

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“DISEÑO Y EJECUCIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN
PARA JARDINERÍA EN EL DISTRITO DE COMAS-PUEBLO LIBRE-
LA VICTORIA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

DIEGO MENDOZA CÁCERES





LIMA - PERÚ

2022

Document Information

Analyzed document	TSP Diego Mendoza 21-03-2023.pdf (D162097305)
Submitted	2023-03-24 21:46:00
Submitted by	GONZALO RAMCES FANO MIRANDA
Submitter email	gfano@lamolina.edu.pe
Similarity	3%
Analysis address	gfano.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP-Chapoñan_Lourdes 24_01_2023docx.docx Document TSP-Chapoñan_Lourdes 24_01_2023docx.docx (D157201441) Submitted by: liarf@lamolina.edu.pe Receiver: liarf.unalm@analysis.arkund.com	 2
W	URL: https://www.dge.gob.pe/portal/docs/asis-lima-2019/CD_MINSA/DOCUMENTOS_ASIS/ASIS_DISTRITO%20COM... Fetched: 2021-01-19 00:50:11	 1
SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP-Mendoza Diego.docx Document TSP-Mendoza Diego.docx (D144909610) Submitted by: jramirez@lamolina.edu.pe Receiver: jramirez.unalm@analysis.arkund.com	 3
SA	PLATANO_Erik_Urjilez_06_05_2016 Profe.docx Document PLATANO_Erik_Urjilez_06_05_2016 Profe.docx (D19795137)	 3
SA	TESIS DE GRADO JC- UNIFICADA - OCTUBRE-2015.pdf Document TESIS DE GRADO JC- UNIFICADA - OCTUBRE-2015.pdf (D17583309)	 1
SA	TESIS_PAZMIÑO JÁCOME WILSON ANDRES.docx Document TESIS_PAZMIÑO JÁCOME WILSON ANDRES.docx (D27564771)	 1

Entire Document

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales del presente trabajo (Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“DISEÑO Y EJECUCIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSION
PARA JARDINERIA EN EL DISTRITO DE COMAS-PUEBLO LIBRE-LA
VICTORIA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. DIEGO MENDOZA CÁCERES

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. FREDY OMIS CÁCERES GUERERRO
Presidente

Dr. GONZALO RAMCÉS FANO MIRANDA
Asesor

Mg. Sc. JUDITH MARÍA RAMÍREZ CANDIA
Miembro

Mg. Sc. JUVENAL VIVIANO GARCÍA ARMAS
Miembro

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Mis padres Moises Mendoza Flores y Julia Caceres Aguirre

Mi hermano Nilton Mendoza Caceres

Al Ing. Ingeniero Gonzalo Ramces Fano Miranda

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria la Molina, en especial a la Facultad de Ingeniería Agrícola, por cobijarme en sus aulas, dándome la oportunidad de obtener el Título en Ingeniería Agrícola

El ingeniero Gonzalo Ramces Fano Miranda, por su asesoramiento incondicional, demostrando capacidad y profesionalismo.

A los Ingenieros Fredy Omis Caceres Guerrero, Judith Maria Ramirez Candia y Juvenal Garcia Armas miembros del jurado de evaluación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo principal	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	3
2.1. Descripción del área del proyecto	3
2.1.1. Ubicación y extensión.....	3
2.1.2. Materiales	4
2.2. Metodología.....	4
2.2.1. Datos Básicos.....	4
2.2.2. Diseño agronómico.....	5
2.3. Simulación con el software EPANET	7
2.3.1. Modelación	7
2.3.2. Caudal de diseño.....	9
2.3.3. Presión a cosignar	9
2.3.4. Bombas	10
2.3.5. Simulación hidráulico.....	11
2.3.6. Análisis de los resultados.....	11
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
3.1. Fuente de agua.....	13
3.2. Análisis de agua.....	13
3.2.1. Muestra del agua de la napa freática.....	13
3.3. Datos climáticos	14
3.4. Cálculo de la ETP.....	15
3.5. Oferta de agua	16
3.6. Demanda de agua	16
3.7. Balance Hídrico.....	17
3.8. Diseño Agronómico	18
3.9. Diseño hidráulico de las sub unidades de riego	20

3.9.1. Descripción.....	20
3.9.2. Parametros de operación.....	20
3.10. Características de los aspersores	24
3.10.1. Aspersor emergente RAIN BIRD.....	24
3.11. Diseño y cálculos hidráulicos de la red principal.....	28
3.11.1. Esquema de diseño	28
3.11.2. Velocidades del fluido	35
3.11.3. Presiones de trabajo	35
3.12. Simulación con EPANET.....	36
3.12.1. Diseño de la red	36
3.12.2. Presiones finales con la simulación con el software Epanet	38
3.13. Diseño final de la red de tuberías	39
3.14. Análisis del sistema de riego	40
3.15. Ejecución de sistema de riego presurizado.....	41
3.15.1. Proyecto de riego tecnificado en el distrito de Pueblo Libre y La Victoria	41
3.15.2. Marcado y replanteo en campo.....	41
3.15.3. Movimiento de terreno	41
3.15.4. Características de la retroexcavadora	42
3.15.5. Cisterna y cuarto de máquina	42
3.15.6. Red hidráulica.....	46
3.15.7. Automatización.....	47
3.15.8. Prueba hidráulica	48
IV. CONCLUSIONES.....	49
V. RECOMENDACIONES.....	51
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
VII. ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Presión de consigna en cada arco de riego	10
Tabla 2: Calculo de la ETP.....	15
Tabla 3: Oferta global de agua “Avenida Túpac Amaru – Comas”	16
Tabla 4: Demanda de Agua en la Avenida Túpac Amaru – Comas.....	16
Tabla 5: Balance hídrico mensual global Avenida Túpac Amaru - Comas	17
Tabla 6: Parametros agronomicos	18
Tabla 7: Parámetros de diseño agronómico - áreas verdes de la Avenida Túpac Amaru – Comas	19
Tabla 8: Válvula 1	20
Tabla 9: Parámetros de operación (válvula 1-22).....	21
Tabla 10: Válvula 23-44	22
Tabla 11: Válvula 45-66	23
Tabla 12: Válvula 67-82	24
Tabla 13: Precipitacion de las boquillas serie VAN.....	27
Tabla 14: Demanda de caudales de cada sector de riego	30
Tabla 15: Puesto en marcha electrobomba 2	31
Tabla 16: Puesto en marcha electrobomba 3	32
Tabla 17: Puesto en marcha electrobomba 3	33
Tabla 18: Puesto en marcha electrobomba 3	34
Tabla 19: Presiones de llegada en los nodos	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Avenida Tupac Amaru - Comas.....	4
Figura 2: Edición del programa Epanet.....	7
Figura 3: Bosquejo del proyecto en el programa Epanet.....	8
Figura 4: Edición del esquema en el programa Epanet	9
Figura 5: Edición del sistema de bombeo en el software Epanet	10
Figura 6: Corrida del proyecto de riego tecnificado en el software Epanet.....	11
Figura 7: Resultados con en el software Epanet	12
Figura 8: Roseadores RAIN BIRD	25
Figura 9: Boquilla serie VAN RAIN BIRD	26
Figura 10: Sistema métrico de las boquillas RAIN BIRD.....	27
Figura 11: Esquema de la Berma central de la Avenida Túpac Amaru-Comas	29
Figura 12: Velocidades en cada arco de riego	35
Figura 13: Carga dinámica total - bomba 2	35
Figura 14: Carga dinámica total - bomba 3	36
Figura 15: Simulación 1	37
Figura 16: Simulación 2	37
Figura 17: Simulación 3	37
Figura 18: Simulación 4	38
Figura 19: Esquema de la red de tuberías del proyecto de riego presurizado de la berma central de la Avenida Tupac Amaru – Comas.....	40
Figura 20: Marcado del terreno	41
Figura 21: Zanjeado.....	42
Figura 22: Electrobombas.....	43
Figura 23: Curvas y datos de presentacion de la bomba	44
Figura 24: Filtro modelo SPIRAL CLEAN.....	45
Figura 25: Cisterna y cuarto de maquina.....	46
Figura 26: Entubado del campo.....	46
Figura 27: Electrovalvula	47
Figura 28: Instalacion del taimer y el tablero electrico	48
Figura 29: Puesto en marcha el sistema de riego.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Habitación de roseadores y rotores	53
Anexo 2: Instalando el cuarto de bombeo	53
Anexo 3: Instalación de la red de tuberías.....	54
Anexo 4: Supervisando el entubado	54
Anexo 5: Instalación de la escalera y la puerta metálica del cuarto de maquina	55
Anexo 6: Colocado de gras americano	55
Anexo 7: Puesto en marcha el riego tecnificado	56
Anexo 8: Plano del sistema de riego del parque San German – La Victoria.	57

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional consiste en desarrollar el diseño del sistema de riego por aspersión para jardinería en Comas y ejecución de un proyecto de riego tecnificado para jardinería en el distrito de Pueblo Libre y la victoria respectivamente. El proyecto de diseño de riego tecnificado para jardinería se encuentra ubicado en la provincia de Lima, distrito de Comas en toda la trayectoria de la berma central de la avenida Tupac Amaru, tiene una longitud de 8.5 kilómetros y un área de riego de 3500 m². Los proyectos que se ejecutaron de riego tecnificado para jardinería se encuentran ubicados: Provincia de Lima, distrito Pueblo Libre, Parque Tagore, dirección Diego de Medina 15084 y el otro en el distrito de la Victoria, Parque San German, dirección Jirón América 953. El planeamiento del diseño del sistema de riego por aspersión consistió en recabar información básica de campo para desarrollar el balance hídrico y el diseño agronómico respectivo, teniendo todos estos datos se procedió a desarrollar el diseño hidráulico calculando así los diámetros respectivos de las tuberías. Teniendo en cuenta las presiones y velocidades del fluido establecidos en cada arco de riego para el buen funcionamiento del sistema. Al finalizar el diseño hidráulico se procedió a realizar la simulación del sistema de riego mediante el software EPANET, dando como resultado el dimensionamiento óptimo de la red y corroborando las presiones de operación en cada arco de riego. Llegando a concluir que todo proyecto de riego antes de ser ejecutado se debe de realizar una simulación mediante un software para circuitos hidráulicos para garantizar el correcto diseño. Las ejecuciones del sistema de riego comprendieron las siguientes etapas: trazado del campo, ubicación del cuarto de maquina, ubicación de la red eléctrica existente y red de agua. Ya que se tiene que tener bien claro estos detalles antes de empezar a realizar el zanjeado para no tener accidentes ni percances en campo. Teniendo todo claro se procedió a la instalación: a) Cuarto de máquina, compuesto por electrobomba, sistema de filtrado, tablero eléctrico y un controlador de electroválvulas "thaimer"; b) Red de tuberías y emisores compuesto por accesorios de PVC, electroválvulas, rotores y roseadores y c) Automatización del sistema de riego que viene ser la unión de las electroválvulas con el programador y la electrobomba, así poder manejar todo el sistema mediante el programador. Para finalizar la instalación se pone en marcha el sistema de riego presurizado purgando cada zona de riego y calibrando cada electroválvula para darle la presión de operación indicada en el diseño de riego tecnificado para jardinería.

Palabras Claves: Filtro, rotor ,roseador, automatización,riego, hidráulica

ABSTRACT

The present work of professional sufficiency consists of developing the design of the sprinkler irrigation system for gardening in Comas and execution of a technified irrigation project for gardening in the district of Pueblo Libre and La Victoria. The project of design of irrigation system for gardening is located in the province of Lima, district of Comas in all the trajectory of the central berm of the Tupac Amaru Avenue. It has a length of 8.5 kilometers and an irrigation area of 3500 m². The Projects that were executed for technified irrigation for gardening are located in: Province of Lima, district of Pueblo Libre, Tagore park, located in Diego Medina 15084 and the other project is located in the district of La Victoria, San German Park, address Jiron America 953. The planning of the design of the sprinkler irrigation system consisted of collecting basic field information to develop the water balance and the respective agronomic design, having all this data we proceeded to develop the hydraulic design calculating the respective diameters of the pipelines. Taking into account the pressures and velocities of the fluid established in each irrigation arch for the proper functioning of the system. At the end of the hydraulic design, the irrigation system was simulated using EPANET software, resulting in the optimal sizing of the network and corroborating the operating pressures in each irrigation arch. It was concluded that all irrigation projects should be simulated before being executed by means of a software for hydraulic circuits to guarantee the correct design. The execution of the irrigation system included the following stages: layout of the field, location of the machine room, location of the existing electrical network and water network. These details must be clearly understood before starting the trenching in order to avoid accidents and mishaps in the field. Then, we proceeded to the installation: a) Machine room, consisting of electric pump, filtering system, electric board and a "thaimer" electrovalve controller; b) Piping and emitters network consisting of PVC fittings, electrovalves, rotors and rosters and c) Automation of the irrigation system which is the union of the electrovalves with the programmer and the electric pump, thus being able to manage the entire system by means of the programmer. Finally, The installation starts up the pressurized irrigation system by purging each irrigation zone and calibrating each solenoid valve to give it the operating pressure indicated in the design of irrigation technology for gardening.

Keywords: Filter, rotor, rosador, automation, irrigation, hydraulics.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los grandes problemas en la gestión de áreas verdes en Lima Metropolitana es que cada distrito aplica sus iniciativas en el manejo y creación de estos espacios, según la visión e importancia que otorgue cada administración, algunos distritos se enfocan más en la creación de pistas, nuevas viviendas o nuevos centros comerciales y no le prestan la debida atención al cuidado ni creación de áreas verdes.

Las áreas verdes son de vital importancia para la calidad de vida de la población, tanto en el aspecto ambiental como recreativo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que debe existir 8 metros cuadrados de área verde por cada habitante, pero no se cumple.

Teniendo en cuenta que en el Perú la mayor parte de las áreas verdes; parques, plazuelas y bermas centrales se riegan por inundación (conocida también como riego por gravedad), lo cual pueden o no estar adecuadamente usados.

Por tal motivo, es de suma importancia que el ingeniero agrícola ponga a desarrollar proyectos de riego tecnificado de áreas verdes que permitan el uso adecuado del recurso hídrico

El presente trabajo está orientado a la elaboración de diseño y ejecución de sistema de riego presurizado por aspersión, para áreas verdes en el distrito de “Comas – pueblo libre – la victoria” detallando los cálculos agronómicos e hidráulicos.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo principal

Realizar el diseño del sistema de riego presurizado para jardinería en el distrito de Comas y ejecución del sistema de riego para jardinería en el distrito de Pueblo Libre y la victoria.

1.1.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el sistema de riego actual del área verde de la berma central de la avenida Tupac Amaru – Comas.
- Desarrollar el diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego del área verde de la berma central de la avenida Tupac Amaru – Comas.
- Simular hidráulicamente diversos escenarios del sistema de riego presurizado del área verde de la berma central de la avenida Tupac Amaru – Comas, utilizando el software EPANET.
- Realizar la Instalación y operación del sistema de riego para jardinería en el distrito de Pueblo Libre y la Victor

II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

2.1. Descripción del área del proyecto

2.1.1. Ubicación y extensión

a. Ubicación política

Departamento	Lima
Provincia	Lima
Distrito	Comas
Cuenca	Rio Chillón – Mg. Izquierda
Avenida	Áreas Verdes de la berma central de la Avenida Túpac Amaru

b. Ubicación geográfica

El proyecto de riego pesurizado se ubica en la provincia de Lima, Distrito de Comas, limita por el norte con los distritos de Carabayllo y Puente Piedra. Por el Sur con el distrito de Independencia. Por el Este con el distrito de San Juan de Lurigancho y por el Oeste con el distrito de los Olivos.

c. Área

El área de riego de la berma central es de 3500 m². De las cuales se encuentran en toda la trayectoria de la avenida Túpac Amaru perteneciente al distrito de Comas.



