



JORNADA: AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Mesa redonda: GIRH y Balance Hídrico

***EFICIENCIA DE RIEGO ACTUAL Y POTENCIAL
EL DESEMPEÑO A TRAVÉS DE NUEVOS INDICADORES***

Ing. Agr. José Morábito

UNCuyo - 7 de marzo de 2015 - MENDOZA - ARGENTINA



www.uncuyo.edu.ar/desarrollo ▪ www.unwater.org/worldwaterday

ÍNDICE

Dinámica del uso de agua en la Tierra: la agricultura el mayor consumidor de agua.

Evolución de las tierras de regadío.

Demanda relativa de agua por parte de los distintos sectores.

Conducción, distribución y aplicación del agua de riego.

Resultados de investigaciones sobre eficiencia (indicadores) de riego:

Indicadores de calidad de servicio

Eficiencia (indicador) actual y potencial

Usos beneficiosos y racionales

Otros métodos de riego: pulsos, goteo, etc.

Ahorro de agua: estrategias de riego

Herramientas de control del riego en finca

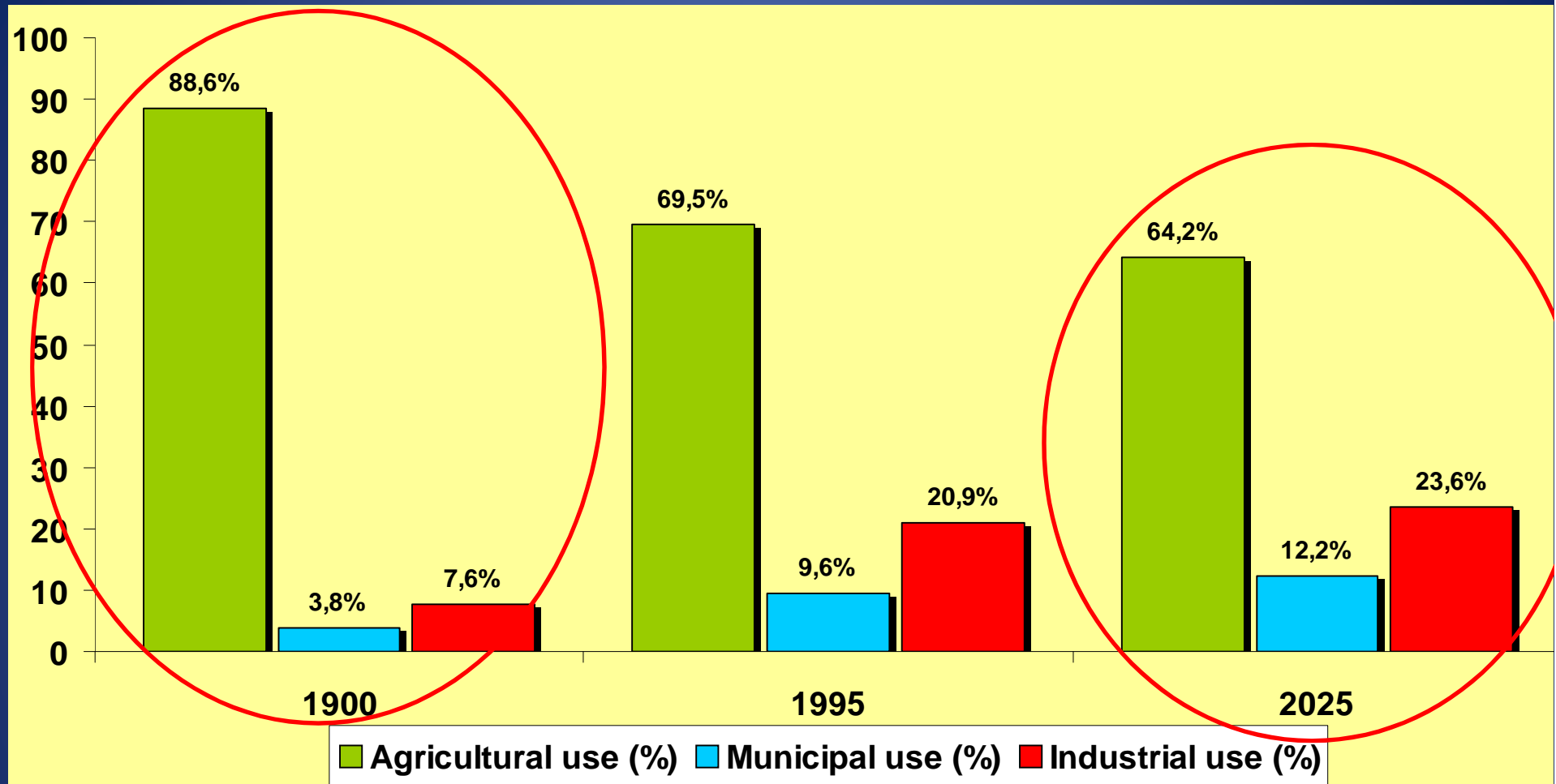
Cultivos resistentes a sequia y salinidad

