

CAPÍTULO Nº 4

RECORDATORIO: NOCIONES DE HIDRÁULICA

Se recuerdan los cálculos necesarios con los diferentes componentes de las instalaciones de los riegos a presión que en esta edición se han mejorado con las enseñanzas de la EPS de Orihuela (Alicante), especialmente lo relacionado con el dimensionado de tuberías y dosis de agua para que circule a la presión y caudal conveniente, necesario para el buen funcionamiento de los emisores según las características de fabricación, buscando la solución más económica dentro de unas calidades garantizadas.

En cualquier trabajo o actividad se producen pérdidas, por lo que se tienen que aplicar coeficientes minoritarios de compensación por el **rendimiento**, equivalentes al porcentaje útil o real de la potencia teórica que le correspondería alcanzar y que suele expresarse en el **tanto por uno (1/1)** o en un **tanto por cien (%)** para facilitar los cálculos sin decimales.

$\text{POTENCIA TEÓRICA} = \frac{\text{Potencia útil}}{\eta \text{ (rendimiento)}} \quad \eta = \frac{\text{potencia útil}}{\text{potencia teórica}}$ $\text{POTENCIA ÚTIL} = \text{potencia teórica} \times \text{rendimiento } (\eta)$
--

Como la unidad de tiempo es el segundo (s), si los datos vienen expresados en minutos o en horas, se tienen que convertir previamente en segundos.

Como existen relaciones entre los distintos conceptos físicos, es normal encontrar otras expresiones que equivalen lo mismo, para el cálculo de la potencia:

$$\begin{aligned}\text{Potencia} &= \text{Peso o fuerza} \times \text{Velocidad} \\ \text{Potencia} &= \text{Presión} \times \text{Superficie} \times \text{Velocidad} \\ \text{Potencia} &= \text{Caudal} \times \text{Altura}\end{aligned}$$

Las unidades de potencia más frecuentes son:

Kilográmetro / segundo (kgm/s).- La potencia para elevar un kilo a un metro de altura por segundo y equivale a 9,81 vatios (W).

Caballo de vapor (C.V.).- Equivale a 75 kgm/s y es igual a 736 W. Para expresarlo en C.V. se tiene que multiplicar por 1,36.

Vatio (W).- Unidad eléctrica que equivale a multiplicar un voltio por la unidad eléctrica de intensidad (amperio)

1 W = 1 voltio x 1 amperio y **1 Kilovatio (kW).**- Equivale a 1.000 W y es igual a 1,6 C.V.

Para calcular sus relaciones se tienen que utilizar las mismas equivalencias en las distintas unidades que se aclaran con los sencillos ejemplos

PRESIÓN

Es la aplicación de una fuerza sobre una superficie. Las unidades utilizadas más frecuentes son el kilo (kg) y los cm².

$$\text{PRESIÓN} = \frac{\text{FUERZA O PESO}}{\text{SUPERFICIE}}$$

En la presión no es suficiente indicar sólo la fuerza o peso, sino que se debe aclarar sobre qué superficie actúa. Sin embargo, en el lenguaje corriente se suele abreviar y así, por ejemplo, cuando se dice “Resiste una presión de 20 kilos”, ya se sobreentiende que se ejerce una presión de 20 kilos sobre una superficie de 1 cm² (kg/cm²).

Unidades más frecuentes

Técnicamente se emplea el “**Pascal**” (**Pa**), que se define como la presión ejercida por un newton sobre un metro cuadrado.

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} \equiv \frac{\text{kg}}{\text{m} \times \text{s}^2}$$

Equivalencias: 1 N = 0,1019 kg $\equiv$ 1 kg /1 m/s² y 1 kg = 9,8 N

En los boletines meteorológicos se utiliza el **milibar** que equivale a 100 Pa. Como esta unidad es muy pequeña, se usan otras mayores, cuya equivalencia es la siguiente:

$$1 \text{ bar} \equiv 10^5 \text{ Pa (100 kPa)} \equiv 1,013 \text{ atmósferas} \approx 1 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ bar} \equiv 100 \text{ kilopascal} \equiv 1,02 \text{ kg/cm}^2 \approx 1 \text{ kilo (de presión) en la práctica}.$$

$$1 \text{ megapascal (MPa)} = 10^6 \text{ Pa} \equiv 10,2 \text{ kg/cm}^2 \approx 10 \text{ kilos de presión prácticos}.$$

