

# EUPORIAS

## Herramientas de ayuda a la toma de decisiones en la gestión de los embalses utilizando predicciones estacionales

Laurent Pouget  
EUPORIAS team member  
**CETaqua**

Taller de trabajo  
AEMET - Madrid  
06/10/2015

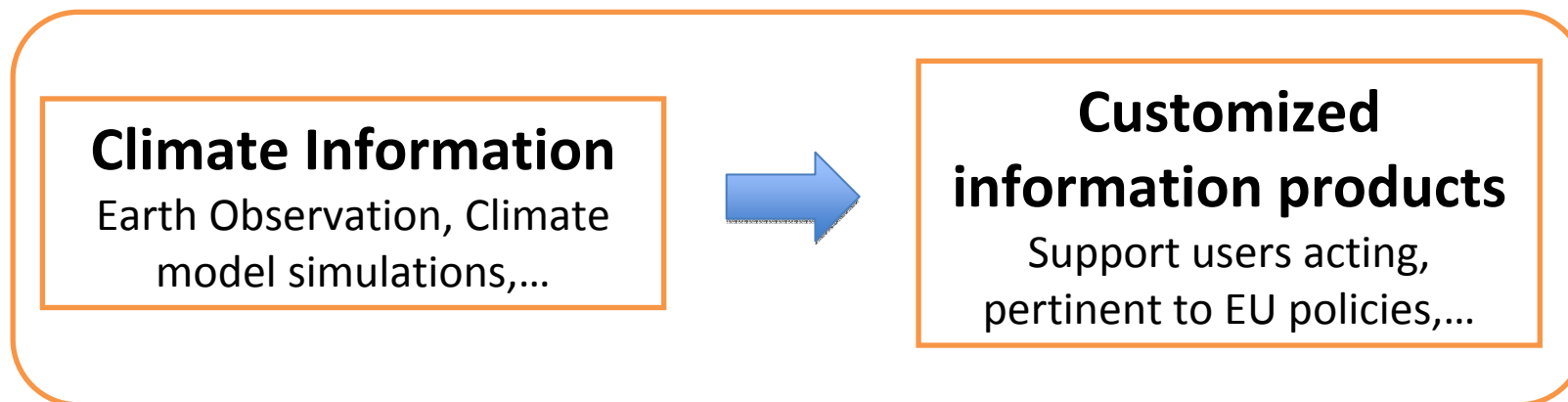
lpouget@cetaqua.com

@euporias



# Introduction

## “Climate Services”

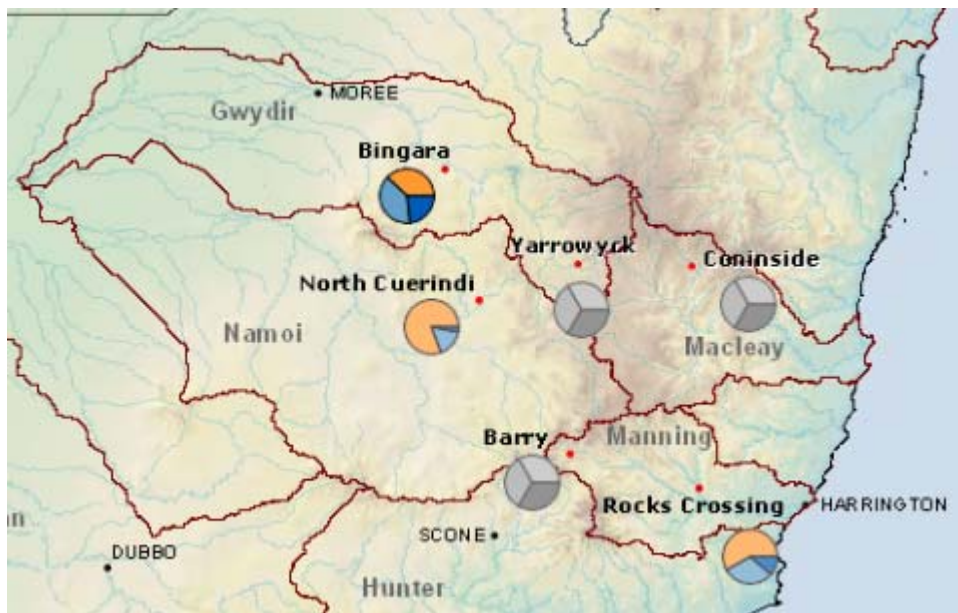


### En está presentación:

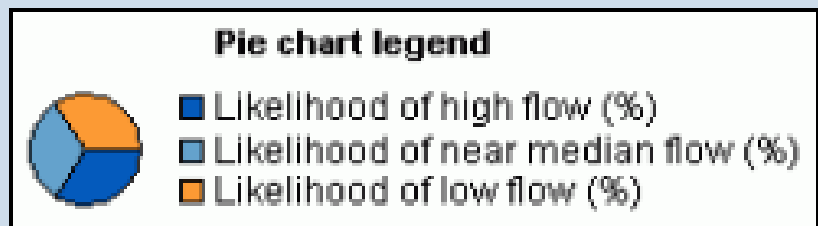
1. 2 ejemplos de sistema existentes
2. El sistema en desarrollo en España