Contaminación del agua

Desafíos y acciones

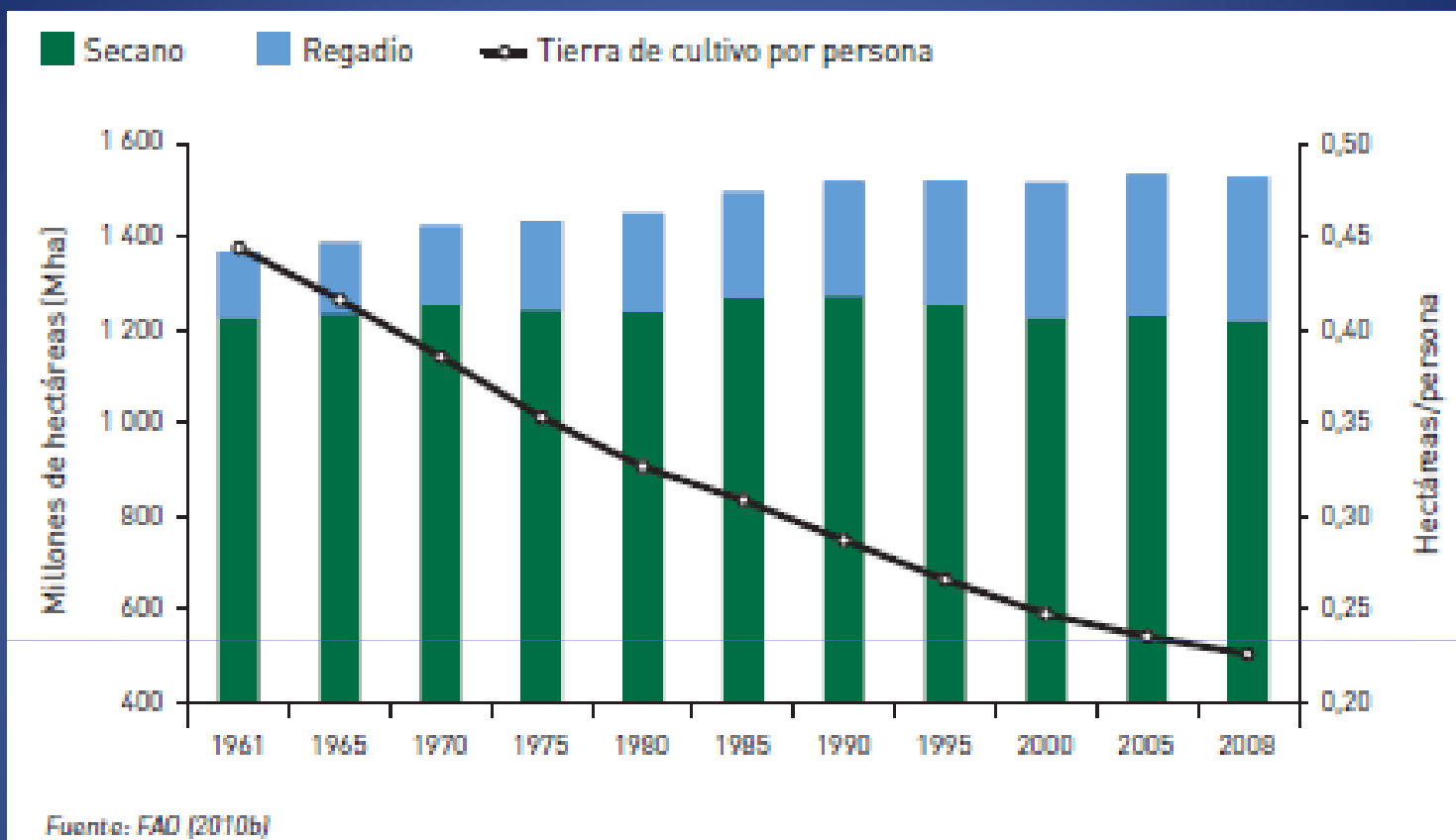


Dinámica del uso de agua (%) en nuestro planeta



... Pero el mayor crecimiento es para los sectores industrial y urbano

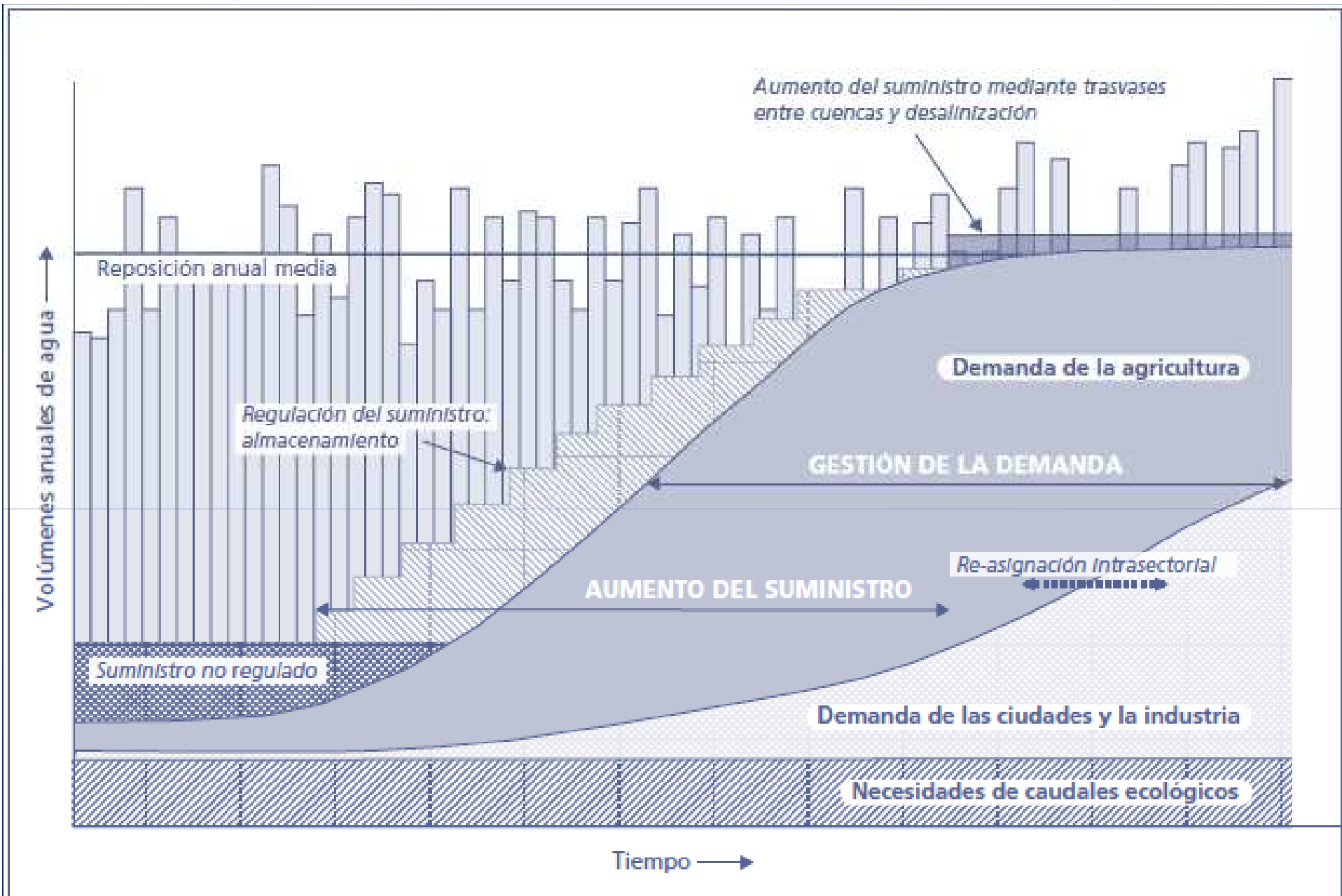
EVOLUCIÓN DE LAS TIERRAS DE REGADÍO Y DE SECANO (1961-2008)



VARIACIÓN NETA EN LOS PRINCIPALES USOS DE LAS TIERRAS (Mha)

	1961	2009	Incremento neto 1961-2009
Tierra cultivada	1 368	1 527	12%
• Secano	1 229	1 226	-0,2%
• Regadío	139	301	117%

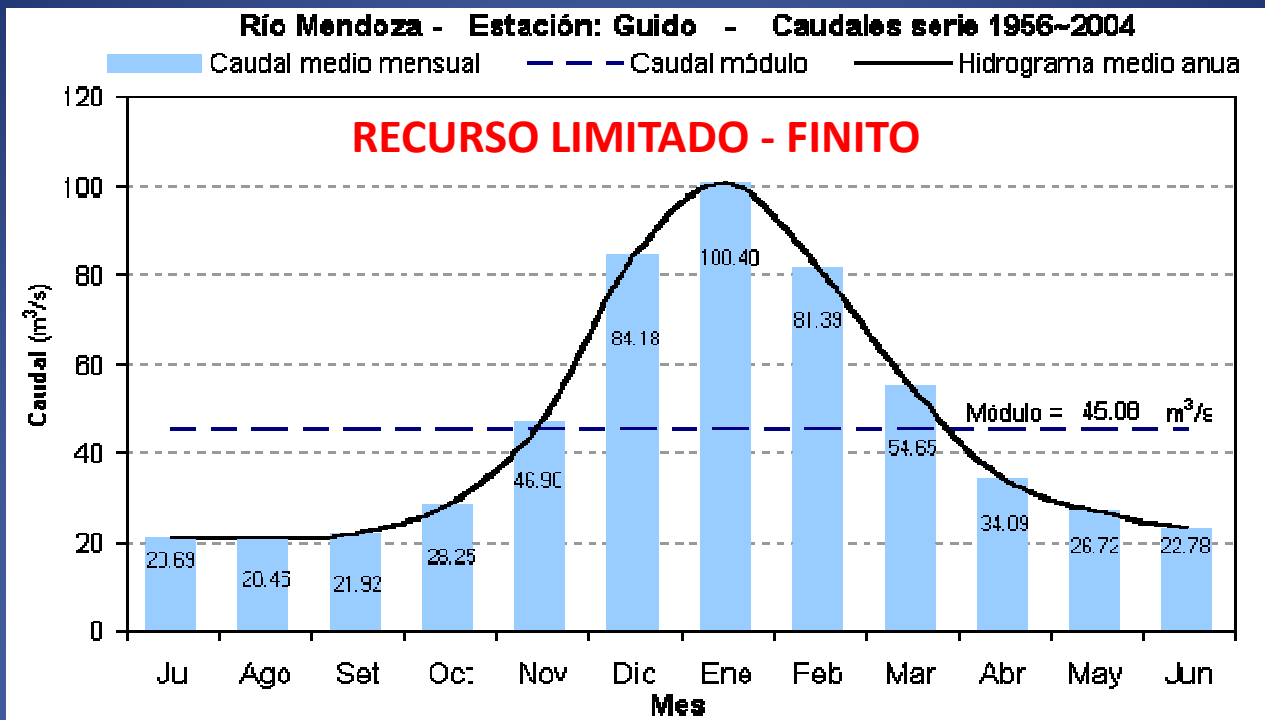
Superficie regada (20 % de la cultivada) genera el 40% de la producción de alimentos