Figura 1: Avenida Tupac Amaru - Comas

Nota: la figura muestra toda la longitud de la berma central

FUENTE: Google Earth Pro

2.1.2. Materiales

Los materiales requeridos y empleados para la elaboración del presente diseño son:

- Plano topográfico
- Tesis, Libros y manuales
- Datos climatológicos, Calidad de Agua, Estudio de Suelo, Datos de Cultivos
- Software Autocad 2013
- Software de simulación Hidráulica (Epanet 2.0)
- Computadora
- Materiales de oficina

2.2. Metodología

Dado que el objetivo del proyecto fue elaborar el diseño de riego técnico, se desarrolló el análisis, con el apoyo de los ingenieros agrícolas especialistas en el tema y de la Sub Gerencia de áreas verdes de la municipalidad del distrito de Comas.

2.2.1. Datos Básicos

Para la planificación y diseño del sistema de riego se necesita de los siguientes datos básicos:

- Levantamiento topográfico de toda la berma central de la avenida Túpac Amaru – Comas
- Datos climáticos

- Ubicación y caudal ofertante
- Calidad de agua
- Fuente de energía
- Características del suelo

2.2.2. Diseño agronómico

a. Fase de campo

- Mediante el reconocimiento del terreno y las calicatas realizadas, se tomaron muestras aleatorias en las partes bajas, medias y altas de los mismos. Dichas muestras representativas se llevaron al laboratorio y mediante el método del hidrómetro se obtuvieron los porcentajes de limo, arena y arcilla, determinando así la textura del suelo.
- Se realizó calicatas a una profundidad de 70 cm. Obteniendo muestras a las profundidades de 10, 30 y 50 cm, respectivamente con tres repeticiones cada uno y fue llevado a laboratorio y analizados respectivamente para hallar la densidad aparente.
- Se humedecieron pozas de 1m por 1m de lado, con bordes, para luego saturarlas con agua procediendo a colocar un plástico sobre la poza para evitar las pérdidas de humedad por evaporación. Pasada las 24 horas, con la ayuda de un barreno se extrajo las muestras en el perfil de 5, 15 y 30 del suelo en diferentes tiempos. Elaborando así la curva humedad versus tiempo, la cual al hacerse constante con el tiempo se halló el valor de la humedad a capacidad de campo y consecuentemente el punto de marchitez.

b. Gabinete

Teniendo en cuenta los datos adquiridos se prosedió a calcular las necesidades hídricas en base a los requerimientos del césped que para el diseño se estableció una lámina bruta de riego.

Se procedió a ubicar la fuente de agua, la zona de almacenamiento de agua, el cuarto

de maquinas con su cabezal de riego para luego realizar el trazado preliminar de las redes de tubería de conducción: primarias, secundarias y terciarias.

Se zonifico la berma por tramos de longitudes promedios de 100 metros, con demanda similares de caudales.

c. Criterios para la determinación del diseño

Los parámetros tomados para la selección de tuberías de la red principal fueron los siguientes: el caudal máximo demandante, el rango de la velocidad permisible y las presión requerida en cada arco de riego para así garantizar el diseño.

d. Pre diseño hidraulico

Como el punto de dotación de agua se encuentra a la mitad de todo la trayectoria de la avenida Túpac Amaru - Comas. se diseñó una cámara de rebombeo para la conducción del agua a la cisterna que se va a construir en la parte superior de la avenida Túpac Amaru – Comas cruce con la avenida san Felipe. Donde ahí se va ubicar el cabezal de riego que repartirá mediante dos electrobombas.

Bomba 1

- Exclusivamente para la conducción del agua de la parte media de la Avenida Tupac Amaru a la parte superior donde se encuentra ubicado la cisterna y el cuarto de máquina para el riego tecnificado por aspersión.

Bomba 2

- Exclusivamente para el funcionamiento de los arcos de riego que se encuentran cercas a la cisterna ya que por motivo de falta de presión se escogió una electrobomba que les dote de la presión necesaria para su funcionamiento teniendo en cuenta un límite de arcos de riego ya que por motivo de desnivel existen arcos que funcionaran por gravedad.

Bomba 3

- Exclusivamente para el funcionamiento de los arcos de riego que tengan un desnivel como mínimo de 20 metros con respecto a la cisterna.

2.3. Simulación con el software EPANET

Se desarrolló la distribución de toda la red de tuberías de riego, se procedió al cálculo hidráulico para la selección de los diámetros de las tuberías y garantizar las presiones de diseño en cada arco de riego.

El diseño y el dibujo de las redes se desarrollaron en AUTOCAD, luego para proceder a la simulación en EPANET se hizo el uso del software de transición llamado EPACAD el cual permite que archivos guardados con la extensión .dxf del AUTOCAD sean abiertos en EPACAD para posteriormente guardarlos con la extensión .inp el cual puede ser leído por el EPANET con las mismas dimensiones dibujadas en el AUTOCAD.

2.3.1. Modelación

Se realizaron los siguientes pasos para modelar el sistema de distribución de agua con EPANET:

1. Editar las propiedades de los objetos que configuran el sistema.

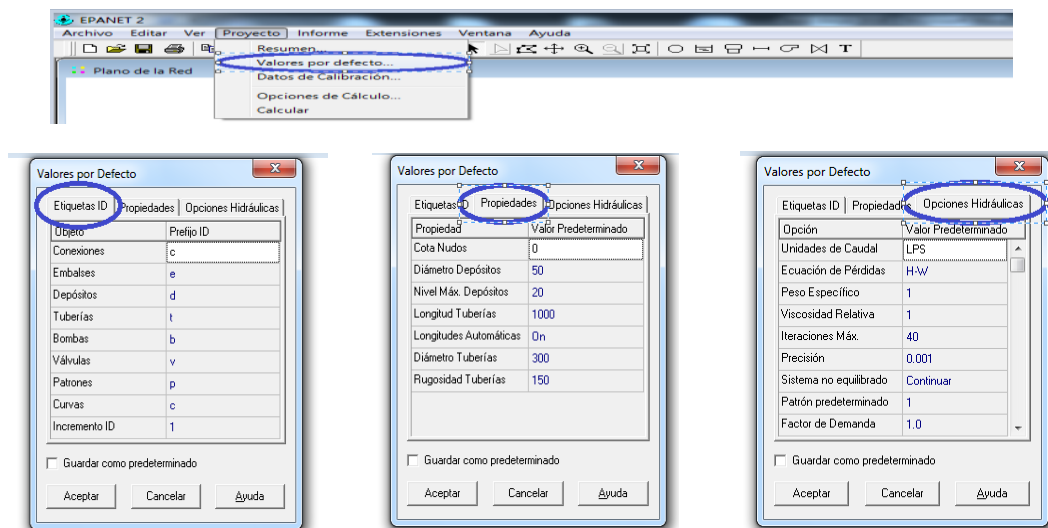


Figura 2: Edición del programa Epanet

Nota: la figura muestra los pasos a seguir para editar el Software Epanet

FUENTE: Epanet

2. Describir el modo de operación del sistema (apertura o cierre de válvulas, arranque de bombas, etc.).

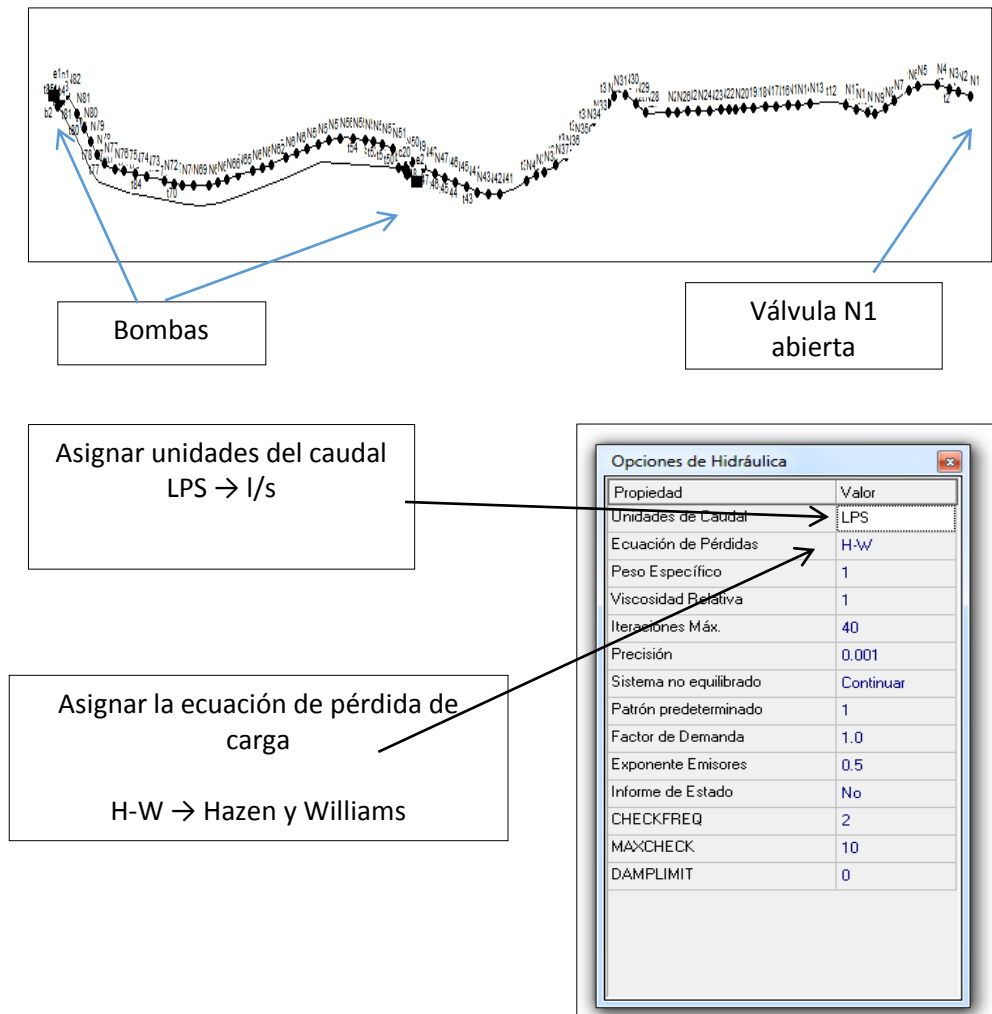


Figura 3: Bosquejo del proyecto en el programa Epanet

Nota: la figura muestra el esquema completo del proyecto de riego tecnificado en el Software Epanet

- Se procede a introducir los siguientes datos en cada nodo como: **demanda, cotas, diámetro, tuberías y coeficiente de rugosidad.**

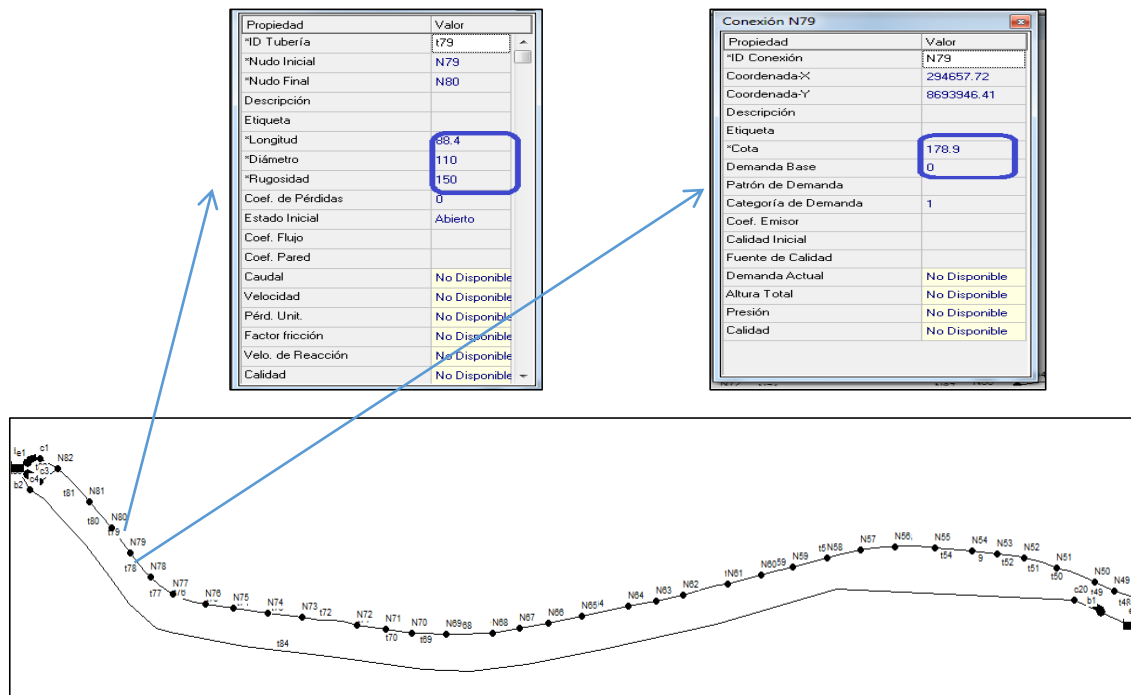


Figura 4: Edición del esquema en el programa Epanet

Nota: la figura muestra la edición de las tuberías y cotas de cada tramo

2.3.2. Caudal de diseño

El caudal de diseño de cada conducción se asocia al máximo caudal circulante que se puede esperar a lo largo de la campaña de riego, caudal que ocurrirá lógicamente en el periodo de máximas necesidades hídricas.

2.3.3. Presión a cosignar

Viene hacer la presión que debe de llegar a cada una de las válvulas de riego en nuestro proyecto, involucra presión de trabajo del emisor, perdida de carga en el arco de riego, y perdida máxima permisible dentro de la sub unidad.

Tener en cuenta:

- Perdidas por singularidades:

Se refiere a la perdida producida por los accesorios, se consideró un 10% de la perdida de carga en la Matriz.

- Perdidas en el Cabezal de Riego

Se refiere a la pérdida de carga por el paso del flujo a través del filtro (filtro de grava, Manifold, etc.), válvulas, ferti – irrigación, etc. Se considera un promedio de 10 m de carga.

Tabla 1: Presión de consigna en cada arco de riego

	P. Trabajo (m)	ΔH máx. En sub unidad 10 % P.T.(m)	Perdida por Cabezal (m)	P. Consigna (m)
Aspersores de arco variable serie VAN	20	2	10	32

Nota: la tabla muestra la presión a consignar de la salida del motor

2.3.4. Bombas

Para la determinación de las bombas de los distintos escenarios se escogió la curva que satisfaga el máximo requerimiento de presión y caudales del sistema, de manera que la curva satisfaga todos los demás requerimientos.

