

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEJO,  
GRUPO SAN JOSÉ, DISTRITO SANTA MARÍA – HUAURA – LIMA”**

**Presentado por:**

**BACH. ALEXANDER ANTONIO RIOS GARCIA**

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**Lima – Perú**

**2017**

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente tesis (Art  
24. Reglamento de Propiedad Intelectual)

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE GENERAL</b>	i
<b>RESUMEN</b>	iv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Alcances	2
1.3 Objetivos	2
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	3
2.1 RIEGO POR GOTEEO	3
2.1.1 Sistema de riego por goteo	3
2.1.2 Ventajas y desventajas del riego por goteo	3
2.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEEO	4
2.2.1 Fuente de energía	4
2.2.2 Cabezal de control	5
2.2.3 Red de distribución	7
2.2.4 Dispositivos de medida, control y protección	8
2.2.5 Goteros	8
2.3 FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEEO	9
2.3.1 Tipo de cultivo	9
2.3.2 Cantidad de agua disponible	9
2.3.3 Calidad del agua para riego	9
2.3.4 Suelo	9
2.3.5 Topografía	10
2.3.6 Clima	10
2.3.7 Energía necesaria	10

2.4	NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS	11
2.4.1	Evapotranspiración de referencia (ET <sub>o</sub> )	11
2.4.2	Coefficiente de cultivo (K <sub>c</sub> )	11
2.4.3	Evapotranspiración del cultivo (ET <sub>c</sub> )	11
2.4.4	Necesidades netas de riego (N <sub>n</sub> )	11
2.4.5	Necesidades totales de riego (N <sub>t</sub> )	12
2.5	PROGRAMACIÓN DE RIEGO	14
2.5.1	Frecuencia de riego	14
2.5.2	Tiempo de riego	15
2.5.3	Precipitación horaria	15
2.6	DISEÑO HIDRÁULICO	15
2.6.1	Velocidad recomendable	15
2.6.2	Pérdida de carga permisible en la subunidad de riego	15
2.6.3	Caudal en el lateral (Q <sub>l</sub> )	15
2.6.4	Pérdida de carga total en el lateral (HF)	16
2.6.5	Caudal de diseño del portalateral	16
2.6.6	Cálculo de la pérdida de carga en el portalateral	17
2.6.7	Diseño de la matriz	17
2.6.8	Requerimiento de potencia del sistema	17
2.7	EL CULTIVO DE PALTO	18
2.7.1	Origen	18
2.7.2	Morfología	18
2.7.3	Manejo agronómico	18
2.7.4	Densidad de plantación	19
2.7.5	Riego	20
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>21</b>
3.1	MATERIALES	21
3.1.1	Localización y características generales del área de estudio	21
3.1.2	Materiales y equipos	23
3.2	METODOLOGÍA	23

3.2.1	Recopilación de información básica	24
3.2.2	Balance hídrico	24
3.2.3	Diseño agronómico	24
3.2.4	Diseño hidráulico	24
3.2.5	Estimación del presupuesto	24
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>25</b>
4.1	INFORMACIÓN BÁSICA	25
4.2	BALANCE HÍDRICO	27
4.3	DISEÑO DE RESERVORIO	28
4.4	DISEÑO AGRONÓMICO	29
4.5	DISEÑO HIDRÁULICO	34
4.6	PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE RIEGO	38
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>39</b>
<b>V.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>41</b>
<b>VI.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>42</b>
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Nº		Pág.
1	Valores de $R_p$ en terrenos con pendiente inferior al 5 por ciento	13
2	Acceso a la zona del proyecto	22
3	Análisis de agua	25
4	Análisis de suelo	26
5	Datos climatológicos	27
6	Balance hídrico – con proyecto	27
7	Características geométricas del reservorio	28
8	Coefficiente de cultivo ( $K_c$ ) para paltos	30
9	Evapotranspiración de cultivo promedio (1999 – 2008)	30
10	Número de emisores por planta	32
11	Precipitación horaria en mm/h	32
12	Parámetros de operación según el turno de riego	33
13	Requerimiento de la altura dinámica total del sistema - ADT	36
14	Requerimiento de potencia de unidad de bombeo - turnos I, II, III, IV, V y VI	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

N°		Pág.
1	Ilustración de la carga dinámica total (CDT)	5
2	Esquema de la red de distribución	8
3	Palto en pleno brote y cuaja del fruto	19
4	Cultivo de palto con laterales de riego por goteo	20
5	Ubicación distrital del proyecto	21
6	Zona del proyecto – Grupo San José	22
7	Metodología para el diseño del sistema de riego	23
8	Balance hídrico con proyecto	28
9	Dimensionamiento del reservorio	29
10	Evapotranspiración de referencia (1999 – 2008)	29
11	Gotero Eolos 17 mm – 1,6 l/h	31
12	Gotero TopDrip PC 16 mm – 1,6 l/h	31

## **RESUMEN**

El proyecto se encuentra ubicado, políticamente, en el distrito de Santa María, provincia de Huaura, región Lima; geográficamente, a  $11^{\circ} 06' 48''$  de latitud Sur y  $77^{\circ} 27' 33''$  de longitud Oeste; con una altitud promedio de 290 m.s.n.m. El presente trabajo consistió en realizar el diseño del sistema de riego por goteo para el cultivo de palto, en un área de 11,68 has. Para realizar el diseño se tuvo en cuenta la recopilación de información básica, como la oferta del recurso hídrico proveniente del río Huaura, a través de un canal revestido de primer orden, cuyo caudal es de 320 y 200 l/s, en épocas de avenida y estiaje, respectivamente. Asimismo, datos de clima, suelo, topografía, cultivo, fuente de energía, entre otros. El diseño agronómico, consistió en determinar las necesidades de agua del cultivo y programación de riego, a partir de las características del agua, el suelo y el clima. El diseño hidráulico, se efectuó con el uso de hojas de cálculo, que incluyen ecuaciones de velocidad y pérdidas de carga en tuberías; como resultado se obtuvo el dimensionamiento de la red de tuberías y el requerimiento total de presión. La estación de bombeo se diseñó, para satisfacer los requerimientos de 54,99 metros de presión, caudal máximo de 22,22 l/s y potencia de 25,67 HP, para ello se seleccionó una bomba centrífuga Hidrostal modelo 65 – 160. Una vez instalado el sistema de riego propuesto, realizar la capacitación de los operadores respecto al manejo del sistema y la programación de riego, el mantenimiento de los equipos y accesorios de riego periódicamente, lo cual garantizará un óptimo funcionamiento y una mayor durabilidad del sistema.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 GENERALIDADES

La fuente hídrica del presente proyecto es el río Huaura y es captada por la bocatoma San José, la cual deriva un caudal promedio anual de 1,0 m<sup>3</sup>/s hacia el canal principal revestido del mismo nombre; con esta dotación hídrica se abastece a la comisión de regantes Margen Izquierda de la Junta de Usuarios del Valle de Huaura, que cuentan con un total de 4452,10 has registradas, aproximadamente.

El sector San José ubicado en el distrito de Santa María, en el valle costero de Huaura, tiene una extensión total de 26,35 has, de las cuales, en solo 11,68 has se planteará el diseño del sistema de riego por goteo para el cultivo de palto, en un marco de plantación de 3 m x 2,5 m (distancia entre hileras de cultivo y plantas respectivamente).

El sistema de riego parcelario existente es por gravedad (surcos, melgas e inundación), a través de canales de distribución de tierra e infraestructura rústica y por ende con pérdidas de agua por filtraciones y por mal manejo de aplicación.

En los terrenos de San José, el riego por goteo es una alternativa viable, debido a que es apropiado para una gran diversidad de cultivos, acorde con las características físicas y climáticas del valle de Huaura.

Por otro lado, la producción y el comercio de la palta vienen creciendo sostenidamente en el mercado internacional. A esto se suma que pequeñas organizaciones de productores tengan la posibilidad de acceder de una manera más directa a participar en los mercados internacionales, debido al buen trabajo que en estos últimos tiempos viene desarrollando el Estado peruano para el levantamiento de las barreras arancelarias y fitosanitarias.

Por tanto, teniendo en cuenta la situación actual del sistema de riego y la búsqueda por aumentar los rendimientos y la eficiencia en el uso de los recursos, se propone la implementación de riego por goteo para el cultivo de palto en un área de 11,68 has, que permita que todos los árboles reciban los nutrientes y el agua que necesitan.



## **1.2 ALCANCES**

El presente trabajo consiste en diseñar el sistema de riego presurizado por goteo en un fundo de 11,68 has, con el fin de incrementar los rendimientos y la eficiencia en el uso de los recursos mediante la implementación de una alta densidad de plantación del cultivo de palto. Debido a que la disponibilidad de agua es de cada seis días, se propone la construcción de un reservorio para almacenar el agua.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general**

- Diseñar del sistema de riego por goteo para un área de 11,68 has del cultivo de palto.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar el balance hídrico con proyecto para las 11,68 has.
- Realizar el diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego por goteo.
- Establecer los parámetros de operación del sistema, según el turno de riego.
- Determinar las dimensiones y capacidad del reservorio.
- Estimar la altura dinámica total del sistema y el requerimiento de potencia de la unidad de bombeo.
- Determinar los componentes necesarios para el cabezal de riego.
- Estimar el presupuesto para el sistema de riego por goteo propuesto.

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 RIEGO POR GOTEO**

#### **2.1.1 Sistema de riego por goteo**

Según Armoni (1992) y Saldarriaga (2001), el sistema de riego por goteo, por definición, es un sistema de humedecimiento limitado al suelo, en el cual se aplica el agua únicamente a una parte del volumen del suelo ocupado por las raíces del cultivo, por medio de dispositivos que se conocen como goteros o emisores, de tal manera que las raíces obtengan el agua y los nutrientes necesarios para el crecimiento y la producción de la planta.

La localización del riego obliga a que sea necesario aplicarlo con una alta frecuencia, evitando el estrés hídrico. Tal necesidad se debe al hecho que el volumen de suelo humedecido es reducido y, por tanto, se tiene una baja capacidad de almacenamiento, siendo entonces preciso aplicar dosis pequeñas de riego.

#### **2.1.2 Ventajas y desventajas del riego por goteo**

Mendoza (2013), menciona las siguientes ventajas y desventajas del riego por goteo

##### **a. Ventajas**

- Se puede utilizar en todos los cultivos en hilera, es apropiado para hortalizas y frutales.
- Tiene una alta eficiencia en el uso del agua, se puede regar el triple del área regada con sistemas por gravedad y el doble del área regada por aspersion.
- Eficiencias de aplicación entre el 90 y 95 por ciento.
- Se puede utilizar en terrenos con pendientes altas.
- Es un método de fácil manejo, para su operación no necesita mano de obra experimentada.
- No es afectado por el viento.

- Dado que no se moja toda la superficie del terreno, sino únicamente en una franja, el desarrollo de malezas es muy bajo comparando con los otros métodos.
- Mejora la aplicación de fertilizantes.
- No existe erosión de los suelos.

**b. Desventaja**

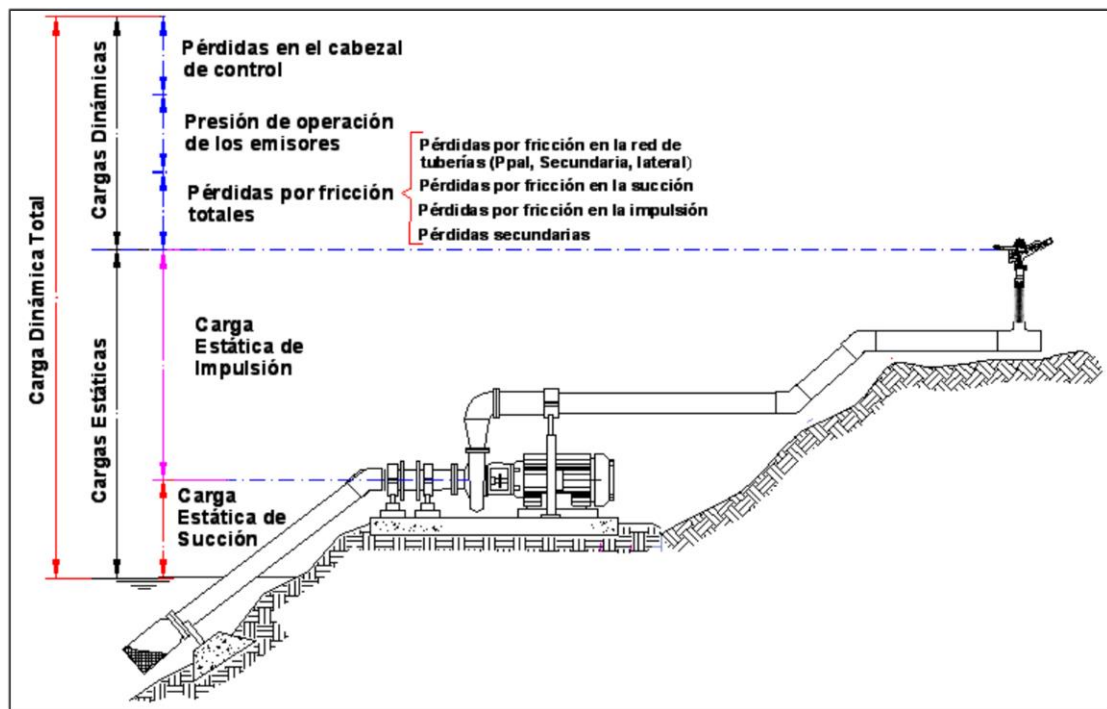
- La principal desventaja de este método es la facilidad con que los orificios de los goteos se obstruyen, principalmente cuando se utiliza agua de mala calidad y no se hace un filtrado adecuado.

## **2.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO**

### **2.2.1 Fuente de energía**

Según Mendoza (2013), los sistemas de riego por goteo necesitan de una fuente de energía para provocar la circulación del agua, superar las pérdidas de energía en el filtrado, tuberías y accesorios, y ofrecer a los emisores la presión necesaria. Esta energía necesaria puede obtenerse mediante equipos de bombeo (accionados por motores de combustión interna o motores eléctricos) o mediante la energía potencial que se genera a partir de la diferencia de nivel entre el sitio de derivación del agua y la parcela de riego.

A su vez, el total de la energía necesaria para el funcionamiento adecuado del sistema se conoce como carga dinámica total (CDT). El caudal y la CDT determinan la potencia de la bomba. Los diferentes componentes se muestran en la Figura 1.



**Figura 1: Ilustración de la carga dinámica total (CDT)**

FUENTE: Mendoza, 2013

## 2.2.2 Cabezal de control

Según Fuentes (1999), el cabezal de riego o de control comprende un conjunto de aparatos que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes. Del cabezal depende, en gran parte, el éxito o fracaso del riego, por lo que debe prestarse una gran importancia a su instalación, ya que desde él se regula el suministro de agua y un gran número de prácticas agrícolas, tales como la fertilización y la aplicación de pesticidas.

### a. Sistema de filtrado

IFAPA (2010), indica que el sistema de filtrado es el componente principal del cabezal, compuesto por distintos tipos de filtros con los que se pretende eliminar las partículas y elementos que lleva el agua en suspensión que puedan ocasionar obturaciones en cualquier parte de la red de riego, principalmente en los emisores.

- **Pre-filtrado:** Según Fuentes (1999), cuando el agua contiene, en suspensión, una gran proporción de partículas inorgánicas (arena, limo, arcilla) hay que eliminar una buena

parte de ellas, antes de su ingreso al cabezal de riego. Esta separación de partículas se hace de dos formas:

- **Depósito de decantación:** Cuando la cantidad de partículas de limo y arcilla sobrepasa 200 ppm y los equipos de filtración se obturan continuamente.
- **Hidrociclón:** Es un dispositivo que permite la separación de las partículas de arena cuyo tamaño sea superior a 75 micras (equivalente a 200 mesh).
- **Filtrado:** Según Fuentes (1999), el filtrado del agua consiste en retener las partículas contaminantes en el interior de una masa porosa (filtro de arena) o sobre una superficie filtrante (filtro de malla y filtro de anillas).
  - **Filtro de arena:** Sirve para retener contaminantes orgánicos (algas, bacterias, restos orgánicos) e inorgánicos (arenas, limos, arcillas, precipitados químicos). Consiste en un depósito metálico, de forma cilíndrica, en cuyo interior circula el agua a través de varias capas de arena silíceo o granítica.
  - **Filtro de anillas:** Están constituidos por anillas planas de material plástico provisto de ranuras. Las anillas están colocadas una sobre otra y comprimidas, formando el elemento filtrante.

## **b. Sistema de fertirrigación**

Según IFAPA (2010), la fertirrigación consiste en la distribución del fertilizante a través del agua de riego. Es una práctica bastante sencilla y usual en riego localizado para aportar al cultivo los elementos nutritivos necesarios para un desarrollo adecuado.

Asimismo, lo más usual es que los elementos del sistema de fertirrigación se instalen en el cabezal. Sin embargo, en determinadas ocasiones se colocan en cabecera de cada unidad de riego si el sistema riega diferentes cultivos con distintas necesidades de abonado. Es indispensable que el equipo de fertirrigación se instale después de los filtros (hidrociclón o arena) y antes de la unidad de filtro de malla o anillas.

Los equipos de fertirrigación más usados son:

- **Tanque de fertilización:** Son depósitos conectados en paralelo a la red de distribución. El fertilizante se incorpora al agua por diferencia de presión entre la salida y la entrada.

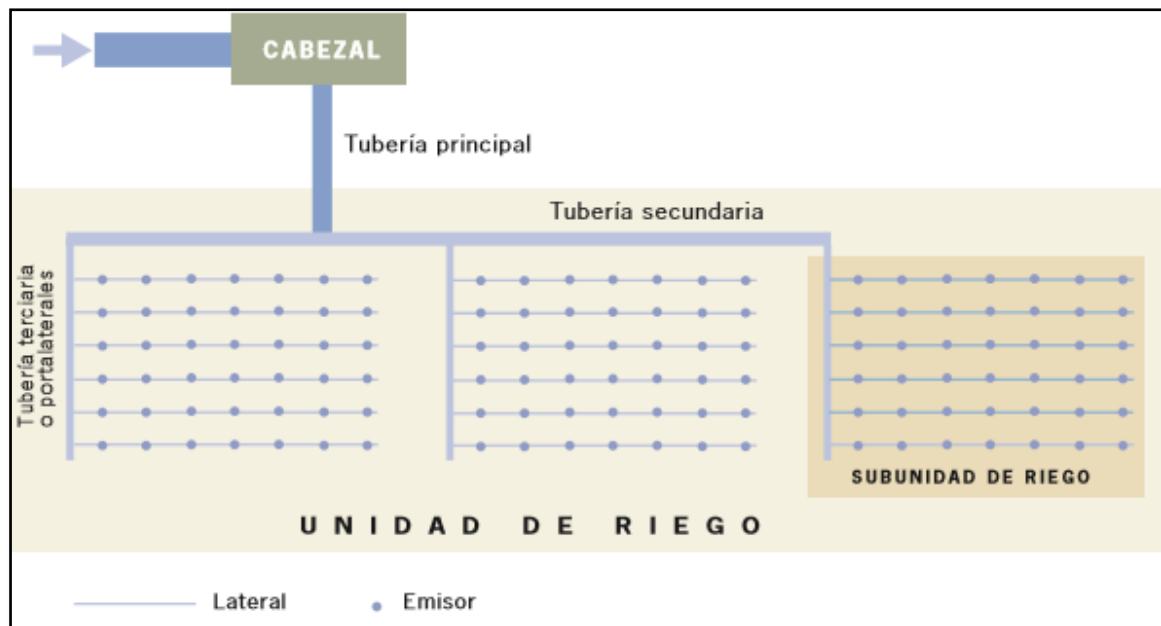
- **Inyectores tipo Venturi:** Consiste en un tubo conectado en paralelo a la tubería principal con un estrechamiento donde se produce una succión que hace que el fertilizante pase a la red.
- **Inyectores:** Son dispositivos que introducen la solución contenida en un depósito accionando una bomba eléctrica o hidráulica.

### 2.2.3 Red de distribución

Según IFAPA (2010), la red de distribución está formada por tuberías, que llevan el agua filtrada y tratada desde el cabezal hasta las plantas. Las tuberías que se utilizan en los sistemas de riego localizado son normalmente de plástico, siendo los materiales más frecuentes el policloruro de vinilo (PVC) y el polietileno (PE). Ver la Figura 2.

La red de distribución está compuesta por:

- **Tubería principal,** es la tubería que conecta el cabezal con las áreas de riego (el área a regar se divide en unidades de riego).
- **Tubería secundaria,** es la tubería que transporta el agua desde la red principal hacia cada unidad de riego.
- **Tubería terciaria,** es la tubería que alimenta directamente los laterales de riego de cada subunidad de riego, se conoce también con el nombre de porta laterales.
- **Laterales,** son tuberías o mangueras a las que están conectados los emisores, por lo general sus diámetros fluctúan entre los 16 y 20 mm para sistemas de riego por goteo.



**Figura 2: Esquema de la red de distribución**

FUENTE: IFAPA, 2010

#### 2.2.4 Dispositivos de medida, control y protección

Los dispositivos de medida (obtener información de la red), control (regular la circulación del agua en la red) y protección (evita que los elementos en la red sufran efectos indeseados), van instalados en la red de riego permitiendo un manejo y aplicación del agua en cada unidad de riego. Es importante conocer su función e interpretar su información, a fin de poder ser instalados en lugares apropiados y realizar mantenimientos o cambios de ser necesarios oportunamente.

Así se tiene: medidor de caudal o volumen (turbina o rotámetro), medidor de presión (manómetros), regulador de presión y caudal, válvulas, ventosas, entre otros.

#### 2.2.5 Goteros

Según Fuentes (1999), son dispositivos que controlan la salida de agua desde las tuberías laterales y están fijados a un espaciamiento determinado. Según el caudal que proporcionan se dividen en dos grupos:

- **Emisores de bajo caudal**, inferior a 16 l/h, suelen trabajar a una presión próxima a los 10 m.c.a. Comprende los goteros y las tuberías emisoras o cintas.

- **Emisores de alto caudal**, comprendido entre 16 y 200 l/h, suelen trabajar a una presión de 20 m.c.a. Comprende los difusores y los micro aspersores.

## **2.3 FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO**

Cuando un sistema de riego por goteo está completo, se presta a muy pocas modificaciones. De aquí la importancia de prever desde un principio factores determinantes para lograr un diseño óptimo, los cuales se detallan a continuación:

### **2.3.1 Tipo de cultivo**

Deberá tenerse en cuenta la alternativa de cultivos, cuyos sistemas radiculares no ocupan todo el volumen del suelo, por lo tanto, el riego localizado es más eficiente. Su elección dependerá principalmente de la densidad de plantación y envergadura del cultivo.