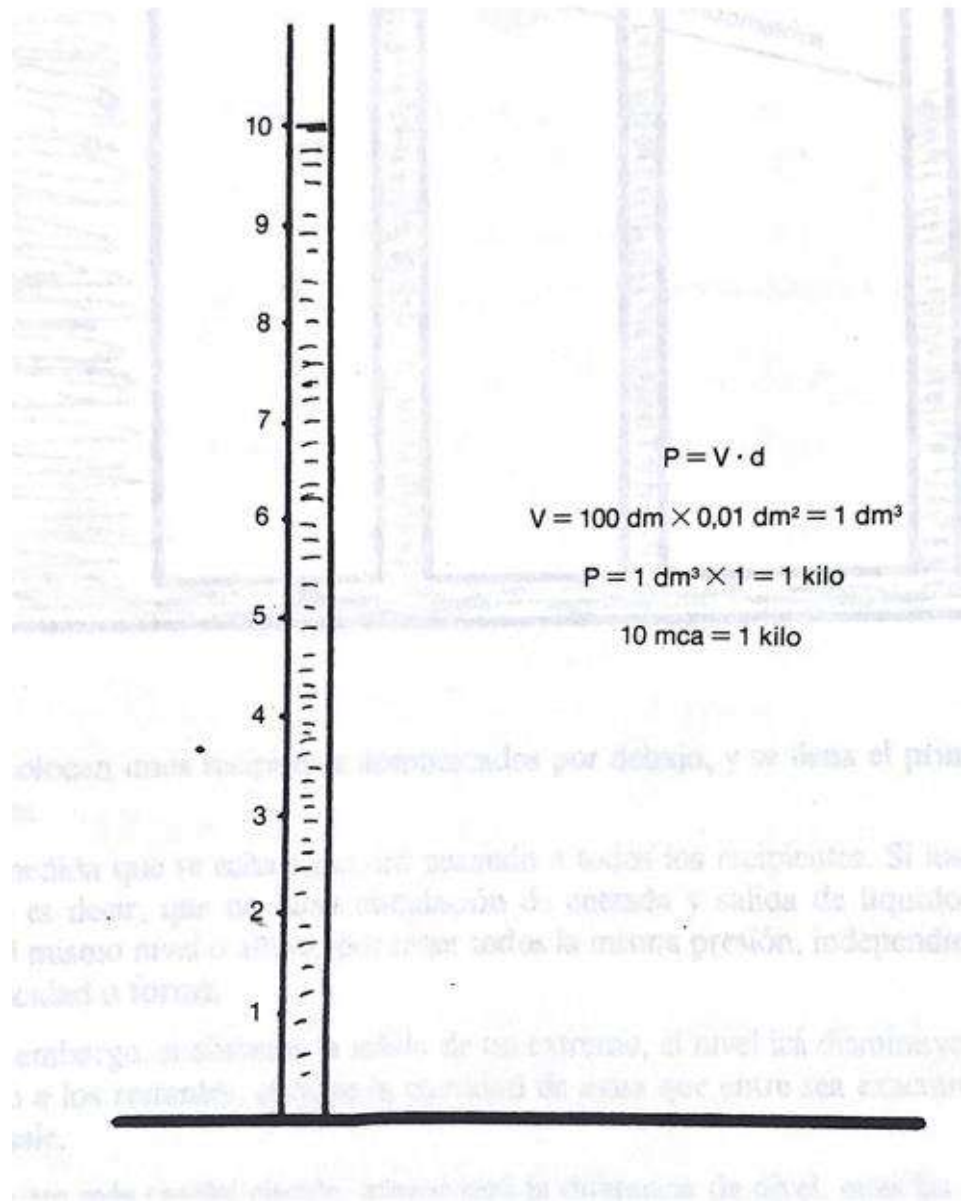
En la práctica se utiliza el kg/cm², que se acepta igual a 0,1 MPa, a 1 bar y a 1 atmósfera técnica y es lo equivalente a una columna de agua de 10 m de altura y 1 cm² de base, cuyo peso es de 1 kilo.

