



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**“SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO POR GOTEO A
TRAVÉS DE LA MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA
AMBIENTAL PARA UNA ÁREA DE 10000 m² , PARA LA
EMPRESA ROCHE ROSAS”.**

**RODRÍGUEZ PEÑAFIEL LUCAS GERMÁN
ROSERO CALDERÓN ALEXANDER ESTUARDO**

OBJETIVO GENERAL

Diseño construcción e implementación de un sistema inteligente de riego por goteo, para un área de 10000 m², que permita un ahorro de agua en los procesos de riego y un eficiente riego por planta.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar científicamente sobre mecánica de fluidos, transporte de agua por tubería, caudal, pérdidas, flujo de fluidos y demás.
- Plantear y analizar las posibles alternativas mecánicas – electrónicas para luego seleccionar la que mejor cumpla con los requerimientos del problema.
- Construir e implementar el sistema de riego.
- Diseñar el sistema inteligente de riego por goteo mediante la aplicación de los conceptos teóricos utilizando las normas establecidas.
- Evaluar el Sistema de riego inteligente por goteo, a través de un protocolo de pruebas, demostrando su funcionamiento y a la vez comparar datos obtenidos con los consumos anteriores.

INTRODUCCIÓN

Las exigencias actuales para la exportación de las rosas requieren una calidad estándar en el producto, es por eso que se tiene que optimizar los recursos para lograr el objetivo deseado.

Por estas razones se busca que el riego de las rosas sea el más óptimo posible ya que esto se ve reflejado en la producción y calidad.

El Sistema de riego automatizado también tiene la finalidad de tener un sistema confiable que riegue automáticamente con un monitoreo de temperatura y a una hora adecuada, con estas lecturas un PLC controlará once electroválvulas que están distribuidas en la florícola, cada una de las electroválvulas controlan el riego en un sector que tiene la forma de la distribución de mangueras de una H distribuida.

El presente documento detalla la investigación, diseño e implementación del sistema mencionado anteriormente sumando la parte mecánica, electrónica y eléctrica en forma conjunta para el buen funcionamiento.

MÉTODOS DE RIEGO

RIEGO DE DUCHA

El riego por ducha es un riego que va dirigida a la zona del suelo y a la planta, utiliza un diseño hidráulico simple ya que la ducha está conectada directamente a una manguera que se comunica con la bomba, el suministro del hidrante depende del volumen de agua que se aplicará y el tiempo de riego de acuerdo al aforo realizado (Lts/cama). Para realizar este proceso se debe saber cuánto es el caudal del suministro del hidrante y el número de camas que se va a regar en un día.

RIEGO POR MICRO-ASPERSIÓN

Riego por micro-aspersión se denomina a una variante del riego por aspersión, del tipo de riego localizado, pues la lluvia va dirigida hacia la zona de suelo cercana a la planta, ocupada por las raíces, utiliza tubos y aspersores con el mismo diseño hidráulico que el riego por goteo, el sistema se basa en el riego árbol por árbol, en forma de pequeña lluvia, formando un círculo mojado en la zona ocupada por las raíces, en éste sistema de riego localizado los goteros han sido reemplazados por microaspersores, que se colocan en la tubería terciaria, junto a la planta.

RIEGO POR GOTEO

El riego por goteo igualmente conocido como riego gota a gota, es un sistema de irrigación que consiste en proporcionar agua justo al pie de cada planta, en la zona de influencia de las raíces, por medio de un sistema de válvulas, tuberías y emisores. Este sistema permite que las plantas reciban el agua suficiente para que se desarrollen de manera óptima. Ha sido uno de los grandes avances en la agricultura, debido a que permite la utilización controlada del agua, sin desperdiciarla.

Para estos sistemas de riego se debe conocer las características técnicas de su emisor, en lo que se refiere a caudal (Lts/hora) y presión de operación (PSI) también se debe definir la presión de operación de su emisor y de su válvula o registro de control en el módulo de riego, según carta técnica o recomendación de su compañía de riego.

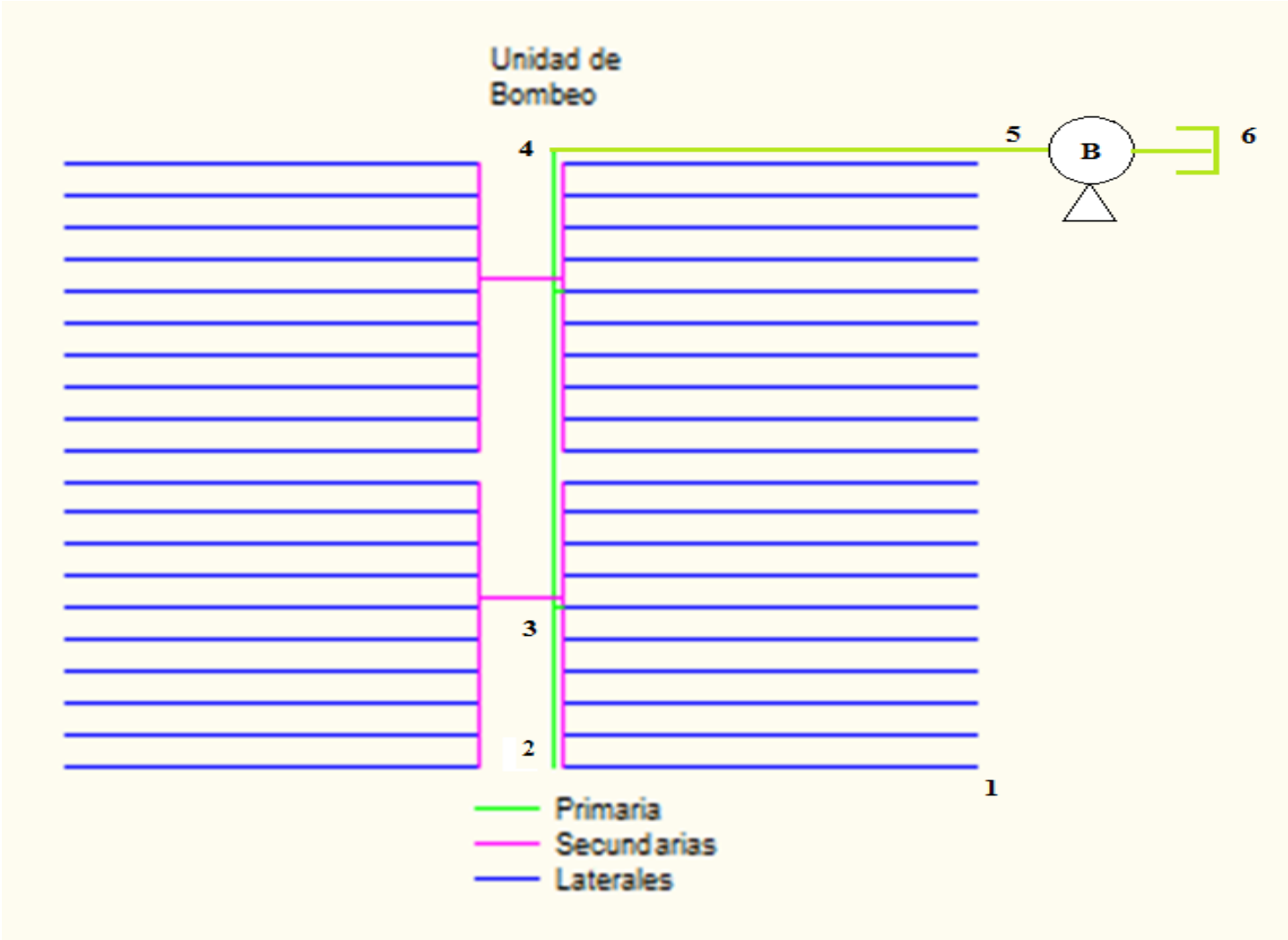
AGUAS LLUVIAS

Este tipo de riego es considerado como otra alternativa, su baja salinidad y buena calidad agronómica, permite ahorrar aguas subterráneas y de corrientes superficiales limitando su uso.

Para poder beneficiarse de este tipo de riego es importante diseñar estructuras de drenaje para captación y transporte de aguas lluvias. Además puede ser mezclada con otras aguas de poca calidad para mejorarla y ser aprovechada en el riego.

Es importante mantener un registro de aguas lluvia a través de un medidor de precipitación para calcular la intensidad y frecuencia de las mismas, manteniendo datos que permitan prevenir eventos futuros o establecer otras alternativas de riego en caso de que el agua de lluvia sea escasa.