### **2.3.2 Cantidad de agua disponible**

Según Mendoza (2013), la cantidad de agua disponible para el riego es fundamental tanto en la planificación como en la operación de los sistemas de riego. Asimismo, la capacidad de las fuentes superficiales debe estar respaldada en estudios hidrológicos y registros de aforos del curso o cuerpo de agua.

### **2.3.3 Calidad del agua para riego**

Según Mendoza (2013), la calidad del agua de riego es fundamental para la elección del método de riego, el manejo de los sistemas y la selección del cultivo a implantar. Desde el punto de vista del riego, la calidad de agua se determina a partir de la salinidad, sodicidad y toxicidad.

### **2.3.4 Suelo**

Según Fuentes (1999) y Mendoza (2013), el suelo es un sistema complejo compuesto por partículas sólidas (minerales y orgánicas), agua consustancias en disolución (solución del suelo) y aire. Es importante conocer las variables que determinan sus cualidades en relación a la retención y absorción del agua de riego: textura, estructura, densidad aparente, porosidad, velocidad de infiltración, entre otros.



### **2.3.5 Topografía**

La base de un proyecto para sistemas de riego es el levantamiento topográfico de la zona de riego, la cual debe contener información planimétrica y altimétrica del terreno, para su posterior representación en el plano.

Se requiere un plano detallado de la topografía del terreno, para identificar límites divisorios de las parcelas, conocer su pendiente y estimar la variabilidad potencial de las presiones, definir la ubicación de las tuberías, ubicación de la fuente de abastecimiento para determinar la carga hidráulica disponible o necesaria para el sistema de riego, visualizar posibles obstáculos, el sentido del flujo y detectar posibles problemas durante la aplicación del agua. Asimismo, debería mostrar curvas de nivel espaciados de 0,2 a 1,0 m, dependiendo del tipo de sistema de riego, para estimar las pendientes naturales y el relieve del terreno con precisión.

### **2.3.6 Clima**

La información climatológica se emplea para determinar, analizar y fijar los factores que son adversos para la agricultura, tales como heladas, sequía, temperaturas extremas, granizo, vientos o lluvias torrenciales, debido a que las condiciones climáticas producen desequilibrios entre las precipitaciones y las necesidades de los cultivos durante su crecimiento y desarrollo.

### **2.3.7 Energía necesaria**

Todos los sistemas de riego presurizado, requieren de una presión para su funcionamiento y para ello necesitan de una fuente de energía, como una bomba de impulsión mecánica y un motor, o la diferencia de la altura entre el punto de carga y de salida del agua.

Es importante evaluar la disponibilidad de los tipos de energía que existen en la zona del proyecto y su conveniencia, ya que existe un incremento en los costos de operación, mantenimiento y producción.

En sistemas de riego que ya cuenten con un equipo de bombeo, deberá verificarse la potencia y su curva de rendimiento para ampliación de terrenos agrícolas e incremento en el consumo de agua.

## **2.4 NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS**

Según Mendoza (2013), las necesidades hídricas de los cultivos expresan la cantidad de agua que es necesario aplicar para compensar el déficit de humedad del suelo durante un período vegetativo.

### **2.4.1 Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>)**

Es la cantidad de agua consumida durante un determinado período de tiempo en un suelo cubierto de una vegetación homogénea, densa, en plena actividad vegetativa y con un buen suministro de agua (Fuentes, 1999).

### **2.4.2 Coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>)**

Según Fuentes (1999), el valor del coeficiente de cultivo depende de las características de la planta, y expresa la variación de su capacidad para extraer el agua del suelo durante su período vegetativo.

### **2.4.3 Evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>)**

Para determinar la evapotranspiración del cultivo se utiliza el método FAO propuesto por Doorembos y Pruitt (1977), en el que la ET<sub>c</sub> se calcula mediante la relación:

$$ET_c \approx ET_o * K_c$$

Donde:

*ET<sub>c</sub>*: evapotranspiración del cultivo (mm/d)

*ET<sub>o</sub>*: evapotranspiración de referencia (mm/d)

*K<sub>c</sub>*: coeficiente de cultivo (adimensional)

### **2.4.4 Necesidades netas de riego (N<sub>n</sub>)**

Según Fuentes (1999), cuando el agua se aplica en toda la superficie a regar, las necesidades netas vienen dadas por la ecuación:

$$N_n \approx ET_c - P_e - G_w - \Delta w$$

Donde:

*N<sub>n</sub>*: necesidades netas (mm/d)

*ETc*: evapotranspiración del cultivo (mm/d)

*Pe*: precipitación efectiva (mm/d)

*Gw*: aportes capilares

$\Delta w$ : variaciones de almacenamiento

A efectos de diseño, las aportaciones por precipitación efectiva (*Pe*) no se consideran, ya que dada la gran frecuencia de riego (diaria, por lo general) resulta prácticamente imposible que llueva siempre entre dos intervalos de riego. Tampoco se consideran los aportes capilares (*Gw*), salvo casos especiales, ni las variaciones de almacenamiento ( $\Delta w$ ).

#### **2.4.5 Necesidades totales de riego (*Nt*)**

Las necesidades brutas o totales de riego se calculan teniendo en cuenta las necesidades netas, corregidas por la eficiencia de aplicación.

$$N_t \approx \frac{N_n}{E_a}$$

Donde:

*Nt*: necesidades totales de riego (mm/d)

*Nn*: necesidades netas de riego (mm/d)

*Ea*: eficiencia de aplicación

##### **a. Eficiencia de aplicación (*Ea*)**

Se define como la proporción entre la cantidad de agua almacenada en la zona del sistema radical (disponible para la planta) y la cantidad de agua aplicada por el sistema de riego. Teniendo en cuenta las clases de pérdida habidas en la parcela.

$$E_a \approx FL \times CU$$

Donde:

*Ea*: eficiencia de aplicación

*FL*: factor de lavado

*CU*: coeficiente de uniformidad del sistema de riego

- **Relación de percolación (Rp)**

En la Tabla 1, se muestran los valores aproximados de la relación de percolación (Rp), en terrenos con pendiente inferior al 5 por ciento.

**Tabla 1: Valores de Rp en terrenos con pendiente inferior al 5 por ciento**

Profundidad de raíces (m)	Textura del suelo			
	Muy arenosa	Arenosa	Media	Fina
< 0,75	0,9	0,9	0,95	1,0
0,75 – 1,00	0,9	0,95	1,0	1,0
> 1,50	0,95	1,0	1,0	1,0

FUENTE: Fuentes, 1999

- **Factor de lavado (FL)**

El arrastre de sales presentes en el suelo se hace aplicando agua en exceso mediante el riego. La fracción de agua de riego que debe atravesar la zona radical para arrastrar el exceso de sales es el requerimiento de lavado (RL), cuya cantidad viene en función de la salinidad del agua de riego y de la tolerancia de los cultivos a la salinidad.

$$FL \approx 1 - RL$$

Donde:

*FL*: factor de lavado

*RL*: requerimiento de lavado

- **Coefficiente de uniformidad (CU)**

El CU es más exigente en riego localizado que en riego por aspersión, ya que en este último caso el agua moja toda la superficie regada y puede redistribuirse, mientras que en riego localizado los emisores de menor caudal afectan con más intensidad al reparto del agua.

En riego localizado se adopta el siguiente coeficiente de uniformidad para una subunidad de riego.

$$CU \approx \frac{q_{25}}{q_a}$$

Donde:

*q<sub>a</sub>*: caudal medio de todos los emisores

$q_{25}$ : caudal medio de todos los emisores que constituyen el 25 por ciento de más bajo caudal

**Resumiendo:** En condiciones normales de riego la eficiencia de aplicación ( $E_a$ ) depende: de la percolación ( $R_p$ ), de las exigencias de lavado ( $FL$ ) y de la uniformidad de la distribución ( $CU$ ).  $R_p$  y  $FL$  no se toman simultáneamente, sino que se toma sólo la de menor eficiencia, o sea, aquella que produce mayor pérdida de agua.

Si  $R_p < FL$ , la cantidad de agua perdida por percolación es mayor que la correspondiente a las exigencias de lavado, en cuyo caso:

$$E_a \approx R_p \times CU$$

Si  $FL < R_p$ , las exigencias de lavado son mayores que las pérdidas por percolación, en cuyo caso:

$$E_a \approx FL \times CU$$

## 2.5 PROGRAMACIÓN DE RIEGO

### 2.5.1 Frecuencia de riego

La frecuencia de aplicación de agua es el número de veces que se riega en un tiempo determinado, mientras que el intervalo entre riegos es el tiempo transcurrido entre la aplicación de un riego y el siguiente (IFAPA, 2010).

### 2.5.2 Tiempo de riego

El tiempo de riego que se utilice para el diseño hidráulico de la instalación será el necesario para el período en que las necesidades de agua sean máximas y se calcula dependiendo del sistema de riego.

$$Tr \approx \frac{Nt}{Ph}$$

Donde:

$Tr$ : tiempo de riego (h)

$Nt$ : necesidades totales (mm/d)

$Ph$ : precipitación horaria (mm/h)

### 2.5.3 Precipitación horaria

Es la cantidad de agua que precipita en una hora en un área determinada.

$$Ph \approx \frac{q}{e \times d}$$

Donde:

$Ph$ : precipitación horaria (mm/h)

$q$ : caudal del emisor (l/h)

$e$ : distancia entre emisores (m)

$d$ : distancia entre laterales (m)

## 2.6 DISEÑO HIDRÁULICO

### 2.6.1 Velocidad recomendable

Según el PSI (2006), el rango recomendable de velocidades es de 0,5 a 2,0 m/s, aunque se pueden aceptar valores máximos de 2,5 m/s en casos especiales. Las velocidades se calculan con la ecuación de continuidad.

### 2.6.2 Pérdida de carga permisible en la subunidad de riego

Según el PSI (2006), para que se logre un 90 por ciento de uniformidad de riego, la pérdida total en la subunidad no deberá excederse del 20 por ciento de la presión nominal del emisor, en el caso de laterales no autocompensados. Asimismo, para laterales autocompensados, la pérdida total en la subunidad deberá estar dentro del rango permitido por el fabricante (mayor que el 20 por ciento exigido para laterales no autocompensados).

### 2.6.3 Caudal en el lateral (Ql)

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$Ql \approx \left( \frac{q}{e} \right) \times L$$

Donde:

$Ql$ : caudal en el lateral (l/hr)

$q$ : caudal del emisor (l/hr)

$e$ : distancia entre emisores (m)

$L$ : longitud del lateral (m)

## 2.6.4 Pérdida de carga total en el lateral (HF)

### a. Pérdida de carga en el lateral (hf)

Para el cálculo de la pérdida de carga en el lateral se utiliza la ecuación de Blasius.

$$hf \approx 7,89 \times 10^5 \left( \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \right) \times L \quad (\text{diámetros} < 125 \text{ mm})$$

Donde:

$hf$ : pérdida de carga (mca)

$Q$ : caudal (l/s)

$D$ : diámetro interno de la tubería (mm)

$L$ : longitud de la tubería (m)

### b. Cálculo del Factor de Christiansen (Fc)

Ajuste necesario para compensar la disminución de la pérdida descarga unitaria a lo largo de la tubería debido a la reducción del gasto en los tramos sucesivos a causa de salidas múltiples.

$$Fc \approx \frac{1}{(m+1)} + \frac{1}{2 \times N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2}$$

Donde:

$N$ : número de salidas equidistantes en toda la longitud del lateral

$m$ : exponente de la velocidad en la fórmula de la pérdida de carga ( $m = 1,75$  para RLAF)

Por tanto, la pérdida de carga total es el producto de la pérdida de carga en el lateral por el factor de Christiansen (Fc).

## 2.6.5 Caudal de diseño del portallateral

El caudal de diseño se determina como el producto del número de laterales por el caudal del lateral medio.

$$Q \approx N_{laterales} \times q_{lateral}$$

Donde:

$N_{laterales}$ : número de laterales

$q_{lateral}$ : caudal de lateral

### 2.6.6 Cálculo de la pérdida de carga en el portalateral

La pérdida de carga en el portalateral se determina de la misma manera que en el lateral, con la ecuación de Darcy Weisbach y con la aproximación de Blasius.

### 2.6.7 Diseño de la matriz

Para seleccionar los diámetros de la matriz se debe tener en cuenta las pérdidas por fricción, los desniveles del terreno y la velocidad máxima permisible (0,5 a 2,0 m/s). Para estimar la pérdida de carga se utiliza la ecuación de Hazen – Williams:

$$hf \approx 1,13 \times 10^9 \left( \frac{Q}{C} \right)^{1,852} \times D^{-4,871} \times L$$

Donde:

$hf$ : pérdida de carga (mca)

$Q$ : caudal (m<sup>3</sup>/h)

$C$ : coeficiente de rugosidad

$D$ : diámetro interno de la tubería (mm)

$L$ : longitud de la tubería (m)

Para el cálculo de las pérdidas de carga secundarias o por singularidades se define un porcentaje fijo de las pérdidas primarias (alrededor de 5 por ciento).

### 2.6.8 Requerimiento de potencia del sistema

La potencia de la unidad de bombeo y motor se calculó con la siguiente ecuación:

$$Pb \approx \frac{Q \times H}{270 \times e}$$

$$Pm \approx Pb \times Fs$$

Donde:

$Pb$ : Potencia bomba (HP)

$Pm$ : Potencia motor (HP)

$Q$ : Caudal (m<sup>3</sup>/h)

$H$ : Carga total (m.c.a.)

$e$ : Eficiencia de bombeo (%)

$Fs$ : Factor de servicio



## 2.7 CULTIVO DE PALTO

### 2.7.1 Origen

Según Ataucusi (2015), el origen del palto (*Persea Americana* Mill) se remonta a la época precolombina, en la que se encontraba disperso en las zonas tropicales y subtropicales que iban desde Perú hasta México. Asimismo, dice que hay muchas variedades de palto, pero pocas son aptas para el mercado local o de exportación, las más conocidas son Fuerte, Hass y Nabal, que se comercializan todo el año con marcada demanda y variada estacionalidad de producción.

### 2.7.2 Morfología

Según Franciosi (2003) y Koller (2002), el palto es una planta siempre verde, perenne y con características leñosas, aunque de madera quebradiza. El 80 por ciento de su sistema radicular se encuentra a menos de un metro de profundidad, además, la absorción de agua o nutrientes se realiza principalmente por el ápice de las raíces a través de los tejidos primarios. Esto hace que el sistema radical del palto sea muy susceptible a los excesos de humedad que provocan asfixias e infecciones por hongos patógenos.

### 2.7.3 Manejo agronómico

- a. **Clima:** Para el caso del cultivar Hass, éste se desarrolla mejor en climas subtropicales y en valles interandinos del Perú, con alturas superiores a los 2000 m.s.n.m.

Según Franciosi (2003), la luminosidad es otro factor climático de bastante importancia para el buen comportamiento del palto en un lugar determinado. Indica también que la humedad relativa de la atmósfera tiene mucho que ver con la receptividad del estigma. En climas semidesérticos, cuando la humedad relativa desciende por debajo del 50 por ciento los líquidos estigmáticos se desecan por lo que la germinación de los granos de polen se ve seriamente afectada. Menciona, además, que la velocidad del viento no deberá superar los 10 km/h (2,77 m/s), es un importante medio que favorece a la polinización. El uso de cortinas rompe vientos o cortavientos es lo más indicado en la lucha contra los efectos negativos de este factor ambiental.

- b. **Suelo:** Según Franciosi (2003), se debe buscar en lo posible suelos de textura media, relativamente profundos y con buen drenaje pues es una de las especies más sensibles a

la asfixia radicular. En cuanto al pH del suelo, se considera adecuado un nivel de 6,5. El palto puede tolerar sin problemas suelos por debajo de los 2 mmhos/cm; cuando esa concentración empieza a elevarse aparecen en las plantas los síntomas foliares característicos; quemaduras en las puntas y en los márgenes de las hojas las cuales, en casos graves pueden caer masivamente.

- c. **Agua:** Según Gardiazabal (2008), los períodos más importantes de necesidades de agua para no afectar la producción son durante los procesos de floración y cuaja en primavera y durante el verano en que la fruta está en los primeros estados de desarrollo y la demanda atmosférica es máxima (ver la Figura 3).



**Figura 3: Palto en pleno brote y cuaja del fruto**

**FUENTE:** Gardiazabal, 2008

#### **2.7.4 Densidad de plantación**

Según Gardiazabal (2008), las distancias de plantación han pasado por muchos cambios en los últimos años, con una clara tendencia a aumentar las densidades de plantación y a reducir el tamaño de los árboles para facilitar su manejo. Una de las bases para el manejo de árboles tan grandes y vigorosos como los paltos en marcos de plantación menores, es el desarrollo de técnicas de poda efectivas y el hecho que en plantaciones que están a 3 m o menos de distancia entre los árboles, la competencia a nivel de raíces hace que las plantas vegeten menos y sean más pequeñas y productivas.

Debido a lo anterior hay dos esquemas que se están recomendando en la actualidad, uno de alta densidad ya más probado, con distancias que van de 5 a 6 m entre hileras y 2 a 3 m sobre la hilera, y otro de muy alta densidad que implica marcos de plantación de 3 m x 3 m o incluso menores.

El mismo autor menciona que la poda se hace de manera lateral y requiere cada cierto tiempo (3 a 4 años) realizar podas más fuertes para controlar el tamaño de los árboles y asegurar la iluminación de la canopia. Sistemas de este tipo se han mostrado altamente productivos y fáciles de manejar.

### 2.7.5 Riego

- a. **Riego por goteo:** Gardiazabal (2004), indica que el riego por goteo es eficiente en cultivos de palto siempre y cuando se cuente con suelo de buena calidad (suelo franco) y de gran profundidad (a lo menos 1,2 a 1,5 m de suelo libre de cualquier impedimento), la superficie mojada debe ser en lo posible de un 70 por ciento o más, que significa poner tres líneas de goteros en una plantación de 6 m de distancia entre las plantas. Como una forma de tener toda la superficie de riego uniformemente mojada la idea es poner tres goteros de bajo caudal por cada 1 m de línea, que significa tener 54 goteros por planta si los árboles están a una distancia de 6 x 6 m (ver la Figura 4).



**Figura 4: Cultivo de palto con laterales de riego por goteo**

FUENTE: Grupo San José

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MATERIALES

##### 3.1.1 Localización y características generales del área de estudio

- a. **Ubicación:** La zona de estudio del presente trabajo se encuentra en la costa norte del país, aproximadamente, a 151 km de la ciudad de Lima. Se trata de la parte baja y media de la cuenca del río Huaura. Políticamente, el área de interés pertenece al departamento de Lima, provincia de Huaura, distrito de Santa María y sector San José. Geográficamente, está comprendida entre 11°06'48'' de latitud sur y 77°27'33'' de longitud oeste, a una altitud de 290 m.s.n.m. Ver las Figuras 5 y 6.



Figura 5: Ubicación distrital del proyecto

FUENTE: INEI



**Figura 6: Zona del proyecto – Grupo San José**

**FUENTE:** Google Earth

- b. **Vías de acceso:** En la Tabla 2 se presenta la información necesaria para acceder a la zona del proyecto, a través de un medio de transporte vehicular.

**Tabla 2: Acceso a la zona del proyecto**

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (h)	Tipo	Estado
Lima – Santa María	148	2,5	Asfaltado	Bueno
Santa María – San José	12	0,25	Asfaltado	Bueno
San José – zona de estudio	2	0,25	Trocha carrozable	Regular

**FUENTE:** Elaboración propia

- c. **Extensión:** La extensión del terreno es de 26,35 has; para el presente trabajo, se aprovechará 11,68 has, para la implementación del sistema de riego por goteo.
- d. **Fisiografía:** La zona presenta un relieve poco accidentado, conformada por pampas áridas y valles con formación de suelos agrícolas fértiles, los cuales son empleados en la agricultura y ganadería.

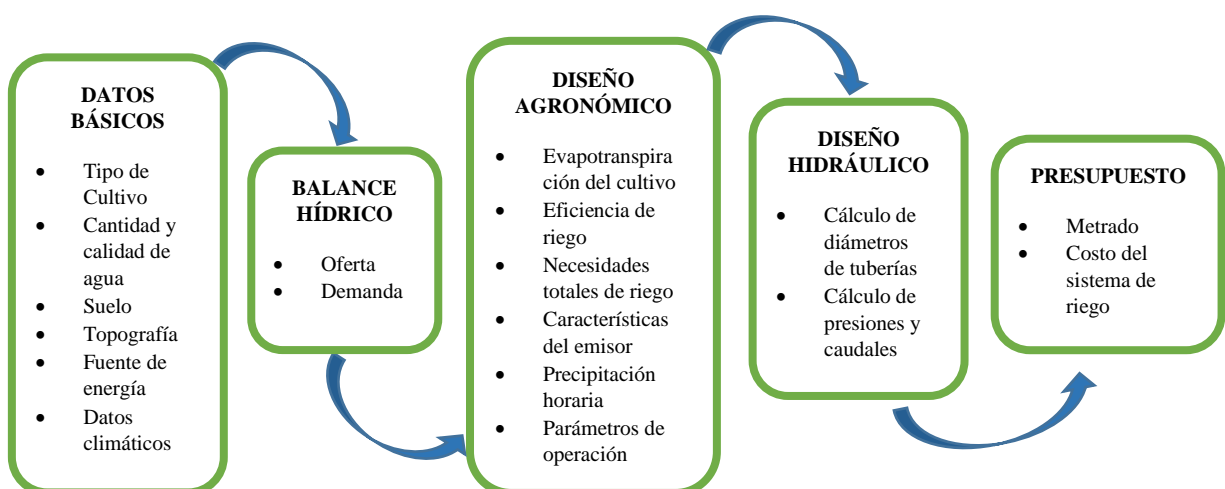
- e. **Clima:** El clima de la zona es cálido, con temperaturas variables y precipitaciones muy bajas. La información climatológica obtenida para el presente trabajo, corresponde a la Estación Meteorológica Andahuasi, ubicada en las coordenadas 11° 03' 01" S y 77° 33' 01" W, a una altitud de 120 msnm.
- f. **Recurso hídrico:** La fuente de agua proviene del río Huaura, captada mediante la bocatoma San José, derivándose el agua a través de un canal principal revestido, canales de distribución y laterales sin revestir; con caudal variable de 200 a 320 l/s en estiaje y avenida, respectivamente.

### 3.1.2 Materiales y equipos

- Wincha, estacas, Estación total, *GPS* y prismas
- Lapiceros, lápices, cuaderno de apuntes.
- Plano topográfico, datos climatológicos.
- Información del análisis de suelo y agua y cultivo.
- Libros y manuales.
- Software: *AutoCAD*, *CROPWAT*, entre otros
- Laptop, impresora y plotter

## 3.2 METODOLOGÍA

En la Figura 7 se presenta, esquemáticamente, la metodología empleada para alcanzar el objetivo propuesto, diseño del sistema de riego por goteo.