$$1 \text{ kg/cm}^2 \equiv 0,1 \text{ MPa} \equiv 1 \text{ bar} \equiv 1 \text{ atmósfera técnica}$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 \equiv 10 \text{ m.c.a.}$$

En los cálculos es muy importante siempre mantener la equivalencia de las unidades utilizadas, recordando las más frecuentes y sus valores en la práctica:

- *Presión o altura piezométrica.*- Es la distancia existente desde la base o punto desde donde se mide, hasta altura alcanzada en **metros de columna de agua** (m.c.a),

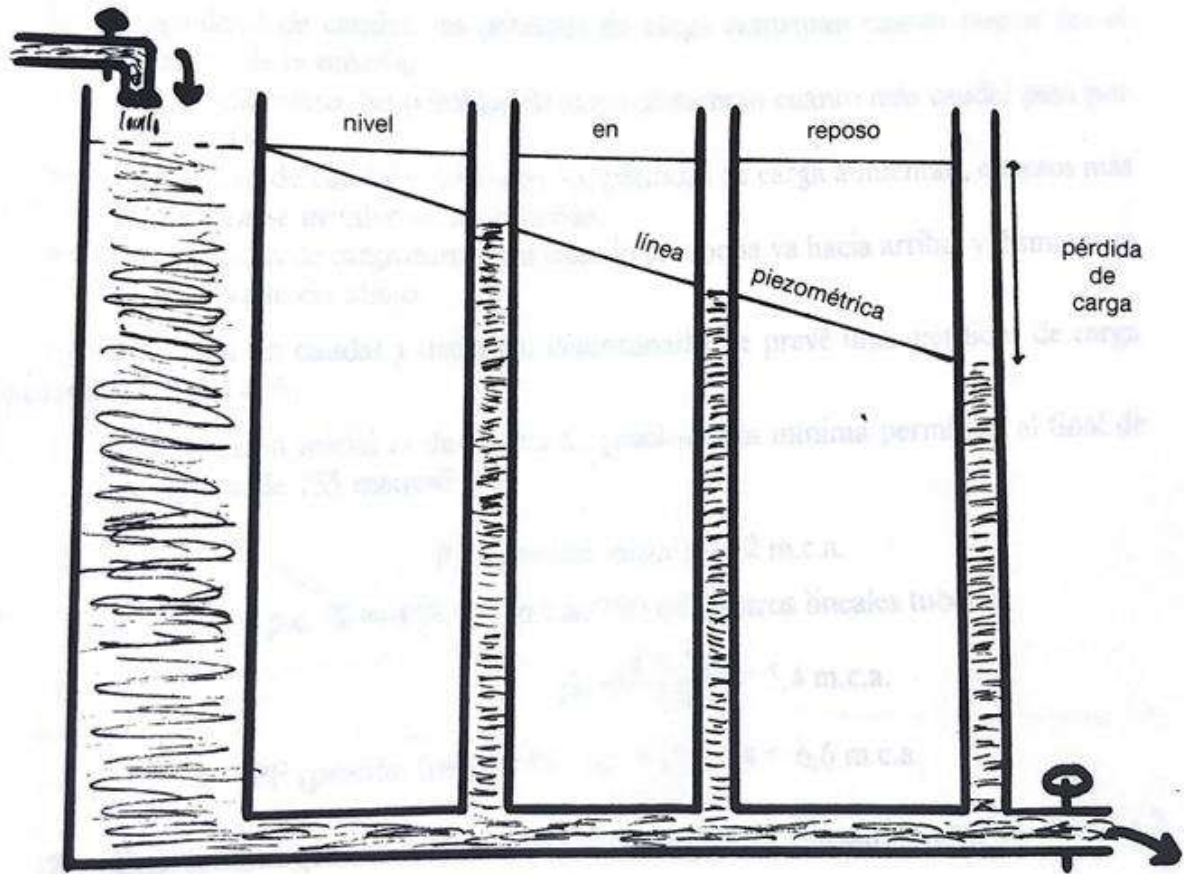


- *Kilo* (de presión) = kg/cm^2 . ($1 \text{ kg/cm}^2 \equiv 10 \text{ m.c.a.}$)
- *Bar* ($1 \text{ bar} \approx 1 \text{ kg/cm}^2$)
- *Megapascal* (MPa).- $1 \text{ MPa} \equiv \approx 10 \text{ kg/cm}^2 \equiv 100 \text{ m.c.a.}$

LAS PÉRDIDAS DE CARGA (p. c.)