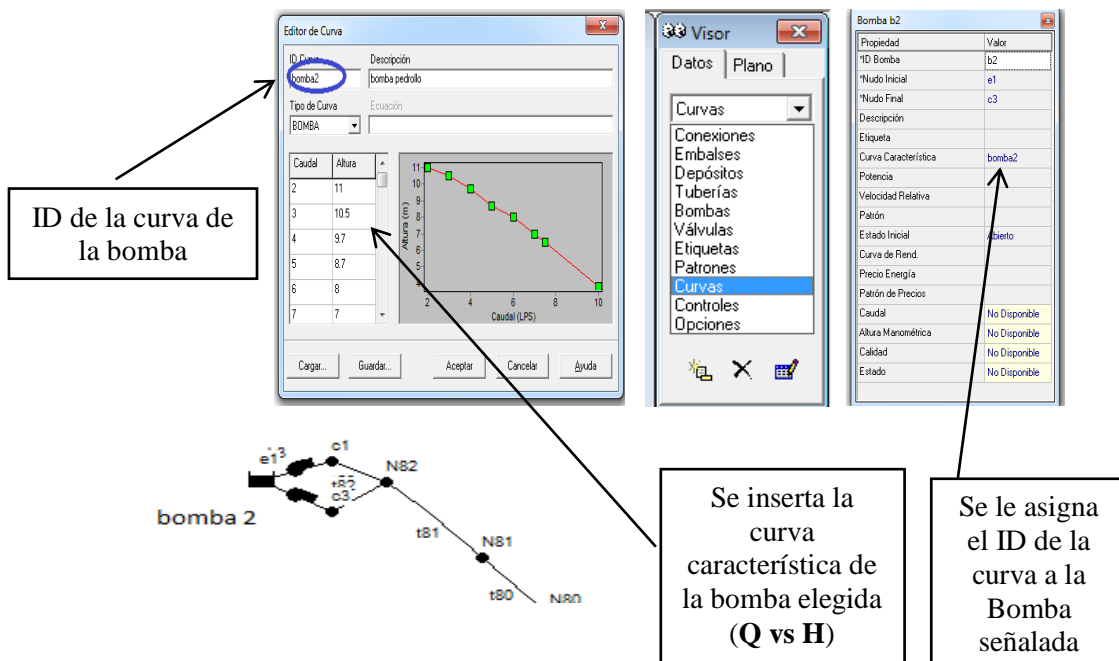


Figura 5: Edición del sistema de bombeo en el software Epanet

Nota: la figura muestra la edición completa para insertar las características de la electrobomba del proyecto de riego tecnificado en el Software Epanet

2.3.5. Simulación hidráulico

Después de calcular los requerimientos de presión y caudal de cada válvula se procedió a la simulación hidráulica en EPANET, se realiza el análisis del resultado de la corrida y se llega a verificar si los resultados son iguales a la presión que llega a cada válvula, así corroborando para no tener problemas en el funcionamiento del proyecto a realizar.

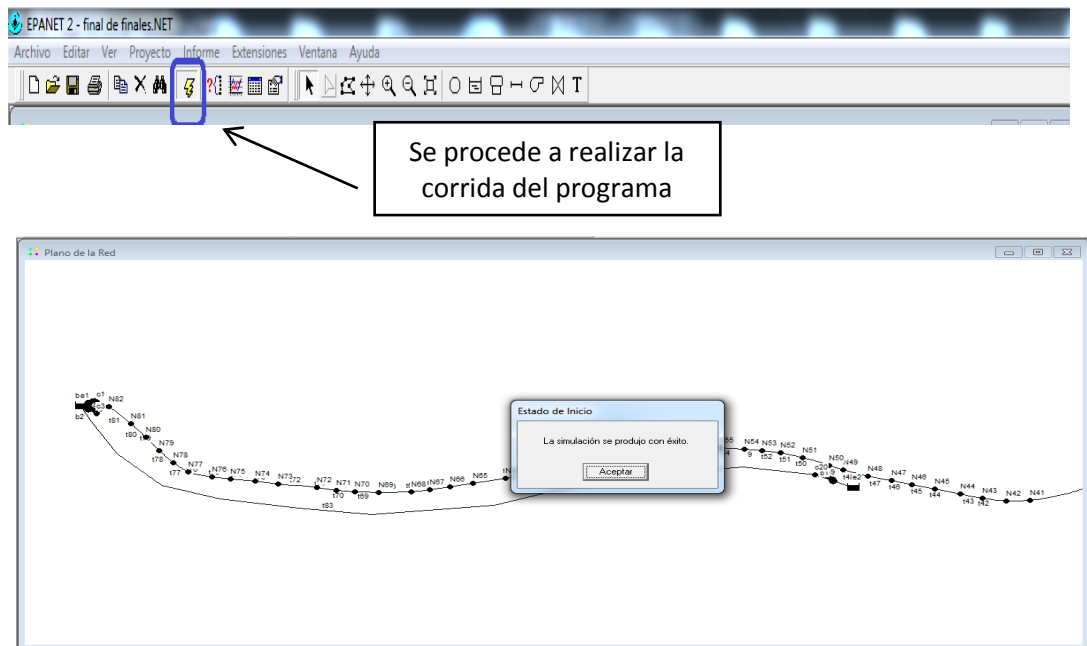


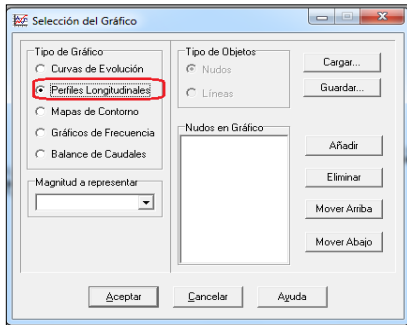
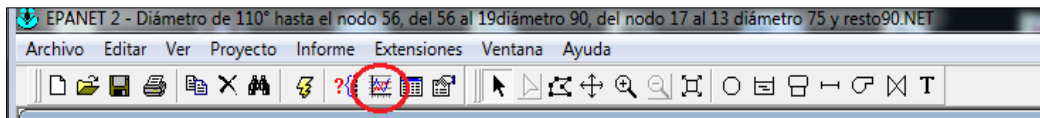
Figura 6: Corrida del proyecto de riego tecnificado en el software Epanet

Nota: la figura muestra el último paso para la simulación con el Software Epanet

2.3.6. Analisis de los resultados

Para el proyecto se desarrolló diversos escenarios de los cuales cada uno se rige con un diseño diferente teniendo en cuenta las dimensiones de los diámetros de las tuberías a lo largo de toda la matriz, considerando las presiones y velocidades requeridas en cada arco de riego.

Se procedió a verificar las presiones de llegada a cada una de las válvulas de nuestro proyecto y los pasos fueron los siguientes.

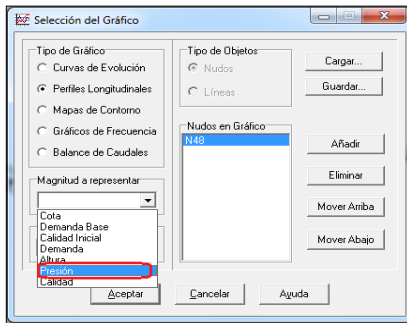


Gráficos

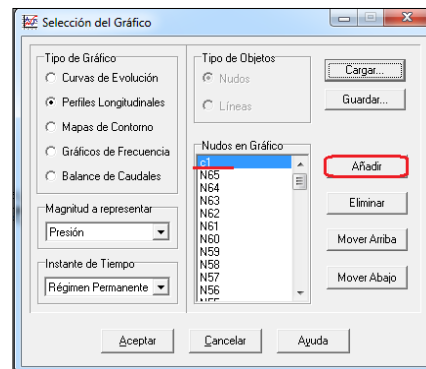
1. Se selecciona el icono de gráfico de la barra de EPANET

2. Se selecciona el tipo de gráfico, para nuestro caso sería los perfil longitudinales

3. Se selecciona en el cuadro la magnitud a representar



4. Se añaden los nodos respectivos que se van a analizar en el



5. Perfil longitudinal de presión con respecto a la distancia del tramos seleccionado

Figura 7: Resultados con en el software Epanet

Nota: la figura muestra el procedimiento para obtener el reporte de la simulación con el Software Epanet

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Fuente de agua

Para el desarrollo del sistema de riego tecnificado que fue planteado para las áreas verdes de la berma central de la Avenida Túpac Amaru – Comas, que consta de una longitud de 8 km de largo y un ancho variable de 1 a 5 metros promedio. Tiene garantizado su fuente de agua la cual proviene de los canales de filtración que se va desarrollar en el margen del río Chillón con el fin de captar las aguas de la napa freática y las aguas que se filtran a lo largo del río.

El volumen de agua estimado es de 64 l/s disponible las 24 horas. será conducida mediante tuberías de 8" PVC por toda la avenida universitaria, este recurso hídrico será únicamente para mantener las áreas verdes de la avenida Túpac Amaru – Comas y la Avenida universitaria.

3.2. Análisis de agua

3.2.1. Muestra del agua de la napa freática

- El PH obtenido es de 7.42, por lo que se trata de un agua ligeramente neutra.
- La conductividad eléctrica presento un valor equivalente a $CE = 2.04$ ds/m, por lo
- Que la muestra se clasifico como una C3, salinidad entre media y alta es decir el cultivo seleccionado debe de ser tolerante a la sal.
- La relación de adsorción de Sodio (RAS) dio un resultado de 3 que corresponde a un valor bajo, presentándose como S1.
- El índice de saturación de Langelir da un resultado de $- 0.235$, es decir la concentración de Carbonatos de Calcio se mantiene en la solución y no precipitan, por lo que no habría problemas de obstrucción en los sistemas de riego localizado.

3.3. Datos climáticos

Para este proyecto se tomó los datos meteorológicos de la estación: CAMPO DE MARTE

- Departamento: Lima
- Provincia: lima
- Distrito: Jesús María
- Latitud: $12^{\circ}4'14''$
- Longitud: $77^{\circ}2'35.3''$
- Altitud: 123

Se tomaron los datos climáticos de los últimos 5 años

3.4. Calculo de la ETP

Tabla 2: Calculo de la ETP

METODO DE HARGREAVE												
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
T max	23.33	24.51	24.27	22.53	20.83	20.56	19.11	17.21	17.39	18.53	19.50	21.08
T min	21.76	22.22	22.72	20.45	19.56	17.14	15.85	15.65	15.81	16.99	18.52	19.98
PROMED	22.54	23.37	23.49	21.49	20.20	18.85	17.48	16.43	16.60	17.76	19.01	20.53
$CH \geq 64$ $CH = 0.166(100 - HR)^{(1/2)}$				$CH < 64$ $CH = 1$			$CE = 1 + 0.04 * E / 2000$			$E =$		123
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
MF	2.63	2.29	2.35	2.00	1.80	1.61	1.72	1.95	2.17	2.48	2.52	2.65
TC	22.54	23.37	23.49	21.49	20.20	18.85	17.48	16.43	16.60	17.76	19.01	20.53
TMF	72.58	74.06	74.29	70.69	68.35	65.93	63.46	61.58	61.88	63.97	66.22	68.95
HR	76.76	75.99	75.68	77.80	79.99	81.14	82.64	85.01	85.08	82.40	80.38	80.08
CH	0.80	0.81	0.82	0.78	0.74	0.72	0.69	0.64	0.64	0.70	0.74	0.74
CE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ETP (mm/mes)	152.85	138.06	142.91	110.69	91.31	76.43	75.45	77.18	86.06	110.34	122.71	135.23
ETP (mm/dia)	4.93	4.93	4.61	3.69	2.95	2.55	2.43	2.49	2.87	3.56	4.09	4.36

Nota: la tabla muestra la evapotranspiracion de cada mes del año

3.5. Oferta de agua

Mediante el trabajo de campo se obtuvo los datos de las cisternas utilizadas para regar toda la berma central.

Tabla 3: Oferta global de agua “Avenida Túpac Amaru – Comas”

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Cisterna	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volumen de cisterna m ³	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
N° viajes x riego	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Riego x semana	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	
N° de semanas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
OFERTA MENSUAL m³	1200	1200	1200	1200	600	600	600	600	600	600	1200	1200	10800

Nota: la tabla muestra la oferta mensual de agua del área verde.

3.6. Demanda de agua

Tabla 4: Demanda de Agua en la Avenida Túpac Amaru – Comas

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Pomedio
Eto (mm/día)	4.93	4.94	4.62	3.70	2.95	2.55	2.44	2.50	2.88	3.57	4.10	4.37	3.63
Kc	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Etc (mm/día)	3.45	3.46	3.23	2.59	2.07	1.79	1.71	1.75	2.01	2.50	2.87	3.06	2.54
Ef. De Riego	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.68	0.68	0.70
N° días Mes	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	30.42
Requerimiento de Agua (mm/día)	4.93	4.94	4.62	3.70	2.95	2.55	2.44	2.50	2.88	3.57	4.22	4.50	3.65
Requerimiento de Agua (m³/Ha-día)	49.31	49.43	46.21	36.99	29.53	25.54	24.40	24.96	28.76	35.68	42.21	45.01	36.50

«Continuación»

Area Total (Ha)	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Requerimiento de Agua (m3/día)	172.58	173.00	161.74	129.45	103.34	89.39	85.40	87.35	100.66	124.88	147.73	157.55	127.76
Requerimiento de Agua (m3/mes)	5349.90	4844.12	5014.04	3883.52	3203.54	2681.72	2647.40	2707.89	3019.68	3871.23	4431.91	4884.07	3878.25

Nota: la tabla muestra la demanda de agua mensual del área verde.

3.7. Balance Hídrico

Tabla 5: Balance hídrico mensual global Avenida Túpac Amaru - Comas

	BALANCE HIDRICO MENSUAL GLOBAL												
	AVENIDA TUPAC AMARU - COMAS												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
DEMANDA MENSUAL m3	5349.90	4844.12	5014.04	3883.52	3203.54	2681.72	2647.40	2707.89	3019.68	3871.23	4431.91	4884.07	46539.02
OFERTA MENSUAL m3	1200	1200	1200	1200	600	600	600	600	600	600	1200	1200	10800.00
BALANCE	-4149.90	-3644.12	-3814.04	-2683.52	-2603.54	-2081.72	-2047.40	-2107.89	-2419.68	-3271.23	-3231.91	-3684.07	-35739.0
% de satisfacion	22.43	24.77	23.93	30.90	18.73	22.37	22.66	22.16	19.87	15.50	27.08	24.57	23.21

Nota: la tabla muestra el porcentaje de satisfacción de agua de cada mes.

