



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú -SENAMHI



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

TALLER SISTEMA GUIA PARA CRECIDAS REPENTINAS
AMERICA DEL SUR – ASOCIACIÓN REGIONAL III OMM

INICIATIVA PARA LA PREDICCIÓN DE CRECIDAS



World
Meteorological
Organization

Por: JUAN JULIO ORDOÑEZ GÁLVEZ
HECTOR ALBERTO VERA AREVALO

- Santiago de Chile
- Octubre - 2011





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú -SENAMHI



CONTENIDO

1. *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI*
2. *Red de monitoreo*
3. *Sistemas de Monitoreo*
4. *Responsabilidades en la predicción de crecidas repentinas*





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

El SENAMHI es un organismo público ejecutor del Sector Ambiente, con personería jurídica de derecho público interno y autonomía técnica, administrativa y económica.



DECRETO LEY 17532 (25-MAR-1969) y
DECRETO LEGISLATIVO Nº 1013 (14.05.2008)

MISION

Conducir las actividades meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas y ambientales del país; participar en la vigilancia atmosférica mundial y prestar servicios especializados, para contribuir al desarrollo sostenible, la seguridad y el bienestar nacional.

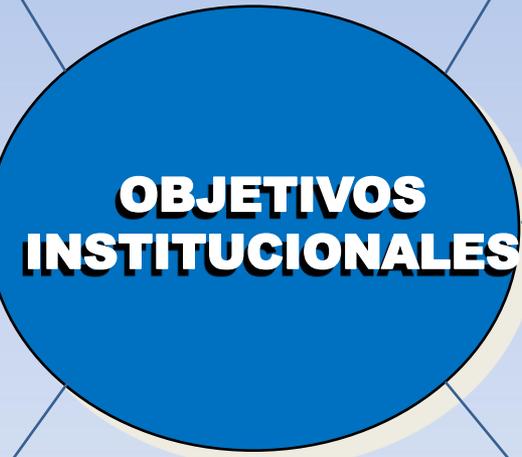
VISION

Ser una institución fuertemente posicionada en el entorno meteorológico, hidrológico, agrometeorológico y ambiental, con tecnología de avanzada y recursos humanos competentes para generar productos y servicios que faciliten las decisiones en los planes de prevención y desarrollo económico sostenible.





OBJETIVOS DEL SENAMHI (2007 - 2011)



PRONOSTICOS, BOLETINES, ALERTAS, AVISOS

DESARROLLAR UN SISTEMA PRODUCTO-USUARIO DE ENTREGA EFICIENTE DE SERVICIOS

MODELOS NUMÉRICOS, ESTADISTICA E INFORMÁTICA

MEJORAR LA CAPACIDAD E INNOVACION TECNOLOGICA INSTITUCIONAL

ESTUDIOS DE APLICACIÓN, CURSOS DE CAPACITACIÓN

INVESTIGACIONES Y DESARROLLO MEJORANDO LA CAPACITACIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS.

CONVENIOS, PROYECTOS, COMISIONES TECNICAS

FORTALECER AL SENAMHI EN EL CAMPO HIDRO-AGRO-METEOROLOGICO Y AMBIENTAL

SISTEMAS ADMINISTRATIVOS

MEJORAR LA GESTIÓN INSTITUCIONAL

RED NACIONAL DE ESTACIONES HIDROMETEOROL.

MODERNIZAR / OPTIMIZAR LA RED HIDRO-AGRO-METEOROLÓGICA Y AMBIENTAL A NIVEL NACIONAL





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI



RED DE MONITOREO

Las red de monitoreo hidrológico actualmente en funcionamiento en el país, ha sido modernizada con estaciones automáticas.

DIRECCION REGIONAL		Nº ESTACIONES				RADIO VIENTO SONDA	Total x Dirección
		Convencionales			Automáticas		
		S	C	TOTAL			
DRE-1	PIURA	33	14	47	9	1	57
DRE-2	LAMBAYEQUE	54	10	64	4		68
DRE-3	CAJAMARCA	37	8	45	9		54
DRE-4	LIMA	103	12	115	23		138
DRE-5	ICA	53	3	56	6		62
DRE-6	AREQUIPA	53	2	55	6		61
DRE-7	TACNA	39	1	40	3		43
DRE-8	LORETO	49	5	54	8	1	63
DRE-9	SAN MARTIN	43	3	46	2		48
DRE-10	HUÁNUCO	24	2	26	4		30
DRE-11	JUNÍN	38	5	43	5		48
DRE-12	CUSCO	43	2	45	9	1	55
DRE-13	PUNO	60	0	60	4		64
TOTAL		629	67	686	92	3	781



Est. CO Canta



Pte. Magdalena

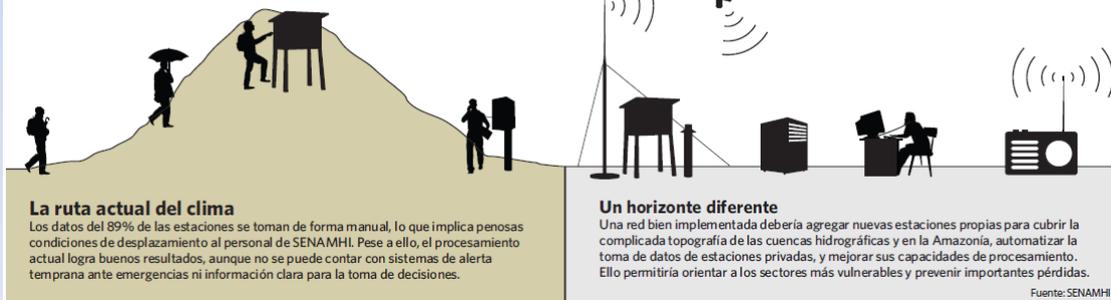


Pte. Ñacara

781 estaciones en total



Plu. Matapalo





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú -SENAMHI



SISTEMA DE MONITOREO METEOROLÓGICO





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú -SENAMHI



SISTEMA DE MONITOREO HIDROLOGICO



PERÚ

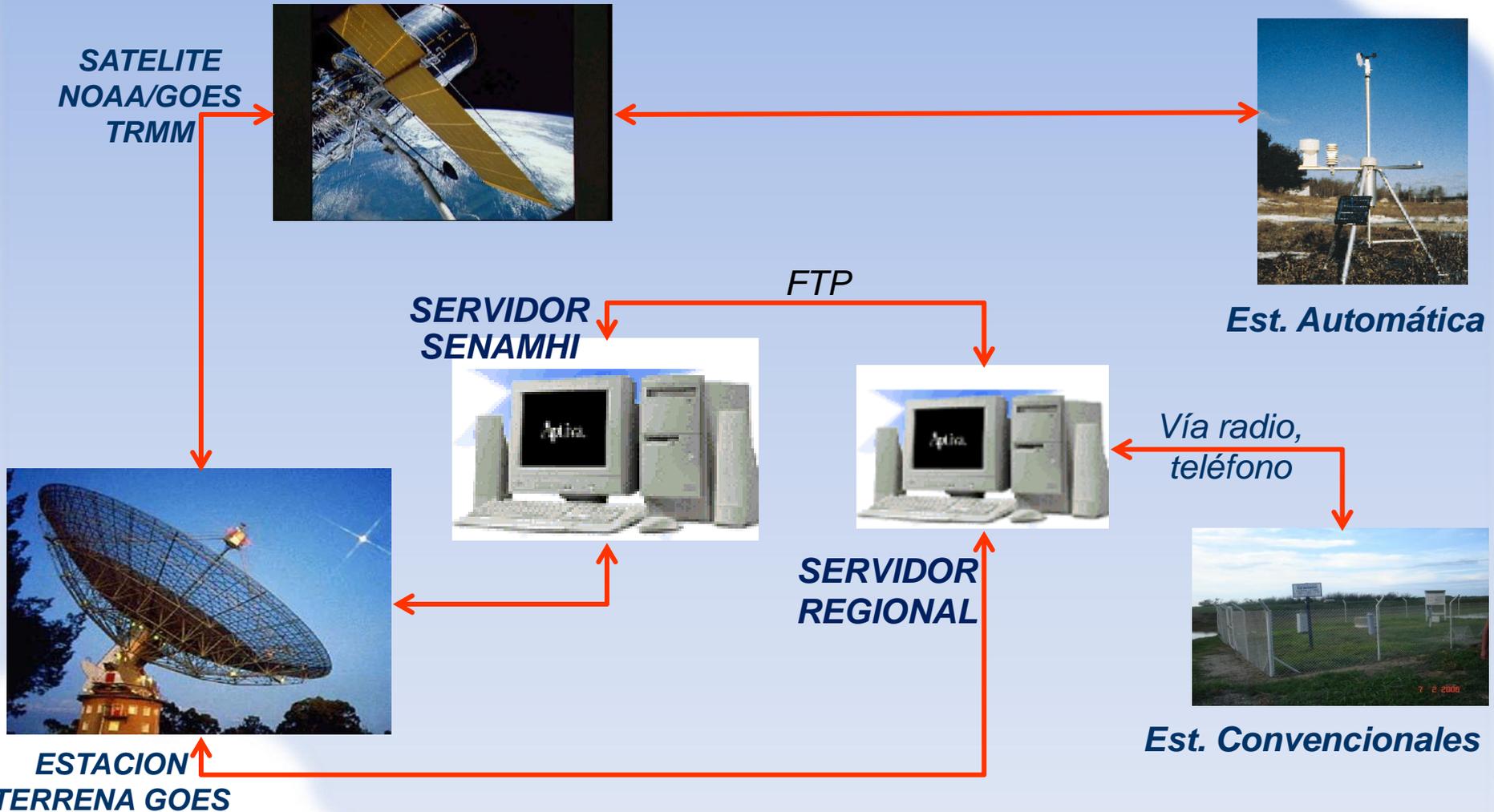
Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú -SENAMHI



