

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA CULTIVO
DE VID Y GRANADA PARA EL FUNDO ALMUDENA EN EL
DISTRITO DE SALAS PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE ICA”**

Presentado por:

BACH. PATRICIA ANGÉLICA VILLACORTA RÍOS

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

**Lima – Perú
2017**

INDICE

Resumen	
1. Introducción	1
2. Objetivos	1
2.1. Objetivo General	1
2.2. Objetivo Específico	1
3. Revisión Bibliográfica	2
3.1. Riego por goteo	2
3.2. Componentes del sistema de riego por goteo	2
3.3. Ventajas del sistema de riego por goteo	6
3.4. Desventajas del riego por goteo	8
3.5. Diseño Agronómico	9
3.5.1. Dosis de riego	9
3.5.2. Frecuencia de riego	10
3.5.3. Tiempo de riego	10
3.6. Diseño Hidráulico	11
4. Desarrollo del Tema	13
4.1. Toma de Datos	13
4.2. Conducción de agua	15
4.2.1. Balance hídrico	16
4.3. Diseño Agronómico	18

4.4. Lotización del terreno y turnos de riego	19
4.5. Diseño Hidráulico	22
4.6. Sistema de bombeo y filtrado	25
4.7. Sistema de fertilización	28
4.8. Sistema de automatización	29
4.9. Válvulas hidráulicas de campo	31
5.10. Laterales de riego	31
5. Conclusiones	32
6. Recomendaciones	33
7. Referencias Bibliográficas	34
8. Anexos	35

RESUMEN

El presente trabajo monográfico consiste en el diseño de un sistema de riego por goteo para un terreno de 60 has (30 has de Vid y 30 has de Granada) que se desarrolló en el fundo Almudena ubicado en el distrito de Salas, provincia y departamento de Ica.

Para realizar el diseño de riego se realizaron los cálculos agronómicos e hidráulicos de la conducción de agua y el riego en campo, además del diseño de la caseta de control donde se encuentran ubicados el equipo de bombeo y los sistemas de filtrado, fertilización y automatización del fundo.

Siguiendo la metodología propuesta se logró diseñar el sistema de riego para las 60 has de cultivo con 8 turnos o sectores de riego, aplicando una lámina de agua de 7 mm en 18.1 horas.

Para el cálculo del diseño hidráulico se ha considerado utilizar sólo diámetros comerciales en tuberías y válvulas de manera que la adquisición de estos materiales no tenga ninguna dificultad.

1.- INTRODUCCIÓN

El terreno se encuentra ubicado en el sector de Villacurí, Distrito de Salas, provincia y departamento de Ica, se tiene la necesidad de expandir el campo en 60 has, siendo 30 has destinadas al cultivo de Vid y 30 has al cultivo de Granada para lo cual se ha diseñado un sistema de riego por goteo.

La fuente de agua para el proyecto se encuentra en 2 pozos tubulares ubicados a 789m del fundo, desde aquí el agua será captada y conducida hasta el reservorio ubicado en el campo para luego ser distribuida a través de riego por goteo.

La metodología que se utilizará para diseñar el sistema de riego tendrá dos etapas: la primera etapa es el diseño agronómico en el cual se determinan las necesidades hídricas del cultivo y la segunda es el diseño hidráulico en el cual se determinan los componentes, dimensiones de la red y funcionamiento de la instalación de riego, de tal manera que se puedan aplicar las necesidades de agua al cultivo en el tiempo que se haya establecido.

2.- OBJETIVOS

2.1- OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de riego por goteo para 30 has de vid y 30 has de granada en el fundo Almudena ubicado en el distrito de Salas provincia y departamento de Ica.

2.2- OBJETIVO ESPECIFICO

Diseñar un sistema de riego por goteo que permita aplicar una lámina de 7mm en 18.1 horas de riego.

Desarrollar el diseño agronómico y calcular el número de turnos de riego.

Desarrollar el diseño hidráulico del sistema de riego por goteo.

Proponer un riego automatizado de todo el campo.

Determinar la necesidad de colocar un sistema de fertiducto para la aplicación de fertilizantes.

3.-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 RIEGO POR GOTEO

Se puede definir el sistema de riego por goteo como un sistema de humedecimiento limitado del suelo, en el cual se aplica el agua únicamente a una parte del volumen del suelo ocupado por el cultivo. El volumen húmedo acomoda el sistema radicular de la planta, de modo que, la forma del sistema radicular varía en función de los suelos, de las descargas de los goteros, la distancia entre los goteros, la frecuencia de riego, etc. (Armoni, 1984)

3.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO:

Los sistemas de riego generalmente comprenden las siguientes partes:



Imagen 1: Componentes de un sistema de riego por goteo (Fuente: Catalogo JDW 2012)

Donde:

1- Equipo de bombeo

2- Equipo de Filtrado

3- Válvula medidora de caudal

4- Sistema de fertilización

5- Tubería matriz

6- Válvulas de aire

7- Válvulas de riego

8- Tubería submatriz

9- Tubería portales lateral

10- Laterales de riego (mangueras, cintas)

- Equipo de bombeo: El equipo de bombeo va conectado a la toma de agua y es el encargado de suministrar la presión y el caudal adecuado para el correcto funcionamiento del sistema. (Arapa: 2007) Existen numerosos modelos de equipos de bombeo en el mercado peruano adaptados según los requerimientos del proyecto.

- Equipo de filtrado: Es otro elemento fundamental del sistema de riego por goteo, ya que evita la obturación de los goteros. En caso se tenga agua muy contaminada, es necesario tener antes del cabezal de riego sistemas que efectúen una primera limpieza como desarenadores, hidrocilones, etc. Existen 3 tipos de filtros comerciales: Mallas, Anillas y Arena.
 - Filtros de Malla: El grado de filtración depende de la densidad de perforación, el área libre, la forma y la distribución de las perforaciones. Este tipo de filtro se usa por lo general para aguas limpias. (Armoni, 1984)

 - Filtros de Anillas: Es un elemento de filtración compuesto por anillos, los cuales retienen partículas finas tanto sobre la superficie como en su interior. Respecto a los filtros de malla, este diseño aumenta la capacidad de filtración. (Armoni, 1984)

 - Filtros de Arena: También conocido como “filtro de gravas”. Son filtros especiales para remover impurezas especiales como algas, sulfatos y arcilla. (Armoni, 1984)

- Válvula medidora de caudal: Con esta válvula se asegura el registro continuo y acumulativo del consumo de agua.

- Sistema de Fertilización:
 - Permite el suministro de elementos nutritivos directamente al agua de riego. La aplicación de fertilizantes mediante el sistema de riego por goteo

presenta una de las mayores ventajas de tener un sistema de fertilización. (Armoni, 1984) Sus características principales son:

- Frecuencia de aplicación de acuerdo a las necesidades de la planta.
- Exactitud
- Distribución uniforme
- Protección del follaje

La mezcla de los fertilizantes (líquidos o solubles) se hace de manera manual o con agitadores y la inyección de fertilizantes se hace mediante Venturi o bombas de inyección que puede ser continuo o intercalado.

- Red de tuberías:
 - Matriz y submatriz: Son las que conducen al agua desde el cabezal hasta las válvulas de riego ubicadas al inicio de cada unidad de riego. Esta red también comprende los elementos de control (válvulas de riego, válvulas de aires, rompedoras de presión, etc.). Las tuberías suelen ser de PVC y van enterradas cuando el proyecto es de gran extensión. (Arapa: 2007)
 - Portalateral: Son las tuberías que se encuentran luego de la válvula de riego y son las que alimentarán de agua a las líneas de riego. Estas tuberías normalmente se encuentran perpendiculares a las líneas de riego y suelen ser también de PVC en diámetros menores a las tuberías principales y secundarias. (Arapa: 2007)

- Válvula de aire: Permite escapar el aire de la tubería.

- Válvula de riego:

Permiten la apertura y cierre del riego en los tiempos establecidos sino de regular la presión al inicio de las tuberías porta líneas y evitar el deterioro de las mangueras por exceso de presión.

- Laterales de riego:

Las tuberías laterales de riego son las que tienen a los goteros en ellos. Por lo general son de diámetros 12, 16, 20mm y pueden ser tubos ciegos con goteros para insertar o tener los goteros insertados en ellas desde fábrica.

- Goteros:

Los goteros son dispositivos que controlan la salida del agua desde las tuberías laterales. Son los elementos más importantes de la instalación, ya que sirven para la salida del agua a la dosis prevista. Las condiciones exigibles de los goteros son:

- Uniformidad de caudal
- Adaptación al tipo de suelo
- Relación caudal/presión

Los goteros tienen caudales desde 1 l/h hasta 8 l/h y va saliendo gota a gota. Existen numerosos modelos desde muy buenos hasta muy malos dependiendo de la uniformidad de caudal que aseguren. (Moya, 2002)

Dentro de los diferentes modelos se pueden clasificar:

- Por su regulación de presión:
 - Autocompensantes: El caudal permanece constante a pesar de las distintas presiones con la que llega el agua.
 - Normales: El caudal varía según la presión con la que llega el agua.
- Por su inserción:
 - En línea: se instalan en línea con la tubería mediante dientes que impiden su salida, vienen integrados de fábrica y a espaciamientos específicos.
 - Sobre línea: Se pincha la tubería con un sacabocado de diámetro igual o menor al empalme del gotero.

- Sistema de Automatización:

El sistema de automatización puede reemplazarse por la mano de obra, dependerá de la extensión del proyecto. Mediante el sistema de automatización podemos controlar el sistema en general, abrir y cerrar válvulas de manera remota, tomar datos, inyectar dosis exactas de fertilizantes, etc. Generalmente el controlador se ubica en la misma caseta de control. (Arapa: 2007)

3.3 VENTAJAS DEL RIEGO POR GOTEO:

- Sistemas Fijos:

El riego por goteo se practica esencialmente con equipos fijos, lo cual garantiza un dominio perfecto sobre el cronograma de riego y una económica de mano de obra. La permanencia del equipo de riego depende del cultivo, así:

- o Cultivos perennes: El equipo es fijo durante toda la vida de la plantación.
- o Cultivos anuales: Permanencia durante la temporada y retiro del equipo antes y después de la cosecha (sobre todo los laterales de riego y goteros). (Armoni, 1984)

- Distribución exacta de agua:

El riego por goteo emplea una cantidad enorme de emisores por hectárea, suministrando agua a cada punto del campo. Cada gotero trabaja dentro de una tolerancia máxima de 8%, lo cual asegura una distribución uniforme del agua. Un factor adicional en la eficiencia del sistema son las tuberías herméticas, no existe ninguna merma en los accesorios, casi no ocurren desconexiones de tuberías y no se presentan fluctuaciones de presión que influyen sobre la uniformidad de la aplicación. (Armoni, 1984)

- Flexibilidad de aplicación:

Es posible variar el intervalo de riego, la duración del riego, la presión de trabajo (siempre que el equipo de bombeo lo permita), aumentar el número de goteros sobre el lateral (para el caso de frutales), fijar los intervalos de riego y variar la lámina aplicada de acuerdo al déficit diario. (Armoni, 1984)

- Adaptación a condiciones de viento:

La posibilidad de regar durante las horas de más viento ha revolucionado la planificación del riego en las zonas donde se regaba únicamente por aspersión. (Armoni, 1984)