3.8. Diseño Agronómico

Se tomaron los distintos parámetros que se hallaron en campo:

Tabla 6: Parametros agronomicos

PARÁMETROS AGRONÓMICOS	
Datos	Cultivo
Cultivo	Grass Americano
Profundidad (mm)	60.00
Densidad aparente (gr/cm)	1.50
CC (%)	14.82
PM (%)	7.41
HD (%)	50.00
Eto (mm/día)	4.94
Kc	0.70
Etc (mm/día)	3.46
Ef de riego (%)	0.7

Nota: la tabla muestra los datos necesarios para hallar la lamina de riego

Hallando la lámina neta de riego (mm)

$$Ln = \left(\frac{WCC - WPM}{100} \right) \times Da \times Pr \times \% HD$$

Hallando la lámina bruta a reponer (mm)

$$L = \frac{Ln}{Ef. riego}$$

Lamina Bruta (mm)	4.76
--------------------------	------

Frecuencia de riego

$$Fr = \frac{Ln}{ETc}$$

F.R	1.0
-----	-----

Tabla 7: Parámetros de diseño agronómico - áreas verdes de la Avenida Túpac Amaru – Comas

DESCRIPCION		UNIDADES													
Area del proyecto	ha	3.5													
Cultivo		GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS	GRASS
Tipo de aspersores de arco variable		Boquilla Serie VAN													
Modelo		4 - VAN	6 - VAN	8 - VAN	10 - VAN	12 - VAN	15 - VAN	18 - VAN							
Evapotranspiracion Eto	mm/dia	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94
Coefficiente Cultivo - Kc		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Evapotranspiracion de Cultivo - Etc	mm/dia	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46
Precipitacion efectiva	mm/dia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lamina Neta de Riego	mm/dia	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46
Eficiencia de riego	%	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Lamina bruta a reponer	mm/dia	4.943	4.943	4.943	4.943	4.943	4.943	4.943	4.943	4.943	4.943	4.943	4.943	4.943	4.943
CARACTERISTICAS AGRONOMICAS															
Cultivo		GRASS		GRASS		GRASS		GRASS		GRASS		GRASS		GRASS	
Angulo		90°	180°	90°	180°	90°	180°	90°	180°	90°	180°	90°	180°	90°	180°
Radio de Alcance	m	1.2	1.2	1.8	1.8	2.3	2.3	2.7	2.7	3.6	3.6	4.5	4.5	5.4	5.4
Caudal del aspersor	l/h	66	102	84	132	162	264	162	342	131	262	204	414	300	594
frecuencia de riego	dias	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dosis de riego	mm	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94
Precipitacion horaria	mm/h	167	139	99	80	121	98	76	76	41	41	41	41	41	41
Tiempo de riego	h	0.03	0.04	0.05	0.06	0.04	0.05	0.07	0.07	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Tiempo de riego	min	2	2	3	4	2	3	4	4	7	7	7	7	7	7

Nota: la tabla muestra el resumen y los cálculos tomados en cuenta para hallar el tiempo de riego.

3.9. Diseño hidraulico de las sub unidades de riego

3.9.1. Descripción

- a. El proyecto de dotación de riego tecnificado de la berma central de la Avenida Túpac Amaru – Comas, está conformada por 82 sectores de riego de las cuales cada sub unidad de área de riego estará contralado por electroválvulas de 2” o 3” de diámetro.
- b. Para nuestro sistema de riego planteado se utilizaron en su totalidad los aspersores de tipo emergente (pop-up) RAIN BIRD de boquillas aspersores variables.

3.9.2. Parametros de operación

- Caudales parciales de las boquillas
- Numero de roseadores
- Angulo de riego
- Precipitación de las boquillas
- Lámina de riego del cultivo

Cuadro de análisis de cada sub unidad de riego

Tabla 8: Válvula 1

AREA		361.08 m ²			Roseador		
Modelo		Caudal parcial (l/s)	Cantidad	Caudal total l/s	Precipitación (mm/h)	Lámina de riego (mm)	Tiempo de riego (min)
VAN 4	90°	0.02	0.00			5.00	
	180°	0.03	0.00			5.00	
VAN 6	90°	0.02	0.00			5.00	
	180°	0.04	30.00	1.10	80.00	5.00	3.75
VAN 8	90°	0.05	0.00			5.00	
	180°	0.07	10.00	0.73	98.00	5.00	3.06
VAN 10	90°	0.05	4.00	0.18	76.00	5.00	3.95
	180°	0.10	10.00	0.95	76.00	5.00	3.95
VAN 12	90°	0.04	0.00			5.00	
	180°	0.07	12.00	0.87	41.00	5.00	7.32
VAN 15	90°	0.06	2.00	0.11	41.00	5.00	7.32
	180°	0.12	0.00			5.00	
VAN 18	90°	0.08	4.00	0.33	41.00	5.00	7.32
	180°	0.17	2.00	0.33	41.00	5.00	7.32
Sumatoria			74	4.61	Tiempo de riego		7

Nota: la tabla muestra el análisis tomado de cada sud unidad de riego

Para hallar el tiempo de riego de cada área se analizó detalladamente cada sub unidad, se tomaron los tiempos críticos para cumplir con la lámina de riego requerido y no tener desabastecimiento de agua en ciertas áreas verdes.

Tabla 9: Parámetros de operación (válvula 1-22)

Turnos	N° Válvula	Dosis total de riego		Cultivo	Tipo de emisor	Tiempo de riego (min)
		m ³ /hr	l/s			
I	1	16.60	4.61	grass americano	difusor c/boq regulable	7
II	2	14.39	4.00			7
III	3	17.36	4.82			7
IV	4	12.39	3.44			7
V	5	16.75	4.65			7
VI	6	17.80	4.94			4
VII	7	15.25	4.24			7
VIII	8	12.60	3.50			7
IX	9	17.11	4.75			7
X	10	19.80	5.50			4
XI	11	17.01	4.72			3
XII	12	20.16	5.60			4
XIII	13	21.04	5.84			4
XIV	14	21.17	5.88			4
XV	15	21.17	5.88			4
XVI	16	21.10	5.86			4
XVII	17	20.77	5.77			7
XVIII	18	21.63	6.01			7
XIX	19	19.12	5.31			4
XX	20	18.79	5.22			4
XXI	21	18.43	5.12			4
XXII	22	21.13	5.87			4

Nota: la tabla muestra los caudales y tiempos de riego requeridos por cada sub unidad

Tabla 10: Válvula 23-44

Turnos	N° Válvula	Dosis total de riego		Cultivo	Tipo de emisor	Tiempo de riego (min)
		m3/hr	l/s			
XXIII	23	21.17	5.88	grass americano	difusor c/boq regulable	4
XXIV	24	21.20	5.89			4
XXV	25	21.20	5.89			4
XXVI	26	21.10	5.86			4
XXVII	27	21.49	5.97			4
XXVIII	28	21.26	5.91			4
XXIX	29	15.88	4.41			3
XXX	30	20.93	5.81			4
XXXI	31	21.55	5.99			4
XXXII	32	20.84	5.79			4
XXXIII	33	12.01	3.34			4
XXXIV	34	15.26	4.24			4
XXXV	35	21.49	5.97			4
XXXVI	36	21.62	6.01			4
XXXVII	37	21.64	6.01			4
XXXVIII	38	23.05	6.40			4
XXXIX	39	19.12	5.31			4
XL	40	20.97	5.83			4
XLI	41	13.94	3.87			4
XLII	42	16.14	4.48			3
XLIII	43	16.93	4.70			7
XLIV	44	16.32	4.53			7

Nota: la tabla muestra los caudales y tiempos de riego requeridos por cada sub unidad

Tabla 11: Válvula 45-66

Turnos	N° Válvula	Dosis total de riego		Cultivo	Tipo de emisor	Tiempo de riego (min)
		m3/hr	l/s			
XLV	45	18.59	5.16	grass americano	difusor c/boq regulable	7
XLVI	46	15.97	4.44			7
XLVII	47	15.30	4.25			7
XLVIII	48	18.27	5.08			7
IL	49	11.58	3.22			7
L	50	10.43	2.90			7
LI	51	13.41	3.72			7
LII	52	17.45	4.85			7
LIII	53	15.26	4.24			7
LIV	54	15.93	4.42			7
LV	55	13.83	3.84			7
LVI	56	16.66	4.63			7
LVII	57	19.10	5.31			7
LVIII	58	20.81	5.78			7
LIX	59	20.81	5.78			7
LX	60	12.19	3.39			7
LXI	61	15.37	4.27			7
LXII	62	17.96	4.99			7
LXIII	63	13.94	3.87			7
LXIV	64	16.64	4.62			7
LXV	65	18.86	5.24	7		
LXVI	66	19.63	5.45	7		

Nota: la tabla muestra los caudales y tiempos de riego requeridos por cada sub unidad

Tabla 12: Válvula 67-82

Turnos	Nº Válvula	Dosis total de riego		Cultivo	Tipo de emisor	Tiempo de riego (min)
		m3/hr	l/s			
LXVII	67	14.22	3.95	grass americano	difusor c/boq regulable	7
LXVIII	68	17.27	4.80			7
LXIX	69	17.93	4.98			2
LXX	70	12.76	3.55			7
LXXI	71	15.48	4.30			7
LXXII	72	15.66	4.35			7
LXXIII	73	17.46	4.85			7
LXXIV	74	16.95	4.71			7
LXXV	75	16.95	4.71			7
LXXVI	76	14.48	4.02			7
LXXVII	77	21.26	5.91			7
LXXVIII	78	16.64	4.62			7
LXXIX	79	16.64	4.62			7
LXXX	80	15.31	4.25			7
LXXXI	81	14.06	3.91			7
LXXXII	82	15.34	4.26			7

Nota: la tabla muestra los caudales y tiempos de riego requeridos por cada sub unidad

3.10. Características de los aspersores

3.10.1. Aspersor emergente RAIN BIRD

a. La serie 1800 – SAM-PRS

- Retiene hasta 14 pies (4.2m) de presión de desnivel y regula la presión de la boquilla a un promedio de 30 psi (2.1 bares) con presiones de entrada de hasta 70 psi (4.8 bares)
- Perdida de agua 0 gpm a 8 psi (0.6bares) o más; de lo contrario 0.10 gpm (0.02 m3/h; 0.36 l/m).
- Instalación: entrada lateral inferior
- En climas con temperatura bajo cero, no se recomienda la instalación de la entrada lateral.

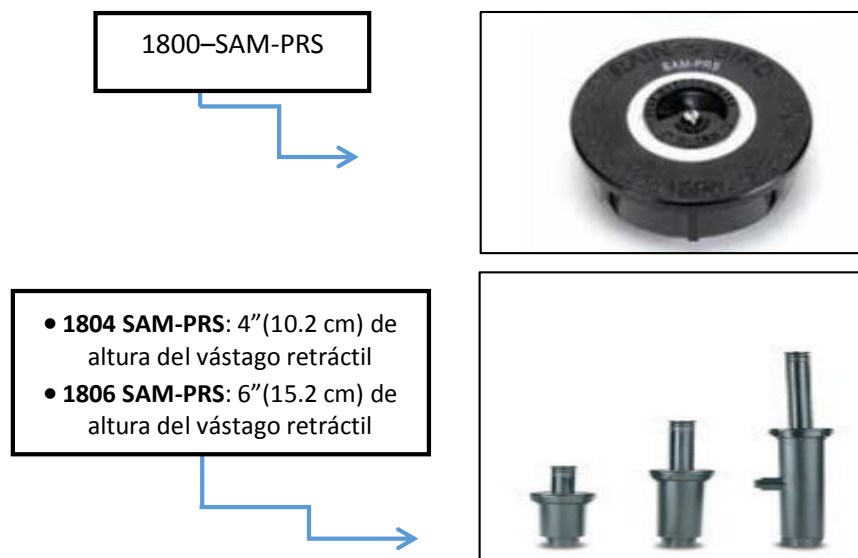


Figura 8: Roseadores RAIN BIRD

Nota: la figura muestra las características de las toberas de los roseadores RAIN BIRD.

b. Boquillas Serie VAN

Boquillas de arco variable

Características

- Una simple vuelta del collar central sin utilizar herramientas especiales aumenta o reduce el ajuste de arco, lo que las hace ideales para regar áreas de formas irregulares
- Identifique rápidamente el radio con las boquillas Top Color-coded™ aun cuando el sistema no esté funcionando
- Las series 12, 15, y 18-VAN tienen niveles de precipitación equiparados con las boquillas MPR de Rain Bird

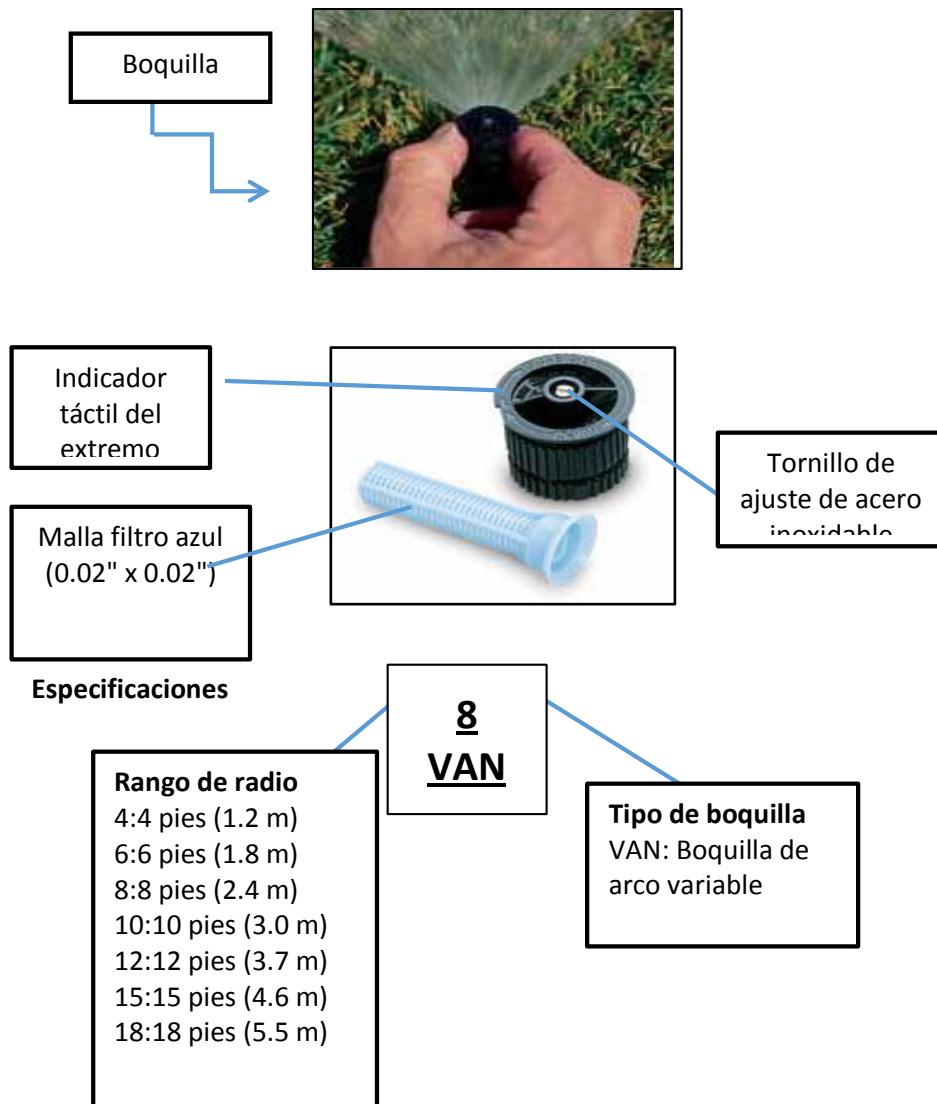


Figura 9: Boquilla serie VAN RAIN BIRD

Nota: la figura muestra las características de las boquillas de los roseadores RAIN BIRD.