SISTEMA DE VIGILANCIA

Subsistema Telecomunicaciones





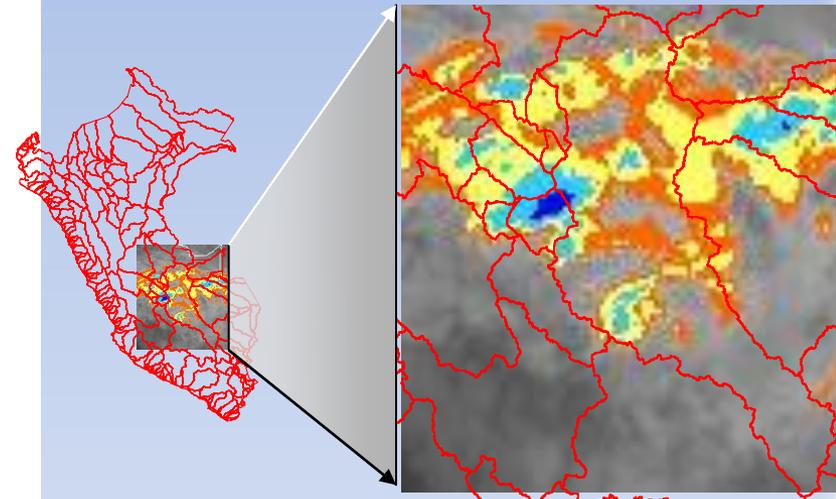
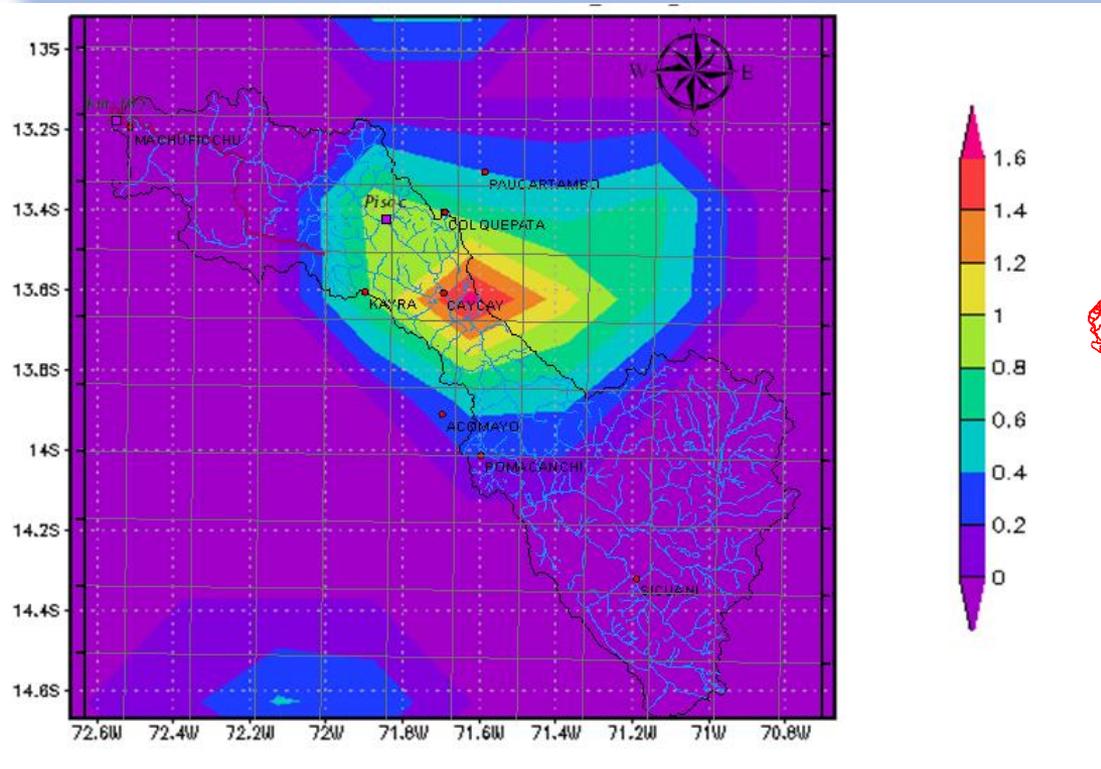
PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI



SENSORAMIENTO REMOTO



<http://satelite.cptec.inpe.br>

SATELITE
TRMM





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI



CRONOLOGÍA DE UNA CRECIDA (EL COMERCIO 24-26 ENERO, 2010)

280

m³ por segundo se ha incrementado el caudal del río Vilcanota. El sábado pasado fue de 80 m³ por segundo

Los vuelos de Lima hacia el Cusco se reanudaron ayer por la tarde. LAN anunció que pudo trasladar a los pasajeros afectados por cancelaciones.