# Predicciones de caudales en ríos australianos



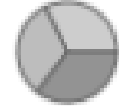
Mapa con las predicciones de caudales en cada estaciones



Probabilidad de cada tercil para los 3 próximos meses



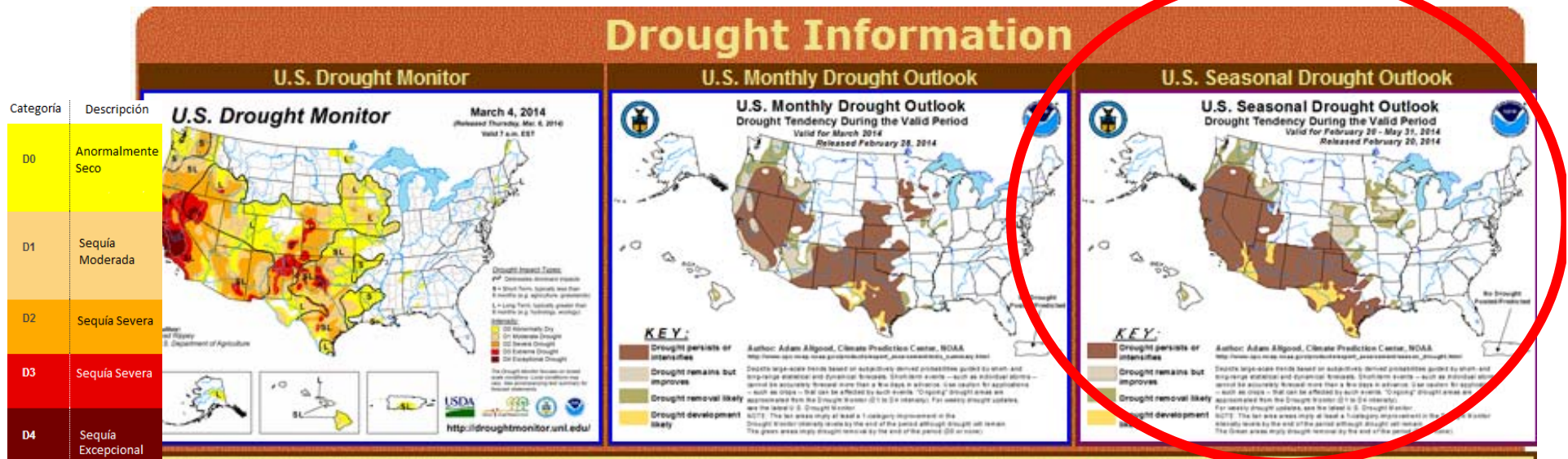
Información sobre la pericia de la predicciones:

-  Moderate to high skill
-  Low skill or missing climate data
-  Very low skill or missing antecedent condition data

# Predicción de sequías en Norteamérica

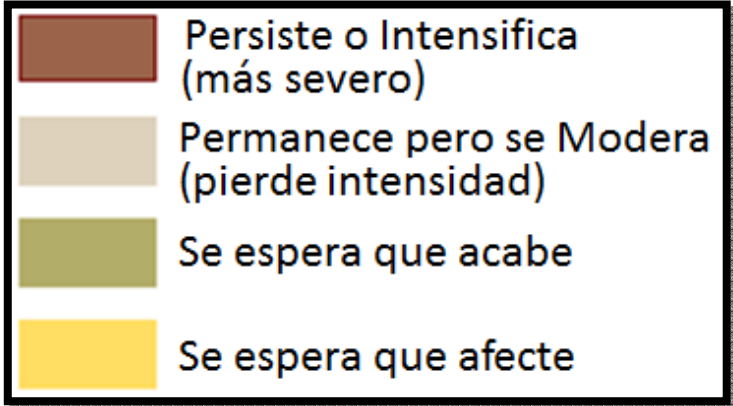
**U.S. Drought Monitor** : evolución de un Indicador integrando varios índices (Palmer, Soil Moisture, Streamflow, SPI)