SISTEMA HIDRÁULICO



| Código de Color y L/h | Diámetro (mm)/ Espesor de Pared (mil) | Tasa de Flujo Nominal (L/h)* | Diámetro Interno (mm) | Espesor de Pared (mil) (mm) | Variación de flujo ±5% | | | | | EU 90% ** | | | | | |
|-----------------------|--|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------------|------|------|------|------|----------------------------------|------|------|------|------|-----|
| | | | | | Espaciamiento entre Emisores (m) | | | | | Espaciamiento entre Emisores (m) | | | | | |
| | | | | | 0.20 | 0.30 | 0.50 | 0.75 | 1.00 | 0.20 | 0.30 | 0.50 | 0.75 | 1.00 | |
| Rosa; 0.70 | 12/25 | 0.75 | 10.4 | 35 | 0.65 | 50 | 70 | 104 | 140 | 173 | 80 | 111 | 165 | 222 | 272 |
| | 12/35 | 0.70 | 10.4 | 35 | 0.90 | 52 | 72 | 107 | 144 | 176 | 82 | 114 | 169 | 228 | 279 |
| Grís; 1.0 | 12/25 | 1.00 | 10.4 | 25 | 0.65 | 43 | 60 | 89 | 120 | 147 | 68 | 94 | 140 | 189 | 232 |
| | 12/35 | 0.90 | 10.4 | 35 | 0.90 | 44 | 61 | 91 | 122 | 150 | 69 | 96 | 143 | 193 | 237 |
| Verde; 2.0 | 12/25 | 2.20 | 10.4 | 25 | 0.65 | 24 | 34 | 51 | 68 | 84 | 40 | 56 | 83 | 112 | 137 |
| | 12/35 | 2.20 | 10.4 | 35 | 0.90 | 24 | 34 | 51 | 68 | 84 | 40 | 56 | 84 | 113 | 138 |
| Amarillo; 3.0 | 12/25 | 3.00 | 10.4 | 25 | 0.65 | 20 | 28 | 42 | 56 | 69 | 32 | 45 | 68 | 92 | 112 |
| | 12/35 | 2.90 | 10.4 | 35 | 0.90 | 20 | 28 | 42 | 56 | 69 | 33 | 46 | 68 | 92 | 113 |
| Grís; 1.0 | 16/35 | 1.10 | 13.8 | 35 | 0.90 | 70 | 96 | 141 | 188 | 230 | 110 | 151 | 222 | 297 | 363 |
| | 16/40 | 1.00 | 13.8 | 40 | 1.00 | 72 | 100 | 146 | 196 | 239 | 114 | 157 | 231 | 308 | 377 |
| | 16/45 | 1.00 | 13.8 | 45 | 1.10 | 73 | 100 | 147 | 197 | 240 | 115 | 158 | 233 | 311 | 380 |
| Violeta; 1.6 | 16/35 | 1.80 | 13.8 | 35 | 0.90 | 49 | 68 | 101 | 134 | 164 | 78 | 108 | 159 | 212 | 259 |
| | 16/40 | 1.60 | 13.8 | 40 | 1.00 | 53 | 73 | 108 | 144 | 176 | 84 | 116 | 170 | 227 | 278 |
| | 16/45 | 1.50 | 13.8 | 45 | 1.10 | 55 | 76 | 112 | 150 | 183 | 87 | 120 | 177 | 236 | 289 |
| Verde; 2.0 | 16/35 | 2.20 | 13.8 | 35 | 0.90 | 43 | 59 | 87 | 116 | 142 | 68 | 93 | 138 | 184 | 225 |
| | 16/40 | 2.05 | 13.8 | 40 | 1.00 | 45 | 62 | 92 | 123 | 150 | 71 | 98 | 145 | 194 | 237 |
| | 16/45 | 2.00 | 13.8 | 45 | 1.10 | 47 | 65 | 95 | 127 | 155 | 73 | 101 | 149 | 200 | 244 |
| Blanco; 4.0 | 16/35 | 4.10 | 13.8 | 35 | 0.90 | 29 | 40 | 58 | 78 | 95 | 45 | 62 | 92 | 123 | 151 |
| | 16/40 | 3.90 | 13.8 | 40 | 1.00 | 30 | 41 | 61 | 81 | 99 | 45 | 62 | 92 | 123 | 151 |
| | 16/45 | 3.80 | 13.8 | 45 | 1.10 | 31 | 43 | 63 | 84 | 103 | 48 | 67 | 99 | 132 | 162 |
| Azul; 8.0 | 16/35 | 8.00 | 13.8 | 35 | 0.90 | 19 | 26 | 39 | 52 | 63 | 30 | 41 | 56 | 77 | 100 |
| | 16/45 | 7.90 | 13.8 | 45 | 1.10 | 19 | 26 | 38 | 51 | 62 | 29 | 41 | 56 | 77 | 99 |
| Grís; 1.2 | 20/40 | 1.20 | 17.6 | 40 | 1.00 | 98 | 133 | 194 | 257 | 312 | 154 | 210 | 305 | 405 | 493 |
| | 20/45 | 1.17 | 17.6 | 45 | 1.10 | 100 | 136 | 198 | 262 | 319 | 157 | 214 | 311 | 413 | 503 |
| Verde; 2.0 | 20/40 | 2.24 | 17.6 | 40 | 1.00 | 63 | 86 | 126 | 167 | 203 | 100 | 137 | 199 | 264 | 322 |
| | 20/45 | 2.15 | 17.6 | 45 | 1.10 | 67 | 92 | 133 | 177 | 216 | 108 | 147 | 215 | 287 | 350 |
| Blanco; 4.0 | 20/40 | 4.00 | 17.6 | 40 | 1.00 | 47 | 65 | 94 | 125 | 153 | 74 | 101 | 148 | 197 | 240 |
| | 20/45 | 3.90 | 17.6 | 45 | 1.10 | 47 | 64 | 94 | 125 | 152 | 74 | 102 | 149 | 197 | 241 |

| Nombre gotero | Fabricante | Fórmula de gasto |
|--------------------------|---------------------|-----------------------------|
| IT-N Interlínea | Marbroer | $Q=3,95558xP^{0,454087}$ |
| IT-S Interlínea | Marbroer | $Q=3,36957xP^{0,484893}$ |
| MB Escobar GE3 | Marbroer | $Q=3,19962xP^{-0,0745321}$ |
| MB Escobar GAE3 | Marbroer | $Q=2,96746xP^{-0,0362502}$ |
| Interlínea 16 | Amacom | $Q=3,21973xP^{0,498309}$ |
| Interlínea 12 | Amacom | $Q=3,26627xP^{0,521201}$ |
| Hydroool | John Deere | $Q=2,96926xP^{0,490086}$ |
| Hydro-PC | John Deere | $Q=3,74919xP^{-0,00899392}$ |
| NYA | Prima-Ram | $Q=3,48498xP^{0,535236}$ |
| Interlínea 16 | Hidroten | $Q=3,79157xP^{0,513929}$ |
| Interlínea desmontable | Hidroten | $Q=4,02549xP^{0,528695}$ |
| Pinchado desmontable | Hidroten | $Q=4,17937xP^{0,508763}$ |
| Pinchado autocompensante | Hidroten | $Q=4,36964xP^{0,121575}$ |
| Cónico desmontable | Hidroten | $Q=3,75943xP^{0,430399}$ |
| Interlínea 12 | Hidroten | $Q=3,22552xP^{0,487763}$ |
| AmnomDrip | NaanDanJain Ibérica | $Q=1,99524xP^{0,0276302}$ |
| Interlínea 16 | NaanDanJain Ibérica | $Q=3,60934xP^{0,463382}$ |
| Jain Emitter | NaanDanJain Ibérica | $Q=4,2358xP^{0,482271}$ |
| J-Turboline | NaanDanJain Ibérica | $Q=3,06543xP^{0,474679}$ |

PRESIONES DE FUNCIONAMIENTO

Presión de trabajo: 1.0 bar

Presión en la entrada de la línea de goteo: 1.2 bar

$$1 \text{ bar} * \frac{10.2 \text{ m. c. a}}{1 \text{ bar}} = 10.2 \text{ m. c. a.}$$

$$1.2 \text{ bar} * \frac{10.2 \text{ m. c. a}}{1 \text{ bar}} = 12.24 \text{ m. c. a.}$$

FÓRMULA DE GASTO DE GOTERO

$$q = K \times h^x = 2.96 \times h^{0,49}$$

q=caudal del emisor en L/h

x=coeficiente del emisor

h=presión de entrada del emisor en m.c.a.

$$q = 2.96 \times (1.2 * 10.2)^{0,49} = 1.1 \frac{\text{L}}{\text{h}}$$

Datos:

- D = Diámetros de los portagoteros = 13.8 mm
- n = número de goteros = 137 gotero
- L = longitud del lateral = 41 m
- Le = longitud equivalente de los goteros = 0.3 m
- qa = caudal nominal del gotero = $1.10 \frac{L}{h}$
- h = Presión en la entrada de la línea de goteo = 12.24
- x= exponente de descarga para el gotero Hydrogol es de 0.49.
- F: factor de Christiansen F es el coeficiente de Christiansen, depende del número de emisores del ramal (n = 137), del tipo de tubería (tuberías de polietileno, m = 1,75).

