mm)	Enet (mm)	E-pan (mm)	Es (mm)	Precip. (mm)	Enet (mm)
Ene	140.0	98.0	146.4	2.9	129.9	90.9	184.0	-28.7
Feb	108.4	75.8	150.6	-22.0	114.2	79.9	177.0	-35.1
Mar	118.6	83.0	117.7	6.5	116.7	81.7	148.6	-14.9
Abr	114.8	80.4	41.2	53.6	112.3	78.6	45.6	48.9
May	123.8	86.7	9.8	80.3	116.3	81.4	8.0	76.2
Jun	105.7	74.0	3.6	71.7	99.4	69.6	3.8	67.1
Jul	108.1	75.7	3.6	73.3	107.9	75.5	2.6	73.8
Ago	121.6	85.1	7.6	80.2	125.3	87.7	8.3	82.3
Set	158.1	110.6	15.9	100.3	143.5	100.4	17.5	89.0
Oct	166.7	116.7	23.0	101.7	173.2	121.3	33.5	99.5
Nov	184.7	129.3	39.7	103.5	170.8	119.5	52.3	85.5
Dic	155.9	109.1	90.7	50.2	157.3	110.1	123.9	29.6
Año	1606	1124	649.6	<b>702</b>	1567	1097	805	<b>573</b>

## Conclusiones y Recomendaciones

Los promedios multi-anales de las series principales de aporte: Embalse Condoroma, Bocatoma Tuti y Embalse Angostura son de 11.52, 19.48 y 10.97 m<sup>3</sup>/s respectivamente.

El aporte para el embalse Condoroma corresponde al caudal natural de la cuenca del Alto Colca menos el caudal derivado por el sistema Pañe-Sumbay de 4.2 m<sup>3</sup>/s durante el periodo de operación desde 1965.

La demanda actual, Majes I con una extensión de 22,000 ha, se estimó en 13.03 m<sup>3</sup>/s y la demanda futura, Etapa II, con una extensión de 38,000 ha, en 17.18 m<sup>3</sup>/s

Los resultados de la simulación para los diferentes escenarios se resumen en el Plan de Regulación B, considerando el sistema en su estado final, incluyendo el embalse Angostura, se comprobó que la plena demanda (Etapa II) sobrepasa los recursos disponibles en tiempos de estiaje.

Cuadro 6.2: Plan de Regulación B, Comparación de Demandas

Escen	Demanda Etapa II (Mm <sup>3</sup> )	Déficits							Persistencia con 100% Cobertura	Cobertura demanda (%) para Persistencia:		
		Promedio (m <sup>3</sup> /s)	Max (%)	#	Años Críticos (m <sup>3</sup> /s)			90%		95%	97.50%	
					1969	1983	1992					
201	<b>542.2</b>	1.96	6.6	94.5	63	13.2	16.1	21.5	87.5	72.3	44.6	15.4
201m	<b>522.2</b>	1.66	5.7	94.2	54	11.1	14.2	20.8	89.3	97.8	46.8	15.9

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

Se señala que, mientras que el promedio de los déficits se reduzca moderadamente, los déficits en los años críticos quedan sumamente altos (entre 40 y 70% de la demanda anual) y la persistencia con 100% de cobertura no alcanza los 90%.

El Plan de Regulación C, con el aprovechamiento de captaciones para aumentar el caudal procedente de la cuenca Apurímac y sus alrededores, resulta y favorable, asegurando el suministro de agua con un alto grado de confianza. Con una capacidad de 3.0 m<sup>3</sup>/s, dando un aporte adicional de 2.27 m<sup>3</sup>/s (aproximadamente el agua que faltaba bajo el Plan de Regulación B con plena demanda), el embalse funciona en modo plurianual aprovechando el volumen total disponible. Los déficits se reducen y la cobertura de demanda con 100% alcanza 95% de persistencia.

En combinación con las captaciones, en el Plan de Regulación D se investigó la posibilidad de reducir el volumen de almacenamiento del embalse Angostura (así como una reducción de la altura). Aunque los resultados mostraron que una reducción en el orden de 25% de almacenamiento, o una reducción de 8m de altura de la presa, sería factible, es recomendable investigar este concepto en más detalle, considerando el impacto sobre otros usos particularmente la introducción de una planta hidroeléctrica (Angostura) ubicado al final del túnel transandino.

