Universidad Nacional de Ingeniería

Área de Conocimiento de Agricultura

DISEÑO DE SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO SUBTERRANEO Y ASPERSIÓN SEMI MÓVIL EN EL CULTIVO ESTABLECIDO CAÑA AZUCAR, EN EL MUNICIPIO DE POSOLTEGA, DEPARTAMENTO DE CHINANDEGA, 2025.

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Agrícola

Elaborado por:

Br. María Fabiola Ruíz Nicaragua
Carnet: 2019-0699U

Br. Brayan Ariel Moraga Nicolás
Carnet: 2020-0276U

Br. Fredman Noel Gradiz Vargas
Carnet: 2020-0433U

Tutor:

Ing. Welsden Zenelia Blanco Bustillo

03 de septiembre de 2026
Managua, Nicaragua

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

AREA DE CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA

Managua, Nicaragua

09 de junio del 2026

Msc. Ing. Silvano Cruz Sánchez

Director DACA

Su despacho

Estimado MSc. Ing. Cruz Sánchez

Me dirijo a usted para informarle que el trabajo monográfico elaborado por Br. María Fabiola Ruiz Nicaragua, Br. Brayan Ariel Moraga Nicolas y Br. Fredman Noel Gradiz Vargas, titulado, **DISEÑO DE SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO SUBTERRANEO Y ASPERSIÓN SEMI MÓVIL EN EL CULTIVO ESTABLECIDO CAÑA AZÚCAR, EN LA FINCA EL SOCORRO, MUNICIPIO DE POSOLTEGA, DEPARTAMENTO DE CHINANDEGA, 2026.** Ha sido finalizado y debidamente revisado, por lo que dicho trabajo cumple con los requisitos para ser sometido a la defensa ante el honorable jurado que usted designo.

Agradeciendo la atención a la presente, me despido deseándole éxito en sus labores diarias.

Atentamente,

_____

Ing. Weslden Zenelia Blanco Bustillo

Docente del Programa Académico de Ingeniería Agrícola (PAIA)

AGRADECIMIENTO

Antes que todo agradezco a DIOS por guiarme y darme sabiduría para poder terminar este ciclo académico.

A mis **padres**, al matrimonio **Castellón Rugama**, a la familia **Vega Amoretti**, a mi tío **Carlos Romeo Guerrero** y a mis abuelos por estar a mi lado en cada paso de este camino, por sus oraciones palabras de aliento y su apoyo incondicional para alcanzar esta meta.

A mi tutora **Ing. Welsden Zenelia Blanco Bustillo** y al **Ing. Omri David López Canales** por su orientación, dedicación y valiosos conocimientos, así como su apoyo y acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación.

Y a mi docente **Ing. Ely Fernando Chávez Cuba** por su dedicación y enseñanzas a lo largo de mi formación universitaria. Sus conocimientos y orientación académica fueron una valiosa contribución para alcanzar mi meta.

A mis compañeros de tesis por su compromiso, colaboración y esfuerzo compartido para alcanzar esta meta.

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fuente de inspiración, esperanza y fortaleza durante todo este proceso académico.

A mis queridos padres **William Orlando Ruíz Dinarte y Anielka María Nicaragua López**, por ser mi mayor inspiración, por sus sacrificios, su incondicional amor y por acompañarme en cada paso de este camino.

A mi tío **Carlos Romeo Guerrero Dinarte** por su apoyo, consejos y motivación constante, que fueron fundamentales en la elección de mi carrera.

A mi tía **Jessee Eliete Vega Amoretti** por sus enseñanzas, orientación y confianza en mis capacidades a seguir en este camino académico.

A mi tío **Ernesto Francisco Castellón Dinarte** y mi tía **Fátima del Rosario Rugama Castillo** por su apoyo incondicional, por acompañarme con cariño y confianza durante este importante camino.

A perrita **Molly** por recibirme siempre con alegría y cariño después de largas jornadas de estudio.

AGRADECIMIENTO

Antes que todo, agradezco a Dios por guiar mis pasos, brindarme sabiduría, fortaleza y perseverancia durante todo este ciclo académico. Su bendición me permitió superar cada desafío y continuar adelante en los momentos de dificultad. Gracias por iluminar mi camino y darme la oportunidad de alcanzar esta importante meta

A mi madre, Raquel Nicolás, expreso mi más profundo agradecimiento por estar siempre a mi lado en cada etapa de este camino. Gracias por sus oraciones constantes, sus palabras de aliento y el amor incondicional que me brindó en todo momento. Su apoyo fue una fuente de motivación para seguir adelante y no rendirme ante las dificultades. Cada sacrificio realizado por mí ha sido fundamental para alcanzar esta meta. Este logro también le pertenece a ella por su dedicación y confianza.

Agradezco de manera especial a mi tutora, la Ing. Weslden Zenelia Blanco Bustillo, por compartir sus conocimientos, brindarme orientación y apoyarme de forma incondicional durante el desarrollo de esta investigación. Asimismo, expreso mi sincero agradecimiento al Ing. Omri David López Canales por su dedicación, acompañamiento y valiosos aportes académicos. Su experiencia y guía fueron fundamentales para fortalecer este trabajo. Gracias por el tiempo, la paciencia, profesionalismo y el compromiso demostrado a lo largo de este proceso. Su apoyo contribuyó significativamente a la culminación exitosa de esta investigación**.**

DEDICATORIA

Dedico este logro primeramente a Dios, por darme la vida, la sabiduría, la fortaleza y la oportunidad de culminar con éxito esta importante etapa de mi formación académica.

A mis padres, Raquel Liseth Nicolás Murillo y Wilton Ariel Moraga Reyes, por su amor incondicional, esfuerzo, sacrificio y apoyo constante durante todo mi ciclo de estudios. Especialmente a mi madre por ser mi inspiración, por creer en mí y por impulsarme siempre a alcanzar mis metas.

A mi tío, Walter Leónidas Nicolás Murillo, por su apoyo incondicional, sus valiosos consejos y su confianza. Su acompañamiento y motivación fueron fundamentales para seguir adelante y no rendirme ante las dificultades.

Con profundo cariño y gratitud, les dedico este logro, que también es fruto de su apoyo, esfuerzo y confianza depositada en mí.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a **Dios** por brindarme la sabiduría, la fortaleza y la perseverancia necesaria para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mi Madre **Jockabeth Vargas Cruz**, por brindarme las condiciones necesarias para continuar mi formación académica, por su respaldo constante y por motivarme a culminar esta etapa de mi vida profesional. A mis abuelos, **Ignacio Vargas y Lidia Cruz Muñoz**, por su apoyo durante mi trayectoria académica y por inculcarme valores que han contribuido a mi desarrollo personal y profesional.

A mi tía, Delia Vargas Cruz, por su acompañamiento y apoyo a lo largo de este proceso, así como su confianza en mis capacidades para alcanzar esta meta.

Mi especial agradecimiento a la Ingeniera **Weslden Zenelia Blanco Bustillo**, tutora de esta investigación por su orientación, disponibilidad y valiosos aportes técnicos, sus observaciones y recomendaciones fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de este trabajo. Asimismo, agradezco al ingeniero **Omri David López Canales** por compartir sus conocimientos y experiencias, así como por las sugerencias brindadas durante el desarrollo de la investigación. Finalmente, agradezco a todas las personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a mi formación académica y el desarrollo de este trabajo de graduación.

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de mi vida. Gracias por brindarme sabiduría, perseverancia y la oportunidad de alcanzar esta importante meta académica. A él le dedico este logro, por haber iluminado mi camino y acompañado en cada uno de mis pasos.

A mi amada madre, **Jockabeth Vargas Cruz**, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su amor incondicional, sus sacrificios y su apoyo constante a lo largo de mi formación académica. Gracias por creer siempre en mí, por impulsarme a superar cada desafío y por enseñarme, con el ejemplo, el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi querida tía, **Delia Vargas Cruz**, por su cariño, apoyo y confianza a lo largo de esta etapa de mi vida. Gracias por sus palabras de aliento, por estar presente en los momentos importantes y por brindarme su respaldo cuando más lo necesité. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido una motivación constante para seguir adelante y alcanzar mis objetivos. Este logro también refleja el valioso aporte que ha tenido en mi formación personal y profesional.

A mis queridos abuelos **Ignacio Vargas y Lidia Cruz Muñoz**, por ser un ejemplo de amor, sacrificio y dedicación. Sus enseñanzas, consejos y valores han sido fundamentales en mi formación personal y académica. Gracias por brindarme siempre su apoyo incondicional, por creer en mí y por motivarme a siempre seguir adelante, su cariño y sabiduría han dejado una huella invaluable en mi vida.

RESUMEN

El presente trabajo monográfico aborda el diseño de dos sistemas de riego presurizado, goteo subterráneo y aspersión semimóvil, para su implementación en la Finca El Socorro, ubicada en el municipio de Posoltega, departamento de Chinandega. Ambos sistemas fueron desarrollados con el propósito de mejorar la eficiencia en la aplicación del agua para el cultivo de caña de azúcar.

Para la realización del estudio se recopilaron datos de campo relacionados con las características topográficas, climáticas y edáficas del área de estudio. Asimismo, se emplearon herramientas especializadas para el análisis de los requerimientos hídricos del cultivo y el dimensionamiento de los componentes hidráulicos necesarios para cada alternativa de riego.

El documento presenta los criterios de diseño utilizados para el sistema de riego por goteo subterráneo, incluyendo la selección de emisores, espaciamiento entre laterales, demanda hídrica, tiempos de riego y parámetros hidráulicos. Estos aspectos permitieron establecer una propuesta orientada a maximizar la eficiencia en el uso del recurso hídrico.

De igual manera, se describen los procedimientos empleados para el diseño del sistema de riego por aspersión semimóvil, considerando la selección de aspersores, espaciamientos, presiones de operación e intensidad de aplicación. Los resultados obtenidos permitieron verificar la compatibilidad del sistema con las condiciones del suelo y los requerimientos del cultivo.

Finalmente, se presenta una comparación económica de ambas alternativas mediante la estimación de los costos de inversión asociados a materiales y equipos. Esta información permite comparar técnica y económicamente los sistemas propuestos, proporcionando elementos de apoyo para la toma de decisiones en futuros proyectos de riego con características similares.