- Explotación de suelos problemáticos:
El hecho que el goteo humedece únicamente un volumen limitado del suelo y su capacidad de lavar las sales hacia la periferia del bulbo, han causado una revolución en la explotación de los suelos poco profundos, pedregosos, calcáreos y salinos. El resultado ha sido la incorporación de suelos marginales a la producción agrícola. (Armoni, 1984)

- Nutrición de plantas:
La aplicación frecuente de fertilizantes con el agua de riego crea condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo. La dosificación coordinada de ambos elementos se manifiesta en rendimientos elevados, demostrando el potencial del cultivo. (Armoni, 1984)

- Se minimiza el error humano:
Siempre existe la posibilidad de demoras, agregando horas excesivas de riego. Con la automatización del riego estos riegos se eliminan pues se asegura el riego justo del cultivo a las horas y cantidades adecuadas. (Armoni, 1984)

- Se puede regar en lotes irregulares:
Cada longitud del riego es de la longitud del surco, de esta manera es posible regar en lotes irregulares. (Armoni, 1984)

- Evita problemas fitopatológicos:
La lluvia y el riego por aspersión humedecen el follaje y esto ha presentado un grave problema para algunos cultivos sensibles a enfermedades. (Armoni, 1984)

- Acceso de maquinaria y transporte:
El hecho de que el goteo no causa escurrimiento o drenaje, facilita el mantenimiento de los caminos. Además, en la mayoría de los casos es posible fumigar al mismo tiempo que se riega. Una gran parte de la superficie se mantiene seca y permite el paso de maquinaria agrícola durante o inmediatamente después del riego. (Armoni, 1984)

- Cronograma de riego equilibrado:
Al ser sumamente fácil mantener un régimen de riego uniforme, se puede regar las 24 horas del día con flujos permanentes. (Armoni, 1984)

3.4 DESVENTAJAS DEL RIEGO POR GOTEO:

- Inversión inicial:
Es alta en comparación de los otros sistemas y requiere un análisis económico del cultivo. (Armoni, 1984)
- Filtración de agua:
Dependiendo de la calidad de agua del riego las exigencias del sistema de filtración deben ser sumamente estrictas. El costo de los filtros puede constituir entre el 5 – 20% del precio de la inversión. (Armoni, 1984)
- La fauna:
El problema de daños causados por animales (roedores, pájaros) es considerable, aparentemente los animales buscan el agua y el material al ser blando les facilita obtenerlo. (Armoni, 1984)
- Control Visual:
El éxito o daño se notan por el comportamiento de la planta y por lo general, demasiado tarde. Son 3 los factores que impiden el control visual: (Armoni, 1984)
 - o La densidad del follaje
 - o La ausencia de chorros o corrientes.
 - o El número de goteros por hectárea.
- Lavado de suelos:
El lavado de suelos para eliminar las sales requiere un movimiento uniforme del agua hacia abajo. El goteo no puede cumplir con esa exigencia. (Armoni, 1984)

3.5 DISEÑO AGRONÓMICO:

El diseño agronómico es el componente fundamental en todo proyecto de riego. Es la parte en la que los errores tienen las consecuencias más graves, de nada sirven unos afinados cálculos hidráulicos en la instalación de riego o una perfecta elección de los automatismos, si se parte de un diseño agronómico equivocado cuya consecuencia es, por ejemplo, la salinización del suelo por falta de lavado o la insuficiencia en el volumen de suelo humedecido por instalar un número equivocado de emisores. Por otro parte, como también ocurre en los demás métodos de riego, el diseño agronómico es la parte del diseño que más dificultades presenta, tanto de tipo conceptual como de dificultad de cuantificar mediante fórmulas, coeficientes, tablas, etc. Una serie de cuestiones en las que interviene la biología. Por todo ello es una fase del trabajo donde hay que extremar el sentido común y la observación de la realidad.

El diseño agronómico es la parte del diseño en cuanto se decide una serie de elementos de la instalación tales como número de emisores, disposición de los mismos, etc. Además, proporciona unos datos básicos para el posterior diseño hidráulico, como caudal y espaciamiento del emisor, duración del riego, etc.

El diseño agronómico se desarrolla en dos fases:

- Cálculo de las necesidades de agua

Determinación de la dosis, frecuencia y tiempo de riego. Número de emisores por planta y caudal del emisor. (Pizarro, 1996)

3.5.1 Dosis de riego:

La cantidad de agua aplicada en cada dosis será:

$$Dt = n \times q \times t = Nt \times I$$

Donde:

Dt: Dosis total, en litros

n: número de emisores

q: caudal de cada emisor, en l/h.

t: Tiempo de duración del riego, en horas

Nt: Necesidades totales, en l/día

I: Intervalo de riego, en días

En esta ecuación existen dos incógnitas, Intervalo y Tiempo, aquí hay que fijar una de ellas. En suelos de textura arenosa se tienen intervalos de tiempos breves y mayor cantidad de emisores por metro lineal. En suelos de textura arcillosa se tienen intervalos de riego más largos, tiempos de riego más amplios y menor número de emisores por metro lineal. En suelos de textura franca se suele regar una vez por día. (Arapa, 2007).

3.5.2 Frecuencia de riego:

La frecuencia de riego depende básicamente de la capacidad de almacenamiento de agua por el suelo y el requerimiento de agua del tipo de cultivo y está representado por la siguiente relación: (Arapa, 2007)

$$Fr = \frac{La}{Etc}$$

$$La = \frac{CC - PM}{100} \times \frac{Pea}{Pea H2O} \times Pr \times Pa$$

Dónde:

Fr: Frecuencia de riego

La: Lamina aprovechable (mm)

CC: Humedad capacidad de campo (% peso)

PM: Humedad punto de marchitez (% peso)

Pea: Peso específico del suelo (gr/cc)

Pea H2O: Peso específico del agua (1 gr/cc)

Pr: Profundidad de raíces (mm)

Pa: Porcentaje de humedad aprovechable

Etc: Evapotranspiración de cultivo

3.5.3 Tiempo de riego:

Está determinada por la relación de la capacidad de riego que se tiene instalado en la subunidad (cantidad de emisores) y la cantidad de agua a reponer en el suelo absorbido por el cultivo. Está dado por la siguiente expresión: (Arapa, 2007)

$$t = \frac{Nt \times I}{n \times q}$$

Donde:

t: Tiempo de riego

n: Numero de emisores

q: Caudal de cada emisor, en l/h

Nt: Necesidades totales, en l/día

I: Intervalo de riego, en días

3.6 DISEÑO HIDRÁULICO:

El diseño hidráulico se realiza después del diseño agronómico y basándose además en otros datos como características del emisor elegido, topografía del lugar, etc. El campo es dividido en subunidades de riego, turnos de riego y equipos de riego.

Una subunidad de riego o lote es una superficie controlada por una válvula de riego o regulador de presión. Un turno de riego o unidad de riego es el conjunto de subunidades de riego que riegan simultáneamente. Un equipo de riego es el conjunto de turnos de riego.

Los cálculos iniciales son comunes a todas las instalaciones de riego y parten del cálculo independiente de cada subunidad de riego (o lote de riego).

La variación de presión que se produzca aguas arriba de la válvula de ingreso a la subunidad es controlada por un regulador de presión. En cambio, las variaciones de presión que se produzcan después de la válvula y que pueden deberse a los desniveles del terreno y a las pérdidas de carga en las tuberías, hacen que los distintos emisores de una misma subunidad estén sometidas a presiones diferentes y en consecuencia emitan caudales diferentes. Por lo tanto, la subunidad de riego depende únicamente de lo que ocurra en el interior de la subunidad y ello justifica la importancia que tiene el diseño en esta parte de la instalación.

Para el diseño de una subunidad de riego hay que combinar el cálculo hidráulico con la distribución de la red de riego teniendo en cuenta la topografía del lugar.

Los cálculos hidráulicos consisten en primer lugar en determinar los caudales en laterales y terciarias y a continuación teniendo en cuenta la tolerancia de presiones, calcular para

las mismas tuberías los diámetros y presiones, el resto del diseño (secundarias, primarias y cabezal) es más parecido al de cualquier red tradicional de riego de tuberías.

- Pérdida de carga en tuberías:

Para el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías se recomienda utilizar la fórmula de Darcy-Weisbach, sin embargo, también es factible utilizar la fórmula de Hazen Williams.

○ Darcy-Weisbach:

$$hf(m) = f \times \frac{L}{Di} \times \frac{V^2}{2g} \times 10^3$$

Donde:

Hf: Pérdida de carga debido al rozamiento (mca)

f: Factor de fricción de Darcy

L: Longitud de la tubería (m)

Di: Diámetro interior (mm)

V: Velocidad media del agua en la tubería (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (9.81 m/s)

○ Hazen Williams

$$hf = 1.21 \times 10^{10} \times L \times \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} \times Di^{-4.87}$$

Donde:

Hf: Pérdida de carga debido al rozamiento (mca)

C: Factor de fricción de Hazen Williams

L: Longitud de la tubería (m)

Di: Diámetro interior (mm)

Q: Caudal del agua en la tubería (l/s)

Calculadas las pérdidas de carga de las subunidades de riego se procede a calcular las pérdidas de carga en las tuberías secundarias y primarias, para luego calcular las pérdidas en el cabezal y mediante estos datos (presión total y caudal) se procede a calcular la potencia de la bomba de riego. (Arapa, 2007; Pizarro, 1996)

4.-DESARROLLO DEL TEMA

4.1.- TOMA DE DATOS

El primer paso para el diseño fue una visita a campo, donde se obtuvieron los datos necesarios para poder elaborar el diseño de riego de acuerdo a los requerimientos en campo. A continuación, se describe los datos obtenidos durante la visita técnica:

-Sobre el plano entregado en formato digital incluye:

- Curvas de nivel
- Perímetro de la zona a diseñar
- Ubicación de fuente de agua

-Sobre la fuente de agua:

- Tipo de fuente: 2 Pozos tubulares
- Caudal Disponible: P1 = 180 m³/h, P2 = 162 m³/h
- Requerimiento: Bombeo hacia reservorio y rebombeo a campo

-Sobre el reservorio:

- Encargado de la construcción: Terceros
- Material de construcción: Tierra/geomembrana

-Acerca de la disponibilidad del agua: 18 horas diarias

-Acerca del tipo de suelo: Franco arenoso

-Acerca de la energía disponible:

- Tipo: Eléctrica
- Voltaje: 440v
- Horas disponible por tarifa: 18 horas

-Acerca del sistema de control de riego:

- Tipo: Automático
- Características: Vía radio, con programador computarizado

-Acerca de la fertilización:

- Tipo: Automático
- Numero de tanques de mezcla: 1
- Numero de tanques de almacenamiento: 2
- Capacidad de tanque de mezcla: 1000 litros
- Capacidad de tanques de almacenamiento: 5000 litros
- Inyección de ácido : No

-Sobre el cultivo y lámina de riego:

NECESIDADES DE LOS CULTIVOS		
CULTIVO	VID	GRANADA
DISTANCIAMIENTO	3.5*1.6	6.0*3.5
ORIENTACION DE SIEMBRA	E-O	E-O
N° DE MANGUERAS POR LINEA	2	2
DISTANCIAMIENTO DE GOTERO	0.40m	0.50m
EDAD DE PLANTACION	0 años	0 años
LARGO DEL SURCO (m)	200 metros máx.	200 metros máx.
LAMINA DE REPOSICION	7 mm/día	7 mm/día
HORAS DE RIEGO	18 Horas	18 Horas
AREA (HA)	30 has	30 has

Cuadro 1: Necesidades de los cultivos (Elaboración propia)

