

SERIE TECNICA  
Nº 12



Regadíos

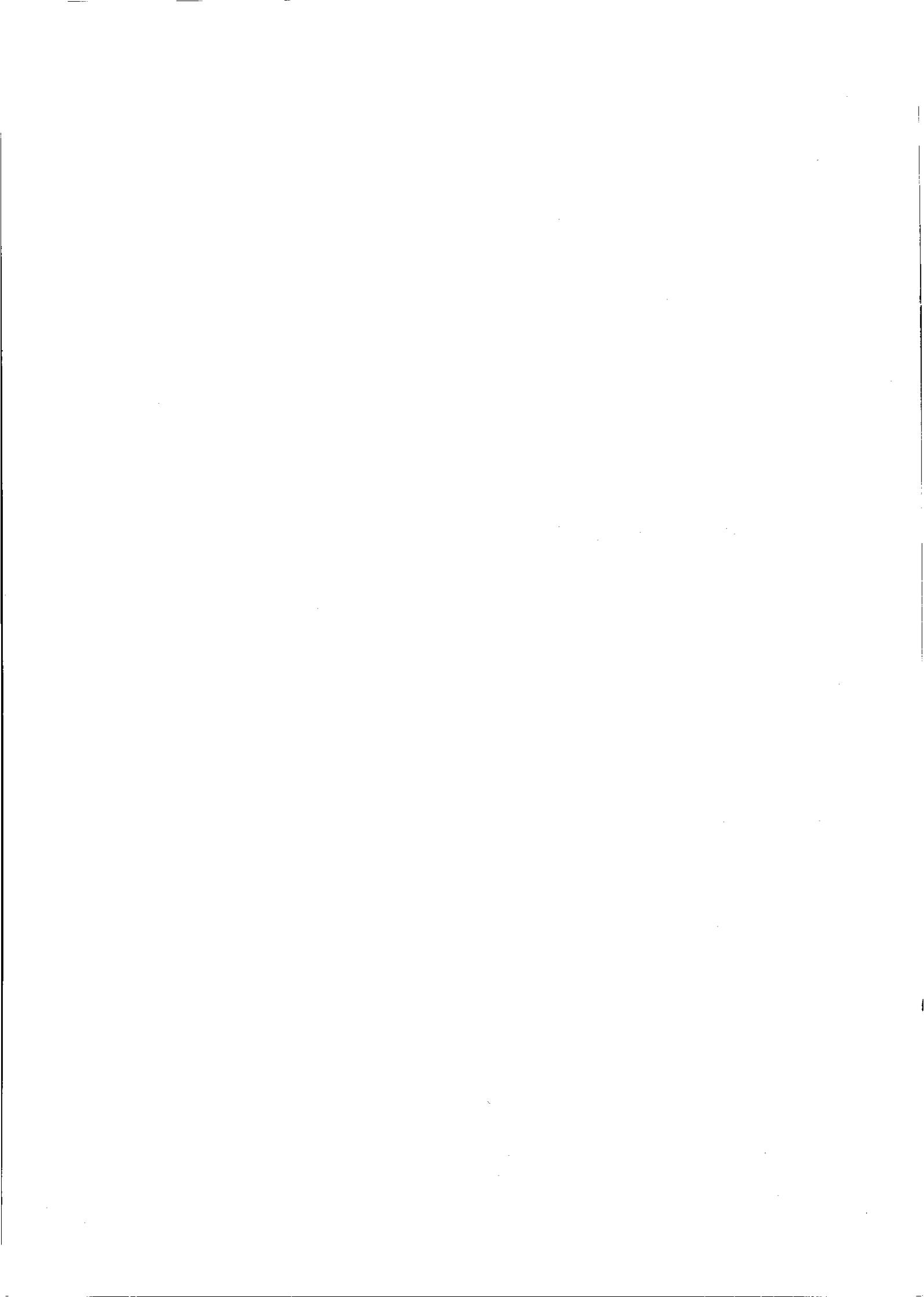
CENTER

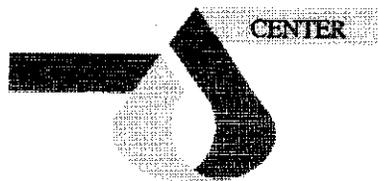
CENTRO NACIONAL  
DE TECNOLOGIA  
DE REGADIOS

**EVALUACION DE SISTEMAS  
DE RIEGO EN LAS ZONAS  
REGABLES DE "LA PLANA"  
Y "EL FERIAL"  
(COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA)**



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION





CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA  
DE REGADÍOS

Plan de actividades 1997

---

***Evaluación de sistemas de riego en las zonas  
regables de "La Plana" y "El Ferial"  
(Comunidad Foral de Navarra)***

---

**Pedro Antonio Pedroche Arévalo**

**Ignacio López-Cortijo García**

**Jesús María García Ramos**

**Tragsa**

EDITA



**MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION**

SECRETARIA GENERAL TECNICA

Depósito Legal: M-35343-1998

NIPO: 251-98-067-X

Imprime: Centro de Publicaciones

Paseo de la Infanta Isabel, 1 - 28071 MADRID

## INDICE

---

1.	Antecedentes	1
2.	Características generales del área de trabajo	2
3.	Objetivo	4
4.	Procedimiento	4
4.1.	Fase de campo	4
4.1.1.	Fase de campo en Zona Regable	4
4.1.2.	Fase de campo en CENTER	6
4.2.	Fase de gabinete	6
5.	Diagnóstico de la situación actual	7
5.1.	Diseño	7
5.2.	Ejecución	9
5.3.	Mantenimiento	10
6.	Conclusiones	13
7.	Bibliografía	14

## ANEJOS

1. Fichas de campo
2. Diseño alternativo
3. Reportaje fotográfico



## 1. Antecedentes

De acuerdo con la finalidad de la empresa Riegos de Navarra S.A., que expresa en sus Estatutos Sociales "*establecer, previa autorización del Gobierno de Navarra, convenios o acuerdos de colaboración con organismos oficiales... que puedan contribuir al desarrollo de los regadíos en Navarra*", el pasado mes de junio se iniciaron contactos por parte del CENTER para que su equipo de trabajo llevara a cabo evaluaciones en Zonas Regables de interés.

Acordado el alcance de los trabajos, la citada empresa proporcionó la siguiente información:

- Planos generales
- Listado de las parcelas a evaluar
- Planos de la instalación en parcela y datos de proyecto
- Teléfonos de contacto y juego de llaves de cada hidrante

### *Parcelas seleccionadas*

Zona Regable	Término Municipal	Nº Parcela	Stma. Riego	Cultivo
El Ferial (Valtierra)	Valtierra	31	CTE	Judía verde
El Ferial (Valtierra)	Valtierra	58	Pivot	Tomate industrial
El Ferial (Bardenas)	Bardenas Reales	297	CTE	Judía verde
El Ferial (Bardenas)	Bardenas Reales	42	Cinta Goteo	Tomate industrial
La Plana	Funes	21	CTE	Coliflor

CTE: Sistema de riego por aspersión: Cobertura Total Enterrada

Las evaluaciones se llevaron a cabo durante la última semana del mes de agosto y la primera del mes de septiembre de 1997. Debido a las condiciones climáticas y al estado fenológico del cultivo, cercano a su recolección, no fue posible realizar la evaluación de la parcela nº 58. En sustitución de ésta, y teniendo en cuenta la proliferación de los sistemas de riego localizado, se acordó con el propietario de la parcela nº 162, situada en las Bardenas Reales, realizar la evaluación del sistema de riego por goteo en cultivo de pimientos.

## 2. Características generales del área de estudio

En el paraje "La Plana" en el T.M. de Funes, la transformación de 616 ha de secano a regadío, se localiza en la terraza media del río Ebro con influencias de los materiales terciarios adyacentes (yesos y margas) que forman ligeros piedemontes.

Este área se riega con el agua de ocho sondeos realizados en el acuífero aluvial del río Ebro, que abastecen un aljibe desde el que se bombea directamente a la red o a una balsa de regulación elevada, que da presión a la red en las horas de mayor coste energético.

De un modo general, los suelos del área se sitúan en posiciones de relieve plano o suave ondulado, son profundos y de texturas medias en superficie que generalmente se hacen más arenosas en profundidad. La pedregosidad, que puede ser nula en superficie, aumenta generalmente con la profundidad hasta valores que varían del 40 al 90%, según el tipo de suelos. La capacidad de retención de humedad, al igual que la fertilidad natural, es baja en las partes más pedregosas y media en las zonas con pedregosidad menos abundante. Todos los suelos estudiados tienen buen drenaje, y no presentan problemas de salinidad.

El agua para riego tiene una conductividad eléctrica que varía entre 0.89 y 1.16 dS/m y RAS entre 2.74 y 4.05 según los diferentes pozos utilizados. Dadas las características de los suelos y los cultivos habituales se puede recomendar su uso sin restricciones, desde el punto de vista de calidad.

En cuanto al área regable de "El Ferial" (Valtierra y Bardenas Reales), localizadas en la comarca de Bardenas Reales, representan una superficie aproximada de 1.000 ha.

El agua de riego procede del *Embalse del Ferial*. Este embalse, de 8,13 Hm<sup>3</sup> de capacidad, se alimenta con aguas sobrantes no reguladas en el *Embalse de La Yesa* a través del *Canal de Bardenas* y la *Acequia de Navarra* ya que la aportación de la cuenca propia es despreciable. A partir de este embalse, el agua se conduce mediante tubería a la Estación de Bombeo de Valdelafuente, desde donde se impulsa a las balsas de regulación elevadas de cada área regable, que distribuyen el agua por presión natural.

Los suelos de esta zona se caracterizan, en líneas generales, por un elevado contenido en carbonato cálcico y una salinidad variable en su profundidad efectiva. Además, algunas unidades presentan horizontes de elevada pedregosidad que disminuyen la capacidad de retención de agua. En algunas áreas también es frecuente encontrar un horizonte petrocálcico cementado.

El agua de riego tiene una conductividad de 0.31 dS/m y una RAS de 0.004, por lo cual no son de prever problemas en su uso.

En ambos casos, la instalación en parcela está constituida de forma general por un sistema de cobertura total enterrada, con una disposición de riego de 18 x 15 triangular. En Funes existen parcelas de frutales en las que se instaló riego localizado.

Finalmente, el clima de estas zonas es muy similar debido a su proximidad. En lo referente al régimen térmico, presentan una fuerte oscilación térmica, con altas temperaturas en el estío (temperatura media de máximas absolutas superior a los 35° C), que asociadas a vientos secos dan lugar a los denominados "golpes de calor", y temperaturas bajas en el invierno (temperatura media de mínimas inferior a los - 5° C), que se suavizan en primavera y otoño. La temperatura media anual es de 14° C. En cuanto al régimen de heladas, el período extremo libre de heladas está próximo a los 7 meses (3-IV al 26-X).

La precipitación media anual oscila entre 380 y 450 mm, siendo las estaciones más lluviosas el otoño (32%) y la primavera (28%). La precipitación en verano e invierno son muy similares (20%), debido a las tormentas frecuentes que se producen en el estío.

El clima se clasifica según Papadakis como Mediterráneo templado, con un invierno tipo avena fresco, verano tipo arroz, régimen térmico templado cálido y un régimen de humedad Mediterráneo Seco.

### 3. Objetivo

La finalidad del presente trabajo es caracterizar el regadío de las Zonas Regables de "El Ferial" (Valtierra y Bardenas Reales) y "La Plana" (Funes), determinando la eficiencia de aplicación y la uniformidad del agua de riego, así como posibles mejoras de los sistemas en parcela.

### 4. Procedimiento

#### 4.1. Fase de Campo

##### 4.1.1. Fase de Campo en Zona Regable

#### ***Sistema de riego por aspersión***

Se ha elegido un bloque representativo del sistema de riego de la parcela, escogiendo dentro de éste una superficie de 324 m<sup>2</sup> (ver Figura 4.1.) donde se sitúa una malla regular de pluviómetros separados dos metros. El tiempo de riego en todas las evaluaciones ha sido superior a una hora.

En cada evaluación se ha anotado:

- Disposición de Riego
- Distribución de presiones en el sector
- Altura del soporte porta-aspersor.
- Tipo de aspersores utilizados (marca, modelo y tamaño de boquillas), así como la presión de trabajo y el gasto.
- Datos de la instalación: programador, arquetas, filtros, válvulas, piezas especiales, etc.
- Volumen de agua recogido en los pluviómetros
- Velocidad y dirección del viento mediante medida en un anemómetro digital y veleta orientada.

Estos datos se detallan en el Anejo I. Fichas de Campo.

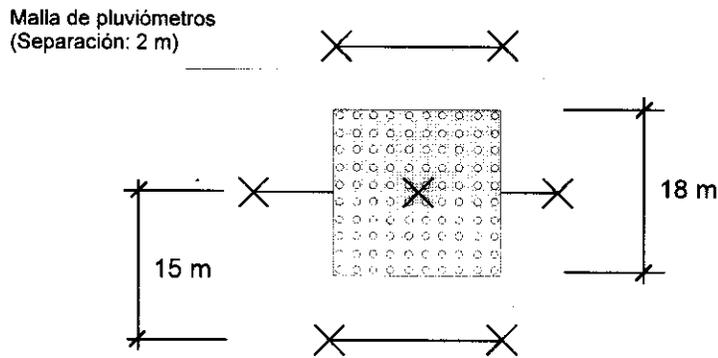


Figura 4.1. Malla regular de pluviómetros en parcela de cobertura total enterrada (Disp. 15 x 18 T).

### Sistema de riego localizado

Una vez elegidos los sectores más representativos de cada parcela, se ha procedido según la metodología adaptada de *Merriam y Keller (1978)*<sup>1</sup>, haciendo funcionar la instalación en condiciones normales de manejo.

Dentro del sector, entendiéndolo éste como aquella superficie que se riega de forma simultánea a partir del caudal suministrado por el hidrante, se eligen 4 laterales. De estas tuberías, una será la más cercana al punto de alimentación de la terciaria, otra será la más alejada de ese punto y otras dos estarán situadas a un tercio y dos tercios de la separación entre las dos primeras. En cada uno de estos laterales se procede de igual forma para la determinación de los emisores a evaluar, siendo la duración del ensayo superior a tres minutos en todos los casos.

En las evaluaciones, se ha anotado:

- Características del emisor (tipo, marca, modelo y separación entre emisores)
- Disposición de los laterales (longitud y separación entre éstos)
- Distribución de presiones en el sector
- Datos de la instalación: programador, arquetas, filtros, tuberías, válvulas, piezas especiales, etc.

<sup>1</sup> J. Rodrigo, J.M. Hernández, A. Pérez y J.F. González (1992) "Riego Localizado". CENTER (Centro Nacional de Tecnología de Regadíos). Ediciones Mundiprensa-IRYDA (MAPA), España.

- Volumen de agua recogido en los pluviómetros, en este caso bandejas de plástico.

Además de lo anteriormente indicado, en esta fase de campo se ha recopilado información relativa a:

- La problemática de los sistemas de riego: instalaciones individuales en parcelas y red general
- Gestión de la Comunidad de Regantes
- Operaciones y costes de cultivo
- Comercialización de la producción

#### 4.1.2. Fase de Campo en CENTER

##### ***Sistema de riego por aspersión***

En esta fase se ha procedido a evaluar la lluvia de un aspersor tipo, similar a los utilizados en los sistemas de cobertura total de la zona de estudio, (boquillas y presiones de trabajo), en unas condiciones de viento con velocidades inferiores a 1 m/s.

Para ello, se ha colocado una malla regular de pluviómetros de 900 m<sup>2</sup> separados cada metro, con un aspersor en el centro de la malla. El procedimiento de evaluación es el recogido en la norma ISO 7749-2.

##### ***Sistema de riego localizado***

Se ha procedido a realizar los ensayos de coeficiente de variación de fabricación y curva caudal-presión de los emisores evaluados (cinta y gotero integrado), de acuerdo con la metodología seguida en las Normas ISO 9260 y 9261.

Para ello, se ha utilizado el banco de ensayo que aparece en la fotografía nº 20.

## 4.2. Fase de Gabinete

En primer lugar, se ha procedido al cálculo de la eficiencia de aplicación y uniformidad de riego en las parcelas evaluadas, utilizando la aplicación informática *CATCH 3D (Sprinkler Catch Can Overlap Program, Richard G. Allen, Biological and Irrigation Engineering Department, Utah State University, Logan, Utah U.S.A.)*. Los parámetros de riego obtenidos son los que aparecen en la siguiente tabla:

EFICIENCIA DE APLICACIÓN	UNIFORMIDAD	
$E_a^1$	$UD^2$	$CU_{ch}^3$

(1) Eficiencia de aplicación; (2) Uniformidad de Distribución; (3) Coeficiente de Uniformidad de Christiansen (1942).

Esta aplicación ha sido también utilizada para determinar, a partir de los ensayos de aspersores aislados realizados en el CENTER, los valores de estos parámetros en condiciones ideales (viento, temperatura, radiación, y humedad relativa), para diferentes disposiciones de riego.

Este apartado se ha completado con el estudio de un diseño alternativo en una de las parcelas evaluadas (Anejo II). El objeto de este estudio es comparar la instalación actual y la propuesta.

En el caso de riego localizado, se ha determinado la uniformidad de riego en parcela (UD), y las curvas caudal-presión y el coeficiente de variación de fabricación de los emisores. Estos resultados aparecen en el Anejo I. Fichas de Campo.

Finalmente, con estos resultados y con la información procedente de la fase de campo, se ha procedido a determinar los factores de mayor influencia en la operación del riego.

## 5. Diagnóstico de la situación actual

En este apartado se recogen aspectos que tienen influencia en la operación del riego y que han sido observados durante la fase de campo.

### 5.1. Diseño

En cuanto al diseño de las instalaciones en parcela, destacan los siguientes puntos:

- La disposición de riego elegida (18 x 15 T) se adapta bien a cultivos extensivos que admiten excesos o déficit de agua sin una merma considerable en su rendimiento, como el maíz, el girasol, la alfalfa o los cereales de invierno. No obstante, para cultivos más sensibles como los hortícolas, y en condiciones de viento, esta disposición de riego puede causar descensos en los rendimientos.
- En los bordes de parcela, la uniformidad de riego se reduce considerablemente (ver Ficha 2 del Anejo 1. Fichas de Campo). Se aprecian las ondulaciones y encharcamientos característicos de un mal riego.
- Debido a la proliferación del riego localizado, condicionada por los cultivos dominantes en la zona, y especialmente en la Área Regable de "El Ferial", es frecuente encontrar instalaciones de un año de antigüedad diseñadas para riego por aspersión, adaptadas al riego localizado con una toma a partir del hidrante y un cabezal similar al que aparece en las Fichas 5 y 6 del Anejo 2.

Esta situación presenta los siguientes inconvenientes:

- Al ser una iniciativa propia de los agricultores, se observan modificaciones importantes en las instalaciones, incluso en el propio hidrante (ver fotografía nº 5), que ponen en peligro elementos de la

instalación de un coste considerable, como válvulas, tuberías de distribución, emisores, etc.

- El agricultor trata de minimizar los costes de la nueva instalación, dando lugar a diseños deficientes, y recurriendo a material de escasa calidad. (ver Fotografías nº11 y 12).
- Además, ésto supone la infrautilización de la instalación existente.

## 5.2. Ejecución

En este apartado se resumen aquellos aspectos generales que son susceptibles de mejora en la ejecución de las obras y sobre los que se debería prestar mayor atención durante la dirección de obra, tanto en la red general como en parcela:

- Se observan alineaciones deficientes en los laterales de aspersores (ver fotografía nº 17).
- La disposición en las arquetas de los elementos que integran los hidrantes no siempre es la más idónea para su posterior explotación o mantenimiento. Por citar un ejemplo, es frecuente encontrar los filtros cazapiedras con la salida a escasa distancia del suelo, de forma que imposibilita su limpieza (ver fotografía nº 3).
- También es frecuente encontrar los contadores, tanto proporcionales como de turbina, en posiciones en las que las condiciones de flujo no aseguran una medida fiable (ver fotografía nº 3y 4). Este hecho tiene una gran influencia en la facturación de agua al agricultor.
- Se han observado malas ejecuciones en cabezales de riego (ver Fotografías nº 11 y 12).

### 5.3. Mantenimiento

- Existen dificultades la hora de reponer algunos elementos de la instalación. Estas dificultades vienen ocasionadas tanto por el tiempo de reposición de estas piezas, que en ocasiones inhabilita la instalación durante algunos días en plena campaña de riego, como por el coste de estas piezas, ya que se realizan pedidos muy reducidos. (p.e. solenoides)
- De forma general, las arquetas de sector presentan un estado de abandono. (ver fotografía nº 13 ).
- Es frecuente observar parcelas con los aspersores doblados o caídos. (ver Fotografía nº17).
- En parcelas adaptadas al riego localizado se observa un mantenimiento deficiente en la instalación de aspersión.

## 6. Conclusiones

De los trabajos efectuados se puede concluir:

- Las uniformidades obtenidas para disposiciones de riego más reducidas (15 x 15, 12 x 15 ó 12 x 12), aunque son superiores, no parecen compensar el coste adicional con un aumento significativo de la uniformidad. No obstante, hay que destacar que estas uniformidades han sido obtenidas para velocidades de viento muy bajas y que esta diferencia se incrementa considerablemente al aumentar este parámetro.
- Este hecho tiene mayor relevancia en los bordes de parcela; aquí, el diseño resulta más complejo para disposiciones triangulares y puede suponer una superficie nada despreciable en parcelas irregulares (ver Anejo 2. Diseño alternativo). La elección de disposiciones de riego rectangulares permitiría ajustar mejor las pluviometrías en las áreas de borde.
- De lo observado en las instalaciones de riego localizado en Bardenas, se concluye que es necesario realizar un servicio técnico de asesoramiento y control, que garantice la realización óptima de la instalación.
- Un aspecto que debe ser considerado en la fase de diseño es la realización del Proyecto con un alto grado de detalle, especificando todos los aspectos de la instalación, tanto de las características del material de riego como de la ejecución de la obra. De esta forma se facilita la posterior Dirección de Obra y no deja opción al contratista para ejecutar una instalación de forma diferente a la especificada.
- Otro aspecto importante que debe contemplarse en el proyecto es la previsión de un importante acopio de material de reposición para facilitar y asegurar el posterior mantenimiento.

- Es conveniente a la hora de determinar "el sistema de riego" en una zona regable, tener en cuenta el importante peso de cultivos con riego localizado. Esto nos conduce a buscar soluciones mixtas que optimicen la rentabilidad de la inversión, y se adapten a las necesidades del regante.

## 7. Bibliografía

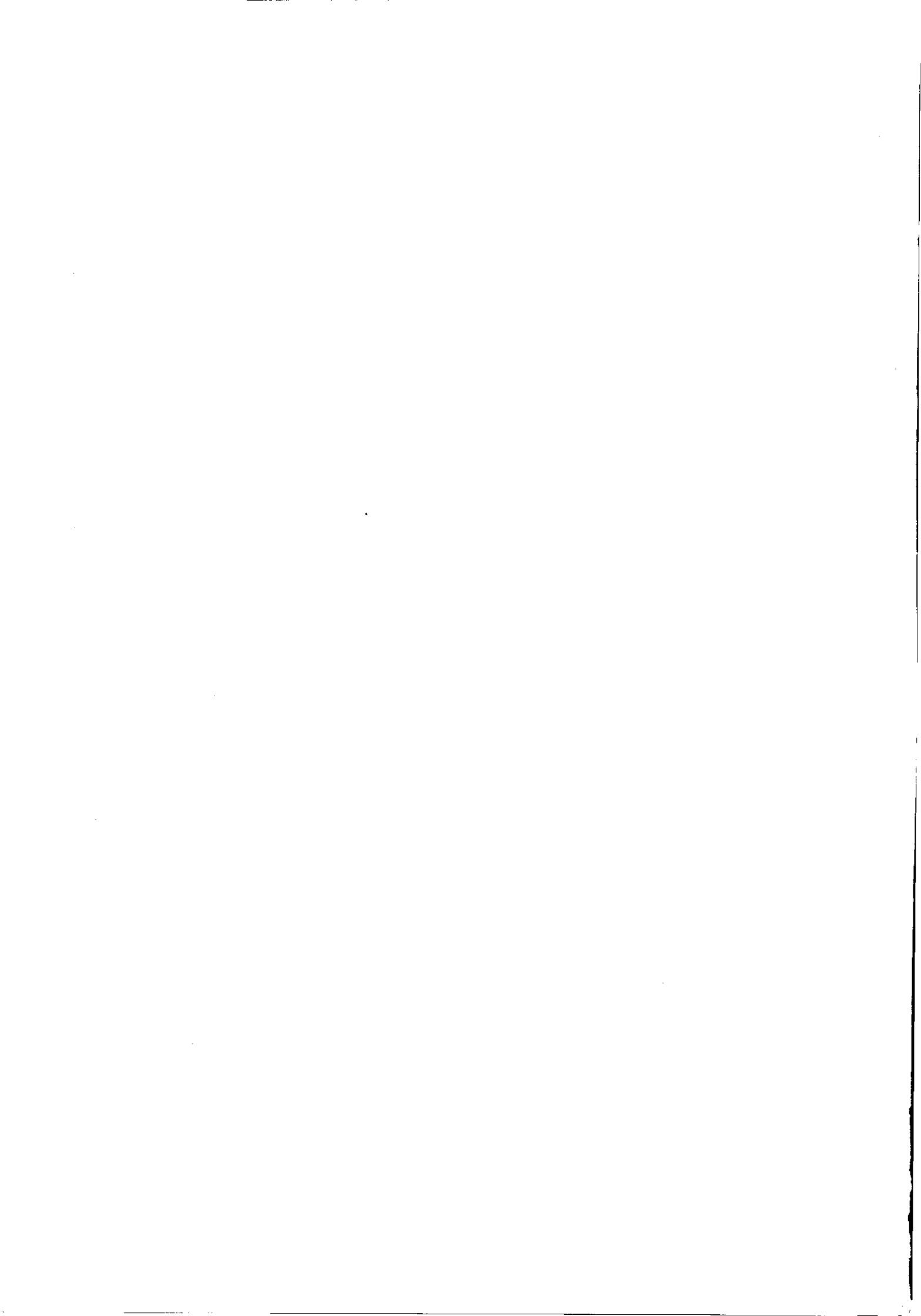
- ISO 7749-1 International Standard (Segunda edición 1995-04-15): "Equipos de riego agrícolas. Aspersores giratorios. Parte 1: Diseño y exigencias de funcionamiento".
- ISO 7749-2 International Standard (First edition 1990-10-15): "Irrigation equipment-Rotating sprinklers. Part 2: Uniformity of distribution and test methods".
- ISO 11545 International Standard (Première édition 1994-00-00): "Matériel agricole d'irrigation. Appareillage d'irrigation par rampe pivotante ou par rampe frontale équipées de buses de pulvérisation ou d'arrosage. Méthode de détermination de l'uniformité de la distribution d'eau".
- Losada Villasante, A. (1989). "El Riego. Fundamentos Hidráulicos". Ediciones Mundiprensa. Madrid, 431 pp.
- Losada Villasante, A. et al (1993): "Riegos. Fundamentos Hidrológicos. Métodos de aplicación". ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, España. 152 pp.
- Luján García, J. "Riego por aspersion". II Máster Internacional de Riego y Drenaje. 168 pp.
- Merriam J.L. y Keller, J. (1978): "Farm irrigation system evaluation: a guide for management", Utah State University. Logan, Utah (USA).
- Tarjuelo Martín-Benito, J.M<sup>a</sup>. (1995). "El riego por aspersion y su tecnología". España. 491 pp.