Cuando circula agua a presión por dentro de las tuberías, debido al rozamiento con las paredes, se produce una pérdida de presión o de energía conocida

como “pérdidas de carga” (p. c.), como se demuestra colocando unos recipientes comunicados por debajo, como lo representado en el dibujo.



Con el grifo de salida cerrado, al abrir el grifo de la entrada se van llenando los recipientes comunicados hasta alcanzar el mismo nivel o altura todos, aunque tengan forma y capacidad diferente, permaneciendo así mientras no circula agua, recibiendo este nivel el nombre de “*línea estática de presión*”.

Cuando se abren los grifos de entrada y salida empieza a circular el agua por todos los recipientes, observando que a medida que están más alejados del inicio, el nivel alcanzado en ellos es menor (*línea piezométrica relativa*).

Debido a las p. c., la presión va disminuyendo a medida que aumenta el recorrido. El nivel continuará disminuyendo desde el primero a los restantes, aunque la cantidad de agua entrante sea igual a la que sale y cuanto más caudal circule, mayores p. c. se producirán y mayor será la diferencia de nivel en los recipientes.

Por lo tanto, al circular el agua se produce una pérdida de presión, que solo se puede atribuir al rozamiento del agua con las paredes de los recipientes y si se pone un obstáculo en su recorrido, las p. c. son todavía mayores.

Conclusiones:

1ª.- A igual caudal, las p. c. aumentan cuanto menor sea el diámetro de la tubería.

2ª.- A igual diámetro, las p. c. aumentan cuanto más caudal pasa por las tuberías.

.- A igual caudal y diámetro, las p. c. aumentan cuantos más obstáculos se instalen en las tuberías.

4ª.- Las p. c. aumentan cuando la tubería va hacia arriba y disminuyen cuando va hacia abajo, por gravedad.

Ejemplo:

Para un caudal y diámetro determinado, se prevé unas p.c. máximas del 4%.

1º.- Si la presión inicial es de 12 m.c.a. ¿Cuál será la mínima permitida al final de la tubería de 135 m?

PI (presión inicial) = 12 m.c.a.

% p. c. = 4% $\equiv$ 4 m.c.a./100 mL (metros lineales de tubería)

$$p.c. = \frac{4 \text{ m.c.a.} \times 135 \text{ m}}{100 \text{ m}} = 5,4 \text{ m.c.a.}$$

P.F. (presión final) = P.I. – p. c. = 12 m.c.a. – 5,4 m.c.a. = **6,6 m.c.a.**

2ª.- ¿Cuál tendría que ser la P.I., si la P.F. tuviera que ser 10 m.c.a.?

P.F. = 10 m.c.a.