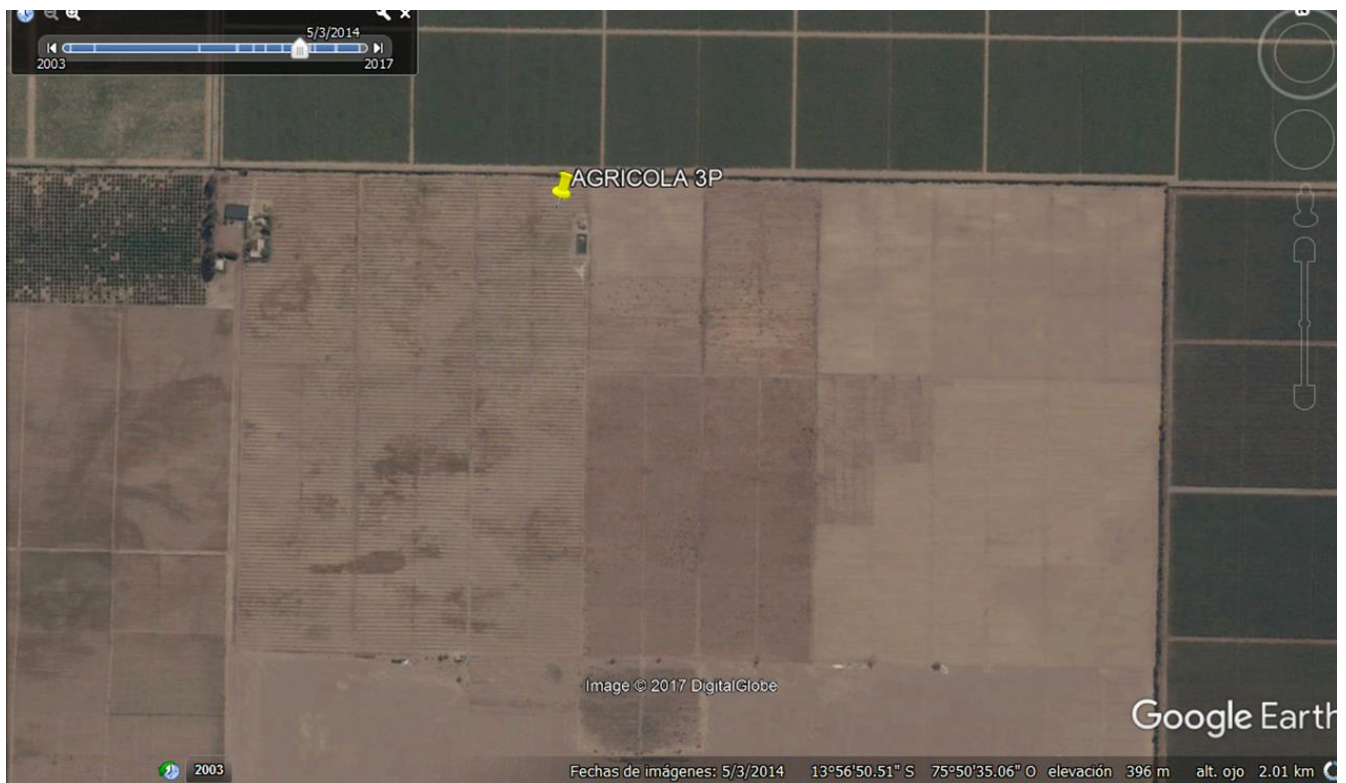


Imagen 2: Vista del campo al momento de la toma de datos (Fuente: Google Earth)

4.2.- CONDUCCIÓN DE AGUA

La fuente de agua del proyecto tiene origen en dos pozos ubicados a 789 m del terreno donde se instalará el sistema de riego.

Estos dos pozos bombearán agua a través de tuberías independientes que se unirán en una sola tubería y de aquí conducirán el agua hasta el reservorio construido específicamente para regar las 60has del proyecto de riego.

La distancia que hay entre los pozos y el punto donde se unen las tuberías es de 272m para el pozo n° 1 (P1) y 257m para el pozo n° 2 (P2). Desde el punto donde se unen las tuberías hasta el reservorio hay una distancia de 517m. Quiere decir que el recorrido más largo desde el pozo P1 hasta el reservorio es de 790m.

El caudal de aporte del pozo P1 para esta conducción es de 180 m³/h (50 lps) mientras que el caudal de aporte del pozo P2 es de 162 m³/h (45 lps) sumados hacen un caudal de 342 m³/h (95 lps) que es el caudal de abastecimiento al reservorio.

Con estos datos de caudales y utilizando en las formulas antes mencionadas en la revisión bibliográfica, se hacen los cálculos hidráulicos para determinar el diámetro de las tuberías, así como las pérdidas de carga que ellas generan obteniendo los siguientes resultados:

CÁLCULO HIDRÁULICO AL MÁXIMO CAUDAL DE LA SECCIÓN								
Tramo	Largo	Caudal (lps)	Perdida de carga	Perdida de carga%	V. (mt/seg.)	Tiempo (min)	Diámetro	N° de tuberías
P1	272	50.00	-3.42	-1.26%	1.76	2.58	200-5	45.3
P2	257	45.00	-2.66	-1.03%	1.58	2.70	200-5	42.8
P1+P2	517	95.00	-2.33	-0.45%	1.35	6.39	315-5	86.2

Cuadro 2: Cálculo hidráulico al máximo caudal de la sección (Fuente: Elaboración propia)

Según el cuadro mostrado, para la conducción de los pozos P1 y P2 hasta el punto de convergencia se utilizará tuberías de 200 mm, en los cuales se cumplen velocidades menores a 2.00 m/s (que es el límite máximo que se da usualmente en tubos de pvc) y tubería de 315mm desde el punto donde se unen hasta el reservorio.

El cálculo de la altura dinámica total requerida para el equipo de bombeo viene dado en el siguiente cuadro:

Pozo	Tramo	Longitud (m)	Pérdida de carga (m) (1)	Alt. Reservorio(m) (2)	Seguridad (m) (3)	Total (m.c.a.) (1+2+3)	Caudal (LPS)
P1	P1-R	789	5.75	3	3.5	12.25	50
P2	P2-R	774	4.99	3	3.5	11.49	45

Cuadro 3: Puntos de operación del equipo de bombeo. (Elaboración propia)

En cada uno de los pozos existen equipos de bombeo con datos de presión y caudal disponible mayor al necesario, con lo cual no fue necesario adquirir un equipo de bombeo adicional para la conducción.



Imagen 3: Vista del campo vecino donde están ubicados los pozos (Fuente: Google Earth)

4.2.1 Balance Hídrico

La cantidad de agua requerida es de 70 m³/ha-día, que multiplicado por las 60 has del proyecto, tenemos una demanda de agua de 4200 m³/día.

- POZO 1:
Caudal disponible: 180 m³/h (50 lps)
Horas necesarias para abastecer la demanda: 23.3 horas

- POZO 2:
Caudal disponible: 162 m³/h (45 lps)
Horas necesarias para abastecer la demanda: 25.92 horas
- POZO 1 + POZO 2:
Caudal disponible: 342 m³/h (95 lps)
Horas necesarias para abastecer la demanda: 12.28 horas

Para un día de riego se necesita un volumen de agua de 4200m³, que con los 2 pozos funcionando a la vez pueden abastecen el volumen en 12.28 horas, con lo cual se propone la construcción de un reservorio de 4200m³ de capacidad como mínimo.

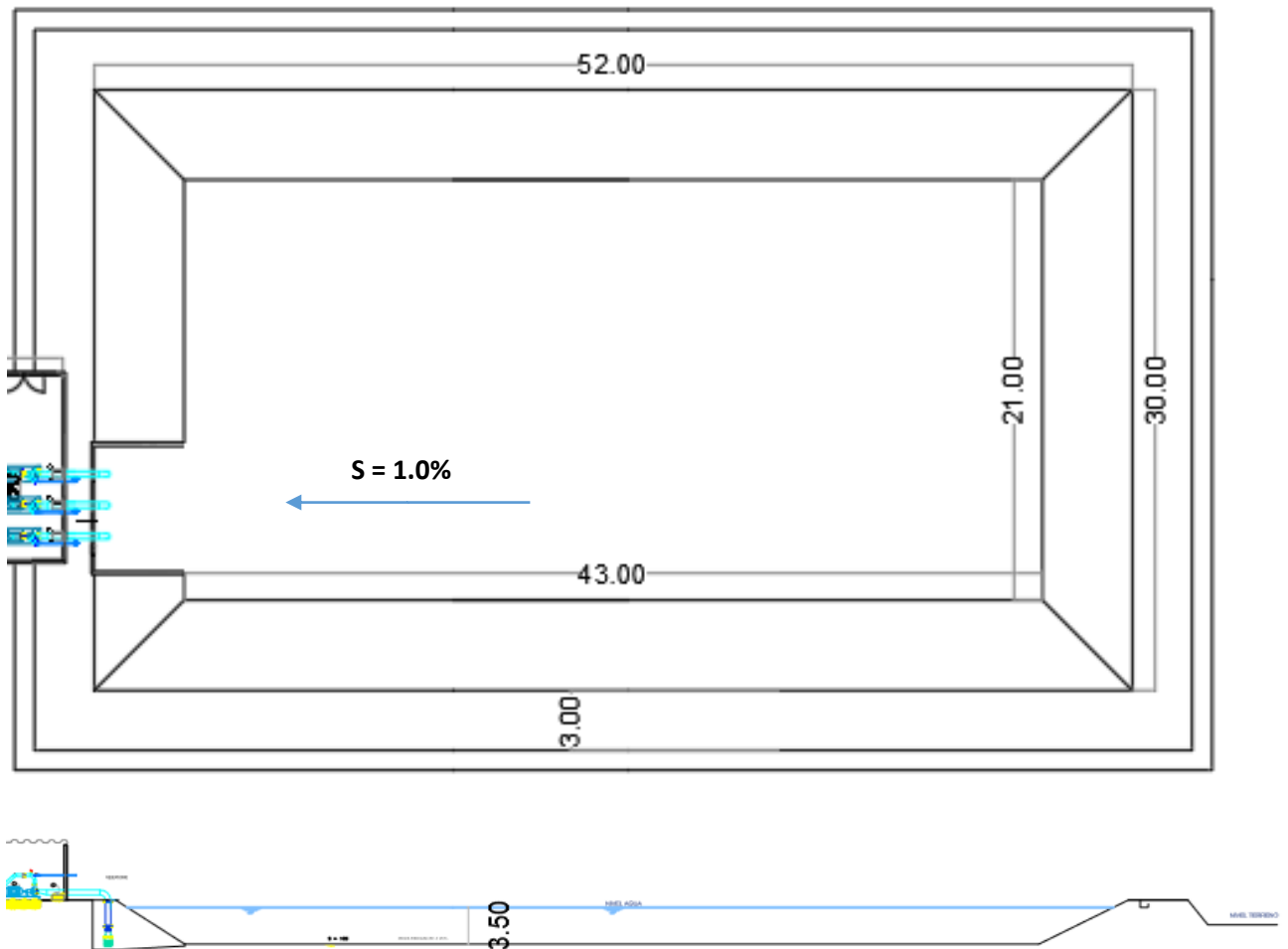


Imagen 4: Medidas propuestas para el reservorio (Fuente: Elaboración propia)

4.3.- DISEÑO AGRONÓMICO

El proyecto deberá ser diseñado de acuerdo a ciertos parámetros que han sido alcanzados por el cliente de acuerdo al manejo de campo que tienen. Estos parámetros son:

DESCRIPCION	CULTIVO 1	CULTIVO 2
CULTIVO	VID	GRANADA
DISTANCIAMIENTO	3.5*1.6	6.0*3.5
ORIENTACION DE SIEMBRA	E-O	E-O
N° DE MANGUERAS POR LINEA	2	2
DISTANCIAMIENTO DE GOTERO	0.40m	0.50m
EDAD DE PLANTACION	0 años	0 años
LARGO DEL SURCO (m)	200 metros máx.	200 metros máx.
LAMINA DE REPOSICION	7 mm/día	7 mm/día
HORAS DE RIEGO	18 Horas	18 Horas
AREA (HA)	30 has	30 has

Cuadro 4: Necesidades agronómicas de los cultivos (Elaboración propia)

De acuerdo a estos datos se procede a calcular el número de turnos de riego necesarios para regar el campo en el máximo periodo de tiempo disponible (18 horas). Primero se calcula la precipitación horaria en base al distanciamiento de siembra, número de líneas de goteo, caudal y distanciamiento de los goteros y luego se calcula el tiempo de riego de cada turno en base a la precipitación horaria y la lámina de riego a reponer en un día de riego. El gotero propuesto para este proyecto es un gotero integrado no autocompensado DRIP LITE de 16mm de diámetro y 1mm de espesor, para el cultivo Vid estos goteros son de caudal 2LPH cada 0.40m y para el cultivo de Granada estos goteros son de 4 LPH cada 0.50m. Con estos datos tenemos lo siguiente:

EQUIPO 1 – VID Y GRANADA									
Turno	Cultivo	Distancia Entre Hileras (m)	Entre Plantas (m)	Líneas de Riego (c/u)	Caudal Emisor (l/h)	Dist. Entre Emisores (m)	pp (mm/h)	Aplicación (mm/24 h)	Horas (h)
1	VID	3.00	1.6	2	2.30	0.4	3.29	7.00	2.13
2	VID	3.00	1.6	2	2.30	0.4	3.29	7.00	2.13
3	VID	3.00	1.6	2	2.30	0.4	3.29	7.00	2.13
4	VID	3.00	1.6	2	2.30	0.4	3.29	7.00	2.13
5	GRANADA	6.00	3.5	2	4.40	0.5	2.93	7.00	2.39
6	GRANADA	6.00	3.5	2	4.40	0.5	2.93	7.00	2.39
7	GRANADA	6.00	3.5	2	4.40	0.5	2.93	7.00	2.39
8	GRANADA	6.00	3.5	2	4.40	0.5	2.93	7.00	2.39
Total									18.07

Cuadro 5: Resultados del diseño agronómico (Elaboración propia)

Se calculó que con 8 turnos de riego se tiene un total de 18.1 horas regadas que concuerda con las 18 horas solicitadas por el cliente. Posterior a eso se empezó a hacer los trazos de lotización en el terreno.

4.4.- LOTIZACION Y TURNADO DEL TERRENO

El área bruta del terreno es de 62.37 has, y se tomó en consideración los siguientes requerimientos del cliente:

- Anchos de lote máximo de 200m en cultivo Vid.
- Camino central de 8 metros en Granada.
- Ubicar reservorio en zona de oficinas.

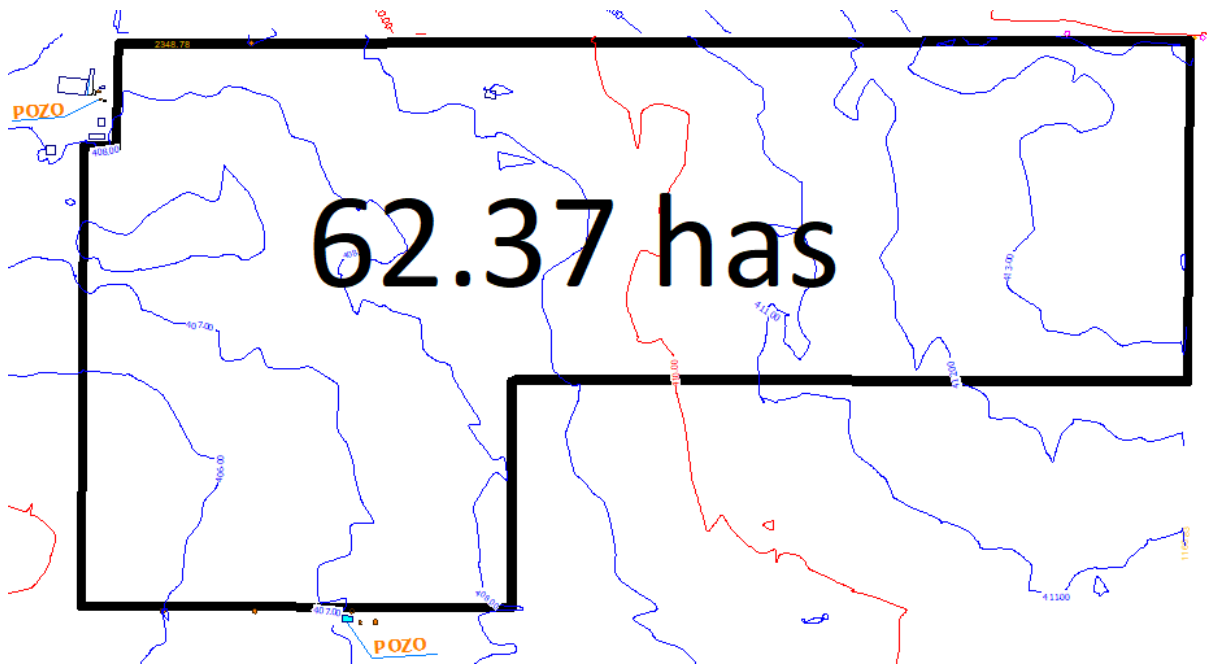


Imagen 5: Perímetro del terreno (Fuente: Elaboración propia)

Tomando en cuenta las consideraciones se hizo la lotización de terreno teniendo como resultado lo siguiente:

- Ubicación de reservorio en parte central
- Cultivo Vid:
 - o Anchos de lote de 190 m.
 - o 3 Caminos longitudinales de 5 m.
- Cultivo Granada

- Anchos de lote de 162 m.
- 2 caminos longitudinales de 6 m.
- 1 camino principal transversal de 8 m.

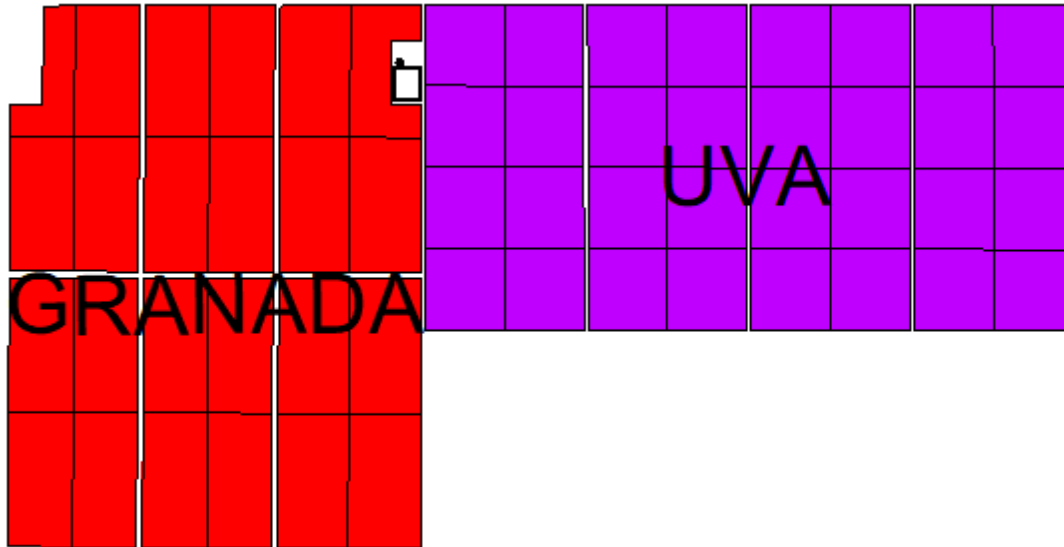


Imagen 6: Disposición de cultivos en el terreno (Fuente: Elaboración propia)

Luego se dispuso los turnos de riego en sentido del surco (Este – Oeste) logrando con ello obtener un mejor manejo de las labores culturales y mayor ahorro en tuberías. La lotización del campo quedó de la siguiente manera:



Imagen 7: Disposición de turnos de riego (Fuente: Elaboración propia)

CUADRO DE AREAS Y CAUDALES			
SECTORES	AREA (Has)	CAUDAL (Lps)	T. RIEGO (Hr)
SECTOR 01	7.40	67.58	2.13
SECTOR 02	7.40	67.52	2.13
SECTOR 03	7.39	67.46	2.13
SECTOR 04	7.38	67.40	2.13
SECTOR 05	6.79	55.36	2.39
SECTOR 06	7.69	62.64	2.39
SECTOR 07	7.71	62.81	2.39
SECTOR 08	7.73	62.96	2.39
TOTAL	59.49		18.1

Cuadro 6: Áreas y caudales de los sectores de riego (Elaboración propia)

Las válvulas seleccionadas para el proyecto son de 2" de diámetro que es un tamaño mediano, de fácil reposición en caso se malogren o sean robadas, estas válvulas tienen una capacidad de paso de agua de 40m³/h (11.11 lps). Definidas las válvulas se empezó a ubicarlas en los lotes, a hacer el trazo de matriz, submatriz y enumeración de las mismas para proceder con el diseño hidráulico del sistema. (Ver Anexo 1)

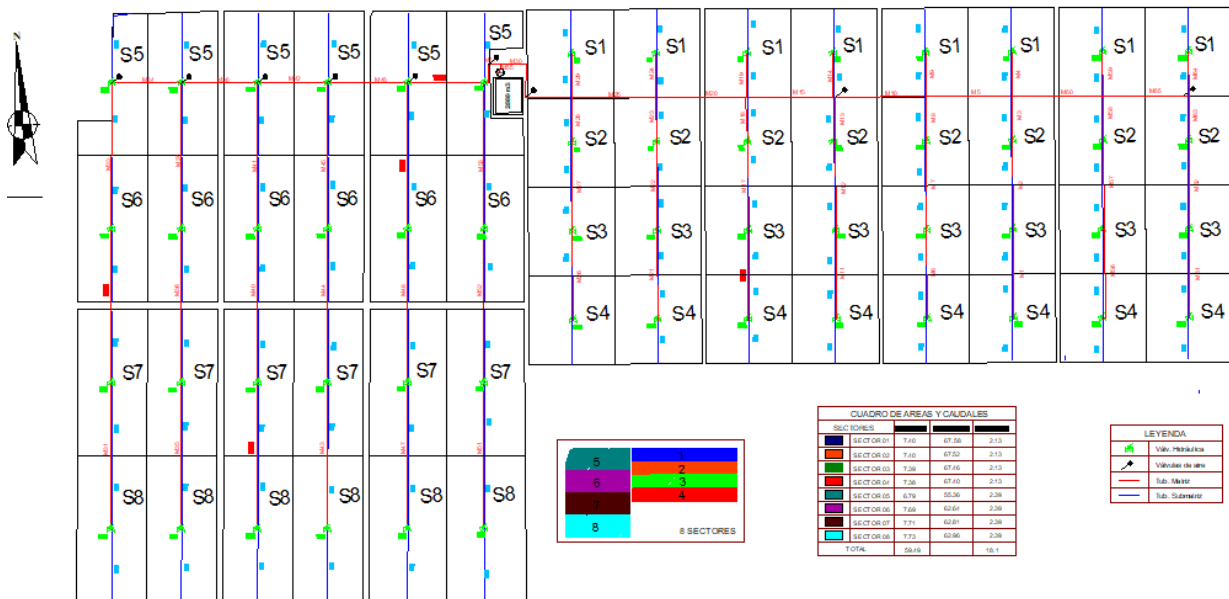


Imagen 8: Lotización del campo (Fuente: Elaboración propia)

4.5. DISEÑO HIDRÁULICO

En el diseño hidráulico se describe caudales, diámetros de tuberías, velocidades, presiones y tiempos de llegada de fertilizante desde el cabezal de riego ubicado en el reservorio.