**Figura 7: Metodología para el diseño del sistema de riego**

FUENTE: Elaboración propia



### **3.2.1 Recopilación de información básica**

Se recopiló información referente al cultivo, agua, suelo, topografía, clima y fuentes de energía.

### **3.2.2 Balance hídrico**

Con la información recopilada y levantada en campo, se realizó el balance hídrico con proyecto, para 11,68 has de áreas agrícola.

### **3.2.3 Diseño agronómico**

Para ello, se realizaron las siguientes actividades: Estimación de la evapotranspiración de referencia ( $ET_o$ ); asignación de coeficientes de cultivo ( $K_c$ ); estimación de la evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ); estimación de la eficiencia de riego; estimación de las necesidades totales de riego; características del emisor; precipitación horaria; parámetros de operación.

### **3.2.4 Diseño hidráulico**

Que comprendió el cálculo del diámetro de tuberías, presiones y caudales (laterales de riego, porta-laterales, matriz y arcos de riego); cálculo del sistema de bombeo; diseño del cabezal de riego.

### **3.2.5 Estimación del presupuesto**

Con los resultados del diseño, se estimó el presupuesto correspondiente al proyecto.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 INFORMACIÓN BÁSICA

#### 4.1.1 Cultivo

Se trata del cultivo de palto, con un marco de plantación de 3 m x 2,5 m, distancia entre hileras y plantas respectivamente.

#### 4.1.2 Agua

La calidad de agua para riego según las Normas de Riverside (US Soil Salinity Laboratory) corresponde a la clase C2S1; es decir agua de buena calidad para la mayoría de cultivos y ligeramente peligroso para plantas muy sensibles y suelos impermeables. En la Tabla 3 se presenta los resultados del análisis del agua de riego.

**Tabla 3: Análisis de agua**

Parámetros	Resultados
pH	7,64
CE (mS/cm)	0,47
Cationes (meq/L)	4,73
Calcio (Ca)	3,25
Magnesio (Mg)	0,75
Sodio (Na)	0,7
Potasio (K)	0,03
Aniones (meq/L)	4,83
Carbonatos	0,0
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	2,78
Cloruros (Cl)	0,75
Nitratos	0,02
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	1,28
SAR	0,49
Boro (ppm)	0,19

FUENTE: Grupo San José



### 4.1.3 Suelo

La clase textural del suelo es arena franca, con buenas características agronómicas, sin concentraciones que pudieran resultar perjudiciales para el cultivo a implementar. Los resultados del análisis del suelo del área de interés, se presentan en la Tabla 4.

En general, son suelos permeables, su capacidad de retención de agua o capacidad de campo es baja, y también lo es el agua disponible por las plantas o agua útil, por tanto, deben ser regados frecuentemente. Asimismo, son fáciles de trabajar y no presentan problemas de aireación.

**Tabla 4: Análisis de suelo**

Descripción	MO (%)	P (ppm)	K <sub>2</sub> O (ppm)	pH (1:1)	CE (mS/cm)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Textura
Resultados	0,86	49,34	126	8,26	0,25	4,42	Arena franca

FUENTE: Grupo San José

### 4.1.5 Clima

La información climatológica obtenida para el presente trabajo, corresponde a la Estación Meteorológica Andahuasi. En la Tabla 5 se presenta los valores promedio para el periodo 1999 al 2008.

### 4.1.6 Fuente de energía

Para el suministro de energía eléctrica en la estación de bombeo, el sector San José cuenta con energía trifásica.

La potencia necesaria para el transformador será de 25,8 KW, de acuerdo a la potencia del motor estimado para el sistema de bombeo, fertilización y un margen de seguridad de 25 por ciento de ambos.

**Tabla 5: Datos climatológicos**

Mes	Temperatura media (°C)	Humedad (%)	Viento (Km/día)	Insolación (horas)	Radiación (MJ/m <sup>2</sup> /día)
Enero	21,9	75,5	115,0	8,85	12,2
Febrero	22,4	71,8	115,0	7,86	12,7
Marzo	23,25	72,8	144,0	8,52	12,3
Abril	21,85	73,5	115,0	8,09	11,0
Mayo	20,0	78,8	115,0	8,18	8,3
Junio	17,55	81,5	115,0	7,84	6,3
Julio	17,55	80,0	86,0	8,11	6,1
Agosto	17,8	77,3	86,0	8,28	6,9
Setiembre	18,65	75,0	115,0	8,18	8,6
Octubre	18,65	74,3	173,0	8,65	10,1
Noviembre	19,7	78,8	144,0	8,52	11,0
Diciembre	20,8	76,7	144,0	8,96	11,6
ANUAL	20,01	76,33	122,25	8,34	9,76

FUENTE: Estación meteorológica Andahuasi

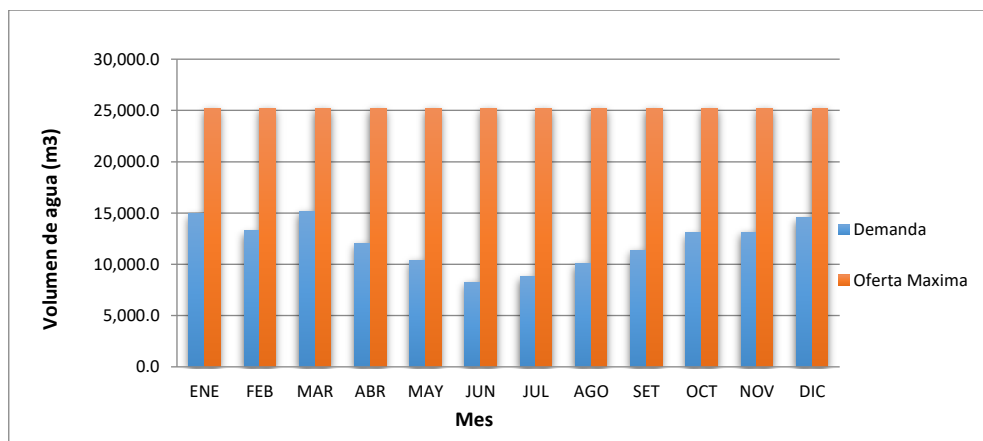
## 4.2 BALANCE HÍDRICO

Se realizó el balance hídrico con proyecto, para 11,68 has de áreas agrícola (ver la Tabla 6 y la Figura 8). La oferta anual es de 302 745,6 m<sup>3</sup> y la demanda anual es de 145 009,13 m<sup>3</sup>. Se puede apreciar que la demanda de agua requerida para el cultivo de palto en situación con proyecto, es cubierta por la oferta disponible, y el mes de máxima demanda es marzo. Desde el punto de vista hídrico el sistema de riego por goteo es técnicamente viable.

**Tabla 6: Balance hídrico – con proyecto**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Demanda (m<sup>3</sup>)</b>	14,918.61	13,257.54	15,159.24	12,071.5	10,394.9	8,271.21	8,810.92	10,097.91	11,368.93	13,067.88	13,140.0	14,540.49	145,099.13
<b>Oferta (m<sup>3</sup>)</b>	25,228.8	25,228.8	25,228.8	25,228.8	25,228.8	25,228.8	25,228.8	25,228.8	25,228.8	25,228.8	25,228.8	25,228.8	302,745.6
<b>Balance (m<sup>3</sup>)</b>	10,310.2	11,971.3	10,069.6	13,157.3	14,833.9	16,957.6	16,417.9	15,130.9	13,859.9	12,160.9	12,088.8	10,688.3	157,646.5

FUENTE: Elaboración propia



**Figura 8: Balance hídrico con proyecto**

**FUENTE:** Elaboración propia

En el ANEXO 1, se muestra los cálculos para la demanda y oferta de agua del cultivo propuesto.

### 4.3 DISEÑO DE RESERVORIO

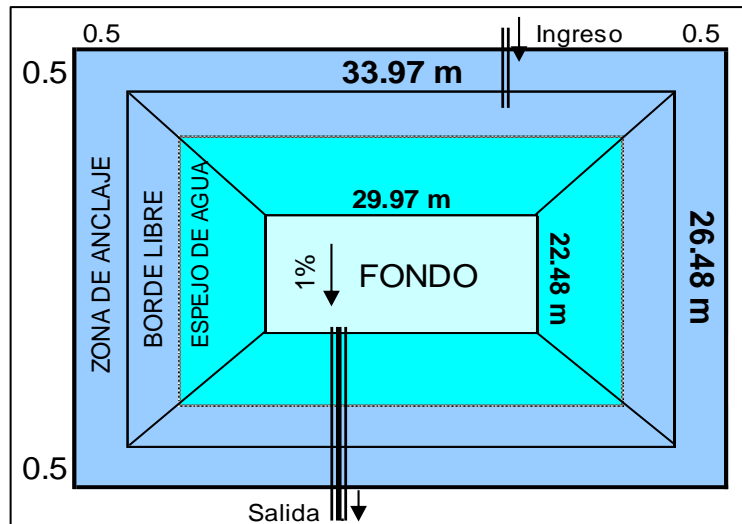
Se proyectó un reservorio, que servirá de almacenamiento del recurso hídrico, para satisfacer los requerimientos de agua en el momento oportuno para las 11,68 has de área agrícola.

El volumen del reservorio, se determinó en función a la necesidad hídrica del cultivo de palto y la frecuencia de abastecimiento de agua. El diseño corresponde a un volumen neto de agua de 2956.85 m<sup>3</sup> para cada seis días de frecuencia de riego otorgado por la comisión de regantes, una altura de agua de 3,8 m, un borde libre de 0,2 m y un talud de 1:0,5; su revestimiento se contempló con geomembrana HDPE reforzada de 1,00 mm de espesor. En la Tabla 7, se muestra las características del reservorio. Las medidas del reservorio se pueden apreciar en la Figura 9.

**Tabla 7: Características geométricas del reservorio**

	Altura (m) h	Borde libre (m)	Largo (m)		Ancho (m)		Talud Z	D. Incl. (m) d	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Anclaje (m) L <sub>a</sub>	Revestimiento
			l	L	b	B						(m <sup>2</sup> ) A <sub>rev</sub>
Liquido	3,8		29,97	33,77	22,48	26,28	0,5	4,25	2956,85	1151,65		
Total		0,20		33,97		26,48		4,47	3135,52	1178,59	1,5	1368,94

**FUENTE:** Elaboración propia



**Figura 9: Dimensionamiento del reservorio**

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.4 DISEÑO AGRONÓMICO

##### 4.4.1 Cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>)

Para la estimación de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>), se utilizó el método de Penman-Monteith, utilizando en datos de temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento e insolación (Estación Meteorológica Andahuasi). Para ello usó el programa de cómputo CROPWAT, tal como puede apreciarse en la Figura 10.

País		Estación				
PERU		ANDAHUASI				
Altitud	Latitud			Longitud		
120 m.	11.05 °S			77.55 °W		
Mes	Prom Temp	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ET <sub>o</sub>
	°C	%	km/día	horas	MJ/m <sup>2</sup> /día	mm/día
Enero	21.9	76	115	8.8	23.9	4.34
Febrero	22.4	72	115	7.9	22.4	4.27
Marzo	23.3	73	144	8.5	22.6	4.41
Abril	21.9	74	115	8.1	20.3	3.78
Mayo	20.0	79	115	8.2	18.6	3.15
Junio	17.6	82	115	7.8	17.0	2.59
Julio	17.6	80	86	8.1	17.8	2.67
Agosto	17.8	77	86	8.3	19.7	3.06
Septiembre	18.6	75	115	8.2	21.4	3.56
Octubre	18.6	74	173	8.7	23.3	3.96
Noviembre	19.7	79	144	8.5	23.3	3.95
Diciembre	20.8	77	144	9.0	24.1	4.23
Promedio	20.0	77	122	8.3	21.2	3.66

**Figura 10: Evapotranspiración de referencia (1999 – 2008)**

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.4.2 Coeficiente de cultivo (Kc)

Los valores utilizados fueron determinados por la Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda., en la zona de Quillota, Valparaíso, Chile, en base a ensayos durante dos años en un huerto comercial de paltos, en el que fueron evaluados los valores recomendados por Meyer et al. (1990) para paltos en California. Los valores de Kc utilizados se muestran en la Tabla 8, cuyo valor de 0,75 es para zonas calurosas en los meses de noviembre a marzo.

**Tabla 8: Coeficiente de cultivo (Kc) para paltos**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Kc	0,75	0,75	0,75	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,75	0,75

FUENTE: Gardiazabal, 2008

#### 4.4.3 Cálculo de la evapotranspiración de cultivo (ETc)

Para el cálculo se consideró la evapotranspiración de referencia correspondiente a marzo, con el valor crítico (4,41 mm/d) y un coeficiente de cultivo de 0,75.

**Tabla 9: Evapotranspiración de cultivo promedio (1999 – 2008)**

Descripción	Unidad	Valor
Evapotranspiración – ETo	mm/d	4,41
Coeficiente cultivo – Kc		0,75
Evapotranspiración cultivo - ETc	mm/d	3,31

FUENTE: Elaboración propia

Al no haber precipitación efectiva ni aporte capilar, la necesidad neta fue igual a la evapotranspiración del cultivo.

#### 4.4.3 Demandas totales (Nt)

Conociendo el valor de la demanda neta, el cálculo de la necesidad total está en función de la eficiencia de aplicación.

El cálculo de la eficiencia de aplicación de riego se obtuvo del producto de un 10 por ciento por pérdidas de percolación, 18 por ciento para el requerimiento de lavado de sales y 96 por ciento de coeficiente de uniformidad, resultando un 79 por ciento de eficiencia de aplicación.

Finalmente, el cálculo de la demanda total para el cultivo de palto, resultó una lámina de riego, en máxima demanda, de 4,20 mm/día o una dosis de riego de 31,5 l/planta/d. En el ANEXO 2, se muestra el método y el resultado de la determinación del coeficiente de uniformidad.

#### 4.4.4 Selección del gotero

- **Área agrícola con pendiente entre 0 a 2 por ciento:** Se escogió emisores no autocompensados Eolos de 17 mm - 1,6 l/h (Figura 11), debido a que el terreno es relativamente plano. En el ANEXO 3-A, se muestra el catálogo con las especificaciones técnicas del emisor.



**Figura 11: Gotero Eolos 17 mm – 1,6 l/h**

FUENTE: Catalogo de Eurodrip

- **Área agrícola con pendiente mayores a 2 por ciento:** Se escogió emisores autocompensados TopDrip PC 16 mm – 1,6 l/h (Figura 12), para obtener una mejor uniformidad de riego. En el Anexo 3-B, se muestran el catálogo con las especificaciones técnicas del emisor.



**Figura 12: Gotero TopDrip PC 16 mm – 1,6 l/h**

FUENTE: Catalogo de NAANDANJAIN

#### 4.4.5 Número de emisores

Se obtuvo de la multiplicación de la separación entre plantas y el espaciamiento entre goteros, tal como se puede ver en la Tabla 10.

**Tabla 10: Número de emisores por planta**

Descripción	Unidad	Valor
Área del proyecto	has	11,68
Separación entre plantas	m	2,5
Separación entre goteros	m	0,4
Número de goteros	Und.	18

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.4.6 Precipitación horaria

En la Tabla 11, se muestra el valor de precipitación horaria. En el ANEXO 4, se muestra los parámetros de diseño agronómico.

**Tabla 11: Precipitación horaria en mm/h**

Descripción	Unidad	Valor
Área del proyecto	has	11,68
Precipitación horaria	mm/h	4,0
Precipitación horaria	m <sup>3</sup> /h/ha	40,0

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.4.7 Parámetros de operación

El sector de riego total fue dividido en seis turnos de riego y 24 unidades de control manejados a través de válvulas hidráulicas de 2". La operación contempla el funcionamiento de seis turnos de riego, con un tiempo de riego de 1,05 h, para cada turno y un tiempo total de 6,3 horas por día (Tabla 12). En el ANEXO 5, se muestra el esquema de la distribución de turnos de riego en el campo.

**Tabla 12: Parámetros de operación según el turno de riego**

Turnos	N° Sector	Área		Caudal				Cultivo	Tipo de emisor de riego	Dosis total de riego		Tiempo de riego (h)
		Válvula	Turno	Válvula		Turno				(m³/ha/d)	(m³/d)	
		(ha)	(ha)	(m³/h)	(l/s)	(m³/h)	(l/s)					
I	1	0,50	1,88	20,00	5,56	75,20	20,89	Palto	Manguera autocompensada (q=1,6 l/h @ 0.4) – Gotero TopDrip / NaanDanJain	42,02	78,99	1,05
	2	0,51		20,40	5,67							
	3	0,42		16,80	4,67							
	4	0,45		18,00	5,00							
II	5	0,40	1,80	16,00	4,44	72,00	20,00	Palto	Manguera autocompensada (q=1,6 l/h @ 0.4) – Gotero TopDrip / NaanDanJain	42,02	75,63	1,05
	6	0,40		16,00	4,44							
	7	0,50		20,00	5,56							
	8	0,50		20,00	5,56							
III	9	0,50	2,00	20,00	5,56	80,00	22,22	Palto	Manguera autocompensada (q=1,6 l/h @ 0.4) – Gotero TopDrip / NaanDanJain	42,02	84,03	1,05
	10	0,50		20,00	5,56							
	11	0,50		20,00	5,56							
	12	0,50		20,00	5,56							
IV	13	0,50	2,00	20,00	5,56	80,00	22,22	Palto	Manguera autocompensada (q=1,6 l/h @ 0.4) – Gotero TopDrip / NaanDanJain	42,02	84,03	1,05
	14	0,50		20,00	5,56							
	15	0,50		20,00	5,56							
	16	0,50		20,00	5,56							



**Tabla 12: Continuación...**

Turnos	N° Sector	Área		Caudal				Cultivo	Tipo de emisor de riego	Dosis total de riego		Tiempo de riego (h)
		Válvula	Turno	Válvula		Turno				(m³/ha/d)	(m³/d)	
		(ha)	(ha)	(m³/h)	(l/s)	(m³/h)	(l/s)					
V	17	0,50	2,00	20,00	5,56	80,00	22,22	Palto	Manguera simple (q=1,6 l/h @ 0.4) – Gotero Eolos / Eurodrip	42,02	84,03	1,05
	18	0,50		20,00	5,56							
	19	0,50		20,00	5,56							
	20	0,50		20,00	5,56							
VI	21	0,50	2,00	20,00	5,56	80,00	22,22	Palto	Manguera simple (q=1,6 l/h @ 0.4) – Gotero Eolos / Eurodrip	42,02	84,03	1,05
	22	0,50		20,00	5,56							
	23	0,50		20,00	5,56							
	24	0,50		20,00	5,56							
<b>Total, proyecto</b>		<b>11,68</b>								<b>490,75</b>	<b>6,3</b>	

FUENTE: Elaboración propia

## 4.5 DISEÑO HIDRÁULICO

Para el diseño de matrices y portalaterales se utilizó la ecuación de pérdidas de carga de Hazen – Williams y Darcy Weisbach, con la aproximación de Blasius, respectivamente. La red hidráulica comprendió tuberías primarias, secundarias y terciarias que alimentan a los laterales de riego. Considerando las presiones y caudales de trabajo que debería soportar la red, se seleccionaron tuberías con diámetros de 48, 63, 75, 110 y 160 mm, en PVC, instaladas a un metro de profundidad promedio, para evitar cualquier daño debido al peso de maquinaria o trabajo de equipos durante la preparación del suelo.

### 4.5.1 Diseño del lateral de riego

El diseño del lateral fue realizado para cada subunidad (24) en los seis turnos. La longitud máxima de lateral fue de 120 m; el mayor caudal de diseño del lateral fue de 0,13 l/s, perteneciente a la válvula 17 del turno V y el menor caudal de diseño de 0,014 l/s,

perteneciente a la válvula 23 del turno VI. En el ANEXO 6, se muestra las hojas de cálculo del diseño hidráulico del lateral.

Se seleccionó los siguientes laterales de riego de goteo para el sistema parcelario:

- Para un área de 6,82 ha, se empleó tres laterales de riego por hilera de cultivo, conformado por una manguera de PE de 17 mm, clase – 15 mil, con emisores de 1,6 l/h, espaciados cada 0,4 m.
- Para un área de 4,86 ha, se empleó tres laterales de riego por hilera de cultivo, conformado por una manguera autocompensada de PE de 16 mm clase – 15 mil, con emisores de 1,6 l/h, espaciados cada 0,4 m.

#### **4.5.2 Diseño de la línea portalateral**

Se consideró tuberías de PVC, clase 5 y 7,5, con diámetros nominales de 48, 63 y 75 mm. La longitud máxima fue de 128 m; el mayor caudal, 5,67 l/s, perteneciente a la válvula 2 del turno I; y, el menor caudal, 4,44 l/s, perteneciente a la válvula 5 del turno II. En el ANEXO 7, se muestra las hojas de cálculo del diseño hidráulico de la línea portalateral.

#### **4.5.3 Diseño de la matriz**

Se consideró tuberías de PVC, clase 7,5, con diámetros nominales de 63 75, 110 y 160 mm. La velocidad máxima fue de 1,98 m/s, que está dentro del rango de velocidad propuesto como diseño ( $\leq 2,0$  m/s). El máximo caudal fue de 22,22 l/s, perteneciente al turno VI. En el ANEXO 12, se muestra el plano hidráulico del sistema de riego por goteo.

#### **4.5.4 Arcos de riego**

Se tomó en cuenta el caudal de ingreso, el diseño de las portalaterales y matriz, así como la información técnica de válvulas y accesorios.

Se ubicaron al inicio de las subunidades, conformadas por 24 válvulas hidráulicas, con estrangulador de 63 mm - 2", de polipropileno con conexión rosca interna. Asimismo, cada válvula estará complementada con una válvula de tres vías y un piloto regulador de 8 mm, para un rango de regulación de 10 a 60 m.c.a, con la finalidad de regular la presión y realizar la apertura y cierre del flujo de cada sector de riego. También, cada arco tiene una válvula de aire de ½", de simple efecto, y un punto de toma de presión.

En el ANEXO 13, se presentan los planos de los arcos de riego del sistema.

#### 4.5.5 Cálculo del sistema de bombeo

##### a. Requerimiento de presión del sistema

Además de las pérdidas por fricción y considerando la topografía (variables en cada turno de riego), se definió: pérdidas en el cabezal de riego, 6,0 m.c.a; de presión en válvulas y en accesorios (10 por ciento de la matriz); el desnivel topográfico; y, un tres por ciento por seguridad. Así se obtuvo alturas dinámicas totales, entre 24,66 y 54,99 m.c.a. La pérdida de carga en el arco de riego se consideró equivalente a 2,5 m.

La pérdida de carga en la matriz dependió del diámetro de la tubería y la longitud del tramo; el turno VI fue el más lejano al cabezal de riego y el que presentó mayor pérdida de carga en la matriz con 34,61 m.