| n | Exponente m | | | | | |
|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 1.75 | 1.8 | 1.85 | 1.9 | 2 |
| 1 | 1.000 | 1.008 | 1.006 | 1.005 | 1.003 | 1.000 |
| 2 | 0.750 | 0.650 | 0.644 | 0.639 | 0.634 | 0.625 |
| 3 | 0.667 | 0.546 | 0.540 | 0.535 | 0.529 | 0.519 |
| 4 | 0.625 | 0.498 | 0.491 | 0.485 | 0.480 | 0.469 |
| 5 | 0.600 | 0.469 | 0.463 | 0.457 | 0.451 | 0.440 |
| 6 | 0.583 | 0.451 | 0.445 | 0.438 | 0.433 | 0.421 |
| 7 | 0.571 | 0.438 | 0.432 | 0.425 | 0.419 | 0.408 |
| 8 | 0.563 | 0.428 | 0.422 | 0.416 | 0.410 | 0.398 |
| 9 | 0.556 | 0.421 | 0.415 | 0.408 | 0.402 | 0.391 |
| 10 | 0.550 | 0.415 | 0.409 | 0.402 | 0.396 | 0.385 |
| 11 | 0.545 | 0.410 | 0.404 | 0.398 | 0.392 | 0.380 |
| 12 | 0.542 | 0.406 | 0.400 | 0.394 | 0.388 | 0.376 |
| 13 | 0.538 | 0.403 | 0.396 | 0.390 | 0.384 | 0.373 |
| 14 | 0.536 | 0.400 | 0.394 | 0.387 | 0.381 | 0.370 |
| 15 | 0.533 | 0.398 | 0.391 | 0.385 | 0.379 | 0.367 |
| 16 | 0.531 | 0.395 | 0.389 | 0.383 | 0.377 | 0.365 |
| 17 | 0.529 | 0.394 | 0.387 | 0.381 | 0.375 | 0.363 |
| 18 | 0.528 | 0.392 | 0.385 | 0.379 | 0.373 | 0.362 |
| 19 | 0.526 | 0.390 | 0.384 | 0.378 | 0.372 | 0.360 |
| 20 | 0.525 | 0.389 | 0.383 | 0.376 | 0.370 | 0.359 |
| 22 | 0.523 | 0.387 | 0.380 | 0.374 | 0.368 | 0.356 |
| 24 | 0.521 | 0.385 | 0.378 | 0.372 | 0.366 | 0.354 |
| 26 | 0.519 | 0.383 | 0.377 | 0.370 | 0.364 | 0.353 |
| 28 | 0.518 | 0.382 | 0.375 | 0.369 | 0.363 | 0.351 |
| 30 | 0.517 | 0.380 | 0.374 | 0.368 | 0.362 | 0.350 |
| 35 | 0.514 | 0.378 | 0.372 | 0.365 | 0.359 | 0.348 |
| 40 | 0.513 | 0.376 | 0.370 | 0.363 | 0.357 | 0.346 |
| 45 | 0.511 | 0.375 | 0.368 | 0.362 | 0.356 | 0.345 |
| 50 | 0.510 | 0.374 | 0.367 | 0.361 | 0.355 | 0.343 |
| 55 | 0.509 | 0.373 | 0.366 | 0.360 | 0.354 | 0.342 |
| 60 | 0.508 | 0.372 | 0.366 | 0.359 | 0.353 | 0.342 |
| 70 | 0.507 | 0.371 | 0.364 | 0.358 | 0.352 | 0.341 |
| 80 | 0.506 | 0.370 | 0.363 | 0.357 | 0.351 | 0.340 |
| 90 | 0.506 | 0.369 | 0.363 | 0.356 | 0.350 | 0.339 |
| 100 | 0.505 | 0.369 | 0.362 | 0.356 | 0.350 | 0.338 |
| 125 | 0.504 | 0.368 | 0.361 | 0.355 | 0.349 | 0.337 |
| 150 | 0.503 | 0.367 | 0.360 | 0.354 | 0.348 | 0.337 |
| 200 | 0.503 | 0.366 | 0.360 | 0.353 | 0.347 | 0.336 |
| 250 | 0.502 | 0.366 | 0.359 | 0.353 | 0.347 | 0.335 |
| 300 | 0.502 | 0.365 | 0.359 | 0.353 | 0.346 | 0.335 |
| ∞ | 0.500 | 0.364 | 0.357 | 0.351 | 0.345 | 0.333 |

PÉRDIDAS LATERAL

$$Q = n * q_a$$

Caudal del lateral

$$Q = 137 * 1.10 \frac{L}{h} = 150.7 \frac{L}{h}$$

$$L_f = L + (n * L_e)$$

Longitud ficticia lateral

$$L_f = 41m + (137 * 0.3m)$$

$$h_f = 0.465 * Q^{1.75} * D^{-4.75} * L_f * F$$

Pérdida de carga en la tuberías

$$h_f = 0.35 \text{ m.c.a.}$$

Pérdidas por cargas admisibles en el ramal:

○ $h_a = \frac{0.055}{x} * h = \frac{0.055}{0.49} * 12.24 = 1.37$ Pérdidas de carga admisibles

Las pérdidas de carga son menores a las cargas admisibles.

$0.35 < 1.37$ Entonces el gotero Hydrogol 16/13.8 está bien seleccionado.

Presión en el origen del Lateral

$$P_0 = P_m + 0.73h_f$$

P_0 = Presión en el origen del lateral

P_m = Presión de trabajo del gotero

h_f = Pérdida de la carga en el lateral

$$P_0 = 10.2 \text{ m. c. a.} + 0.73(0.35 \text{ m. c. a.})$$

$P_0 = 10.45 \text{ m. c. a.}$ Presión de origen lateral

Esta es la presión en el punto 2

SELECCIÓN DE MANGUERAS DEL SECUNDARIO Y PRIMARIAS

Datos:

Número de goteros = 8031

caudal nominal del gotero = $1.10 \frac{L}{h}$

$$Q = 1.10 \frac{L}{h} * 8031 \text{goteros} = 8834,1 \frac{L}{h} * \frac{1h}{3600s} = 2.45 \frac{L}{s}$$

Perda de carga em tubulação comum de água

Algarismos superiores indicam a velocidade da água em m/s.

Algarismos inferiores indicam perda de carga em metros por 100 metros de tubulação reta.

