

# Conferencia Virtual

## Agua, conflictividad social y estudios de ingeniería

Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad (CEAB)  
Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para  
Proyectos (UNOPS)

## **Caso.**

***Estudio de Balance  
Hídrico de la  
Cuenca Alta del  
Río Apurímac,  
proyecto EBHICA,  
Perú.***

## **1. Aportes técnicos en un entorno de conflictividad social**

Por: *Dra. Eliana Ames*

## **2. Estudios de Ingeniería**

Por: *Ing. Carlos Martín Angelaccio*

## **3. Preguntas y respuestas.**

Moderador: *CEAB, UVG.*

# 1. Aportes técnicos en un entorno de conflictividad social



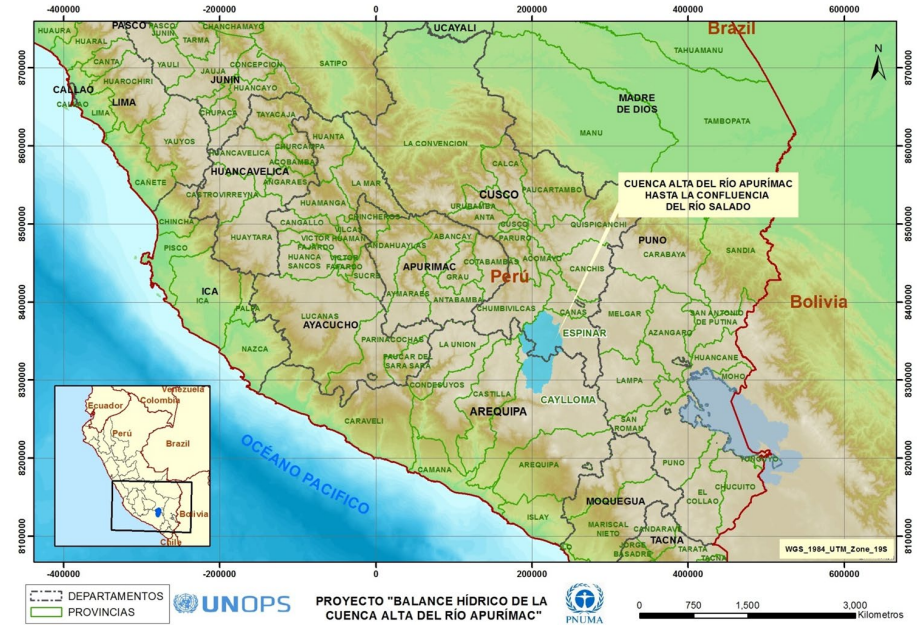
“Las afirmaciones que haré en esta conferencia, las hago a título personal en el marco de mi libertad de expresión y no comprometen de modo alguno a la institución en la cual presto servicios profesionales”

## **EBHICA: Estrategia de intervención**

- 1. Área de Intervención del proyecto**
- 2. Contexto institucional, legal y de conflictividad social**
- 3. Objetivos**
- 4. Naturaleza y bases del proyecto**
- 5. Componentes**
- 6. Resultados**



# 1. Área de intervención del proyecto



## 2. Contexto Institucional y legal en el Perú

### Marco institucional:

- Estructura política: Nacional, regional, provincial y distrital
- Autoridades:
  - **Nacional:** MINAGRI: Autoridad Nacional del Agua (ANA) y Administraciones Locales del Agua (ALA);
  - **Regional:** Gobiernos Regionales del Cusco (GRC) y Arequipa (GRA);
  - **Local:** Gobiernos provinciales del Cusco y Arequipa y Gobiernos distritales de Espinar y Caylloma.



## 2. Contexto Institucional y conflictividad social en el Perú

### Marco legal sobre los recursos hídricos:

- Amplio marco legal: 1902 “Código de Aguas”; 1969: Ley General de Aguas, modificada en 1980.
- **Ley de Recursos Hídricos (2009)**: Crea el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos a fin de conducir procesos de gestión integrada y de conservación de los recursos naturales, Reglamentada en el 2010.
- **Normas regionales 2007**: Cusco: “Declarar en situación de emergencia la Cuenca Alta del Río Apurímac”; Arequipa: “Declara como prioritario y utilidad regional el proyecto Majes Sigvas II”



## 2. Contexto Institucional y conflictividad social

### Contexto general de la conflictividad social:

- Cuenca alta del río Apurímac: Arequipa, desde hace 40 años, tiene proyectado la implementación del **Proyecto Majes-Siguas II**, proyecto agroindustrial. Incluye: construcción de una **represa** y la generación de energía mediante la construcción de **dos centrales hidroeléctricas**.
- Se desviará gran parte del cauce del río Apurímac hacia la región Arequipa, para irrigar más de **40 mil hectáreas** de tierras eriazas de las pampas de Siguas y Majes, dejando un caudal ecológico para el Cusco.

## 2. Contexto Institucional y conflictividad social

### Contexto general:

- **2010:** Se generó un conflicto social en ambas regiones, debido al desvío de gran parte del cauce del río Apurímac hacia la región Arequipa. Esto exasperó a la población de Espinar (Cusco), realizando movilizaciones masivas, denuncias en el poder judicial, exigiendo la paralización de la obra.
- **Arequipa,** considera que el proyecto Majes Siguanas II, va a generar beneficios a nivel nacional dando una oportunidad laboral y mejoras en los ingresos del poblador del sur, así como la mejora de la agricultura de exportación.

## 2. Contexto Institucional y conflictividad social

### Marco general de la conflictividad social:

- **Cusco:** la aprobación del Proyecto Majes Siguan II no cumplió con la normatividad, ignorando aspectos como el balance hídrico y el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
- Proyecto paralizado que llegó al pronunciamiento del Tribunal Constitucional de Perú (8/11/2011): “ordenó la realización de un **nuevo y definitivo estudio técnico integral de afianzamiento hídrico**. Dicho estudio estará a cargo de la ANA, en coordinación estrecha con las autoridades regionales”.