ÍNDICE

I Introducción 1
II Antecedentes 2
III Justificación 3
IV Objetivos de la investigación 4
4.1 Objetivo General 4
4.2 Objetivos Específicos 4
V Marco teórico 5
5.1 Generalidades del cultivo 5
5.1.1 Clasificación Taxonómica 5
5.1.2 Características morfológicas de la caña de azúcar 5
5.1.3 Requerimientos edafoclimáticos 6
5.1.4 Condiciones edáficas 7
5.1.5 Condiciones Topográficas 8
5.2 Sistema de Riego. 9
5.2.1 Sistema de riego por goteo subterráneo 9
5.2.2 Descripción del sistema de riego por aspersión semi móvil 11
5.3 Etapas del diseño de los sistemas de riego. 12
5.3.1 Diseño Agronómico 12
5.3.2 Diseño Geométrico 14
5.3.3 Diseño Hidráulico 14
5.4 Costos de inversión 15
VI Diseño Metodológico 15
6.1 Tipo de investigación 15
6.1.1 Según el enfoque de investigación 15
6.1.2 Según el alcance de resultados 15

6.2 Localización del área de estudio 15
6.2.1 Macro localización 15
6.2.2 Micro localización 15
6.3 Metodología 16
6.3.1 Determinación de los datos edafoclimáticos de la zona de estudio ... 16
6.3.2 Diseño del sistema de riego por goteo y aspersión 21
6.4 Costos de inversión de los sistemas de riego 30
VII Análisis e interpretación de resultados 32
7.1 Datos obtenidos de la visita de campo 32
7.2 Determinación de los datos edafoclimáticos de la zona 32
7.2.1 Datos climáticos 32
7.2.2 Determinación de las propiedades físicas del suelo 34
7.3 Levantamiento del área de estudio 35
7.4 Diseño del sistema de riego por Goteo subterráneo. 36
7.4.1 Selección de cinta de goteo 36
7.4.2 Datos de la finca El Socorro para diseño de riego por goteo 36
7.4.3 Diseño Agronómico 37
7.4.4 Diseño Geométrico 38
7.4.5 Diseño Hidráulico por Goteo subterráneo 40
7.5 Diseño de sistema de riego por aspersión semimóvil 43
7.5.1 Selección de aspersor 43
7.5.2 Resultado del diseño agronómico 43
7.5.3 Perdidas del lateral de riego. 46
7.5.4 Diseño geométrico 47
7.5.5 Diseño hidráulico por aspersión semi móvil 47

7.6 Determinación de los costos de inversión de los sistemas de riego 51
7.6.1 Presupuesto de goteo subterráneo..... 52
7.6.2 Presupuesto de Riego semimóvil 52
VIII Conclusiones 54
IX Recomendaciones 56
X. Bibliografía 57
XI. Anexos i

Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación taxonómica 5
Tabla 2: Velocidad del viento i
Tabla 3: Humedad relativa i
Tabla 4: Temperatura máxima ii
Tabla 5: Temperatura mínima ii
Tabla 6: Resultados de estudio del suelo iii
Tabla 7: Datos para el Diseño de sistema de Riego por Goteo Subterráneo iii
Tabla 8: Resultados del cálculo del diseño agronómico iv
Tabla 9: Perdida del lateral de la cinta de goteo iv
Tabla 10: Perdidas en los manifold v
Tabla 11: Perdidas del turno 1 xii
Tabla 12: Perdidas del turno 2 xii
Tabla 13: Perdidas turno 3 xiii
Tabla 14: perdidas en el turno 4 xiii
Tabla 15: Perdidas en el turno 5 xiv
Tabla 16: Perdidas en el turno 5 xiv
Tabla 17: Perdidas en el turno 7 xiv
Tabla 18: Perdidas en el turno 8 xv
Tabla 19: Perdidas en el turno 9 xv
Tabla 20: Perdidas en el turno 10 xv
Tabla 21: Perdidas en el turno 1 pozo 2 xvi
Tabla 22: Perdidas en el turno 4 xvi
Tabla 23: Perdidas en el turno 6 pozo 2 xvi
Tabla 24: Hf de la sarta de descarga psi xvii
Tabla 25: Equipo de bombeo 1 xvii
Tabla 26: Perdidas del Equipo de Bombeo 2: xvii
Tabla 27: Lista de tubería de conducción xviii
Tabla 28: Lista de tubería para manifold xviii
Tabla 29: Lista de tubería de lavado de manifold xviii
Tabla 30: Lista de tubería para caballetes xviii

Tabla 31: Lista de accesorios de Lavado de Manifold xix
Tabla 32: Lista de accesorios de conducción xix
Tabla 33: Lista de accesorios para caballetes y lavados xx
Tabla 34: Lista de accesorios de lavados xx
Tabla 35: Accesorios de la sarta de descarga xxi
Tabla 36: Costo por manzana de los materiales xxi
Tabla 37: Diseño agronómico por aspersión semi móvil xxii
Tabla 38: Perdidas en el lateral xxii
Tabla 39: Cálculos de las perdías del pozo 1 a toda el área xxiii
Tabla 40: Carga Total de la red hidráulica xxiv
Tabla 41: CTD que debe superar el equipo de bombeo 1 xxiv
Tabla 42: Carga por tazón xxiv
Tabla 43: Perdidas de conducción para el pozo 2 xxv
Tabla 44: Carga total del sistema para pozo 2 xxvi
Tabla 45: CDT que debe superar el equipo de bombeo 2 xxvi
Tabla 46: Carga por tazón xxvi
Tabla 47: Lista de tubería de conducción para aspersión xxvii
Tabla 48: Accesorios de tubería de conducción xxvii
Tabla 49: Accesorios PVC para riego móvil xxvii
Tabla 50: Accesorios para trinchete xxviii
Tabla 51: Accesorios de a sarta de descarga xxviii
Tabla 52: Costo por manzana de aspersión semi-móvil xxviii

Índice de Figuras

Figura 1: Bulbo húmedo según tipo de suelo 11
Figura 2: Captura 2 prueba de bombeo xxx
Figura 3:Captura 3 prueba de bombeo xxxi
Figura 4: Captura 5 prueba de bombeo xxxii
Figura 5: Captura 6 recuperación xxxiii
Figura 6: Captura 5 prueba de bombeo xxxiii
Figura 7: Evapotranspiración de referencia xxxiv
Figura 8: KC del cultivo xxxiv
Figura 9: Triangulo de textura del suelo xxxv
Figura 10: Levantamiento con GPS xxxvi
Figura 11: Polígono levantado con GPS xxxvi
Figura 12: Ficha técnica de la cinta de goteo xxxvii
Figura 13: Grafica caudal / presión xxxvii
Figura 14: Perdidas del filtro secundario xxxviii
Figura 15: Perdidas de la válvula check xxxviii
Figura 16: Perdidas del Hidrociclón xxxix
Figura 17: Perdidas del caudalímetro xxxix
Figura 18: Perdidas de la válvula mariposa xl
Figura 19: Ficha de Bomba WARSON xli
Figura 20: Ficha del Motor para pozo 1 Goteo xlii
Figura 21: Ficha del motor Para el pozo 2 Goteo xliii
Figura 22: Motor para el pozo 1 Aspersión xliv
Figura 23: Cotización de accesorios PVC xlv
Figura 24: Cotización de accesorios PVC xlvi
Figura 25: Ficha técnica del cañón Dúplex de 2" xlviii
Figura 26: Perdías del caudalímetro para Aspersión xlix
Figura 27: Perdidas de la válvula check aspersión xlix
Figura 28: Ficha de la Bomba para aspersión l
Figura 29: Macro localización li
Figura 30: Micro localización lii

Índice de Ecuaciones

Ecuación (1): Evapotranspiración de referencia 16
Ecuación (2): Déficit del cultivo 17
Ecuación (3): Porcentaje de arcilla y limo 18
Ecuación (4): Lectura a los 40 segundos 18
Ecuación (5): Porcentaje de arcilla y limo a las 2h 18
Ecuación (6): Lectura a las 2 horas 18
Ecuación (7): Porcentaje de arena 19
Ecuación (8): Porcentaje de limo 19
Ecuación (9): Capacidad de campo 19
Ecuación (10): Punto de marchitez permanente 19
Ecuación (11): Densidad aparente 20
Ecuación (12): Densidad Real 20
Ecuación (13): Porosidad Total 20
Ecuación (14): Lamina de Riego 21
Ecuación (15): Caudal requerido 22
Ecuación (16): Intensidad de Aplicación 22
Ecuación (17): Caudal por Hectáreas 22
Ecuación (18): Caudal Total 22
Ecuación (19): Turnos de Riego 23
Ecuación (20): área por Turno 23
Ecuación (21): Caudal por turno 23
Ecuación (22): Numero de válvulas por turno 23
Ecuación (23): área de válvulas 24
Ecuación (24): Ajuste de caudal de válvula 24
Ecuación (25): Tiempo de Riego 24
Ecuación (26): Lamina Aplicada 24
Ecuación (27): Jornada de Riego 25
Ecuación (28): Cañones trabajando por lateral 25
Ecuación (29): Cañones trabajando toda el área 25

Ecuación (30): Intensidad de aplicación 26
Ecuación (31): Frecuencia de riego 26
Ecuación (32): Lamina aplicada 27
Ecuación (33): Tiempo de Riego 27
Ecuación (34): Jornada de riego 27
Ecuación (35): Hazen Williams 28
Ecuación (36): Perdidas Corregidas 29
Ecuación (37): Carga total dinámica 29
Ecuación (38): Potencia del equipo de bombeo 30

I Introducción

El agua es el líquido vital de la tierra y es sumamente importante para la agricultura, una de las actividades primarias para el sustento humano. Por esto, conforme avanza la tecnología, se han ido desarrollando sistemas que facilitan el suministro de agua en las correspondientes actividades. Hoy en día, debido a las condiciones climáticas cambiantes, la escasez de agua y la creciente demanda de alimentos, los sistemas de riego se convierten en herramientas fundamentales para optimizar la utilización del agua y aumentar la sostenibilidad de la producción agrícola (Ara, 2024).

La caña de azúcar es uno de los cultivos con mayor demanda de agua y la disponibilidad de agua es el factor más importante que afecta su crecimiento. Según los estudios, los rendimientos de la caña de azúcar pueden disminuir en hasta un 70% en condiciones de sequía. El cambio climático puede aumentar las tasas de evapotranspiración y reducir el agua disponible en el suelo. Por lo tanto, existe una creciente necesidad de riego en la producción de caña de azúcar (Sela, 2025).

Para la obtención de una buena cosecha de caña de azúcar, se es necesario hacer un estudio de suelos y establecer un sistema de riego que satisfagan las necesidades hídricas del cultivo. Es por eso mismo que se requiere hacer una evaluación para establecer un sistema que cumpla con las necesidades del cultivo para hacer un buen uso de los recursos hídricos y a la, misma vez tener un riego eficiente y así mismo que el productor genere ganancias con su cosecha.

El presente estudio tiene como objetivo principal presentar dos propuestas de diseño: uno para un sistema de riego por goteo subterráneo y otro para un sistema de riego por aspersión semi móvil. A través de un análisis detallado, se describirán los componentes técnicos y los accesorios necesarios para cada sistema, así como las características que los hacen apropiados para el cultivo establecido de caña de azúcar.

II Antecedentes

Moran Romero, Cruz Soza, Tapia Bejarano, & Blanco Bustillo, (2023) En este estudio monográfico titulado Diseño de sistema de riego por goteo y aspersión semi móvil para el cultivo de la caña de azúcar, en la finca san Carlos, Chinandega, el de goteo fue diseñado con cinco turnos de riego con una duración de diaria 2.45 horas y una jornada de 12.23 horas, y el de aspersión con la disposición de 2 aspersores en un total de 34 posiciones por aspersor. Cada posición de riego tendrá una duración de 1.14 horas al día, con una frecuencia de riego de 3 días.

Cárdenas Pacheco, Caicedo Melo, & Londoño Londoño, (2022) La idea central de este análisis es determinar la viabilidad de un sistema para la aplicación de riego en el cultivo de la caña de azúcar En donde se establece mediante la comparación de dos (2) sistemas de riego, (riego por surco con tubería rígida con ventanas y riego presurizado por goteo) calculando la eficiencia de aplicación, eficiencia Administrativa, ahorro del agua aplicada, costos de aplicación y diferencia de producción de Toneladas de Caña por Hectárea TCH Teniendo en cuenta que este sistema de riego por goteo está instalado en 33 Hectáreas de las 773 que componen la hacienda Malimbú (4,26% de área total).

