



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

GRUPO GIR-TADRUS

TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA EL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE



UVa

Tecnologías
Avanzadas
Desarrollo
RURAL
Sostenible

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE CONTROLE PARA O MANEJO EFICIENTE DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Avda. de Madrid 44, 34004 Palencia (ESPAÑA)

☎: +34-979-108360. ☎: +34-979-108302. Email: Imnavas@iaf.uva.es

Luis Manuel Navas Gracia

Dpto. Ingeniería Agrícola y Forestal
ETS Ingenierías Agrarias
Universidad de Valladolid
Avda. de Madrid, 44
34004-PALENCIA (ESPAÑA)

Tel.: +34 979 108 360
Fax: +34 979 108 302
E-mail: Imnavas@iaf.uva.es

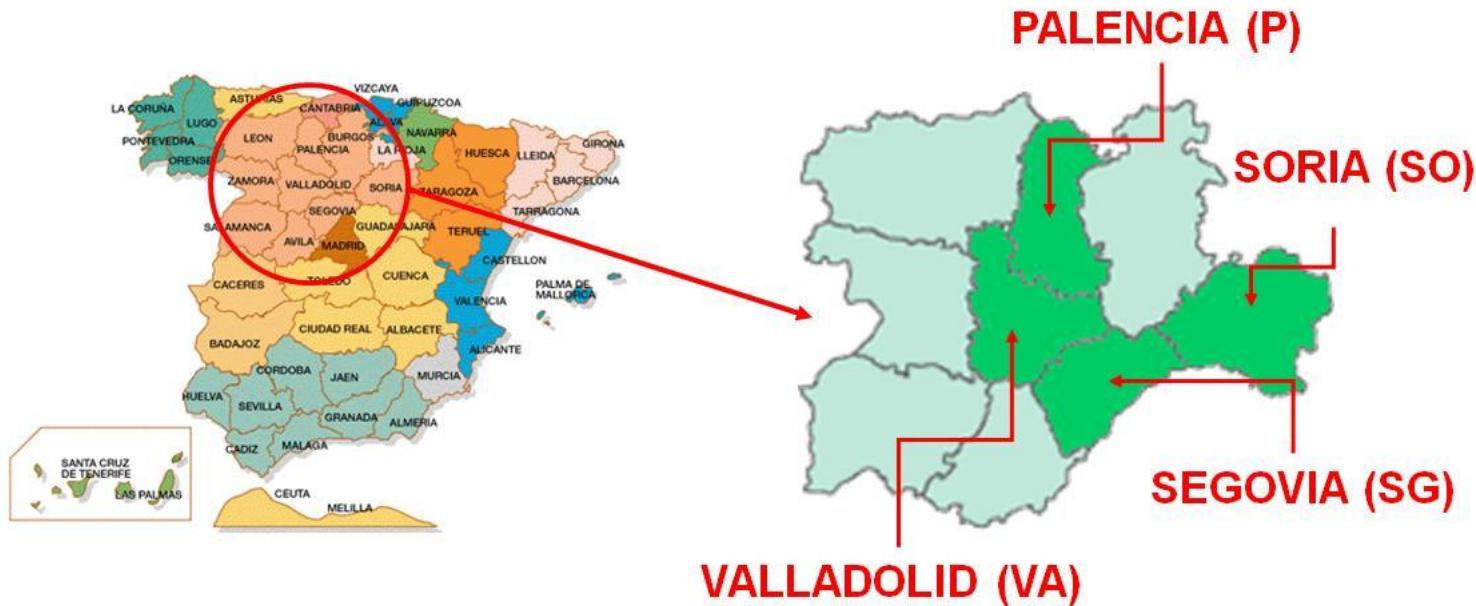


Luis Manuel Navas Gracia

Dpto. Ingeniería Agrícola y Forestal
ETS Ingenierías Agrarias
Universidad de Valladolid
Avda. de Madrid, 44
34004-PALENCIA (ESPAÑA)



Tel.: +34 979 108 360
Fax: +34 979 108 302
E-mail: Imnavas@iaf.uva.es



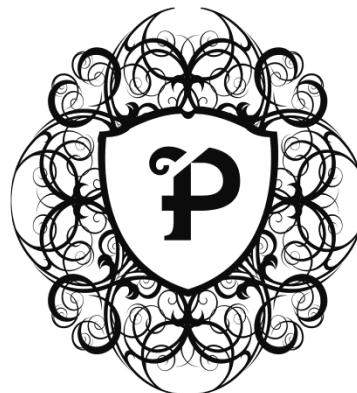
Luis Manuel Navas Gracia

Dpto. Ingeniería Agrícola y Forestal
ETS Ingenierías Agrarias
Universidad de Valladolid
Avda. de Madrid, 44
34004-PALENCIA (ESPAÑA)

Tel.: +34 979 108 360
Fax: +34 979 108 302
E-mail: Imnavas@iaf.uva.es



UNIVERSITAS
Primera Universidad de España



PALENTINAX
VIII CENTENARIO DEL ESTUDIO GENERAL

1212~2012

Luis Manuel Navas Gracia

Dpto. Ingeniería Agrícola y Forestal
ETS Ingenierías Agrarias
Universidad de Valladolid
Avda. de Madrid, 44
34004-PALENCIA (ESPAÑA)

Tel.: +34 979 108 360
Fax: +34 979 108 302
E-mail: Imnavas@iaf.uva.es

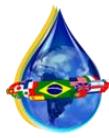


**REITORIA
PALACIO DE SANTA CRUZ**

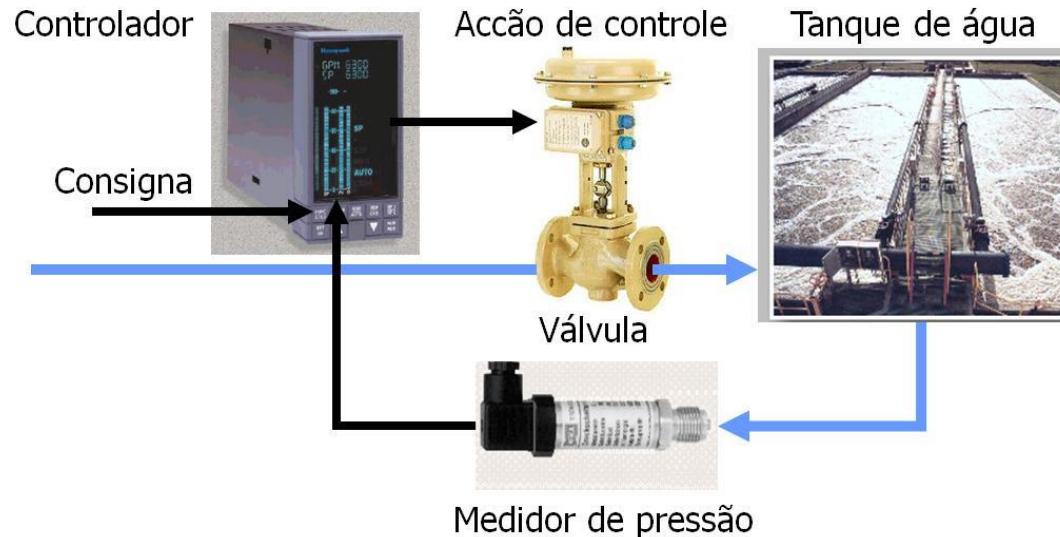


**PREDIO HISTÓRICO
FACULTADE DE DEREITO**

SISTEMAS DE CONTROLE NA IRRIGAÇÃO



SISTEMA DE CONTROLE



TRANSDUTORES

- Parâmetros físicos:
 - Nível de líquido e temperatura
 - Caudal, consumo total e pressão
- Parâmetros químicos:
 - pH, CE e eletrodos seletivos de íons
 - Turbidez, DQO e DBO