## **Anejo 1**

---

**Fichas de Campo**



## 1. PARÁMETROS DE RIEGO

Para la caracterización de los riegos en las parcelas de aspersión evaluadas se han utilizado los siguientes parámetros:

**Coefficiente de uniformidad de Christiansen (CU):** en %

$$CU = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - \bar{V}|}{n \cdot \bar{V}}\right) 100$$

donde,

- $V_i$ : volumen recogido en cada pluviómetro, en ml  
 $\bar{V}$ : media de los volúmenes recogidos en cada pluviómetro, en ml  
 n: número total de pluviómetros

**Uniformidad de distribución (UD):** en %

$$UD = \frac{\bar{V}_{1/4}}{\bar{V}} 100$$

donde,

- $\bar{V}_{1/4}$ : media de la 4ª parte de valores más bajos del total  
 $\bar{V}$ : media del conjunto de valores

**Precipitación media (P<sub>m</sub>):** altura media recogida en el ensayo, en mm

$$P_m = \frac{\bar{V}}{S} 1000$$

donde,

- $\bar{V}$ : media de los volúmenes recogidos en cada pluviómetro, en ml  
 S: Superficie del pluviómetro, en mm<sup>2</sup>

**Pluviometría media recogida (h<sub>m</sub>):** altura media recogida por unidad de tiempo, en mm/h

$$h_m = \frac{P_m}{t} \cdot 60$$

donde,

- P<sub>m</sub>: Precipitación media, en mm  
 t: Tiempo de duración del ensayo, en minutos

**Pluviometría media aplicada (q<sub>r</sub>):** altura media aplicada por unidad de tiempo, en mm/h

$$q_r = \frac{q}{S_i \cdot S_m} \cdot 1000$$

donde,

- $q$  : Caudal aforado en el aspersor de ensayo, en  $m^3/h$   
 $S_l$  : Separación entre líneas de aspersores (ramales), en m  
 $S_m$  : Separación entre aspersores dentro de un ramal, en m

**Eficiencia de aplicación ( $E_a$ )**: relación entre la altura recogida y el agua aplicada, en %

$$E_a = \frac{h_m}{q_r} \cdot 100$$

En el caso del riego localizado, además del Coeficiente de Uniformidad de Christiansen y de la Uniformidad de Distribución, se ha determinado el Coeficiente de Variación de fabricación, que se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{q}}$$

siendo,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}{n-1}} \quad \text{y} \quad \bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n}$$

donde,

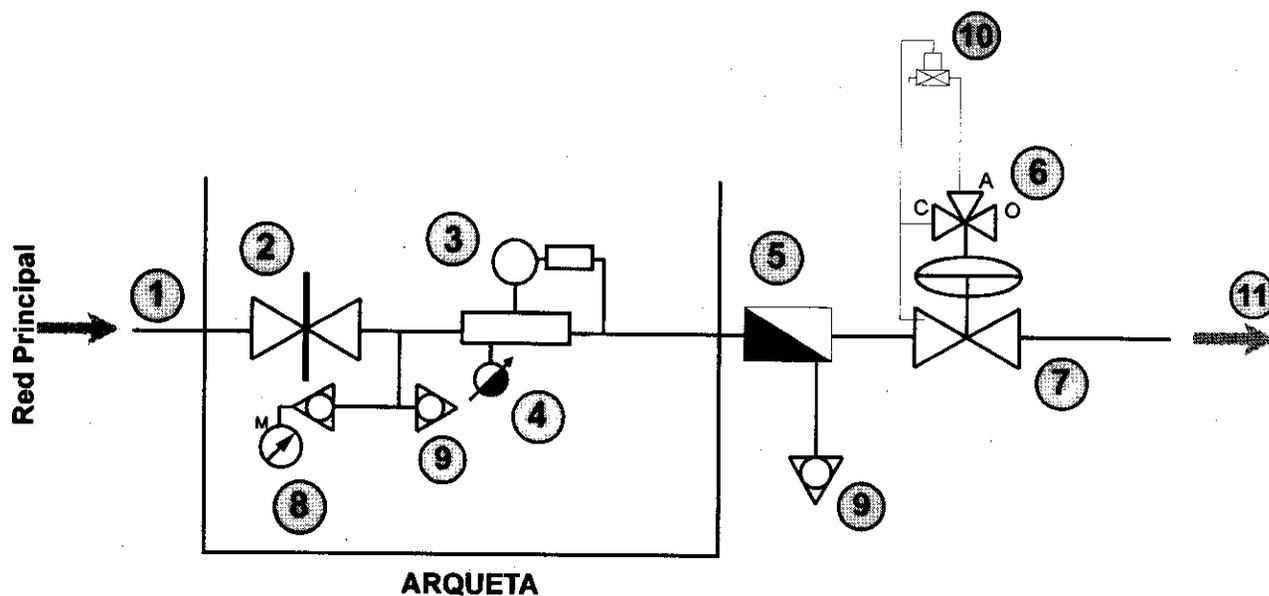
- $q_i$  : caudal de cada emisor, en l/h  
 $\bar{q}$  : caudal medio del conjunto de valores, en l/h  
 $n$  : número de emisores  
 $\sigma$  : desviación típica

## 2. FICHAS DE CAMPO

### 2.1. Ficha de Campo 1

Zona Regable	Paraje "La Plana"		Fecha: 29/08/97
Término Municipal	Funes		
Número de parcela	21		
Hidrante(Caudal/Presión)	10 l/s / 4 kg/cm <sup>2</sup>		
Sistema de riego	Aspersión en CTE		
Disposición	18 x 15 T		
Tipo de emisor	Marca y Modelo:	●	VYR 70 en latón
		◐	VYR 60 en latón
Boquillas		●	4,76 + 3,17 mm
		◐	4,36 + 2,38 mm
Caudal/Presión		●	2,14 m <sup>3</sup> /h a 3,4 kg/cm <sup>2</sup>
		◐	1,52 m <sup>3</sup> /h a 2,6 kg/cm <sup>2</sup>

### Croquis de la toma de riego:



- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| ① | Conexión a la toma de riego                   | ⑥ | Llave de 3 vías                          |
| ② | Llave de compuerta<br>DN 100, PN 16           | ⑦ | Válvula hidráulica de apertura-cierre 3" |
| ③ | Regulador de presión<br>y limitador de caudal | ⑧ | Manómetro de glicerina (10 bares)        |
| ④ | Contador proporcional                         | ⑨ | Llaves de esfera metálicas de 1/2 y 1"   |
| ⑤ | Filtro cazapiedras DN 100<br>PN 16            | ⑩ | Solenoides biestable                     |
|   |   | ⑪ | Distribución en parcela                  |

Nota: Las válvula hidráulica maestra (7) y las válvulas de sectores se automatizaron de forma posterior a la obra inicial, mediante un conjunto Programador-solenoides, accionado por una batería eléctrica de 12 VCC. Antes de la automatización, se colocó un filtro cazapiedras para la protección de la instalación en parcela. Ambos elementos han quedado instalados fuera de la arqueta dispuesta para el hidrante.

## Evaluación

Duración de la prueba : 87 minutos

### PLUVIOMETRIA RECOGIDA (mm/h)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	7,8	9,2	9,6	9,0	7,9	7,8	8,3	8,7	7,5	7,9	7,5	5,8
2	8,6	10,1	8,9	8,0	6,7	6,0	6,7	7,3	7,1	7,3	8,1	8,3
3	10,8	10,7	8,8	7,2	6,0	5,3	5,4	6,8	7,4	7,7	8,3	8,8
4	10,8	10,4	8,3	7,3	5,3	4,9	5,6	6,5	7,0	8,6	8,9	10,5
5	8,6	7,5	7,9	7,3	5,2	5,4	5,2	7,0	7,1	9,4	9,3	9,9
6	6,9	6,9	7,0	7,2	6,1	6,4	5,2	6,8	7,4	8,6	8,9	9,7
7	7,2	7,2	7,3	8,1	7,7	7,1	6,7	8,2	8,0	8,4	8,3	9,1
8	7,3	8,1	8,8	8,9	9,1	8,9	8,9	9,2	9,1	8,3	8,3	8,1
9	7,0	8,6	8,6	8,6	8,9	9,0	9,1	9,3	9,3	8,9	9,1	8,1
10	8,1	8,4	8,6	8,3	8,6	8,6	8,3	8,6	8,6	9,2	9,8	7,6

Pluviometría media recogida (mm/h): 7,9

Pluviometría media aplicada (mm/h): 8,0

Intervalo de velocidad del viento (m/s): 0,2 a 0,6

### Parámetros de Evaluación del Riego:

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE CHRISTIANSEN (%): 87,0

UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCIÓN (%): 78,7

EFICIENCIA DE APLICACIÓN (%): 98,7

### Salida del Programa CATCH-3D:

Se adjunta la salida de este programa, donde aparece la entrada de datos, los parámetros más usuales de uniformidad y eficiencia de riego y un estereograma de la distribución de la precipitación en la superficie evaluada. Esta salida se acompaña de un plano de la parcela en el cual se indica el aspersor evaluado, la disposición de la malla de pluviómetros (A-B-C-D) y la distribución de presiones (en kg/cm<sup>2</sup>) en el sector evaluado y en el resto de la parcela.

VYR-70

Original data (Rectangular Catch Can Spacing) Units are milliliters.

Row/Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	105	135	127	118	119	114	118	119	115	119	116	112
2	101	126	123	128	128	125	124	122	118	119	118	97
3	111	114	115	126	127	123	123	126	122	121	112	101
4	125	115	116	110	113	92	98	106	111	100	99	99
5	133	123	119	102	94	71	88	84	99	97	95	95
6	136	128	130	98	97	71	74	71	100	109	103	118
7	144	123	118	97	89	77	68	73	101	115	143	149
8	121	115	106	102	94	75	73	82	99	121	148	149
9	114	111	100	98	100	92	82	92	110	122	139	119
10	80	104	109	103	120	115	108	109	124	132	127	107

Catch can volume = 5.550 cubic meters  
 Discharge volume = 3.080 cubic meters  
 Catch Efficiency = 180.2 percent

Catch measurements are in milliliters

Catch Can Area: 9503 sq. mm

Test duration: 87 min. Discharge: 0.59 l/s ( 9.4 gpm)

Wind Speed: 1.00 m/s Direction: 310 deg from N

Grid Spacing: 2.00 m

## S T A T I S T I C S for O R I G I N A L D A T A

Average Net Application 109.88 ml Test duration: 87 min.

Average Deviation from Mean 14.29 ml Discharge: 0.59 l/s

Standard Deviation 17.84 ml

Skew -0.31

Kurtosis 2.94

Average Net Application 8.0 mm/hr ( 0.31 in/hr)

Average Deviation from Mean 1.0 mm/hr ( 0.04 in/hr)

Average Gross Application 6.4 mm ( 0.25 in)

Average Net Application 11.6 mm ( 0.46 in)

Average Depth Highest 10% 14.6 mm ( 0.58 in)

Average Depth Lowest 10% 7.9 mm ( 0.31 in)

Average Depth Low Quarter 9.1 mm ( 0.36 in)

Average Depth Low Half 10.1 mm ( 0.40 in)

App. Eff. Low Quarter (AELQ) 141.8 %

App. Eff. Low Half (AELH) 157.0 %

Distribution Uniformity 78.7

Coefficient of Uniformity (CU):

CU from Christiansen 87.0 CU from Low Half 87.1

CU from Std. Dev. 87.0 CU from Distr. Unif. 86.6

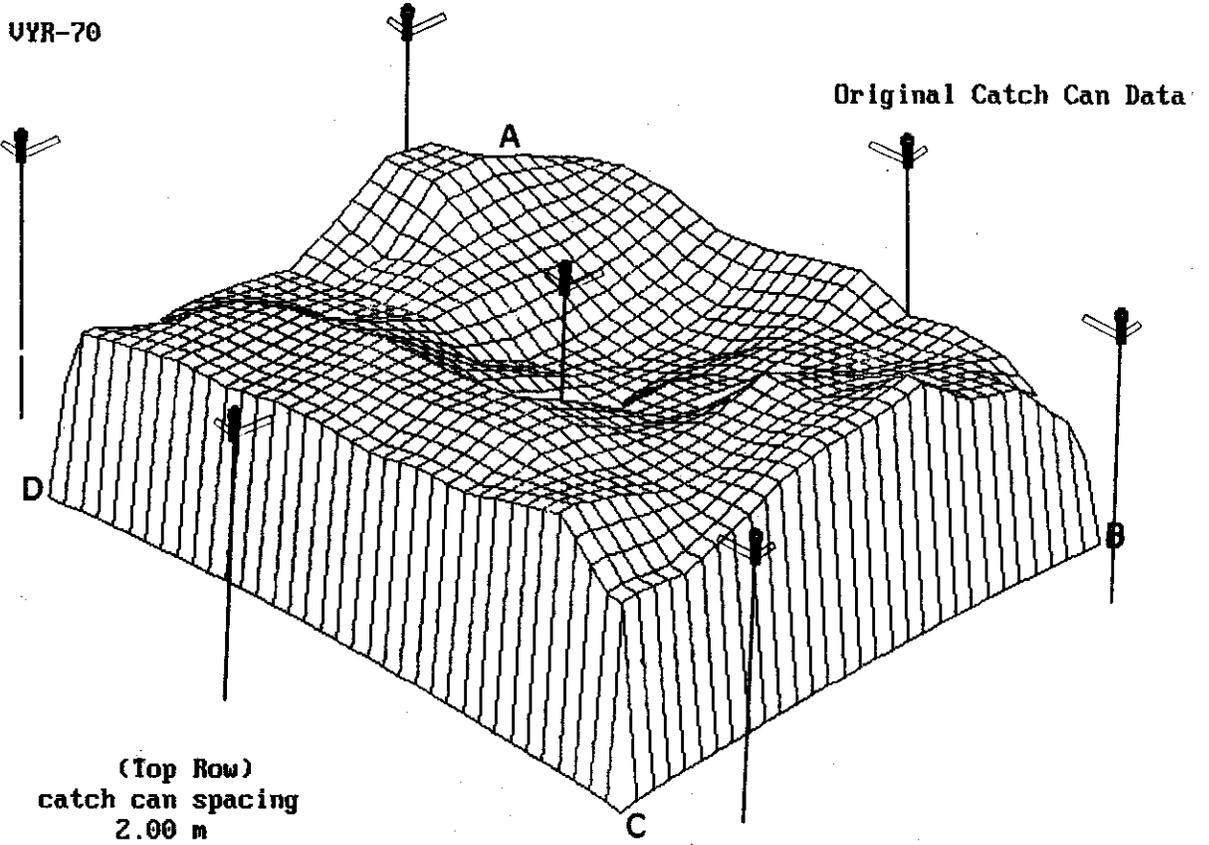
CU for alternate offsets 93.3

Ave. vol./sprinkler spacing 5.55 cu.m ( 195.8 cu.ft)

Ranking of values (values have been multiplied by 1):

68	71	71	71	73			
73	74	75	77	80	82	82	84
88	89	92	92	92	94	94	95
95	97	97	97	97	98	98	98
99	99	99	99	100	100	100	100
101	101	101	102	102	103	103	104

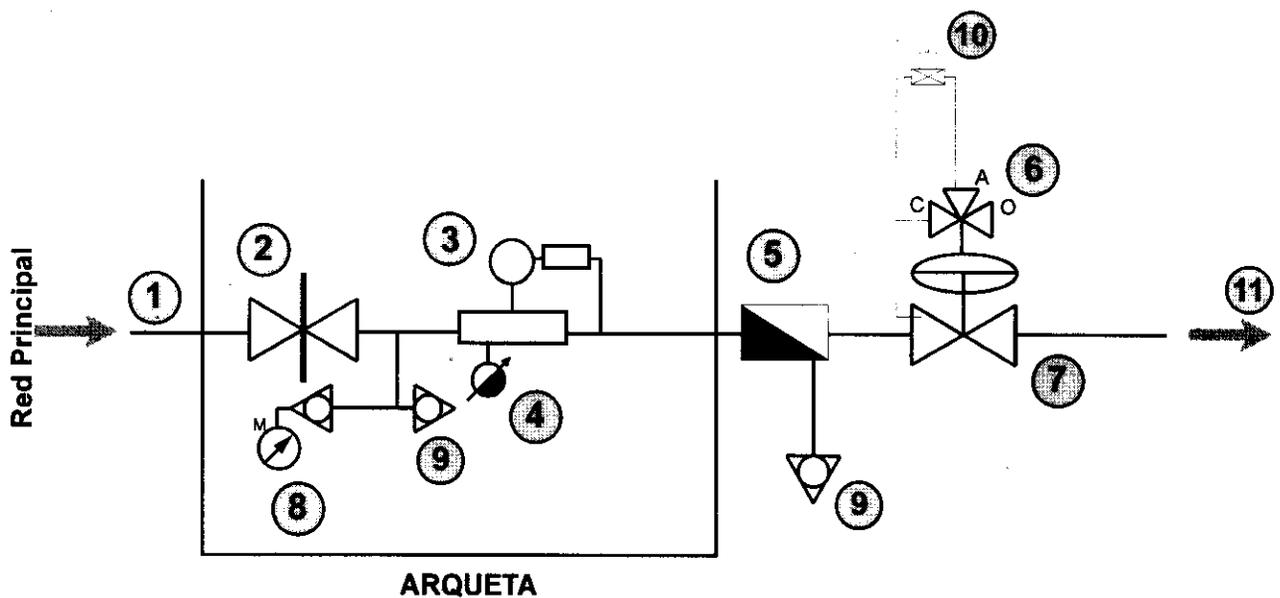
105	106	106	107	108	109	109	109
110	110	111	111	111	112	112	113
114	114	114	115	115	115	115	115
115	116	116	118	118	118	118	118
118	119	119	119	119	119	119	120
121	121	121	122	122	122	123	123
123	123	123	124	124	125	125	126
126	126	127	127	127	128	128	128
130	132	133	135	136	139	143	144
148	149	149					



## 2.2. Ficha de campo 2

Zona Regable	Paraje "La Plana"		Fecha: 3/09/97
Término Municipal	Funes		
Número de parcela	21		
Hidrante(Caudal/Presión)	10 l/s / 4 kg/cm <sup>2</sup>		
Sistema de riego	Aspersión en CTE		
Disposición	18 x 15 T		
Tipo de emisor	Marca y Modelo:	●	VYR 70 en latón
		◐	VYR 60 en latón
Boquillas		●	4,76 + 3,17 mm
		◐	4,36 + 2,38 mm
Caudal/Presión		●	1,91 m <sup>3</sup> /h a 2,4 kg/cm <sup>2</sup>
		◐	1,33 m <sup>3</sup> /h a 2,4 kg/cm <sup>2</sup>

### Croquis de la toma de riego:



- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| ① | Conexión a la toma de riego                   | ⑥ | Llave de 3 vías                          |
| ② | Llave de compuerta<br>DN 100, PN 16           | ⑦ | Válvula hidráulica de apertura-cierre 3" |
| ③ | Regulador de presión<br>y limitador de caudal | ⑧ | Manómetro de glicerina (10 bares)        |
| ④ | Contador proporcional                         | ⑨ | Llaves de esfera metálicas de 1/2 y 1"   |
| ⑤ | Filtro cazapiedras DN 100<br>PN 16            | ⑩ | Solenoides biestables                    |
|   |   | ⑪ | Distribución en parcela                  |

Nota: Las válvula hidráulica maestra (7) y las válvulas de sectores se automatizaron de forma posterior a la obra inicial, mediante un conjunto Programador-solenoides, accionado por una batería eléctrica de 12 VCC. Antes de la automatización, se colocó un filtro cazapiedras para la protección de la instalación en parcela. Ambos elementos han quedado instalados fuera de la arqueta dispuesta para el hidrante.

## Evaluación

Duración de la prueba : 60 minutos

### PLUVIOMETRIA RECOGIDA (mm/h)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8,1	6,8	8,0	7,3	6,9	6,4	6,3	10,1	14,1	18,1
2	9,5	9,2	8,7	7,2	6,3	6,0	8,3	16,3	22,0	20,1
3	8,2	9,3	9,8	7,3	4,9	5,7	8,4	14,9	23,0	22,4
4	8,1	9,8	9,5	7,4	6,0	6,1	9,6	13,6	19,0	20,0
5	8,7	9,5	10,3	9,0	9,2	8,6	10,3	12,1	14,7	19,2
6	9,3	9,2	9,5	9,8	10,3	10,9	12,4	11,5	12,2	14,8
7	8,6	9,2	8,6	8,6	8,9	9,7	10,8	11,0	11,2	11,0
8	8,3	8,3	8,2	8,1	8,6	8,1	9,4	9,7	10,3	10,4

Pluviometría media recogida (mm/h): 10,4

Pluviometría media aplicada (mm/h): 10,6

Intervalo de velocidad del viento (m/s): 0,5 a 1,0

### Parámetros de Evaluación del Riego:

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE CHRISTIANSEN (%):	72,7
UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCIÓN (%):	66,4
EFICIENCIA DE APLICACIÓN (%):	98,7

### Salida del Programa *CATCH-3D*:

Se adjunta la salida de este programa, donde aparece la entrada de datos, los parámetros más usuales de uniformidad y eficiencia de riego y un estereograma de la distribución de la precipitación en la superficie evaluada. Esta salida se acompaña de un plano de la parcela en el cual se indica el aspersor evaluado, la disposición de la malla de pluviómetros (A-B-C-D) y la distribución de presiones (en kg/cm<sup>2</sup>) en el sector evaluado y en el resto de la parcela.

VYR-70

Original data (Rectangular Catch Can Spacing) Units are milliliters.

Row/Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	99	98	92	89	77	82	77	78	79	79
2	105	106	105	103	92	85	82	82	87	82
3	141	0	109	118	104	98	93	90	87	88
4	182	140	115	98	82	87	86	98	90	83
5	190	181	129	91	58	57	70	90	93	77
6	213	219	142	80	54	47	69	93	88	88
7	191	209	155	79	57	60	68	83	87	90
8	72	134	96	60	61	66	69	76	65	77

VYR-70

Original data (Rectangular Catch Can Spacing) Units are milliliters.

Row/Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	99	98	92	89	77	82	77	78	79	79
2	105	106	105	103	92	85	82	82	87	82
3	141	116	109	118	104	98	93	90	87	88
4	182	140	115	98	82	87	86	98	90	83
5	190	181	129	91	58	57	70	90	93	77
6	213	219	142	80	54	47	69	93	88	88
7	191	209	155	79	57	60	68	83	87	90
8	172	134	96	60	61	66	69	76	65	77

Catch can volume = 3.354 cubic meters

Discharge volume = 1.620 cubic meters

Catch Efficiency = 207.0 percent

Catch measurements are in milliliters

Catch Can Area: 9503 sq. mm

Test duration: 60 min. Discharge: 0.45 l/s ( 7.1 gpm)

Wind Speed: 1.00 m/s Direction: 300 deg from N

Grid Spacing: 2.00 m

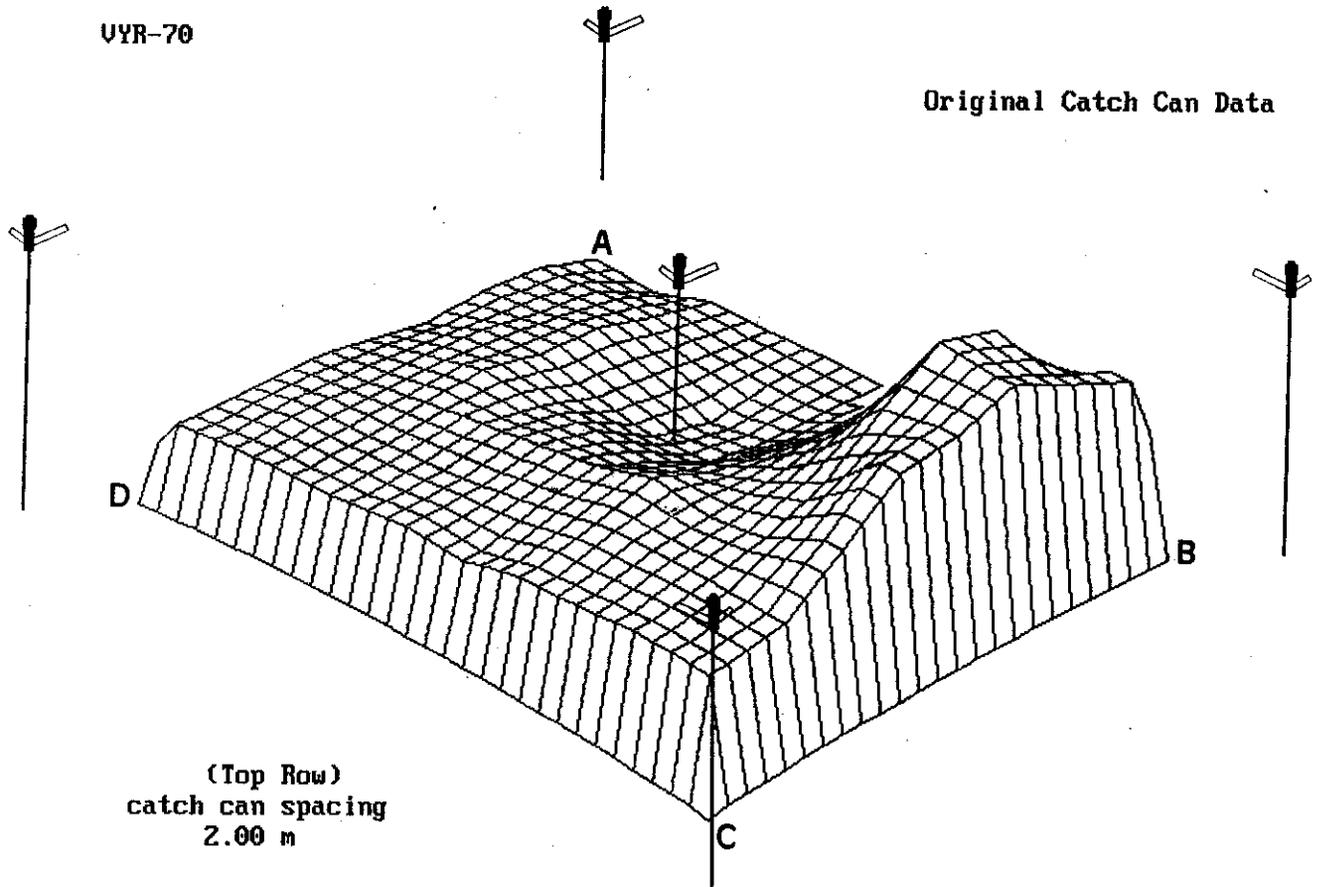
## S T A T I S T I C S for O R I G I N A L D A T A

Average Net Application	99.60 ml	Test duration:	60 min.
Average Deviation from Mean	27.20 ml	Discharge:	0.45 l/s
Standard Deviation	38.25 ml		
Skew	1.60		
Kurtosis	5.07		
Average Net Application	10.5 mm/hr	( 0.41 in/hr)	
Average Deviation from Mean	2.9 mm/hr	( 0.11 in/hr)	
Average Gross Application	5.1 mm	( 0.20 in)	
Average Net Application	10.5 mm	( 0.41 in)	
Average Depth Highest 10%	20.5 mm	( 0.81 in)	
Average Depth Lowest 10%	6.0 mm	( 0.24 in)	
Average Depth Low Quarter	7.0 mm	( 0.27 in)	
Average Depth Low Half	7.9 mm	( 0.31 in)	
App. Eff. Low Quarter (AELQ)	137.5 %		
App. Eff. Low Half (AELH)	155.8 %		
Distribution Uniformity	66.4		
Coefficient of Uniformity (CU):			
CU from Christiansen	72.7	CU from Low Half	75.3
CU from Std. Dev.	69.4	CU from Distr. Unif.	78.8