Cabrera López, Rivera Estrada, Blas Calero, & Méndez Úbeda, (2019) como objetivo general propusieron Diseñar un sistema de riego por carrete para el cultivo de caña de azúcar, en el Ingenio Monte Rosa, considerando los parámetros agronómicos e hidráulicos apropiados para satisfacer las necesidades hídricas de dicho cultivo donde se utilizaron los Software ArcGIS y AutoCAD, con la correcta integración de los datos del levantamiento topográfico para realizar el diseño de la finca.

Estrada Cortez & Acuña Jacamo, (2024) propuso a través de su tesis un diseño de sistema de riego por goteo para suministrar una lámina de riego al cultivo de maíz variedad Nutrader en la finca el Delirio carretera el Coyotepe Nindirí, Masaya. En esta tesis se valoró el costo de inversión y la eficiencia del riego por goteo para obtener mejores resultados en la cosecha del cultivo del maíz, dando como resultado que el diseño es viable para el productor.

III Justificación

La agricultura en Nicaragua representa uno de los sectores más importantes en la economía, esta misma cuenta con grandes extensiones de terrenos y suelos altamente productivos ideales para la producción de diversos tipos de cultivos. La adopción de tecnologías de agricultura como sistemas de riego en el país es de gran importancia porque nos permiten suministrar la cantidad de agua necesaria a los cultivos, evitando así el desperdicio del líquido vital y soluciona de cierta manera las problemáticas como sequias que ocasiona el cambio climático en la región.

La variabilidad en las condiciones climáticas durante el Fenómeno del Niño puede alterar los ciclos de cultivo y afectar la sincronización de siembras y cosechas, lo que complica la planificación y la gestión de la producción agrícola. La sequía asociada al Fenómeno del Niño puede llevar a una disminución en la disponibilidad de agua para riego, lo que afecta directamente la producción agrícola y la seguridad alimentaria en las regiones afectadas. Implementar sistemas de riego eficientes, como el riego por goteo o el riego por aspersión, puede ayudar a conservar agua y garantizar un suministro adecuado para los cultivos durante períodos de sequía (Agricolavalleesperanza, 2023)

En esta investigación se busca presentar y analizar los beneficios de implementar sistemas de riego por goteo subterráneo y aspersión semi móvil, considerando los datos de suelo y clima de la zona que impactan en el diseño de cada sistema. Se evaluarán los costos iniciales de los accesorios necesarios para su instalación, proporcionando una visión clara sobre la inversión necesaria. Este estudio es crucial, ya que servirá como referencia para productores locales y del país, al comparar ambos sistemas de riego con el sistema tradicional utilizado actualmente. De esta manera, se analizarán los costos y el rendimiento asociado, resaltando las ventajas de cada enfoque y brindando información valiosa para optimizar la producción agrícola en la región.

IV Objetivos de la investigación

4.1 Objetivo General

- Realizar el diseño de los sistemas de riego por goteo subterráneo y aspersión semi móvil para el cultivo de caña de azúcar considerando evaluación de viabilidad económico para su futura instalación, en el municipio de Posoltega, departamento de Chinandega.

4.2 Objetivos Específicos

- Analizar las condiciones edafoclimáticas para la determinación de los requerimientos hídricos del cultivo de caña de azúcar en el municipio de Posoltega, a través de levantamientos de datos en campo.
- Elaborar el diseño agronómico, geométrico e hidráulico del sistema de riego por goteo subterráneo y aspersión semi móvil considerando los requerimientos hídricos del cultivo de la caña de azúcar.
- Determinar los costos de inversión de cada sistema de riego a implementarse en el cultivo de caña de azúcar, a través de la definición de materiales y mano de obra necesarios para la instalación.

V Marco teórico

5.1 Generalidades del cultivo

No se conoce con exactitud el origen de la caña de azúcar; se ha propuesto muchas teorías al respecto, sin embargo, se considera que el centro de origen del complejo Saccharum es la región que comprende la parte de la india, Nueva Guinea y zonas aledañas, por encontrarse ahí el mayor número de especies. Posteriormente este género se difundió a otras zonas como Hawái, África Oriental Madagascar, Medio oriente, El Mediterráneo y en el Atlántico en Islas Canarias. (Ruiz, 1995).

5.1.1 Clasificación Taxonómica

Tabla 1: Clasificación taxonómica

Clasificación taxonómica	
Reino:	Plantae
División:	Embryophita Shiponogama
Subdivisión:	Angiospermae
Clase:	Monocotyledoneae
Orden:	Glumiforae
Familia:	Gramineae
Tribu:	Andropogonae
Subtribu:	Saccharae
Genero:	Sacharum
Nombre científico:	Saccharum officinarum
Nombre Común:	Caña de azúcar

NOTA: Tomado de (Ruiz, 1995)**.**

5.1.2 Características morfológicas de la caña de azúcar

a) Sistema Radicular

Constituye el anclaje de los tallos y el medio de absorción de nutrientes y agua del suelo. El sistema radicular de la cañada de azúcar está formado por dos tipos de raíces: raíces de la estaca original a primordiales y raíces permanentes.

b) Tallo

El tallo es el órgano que se prolonga en sentido contrario a la raíz y sirve de sostén a las hojas, flores y fruto. El tallo, presenta mayor valor económico, porque en él, se almacenan los azúcares.

c) Semilla

La semilla de la caña la constituye un trozo de tallo de tres yemas como máximo de unos 7 a 9 meses de edad libre de enfermedades y plagas de buena pureza varietal y alta capacidad de germinación (Enríquez, 1994).

5.1.3 Requerimientos edafoclimáticos

Los factores climáticos son fundamentales sobre el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto.

a) Temperatura

La caña de azúcar no soporta temperaturas inferiores a 0ºC. Para crecer exige un mínimo de temperatura de 14 a 16ºC y la temperatura óptima de germinación oscila entre 32-38ºC

b) Humedad

Para que el crecimiento vegetativo de la caña de azúcar sea más rápido es necesario que la humedad relativa sea alta. En caso contrario (HR baja), y si además los riegos son deficitarios, la planta tenderá a madurar.

c) Radiación Solar

Es una planta que necesita y asimila la radiación solar llegando a conseguir una transformación de hasta el 2% de la energía incidente en biomasa.

d) Suelo

Prefiere los suelos ligeros para alcanzar sus mejores rendimientos, pero sí es cierto que no es un cultivo muy exigente en cuanto a suelo. Únicamente presenta problemas en suelos ácidos y en calizos puede aparecer clorosis.

5.1.4 Condiciones edáficas

Las propiedades edáficas son las características que determinan las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo

a) Propiedades químicas

Las propiedades químicas del suelo son características que describen su composición y reactividad, influyendo directamente en la nutrición de las plantas y el medio ambiente. Incluyen el pH, que mide si el suelo es ácido o alcalino; la capacidad de intercambio catiónico (CIC), que indica la habilidad para retener nutrientes; la salinidad, medida por la conductividad eléctrica; el potencial redox y el contenido de materia orgánica y nutrientes como nitrógeno y fósforo. (Neira, 1974).

b) Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica es la capacidad de la materia para permitir el flujo de la corriente eléctrica a través de sus partículas. Dicha capacidad depende directamente de la estructura atómica y molecular del material, así como de otros factores físicos como la temperatura a la que se encuentre o el estado en el que esté (líquido, sólido, gaseoso) (Álvare, 2024).

c) Propiedades físicas

Las propiedades físicas de un suelo son el resultado de la interacción que se origina entre los distintos elementos (suelo, agua y aire) y la proporción en la que se encuentran cada una de estas. La condición física de un suelo determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes. (INTAGRI, 2017).

d) Textura

Se define como la proporción de arena, limo y arcilla en el suelo ya que, al ser de diferente tamaño, su presencia y proporción va a determinar el tipo de suelo que tenemos y, por tanto, su comportamiento en cuanto a dinámica del agua y aire, su facilidad para el manejo o la resistencia que ofrece a la exploración de las raíces en su búsqueda de agua y nutrientes. (Rattionally Regenerated Soil, 2023).

- Densidad Real

Es la densidad de las partículas sólidas del suelo. Se determina dividiendo el peso del suelo secado a estufa por el volumen que ocupan los sólidos.

- Densidad Aparente

La densidad aparente del suelo se define como la masa de partículas sólidas en un volumen determinado de suelo. Estos sólidos incluyen partículas minerales, como arena, limo, arcilla y materia orgánica. Las mediciones de densidad aparente se utilizan para determinar la compactación del suelo y las reservas de diferentes componentes, como el carbono orgánico, en una capa del suelo.

- Porosidad Total

Los huecos que dejan entre sí las partículas sólidas del suelo pueden ser: Poros. Huecos que dejan las partículas y los agregados. Tienen contornos irregulares y están conectados entre ellos, lo que favorece la circulación de agua y aire (Sharma & Warren, 2024).

5.1.5 Condiciones Topográficas

Se define la topografía como la ciencia que trata de los principios y métodos empleados para determinar las posiciones relativas de los puntos de la superficie terrestre, por medio de medidas y usando los tres elementos de los espacios; estos elementos pueden ser dos distancias y una elevación, o una distancia una dirección y una elevación. La topografía en general es una aplicación de la geometría y por lo tanto sin el conocimiento de la ciencia sería imposible que aquella llenara el cometido que tiene asignado. (Márquez, 2017).

5.2 Sistema de Riego.

Un sistema de riego es un método automático de suministro de agua a cultivos, cultivos y césped. Con este sistema, el agua se distribuye a través de una red de tuberías, válvulas y aspersores para brindar un suministro continuo de agua a la vegetación. Mediante el uso de un sistema de riego, las plantas pueden obtener el agua que necesitan de manera más eficiente, lo que reduce el desperdicio y, en última instancia, ahorra agua y reduce los costos del agua. (Irrigation, 2023).

5.2.1 Sistema de riego por goteo subterráneo

Según lo expuesto Valverde cornejo (2022), el riego por goteo es un sistema presurizado donde el agua se conduce y se distribuye por conductos cerrados que requieren presión. Desde el punto de vista agronómico, se denominan riegos localizados los que se humedecen un sector de volumen del suelo, suficiente para un buen desarrollo del cultivo. También se lo denomina de alta frecuencia, lo que permite regar una o dos veces dependiendo del tipo de suelo.

El riego por goteo es el método más eficiente de suministro de agua y nutrientes a los cultivos. Entrega el agua y fertilizantes directamente a la zona radicular del cultivo, en la cantidad correcta y en el momento adecuado. Por lo tanto, cada planta recibe exactamente lo que necesita.

a) Composición del sistema de riego por goteo

Un sistema de riego se compone de los siguientes componentes básicos:

Fuente de abastecimiento de agua

- Cabezal de Riego
- Equipo de bombeo
- Sistema de Filtrado
- Aparatos de control y medición
- Tuberías de conducción
- Laterales de Riego
- Cabezales de Campo.

b) Características hidráulicas del sistema de riego por goteo

El riego por goteo se caracteriza porque requiere de bajas presiones para operar, en un rango de 5 a 10 m, la eficiencia es sumamente alta, superior al 90 %, y se aplica solamente el agua que se evapotranspira diariamente, según el resultado de aplicar alguna fórmula empírica como Hargreaves o Blanney Criadle, afectada por el coeficiente Kc del cultivo. (Valverde Conejo , 2022)

El suelo no se considera un almacén de agua como en los otros sistemas de riego, sino solamente como un sustrato, de manera que se puede usar con cualquier tipo de material que sirva de sostén a la planta. Según Valverde (2022), el riego por goteo tiene las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas

- Uso racional del agua.
- Alta uniformidad de riego.
- Aumento de la eficiencia de los fertilizantes pues se aplican con el agua de riego.