ATUADORES

- Bombas
- Válvulas
- Solenoides
- Dosificadores

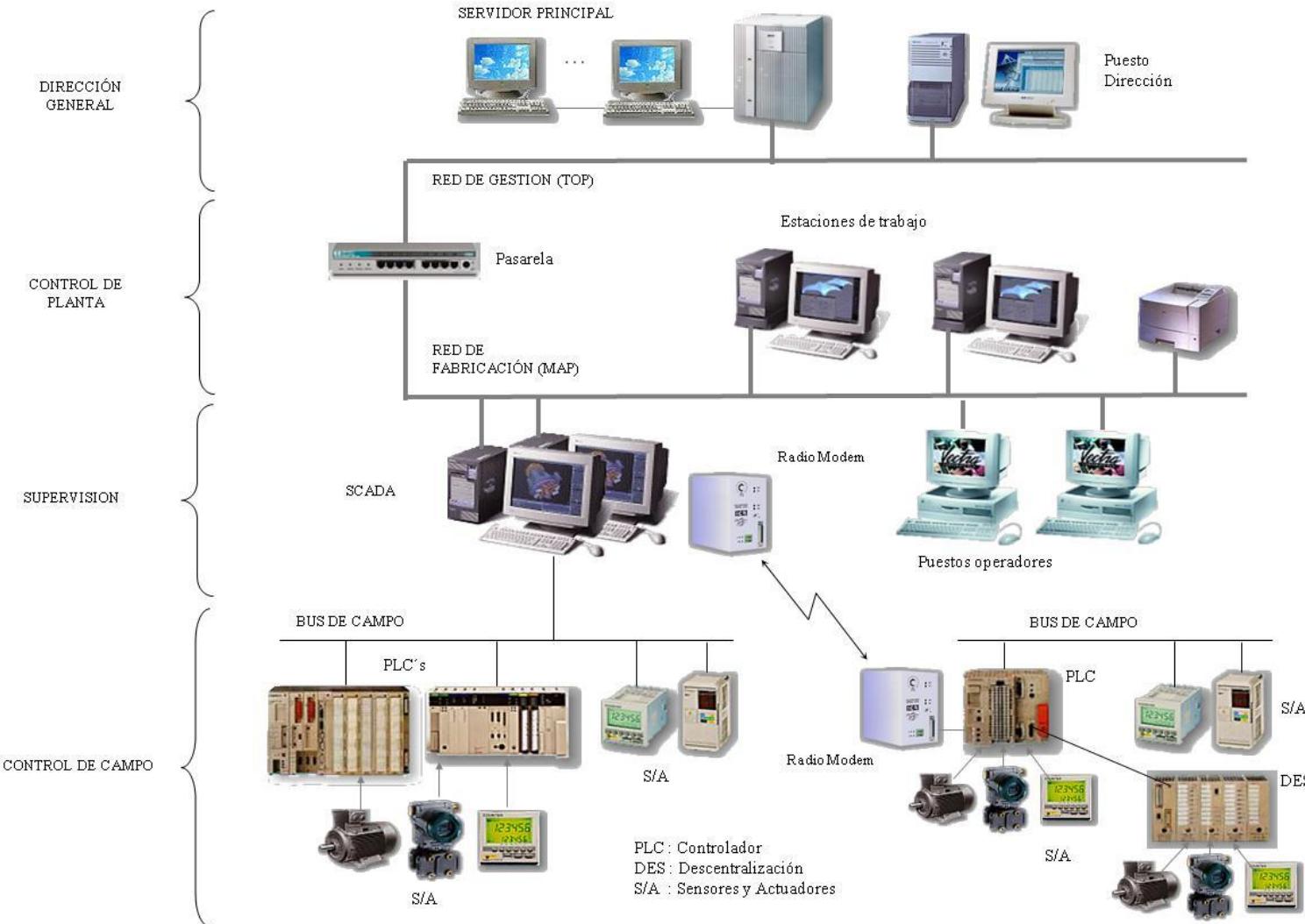


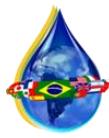
TIPOS DE CONTROLADORES



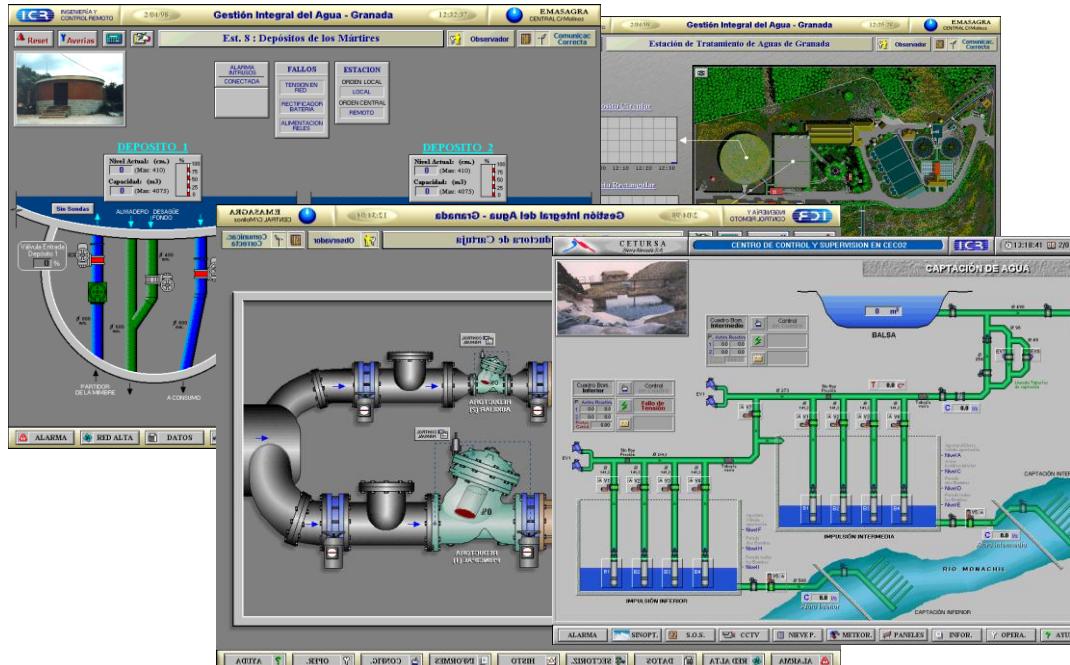


SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO





APLICAÇÕES SCADA



**CONTROLE DE
PROCESSOS**

SINÓTICO

**SUPERVISÃO
VIA INTERNET**

HISTÓRICOS

ALARMAS

RELATÓRIOS

**MANUTENÇÃO
PREVENTIVA**



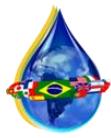
TELECONTROLE DA IRRIGAÇÃO PARA EXPLORAÇÕES INDIVIDUAIS



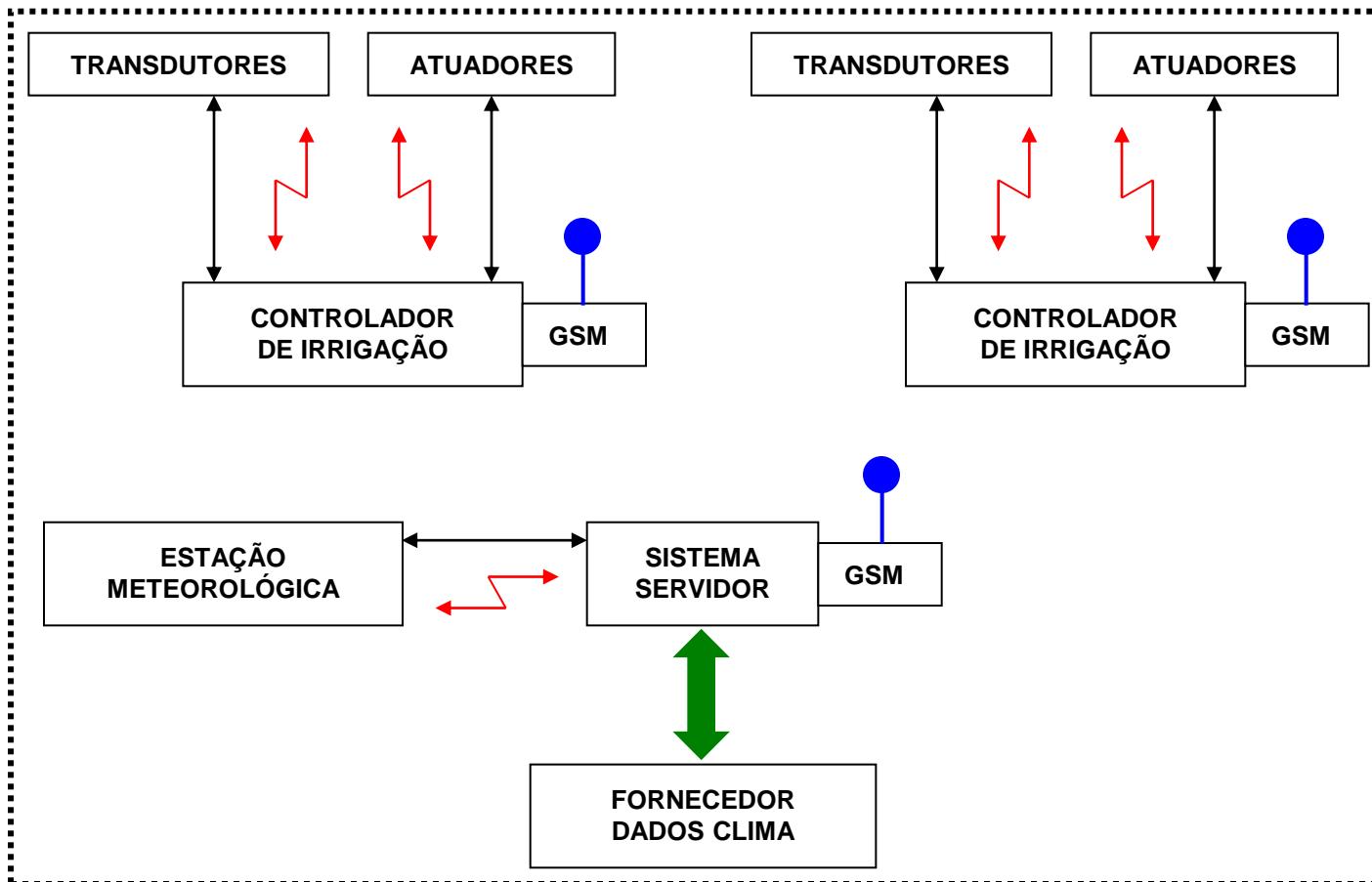
IRRIGAÇÃO E TELECONTROLE

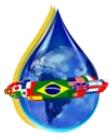
- O que é telecontrole?. Aplicações na agricultura → Irrigação
- Necessidades sociais:
 - Melhora da qualidade de vida do agricultor
 - Envelhecimento
 - Irrigação bem planejada
- Necessidades económicas:
 - Melhor gestão das irrigações
 - Maximização da produtividade
 - Melhor planificação da irrigação
 - Perímetros irrigados mais eficientes
- Condicionantes agronómicos e ambientais.
 - Escassez periódica de água
 - Elevado gasto de água utilizada na irrigação (80 %)
 - Uso de água de baixa qualidade e salinização dos solos
 - Uso de sistemas produtivos compatíveis com o meio ambiente



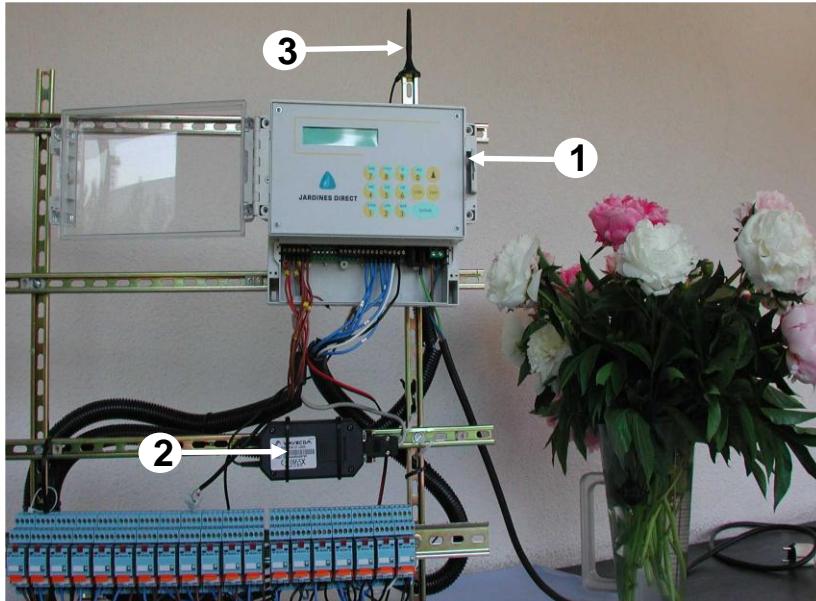


ARQUITETURA





COMPONENTES





CARACTERÍSTICAS

■ Suporte físico:

- Controladores remotos
- Estações meteorológicas
- Pluviômetros e caudalímetros auxiliares
- Módems GSM (protocolo baseado em comandos)

■ Suporte lógico:

- LabVIEW + Visual Basic + Access

▪ Módulos Gerais:

- Cálculo de necessidades (ETP)
- Teleassistências
- Anomalias e Alarmes
- Labores e informes

■ Programação diária (frequência e doses) de irrigação:

- Tipo e sistema de cultivo. Estado fenológico
- Hora do dia e época do ano
- Balanço hídrico do solo



SISTEMA JD – SOFTWARE SCADA - I

JARDINES DIRECT - [Datos de Usuario]

Usuario:		617330087	Gestores de Alarms
Teleasistencia	Alarms	Avisos Usuario	Control Jardineros
Usuarios	Configuración	Controlador	Informes
			Sectores
			Programación Remota
			Programación Local
			Acumulados
Código de cliente	28100/01/000001		
N.I.F	3854125K		
Modem del controlador	617330087		
Nombre y apellidos	Parque de Cataluña		
Domicilio	Alcobendas		
Localidad	Alcobendas		
Provincia	Madrid		
Código postal	28100		
Teléfono	916623937		
Fax			
Correo electrónico	alcobendas@alcobendas.org		
Tipo de contrato	CB + AL+ CJ		
Gestor de Alarms	<input type="checkbox"/>		
Latitud	40°25'N		
Longitude	3°45'O		
Altitud	650		

Botones: Calculando ..., NUM

JARDINES DIRECT - [Datos de Usuario]

Usuario:		617330087	Gestores de Alarms
Teleasistencia	Alarms	Avisos Usuario	Control Jardineros
Usuarios	Configuración	Controlador	Informes
			Sectores
			Programación Remota
			Programación Local
			Acumulados