Se incluyó un análisis sobre los recursos hidroenergéticos con cálculos de la generación de potencia y energía en las centrales Tarucani, Lluta y Lluclla.

Sin aumento por captaciones adicionales y sin reducción por la realización de una otra ampliación de la derivación Alto Colca (Plan de Regulación B) la generación de energía y potencia para el esquema de tres centrales resulta en 3,880 GWh/año, y una potencia firme (con persistencia de 95%) de 198 MW. Permitiendo el aprovechamiento de las captaciones para aumentar el aporte en el sub-sistema Angostura (Plan de Regulación C), la generación anual, así como la potencia firme, se aumenta con 233 GWh (6%) y 390 MW (197%) respectivamente.

En conclusión recomienda el Plan de Regulación C que, en conjunto con la construcción de la presa y el embalse Angostura, se realiza también un sistema de captaciones aprovechando un recurso adicional procedente de las cuencas alrededores.

**AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.**

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

**APROVECHAMIENTO HIDRAULICOS EN EL RIO APURIMAC  
AGUAS ABAJO DE LA BOCATOMA DEL PROYECTO IRRIGACIÓN  
CAÑON DE APURIMAC**

<b>PROYECTO</b>	<b>FUENTE DE AGUA</b>	<b>SUPERFICIE ATENDIDA (Has)</b>	<b>CAUDAL UTILIZADO (M3/S)</b>	<b>COMUNIDAD</b>	<b>FAMILIAS ATENDIDAS</b>	<b>OBSERVAC.</b>
Irrigación Belén	Río Apurímac	350	0.35	Anansaya Ccollana	76	Sistema de riego existente
Irrigación Cepillata	Río Apurímac	300	0.30	Hanccamayo	95	Sistema de riego existente
Irrigación Challqui	Río Apurímac	200	0.20	Hatun Ayra Ccollana	120	Sistema de riego existente
<b>TOTAL</b>		<b>850</b>	<b>0.85</b>		<b>291</b>	

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO

## PROYECTO IRRIGACION CAÑON DE APURIMAC-EXPEDIENTE TECNICO. TRAMO I Km. (0+000 @ 3+832.767 RESUMEN EJECUTIVO PROYECTO ESPECIAL PLAN MERIS

### **Balance, Oferta y Demanda del Agua**

Del balance hídrico, se deduce que existe un caudal remanente de 110 l/s para el mes de menor oferta (agosto), que se dispone en la fuente a un nivel de persistencia del 75% distribución normal, lo que se constituye en caudal ecológico disponible para los otros usos de los pobladores aguas arriba y abajo de la captación.



Permitirá el suministro oportuno de agua para irrigar 3.000 ha con predominio de pastos cultivados, pertenecientes a las 09 comunidades campesinas Hancoccahua Manturca, Hatun Ayracollana, Huarca, Huisa Ccollana, Suero y Cama, Apachillanca, Apachacco, Hanccamayo y Hanansaya Ccollana Chisicata, beneficiando a 875 familias.

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

## Conclusiones y Recomendaciones

El área bruta total evaluada del proyecto es 8.320 ha, la superficie con aptitud agrícola de 6.850 ha y el área a ser irrigada con la implementación del proyecto Cañón de Apurímac por la disponibilidad hídrica es de 3.000 ha

Los caudales de la estación hidrométrica de angostura fueron completados y extendidos hasta el punto de captación mediante la metodología de área - caudal. El caudal mas critico desviado al 75% de persistencia alcanza a 2,28 m<sup>3</sup>/s (agosto)

## PROYECTO IRRIGACION CAÑON DE APURIMAC-EXPEDIENTE TECNICO. TRAMO I Km. (0+000 @ 3+832.767 ANEXO 1.2: HIDROLOGIA PROYECTO ESPECIAL PLAN MERIS

**Cuenca de Angostura:** El caudal máximo estimado para la cuenca de Angostura es de 133 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 100 años y un riesgo de falla del 22% para una vida útil de obra de 25 años. El caudal mínimo estimado es de 0,310 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 100 años y una probabilidad del 99% la precipitación media anual es de 958,80 mm.

**Cuenca Cañón de Apurímac:** El caudal máximo estimado para esta cuenca es de 170 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 100 años y un riesgo de falla del 22% para una vida útil de obra de 25 años. El caudal mínimo estimado es de 0,170 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 100 años y una probabilidad del 99% la precipitación media anual es de 885,59 mm.