Desventajas

- Riesgo de salinización por mal manejo del agua.
- Revisión constante del sistema.
- Inversión inicial es alta, pero luego se mantiene a niveles bajos.

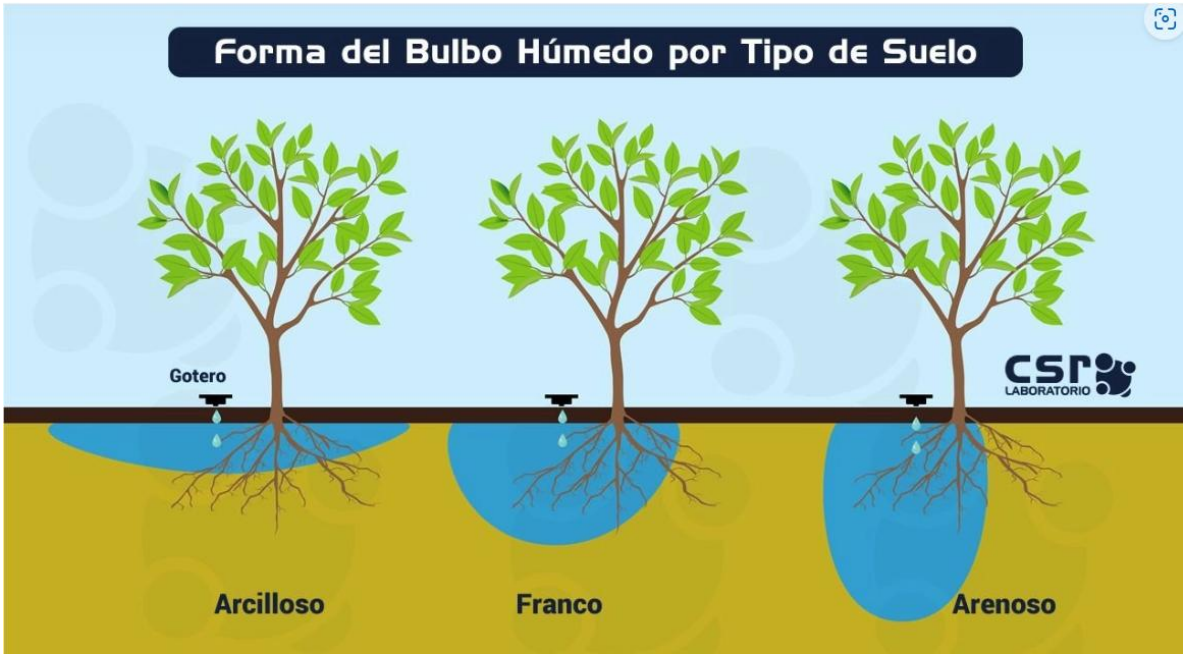
c) Bulbo Húmedo

Según Gutiérrez, (2025) Es el área de suelo húmedo ocasionado por un sistema de riego localizado. La textura del suelo va a determinar cómo se desplaza el agua y, en consecuencia, la forma y el tamaño del bulbo húmedo. En el bulbo húmedo se desarrolla el sistema radicular de las plantas.

- En suelos arcillosos, el bulbo se desarrolla de forma aplanada, a lo ancho u horizontal.
- En suelos francos el bulbo tiene forma redonda.

- En suelos arenosos el bulbo se desarrolla de forma estrecha y profunda, a lo vertical.

Figura 1: Bulbo húmedo según tipo de suelo



Nota: Fuente CSR laboratorio

5.2.2 Descripción del sistema de riego por aspersión semi móvil

El riego por aspersión consiste en aplicar agua al suelo simulando una lluvia, inyectando agua a presión a través de una tubería, la cual es distribuida uniformemente sobre el cultivo mediante un aspersor. Es especialmente útil en zonas con una topografía irregular o en suelos que no permiten el riego por inundación o goteo de manera efectiva. Además, permite un uso más eficiente del agua, lo cual es clave en regiones con limitaciones hídricas, según (Hernández Villaseñor, 2024).

a) Composición del sistema de riego por aspersión semi móvil

A continuación, te presentamos los elementos que componen el sistema de riego por aspersión, componentes que permiten la distribución eficiente del agua de riego sobre el cultivo Según, (Gutiérrez, 2025):

- Bomba de riego
- Tuberías
- Aspersores
- Válvulas
- Filtros
- Manómetros
- Controladores y automatización
- Conexiones
- Soportes y bases

b) Ventajas del riego por aspersión semi móvil

Según Jacto (2023), se describen a continuación las ventajas y desventajas del sistema de riego por aspersión semi móvil:

- Mejor entrega de agua: gracias a que este tipo de riego imita la lluvia, la calidad de la aplicación de agua a los cultivos es mucho más alta que con otros sistemas de riego.
- control: permite un mayor control en la dosificación del agua.

c) Desventajas del riego por aspersión semi móvil

- Este sistema no funciona con suelos delicados con filtración baja.
- Hace crecer las malas hierbas con mayor rapidez y facilidad.

5.3 Etapas del diseño de los sistemas de riego.

5.3.1 Diseño Agronómico

El diseño agronómico consiste calcular todos los parámetros necesarios para que el sistema de riego por goteo sea capaz de suministrar con eficiencia el agua a los cultivos en periodo de máximas necesidades, es decir, se calcula la cantidad de agua que necesita el cultivo para su desarrollo normal sin sufrir un déficit hídrico, así como el agua necesaria para el manejo efectivo de sales. (INTAGRI, 2017).

Para el diseño agronómico se emplearon los siguientes conceptos:

a) Lamina de riego

Una lámina de riego se refiere a la cantidad de agua aplicada a un área de tierra en un período de tiempo específico. Se expresa típicamente en milímetros o pulgadas.

b) Evapotranspiración

La evapotranspiración se expresa normalmente milímetros por unidad de tiempo; esta unidad expresa la cantidad de agua perdida de una superficie cultivada en unidades de altura de agua la unidad de tiempo puede ser en hora, días mes o incluso el completo periodo de cultivo por un año. (Nations, 2006).

c) Intensidad de aplicación

La intensidad de aplicación se refiere a la velocidad con la que el agua es aplicada sobre el suelo, usualmente medida en unidades como centímetros por hora (cm/h) o milímetros por hora (mm/h).

d) Caudal requerido

Es la cantidad de agua necesaria de acuerdo con las jornadas de riego para el cultivo.

e) Caudal por hectárea

Es la demanda de agua requerida para el desarrollo de la actividad, expresada en unidades de volumen por hectárea.

f) Caudal total

Es la demanda de agua necesaria en el área total de la finca o parcela, expresada en unidades de volumen por hectárea por área total.

g) Turnos de riego

Los turnos de riego son el proceso de dividir un sistema de riego en sectores para regar parcelas de forma individual y secuencial, en lugar de regarlas todas a la vez.

h) Áreas de turnos por regar

Es la demanda de agua por parcela dividida en sectores o turnos.

i) Caudal por turno

Se refiere a la cantidad de agua necesaria para el área de turno.

j) Tiempo de riego

Es la cantidad de agua que estará definida de acuerdo con la frecuencia de riego necesaria.

k) Jornada

Es el funcionamiento del sistema de riego y su programación a tiempo real adaptándose a la sensibilidad del cultivo en tiempos establecidos.

5.3.2 Diseño Geométrico

El diseño geométrico en riego es la planificación de las dimensiones y disposición física de los componentes de un sistema de riego, como canales, tuberías y aspersores. Su objetivo es crear un sistema funcional que transporte agua de manera eficiente y uniforme hacia los cultivos, considerando factores como la pendiente del terreno y el tipo de sección hidráulica (ej. rectangular, trapezoidal). (INTAGRI, 2017).

5.3.3 Diseño Hidráulico

El diseño hidráulico determina las dimensiones de los diferentes componentes del sistema utilizando la fórmula de Hazen-Williams, garantizando que funcione adecuadamente con altos niveles de uniformidad. El dimensionamiento del sistema está determinado por las condiciones de operación previstas, en función de las características de la topografía, el suelo y el cultivo. (INTAGRI, 2017).

5.4 Costos de inversión

Los costos de inversión, llamados también costos preoperativos, corresponden a aquellos que se incurren en la adquisición de los activos necesarios para poner el proyecto en funcionamiento, ponerlo "en marcha" u operativo según Esan (2016)

VI Diseño Metodológico

6.1 Tipo de investigación

6.1.1 Según el enfoque de investigación

La presente investigación tuvo como enfoque carácter cuantitativo donde se llevó a cabo una secuencia de diseños, iniciando desde los levantamientos de datos en campo donde se determinaron las propiedades físicas y en donde se realizaron cálculos agronómicos, geométricos e hidráulicos de los sistemas de riego.

6.1.2 Según el alcance de resultados

El alcance de esta investigación fue llevar a cabo un estudio analítico mediante la recolección de datos de campo. Esto permitió realizar los cálculos necesarios y presentar una propuesta de los diseños de sistemas de riego por aspersión semi móvil y goteo subterráneo

6.2 Localización del área de estudio

6.2.1 Macro localización

El diseño de los sistemas de riego y las muestras de suelo para la investigación se realizaron en el municipio de Posoltega, departamento de Chinandega, al occidente de Nicaragua Finca El Socorro. Ver en anexo, pág. Li; Figura 29

6.2.2 Micro localización

La micro localización de la Finca El socorro con Coordenadas UTM: 499,782.72 m E; 1,386,266.94 m N, Zona 16N y una elevación de 64 metros. Ver en anexo, pág. Lii; Figura 30

6.3 Metodología

6.3.1 Determinación de los datos edafoclimáticos de la zona de estudio

a) Datos climáticos

Para obtener datos meteorológicos como son la temperatura, precipitación y evaporación del área de estudio, se hizo del software NASA Access Viewer, el cual proporciono datos de estudios realizados en la zona. Para conocer información como el déficit hídrico, requerimientos del cultivo, evapotranspiración y coeficiente del cultivo, entre otros datos necesarios con el fin de realizar el diseño agronómico, además, se utilizó el software CROPWAT 8.0, que ayudo a calcular los requerimientos de agua de los cultivos y a crear calendarios de riego optimizados de datos meteorológico de un rango de 10 años, con el fin de obtener mayor precisión al momento de evaluar la climatología del lugar.

- Evapotranspiración de referencia

La evapotranspiración real se entiende como la suma de las cantidades de agua evaporadas a partir del suelo y la transpirada por el cultivo, bajo condiciones atmosféricas y de suelo. Y se calculara de la siguiente manera.

$$\mathrm{Etr} = \mathrm{Kc} \times \mathrm{Eto} \quad \textbf{(1)}$$

Donde:

Etr: Evapotranspiración del real (mm/día)

Kc: Coeficiente del cultivo (Adimensional)

Eto: Evapotranspiración (mm/día)

- Déficit del cultivo

El déficit del cultivo corresponde a la cantidad de agua debe sr suministrada mediante riego para satisfacer los requerimientos hídricos de la plata cuanto la precipitación efectiva no cubre la demanda de agua. Para obtener el déficit se determina inicialmente la evapotranspiración de referencia y el Kc del cultivo en este caso la caña de azúcar.

Para determinar el déficit del cultivo utilizamos la siguiente ecuación:

$$Df: Eto \times Kc \quad \textbf{(2)}$$

Donde:

Df: déficit del cultivo (mm/día)

Eto: Evapotranspiración de referencia. (mm/dio)

Kc: Coeficiente del cultivo (adimensional)

b) Determinación de las propiedades físicas del suelo

Para la determinación de las propiedades físicas del suelo, se realizará un muestreo en el área de estudio a través de la toma de muestras alteradas e inalteradas, para lo cual se utilizarán herramientas para el muestreo como lo son: pala, machete, muestreador de impulsión para densidad aparente, recipiente de 5 galones, bolsas plásticas.