Rango operativo

- Espaciamiento de 3 a 18 pies (de 0.9 m 5.5 m)
- Presión: de 15 a 30 psi (de 1.0 a 2.1 bares)
- Presión optima: 30 psi (2.1 bares)

Tabla 13: Precipitacion de las boquillas serie VAN

Serie	Arco	Presión bares	Radio m	Caudal l/s	Precipitación mm/h
4 VAN	90°	2	1.2	0.0183	167
	180°	2	1.2	0.0283	139
6 VAN	90°	2	1.8	0.0233	99
	180°	2	1.8	0.0366	80
8 VAN	90°	2	2.3	0.045	121
	180°	2	2.3	0.0733	98
10 VAN	90°	2	2.7	0.045	76
	180°	2	2.7	0.095	76
12 VAN	90°	2	3.6	0.0365	41
	180°	2	3.6	0.0728	41
15 VAN	90°	2	4.5	0.0566	41
	180°	2	4.5	0.115	41
18 VAN	90°	2	5.4	0.0833	41

Nota: el cuadro muestra las precipitaciones de los roseadores según la serie, el ángulo de impacto y el radio de alcance de las boquillas.

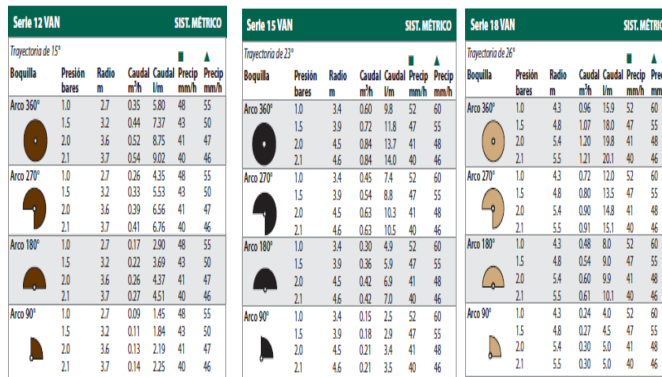
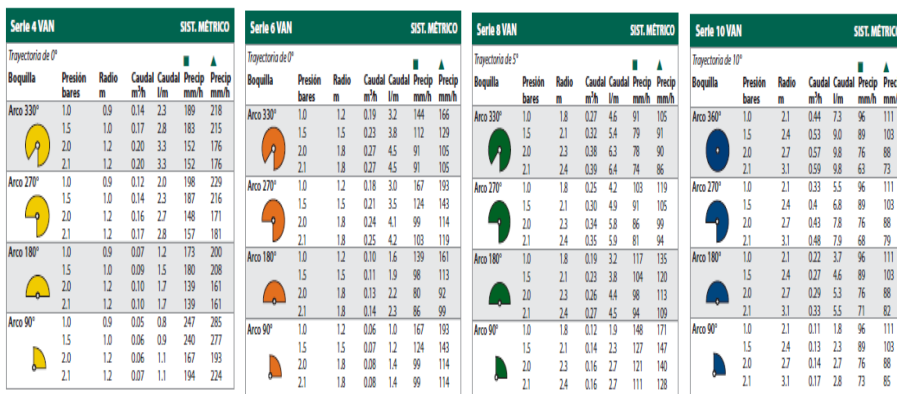


Figura 10: Sistema métrico de las boquillas RAIN BIRD

Nota: la figura muestra las siete series VAN de los roseadores RAIN BIRD existentes en el mercado.

3.11. Diseño y cálculos hidráulicos de la red principal

Este proyecto de sistema de riego tecnificado de la berma central de la avenida Tupac Amaru – Comas, consistió en:

- Captacion de agua:
El agua sera captado del hidrante que se encuentra en la parte media de toda la trayectoria del sistema de riego, por consiguiente sera conducido a la parte superior, cabecera del proyecto.

- Conduccion:
Mediante un cuarto de maquinas el agua se impulsara a la parte alta, teniendo en cuenta las presiones requeridas y las clases de tuberias a emplear.

- Almacenaje:
El agua se almacenara en una cisterna con la capacidad de volumen de agua requerida según el diseño del proyecto.

- Cuarto de bombeo.
El cabezal de riego se ubicó al costado de la cisterna, de aquí se bombeara y controlara todo el sistema de riego tecnificado de la berma central.

3.11.1. Esquema de diseño

A continuación, se presenta el funcionamiento de las dos Bombas seleccionadas para el sistema de riego.

Tramo 1

Parte superior de la Avenida Túpac Amaru – Comas, operado por la “**Bomba 2**”, 16 arcos de riego y longitud de 1828m.

Tramo 2

Parte inferior de la Avenida Túpac Amaru – Comas, operado por la “**Bomba 3**”, 66 arcos

de riego y longitud de 6654m

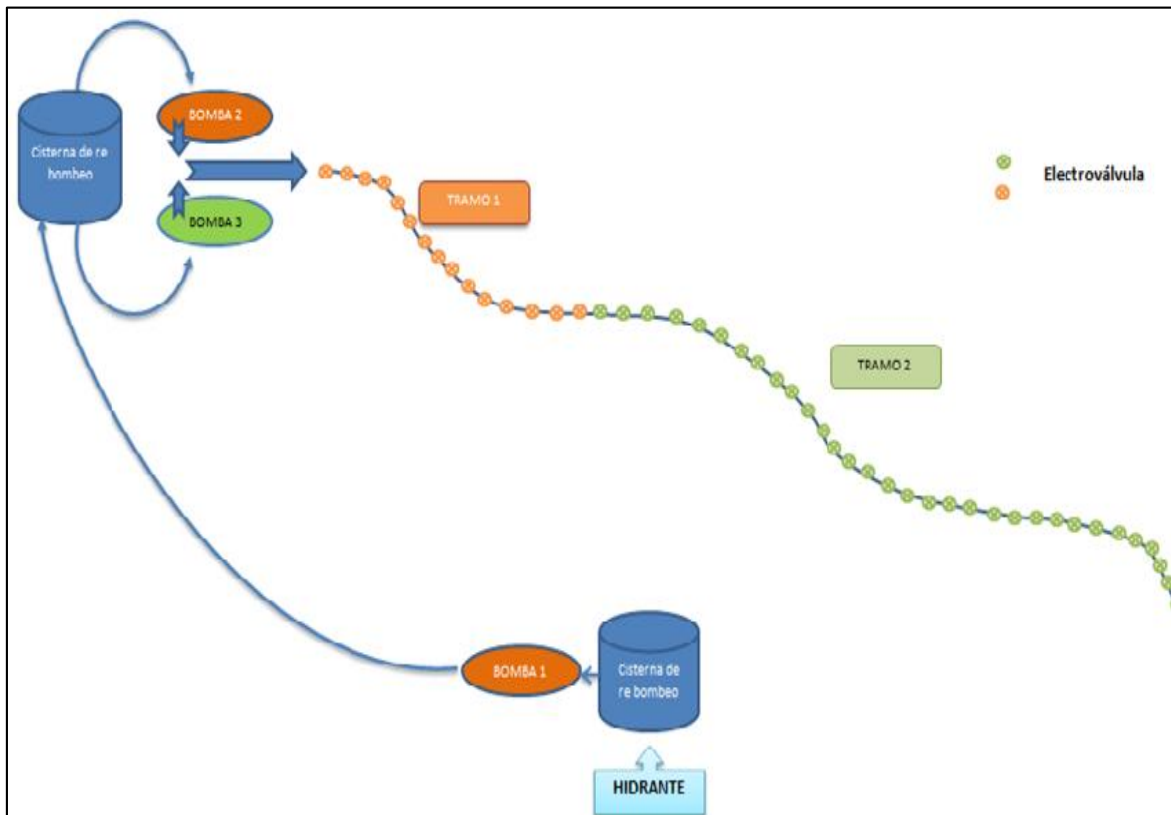


Figura 11: Esquema de la Berma central de la Avenida Túpac Amaru-Comas

Nota: la figura muestra el modo de operación del proyecto de riego presurizado.

Para el diseño en la red principal de nuestro sistema de riego, se tiene en cuenta el caudal máximo que demande las electroválvulas.

A continuación, presentaremos el cuadro de demanda de caudales de cada sector de riego.

Tabla 14: Demanda de caudales de cada sector de riego

CAUDAL TOTAL POR SECTORES REQUERIDO				
PARCELAS	CAUDAL		DIAMETRO	
	m ³ /h	l/s	mm	D"
I	16.60	4.61	62.07	2.44
II	14.39	4.00	57.78	2.27
III	17.36	4.82	63.48	2.50
IV	12.39	3.44	53.63	2.11
V	16.75	4.65	62.35	2.45
VI	17.80	4.94	64.27	2.53
VII	15.25	4.24	59.50	2.34
VIII	12.60	3.50	54.08	2.13
IX	17.11	4.75	63.01	2.48
X	19.80	5.50	67.79	2.67
XI	17.01	4.72	62.83	2.47
XII	20.16	5.60	68.40	2.69
XIII	21.04	5.84	69.87	2.75
XIV	21.17	5.88	70.09	2.76
XV	21.17	5.88	70.09	2.76
XVI	21.10	5.86	69.97	2.75
XVII	20.77	5.77	69.44	2.73
XVIII	21.63	6.01	70.84	2.79
XIX	19.12	5.31	66.61	2.62
XX	18.79	5.22	66.04	2.60
XXI	18.43	5.12	65.40	2.57
XXII	21.13	5.87	70.03	2.76
XXIII	21.17	5.88	70.09	2.76
XXIV	21.20	5.89	70.15	2.76
XXV	21.20	5.89	70.15	2.76
XXVI	21.10	5.86	69.97	2.75
XXVII	21.49	5.97	70.62	2.78
XXVIII	21.26	5.91	70.24	2.77
XXIX	15.88	4.41	60.70	2.39
XXX	20.93	5.81	69.69	2.74
XXXI	21.55	5.99	70.71	2.78
XXXII	20.84	5.79	69.55	2.74
XXXIII	12.01	3.34	52.79	2.08
XXXIV	15.26	4.24	59.52	2.34
XXXV	21.49	5.97	70.62	2.78
XXXVI	21.62	6.01	70.83	2.79
XXXVII	21.64	6.01	70.86	2.79
XXXVIII	21.26	5.91	70.24	2.77
XXXIX	15.88	4.41	60.70	2.39
XL	20.97	5.83	69.77	2.75
XLI	13.94	3.87	56.88	2.24
XLII	16.14	4.48	61.20	2.41

CAUDAL TOTAL POR SECTORES REQUERIDO				
PARCELAS	CAUDAL		DIAMETRO	
	m ³ /h	l/s	mm	D"
XLIII	16.93	4.70	62.68	2.47
XLIV	16.32	4.53	61.54	2.42
XLV	18.59	5.16	65.68	2.59
XLVI	15.97	4.44	60.87	2.40
XLVII	15.30	4.25	59.58	2.35
XLVIII	18.27	5.08	65.12	2.56
IL	11.58	3.22	51.84	2.04
L	10.43	2.90	49.20	1.94
LI	13.41	3.72	55.78	2.20
LII	17.45	4.85	63.64	2.51
LIV	15.93	4.42	60.80	2.39
LV	13.83	3.84	56.65	2.23
LVI	16.66	4.63	62.18	2.45
LVII	19.10	5.31	66.58	2.62
LVIII	20.81	5.78	69.49	2.74
LIX	17.42	4.84	63.58	2.50
LX	12.19	3.39	53.20	2.09
LXI	15.37	4.27	59.72	2.35
LXII	17.96	4.99	64.56	2.54
LXIII	13.94	3.87	56.88	2.24
LXIV	16.64	4.62	62.15	2.45
LXV	18.86	5.24	66.16	2.60
LXVI	19.63	5.45	67.50	2.66
LXVII	14.22	3.95	57.45	2.26
LXVIII	17.27	4.80	63.30	2.49
LXIX	17.93	4.98	64.51	2.54
LXX	12.76	3.55	54.42	2.14
LXXI	15.48	4.30	59.94	2.36
LXXII	15.66	4.35	60.28	2.37
LXXIII	17.46	4.85	63.65	2.51
LXXIV	16.95	4.71	62.73	2.47
LXXV	16.95	4.71	62.73	2.47
LXXVI	14.48	4.02	57.98	2.28
LXXVII	21.26	5.91	70.25	2.77
LXXVIII	16.64	4.62	62.14	2.45
LXXIX	16.64	4.62	62.15	2.45
LXXX	15.31	4.25	59.61	2.35
LXXXI	14.06	3.91	57.12	2.25
LXXXII	15.34	4.26	59.66	2.35

Nota: la tabla muestra el análisis realizado para elegir con el diámetro mínimo a trabajar.

- Como podemos observar en el cuadro anterior el caudal crítico es de **6.01 l/s**, por lo tanto, se trabajó con este caudal para realizar nuestro diseño y no tener un desabastecimiento de agua en otros sectores de riego.

Tabla 15: Puesto en marcha electrobomba 2

TRAMO 1	Longitud (m)	caudal (l/s)	Cota del terreno (msnm)		Desnivel (m)	Diametro (mm)	Velocidad (m/s)	Perdida unitaria (m/m)	Perdida por tramo (m)	Perdida por accesorios 10% (m)	perdida por cabezal (m)	Pérdida acumulada	Cota piezométrica (msnm)		Presión final (m)
			Inicial	Final									Inicial	Final	
Cisterna - 82	2.00	6.01	216.5	181.16	35.34	90	0.94	0.009	0.02	0.002	10.00	10.02	216.5	206.48	25.32
Cisterna - 81	130.68	6.01	216.5	181.00	35.50	90	0.94	0.009	1.23	0.123	10.00	11.35	216.5	205.15	24.15
Cisterna - 80	225.79	6.01	216.5	180.70	35.80	90	0.94	0.009	2.12	0.212	10.00	12.34	216.5	204.16	23.46
Cisterna- 79	314.19	6.01	216.5	178.90	37.60	90	0.94	0.009	2.96	0.296	10.00	13.25	216.5	203.25	24.35
Cisterna- 78	401.41	6.01	216.5	176.50	40.00	90	0.94	0.009	3.78	0.378	10.00	14.15	216.5	202.35	25.85
Cisterna - 77	481.14	6.01	216.5	175.00	41.50	90	0.94	0.009	4.53	0.453	10.00	14.98	216.5	201.52	26.52
Cisterna - 76	582.26	6.01	216.5	173.00	43.50	90	0.94	0.009	5.48	0.548	10.00	16.03	216.5	200.47	27.47
Cisterna - 75	663.67	6.01	216.5	171.50	45.00	90	0.94	0.009	6.24	0.624	10.00	16.87	216.5	199.63	28.13
Cisterna - 74	765.77	6.01	216.5	171.00	45.50	90	0.94	0.009	7.20	0.720	10.00	17.92	216.5	198.58	27.58
Cisterna - 73	865.74	6.01	216.5	170.50	46.00	90	0.94	0.009	8.15	0.815	10.00	18.96	216.5	197.54	27.04
Cisterna - 72	1027.53	6.01	216.5	168.80	47.70	90	0.94	0.009	9.67	0.967	10.00	20.63	216.5	195.87	27.07
Cisterna - 71	1111.66	6.01	216.5	167.50	49.00	90	0.94	0.009	10.46	1.046	10.00	21.50	216.5	195.00	27.50
Cisterna - 70	1190.40	6.01	216.5	166.50	50.00	90	0.94	0.009	11.20	1.120	10.00	22.32	216.5	194.18	27.68
Cisterna - 69	1290.59	6.01	216.5	165.20	51.30	90	0.94	0.009	12.14	1.214	10.00	23.36	216.5	193.14	27.94
Cisterna - 68	1426.82	6.01	216.5	162.50	54.00	90	0.94	0.009	13.42	1.342	10.00	24.77	216.5	191.73	29.23
Cisterna - 67	1506.35	6.01	216.5	160.80	55.70	90	0.94	0.009	14.17	1.417	10.00	25.59	216.5	190.91	30.11
Cisterna - 66	1590.54	6.01	216.5	158.70	57.80	90	0.94	0.009	14.96	1.496	10.00	26.46	216.5	190.04	31.34
Cisterna - 65	1691.54	6.01	216.5	156.30	60.20	90	0.94	0.009	15.91	1.591	10.00	27.51	216.5	188.99	32.69

Nota: la tabla muestra los cálculos hidráulicos realizados desde el arco de riego N°82 hasta el nodo N°65 con la electrobomba numero 2.