La información pluviométrica utilizada en el estudio de factibilidad, con 5 estaciones pluviométricas, se muestran en el siguiente cuadro:

Cod.	Estación	Tipo	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Distrito	Pro
			°	'	°	'			
H105	Angostura	CO-754	15	11	71	35	4,155	Caylloma	Ca

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

La completación y extensión de los datos pluviométricos se efectuó mediante el uso software HEC-4PC. En el siguiente cuadro se muestran las precipitaciones medias mensuales históricas; así como, las precipitaciones medias mensuales completas y extendidas del periodo (1964 – 2006).

Estación	Descrip.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Vari
Angostura	Histórica	187,33	172,23	147,45	46,23	7,65	2,45	6,04	10,38	18,67	36,16	53,75	804,12	
	Completa	180,14	167,49	149,33	43,44	7,72	3,40	10,16	12,98	18,19	34,88	50,74	793,35	
	Diferencia	-7,19	-4,74	-1,88	-2,79	0,08	0,94	4,12	2,59	-0,48	-1,27	-3,01	-10,77	
Yauri	Histórica	178,10	168,52	128,44	63,48	7,40	5,15	3,54	12,49	22,12	39,87	55,90	786,42	
	Completa	176,49	157,26	125,98	61,58	5,60	5,28	3,00	15,79	22,00	45,42	54,00	773,12	
	Diferencia	-1,61	-11,26	-2,47	-0,90	-1,80	0,13	-0,54	3,30	-0,12	5,54	-1,90	-13,31	
Tarma	Histórica	178,33	183,51	133,71	66,21	11,63	3,68	2,33	20,31	13,74	38,18	78,60	817,08	
	Completa	186,98	200,21	133,51	62,33	7,37	1,93	2,86	20,56	15,28	37,60	78,14	831,86	
	Diferencia	8,65	16,70	-0,20	-3,86	-4,26	-1,75	0,54	0,25	1,54	-0,58	-0,46	14,78	
Macusani	Histórica	131,00	180,43	119,09	43,79	14,49	5,96	8,57	21,47	38,36	56,80	68,92	830,21	
	Completa	126,58	188,81	116,65	43,09	16,95	11,23	9,88	21,72	38,60	53,30	67,21	836,84	
	Diferencia	-4,42	8,38	-2,44	-0,70	2,46	5,28	1,31	0,25	0,25	-3,50	-1,71	6,62	
Sicuani	Histórica	126,62	111,46	113,42	43,58	12,15	3,20	3,45	8,93	21,24	46,03	61,83	647,80	
	Completa	127,91	108,79	109,67	42,91	11,93	2,86	3,44	9,70	21,28	43,74	63,60	640,86	

Se ha determinado las precipitaciones medias anuales mediante la regionalización y siendo estas las que se muestran en el cuadro siguiente:

Descripción		
	Ene	Fe

Los registros de precipitación máxima en 24 horas de la estación Yauride registros entre 1963 y 1992 son utilizados indirectamente en los métodos empíricos para hallar los caudales de máxima avenidas. Estas precipitaciones fueron obtenidas a partir del parámetro entre la diferencia de altura entre la estación base y la cuenca de interés.

Para determinar los caudales máximos se han empleado métodos indirectos (MAC MATH, HUS y SCS), utilizando los métodos de distribución de extremos (GUMBEL y LOG PEARSON TIPO III). Para un periodo de retorno de 100 años), vida útil (25 años) y un riesgo de falla (R= 22%); se obtiene 170 m³/s.

# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

## **Balance Hídrico en Situación actual**

**Oferta Hídrica:** Para la estimación de los caudales medios mensuales de las diferentes cuencas de estudio se utilizaron, los aforos realizados por la Institución desde 1999 en el punto de captación, y los datos de la estación de Angostura entre 1962 y 1994 serie que se completó y extendió hasta el 2006, con correlaciones con las estaciones hidrométricas de Pisac (1965 a 1986) y del Km 105 (1953 a 1981). Los caudales medios mensuales en el punto de captación se determinaron con la metodología área-caudal.