## 2. Antecedentes del proyecto

- **2009:** **Convenio entre ANA y GRC y GRA** realizar estudios técnicos, a fin de analizar la oferta y demanda de la cuenca del río Apurímac al río Salado (**desestimados**).
- **Feb. 2012:** **ANA y UNOPS: Convenio de Cooperación**, a fin de desarrollar estudios técnicos (balance hídrico, afianzamiento hídrico, diagnósticos de cuencas, otros).
- **Set. 2012:** **Implementando la sentencia del Tribunal Constitucional (TC):** ANA y UNOPS firman convenio para la elaboración del “Nuevo y Definitivo Estudio de Balance Hídrico Integral – Cuenca Alta del Río Apurímac hasta la confluencia con el Río Salado” (Proyecto EBHICA)

## 3. Objetivos del proyecto

### Objetivo General

Elaborar un **“Nuevo y Definitivo Estudio Técnico de Balance Hídrico Integral”** de acuerdo a lo dispuesto por el Tribunal Constitucional, y en concordancia con los Términos de Referencia elaborados por el Grupo Técnico del Órgano Tripartito (PCM, GRC y GRA).



## 3. Objetivos del proyecto

### Objetivos específicos

- Cuantificar la producción de la cuenca del río Apurímac desde sus nacientes hasta la confluencia con el río Salado, determinando los recursos hídricos superficiales disponibles en el ámbito de estudio.
- Evaluar las demandas actuales y futuras de dicho recurso con base en los requerimientos planteados por los GR de Cusco y Arequipa.
- Determinar el balance hídrico mensual y anual en la situación actual de la cuenca y escenarios futuros de oferta regulada y demandas viables para el mismo ámbito.



## 4. Naturaleza y bases del proyecto

- Proyecto de asistencia técnica entre Nov. 2012 a Set. 2013.
- **Realizado por UNOPS:**  
**Equipo de Estudio: 17 especialistas:** Perú, Argentina, Alemania, Italia, España, Colombia, Costa Rica, Cuba y Venezuela: Jefe de estudio; especialistas, profesionales de apoyo, esp. legal ambiental y control de calidad  
**Equipo de Comunicación: 5 colaboradores**



## 4. Naturaleza y bases del proyecto

- **Supervisión:** Equipo de **ONU Ambiente**
- **Grupo de Trabajo de Seguimiento del Proyecto:** PCM (Oficina Nacional de Diálogo y Sostenibilidad - ONDS), GRC y GRA
- **Comité Directivo del Proyecto:** UNOPS, ONU-Ambiente y ANA
- **Órgano Tripartito:** PCM (Primer Ministro) - Presidente del GR Cusco - Presidente del GR Arequipa



## 5. Componentes del proyecto



**CI. Estudio de Balance Hídrico**

**CII. Supervisión técnica del Estudio**

**CIII. Comunicación, Información, Participación**

## 5. Componentes: I. Balance Hídrico

### Componente I: Estudio de Balance Hídrico

**Marco legal:** Determinar el marco jurídico y evaluación del marco institucional

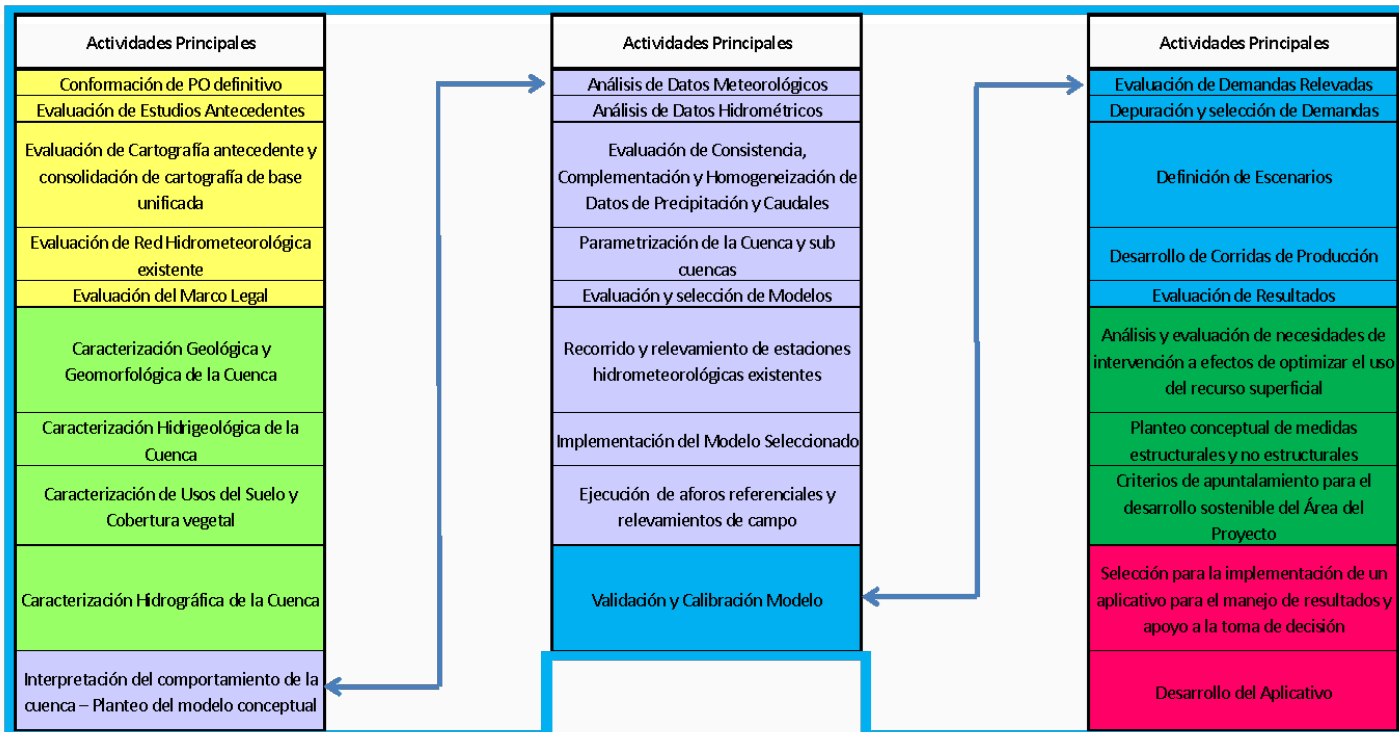
**Evaluación de antecedentes y estudios previos:** Información secundaria (plazos) y evaluación de antecedentes, para proceder a conformar el Plan Operativo (PO) el cual fue propuesto a la aprobación del Comité de Dirección del Proyecto (CDP)



# 5. Componentes: I. Balance Hídrico

## Componente I: Estudio de Balance Hídrico

### Estructura del Proyecto





## 5. Componentes: II. Supervisión

### Componente II: Supervisión técnica del Estudio

3 instancias de Supervisión y Seguimiento del Estudio:

- a. Jefe de Supervisión (JS)
- a. Comité Técnico de Supervisión (CTS)
- a. Comité de Seguimiento (CS)





## 5. Componentes: II. Supervisión

- a. **Jefe de Supervisión:** Validación de la metodología; comunicación con el Comité de Seguimiento; preparar informes periódicos; revisión de avances del estudio.
  