Los parámetros utilizados para la realización de este cálculo se describen a continuación:

	MATRICES	DIVISORES	MANGUERAS
Velocidades máximas de diseño	2.0 m/s	2.0 m/s	0.6 m/s
Diámetros máximos	400 mm	140 mm	16 mm
Diámetros mínimos	63 mm	1 1/2"	16 mm

Cuadro 7: Parámetros para seleccionar tuberías

Según el cuadro anterior, las tuberías tienen como velocidad máxima 2.0 m/s, lo que permite evitar problemas ocasionados por fenómenos hidráulicos transitorios y tener así mayor tiempo de vida de la tubería.

Se consideró equipos de seguridad en el sistema hidráulico como válvulas de aire de doble propósito de 2" en cada arco de riego (una por cada válvula de campo) y adicionalmente en matrices.

Primero se hizo el cálculo de cada uno de las tuberías terciarias o portalineas ubicadas en cada uno de los lotes.

El total de tuberías terciarias de todo el equipo de riego es 112 lo que quiere decir que se hicieron 112 cuadros como el que se muestra a continuación:

Tubo	Longitud	Sección	Diámetro	DH mca	V. mt/seg.
0	0	0		0	0
1	6	6	63mm	-0.2177	1.5049
2	12	12	63mm	-0.3932	1.3168
3	18	18	63mm	-0.5320	1.1287
4	24	24	63mm	-0.6400	0.9406
5	30	30	63mm	-0.7231	0.7525
6	36	36	63mm	-0.7874	0.5644
7	42	42	1.5 pulg	-0.8548	0.6825

Cuadro 8: Cálculo de la portalinea n° 1 (Elaboración propia)

El cálculo hidráulico de las tuberías matrices primarias y secundarias del sistema viene dado en el siguiente cuadro:

RED DE MATRICES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS								
CÁLCULO HIDRAÚLICO AL MÁXIMO CAUDAL DE LA SECCIÓN								
TRAMO	LARGO	CAUDAL	JL	J.L.%	V. mt/seg.	Tiem min	DIAM.	TUBOS
1	96.78	8.45	-0.83	-0.86%	0.98	1.64	110-5	16.1
2	98.22	8.45	-0.85	-0.86%	0.98	1.66	110-5	16.4
3	49.63	8.45	-0.43	-0.86%	0.98	0.84	110-5	8.3
4	47.88	8.45	-0.41	-0.86%	0.98	0.81	110-5	8.0
5	95.03	25.31	-1.01	-1.06%	1.39	1.14	160-5	15.8
6	97.5	8.45	-0.84	-0.86%	0.98	1.65	110-5	16.3
7	97.5	8.45	-0.84	-0.86%	0.98	1.65	110-5	16.3
8	49.67	8.45	-0.43	-0.86%	0.98	0.84	110-5	8.3
9	47.83	8.45	-0.41	-0.86%	0.98	0.81	110-5	8.0
10	99.53	33.76	-0.60	-0.61%	1.19	1.40	200-5	16.6
11	97.5	8.45	-0.84	-0.86%	0.98	1.65	110-5	16.3
12	96.28	8.45	-0.83	-0.86%	0.98	1.63	110-5	16.0
13	50.94	8.45	-0.44	-0.86%	0.98	0.86	110-5	8.5
14	47.78	8.45	-0.41	-0.86%	0.98	0.81	110-5	8.0
15	97.81	42.22	-0.90	-0.92%	1.49	1.10	200-5	16.3
16	97.5	8.45	-0.84	-0.86%	0.98	1.65	110-5	16.3
17	96.99	8.45	-0.83	-0.86%	0.98	1.64	110-5	16.2
18	50.29	8.45	-0.43	-0.86%	0.98	0.85	110-5	8.4
19	47.73	8.45	-0.41	-0.86%	0.98	0.81	110-5	8.0
20	99.65	50.67	-1.28	-1.29%	1.78	0.93	200-5	16.6
21	96.99	8.45	-0.83	-0.86%	0.98	1.64	110-5	16.2
22	97.5	8.45	-0.84	-0.86%	0.98	1.65	110-5	16.3
23	49.82	8.45	-0.43	-0.86%	0.98	0.84	110-5	8.3
24	47.68	8.45	-0.41	-0.86%	0.98	0.81	110-5	7.9
25	92.84	59.12	-0.54	-1.13%	1.33	0.60	250-5	15.5
26	97.04	8.45	-0.83	-0.90%	0.98	1.57	110-5	15.5
27	97.5	8.45	-0.84	-0.86%	0.98	1.65	110-5	16.3
28	49.87	8.45	-0.43	-0.86%	0.98	0.84	110-5	8.3
29	47.63	8.45	-0.41	-0.86%	0.98	0.81	110-5	7.9
30	115.64	67.58	-0.86	-0.74%	1.52	1.26	250-5	19.3
31	160.9	10.10	-5.11	-3.18%	1.76	1.53	90-5	26.8
32	169	10.10	-2.02	-1.20%	1.18	2.40	110-5	28.2
33	161	10.10	-1.93	-1.20%	1.18	2.28	110-5	26.8
34	76.58	10.10	-0.92	-1.20%	1.18	1.09	110-5	12.8
35	160.96	10.10	-5.12	-3.18%	1.76	1.53	90-5	26.8
36	169	10.10	-5.37	-3.18%	1.76	1.60	90-5	28.2
37	161	10.10	-1.93	-1.20%	1.18	2.28	110-5	26.8

38	84	20.21	-1.13	-1.34%	1.45	0.96	140-5	14.0
39	160.92	10.10	-5.11	-3.18%	1.76	1.53	90-5	26.8
40	169	10.10	-5.37	-3.18%	1.76	1.60	90-5	28.2
41	161	10.10	-1.93	-1.20%	1.18	2.28	110-5	26.8
42	77	30.31	-1.14	-1.48%	1.67	0.77	160-5	12.8
43	161	10.10	-5.12	-3.18%	1.76	1.53	90-5	26.8
44	169	10.10	-5.37	-3.18%	1.76	1.60	90-5	28.2
45	161	10.10	-1.93	-1.20%	1.18	2.28	110-5	26.8
46	88.12	40.41	-0.75	-0.85%	1.42	1.03	200-5	14.7
47	160.9	11.07	-6.06	-3.76%	1.92	1.39	90-5	26.8
48	169	11.08	-6.37	-3.77%	1.93	1.46	90-5	28.2
49	161	11.08	-2.29	-1.42%	1.29	2.08	110-5	26.8
50	84.03	51.50	-1.12	-1.33%	1.81	0.77	200-5	14.0
51	160.95	11.47	-6.47	-4.02%	1.99	1.35	90-5	26.8
52	169	11.32	-6.63	-3.92%	1.97	1.43	90-5	28.2
53	162.63	11.14	-2.33	-1.43%	1.30	2.09	110-5	27.1
54	38.44	62.64	-0.25	-0.65%	1.41	0.45	250-5	6.4
55	9.13	67.58	-0.07	-0.74%	1.52	0.10	250-5	1.5
56	97.63	8.43	-0.84	-0.86%	0.98	1.66	110-5	16.3
57	96.81	8.43	-0.83	-0.86%	0.98	1.64	110-5	16.1
58	49.57	8.43	-0.42	-0.86%	0.98	0.84	110-5	8.3
59	47.93	8.43	-0.41	-0.86%	0.98	0.81	110-5	8.0
60	100.08	16.86	-0.96	-0.96%	1.21	1.37	140-5	16.7
61	97.16	8.24	-0.80	-0.82%	0.96	1.69	110-5	16.2
62	97.5	8.30	-0.81	-0.83%	0.97	1.68	110-5	16.3
63	49.53	8.36	-0.42	-0.84%	0.97	0.85	110-5	8.3
64	47.97	8.42	-0.41	-0.85%	0.98	0.82	110-5	8.0
65	94.86	8.42	-0.81	-0.85%	0.98	1.61	110-5	15.8

Cuadro 9: Cálculo hidráulico de las tuberías matrices (Elaboración propia)

En el cálculo de las presiones se ha considerado:

- Demanda de presión del campo (tubería principal, secundaria, terciaria, lateral y gotero)
- Demanda de presión adicional (succión, cabezal de filtrado, válvulas y singularidades).
- Topografía

REQUERIMIENTOS DE PRESION Y TIEMPOS DE RIEGO POSTO FERTILIZACION EN PUNTOS CRITICOS								
CONCEPTO	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
SUCCION	3	3	3	3	3	3	3	3
CENTRO DE CONTROL	10	10	10	10	10	10	10	10
SINGULARIDADES	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
MATRIZ	7.38	7.28	8.08	8.88	5.36	7.29	9.31	14.42
DIFERENCIA DE COTA MATRIZ	5.00	4.65	4.35	4.00	-3.50	-3.00	-2.00	-1.00
VALVULAS	3	3	3	3	3	3	3	3
SUBMATRIZ	1.49	0.73	0.86	0.79	0.25	1.21	1.14	1.08
LATERAL	2	2	2	2	2	2	2	2
GOTERO	10	10	10	10	10	10	10	10
DIFERENCIA DE COTA LATERAL	-0.268	0.278	0.264	0.033	0.223	-0.198	-0.243	-0.273
TOTAL M.C.A.	45.10	44.43	45.06	45.21	33.83	36.80	39.71	45.73
CAUDAL LT/seg	67.58	67.52	67.46	67.40	55.36	62.64	62.81	62.96
TIEMPO DE LLEGADA DE FERT	10.79	10.91	12.61	14.29	5.18	7.46	9.86	11.38
PRESION POST SOSTENEDORA	32.10	31.43	32.06	32.21	20.83	23.80	26.71	32.73

Cuadro 10: Requerimientos de presión y caudal en los puntos críticos de cada sector

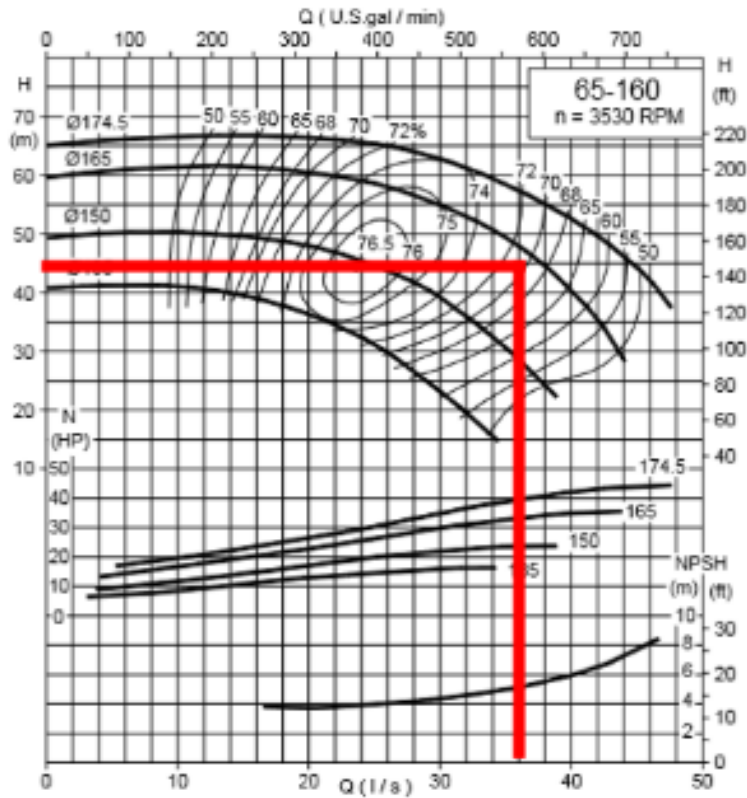
4.6. SISTEMA DE BOMBEO Y FILTRADO

El sistema de bombeo propuesto consta de 3 electrobombas centrifugas horizontales de eje libre, según las condiciones de caudal y presiones requeridas.