Fecha de alta	4 dic-01		
Teléfono del centro de mensajería	607 003 112		
Teléfono de envío de mensajes en la central	670 447 854		
Teléfono de recepción de mensajes en la central	600 807 652		
Fecha de alta de la tarjeta	01-dic-01		
Modelo del controlador	P18		
Número de serie del controlador			
Fecha de la última comunicación de estado	25-mar-02		
Días que deben transcurrir entre comunicaciones de estado	5		
El controlador está arrancado	<input checked="" type="checkbox"/>		
Fecha de la última configuración desde la central	08-mar-02		
Modo de programación remota activado	<input checked="" type="checkbox"/>		
Fecha del último paso a modo de programación local del controlador			
Días de permanencia permitida en el modo de programación local	5		
El Controlador actúa como estación para precipitación (tiene pluviómetro)	<input type="checkbox"/>		
Estación meteorológica para clima y ETP del jardín	Fitotecnia		
Estación o Modem para la precipitación del jardín	Jardín Cándido Crespo		
El Controlador envía acumulados de riego si no se calcula desde la Central	<input checked="" type="checkbox"/>		
Botón: Arrancar / Parar			
Fecha de alta, a partir de la cual se inicia la prestación de los servicios contratados.			
NUM			

JARDINES DIRECT - [Datos de Usuario]

Usuario:		617330087	Gestores de Alarms
Teleasistencia	Alarms	Avisos Usuario	Control Jardineros
Usuarios	Configuración	Controlador	Informes
			Sectores
			Programación Remota
			Programación Local
			Acumulados
Nº de pulsos máximo en pluviómetro (mensaje a central y paro del riego)	10		
Tipo de contrato	3		
Días que deben transcurrir entre comunicaciones de estado	5		
Código acceso para el usuario	000 000		
Hora de envío de acumulados pluviómetro y códigos jardinero a la central	: 0		
Teléfono del centro de mensajería	607 003 112		
Teléfono de envío de mensajes en la central	670 447 854		
Teléfono de recepción de mensajes en la central	600 807 652		
PIN del modem	0000		
Código de acceso para el instalador	0000		
Proteger los parámetros de programas	<input type="checkbox"/>		
Proteger los parámetros de fertilizante	<input type="checkbox"/>		
Proteger los parámetros de sector	<input type="checkbox"/>		
Proteger los parámetros de reloj	<input type="checkbox"/>		
Notificar a la central que la entrada IL está activada	<input type="checkbox"/>		
Notificar a la central el corte eléctrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Notificar a la central las averías de caudal	<input checked="" type="checkbox"/>		
Notificar a la central el resto de anomalías	<input checked="" type="checkbox"/>		
Paro de reloj cuando se produce corte eléctrico	<input type="checkbox"/>		
Botones: Enviar Configuración, Solicitar Configuración, Programar Reloj, NUM			
El controlador bien fertilizante.			