p.c. = 5,4 m.c.a. calculado anteriormente

P.I. = P.F. + p. c. = 10 m.c.a. + 5,4 m.c.a. = **15,4 m.c.a.**

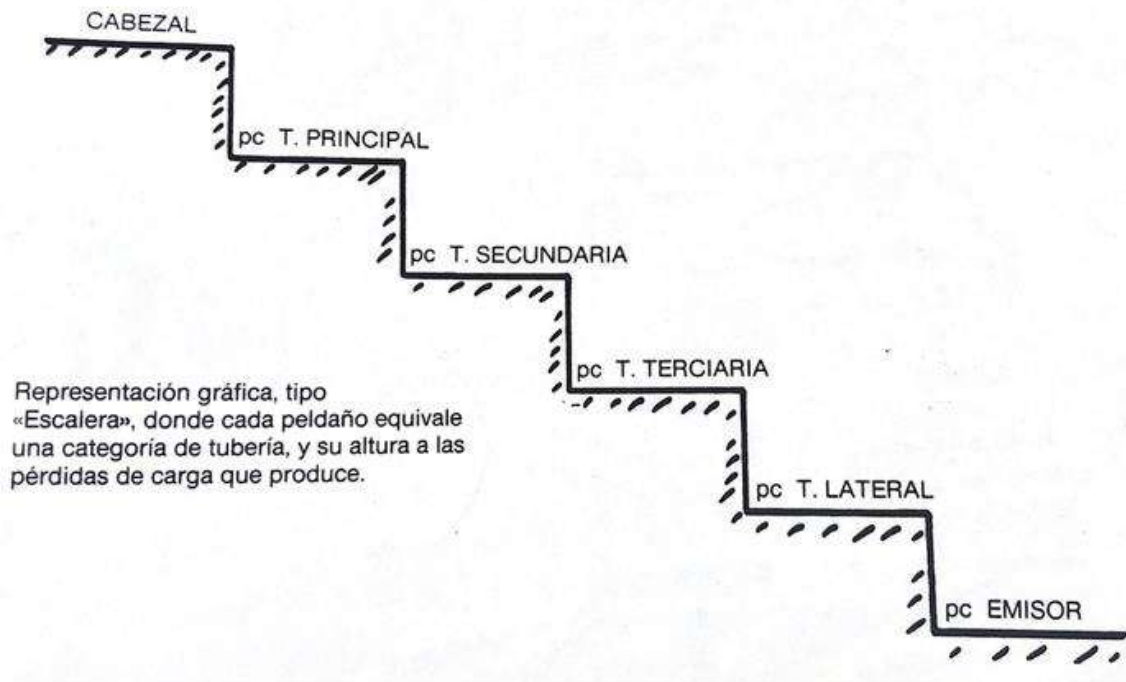
IMPORTANCIA DE LA PRESIÓN EN LA RED

En los riegos a presión, su importancia es básica, por lo que todos los cálculos tienen como fin el que sea la conveniente y se mantenga hasta llegar al emisor.

Debido a ese interés inicial, se produjeron errores de interpretación en los cursos de Capacitación en las clases de hidráulica de Hinojosa del Duque.

Afortunadamente los ejemplos eran muy sencillos y los errores no fueron importantes en los que se ha caído al inicio de esta técnica, hasta que en uno de los Cursos realizado en el Centro de Capacitación de Elche (Alicante) o Carcagente (Valencia), con los alumnos se adaptó el modelo “**escalera de**

presión", donde cada peldaño equivale a una clase de tubería con su p. c. correspondiente. es decir, las que son de la misma categoría, aunque sean varias, no suman presión si están en el mismo peldaño.



Los cálculos se inician desde la "lateral" más desfavorecida, lo mismo que ocurre cuando subimos por una escalera, empezamos por el peldaño inferior.

Dicho esto, vamos a interpretar la red de una explotación muy compleja, donde hayan diferentes clases de tuberías :

1º.- Los emisores precisan de una presión de trabajo con el agua entrante, tanto el 1º como el último de la tubería portaemisores o "lateral", que le provoca la aspersión, que equivale a la altura del peldaño inferior.

2º.- A la entrada de la "lateral", debe haber una presión igual a la suma de la nominal del aspersor + las p. c. propias de la lateral.

$$PI = Pn + HI$$

PI = presión "lateral"

Pn = presión nominal del gotero (+ p.c. de su tubería)

HI = p. c. de la "lateral"

Si nos fijamos en el dibujo, cada peldaño tiene la presión adecuada para compensar las p. c. anteriores + las propias. El de más abajo tiene la presión nominal o de trabajo recomendada para ese emisor. La altura del escalón viene a representar las p. c. necesarias de agua en las tuberías.

El peldaño superior siguiente corresponde a la tubería “terciaria” y tiene la presión del anterior + la correspondiente a las p. c. suyas y así sucesivamente.

A medida que “subimos”, el agua en cada tubería tiene la presión de todas las p. c. anteriores, incluyendo la nominal del aspensor + las p. c. de su tubería

PL (presión inicial de la “lateral” a la entrada de la tubería) = $P_n + H_L$

P_n = presión nominal o de trabajo del aspensor + las p. c. propias

H_L = p. c. de la tubería “lateral” inferior más larga o más desfavorecida.

3ª.- A la entrada de la “terciaria”, la presión tiene que ser la calculada en la anterior + las p. c. de la propia “terciaria”.