- a. **Comité Técnico de Supervisión:** Realizar reportes periódicos de la Supervisión; visitas de inspección; formular recomendaciones técnicas al Equipo y al CDP; **otorga su no-objeción** al Informe Final, antes de la entrega oficial al Gobierno.
  
- b. **Comité de Seguimiento:** ANA, GRC y GRA. Recibir informes de avances e informe final, reuniones periódicas.

## 5. Componentes: III. Comunicación y diálogo

### Acciones realizadas:

1. Fortalecer las comunicaciones Internas entre las entidades participantes
2. Facilitación del proceso de participación de las comunidades locales, autoridades e instituciones.
3. Campaña educativa y de información.



## 5. Componentes: III. Comunicación y diálogo

### 5.1. Comunicaciones Internas

Estrategia de Comunicación y planes locales de comunicación.

**Equipo:** 7 personas: comunicadores, antropólogo, movilizadores locales en campo

**Oficinas de enlace y punto de información:** 3 oficinas



### 5.2. Facilitación del proceso de participación:

Línea social de base; herramientas y productos (video, impresos; material de capacitación, radio y TV local) a fin de generar espacios de diálogo.

## 5. Componentes: III. Comunicación y diálogo

### 5.3. Campaña Educativa EBHICA

#### Serie radial. “Conociendo Juntos a EBHICA”

- Emisión a través de **nueve** (9) radios rurales y dos (2) canales de televisión local.
- Divulgación de programas radiales en versiones quechua y castellano.
- **945 emisiones mensuales**, con cobertura en el 100 % de la cuenca alta del río Apurímac.



# 5. Componentes: III. Comunicación y diálogo

## 5.3. Campaña Educativa EBHICA

### Materiales de capacitación:

- Adaptados a las comunidades.
- Contenidos trabajados con los especialistas del proyecto y validados con las poblaciones (afiches, cartilla educativa, programas radiales).
- Ubicados en lugares públicos, edificios, instalaciones, tiendas, escuelas.
- Actores locales e instituciones colaboraron en su divulgación.



## 5. Componentes: III. Comunicación y diálogo

### 5.4. Gestión de la Información

#### Sitio Oficial de Información

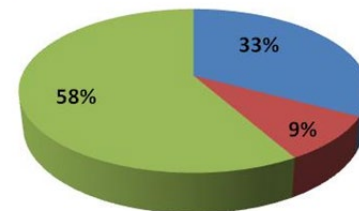
Sitio web: [www.balancehidrico.org/cuencarioapurimac](http://www.balancehidrico.org/cuencarioapurimac)

**Newsletter:** Publicación de avances del proyecto EBHICA, distribuidas a un directorio con 2000 emails.

**Relación con medios de comunicación y periodistas locales**  
Seguimiento y gestión de **noticias** publicadas en medios de comunicación.



■ Noticias con mensajes a favor de EBHICA  
■ Noticias en contra de EBHICA  
■ Noticias con mensajes neutrales





## 5. Componentes: III. Comunicación y diálogo

### 5.5. Gestión Interinstitucional

- **52 reuniones** de coordinación con autoridades regionales, entidades técnicas, representantes del poder ejecutivo, congresistas y medios de comunicación.
- **Encuentros con autoridades locales** de Espinar y Caylloma, líderes campesinos, gobernadores locales, regantes.
- **Eventos** con entidades de la sociedad civil y ONGs de Lima, Cusco y Arequipa



# 6. Innovación en el proceso de implementación



## 7. Asegurando Valores

Comprometiendo equipos técnicos altamente capacitados

Asegurando la imparcialidad

Garantizando en todo momento la transparencia

Recomendaciones orientadas a una implementación técnica y realista

Promoviendo la comunicación y generación de capacidades

# 2. Estudios de Ingeniería: Balance Hídrico, modelamiento de cuencas, otros.

## COMPONENTE I: Balance Hídrico y Modelo de Gestión

Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), GR Arequipa y GR Cusco solicitaron a UNOPS la realización del proyecto. A solicitud de PCM, la ANA firmó un Convenio de Cooperación con UNOPS para desarrollar el proyecto. (antecedentes de conflicto entre GR A y GR C)

## OBJETIVO GENERAL

Elaborar un **“Nuevo y Definitivo Estudio Técnico de Balance Hídrico Integral”** de acuerdo a lo **dispuesto por el Tribunal Constitucional**, y en concordancia con los Términos de Referencia elaborados por el Grupo Técnico del Órgano Tripartito (PCM, GR A, GR C).



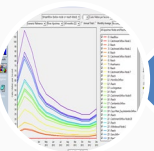
## Objetivos Específicos



Cuantificar la producción de la cuenca del río Apurímac desde sus nacientes hasta la confluencia con el río Salado (\*), determinando los recursos hídricos superficiales (\*) disponibles en el ámbito de estudio

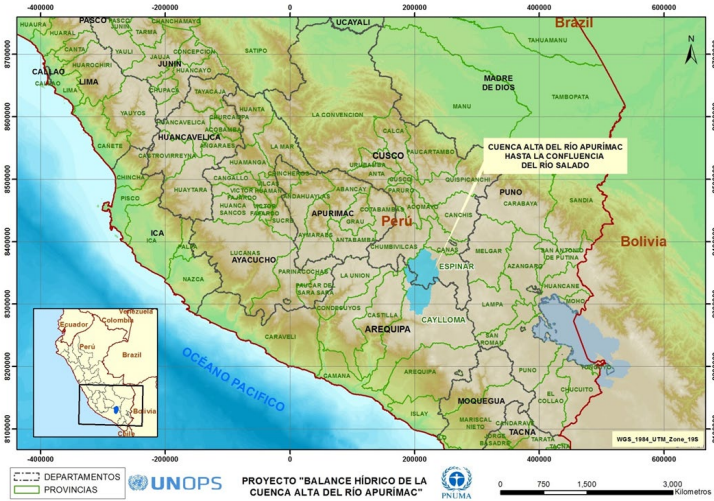


Evaluar las demandas actuales y futuras de dicho recurso en base a los requerimientos planteados por los Gobiernos Regionales de Cusco y Arequipa.