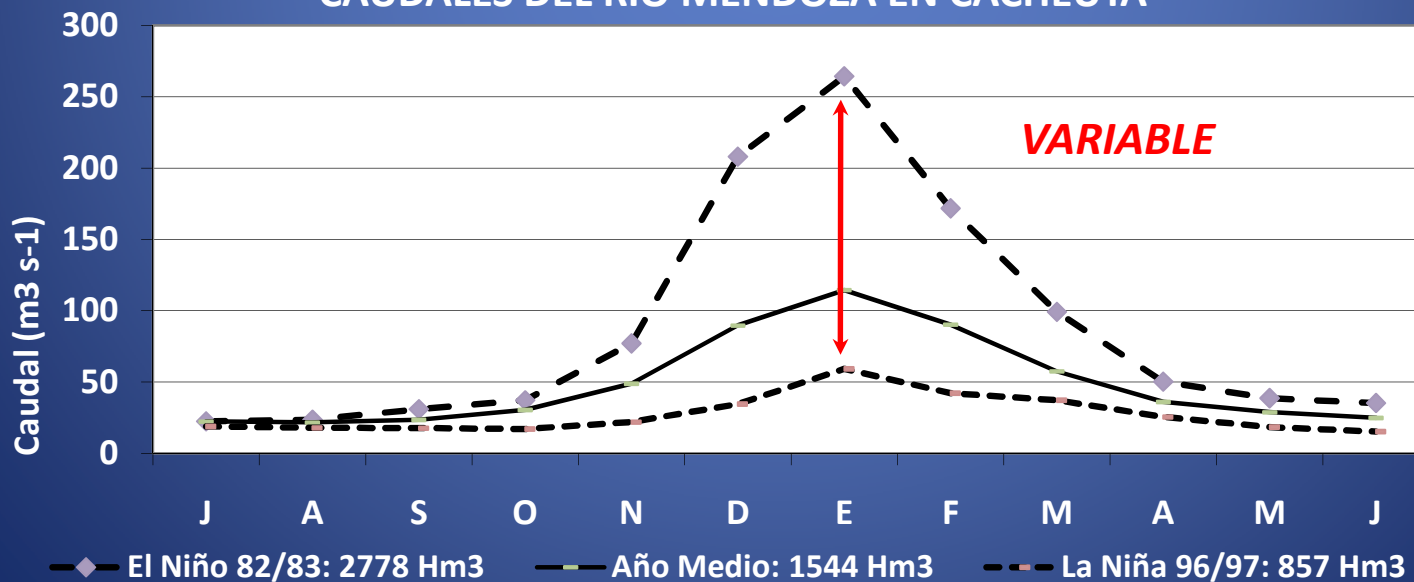
Secuencia de la demanda relativa de agua por parte de los distintos sectores y opciones de respuesta a lo largo del tiempo FAO, 2013

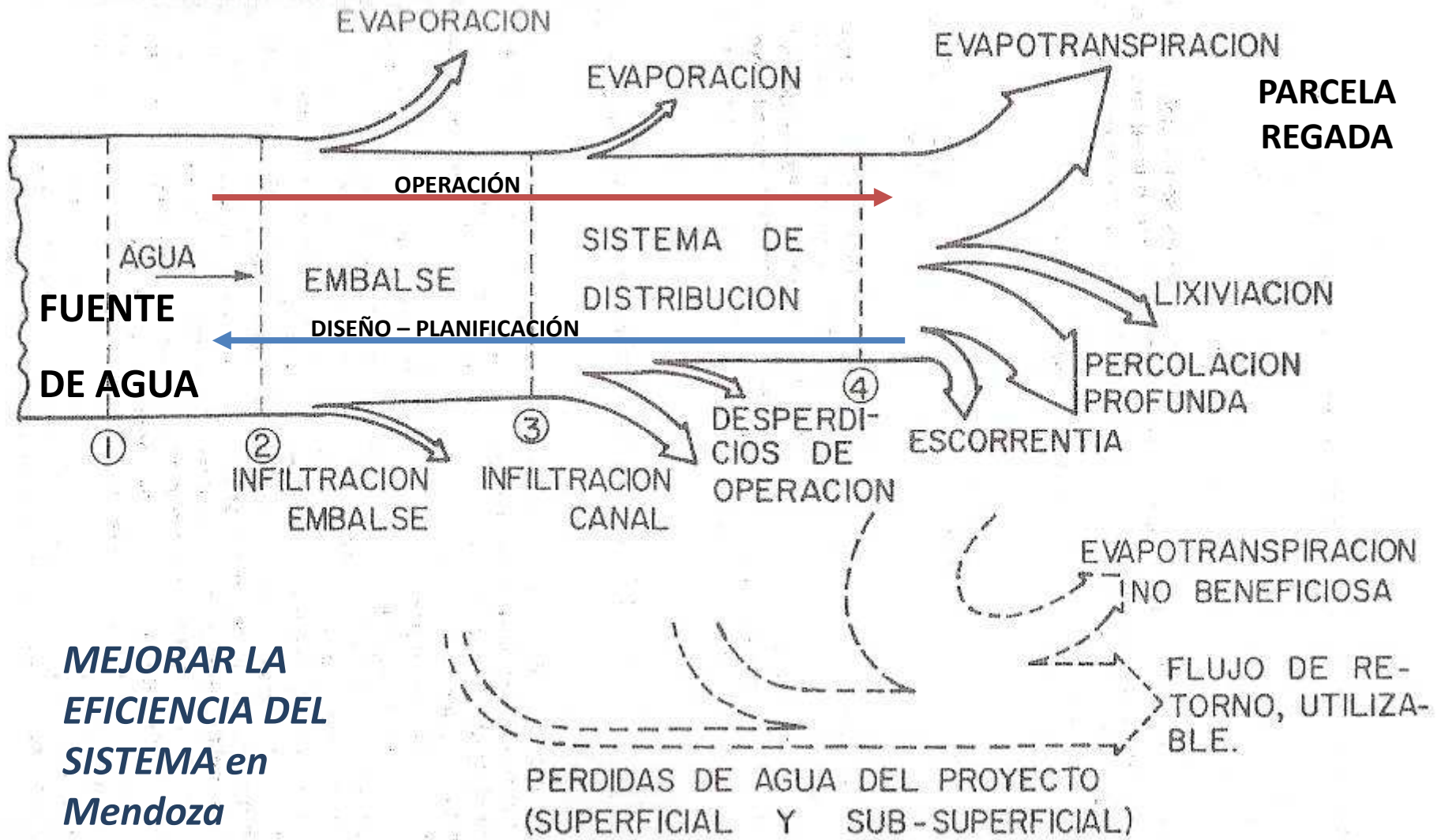
PROBLEMAS:

- Recurso limitado
- Variabilidad
- Amenaza del CC
- Contaminación
- Nec. de inversión
- Educación
- Otros.....