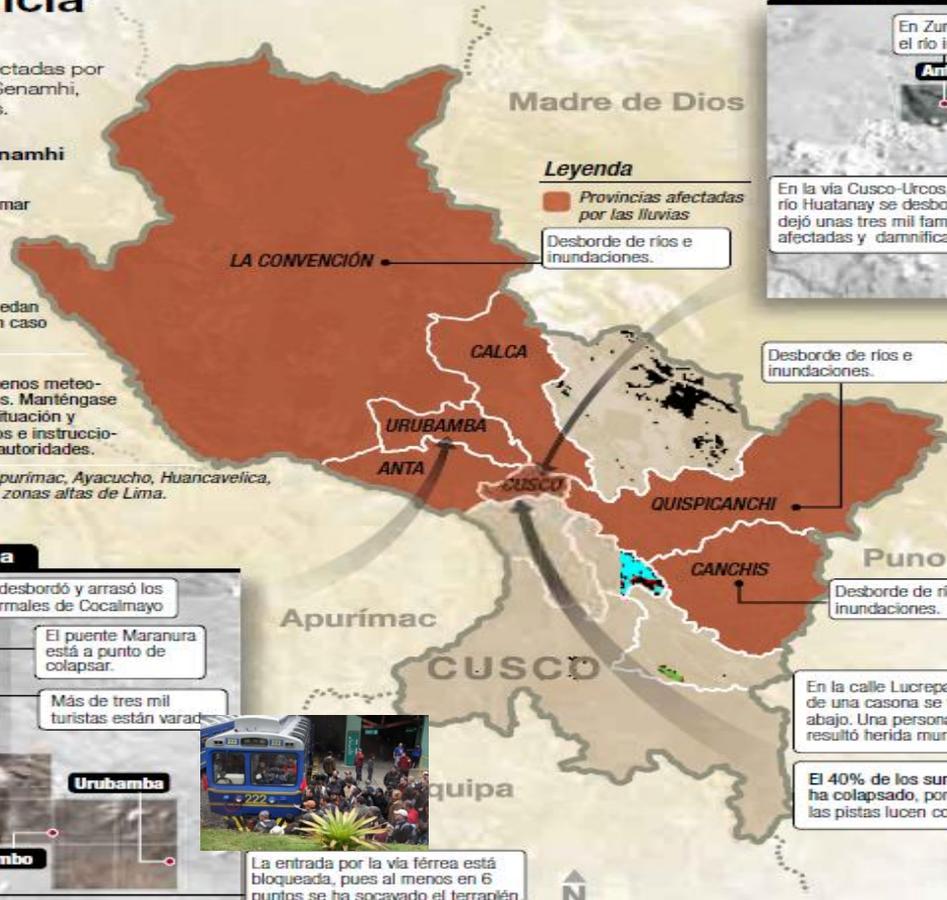
Cusco y la inclemencia de los desbordes

Siete provincias cusqueñas han sido las más afectadas por las lluvias desatadas hace cinco días. Según el Senamhi, la intensidad pluvial descenderá hacia fin de mes.

Alerta meteorológica del Senamhi

- Nivel 1**
No es necesario tomar precauciones especiales.
- Nivel 2**
Sea prudente si realiza actividades al aire libre que puedan acarrear riesgos en caso de mal tiempo.
- Nivel 3**
Se predicen fenómenos meteorológicos peligrosos. Manténgase al corriente de la situación y cumpla los consejos e instrucciones dadas por las autoridades.

Departamentos afectados: Cusco, Madre de Dios, Puno, Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Junín, Pasco, Huánuco, Ancash, La Libertad, San Martín y zonas altas de Lima.
Fin de la alerta de lluvias: 29 de enero



Destrucción en la periferia del Cusco

- Anta:** En Zurite y Huarocondo el río inundó viviendas.
- Cusco:** En la vía Cusco-Urcos, el río Huatanay se desbordó y dejó unas tres mil familias afectadas y damnificadas.
- Pisac:** El río Vilcanota se llevó la estación meteorológica y finalmente hizo colapsar el puente de Pisac.
- Oropesa:** En Oropesa la carretera está bloqueada por deslizamientos.
- Lucre:** En Lucre son 200 las casas caídas. La laguna de Huacarpay se desbordó y hay 800 casas destruidas.

Estragos en la provincia de Urubamba

- Quillabamba:** El río se desbordó y arrasó los baños termales de Cocalmayo.
- Santa Teresa:** El puente Maranura está a punto de colapsar.
- Aguas Calientes:** Más de tres mil turistas están varados.
- Urubamba:** La otra entrada, por el pueblo de Santa Teresa (Quillabamba), también está bloqueada.
- Machu Picchu:** El río Vilcanota inundó casas.
- Ollantaytambo:** La entrada por la vía férrea está bloqueada, pues al menos en 6 puntos se ha socavado el terraplén.

Daños en el Centro Histórico

Los ríos Sajramayo y Saphi se desembalsaron y corrieron por la Av. del Ejército y la calle Saphi.

- Calle Saphi:** (Image showing street damage)
- Calle Lucrepata:** (Image showing street damage)
- Av. del Ejército:** (Image showing street damage)
- Plaza de Armas:** (Image showing street damage)



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú -SENAMHI



LOS SERVICIOS HIDROMETEOROLÓGICOS, TAMBIÉN SUFREN LAS INCLEMENCIAS DEL CLIMA

**LA FRASE : “EN SOLO 24 HORAS
LLOVIÓ LO QUE LLUEVE EN UN MES”
MARTÍN PÉREZ. MINISTRO DE
COMERCIO EXT. Y TURISMO**

**PÉRDIDA DE LA
ESTACIÓN
HIDROLÓGICA
AUTOMÁTICA Y
CONVENCIONAL
PISAC ,
RÍO VILCANOTA**





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú -SENAMHI



IMPACTOS SECTOR TURISMO (INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA)



Los puntos más críticos a reparar han sido los kilómetros 77, 78 y sobretodo el 79. En el km. 79, los trabajos realizados han consistido en la construcción de un terraplén nuevo sobre la base de un enrocado, con el sistema de suelo reforzado (terramesch).

Enero, 2010

Junio, 2010





PERÚ

Ministerio del Ambiente

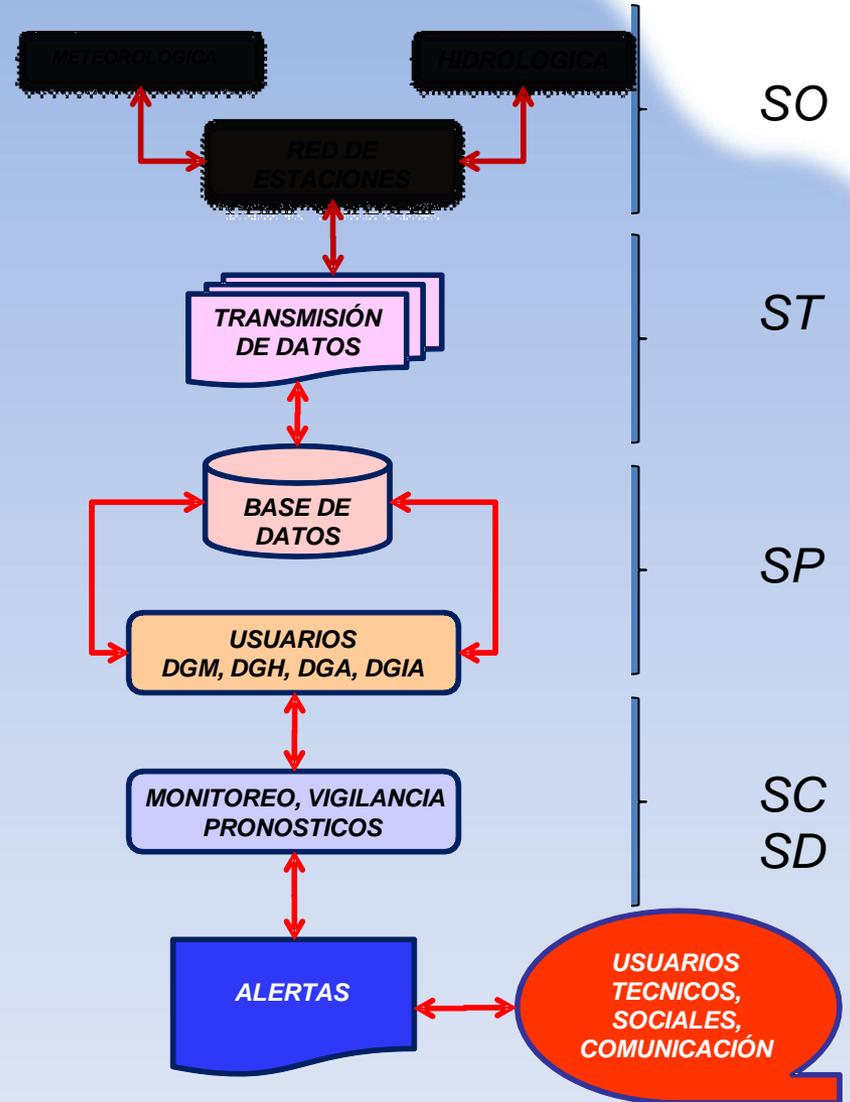
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI



Predicción Hidrológica

5. Sistema de Vigilancia

Referido a la instrumentación, medición, monitoreo y análisis del estado actual del recurso hídrico.