CU for alternate offsets 85.3  
 Ave. vol./sprinkler spacing 3.35 cu.m ( 118.4 cu.ft)

Ranking of values (values have been multiplied by 1 ):

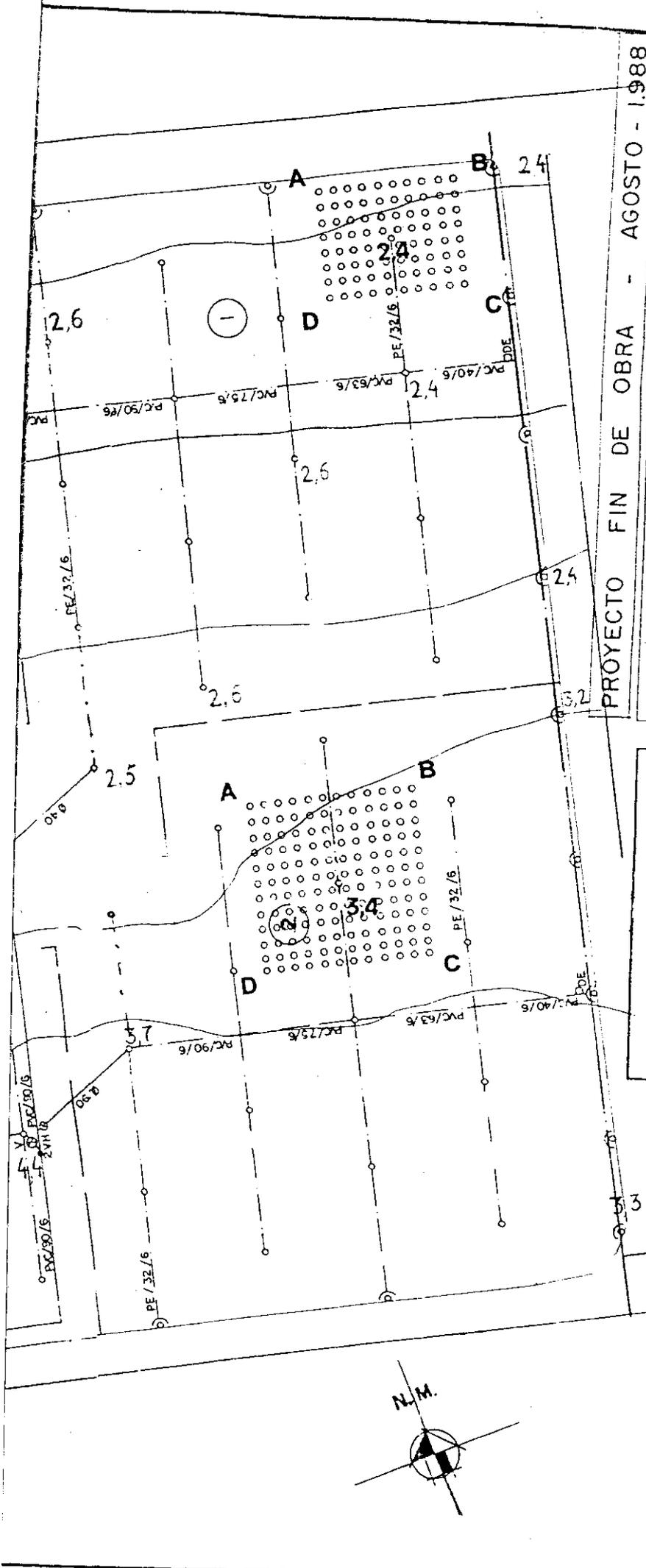
47	54	57	57	58			
60	60	61	65	66	68	69	69
70	76	77	77	77	77	78	79
79	79	80	82	82	82	82	82
83	83	85	86	87	87	87	87
88	88	88	89	90	90	90	90
91	92	92	93	93	93	96	98
98	98	98	99	103	104	105	105
106	109	115	116	118	129	134	140
141	142	155	172	181	182	190	191
209	213	219					



PARCELA N° 3-21

PROYECTO COBERTURAS DE RIEGO POR ASPERSION EN EL PARAJE  
"LA PLANA", EN EL TERMINO DE FUNES ( NAVARRA )





PROYECTO FIN DE OBRA - AGOSTO - 1988

 Gobierno de Navarra DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA GANADERIA Y MONTES	 RIEGOS DENAVARRA, S.A.	AYUNTAMIENTO DE FUNES	
		PLANO Nº 3-21	PARCELA Nº 21
PROYECTO: COBERTURAS DE RIEGO POR ASPERSION EN EL PARAJE "LA PLANA", EN EL TERMINO DE FUNES ( NAVARRA )		INGENIERO AGRONOMO  FELIX CHUECA GUINDULAIN	ESCALA: 1:500 INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  IGNACIO MARTINEZ ALFARO
PROMOTOR:		FECHA: SEPTIEMBRE 1987	

**LEYENDA**

PARCELA Nº 21  
 SUPERFICIE 2.30.00 Ha  
 MÓDULO 10 litros por segundo  
 PRESION DE ENTRADA Kg/cm<sup>2</sup>  
 PRESION DE SALIDA 63.37 Kg/cm<sup>2</sup>  
 PRESION MEDIA EN ASPERSOR 3.5 Kg/cm<sup>2</sup>

--- ASPERSOR CIRCULO COMPLETO  
 q - 0.556 l/s  
 Ø - 35 m.  
 72 ASPERSORES

--- ASPERSOR SECTORIAL  
 q - 0.317 l/s  
 Ø - 30 m  
 27 ASPERSORES

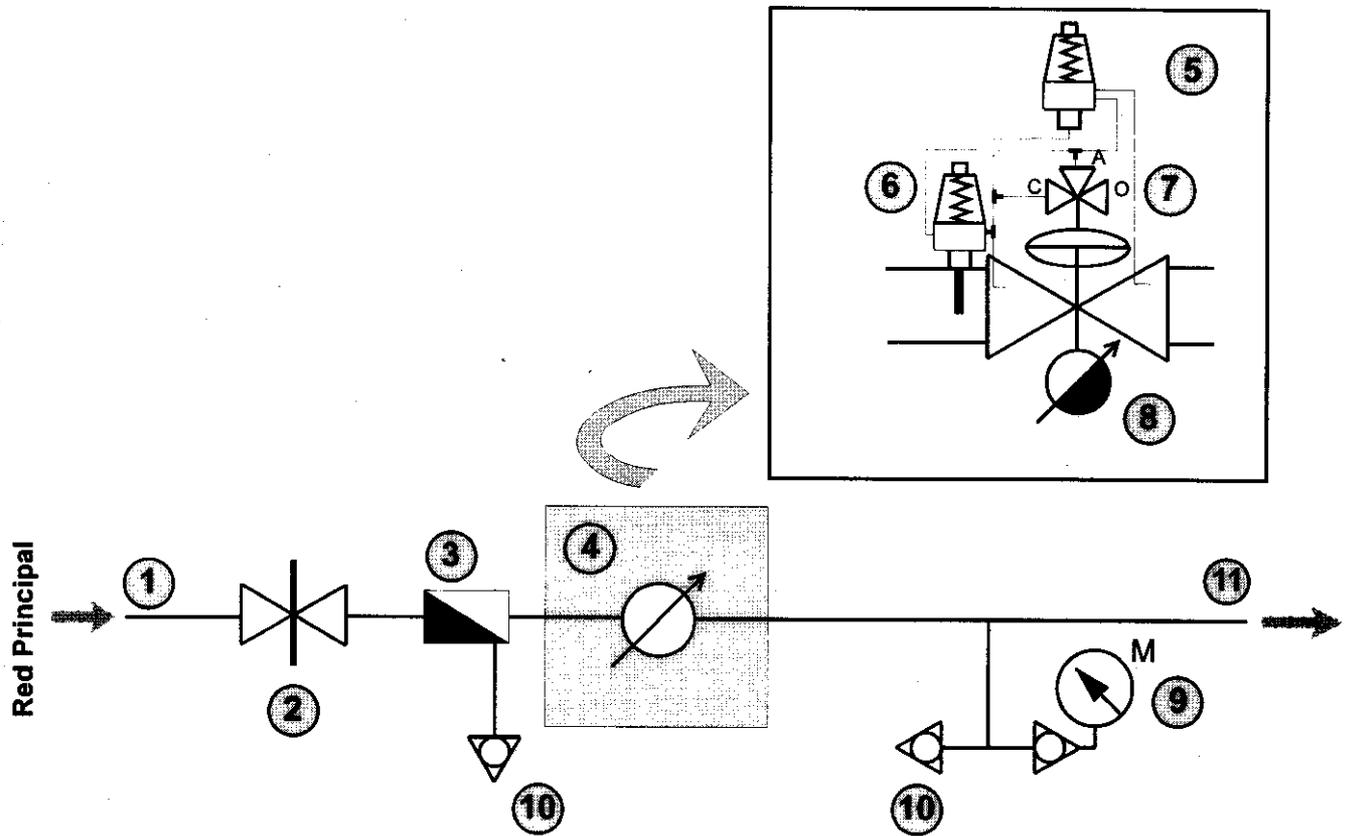
(2) Nº DE SECTOR DE RIEGO

Nota: Reducción al 38%

### 2.3. Ficha de Campo 3

Zona Regable	El Ferial (Valtierra)		Fecha: 26/08/97
Término Municipal	Valtierra		
Número de parcela	31		
Hidrante(Caudal/Presión)	10 l/s / 4 kg/cm <sup>2</sup>		
Sistema de riego	Aspersión en CTE		
Disposición	18x15 T		
Tipo de emisor	Marca y Modelo:	●	SOMLO 30-C
		◐	COMETAL AGROS 135
Boquillas		●	4,36 + 2,38 mm
		◐	3,96 mm
Caudal/Presión		●	1,78 m <sup>3</sup> /h a 3,5 kg/cm <sup>2</sup>
		◐	1,13 m <sup>3</sup> /h a 3,5 kg/cm <sup>2</sup>

## Croquis de la toma de riego



- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| ① | Conexión a la red colectiva   | ⑥ | Piloto de 3 vías (limitador de caudal) |
| ② | Llave de mariposa DN 100, mm PN 16 atm                                      | ⑦ | Llave de 3 vías                        |
| ③ | Filtro cazapiedras DN 100 mm PN 16 atm                                      | ⑧ | Contador Woltman                       |
| ④ | Válvula volumétrica de 100 mm, reguladora de presión y limitadora de caudal | ⑨ | Manómetro de glicerina (10 bares)      |
| ⑤ | Piloto de 3 vías (regulador de presión)                                     | ⑩ | Derivaciones para fertirrigación       |
|   |   | ⑪ | Distribución en parcela                |

Nota: Las válvulas hidráulicas de hidrante y sectores están automatizadas por un conjunto Programador-solenoide accionado por una batería eléctrica de 12 vcc.

**Evaluación**

Duración de la prueba : 63 minutos

**PLUVIOMETRIA RECOGIDA (mm/h)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5,5	4,4	4,8	6,2	9,0	6,4	5,6	5,3	6,0	6,3
2	6,6	5,5	5,0	6,0	6,4	6,4	4,9	4,2	4,2	6,5
3	7,5	6,2	7,5	7,3	10,9	8,4	4,6	4,8	4,5	5,2
4	7,4	8,2	9,4	9,3	6,8	5,6	5,8	5,2	6,2	6,0
5	7,4	8,2	11,1	8,9	6,3	5,7	6,8	6,1	6,3	6,4
6	6,9	7,2	8,3	8,3	7,8	6,6	8,5	8,1	6,5	6,4
7	5,7	5,0	6,4	8,1	8,3	7,7	6,5	9,3	6,5	5,4
8	5,0	4,8	6,2	8,2	9,3	9,0	8,4	8,2	7,6	6,6
9	5,0	5,8	6,2	7,8	7,9	7,5	7,1	7,7	8,5	7,9
10	6,3	6,2	6,7	7,8	8,2	7,7	7,0	8,2	7,5	7,6

Pluviometría media recogida (mm/h): 6,88

Pluviometría media aplicada (mm/h): 7,00

Intervalo de velocidad del viento (m/s): 1,9 a 2,8

**Parámetros de Evaluación del Riego:**

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE CHRISTIANSEN (%): 82,8

UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCIÓN (%): 74,3

EFICIENCIA DE APLICACIÓN (%): 98,3

**Salida del Programa CATCH-3D:**

Se adjunta la salida de este programa, donde aparece la entrada de datos, los parámetros más usuales de uniformidad y eficiencia de riego y un estereograma de la distribución de la precipitación en la superficie evaluada. Esta salida se acompaña de un plano de la parcela en el cual se indica el aspersor evaluado, la disposición de la malla de pluviómetros (A-B-C-D) y la distribución de presiones (en  $\text{kg/cm}^2$ ) en el sector evaluado y en el resto de la parcela.

SOMLO-30C

Original data (Rectangular Catch Can Spacing) Units are milliliters.

Row/Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	63	65	52	60	64	64	54	66	79	76
2	60	42	45	62	63	65	65	76	85	75
3	53	42	48	52	61	81	93	82	77	82
4	56	49	46	58	68	85	65	84	71	70
5	64	64	109	68	63	78	83	93	79	82
6	62	60	73	93	89	83	81	82	78	78
7	48	50	75	94	111	833	64	62	62	67
8	44	55	62	82	82	72	50	48	58	62
9	44	55	62	82	82	72	50	48	58	62
10	55	66	75	74	74	69	57	50	50	63

SOMLO-30C

Original data (Rectangular Catch Can Spacing) Units are milliliters.

Row/Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	63	65	52	60	64	64	54	66	79	76
2	60	42	45	62	63	65	65	76	85	75
3	53	42	48	52	61	81	93	82	77	82
4	56	49	46	58	68	85	65	84	71	70
5	64	64	84	56	57	66	77	90	75	77
6	90	64	109	68	63	78	83	93	79	82
7	62	60	73	93	89	83	81	82	78	78
8	48	50	75	94	111	83	64	62	62	67
9	44	55	62	82	82	72	50	48	58	62
10	55	66	75	74	74	69	57	50	50	63

Catch can volume = 2.890 cubic meters  
 Discharge volume = 1.852 cubic meters  
 Catch Efficiency = 156.0 percent

Catch measurements are in milliliters

Catch Can Area: 9503 sq. mm

Test duration: 63 min. Discharge: 0.49 l/s ( 7.8 gpm)

Wind Speed: 2.80 m/s Direction: 120 deg from N

Grid Spacing: 2.00 m

## S T A T I S T I C S for O R I G I N A L D A T A

Average Net Application	68.66 ml	Test duration:	63 min.
Average Deviation from Mean	11.83 ml	Discharge:	0.49 l/s
Standard Deviation	14.38 ml		
Skew	0.37		
Kurtosis	2.98		
Average Net Application	6.9 mm/hr	( 0.27 in/hr)	
Average Deviation from Mean	1.2 mm/hr	( 0.05 in/hr)	
Average Gross Application	4.6 mm	( 0.18 in)	
Average Net Application	7.2 mm	( 0.28 in)	
Average Depth Highest 10%	10.0 mm	( 0.39 in)	
Average Depth Lowest 10%	4.9 mm	( 0.19 in)	
Average Depth Low Quarter	5.4 mm	( 0.21 in)	
Average Depth Low Half	6.0 mm	( 0.24 in)	
App. Eff. Low Quarter (AELQ)	115.9 %		
App. Eff. Low Half (AELH)	129.5 %		
Distribution Uniformity	74.3		

Coefficient of Uniformity (CU):

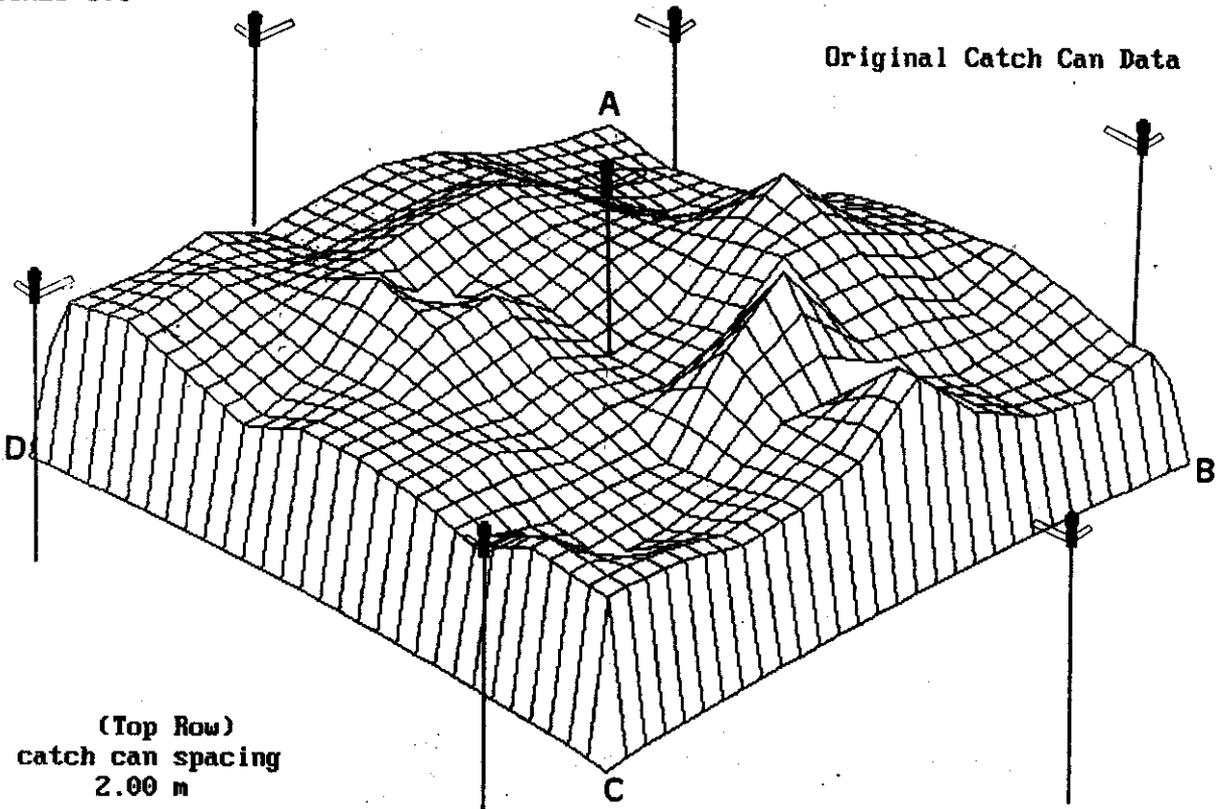
CU from Christiansen	82.8	CU from Low Half	83.0
CU from Std. Dev.	83.3	CU from Distr. Unif.	83.8
CU for alternate offsets	91.0		
Ave. vol./sprinkler spacing	2.89 cu.m ( 102.0 cu.ft)		

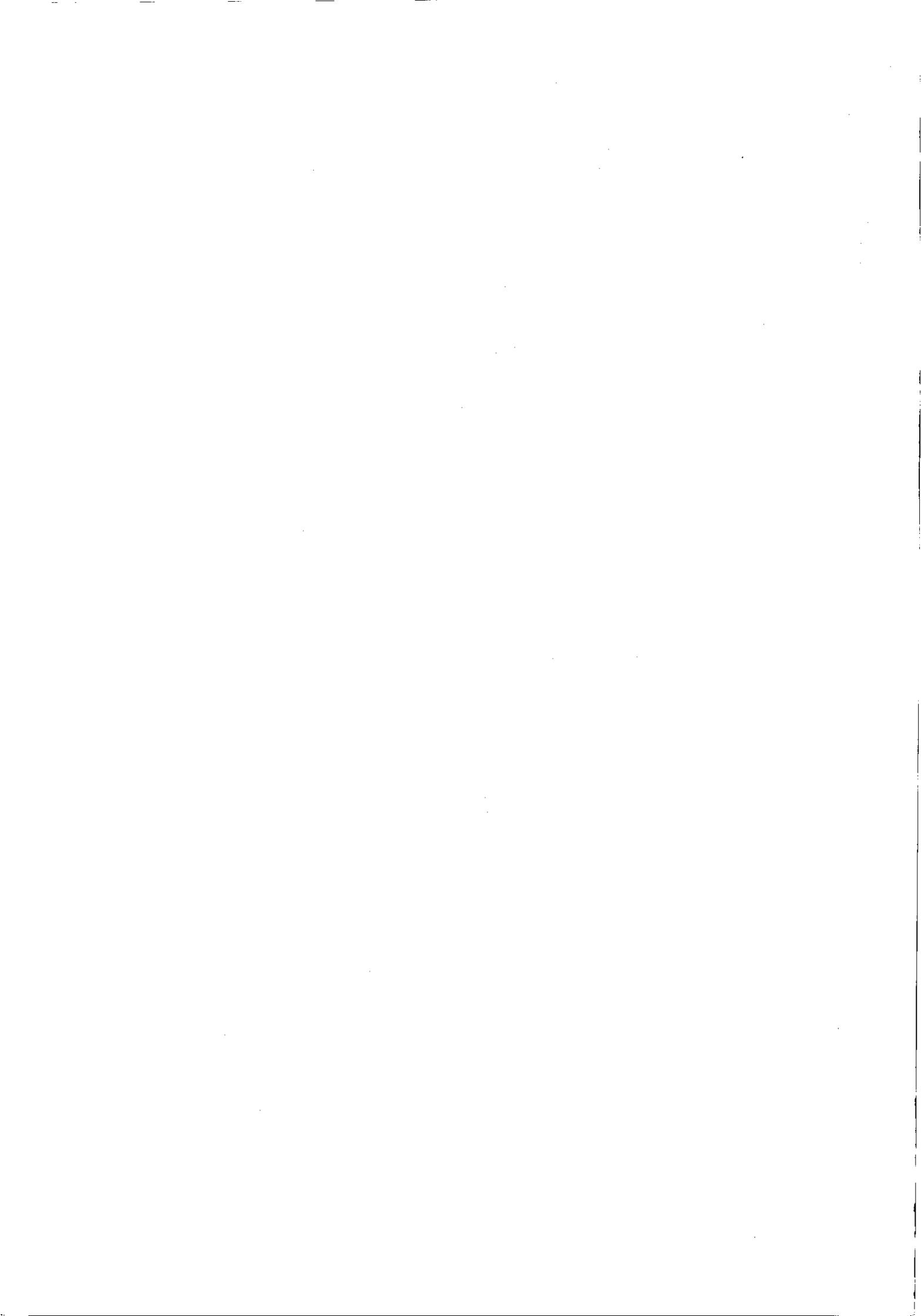
Ranking of values (values have been multiplied by 1):

42	42	44	45	46			
48	48	48	49	50	50	50	50
52	52	53	54	55	55	56	56
57	57	58	58	60	60	60	61
62	62	62	62	62	62	63	63
63	63	64	64	64	64	64	64
65	65	65	65	66	66	66	67
68	68	69	70	71	72	73	74
74	75	75	75	75	76	76	77
77	77	78	78	78	79	79	81
81	82	82	82	82	82	82	83
83	83	84	84	85	85	89	90
90	93	93	93	94	109	111	

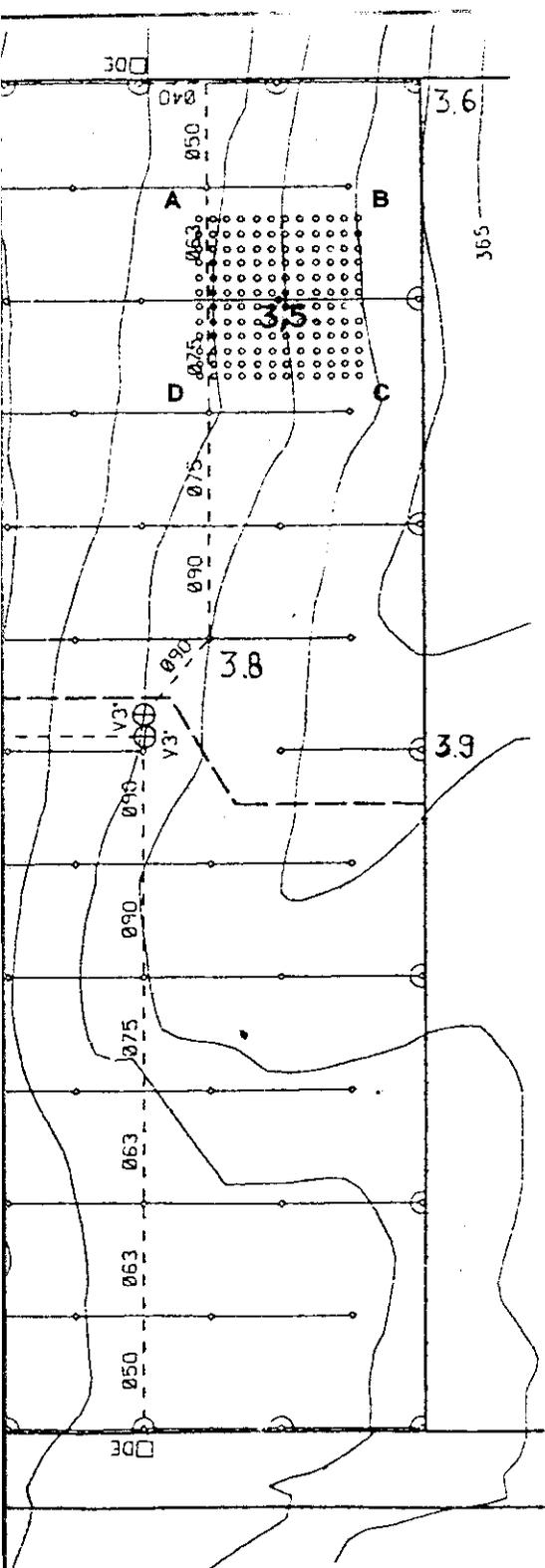
SOMLO-30C

Original Catch Can Data









### LEYENDA

Area Regable de "El Ferial" (Valtierra)

Parcela 31

Presión en bares.

$E \cong 1 : 1000$

Octubre 1997

Plano facilitado por RIEGOS DE NAVARRA, S.A.