El desnivel topográfico fue la diferencia de posición de cada válvula sobre la estación de bombeo, en la Tabla 13 se observa que la válvula 9 del turno III, se encuentra en contra pendiente del terreno.

Asimismo, en la Tabla 13 se observa que el requerimiento de presión máxima fue de 54,99 m.c.a, del turno VI. En el ANEXO 8, se presenta las hojas de cálculo del diseño hidráulico de la tubería matriz para el turno más crítico (Turno VI).

**Tabla 13: Requerimiento de la altura dinámica total del sistema - ADT**

ADT Final	und	T-I	T-II	T-III	T-IV	T-V	T-VI
		V3	V8	V9	V13	V17	V24
Presión en la subunidad	m.c.a	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Pérdida de carga en el arco riego	m.c.a	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Perdida fricción redes matriz	m.c.a	10.85	6.43	15.49	26.73	30.82	34.61
Perdida en accesorios matriz (10%)	m.c.a	1.09	0.64	1.55	2.67	3.08	3.46
Perdida en cabezal filtrado c/ inyección fertilizantes + bomba	m.c.a	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Seguridad (3%)	m.c.a	0.73	0.59	0.89	1.26	1.39	1.52
Desnivel topográfico en parcela	m.c.a	-1.2	-1.5	1.0	-4.5	-10.25	-3.1
ADT Final	m.c.a	29,97	24,66	37,42	44,66	43,54	54,99

**FUENTE:** Elaboración propia

## b. Requerimiento de potencia del sistema

La altura dinámica total máxima (ADT) fue estimada en 54,99 m.c.a, con un caudal máximo de 22,22 l/s. Para la selección de la unidad de bombeo, se ha considerado la válvula más crítica (válvula 24) del turno VI, calculando la potencia de la bomba y el motor en base a los datos de la ADT y el caudal por turno de riego (el más alto de todos los turnos).

En el ANEXO 9, se presenta la ficha técnica para la bomba seleccionada (modelo 65-160 Hidrostral).

La bomba será accionada por un motor eléctrico trifásico con una potencia máxima de 19,14 KW. Asimismo, se estimó una eficiencia de la bomba de 73 por ciento y un factor de servicio de 1,15 sobre la potencia calculada de la unidad de bombeo (Tabla 14).

**Tabla 14: Requerimiento de potencia de unidad de bombeo - turnos I, II, III, IV, V y VI**

Descripción	Unid.	T-I	T-II	T-III	T-IV	T-V	T-VI	Máxima capacidad
		V3	V8	V9	V13	V17	V24	
Caudal del turno	(l/s)	20,89	20,00	22,22	22,22	22,22	22,22	22,22
	(l/min)	1253,4	1200,0	1333,2	1333,2	1333,2	1333,2	1333,2
	(m <sup>3</sup> /h)	75,2	72,0	79,99	79,99	79,99	79,99	79,99
ADT calculado	(m.c.a.)	29,97	24,66	37,42	44,66	43,54	54,99	54,99
Potencia de bomba	(HP)	11,44	9,01	15,19	18,13	17,67	22,32	22,32
Potencia del motor	(HP)	13,15	10,36	17,47	20,85	20,32	25,66	25,67
	(KW)	9,81	7,73	13,02	15,54	15,15	19,14	19,14
*Eficiencia Bomba	73%							
*Factor de Servicio Final	1,15							

FUENTE: Elaboración propia

## 4.5.6 Diseño del cabezal de riego

### a. Sistema de filtrado

Cuenta con filtros primarios, conformados por tres filtros de grava de 36" de diámetro y conexión vitaulic, de 3", con una capacidad de diseño de 36 m<sup>3</sup>/h; y, filtros secundarios, compuestos por tres filtros de anillas, de 3" de diámetro, y conexión vitaulic con efecto helicoidal, con una capacidad de diseño de 36 m<sup>3</sup>/h cada uno.

El retrolavado, tanto de los filtros primarios como de los secundarios, será por operación manual de las válvulas hidráulicas de retrolavado, de 3" x 3" x 2", considerando la diferencia de presiones que se produzca entre la salida e ingreso de estos, para lo cual se revertirá el flujo de agua limpia, cerrando la entrada de agua del sistema hacia el filtro y eliminando el agua sucia producto del retrolavado mediante una tubería de PVC de 63 mm, clase – 7.5.

#### **b. Sistema de fertilización**

Para el equipo de fertilización, se seleccionó una electrobomba centrífuga, con una potencia de 1,5 KW; además, un filtro de anillas de 2", para minimizar los sedimentos de mezcla de la fertilización; también, tres tanques de plástico, de 1000 l (tipo vaso), para realizar la mezcla de fertilizantes.

La inyección del sistema de fertilización, se acoplará al manifold de fierro de 160 mm, después de la válvula check de 6".

En el ANEXO 10, se muestra la ficha técnica para la unidad de bombeo en la fertilización.

#### **c. Sistema de control**

El sistema de control considerado en el cabezal de filtrado, contempla un medidor de caudal de 6", fabricado en metal; válvula reguladora y sostenedora de presión, de 6", ambos con presión máxima de trabajo de 16 bares, y caudal nominal de 250 m<sup>3</sup>/h, con pérdidas de carga mínimas del orden de los 0,2 a 0,3 m.c.a; una válvula mariposa de 6", una válvula de check (6") y una válvula de alivio (2") en la descarga de la bomba para el control de sobrepresiones; manómetros de glicerina (0 – 10 bares) en el cabezal; y, válvulas de aire, doble efecto de 2".

En el ANEXO 14, se presenta el plano de diseño del cabezal de riego.

### **4.6 PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE RIEGO**

El presupuesto correspondiente al proyecto asciende a la suma de S/. 147 049,00 soles; en dicho costo no se incluye las obras civiles, tales como: zanjado, tapado, entre otros.

En el ANEXO 11, se muestra el presupuesto de instalación del sistema de riego por goteo.

## V. CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño del sistema de riego por goteo para 11,68 has de palto, de acuerdo a los datos básicos como oferta de agua, clima, topografía, suelo y fuente de energía.
- Del balance hídrico con proyecto para las 11,68 has con cultivo de palto, se tiene que la demanda anual (145 009,13 m<sup>3</sup>) requerida es cubierta por la oferta anual (302 745,6 m<sup>3</sup>) disponible.
- Se logró determinar el diseño agronómico, de acuerdo a la cantidad de agua necesaria para el cultivo de palto. Asimismo, se determinó el número de emisores por planta, tiempo de riego por turno, número de turnos por día y la descarga máxima por turno.
- Se logró determinar el diseño hidráulico para la red de tuberías en la conducción, distribución y aplicación del sistema de riego. La tubería matriz será de PVC clase 7.5, con diámetros nominales de 63, 75 110 y 160 mm; y, fueron diseñadas para velocidades no mayores a 2,0 m/s. Las tuberías portlaterales tienen diámetros de 48, 63 y 75 mm; los laterales de riego, de 16 y 17 mm.
- Se estableció los parámetros de operación del sistema, el cual permitirá el funcionamiento de 24 válvulas y 6 turnos de riego, cada uno con un tiempo de riego de 1,05 horas, haciendo un total de 6,30 horas al día y un intervalo de riego diario.
- El reservorio proyectado tiene una capacidad de 2956,85 m<sup>3</sup>, talud 1:0,5; será revestido con geomembrana HDPE, reforzada de 1,00 mm de espesor; el tiempo de llenado será cuatro horas, cada seis días.
- La altura dinámica total del sistema es de 54,99 m.c.a; con un caudal máximo de 22,22 l/s. El equipo de bombeo será accionado por un motor eléctrico trifásico, con una potencia de 19,14 KW. La unidad de bombeo tiene una eficiencia de trabajo del 73 por ciento y un factor de servicio de 1.15, sobre la potencia calculada de la unidad de bombeo.

- El cabezal de riego cuenta con tres filtros de grava, de 36" de diámetro, con una capacidad de diseño de 36 m<sup>3</sup>/h cada uno; tres filtros de anillas de 3" de diámetro; un medidor de caudal de 6", fabricado en metal; una válvula reguladora y sostenedora de presión de 6"; válvula mariposa de 6"; válvula de check de 6"; y, una válvula de alivio de 2", en la descarga de la bomba para el control de sobre presiones. También, manómetros de glicerina (0 – 10 bares) en el cabezal y válvulas de aire doble efecto de 2".
- La propuesta del sistema de riego por goteo, representa un costo de inversión de S/. 147 049,00 soles.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Una vez instalado el sistema de riego propuesto, realizar la capacitación de los operadores respecto al manejo del sistema y la programación de riego.
- Se recomienda implementar un tanque evaporímetro tipo A, a fin de obtener medidas de evaporación efectiva en el fundo y poder optimizar el diseño del sistema de riego por goteo.
- Se recomienda conocer la fenología y manejo productivo del cultivo de palto debido a la variación que existe en nuestro país para sus ciclos de crecimiento.
- Evaluar el sistema de riego por goteo en funcionamiento para verificar la uniformidad, hacer mediciones de las presiones con manómetro en la entrada de los arcos de riego, así como en los laterales.
- Se recomienda controlar el nivel de algas en el reservorio, aplicando sulfato de cobre en bajas concentraciones (3 a 5 ppm) durante la noche cuando el sistema de riego está detenido.
- Realizar el mantenimiento de los equipos y accesorios de riego periódicamente, lo cual garantizará un óptimo funcionamiento y una mayor durabilidad del sistema.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Armoni, S. 1992. El riego por goteo. Shefayim, IL, Centro Internacional de Cooperación para el Desarrollo Agrícola – CINADCO. 100 p.
2. Ataucusi, S. 2015. Manejo técnico del cultivo del palto. Editado por: Cáritas del Perú. Arequipa, PE, Programa PARA Buenaventura. 1<sup>era</sup> ed. 41 p.
3. Bralts, VF; Edward, DM; Wu, I-Pai. 1987. Drip irrigation design and evaluation based on the statistical uniformity concept: Advances in Irrigation. Ed. Academic Press. Orlando, US. Vol. 4. p 67-117.
4. Doorembos, J. y Pruitt, WO. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje N° 24. Roma, IT.
5. Franciosi, R. 2003. El palto, producción, cosecha y postcosecha. Ediciones Cimagraf. Lima, PE. 225 p.
6. Fuentes, J. L. 1999. Técnicas de riego. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, ES. 484 p.
7. Gardiazabal, F. 2004. Riego y nutrición en paltos. Valparaíso, CL. 21 p. Disponible en [http://www.avocadosource.com/Journals/2\\_Seminario/2\\_Seminario\\_Gardiazabal\\_Fertilizacion\\_y\\_Riego\\_SPAN.pdf](http://www.avocadosource.com/Journals/2_Seminario/2_Seminario_Gardiazabal_Fertilizacion_y_Riego_SPAN.pdf)
8. Gardiazabal, F. 2008. Palto y cítricos: generalidades del cultivo. Valparaíso, CL. 26 p. Disponible en [http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa\\_Chapter\\_01.pdf](http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa_Chapter_01.pdf).
9. IFAPA (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera). 2010. Manual de riego para agricultores – Módulo 4: Riego localizado. Edita Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla, ES. 158 p.
10. Koller, O. 2002. Abacate. Producao de mudas, instalacao e manejo de pomares, colheita e pos-colheita. Editora Cinco continentes. Porto alegre, BR. 154 p.

11. Mendoza, A. E. 2013. Riego por goteo. La Libertad, SV, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”. 98 p.
12. Pizarro, F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, ES. 2<sup>da</sup> ed. 513 p.
13. PSI (Programa Subsectorial de Irrigaciones). 2006. Guía para la elaboración de expedientes técnicos de riego presurizado. Lima, PE. 61 p.
14. Saldarriaga, V. 2001. Hidráulica de tuberías. Ed. Panamericana Formas e Impresos S.A. Bogotá, CO. 585 p.
15. Saxton, K. E. y Rawls, W. J. 2006. Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. Soil Science Society of America Journal. US.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1 – A: CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA CON PROYECTO

Descripción	Unidad	Meses												Total
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
<b>Eto</b>	mm/día	4.34	4.27	4.41	3.78	3.15	2.59	2.67	3.06	3.56	3.96	3.95	4.23	
<b>Kc Palto</b>		0.75	0.75	0.75	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.75	0.75	
<b>Uso consuntivo Etc</b>	mm/día	3.26	3.20	3.31	2.72	2.27	1.86	1.92	2.20	2.56	2.85	2.96	3.17	
<b>Precipitación efectiva</b>	mm/día	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Necesidades netas del cultivo</b>	mm/día	3.26	3.20	3.31	2.72	2.27	1.86	1.92	2.20	2.56	2.85	2.96	3.17	
<b>Eficiencia de aplicación</b>	%	79.00%	79.00%	79.00%	79.00%	79.00%	79.00%	79.00%	79.00%	79.00%	79.00%	79.00%	79.00%	
<b>Necesidades totales de cultivo</b>	mm/día	4.12	4.05	4.19	3.45	2.87	2.36	2.43	2.79	3.24	3.61	3.75	4.02	
	m3-ha/día	41.20	40.54	41.87	34.45	28.71	23.61	24.33	27.89	32.45	36.09	37.50	40.16	
<b>Área de Riego</b>	ha	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	
<b>Demanda total unitario - mensual</b>	m3/ha	<b>1,277.28</b>	<b>1,135.06</b>	<b>1,297.88</b>	<b>1,033.52</b>	<b>889.97</b>	<b>708.15</b>	<b>754.36</b>	<b>864.55</b>	<b>973.37</b>	<b>1,118.83</b>	<b>1,125.00</b>	<b>1,244.91</b>	<b>12,422.87</b>
<b>Demanda total - mensual</b>	m3	<b>14,918.61</b>	<b>13,257.54</b>	<b>15,159.24</b>	<b>12,071.50</b>	<b>10,394.90</b>	<b>8,271.21</b>	<b>8,810.92</b>	<b>10,097.91</b>	<b>11,368.93</b>	<b>13,067.88</b>	<b>13,140.00</b>	<b>14,540.49</b>	<b>145,099.13</b>

FUENTE: Elaboración propia

## ANEXO 1 – B: CÁLCULO DE LA OFERTA DE AGUA CON PROYECTO

Descripción	Unidad	Meses												Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
N° de días del mes	días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Caudal asignado por la C.R. San Felipe	l/s	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	
	m3/hr	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	
Tiempo de riego por dotación	hr/ha	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
Área proyecto	ha	11.68	11.68	11.68	11.68	11.68	11.68	11.68	11.68	11.68	11.68	11.68	11.68	
Tiempo de riego total por dotación para el área de proyecto	hr	5.84	5.84	5.84	5.84	5.84	5.84	5.84	5.84	5.84	5.84	5.84	5.84	
Frecuencia de cada dotación de riego parcelario	días	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
Numero de riegos al mes	N°	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Volumen ofertado para el proyecto	m3	25,228.80	25,228.80	25,228.80	25,228.80	25,228.80	25,228.80	25,228.80	25,228.80	25,228.80	25,228.80	25,228.80	25,228.80	302,745.60
	m3/ha	2,160.00	2,160.00	2,160.00	2,160.00	2,160.00	2,160.00	2,160.00	2,160.00	2,160.00	2,160.00	2,160.00	2,160.00	25,920.00

FUENTE: Elaboración propia

## ANEXO 2: MÉTODO Y RESULTADO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU)

Para una subunidad se adoptó el siguiente criterio:

- Dentro de la subunidad se eligen cuatro laterales: el primero, el último y dos intermedios, situados, respectivamente, a 1/3 del primero y a 1/3 del último.
- Dentro del lateral se eligen cuatro goteros: el primero, el último y dos intermedios escogidos con el mismo criterio anterior.
- Se mide el caudal que reciben los 16 goteros y se aplica el CU.

$$CU \approx \frac{q_{25}}{q_a}$$

Donde:

$q_a$ : caudal medio de todos los emisores considerados

$q_{25}$ : caudal medio de los emisores que constituyen el 25 por ciento de caudal más bajo

Para determinar el caudal de los 16 goteros, se calculó la presión hidráulica a la entrada de cada gotero y se empleó la ecuación del gotero.

$$Q \approx K \times H^x$$

Donde:

$Q$ : caudal del emisor (l/hr)

$K$ : coeficiente de descarga (para nuestro emisor 0.461)

$x$ : exponente de descarga (para nuestro emisor 0.54)

$H$ : presión hidráulica a la entrada del emisor (m)

De esta forma obtuvimos los siguientes valores en una subunidad:

H: presión hidráulica
Q: caudal del gotero

9.96
1.59

9.45
1.55

8.94
1.5

8.88
1.5

10.32
1.63

9.81
1.58

9.26
1.53

9.11
1.52

10.56
1.65

10.01
1.59

9.42
1.55

9.19
1.53

10.54
1.64

9.97
1.59

9.33
1.54

9.0
1.51

Finalmente:

$$q_{25} \approx 1.51$$

$$q_a \approx 1.57$$

$$CU \approx 96\%$$

## ANEXO 3 - A: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EMISOR NO AUTOCOMPENSADO

### Eolos Specifications

EMITTER FLOW DATA FOR 8 MIL DRIPLINE					
Nominal Emitter Flow Rate (LPH)	Constant k* (lph)	Flow Exponent z	Coefficient of Variation (CV)	Friction Factor (Kd)	Flow Rate (LPH) @ 1 bar
0,8	0,79	0,49	0,025	0,10	0,79
1,3	1,15	0,54	0,010	0,10	1,15
1,6	1,50	0,54	0,013	0,10	1,50
2,6	2,30	0,50	0,022	0,08	2,30
3,8	3,80	0,50	0,020	0,10	3,80

\* These data may vary respectively to the pipe thickness and diameter.

# Eolos

## Flat Dripline

EMITTER FLOW PATH SPECIFICATIONS			
Nominal Emitter Flow Rate (LPH)	Flow Path Width (mm)	Flow Path Depth (mm)	Required Filtration (mesh)
0,8	0,60	0,50	120*
1,3	0,70	0,60	120*
1,6	0,70	0,65	120*
2,6	0,80	0,80	120*
3,8	1,00	0,90	120*

\* Disk or sand media filtration is required when organic contaminants are present.

### Customer Benefits & Product Application

- Large turbulent flow path emitters are injection molded in our Isoflyta, Greece facility where they are welded into our seamless Eolos dripline using only the highest grade resins, ensuring product quality and availability you can count on.
- Industry Leading CV values (< 2%) and the highest operating pressures available means unmatched uniformity performance for your plants and reliability for you.
- Wide range of mil thicknesses, emitter flows and spacing (including custom spacing) in both 17mm and 23mm diameters provides design flexibility for virtually any planting needs.
- Ideal applications include crops such as tomatoes, peppers, melons, cotton, grapes, potatoes and other row crops for both surface and shallow subsurface.

For more information, please visit  
[www.eurodrip.gr](http://www.eurodrip.gr)

### Abbreviations

ID – Inside Diameter  
OD – Outside Diameter  
LPH – Liters Per Hour

55th Km National Road Athens-Lamia,  
P.O. Box 24, 320 11 Isoflyta, Greece  
Tel.: +30 22620 54800, Fax: +30 22620 54801  
e-mail: sales@eurodrip.gr  
Website: www.eurodrip.gr



## Eolos Specifications

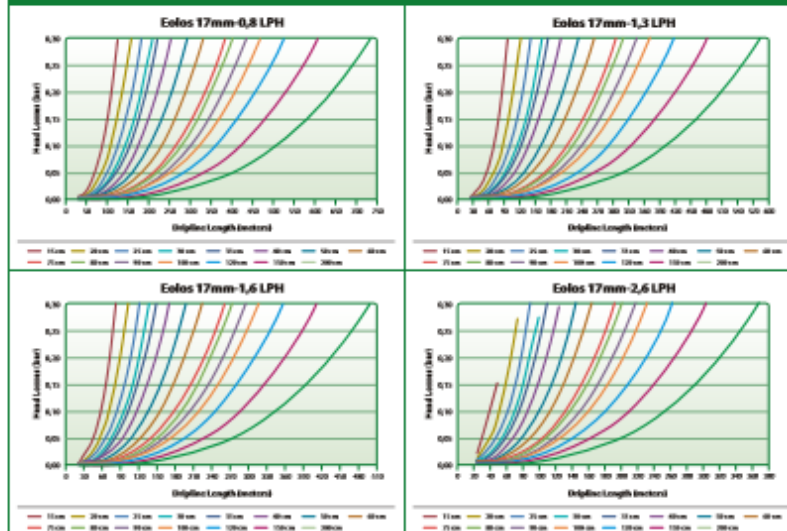
### EOLOS 17MM DRIFLINE SPECIFICATIONS

Mill	Wall Thickness (mm)	ID (mm)	OD (mm)	Coil Length (m) Spacing: 30	Coils per Pallet	Max Operating Pressure (bar)
5	0,135	16,10	16,40	3000	20	0,8
6	0,150	16,10	16,40	2600	20	1,0
8	0,200	16,10	16,50	2500	20	1,2
10	0,250	16,10	16,60	2300	20	1,4
12	0,300	16,10	16,70	1700	20	1,5
15	0,370	16,10	16,85	1300	20	1,8
18	0,450	16,10	17,00	1000	20	2,0
24	0,600	16,10	17,30	850	20	2,5
36	0,900	16,10	17,90	500	20	3,0

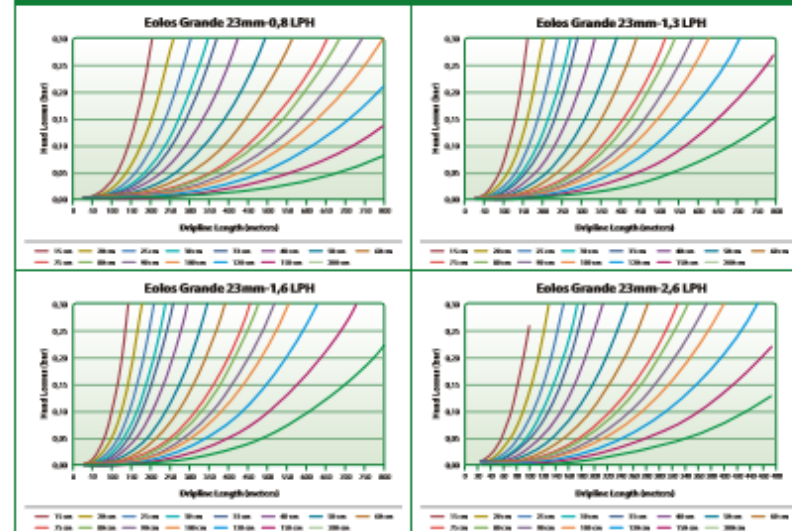
### EOLOS GRANDE 23MM DRIFLINE SPECIFICATIONS