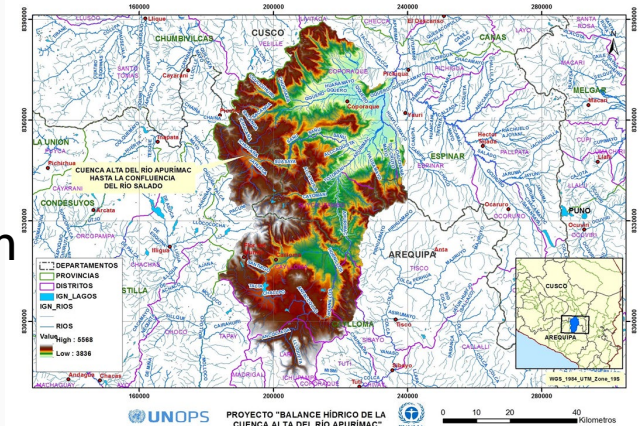
Determinar el balance hídrico con paso mensual y rango anual en la situación actual de la cuenca y los escenarios futuros de oferta regulada y demandas viables para el mismo ámbito.

## Ámbito del Estudio

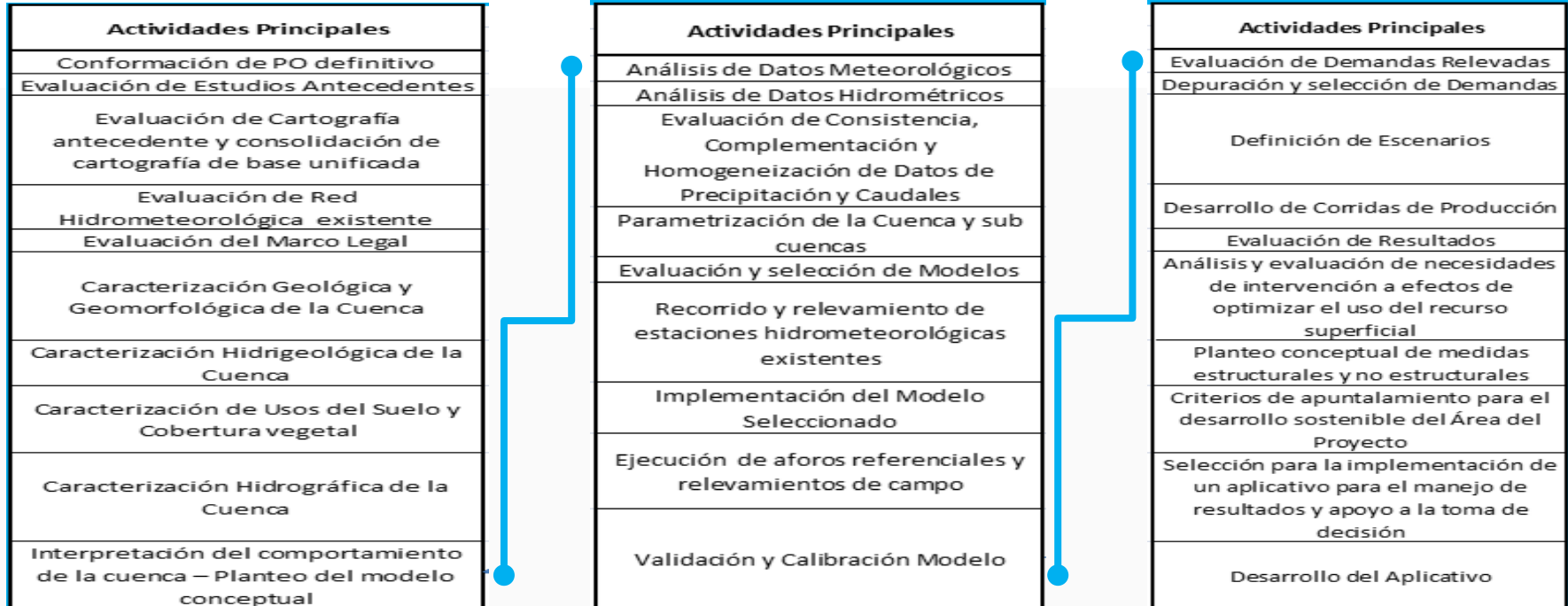


Sup.: 3,840 km<sup>2</sup>

Altura: 3,836/5,568 m



## Estructura del Proyecto



## Estructura del Proyecto

Actividades Principales
Conformación de PO definitivo
Evaluación de Estudios Antecedentes
Evaluación de Cartografía antecedente y consolidación de cartografía de base unificada
Evaluación de Red Hidrometeorológica existente
Evaluación del Marco Legal
Caracterización Geológica y Geomorfológica de la Cuenca
Caracterización Hidrogeológica de la Cuenca
Caracterización de Usos del Suelo y Cobertura vegetal
Caracterización Hidrográfica de la Cuenca
Interpretación del comportamiento de la cuenca – Planteo del modelo conceptual

Definición del abordaje técnico del estudio

Evaluación de balances precedentes + información general

### Desarrollo de sistema GIS

Integrar y organizar la **información cartográfica** y datos asociados en un entorno base de datos geo-relacional.

Mejorar el **conocimiento territorial** del ámbito de actuación.

Generar un **visualizador de consulta**.

Automatizar la **caracterización de la cuenca** (morfológico, hidrológico, hidrogeológico, geológico, social, ambiental, geomorfológico, edafológico, climatológico, etc).

Sistematizar el **trabajo del campo**.

Volcado de **datos gráficos y alfanuméricos** para el modelo.