## 2.4. Ficha de Campo 4

Zona Regable

El Ferial

Fecha: 29/08/97

Término Municipal

Bardenas Reales

Número de parcela

297

Hidrante(Caudal/Presión)

10 l/s / 4,5 kg/cm<sup>2</sup>

Sistema de riego

Aspersión en CTE

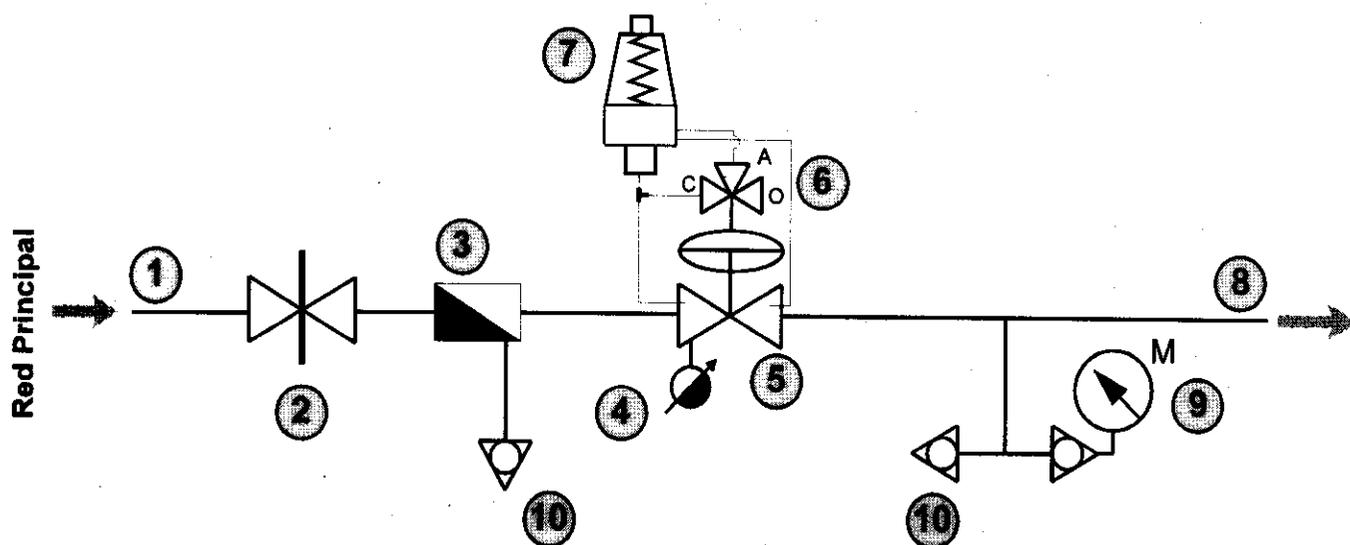
Disposición

18 x 15 T

Tipo de emisor

Marca y Modelo:	●	SOMLO 30-C
	▷	SOMLO 26-S
Boquillas	●	4,76 + 2,38 mm
	▷	3,96 mm
Caudal/Presión	●	2,00 m <sup>3</sup> /h a 3,5 kg/cm <sup>2</sup>
	▷	1,16 m <sup>3</sup> /h a 3,8 kg/cm <sup>2</sup>

## Croquis de la toma de riego



- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| ① | Conexión a la red colectiva                | ⑥ | Llave de 3 vías                            |
| ② | Llave de compuerta<br>DN 100 mm, PN 16 atm | ⑦ | Piloto de 3 vías<br>(regulador de presión) |
| ③ | Filtro cazapiedras DN 100 mm<br>PN 16 atm  | ⑧ | Distribución a parcela                     |
| ④ | Contador tipo proporcional                 | ⑨ | Manómetro de glicerina (10 bares)          |
| ⑤ | Válvula hidráulica 100 mm                  | ⑩ | Derivación para fertirrigación             |

Nota: Las válvulas hidráulicas de hidrante y sectores están automatizadas por un conjunto Programador-solenoides, accionado por una batería eléctrica de 12 VCC.

## Evaluación

Duración de la prueba : 133 minutos

PLUVIOMETRIA RECOGIDA (mm/h)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6,6	7,1	6,7	6,6	7,3	7,3	6,6	7,6	7,8	7,5
2	7,0	6,4	6,9	6,0	6,6	7,2	6,9	6,7	6,6	7,4
3	6,6	6,6	6,5	6,2	5,9	7,0	7,0	6,6	6,5	6,9
4	5,3	6,2	6,8	6,1	6,7	6,3	6,5	6,7	6,9	6,9
5	5,5	5,6	6,4	6,6	5,7	4,9	5,8	6,4	6,7	6,5
6	5,4	5,9	6,6	6,1	4,9	4,7	5,5	6,7	6,3	5,9
7	6,5	6,5	6,8	6,2	5,7	5,7	5,8	6,8	6,8	5,8
8	6,5	6,9	7,1	7,2	6,6	6,9	6,7	7,2	7,0	6,6
9	7,2	7,6	7,5	7,5	7,8	7,5	7,7	6,8	6,5	7,2
10	6,9	7,2	6,9	6,7	7,3	7,6	6,6	6,6	6,6	7,1
11	7,5	7,2	6,4	7,0	7,1	7,2	7,4	7,2	6,7	7,1
12	6,3	5,6	6,4	6,5	7,0	6,8	7,1	6,8	6,5	5,6

Pluviometría media recogida (mm/h): 6,64

Pluviometría media aplicada (mm/h): 7,33

Intervalo de velocidad del viento (m/s): 1 a 2,7

### Parámetros de Evaluación del Riego:

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DE CHRISTIANSEN (%): 92,9

UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCIÓN (%): 87,3

EFICIENCIA DE APLICACIÓN (%): 90,5

### Salida del Programa CATCH-3D:

Se adjunta la salida de este programa, donde aparece la entrada de datos, los parámetros más usuales de uniformidad y eficiencia de riego y un estereograma de la distribución de la precipitación en la superficie evaluada. Esta salida se acompaña de un plano de la parcela en el cual se indica el aspersor evaluado, la disposición de la malla de pluviómetros (A-B-C-D) y la distribución de presiones (en kg/cm<sup>2</sup>) en el sector evaluado y en el resto de la parcela.

SOMLO-30C

Original data (Rectangular Catch Can Spacing) Units are milliliters.

Row/Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	119	136	143	150	144	147	136	134	119	133
2	150	142	152	156	152	150	147	135	152	159
3	150	138	139	140	160	153	142	146	151	146
4	151	137	143	162	157	164	158	157	160	151
5	140	148	151	142	145	140	151	150	146	136
6	123	143	144	122	120	120	130	144	137	136
7	124	133	141	115	100	104	129	139	125	114
8	137	141	135	122	104	120	139	134	118	116
9	145	146	142	137	133	142	128	143	131	111
10	145	137	140	148	147	124	130	137	138	138
11	156	138	142	145	151	140	127	145	134	147
12	159	164	161	140	154	154	139	142	149	138

Catch can volume = 7.065 cubic meters  
 Discharge volume = 4.389 cubic meters  
 Catch Efficiency = 161.0 percent

Catch measurements are in milliliters

Catch Can Area: 9503 sq. mm  
 Test duration: 133 min. Discharge: 0.55 l/s ( 8.7 gpm)  
 Wind Speed: 2.70 m/s Direction: 110 deg from N  
 Grid Spacing: 2.00 m

## S T A T I S T I C S for O R I G I N A L D A T A

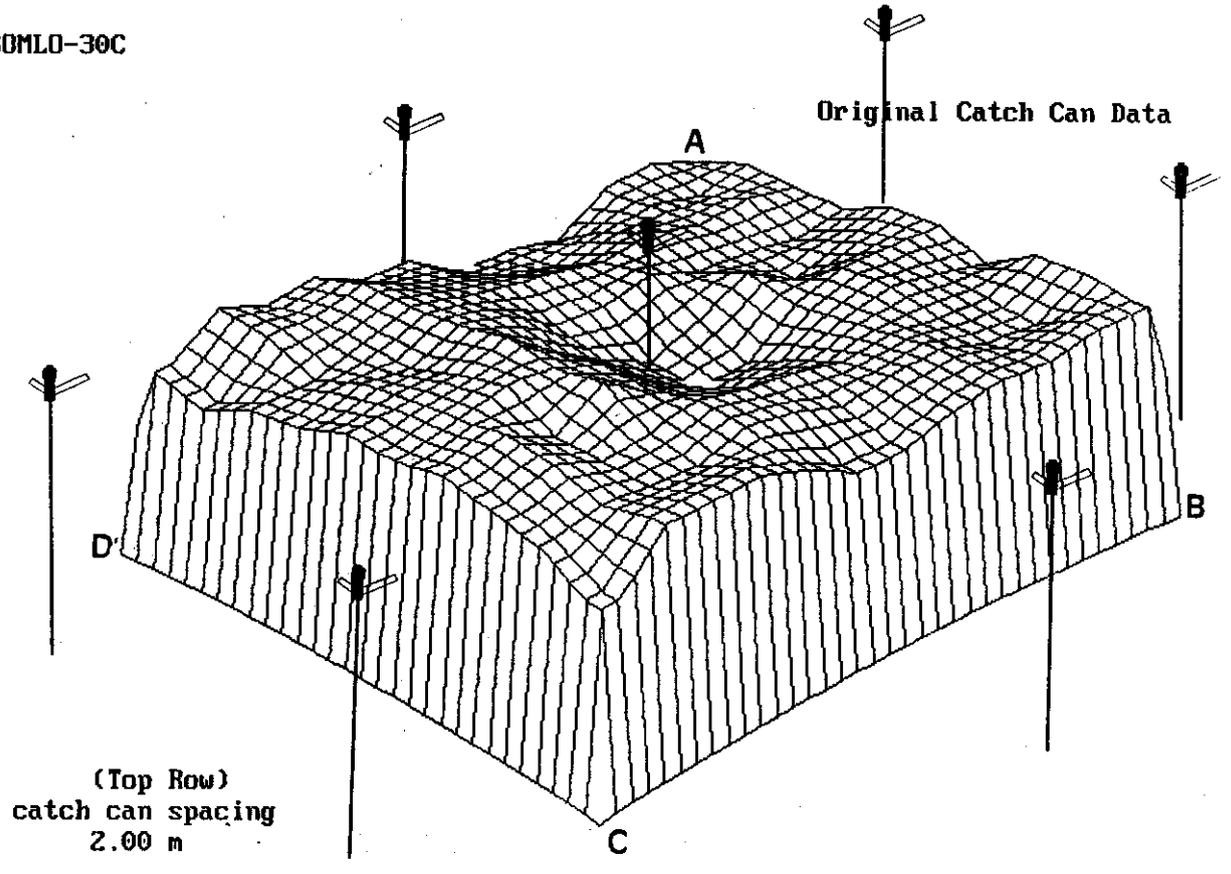
Average Net Application	139.88 ml	Test duration:	133 min.
Average Deviation from Mean	9.93 ml	Discharge:	0.55 l/s
Standard Deviation	13.07 ml		
Skew	-0.69		
Kurtosis	3.49		
Average Net Application	6.6 mm/hr	( 0.26 in/hr)	
Average Deviation from Mean	0.5 mm/hr	( 0.02 in/hr)	
Average Gross Application	9.1 mm	( 0.36 in)	
Average Net Application	14.7 mm	( 0.58 in)	
Average Depth Highest 10%	16.8 mm	( 0.66 in)	
Average Depth Lowest 10%	11.9 mm	( 0.47 in)	
Average Depth Low Quarter	12.8 mm	( 0.51 in)	
Average Depth Low Half	13.7 mm	( 0.54 in)	
App. Eff. Low Quarter (AELQ)	140.5 %		
App. Eff. Low Half (AELH)	149.6 %		
Distribution Uniformity	87.3		
Coefficient of Uniformity (CU):			
CU from Christiansen	92.9	CU from Low Half	92.9
CU from Std. Dev.	92.5	CU from Distr. Unif.	92.0
CU for alternate offsets	96.4		
Ave. vol./sprinkler spacing	7.07 cu.m	( 249.3 cu.ft)	

Ranking of values (values have been multiplied by 1 ):

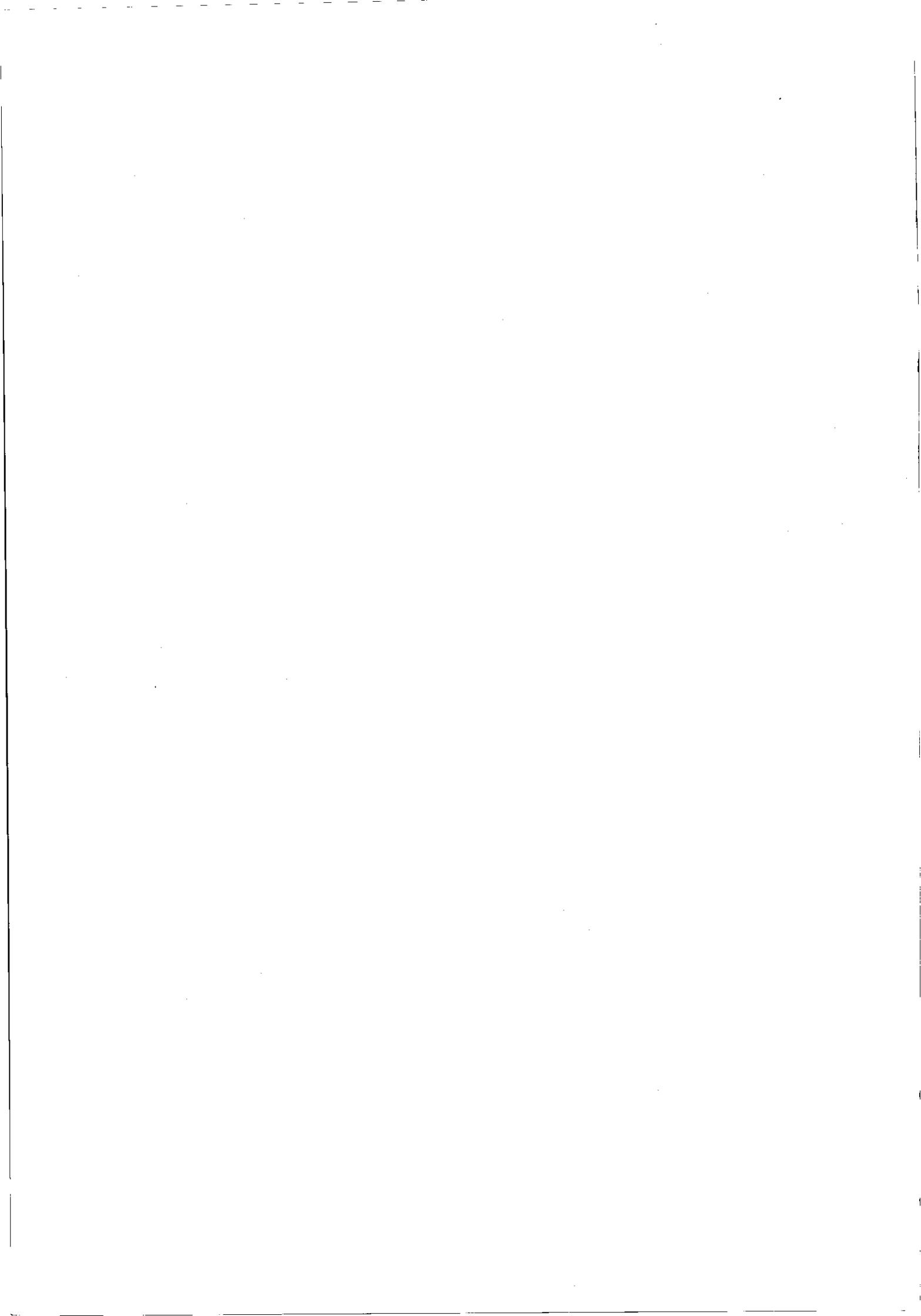
100	104	104	111	114			
115	116	118	119	119	120	120	120
122	122	123	124	124	125	127	128
129	130	130	131	133	133	133	134
134	134	135	135	136	136	136	136

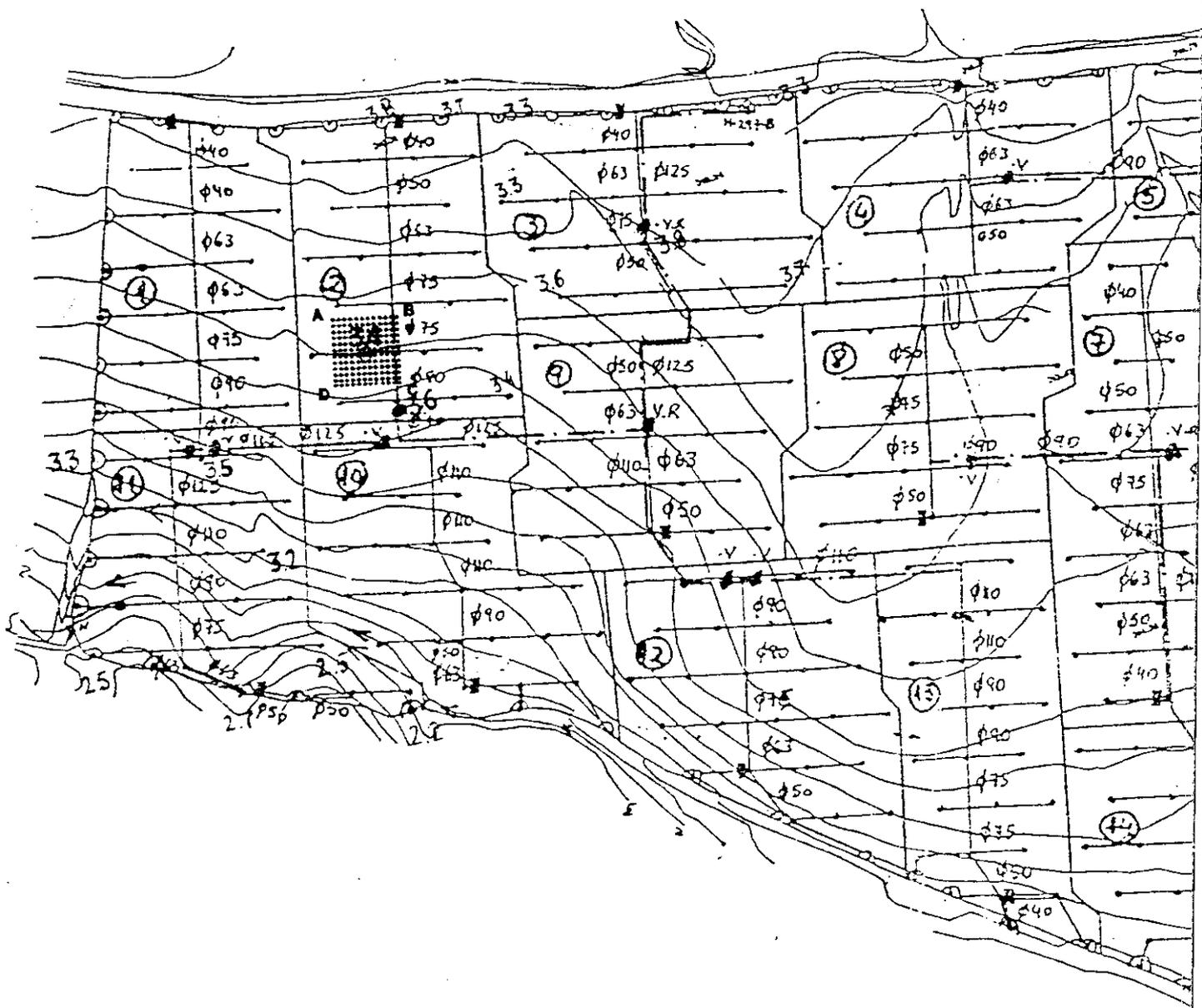
137	137	137	137	137	137	138	138
138	138	138	139	139	139	139	140
140	140	140	140	140	141	141	142
142	142	142	142	142	142	143	143
143	143	144	144	144	145	145	145
145	145	146	146	146	146	147	147
147	147	148	148	149	150	150	150
150	150	151	151	151	151	151	151
152	152	152	153	154	154	156	156
157	157	158	159	159	160	160	161
162	164	164					

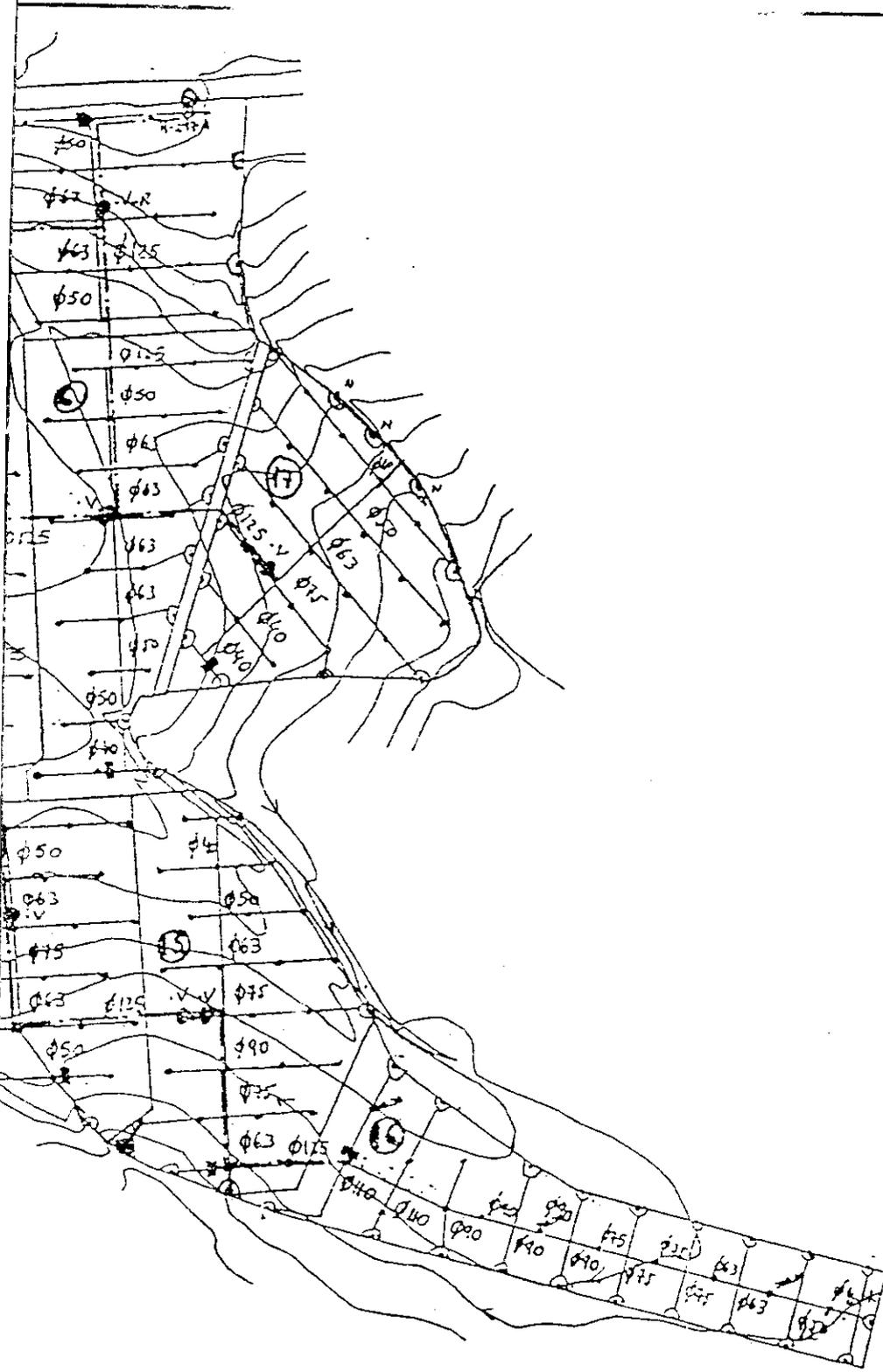
SOMLO-30C



(Top Row)  
catch can spacing  
2.00 m







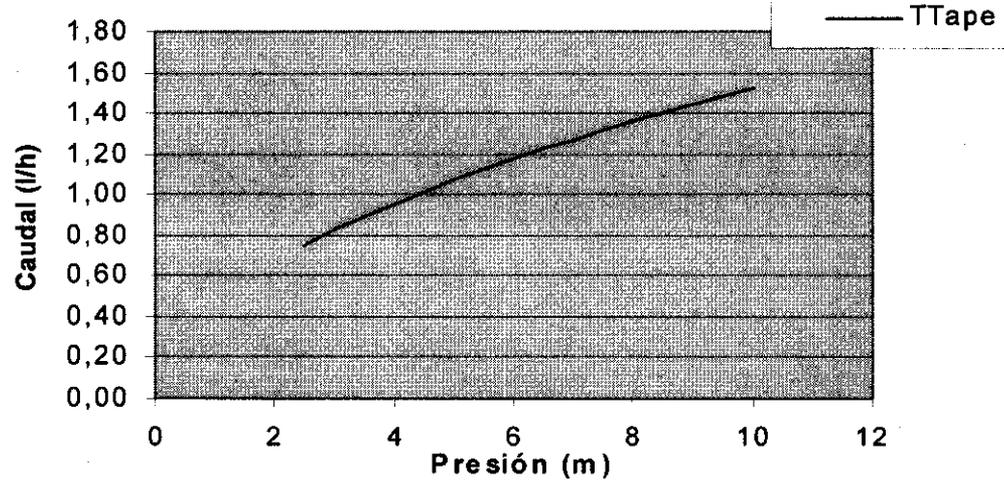
**LEYENDA**

Area Regable de "El Ferial" (Bardenas Reales)  
 Parcela 297  
 Presión en bares. E ≅ 1 : 2000  
 Octubre 1997  
 Plano facilitado por RIEGOS DE NAVARRA, S.A.