P_t (presión a la entrada de la “terciaria”) = $PL + H_t = P_n + H_L + H_t$

H_t = p. c. de la terciaria más desfavorecida

4ª.- Siguiendo el mismo razonamiento, a la entrada de la tubería “secundaria”, la presión sería la de la “terciaria” (P_t) + las p. c. previstas en la “secundaria”

P_s (presión a la entrada de la “secundaria”) = $P_t + H_s = P_n + H_L + H_t + H_s$

H_s = p.c. de la “secundaria” más desfavorecida.

En las instalaciones de grandes fincas, donde puede haber varias tuberías de distinta categoría, se seguiría el mismo razonamiento, alargando más los “peldaños”, hasta llegar a la “principal”, donde al inicio de la red, la presión en cabeza sería:

$$P_r = P_p = P_s + H_p \equiv \sum P_{tb.} + P_n$$

P_r = presión en red

P_p = presión en cabeza de tubería principal

H_p = p. c. tubería principal

$\sum P_{tb.}$ = Suma de las p. c. de todas las categorías de las tuberías.

Y al final:

$$P_r = H_p + H_s + H_t + H_L + P_n$$

La presión a la entrada de la red tiene que ser igual a la presión nominal del aspersor + sumatorio de las p. c., es decir, la suma de las p. c. de cada una de las categorías de tuberías de la red, hasta llegar a los aspersores + Pn
En las tuberías de la misma categoría no suman presiones. Para diferenciarlas tienen que tener una entrada y una salida y en el esquema con distinto nivel.

Como el PE y el PVC son los materiales más utilizados, las tuberías tienen que tener una presión nominal (PN) igual o superior a 0,6 MPa, para que resistan la presión de trabajo. Normalmente los diámetros de las tuberías se indican por su diámetro nominal (DN), que en las de material plástico incluye el grosor de las paredes de la tubería. En los cálculos de toda clase de tuberías siempre se refiere al diámetro interior (DI), es decir, sin incluir el grosor de sus paredes.

NOMENCLATURA DE UNA INSTALACIÓN ELEMENTAL

Los componentes necesarios en toda instalación de riego a presión se agrupan según el esquema:

Cabezal.- Comprende el grupo motobomba, básico en todo riego a presión, si no es comunitario.

-Filtros, válvulas, manómetros y tuberías de conexión.

Tuberías de conducción.- Según categoría de la instalación:

- Tubería **principal.**- A la salida del cabezal.
- Tuberías **secundarias.**- Conectada a la tubería principal y termina en la de distribución. Pudiendo haber varias categorías

Tuberías de distribución.

- Tubería **terciaria.**- La que sale de la secundaria y conecta con las porta-emisores.
- Tuberías **laterales** o porta-emisores. La que lleva conectados los aspersores.
- **Emisores.**- Goteros y Aspersores de agua a presión