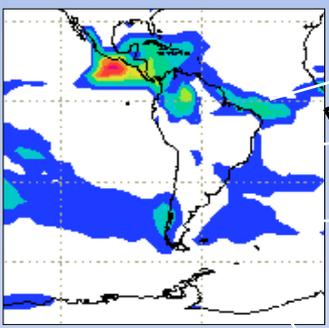




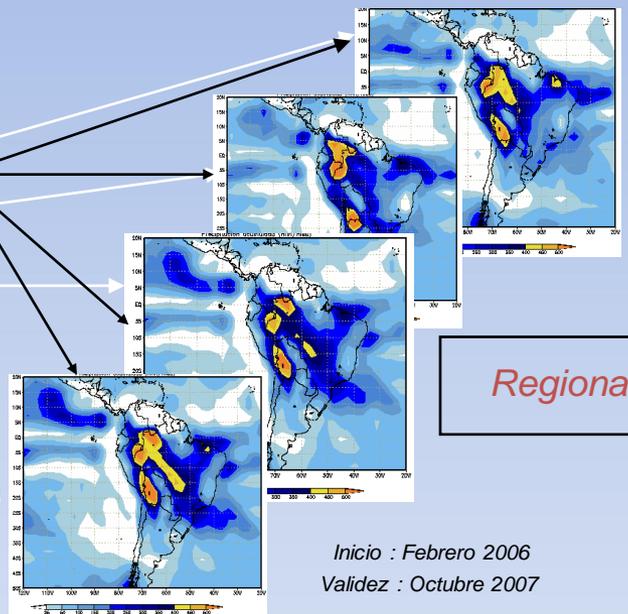
Predicción Hidrológica

Sistema de pronóstico A. Componente atmosférica

Ensembles



Corrida sofisticada:
Generada con TSM
observada y
pronosticada

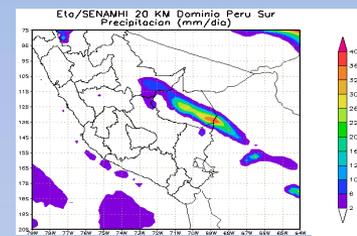
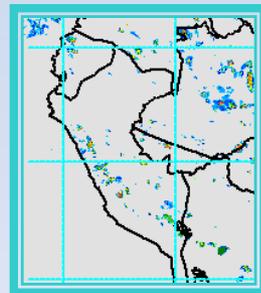
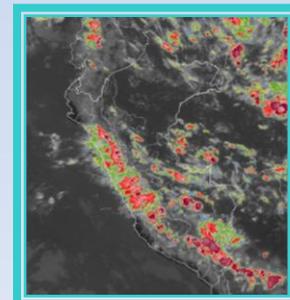


Regionalización

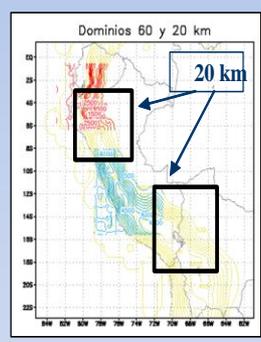
Inicio : Febrero 2006
Validez : Octubre 2007
Precipitación Acumulada

Modelo CCM3

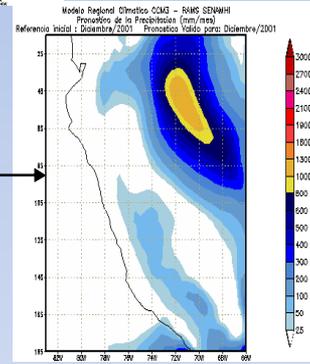
Estimación de lluvia
por satélite



Modelo
Eta



Modelo
RAMS





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

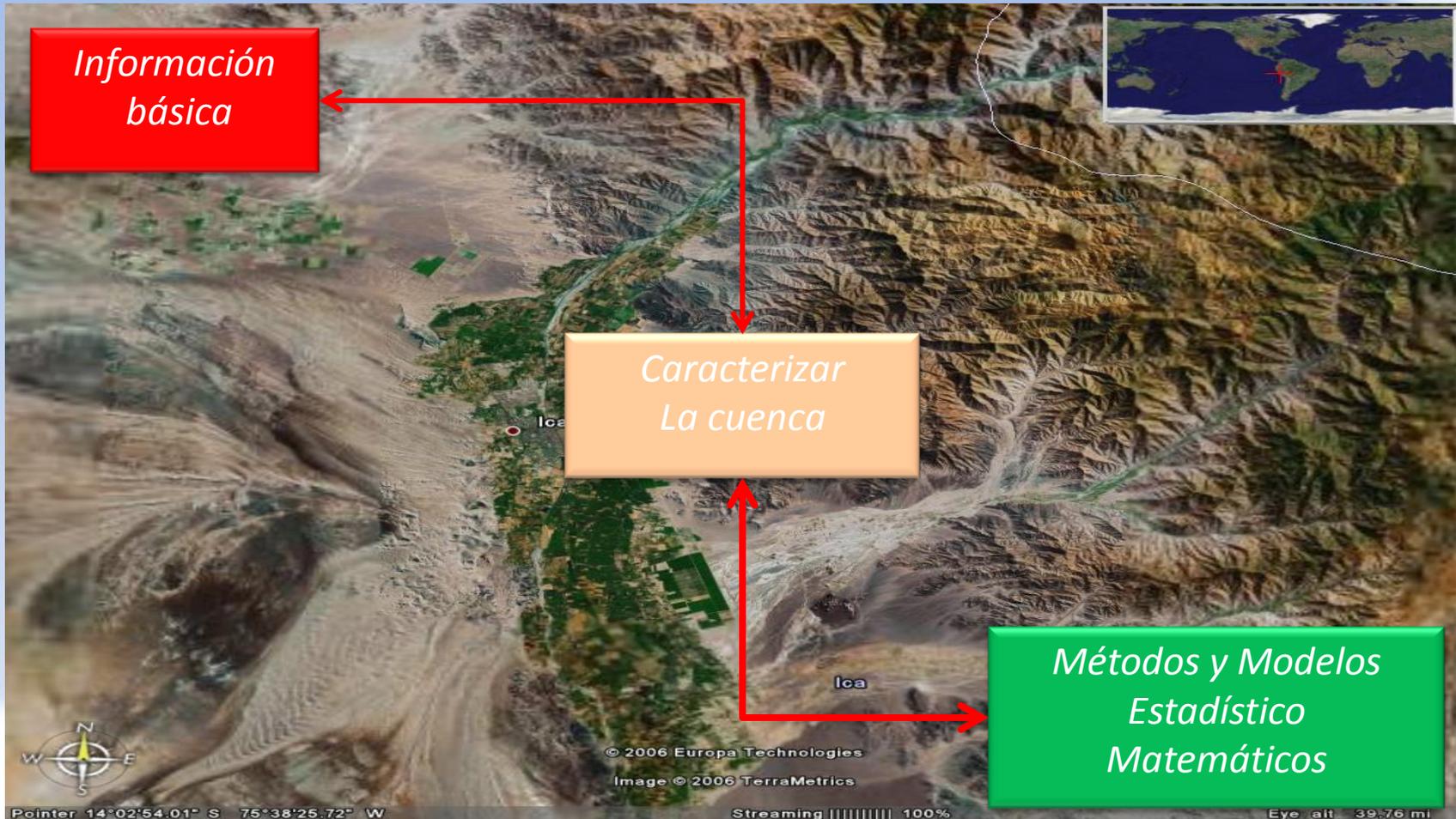
Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú -SENAMHI



Predicción Hidrológica

Sistema de Pronóstico

B.- Componente hidrológica





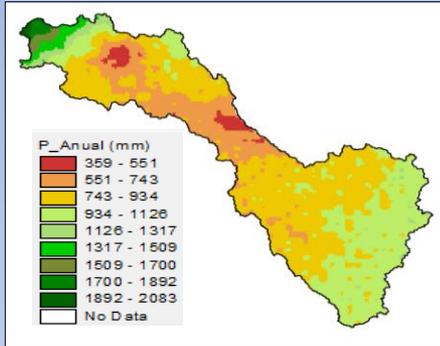
PERÚ

Ministerio del Ambiente

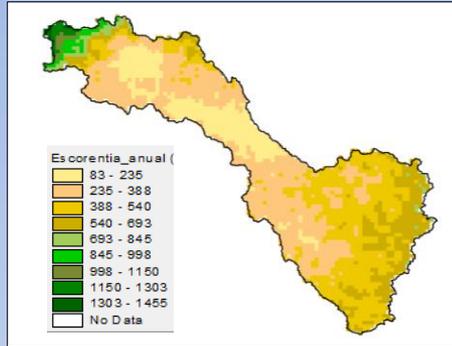
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI



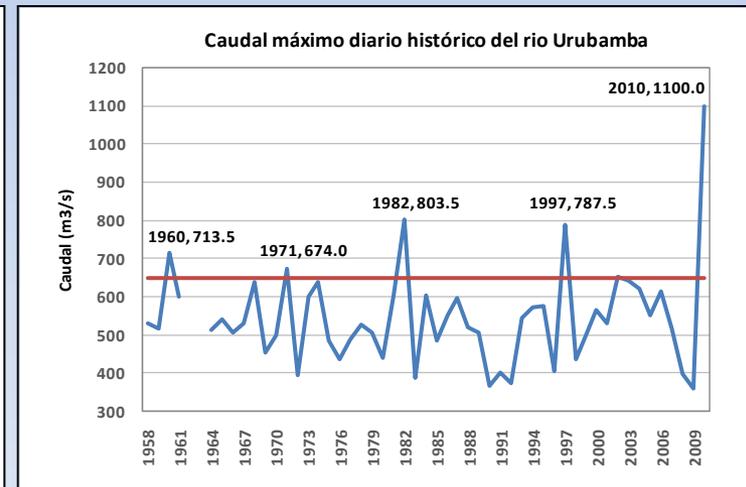
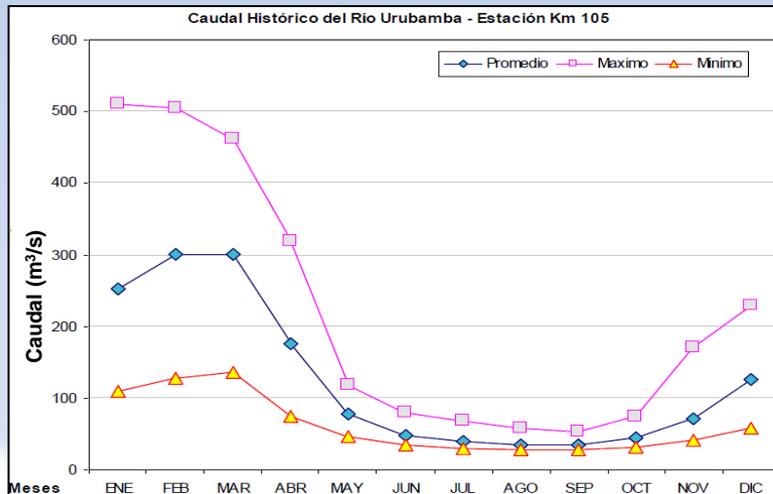
CARACTERÍSTICAS HIDROMETEOROLÓGICAS



Precipitación anual (mm)



Escoerentía anual (mm)





PERÚ

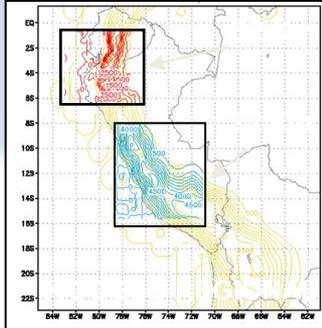
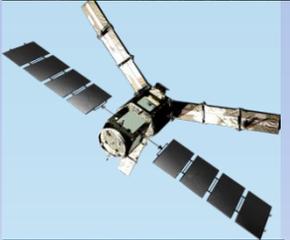
Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI



MODELAMIENTO HIDROLÓGICO (LLUVIA)

INPUT



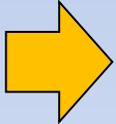
Transformación Lluvia-Caudal

CAUDAL

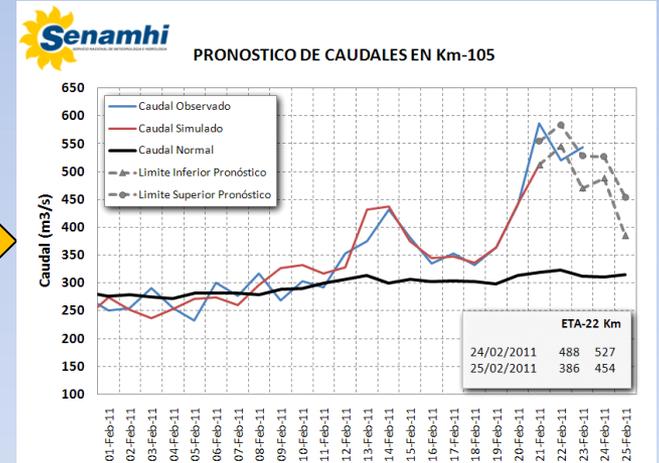
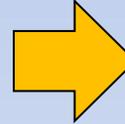
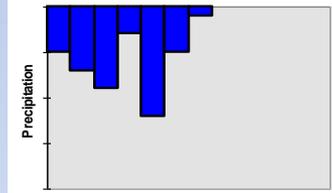
Series de tiempo (precip, temp, ETP)