Las bombas horizontales serán colocadas en paralelo, juntas (una al lado de la otra) tomando el agua de la misma fuente y estarán interconectadas a su descarga mediante tuberías de SCH40.

Las bombas propuestas serán iguales, siendo el modelo el siguiente:

CURVAS DE OPERACION A 60 Hz



Marca	Hidrostral
Modelo	65-160
Potencia	40 HP

Imagen 9: Curva de la electrobomba de agua. (Fuente: Catalogo de Hidrostral 2015)

El sistema de filtrado propuesto consiste en un filtro de malla Automesh, de la marca Lama de fabricación española, de 8" de diámetro con programador Lama Mini Top, el cual controla con sensores digitales los retrolavados del filtro cuando se genera la diferencial de presión pre establecida.



Imagen 10: Filtro de malla Automesh (Fuente: Catalogo Filtros Lama 2015)

El cabezal de filtrado está equipado con:

- Válvulas de alivio

- Filtro de malla de 8"
- Válvulas mariposa 8"
- Medidor de caudal 8"
- Válvula reguladora sostenedora de presión 8"
- Válvulas check 8"
- Válvulas de aire 2"

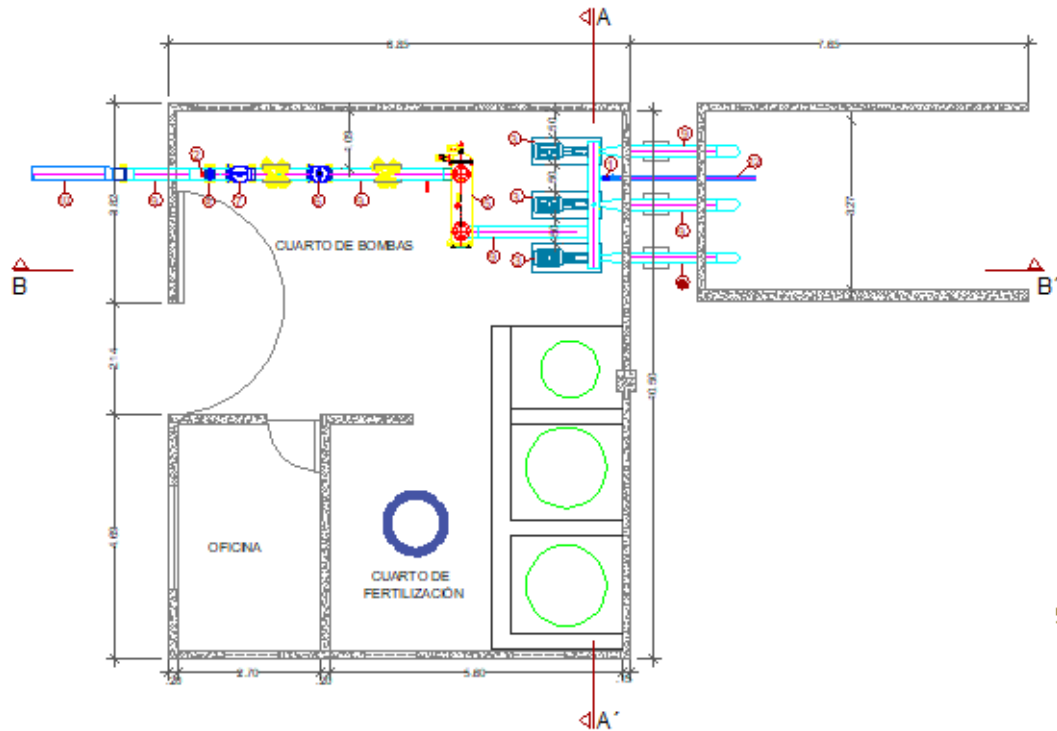


Imagen 11: Vista en planta de caseta de riego (Fuente: Elaboración propia)

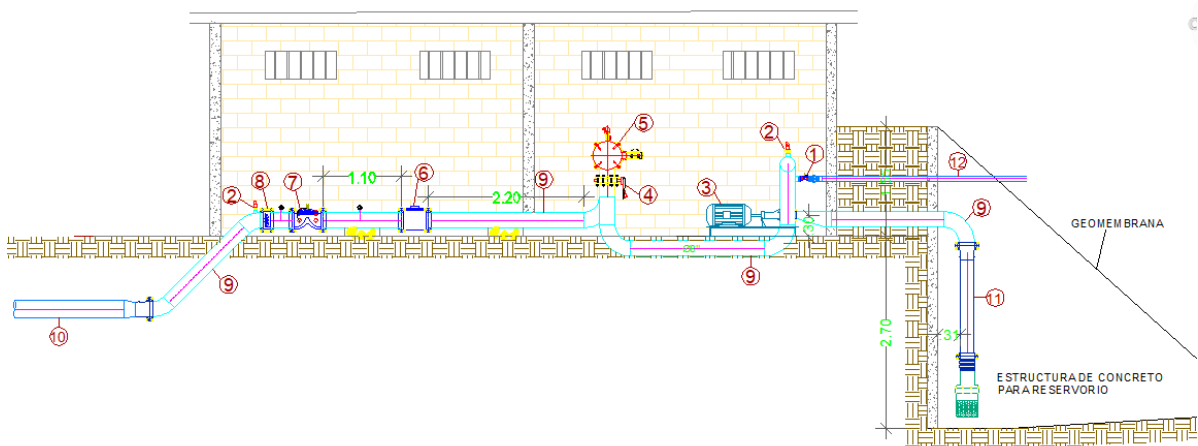


Imagen 12: Vista en corte de cabezal de riego (Fuente: Elaboración propia)

4.7- SISTEMA DE FERTILIZACIÓN

El concepto ofrecido es el de un centro de fertilización que permita diluir, almacenar e inyectar los fertilizantes de manera ordenada, eficiente y precisa según los requerimientos del cultivo.

El sistema de fertilización es controlado por el DREAM RADIO (controlador de riego) de la marca Talgil.

El tanque de dilución permite lograr una mezcla óptima de los fertilizantes, maximizando el tiempo de la mano de obra, y eficiencia en el proceso de homogenización.

La dilución se realiza usando un tanque de 1,000 litros, en el cuál se vierte fertilizante y agua, luego usando una bomba centrífuga (Q Pump) se hace la recirculación de la mezcla para obtener una solución diluida. La bomba elegida es resistente a químicos con estructuras internas amplias que no permita la acumulación de sarro en su cuerpo. La bomba tiene una capacidad de bombeo de 10m³/hr.

Los tanques de almacenamiento son dos de 5,000 litros y permiten tener un control ordenado de los fertilizantes para el control del almacén. También permite disponer de ellos en cualquier momento y en cualquier volumen requerido.

Para controlar la operatividad del sistema, cada módulo de fertilización contará con:

- Fertímetros 1" con salida de pulso de 1 litro.
- Válvula Amiad NC 3/4"
- Solenoides 24V.
- Válvula Check angular 1"



Imagen 13: Esquema de fertilización (Elaboración propia)

Los equipos tendrán inyección directa, con una capacidad de inyección de 4,000 lph de fertilizante diluido.

La inyección de fertilizantes será medida por fertímetros de la marca Arad. El sistema cuenta con dos (2) fertímetros que permitirán programar la fertilización por volumen, proporción u otra modalidad que desee. Estarán colocadas cerca al punto de inyección en cada línea de riego. Se dispone de un fertímetro por producto y línea de riego o módulo, es decir 4 fertímetros por equipo.

Las válvulas hidráulicas que permitirán el paso de los fertilizantes serán las normally close de la marca Amiad. Una por cada fertímetro.

Se usarán válvulas checks a la salida de los fertímetros como protección de retorno del fertilizante. También se usarán en los puntos de inyección.

A la salida de los tanques de almacenamiento se colocarán filtros de 80 mesh para retener los sedimentos.

4.8. SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

La automatización permitirá realizar una acción o llevar a cabo acciones de manera precisa y repetitiva con mínima mano de obra o intervención del hombre; controlando la ejecución y llevando registro de estas.

La propuesta de la automatización comprende:

- Accionar y controlar las bombas eléctricas.
- Accionar y controlar las bombas inyectoras de fertilizantes.
- Abrir y cerrar las válvulas del campo.
- Abrir y cerrar las válvulas de retrolavado.
- Abrir y cerrar las válvulas de fertilizantes.
- Lectura de contadores de agua.
- Lectura de sensores de riego.
- Lectura de contador de fertilizantes.

El controlador elegido es el modelo Dream de la marca Talgil, que se comunica vía radio con las Unidades Remotas (RTU) colocadas debidamente en campo.

El sistema viene con las siguientes interfaces:

- Locales, para accionamiento de bombas, válvulas, lecturas de contadores ubicados en la sala de riego.
- Interface de Radio con Unidades remotas de radio (RTU RF), accionadas por el controlador para abrir y cerrar las válvulas, leer los sensores de humedad, temperatura, PH, CE, etc, en campo.

El controlador Dream, tiene una comunicación dúplex, y no simplex. La diferencia está en la ventaja de poder tener respuesta de las RTUs si están operativas o no y también, de

poder tomar datos (PH, CE, Caudalímetros, etc) y comunicarlo al controlador Dream. El controlador requiere energía eléctrica 220V para su funcionamiento y puede comunicarse con las antenas RTUs a una distancia de hasta 2km, pero usando las antenas RTUs como función de repetidora puede lograr tener un alcance de 4 km.

Las antenas RTUs serán ubicadas a lo largo del camino principal por donde pasa la matriz del sistema. Esto permitirá darles un mejor manejo y mantenimiento a los equipos.

La RTUs utilizan baterías que tienen una duración de un año. La frecuencia de radio que usa el controlador para comunicarse con las antenas RTUs es bajo pero suficiente para su función.