## **Demanda de Agua:**

*Demanda Agrícola:* De acuerdo a la cédula de cultivo propuesta en el proyecto, se determina un módulo de riego de 1,07 l/s/ha para el sistema de gravedad con 17 horas de riego para el mes más crítico (septiembre);

*Demanda Pecuaria:* De acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones (RNC) las dotaciones para animales tales como caballerizas, establos, porquerizas, granjas y similares esta dada por la siguiente tabla:

<b>Alojamiento de animal</b>	<b>Dotación</b>
Ganado lechero	120 l/día por animal
Bovino y equinos	40 l/día por animal
Ovinos y porcinos	10 l/día por animal
Aves	20 l/día por cada 100 aves

Considerando el ganado vacuno y ovino con proyecto se requiere la siguiente dotación:



# AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

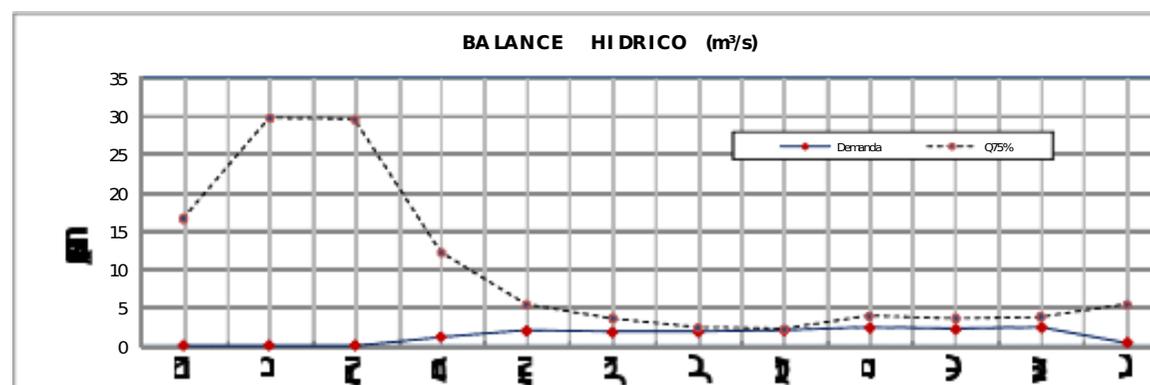
Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

*Demanda por Consumo Humano:* El cuadro siguiente muestra la demanda de agua total del proyecto, resultando un caudal de 2,50 m<sup>3</sup>/s con una mayor demanda en noviembre

SISTEMA	
RIEGO POR GRAVEDAD (2850 ha)	
Area Cultivada Mensual (ha)	
Requerimiento neto (mm, sobre	

El balance muestra que existe un caudal remanente de 160 l/s para el mes de agosto, a un nivel de persistencia del 75% de acuerdo a la distribución normal estándar, lo que constituye caudal ecológico.

MES	Oferta
	Caudal



## **AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.**

Av. Guzmán Blanco Nº 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

### **2.3 RECONOCIMIENTO DE CAMPO.**

#### **2.3.1. ASPECTOS GENERALES**

En cumplimiento del ítem 5.1.2 de los Términos de Referencia se realizó el reconocimiento de campo del área del estudio comprendiendo la cuenca alta del río Apurímac aguas arriba de la confluencia del río Salado.

El Jefe del estudio y los especialistas en hidrología, agrología y planeamiento hidráulico de la consultora participaron acompañados con profesionales del Gobierno Regional del Cusco y Arequipa así como un representante de los beneficiarios agrícolas de Espinar, en el recorrido del ámbito del estudio con la finalidad de tomar impresiones del área del ámbito del estudio, conocer en forma directa las áreas principalmente de pasturas, el estado de las mismas cuando cuentan y no cuentan con agua, los cursos de agua, ríos Apurímac, Quero, Sañu, Viscachani, Huayllumayo y otros cursos de agua menores, que por corresponder al período de estiaje descargaban muy poco agua, y conocer la infraestructura hidráulica construida y en construcción.

El recorrido también comprendió la cuenca del río Salado para apreciar el resultado de los proyectos en marcha del Gobierno Regional del Cusco desde que dicha cuenca es vecina al Apurímac.

Se reporta, sin comentario alguno, la información proporcionada vinculada a los suelos del área de aprovechamiento con riego de las pampas de Yauri, de las terrazas del valle alto del Apurímac en este sector y de la demanda consuntiva y no consuntiva del territorio y poblaciones de la zona de aprovechamiento.

Del ámbito del Gobierno Regional de Arequipa durante el recorrido se observaron las pasturas aprovechadas en las áreas de Pusa-Pusa, Hornillos Foto3, y de las terrazas altas del Apurímac, pero no se recibió información sobre su infraestructura hidráulica.