Mill	Wall Thickness (mm)	ID (mm)	OD (mm)	Coil Length (m) Spacing: 30	Coils per Pallet	Max Operating Pressure (bar)
8	0,200	22,20	22,60	1800	20	1,0
10	0,250	22,20	22,70	1600	20	1,3
12	0,300	22,20	22,80	1450	20	1,4
15	0,370	22,20	22,95	1250	20	1,6
18	0,450	22,20	23,10	700	20	1,8
24	0,600	22,20	23,40	500	20	2,0

### EOLOS 17MM - LATERAL LENGTH vs. HEAD LOSS



### EOLOS GRANDE 23MM - LATERAL LENGTH vs. HEAD LOSS



For more information, please visit  
[www.eurodrip.gr](http://www.eurodrip.gr)



## ANEXO 3 - B: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EMISOR AUTOCOMPENSADO

**NAANDANJAIN**  
IRRI GATION COMPANY

TUBERÍA INTEGRADA DE BAJO Y MEDIO ESPESOR CON GOTEROS AUTOCOMPENSANTES (PC) PLANOS

# TopDrip



**TopDrip PC**

1.0, 1.6, 2.0, 2.2 l/h



**TopDrip PC AS**

1.0, 1.6, 2.0, 2.2 l/h

**Modelos de líneas de goteo innovadoras, de mínimo costo, autocompensantes (PC) y antisifón (PC AS) de pared delgada a media basados en el laberinto de cascada.**

**APLICACIONES**

- Cultivos en hileras tal como caña de azúcar, hortalizas, etc.
- Riego por goteo subterráneo (SDI)
- Topografía variable
- Riego de hileras largas con alta uniformidad

**ESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS**

- Gotero preciso de presión compensada
- Bajo CV: 3,0%
- Laberinto de cascada incorporado para una máxima resistencia al taponamiento
- Protección contra la intrusión de raíces
- Doble mecanismo único de autolimpieza
- Permite laterales más largos con EU de 95%
- Pasajes de agua grandes para una óptima durabilidad a bajos caudales
- Entrada de agua de canal múltiple para operación bajo una pesada carga de suciedad
- Espaciamiento corto de goteros que crea una franja continua húmeda

**TOPDRIP – EMBALAJE Y EMBARQUE**

Carretes de carton						
Diámetro nominal (pulg)	Espesor de pared (mil)	Longitud estándar de rollo* (m)	Bolinas por pallet	Bolinas por contenedor de 28 pies	Bolinas por contenedor de 40 pies	Bolinas por contenedor HC de 40 pies
16mm	13	1250	16	320	640	720
16mm	15	1250	16	320	640	720
16mm	18	1150	16	320	640	720
16mm	25	600	16	320	640	720
20mm	13	550	16	320	640	720
20mm	15	500	16	320	640	720
20mm	18	450	16	320	640	720
20mm	25	375	16	320	640	720

\* El espaciamento de goteros puede afectar la longitud del rollo

**DATOS TÉCNICOS**

Diámetro nominal	Espesor de pared		DI (mm)	DE (mm)	Presión máxima (bar)	KD	Conectores	
	mil	mm					Cms	Inch
16	13	0.33	16.2	16.06	1.4	0.4	•	•
	15	0.38	16.2	16.96	1.8	0.4	•	•
	18	0.45	15.8	16.79	2.0	0.4	•	•
	25	0.63	15.6	16.06	2.5	0.4	•	•
20	13	0.33	22.2	22.06	1.2	0.2	•	•
	15	0.38	22.2	22.96	1.4	0.2	•	•
	18	0.45	22.2	23.18	1.7	0.2	•	•
	25	0.63	22.2	23.46	2.0	0.2	•	•

**MODELO ESPECIAL PC AS:**

- Diseño antisifón que evita la succión en etapa de drenaje
- Recomendado para riego por goteo subterráneo

**DATOS TÉCNICOS**

- Caudal: 1.0, 1.6, 2.0, 2.2 l/h
- Rango de regulación de presión: 0.4 – 2.5 bar
- Presión de operación: 0.4 – 2.5 bar, de acuerdo al espesor de la pared
- Espesor de pared: 13-25 mil, 0.33-0.63 mm
- Grado de filtración recomendada: 130 micrones (120 mesh)



TUBERIA INTEGRADA DE BAJO Y MEDIO ESPESOR CON GOTEROS AUTOCOMPENSANTES (PC) PLANOS

# TopDrip 16 mm

PERDIDA DE CARGA (m) EN RELACION A LA LONGITUD DEL LATERAL (m), CAUDAL DEL GOTERO Y ESPACIAMIENTO (cm)

TopDrip 16, 1.6 M, P.E. 13-15 mil, ID 16.2

Espaciamiento entre goteros (cm)

Longitud del lateral (m)	20	30	40	50	60	70	100
20	0.1						
40	0.2	0.1	0.1				
60	0.5	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	
80	2.0	0.8	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1
100	3.5	1.5	0.8	0.5	0.3	0.2	0.1
120	5.8	2.4	1.3	0.8	0.5	0.4	0.2
140	8.7	3.6	1.9	1.2	0.8	0.6	0.3
160	13.4	5.1	2.8	1.7	1.2	0.9	0.4
180		7.0	3.8	2.4	1.6	1.2	0.6
200		9.1	5.0	3.2	2.2	1.6	0.8
220		12.1	6.5	4.1	2.8	2.0	1.0
240			8.1	5.2	3.6	2.6	1.3
260			10.2	6.4	4.4	3.2	1.6
280			12.4	7.9	5.4	4.0	1.9
300				9.5	6.6	4.8	2.3
320				11.4	7.8	5.7	2.8
340					9.2	6.7	3.3
360					10.8	7.9	3.9
380						9.1	4.5
400						10.6	5.2
420							5.9
440							6.7
460							7.6
480							8.6
500							9.6

TopDrip 16, 1.6 M, P.E. 11mil, ID 15.8

Espaciamiento entre goteros (cm)

Longitud del lateral (m)	20	30	40	50	60	70	100
20	0.1						
40	0.2	0.1	0.1				
60	1	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	
80	2.1	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1
100	3.7	1.6	0.8	0.5	0.4	0.2	0.1
120	6.1	2.5	1.4	0.8	0.6	0.4	0.2
140	9.2	3.8	2.1	1.2	0.9	0.6	0.3
160		5.5	3	1.9	1.3	0.9	0.5
180		7.5	4.1	2.6	1.8	1.3	0.6
200		10	5.4	3.4	2.4	1.7	0.8
220			7	4.4	3	2.2	1.1
240			8.9	5.6	3.9	2.8	1.4
260			11.1	7	4.8	3.5	1.7
280				8.6	5.9	4.2	2.1
300				10.2	7.2	5.2	2.6
320					8.5	6.3	3.1
340					10.1	7.4	3.6
360					10.2	8.6	4.2
380						10.0	4.9
400							5.7
420							6.5
440							7.4
460							8.4
480							9.4
500							10.6

TopDrip 16, 1.6 M, P.E. 15mil, ID 15.4

Espaciamiento entre goteros (cm)

Longitud del lateral (m)	20	30	40	50	60	70	100
20	0.1						
40	0.2	0.1	0.1				
60	1.0	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	
80	2.3	0.9	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1
100	3.9	1.6	0.9	0.5	0.4	0.3	0.1
120	6.4	2.7	1.4	0.9	0.6	0.5	0.2
140	9.6	4.0	2.2	1.4	0.9	0.7	0.3
160	13.8	5.8	3.1	2	1.4	1.0	0.5
180	18.9	7.9	4.2	2.7	1.9	1.4	0.7
200		10.5	5.8	3.6	2.5	1.8	0.9
220		13.7	7.5	4.7	3.2	2.4	1.2
240		17.2	9.5	6.0	4.1	3.0	1.5
260		21.5	11.8	7.4	5.2	3.8	1.9
280			14.4	9.1	6.3	4.6	2.3
300			17.4	11.0	7.7	5.6	2.8
320			20.9	13.2	9.1	6.7	3.3
340				15.6	10.8	7.9	3.9
360				18.2	12.6	9.3	4.6
380					21.1	14.7	5.3
400						16.9	12.6
420						19.3	14.2
440						22.0	16.1
460							18.3
480							20.5
500							22.8

TopDrip 16, 1.6 M, P.E. 13-15mil, ID 16.2

Espaciamiento entre goteros (cm)

Longitud del lateral (m)	20	30	40	50	60	70	100
20	0.1						
40	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1		
60	2.0	0.8	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1
80	4.2	1.8	0.9	0.4	0.4	0.2	0.1
100	7.2	3.2	1.7	1.1	0.7	0.5	0.3
120	12.6	5.2	2.8	1.8	1.2	0.9	0.4
140		7.9	4.3	2.7	1.9	1.3	0.7
160		11.4	6.2	3.9	2.7	1.9	1.0
180			8.5	5.3	3.7	2.7	1.3
200			11.2	7.1	4.9	3.6	1.8
220				9.2	6.4	4.7	2.3
240				11.7	8.1	5.9	2.9
260					10.1	7.4	3.6
280					12.3	9.1	4.4
300						10.9	5.4
320							6.4
340							7.6
360							8.9
380							10.2
400							11.9
420							
440							
460							
480							
500							

TopDrip 16, 1.6 M, P.E. 11mil, ID 15.8

Espaciamiento entre goteros (cm)

Longitud del lateral (m)	20	30	40	50	60	70	100
20	0.1						
40	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	
60	2.1	0.9	0.5	0.3	0.3	0.1	0.1
80	4.5	1.9	1.0	0.6	0.4	0.2	0.2
100	8.2	3.4	1.9	1.2	0.8	0.4	0.3
120	12.4	5.6	3.0	1.9	1.3	1.0	0.5
140		8.5	4.6	2.9	2.0	1.5	0.7
160		12.2	6.7	4.2	2.9	2.1	1.0
180			9.2	5.8	4.0	2.9	1.4
200			12.2	7.7	5.4	3.9	1.9
220				10.0	6.9	5.1	2.5
240				12.7	8.9	6.4	3.2
260					11.0	8.1	4.0
280						9.9	4.9
300						12.0	5.9
320							7.1
340							8.4
360							9.8
380							11.4
400							
420							
440							
460							
480							
500							

TopDrip 16, 1.6 M, P.E. 15mil, ID 15.4

Espaciamiento entre goteros (cm)

Longitud del lateral (m)	20	30	40	50	60	70	100
20	0.1						
40	0.2	0.2	0.2	0	0.1	0.1	
60	2.2	0.9	0.5	0.3	0.3	0.2	0.1
80	4.7	2	1.1	0.7	0.5	0.3	0.2
100	8.6	3.6	2	1.2	0.9	0.6	0.3
120	14	5.8	3.2	2	1.4	1.0	0.5
140	20.2	9	4.9	3.1	2.2	1.6	0.8
160		12.9	7.1	4.5	3.1	2.3	1.1
180		17.7	9.8	6.2	4.3	3.2	1.6
200		22.7	13.0	8.2	5.7	4.2	2.1
220			16.9	10.7	7.4	5.2	2.7
240				20.5	13.6	9.5	3.4
260					17	11.8	4.3
280						20.8	5.3
300						17.5	6.4
320							20.9
340							18.2
360							21.3
380							
400							14.2
420							16.2
440							18.5
460							
480							
500							

\* Presión mínima de trabajo 0,4 bar. Presión máxima de trabajo de acuerdo al espesor de la pared.



# TopDrip 16 mm

PERDIDA DE CARGA (m) EN RELACION A LA LONGITUD DEL LATERAL (m), CAUDAL DEL GOTERO Y ESPACIAMIENTO (cm)

TopDrip 16, 2.0B, EP 10-15ml/D 16.2

Longitud lateral (m)	Espaciamiento de goteros (cm)						
	20	30	40	50	60	70	100
20	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
40	1	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
60	2.8	1.2	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1
80	6	2.5	1.4	0.9	0.4	0.5	0.2
100	10.1	4.6	2.5	1.6	1.1	0.8	0.4
120	15	6.1	3.4	2.1	1.3	0.7	
140	20.5	8.2	4.5	2.7	1.7	1	
160		9	5.4	3.3	2.1	1.4	
180			7.8	5.4	2.9	1.9	
200			10.4	7.2	5.2	2.6	
220				9.4	6.8	3.6	
240					8.7	4.2	
260						5.2	
280						6.5	
300						7.9	
320						9	

TopDrip 16, 2.0B, EP 15ml/D 15.8

Longitud lateral (m)	Espaciamiento de goteros (cm)						
	20	30	40	50	60	70	100
20	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
40	1	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
60	2	1.2	0.7	0.5	0.2	0.2	0.1
80	4.3	2.7	1.5	1	0.7	0.5	0.2
100	11.7	5	2.7	1.7	1.2	0.9	0.5
120		8.1	4.4	2.8	2	1.4	0.7
140		13.3	6.7	4.3	3	2.2	1.1
160			9.7	6.1	4.2	3.1	1.6
180			13.4	8.5	5.9	4.3	2.1
200				11.2	7.8	5.8	2.8
220				14.7	10.2	7.5	3.7
240					12	9.5	4.7
260					16.2	11.9	5.9
280						14.4	7.2
300						16.8	8.7
320							10.4
340							12.3
360							14.5
380							16.8

TopDrip 16, 2.0B, EP 25ml/D 15.4

Longitud lateral (m)	Espaciamiento de goteros (cm)						
	20	30	40	50	60	70	100
20	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
40	1	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
60	2	1.2	0.7	0.5	0.2	0.2	0.2
80	4.6	2.8	1.6	1	0.7	0.5	0.2
100	12	5.1	2.8	1.8	1.2	0.9	0.5
120	19.7	8.4	4.6	2.9	2	1.5	0.8
140		12.7	7	4.4	3.1	2.3	1.1
160		18.2	10.1	6.4	4.5	3.2	1.6
180			14	8.8	6.2	4.5	2.2
200			18.6	11.8	8.2	6.1	3
220				15.4	10.7	7.8	3.9
240				19.5	12.6	10	4.9
260					16.9	12.5	6.2
280					20.9	15.3	7.6
300						18.6	9.2
320						21.5	11
340							12
360							15.2
380							17.7
400							20.4

TopDrip 16, 2.2B, EP 13-15ml/D 16.2

Longitud lateral (m)	Espaciamiento de goteros (cm)						
	20	30	40	50	60	70	100
20	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
40	1.1	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
60	2.3	1.4	0.8	0.5	0.4	0.2	0.2
80	7.1	3	1.6	1	0.7	0.5	0.3
100		5.4	2	1.9	1.2	1	0.5
120		8.8	4.8	3	2.1	1.5	0.8
140			7.4	4.6	3.2	2.4	1.2
160				6.7	4.6	3.4	1.7
180				9.2	6.4	4.7	2.2
200					8.5	6.2	3.1
220						8.1	4
240							5
260							6.3
280							7.7
300							9.4

TopDrip 16, 2.2B, EP 18ml/D 15.8

Longitud lateral (m)	Espaciamiento de goteros (cm)						
	20	30	40	50	60	70	100
20	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
40	1.2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
60	3.5	1.5	0.8	0.5	0.4	0.2	0.2
80	7.5	3.2	1.8	1.1	0.8	0.6	0.3
100	12.7	5.8	3.2	2	1.4	1	0.5
120		9.5	5.2	3.3	2.3	1.7	0.8
140		14.4	7.9	5	3.5	2.6	1.2
160			11.4	7.2	5.1	3.7	1.8
180			15.8	10	7	5.1	2.5
200				13.2	9.2	6.8	3.4
220					12.1	8.8	4.4
240					15.2	11.2	5.6
260						14.1	6.9
280						16.2	8.5
300							10.3
320							12.3
340							14.6

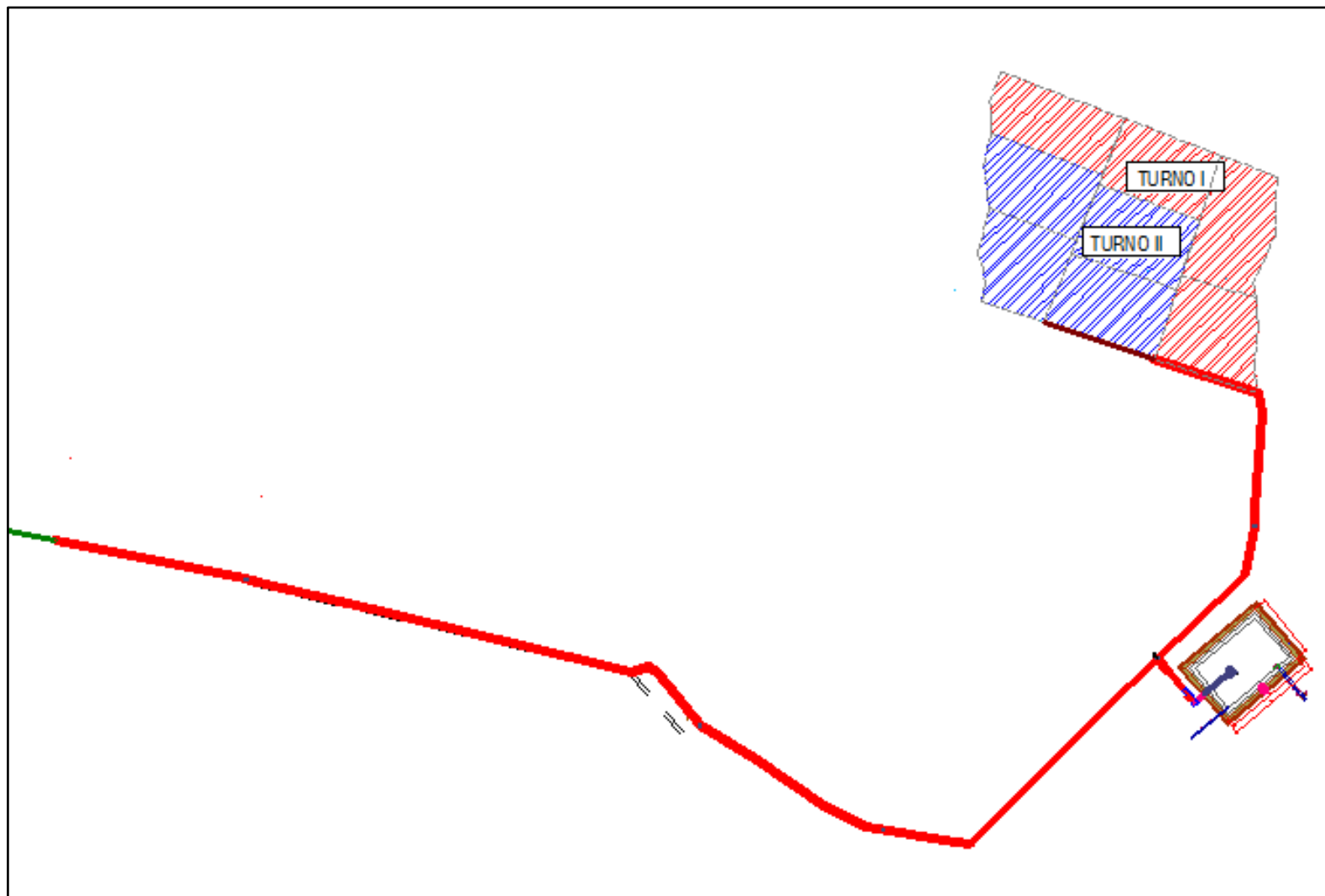
TopDrip 16, 2.2B, EP 25ml/D 15.4

Longitud lateral (m)	Espaciamiento de goteros (cm)						
	20	30	40	50	60	70	100
20	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
40	1.2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
60	2.6	1.5	0.9	0.5	0.4	0.2	0.2
80	7.7	3.3	1.8	1.2	0.8	0.6	0.3
100	14.1	6	3.2	2.1	1.5	1.1	0.6
120		9.8	5.4	3.4	2.4	1.8	0.9
140		15	8.2	5.2	3.6	2.7	1.2
160		21.5	11.9	7.5	5.3	3.9	1.9
180			16.5	10.4	7.2	5.2	2.6
200			21.1	14	9.7	7.2	3.5
220				18.1	12.7	9.2	4.6
240					16.1	11.8	5.8
260					20	14.8	7.3
280						18.1	9
300						22	10.9
320							12
340							15.4
360							18
380							21

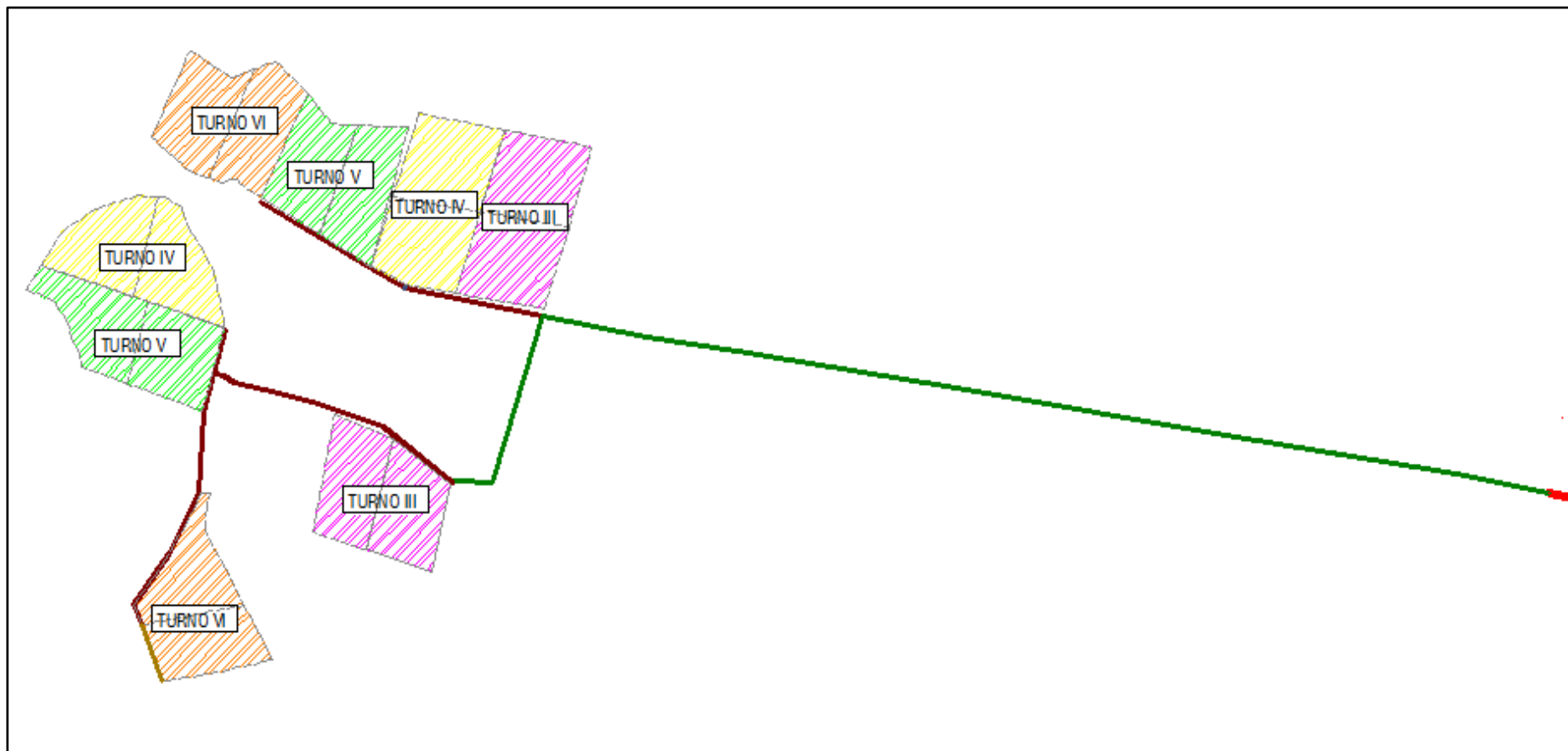
## ANEXO 4: PARÁMETROS DE DISEÑO AGRONÓMICO PARA EL CULTIVO DE PALTO

Variables	Unidad	Parámetros
Superficie	has	11,68
Fuente de agua		Reservorio
Factor de lavado	%	82
Pérdida por percolación	%	90
Coefficiente uniformidad de riego	%	96
Eficiencia de aplicación	%	79
Distanciamiento entre plantas	m	2,5
Distancia entre hileras de cultivo	m	3,0
ETo máximo	mm/día	4,41
Factor de cultivo máximo	Kc	0,75
ETc	mm/día	3,31
Precipitación efectiva	mm/día	0,0
Lámina neta a reponer (en máx. demanda)	mm/día	3,31
Lámina total a reponer	mm/día	4,2
Tipo de riego a emplear		Manguera Pared Delgada PE 17mm - C 15MIL, Q= 4.0 l/h/m (1.60 l/h @ 0.40) y Manguera Autocompensada PE 16mm - C 15 MIL, Q= 4.00 l/h/m (1.60 l/h @ 0.40)
Caudal del emisor	l/h	1,6
Distancia entre emisores	m	0,4
Número de laterales / hilera cultivo		3/1
Tasa de irrigación	mm/h	4,0
Capacidad de riego	m <sup>3</sup> /h/ha	40,0
Número de emisores por planta	und	18,00
Longitud máxima de laterales	m	120,0
Intervalo de riego	día	1,0
Tiempo máximo de riego / turno	h	1,05
Número de turnos / día		6,0
Tiempo máximo de riego / día	h	6,3
Nº de válvulas por turno		4,0
Descarga máxima por turno	l/s	22,22
Volumen máx. requerido del sistema por día	m <sup>3</sup> /d	490,75