Las muestras recolectadas serán trasladadas al laboratorio de Edafología de la UNI (RUPAP), en donde se aplicarán los procedimientos establecidos para la determinación de cada una de las propiedades físicas del suelo como se describen a continuación:

- Textura de suelo

Para la determinación de la textura de suelo se realizará por el método de laboratorio (método de hidrómetro de Bouyoucos) el cual consiste en que las partículas suspendidas en el agua se asientan diferencialmente dependiendo de la cantidad de superficie por unidad de volumen.

Las muestras del suelo que se analizaran se secaran, y tamizaran en malla de 2mm. A las partículas inferiores a 2 mm se les trata con agua oxigenada. Calentando la mezcla a la plancha para eliminar la materia orgánica. Existe la idea errónea que, al agregar agua oxigenada en frío al suelo, como prueba de campo, se está determinando materia orgánica, sin embargo, esto es posible solo cuando se

calienta. Otra consideración importante radica en el hecho de que comúnmente las partículas mayores a 2 mm de diámetro se eliminan; es decir. No se cuantifican y está medida es útil para la caracterización de la pedregosidad. Una vez eliminada la materia orgánica la muestra es dispersada con algún compuesto químico como el oxalato y el metasilacato de sodio o el calgón (Hexametafosfato de sodio). Este último ha sido considerado como el más efectivo.

Después que los agregados del suelo han sido dispersados se efectúa la separación de las partículas de arena, limo y arcilla. La proporción con la cual las partículas se asientan puede ser calculada usando la ley de Stokes. En el método de Bouyoucos la cantidad de partícula en suspensión es determinada usando el hidrómetro para medir la densidad de la suspensión. Para hacerse las correcciones a las lecturas puede también usarse la siguiente tabla:

Y para obtener los porcentajes se utilizarán las siguientes ecuaciones: Lectura a los 40 segundos, para obtener el porcentaje de limo más arcilla (% Limo + % Arcilla):

$$LC4os = Li \pm Fc \quad \textbf{(4)}$$

$$\%Limo + \%Arcilla = \frac{LC40S - Lb}{peso\ del\ suelo} * 100 \quad \textbf{(3)}$$

Donde:

Lc4os= lectura corregida a los 40 segundos

Li= lectura inicial en le hidrómetro a los 40 segundos

FC= factor de corrección

Lb= lectura en el blanco

Se realizarán lecturas a las 2 horas o 5 horas, para obtener el porcentaje de arcilla (%arcilla)

$$LC2h = L \pm Fc \quad \textbf{(6)}$$

$$\%Limo + \%Arcilla = \frac{LC2h - Lb}{peso\ del\ suelo} * 100 \quad \textbf{(5)}$$

- Calculo para obtener el % de arena

$$\%Arena = 100 - (\%Limo + \%Arcilla) \quad \textbf{(7)}$$

- Calculo para obtener % de limo

$$\%Limo = (\%Limo + \%Arcilla) - (\%Arcilla) \quad \textbf{(8)}$$

➢ Capacidad de campo

Para la determinación de la capacidad de campo se utilizará la siguiente formula establecida por Rawls y Saxto, donde se tomarán en cuenta los resultados de la textura del suelo (por el método de Hidrómetro de Bouyoucos.

$$C.C = 0.48\ Ac\ (\%) + 0.162\ L\ (\%) + 0.023 Ar\ (\%) + 2.62 \quad \textbf{(9)}$$

Donde:

CC: humedad a la capacidad de campo, expresada en % de suelo seco

Ac= contenido de arcilla, expresada en % de suelo seco

L= contenido de limo, expresada en % de suelo seco

Ar: contenido de arena, expresada en % de suelo seco

➢ Punto de marchites permanente

Para la determinación del punto de marchitez permanente se utilizará la siguiente formula establecida por Rawls y Saxto que se expresa de la siguiente manera:

$$PMP = 0.302\ AC\ (\%) + 0.102\ L\ (\%) + 0.0147 Ar\ (\%) \quad \textbf{(10)}$$

Donde:

PM: humedad en el punto de marchites, expresada en % de suelo seco

Ac= contenido de arcilla, expresada en % de suelo seco

L= contenido de limo, expresada en % de suelo seco

Ar: contenido de arena, expresada en % de suelo seco

- Densidad aparente

Se realizará la determinación de la densidad aparente del suelo por el método de del cilindro de volumen conocido, el cual consiste en tomar el volumen fijo del suelo sin perturbar y pesarlo una de vez seco, por calentamiento en el horno a 105° grados centígrados durante 24 horas, para ello se utiliza un cilindro metálico con un volumen conocido. Para determinar la densidad aparente a través la siguiente ecuación:

$$Da = \frac{Mss}{Vol} \quad \textbf{(11)}$$

Donde:

Da= Densidad aparente en (gr/cm3)

Mss= peso seco de la cocina (gr)

Vc= Volumen que ocupa el hoyo

- Densidad Real

Para la determinación de la densidad real del suelo se utilizará el método del picnómetro. Este es un frasco aforado que cierra un tapón provisto de un capilar que permite asegurar un volumen constante en el interior del aparato. El volumen del suelo se mide en función del volumen de agua desplazada.

$$Dr = \frac{d1 \times d3 \times ps}{d3(p1 - pp) - d1(p3 - ps - pp)} \quad \textbf{(12)}$$

- Porosidad Total

Para la determinación de la porosidad total del suelo se tomará en cuenta los valores de la densidad aparente. La fórmula de la porosidad es la siguiente:

$$PT = 1 - (\frac{DA}{DR}) \times 100 \quad \textbf{(13)}$$

Dónde:

Pt: Porosidad total (%).

Da: Densidad aparente (gr/cm^3).

Dr: Densidad real (gr/cm^3)

- ❖ Determinación de la lámina de riego

La determinación de la lámina de riego o necesidades de riego se realizará a través del método de balance de agua, aplicando la siguiente ecuación:

$$Lr = \frac{\%ag * (CC - PMP) * Da * Pr}{100} \quad \textbf{(14)}$$

Donde:

%ag= porcentaje de agotamiento

CC= capacidad de campo

PMP= punto de marchitez permanente

Da= densidad aparente

Pr= profundidad radicular

6.3.2 Diseño del sistema de riego por goteo y aspersión

a) Diseño agronómico de riego por goteo subterráneo

El diseño agronómico fue la fase inicial de un sistema de riego, en el cual se determinaron las necesidades de agua del cultivo, calculando la cantidad y la frecuencia con la que se debe aplicar para optimizar la productividad. Para ello se consideraron factores como el tipo de suelo, clima, fisiología del cultivo y características de instalación. A continuación, se presentan los parámetros o fórmulas que se siguieron para realizar el diseño agronómico:

- Caudal requerido

$$Qr = \frac{\text{Á}\ (HA)\ X\ D\ X\ 10}{J} \quad \textbf{(15)}$$

Donde:

A: área en hectáreas

D: déficit del cultivo

J: jornada de trabajo disponible

- Intensidad de aplicación

$$IA = \frac{Qi\ (lph)}{El\ (m)\ x\ Ei\ (m)} \quad \textbf{(16)}$$

El: Espaciamiento entre lateral

Ei: Espaciamiento entre emisor

Qi: Caudal del emisor

- Caudal x HA

$$Q_{HA} = IA\ x\ 10 \quad \textbf{(17)}$$

Donde:

IA: Intensidad de aplicación

- Caudal total

$$Q_T = Q_{HA} X\ A_R \quad \textbf{(18)}$$

Donde:

QT: caudal total

Ar: Área regada

- Turnos de riego

$$Tr = \frac{Qt}{Qr} \quad \textbf{(19)}$$

Donde:

Qt: caudal total

Qr: Caudal requerido

- Área x turno

$$AT = \frac{At}{NT} \quad \textbf{(20)}$$

Donde

At: área total

NT: Numero de turnos

- Caudal x turno

$$Q_t = Q_{HA}\ x\ A_T \quad \textbf{(21)}$$

Donde:

QHA: Caudal por hectáreas

AT: área de turnos

- Caudal válvula de riego

El caudal que requiera el turno de este dato dependerá la elección de la válvula

- Número de válvula x turno

$$NV = \frac{Q_{Turno}}{Q_{válvula}} \quad \textbf{(22)}$$

Donde:

Qt: caudal por turno

Qv: Caudal de la válvula

- Área de válvula

$$AV = \frac{A_{Turno}}{N^{o}valv} \quad \textbf{(23)}$$

Donde:

At: Área de turnos

Nv: Numero de válvulas

- Ajuste caudal de válvula

$$A_{Qvalv} = A_{válv}\ x\ Q_{HA} \quad \textbf{(24)}$$

Donde:

Av: área de la válvula

QHA: Caudal por hectárea

- Tiempo de riego

$$Tr = \frac{D}{IA} \quad \textbf{(25)}$$

Donde:

D: Déficit del cultivo

IA: Intensidad de aplicación

- Lámina aplicada

$$L_{Pa} = D\acute{E}FICIT\ x\ Fr \quad \textbf{(26)}$$

Donde:

Fr: Frecuencia de riego

- Jornada de riego

$$J = Tr\ x\ Tr \quad \textbf{(27)}$$

Tr: Tiempo de riego

Tr: Tiempo de riego

b) Diseño agronómico del sistema de riego por aspersión semi móvil

Para encontrar la intensidad de aplicación en un sistema de riego de aspersión semi móvil se establecieron algunos parámetros definidos por la ficha técnica el modelo del aspersor, presión de trabajo y tipo de boquilla utilizada.

- Se trabajo con un diámetro de la tubería de los laterales de riego, tubería para riego móvil PVC 4" caudal que resiste 260 GPM
- Se determinaron los cañones trabajando con la siguiente formula

$$CTL = \frac{QRT}{Qi} \quad \textbf{(28)}$$

Donde:

CTL: Cañones trabajando por lateral

QRT: que resiste la tubería

Qi: caudal del emisor

- Determinación de cañones trabajando en toda el área

$$CTA = \frac{QB}{Qi} \quad \textbf{(29)}$$

Donde:

CTA: Cañones trabajando en toda el área

QB: Caudal de bombeo

Qi: Caudal del emisor

- Espaciamiento entre lateral y emisor

Se tomo en cuenta una forma rectangular para determinar el espaciamiento entre laterales y emisores, estableciendo el porcentaje de espaciamiento en función de la velocidad del viento, la cual se evaluó de acuerdo con tablas de velocidades utilizadas para el diseño del sistema de riego por aspersión.

- Intensidad de aplicación

$$IA = \frac{Qi\ (lph)}{El\ (m) x\ Ei\ (m)} \quad \textbf{(30)}$$

IA: Intensidad de aplicación mm/hr

Qi: Caudal del emisor LPH

Ei: Espaciamiento entre emisores

Ei: Espaciamiento entre laterales

- Cambios por día

Los cambios por día se pueden calcular teniendo la frecuencia de riego, sin embrago hay rangos recomendados entre 5.6,7 cambios por día para facilitar el trabajo de los operadores.