CAUDALES DEL RIO MENDOZA EN CACHEUTA



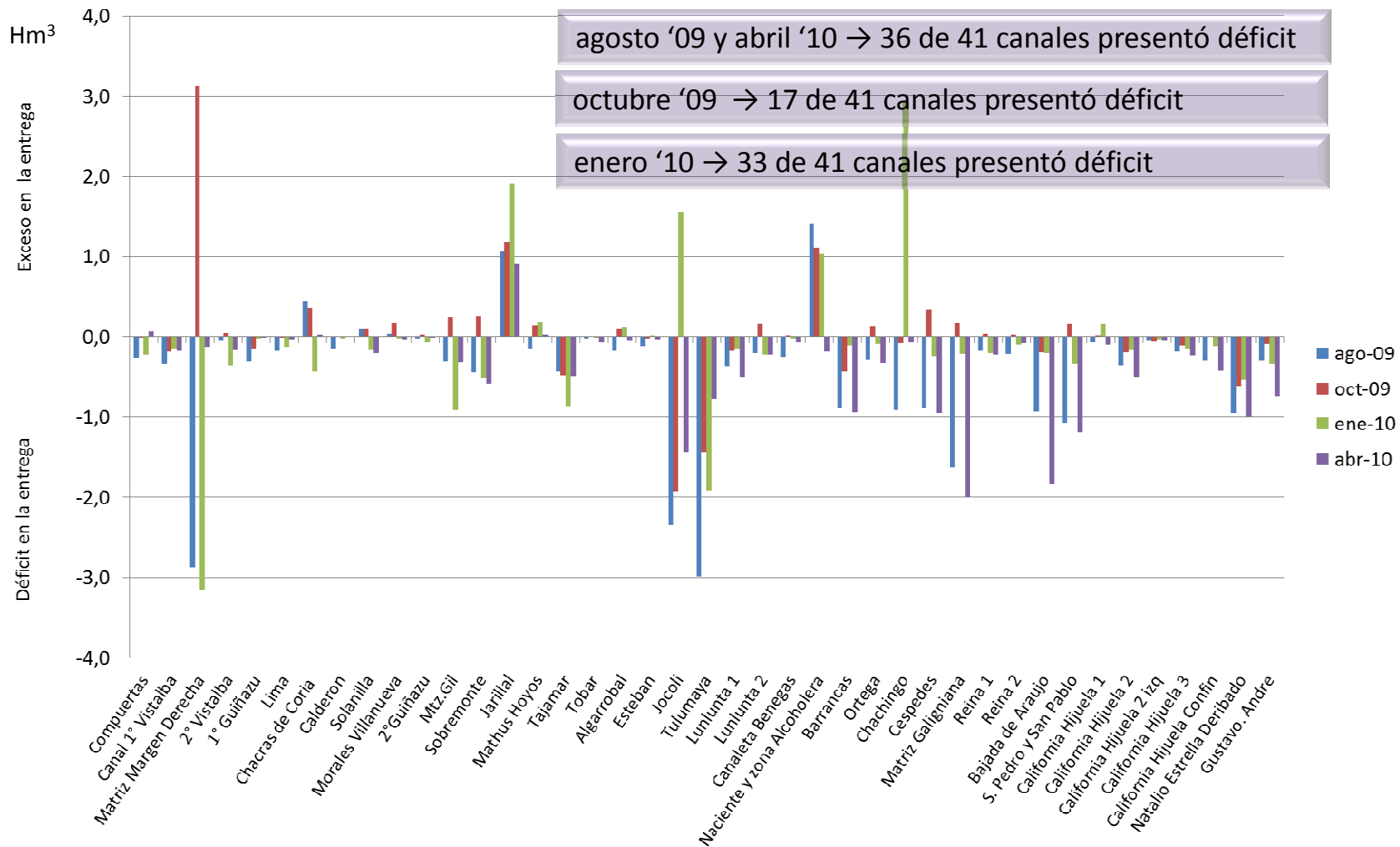


MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA en Mendoza

CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN y APLICACIÓN DEL AGUA DE RIEGO

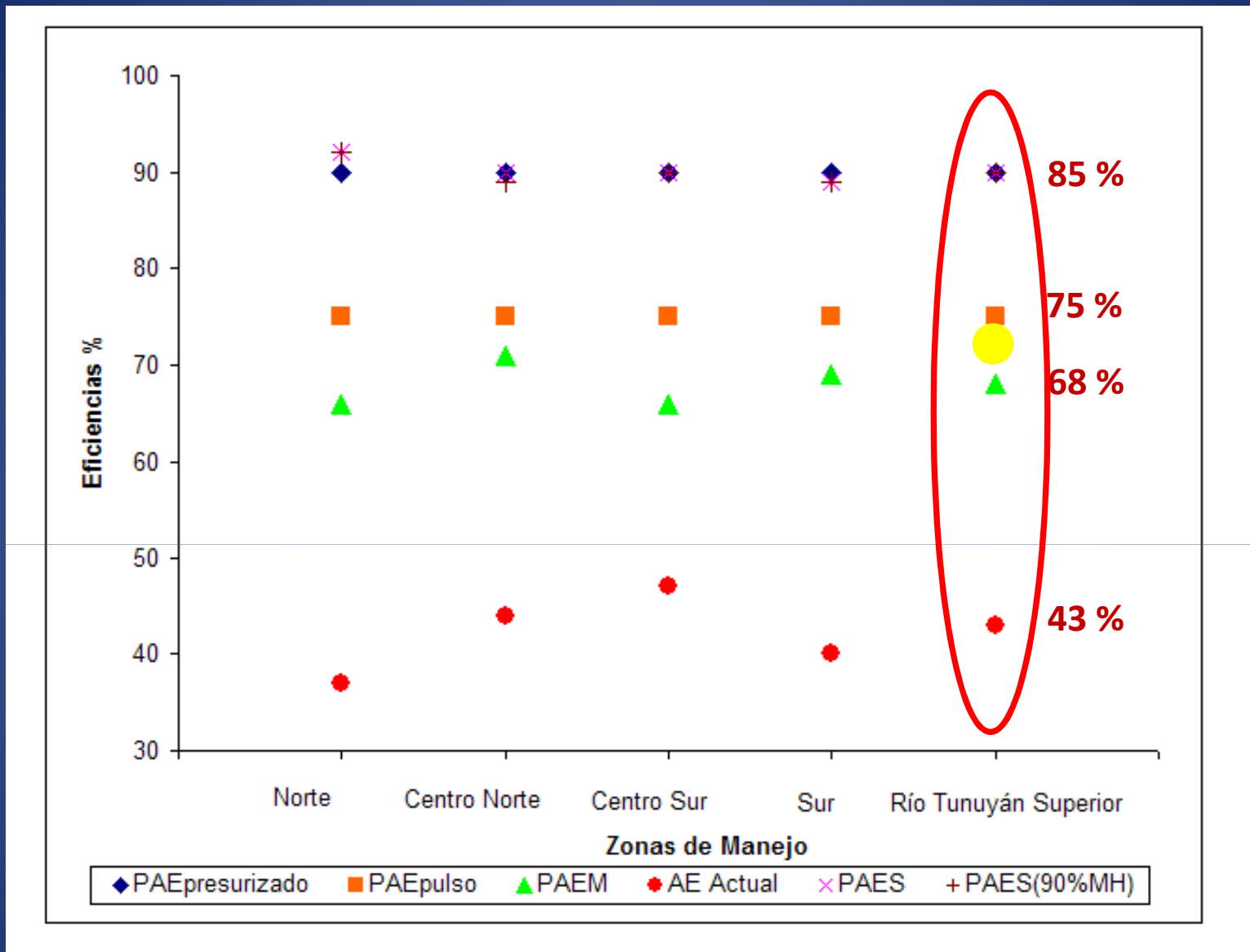
RED EXTERNA: Análisis de la distribución del agua para riego en canales primarios del río Mendoza (CICLO 2009/2010) Miranda y otros, 2012

Diferencias entre el volumen de agua planificado y el volumen realmente entregado





Desempeño del riego. Riego por escurrimiento superficial
Volúmenes excesivos y desagüe al pie inutilizado.



Eficiencia de aplicación actual y potenciales: a) de manejo (modelada bajo SIRMOD), según balance salino y métodos de riego. Schilardi et al, 2011

EFICIENCIA ACTUAL EN LOS OASIS DE MENDOZA

Definiciones tradicionales

Oasis	EAP		EE	ep _{ICID}	
Mendoza	63		61	38	
RTS	51		60	31	
RTI	69		±71	±49	
Diamante	±45		±65	±29	
Atuel	±50		±56	±28	
Provincia	±56		±63	±35	

Partición física del agua aplicada

Evaporación (E)

Transpiración (T)

Evapotranspiración del cultivo (ETc)

Infiltración

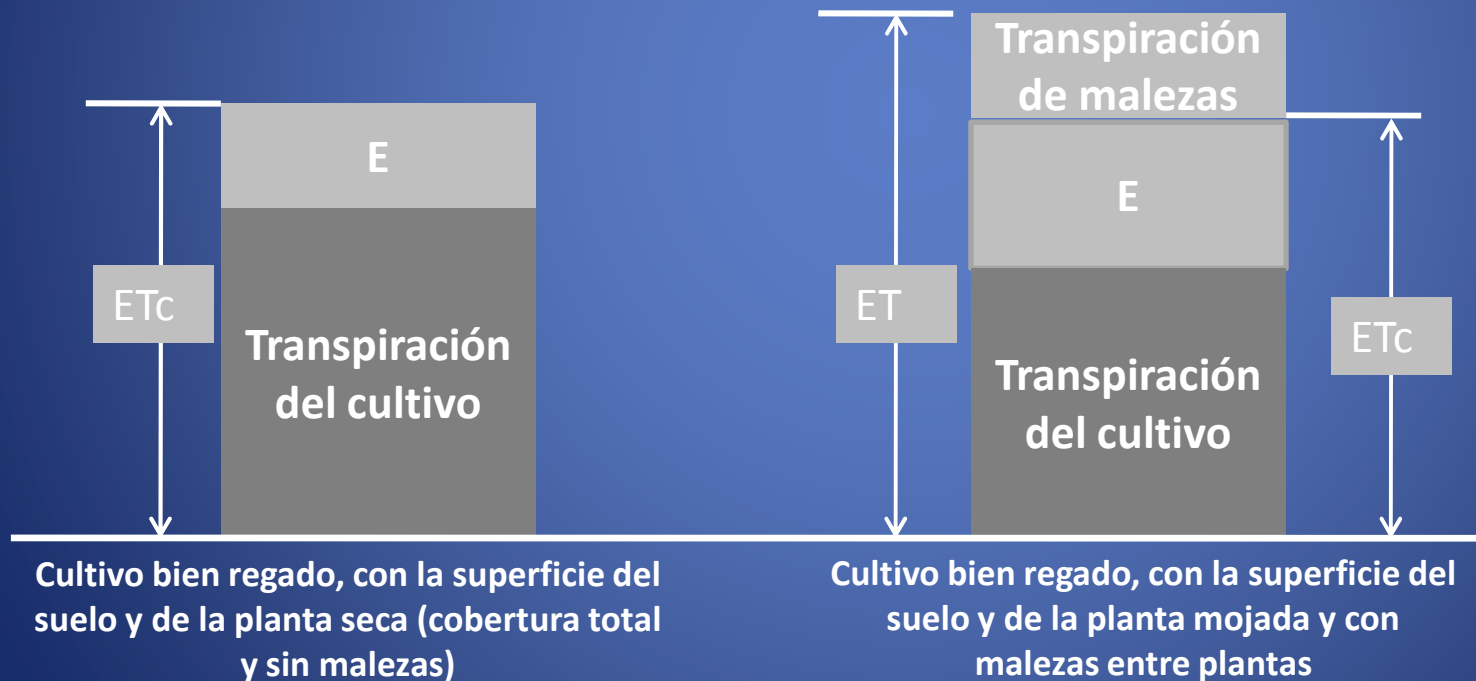
Percolación profunda (PP)