**Drought Outlook :** Evolución mensual y estacional de la sequía

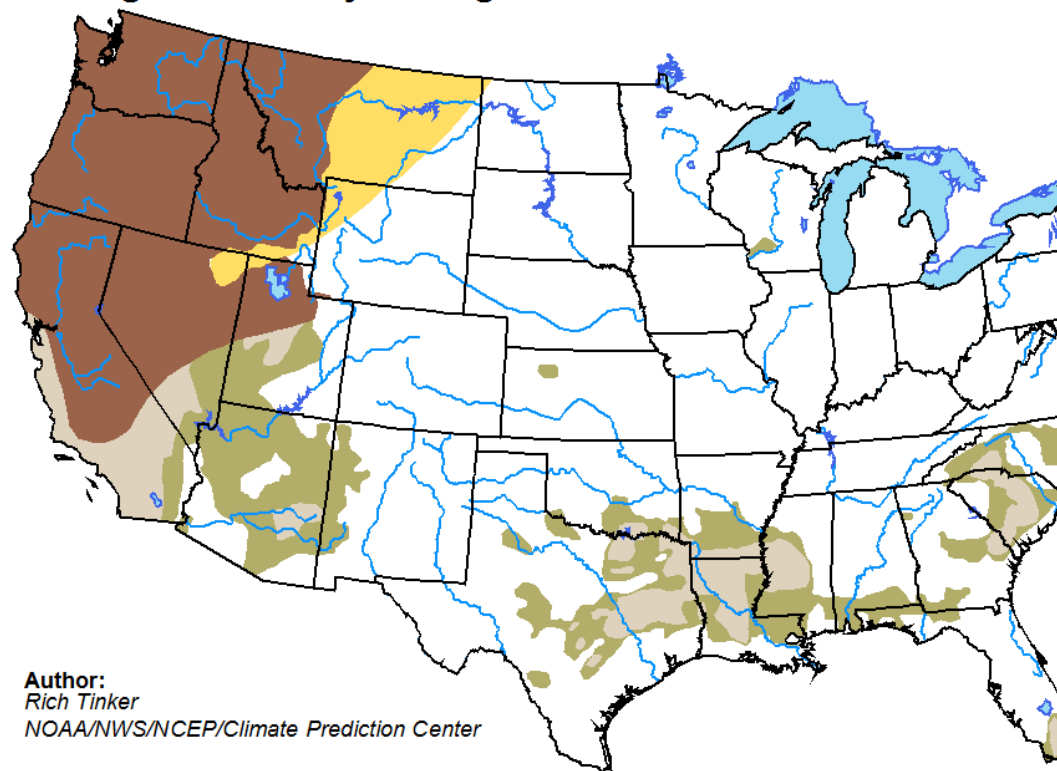


# Predicción de Sequías en Norteamérica

Mapa de la evolución de la sequía (+ o -)



**U.S. Seasonal Drought Outlook** valid for September  
Drought Tendency During the Valid Period *Rele.*



Author:  
Rich Tinker  
NOAA/NWS/NCEP/Climate Prediction Center

Predicción octubre-noviembre-diciembre 2015

# Ejemplos de herramientas de ayuda a la toma de decisiones: conclusión

## Diferentes propósitos

Evolución mensual y estacional de la sequía

Adaptación de las curvas de gestión del embalse antes del periodo de lluvia

## Diferentes manera de visualizar la información

Mapa con las predicciones de caudales en cada estaciones

Mapa de la evolución de la sequía (+ o -)

## Diferentes niveles de información

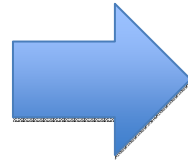
Información sobre la pericia de la predicciones:

Probabilidad de cada tercil para los 3 próximos meses

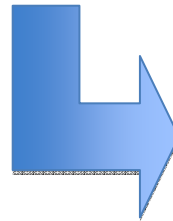
- Cada aplicaciones está hecho “a medida” para su público objetivo
- Se ha desarrollado soluciones interesantes para que la información se entienda fácilmente, sea lo más completa posible, sea creíble, etc.

# Descripción general del sistema en desarrollo

**Sistema de Predicción del AEMET**



**Probabilidad asociada a cada serie histórica de aportación al embalse**



**Modelo SIMRISK**

- **Datos de entrada**
- Condiciones iniciales
- Indicadores relevantes
- Reglas de operación