- Frecuencia de riego

$$F = \frac{A\ m2}{EL * Ei * CD * \#\ i} \quad \textbf{(31)}$$

F: frecuencia de riego

A: Área en metros cuadrados

Ei: Espaciamiento entre emisores

Ei: Espaciamiento entre laterales

CD: Cambios por día

#i: Números de emisores trabajando

- Lámina aplicada

$$L_{Pa} = D\ x\ Fr \quad \textbf{(32)}$$

D= Déficit mm/día

Fr: Frecuencia de riego

- Tiempo de riego

$$Tr = \frac{L_{Pa}}{IA} \quad \textbf{(33)}$$

Lpa: Lamina aplicado mm/hr

IA: Intensidad de aplicación mm/hr

- Jornada de riego

$$Jr = Tr\ x\ CD \quad \textbf{(34)}$$

Jr: Jornada de riego

Tr: Tiempo de riego

CD: Cambios por día

c) Diseño Geométrico

Se realizo el diseño geométrico tomado en cuenta los datos obtenidos mediante el levantamiento topográfico de las curvas de nivel. Posteriormente, se dividió el área de riego en partes iguales denominados turnos de riego y de esa manera se efectuó la distribución de la tubería conductora, del manifold y de los laterales de riego, obteniendo así las longitudes utilizadas en cada turno. Para ello, se utilizaron herramientas y softwares como Google Earth, Global Mapper y AutoCAD.

d) Diseño Hidráulico

Se realizo el diseño hidráulico en el cual se determinaron los diámetros y las longitudes optimas de las tuberías en los sistemas de riego. Para ello fue importante cumplir con los siguientes criterios: lograr una uniformidad de emisión superior al 90% en las secciones y mantener una velocidad en las tuberías de la red parcelaria

por debajo de 2.0 m/s. Se utilizo el método Hazen-Williams para determinar las pérdidas de presión por fricción del agua en las tuberías.

- Red de distribución

La red de distribución consistió en una red de tuberías ya sea subterráneas o superficiales, cuya finalidad fue entregar el agua necesaria en cada parte del sistema. En este estudio, la red de distribución se diseñó con base el análisis de las curvas de nivel del terreno, así como la dirección de siembra de cultivo, para lograr una eficiente distribución y aplicación del riego.

- Perdidas por fricción Hazen – Williams

Para el cálculo de las pérdidas por fricción se utilizó la ecuación de Hazen Williams:

$$Hf = \left(\frac{10.679}{C^{1.852}} x \frac{L(m)}{D^{4.87}(m)} x Q^{1.852}\left({}^{m^3}/_{seg}\right)\right) \quad \textbf{(35)}$$

Donde:

C: Factor de rugosidad

PVC: 150; Polietileno = 140; Acero nuevo = 130; Aluminio con acoples = 120

L: Longitud de Tubería

Q: Caudal de diseño

D: Diámetro interno de tubería

- Perdidas permisibles

Serán las pérdidas o el valor máximo permitido que deben respetarse en cada uno de los sistemas de riego, las cuales dependen del caudal a transportar, la longitud y diámetro de la tubería. Este valor de pérdida de carga permisible estará en función de la presión nominal de trabajo con la que operan los emisores de riego, 15% para el riego por goteo y 20% para el riego por aspersión.

- Velocidades permisibles

A mayor velocidad de circulación del agua, mayores serán la pérdida de carga, y el nivel de ruido generado en la tubería. Por ello en las instalaciones hidráulicas se recomienda: Velocidad mínima: 0,5 m/s, para evitar sedimentaciones. Velocidad máxima: 2 m/s (tuberías metálicas) y 3,5 m/s (tuberías de termoplásticos y multicapa).

- Perdidas corregidas

En las tuberías con salidas múltiples se presentan perdidas de carga, considerando el número de salidas en la tubería secundaria (manifold). A medida que el agua avanza, el caudal en la tubería se va reduciendo, por tanto, la pérdida de carga por fricción será de menor magnitud que la pérdida de carga en una tubería simple. Este factor de corrección se hará considerando el criterio de Christiansen.

$$Hf\ Corregida\ = Hf * F \quad \textbf{(36)}$$

Dónde:

F: Factor de Christiansen

M: Exponente del gasto en la fórmula usada para calcular las pérdidas por fricción, Hazen-Williams (m = 1.9 PVC)

N: Número de salidas en toda la longitud de la tubería.

- Carga total dinámica

Se realizo el cálculo de la carga total dinámica para la selección de la bomba adecuada que requiere el sistema de bombeo, ya que indica la energía total que la bomba necesita para mover un fluido contra todas las resistencias del sistema.

$$CTD = ND + Hf + Pd + \Delta z \quad \textbf{(37)}$$

Donde:

ND: Nivel dinámico (pie)

Hf: Pérdidas por fricción totales (Pie)

Pd: Presión en la descarga (pie)

ΔZ: Desnivel desde el punto de descarga al punto final del sistema (Pie)

- Potencia del equipo de bombeo

Se realizado el cálculo de la potencia del equipo de bombeo con el propósito de efectuar una adecuada selección de la bomba, garantizando un funcionamiento eficiente y óptimo para transportar el caudal requerido a la presión necesaria que sería utilizada en el sistema de riego

$$Php = \frac{Q \times CTD}{3960 \times n} \quad \textbf{(38)}$$

Donde:

Phb: Potencia de la bomba (HP)

Q: Caudal disponible (gpm)

CTD: Carga total dinámica (pie)

n: Eficiencia

6.4 Costos de inversión de los sistemas de riego

Para el análisis del costo de inversión de los sistemas de riego evaluados, inicialmente se elaboraron los planos hidráulicos correspondientes al sistema de aspersión semi móvil y al sistema de riego por goteo subterráneo. Con estos diseños podemos definir la configuración de cada alternativa y establecer los elementos necesarios para su funcionamiento, sirviendo como base para la cuantificación de materiales.

Posteriormente, se realizó el levantamiento de las cantidades de obra mediante la elaboración de una lista de materiales a partir de los planos hidráulicos desarrollados. En esta etapa se identificaron y cuantificaron todos los componentes requeridos para la instalación de cada sistema tales como tubería, válvulas, filtros, emisores y demás elementos hidráulicos contemplados en el diseño.

Una vez obtenidas las cantidades de materiales, se procedió a solicitar cotizaciones a proveedores con el objetivo de obtener los precios unitarios de cada componente. La información recopilada permito elaborar los presupuestos correspondientes para cada sistema de riego, considerando los costos asociados a todos los materiales requeridos para su implementación. Como parte de la estimación económica, también se incluyó el presupuesto de las sartas de descargas necesarios para la operación de cada sistema.

Con los presupuestos obtenidos para cada alternativa, se calculó el costo de inversión por manzana mediante la relación entre le costó total del sistema y el área de cobertura expresada en manzanas. Con el fin de generar la información necesaria para realizar posteriormente la comparación económica entre los sistemas de aspersión semi móvil y goteo subterráneo.

VII Análisis e interpretación de resultados

7.1 Datos obtenidos de la visita de campo

Durante la visita de campo realizada en la finca El socorro se efectuó el levantamiento de información básica del área de estudio, recopilando datos necesarios para el desarrollo del proyecto de diseño hidráulico. Asimismo, se obtuvo información fundamental para el análisis y dimensionamiento del sistema de riego.

Entre los datos relevantes recopilados se encuentran el caudal de explotación del equipo de bombeo, la profundidad de los pozos, características operativas del sistema y un informe técnico que contiene las especificaciones de la bomba instalada. Esta información permitió conocer las condiciones reales del funcionamiento de las infraestructuras existentes. Ver en anexo, pág XXiX;, **Figura *2***, **Figura *3***, **Figura *4***, **Figura *5*** y **Figura *6***

7.2 Determinación de los datos edafoclimáticos de la zona

Se determinaron los principales parámetros climáticos considerados para el diseño de los sistemas de riego, tales como la velocidad del viento, la infiltración según el tipo de suelo y la evapotranspiración de referencia. Estos parámetros permiten establecer criterios técnicos para el dimensionamiento hidráulicos y la eficiencia de aplicación de agua.

7.2.1 Datos climáticos

a) Velocidad del viento

La velocidad del viento en la zona de estudio fue analizada a partir de los datos históricos correspondientes al periodo 2014-2024, obtenidos para las Coordenadas UTM: 499,973.93 m E y 1,387,085.25 m N, Zona 16N. Los valores expresados en metros sobre segundo (m/s), calculándose posteriormente los promedios mensuales para evaluar el comportamiento del viento durante el año.

Los resultados se muestran que la velocidad media mensual del viento oscilo entre 1.79 m/s y 2.91 m/s. El mes con mayor velocidad promedio fue marzo con 2.91 m/s, seguido de abril con 2.81 m/s y diciembre 2.76 m/s. por otro lado, octubre presento

la menor velocidad promedio con 1.79 m/s, seguido de febrero con 1.85 m/s y septiembre con 1.87 m/s.

Estos resultados evidencian que, durante la época seca, especialmente entre marzo y abril, las velocidades del viento tienden a incrementar considerablemente, mientras que durante época lluviosa los valores disminuyen. Este comportamiento es característico de las zonas del occidente de nicaragua, donde los vientos son más intensos durante los meses secos debido a las variaciones de presión atmosférica y temperatura. Ver en anexo, pág. i; **Tabla *2***

b) Cálculo de Evapotranspiración de referencia (Eto)

Para calcular la Evapotranspiración de referencia (Eto), inicialmente se efectuó la recopilación de datos climáticos correspondientes a 10 años. Esta información fue obtenida mediante el uso del software Data Access View, del cual se extrajeron registros de temperatura máxima y mínima, humedad, velocidad del viento e insolación de la zona de estudio. Ver en anexo, pág. i; **Tabla *3***, **Tabla *4*** y **Tabla *5***. Una vez recopilados los datos meteorológicos, estos fueron organizados e ingresados en el programa CROPWAT donde se obtuvo el resultado de 5.27 mm/día. Ver en anexo, pág. xxxiv; **Figura *7***, con el propósito de procesarlos y determinar el valor de la (Eto), esto nos permitió obtener la demanda hídrica de referencia.

c) Evapotranspiración del cultivo (ETC)

Mediante el uso del programa CROPWAT se determinó el Coeficiente del cultivo (Kc), obteniéndose un valor de 1.25. Ver en anexo, pág. xxxiv; **Figura *8*** durante la etapa de desarrollo medio del cultivo, fase en la cual la caña de azúcar presenta su mayor demanda hídrica debido al incremento de la actividad fisiológica y máximo desarrollo.

Posteriormente, calcular la evapotranspiración del cultivo (Etc.), se empleó la ecuación que relaciona la evapotranspiración de referencia (Eto) obtenida de CROPWAT y después de haber obtenido el coeficiente del cultivo (Kc). A partir de este procedimiento se obtuvo un valor de 6.58 mm/día con la **Ecuación *(2***), el cual

representa el déficit, la cantidad de agua que el cultivo requiere diariamente para mantener un crecimiento y desarrollo adecuado bajo las condiciones climáticas de la zona.

Este resultado reflejó la demanda hídrica necesaria para compensar las pérdidas ocasionadas por los procesos de evaporación del suelo y transpiración de la planta. Asimismo, la determinación de la (Etc.) constituye un parámetro fundamental para el diseño y manejo eficiente del sistema de riego, ya que permitió establecer laminas y frecuencias de riego acorde a las necesidades del cultivo.