JARDINES DIRECT - [Datos de Usuario]

Usuario:		617330087	Gestores de Alarms
Teleasistencia	Alarms	Avisos Usuario	Control Jardineros
Usuarios	Configuración	Controlador	Informes
			Sectores
			Programación Remota
			Programación Local
			Acumulados
Emitir informes para este usuario	<input checked="" type="checkbox"/>		
Informe de Configuración de Sectores	<input checked="" type="checkbox"/>		
Informe de Mensajes Gestionados	<input checked="" type="checkbox"/>		
Informe de Acumulados de Riego	<input checked="" type="checkbox"/>		
Informe de Programación Remota	<input checked="" type="checkbox"/>		
Informe de Gestión de Alarms	<input checked="" type="checkbox"/>		
Informe de Teleasistencia	<input checked="" type="checkbox"/>		
Informe de Mensajes de Usuario	<input checked="" type="checkbox"/>		
Informe de Mensajes de Jardiner	<input checked="" type="checkbox"/>		
Periodo entre dos informes sucesivos	31		
Fecha inicial para el informe en curso	01-mar-03		
Fecha final para el informe en curso	01-abr-03		
Tipo de contrato	CB + AL+ CJ		
Correo electrónico	alcobendas@alcobendas.org		
Botones: Emitir Informe, Pasar Periodo, Informe a todos, NUM			
Periodicidad en días para el envío de informes.			



SISTEMA JD – SOFTWARE SCADA - II

JARDINES DIRECT - [Datos de Usuario]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Configuración del sector 1 del Controlador 617330087

Usuario: Parque

Definición | Plantilla de riego | Configuración Riego |

Tipo de sector		Riego
Nombre		Tálud 1
Descripción		Aromáticas y tapizantes

Sector

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

Enviar configuración Sectores | Solicitar configuración Sectores | Reset Programas riego

Breve descripción de las instalaciones existentes.

FILT | NUM

JARDINES DIRECT - [Datos de Usuario]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Configuración del sector 1 del Controlador 617330087

Usuario: Parque

Definición | Plantilla de riego | Configuración Riego |

Horario	Porcentaje	Activación	Sector / Hora de inicio
Madrugada (00-06)	100	Horario	3:00
Mañana (06-12)	0	Horario	6:00
Tarde (12-18)	0	Horario	12:00
Noche (18-24)	0	Horario	18:00

Sector

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

Enviar configuración Sectores | Solicitar configuración Sectores | Reset Programas riego

Modo de activación del sector "Secuencial" o por "Horario".

FILT | NUM

JARDINES DIRECT - [Datos de Usuario]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Configuración del sector 1 del Controlador 617330087

Usuario: Parque

Definición | Plantilla de riego | Configuración Riego |

Especie dominante	Cespuz
Superficie (m2)	100
Exposición al sol	Pleno sol
Exposición al viento	Protegida
Tipo de contenedor	
Sustrato	Franco
Inclinación o pendiente del terreno	Pendiente suave
Sistema de riego	Aspersión
Número de emisores o elementos de distribución	10
Gasto medio de un emisor de riego en (L/min)	8
Preferencia	Normal
Factor de corrección en %	0
Caudalímetro asociado al sector	1
Caudal instantáneo nominal (L/min)	45
Eficiencia del sistema de riego (%)	80
Econoría del terreno (%)	10
Límite de riego máximo (mm)	45
Reserva inicial mínima (mm)	15
Duración mínima del riego (min)	0
Porcentaje para límites de duración del riego	20

Sector

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

Enviar configuración Sectores | Solicitar configuración Sectores | Reset Programas riego

Nombre de la especie dominante.

FILT | NUM

JARDINES DIRECT - [Datos de Usuario]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Configuración del sector 1 del Controlador 617330087

Usuario: Parque de Cataluña

Gestores de Alarms

Entrada	Programa	Sector	Inicio	Duración	Días	Actualizado	Enviado	Confirmado
26-mar-02	23	1	3:00	10	LMX-IVSD	26-mar-02	26/03/02 04:48	
26-mar-02	24	2	3:10	10	LMX-IVSD	26-mar-02	26/03/02 04:48	
26-mar-02	25	3	3:20	10	LMX-IVSD	26-mar-02	26/03/02 04:48	

Cálculo de la necesidad de riego del sector 1 del Controlador 617330087

Fecha	26/03/02
Estación climatológica	1
Evapotranspiración (mm)	5.00
Datos de precipitación	600080991
Precipitación (mm)	0.00
Reserva inicial (mm)	15.00
Duración teórica (min)	10.42
Dosis neta (mm)	5.00
Duración real (min)	10.42
Dosis bruta (mm)	6.25
Duración programada (min)	10.00
Reserva potencial (mm)	10.00
Seguridad (min)	0.00
Reserva final (mm)	14.80
Riego (mm)	6.00

Programar Sectores | Enviar Nuevos Programas | Arranque manual | Parar programa en curso

Evapotranspiración calculada en (mm).

FILT | NUM



SISTEMA JD – SOFTWARE SCADA - III

JARDINES DIRECT - [Datos de Usuario]

Usuario: Parque de Cataluña | 617330087 | Gestores de Alarms

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Telesistencia Alarms Avisos Usuario Control Jardineros Mensajes Envíados Mensajes Recibidos Estaciones Clima

Usuarios Configuración Controlador Informes Sectores Programación Remota Programación Local Acumulados

Entrada	Programa	Sector	Inicio	Duración	Días	Actualizado	Enviado	Confirmado
26-mar-02	23	1	3:00	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	24	2	3:10	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	25	3	3:20	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	26	4	3:30	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	27	5	3:40	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	28	6	3:50	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	29	7	4:00	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	30	8	4:10	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	31	9	4:20	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	32	10	4:30	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	33	11	4:40	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	34	12	4:50	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	35	13	5:00	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	36	14	5:10	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	37	15	5:20	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	38	16	5:30	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	39	17	5:40	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	
26-mar-02	40	18	5:50	10	LMXJVSD	26-mar-02	26/03/02 00:48	

Programar Sectores | Enviar Nuevos Programas | Arranque manual | Parar programa en curso

Identificador del sector.

NUM

JARDINES DIRECT - [Datos de Usuario]

Usuario: Parque de Cataluña | 617330087 | Gestores de Alarms

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Usuarios Configuración Controlador Informes Sectores Programación Remota Programación Local Acumulados

Telesistencia Alarms Avisos Usuario Control Jardineros Mensajes Envíados Mensajes Recibidos Estaciones Clima

Fecha	Orden	Mensaje	Minutos	Enviado	Confirmado
26-mar-02	1	Podar los setos	5	26/03/02 14:36:27	
26-mar-02	2	Segar césped	10	26/03/02 14:36:27	
14-dic-01	3		0		
14-dic-01	4		0		
14-dic-01	5		0		
14-dic-01	6		0		
14-dic-01	7		0		
14-dic-01	8		0		
14-dic-01	9		0		

Enviar Mensajes | Borrar Controlador

Fecha de confirmación del mensaje.

NUM

JARDINES DIRECT - [Datos de Usuario]

Usuario: Parque de Cataluña | 617330087 | Gestores de Alarms

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Usuarios Configuración Controlador Informes Sectores Programación Remota Programación Local Acumulados

Telesistencia Alarms Avisos Usuario Control Jardineros Mensajes Envíados Mensajes Recibidos Estaciones Clima

Fecha	Alarma	Descripción	Id. Alarma	Día	Hora	
26-mar-02	Avería fuga	Caudal de fuga = 12	5	Martes	15:10	<input type="checkbox"/>
26-mar-02	Corte eléctrico	Hasta Martes 15:07	4	Martes	10:19	<input type="checkbox"/>
26-mar-02	Avería fuga	Caudal de fuga = 16	3	Lunes	19:33	<input type="checkbox"/>
26-mar-02	Corte eléctrico	Hasta Lunes 19:30	2	Lunes	18:56	<input type="checkbox"/>
26-mar-02	Avería fuga	Caudal de fuga = 12.2	0	Lunes	12:55	<input type="checkbox"/>
26-mar-02	Cambiar programación	Paso a remoto	0	Viernes	15:22	<input type="checkbox"/>
26-mar-02	Manual programas	Programas manualmente desactivados	0	Viernes	15:21	<input type="checkbox"/>
26-mar-02	Manual programas	Programas manualmente activados : 13	0	Viernes	15:21	<input type="checkbox"/>
26-mar-02	Avería fuga	Caudal de fuga = 32	9	Miércoles	10:59	<input type="checkbox"/>
26-mar-02	Corte eléctrico	Hasta Viernes 08:32	8	Jueves	18:27	<input type="checkbox"/>

Ver Códigos de Alarms | Borrar Alarms del Controlador

Número de teléfono del módem al que se halla conectado el controlador.