El controlador viene con un software que se instala en una PC desde el cuál se puede monitorear todas las operaciones, gobierna el encendido de las bombas de riego según la programación dada mediante un relay eléctrico, tal como figura en el dibujo siguiente:

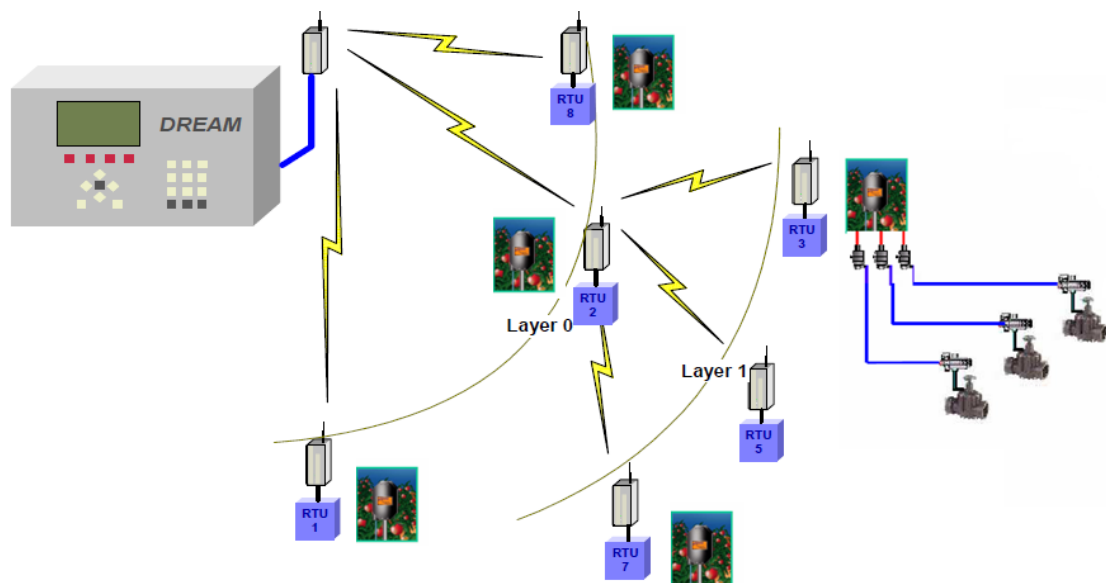


Imagen 14: Esquema del sistema de Automatización (Elaboración propia)

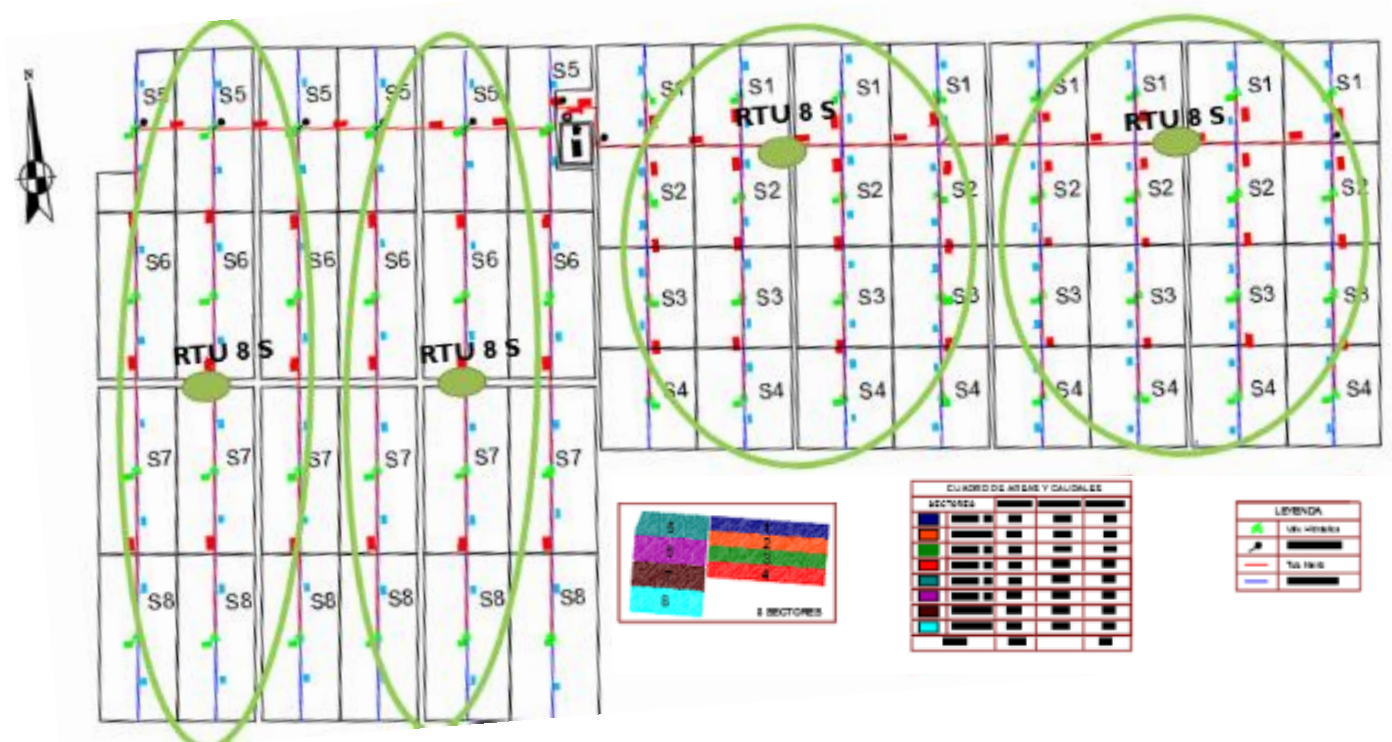


Imagen 15: Ubicación de antenas RTU en campo (Elaboración propia)

4.9. VÁLVULAS HIDRAULICAS DE CAMPO

Las válvulas hidráulicas que se instalarán en campo son de la marca Bermad, modelo Serie 100 2”L con regulador de presión hidráulico de 3 vías. Tendrán la función no sólo de apertura y cierre del riego en los tiempos establecidos sino de regular la presión al inicio de las tuberías porta líneas y evitar el deterioro de las mangueras por exceso de presión. Estas válvulas se han elegido porque cumplen con el diámetro para el caudal necesario por cada lote de riego.

4.10. LATERALES DE RIEGO

El lateral de riego propuesto para este proyecto que cumple con los objetivos del proyecto es una manguera de gotero integrado no autocompensado DRIP LITE de 16mm de diámetro y 1mm de espesor de la marca EURODRIP. Para el cultivo Vid estos goteros son de caudal 2LPH cada 0.40m y para el cultivo de Granada estos goteros son de 4 LPH cada 0.50m.



*Imagen 16: Vista aérea del fundo luego de la instalación del sistema de riego y los cultivos
(Fuente: Google Earth)*

5.-CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño del sistema de riego por goteo para las 60 has de ampliación del fundo Almudena de las cuales 30 has son para cultivo vid y 30 has son para granada.
- El sistema de riego fue diseñado para aplicar una lámina de 7mm en 18.1 horas de riego.
- Se realizó el diseño agronómico en el que se obtuvo 4 turnos de riego para cada cultivo, teniendo un total de 8 turnos en 18.1 horas.
- Se realizó el diseño hidráulico mediante una plantilla de Excel, donde se utilizaron tuberías de pvc de diámetros comerciales y mangueras de riego no autocompensadas debido al terreno relativamente plano (0.44% de pendiente).
- Se automatizó el campo de riego con un sistema vía radial para lo cual se instalaron 4 antenas en campo que controlan las 96 válvulas instaladas.
- Debido a que los tiempos de llegada del agua desde la caseta hasta los puntos más alejados de cada turno son menores del tiempo de riego por turno, no es necesario proyectar un sistema de fertiducto para la inyección de los fertilizantes en campo.

6.-RECOMENDACIONES

- El proceso de toma de datos de campo debe ser rigurosa para evitar problemas posteriores.
- Usar diámetros de tuberías y válvulas que sean comerciales y de fácil adquisición.

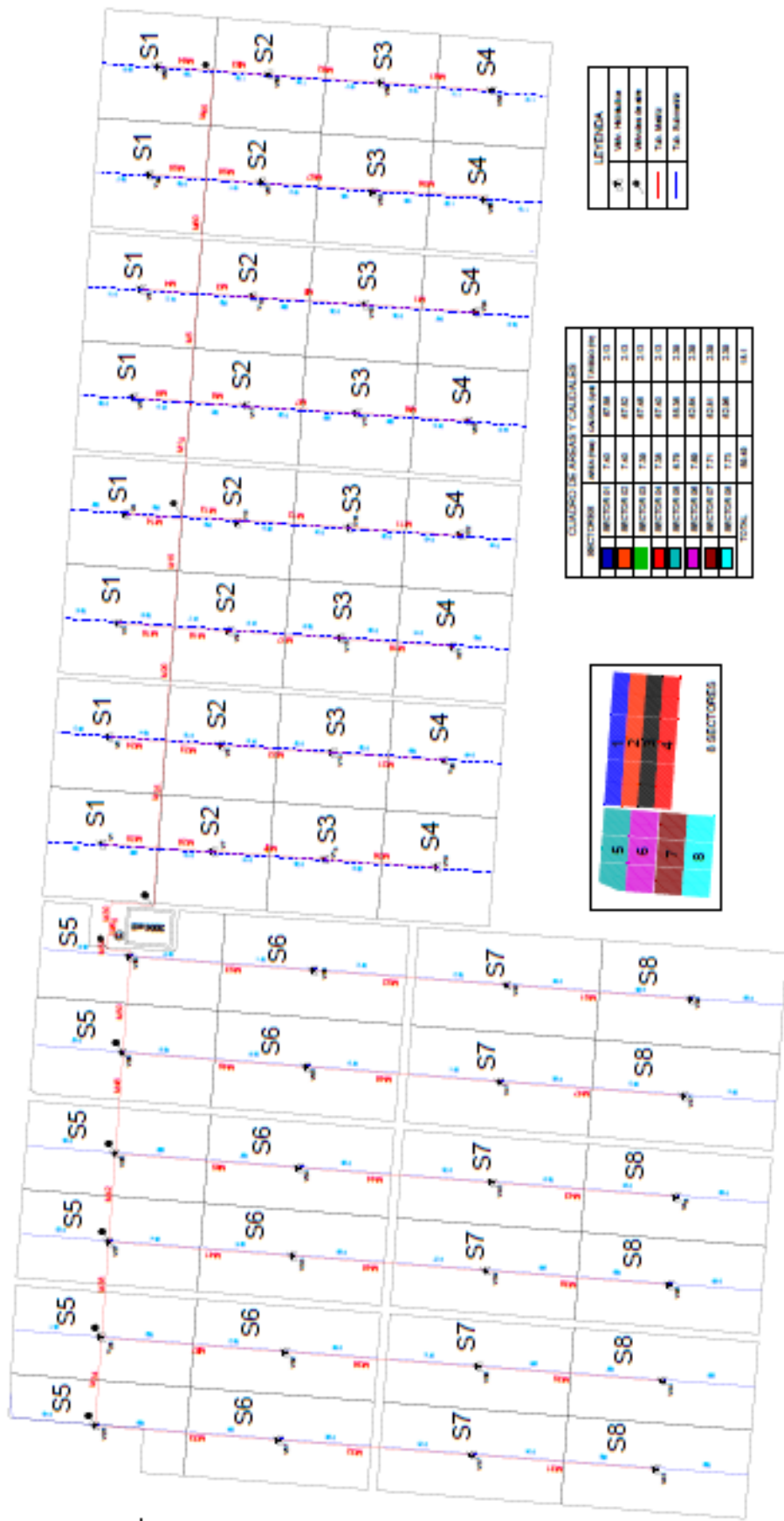
7.-BIBLIOGRAFÍA

- ARAPA QUISPE, José, (2006), “*Sistemas de Riego a Presión – Teoría y Problemas*”, Lima Perú. 18-54 p.
- ARMONI SHLMO, (1984), *El Riego por Goteo*, Estado de Israel, Editorial Centro de cooperación internacional para el desarrollo agrícola. 3-74 p.
- HIDROSTAL, Manual de operación y mantenimiento ~ Bombas turbina vertical. 2013. Lima, Perú. 16 p.
- LAMA, Catalogo de filtros. 2016. España. 32 p.
- MOYA TALENS, Jesús Antonio, (2002), *Riego localizado y fertirrigación*, Madrid España, 3ra edición, Editorial Ediciones Mundi-Prensa. 271-272 p.
- PIZARRO CABELLO, Fernando, (1996), *Riegos Localizados de Alta Frecuencia*, Barcelona España, 3ra edición, Editorial Ediciones Mundi-Prensa 183-412 p.