7.2.2 Determinación de las propiedades físicas del suelo

En anexo, pág. iii; **Tabla *6*** muestra los resultados obtenidos de las propiedades físicas evaluadas en el laboratorio de la universidad nacional de ingeniería, incluyendo los parámetros de retención de humedad, densidad y textura. Estos indicadores permiten conocer el comportamiento físico del suelo y determinar su capacidad para el desarrollo del cultivo.

a) Capacidad de campo (CC)

Se registro un valor de 32.72% evaluándolo como un valor medio, esto indica un suelo de textura media (franco arenoso arcilloso) con infiltración moderada y buena capacidad de retención de humedad, cercano al rango de los suelos ligeros, pero sin llegar a clasificarse dentro de ellos, esta propiedad se considera con las condiciones adecuadas favoreciendo la lámina de riego al ser aplicada.

b) Punto de marchites permanente (PMP)

Se obtuvo un valor de 17.69% refleja que el suelo posee una capacidad moderada de retención de agua no disponible es decir que se encuentra retenida por diferentes fuerzas y que a las plantas se les dificulta su aprovechamiento, característica común en suelos franco arcillosos arenosos.

c) Densidad aparente (Da)

Se ha estimado un valor de 1.7 (gr/cm3) sugiere que el suelo franco arcilloso arenoso presenta cierta compactación o predominio de partículas minerales, lo cual

puede influir en la circulación del agua, aireación y desarrollo radicular, siendo recomendable considerar prácticas de manejo que mejoren la estructura del suelo.

- ❖ Textura del suelo

Se determino una textura de suelo franco arenoso arcilloso, considerándolo adecuado para el cultivo debido a que este presenta un equilibrio entre la retención de humedad, aireación y drenaje favoreciendo el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes en el cultivo. Con los porcentajes obtenidos de determino con la gráfica de textura de suelo. Ver en anexo, pág. xxxv; **Figura *9***

d) Velocidad de infiltración

Al realizar la intersección de los porcentajes correspondientes a 54% de arena, 21% de limo y 25% de arcilla dentro del triángulo textural tal como se muestra en la figura 4 se determinó que el suelo pertenece a la clase textural Franco Arcillo Arenoso. La clasificación indica un suelo con una proporción considerable de arena, acompañada de contenidos moderados de arcilla y limo, esto influye directamente en sus propiedades físicas e hidráulicas.

De acuerdo con la curva de estimación en el gráfico, este tipo de suelo representa una velocidad de infiltración aproximada de 16 mm/h, cuyo valor se encuentra dentro de una categoría considerada como buena. Esto significa que el suelo posee una adecuada capacidad para permitir el movimiento del agua a través de sus poros, favoreciendo tanto la infiltración como el drenaje interno. Ver en anexo, pág. xxxv; **Figura *9***

7.3 Levantamiento del área de estudio

El levantamiento del área de estudio se realizó mediante el uso de GPS Garmin con el propósito de delimitar y obtener las dimensiones del terreno destinado para la implementación de los sistemas de riego, donde registramos coordenadas geográficas Ver en anexo, pág. xxvi; **Figura *10***. Posteriormente, la información recolectada fue procesada con el programa GOOGLE EARTH para poder delimitar el área, con el fin de generar una poligonal Ver en anexo, pág. xxvi; **Figura *11***

7.4 Diseño del sistema de riego por Goteo subterráneo.

7.4.1 Selección de cinta de goteo

La elección de la cinta de riego se realizó tomando en consideración las características físicas del suelo, debido a que la textura y la velocidad de infiltración son factores determinantes para definir el espaciamiento adecuado entre emisores. En los sistemas de riego por goteo, la separación entre goteros debe garantizar una distribución uniforme de la humedad en el bulbo húmedo. Ver en anexo, pág. 11; **Figura *1***, evitando tanto perdidas por percolación profunda como zonas secas en el área radicular del cultivo. Para este diseño, el suelo identificado corresponde a una textura franco arcillo arenosa, la cual presenta una velocidad de infiltración intermedia y una adecuada capacidad de retención de humedad.

Se seleccionó la cinta Ver en anexo, pág. xxxviii; **Figura *12*** la cual posee un espaciamiento entre goteros de 33 centímetros, caudal nominal de 1.2 L/h por emisor con una presión operativa de 1 bar Ver en anexo, pág. xxxviii; **Figura *13***, al ser riego por goteo subterráneo optamos por un espesor de pared de 15 milésimas lo cual ayuda a que la cinta sea más resistente y un diámetro interno de 16.1 milímetros. La selección de estas características permitió asegurar una aplicación de agua acorde con las necesidades hídricas del cultivo y con las propiedades hidráulicas del suelo, el espaciamiento de 33 centímetros favorece a la superposición de bulbos húmedos, logrando una mejor uniformidad de riego a lo largo del lateral.

7.4.2 Datos de la finca El Socorro para diseño de riego por goteo

Los parámetros presentados Ver en anexo, pág. iii; **Tabla *7*** corresponden a los resultados obtenidos a partir de los procedimientos de cálculo y análisis desarrollados en las etapas anteriores del estudio. El área de diseño se considera de 76.5 ha al tener 2 pozos representa el área de diseño para cada 1 de los 2 pozos. La división se realizó debido a que el proyecto contempla el abastecimiento mediante dos pozos, donde cada uno suministra agua de manera independiente. Por otra parte, el marco de siembra se estableció una longitud entre laterales de

2.4m y una cinta con espaciamiento entre emisores de 0,33 m, un caudal por gotero de 1.2 l/h. estos parámetros definen las condiciones de funcionamiento del sistema y sirve como base para los siguientes procedimientos.

7.4.3 Diseño Agronómico

El diseño agronómico es el pilar fundamental que define las necesidades reales de agua y la frecuencia con la que debe regarse el cultivo, traduciendo los requerimientos de la planta y el suelo en datos técnicos esenciales, toda la información sacada del diseño agronómico sirve como punto de partida para el diseño geométrico el cual se encargará de subdividir el terreno en áreas iguales.

Para elaborar el diseño agronómico del sistema de riego por goteo se emplearon los datos Ver en anexo, pág. iv; **Tabla *8*** los cuales contienen información relacionada con las propiedades del suelo, área disponible, jornada de trabajo, requerimientos hídricos, información de la cinta de goteo y caudal disponible. El déficit de agua del cultivo había sido determinado previamente mediante la **Ecuación *(2***), posteriormente se calculó la intensidad de aplicación del sistema utilizando la **Ecuación *(30*)**, obteniéndose un valor de 1.52 mm/h, con este resultado se determinó el caudal por hectárea, el cual representa el volumen de agua necesario para abastecer una hectárea.

Una vez conocido el caudal por hectárea, se realizó el cálculo del caudal total necesario para abastecer toda el área de estudio. Seguidamente mediante la **Ecuación (19)** se definió el número de turnos de riego, obteniéndose un total de 5 turnos, posteriormente se determinó el área de cada turno de riego utilizando la **Ecuación *(20*)** dando como resultado 15.30 ha por turno, el caudal de cada turno se calculó mediante la **Ecuación (21**), obteniendo un valor de 1020 gpm, este caudal es fundamental para el dimensionamiento de tuberías de conducción, sarta de descarga y equipos de bombeo.

El tiempo de riego se obtuvo utilizando la **Ecuación (25),** dando como resultado 4.34 horas por turno, es un tiempo relativamente alto y se debe a que la intensidad de aplicación del sistema es baja, debido a las propiedades de la cinta de goteo. De

acuerdo con los datos obtenidos mediante la **Ecuación *(27)***, la jornada de riego es de 21.7 horas, tiempo en el cual se regarán 5 turnos de riego por cada pozo, se utilizaron válvulas de 3” de diámetro, las cuales poseen una capacidad máxima de 200 Gpm.

El número de válvulas requeridas por turno de riego se determinó mediante la **Ecuación (22)**, obteniéndose un resultado de 5.10 válvulas, por razones operativas se decidió utilizar 6 válvulas por turno, evitando así que el caudal exceda el límite hidráulico de las mismas y que el manifold sea demasiado largo evitando de la misma manera mayores pérdidas por fricción. Posterior el área correspondiente a cada válvula se determinó mediante la **Ecuación (23)**, dando como resultado 30 válvulas por cada pozo.

Considerando una frecuencia de riego de 5.95 mm/d y una lámina aplicada de 39.15 mm, calculada mediante la **Ecuación (24)**, se determinó la cantidad total de agua aplicada durante cada jornada de riego. Este valor representa la lámina necesaria para suplir los requerimientos hídricos del cultivo y mantener niveles de humedad adecuados en el suelo.

7.4.4 Diseño Geométrico

Para la realización del diseño geométrico del sistema de riego por goteo subterráneo se tomó como criterio la longitud de los laterales de riego, estableciéndose así una longitud de 120 metros. Esta distancia fue determinada acorde a la **Ecuación (35)** , debido a que, desde el punto de vista hidráulico, permite mantener las pérdidas por fricción dentro de los valores aceptables, garantizando así una distribución de agua uniforme.

- Topografía del lugar

Durante el proceso de diseño se tomó en consideración las condiciones físicas existentes en el terreno, esto incluyendo áreas ocupadas por árboles y causes naturales, para determinar los puntos con mayor y menor elevación del lugar se utilizaron los programas de Google Earth, Global Mapper y AutoCAD, estas herramientas permitieron generar una representación precisa del área de estudio.

- Orientación de Siembra

La orientación de siembra se definió mediante un análisis de las curvas de nivel obtenidas, con base en este análisis, se decidió orientar los laterales de riego en dirección Este-Oeste, ya que esta orientación contribuye a reducir los procesos erosivos, y escorrentía superficial, además al orientar la siembra contra pendiente, la pendiente de los laterales en varios casos fue de máximo un metro, nula y a favor.

a) Diseño de finca

Fue necesaria la realización de un nuevo diseño de finca, tomando en cuenta los criterios de pendientes, áreas de pozo, turnos y válvulas, esto con el objetivo de facilitar la operatividad del diseño, respecto a la activación de válvulas de riego, lavado de tubería y paso de maquinaria, teniendo así caminos principales de 12 metros, secundarios de 6 metros, terciarios de 4 metros y cruceros de 3 metros a la orilla del área o en zonas de árboles. Como se muestra en plano (2/9)

b) División de pozos y turnos de riego

Los resultados obtenidos en el diseño agronómico permitieron establecer la cantidad de turnos de riego y además del área de cada turno y válvula, el área general se dividió en 2 partes iguales ya que fueron necesarios 2 pozos para abastecerla, como se muestra en el plano (3/9) dando como resultado 5 turnos por cada uno de ellos y 6 válvulas por cada turno de riego se recomienda que estas tengan la misma área o la mayoría, para la división de los turnos de riego como se ve en el plano(4/9), está como norma que la diferencia de caudal entre el turno mayor y el menor no puede ser mayor al 10%, en nuestro caso fue de 9.26%.

c) Ubicación de tuberías y válvulas

Con el Objetivo de optimizar la operatividad y reducir costos en tubería, se adoptó un diseño en el que 2 válvulas pueden ser operadas desde el mismo camino mediante caballetes simples, separándose únicamente por los caminos secundarios. Esta disposición permitió que la tubería conductora se ubique sobre los caminos secundarios, válvula de por medio, dejando así los caminos terciarios únicamente para la tubería de lavado de sistema.

Se utilizaron válvulas hidráulicas de 2”, 2” S y 3” como parámetro de diseño válvulas de 3” ya que se requerían áreas con caudales no mayores a 200 gpm, el caudal de cada área donde nos permite saber el diámetro de válvula a utilizar a través del caudal existente, esto debido a que no es un área completamente cuadrada y en zonas esquineras el caudal tiende a aumentar o disminuir.