NUM

JARDINES DIRECT - [Datos de Usuario]

Usuario: Parque de Cataluña | 617330087 | Gestores de Alarms

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Usuarios Configuración Controlador Informes Sectores Programación Remota Programación Local Acumulados

Telesistencia Alarms Avisos Usuario Control Jardineros Mensajes Envíados Mensajes Recibidos Estaciones Clima

Fecha	Mensaje	Hora	
26-mar-02	Disminuir el riego en el sector 12	14:42	<input type="checkbox"/>
26-mar-02	Disminuir el riego en el sector 02	14:42	<input type="checkbox"/>
26-mar-02	Disminuir el riego en el sector 15	14:42	<input type="checkbox"/>

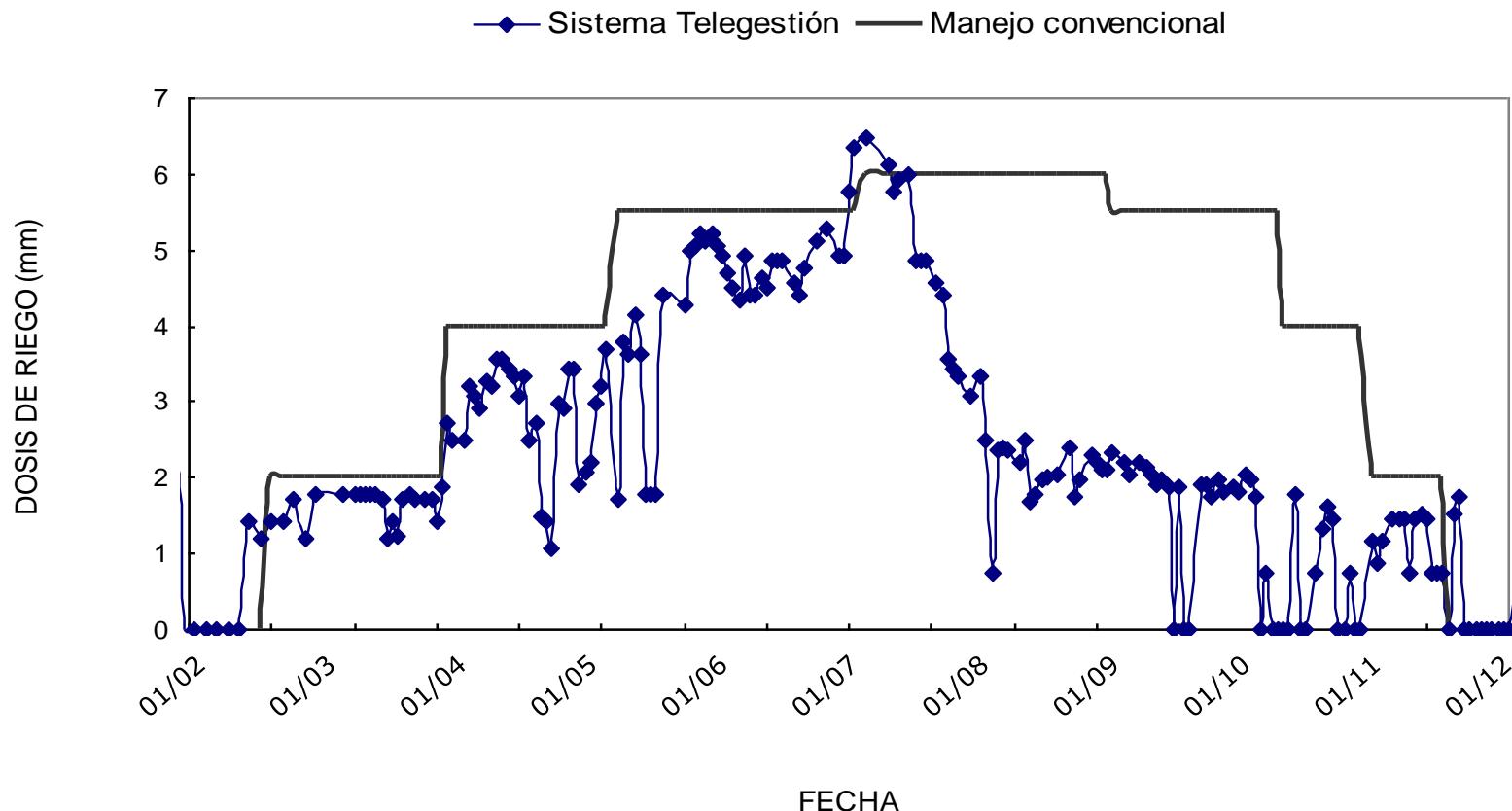
Códigos de Usuario

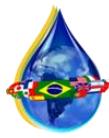
Accuse de recibo del aviso.

NUM

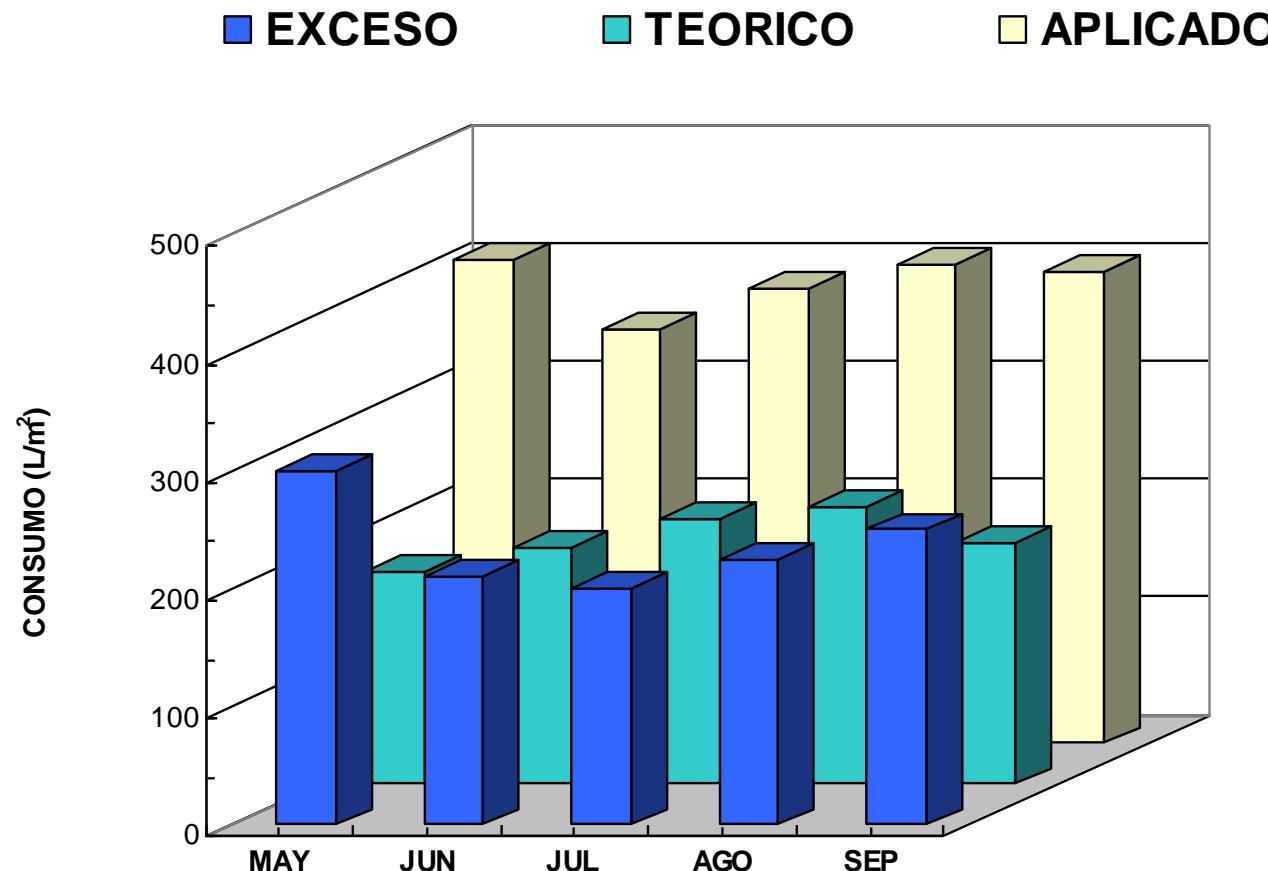


RESULTADOS – IRRIGAÇÃO ESPÉCIES ARBUSTIVAS

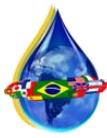




RESULTADOS



SISTEMA DE CONTROLE PARA ELABORAÇÃO DE “ÁGUA OBJETO”



ÁGUA OBJETO PARA IRRIGAÇÃO

■ Definição de “água objeto” para irrigação:

- “A que o agricultor dispõe na **quantidade adequada** para otimizar a função cultivo-água-solo, para a qual deverá **fabricar-la a sua medida**, mezclando águas de diferentes origens para **economizar energia e recursos**”
- Elaboração da “água objeto” → Sistema de controle otimizado

■ Condicionantes do sistema de controle:

- Mezclar várias fontes de água, cada uma com umas características de qualidade e um preço
- Buscar a água objeto, com uma qualidade determinada pelo agricultor e ao menor preço possível
- Poder incorporar águas residuais tratadas



LÓGICA DE CONTROLE DO SISTEMA

■ Algoritmo de programação linear (Simplex):

■ Função objetivo:

$$v_m \cdot p_m = \sum_{i=1}^5 v_i \cdot p_i$$

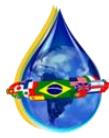
- p_i preço de cada fonte de água (dado)
- v_m volume da mistura (dado)
- v_i volumes a aportar de cada fonte (variável calculada)
- p_m preço da mistura (variável a minimizar)

■ Restrições técnicas = parâmetros de qualidade da mistura:

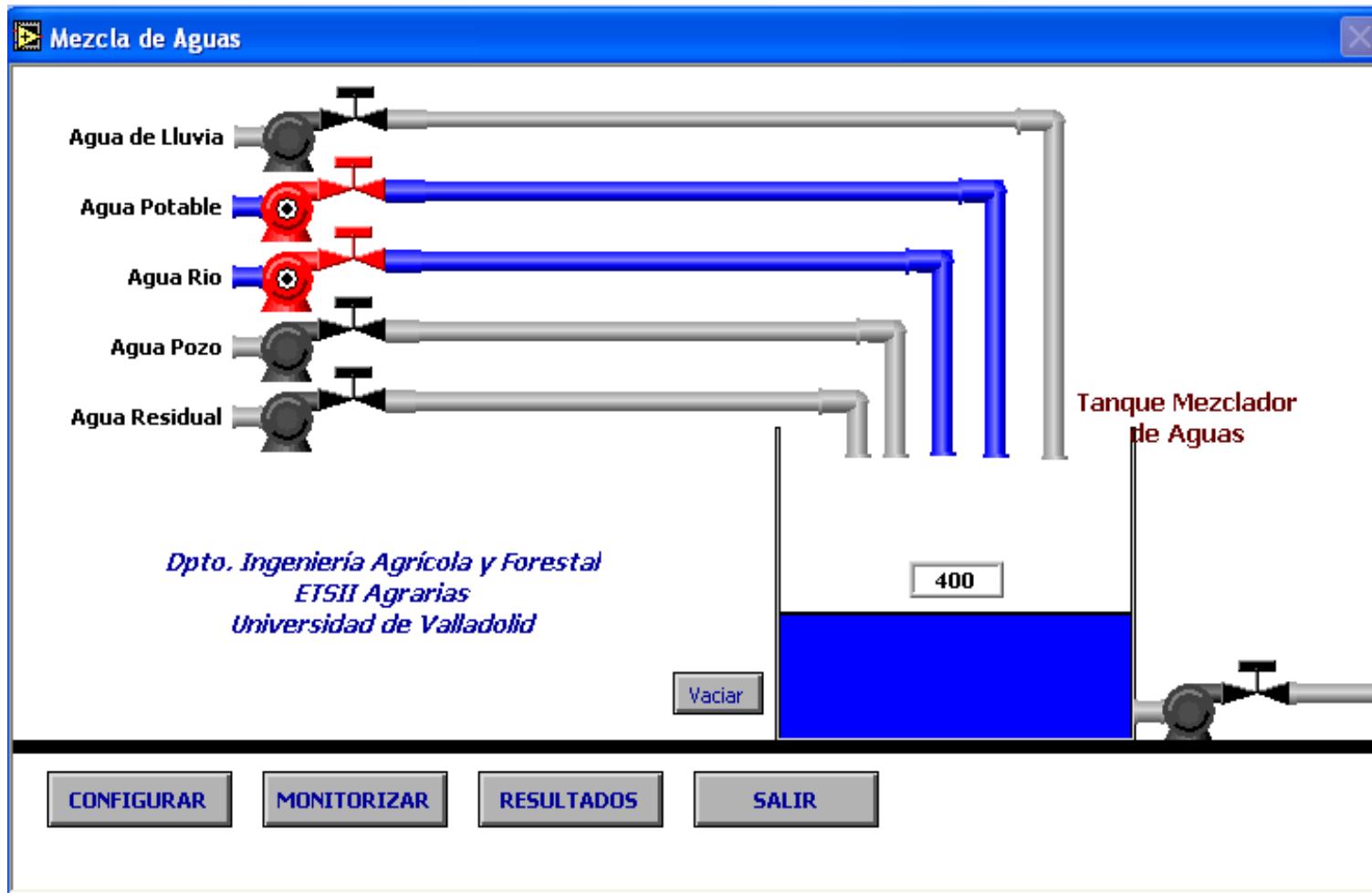
$$v_m \cdot c_{mj} > \sum_{i=1}^5 v_i \cdot c_{ij} ; j = 1 \dots n$$

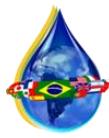
- c_{ij} valor (concentração) do parâmetro de qualidade de cada fonte
- c_{mj} valor (concentração) do parâmetro de qualidade requerido para mistura

■ Restrições lógicas: $v_i \geq 0$; $i = 1 \dots 5$

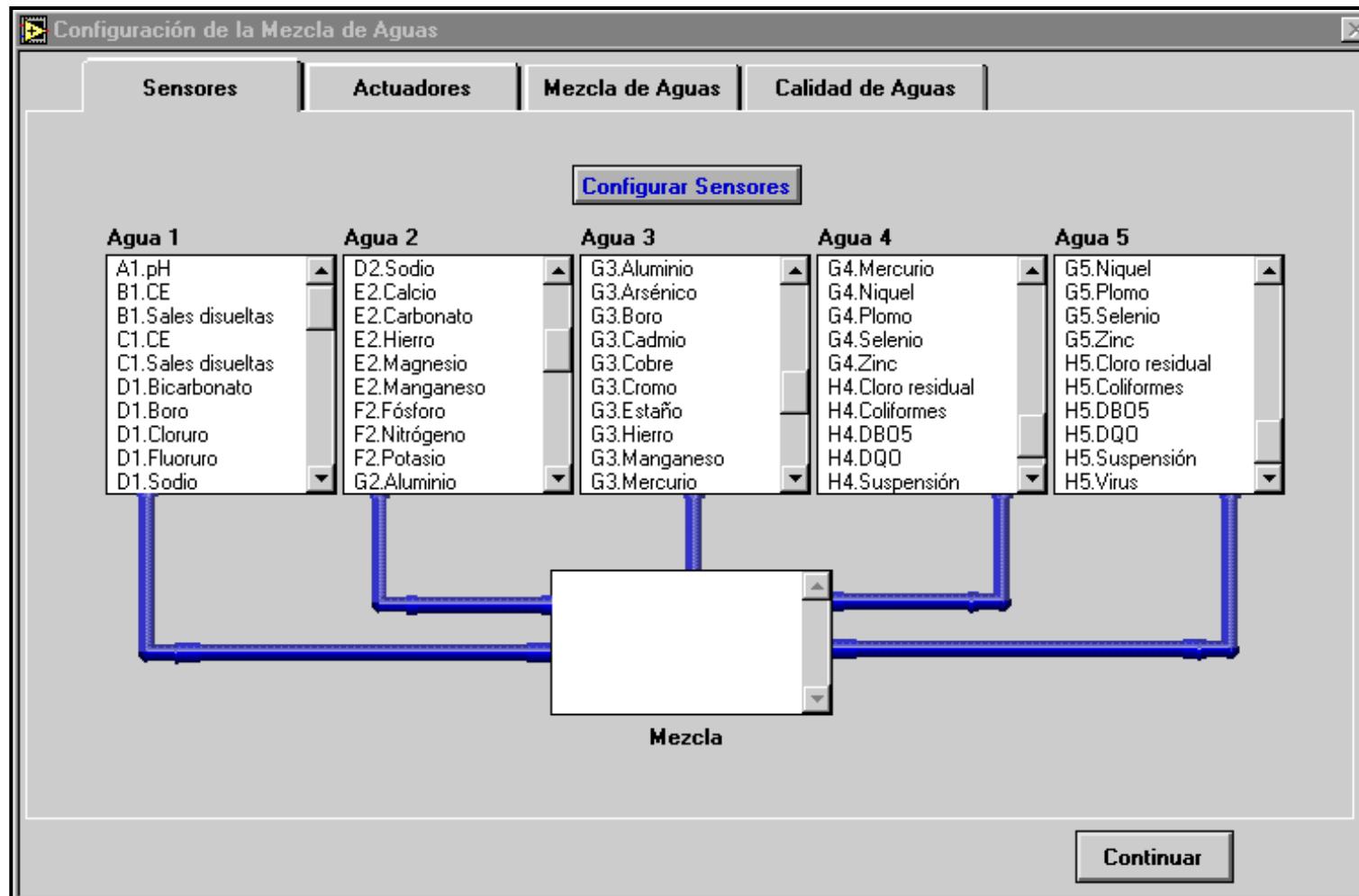


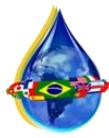
VISUALIZAÇÃO DO PROCESSO





CONFIGURAÇÃO SENSORES - I





CONFIGURAÇÃO SENSORES - II

Configuración de la Mezcla de Aguas

Sensores Actuadores Mezcla de Aguas Calidad de Aguas

Configuración sensor ...