OBSERVADO

PRONOSTICO



LLUVIA





PERÚ

Ministerio del Ambiente

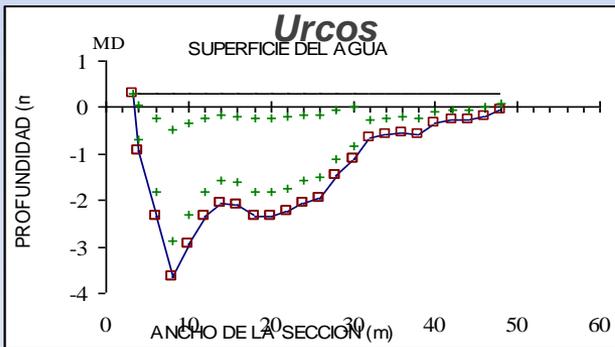
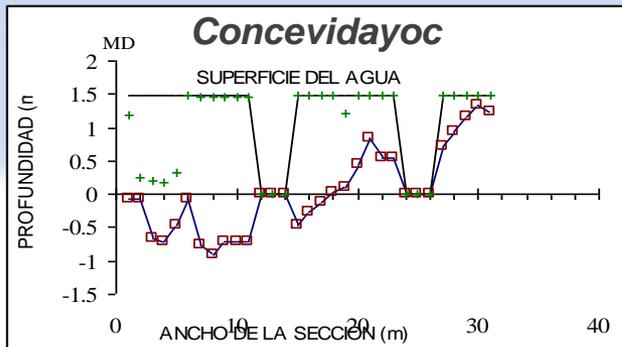
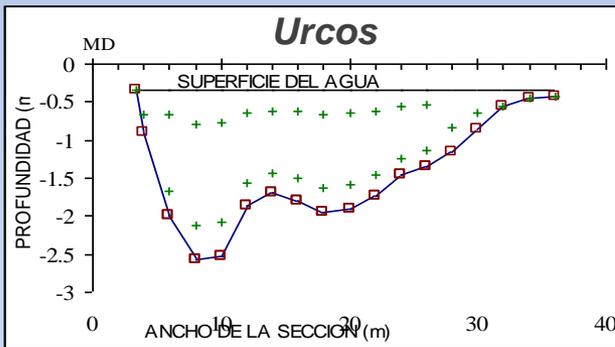
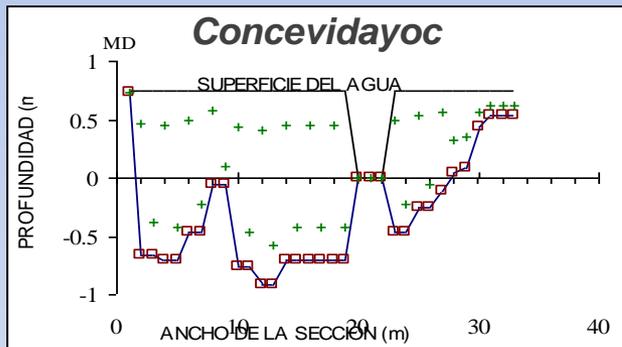
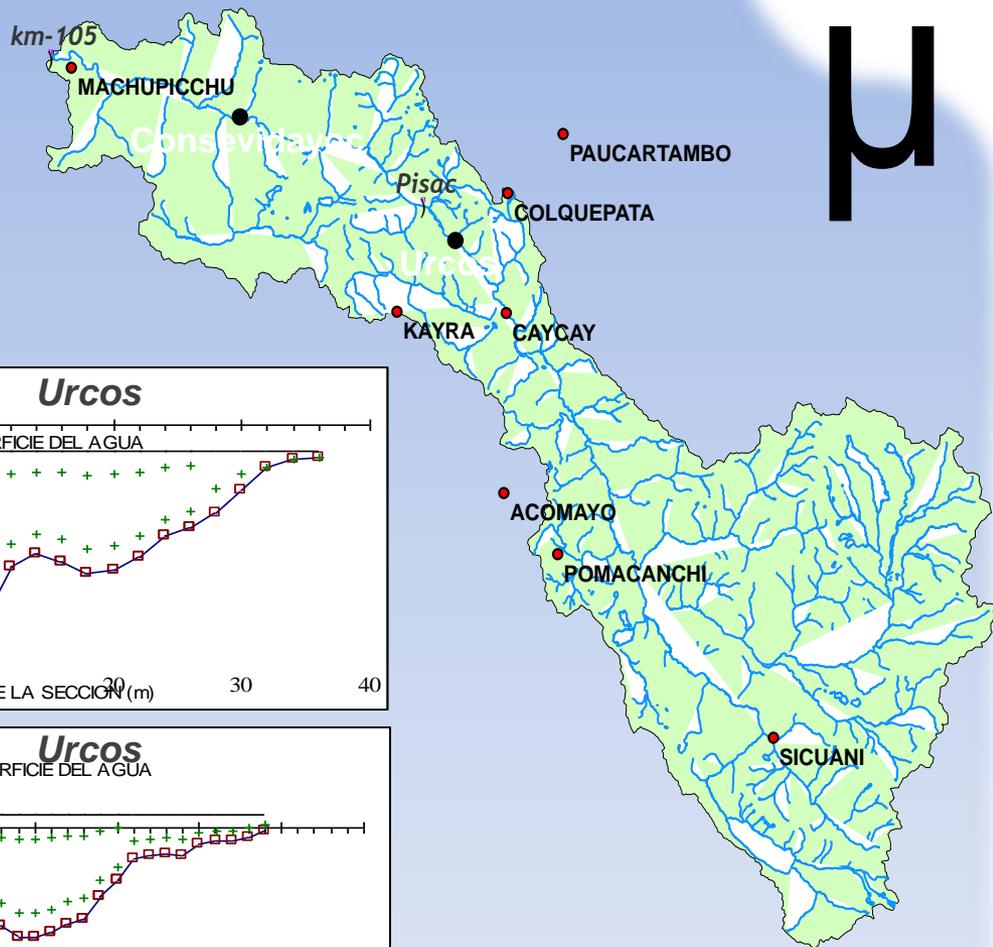
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI



MODELAMIENTO HIDROLÓGICO (CAUDAL/NIVEL)

El Senamhi Cusco realizó en el mes de diciembre 3 aforos en Puente Concevidayoc y 4 aforos en Puente Urcos.

Egensa suministró los caudales diarios de su estación Km-105.





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

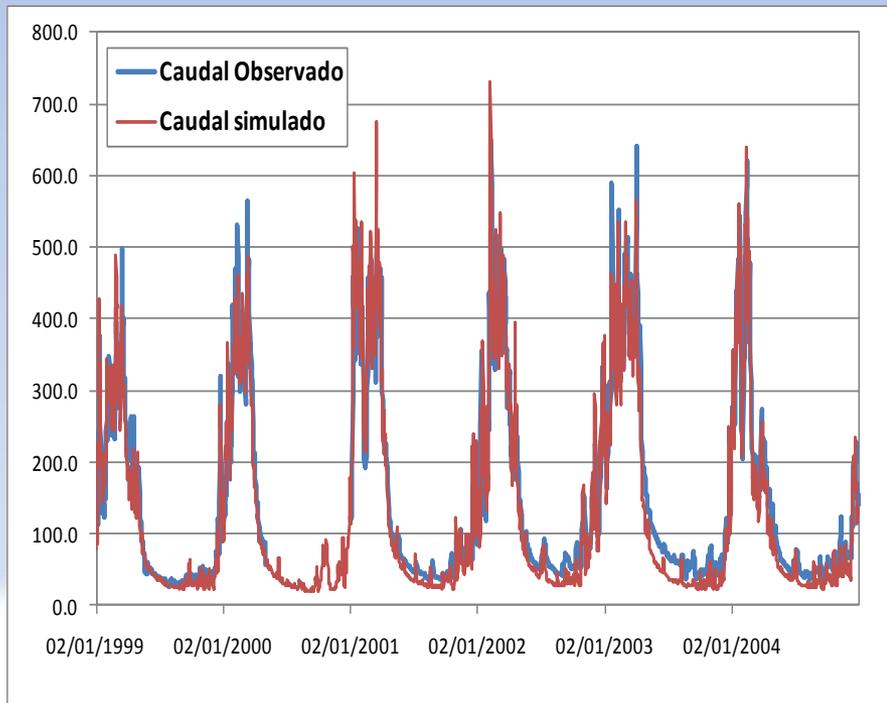
Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú -SENAMHI



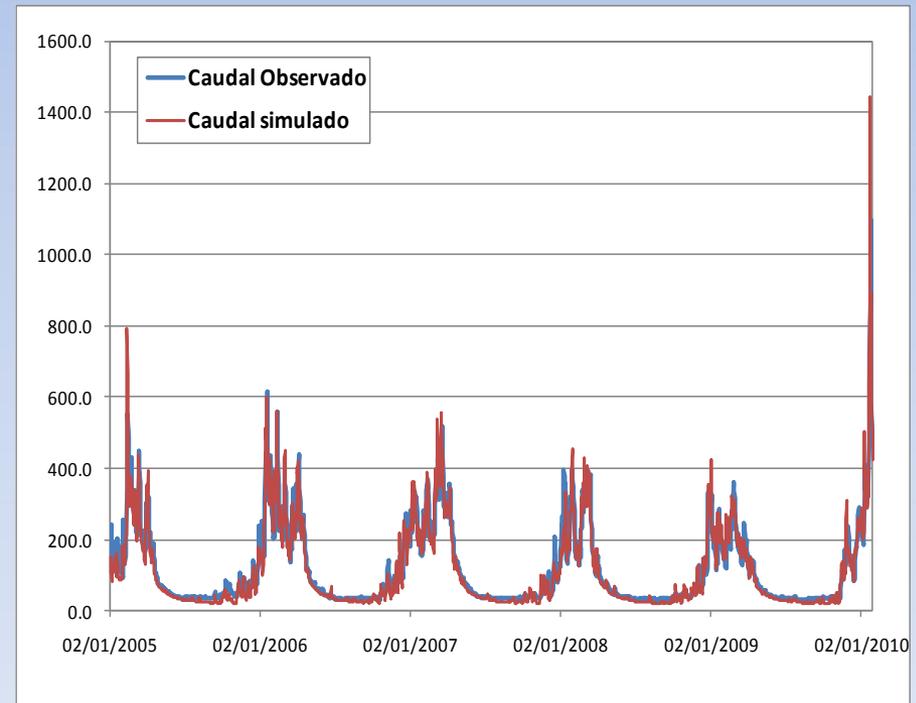
MODELAMIENTO HIDROLÓGICO

Modelo Hidrológico Sacramento (Diario)

Este modelo permite la actualización en tiempo real de los contenidos de almacenamiento del modelo, para realizar pronósticos de caudales a corto plazo (hasta 3 días).