Representar temáticamente los resultados del **modelo**, del mapa de actores, etc..

Presentar de forma interactiva los **resultados** del proyecto



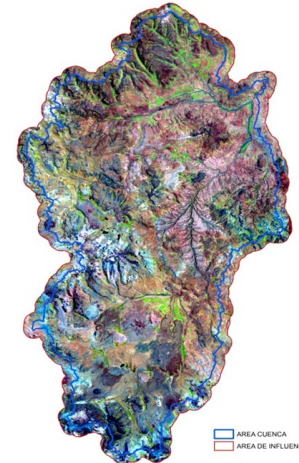
## Estructura del Proyecto

Actividades Principales
Conformación de PO definitivo
Evaluación de Estudios Antecedentes
Evaluación de Cartografía antecedente y consolidación de cartografía de base unificada
Evaluación de Red Hidrometeorológica existente
Evaluación del Marco Legal
Caracterización Geológica y Geomorfológica de la Cuenca
Caracterización Hidrogeológica de la Cuenca
Caracterización de Usos del Suelo y Cobertura vegetal
Caracterización Hidrográfica de la Cuenca
Interpretación del comportamiento de la cuenca – Planteo del modelo conceptual

Identificación de **Estaciones terrestres**, y complementación con bases globales (NASA del TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission))

Evaluación del **marco normativo** en relación a la gestión de RRHH

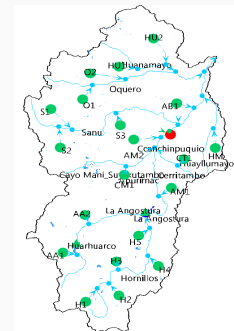
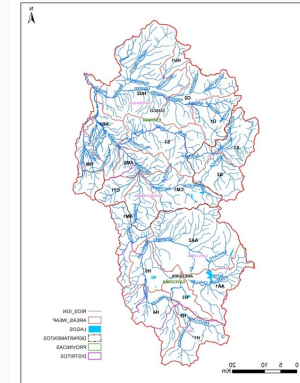
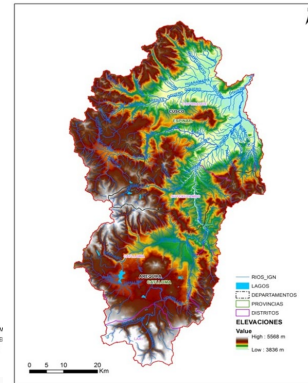
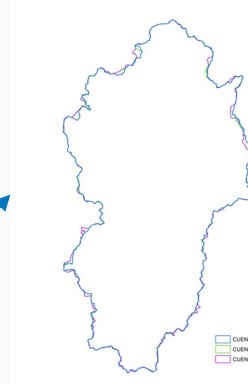
**Unidades cartográficas** definidas.  
 Reconocimiento de formaciones geológicas y materiales parentales.  
 Geomorfología  
**Inventario y clasificación de suelos:**  
 Interpretación de imágenes de satélite LANDSAT\_5, Clasificación supervisada, delimitando patrones de acuerdo a los niveles de reflectancia que representan clases de suelos y tipos de uso actual.



## Estructura del Proyecto

<b>Actividades Principales</b>
Conformación de PO definitivo
<b>Evaluación de Estudios Antecedentes</b>
Evaluación de Cartografía antecedente y consolidación de cartografía de base unificada
Evaluación de Red Hidrometeorológica existente
Evaluación del Marco Legal
Caracterización Geológica y Geomorfológica de la Cuenca
Caracterización Hidrogeológica de la Cuenca
Caracterización de Usos del Suelo y Cobertura vegetal
Caracterización Hidrográfica de la Cuenca
Interpretación del comportamiento de la cuenca – Planteo del modelo conceptual

Comparación cuantitativa de superficie: cuencas ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model) y (Shuttle Radar Topography Mission) con IGN variación menor del 1% □ Modelo Digital de Terreno, Límites de Cuenca y clasificación de Subcuencas (Pfastetter)

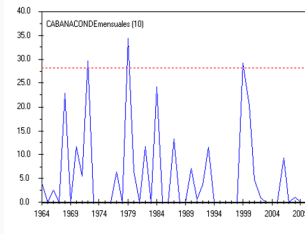


## Estructura del Proyecto

Actividades Principales
Análisis de Datos Meteorológicos
Análisis de Datos Hidrométricos
Evaluación de Consistencia, Complementación y Homogeneización de Datos de Precipitación y Caudales
Parametrización de la Cuenca y subcuencas
Evaluación y selección de Modelos
Recorrido y relevamiento de estaciones hidrometeorológicas existentes
Implementación del Modelo Seleccionado
Ejecución de aforos referenciales y relevamientos de campo
Validación y Calibración Modelo

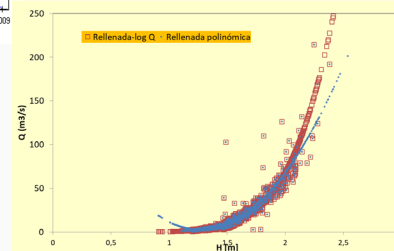
Estudio de cada serie: estadística básica, control de outliers y datos extremos en serie mensual y anual.

Control de la homogeneidad: conformación de una serie de referencia y aplicación del test de Alexanderson (sobre la serie anual)



Estadístico del test  
Nivel de confianza

n	90%	95%
10	5.05	5.70
20	6.10	6.95
40	7.00	8.10
60	7.40	8.65
80	7.70	8.95
100	7.85	9.15
150	8.05	9.35
200	8.20	9.55
250	8.35	9.70



## Estructura del Proyecto

<b>Actividades Principales</b>
<b>Análisis de Datos Meteorológicos</b>
<b>Análisis de Datos Hidrométricos</b>
<b>Evaluación de Consistencia, Complementación y Homogeneización de Datos de Precipitación y Caudales</b>
<b>Parametrización de la Cuenca y sub cuencas</b>
<b>Evaluación y selección de Modelos</b>
<b>Recorrido y relevamiento de estaciones hidrometeorológicas existentes</b>
<b>Implementación del Modelo Seleccionado</b>
<b>Ejecución de aforos referenciales y relevamientos de campo</b>
<b>Validación y Calibración Modelo</b>