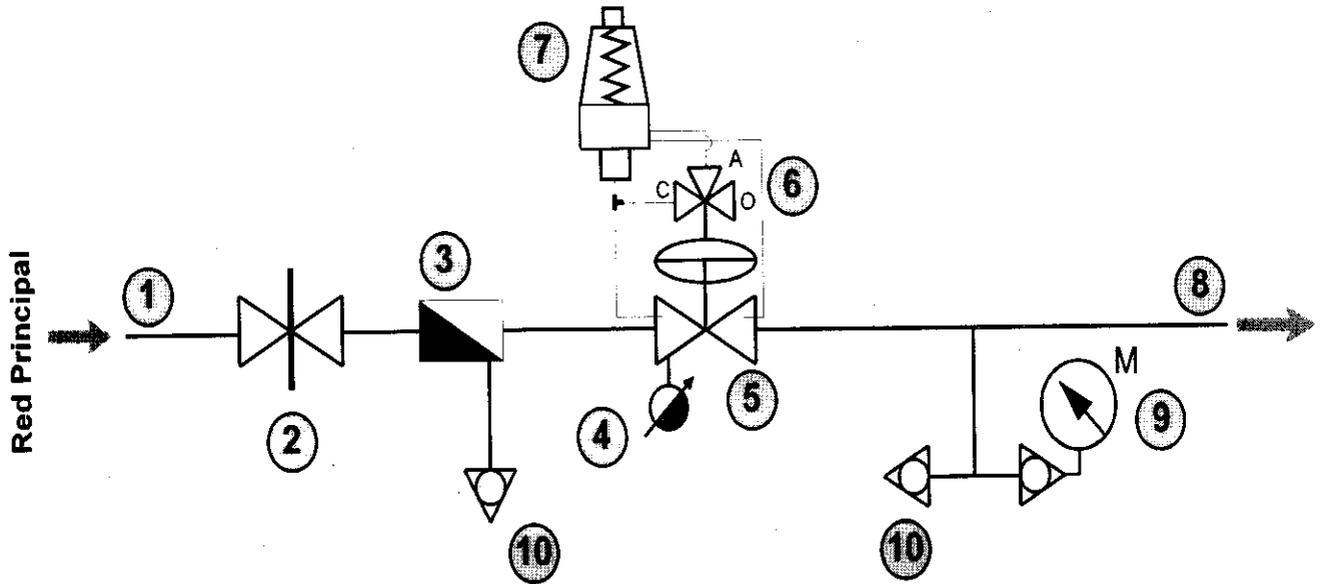
## 2.5. Ficha de Campo 5

Zona Regable	El Ferial	Fecha: 27/08/97	
Término Municipal	Bardenas Reales		
Número de parcela	42		
Hidrante(Caudal/Presión)	10 l/s / 2 kg/cm <sup>2</sup>		
Sistema de riego	Goteo		
Separación entre laterales	2,25 m		
Distancia entre emisores	0,20 m		
Tipo de emisor	Cinta emisora	Marca y Modelo:	TTAPE TSX 508-20-500
		Caudal (l/h y emisor)	1
		Diámetro exterior (mm)	16
		Coef. Var. de fabricación (CV)	0,05

### Curva Caudal-Presión



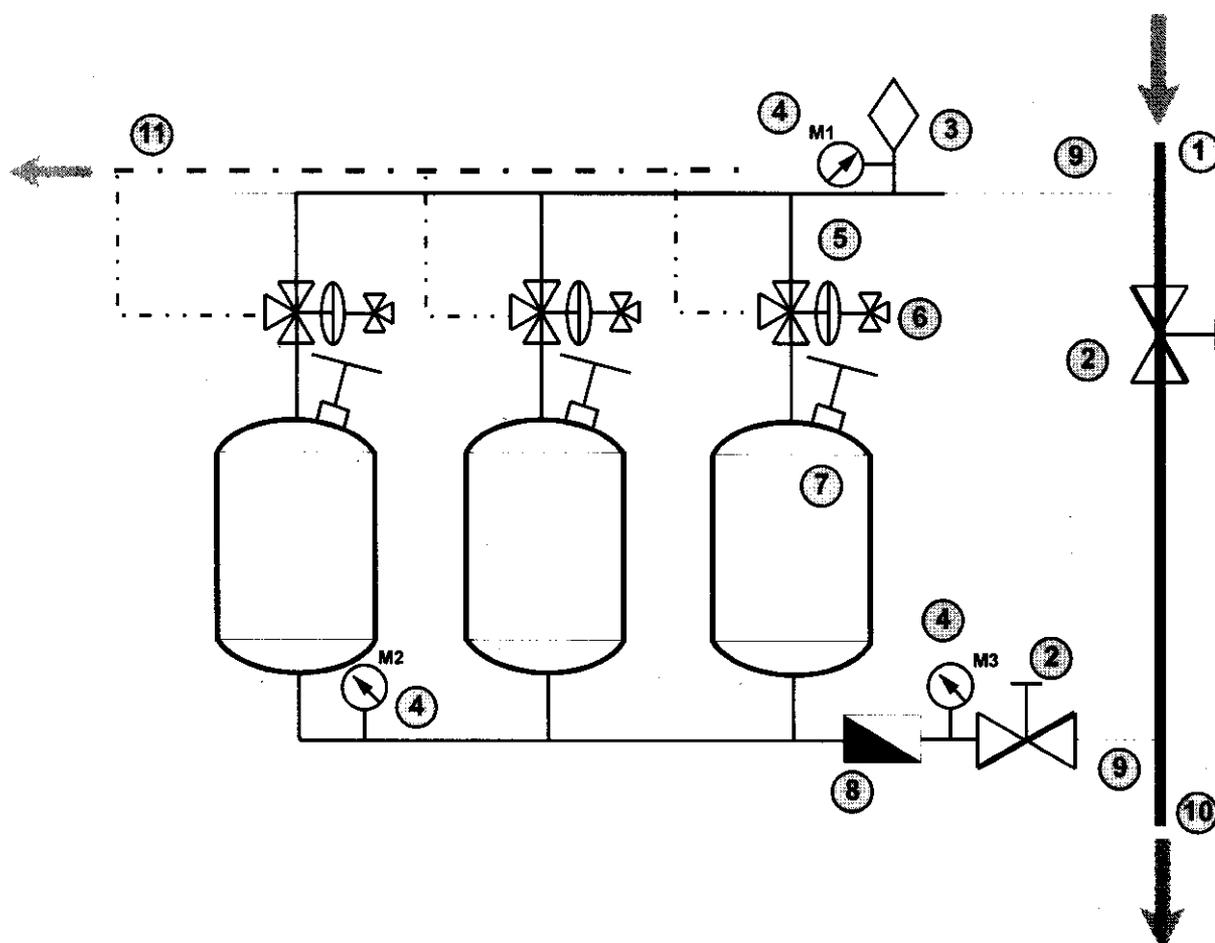
### Croquis de la toma de riego



- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| ① | Conexión a la red colectiva                | ⑥ | Llave de 3 vías                            |
| ② | Llave de compuerta<br>DN 100 mm, PN 16 atm | ⑦ | Piloto de 3 vías<br>(regulador de presión) |
| ③ | Filtro cazapiedras DN 100 mm<br>PN 16 atm  | ⑧ | Distribución a parcela                     |
| ④ | Contador tipo proporcional                 | ⑨ | Manómetro de glicerina (10 bares)          |
| ⑤ | Válvula hidráulica 100 mm                  | ⑩ | Derivación para fertirrigación             |

Nota: Las válvulas hidráulicas de hidrante y sectores están automatizadas por un conjunto Programador-solenoide, accionado por una batería eléctrica de 12 VCC.

### Croquis del Cabezal de Riego:



- |   |                                      |   |                                |
|---|--------------------------------------|---|--------------------------------|
| ① | Conexión al hidrante                 | ⑥ | Llave de 3 vías                |
| ② | Llave de mariposa                    | ⑦ | Filtro de arena Odis           |
| ③ | Ventosa                              | ⑧ | Filtro de malla                |
| ④ | Manómetro de glicerina<br>(10 bares) | ⑨ | Tubería flexible               |
| ⑤ | Válvula hidráulica                   | ⑩ | Distribución a parcela         |
|   |                                      | ⑪ | Salida del drenaje de limpieza |

Nota: Las válvulas hidráulicas para limpieza de los filtros de arena se operan en la actualidad de forma manual. No obstante, esta válvula permite mediante el uso de solenoides y un programador, la autolimpieza de los filtros por tiempo, o por diferencia de presión.

#### Distribución de presiones

P	M1	M2	M3
kg/cm <sup>2</sup>	2	1,6	1,4

**Evaluación****SECTOR 1**

Duración de la prueba : 5 minutos para cada emisor

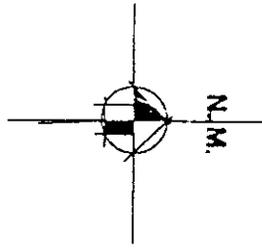
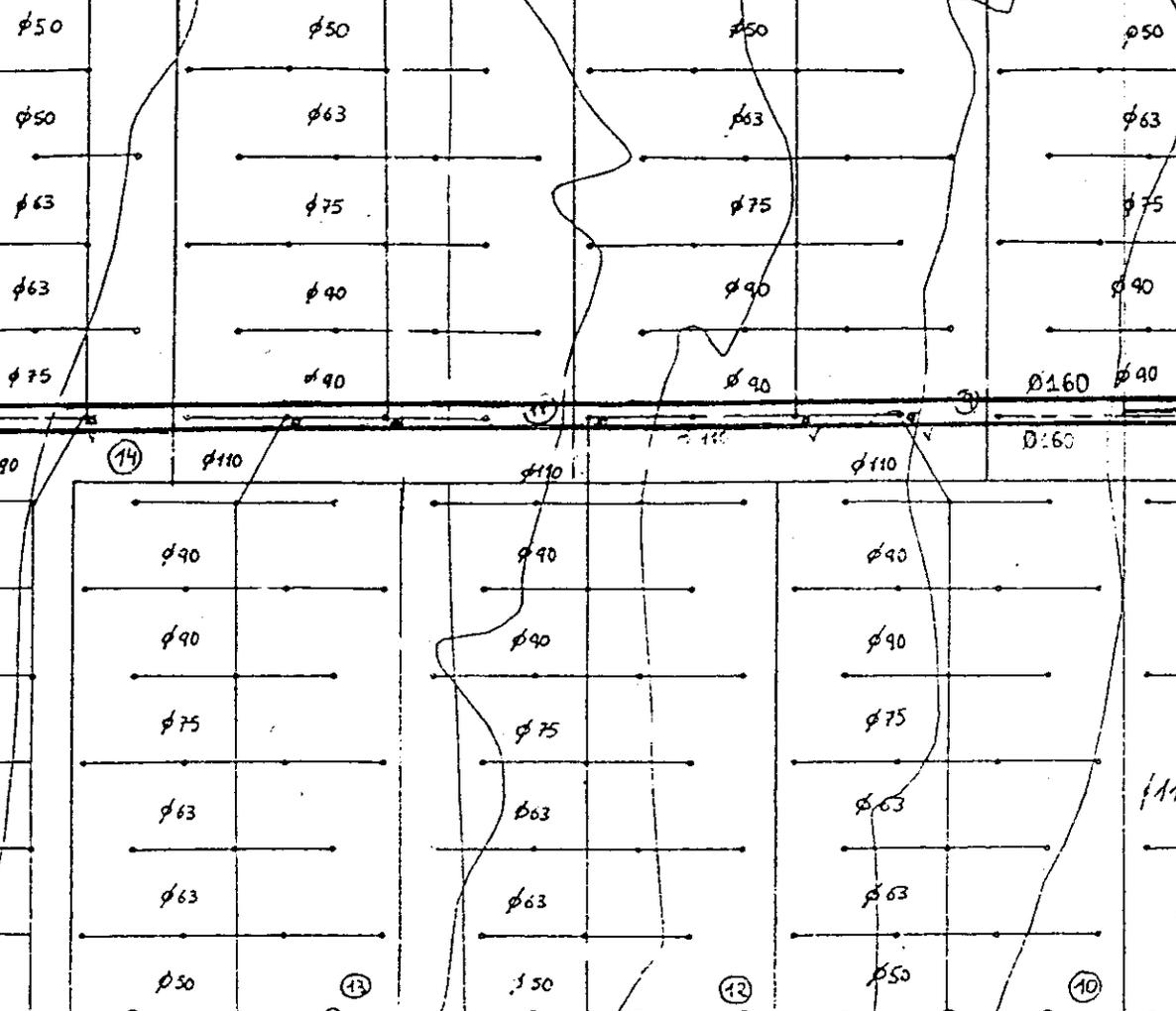
Emisor nº	V <sub>i</sub> (ml)	q (l/h)		
1	53	0,64		
2	52	0,62		
3	49	0,59		
4	52	0,62		
5	58	0,70		
6	50	0,60		
7	41	0,49		
8	62	0,74		
9	56	0,67	Caudal Medio recogido (l/h)	0,69
10	75	0,90		
11	62	0,74		
12	57	0,68		
13	65	0,78	<b>Parámetros de Evaluación del Riego</b>	
14	69	0,83		
15	49	0,59	C.U. CHRISTIANSEN (%)	84,6
16	60	0,72		
17	30	0,36	C.U. DISTRIBUCION (%)	75,8
18	65	0,78		
19	76	0,91		
20	75	0,90		

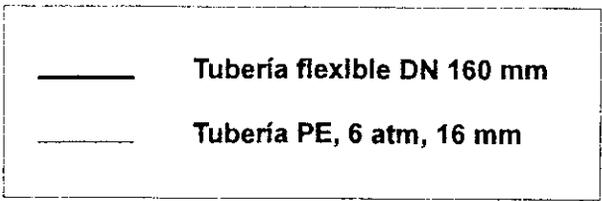
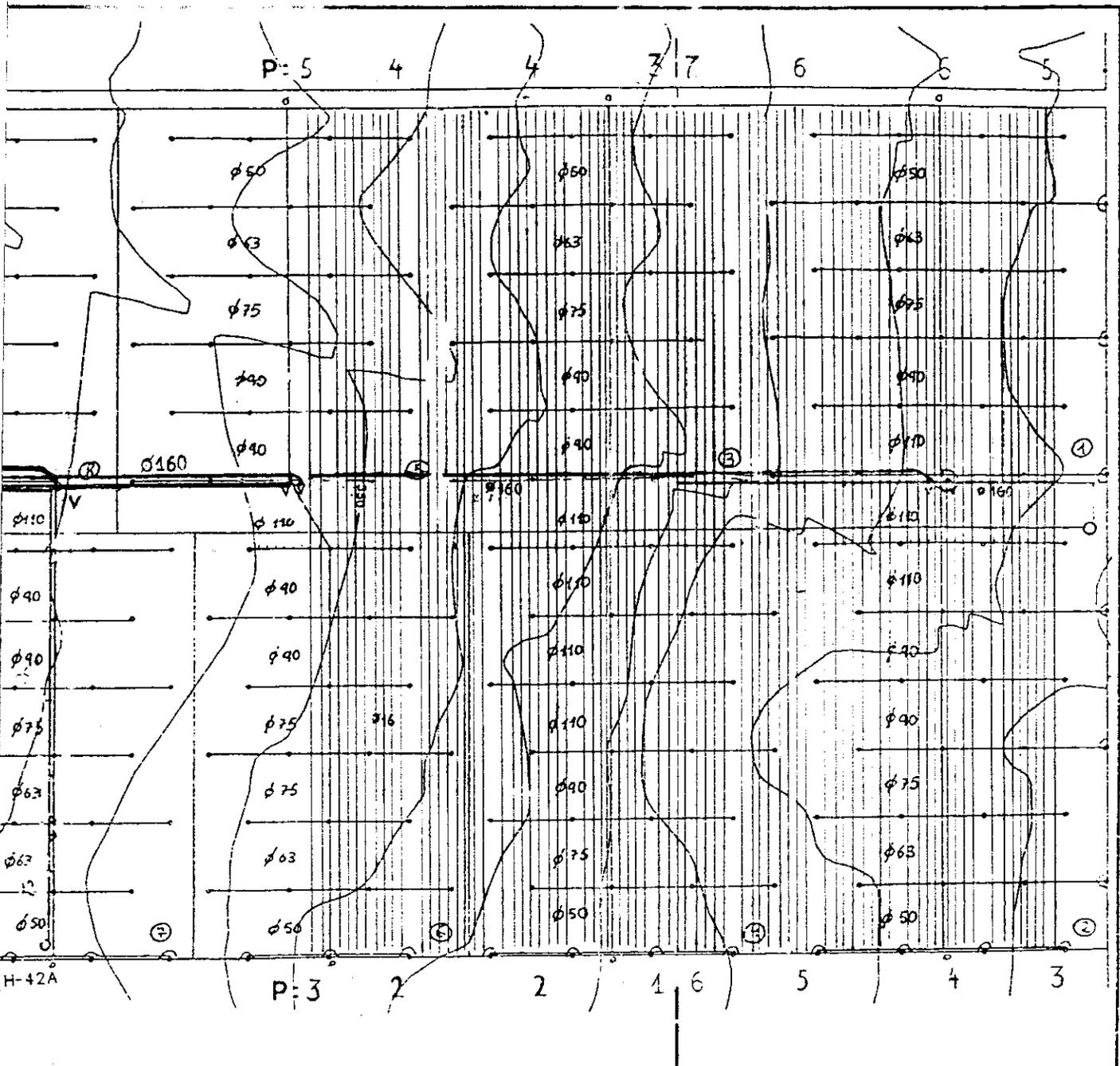
**SECTOR 2**

Duración de la prueba : 5 minutos para cada emisor

Emisor nº	V <sub>i</sub> (ml)	q (l/h)		
1	31	0,37		
2	20	0,24		
3	41	0,49		
4	49	0,59		
5	61	0,73		
6	38	0,46		
7	30	0,36		
8	52	0,62		
9	56	0,67	Caudal Medio recogido (l/h)	0,53
10	48	0,58		
11	37	0,44		
12	39	0,47		
13	52	0,62	<b>Parámetros de Evaluación del Riego</b>	
14	57	0,68		
15	28	0,34	C.U. CHRISTIANSEN (%)	78,6
16	44	0,53		
17	51	0,61	C.U. DISTRIBUCION (%)	65,5
18	56	0,67		
19	42	0,50		
20	59	0,71		

COLECTOR DE DRENAJE



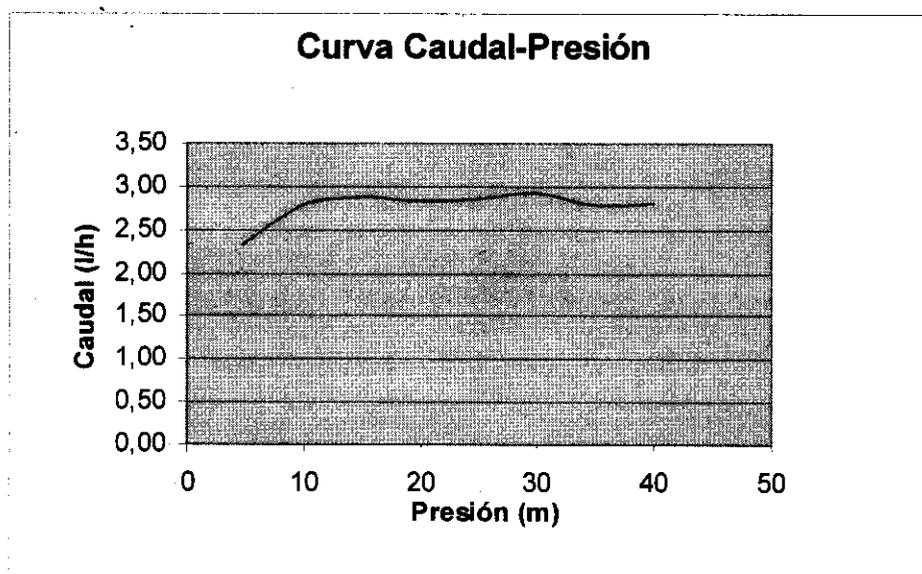


**LEYENDA**

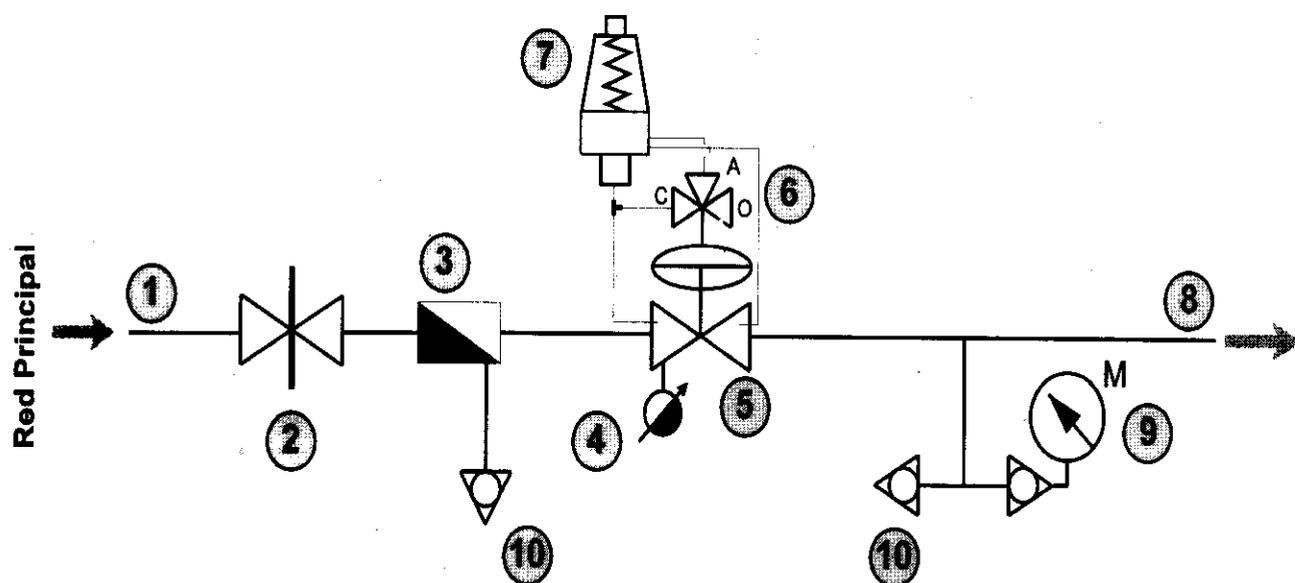
Area Regable de "El Ferial" (Bardenas Reales)  
Parcela 42  
Presión en m. E ≅ 1 : 1300  
Octubre 1997  
Plano facilitado por RIEGOS DE NAVARRA, S.A.

## 2.6 Ficha de Campo 6

Zona Regable	El Ferial	Fecha: 4/09/97	
Término Municipal	Bardenas Reales		
Número de parcela	162		
Hidrante(Caudal/Presión)	10 l/s / 3,7 kg/cm <sup>2</sup>		
Sistema de riego	Goteo		
Separación entre laterales	1,66 m		
Distancia entre emisores	0,50 m		
Tipo de emisor	Gotero Integrado	Marca y Modelo:	EURODRIP 9601-A1 AUTOCOMPENSANTE
		Caudal (l/h y emisor)	2
		Diámetro exterior (mm)	16
		Coef. Var. de Fabricación (CV)	0.06



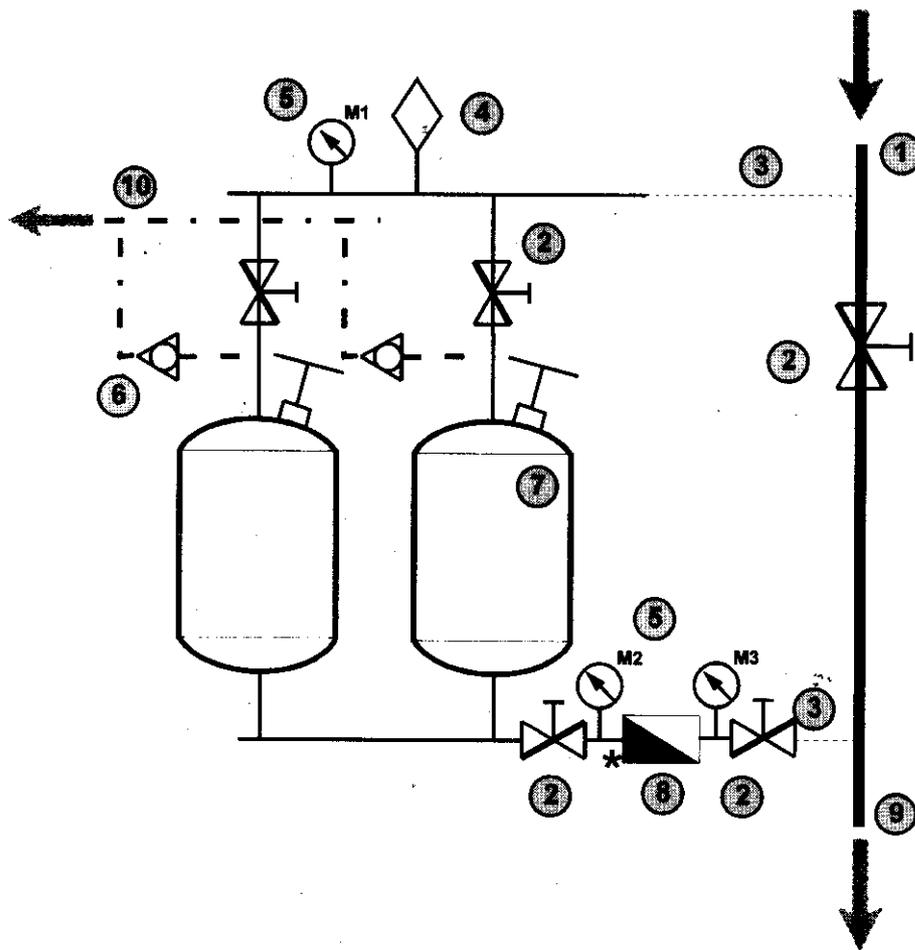
### Croquis de la toma de riego



- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| ① | Conexión a la red colectiva                | ⑥ | Llave de 3 vías                            |
| ② | Llave de compuerta<br>DN 100 mm, PN 16 atm | ⑦ | Piloto de 3 vías<br>(regulador de presión) |
| ③ | Filtro cazapiedras DN 100 mm<br>PN 16 atm  | ⑧ | Distribución a parcela                     |
| ④ | Contador tipo proporcional                 | ⑨ | Manómetro de glicerina (10 bares)          |
| ⑤ | Válvula hidráulica 100 mm                  | ⑩ | Derivación para fertirrigación             |

Nota: Las válvulas hidráulicas de hidrante y sectores están automatizadas por un conjunto Programador-solenóide, accionado por una batería eléctrica de 12 VCC.

### Croquis del Cabezal de Riego:



- |   |                                      |   |                                |
|---|--------------------------------------|---|--------------------------------|
| ① | Conexión al hidrante                 | ⑥ | Llave de bola de 1 1/2"        |
| ② | Llave de mariposa                    | ⑦ | Filtro de arena                |
| ③ | Tubería flexible 102 mm              | ⑧ | Filtro de malla                |
| ④ | Ventosa                              | ⑨ | Distribución a parcela         |
| ⑤ | Manómetro de glicerina<br>(10 bares) | ⑩ | Salida del drenaje de limpieza |

Nota: La entrada para la inyección de fertilizante (llave de bola de 1") se localiza en el punto señalado con un asterisco (\*).