Escurrimiento superficial (ES)

Partición del agua según posibilidad de recuperación

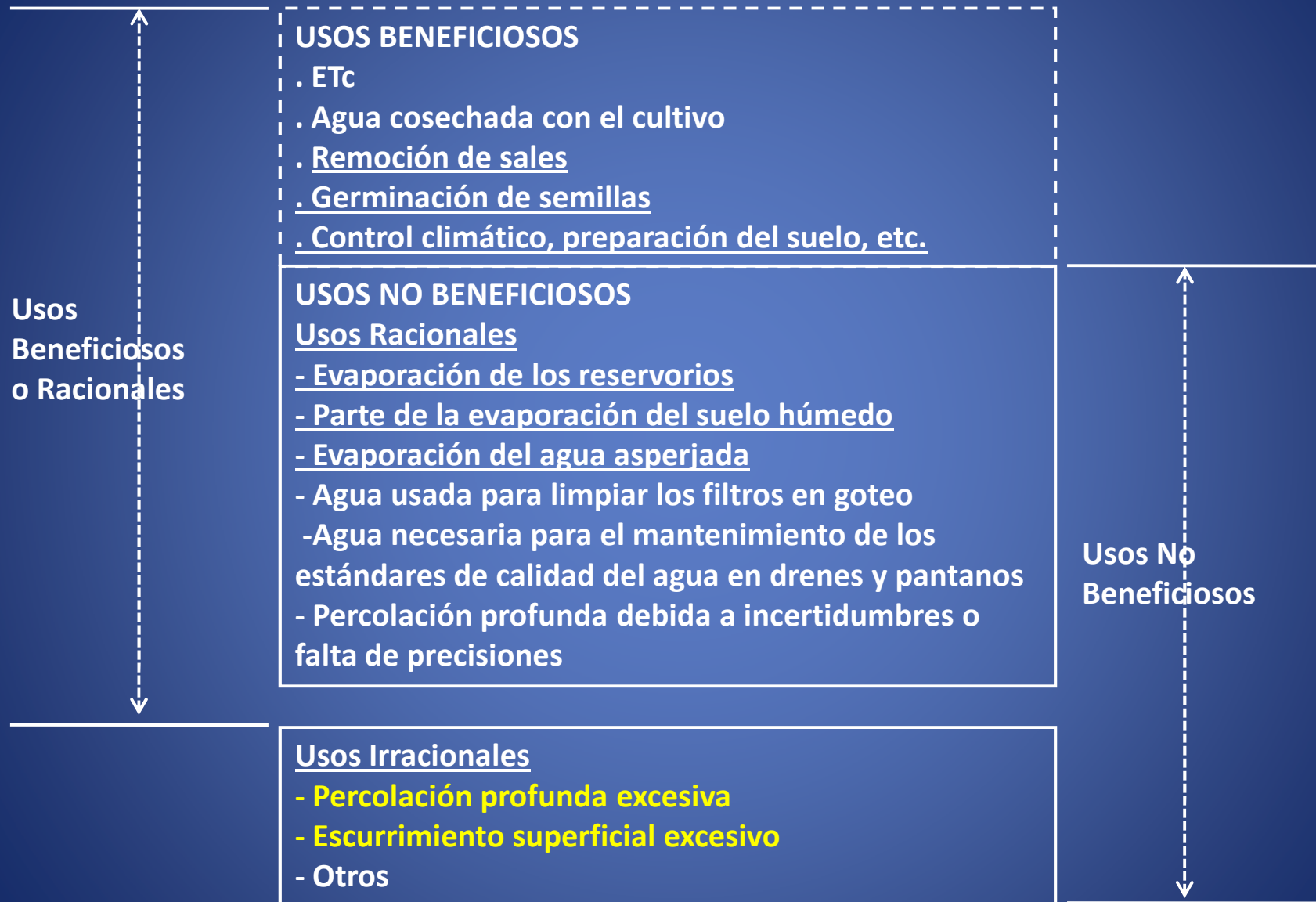
Usos consuntivos: es considerada irrecuperable y consumida (E, T, agua contenida en los tejidos).

Usos no consuntivos: es el agua que deja el área considerada, esencialmente escurrimiento superficial (ES) y percolación profunda (PP).



Esquema entre evaporación y transpiración de cultivos regados

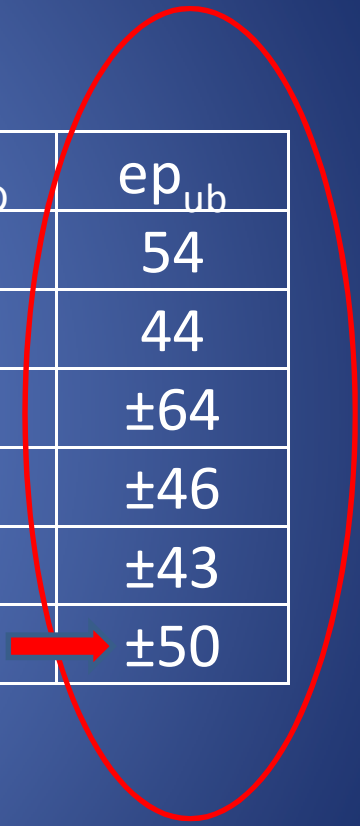
Usos Benéficos y No Benéficos - Racionales y No Racionales



EFICIENCIA ACTUAL EN LOS OASIS DE MENDOZA

Considerando los usos beneficiosos

Oasis	EAP	RL	OUB	EE	ep _{ICID}	ep _{ub}
Mendoza	63	17	9	61	38	54
RTS	51	10	12	60	31	44
RTI	69	14	7	±71	±49	±64
Diamante	±45	18	7	±65	±29	±46
Atuel	±50	20	7	±56	±28	±43
Provincia	±56	16	8	±63	±35	±50