## ANEXO 5 - A: ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS TURNOS DE RIEGO I Y II



## ANEXO 5 - B: ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS TURNOS DE RIEGO III, IV, V Y VI



## ANEXO 6 Y 7: CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SECTOR MÁS CRÍTICO

### CALCULO HIDRAULICO DE LA TUBERIA MATRIZ - TURNO VI

Caudal Gotero	1.60	l/h	Área Sector	0.50	ha
Distancia Goteros	0.40	m	Caudal del Sector	5.6	l/s
Distancia entre Líneas	1.00	m	Longitud Portalateral N°1	27.00	m
Precipitación Sistema	4.00	mm/hr	Longitud Portalateral N°2	26.00	m
	11.11	l/s-ha	Distancia entre Líneas N°1	1.00	m
			Distancia entre Líneas N°2	1.00	m
Cota Válvula Sector	<b>290</b>	msnm	Numero Líneas riego N°1	27.00	N°
Cota Final Portalateral N°1	<b>289.3</b>	msnm	Numero Líneas riego N°2	26.00	N°
Cota Final Portalateral N°2	<b>288.7</b>	msnm	Presión Nominal Emisor	1.00	bar
Desnivel Portalateral N°1	<b>-0.70</b>	m			
Pendiente Portalateral	<b>-2.593%</b>	Desnivel a Favor	Lateral de Riego	<b>Longitud (m)</b>	<b>Cota (msnm)</b>
Desnivel Portalateral N°2	<b>-0.60</b>	m	Lateral N° 01	95	291
Pendiente Portalateral	<b>-2.308%</b>	Desnivel a Favor	Lateral N° 02	95	289.8
			Lateral N° 03	95	288.8
					<b>S (%)</b>
					<b>1.053%</b>
					<b>0.526%</b>
					<b>0.105%</b>

### CALCULOS HIDRAULICOS EN PORTALATERALES - VALVULA 24 -TURNO VI

Tramos (n°)	Caudal Tramo (l/s)	Caudal Acumulado (l/s)	Diámetro Interno (mm.)	Longitud (metros)	Longitud Acumulada (metros)	Velocidad Crítica (m/s)	Perdida Fricción Hf (metros)	Pérdida Acumulada (metros)	Desnivel Topográfico (metros)	Presión Dinámica (m.c.a)
<b>Válvula</b>										<b>10.00</b>
1	0.1056	5.5968	<b>59.80</b>	<b>1.00</b>	1.00	<b>1.99</b>	0.058	0.058	-0.026	<b>9.97</b>
2	0.1056	5.4912	59.80	1.00	2.00	<b>1.96</b>	0.056	0.115	-0.026	<b>9.94</b>
3	0.1056	5.3856	59.80	1.00	3.00	<b>1.92</b>	0.055	0.169	-0.026	<b>9.91</b>



4	0.1056	5.2800	59.80	1.00	4.00	<b>1.88</b>	0.053	0.222	-0.026	<b>9.88</b>
5	0.1056	5.1744	59.80	1.00	5.00	<b>1.84</b>	0.051	0.273	-0.026	<b>9.86</b>
6	0.1056	5.0688	59.80	1.00	6.00	<b>1.80</b>	0.049	0.322	-0.026	<b>9.83</b>
7	0.1056	4.9632	59.80	1.00	7.00	<b>1.77</b>	0.047	0.370	-0.026	<b>9.81</b>
8	0.1056	4.8576	59.80	1.00	8.00	<b>1.73</b>	0.046	0.415	-0.026	<b>9.79</b>
9	0.1056	4.7520	59.80	1.00	9.00	<b>1.69</b>	0.044	0.459	-0.026	<b>9.77</b>
10	0.1056	4.6464	59.80	1.00	10.00	<b>1.65</b>	0.042	0.501	-0.026	<b>9.76</b>
11	0.1056	4.5408	59.80	1.00	11.00	<b>1.62</b>	0.041	0.542	-0.026	<b>9.74</b>
12	0.1056	4.4352	59.80	1.00	12.00	<b>1.58</b>	0.039	0.581	-0.026	<b>9.73</b>
13	0.1056	4.3296	59.80	1.00	13.00	<b>1.54</b>	0.037	0.618	-0.026	<b>9.72</b>
14	0.1056	4.2240	59.80	1.00	14.00	<b>1.50</b>	0.036	0.654	-0.026	<b>9.71</b>
15	0.1056	4.1184	59.80	1.00	15.00	<b>1.47</b>	0.034	0.688	-0.026	<b>9.70</b>
16	0.1056	4.0128	59.80	1.00	16.00	<b>1.43</b>	0.033	0.720	-0.026	<b>9.69</b>
17	0.1056	3.9072	59.80	1.00	17.00	<b>1.39</b>	0.031	0.751	-0.026	<b>9.69</b>
18	0.1056	3.8016	59.80	1.00	18.00	<b>1.35</b>	0.030	0.781	-0.026	<b>9.69</b>
19	0.1056	3.6960	59.80	1.00	19.00	<b>1.32</b>	0.028	0.809	-0.026	<b>9.68</b>
20	0.1056	3.5904	59.80	1.00	20.00	<b>1.28</b>	0.027	0.836	-0.026	<b>9.68</b>
21	0.1056	3.4848	59.80	1.00	21.00	<b>1.24</b>	0.025	0.862	-0.026	<b>9.68</b>
22	0.1056	3.3792	59.80	1.00	22.00	<b>1.20</b>	0.024	0.886	-0.026	<b>9.68</b>
23	0.1056	3.2736	59.80	1.00	23.00	<b>1.17</b>	0.023	0.909	-0.026	<b>9.69</b>
24	0.1056	3.1680	59.80	1.00	24.00	<b>1.13</b>	0.022	0.930	-0.026	<b>9.69</b>
25	0.1056	3.0624	44.40	1.00	25.00	<b>1.98</b>	0.084	1.014	-0.026	<b>9.63</b>
26	0.1056	2.9568	44.40	1.00	26.00	<b>1.91</b>	0.079	1.093	-0.026	<b>9.58</b>
27	0.1056	2.8512	44.40	1.00	27.00	<b>1.84</b>	0.074	1.166	-0.026	<b>9.53</b>
28	0.1056	2.7456	44.40	1.00	28.00	<b>1.77</b>	0.069	1.235	-0.023	<b>9.49</b>
29	0.1056	2.6400	44.40	1.00	29.00	<b>1.71</b>	0.065	1.300	-0.023	<b>9.45</b>
30	0.1056	2.5344	44.40	1.00	30.00	<b>1.64</b>	0.060	1.360	-0.023	<b>9.41</b>

31	0.1056	2.4288	44.40	1.00	31.00	<b>1.57</b>	0.056	1.416	-0.023	<b>9.38</b>
32	0.1056	2.3232	44.40	1.00	32.00	<b>1.50</b>	0.052	1.467	-0.023	<b>9.35</b>
33	0.1056	2.2176	44.40	1.00	33.00	<b>1.43</b>	0.048	1.515	-0.023	<b>9.32</b>
34	0.1056	2.1120	44.40	1.00	34.00	<b>1.36</b>	0.044	1.559	-0.023	<b>9.30</b>
35	0.1056	2.0064	44.40	1.00	35.00	<b>1.30</b>	0.040	1.598	-0.023	<b>9.29</b>
36	0.1056	1.9008	44.40	1.00	36.00	<b>1.23</b>	0.036	1.635	-0.023	<b>9.27</b>
37	0.1056	1.7952	44.40	1.00	37.00	<b>1.16</b>	0.033	1.668	-0.023	<b>9.26</b>
38	0.1056	1.6896	44.40	1.00	38.00	<b>1.09</b>	0.030	1.697	-0.023	<b>9.26</b>
39	0.1056	1.5840	44.40	1.00	39.00	<b>1.02</b>	0.026	1.723	-0.023	<b>9.25</b>
40	0.1056	1.4784	44.40	1.00	40.00	<b>0.95</b>	0.023	1.747	-0.023	<b>9.25</b>
41	0.1056	1.3728	44.40	1.00	41.00	<b>0.89</b>	0.021	1.767	-0.023	<b>9.26</b>
42	0.1056	1.2672	44.40	1.00	42.00	<b>0.82</b>	0.018	1.785	-0.023	<b>9.26</b>
43	0.1056	1.1616	44.40	1.00	43.00	<b>0.75</b>	0.015	1.801	-0.023	<b>9.27</b>
44	0.1056	1.0560	44.40	1.00	44.00	<b>0.68</b>	0.013	1.814	-0.023	<b>9.28</b>
45	0.1056	0.9504	44.40	1.00	45.00	<b>0.61</b>	0.011	1.824	-0.023	<b>9.29</b>
46	0.1056	0.8448	44.40	1.00	46.00	<b>0.55</b>	0.009	1.833	-0.023	<b>9.31</b>
47	0.1056	0.7392	44.40	1.00	47.00	<b>0.48</b>	0.007	1.840	-0.023	<b>9.32</b>
48	0.1056	0.6336	44.40	1.00	48.00	<b>0.41</b>	0.005	1.845	-0.023	<b>9.34</b>
49	0.1056	0.5280	44.40	1.00	49.00	<b>0.34</b>	0.004	1.849	-0.023	<b>9.36</b>
50	0.1056	0.4224	44.40	1.00	50.00	<b>0.27</b>	0.003	1.852	-0.023	<b>9.38</b>
51	0.1056	0.3168	44.40	1.00	51.00	<b>0.20</b>	0.002	1.853	-0.023	<b>9.40</b>
52	0.1056	0.2112	44.40	1.00	52.00	<b>0.14</b>	0.001	1.854	-0.023	<b>9.42</b>
53	0.1056	0.1056	44.40	1.00	53.00	<b>0.07</b>	0.000	1.854	-0.023	<b>9.45</b>
<b>Q-total</b>	<b>5.5968</b>		<b>LP</b>	<b>53.00</b>		<b>Hf</b>	<b>1.85</b>	<b>ΔZ</b>	<b>-1.30</b>	

**CALCULOS HIDRAULICOS EN LATERAL DE RIEGO**

Lateral (n°)	Caudal Lateral (l/s)	Caudal Acumulado (l/s)	Diámetro Interno (mm)	Longitud (metros)	Numero Goteros (N°)	Perdida Lateral (metros)	Factor Christiansen Fc	Pérdida Acumulada (metros)	Desnivel Topográfico (metros)	Presión Dinámica Final Línea (m.c.a)
1	0.1056	0.11	16.00	95.00	237.50	<b>2.7932</b>	0.37	<b>1.0216</b>	1.00	<b>7.95</b>
27	0.1056	0.11	16.00	95.00	237.50	<b>2.7932</b>	0.37	<b>1.0216</b>	0.50	<b>8.01</b>
53	0.1056	0.11	16.00	95.00	237.50	<b>2.7932</b>	0.37	<b>1.0216</b>	0.10	<b>8.32</b>

<b>10.00</b>	<b>9.97</b>	<b>9.53</b>	<b>9.45</b>
<b>Variación 20.54%</b> <b>Pmáx 10.00 m.c.a</b> <b>Pmin 7.95 m.c.a</b> <b>Variación 2.05 m.c.a</b>			
<b>7.95</b>	<b>8.01</b>	<b>8.32</b>	

**\*Línea Autocompensada**

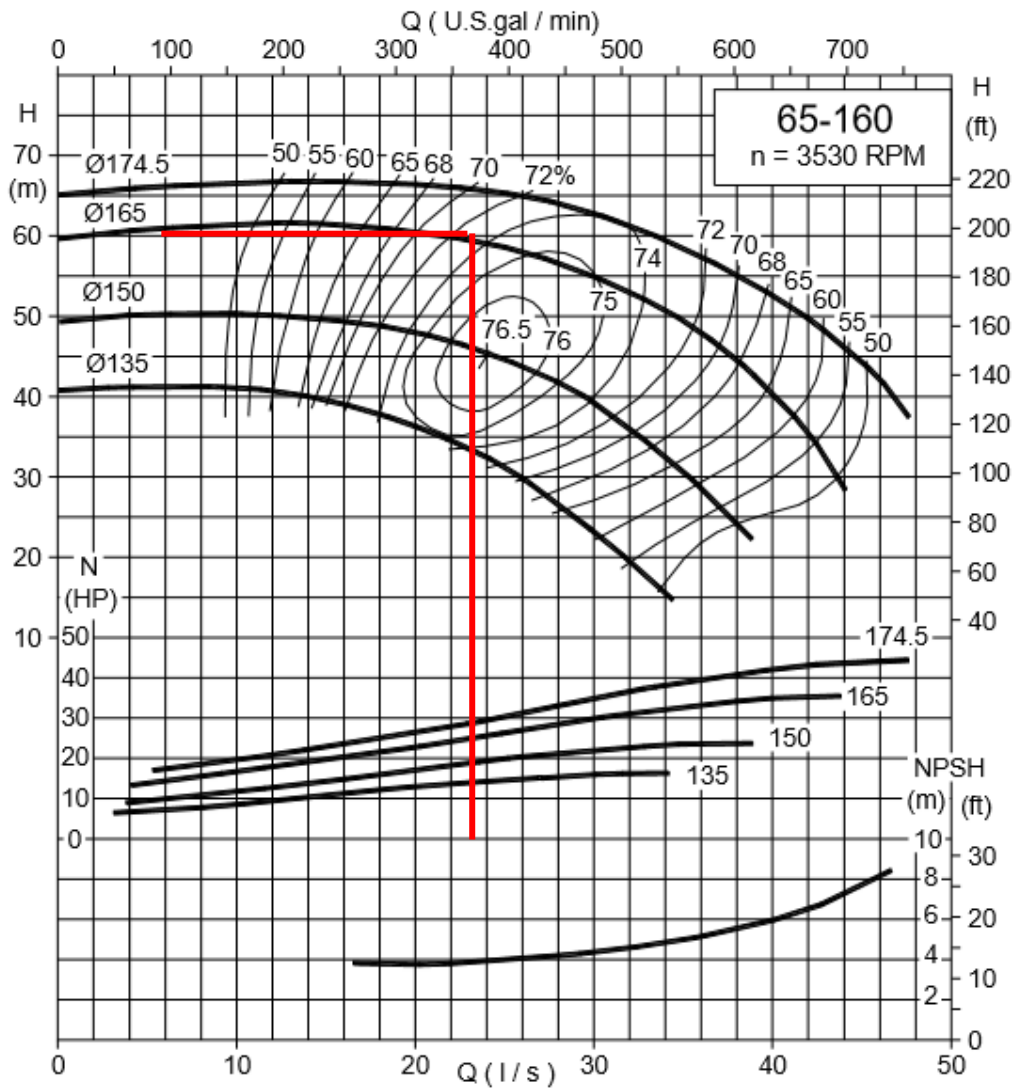
## ANEXO 8: CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED MATRIZ PARA EL TURNO MÁS CRÍTICO

CALCULO HIDRAULICO DE LA RED MATRIZ PARA EL TURNO VI																	
RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO VI /V21 Y V22																	
Tramo	Longitud Tramo	Caudal Salida / tramo	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad	Diámetro Nominal (Dn)	Diámetro Interno (Di)	Velocidad (V)	Pérdida Unitaria (J)	Pérdidas Principales Tramo (Hf)	Pérdidas Secundaria (Hfs)	Pérdidas Totales Tramo (HFt)	Pérdidas Totales Acumulada	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ)	Desnivel Acumulado
	(m)	(m³/hr)	(m³/hr)	(l/s)	C	(mm)	(mm)	(m/s)	(m.c.a / m)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m)	(m)
R2 - CF	40.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C10.0	144.60	1.35	0.0106	0.42	0.02	0.45	0.45	293.00	298.00	5.00	5.00
CF-J1	20.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	0.17	0.01	0.17	0.62	298.00	296.70	-1.30	3.70
J1-J8	97.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	0.81	0.04	0.85	1.47	296.70	298.00	1.30	5.00
J8-J9	103.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	0.86	0.04	0.90	2.37	298.00	296.00	-2.00	3.00
J9-J10	114.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	0.95	0.05	1.00	3.36	296.00	295.00	-1.00	2.00
J10-J11	174.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	1.45	0.07	1.52	4.88	295.00	295.00	0.00	2.00
J11-12	214.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	1.78	0.09	1.87	6.75	295.00	299.00	4.00	6.00
J12-J13	250.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	2.08	0.10	2.18	8.94	299.00	293.00	-6.00	0.00
J13-J14	85.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	0.71	0.04	0.74	9.68	293.00	293.00	0.00	0.00
J14-J15	150.00	0.00	80.00	22.22	150.00	140-C7.5	133.00	1.60	0.0159	2.39	0.12	2.51	12.19	293.00	293.00	0.00	0.00
J15-J16	242.00	0.00	80.00	22.22	150.00	140-C7.5	133.00	1.60	0.0159	3.86	0.19	4.05	16.24	293.00	291.00	-2.00	-2.00
J16-J17	242.00	0.00	80.00	22.22	150.00	140-C7.5	133.00	1.60	0.0159	3.86	0.19	4.05	20.29	291.00	288.00	-3.00	-5.00
J17-J18	175.00	40.00	80.00	22.22	150.00	140-C7.5	133.00	1.60	0.0159	2.79	0.14	2.93	23.22	288.00	285.30	-2.70	-7.70
J18-J19	78.00	0.00	40.00	11.11	150.00	110-C7.5	104.60	1.29	0.0142	1.11	0.06	1.17	24.39	285.30	283.70	-1.60	-9.30
J19-20	78.00	0.00	40.00	11.11	150.00	110-C7.5	104.60	1.29	0.0142	1.11	0.06	1.17	25.55	283.70	281.70	-2.00	-11.30
J20-J22	114.00	0.00	40.00	11.11	150.00	110-C7.5	104.60	1.29	0.0142	1.62	0.08	1.70	27.26	281.70	279.90	-1.80	-13.10
J22-J23(V21)	100.00	20.00	40.00	11.11	150.00	110-C7.5	104.60	1.29	0.0142	1.42	0.07	1.49	28.75	279.90	282.00	2.10	-11.00
J23(V21)-V22	59.00	20.00	20.00	5.56	150.00	75-C7.5	71.20	1.40	0.0257	1.51	0.08	1.59	30.34	282.00	280.00	-2.00	-13.00
	2335.00										HFt	30.34			ΔZt	-13.00	

**RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO VI /V23 Y V24**

Tramo	Longitud Tramo	Caudal Salida / tramo	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad	Diámetro Nominal (Dn)	Diámetro Interno (Di)	Velocidad (V)	Pérdida Unitaria (J)	Pérdidas Principales Tramo (Hf)	Pérdidas Secundaria (Hfs)	Pérdidas Totales Tramo (HFt)	Pérdidas Totales Acumulada	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ)	Desnivel Acumulado
			(m³/hr)	(l/s)										Inicio	Final		
	(m)	(m³/hr)	(m³/hr)		C	(mm)	(mm)	(m/s)	(m.c.a / m)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m.c.a)	(m)	(m)
R2 - CF	40.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C10.0	144.60	1.35	0.0106	0.42	0.02	0.45	0.45	293.00	298.00	5.00	5.00
CF-J1	20.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	0.17	0.01	0.17	0.62	298.00	296.70	-1.30	3.70
J1-J8	97.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	0.81	0.04	0.85	1.47	296.70	298.00	1.30	5.00
J8-J9	103.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	0.86	0.04	0.90	2.37	298.00	296.00	-2.00	3.00
J9-J10	114.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	0.95	0.05	1.00	3.36	296.00	295.00	-1.00	2.00
J10-J11	174.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	1.45	0.07	1.52	4.88	295.00	295.00	0.00	2.00
J11-12	214.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	1.78	0.09	1.87	6.75	295.00	299.00	4.00	6.00
J12-J13	250.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	2.08	0.10	2.18	8.94	299.00	293.00	-6.00	0.00
J13-J14	85.00	0.00	80.00	22.22	150.00	160-C7.5	152.00	1.22	0.0083	0.71	0.04	0.74	9.68	293.00	293.00	0.00	0.00
J14-J15	150.00	0.00	80.00	22.22	150.00	140-C7.5	133.00	1.60	0.0159	2.39	0.12	2.51	12.19	293.00	293.00	0.00	0.00
J15-J16	242.00	0.00	80.00	22.22	150.00	140-C7.5	133.00	1.60	0.0159	3.86	0.19	4.05	16.24	293.00	291.00	-2.00	-2.00
J16-J17	242.00	0.00	80.00	22.22	150.00	140-C7.5	133.00	1.60	0.0159	3.86	0.19	4.05	20.29	291.00	288.00	-3.00	-5.00
J17-J18	175.00	40.00	80.00	22.22	150.00	140-C7.5	133.00	1.60	0.0159	2.79	0.14	2.93	23.22	288.00	285.30	-2.70	-7.70
J18-J24	150.00	0.00	40.00	11.11	150.00	110-C7.5	104.60	1.29	0.0142	2.13	0.11	2.24	25.46	285.30	287.00	1.70	-6.00
J24-J25	38.00	0.00	40.00	11.11	150.00	110-C7.5	104.60	1.29	0.0142	0.54	0.03	0.57	26.03	287.00	286.00	-1.00	-7.00
J25-J27	78.00	0.00	40.00	11.11	150.00	110-C7.5	104.60	1.29	0.0142	1.11	0.06	1.17	27.20	286.00	284.00	-2.00	-9.00
J27-J28	158.00	0.00	40.00	11.11	150.00	110-C7.5	104.60	1.29	0.0142	2.25	0.11	2.36	29.56	284.00	282.00	-2.00	-11.00
J28-J30	35.00	0.00	40.00	11.11	150.00	110-C7.5	104.60	1.29	0.0142	0.50	0.02	0.52	30.08	282.00	282.70	0.70	-10.30
J30-J31	74.00	0.00	40.00	11.11	150.00	110-C7.5	104.60	1.29	0.0142	1.05	0.05	1.11	31.19	282.70	284.60	1.90	-8.40
J31-J32(V23)	130.00	20.00	40.00	11.11	150.00	110-C7.5	104.60	1.29	0.0142	1.85	0.09	1.94	33.13	284.60	289.00	4.40	-4.00
J32(V23)-V24	55.00	20.00	20.00	5.56	150.00	75-C7.5	71.20	1.40	0.0257	1.41	0.07	1.48	34.61	289.00	289.90	0.90	-3.10
	2624.00											HFt	34.61		ΔZt	-3.10	

## ANEXO 9: FICHA TÉCNICA DE HIDROSTAL DE LA UNIDAD DE BOMBEO SELECCIONADA



# ANEXO 10: FICHA TÉCNICA PARA LA UNIDAD DE BOMBEO EN LA FERTILIZACIÓN



TEU2452 31.06



**Aplicaciones:** Para suministros domésticos, agrícolas e industriales. Riegos y coqueiros hidroneumáticos de presión.

**Aplicações:** Para fornecimentos domésticos e industriais. Rega por aspersão e pressurização de edifícios.

**Applications:** For domestic, agricultural and industrial supplies. Irrigation and hydropneumatic sets.

**Prisma35 2N**



**Bombas centrífugas multicelulares horizontales completamente silenciosas, autoaspirantes hasta 2 m.**

**Materiales:**

Impulsores y cuerpo bomba en acero inoxidable AISI 304.