Distribución de presiones

P	M1	M2	M3
kg/cm <sup>2</sup>	3,7	3,6	3,4

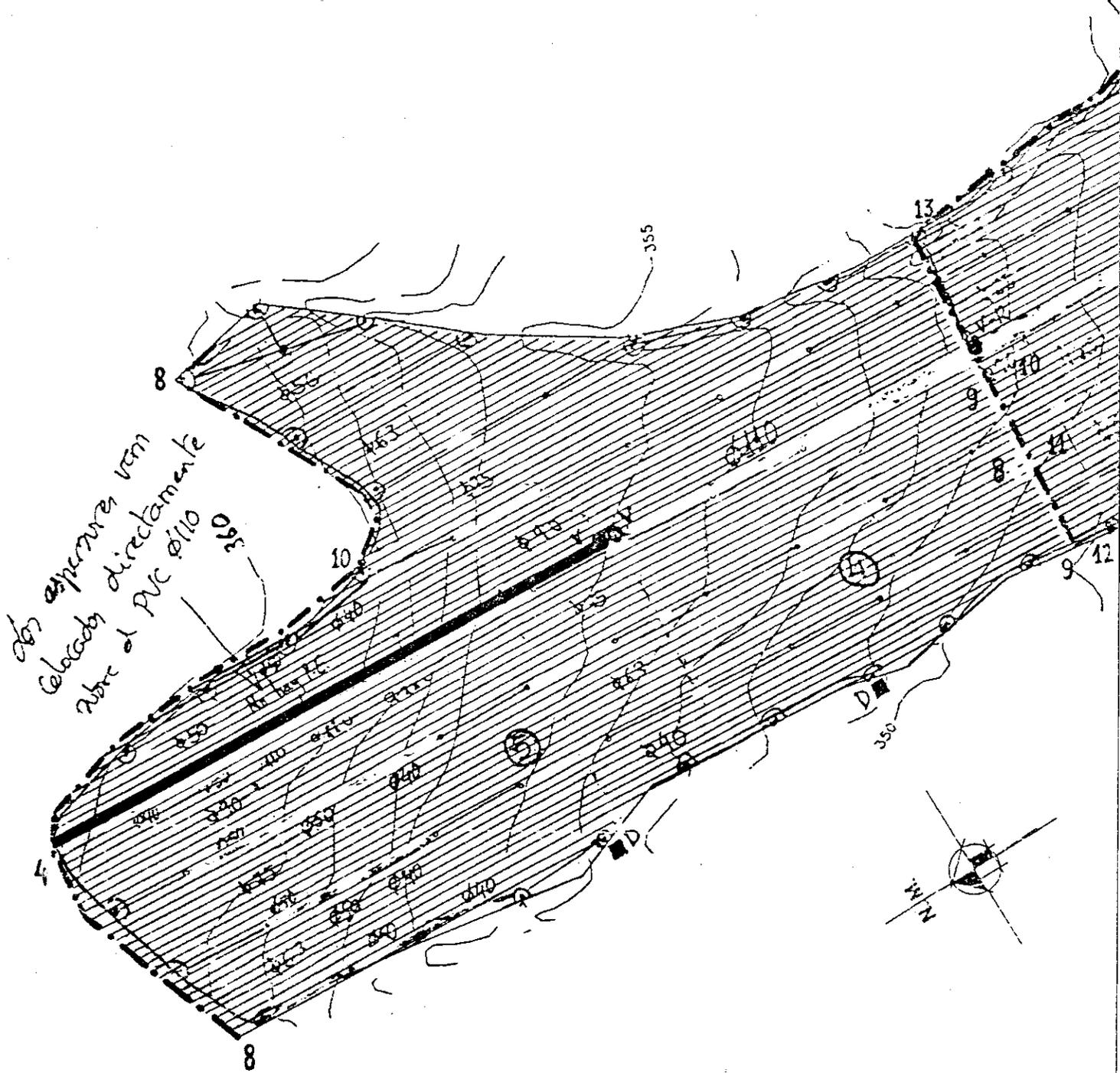
## Evaluación

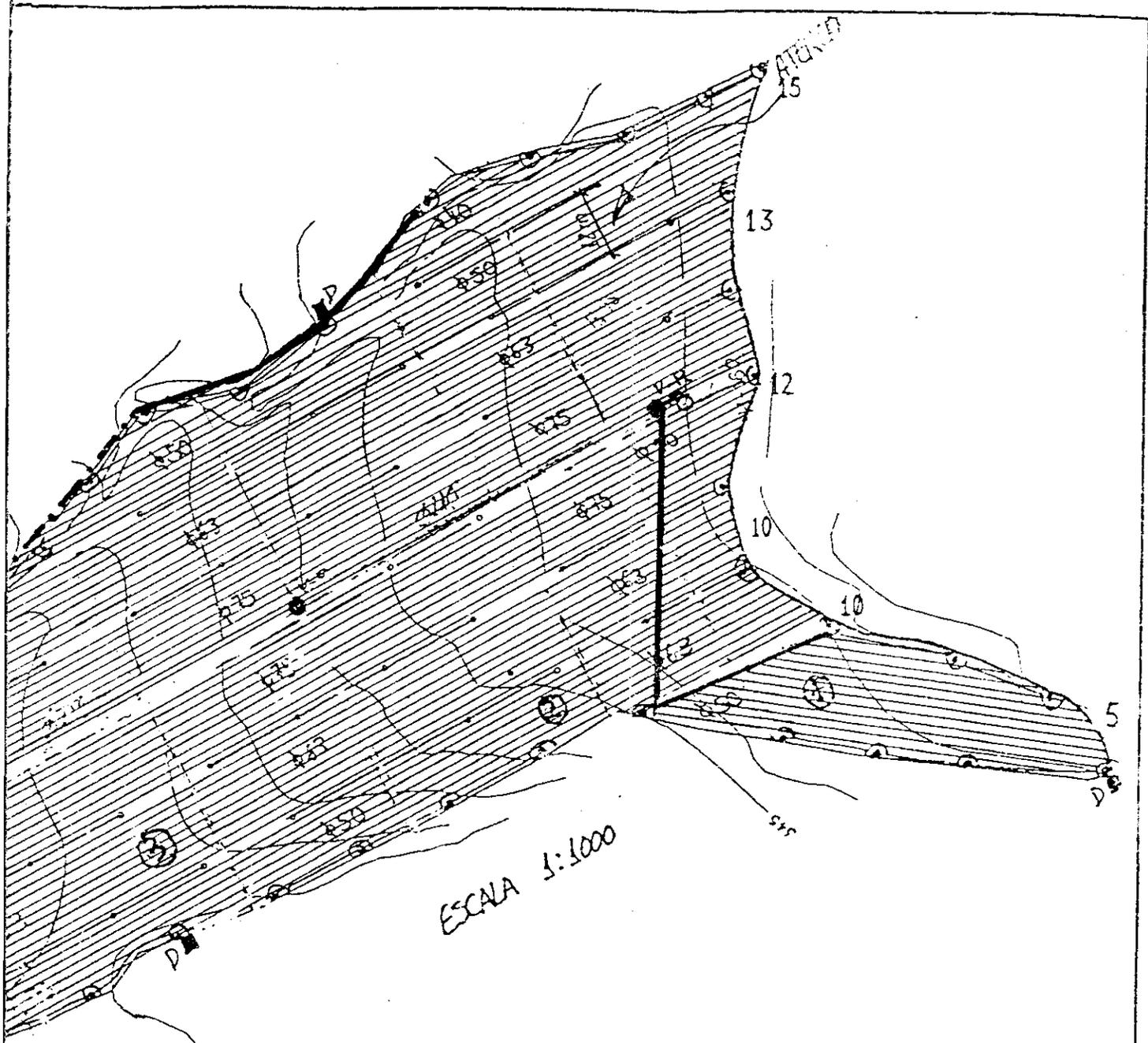
Duración de la prueba : 3 minutos para cada emisor

Emisor nº	V <sub>i</sub> (ml)	q (l/h)		
1	40	0,80		
2	76	1,52		
3	85	1,70		
4	62	1,24		
5	176	3,52		
6	102	2,04		
7	85	1,70		
8	56	1,12		
9	72	1,44		
10	72	1,44		
11	117	2,34		
12	85	1,70		
13	96	1,92		
14	86	1,72		
15	102	2,04		
16	79	1,58	Caudal Medio recogido (l/h)	1,70
17	92	1,84		
18	92	1,84		
19	110	2,20		
20	79	1,58		
21	59	1,18		
22	62	1,24	<b>Parámetros de Evaluación del Riego</b>	
23	47	0,94		
24	118	2,36	C.U. CHRISTIANSEN (%)	76,1
25	108	2,16		
26	96	1,92	C.U. DISTRIBUCION (%)	58,6
27	105	2,10		
28	50	1,00		
29	56	1,12		

En el plano adjunto se pueden observar las modificaciones realizadas por el agricultor para adaptar el sistema de riego por aspersión (cobertura total enterrada) a riego localizado (gotero integrado). La totalidad de la parcela constituye un único sector de riego.

	Tubería flexible DN 100 mm
	Tubería PE, 6 atm, 63 mm
	Tubería PE, 6 atm, 32 mm
	Tubería PE, 6 atm, 16 mm





ESCALA 1:1000

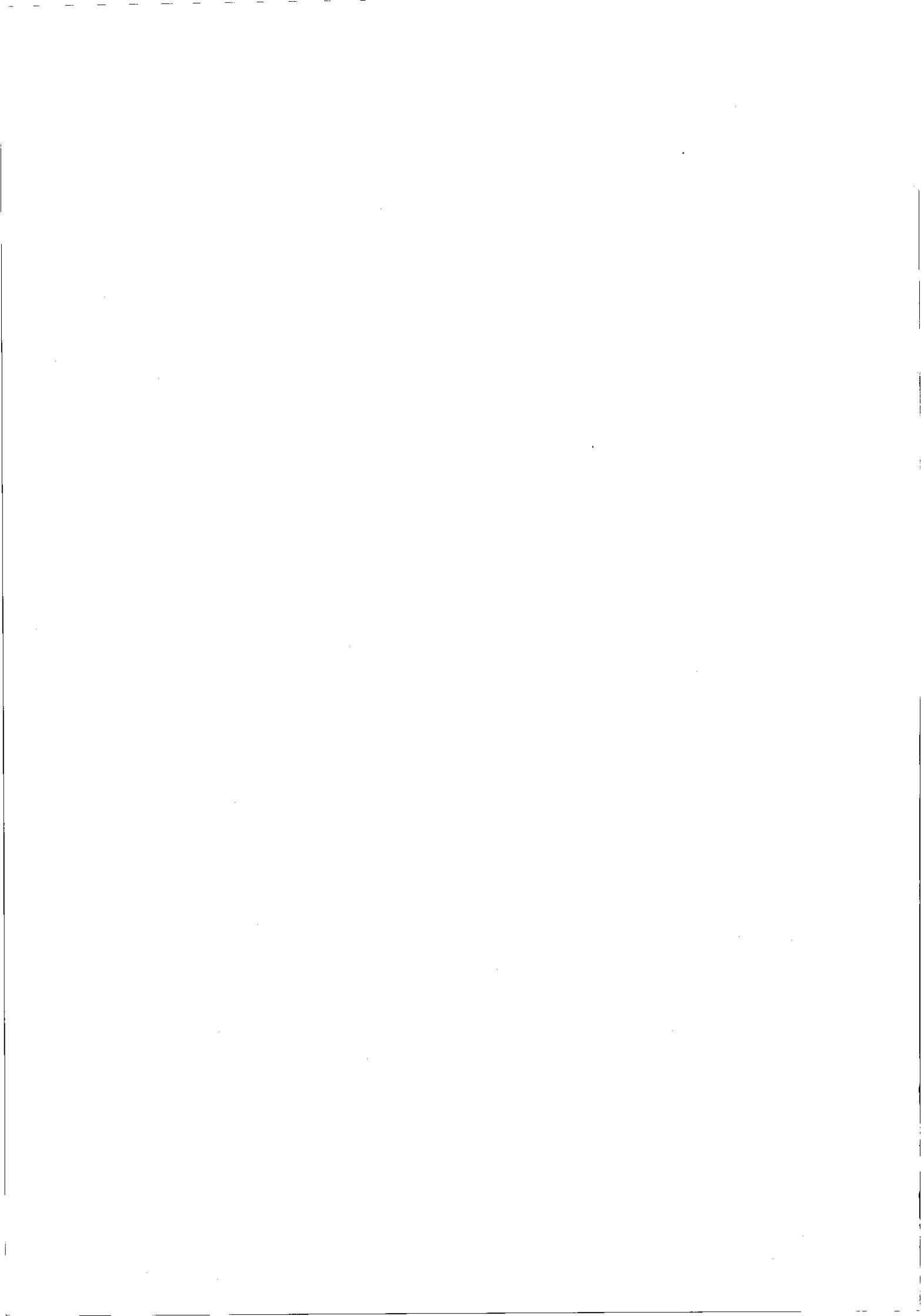
### LEYENDA

Area Regable de "El Ferial" (Bardenas Reales)  
Parcela 162  
Presión en m.  $E \cong 1 : 1000$ . (Reducida al 95%).  
Octubre 1997  
Plano facilitado por el propietario.

## **Anejo 2**

---

**Diseño alternativo**



Se analizan en el presente apartado las diferencias entre la instalación existente y un diseño alternativo en una de las parcelas evaluadas. La elección de esta parcela ha venido motivada:

- Por su forma irregular y, por tanto, la superficie relativa regada con aspersores de borde, donde es frecuente observar ondulaciones en los cultivos, más acusadas en la disposición triangular.
- Las diferencias de presión observadas durante la evaluación dentro de cada sector, que en algunos casos superaban el 35% de la presión de diseño.
- Las diferencias de cota existentes (en algunos sectores cercanas a 10 m).
- Las áreas colindantes (camino de concentración, regadío, secano, pinar de repoblación, camino de acceso, etc.) que hacen considerar diferentes criterios de diseño en la disposición de riego.

El esquema de la instalación ha sido facilitado por RIEGOS DE NAVARRA S.A.

Para realizar el diseño alternativo se ha procedido, en primer lugar, a la digitalización del plano de la parcela a escala 1:2.000, con equidistancia de curvas de nivel de 1 metro.

En segundo lugar, se ha procedido a la elección de la disposición de riego más adecuada. Tomando como referencia la lluvia de un aspersor con boquillas 3,96+2,38 mm, a partir de los ensayos realizados en el CENTER (ver apartado # 4.1.2. *Fase de Campo en CENTER*), se ha determinado mediante la aplicación informática *CATCH 3D (Sprinkler Catch Can Overlap Program, Richard G. Allen, Biological and Irrigation Engineering Department, Utah State University, Logan, Utah U.S.A.)*, la uniformidad de riego para diferentes disposiciones de riego.

Los resultados obtenidos aparecen en la siguiente tabla.

	Marco	UD (%)	CU (%)
<b>P = 3,5 bares</b> <b>Boquillas: 3,96 + 2.38</b>	<b>Marco 18 x 15 T</b>	77,8	87,0
	<b>Marco 18 x 15</b>	81,7	87,7
	<b>Marco 15 x 15</b>	81,5	88,1
	<b>Marco 12 x 15</b>	84,4	89,1
	<b>Marco 12 x 12</b>	88,3	92,3

Hay que destacar que estos resultados han sido obtenidos a partir de un aspersor aislado en campo y no en un recinto cerrado. Por lo tanto, no se considera anormal encontrar mejores uniformidades en algunas de las evaluaciones realizadas ya que la influencia del viento en un bloque completo es menor, compensándose las pluviometrías obtenidas.

La disposición de riego elegida para el diseño alternativo ha sido el marco regular 15 x 15, que mejora la uniformidad de riego, especialmente en las áreas de borde, sin suponer un coste diferencial mucho mayor.

Posteriormente, una vez dispuestos los aspersores, se han diseñado los diferentes sectores de riego, considerando un módulo máximo de 15 l/s, estimado a partir de la instalación existente y los datos de aforo de los aspersores evaluados, ya que no existe limitador de caudal en el hidrante. En este caso, ambos hidrantes (A y B) se han considerado independientes de forma que se puedan realizar cultivos diferentes en ambos si así lo deseara el agricultor.

En contraposición a la instalación existente, los laterales se han diseñado siguiendo la línea de máxima pendiente, acortando en esta dirección los sectores y evitando desniveles importantes. Por citar un ejemplo, los sectores número 10, 11, 12 y 13 de la instalación actual, a los que la tubería principal alimenta es su parte más baja, presentan un desnivel superior a los 7 metros

(20% de 35 m de presión de trabajo), por lo que es imposible conseguir una diferencia de caudales inferior al 10%.

Como norma general, la tubería de polietileno de diámetro exterior 32 mm, nunca alimentará más de 3 aspersores circulares o su caudal equivalente en sectoriales. De esta forma, la pérdida de carga en el lateral nunca supera los 2 m.

En cuanto a la tubería terciaria, el material elegido es el PVC, con conducciones telescópicas de diámetro máximo 110 y mínimo 63 mm. Se permite una diferencia de presiones máxima en el sector del 15%, incluidas las pérdidas en el lateral (pérdidas de carga y desnivel). No se han utilizado los diámetros 50 y 40 mm con juntas pegadas, por considerar que alargan la ejecución y presentan un mal mantenimiento y menor vida útil.

Las uniones de lateral y terciaria se realizarán mediante collarín de toma con rosca hembra de 110, 90 ó 63 a 32 mm. En esta pieza se enrosca una T de latón con mordaza en la que queda sujeta la tubería de polietileno, que permite cualquier ángulo entre ambas tuberías. La unión de lateral y aspersor, se realiza con una pieza similar a la anteriormente descrita pero con rosca hembra a  $\frac{3}{4}$ ", donde se instala el porta-aspersores.

Finalmente se ha trazado la tubería principal, tratando en lo posible de seguir la linde y agrupar las válvulas de sector para minimizar el número de arquetas, con el objeto de no obstaculizar las operaciones de cultivo.

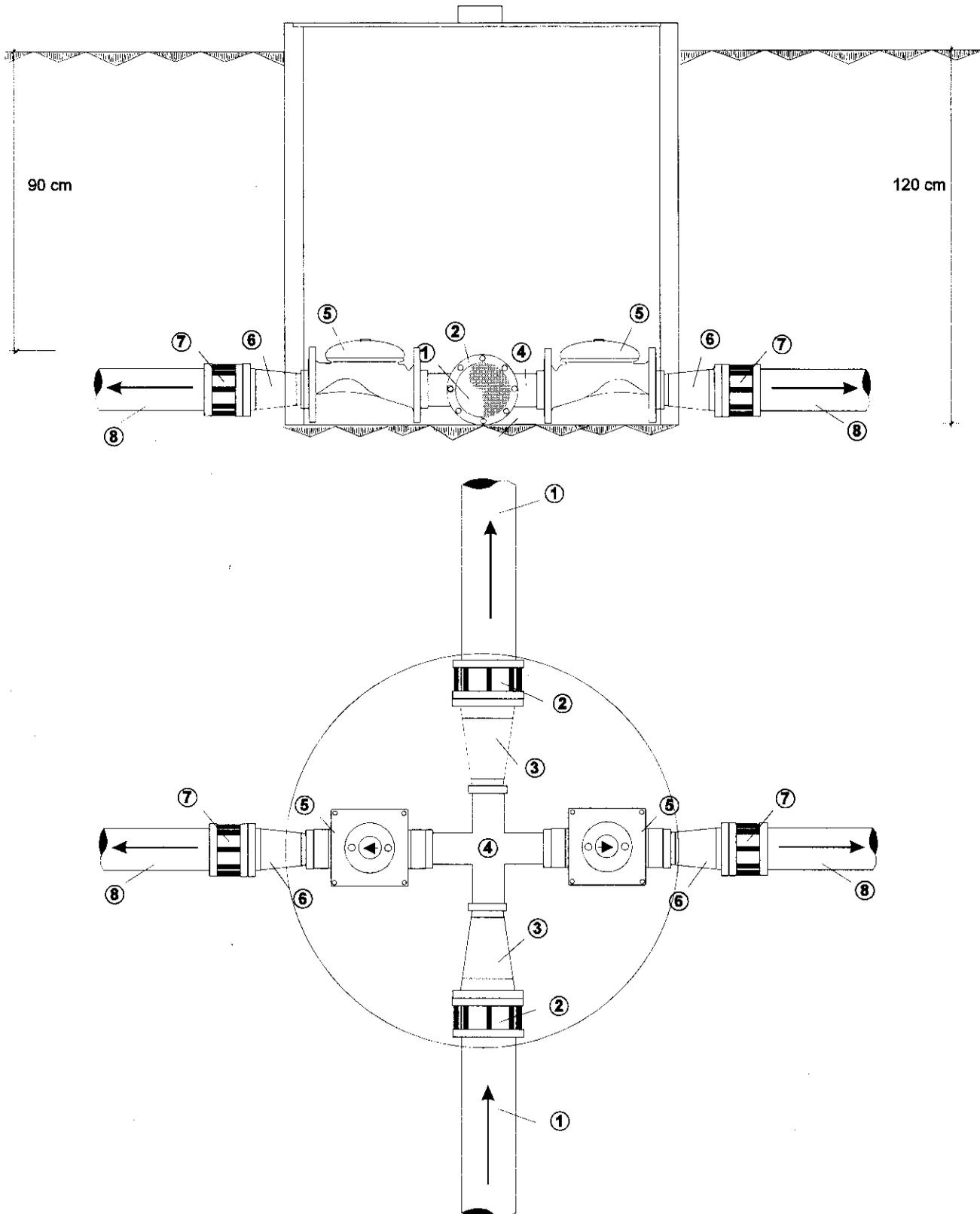
Una vez realizados los cálculos hidráulicos, se considera necesario colocar válvulas reductoras de presión en los sectores 1, 2, 3, 4, 6 y 7, con exceso de presión y mantener de esta forma una presión aguas abajo del hidrante cercana a  $3,8 \text{ kg/cm}^2$ . Tan sólo los sectores 10, 14, 17 y 18 tienen una presión algo inferior, cercana a los  $3,5 \text{ kg/cm}^2$ .

La unión de la tubería terciaria y la tubería principal se ha realizado en fundición, tal y como se detalla en las figuras 2.1 y 2.2, haciendo distinción entre las arquetas con una o dos válvulas.

A continuación se detallan las características de ambas instalaciones.

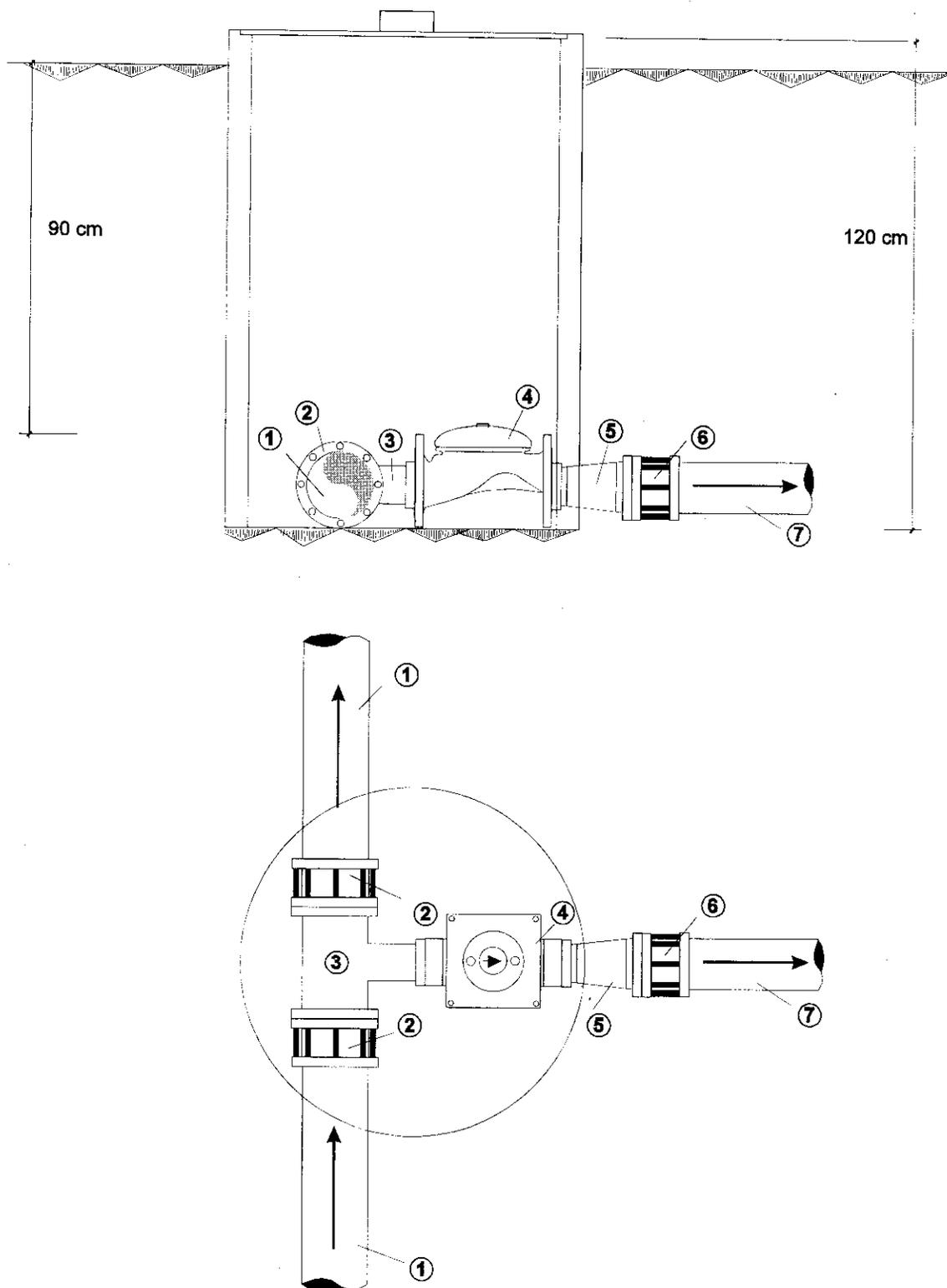
	<b>Instalación existente</b>	<b>Instalación propuesta</b>
Disposición de riego	18 x 15 T	15 x 15
Boquillas de aspersor	4,76 + 2,38 mm	3,96 + 2,38 mm
CU <sub>Ch</sub> <sup>1</sup>	87,0 % <sup>1</sup>	88,1 % <sup>1</sup>
Presión Media Sector	3,5 bares	3,8 bares
Variación Presión Sector	> 35 %, en algún sector	< 15 %
Nº de Sectores / Válvulas	17 / 3"	18 / 3"
Nº Válvulas reguladoras	4	6
Nº de arquetas	13	12
Nº de aspersores	443	542
Longitud Tubería (m)		
PVC		
Ø 140 mm	0	155
Ø 125 mm	865	355
Ø 110 mm	248	640
Ø 140 + 125 + 110 mm	1.113	1.150
Ø 90 mm	288	835
Ø 75 mm	225	0
Ø 90 + 75 mm	513	835
Ø 63 mm	418	805
Ø 50 mm	349	0
Ø 40 mm	189	0
Ø 63 + 40 + 50 mm	956	805
PE		
Ø 32 mm	6.064	6.621

<sup>1</sup> Valores medidos para velocidades de viento inferiores a 1 m/s. Para velocidades superiores, habituales en la zona, las diferencias entre ambas disposiciones se incrementan notablemente.