| Quantidade de água | | | Perda de carga em tubulação comum de água | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|-----------|--|-------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|
| m3/h | litros/min. | tros/seg. | Diâmetro nominal da tubulação em polegadas e diâmetro interno [mm] | | | | | | | | | | | |
| | | | 3/4" | 1/2" | 1" | 1 1/4" | 1 1/2" | 2" | 2 1/2" | 3" | 3 1/2" | 4" | 5" | 6" |
| | | | 15,75 | 21,25 | 27,00 | 35,75 | 41,25 | 52,50 | 68,00 | 80,25 | 92,50 | 105,0 | 130,0 | 155,5 |
| 0,6 | 10 | 0,16 | 0,855 9,910 | 0,470 2,407 | 0,292 0,784 | | | | | | | | | |
| 0,9 | 15 | 0,25 | 1,282 20,11 | 0,705 4,862 | 0,438 1,570 | 0,249 0,416 | | | | | | | | |
| 1,2 | 20 | 0,33 | 1,710 33,53 | 0,940 8,035 | 0,584 2,588 | 0,331 0,677 | 0,249 0,346 | | | | | | | |
| 1,5 | 25 | 0,42 | 2,138 49,93 | 1,174 11,91 | 0,730 3,834 | 0,415 1,004 | 0,312 0,510 | | | | | | | |
| 1,8 | 30 | 0,50 | 2,565 69,34 | 1,409 16,50 | 0,876 5,277 | 0,498 1,379 | 0,374 0,700 | 0,231 0,223 | | | | | | |
| 2,1 | 35 | 0,58 | 2,993 91,54 | 1,644 21,75 | 1,022 6,949 | 0,581 1,811 | 0,436 0,914 | 0,269 0,291 | | | | | | |
| 2,4 | 40 | 0,67 | | 1,879 27,66 | 1,168 8,820 | 0,664 2,290 | 0,499 1,160 | 0,308 0,368 | | | | | | |
| 3,0 | 50 | 0,83 | | 2,349 41,40 | 1,460 13,14 | 0,830 3,403 | 0,623 1,719 | 0,385 0,544 | 0,229 0,159 | | | | | |
| 3,6 | 60 | 1,00 | | 2,819 57,74 | 1,751 18,28 | 0,996 4,718 | 0,748 2,375 | 0,462 0,751 | 0,275 0,218 | | | | | |
| 4,2 | 70 | 1,12 | | 3,288 76,49 | 2,043 24,18 | 1,162 6,231 | 0,873 3,132 | 0,539 0,988 | 0,321 0,287 | 0,231 0,131 | | | | |
| 4,8 | 80 | 1,33 | | 3,757 30,87 | 2,335 7,940 | 1,328 3,988 | 0,997 1,254 | 0,616 0,363 | 0,263 0,164 | | | | | |
| 5,4 | 90 | 1,50 | | 4,226 38,30 | 2,627 9,828 | 1,494 4,927 | 1,122 1,551 | 0,693 0,413 | 0,269 0,203 | | | | | |
| 6,0 | 100 | 1,67 | | 4,695 46,49 | 2,919 11,90 | 1,660 5,972 | 1,247 1,875 | 0,770 0,452 | 0,329 0,244 | 0,248 0,124 | | | | |
| 7,5 | 125 | 2,08 | | 5,664 70,41 | 3,649 17,93 | 2,075 8,967 | 1,558 2,802 | 0,962 0,809 | 0,574 0,365 | 0,310 0,185 | 0,241 0,101 | | | |
| 9,0 | 150 | 2,50 | | 6,633 25,11 | 4,427 12,53 | 2,490 3,903 | 2,175 3,903 | 1,154 1,124 | 0,668 0,506 | 0,494 0,256 | 0,372 0,140 | 0,289 0,140 | | |
| 10,5 | 175 | 2,92 | | 7,602 33,32 | 5,400 16,66 | 3,045 5,179 | 2,882 1,488 | 1,347 1,488 | 0,803 0,670 | 0,576 0,434 | 0,434 0,337 | 0,337 0,184 | | |
| 12 | 200 | 3,33 | | 8,571 42,75 | 6,379 21,36 | 3,319 6,624 | 2,493 1,901 | 1,539 0,855 | 0,918 0,659 | 0,659 0,431 | 0,496 0,234 | 0,385 0,234 | 0,251 0,084 | |
| 15 | 250 | 4,17 | | 10,541 64,86 | 7,763 32,32 | 4,149 10,03 | 3,117 2,860 | 1,924 1,282 | 1,147 0,823 | 0,823 0,620 | 0,620 0,481 | 0,481 0,350 | 0,314 0,126 | |
| 18 | 300 | 5,00 | | 12,510 45,52 | 9,375 14,04 | 4,977 4,009 | 3,709 1,792 | 2,309 1,009 | 1,377 0,988 | 0,988 0,744 | 0,744 0,577 | 0,577 0,468 | 0,377 0,175 | 0,263 0,074 |
| 24 | 400 | 6,67 | | 16,680 78,17 | 12,510 17,93 | 6,633 5,179 | 4,987 1,488 | 3,078 1,488 | 1,836 1,317 | 1,317 0,992 | 0,992 0,770 | 0,770 0,628 | 0,502 0,294 | 0,351 0,124 |
| 30 | 500 | 8,33 | | 20,850 36,71 | 16,680 10,40 | 8,906 4,622 | 6,633 1,647 | 4,987 1,240 | 3,078 2,240 | 2,240 1,647 | 1,647 1,240 | 1,240 0,962 | 0,828 0,628 | 0,439 0,187 |
| 36 | 600 | 10,0 | | 25,140 51,84 | 20,850 14,62 | 10,541 6,505 | 7,763 3,261 | 5,400 1,888 | 4,009 1,488 | 3,009 1,155 | 2,240 1,155 | 1,647 0,753 | 1,155 0,526 | 0,614 0,260 |
| 42 | 700 | 11,7 | | 29,530 19,52 | 25,140 8,693 | 12,510 4,356 | 9,375 1,736 | 6,633 1,736 | 4,987 1,317 | 3,679 1,347 | 2,700 1,347 | 2,025 0,879 | 1,425 0,614 | 0,879 0,347 |
| 48 | 800 | 13,3 | | 33,920 25,20 | 29,530 11,18 | 15,075 5,582 | 11,250 1,984 | 8,438 1,540 | 6,094 1,984 | 4,571 1,540 | 3,428 1,005 | 2,571 1,005 | 1,853 0,445 | 1,005 0,445 |
| 54 | 900 | 15,0 | | 38,310 31,51 | 33,920 13,97 | 17,565 6,983 | 13,125 3,762 | 10,088 2,480 | 7,275 1,925 | 5,400 1,616 | 4,050 1,155 | 3,038 0,753 | 2,278 0,526 | 1,425 0,614 |
| 60 | 1000 | 16,7 | | 42,700 38,43 | 38,310 17,06 | 20,025 8,521 | 15,000 2,882 | 11,250 1,736 | 8,438 1,540 | 6,094 1,984 | 4,571 1,540 | 3,428 1,005 | 2,571 1,005 | 1,425 0,445 |
| 75 | 1250 | 20,8 | | 52,090 46,18 | 42,700 22,75 | 25,020 10,40 | 18,750 1,647 | 13,875 1,240 | 10,500 0,962 | 7,875 0,753 | 5,906 0,526 | 4,429 0,260 | 3,322 0,126 | 2,175 0,074 |
| 90 | 1500 | 25,0 | | 61,480 54,86 | 52,090 29,53 | 30,025 12,53 | 22,500 1,984 | 16,625 1,540 | 12,375 1,155 | 9,225 0,753 | 6,875 0,526 | 5,175 0,260 | 3,875 0,126 | 2,475 0,074 |
| 105 | 1750 | 29,2 | | 70,870 62,51 | 61,480 36,71 | 35,025 14,62 | 26,250 1,888 | 19,625 1,488 | 14,625 1,155 | 11,250 0,753 | 8,438 0,526 | 6,322 0,260 | 4,725 0,126 | 3,025 0,074 |
| 120 | 2000 | 33,3 | | 80,260 70,41 | 70,870 44,27 | 40,025 16,66 | 30,000 2,175 | 22,500 1,736 | 17,063 1,317 | 12,875 0,992 | 9,688 0,770 | 7,275 0,628 | 5,400 0,294 | 3,675 0,124 |
| 150 | 2500 | 41,7 | | 100,330 88,17 | 80,260 54,00 | 50,025 20,85 | 37,500 2,490 | 28,125 2,882 | 21,000 3,428 | 15,750 4,571 | 11,813 6,633 | 8,875 3,428 | 6,633 2,571 | 4,425 1,425 |
| 180 | 3000 | 50,0 | | 120,400 105,41 | 90,260 63,79 | 60,025 25,14 | 45,000 2,919 | 33,750 3,649 | 25,500 4,987 | 18,750 6,983 | 13,875 9,910 | 10,375 6,983 | 7,625 4,987 | 5,400 3,675 |
| 240 | 4000 | 66,7 | | 160,540 130,54 | 120,400 78,17 | 80,025 31,51 | 60,000 3,649 | 45,000 5,664 | 33,750 8,035 | 25,500 11,18 | 18,750 15,075 | 13,875 10,088 | 10,375 7,875 | 7,625 5,400 |
| 300 | 5000 | 83,3 | | 200,720 155,54 | 150,540 97,26 | 100,025 37,50 | 75,000 4,427 | 56,250 5,400 | 41,250 6,633 | 30,000 8,438 | 22,500 11,250 | 16,625 8,438 | 12,375 6,094 | 9,225 4,571 |

CÁLCULO DE PÉRDIDAS PARA SECUNDARIOS

Datos

- D = Diámetro de los secundarios = 38.1 mm
- n = número de Laterales = 18
- Longitud secundario= 10.42 (m)
- F : factor de Christiansen F es el coeficiente de Christiansen, depende del número de emisores del ramal ($n = 18$), del tipo de tubería (tuberías de polietileno, $m = 1,75$).

| n | Exponente m | | | | | |
|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 1.75 | 1.8 | 1.85 | 1.9 | 2 |
| 1 | 1.000 | 1.008 | 1.006 | 1.005 | 1.003 | 1.000 |
| 2 | 0.750 | 0.650 | 0.644 | 0.639 | 0.634 | 0.625 |
| 3 | 0.667 | 0.546 | 0.540 | 0.535 | 0.529 | 0.519 |
| 4 | 0.625 | 0.498 | 0.491 | 0.485 | 0.480 | 0.469 |
| 5 | 0.600 | 0.469 | 0.463 | 0.457 | 0.451 | 0.440 |
| 6 | 0.583 | 0.451 | 0.445 | 0.438 | 0.433 | 0.421 |
| 7 | 0.571 | 0.438 | 0.432 | 0.425 | 0.419 | 0.408 |
| 8 | 0.563 | 0.428 | 0.422 | 0.416 | 0.410 | 0.398 |
| 9 | 0.556 | 0.421 | 0.415 | 0.408 | 0.402 | 0.391 |
| 10 | 0.550 | 0.415 | 0.409 | 0.402 | 0.396 | 0.385 |
| 11 | 0.545 | 0.410 | 0.404 | 0.398 | 0.392 | 0.380 |
| 12 | 0.542 | 0.406 | 0.400 | 0.394 | 0.388 | 0.376 |
| 13 | 0.538 | 0.403 | 0.396 | 0.390 | 0.384 | 0.373 |
| 14 | 0.536 | 0.400 | 0.394 | 0.387 | 0.381 | 0.370 |
| 15 | 0.533 | 0.398 | 0.391 | 0.385 | 0.379 | 0.367 |
| 16 | 0.531 | 0.395 | 0.389 | 0.383 | 0.377 | 0.365 |
| 17 | 0.529 | 0.394 | 0.387 | 0.381 | 0.375 | 0.363 |
| 18 | 0.528 | 0.392 | 0.385 | 0.379 | 0.373 | 0.362 |
| 19 | 0.526 | 0.390 | 0.384 | 0.378 | 0.372 | 0.360 |
| 20 | 0.525 | 0.389 | 0.383 | 0.376 | 0.370 | 0.359 |
| 22 | 0.523 | 0.387 | 0.380 | 0.374 | 0.368 | 0.356 |
| 24 | 0.521 | 0.385 | 0.378 | 0.372 | 0.366 | 0.354 |
| 26 | 0.519 | 0.383 | 0.377 | 0.370 | 0.364 | 0.353 |
| 28 | 0.518 | 0.382 | 0.375 | 0.369 | 0.363 | 0.351 |
| 30 | 0.517 | 0.380 | 0.374 | 0.368 | 0.362 | 0.350 |
| 35 | 0.514 | 0.378 | 0.372 | 0.365 | 0.359 | 0.348 |
| 40 | 0.513 | 0.376 | 0.370 | 0.363 | 0.357 | 0.346 |
| 45 | 0.511 | 0.375 | 0.368 | 0.362 | 0.356 | 0.345 |
| 50 | 0.510 | 0.374 | 0.367 | 0.361 | 0.355 | 0.343 |
| 55 | 0.509 | 0.373 | 0.366 | 0.360 | 0.354 | 0.342 |
| 60 | 0.508 | 0.372 | 0.366 | 0.359 | 0.353 | 0.342 |
| 70 | 0.507 | 0.371 | 0.364 | 0.358 | 0.352 | 0.341 |
| 80 | 0.506 | 0.370 | 0.363 | 0.357 | 0.351 | 0.340 |
| 90 | 0.506 | 0.369 | 0.363 | 0.356 | 0.350 | 0.339 |
| 100 | 0.505 | 0.369 | 0.362 | 0.356 | 0.350 | 0.338 |
| 125 | 0.504 | 0.368 | 0.361 | 0.355 | 0.349 | 0.337 |
| 150 | 0.503 | 0.367 | 0.360 | 0.354 | 0.348 | 0.337 |
| 200 | 0.503 | 0.366 | 0.360 | 0.353 | 0.347 | 0.336 |
| 250 | 0.502 | 0.366 | 0.359 | 0.353 | 0.347 | 0.335 |
| 300 | 0.502 | 0.365 | 0.359 | 0.353 | 0.346 | 0.335 |
| ∞ | 0.500 | 0.364 | 0.357 | 0.351 | 0.345 | 0.333 |