Tabla 16: Puesto en marcha electrobomba 3

TRAMO	Longitud (m)	caudal (l/s)	Cota del terreno (msnm)		Desnivel (m)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unitaria (m/m)	Pérdida en el tramo (m)	Pérdida por accesorios 10% (m)	Pérdida en cabezal (m)	Pérdida acumulada	Cota piezométrica (msnm)		Presión final (m)
			Inicial	Final									Inicial	Final	
Cisterna - 64	1827.84	6.01	202	153.00	49.00	94	0.87	0.008	13.91	1.391	14.00	29.31	202	172.69	19.69
cisterna - 63	1911.2	6.01	202	150.3	51.7	90	0.94	0.009	17.98	1.798	10.00	29.78	202	172.22	21.92
cisterna - 62	1990.88	6.01	202	148.8	53.2	90	0.94	0.009	18.73	1.873	10.00	30.60	202	171.40	22.60
cisterna - 61	2125.13	6.01	202	145.1	56.9	90	0.94	0.009	19.99	1.999	10.00	31.99	202	170.01	24.91
cisterna - 60	2224.82	6.01	202	142.5	59.5	90	0.94	0.009	20.93	2.093	10.00	33.02	202	168.98	26.48
cisterna - 59	2320.42	6.01	202	140.1	61.9	90	0.94	0.009	21.83	2.183	10.00	34.01	202	167.99	27.89
cisterna - 58	2423.49	6.01	202	137.5	64.5	90	0.94	0.009	22.80	2.280	10.00	35.08	202	166.92	29.42
cisterna - 57	2523.85	6.01	202	135.7	66.3	90	0.94	0.009	23.74	2.374	10.00	36.12	202	165.88	30.18
cisterna - 56	2623.63	6.01	202	133.5	68.5	90	0.94	0.009	24.68	2.468	10.00	37.15	202	164.85	31.35
cisterna - 55	2741.89	6.01	202	131	71	90	0.94	0.009	25.80	2.580	10.00	38.38	202	163.62	32.62
cisterna - 54	2849.61	6.01	202	129.5	72.5	90	0.94	0.009	26.81	2.681	10.00	39.49	202	162.51	33.01
cisterna - 53	2924.12	6.01	202	128.2	73.8	90	0.94	0.009	27.51	2.751	10.00	40.26	202	161.74	33.54
cisterna - 52	3004.23	6.01	202	127	75	90	0.94	0.009	28.26	2.826	10.00	41.09	202	160.91	33.91
cisterna - 51	3102.09	6.01	202	125.1	76.9	90	0.94	0.009	29.19	2.919	10.00	42.10	202	159.90	34.80
cisterna - 50	3220.21	6.01	202	124	78	90	0.94	0.009	30.30	3.030	10.00	43.33	202	158.67	34.67
cisterna - 49	3283.93	6.01	202	123.5	78.5	90	0.94	0.009	30.90	3.090	10.00	43.99	202	158.01	34.51
cisterna - 48	3390.01	6.01	202	122.9	79.1	90	0.94	0.009	31.89	3.189	10.00	45.08	202	156.92	34.02
cisterna - 47	3494.38	6.01	202	122.2	79.8	90	0.94	0.009	32.88	3.288	10.00	46.16	202	155.84	33.64
cisterna - 46	3582.56	6.01	202	121.8	80.2	90	0.94	0.009	33.71	3.371	10.00	47.08	202	154.92	33.12
cisterna - 45	3683.18	6.01	202	121.1	80.9	90	0.94	0.009	34.65	3.465	10.00	48.12	202	153.88	32.78
cisterna - 44	3789.99	6.01	202	119.9	82.1	90	0.94	0.009	35.66	3.566	10.00	49.22	202	152.78	32.88
cisterna - 43	3886.93	6.01	202	118.6	83.4	90	0.94	0.009	36.57	3.657	10.00	50.23	202	151.77	33.17

Nota: la tabla muestra los cálculos hidráulicos realizados desde el arco de riego N°64 hasta el nodo N°43 con la electrobomba número 3.

Tabla 17: Puesto en marcha electrobomba 3

TRAMO	Longitud (m)	caudal (l/s)	Cota del terreno (msnm)		Desnivel (m)	Diámetros (mm)	Velocidad (m/s)	Perdida unitaria (m/m)	Perdida en el tramo (m)	Perdida por accesorios 10% (m)	perdida en cabezal (m)	Pérdida acumulada	Cota piezométrica (msnm)		Presión final (m)
			Inicial	Final									Inicial	Final	
Cisterna - 42	3986.56	6.01	202	117.20	84.80	90	0.94	0.009	37.51	3.75	10.00	51.26	202	150.74	33.54
Cisterna - 41	4086.81	6.01	202	115.70	86.30	90	0.94	0.009	38.45	3.84	10.00	52.29	202	149.71	34.01
Cisterna - 40	4336.82	6.01	202	114.10	87.90	90	0.94	0.009	40.80	4.08	10.00	54.88	202	147.12	33.02
Cisterna - 39	4424.75	6.01	202	113.00	89.00	90	0.94	0.009	41.63	4.16	10.00	55.79	202	146.21	33.21
Cisterna - 38	4505.14	6.01	202	111.40	90.60	90	0.94	0.009	42.39	4.24	10.00	56.62	202	145.38	33.98
Cisterna - 37	4618.35	6.01	202	109.10	92.90	90	0.94	0.009	43.45	4.35	10.00	57.80	202	144.20	35.10
Cisterna - 36	4730.95	6.01	202	107.20	94.80	90	0.94	0.009	44.51	4.45	10.00	58.96	202	143.04	35.84
Cisterna - 35	4825.48	6.01	202	106.50	95.50	90	0.94	0.009	45.40	4.54	10.00	59.94	202	142.06	35.56
Cisterna - 34	4939.84	6.01	202	105.05	96.95	90	0.94	0.009	46.48	4.65	10.00	61.12	202	140.88	35.83
Cisterna - 33	5011.46	6.01	202	104.10	97.90	90	0.94	0.009	47.15	4.71	10.00	61.86	202	140.14	36.04
Cisterna - 32	5169.71	6.01	202	102.10	99.90	90	0.94	0.009	48.64	4.86	10.00	63.50	202	138.50	36.40
Cisterna - 31	5253.45	6.01	202	101.50	100.50	90	0.94	0.009	49.43	4.94	10.00	64.37	202	137.63	36.13
Cisterna - 30	5337.54	6.01	202	100.50	101.50	90	0.94	0.009	50.22	5.02	10.00	65.24	202	136.76	36.26
Cisterna - 29	5438.68	6.01	202	99.60	102.40	90	0.94	0.009	51.17	5.12	10.00	66.29	202	135.71	36.11
Cisterna - 28	5538.00	6.01	202	99.20	102.80	90	0.94	0.009	52.10	5.21	10.00	67.31	202	134.69	35.49
Cisterna - 27	5738.01	6.01	202	99.15	102.85	90	0.94	0.009	53.98	5.40	10.00	69.38	202	132.62	33.47
Cisterna - 26	5828.54	6.01	202	99.10	102.90	90	0.94	0.009	54.84	5.48	10.00	70.32	202	131.68	32.58
Cisterna - 25	5936.52	6.01	202	98.15	103.85	90	0.94	0.009	55.85	5.59	10.00	71.44	202	130.56	32.41
Cisterna - 24	6021.37	6.01	202	98.10	103.90	90	0.94	0.009	56.65	5.67	10.00	72.32	202	129.68	31.58
Cisterna - 23	6105.01	6.01	202	97.80	104.20	90	0.94	0.009	57.44	5.74	10.00	73.18	202	128.82	31.02
Cisterna - 22	6195.59	6.01	202	97.00	105.00	90	0.94	0.009	58.29	5.83	10.00	74.12	202	127.88	30.88
Cisterna - 21	6291.48	6.01	202	96.10	105.90	90	0.94	0.009	59.19	5.92	10.00	75.11	202	126.89	30.79
Cisterna - 20	6371.35	6.01	202	95.80	106.20	90	0.94	0.009	59.94	5.99	10.00	75.94	202	126.06	30.26
Cisterna - 19	6447.09	6.01	202	94.70	107.30	90	0.94	0.009	60.66	6.07	10.00	76.72	202	125.28	30.58
Cisterna - 18	6529.62	6.01	202	94.20	107.80	90	0.94	0.009	61.43	6.14	10.00	77.58	202	124.42	30.22

Nota: la tabla muestra los cálculos hidráulicos realizados desde el arco de riego N°42 hasta el nodo N°18 con la electrobomba numero 3.

Tabla 18: Puesto en marcha electrobomba 3

TRAMO	Longitud (m)	caudal (l/s)	Cota del terreno (msnm)		Desniv el (m)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Perdida unitaria (m/m)	Perdida en el tramo (m)	Perdida por accesorio $\pm 10\%$ (m)	perdida en cabezal (m)	Pérdida acumulada	Cota piezométrica (msnm)		Presión final (m)
			Inicia l	Final									Inicial	Final	
Cisterna - 17	6641.69	6.01	202	92.00	110.00	90	0.94	0.009	62.49	6.25	10.00	78.74	202	123.26	31.26
Cisterna- 16	6745.04	6.01	202	89.20	112.80	90	0.94	0.009	63.46	6.35	10.00	79.80	202	122.20	33.00
Cisterna - 15	6839.84	6.01	202	85.60	116.40	90	0.94	0.009	64.35	6.44	10.00	80.79	202	121.21	35.61
Cisterna- 14	6929.97	6.01	202	82.00	120.00	90	0.94	0.009	65.20	6.52	10.00	81.72	202	120.28	38.28
Cisterna- 13	7017.82	6.01	202	80.50	121.50	90	0.94	0.009	66.03	6.60	10.00	82.63	202	119.37	38.87
Cisterna - 12	7329.05	6.01	202	76.00	126.00	90	0.94	0.009	68.95	6.90	10.00	85.85	202	116.15	40.15
Cisterna - 11	7415.50	6.01	202	74.60	127.40	90	0.94	0.009	69.77	6.98	10.00	86.74	202	115.26	40.66
Cisterna - 10	7506.45	6.01	202	73.50	128.50	90	0.94	0.009	70.62	7.06	10.00	87.68	202	114.32	40.82
Cisterna - 9	7570.58	6.01	202	73.10	128.90	90	0.94	0.009	71.23	7.12	10.00	88.35	202	113.65	40.55
Cisterna - 8	7673.60	6.01	202	72.70	129.30	90	0.94	0.009	72.19	7.22	10.00	89.41	202	112.59	39.89
Cisterna- 7	7757.67	6.01	202	72.20	129.80	90	0.94	0.009	72.99	7.30	10.00	90.28	202	111.72	39.52
Cisterna- 6	7902.61	6.01	202	71.30	130.70	90	0.94	0.009	74.35	7.43	10.00	91.78	202	110.22	38.92
Cisterna- 5	7984.08	6.01	202	70.50	131.50	90	0.94	0.009	75.12	7.51	10.00	92.63	202	109.37	38.87
Cisterna- 4	8159.85	6.01	202	70.50	131.50	90	0.94	0.009	76.77	7.68	10.00	94.45	202	107.55	37.05
Cisterna - 3	8265.12	6.01	202	71.10	130.90	90	0.94	0.009	77.76	7.78	10.00	95.54	202	106.46	35.36

Nota: la tabla muestra los cálculos hidráulicos realizados desde el arco de riego N°17 hasta el nodo N°3 con la electrobomba numero 3.

3.11.2. Velocidades del fluido

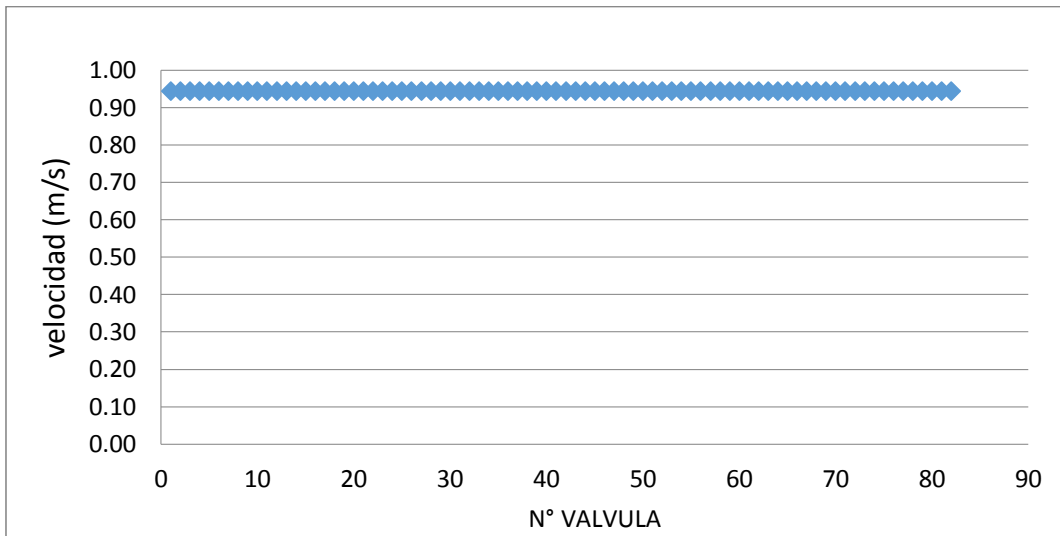


Figura 12: Velocidades en cada arco de riego

Nota: podemos observar en la gráfica que los resultados de las velocidades están comprendidas en el rango de 0.9 – 1.0 m/s en cada arco de riego.