Eje motor en acero inoxidable AISI 420.

Difusores en Noryl® con carga de fibra de vidrio.

Cuerpo aspiración e impulsión en acero gris de fundición.

Sello mecánico en grafito/alumina.

Juntas en EPDM.

Carcasa motor en aluminio L2521.

Bobinado impregnado con barniz epoxy.

**Motor:**

Asincrónico, dos polos.

Protección IP 44.

Aislamiento clase F.

Servicio continuo.

Prisma35 N 2M con protección térmica incorporada.

**Bombas centrífugas multicelulares horizontais perfeitamente silênciosas, autoferrantes até 2 m.**

**Materiais:**

Impulsores e corpo da bomba em aço inox. AISI 304.

Veio do motor em aço inox. AISI 420.

Difusores em Noryl® reforçados com fibra de vidro.

Tampas de aspiração e compressão em ferro fundido.

Retenção mecânica em grafito/alumina.

Juntas em EPDM.

Câmara do motor em alumínio L2521.

Bobinagem com impregnação de verniz Epoxy.

**Motor:**

Assincrónico, dois pólos.

Proteção IP 44.

Isolamento classe F.

Serviço contínuo.

Prisma35 N 2M com proteção térmica incorporada.

**Quiet running horizontal multi-stage centrifugal pumps. Self-priming up to 2 m.**

**Materials:**

Pump body and impellers in stainless steel AISI-304.

Motor shaft in stainless steel AISI-420.

Diffusers in Noryl® (glass loaded polymer).

Suction and discharge mountings in cast iron.

Mechanical seal in graphite and alumina.

O-rings in EPDM.

Motor housing in aluminium L-2521.

Windings impregnated with epoxy resin.

**Motor:**

Asynchronous, two poles.

IP 44 protection.

Class F insulation.

Continuous operation.

Prisma35 N 2M with built-in thermal protection.

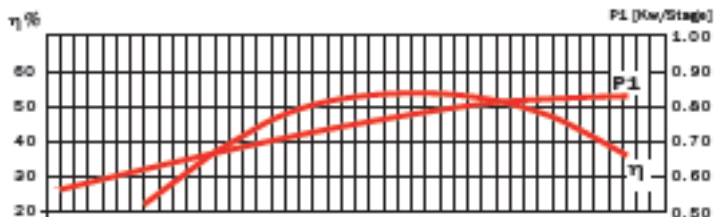
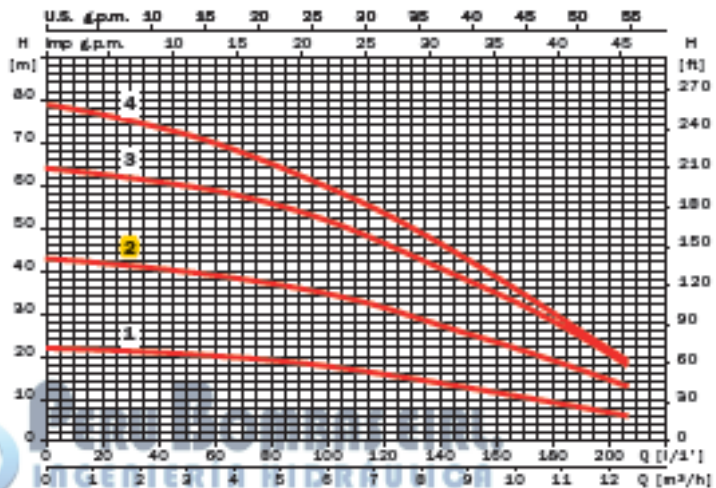
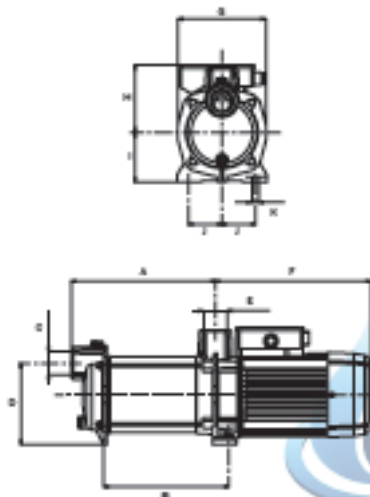


## Prisma35 2N

Dimensiones en mm.  
Dimensiones en cm.  
Dimensiones in mm.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Rg
Prisma35 N 1	173.1	112.8	1"	14T	2"	381.5	158	125.3	90	80	12	17.7/17.4
Prisma35 N 2	187.6	162.8	1"	14T	2"	381.5	158	125.3	90	80	12	18.7/18.4
Prisma35 N 3	222.1	187.3	1"	14T	2"	381.5	158	125.3	90	80	12	21.7/21.4
Prisma35 N 4	266.6	231.8	1"	14T	2"	381.5	158	125.3	90	80	12	23.8

Curvas de funcionamiento a 3450 r.p.m.  
Curvas de funcionamento a 3450 c.p.m.  
Performance curves at 3450 c.p.m.



Características eléctricas  
Características eléctricas  
Electrical features

Modelo/Modelo/Model 60 Hz	HP	kW	Fases Phases	Voltage Voltagem Volts	P1 (kW)	A	μF
*Prisma35 N 1/1220	1	0,75	1	230	1,1	5,2	25
*Prisma35 N 1/1220/254	1	0,75	3	230-254	1	3,1/3,2	-
*Prisma35 N 1/1220/440	1	0,75	3	380-440	1	1,8/1,9	-
*Prisma35 N 2/1220	1,5	1,1	1	230	1,8	9,1	25
*Prisma35 N 2/1220/254	1,5	1,1	3	230-254	1,7	5,2/5,3	+
*Prisma35 N 2/1220/440	1,5	1,1	3	380-440	1,7	3/3	+
Prisma35 N 3/1220	2	1,5	1	230	2,5	11,5	90
Prisma35 N 3/1220/254	2	1,5	3	230-254	2,4	7,3/7,1	-
Prisma35 N 3/1220/440	2	1,5	3	380-440	2,4	4,2/4,1	-
Prisma35 N 4/1220/254	3	2	3	230-254	3	9/8,7	-
Prisma35 N 4/1220/440	3	2	3	380-440	3	5,2/5	-

Altura manométrica en metros/ft  
Altura manométrica em metros/ft  
Manometric head in meters/ft

	1 m 33,45 ft	2 m 65,60 ft	3 m 98,43 ft	4 m 131,23 ft	5 m 164 ft	6 m 196,86 ft	7 m 229,66 ft
litros / minuto	206	59					
	206	59					
	206	59					
		178	138	89			
		178	138	89			
		178	138	89			
		301	175	142	907	48	
		301	175	142	907	48	
		301	175	142	907	48	
		309	181	157	121	98	7



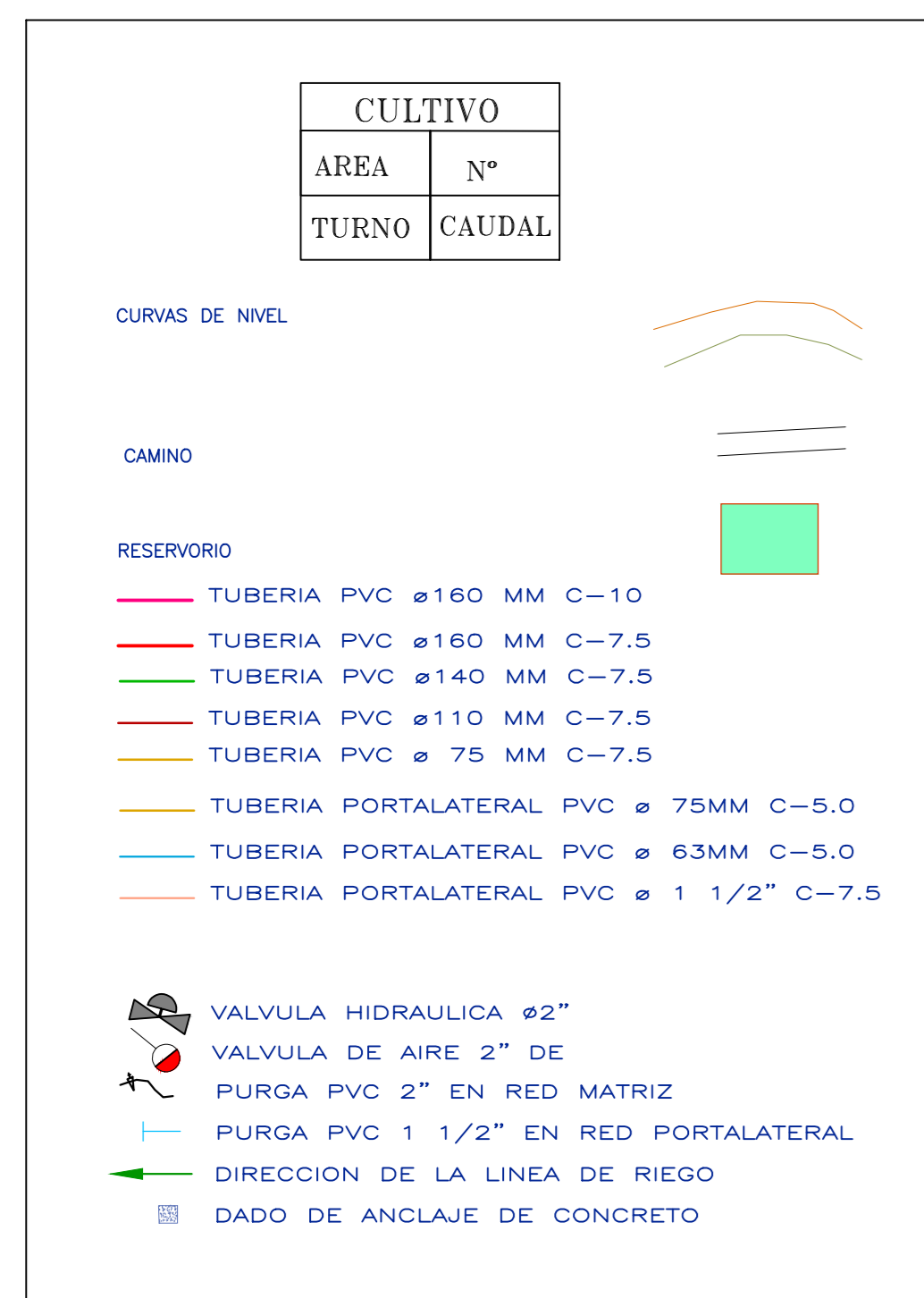
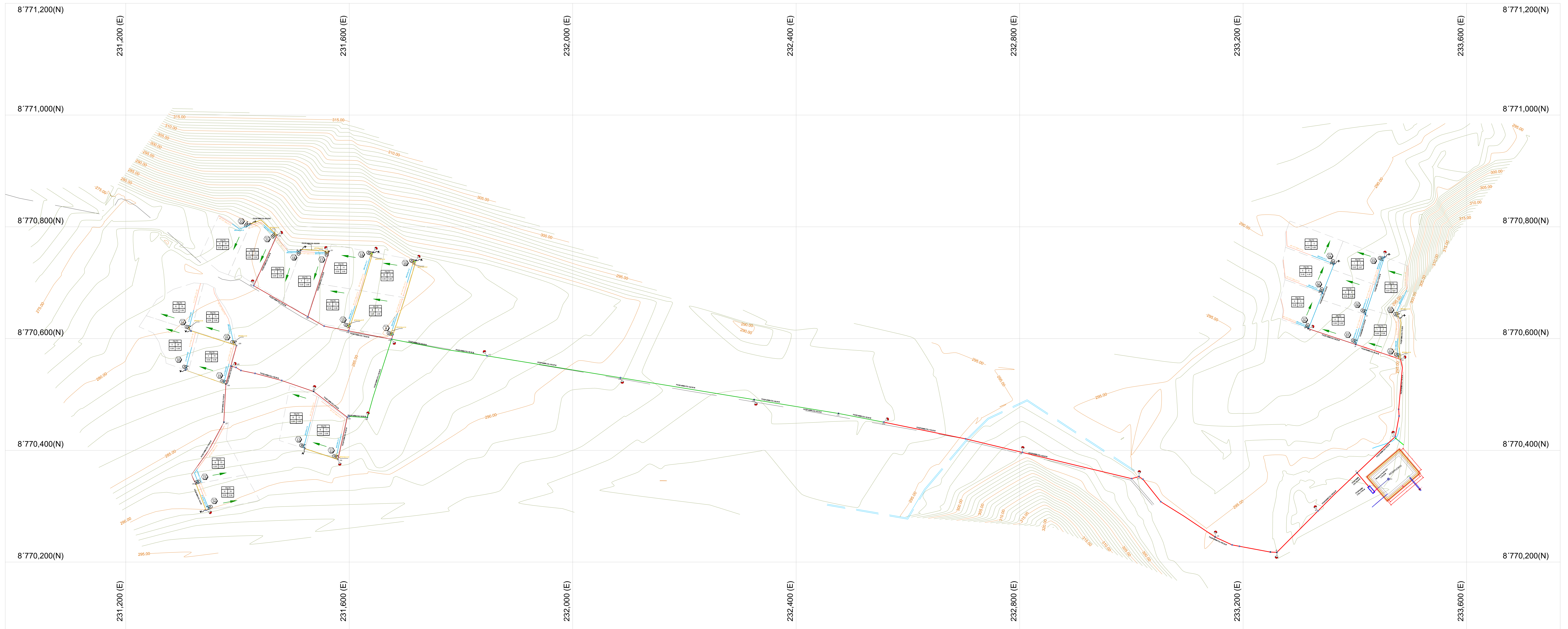
## ANEXO 11: PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE RIEGO

N°	Descripción	und	cantidad	Precio total
<b>1.0</b>	<b>LÍNEA DE RIEGO</b>			<b>64520.00</b>
	Manguera Pared Delgada EOLOS PE 17mm - C 15MIL , Q= 4.00 l/h/m (1.60 l/h @ 0.40)	m	68200	
	Manguera Autocomp. TopDrip PC PE 16mm - C 15 MIL, Q= 4.00 l/h/m (1.60 l/h @ 0.40)	m	48600	
	Conector inicial de 17mm c/empaque	und	400	
	Conector inicial de 16mm c/empaque	und	300	
	Conector Manguera - Manguera pared delgada PE 17mm, conex. dentado/antiroscante	m	400	
	Conector Manguera - Manguera autocompensada PE 16mm, conex. dentado/antiroscante	m	300	
	Union Manguera - Manguera pared delgada PE 17mm, conex. antiroscante	und	400	
	Union Manguera - Manguera autocompensada PE 16mm, conex. Antiroscante	und	300	
	Manguera PE 17mm C-2.5 espesor 0.90 mm	m	500	
	Manguera PE 16mm C-2.5 espesor 0.90 mm	m	500	
<b>2.0</b>	<b>13 ARCO DE RIEGO (63 mm)</b>			<b>9473.00</b>
	Tee de PVC de 160 mm SP Inyectada	und	2	
	Tee de PVC de 75 mm SP Inyectada	und	4	
	Tee de PVC de 63 mm SP Inyectada	und	7	
	Tee de PVC de 2" C/R	und	13	
	Reduccion de PVC de 75 mm x 63mm SP	und	26	
	Adaptador UPR de PVC de 63mm x 2"	und	26	
	Valvula Hidraulica PE de 2" c/valvula de 3 vias + piloto regulador de 1/8" - Serie 75 R/NPT (DOROT)	und	13	
	Codo de PVC de 2" x 90° C/Rosca	und	13	
	Bushing de PE de 2" x 1"	und	13	
	Bushing de PE de 1" x 1/2"	und	13	
	Tubo de PVC de 63 mm C-7,5 x 6m (Sin Anillos)	und	2	
	Valvula de Aire de 1/2" simple efecto	und	13	
	Niple de PE de 2" x 3"	und	26	
<b>3.0</b>	<b>11 ARCO DE RIEGO (75 mm)</b>			<b>7879.00</b>
	Tee de PVC de 110 mm SP Inyectada	und	7	
	Tee de PVC de 75 mm SP Inyectada	und	4	
	Tee de PVC de 2" C/R	und	11	
	Reduccion de PVC de 110 mm x 75mm SP	und	11	
	Reduccion de PVC de 75 mm x 2" RM	und	22	
	Valvula Hidraulica PE de 2" c/valvula de 3 vias + piloto regulador de 1/8" - Serie 75 R/NPT (DOROT)	und	11	
	Codo de PVC de 75mm x 90° SP	und	11	
	Codo de PVC de 2" x 90° C/Rosca	und	11	
	Bushing de PE de 2" x 1"	und	11	
	Bushing de PE de 1" x 1/2"	und	11	
	Tubo de PVC de 75 mm C-7,5 x 6 m (Sin Anillos)	und	2	
	Valvula de Aire de 1/2" simple efecto	und	11	
	Niple de PE de 2" x 3"	und	22	

<b>4.0</b>	<b>TUBERIA PORTALATERAL</b>			<b>7953.00</b>
	Tubo PVC 75mm C-5 Long. 6 mts (incluy. Anillos)	und	18	
	Tubo PVC 63mm C-5 Long. 6 mts (incluy. Anillos)	und	125	
	Tubo PVC 1 1/2" C-7.5 Long. 5 mts	und	217	
	Reduccion de 75 mm x 63 mm SP PVC	und	11	
	Reduccion de 63 mm x 1 1/2" SP PVC	und	24	
	Codo de 63 mm x 45° SP PVC	und	6	
	Codo PVC de 1 1/2" x 90° S/P	und	8	
<b>5.0</b>	<b>PURGA PORTALATERAL</b>			<b>767.00</b>
	Codo PVC de 1 1/2" x 90° S/P	und	48	
	Tubo PVC 1 1/2" C-7.5 Long. 5 mts	und	5	
	UPR PVC de 1 1/2"	und	24	
	Tapon de PVC de 1 1/2" R/H	und	24	
<b>6.0</b>	<b>PURGA TUBERIA PRINCIPAL</b>			<b>614.00</b>
	Tapon de PE de 2" RH	und	11	
	Codo de PVC de 63 mm x 45° SP	und	22	
	Adaptador UPR de PVC de 63 mm x 2"	und	11	
	Tubo de PVC de 63 mm C-5 x 6 m (Sin Anillos)	und	2	
	Reduccion de PVC de 75 mm x 63 mm SP	und	9	
<b>7.0</b>	<b>TUBERIA PRINCIPAL</b>			<b>20289.00</b>
	Tubo PVC 160mm C-7.5 Long. 6 mts. (Icluy. Anillos)	und	54	
	Tubo PVC 110mm C-7.5 Long. 6 mts. (Icluy. Anillos)	und	134	
	Tubo PVC 75mm C-7.5 Long. 6 mts (incluy. Anillos)	und	115	
	Tubo PVC 63mm C-7.5 Long. 6 mts (incluy. Anillos)	und	49	
<b>8.0</b>	<b>ACCESORIOS LINEA PRINCIPAL</b>			<b>1807.00</b>
	Tee de 160mm SP PVC	und	2	
	Tee de 110mm SP PVC	und	7	
	Tee de 75mm SP PVC	und	11	
	Tee de 63mm SP PVC	und	4	
	Reduccion de 160 mm x 110 mm	und	2	
	Reduccion de 110 mm x 75 mm	und	9	
	Reduccion de 110 mm x 63 mm	und	4	
	Reduccion de 75 mm x 63 mm	und	12	
	Codo de 110 mm x 45° SP PVC	und	4	
	Codo de 75 mm x 45° SP PVC	und	6	
	Codo de 63 mm x 45° SP PVC	und	2	
<b>9.0</b>	<b>10 VALVULAS DE AIRE (2") / LINEA PRINCIPAL</b>			<b>3157.00</b>
	Valvula de Aire de 2" doble efecto	und	10	
	Collarin de PE de 160 mm x 2"	und	1	
	Collarin de PE de 110 mm x 2"	und	3	
	Collarin de PE de 75 mm x 2"	und	4	
	Tee de 63mm SP PVC	und	10	
	UPR de PVC 2"	und	20	
	Union PE de 2" Rosca interna	und	10	
	Tubo de 63 mm C-5	und	2	
<b>10.0</b>	<b>INYECTOR DE FERTILIZANTE</b>			<b>2500.00</b>
	Collarin de PE de 160 mm x 2"	und	2	
	Electrobomba de 2 Hp Acero Inox -marca ESPA - ESPAÑA	und	1	
	Accesorios de Conexión	glb	1	