$Q = \text{Número de laterales} * \text{Caudal del lateral}$ Caudal secundario

$$Q = 18 * 150.7 \frac{L}{h} = 2712.6 \frac{L}{h}$$

$$L_e = \frac{(0.5 \text{ de cama} + 0.6 \text{ de surco}) * 9}{\text{espacios}} = \frac{9.9}{18} = 0.55\text{m}$$

$$L_f = L + (n * L_e) \quad \text{Longitud ficticia}$$

$$L_f = 10.42 + (18 * 0.55)$$

$$h_f = 0.465 * Q^{1.75} * D^{-4.75} * L_f * F \quad \text{Pérdida de carga en la tubería}$$

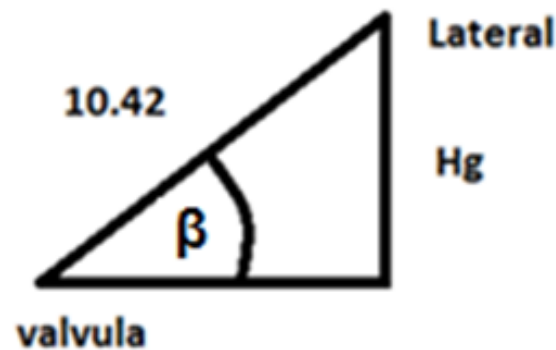
$$h_f = 0.45 \text{ m.c.a.}$$

Desnivel geométrico

$\beta =$ Inclinación del terreno

$$\text{sen } 3.2^\circ = \frac{H_g}{10.42}$$

$$H_g = 0.58 \text{ m}$$



$$P_0 = P_0 + 0.73h_f + \frac{H_g}{2} \quad \text{Presión origen secundario}$$

H_g = desnivel geometrico (signo + cuando es acendente
– cuando es decendente)

P_0 = Presión en el origen secundaria

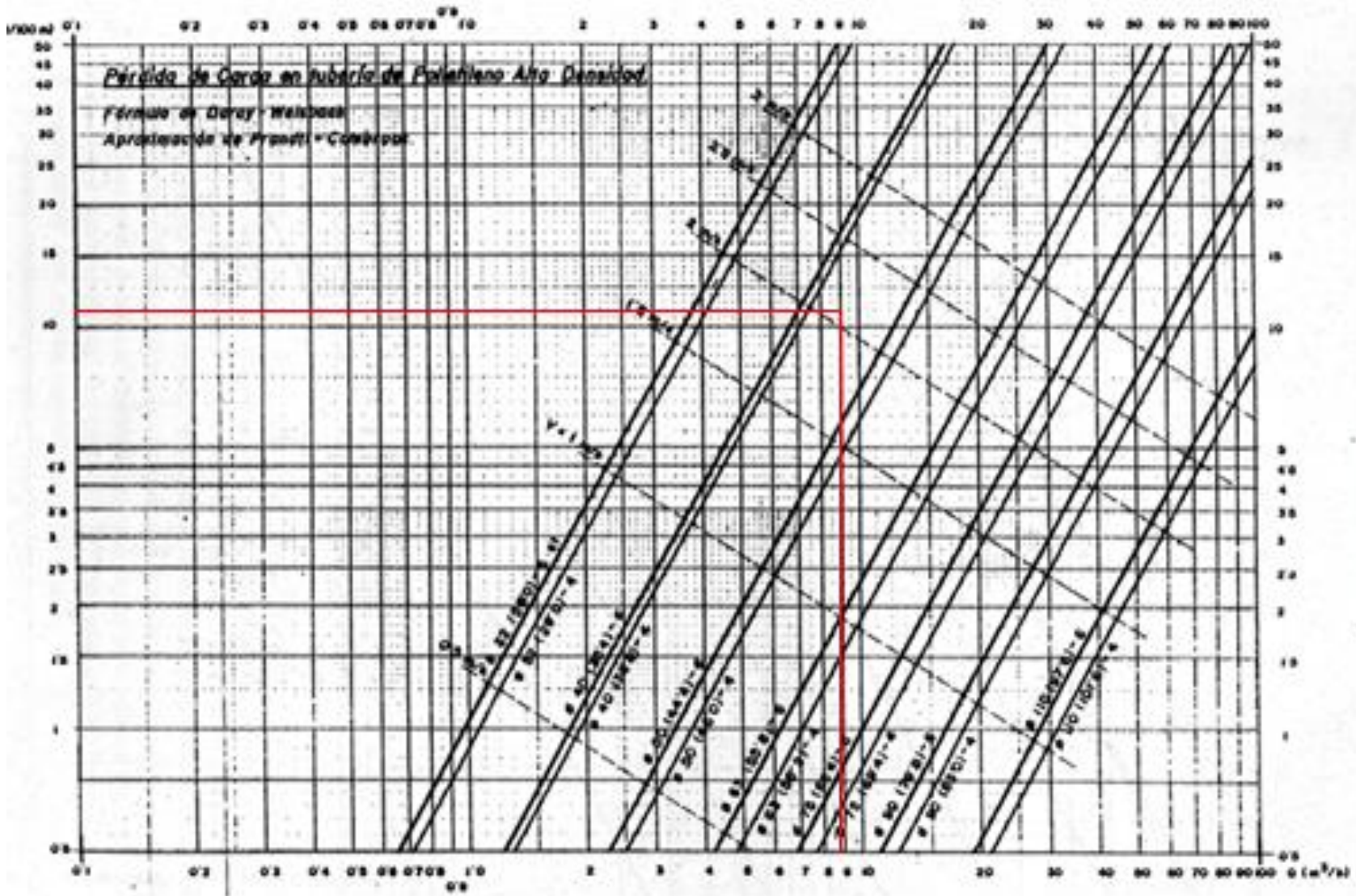
P_0 = Presión en el origen del lateral

h_f = Pérdidas de las cargas en las laterales

$$P_0 = 10.45 \text{ m. c. a.} + 0.73(0.45 \text{ m. c. a.} * 4) + \frac{0.58}{2}$$

$P_0 = 12.05 \text{ m. c. a.}$ Presión en el origen secundaria

Esta es la presión en el punto 3



CÁLCULO DE PÉRDIDAS PARA PRIMARIO

Datos

D = Diámetro de los secundarios = 38.1 mm

J = Pérdidas de carga unitaria = $0.12 \frac{\text{m.c.a.}}{\text{m}}$

$$J = \frac{12.5 \text{ m. c. a.}}{100 \text{ m}}$$

$$J = 0.12 \frac{\text{m. c. a.}}{\text{m}}$$

La longitud ficticia es igual a la longitud real

$$h_f = J * L_f$$

Pérdidas de carga en tuberías.

h_f = Pérdidas por carga

L_f = Longitud

J = Pérdidas de carga unitaria

$$L_f = 147.3 h_f$$

$$h_f = 0.12 \frac{\text{m. c. a.}}{\text{m}} * 147.3 \text{ m}$$

$$h_f = 17.6 \text{ m.c.a}$$

P_o = Presión de origen en la secundaria + h_f

$P_o = 12.05 \text{ m. c. a} + 17,6 \text{ m. c. a}$

$P_o = 29.72 \text{ m. c. a}$

Esta es la presión en el punto 4

SELECCIÓN DE LA BOMBA

Datos

- $2.45 \frac{\text{L}}{\text{s}} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{lt}} = 0.00245 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$
 - Diámetro de la descarga $1 \frac{1}{2}$ pulgadas
 - Diámetro de descarga 2 pulgadas
 - $\gamma = 9.81 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$ Peso específico
 - $\nu = 1.15 * 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ Viscosidad cinemática
- $\varepsilon = \text{rugosidad} = 0.0015\text{mm} * \frac{1\text{m}}{100\text{mm}} = 1.5 * 10^{-6}\text{m}$

VELOCIDADES

SUCCIÓN

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V_S = 1.20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

DESCARGA

$$V_D = 2.14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

| Tipo de servicio | Rango recomendado de velocidad | |
|--------------------|--------------------------------|---------|
| | pie/s | m/s |
| Líneas de succión | 2-4 | 0.6-1.2 |
| Líneas de retorno | 4-13 | 1.5-4 |
| Líneas de descarga | 7-18 | 2-5.5 |

SUCCIÓN

$$N_R = \frac{V_S D}{\nu}$$

$$N_R = 52173.9$$

$$N_R = 52173.9 > 4000 \text{ Turbulento}$$

Número de Reynolds

Si $N_R < 2000$, el flujo es laminar.

Si $N_R > 4000$, el flujo es turbulento.

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7 \left(\frac{D}{\varepsilon} \right) + \frac{5.54}{N_R^{0.9}}} \right) \right]^2}$$

$$f = 0.0205$$

Factor de fricción flujo turbulento

$$h_{LP} = f * \frac{L}{D} * \frac{V_S^2}{2g}$$

$$h_{LPS} = 0.346m$$

Ecuación de Darcy

Este cálculo esta entre el punto 5 - 6.