Modelo	Características operativas	Procesos físicos	Interfaz gráfica	Vinculación con otros modelos	Soporte
<b>AQUATOOL (7)</b>	Modelo agregado	Completo	Buena	Limitada	Mediano
<b>HEC-HMS (5)</b>	Modelo de eventos, distribuido	Bastante completo	Buena (externa)	Limitada	Mediano
<b>HEC-ResSIM (6)</b>	Modelo agregado	Bastante completo	Buena	Limitada	Mediano
<b>MIKE SHE (7)</b>	Modelo distribuido	Completo	Excelente	Buena	Bajo
<b>RiverWare (7)</b>	Modelo agregado	Completo	Buena	Buena	Bajo
<b>WEAP (9)</b>	Modelo agregado	Completo	Muy buena	MOD-FLOW	Alto
<b>WMS (8)</b>	Modelo de eventos	Completo	Excelente	Buena	Bajo



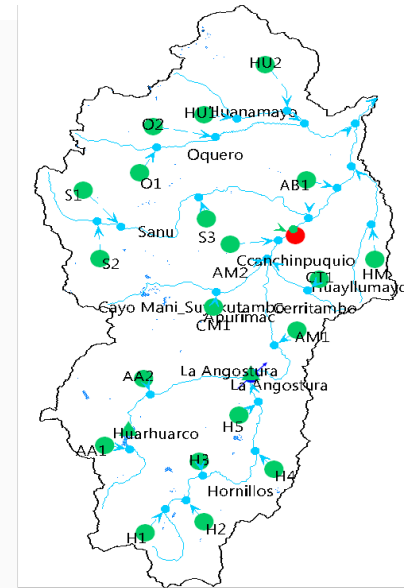
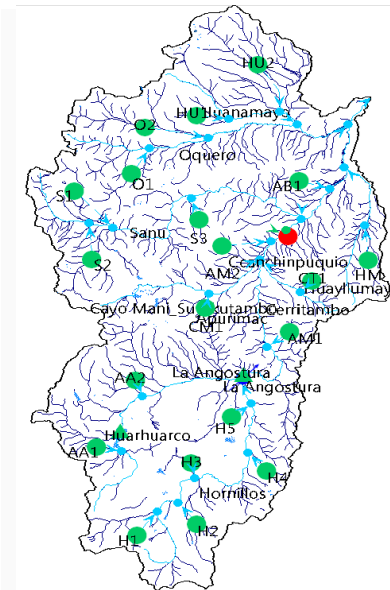
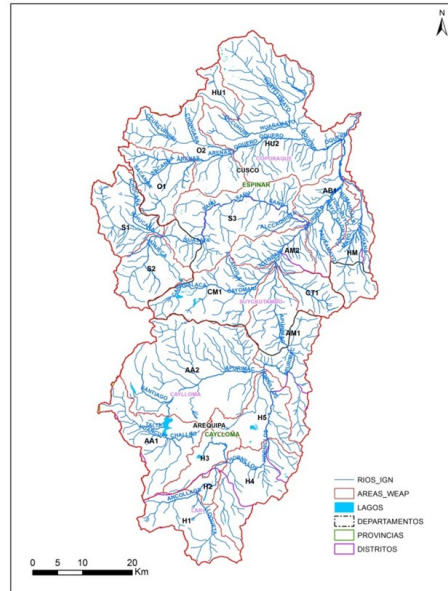
## Estructura del Proyecto

Actividades Principales
Análisis de Datos Meteorológicos
Análisis de Datos Hidrométricos
Evaluación de Consistencia, Complementación y Homogeneización de Datos de Precipitación y Caudales
Parametrización de la Cuenca y subcuencas
Evaluación y selección de Modelos
Recorrido y relevamiento de estaciones hidrometeorológicas existentes
Implementación del Modelo Seleccionado
Ejecución de aforos referenciales y relevamientos de campo
Validación y Calibración Modelo



## Estructura del Proyecto

<b>Actividades Principales</b>
Análisis de Datos Meteorológicos
Análisis de Datos Hidrométricos
Evaluación de Consistencia, Complementación y Homogeneización de Datos de Precipitación y Caudales
Parametrización de la Cuenca y sub cuencas
Evaluación y selección de Modelos
Recorrido y relevamiento de estaciones hidrometeorológicas existentes
Implementación del Modelo Seleccionado
Ejecución de aforos referenciales y relevamientos de campo
Validación y Calibración Modelo



## Estructura del Proyecto

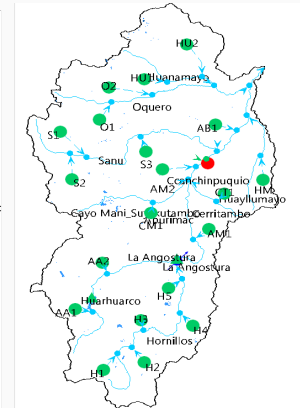
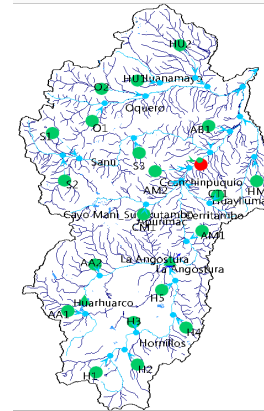
Actividades Principales
Análisis de Datos Meteorológicos
Análisis de Datos Hidrométricos
Evaluación de Consistencia, Complementación y Homogeneización de Datos de Precipitación y Caudales
Parametrización de la Cuenca y sub cuencas
Evaluación y selección de Modelos
Recorrido y relevamiento de estaciones hidrometeorológicas existentes
Implementación del Modelo Seleccionado
Ejecución de aforos referenciales y relevamientos de campo
Validación y Calibración Modelo



Tabla 11.1 – Detalle de las áreas de los catchments

Sub-cuenca	Nombre del catchment	Área en km <sup>2</sup> (*)
Hornillos	H1 (1)	162,2
	H2 (2)	29,6
	H3 (3)	78,0
	H4 (4)	204,3
	H5 (5)	147,1
Alto Apurímac	AA1 (6)	204,0
	AA2 (7)	463,9
Apurímac Medio	AM1 (8)	257,1
	AM2 (9)	110,1
Cayo Mani-Suyckutambo	CM1 (10)	204,4
	Cerritambo	CT1 (11)
Sañu	S1 (12)	151,8
	S2 (13)	140,9
	S3 (14)	320,0
Apurímac Bajo	AB1 (15)	185,9
	Huayllumayo	HM1 (16)
Oquero	O1 (17)	145,4
	O2 (18)	217,3
Huanamayo	HU1 (19)	54,4
	HU2 (20)	521,9