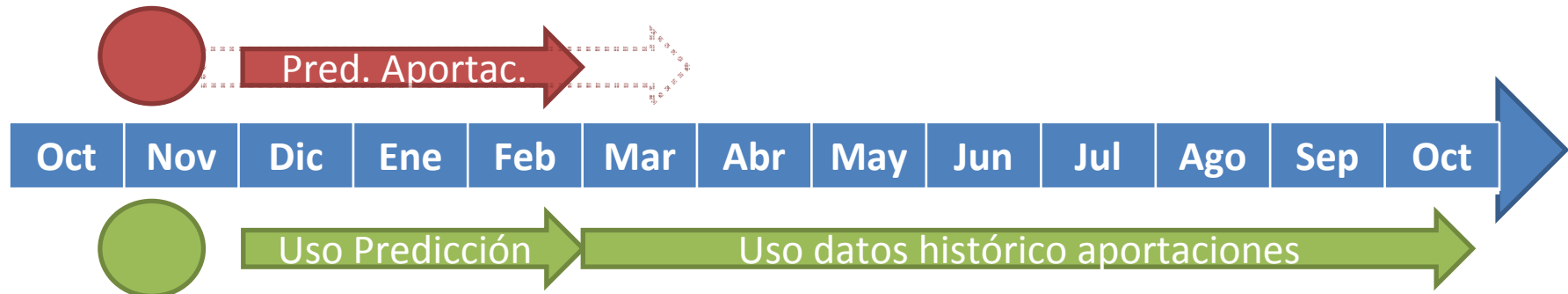


**Probabilidad de estado futuro del sistema:**

- Relleno del embalse
- Satisfacción de la demanda

# Descripción general del sistema en desarrollo

Probabilidad asociada a cada serie histórica de aportación al embalse



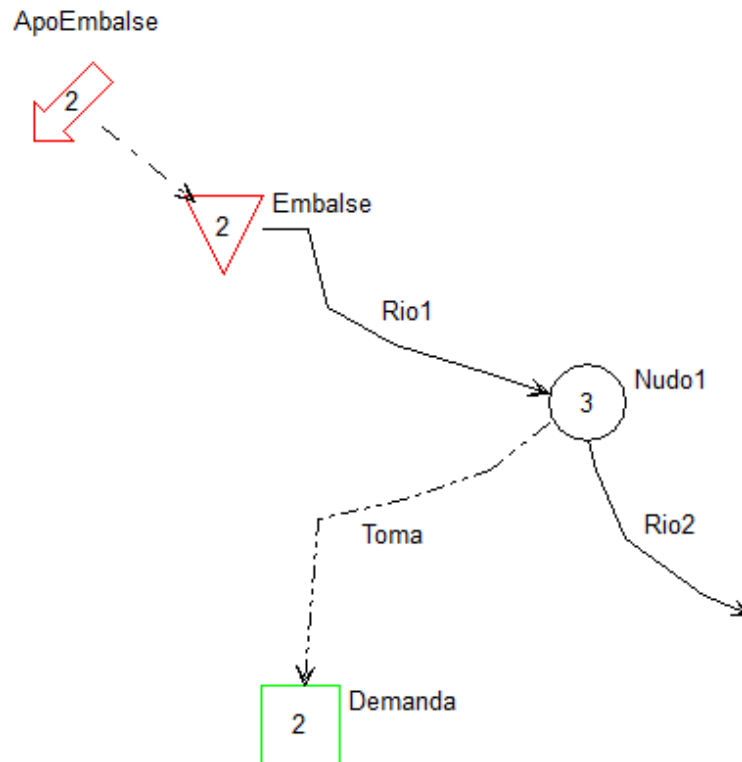
Modelo SIMRISK  
Datos de entrada  
Condiciones iniciales  
Indicadores relevantes  
Reglas de operación

Probabilidad de estado futuro del sistema:  
Relleno del embalse  
Satisfacción de la demanda



# Modelo SIMRISK

- Datos de entrada
- Condiciones iniciales
- Indicadores relevantes
- Reglas de operación



Nombre Embalse

SimGes SimRisk

Datos físicos Volúmenes Cotas Tasa evaporación

Mes	Máximo	Objetivo	Mínimo
Octubre	240	230	30
Noviembre	240	230	30
Diciembre	240	230	30
Enero	240	230	30
Febrero	240	230	30
Marzo	240	230	30
Abril	240	230	30
Mayo	240	230	30
Junio	240	230	30
Julio	240	230	30
Agosto	240	230	30
Septiembre	240	230	30

Demanda total (Hm³/mes)

Mes	Hm³
Octubre	9
Noviembre	4,3
Diciembre	4,3
Enero	4,2
Febrero	3,8
Marzo	4,5
Abril	6,5
Mayo	11
Junio	25,4
Julio	27,8
Agosto	25,5
Septiembre	15,3

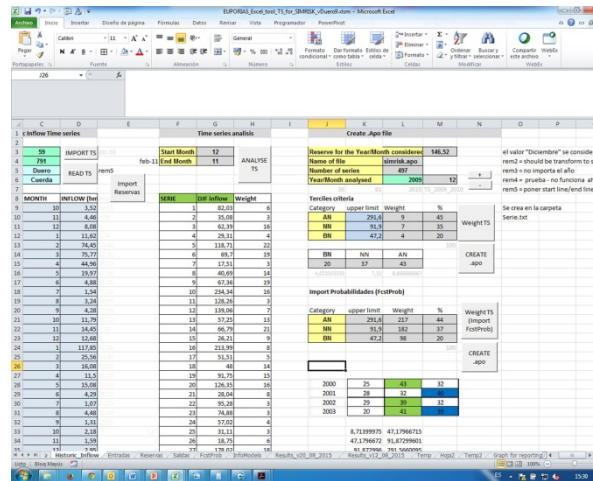
# Modelo SIMRISK

- Datos de entrada
- Condiciones iniciales
- Indicadores relevantes
- Reglas de operación

# Fichero de entrada SIMRISK

Fichero con serie históricas "ponderados" y información sobre el estado inicial.