Aqua 1

Tipo: D Toxicidad

Sensor: Sodio Agua: Fuente de Agua 1

Configurar Cancelar

Información

La conductividad eléctrica (CE) y la cantidad de sales disueltas que perjudican a los cultivos dependen del tipo de suelo y de la tolerancia de los cultivos a las sales.

La cantidad de sodio tolerado depende de la sensibilidad del cultivo. Cultivos sensibles a niveles bajos de sodio son: Albaricoquero, Almendro, Aguacate, Apio, Ciruelo, Frambuesa, Fresón, Guisante, Judía, Manzano, Pepino, Peral, Plátano y Trebol.

Los efectos desfavorables del sodio (Na) y su compensación por calcio (Ca) y magnesio (Mg) en el agua de riego, pueden ser expresados por medio del SAR (Relación de Absorción de Sodio), calculado de la siguiente forma:

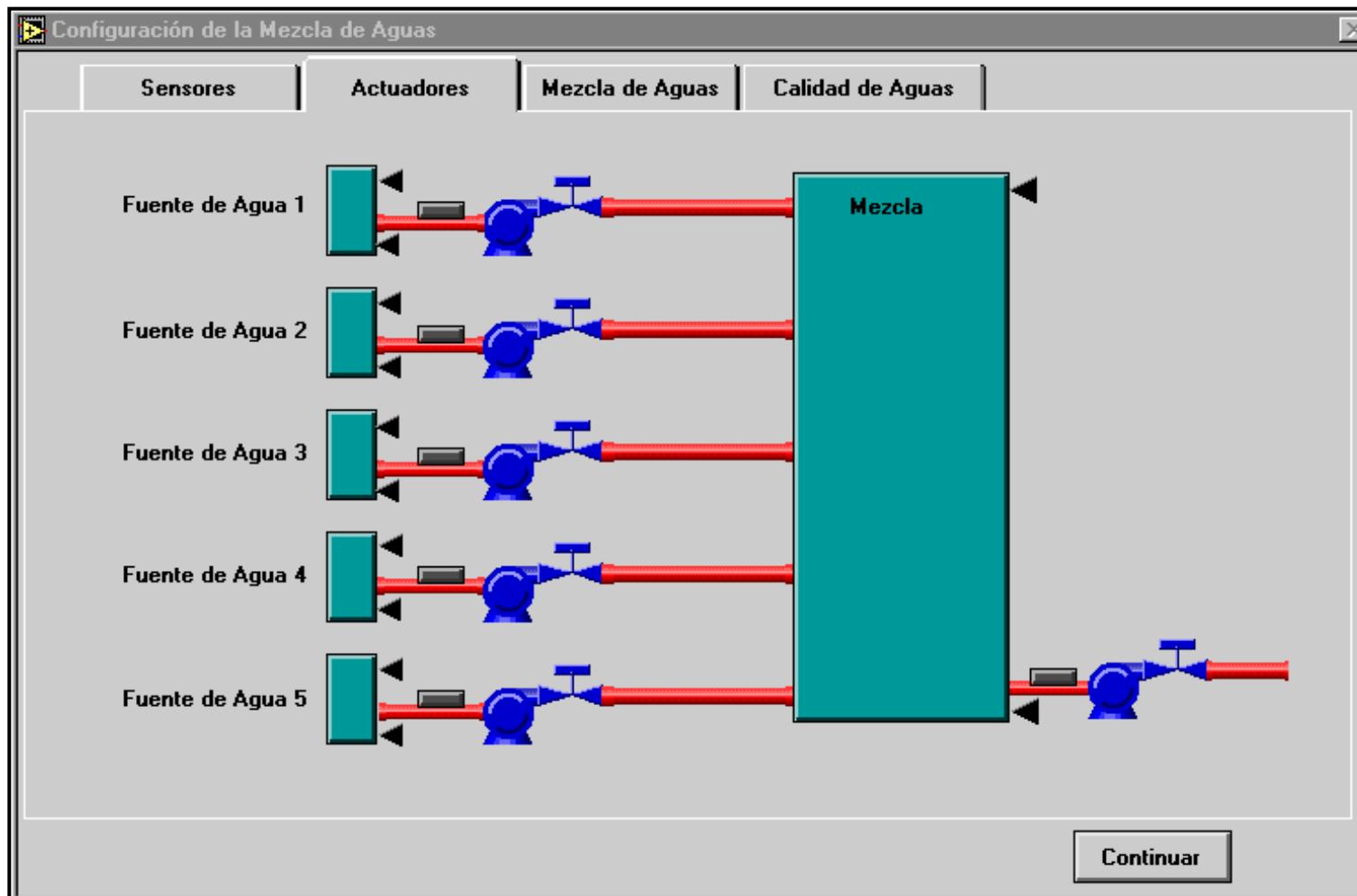
$$\text{SAR} = \text{Na}/\text{sq}(1/2(\text{Ca}+\text{Mg}))$$

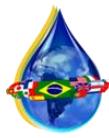
Los daños por toxicidad al sodio son menos severos si el potasio (K) está presente.

Continuar



CONFIGURAÇÃO ATUADORES





ASSESSORAMENTO TÉCNICO AO USUÁRIO - I

■ Parâmetros de qualidade da água de irrigação:

- 44 parâmetros de qualidade agrupados em 8 categorias:
 - Tipo A. Acidez
 - Tipo B. Salinidade
 - Tipo C. Parâmetros calculados usados como critérios de interpretação de qualidade
 - Tipo D. Toxicidade
 - Tipo E. Sedimentação e obstrução, principalmente em sistemas de irrigação por gotejamento
 - Tipo F. Nutricional
 - Tipo G. Elementos químicos em águas residuais industriais empregadas em irrigação
 - Tipo H. Outras características de águas residuais de origem urbana ou similar

- Limites de qualidade para cada parâmetro

- Ións analisados normalmente em águas de irrigação:

- Catíons: cálcio, magnésio, sódio e potássio
 - Aniões: cloro, bicarbonato, carbonato, sulfato e nitrato

- Irrigação com águas residuais → metais pesados

- SAR → alcalinização do solo:

$$\text{SAR} = \frac{[\text{Na}^+]}{\sqrt{\frac{[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]}{2}}}$$

- Cálcio (dureza da água):

- Riscos de obstruções de ramais e emissores de irrigação
 - Efeito neutralizador da alcalinização



ASSESSORAMENTO TÉCNICO AO USUÁRIO - II

Configuración de la Mezcla de Aguas

Sensores	Actuadores	Mezcla de Aguas	Calidad de Aguas		
POSIBLES PROBLEMAS					
Tipo	Parámetro	Unidades	Ninguno	Crecientes	Severos
G	Aluminio	mg / L	<5	5-20	>20
G	Arsénico	mg / L	<0.1	0.1-2.0	>2.0
G	Berilio	mg / L	<0.1	0.1-0.5	>0.5
G	Boro	mg / L	<0.75	0.75-2.00	>2.00
G	Cadmio	mg / L	<0.01	0.01-0.05	>0.05
G	Cobalto	mg / L	<0.05	0.05-5.00	>5.00
G	Cobre	mg / L	<0.2	0.2-5.0	>5.0
G	Cromo	mg / L	<0.1	0.1-1.0	>1.0
G	Estaño	mg / L	<5	5-10	>10
G	Flúor	mg / L	<1	1-15	>15
G	Hierro	mg / L	<5	5-20	>20
G	Litio	mg / L	<0.75	0.75-2.50	>2.50
G	Manganeso	mg / L	<0.2	0.2-10.0	>10.0
G	Mercurio	mg / L	<0.01	0.01-0.05	>0.05
G	Molibdeno	mg / L	<0.01	0.01-0.05	>0.05
G	Niquel	mg / L	<0.2	0.2-2.0	>2.0
G	Plomo	mg / L	<5	5-10	>10

Definir Calidad

Continuar



ASSESSORAMENTO TÉCNICO AO USUÁRIO - III

Configuración de la Mezcla de Aguas

Sensores Actuadores Mezcla de Aguas Calidad de Aguas

POSIBLES PROBLEMAS

Posibles problemas ...