Descarga

$$N_R = \frac{V_D D}{\nu}$$

$$N_R = 70713$$

$$N_R = 70713 > 4000$$

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7 \left(\frac{D}{\varepsilon} \right) + N_R^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$f = 0.019$$

$$h_{LPD} = f * \frac{L}{D} * \frac{V_S^2}{2g}$$

$$h_{LPD} = 2.66 \text{ m}$$

Este cálculo esta entre el punto 4 - 5.

$$h_{LPTOTAL} = 29.72 \text{ m} + 0.346\text{m} + 2.66\text{m} = 32.72 \text{ m}$$

Número de Reynolds

Si $N_R < 2000$, el flujo es laminar.

Si $N_R > 4000$, el flujo es turbulento.

Factor de fricción flujo turbulento

Ecuación de Darcy

PÉRDIDAS EN ACCESORIOS

| Tipo | Longitud equivalente en diámetros de tubería Le/D |
|--|---|
| Válvula de globo—abierta por completo | 340 |
| Válvula de ángulo—abierta por completo | 150 |
| Válvula de compuerta—abierta por completo | 8 |
| ¾ abierta | 35 |
| ½ abierta | 160 |
| ¼ abierta | 900 |
| Válvula de verificación—tipo giratorio | 100 |
| Válvula de verificación—tipo bola | 150 |
| Válvula de mariposa—abierta por completo, 2 a 8 pulg | 45 |
| 10 a 14 pulg | 35 |
| 16 a 24 pulg | 25 |
| Válvula de pie—tipo disco de vástago | 420 |
| Válvula de pie—tipo disco de bisagra | 75 |
| Codo estándar a 90° | 30 |
| Codo a 90° de radio largo | 20 |
| Codo roscado a 90° | 50 |
| Codo estándar a 45° | 16 |
| Codo roscado a 45° | 26 |
| Te estándar—con flujo directo | 20 |
| con flujo en el ramal | 60 |

SUCCIÓN

$$h_{LS} = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Ecuación de pérdidas por accesorios

○ Entrada

$$K = 1$$

$$h_{LS} = 0.07$$

○ Válvula de pie

$$K = \left(\frac{L_{eq}}{D} \right) * f$$

$$K = 8.61$$

$$h_{LS} = 0.63$$

$$h_{LSS} = \mathbf{0.7m}$$

DESCARGA

○ T (tramo)

$$K = 0.38$$

$$h_{LS} = 0.088\text{m}$$

Hay 2 T por tramo

$$h_{LS} = 0.177\text{m}$$

○ T (ramal)

$$K = 1.14$$

$$h_{LS} = 0.26\text{m}$$

Hay 5 T por ramal

$$h_{LS} = 1.33\text{m}$$

○ Codos 90°

$$K = 0.57$$

$$h_{LS} = 0.13\text{m}$$

Hay 5 codos 90°

$$h_{LS} = 0.66\text{m}$$

- **Válvula de bola**

$$K = 6.46$$

$$h_{LS} = 1.5\text{m}$$

- **Válvula de Compuerta**

$$K = 0.15$$

$$h_{LS} = 0.03\text{m}$$

- **Filtro**

$$h_{LS} = 1.16\text{m}$$

- **Reducción Gradual**

$$K = 0.39$$

$$h_{LS} = 0.09\text{m}$$

$$h_{LPTOTAL} = 5.64\text{m}$$

$$h_{LTOTAL} = h_{LSTOTAL} + h_{LPTOTAL}$$

$$h_{LTOTAL} = 32.072\text{m} + 5.64\text{m}$$

$$h_{LTOTAL} = 37.71\text{ m}$$

$$P_1 = 42 \text{ Psi} * \frac{6.89 \text{ KPa}}{1 \text{ Psi}} = \mathbf{289.38 \text{ KPa}}$$

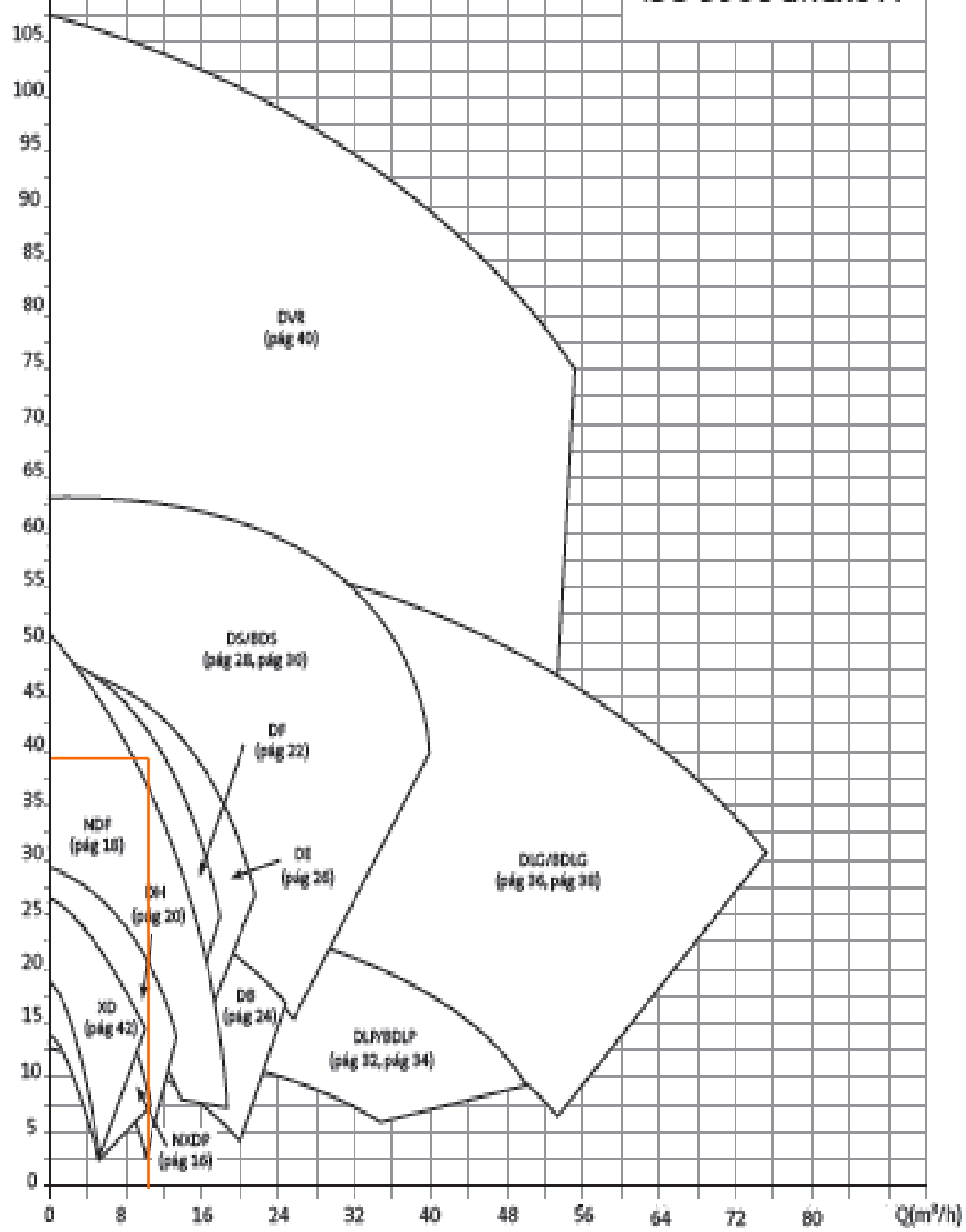
$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