El tipo de vegetación natural dominante es el pajonal y césped de puna de estrato denso a semidenso, y cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche.

Se observaron Humedales, que podrían constituir reservorios de agua como se hacen artificialmente para bebederos, bordeando los riachuelos y pequeños manantiales.

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

**FOTO 03:** Desarrollo de la ganadería vacuna en la pampa de Pusa Pusa, área con pastos naturales para ganadería alto andina (auquénidos, ovinos y vacunos).



### 2.3.2. RECONOCIMIENTO EDAFOLÓGICO

En el trabajo de campo se recorrió el área potencial de aprovechamiento agrícola, tomándose muestras e identificando series que las caractericen.

#### IDENTIFICACIÓN DE SERIES DE SUELOS Y TOMA DE MUESTRAS

Con el mapa de suelos elaborado para el proyecto “Cañón del Apurímac” y las series de suelos identificadas en dicho estudio siguientes: Hancamayo; Manturca; Hatun Ayracollana; y CHisicata.

Se efectuó un recorrido edafológico con identificación de perfiles procediendo a la toma de muestras de suelos, enviadas luego al laboratorio de Suelos de la UNALM en Lima con los resultados de los análisis de caracterización que se acompañan. En el panel fotográfico adjunto se observan vistas panorámicas y perfiles de algunas de las calicatas.

### 2.3.3. DEMANDA POBLACIONAL

En lo referente al consumo humano en el área de intervención, la ciudad de Yauri es la más importante y en la actualidad hay racionamiento del agua en el área urbana, algunos establecimientos para suplir estos déficits utilizan agua del subsuelo mediante el bombeo. En el reconocimiento de campo se verificó que la disponibilidad de agua poblacional en la propia capital se ofrecía entre 1 a 2 horas al día.

## AGUA Y AGRO ASESORES ASOCIADOS S.A.C.

Av. Guzmán Blanco N° 240, Oficina 1003 - Lima  
Teléfonos 433-5246 - 433-3173

En la cuenca alta del Apurímac, aguas arriba de Angostura, se localiza la ciudad de Caylloma que tiene un abastecimiento hídrico suficiente del río Apurímac, incluso en sus afueras; aguas abajo funciona una minicentral hidroeléctrica cuyas aguas turbinadas retornan al río Apurímac.

### 2.3.4. APROVECHAMIENTOS AGRÍCOLAS

En las terrazas bajas cercanas a Caylloma, de las pampas de la Calera y Pusa Pusa hay numerosas acequias pequeñas que riegan pastos naturales y que tienen como fuente hídrica los ríos Apurímac y Hornillos. No existe evidencia de cultivo alguno. Todo el territorio está cubierto con pasturas naturales secas y húmedas (bofedales).

En el emplazamiento del reservorio de Angostura, no se aprecia obra alguna de aprovechamiento..

#### CAÑÓN DEL APURIMAC

Las áreas potenciales de riego del Proyecto Cañón del Apurímac, son tierras de pastos naturales, con rasgos de terrenos que fueron cultivados en campañas anteriores y que están cubiertas nuevamente de vegetación natural de ichu y chilliwa; se observaron áreas aisladas en barbecho reciente; en los bajíos o playas del Apurímac y del Oquero, se ven pequeñas áreas verdes de pasturas naturales, típicas de zonas húmedas producto de una napa freática elevada y en los terrenos más altos de estos bajíos, que tienen drenes en zanja, se observa el brotamiento de alfalfa saliendo de la dormancia. Se encuentran 3 pequeños aprovechamientos en operación, en tanto que están en construcción las obras de conducción del proyecto Cañón del Apurímac

Proyectos Aguas Abajo de la, Bocatoma de la Irrigación Cañón Apurímac.

Gobierno Regional del Cusco. Instituto de Manejo del Agua y Medio Ambiente.  
Dirección de Estudios y Proyectos en Gestión Ambiental. Octubre 2009

IRRIGAC.	FUENTE	SUPERF. (Has)	CAUDA L (M3/S)	COMUNIDAD	FAMILIAS	OBSERVACION.
Belén	Apurímac	350	0.35	Anansaya Ccollana	76	Sistema de riego existente
Cepillata	Apurímac	300	0.30	Hanccamayo	95	Sistema de riego existente
Challqui	Apurímac	200	0.20	Hatun Ayra Ccollana	120	Sistema de riego existente
TOTAL		850	0.85		291	