(\*) AREA WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_19S



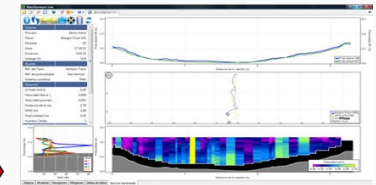
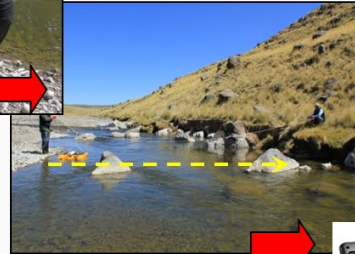
## Estructura del Proyecto

Actividades Principales
Análisis de Datos Meteorológicos
Análisis de Datos Hidrométricos
Evaluación de Consistencia, Complementación y Homogeneización de Datos de Precipitación y Caudales
Parametrización de la Cuenca y sub cuencas
Evaluación y selección de Modelos
Recorrido y relevamiento de estaciones hidrometeorológicas existentes
Implementación del Modelo Seleccionado
Ejecución de aforos referenciales y relevamientos de campo
Validación y Calibración Modelo



### Instrumento

Perfilador de Corriente Acústico Doppler (ADP) "River Surveyour M9" - YSI/Sontek





## Estructura del Proyecto

<b>Actividades Principales</b>
Análisis de Datos Meteorológicos
Análisis de Datos Hidrométricos
Evaluación de Consistencia, Complementación y Homogeneización de Datos de Precipitación y Caudales
Parametrización de la Cuenca y sub cuencas
Evaluación y selección de Modelos
Recorrido y relevamiento de estaciones hidrometeorológicas existentes
Implementación del Modelo Seleccionado
Ejecución de aforos referenciales y relevamientos de campo
Validación y Calibración Modelo

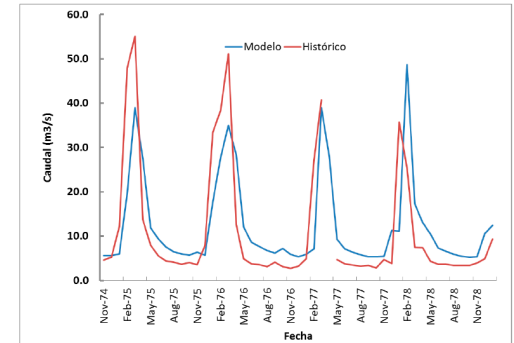
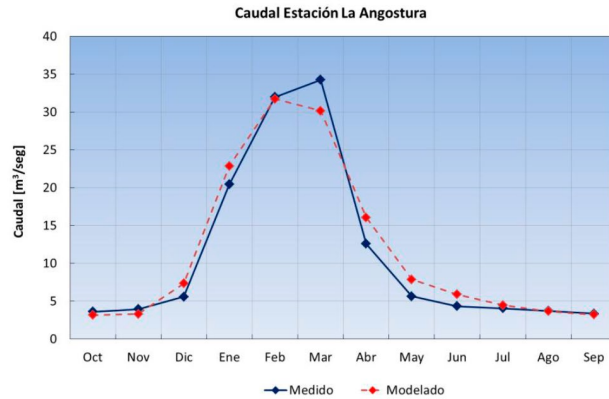


Figura 14.12 – Comparación entre caudales "medidos" y calculados para el periodo 1975-1978.

## Estructura del Proyecto

Actividades Principales
Evaluación de Demandas Relevadas Depuración y selección de Demandas
Definición de Escenarios
Desarrollo de Corridos de Producción
Evaluación de Resultados Análisis y evaluación de necesidades de intervención a efectos de optimizar el uso del recurso superficial
Planteo conceptual de medidas estructurales y no estructurales
Criterios de apuntalamiento para el desarrollo sostenible del Área del Proyecto
Selección para la implementación de un aplicativo para el manejo de resultados y apoyo a la toma de decisión
Desarrollo del Aplicativo

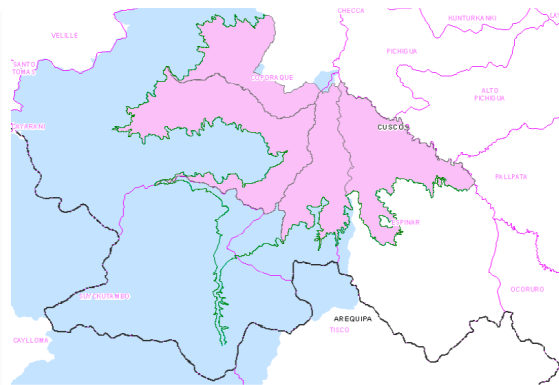


Figura 15.1 - Áreas con demanda para riego (color rosado, Cusco) (Fuente: Información digitalizada, entregada por GORE Cusco el 10/7/2013)

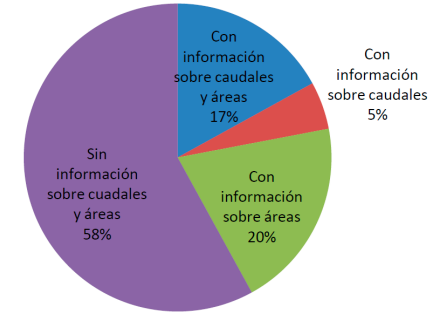
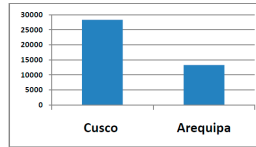


Figura 15.2 - Información sobre caudales y áreas de riego para 65 proyectos agrarios (Fuente: Información entregada por GORE Cusco el 04/07/2013)



ETO = 2.9 mm/día, Pe = 471 mm ETO = 5.4 mm/día, Pe = 8.7 mm

Figura 15.6 - Comparación de las dotaciones medias para riego planteadas por los Gobiernos Regionales (m³/ha/año)