## Herramienta en Excel



## Predicciones AEMET

(probabilidad asociada a cada serie histórica de aportación en el periodo Dic.-Feb., o probabilidad de cada tercil)

Importación automática

Copiar/pegar el Excel del anuario

Datos históricos del embalse (aportaciones y reservas de la web del Anuario de aforos)

	"Mes"	"ApoEm"
	12	6.65
1	1	14.1
2	2	61.28
3	3	73.75
4	4	35.35
5	5	22.82
6	6	14.83
7	7	4.48
8	8	10.36
9	9	15.33
10	10	13.5
11	11	16.06
12	12	6.65
1	1	14.1
2	2	61.28
3	3	73.75
4	4	35.35
5	5	22.82
6	6	14.83
7	7	4.48
8	8	10.36
9	9	15.33
10	10	13.5
11	11	16.06
12	12	6.65

# Modelo SIMRISK

- Datos de entrada
- Condiciones iniciales
- Indicadores relevantes
- Reglas de operación

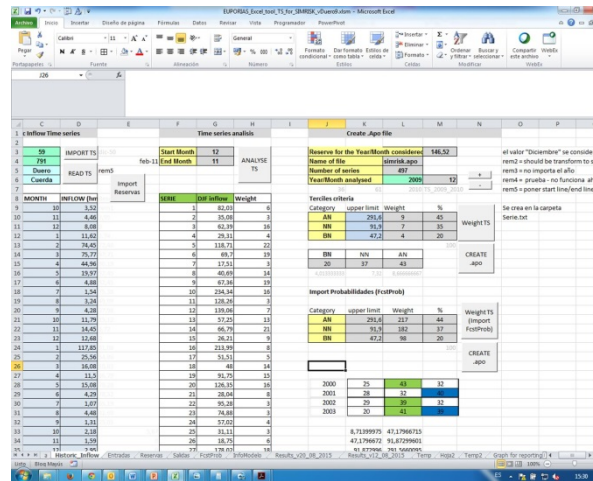
## Fichero de entrada SIMRISK

### Predicciones AEMET

**PARA AÑO 2004**  
 Probabilidad Series Dic-Feb:  
 1973: 1%  
 1974: 3%  
 1975: 2%  
 ...  
 2010: 5%

Importación automática

### Herramienta en Excel



Copiar/pegar el Excel del anuario

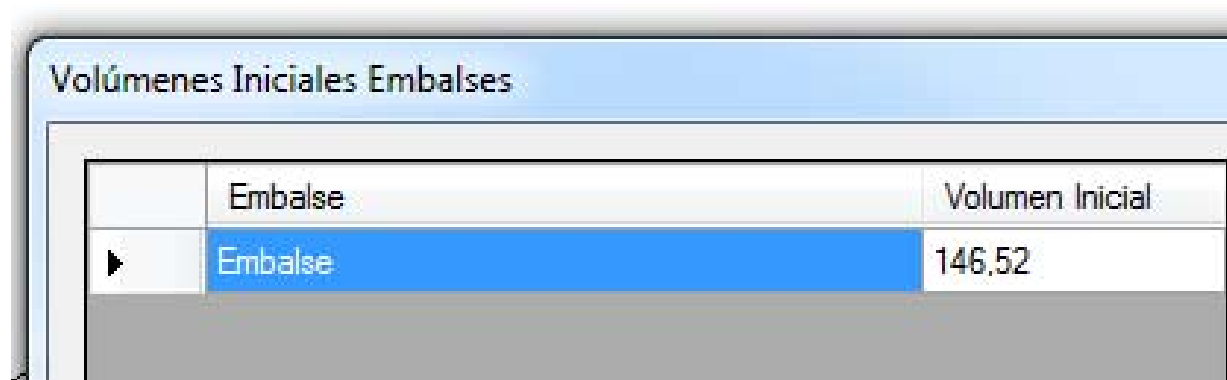
### Datos históricos del embalse

**PARA AÑO 2004: reservas embalsadas a 1 de diciembre = 70hm<sup>3</sup>**

**PARA AÑO 2004:**  
 Números de repeticiones de las series Dic-Septiembre en el fichero de entrada:  
 1973: 1 vez  
 1974: 3 veces  
 1975: 2 veces  
 ...  
 2010: 5 veces  
 Estado inicial embalse = 70hm<sup>3</sup>

## Modelo SIMRISK

- Datos de entrada
- **Condiciones iniciales**
- Indicadores relevantes
- Reglas de operación



The screenshot shows a window titled "Volúmenes Iniciales Embalses" with a table containing the following data:

	Embalse	Volumen Inicial
▶	Embalse	146,52

## Modelo SIMRISK

- Datos de entrada
- Condiciones iniciales
- **Indicadores relevantes**
- Reglas de operación

% de volumen para cálculo probabilidades

	Valor
▶	100
	98,333
	29,167
	12,5
*	

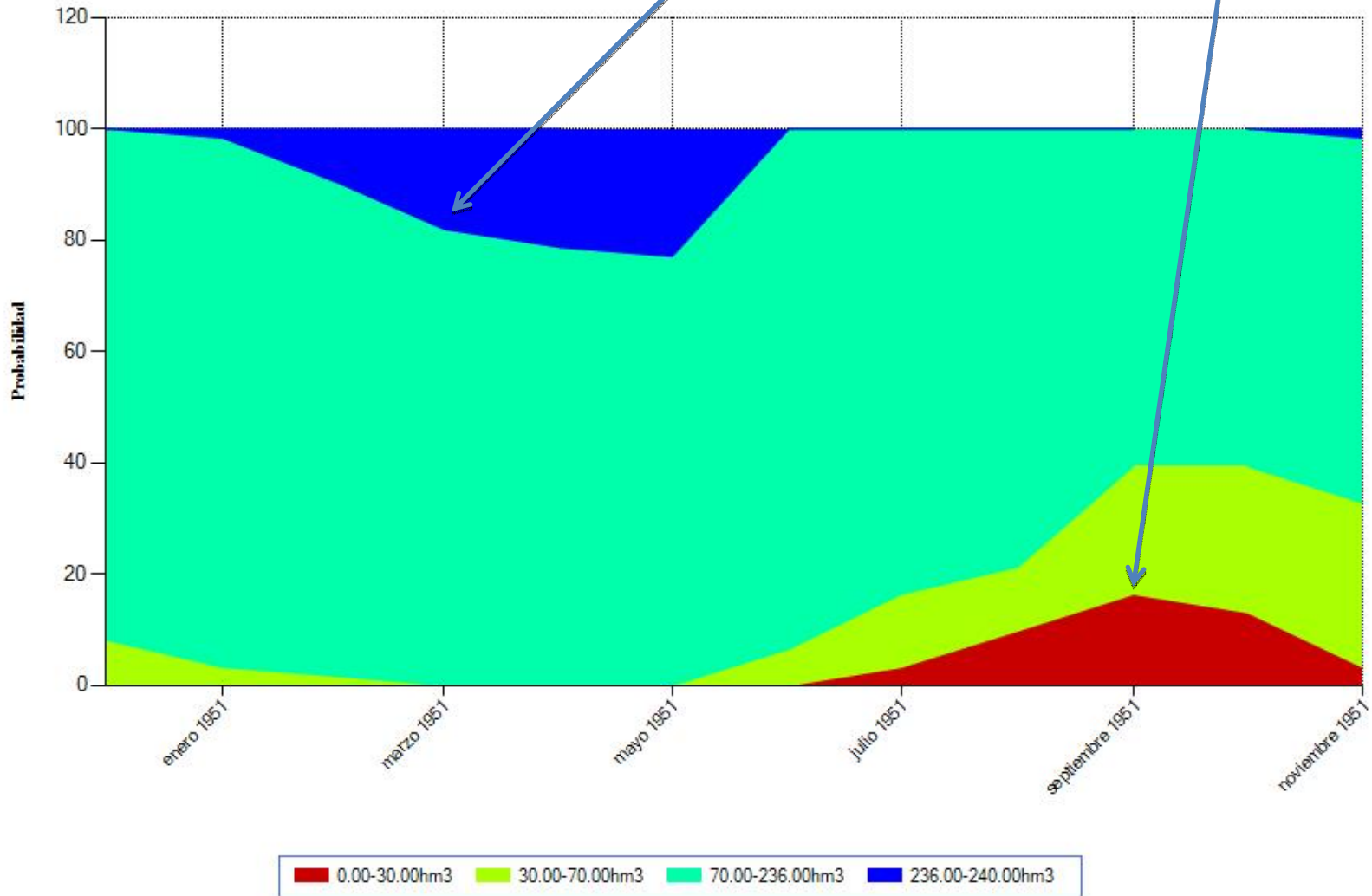
% Relleno	Volumen (Hm3)
100	240
98,3	236
29,2	70
12,5	30