<b>11.0</b>	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>			<b>27500.00</b>
	Bomba eje libre modelo 65 - 160 (3530 rpm) Hidrostral + motor de 30 hp WEG	und	1	
	Accesorios de Conexión	glb	1	
<b>12.0</b>	<b>OTROS ACCESORIOS</b>			<b>590.00</b>
	Aguja para manometro y Medidor de presion	und	1	
	Pegamento OATEY NEGRO	gln	2	
	Lubricante para Tuberia PVC	gln	1	
	Cinta Teflon	und	200	
	Lija	und	5	
	Hoja de sierra	und	5	
	Sellador de Empaquetadura	und	5	
	<b>TOTAL EN NUEVOS SOLES INCLUYE IGV 18 %</b>			<b>S/147,049.00</b>





PARAMETROS DE DISEÑO		
VARIABLES	UNIDAD	PARAMETROS
SECTOR DE RIEGO		San Jose
SUPERFICIE	ha	11.68
CULTIVO (s)		Palto
RELIEVE		UNIFORME
FUENTE DE AGUA		Reservorio
COEFICIENTE PARA EL LAVADO	%	100
COEFICIENTE UNIFORMIDAD DE RIEGO	%	90
DISTANCIAMIENTO ENTRE PLANTAS	mms	2.50
DISTANCIA ENTRE FILERAS DE CULTIVO		3.00
Eto MAXIMO	mm/gda	4.41
FACTOR DE CULTIVO MAXIMO	Kc	0.75
Etc	mm/gda	3.31
PRECIPITACION EFECTIVA	mm/gda	0
LAMINA NETA A REPONER (En Max. Demanda)	mm/gda	3.31
LAMINA TOTAL A REPONER	mm/gda	4.08
TIPO DE RIEGO A EMPLEAR		Manguera Pared Delgada PE 17mm - C 15ML, Q=4.00 l/h/m (1.60 l/h @ 0.40) y Manguera Autocompensada PE 16mm - C 15 ML, Q= 4.00 l/h/m (1.60 l/h @ 0.40)
CAUDAL DEL EMISOR	lph	1.60
DISTANCIA ENTRE EMISORES	m	0.40
NUMERO DE LATERALES / FILERA CULTIVO		3/1
DISTANCIA ENTRE LATERALES PARA CALCULO	m	1.00
TASA DE IRRIGACION	mm/hr	4.00
CAPACIDAD DE RIEGO	m3/hr/ha	40.00
CAUDAL DE MANGUERA	l/h/m	4.00
NUMERO DE EMISORES POR PLANTA	und	18.00
LONGITUD MAXIMA DE LATERALES	m	120.00
INTERVALO DE RIEGO	da	1.00
TIEMPO MAXIMO DE RIEGO / TURNO	hrs	1.02
NUMERO DE TURNOS / DIA		6.00
TIEMPO MAXIMO DE RIEGO / DIA	hrs	6.12
SUPERFICIE MAXIMA POR VALVULA	Hs	0.510
CAUDAL MAXIMO POR VALVULA	m3/hr	20.400
N° DE VALVULAS POR TURNO	U/s	5.67
SUPERFICIE MAXIMA POR TURNO	Hs	3.00
DESCARGA MAXIMA POR TURNO	l/s	80.00
VOLUMEN MAXIMO REQUERIDO POR SISTEMA POR DIA	m3/dia	476.70
PRESION NOMINAL DE EMISOR SIMPLE	m.c.a.	10.00
RANGO DE PRESION DE EMISOR AUTOCOMPENSADO	m.c.a.	4 a 25
PRESION DE INGRESO SECTOR DE RIEGO EMISORES SIMPLES	m.c.a.	10.00
PRESION DE INGRESO SECTOR DE RIEGO CON EMISORES AUTOCOMPENSADOS	m.c.a.	10.00

Parámetro de operación (A=11.68 has)													
TURNOS	N° SECTORES	AREA		CAUDAL		AHT		CULTIVO	DOSIS TOTAL DE RIEGO m3/ha/día	TIEMPO RIEGO (hr)			
		(ha)	(%)	(m3/hr)	(l/s)	(m3/hr)	(l/s)						
I	1	0.500		20.00	5.56			25.18	Palto	42.02	31.51	78.99	1.05
	2	0.510	1.880	20.40	5.67	75.20	20.89	27.87					
	3	0.420		16.80	4.67			20.97					
	4	0.460		18.00	5.00			23.88					
II	5	0.400		16.00	4.44			20.87	Palto	42.02	31.51	75.63	1.05
	6	0.400	1.800	16.00	4.44	72.00	20.00	23.98					
	7	0.500		20.00	5.56			20.96					
	8	0.500		20.00	5.56			24.66					
III	9	0.500		20.00	5.56			24.42	Palto	42.02	31.51	84.03	1.05
	10	0.500	2.000	20.00	5.56	80.00	22.22	32.88					
	11	0.500		20.00	5.56			28.21					
	12	0.500		20.00	5.56			30.69					
IV	13	0.500		20.00	5.56			44.46	Palto	42.02	31.51	84.03	1.05
	14	0.500	2.000	20.00	5.56	80.00	22.22	44.46					
	15	0.500		20.00	5.56			40.56					
	16	0.500		20.00	5.56			41.92					
V	17	0.500		20.00	5.56			43.54	Palto	42.02	31.51	84.03	1.05
	18	0.500	2.000	20.00	5.56	80.00	22.22	43.35					
	19	0.500		20.00	5.56			42.35					
	20	0.500		20.00	5.56			41.59					
VI	21	0.500		20.00	5.56			40.45	Palto	42.02	31.51	84.03	1.05
	22	0.500	2.000	20.00	5.56	80.00	22.22	40.35					
	23	0.500		20.00	5.56			52.41					
	24	0.500		20.00	5.56			54.99					
TOTAL PROYECTO			11.68									490.75	6.30

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA - UNALM**  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEO, GRUPO SAN JOSE, DISTRITO SANTA MARIA - HUAURA - LIMA**

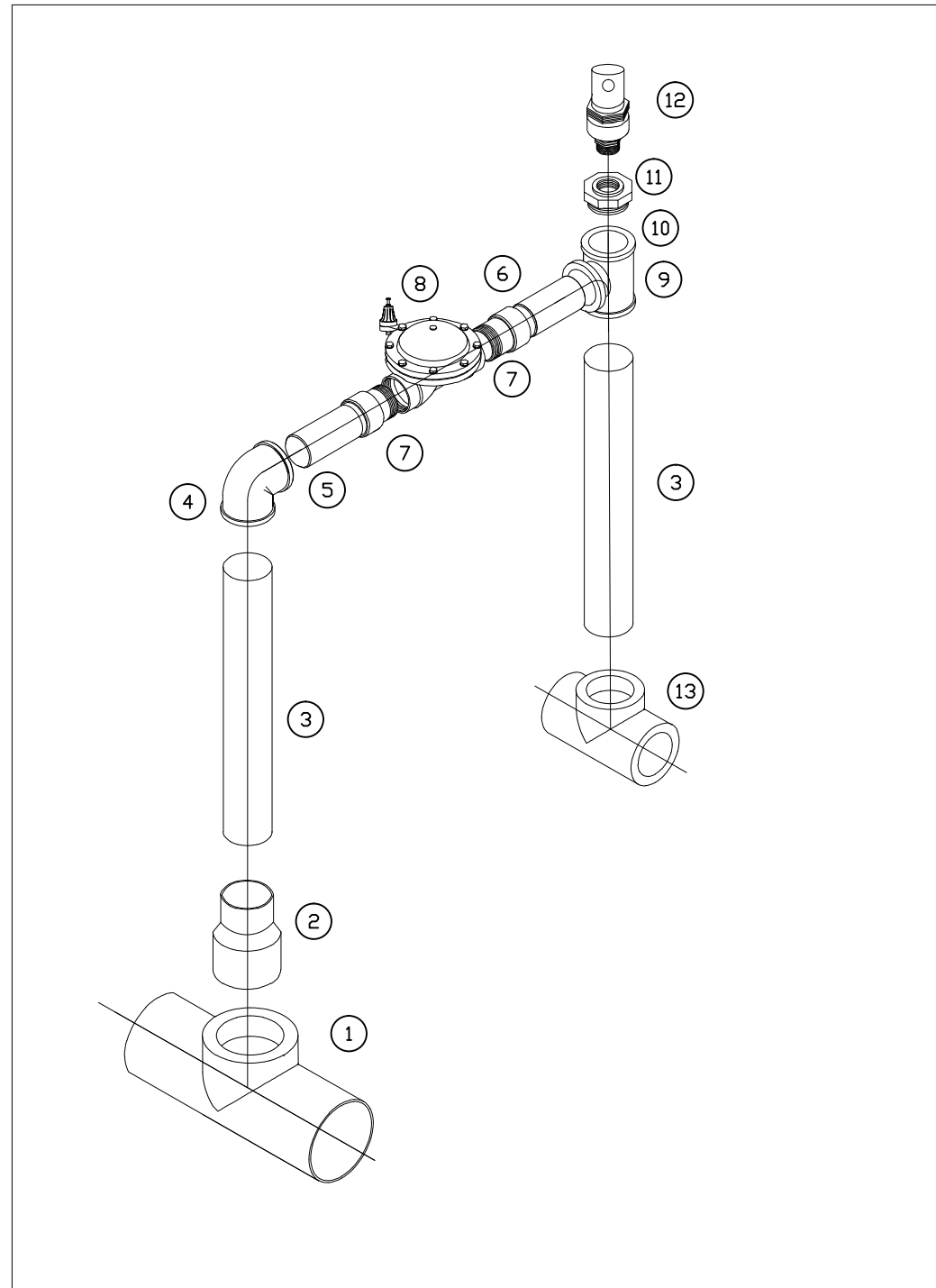
PLANO: **DISEÑO HIDRAULICO** CULTIVO: **PALTO**

PROPIETARIO:	GRUPO SAN JOSE	ESCALA:	1/2500	FECHA:	SET - 2017	DPTO:	LIMA	PROV:	HUAURA	CODIGO:	<b>P-01</b>
ALUMNO:	ALEXANDER ANTONIO RIOS GARCIA	AREA TOTAL:	26.35 ha	AREA PROYECTO:	11.68 ha	DISTRITO:	SANTA MARIA	SECTOR:	SAN JOSE		



# ARCO DE RIEGO

ESCALA: 1/25



## ARCO DE RIEGO PVC 63MM C/VALVULA HIDRAULICA 2"

N°	ACCESORIOS
①	TEE DE PVC DE Ø VARIABLE
②	REDUCCIÓN DE Ø VARIABLE X 63MM
③	NIPLE DE PVC Ø 63MM X 1.20M C-7.5
④	CODO PVC DE Ø 63MM x 90° INYECTADA SP
⑤	NIPLE PVC DE 63MMX0.15M C 7.5 SP
⑦	ADAPTADOR REDUCTOR UPR PVC 63MMx2"
⑧	VALVULA HIDRAULICA DE 2" CON PILOTO R.
⑨	TEE PVC DE 63MM INYECTADA SP
⑩	ADAPTADOR DE PVC 63MMx2" ESPIGA/RH
⑪	BUSHING DE P°P°2"X1"Y 1"X1/2" RM-RH
⑫	VALVULA DE AIRE/VACIO DE 1/2" RM
⑬	TEE PVC 63MM S/P O CODO PVC 63MM SP

## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA - UNALM

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEJO,  
GRUPO SAN JOSE, DISTRITO SANTA MARIA - HUAURA - LIMA

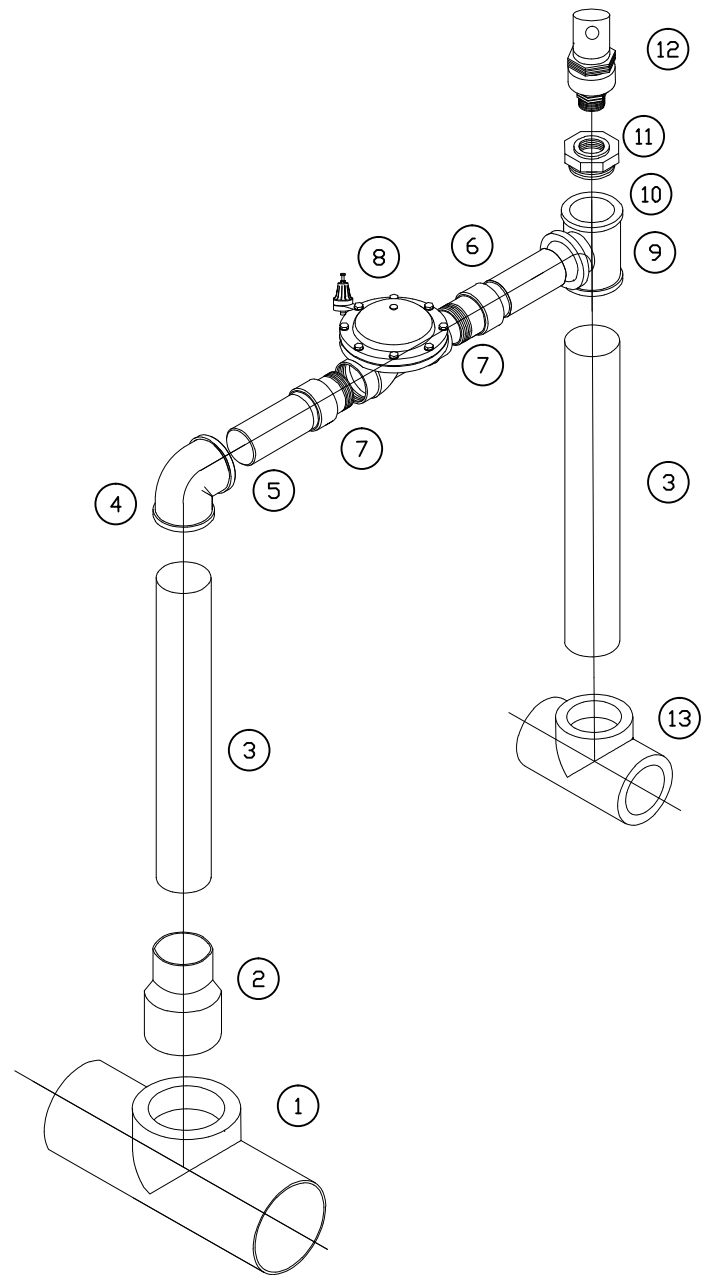
PLANO: ARCO DE RIEGO PVC 63MM - 2"

CULTIVO: PALTO

PROPIETARIO: GRUPO SAN JOSE	ESCALA: INDICADA	FECHA: SET - 2017	DPTO: LIMA	PROV: HUAURA	CODIGO: P-02
ALUMNO: ALEXANDER ANTONIO RIOS GARCIA	AREA TOTAL: 26.35 ha	AREA PROYECTO: 11.68 ha	DISTRITO: SANTA MARIA	SECTOR: SAN JOSE	

# ARCO DE RIEGO

ESCALA: 1/25



ARCO DE RIEGO PVC 75MM C/VALVULA HIDRAULICA 2"

N°	ACCESORIOS
①	TEE DE PVC DE Ø VARIABLE
②	REDUCCIÓN DE Ø VARIABLE X 75MM
③	NIPLE DE PVC Ø 75MM X 1.20M C-7.5
④	CODO PVC DE Ø 75MM x 90° INYECTADA SP
⑤	NIPLE PVC DE 75MMX0.15M C 7.5 SP
⑦	ADAPTADOR REDUCTOR UPR PVC 75MMx2"
⑧	VALVULA HIDRAULICA DE 2" CON PILOTO R.
⑨	TEE PVC DE 75MM INYECTADA SP
⑩	ADAPTADOR DE PVC 75MMx2" ESPIGA/RH
⑪	BUSHING DE P°P°2"X1"Y 1"X1/2" RM-RH
⑫	VALVULA DE AIRE/VACIO DE 1/2" RM
⑬	TEE PVC 75MM S/P O CODO PVC 75MM SP

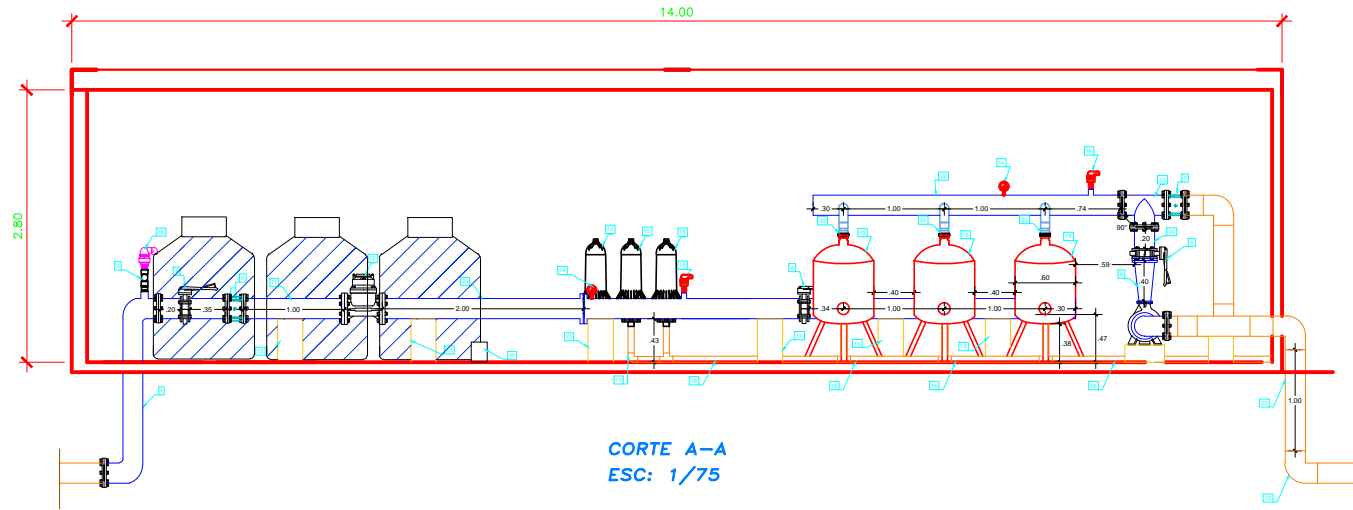
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA - UNALM**  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEÓ,  
GRUPO SAN JOSE, DISTRITO SANTA MARIA - HUAURA - LIMA

PLANO: ARCO DE RIEGO PVC 75MM - 2"

CULTIVO: PALTO

PROPIETARIO: GRUPO SAN JOSE	ESCALA: INDICADA	FECHA: SET - 2017	DPTO: LIMA	PROV: HUAURA	CODIGO: P-03
ALUMNO: ALEXANDER ANTONIO RIOS GARCIA	AREA TOTAL: 26.35 ha	AREA PROYECTO: 11.68 ha	DISTRITO: SANTA MARIA	SECTOR: SAN JOSE	



### LEYENDA

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>① "S" Bajada FE Bridado de 6"</li> <li>② Tee de PVC de 2"</li> <li>③ Niple "3D" de FE Bridado de 6"</li> <li>④ Valvula Mariposa Tipo Palanca de 6" FE</li> <li>⑤ Valvula check horizontal 6" Metal C/ Bridada</li> <li>⑥ Tee de 6" FE</li> <li>⑦ Bomba de Eje Libre C/ motor Diesel</li> <li>⑧ Reduccion excentrica de 5" x 6" FE</li> <li>⑨ Valvula Mariposa de 6" FE</li> <li>⑩ Codo PVC 160mmx90° + brida PVC 6" c/Buje de 160 mm</li> <li>⑪ Niple "5D" de FE Bridado de 6"</li> <li>⑫ Medidor de caudal Turbo Bar IR-WPH de 6" C/ Bridada</li> <li>⑬ Estructura de soporte de filtros y manifold de FE 6"</li> <li>⑭ Manómetros Glicerina de 0-10 Bar</li> <li>⑮ Filtro de Anillas de 3" conexion Vic -Rosca - Vic</li> <li>⑯ Valvula de aire Ø 2" Doble Efecto</li> <li>⑰ Codo PVC 2" para manifold de descarga</li> <li>⑱ Tee PVC 2" para manifold de descarga</li> <li>⑲ Tanque de Grava Metalico de 36" Diametro con conexion Vic - 3"</li> <li>⑳ Union Vitaulica de 3"</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>㉑ Niple "10D" de FE Bridado de 6"</li> <li>㉒ Manifold de Entrada de FE 6" (Grava) C/ 03 Salidas VIC Ø 3"</li> <li>㉓ Codo de FE de 6" x 90° Bridado</li> <li>㉔ Niple "3D" de FE Bridado de 6"</li> <li>㉕ Niple "6D" de FE Bridado de 6"</li> <li>㉖ Niple "6D" de PVC de 6"</li> <li>㉗ Valvula hidraulica de retrolavado de 3 vias 3"x3"x2"</li> <li>㉘ Manifold de Salida de FE 6" (Anillas) C/ 03 Salidas VIC Ø 3"</li> <li>㉙ Manifold de Salida de FE 6" (Grava-Anillas) C/ 03 Salidas VIC Ø 3"</li> <li>㉚ Niple "3D" de FE Bridado de 8"</li> <li>㉛ Reduccion concentrica de 3"x6" FE</li> <li>㉜ Manifold de retrolavado de filtros (anillo y gravas) de PVC 2"</li> <li>㉝ Codo de FE vitaliuc de 3"</li> <li>㉞ Codo de PVC de 3" Sp</li> <li>㉟ Adaptador UPR de 2"x63mm</li> <li>㊱ Tee de PVC de 2" Sp</li> <li>㊲ Niple de FE de 3" vitaliuc</li> <li>㊳ Niple de PVC de 2" Sp</li> </ul> |
|---|---|

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA - UNALM</b>					
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA					
PROYECTO:		DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO POR GOTEÓ, GRUPO SAN JOSE, DISTRITO SANTA MARIA - HUAURA - LIMA			
PLANO:			CULTIVO:		
CABEZAL DE FILTRADO			PALTO		
PROPIETARIO:	ESCALA:	FECHA:	DPTO:	PROV:	CODIGO:
GRUPO SAN JOSE	INDICADA	SET - 2017	LIMA	HUAURA	<b>P-04</b>
ALUMNO:	AREA TOTAL:	AREA PROYECTO:	DISTRITO:	SECTOR:	
ALEXANDER ANTONIO RIOS GARCIA	26.35 ha	11.68 ha	SANTA MARIA	SAN JOSE	