Mejora en la conducción y distribución hasta bocatoma de propiedad

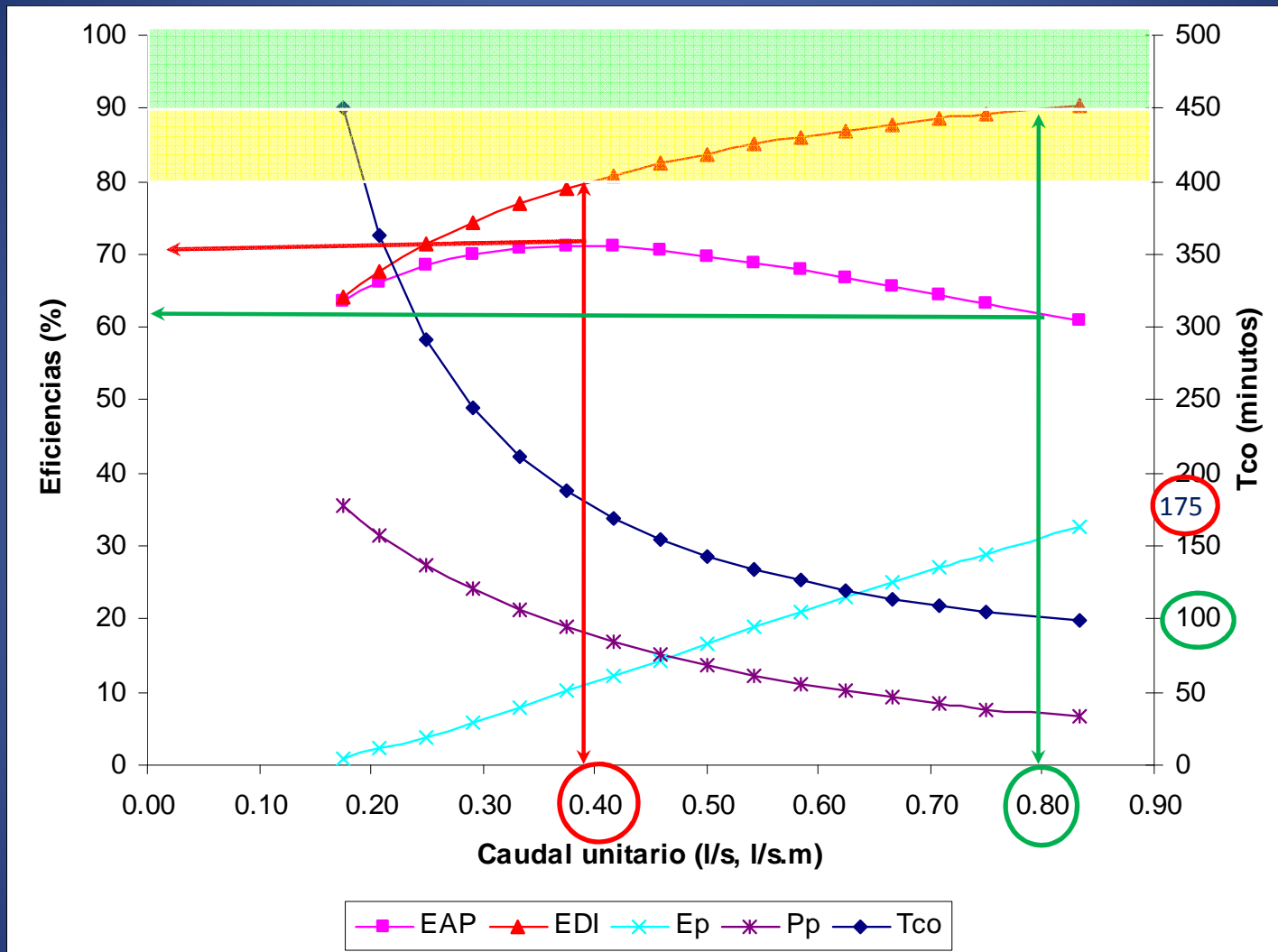


Sección de aforo y registros adecuados



CANAL REVESTIDO CON PVC

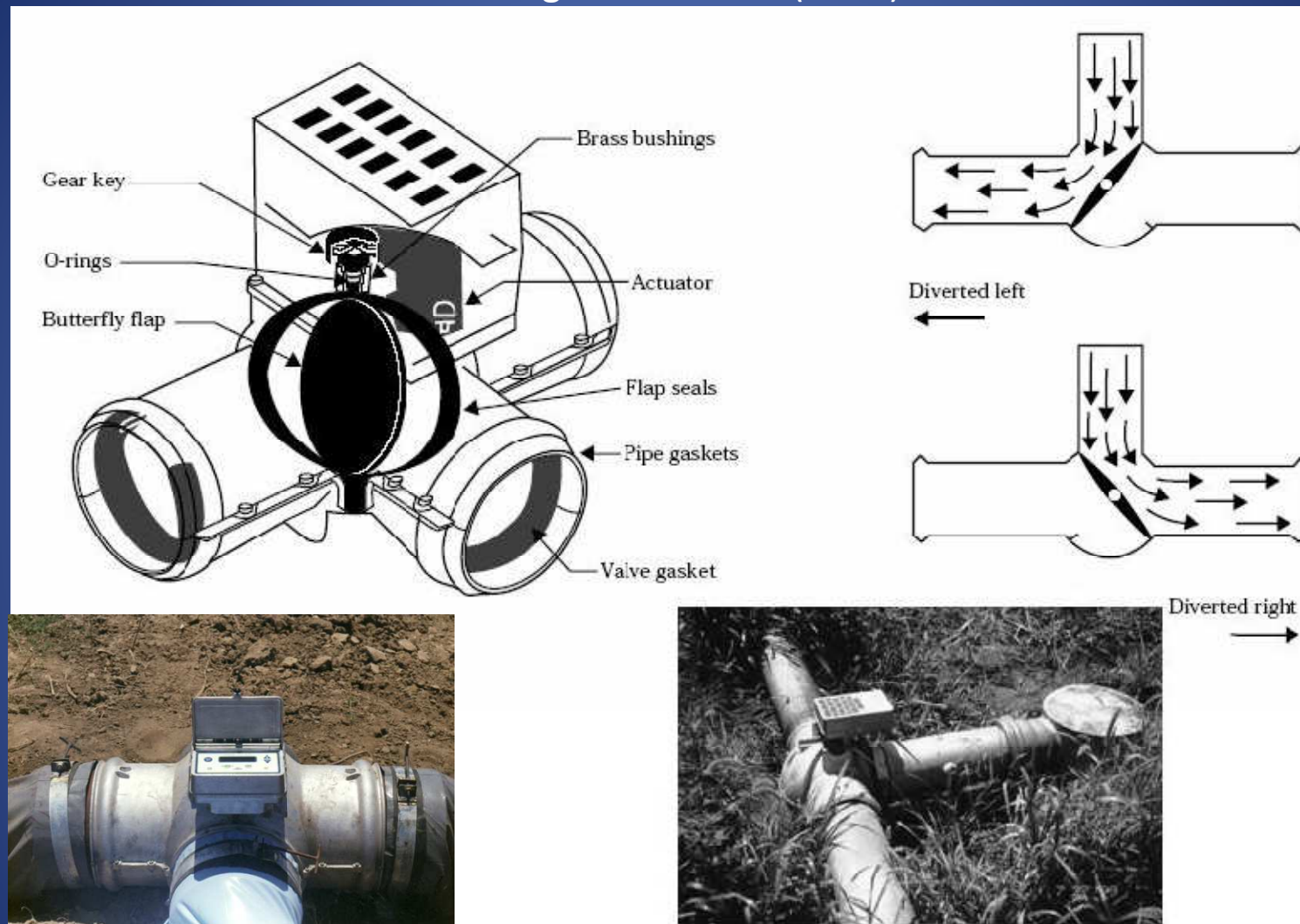
MEJORA DE LA APLICACIÓN: modelos de simulación (optimización)



Escenario de optimización: Cultivo = Hortícola; L = 200 m; dn = 30 mm; i = 0,006 m/m;
Ib = 5,3 mm/h; EAL = 100 % y W = 0,5 m

RIEGO TECNIFICADO: Riego por pulsos o caudal discontinuo (surge flow).

Stringham & Keller (1979)



Válvula automática de mariposa para riego por pulso NRCS National Engineering Handbook, 1997.

Precio final: 6" U\$S 3260, 8" U\$S 3550, 10" U\$S 3820; mayo 2010). Costo promedio de inversión del equipo, sin incluir represas o planta de bombeo U\$D 150 para un sistema con mangas y U\$D 250 para tuberías rígidas de PVC. La amortización en el caso de PVC es de 10 años y en el caso de mangas es 3 años, no así las compuertas y la válvula que van a 10 años.

RIEGO LOCALIZADO (POR GOTEO)

ALTA EFICIENCIA Y MUY BUENA UNIFORMIDAD



DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE LAS SALES
EN LA ZONA HUMEDECIDA



BULBO HÚMEDO Y RAÍCES

FORMA DEL BULBO

Estratificación

Obstáculos Impermeables

Caudal y tpo de riego
(emisor)



RESULTADOS DE ESTUDIOS LOCALES (Chambouleyron et al.1993, Fontela et al 2009 y Schilardi et al 2012,)

SUB-USO DEL POTENCIAL TECNOLÓGICO “RIEGO POR GOTEO”

USO IRRACIONAL DEL AGUA Y LA ENERGÍA

RECOMENDACIONES

REVISAR ALTERNATIVAS DISEÑO Y CERTIFICAR LAS INSTALACIONES (EVAL.)