Ecuación de Bernoulli

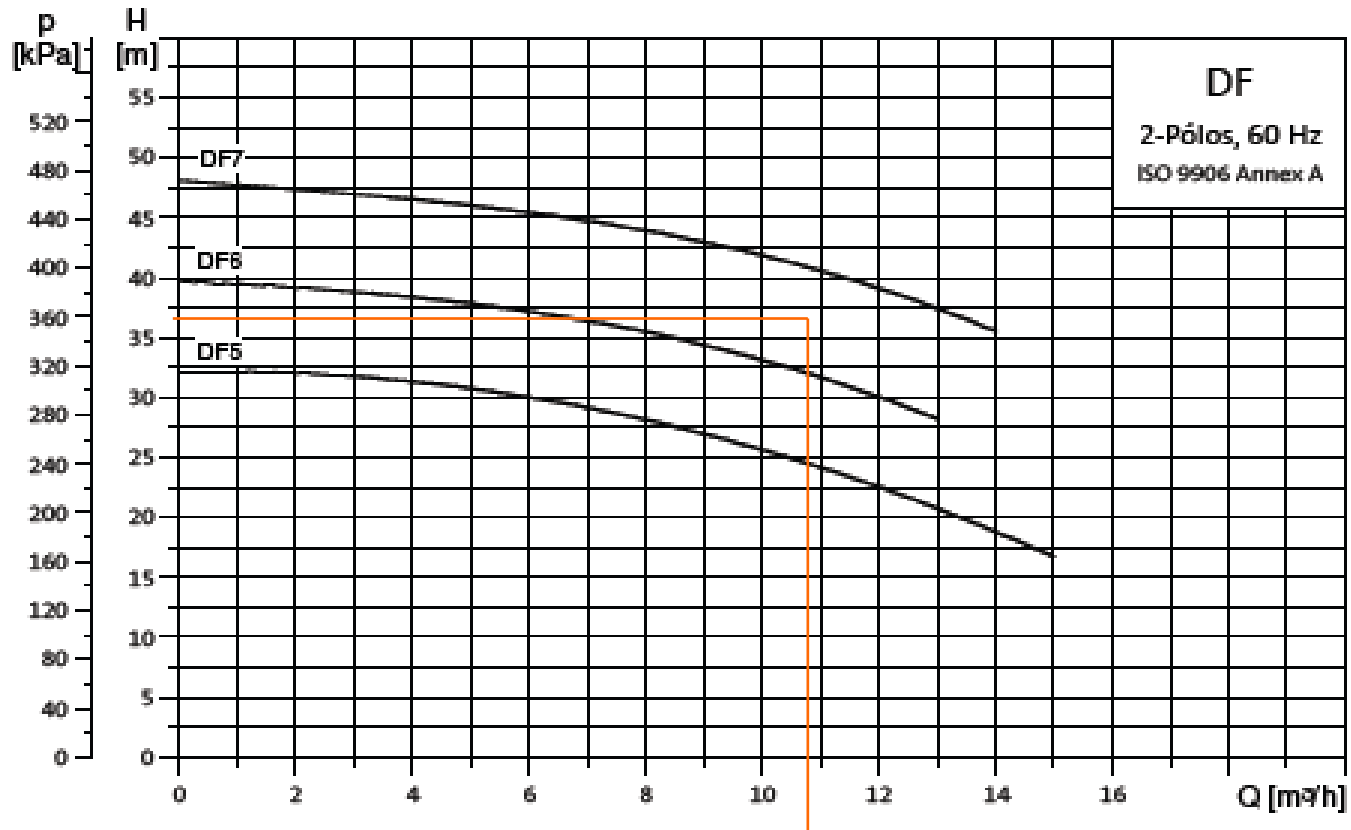
$$P_2 = \mathbf{194.61 \text{ KPa}}$$

$$h_B = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{(V_2)^2 - (V_1)^2}{2g} + Z_2 - Z_1 + h_{L\text{TOTAL}}$$

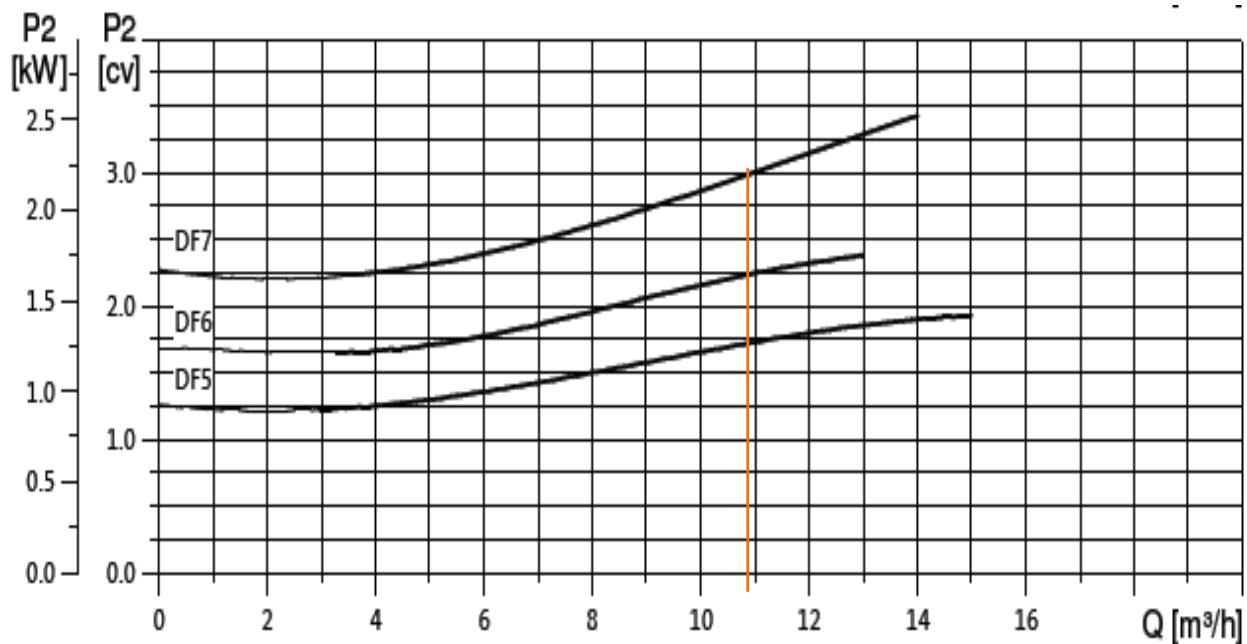
- $h_B = 37.71 \text{ m}$



CURVA SELECCIÓN DE BOMBA



Características de la bomba



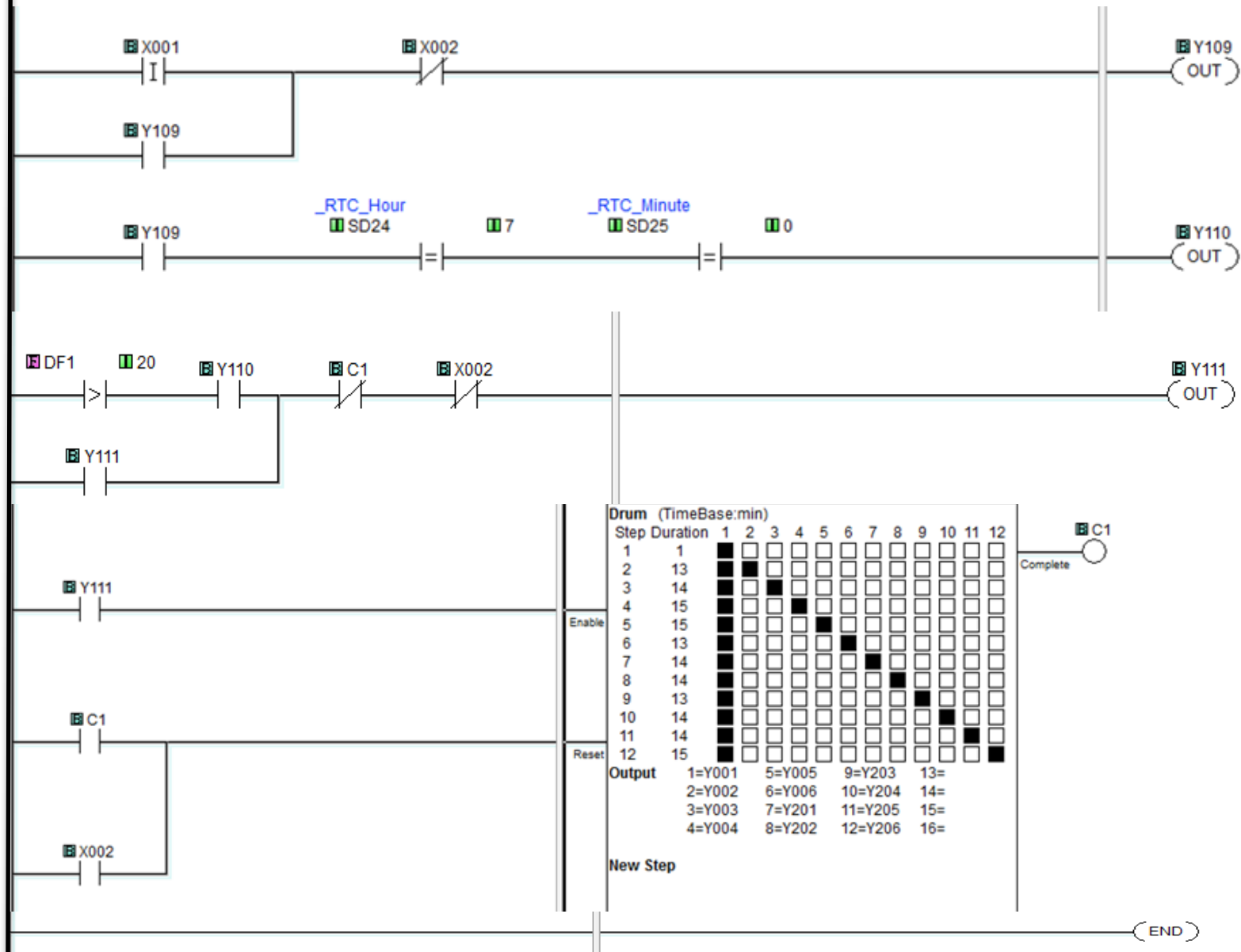
| Modelo | Potência | | Corrente nominal (I_n) | | Corrente com rotor bloqueado (I_p/I_n) | Rendimento (η) em relação à potência nominal | | | Fator de potência Cos ϕ | | | Fator de serviço |
|--------|----------|-----|----------------------------|------|--|---|-------|-------|------------------------------|------|------|------------------|
| | | | 110V | 220V | | 50% | 75% | 100% | 50% | 75% | 100% | |
| | kW | cv | A | % | | | | | | | | |
| DF5C | 1,1 | 1,5 | 18,6 | 9,3 | 6,7 | 61,50 | 67,50 | 70,10 | 0,58 | 0,69 | 0,77 | 1,3 |
| DF6C | 1,5 | 2 | 22,6 | 11,3 | 5,9 | 69,70 | 72,40 | 71,90 | 0,64 | 0,76 | 0,83 | 1,2 |
| DF7C | 2,2 | 3 | 28,0 | 14,0 | 6,6 | 82,00 | 86,00 | 86,00 | 0,70 | 0,80 | 0,87 | 1,15 |

SISTEMA DE CONTROL Y MANDO

Para realizar la implementación del sistema de control y mando se utilizó un PLC conjuntamente con un módulo de entrada analógica para la lectura de la termocupla y con un reloj interno para realizar la comparación del tiempo en forma real y así cumpliendo las condiciones horario de temperatura el PLC activara o no el sistema de riego.

| ESPECIFICACIONES | DATOS |
|-----------------------------|--------------|
| Marca | CLICK KOYO |
| Modelo | C0-01DR-D |
| Entradas | 8 |
| Salidas | 6 |
| Voltaje de Operación | 24 VDC |
| Módulo de Salidas | C0-08TR |
| Módulo Analogía | C0-04THM |

PROGRAMA DEL PLC



SISTEMA ELÉCTRICO

Datos

Motor 3CV-----I = 14A

Relé térmico

LRD y LR9-D



LRD...