## Estructura del Proyecto

<b>Actividades Principales</b>
Evaluación de Demandas Relevadas
Depuración y selección de Demandas
Definición de Escenarios
Desarrollo de Corridos de Producción
Evaluación de Resultados
Análisis y evaluación de necesidades de intervención a efectos de optimizar el uso del recurso superficial
Planteo conceptual de medidas estructurales y no estructurales
Criterios de apuntalamiento para el desarrollo sostenible del Área del Proyecto
Selección para la implementación de un aplicativo para el manejo de resultados y apoyo a la toma de decisión
Desarrollo del Aplicativo



Tabla 16.3 – Resumen de escenarios, sub escenarios y corridas

	ESCENARIO	SUB ESCENARIO	CORRIDA	ANGOSTURA	%DEMANDA ACTUAL	%DEMANDA FUTURA	%DERIVACIÓN COLACA	AÑO HIDROLÓGICO
1	1	1.1	1.1.1	NO	100	0	0	SECO
2			1.1.2	NO	100	0	0	MEDIO
3			1.1.3	NO	100	0	0	HÚMEDO
4		1.2	1.2.1	NO	(100+)	100	0	SECO
5			1.2.2	NO	(100+)	100	0	MEDIO
6			1.2.3	NO	(100+)	100	0	HÚMEDO
7	2	2.1	2.1.1	SI	100	0	0	SECO
8			2.1.2	SI	100	0	0	MEDIO
9			2.1.3	SI	100	0	0	HÚMEDO
10		2.2	2.2.1	SI	(100+)	100	0	SECO
11			2.2.2	SI	(100+)	100	0	MEDIO
12			2.2.3	SI	(100+)	100	0	HÚMEDO
13	3	3.1	3.1.1	SI	100	0	100	SECO
14			3.1.2	SI	100	0	100	MEDIO
15			3.1.3	SI	100	0	100	HÚMEDO
16		3.2	3.2.1	SI	(100+)	100	100	SECO
17			3.2.2	SI	(100+)	100	100	MEDIO
18			3.2.3	SI	(100+)	100	100	HÚMEDO
19	4	4.1	4.1.1	SI	100	0	75	SECO
20			4.1.2	SI	100	0	75	MEDIO
21			4.1.3	SI	100	0	75	HÚMEDO
22		4.2	4.2.1	SI	(100+)	100	75	SECO
23			4.2.2	SI	(100+)	100	75	MEDIO
24			4.2.3	SI	(100+)	100	75	HÚMEDO
25	5	5.1	5.1.1	SI	100	0	60	SECO
26			5.1.2	SI	100	0	60	MEDIO
27			5.1.3	SI	100	0	60	HÚMEDO
28		5.2	5.2.1	SI	(100+)	100	60	SECO
29			5.2.2	SI	(100+)	100	60	MEDIO







## Conclusiones

Algunas de las condiciones no se pudieron materializar:

- La entrega demorada de las demandas hídricas.
- la imposibilidad para el equipo técnico de llevar a cabo aforos en una parte de la cuenca

El Estudio elaboró dos escenarios de balance hídrico:

- (i) La respuesta de la cuenca en las condiciones actuales y en condiciones de demanda actual y futura.
- (ii) El río regulado, con demandas actuales y futuras que incluyen el trasvase de agua requerido para atender la demanda hídrica de la región de Arequipa.

## Conclusiones

### Escenario 1 (situación actual )

- Las demandas actuales de la cuenca en la provincia de Espinar son actualmente satisfechas **en su totalidad**, incluyendo años secos.
- En las condiciones actuales el **47 % de la producción total de agua** de la cuenca disponible durante años medios actualmente no se utiliza y se vierte por los cursos aguas abajo del Apurímac en el Océano Atlántico. **362,8 MMC** de agua no son aprovechados.
- En el mismo escenario sin regulación del embalse de Presa Angostura, **las demandas futuras estarían completamente satisfechas en todas las condiciones hidrológicas**.

La situación se mantiene a expensas de que importantes tramos del cauce principal y sus tributarios permanezcan con caudales mínimos en los meses de mayor escasez.

## Conclusiones

### Escenario 2: cuenca regulada por la presa, sin el trasvase, sin derivación

- Las demandas actuales de la cuenca en el sector medio e inferior, en la provincia de Espinar son completamente satisfechas para todas las condiciones hidrológicas, incluso la de años secos.

### Escenario3: cuenca regulada por la presa, con el transvase y con derivación

- Las demandas actuales de la cuenca en el sector medio e inferior, jurisdicción de la provincia de Espinar, así como la demanda de derivación al Colca, son completamente satisfechas para todas las condiciones hidrológicas consideradas, incluso la de años secos para las condiciones del embalse analizadas.



## Conclusiones

- Según los resultados: **una sucesión de escenarios hidrológicos de escasez** –dos o tres años secos– llevaría al paulatino vaciado del embalse hasta afrontar situaciones en las cuales ya no podría ser atendida la descarga que satisfaga todas las demandas futuras de Cusco y Arequipa.
- Esta situación se vuelve más crítica cuando **la operación del embalse se inicia con cotas menores** que la correspondiente a nivel máximo normal (4.214 m).
- Es fundamental definir con anterioridad los criterios de uso y repartición del agua, a través de una **Autoridad mancomunada de Cuenca** entre ambas regiones.



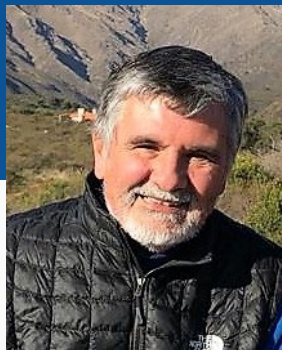
# ¡Muchas gracias!



**Dra. Eliana  
Ames**

Contacto:

[eames@oefa.Gob.pe](mailto:eames@oefa.Gob.pe)



**Ing. Carlos Martín  
Angelaccio**

Contacto:

[carlosmartinA@unops.org](mailto:carlosmartinA@unops.org)

**UNOPS en  
Guatemala**

Contacto:

[comunicaciones.gtoc@unops.org](mailto:comunicaciones.gtoc@unops.org)