**Probabilidad de estado futuro del sistema (p.ej. para el año 2004):**  
**•Relleno del embalse**

20% de probabilidad que embalse sea "lleno" en marzo 2005

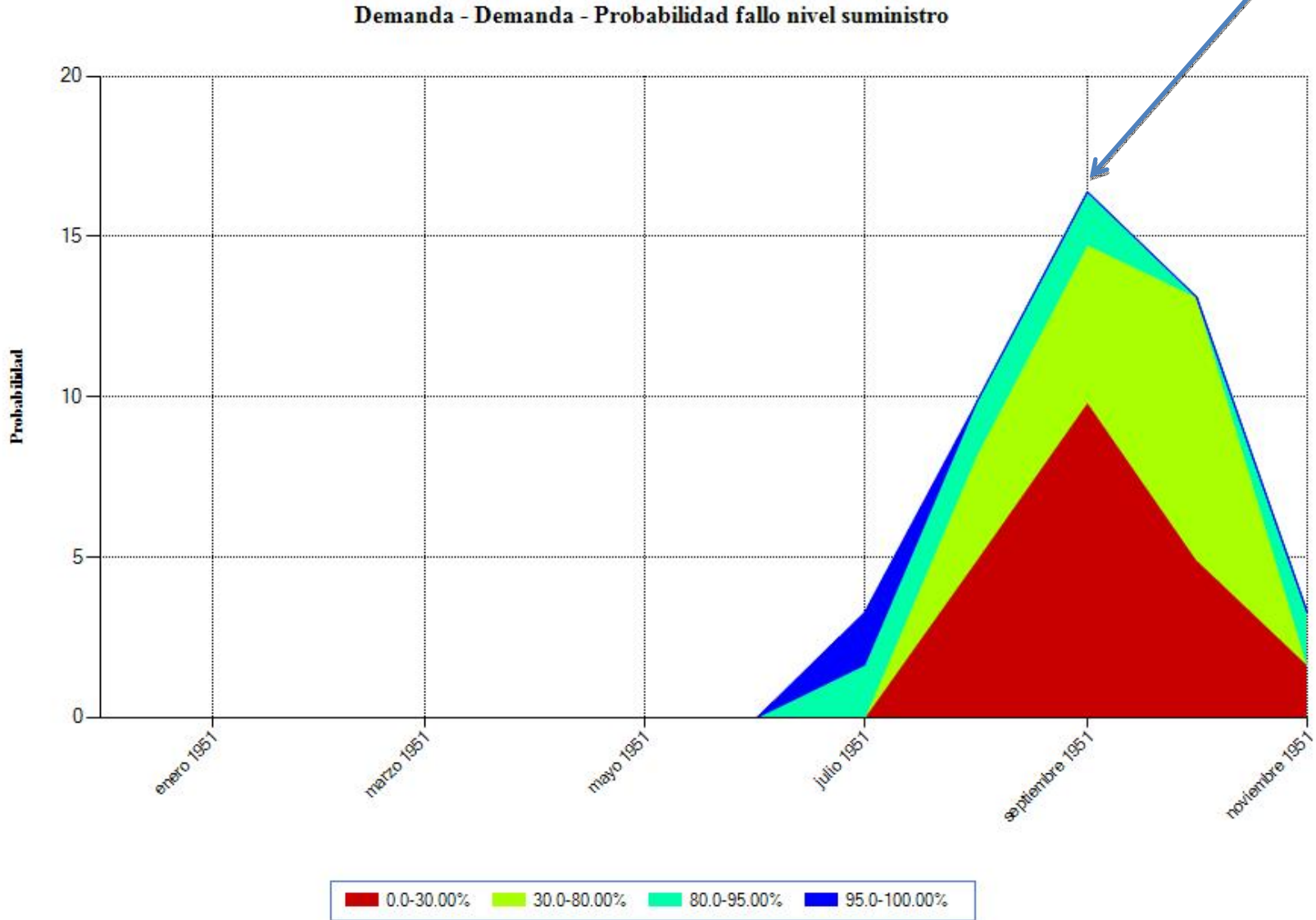
15% de probabilidad que embalse tenga menos de 30hm<sup>3</sup> en septiembre 2005

**Embalse - Embalse - Probabilidad estado por nivel**



**Probabilidad de estado futuro del sistema:**  
**• Probabilidad de fallo de los niveles de suministro**

16% de probabilidad que no haya suficiente agua para satisfacer las demandas en septiembre



# Probabilidad de estado futuro del sistema: resumen

Probabilidad que embalse tenga menos de 30hm<sup>3</sup> en septiembre

Probabilidad que embalse sea "lleno" en marzo

Probabilidad que no haya suficiente agua para satisfacer las demandas en septiembre

Year	Reservas embalsadas			Demand deficit
	Forecasted 1st October		Forecasted. 1st March	Forecasted 1st October
	Proba < 30Hm <sup>3</sup>	Proba < 70 hm <sup>3</sup>	>98% Vol max	Fallo>5%
1976	5%	23%	26%	5%
1980	6%	23%	13%	6%
2007	0%	10%	22%	0%
2009	0%	0%	52%	0%