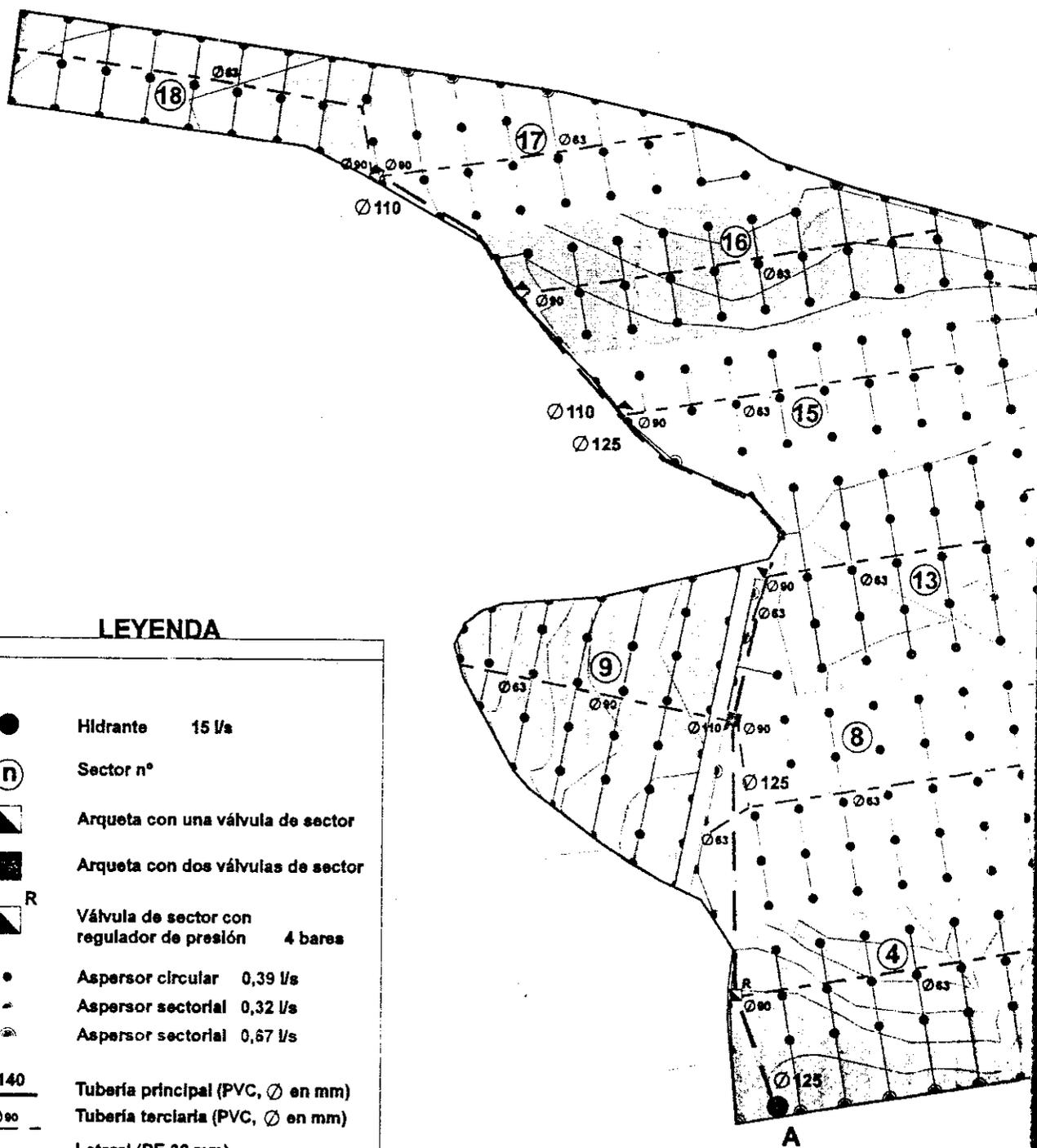
**Figura 2.1.** Detalle de nudo de conexión doble de tubería principal a sector

- |   |  |
|---|--|
| ① Tubería PVC (140 ó 125 ó 110 mm)                | ⑤ Válvula hidráulica 80 mm                                     |
| ② Brida enchufe (acoplamiento) para PVC           | ⑥ Cono de reducción embridado (de 80 a 110 ó 90 mm), Fundición |
| ③ Cono de reducción embridado (a 80 mm) Fundición | ⑦ Brida enchufe (acoplamiento) para PVC                        |
| ④ Cruz embridada de 80 mm, Fundición              | ⑧ Tubería PVC (110 ó 90 mm)                                    |



**Figura 2.2.** Detalle de nudo de conexión simple de tubería principal a sector

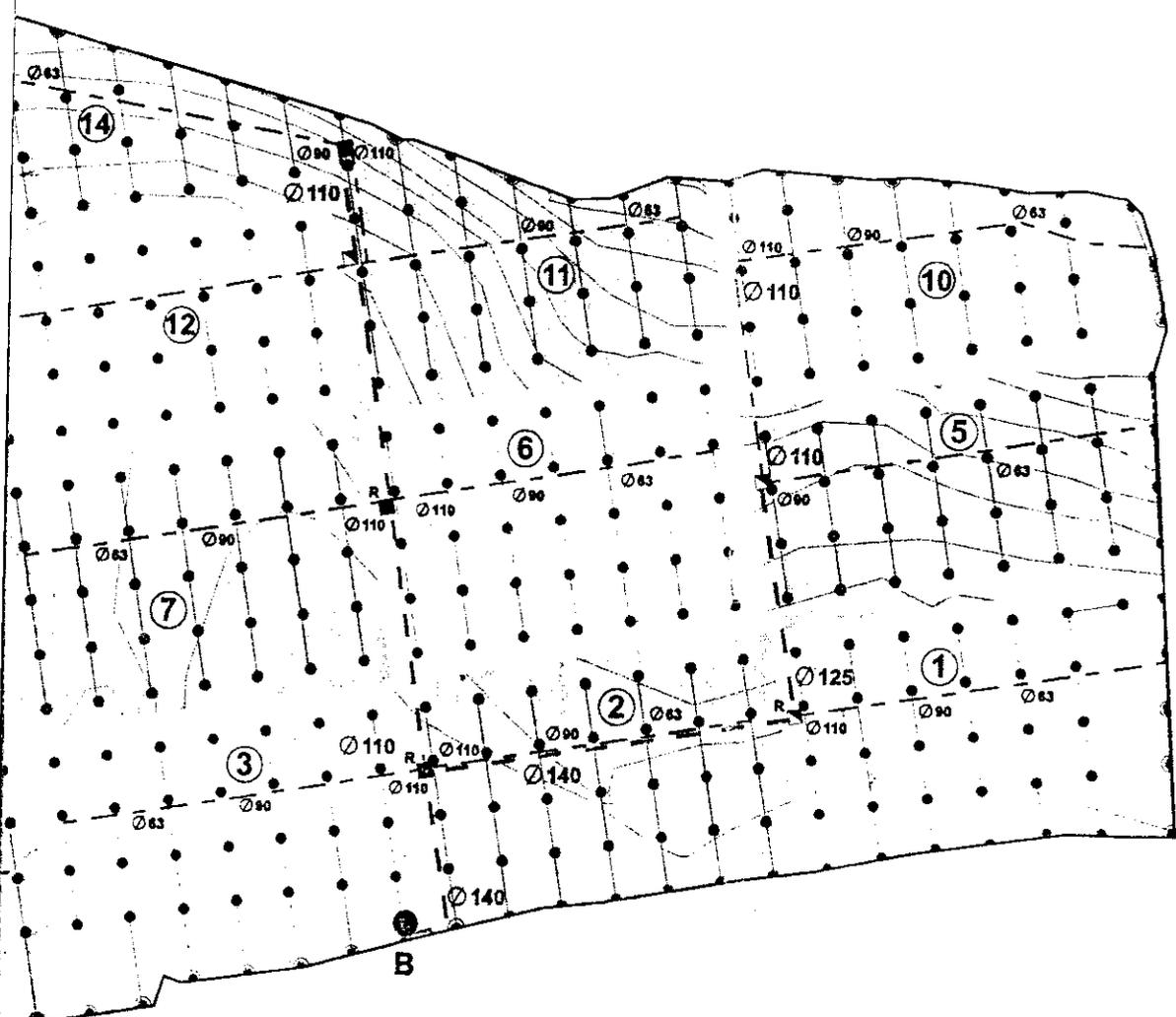
- |  |  |
|--|--|
| ① Tubería PVC (140 ó 125 ó 110 mm)                       | ⑤ Cono de reducción embridado (a 110 ó 90 mm)<br>Fundición |
| ② Brida enchufe (acoplamiento) para PVC                  | ⑥ Brida enchufe (acoplamiento) para PVC                    |
| ③ Té de fundición embridada<br>(140 ó 125 ó 110 a 80 mm) | ⑦ Tubería PVC (110 ó 90 mm)                                |
| ④ Válvula hidráulica 3"                                  |  |



**LEYENDA**

●	Hidrante 15 l/s
Ⓝ	Sector n°
◻	Arqueta con una válvula de sector
◼	Arqueta con dos válvulas de sector
◻ <sup>R</sup>	Válvula de sector con regulador de presión 4 bares
●	Aspersor circular 0,39 l/s
◡	Aspersor sectorial 0,32 l/s
◡	Aspersor sectorial 0,67 l/s
—○—	Tubería principal (PVC, Ø en mm)
-○-	Tubería terciaria (PVC, Ø en mm)
—	Lateral (PE 32 mm)

HID.	SECTORES
A	① ② ③ ⑤ ⑥ ⑦ ⑩ ⑪ ⑫ ⑭
B	④ ⑧ ⑨ ⑬ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱



CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA DE REGADÍOS



Trabajo realizado para:

**RIEGOS DE NAVARRA S.A.**

Proyecto: Evaluación de sistemas de riego en las Zonas Regables de "La Plana" y "El Ferial" (C.F. de Navarra)

Plano: Diseño alternativo en parcela nº 297 (Bardenas Reales)

Nº:

1

Fecha: Octubre 1997

Dibujado:

Escala: 1 : 2.000

PEDRO ANTONIO PEDROCHE ARÉVALO  
IGNACIO LOPEZ-CORTIJO GARCÍA

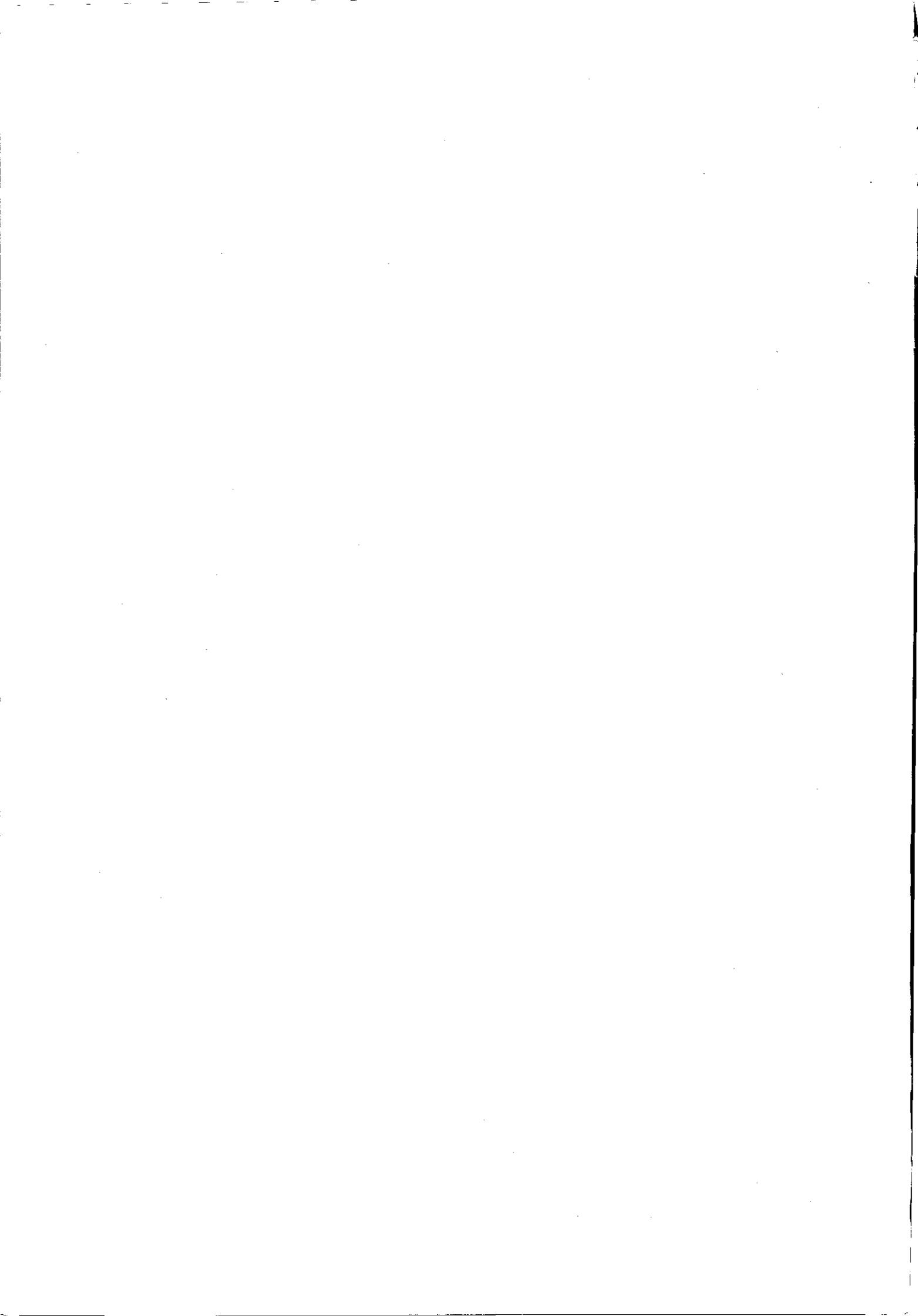
Comprobado:

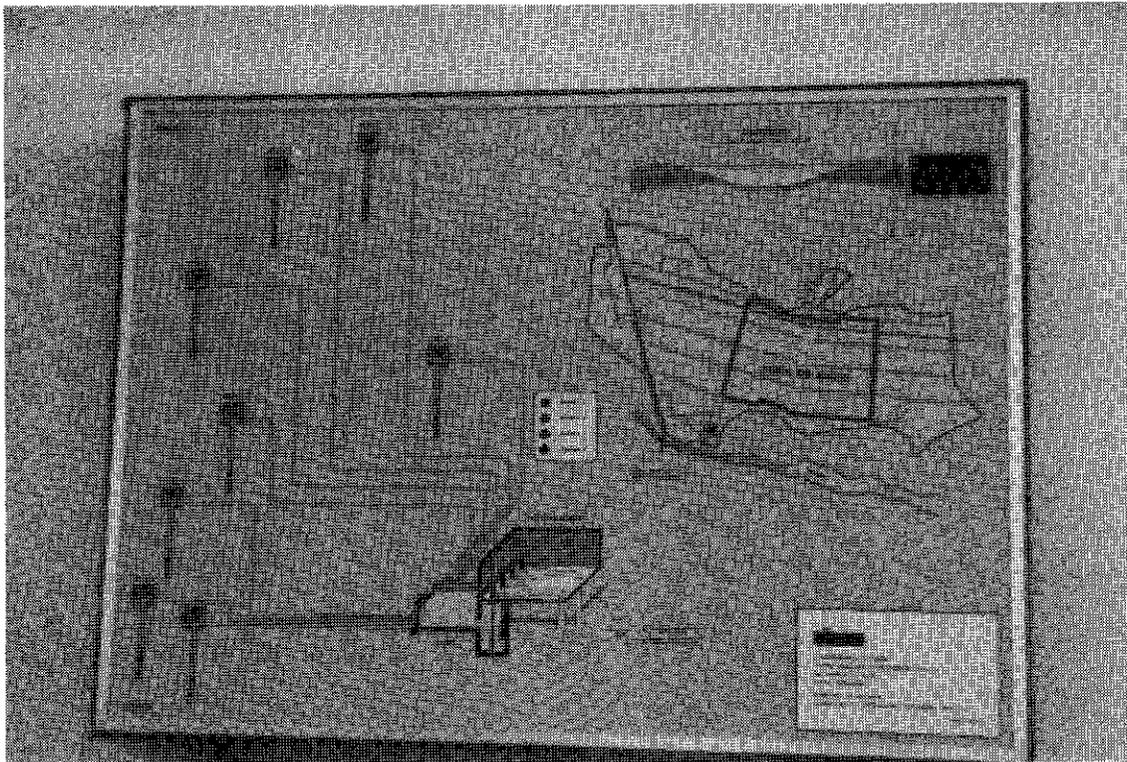
JESÚS MARÍA GARCÍA RAMOS

## **Anejo 3**

---

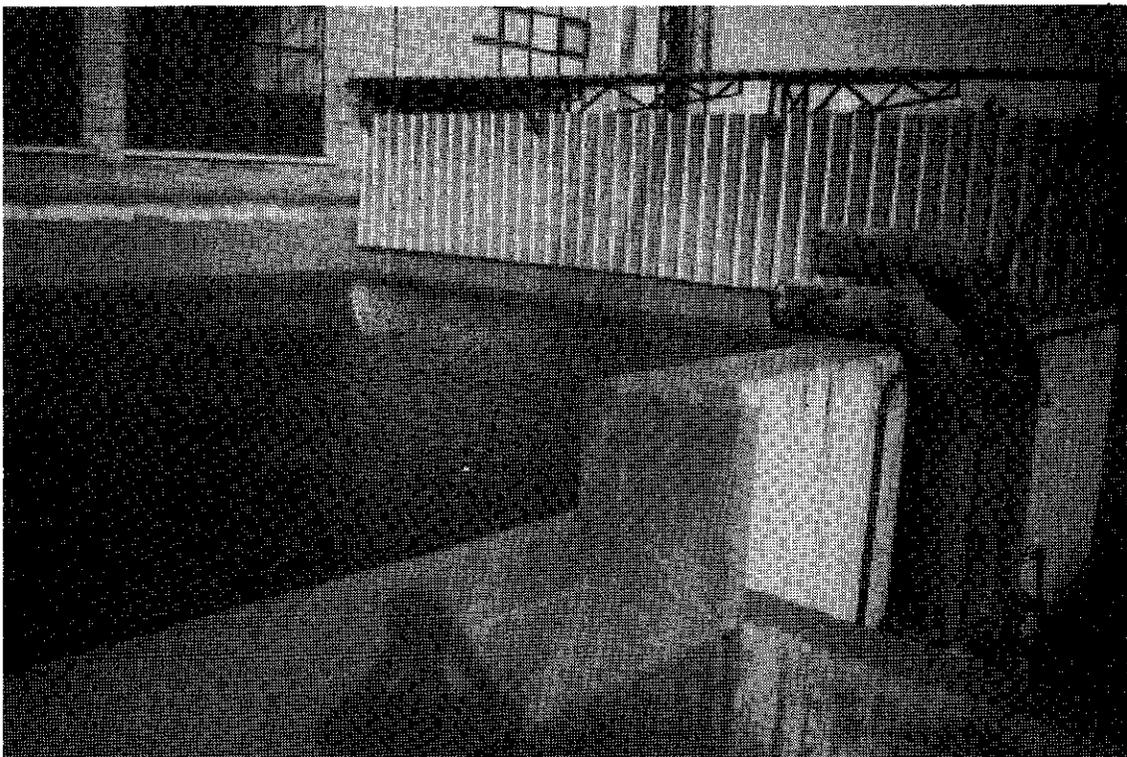
### **Reportaje Fotográfico**

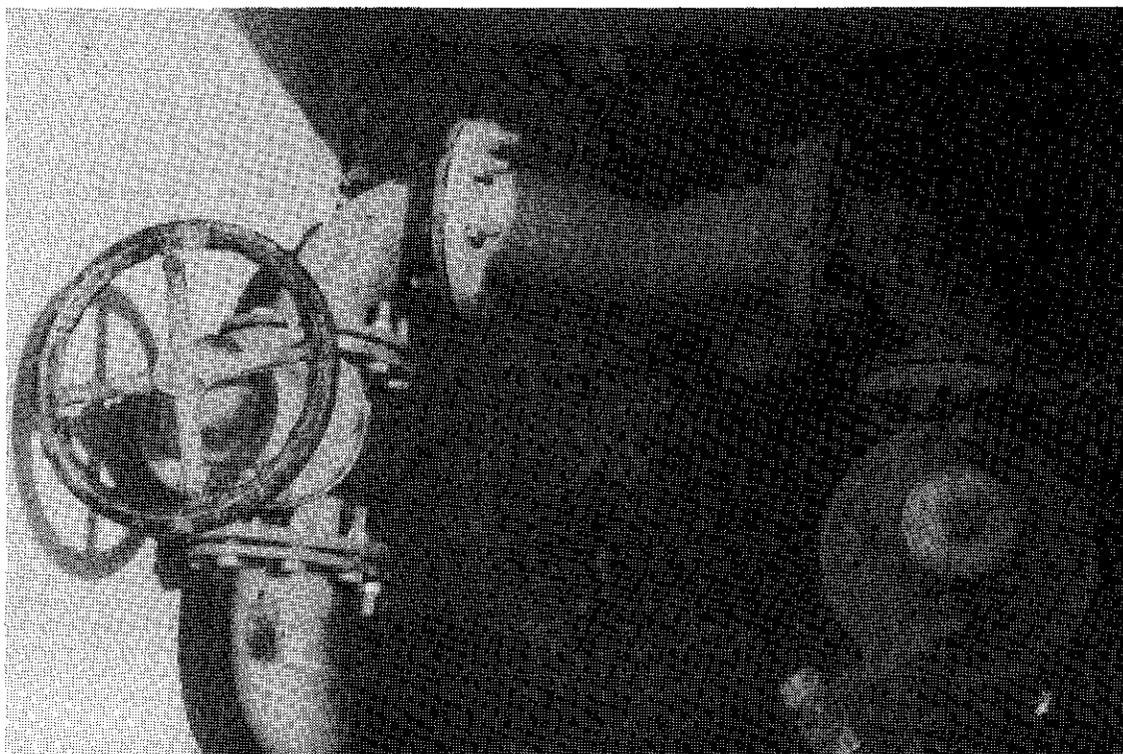




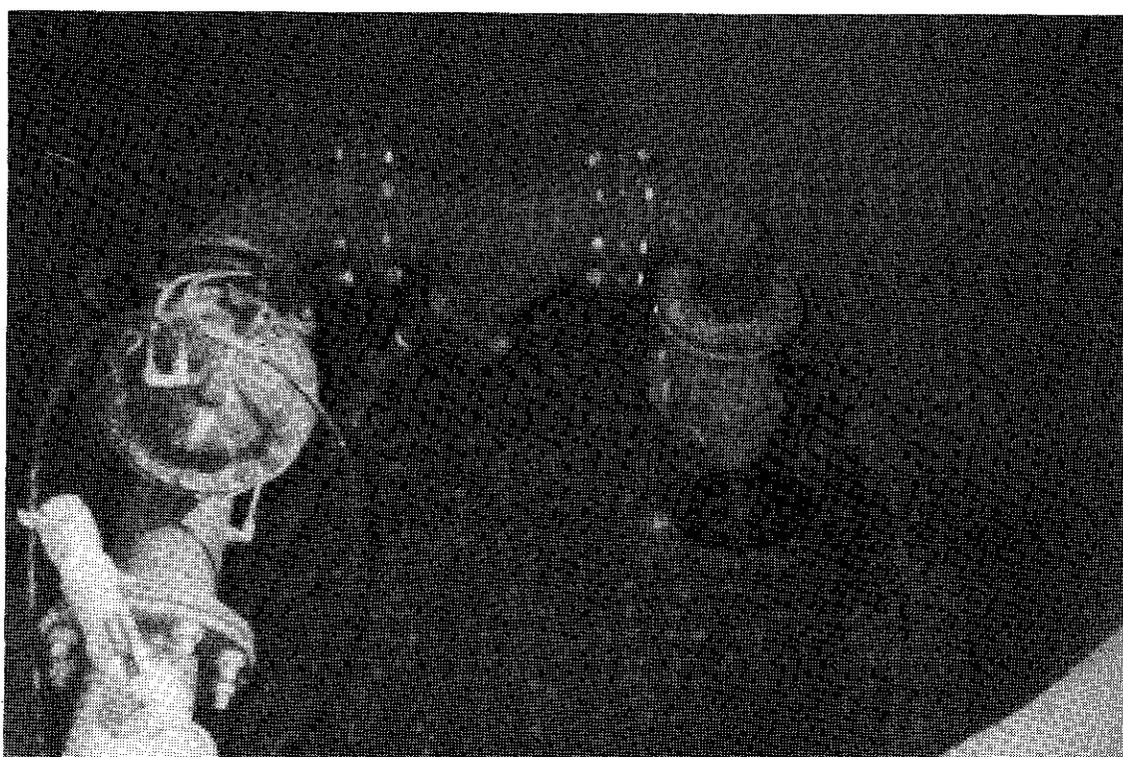
**FOTOS 1 y 2.** Plano General de la Zona Regable de "La Plana ", en Funes. Existen ocho pozos desde donde se bombea el agua hasta un aljibe anexo a la estación principal, que impulsa el agua a la red o a un depósito elevado. La marcha y parada de las bombas de la estación y de los sondeos viene controlada automáticamente por los niveles del aljibe y de la balsa de regulación, en función de la tarifa eléctrica.

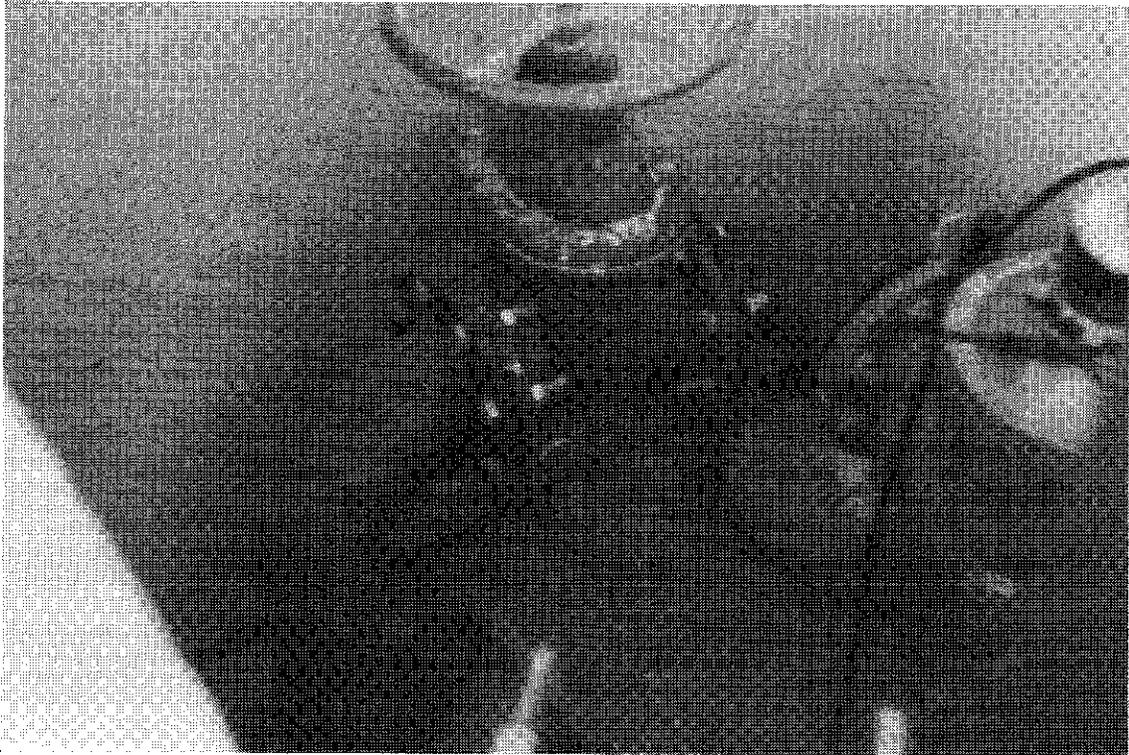
Abajo vista del aljibe. En la imagen aparece el vertedero de pared gruesa y las tuberías procedentes de los sondeos. El desagüe que se aprecia en el vertedero es provocado por la existencia de fugas en la estación.





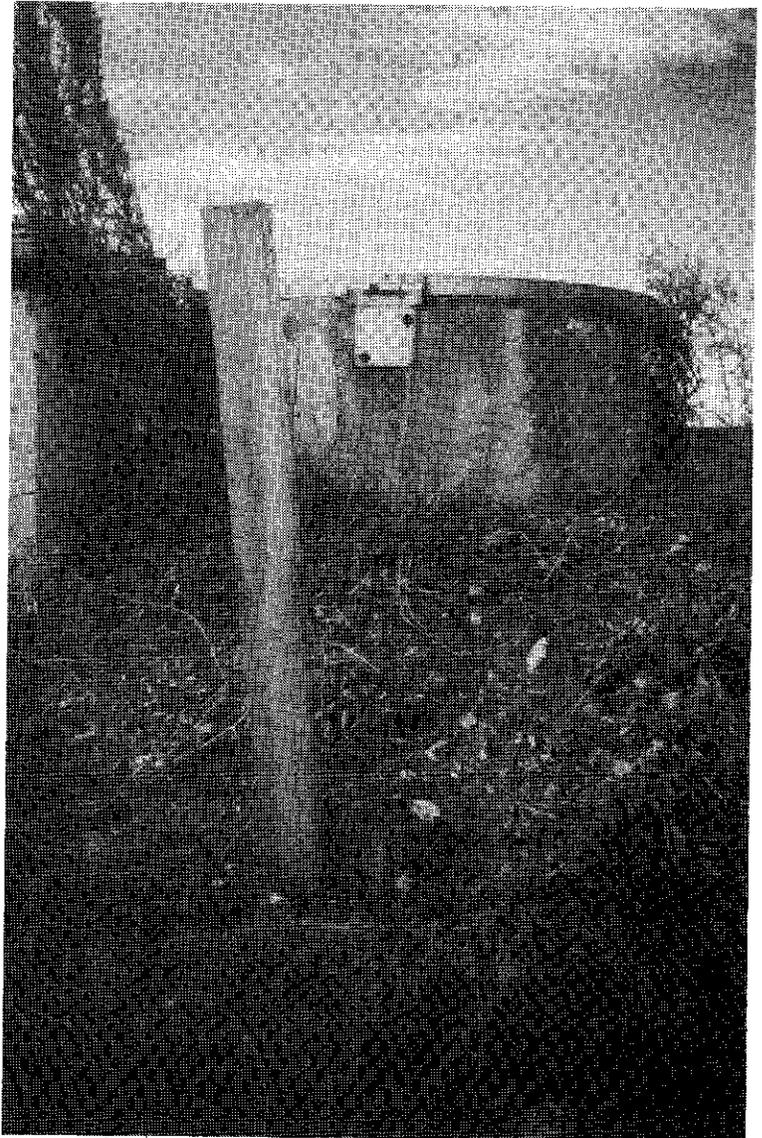
**FOTOS 3 y 4.** Hidrantes tipo de la Zona Regable de "El Ferial", en donde se observan los elementos básicos: Llave de compuerta, filtro cazapiedras (dispuesto de manera que dificulta su limpieza), y válvula hidráulica automatizada con regulador de presión y limitador de caudal en el caso de Valtierra (arriba), y sólo regulador de presión en la zona de Bardenas (abajo). En este último, el contador es tipo proporcional, mientras que en la zona de Valtierra, aparece el contador tipo Woltman.