Tipo	Parámetro
G	Aluminio
G	Arsénico
G	Berilio
G	Boro
G	Cadmio
G	Cobalto
G	Cobre
G	Cromo
G	Estaño
G	Flúor
G	Hierro
G	Litio
G	Manganoso
G	Mercurio
G	Molibdeno
G	Niquel
G	Plomo

Tipo Sensor

Ningún Problema

Menor que 0.01 0.01

Problemas Crecientes

Rango 0.01 0.05

Problemas Severos

Mayor que 0.00 0.05

Continuar Cancelar

Severos

>20
>2.0
>0.5
>2.00
>0.05
>5.00
>5.0
>1.0
>10
>15
>20
>2.50
>10.0
>0.05
>0.05
>2.0
>10

Definir Calidad

Continuar



CONFIGURAÇÃO PROCESSO DE MEZCLA

Configuración de la Mezcla de Aguas

Sensores Actuadores Mezcla de Aguas Calidad de Aguas

Restricciones

Aqua de Lluvia	0,05 € / m ³
Aqua Potable	0,10 € / m ³
Aqua Rio	2,50 € / m ³
Aqua Pozo	4,00 € / m ³
Aqua Residual	1,00 € / m ³

CE >= 0,25

CE <= 0,75

SAR >= 0,50

SAR <= 7,15

Nitrogeno <= 30,00

Nitrogeno >= 7,00

Calcio <= 100,00

Fosforo <= 30,00

Fosforo >= 1,00

Potasio >= 5,00

Potasio <= 30,00

Sodio <= 9,00

Sodio >= 3,00

Bicarbonato <= 8,50

Cloruro >= 4,00

Cloruro <= 10,00

Boro <= 3,00

Boro >= 0,70

DBO5 <= 45,00

Solidos suspensión <= 45,00

Virus <= 2,00

Agregar

Editar

Cambiar

S A R

Eliminar

Restricción

pH

>=

0,00

Litros de mezcla **1000**

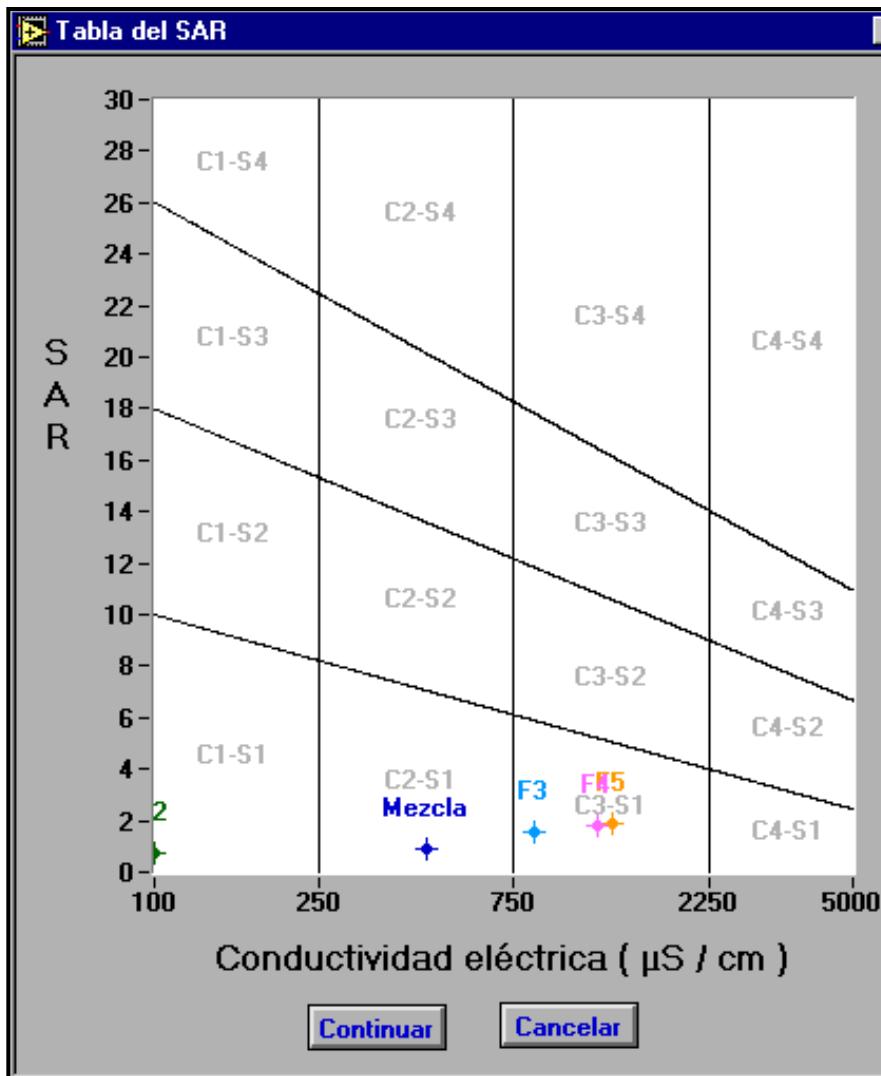
Nº Iteracciones **10**

Comprobar Restricciones

Continuar



RESTRICÇÃO DA QUALIDADE AGRONÔMICA





COMPROVAÇÃO PROCESSO DE MEZCLA

Configuración de la Mezcla de Aguas

Sensores Actuadores Mezcla de Aguas Calidad de Aguas

Restricciones

Agua Lluvia	pH >= 6.30
0.00 Pts / m ³	pH <= 7.70
	CE >= 0.25
	CE <= 0.75
	SAR <= 0.50

Agregar Editar

S A R

Comprobación del algoritmo de mezcla

SOLUCION	Agua 1	Agua 2	Agua 3	Agua 4	Agua 5	Mezcla
Volumen (L)	654.74	0.00	130.39	3.84	211.03	1000.00
Coste (Pts/m ³)	0.00	10.00	4.00	6.00	2.00	0.97

Solución encontrada cumpliéndose las 24 primeras condiciones

Continuar

Agua Residual

2.00 Pts / m ³	Mmero <= 0.30
	Mercurio <= 0.01
	Coliformes <= 200.00
	DB05 <= 45.00
	Solidos suspensión <= 45.00
	Virus <= 2.00

Litros de mezcla 1000

Nº Iteracciones 5

Comprobar Restricciones

Continuar



COMPROVAÇÃO DO PROCESSO DE MEZCLA

Proceso de mezcla de aguas

Tipo	Parámetro	1	2	3	4	5	M1	M2
A	pH	6.00	6.20	6.80	7.50	6.90		6.30
B	CE	0.01	0.10	0.84	1.20	1.30		0.40
B	Sales disueltas	6.40	64.00	537.60	768.00	832.00		252.82
C	SAR	0.07	0.76	1.59	1.84	1.91		0.99
C	Bicarbonato	6.00	36.00	156.00	36.00	58.00		36.65
C	Boro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38		0.08
D	Cloruro	3.00	25.00	136.00	185.00	235.00		70.00
D	Fluoruro	0.00	0.00	0.10	0.00	0.20		0.06
D	Sodio	1.00	25.00	56.00	87.00	103.00		30.03
D	Calcio	2.00	12.00	76.00	95.00	50.00		22.14
D	Carbonato	0.00	0.00	0.50	0.10	0.01		0.07
E	Hierro	0.00	0.00	0.10	0.50	1.13		0.25
E	Magnesio	8.00	42.00	11.00	45.00	103.00		28.58
E	Manganoso	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07		0.01
E	Sulfuro							0.00
E	Nitrógeno	1.00	4.00	16.00	10.00	20.00		7.00
E	Fósforo	0.00	0.10	1.30	0.20	9.40		2.15
Volumen (L)		392.84	0.00	78.23	2.30	126.62	600.00	
Coste (Pts/m³)		0.00	10.00	4.00	6.00	2.00	0.97	
1 = Agua Lluvia. 2 = Agua Potable. 3 = Agua Río. 4 = Agua Pozo. 5 = Agua Residual. M1 = Datos medidos en mezcla. M2 = Datos calculados en mezcla.								
<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Crecientes <input type="checkbox"/> Severos Posibles problemas								
<input type="button" value="Continuar"/>								



CONCLUSÃO

Competitividade da agricultura

Novas tecnologias

Sistemas eficientes de controle

Quantidade + Qualidade + Segurança + Meio ambiente

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

MUITO OBRIGADO



Luis Manuel Navas Gracia

Dpto. Ingeniería Agrícola y Forestal
ETS Ingenierías Agrarias
Universidad de Valladolid
Avda. de Madrid, 44
34004-PALENCIA (ESPAÑA)

Tel.: +34 979 108 360
Fax: +34 979 108 302
E-mail: Imnavas@iaf.uva.es