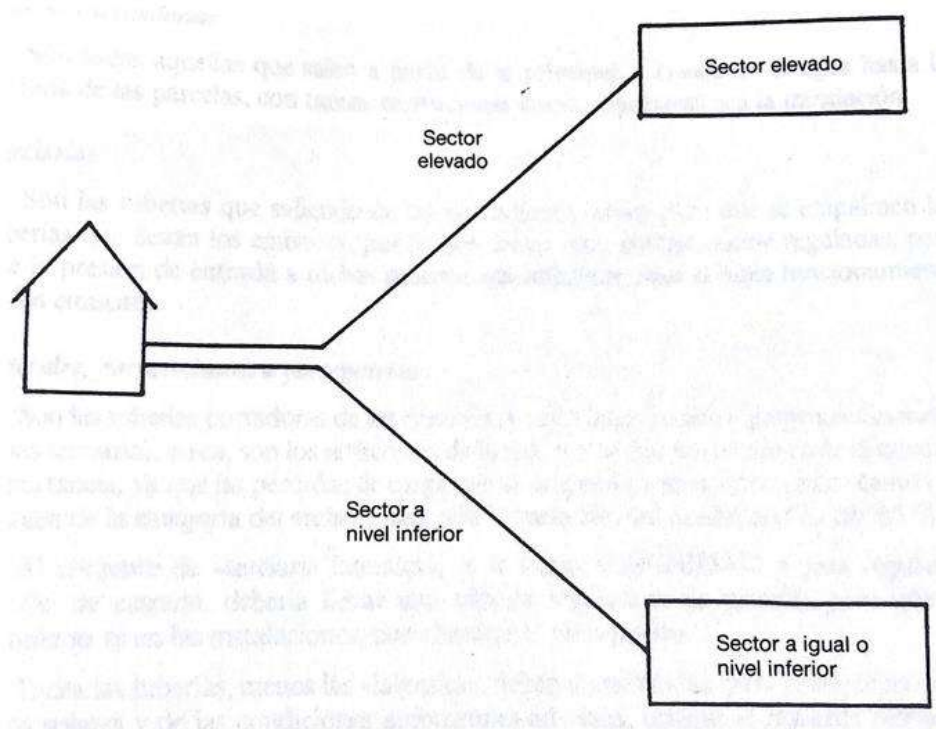
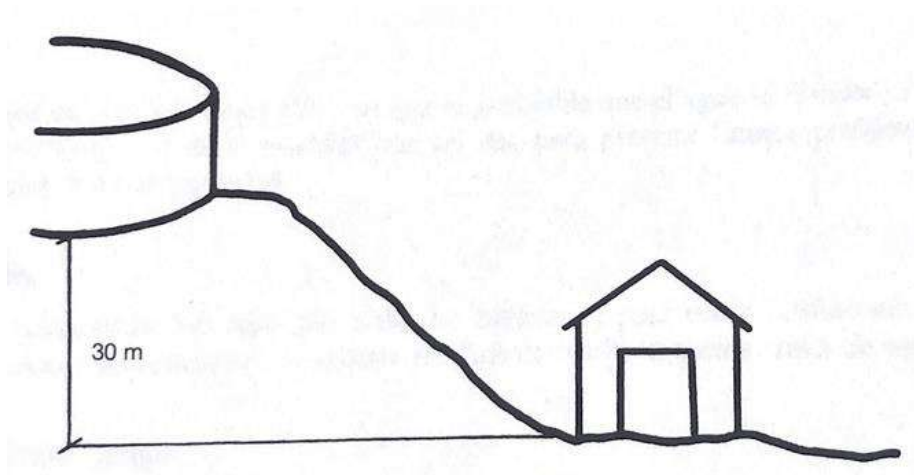
Equipo de control.- Válvulas, reguladores de presión.

Varios.- Conexiones, codos, etc.

En parcelas pequeñas la instalación se limita a un cabezal, tubería principal y tubería porta-emisores, con las conexiones, válvulas y manómetros necesarios.

Instalación del cabezal

Conviene situarlo en el punto más alto, para aprovechar la ventaja de las diferencias de nivel y mejorar la uniformidad del riego. Según la topografía, cuando existen zonas de distinto nivel, se pueden instalar sectores de riego aprovechando esas pendientes, con lo que se ahorra en consumo de energía.



Normalmente se instala a la entrada del agua o “hidrante”, adosado a la balsa o aprovechando el peor terreno. También puede ubicarse en el centro de la explotación, para hacer una distribución radial.

Instalación de la red

Actualmente el material más utilizado es el P.E. y el PVC que reúnen todas las ventajas: fácil de transportar, resistente a la presión y buen precio.

Es conveniente enterrar las tuberías de PVC, para protegerlas de los rayos U.V. (ultravioleta) y de las condiciones ambientales adversas, aunque se indique en su fabricación que está protegido.

En la tabla adjunta se indican las profundidades y medidas de zanja, según diámetro nominal.

Tabla nº 17

D. N. de la tubería (mm)	Profundidad zanja (cm.)	Anchura zanja (cm)
Hasta 32	55	45
40	55	45
50	65	45
63	65	50
75	70	55
90	70	55
110	70	60
125	70	60
140	75	60
160	75	70
180	75	70
200	80	70
225	80	75
250	80	75

Las “laterales” o tuberías porta-emisores, deberán instalarse perpendicular a la máxima pendiente y para ello las demás se instalarán de forma que facilite esta condición, siendo preferible que vayan hacia abajo.