OPERAR Y MANTENER ADECUADAMENTE LOS EQUIPOS DE RIEGO

CUIDAR SISTEMA DE FILTRADO, INSTRUMENTOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN

CONTROLAR SALINIDAD, SODICIDAD Y ANIONES (franja húmeda e interfilar) → LAVADOS

CAPACITAR PERSONAL



MÉTODOS DE RIEGO y ESTRATEGIAS DE RIEGO



RIEGO POR ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL. SURCOS, MELGAS Y OTROS. No siempre eficientes.

RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO (RDC): consiste en aplicar cantidades de agua inferiores a las necesarias (o evapotranspiración máxima del cultivo, ETC) durante ciertos periodos del ciclo del cultivo (estrés hídrico intencional) en los cuales la producción y la calidad sean poco afectados y aplicar el total de dichas necesidades durante el resto del ciclo, en especial en aquellos momentos en que la producción y/o la calidad son más afectados por la falta de agua (periodos críticos)



RIEGO LOCALIZADO (POR GOTEO)
Bien operados: alta eficiencia y muy buena uniformidad

Efectos del riego deficitario controlado (RDC) pos-cosecha sobre el crecimiento vegetativo en cerezos. 2005-2006. Podestá y otros. 2006.

Evaluar el RDC poscosecha como herramienta de control de vigor de plantas jóvenes de cerezo.

Hipótesis: el estrés hídrico moderado en poscosecha: disminuye el crecimiento vegetativo, aumenta floración y fructificación, favorece fructificación precoz y no disminuye la calidad de la fruta



Lámina de agua recibida en cada tratamiento (mm)

Trat.	Antes del RDC		A partir del RDC		Total
	R	Pp	R	Pp	
T1 100 %	111	20	515	121	766
T2 75 %	111	20	383	121	635
T3 50 %	111	20	255	121	507

Ahorro de agua



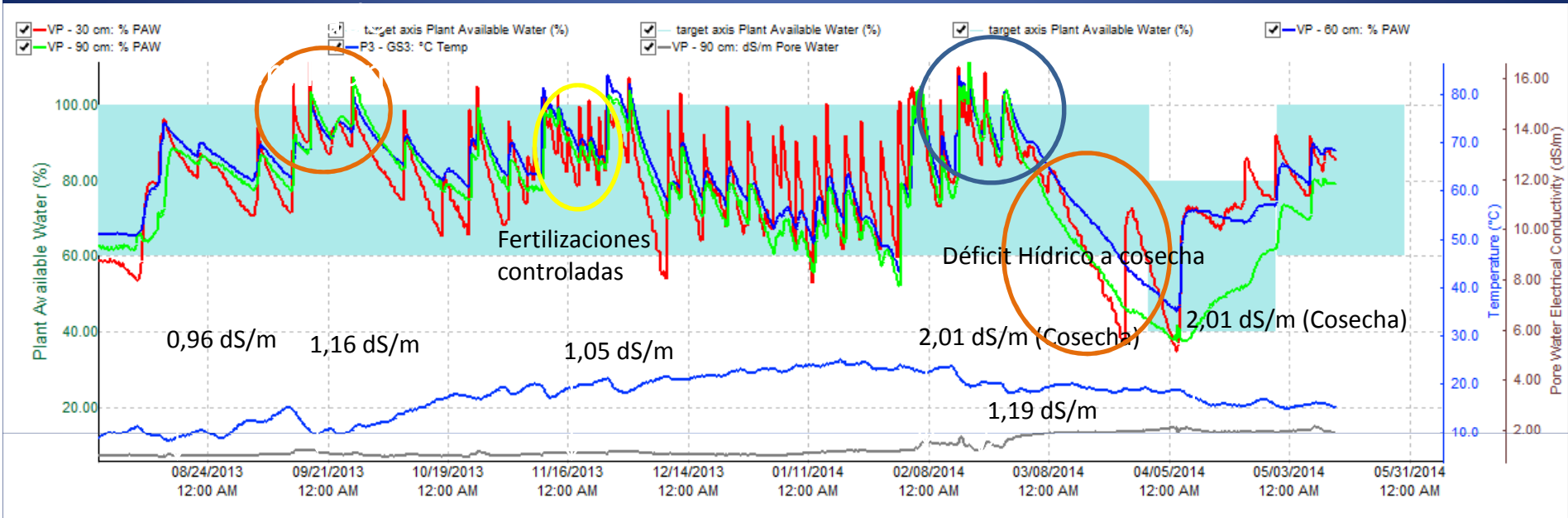
17 %

34 %

El RDC pos-cosecha permitió: controlar el crecimiento vegetativo, aumentar la diferenciación floral y ahorrar agua

HERRAMIENTAS DE CONTROL DEL RIEGO. GESTIÓN INTEGRAL DE RIEGO Y DEL FERTIRRIEGO

Registro en tiempo real: agua disponible, salinidad y tº en suelo



Sensor 5TE



Sensor GS3

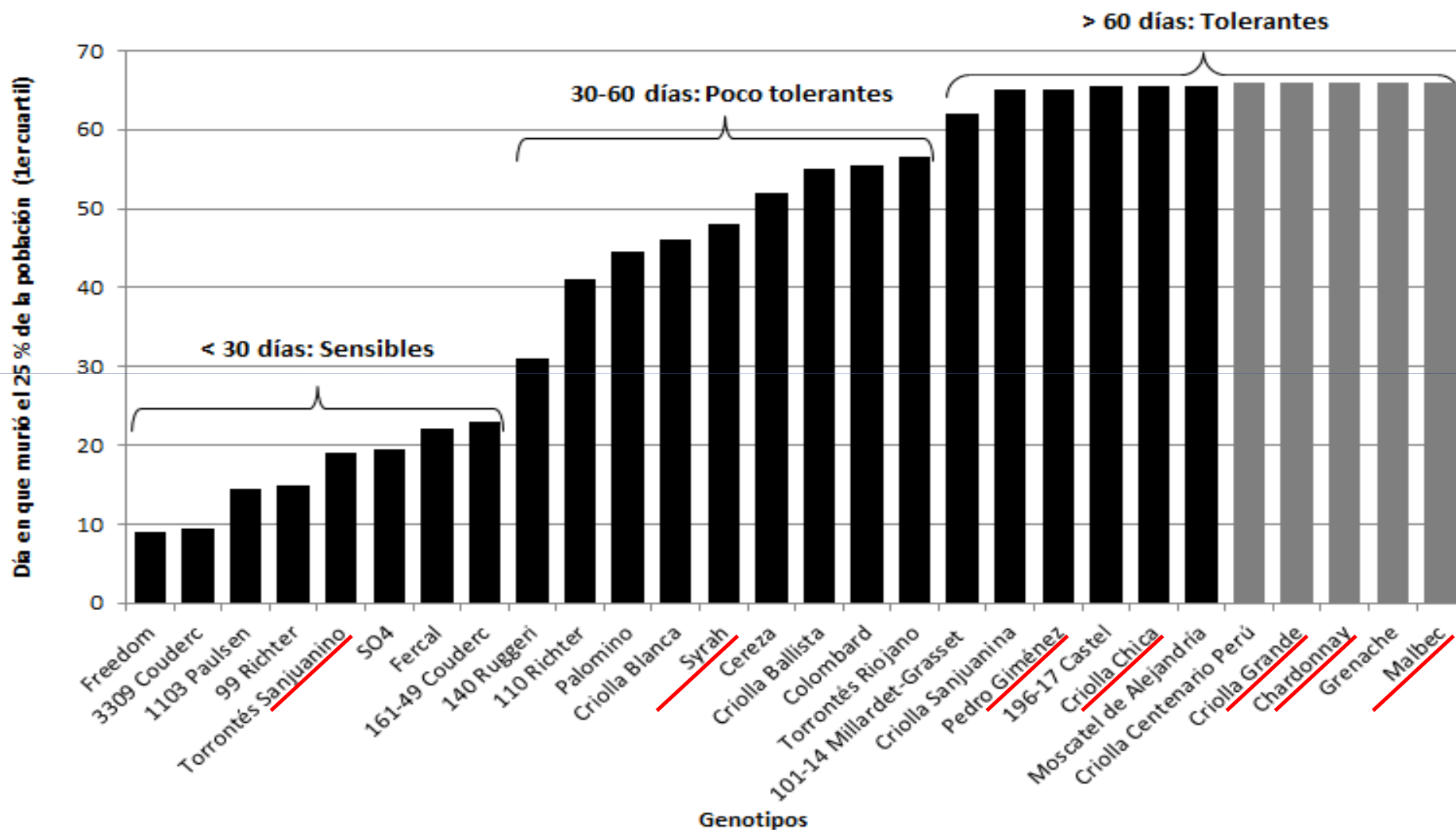


Sensor GS1 y GS3



Constante dieléctrica del suelo = permitividad dieléctrica

CULTIVOS RESISTENTES: Portainjertos: clasificación según tolerancia a salinidad, de 28 genotipos del género *Vitis*, regados con una solución 100 mM de NaCl (± 12 dS/m), durante 66 días