Para protección de motores compensados y diferenciales con rearme manual o automático y visualización del disparo. Capot de precintado para condenser la regulación y el tipo de rearme elegido. Contacto NA + NC. Clase 10

Zona de regulación del relé

| A | Referencias |
|-------------|-------------|
| 0,10 a 0,16 | LRD-01 |
| 0,16 a 0,25 | LRD-02 |
| 0,25 a 0,40 | LRD-03 |
| 0,40 a 0,63 | LRD-04 |
| 0,63 a 1 | LRD-05 |
| 1 a 1,6 | LRD-06 |
| 1,25 a 2 | LRD-06 |
| 1,6 a 2,5 | LRD-07 |
| 2,5 a 4 | LRD-08 |
| 4 a 6 | LRD-10 |
| 5,5 a 8 | LRD-12 |
| 7 a 10 | LRD-14 |
| 9 a 13 | LRD-16 |
| 12 a 18 | LRD-21 |
| 17 a 25 | LRD-22 |
| 23 a 32 | LRD-32 |
| 30 a 40 | LRD-340 |
| 37 a 50 | LRD-350 |
| 48 a 65 | LRD-365 |
| 55 a 70 | LRD-3361 |
| 63 a 80 | LRD-3363 |
| 80 a 93 | LRD-3365 |
| 90 a 150 | LRD-4369 |

Contactor

| Guardamotor | Contactor | Térmico |
|--------------|------------|--------------------------|
| Referencia I | Referencia | Referencia |
| A | Iq | kA |
| GV2LE05 | 1 | LC1K06/D09.. 50 LR2K0306 |
| GV2LE06 | 1,5 | LC1K06/D09.. 50 LR2K0307 |
| GV2LE07 | 2 | LC1K06/D09.. 50 LR2K0308 |
| GV2LE08 | 2,5 | LC1K06/D09.. 50 LR2K0308 |
| GV2LE08 | 3,5 | LC1K06/D09.. 50 LR2K0310 |
| GV2LE10 | 5 | LC1K06/D09.. 50 LR2K0312 |
| GV2LE14 | 6,5 | LC1K09/D09.. 50 LR2K0314 |
| GV2LE14 | 8,4 | LC1K09/D09.. 50 LR2K0316 |
| GV2LE16 | 11 | LC1K12/D12.. 15 LR2K0321 |
| GV2LE20 | 14,8 | LC1D18.... 15 LRD21 |
| GV2LE21 | 18,1 | LC1D25.... 15 LRD22 |
| GV2LE22 | 21 | LC1D25.... 15 LRD22 |
| GV2LE32 | 28,5 | LC1D32.... 10 LRD32 |
| GV3L40 | 40 | LC1D40A.. 70 LRD340 |
| GV3L50 | 50 | LC1D50A.. 70 LRD350 |
| GV3L65 | 65 | LC1D65A.. 70 LRD365 |
| NS80HMA | 80 | LC1D80.. 70 LRD3363 |
| NS100*MA | 81 | LC1D95.. * LRD3365 |
| NS160*MA | 100 | LC1D115.. * LRD4367 |
| NS160*MA | 135 | LC1D150.. * LRD4369 |
| NS250*MA | 165 | LC1F185.. * LR9F5371 |
| NS250*MA | 200 | LC1F225.. * LR9F5371 |

EVALUACIÓN DEL SISTEMA

| Materiales | Pruebas |
|--|---|
| Mangueras de goteros Hydrogol | Se realizó un aforo y medición con una probeta en las mangueras con más longitud para así poder comprobar que el caudal sea el adecuado. Dando un resultado promedio del $1.06 \frac{L}{h}$ que es lo correcto ya que el cálculo y diseño se realizó para aquella tolerancia de caudales. |
| Electroválvulas | Las compuertas se mantienen cerradas y se activan cuando se envía la orden del PLC. Ya que la presión de trabajo de la electroválvula es mayor a la de trabajo del sistema. |
| Termocupla | Las mediciones de temperatura son las correctas ya que se comparó con otro medidor de temperatura y las mediciones coinciden. |
| Contactor y relé térmico | El contactor y el relé térmico están correctos ya que son los más adecuados para la bomba. Y con el funcionamiento se comprueba que la selección fue la correcta. |

COMPARACIONES Y VALIDACIÓN

VOLUMEN DE AGUA QUE CONSUMEN LOS GOTEROS

Tiempo de riego es de 15 minutos – 0,25 h

Caudal para los goteros de la válvula 10 = $8834,1 \frac{L}{h}$

Volumen = 2208,53 L este volumen es el que se consume con goteros

VOLUMEN DE AGUA QUE CONSUMEN LA DUCHA

El tiempo para 20 camas es de 2 horas, la válvula 10 tiene 34 camas entonces el tiempo es de 3.4 horas.

$$Q = 0,8 \frac{L}{seg} * \frac{3600 seg}{1h} = 2880 \frac{L}{h}$$

Volumen=9792 L este volumen es el que se consume con duchas

INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FINANCIERO.

- El VAN obtenido es de \$ 35 406,43 el cual permite tener un criterio de decisión positivo, lo que ratifica la viabilidad del proyecto; teniendo un TIR del 54%, y esta a su vez es mayor que el TMAR = 10,45 % de la inversión, por lo que se considera que el proyecto es viable.
- El periodo de recuperación es de 2 años 1 mes y 10 días, esto permite prever que se recuperará la inversión a corto plazo, siendo esto de gran satisfacción para los dueños de la florícola, lo que promueve el desarrollo de nuevos proyectos en la automatización de sistema de riego.
- Con los datos obtenidos y comparándolos con los límites aceptables se llega a la conclusión de que el proyecto es totalmente viable siendo de gran beneficio para la empresa ROCHE ROSAS.

CONCLUSIONES

- Se investigó sobre mecánica de fluidos el movimiento de los mismos así como las fuerzas que lo provocan, tomando en cuenta las pérdidas que se originan en los accesorios que provocan un cambio de dirección o regulación del fluido como son T , codos y válvulas, las perdidas más importantes se originan en la tuberías, con la sumatoria de pérdidas totales se puede llegar a determinar la bomba que es la parte principal del sistema de riego. Con la velocidad de los fluidos se puede determinar el flujo del mismo si es laminar o turbulento también se puede determinar los diámetros de las tuberías y así poder determinar qué tipo de transporte de agua por tubería se va a utilizar.
- Se planteó las alternativas constructivas mecánicas de riego por goteo, riego por aspersión y riego por duchas, se seleccionó un sistema de riego localizado por goteo en H distribuido por la distribución de plantas y las longitudes del terreno, las alternativas constructivas electrónicas fueron con un PLC y un PIC, se seleccionó un PLC por las condiciones de trabajo en la industria con factores que afecten la medición de las variables.

- Se construyó e implementó el sistema de riego por goteo y se verificó que existe un control absoluto para un área de cultivo de 10000 m² del invernadero.
- Se diseñó el sistema inteligente de riego se utilizando un interfaz de comunicación modbus para la programación del PLC.
- Se evaluó el sistema de riego inteligente por goteo con mediciones de aforos y se demostró que es más eficiente que el riego por duchas debido a su bajo costo en función de las grandes prestaciones que brinda.

RECOMENDACIONES

- Para la elaboración del cálculo se debe revisar las técnicas existentes de riego.
- Tomar las distancias más largas para garantizar el buen funcionamiento adecuado del sistema.
- Realizar mediciones exactas de las variables involucradas para así tener una correcta evaluación.
- Antes de seleccionar las mangueras y/o elementos, se debe analizar la funcionalidad y el tiempo de vida útil ya que se quiere que el sistema opere por el mayor tiempo posible sin presentar fallas.
- Armar el sistema de la mejor manera posible para que no existan daños en el sistema y/o elementos.
- Para el control de tiempos se debe escoger un PLC que tenga incorporada una opción de reloj interno para la comparación y que las electroválvulas funcionen correctamente con las órdenes lógicas.
- El lenguaje de programación debe ser analizado en detalle para la elaboración del programa de control, ya que cada software tiene múltiples opciones para facilitar el control.

- Para cada dispositivo se debe poner una protección adecuada ya que cada uno necesita estar asegurado contra algún problema que pudiera presentarse.
- Para asegurarse de que el agua se encuentra sin sedimentos o basura se debe colocar varios filtros de diferente tipo; en la primera etapa unas rejillas, en la segunda etapa un filtro en la válvula de pie y en la tercera etapa un filtro en la descarga.
- Se debe escoger la protección para el transductor de temperatura según las condiciones de trabajo.
- La altura geográfica se debe tomar en cuenta cuando afecta negativamente al sistema.
- Se debe tener en cuenta todas las pérdidas de presión en todo el sistema para una correcta selección de la bomba.
- Debe estudiarse todos campos de conocimiento que influyen en el proyecto.
- Se debe dar las debidas instrucciones del uso del sistema.
- Se debe seleccionar los mejores elementos para que así la vida útil del sistema sea mayor

FIN
MUCHAS
GRACIAS