3.11.3. Presiones de trabajo

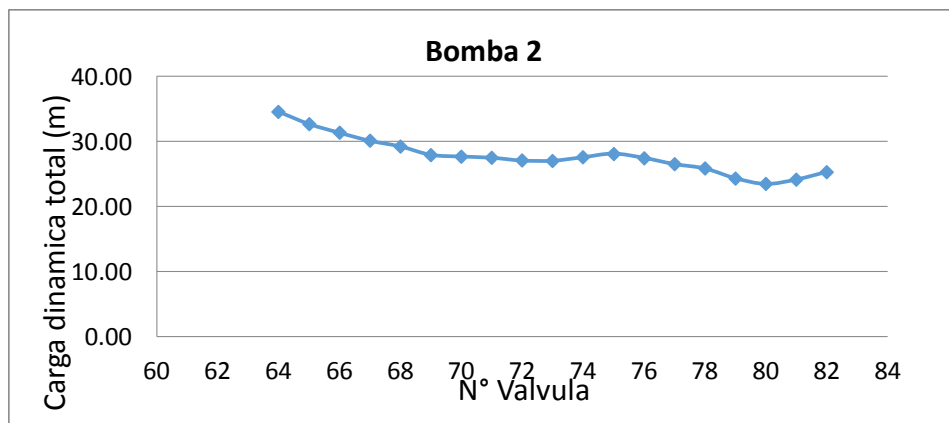


Figura 13: Carga dinámica total - bomba 2

Nota: la grafica muestra las presiones de llegada de los arco N°82 hasta el N° 65

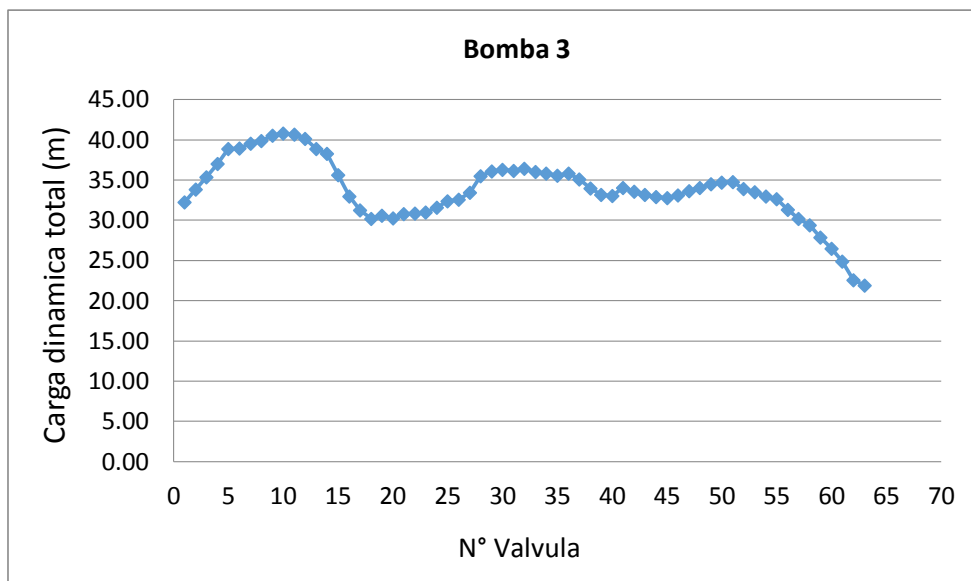


Figura 14: Carga dinámica total - bomba 3

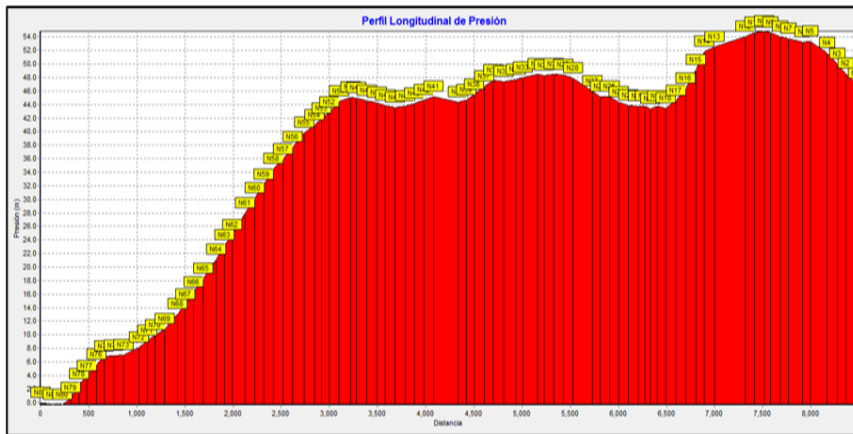
Nota: la grafica muestra las presiones de llegada de los arco N°64 hasta el N°1

- Las presiones que llegan a cada electroválvula son las correctas como podemos observar en las dos gráficas ya que esto garantiza la operación y buen funcionamiento de los aspersores establecidos en cada sub unidad de riego controlada por las respectivas electroválvulas.

3.12. Simulacion con EPANET

3.12.1. Diseño de la red

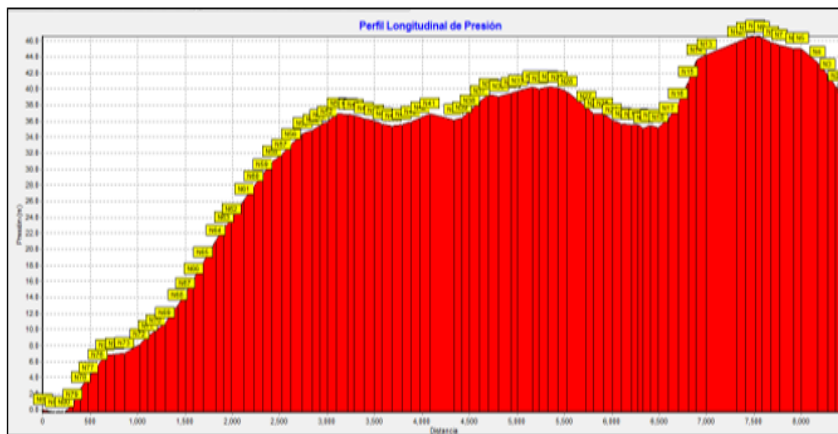
Teniendo en cuenta los diámetros ya calculados mediante el Excel se procedió a rediseñar mediante el método del error que consiste primero en dotar de un diámetro a la red matriz y luego mediante las variaciones de los diámetros a lo largo de la tubería matriz con sus respectivas corridas con el programa EPANET se analizara cada variación y mediante su análisis se optara por el diseño más adecuado teniendo en cuenta las presiones, caudales, y velocidades permisibles en los tramos 1 y 2.



Diámetro de tubería 110 mm desde el Nodo 82 hasta el nodo 64 y de ahí para adelante tubería de diámetro 90 mm;

Figura 15: Simulación 1

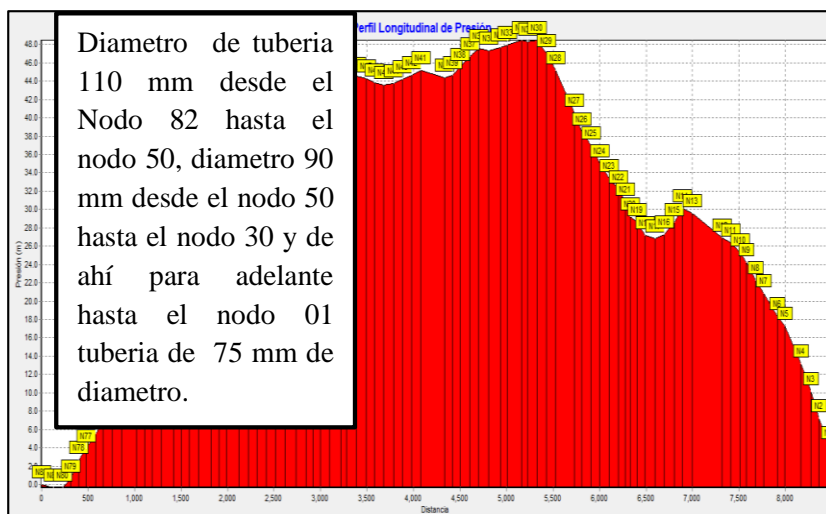
Nota: la grafica muestra las presiones de llegada de los arco N°64 hasta el N°1



Diámetro de tubería 110 mm desde el Nodo 82 hasta el nodo 50 y de ahí para adelante tubería de diámetro 90 mm

Figura 16: Simulación 2

Nota: la grafica muestra las presiones de llegada de los arco N°64 hasta el N°1

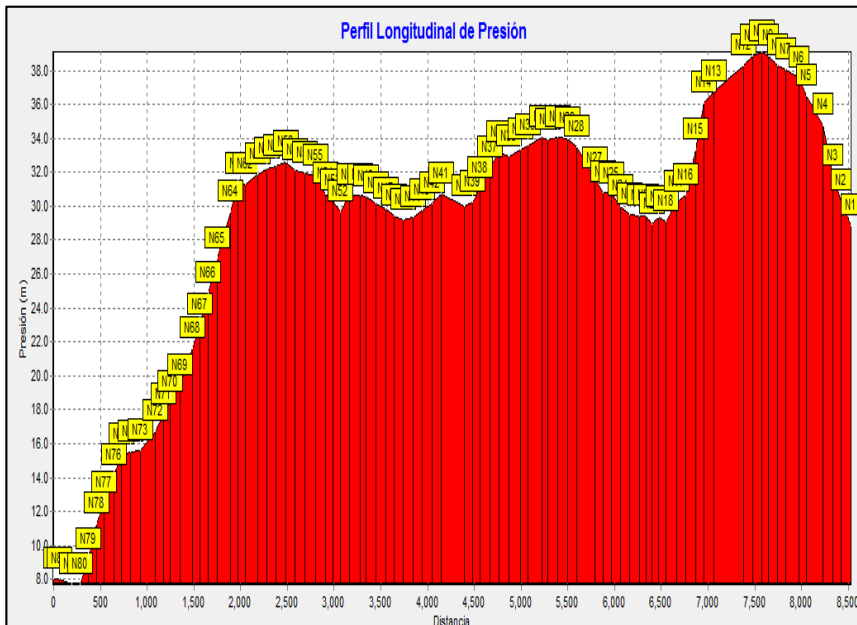


Diámetro de tubería 110 mm desde el Nodo 82 hasta el nodo 50, diámetro 90 mm desde el nodo 50 hasta el nodo 30 y de ahí para adelante tubería de 75 mm de diámetro.

Diámetro de tubería 110 mm desde el Nodo 82 hasta el nodo 50, diámetro 90 mm desde el nodo 50 hasta el nodo 30 y de ahí para adelante hasta el nodo 01 tubería de 75 mm de diámetro.

Figura 17: Simulación 3

Nota: la grafica muestra las presiones de llegada de los arco N°64 hasta el N°1



Diametro de tubería 110 mm desde el Nodo 82 hasta el nodo 64, diametro 90 mm desde el nodo 64 hasta el nodo 63, diametro 75 mm desde el nodo 63 hasta el nodo 51, diametro 90 mm desde el nodo 51 hasta el nodo 16, diametro 75 mm desde el nodo 17 hasta el nodo 16 y de ahí para adelante hasta el nodo 01 tubería de 90 mm de diametro.

Figura 18: Simulación 4

Nota: la grafica muestra las presiones de llegada de los arco N°64 hasta el N°1

3.12.2. Presiones finales con la simulacion con el sotware Epanet

Después de realizar varias corridas sucesivas de distintos escenarios planteados para nuestra red principal se llegó a elegir la más adecuada que cumpla con los parámetros requerido para nuestro sistema de riego presurizado.

Tabla 19: Presiones de llegada en los nodos

Tramo inferior		Tramo inferior		Tramo inferior		Tramo superior	
Presiones para la bomba número 3		Presiones para la bomba numero 3		Presiones para la bomba numero 3		Presiones para la bomba numero 2	
Nodo	Presión	Nodo	Presión	Nodo	Presión	Nodo	Presión
I	18.07	XXIV	19.24	XLVII	23.27	LXIV	23.1
II	19.57	XXV	20	XLVIII	23.56	LXV	20.29
III	21.03	XXVI	20.07	IL	23.97	LXVI	24.82
IV	24.06	XXVII	20.88	L	24.07	LXVII	23.03
V	25.72	XXVIII	22.72	LI	24.09	LXVIII	21.61
VI	26.8	XXIX	23.27	LII	23.12	LXIX	31.9
VII	27.27	XXX	23.33	LIII	23.76	LXX	30.94
VIII	27.57	XXXI	23.12	LIV	24.18	LXXI	30.23
IX	28.15	XXXII	23.32	LV	25.16	LXXII	29.93
X	28.36	XXXIII	22.82	LVI	25.39	LXXIII	28.11
XI	28.12	XXXIV	22.55	LVII	25.49	LXXIV	27.97
XII	27.54	XXXV	22.18	LVIII	26	LXXV	27.83
XIII	25.99	XXXVI	22.38	LIX	25.78	LXXVI	26.62
XIV	25.32	XXXVII	21.55	LX	25.58	LXXVII	24.98
XV	22.58	XXXVIII	20.32	LXI	25.28	LXXVIII	23.77
XVI	19.88	XXXIX	19.48	LXII	24.67	LXXIX	21.68
XVII	19.46	XL	19.21	LXIII	24.71	LXXX	20.19
XVIII	18.32	XLI	24.15			LXXXI	20.23
XIX	18.6	XLII	23.6			LXXXII	20.57
XX	18.22	XLIII	23.15				
XXI	18.68	XLIV	22.77				
XXII	18.69	XLV	22.58				
XXIII	18.75	XLVI	22.83				

Nota: la tabla muestra los cálculos hidráulicos realizados con la simulación con el software Epanet desde el arco de riego N°82 hasta el nodo N°1 con las electrobomba numero 2 electrobomba N°3 respectivamente.

3.13. Diseño final de la red de tuberías

De la red se puede observar que las tuberías que se llegaron a calcular mediante el Software Epanet están conformadas por los siguientes diámetros; 1827.84 m de tubería de 110 mm de diámetro, 5457.76 m de tubería de diámetro 90 mm y 1196.03 de tubería de 75 mm de diámetro.