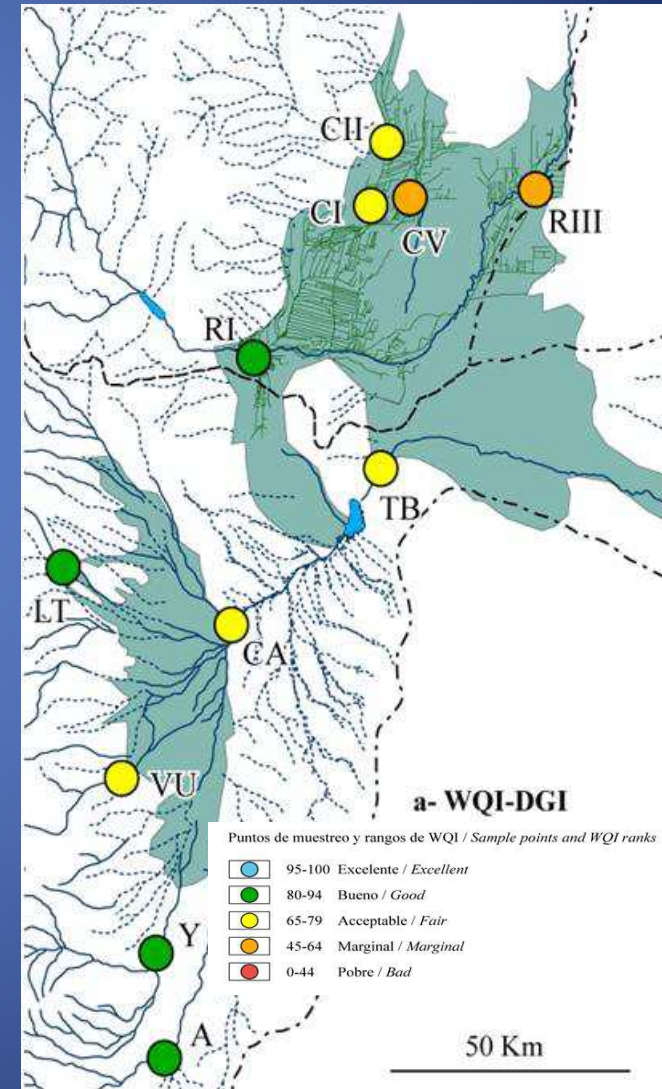
Barras de color gris indican las variedades en las que no murió ningún individuo durante los 66 días. **Martin & Vila, 2013. PAE-INTA-UNCuyo-INA.**

REDUCIR LA CONTAMINACIÓN: La basura impacta sobre la red de riego como consecuencia de los conflictos derivados de su deposición, del incremento del consumo, del crecimiento urbano no planificado y de la educación/costumbres de los numerosos actores intervinientes. Resulta necesario encontrar una solución a este problema.

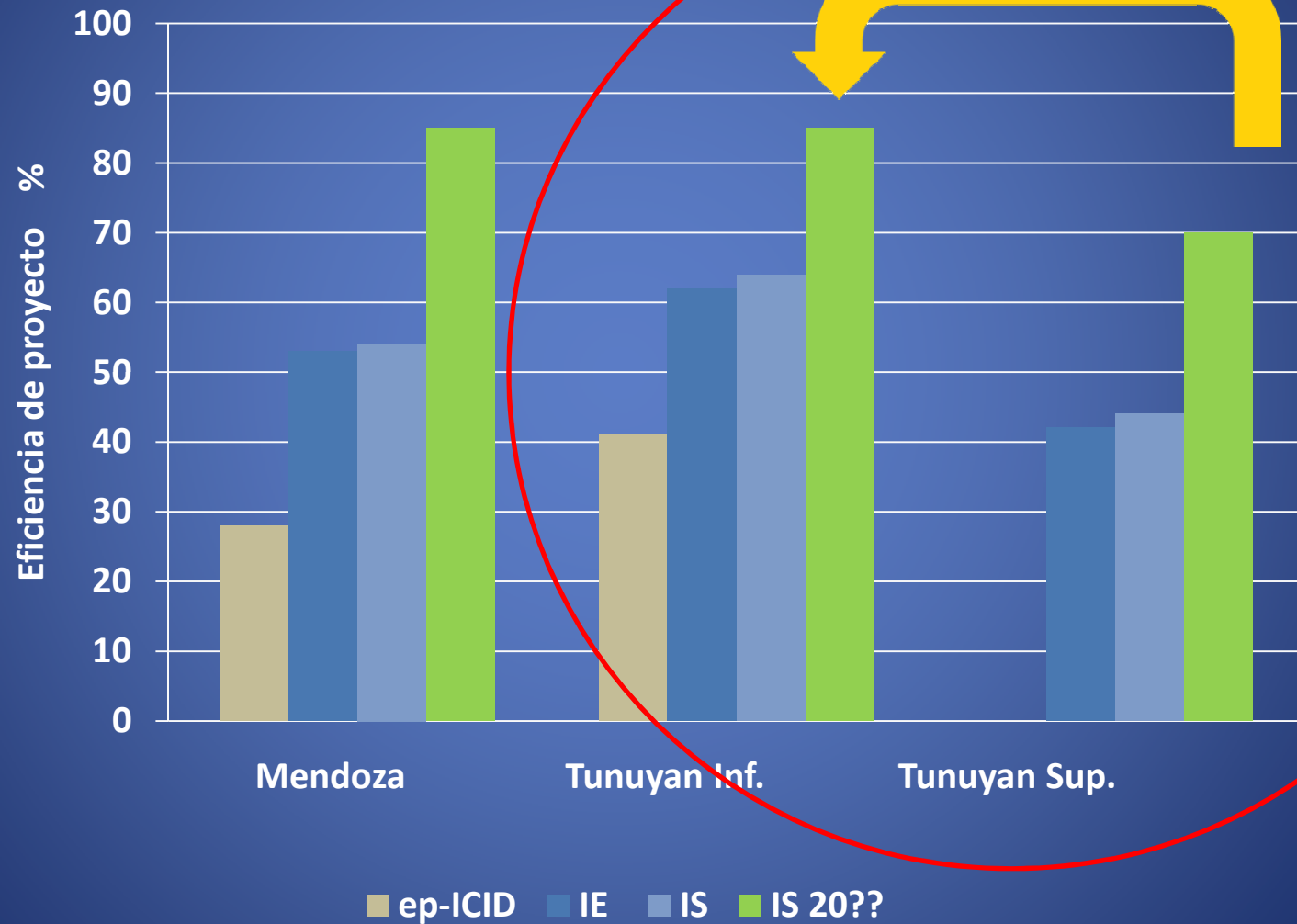


Calidad del agua
de riego a
través del Índice
Integrado WQI
(2013)

12 parámetros



INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL RIEGO A NIVEL DE PROYECTO EN ÁREAS REGADÍAS DE LOS OASIS NORTE Y CENTRO DE MENDOZA (SEGÚN ICID Y BURT ET AL, 1997)



El BALANCE HÍDRICO debería considerar la evolución esperada en el tiempo

DESAFÍOS

Ahorrar agua

Incrementar la producción (y calidad) por gota de agua

No contaminar

Mejorar la gestión hídrica (externa e interna)

La agricultura se enfrenta a retos complejos de aquí al 2050 para alimentar a una población que alcanzará 9.000 millones de personas

Una certeza es que se necesitará más agua para producir el 60% de los alimentos adicionales

La labor de todos se deberá centrar en un uso del agua en la agricultura más eficiente, equitativo y respetuoso con el medio ambiente.

(FAO, 2013)

Muchas gracias