## Probabilidad de estado futuro del sistema: resumen

### Con el uso de Predicciones

Year	Inflow				Dam reserve				Demand deficit
	Seasonal Forecast (Dic-Jan-Feb)			Observed DJF	Observed	Forecasted 1st October		Forecasted. 1st March	Forecasted 1st October
	% BN (Dry)	% NN	% AN (Wet)	Category	1st December	Proba < 30Hm3	Proba < 70 hm3	>98% Vol max	Fallo>5%
1976	9	43	48	AN	71	5%	23%	26%	5%

### Con climatología

Year	Inflow				Dam reserve				Demand deficit
	Climatology			Observed DJF	Observed	Forecasted 1st October		Forecasted. 1st March	Forecasted 1st October
	% BN (Dry)	% NN	% AN (Wet)	Category	1st December	Proba < 30Hm3	Proba < 70 hm3	>98% Vol max	Fallo>5%
1976	33	33	33	AN	71	13%	39%	18%	13%

## Probabilidad de estado futuro del sistema: resumen

Year	Inflow			Inflow	Dam reserve			Demand deficit	
	Seasonal Forecast (Dic-Jan-Feb)			Observed DJF	Observed	Forecasted 1st October		Forecasted. 1st March	Forecasted 1st October
	% BN (Dry)	% NN	% AN (Wet)	Category	1st December	Proba < 30Hm3	Proba < 70 hm3	>98% Vol max	Fallo>5%
1973	29	38	33	NN	32	30%	61%	7%	36%
1974	32	43	25	BN	43	26%	61%	7%	23%
1975	30	40	30	BN	49	16%	49%	16%	17%
1976*	9	33	58	AN	71	5%	19%	30%	6%
1977	29	53	18	AN	151	0%	4%	33%	0%
1978	24	35	41	AN	131	0%	7%	37%	0%
1979	27	48	25	NN	119	0%	11%	22%	1%
1980*	32	39	29	BN	105	4%	16%	18%	4%
1981	28	45	27	AN	105	4%	17%	16%	4%
1982	33	44	23	NN	70	14%	43%	13%	17%
1983	32	53	15	NN	43	29%	68%	4%	28%
1984	27	34	39	AN	155	0%	2%	51%	0%
1985	31	39	30	NN	107	4%	15%	19%	4%
1986	30	48	22	BN	82	12%	39%	16%	25%
1987	27	43	30	AN	64	12%	36%	16%	13%
1988	29	54	17	BN	127	0%	9%	15%	0%
1989	27	37	36	NN	70	11%	35%	19%	13%
1990	28	53	19	BN	49	17%	60%	6%	17%
1991	32	36	32	BN	103	6%	17%	19%	6%
1992	30	49	21	BN	87	9%	19%	11%	9%

## Modelo SIMRISK

- Datos de entrada
- Condiciones iniciales
- Indicadores relevantes
- Reglas de operación

Versión del modelo actual: simplista, “situación normal”

→ Versión mejorada: ¿simular diferentes escenarios?

¿Cómo utilizar los resultados para optimizar las decisiones?

*Decisiones de la Comisión de desembalse para Cuerda del Pozo – ejemplos para diferentes años*

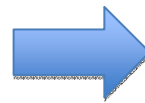
	OCTUBRE	MARZO/ ABRIL
Resguardos mínimos a final de diciembre, enero, febrero, marzo y abril	<u>2012</u> : 53 hm <sup>3</sup> para Diciembre, 11-22* para Abril (*variable con nieve)	
Caudales mínimos de desembalses de octubre a abril	<u>2012</u> : Caudal de situación de sequía <u>2014</u> : Caudal de situación normal fijados en el Plan Hidrológico	
Caudales máximos de desembalses de octubre a abril (situación normal de vertido)	<u>2014</u> : 60m <sup>3</sup> /s (si no: Decisiones del Comité Permanente de desembalse)	
Volúmenes mínimos de agua en los embalses a 30 de septiembre		<u>2011</u> : 70hm <sup>3</sup> , <u>2012</u> : 30hm <sup>3</sup>
Posibilidad de extender el periodo de riego		<u>2013</u> : riego en octubre dado el retraso en las siembras de maíz y remolacha

# Conclusiones:

- Existe varios ejemplos de aplicaciones hechos “a medida” para un público objetivo. Cada aplicación presenta soluciones interesantes !
- Desarrollamos en este proyecto una metodología para “traducir” unas **predicciones climáticas** en unas **predicciones de aportaciones** a los embalse y unas **predicciones de estado del sistema** (reservas embalsadas, posible déficit, etc.)
- La metodología y las predicciones se tienen que adaptar y individualizar para tener una utilidad real para los usuarios: periodo y variables consideradas, indicadores, etc.

## Climate Information

Earth Observation, Climate model simulations,...



## Customized information products

Support users acting, pertinent to EU policies,...

# Muchas Gracias

Merci, grazie, thank you, gracias, tak, danke, obrigado, multumesc, tack

---

EUPORIAS