8.- ANEXOS

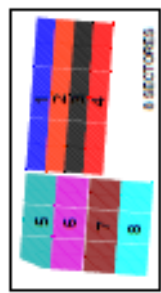
8.1- PLANOS

- Plano en planta del diseño de riego
- Plano en planta y corte de la caseta de riego



LEYENDA	
↗	VAL. VÁLVULA
↘	VALVULA DE ARR.
—	TUB. IRRIG.
---	TUB. SECCIONA.


CUADRO DE LAS ÁREAS Y CAUDALES			
SECTORES	ÁREA (m ²)	CAUDAL (m ³ /s)	PERÍMETRO (m)
1	740	87,60	313
2	740	87,60	313
3	740	87,60	313
4	740	87,60	313
5	875	103,88	338
6	740	87,60	313
7	771	92,61	338
8	1175	137,25	338
TOTAL	5846	684,14	1817



CUADRO DE DATOS	
CULTIVO	ARROZ
LIVIA	20.00 HAB
GRANADA	20.00 HAB

PERÍMETRO MÁXIMO DE LOS SECTORES	
SECTOR	PERÍMETRO (m)
1	313
2	313
3	313
4	313
5	338
6	313
7	338
8	338
TOTAL	1817

PERÍMETRO MÁXIMO DE LOS SECTORES	
SECTOR	PERÍMETRO (m)
1	313
2	313
3	313
4	313
5	338
6	313
7	338
8	338
TOTAL	1817



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

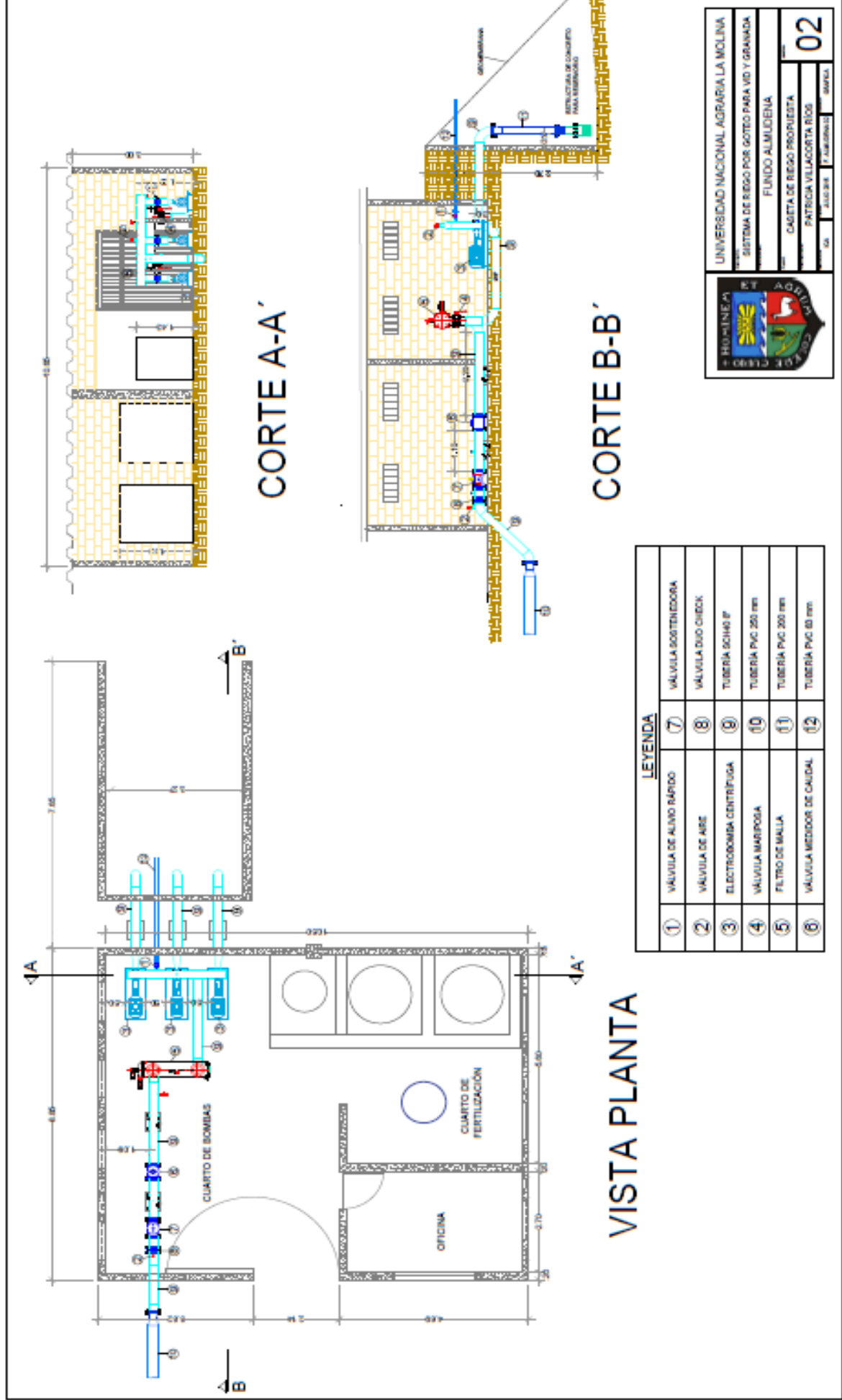
SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA VID Y GRANADA

FUNDO ALMUDENA

DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS Y VÁLVULAS

PATRICIA VELLACORTA RÍOS

01



LEYENDA

①	VÁLVULA DE ALIVIO RÁPIDO	⑦	VÁLVULA SOSTENEDORA
②	VÁLVULA DE AIRE	⑧	VÁLVULA DUO CHECK
③	ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA	⑨	TUBERÍA SCH40 P
④	VÁLVULA MARIPOSA	⑩	TUBERÍA PVC 250 mm
⑤	FILTRO DE MALLA	⑪	TUBERÍA PVC 200 mm
⑥	VÁLVULA MEDIDOR DE CAUDAL	⑫	TUBERÍA PVC 80 mm

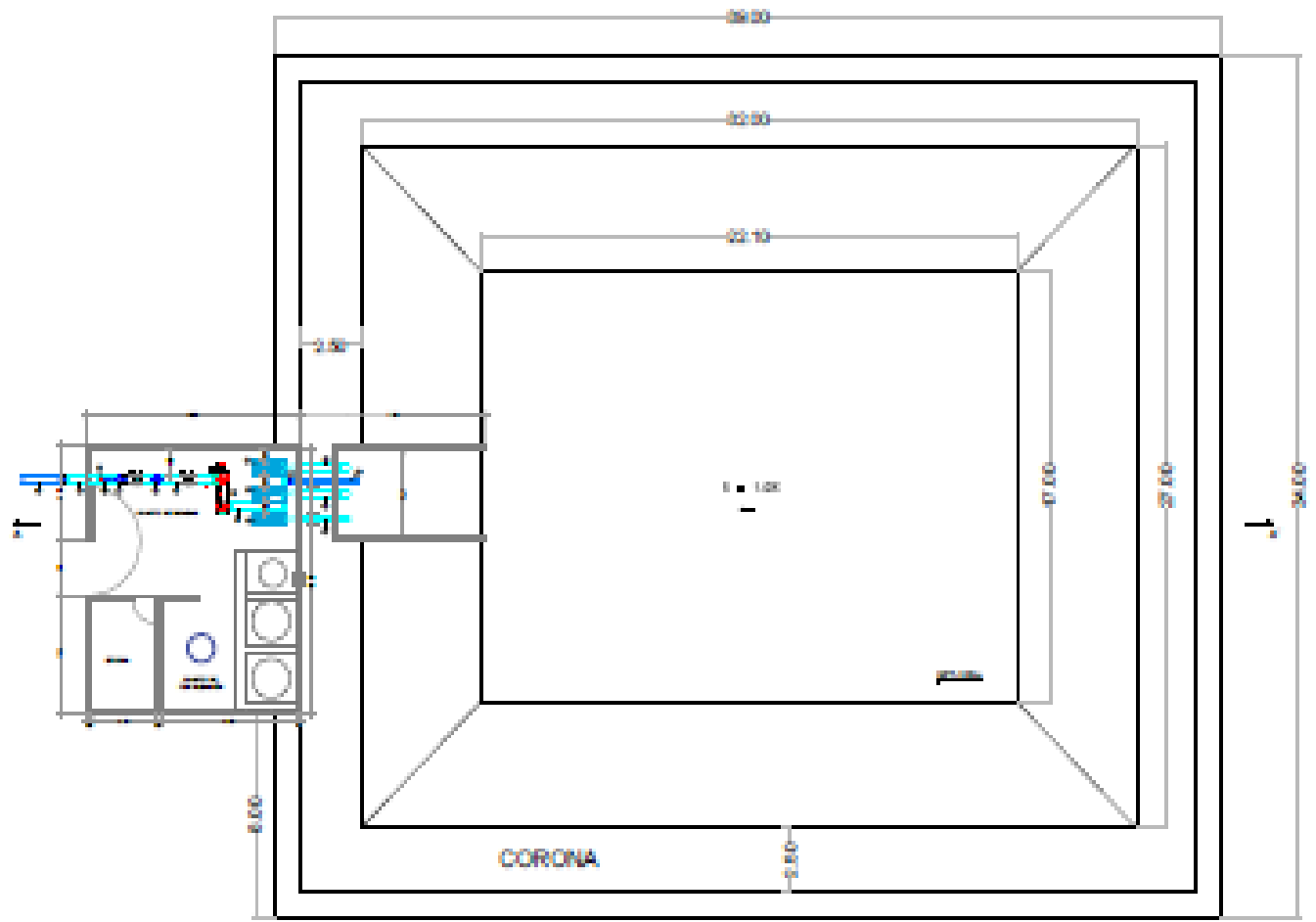
VISTA PLANTA

CORTE A-A'

CORTE B-B'



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 SISTEMA DE REGO POR GOTEO PARA VIO Y GRANADA
 FUNDO ALMUDENA
 CASITA DE REGO PROPUESTA
 PATRICK VILLACORTA RÍOS
 02



VISTA PLANTA



CORTE B-B'

VISTA CORTE A-A'



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA			
ESCUELA DE INGENIERIA POR INGENIERIA VIO Y ORANAGA			
FUNDIC ALMUDENA			
LABORATORIO Y LINEA DE INVESTIGACION			
PATRICIA VILLACORTA BOH			
IN	CONCRETO	Y CIMENTACION	ESTRUC