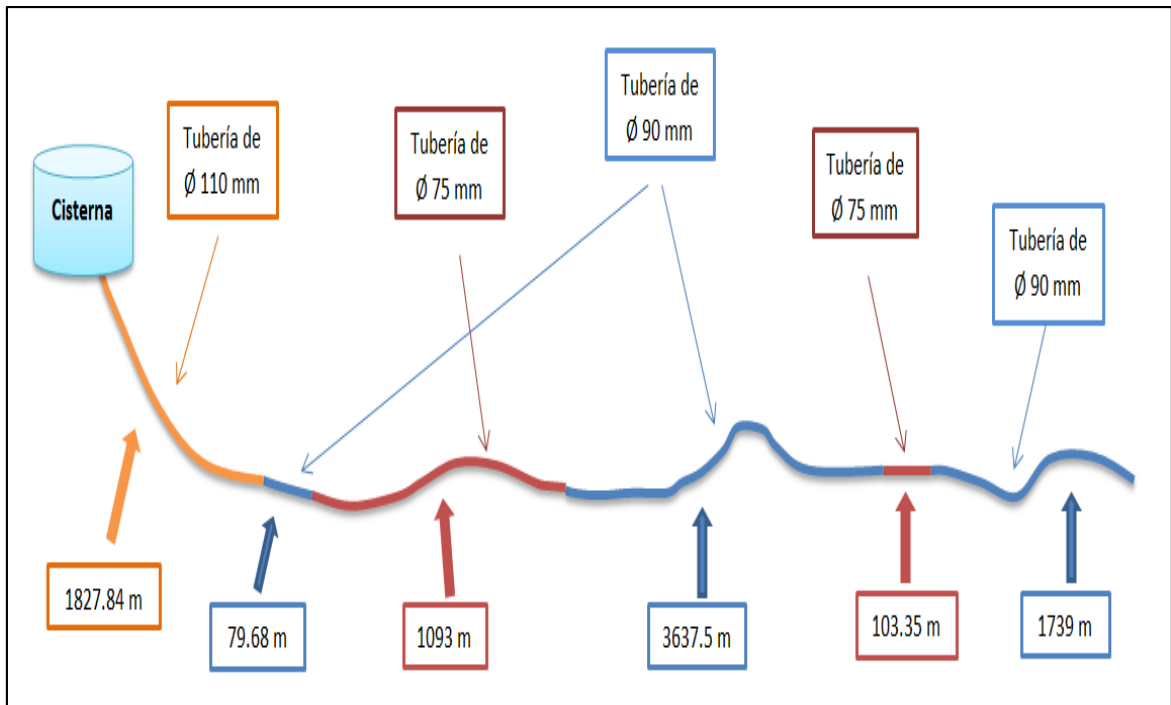


Figura 19: Esquema de la red de tuberías del proyecto de riego presurizado de la berma central de la Avenida Tupac Amaru – Comas

Nota: la grafica muestra los diametros de tuberías en la trayectoria de toda la matriz del sistema de riego.

3.14. Análisis del sistema de riego

- Con las simulaciones realizadas con el programa EPANET podemos concluir que a medida que disminuimos o aumentamos los diámetros a lo largo de la tubería matriz, las presiones aguas abajo varían inversamente proporcional al diámetro.
- Mediante la variación de los diámetros de tubería en ciertos tramos jugamos con las presiones en el sistema. tratamos de consignar la presión adecuada de llegada a cada arco de riego.
- Las tuberías en el sistema de riego estarían llegando a una presión no mayor a 3 bares ni menor a 1.6 bares por consiguiente se utilizarían tuberías PVC de clase 5 y 7.5 tomando en cuenta el cuadro de presiones.
- Las velocidades del fluido se encuentran en el rango establecido entre 0.5 – 1.5 m/s.
- Comparando los resultados de la simulación con el programa EPANET y los cálculos hidráulicos con el excel observamos que los resultados se afinan mediante el uso del software.

3.15. Ejecución de sistema de riego presurizado

3.15.1. Proyecto de riego tecnificado en el distrito de Pueblo Libre y La Victoria

3.15.2. Marcado y replanteo en campo

Teniendo el plano del diseño hidraulico y ubicación de los roseadores se procedio al trasado del campo (zanjas), ubicación de la cisterna y cuarto de maquina con yeso para proceder con el movimiento de tierras correspondiente.

Mediante el replanteo se reubica o se añade rotores si es conveniente ya que algunas veces se encuentran arboles, bancas o tachos de basura en los puntos de los emisores de riego y que no fueron tomados en cuenta en el plano de diseño.



Figura 20: Marcado del terreno

Nota: El grafico muestra como se marca el campo con yeso antes de iniciar el zanjeado.

FUENTE: elaboración propia.

3.15.3. Movimiento de terreno

Antes de desarrollar el sanjeado se pidió al ente encargado de las áreas verdes los planos de electrificación y de la red hidrica del parque. Teniendo todo estos datos se procedio al zanjeado del área verde teniendo en cuentas las dimensiones correspondientes: 0.6 de ancho

y 0.8 de profundidad a lo largo de toda la zanja.

3.15.4. Características de la retroexcavadora

- Retroexcavadora con pala y pluma retroarticulada de 100 HP - 102 HP.
- Alcance del brazo desplegado de 6.6 metros.
- Ancho de la cuchara de 0.6 metro.



Figura 21: Zanjeado

Nota: El grafico muestra el inicio del sanjeado por todo el perímetro marcado.

FUENTE: Elaboración propia.

3.15.5. Cisterna y cuarto de maquina

La caseta de protección del cabezal de riego tiene una superficie 6 m² (2,00 x 3.00 m) se encuentra ubicado al lado de la cisterna con una dimensión de 12 m² (4,00 x 3.00 m). con una altura de 2.4 m respectivamente.

Las Puertas metálica están ubicadas en la parte superior de cada ambiente con las dimensiones de 0.9 m x 0.9 m. para el ingreso y retiro de los equipos.

a. Cuarto de maquinas

Se instaló la electrobomba respectiva según el diseño, los filtros semiautomáticos de marca azud, la reguladora de presión, las válvulas de aire, el tablero eléctrico

respectivo conectado con el taimer (controlador) para la automatización del sistema de riego.

Electrobomba

Para el parque Tagores del distrito de Pueblo Libre se instaló la electrobomba de la marca Pedrollo del modelo F32/160A. teniendo en cuenta los parámetros de los cálculos hidráulicos establecidos como la presión y el caudal. que en este diseño resultó $Q = 280 \text{ l/m}$ y la presión de trabajo $P = 2.1 \text{ bar}$



Figura 22: Electrobombas

Nota: El gráfico muestra las electrobombas marca PEDROLLO.

FUENTE: Elaboración propia.

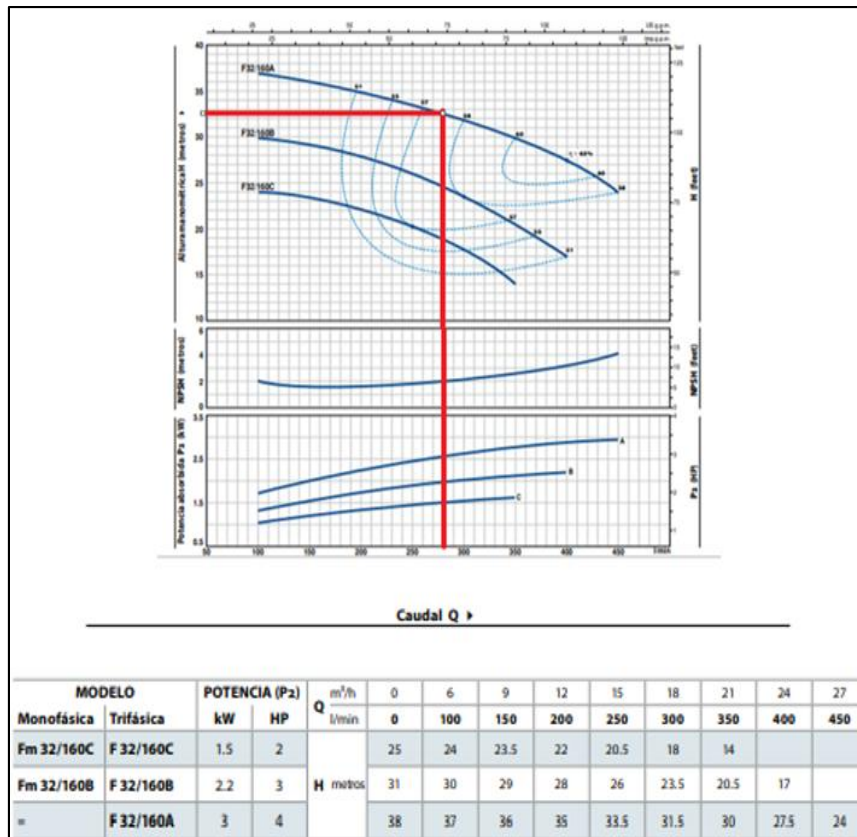


Figura 23: Curvas y datos de presentación de la bomba

Nota: la grafica muestra las curvas de operación de la electrobomba.

FUENTE: Elaboración propia.

Fitros semiautomáticos

Se utilizo el modelo AZUD SPIRAL CLEAN es la gama de filtros semiautmaticos de malla para uso exclusivo de filtración de agua para riego, basado en su bajo mantenimiento y su optima seguridad en la filtración, junto a su gran superficie filtrante.

Ventajas

- El filtro se limpia sin necesidad de desmontarlo.
- La malla del filtro se limpia con un solo giro de la manivela.
- Ahorro de agua y energia
- No es necesario detener el aporte de agua



Figura 24: Filtro modelo SPIRAL CLEAN

Nota: la figura muestra los detalles del filtro semiautomático.

FUENTE: Elaboración propia.

b. Cisterna

Es de concreto armado dimensionado exactamente para la demanda de agua del área verde respectivo. Consta de un punto de ingreso de agua de 1" pvc con su boya respectiva para el cierre automático y una tubería de rebose para evitar el llenado total.

Para el cálculo del volumen de almacenamiento de agua de la cisterna se procedió a multiplicar el total de los metros cuadrados del área verde por la lámina de riego a reponer.

La capacidad de la cisterna del parque tagores es de 27.6 m³ y el del parque San Germas fue de 35.7 m³.

Se instaló una tubería que une la cisterna con el cuarto de máquina de diámetro según el diseño hidráulico establecido, para nuestros proyectos ejecutados fueron de 2" pvc que se unía a la tubería de succión de la electrobomba y así ser impulsado al campo de riego



Figura 25: Cisterna y cuarto de maquina

Nota: las imágenes muestran el acabado final de la cisterna con el cuarto de maquina

FUENTE: Elaboración propia.

3.15.6. Red hidráulica

a. Red de tuberías

Está conformada por la red matriz, la cual se inicia desde el cabezal de filtrado y continúa hasta los sectores de riego, acondicionada con tuberías de PVC de 3" clase 7.5. arcos de riego de 2" y tuberías laterales de 2", 1 ½" PVC C-5. Antes de entubar el campo se procede a echar una camita de 0.1 m de altura de arena fina o gruesa para que las tuberías no tengan contacto directo con las piedras que se encuentran en el terreno.



Figura 26: Entubado del campo

Nota: la imagen muestran el adecuado entubado de las zanjas.

FUENTE: Elaboración propia.

Después del entubado se procede a echar una camita de arena fina o gruesa de 0.15m de altura libre de piedras para así cubrir el tubo en su totalidad de posibles piedras que puedan perforar por la presión de la tierra devuelta a la zanja.

b. Arcos de riego

En cada arco de riego se coloca una válvula hidráulica de 2” HDP con su solenoide de marca RAIN BIRD y una válvula anti vacía para evacuar el aire que se encuentra en las tuberías, evitando con ello el fenómeno de succión de la tubería.

Cada electroválvula es protegido por una caja de polietileno de dimensiones 50.8 cm de largo x 37.5 cm de ancho y 17.2 cm de altura.



Figura 27: Electrovalvula

Nota: la imagen muestran el el arco de riego terminado.

FUENTE: Elaboración propia.

3.15.7. Automatización

El sistema de cableado inicia en el tablero eléctrico conectando la electrobomba el taimer y las electroválvulas que se encuentran en el campo, para el proyecto se trabajo con cable numero 14 y las uniones de los cables se realizan con empalmes eléctricos especiales herméticos que no permitan el contacto con el agua ya que se producirían cortos circuitos y se quemarías los solenoides de las electroválvulas y no funcionarían.



Figura 28: Instalación del taimer y el tablero eléctrico

Nota: La imagen es tomada justo cuando se está realizando el sistema eléctrico del cuarto de máquinas.

FUENTE: Elaboración propia.

3.15.8. Prueba hidráulica

Terminada la instalación de tuberías, rotores y automatización se pone en marcha el funcionamiento de cada sector de riego comprobando las presiones de llegada en cada arco de riego. Las presiones tienen que estar en el rango de 1.8 - 2.5 bares según el modelo de los roscadores o rotores instalados en el campo. Se les gradúa el ángulo de giro de los rotores y roscadores para no mojar pavimentos y así direccionar adecuadamente el agua al área verde.



Figura 29: Puesto en marcha el sistema de riego

Nota: La imagen se puede apreciar el funcionamiento adecuado del sistema de riego presurizado.

FUENTE: Elaboración propia.

IV. CONCLUSIONES

1. Se ha elaborado el diseño de sistema de riego por aspersión en el distrito de Comas. Asimismo, se ha simulado mediante software EPANET y ejecutado un sistema de riego para los distritos de Pueblo Libre y la Victoria. En ambos casos se prevee una dotación de agua en cantidad y calidad suficiente para sus áreas verdes.
2. Este trabajo, permite corroborar la utilidad del uso de software de simulación en proyectos de ingeniería agrícola. Mediante estos programas podemos garantizar un correcto diseño de circuitos hidráulicos para dotación de agua.
3. Para un buen desarrollo de los proyectos de riego tecnificado se debe de realizar como mínimo una simulación del sistema hidráulico proyectado mediante un programa en este caso EPANET. Para garantizar la llegada de las presiones y velocidades adecuadas en cada arco de riego.
4. Al término de las ejecuciones de los proyectos de riego “Pueblo Libre - La Victoria”, se verificó las presiones de los resultados de la simulación con el software Epanet y las tomas de presión en campo. Llegando a la conclusión que el software no se equivoca al dar los resultados finales.
5. Producto del trabajo de diseño y ejecución del sistema de riego presurizado para jardinería se determinó:
 - Lamina de riego a reponer según el diseño agronomico es de 4.94 mm en lima metropolitano.
 - Frecuencia de riego para el gras americano 1 día

- Tiempo de riego de los roseadores RAIN BIRD modelo 1800 varian entre 2 a 7 minutos.
- Tiempo de riego de los rotores modelo 3500 y 5000 RAIN BIRD, varian entre 15 a 20 minutos en Lima Metropolitana.

V. RECOMENDACIONES

1. Realizar las simulaciones del sistema hidráulico con la electrobomba dimensionada. insertando las curvas de operación para así tener reportes de la operación de la bomba.
2. El cabezal de riego debe de contar con una caja de evacuación de posibles fugas de agua con un motor sumergible y un sensor de nivel que active la succión cuando se inunde el cuarto de máquina y así preveer cortos circuitos y posibles accidentes por inundación.
3. Pedir los planos del fluido eléctrico del área verde antes de realizar el movimiento de tierras y así precaver posibles accidentes en campo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO riego y drenaje N° 56:1-298.

Cifuentes, A. (2016). Requerimiento de agua para el césped americano (*Stenotaphrum secundatum*) empleando riego por goteo subterráneo, durante el otoño en la UNALM. (Tesis Ingeniero Agrícola, Universidad nacional Agraria La Molina). Perú. 190 p.

Pizarro, F. (1996). Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación. (3a ed.). Ediciones Mundi-Prensa. p. 45-47.

Salazar, A. (2017). Eficiencia hídrica en el mantenimiento de áreas verdes públicas en zonas urbanas desérticas: El caso del distrito de San Borja, Lima. Tesis Lic. Geografía y medioambiente. Perú. PUCP. 88 p.

VII. ANEXOS

Anexo 1: Habitación de roseadores y rotores



Anexo 2: Instalando el cuarto de bombeo



Anexo 3: Instalación de la red de tuberías



Anexo 4: Supervisando el entubado



Anexo 5: Instalación de la escalera y la puerta metálica del cuarto de maquina



Anexo 6: Colocado de gras americano



Anexo 7: Puesto en marcha el riego tecnificado



Anexo 8: Plano del sistema de riego del parque San German – La Victoria.