01/01/1999-31/12/2004)



Validación (01/01/2005-31/01/2010)



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

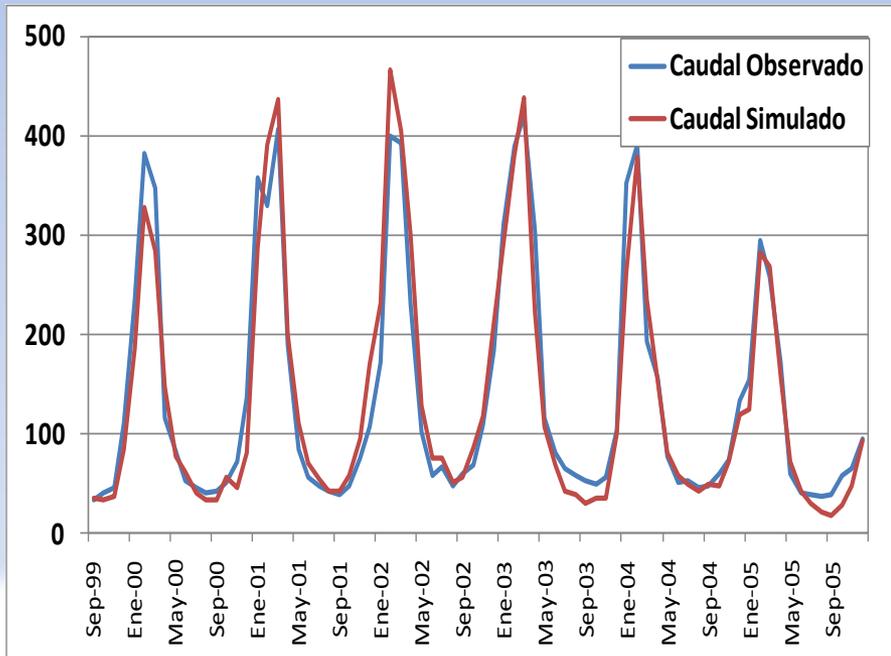
Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú -SENAMHI



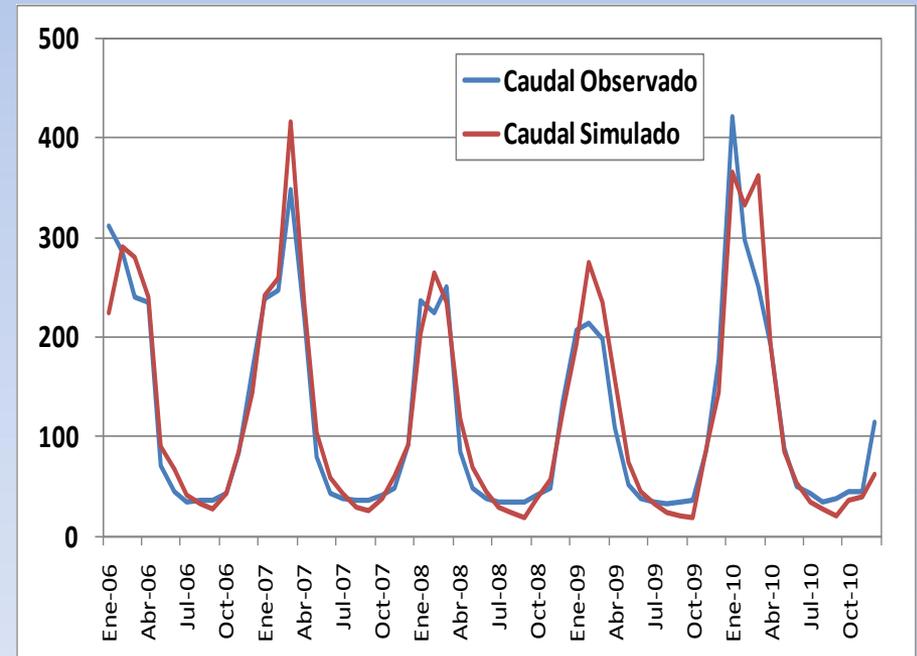
MODELAMIENTO HIDROLÓGICO

Modelo Hidrológico GR2M (Mensual)

Se realizaron simulaciones en Km-105. Tanto para la calibración como para la validación se obtuvieron coeficientes de NASH de 93.4% y 93.1% respectivamente.



Calibración (Set 1999 - Dic 2005)



Validación (Ene 2006 - Dic 2010)

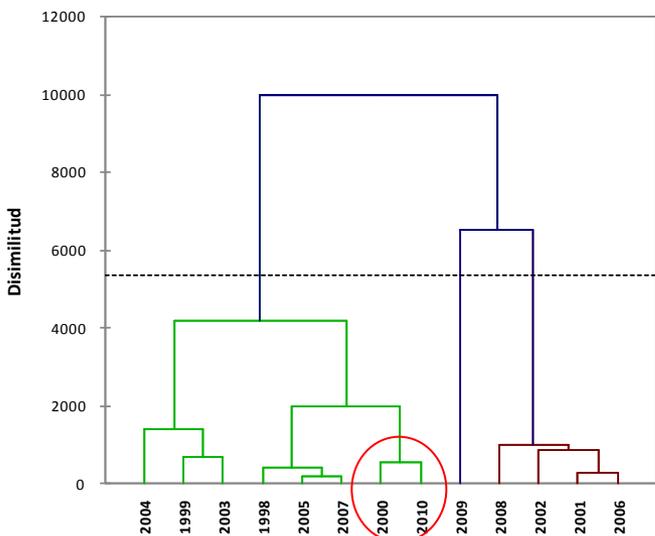


MODELAMIENTO HIDROLÓGICO (PRONÓSTICO)

PRONOSTICO DE CAUDAL ENERO – FEBRERO 2011

Se clasificó las series de tiempo de precipitación (años análogos) utilizando la metodología “Clasificación Ascendente Jerárquica” CAJ. Así se determinó los años con mayor similitud a la del año 2010.

Dendrograma : Precipitación



ENERO 2011	PRECIPITACION		Q(p,p-1,q-1)	Q(GR2M)	FEBRERO 2011	PRECIPITACION		Q(p,p-1,q-1)	Q(GR2M)
	Precip Analoga	255.5	283.5	285.7		Precip Analoga	191.99	508.0	428.1
	Precip Normal	176.5	213.5	162.7		Precip Normal	167.51	400.0	295.6
	P10	147.0	187.4	126.9		P10	136.8	282.4	211.5
	P25	162.7	201.3	145.2	P25	147.7	367.3	244.8	
	P50	169.6	207.4	153.8	P50	173.0	397.3	299.3	
	P75	194.8	229.7	187.7	P75	182.6	433.3	345.6	
	P90	235.4	265.7	250.7	P90	187.3	481.8	397.4	

Para la generación de caudales mensuales se empleó:

- a) Modelo de regresión Q(p,p-1,q-1)
- b) Modelo hidrológico GR2M





PERÚ

Ministerio del Ambiente

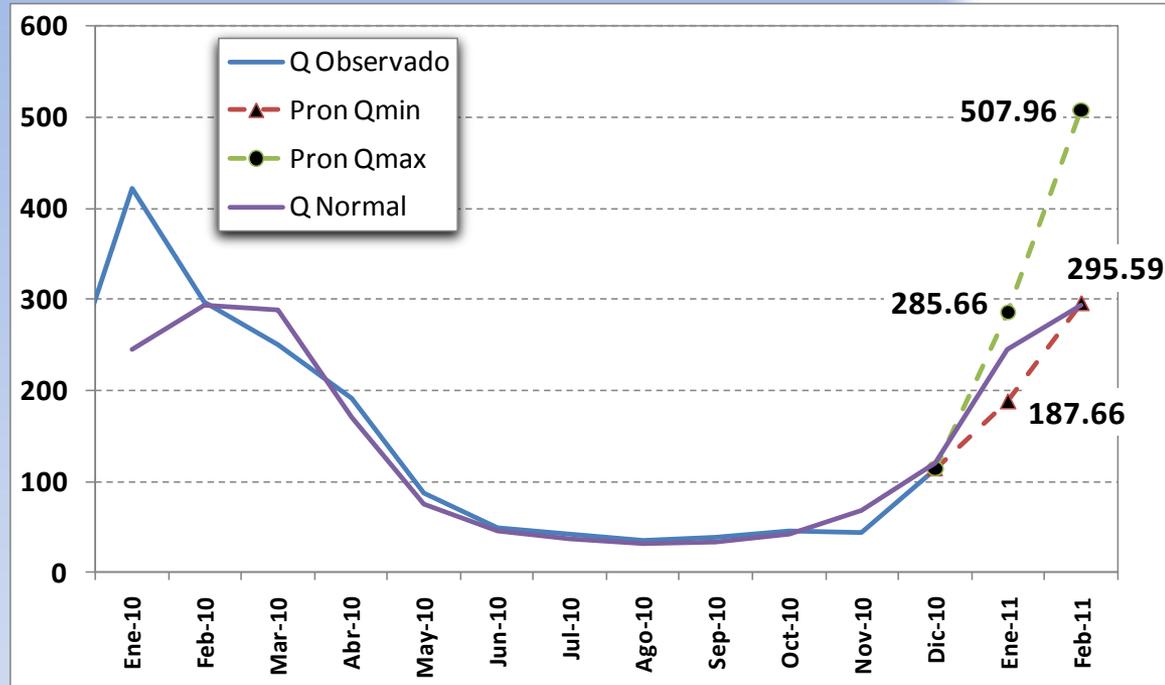
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú -SENAMHI



MODELAMIENTO HIDROLÓGICO (PRONÓSTICO)

PRONOSTICO DE CAUDAL ENERO – FEBRERO 2011

En resumen el pronóstico de caudales para el mes de Enero 2011 estaría fluctuando entre 187 y 285 m³/s, el modelo GR2M pronosticó 216 m³/s siendo el valor normal para este mes 244 m³/s.



Se espera que para Febrero el caudal fluctúe entre 295 y 507 m³/s, sin embargo el modelo GR2M pronosticó 222 m³/s siendo el valor normal para este mes 293 m³/s.





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú -SENAMHI



MODELAMIENTO HIDROLÓGICO (ALERTA)

Número de Aviso Hidrológico: **002 - 2011**

Fecha y Hora de Publicación: **Viernes, 18 de Febrero de 2011 18:00** Hora local

Fecha y Hora de Inicio de la Alerta: **Sábado, 19 de Febrero de 2011 00:00** Hora local

Duración Esperada: 24 Horas

El Senamhi informa que debido al incremento de las precipitaciones en la cuenca media del río Vilcanota y según el pronóstico de precipitaciones del modelo ETA a 22 Km se esperan precipitaciones promedio en toda la cuenca de 9.8 y 10.3 mm para los días 18 y 19 de febrero respectivamente, lo cual incrementará el caudal del río Vilcanota, pudiendo alcanzar un caudal promedio diario de 490 m³/s en la estación Km-105 el día 19 de febrero.

El Senamhi continuará monitoreando las condiciones hidrológicas del río Vilcanota y mantendrá informada a la población ante la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos.

Término de la alerta: Domingo, 20 de Febrero 00:00 hora local



Perspectivas...



Conocimiento del Agua

El mundo actual reconoce que hay que trascender de la Información al Conocimiento...

La información interpretada se transforma en conocimiento ese "conocimiento del agua" es el recurso clave.

Sabemos perfectamente que hay enormes avances tecnológicos en la materia y que hace falta mucho por hacer para que dicho conocimiento sea del dominio público a nivel mundial.



Red Hidrometeorológica

Fortalecimiento y modernización del sistema nacional de observación hidrometeorológico

Necesidad de contar con un mayor volumen de datos para generar información requerida y contribuir eficientemente a la gestión integrada del recurso hídrico.

Buscar la integración con redes particulares, gestionando convenios, proyectos, compromisos y apoyo nacional e internacional, a través de inversión y presupuestos participativos que incrementen los recursos financieros y técnicos en apoyo al control y operación de la red.



Fortalecimiento Institucional

Contribuir con documento técnicos que fortalezcan la proyección institucional.

El desarrollo de documentos técnicos-científicos que contribuyan a la planificación y desarrollo estratégico a nivel local, regional y nacional.

Políticas de Estado

Desarrollar métodos para la gestión racional de los recursos hídricos, incluyendo la protección del MA.

Participación activa y cooperación científica con programas internacionales (Naciones Unidas, Banco Mundial, etc), relativo a los recursos hídricos, mejorando el conocimiento del ciclo hídrico e incrementando la capacidad de administrar y explotar mejor los recursos hídricos.

MINAM

SENAMHI

ANA

INDECI

GO. RE

GO. LO



Cultura del Agua

El agua, este recurso vital, no tiene el valor que realmente merece

Creación de una nueva cultura del agua fundada en los principios de equidad, solidaridad sustentabilidad ecológica, social y económica y gestión democrática.



Trabajo Interinstitucional

Entrelazar funciones y actividades técnicas - científicas con otros sectores.

Potenciar las actividades del POI para obtener como resultado complejo - y parcialmente cambiante- una combinación de fuerzas, políticas, equilibrios sociales y cultura.



Política Ambiental

Relación con el MINAM por un Perú limpio y sostenible

Como ente rector del sector ambiental nacional, que coordina en los niveles de gobierno local, regional y nacional, propiciando y asegurando el uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que los sustenta.

Gestión del Agua

La creciente crisis mundial del agua amenaza la seguridad, la estabilidad y la sustentabilidad del ambiente

Una gestión que contemple una alternativa olvidada como es el multiuso, uso selectivo del agua, antes que su utilización indiscriminada. Una gestión que sepa que reducir el desperdicio de agua es una de las más valiosas opciones de futuro.



Desarrollo de capacidades

Contribuir con las universidades, institutos, grupos y organizaciones en la formación del capital social.

Una estrategia que busca la internalización de saberes y habilidades que permite a las personas resolver, desempeñar y tomar decisiones que ayuden a mejorar su calidad de vida, haciendo más eficiente y eficaz la participación y la corresponsabilidad social coadyuvando al desarrollo económico sostenido.

Alianzas Estratégicas

Formulación de convenios y proyectos para resolver exitosamente desafíos planteados por la globalización y competitividad

Gracias al diálogo y a la detección de objetivos de consenso, se puede definir un Plan de Acción conjunto para lograr el desarrollo económico social sostenido.

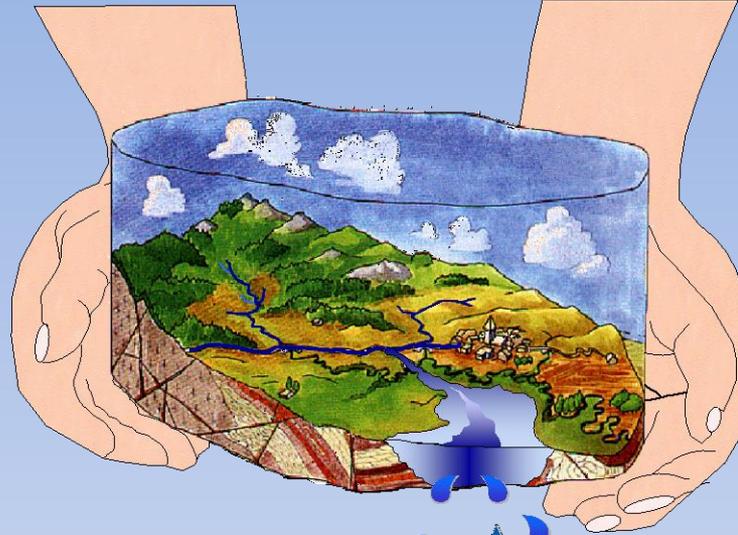




PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú -SENAMHI



Gracias...

JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ – HECTOR VERA AREVALO
jordonez@senamhi.gob.pe – hvera@senamhi.gob.pe
www.senamhi.gob.pe