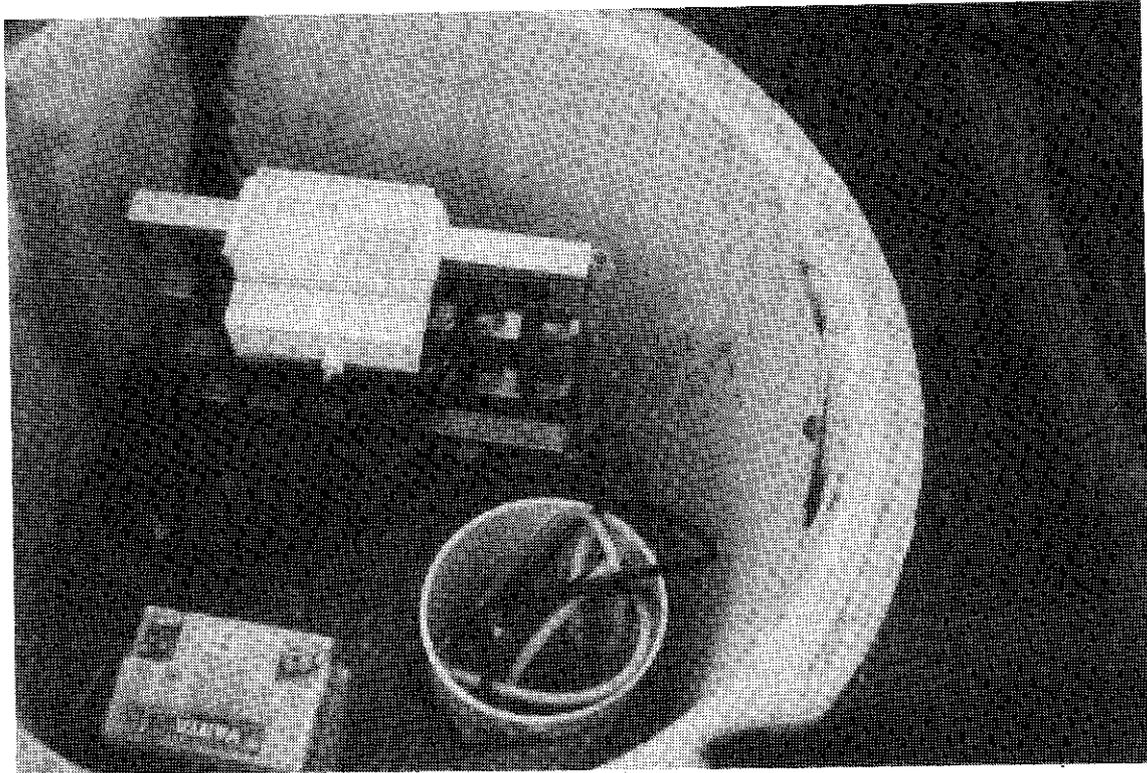




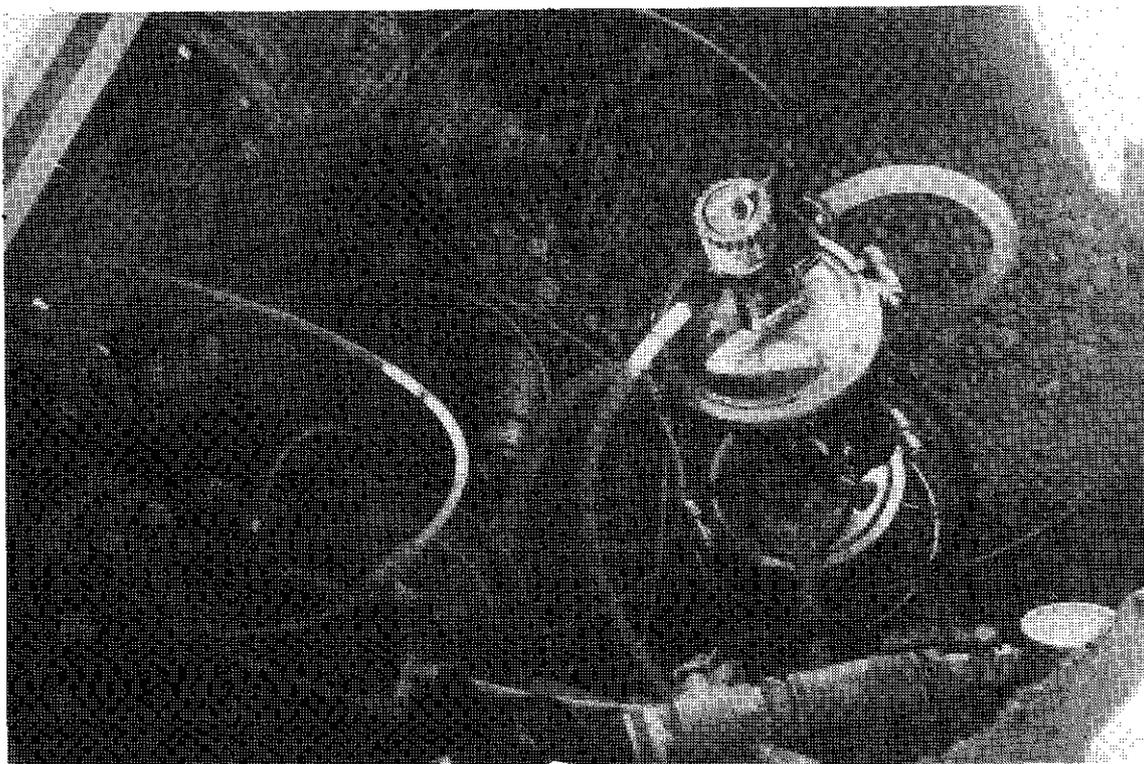
**FOTOS 5 y 6.** En la imagen se observa un hidrante sin el filtro cazapiedras, desmontado por el agricultor para adecuar la instalación a riego localizado.

Los hidrantes se localizan en arquetas de hormigón con tapa de chapa galvanizada. La bisagra, elemento que soporta un gran esfuerzo es de acero sin galvanizar, lo que favorece la oxidación. La estaca de madera permite un apoyo estable que la bisagra no proporciona.





**FOTOS 7 y 8.** La automatización del riego se consigue mediante un programador accionado por una batería eléctrica de 12 VCC . Arriba aparecen estos elementos así como el panel con los solenoides (de sector y principal) y el conjunto de microtubos de comunicación a las diferentes válvulas hidráulicas. También aparece un cubo que contiene el inyector con el que se realiza la fertirrigación. Abajo aparece dicho elemento acoplado al hidrante.



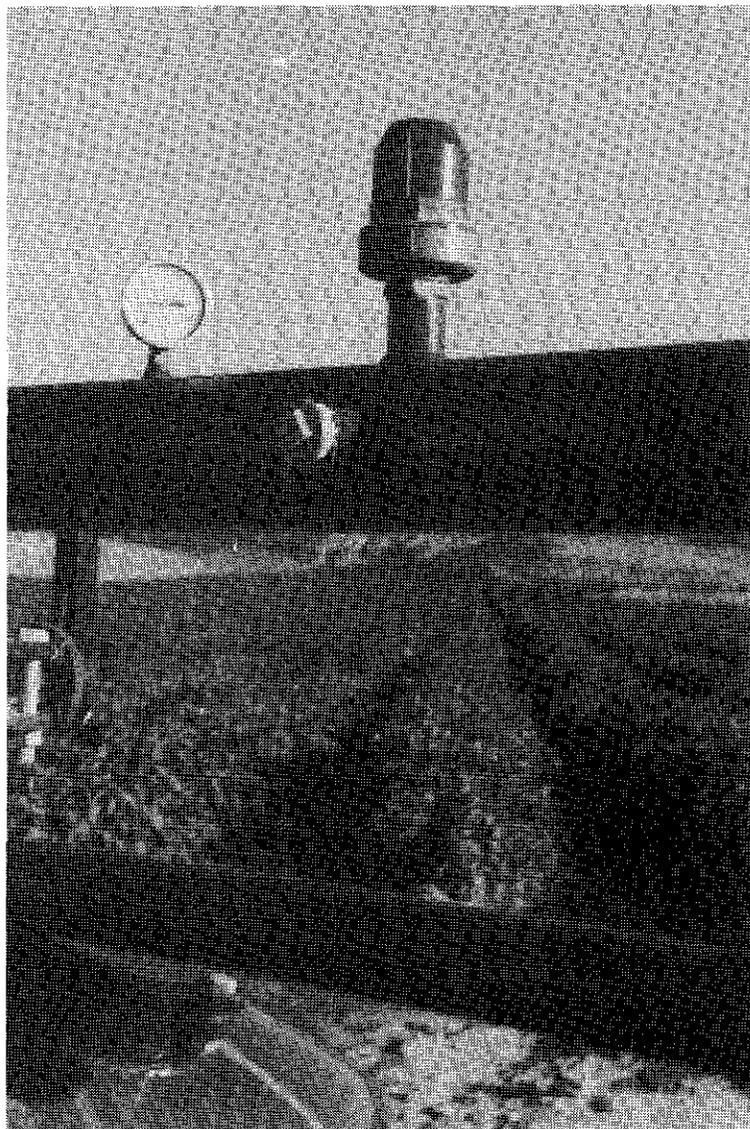


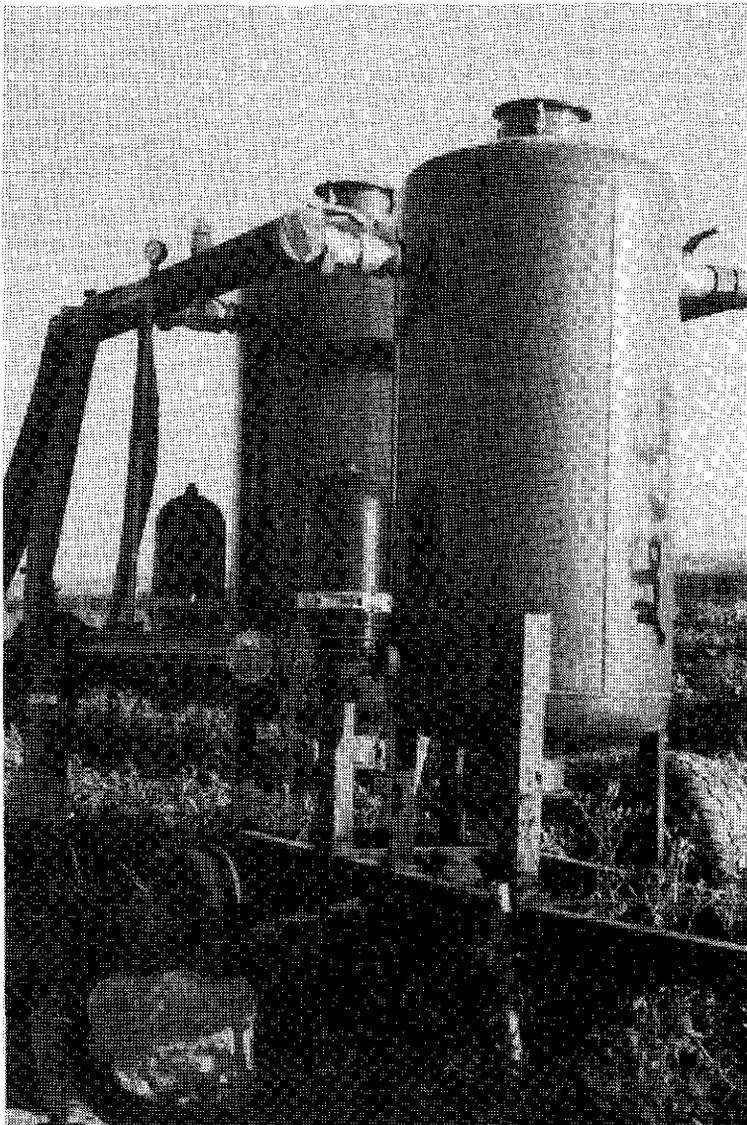
**FOTOS 9 y 10.** La adaptación de las parcelas al sistema de riego localizado ha cobrado un destacable interés. Arriba aparece el cabezal de riego compuesto fundamentalmente por el sistema de filtrado (filtro de arena y filtro de malla) e inyector de fertilizante, a partir del hidrante. El fertilizante se aplica entre ambos filtros.

Las válvulas de sector están inutilizadas. Obsérvese (a la derecha) la presión que marca el manómetro, una vez finalizado el riego que se corresponde con la diferencia de cotas en la parcela.

Este hecho viene motivado por la existencia de un solo sector de riego que se opera desde una válvula maestra en cabecera, quedando en carga toda la instalación hasta que se vacían los laterales.

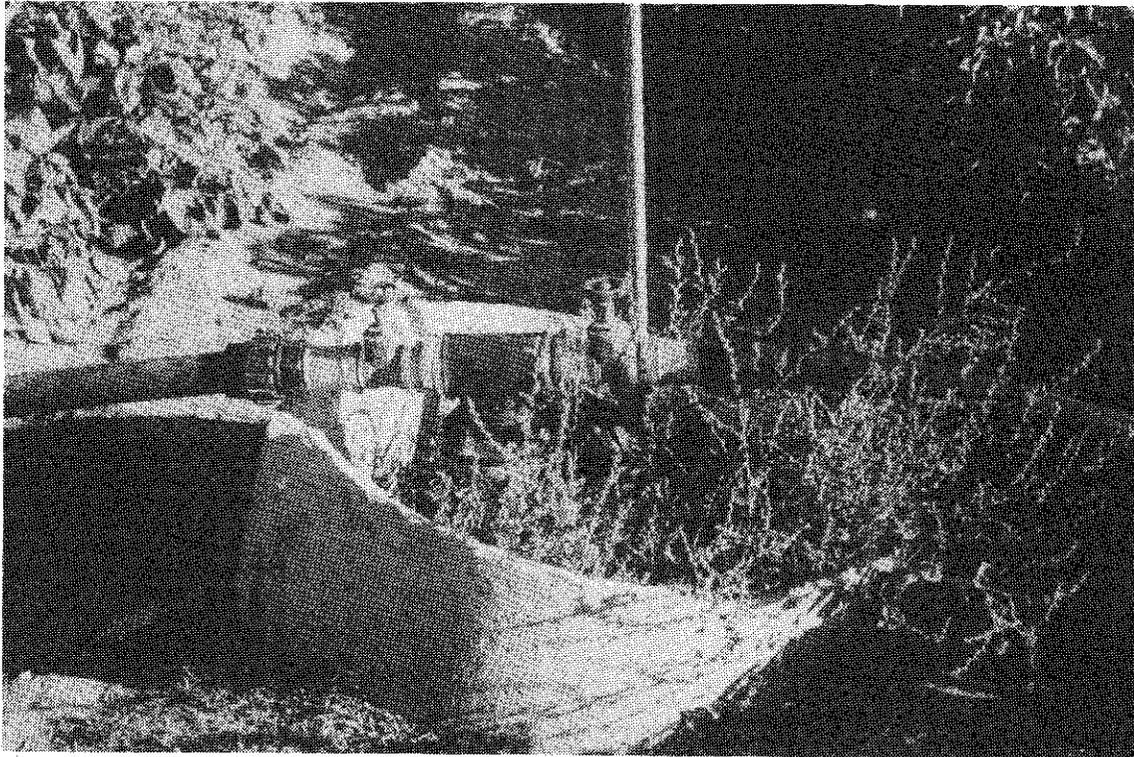
La ventosa aparece bien colocada en el lugar más elevado del cabezal.





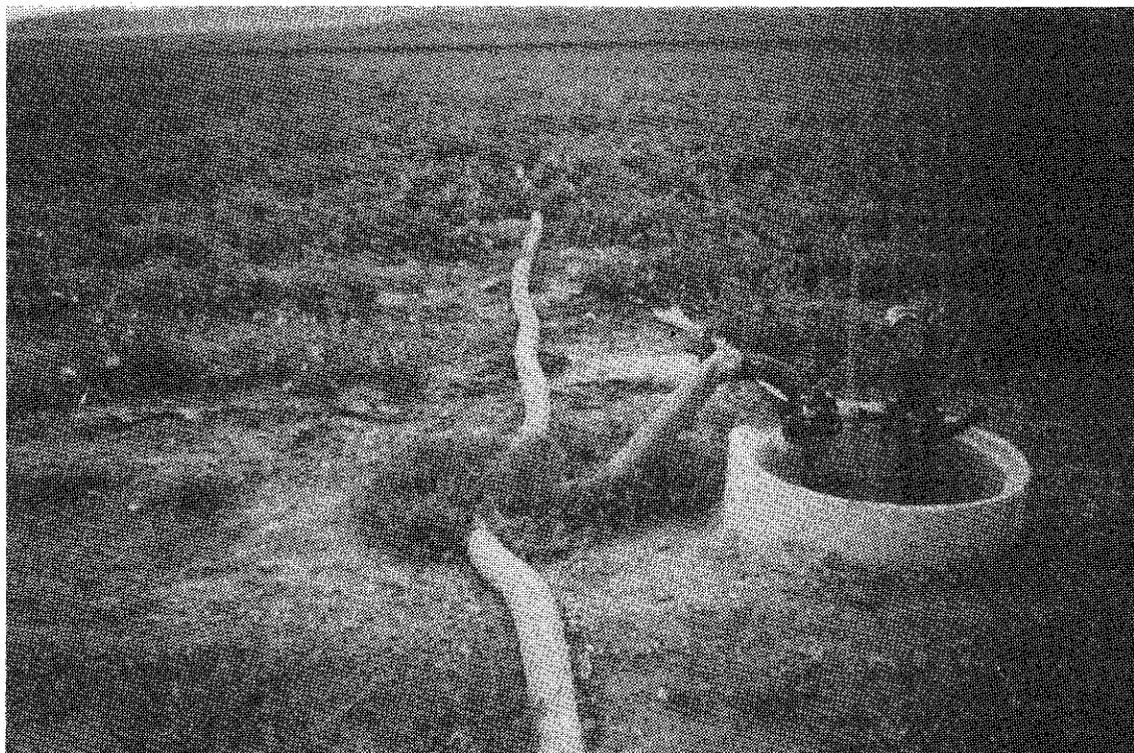
**FOTOS 11 y 12.** Ejemplos de cabezales de riego mediocres fruto de la falta de un mercado competente, unido a la inexperiencia del agricultor. Arriba se observa la defectuosa colocación de los filtros de malla (al revés), el deficiente apoyo de los filtros de arena, la mala calidad de las tuberías de conexión del hidrante al cabezal,...

A la derecha, un cabezal móvil, tuberías similares al caso de arriba y un manómetro de escasa fiabilidad.



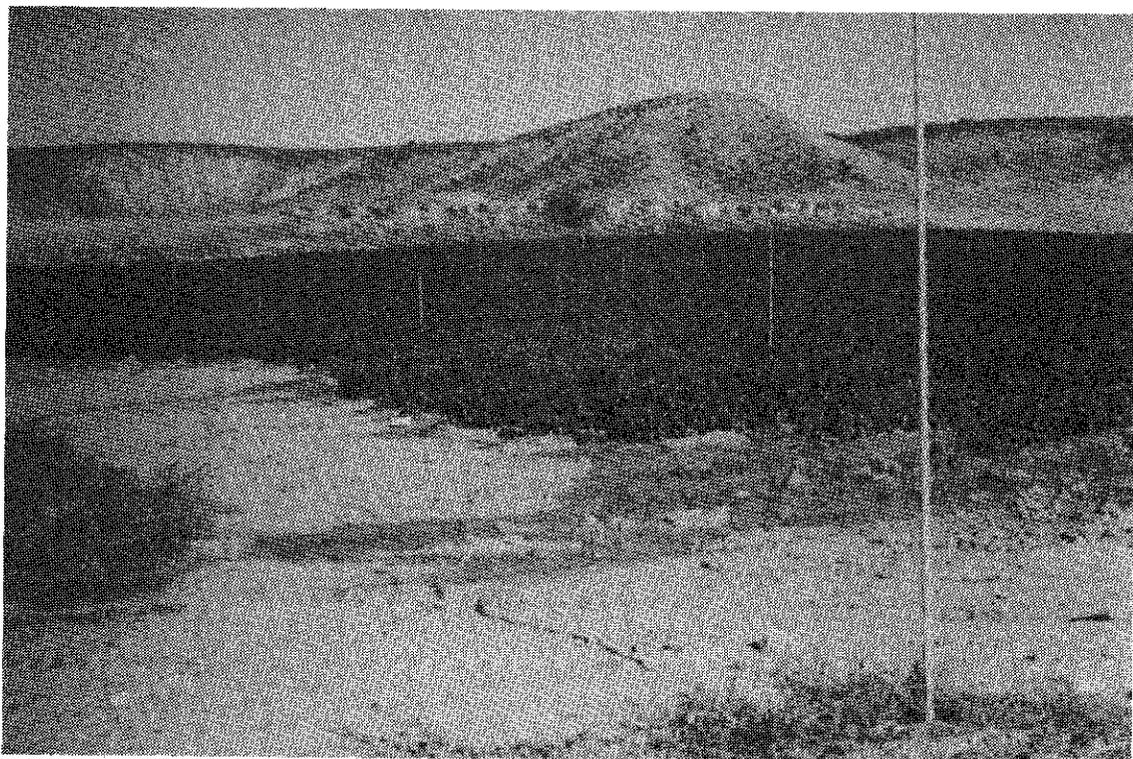
**FOTOS 13 y 14.** Arriba, llaves de compuerta al inicio de las terciarias mediante las que se regula la presión; la apertura y cierre de forma manual. La té de unión presenta un deterioro considerable.

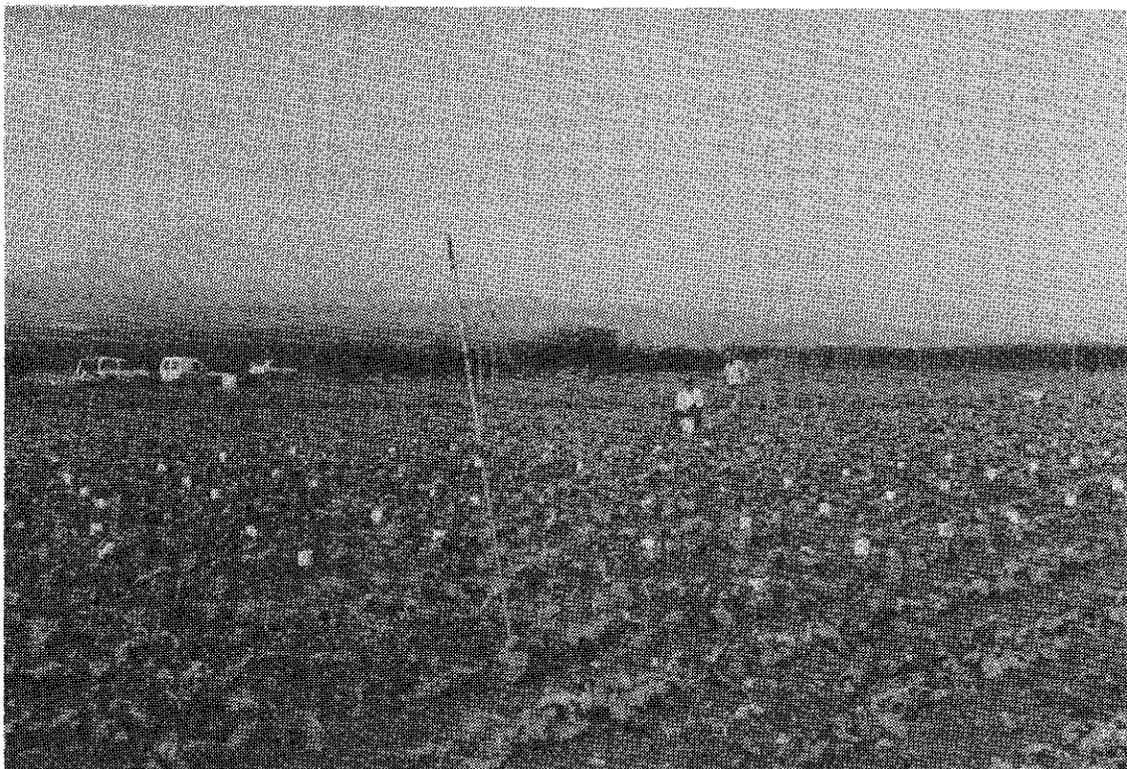
Abajo, las llaves de mariposa permiten la apertura y cierre manual y la regulación de presión dentro del sector. Se utiliza la instalación existente para la programación del riego





**FOTOS 15 y 16.** Problemas de encharcamiento en una parcela de tomate con riego localizado. Las abundantes lluvias estivales, unido a la mala instalación del riego, van a a provocar grandes pérdidas en la cosecha. Abajo se aprecia la escorrentía en final de parcela, donde las líneas de cultivo siguen la línea de máxima pendiente. Este laboreo a favor de la pendiente facilita la mecanización de la parcela pero incrementa las pérdidas de suelo. Es frecuente observar este hecho en las áreas estudiadas.





**FOTOS 17 y 18.** Malla de pluviómetros en una parcela de coliflor. Obsérvese la mala ejecución en la alineación de los aspersores, así como la inclinación del tubo porta-aspersor. A la derecha, en aspersor sectorial junto a un camino, se puede apreciar que la chapa protectora ha quedado en su posición inicial al elevar el aspersor, quedando totalmente inutilizada.

Sobre el terreno se observa un resto de tubo utilizado como protección del desagüe. La llave se encuentra totalmente tapada por la tierra. En este caso, el vaciado de la tubería se lleva a cabo por la salida del filtro cazapiedras que constituye el punto de menor cota, habiéndose colmatado la válvula maestra del hidrante por los arrastres de elementos finos que produce el agua.





**FOTOS 19 y 20.** Malla de pluviómetros en parcela de judías verdes recién cosechada. En este caso, la alineación de aspersores está mejor ejecutada. Al fondo se observa el vaciado de la red colectiva por un desagüe a causa de una avería. Tanto la zona más baja de la parcela como el camino aguas abajo de este punto, quedaron totalmente encharcados, por no existir ningún dispositivo que canalizara el agua a un curso cercano.

Abajo, vista del banco de ensayos provisional de emisores y tuberías emisoras, instalado en el CENTER. Este banco se ha utilizado para la determinación del coeficiente de variación de fabricación y la curva caudal-presión de los emisores de las parcelas evaluadas (gotero integrado y cinta).