7.4.5 Diseño Hidráulico por Goteo subterráneo

a) Determinación de perdidas en lateral de riego

Al realizar el diseño con una cinta de riego que opera a 1 bar de presión y 1.2 lts/h el porcentaje de perdidas permitido en riego por goteo es del 15%, mediante la variación de caudal, se obtuvo un valor permisible del 20% lo que equivale a una perdida máxima de 2 mca entre lateral y manifold, para determinar las perdidas en el lateral de riego se utilizó la **Ecuación (35**), obteniéndose como resultado 1.47 mca utilizando el factor de corrección de Christiansen Ver en anexo, pág. iv; **Tabla *9***, dando como resultado un largo de lateral de 120 metros aceptables hidráulicamente, siendo este el primer paso a plasmar en el diseño geométrico.

- Determinación de perdidas en Manifold

Para el cálculo de perdidas en manifold, primeramente, se determinó el área de cada una de las válvulas, al estar la válvula en la parte media, tenemos un manifold de 2 brazos, en los cuales se es permitido perder 0.53 mca ya que anteriormente en el lateral se perdieron 1.47 mca y el máximo de perdidas es de 2 mca.

Se utilizó la **Ecuación (35)** para determinar las perdidas en cada brazo, se utilizaron tuberías de 1 ½”, 2” y 3”, acorde al caudal de cada válvula y caudal permisible que soporta cada tubería. En las válvulas promedio se utilizaron 50 metros en tubería de 3” y 50.49 metros en tubería de 2”, se usaron 2 diámetros de tubería por brazo, el objetivo de teles copiar es aumentar la velocidad en algunos sectores y disminuir el uso de tuberías sobre dimensionadas para la labor, obteniéndose como resultado una perdida promedio de 0.52 mca y cumpliendo con la perdida permisible. Ver en anexo, pág. v; **Tabla *10***

- Determinación de pérdidas en la tubería de conducción

Mediante la **Ecuación (35)** se determinaron las pérdidas de carga en la tubería de conducción. Para este análisis se consideró el pozo 1 y el turno 4, debido a que representa la condición más crítica en el sistema, presentando un desnivel de 9 metros entre la ubicación del pozo y la válvula situada sobre la curva de nivel de mayor elevación. Dando como resultado una pérdida total de 11.9 mca a lo largo de la línea de conducción cálculos detallados Ver en anexo, pág. xiii; **Tabla *14***, para el diseño se emplearon tuberías de 10",8", 6" y 4". Como se muestra en el plano (5/9)

- Cálculo de las pérdidas de la sarta de descarga

Los resultados obtenidos Ver en anexo, pág. xvii; **Tabla *24*** en donde la sarta de descarga presenta pérdidas de carga totales de 12.37 psi, las cuales fueron determinadas a partir de las especificaciones técnicas proporcionadas por los fabricantes de cada componente hidráulico instalado en el sistema. Entre los elementos que generan mayores pérdidas se encuentran el hidrociclón Yamit Serie F700 (4.11 psi) Ver en anexo, pág. Xl ;**Figura *16***, los accesorios de la línea (3.12 psi) y las pérdidas en succión (2.74 psi), mientras que componentes como el filtro de malla Ver en anexo, pág. xxxix; **Figura *14***, la válvula check Ver en anexo, pág. xxxix; **Figura *15***, la válvula mariposa Ver en anexo, pág. Xli ; **Figura *18*** y el caudalímetro Ver en anexo, pág. Xl; **Figura *17***aportan pérdidas menores de forma individual. Sin embargo, la suma de todas estas resistencias hidráulicas incrementa la energía requerida para el transporte del agua desde el pozo hasta la red de distribución. Por lo tanto, estas pérdidas deben incorporarse al cálculo de la Carga Total Dinámica (CTD), ya que influyen directamente en la altura de bombeo requerida y en la correcta selección del equipo de bombeo, garantizando que el sistema opere de manera eficiente y mantenga el caudal de diseño establecido.

b) Determinación de CTD

Para calcular la Carga Total Dinámica (CTD) se efectuó la suma de todas las pérdidas de presión presenten en el sistema. Para el pozo 1 se obtuvo una pérdida de carga de 62.45 psi correspondiente al turno critico de mayor longitud y con mayor diferencia de elevación y 49 psi respecto al pozo 2. Este valor representa las pérdidas acumuladas a lo largo de toda la red hidráulica y permite verificar que el agua llegará con la presión requerida hasta el emisor o gotero ubicado en el punto más lejano del sistema, garantizando así un funcionamiento adecuado.

- **Selección de equipo de bombeo y potencia de la bomba**

Para la selección del equipo de bombeo, inicialmente se calcularon las pérdidas de carga en la tubería del pozo mediante la, **Ecuación (35**), posteriormente se realizó la sumatoria de todas pérdidas del sistema, incluyendo perdidas por fricción en la columna de agua y la presión requerida de descarga, para garantizar el adecuado funcionamiento del sistema de riego.

Con base a estos resultados, se seleccionó la bomba presentada Ver en anexo, pág. xlii; **Figura *19*** la cual satisface el caudal requerido. Los cálculos realizados indicaron que para la bomba 1, se requirieron 4 tazones, un primer paso, un paso adicional y dos tazones, mientras que para la bomba 2 se requirió un primer paso, un paso adicional y un tazón, necesarios para cumplir con la demanda del sistema.

Luego se determinaron las potencias necesarias para cada equipo de bombeo, en el caso de la bomba 1, se obtuvo una potencia hidráulica de 66 hp, potencia de la bomba de 77.34 hp y potencia del motor de 81.07 hp, utilizando el motor Ver en anexo, pág. xliii; **Figura *20*** para la bomba 2, los cálculos dieron como resultado, potencia hidráulica de 66 hp, potencia de la bomba de 66.61 hp y potencia de motor de 70.11 hp, utilizando el motor Ver en anexo, pág. xliv; **Figura *21*** esto nos garantiza de que tanto la bomba como el motor tienen la potencia necesaria para satisfacer los requerimientos hidráulicos del sistema con una buena eficiencia Ver en anexo, pág. xvii; **Tabla *25*** las potencias del pozo1 y Ver en anexo, pág.xvii; **Tabla *26*** para las potencias del pozo 2.

7.5 Diseño de sistema de riego por aspersión semimóvil

7.5.1 Selección de aspersor

Para la optimización del sistema de riego, se ha seleccionado un aspersor de tipo cañón modelo Dúplex de 2”, cuyas especificaciones técnicas que adaptan a los requerimientos operativos del sistema. Ver en anexo, pág. xlix; **Figura *25*** las especificaciones del cañón con un diámetro de alcance de 58 metros y caudal de 74 gpm.

7.5.2 Resultado del diseño agronómico

Los resultados del diseño agronómico del sistema de riego por aspersión semimóvil indican que la selección de aspersores tipo cañón Dúplex de 2" permite satisfacer adecuadamente los requerimientos hídricos del cultivo en el área de estudio. El sistema fue configurado con un total de 15 cañones operando simultáneamente, distribuidos en cinco laterales con tres aspersores por lateral. Asimismo, la capacidad de conducción de la tubería principal de 4", equivalente a 260 gpm, garantiza el suministro del caudal requerido para el funcionamiento eficiente del sistema sin comprometer las condiciones hidráulicas de operación.

El espaciamiento adoptado de 30 m entre emisores y 36 m entre laterales permitió obtener una cobertura uniforme sobre la superficie regada, aprovechando el diámetro de alcance de 58 m de cada aspersor. Esta distribución favorece un adecuado traslape de los patrones de riego, contribuyendo a mejorar la uniformidad de aplicación del agua y reduciendo zonas con déficit o exceso de humedad dentro del área cultivada.

Por otra parte, la intensidad de aplicación calculada fue de 15.56 mm/h, valor que se encuentra por debajo de la velocidad de infiltración básica del suelo determinada para la finca. Esta condición es favorable desde el punto de vista agronómico, ya que disminuye el riesgo de escorrentía superficial y permite que el agua aplicada infiltre adecuadamente en el perfil del suelo, incrementando la eficiencia del riego y reduciendo pérdidas de agua.

La lámina de riego obtenida fue de 46.23 mm con una frecuencia de aplicación de siete días, lo que permite reponer de manera efectiva el agua consumida por el cultivo durante dicho período. Además, se estableció un tiempo de riego de tres horas por posición y una jornada total de operación de 21 horas diarias, realizando siete cambios de posición por día. Ver en anexo, pág. xxii; **Tabla *37***

a) Diámetro de la tubería para el lateral de riego.

Para la elección del diámetro de la tubería se debe de tomar en cuenta el caudal que resisten estas tuberías, para que pueda operar correctamente al mismo tiempo se toma en cuenta la parte operativa, en donde tenemos como límite para un lateral de riego móvil no ser más de 4” por el movimiento que tienen estos a la hora de aplicar las jornadas de riego, seleccionando una tunería de 4” para nuestro sistema que tiene la capacidad para trabajar con un caudal de 260 gpm.

b) Cañones por lateral

Para saber cuántos cañones podemos trabajar simultáneamente en un lateral de 4” nos apoyamos de la **Ecuación *(28)*,** tenemos la disposición de 3 cañones por cada línea de lateral.

c) Total, de cañones trabajando

Tenesmos la capacidad de trabajar con 15 cañones en toda el área para nuestro sistema obtenido del resultado de la **Ecuación *(29)*.**

d) Espaciamiento entre laterales

El espaciamiento entre laterales consiste que no quede área sin regar es por eso por lo que aplicamos los porcentajes, por criterios de diseño y que la intensidad de aplicación no se mayor que la velocidad de infiltración se consideró que se le saco el 51% del diámetro de mojado del aspersor quedando un marco de 36 metros entre laterales.

e) Espaciamiento entre emisores

El espaciamiento entre emisores de igual forma se toma en cuenta la velocidad de viento que no afecte nuestra área mojada, sacando un porcentaje 62% por criterio de diseño tratando de adaptarnos a los porcentajes

f) Intensidad de aplicación

La intensidad de aplicación de 15,56 mm/h resultado de la **Ecuación *(30*),** es la tasa que el sistema vierte el agua sobre la superficie. Este valor está por debajo de la velocidad de infiltración de 16 mm/hr Ver en anexo, pág. xxxvi; **Figura *9***, para prevenir problemas de escorrentías superficiales o erosión del suelo.

g) Cambios por día

Los cambios por días se refieren a las cuantas posiciones van a hacer los 3 cañones que están trabajando por día, metiendo la parte operativa es recomendable trabajar de 5, 6 y 7 cambios por día, dependiendo lo que necesite nuestro sistema quedándonos con el valor de 7 cambios por días para nuestros cañones.

h) Frecuencia de riego

Según la **Ecuación (31)** la frecuencia de riego será cada 7 días después de haber aplicado la lámina que sustentara esos 7 días que no se va aplicara agua.

i) Lamina aplicada

La lamina aplicada es de 46.23 mm/día resultado de la **Ecuación *(32*)** volumen es calculado para sustentar los 7 días que no se aplicará agua sobre la superficie.

j) Tiempo de riego

El resultado de la **Ecuación *(33*)** representa la duración exacta o el periodo del tiempo continuo durante el cual los cañones de aspersión deben permanecer operando por 3 horas, aplicando la lámina que requiere para una frecuencia de riego de 7 días sin que el suelo sea saturado a la hora de la aplicación.

k) Jornada de trabajo

Representa el total de tiempo acumulado durante un día en el que el sistema de riego se encontrará trabajando según la **Ecuación *(34)*** 21 horas de trabajo en un día.

7.5.3 Perdidas del lateral de riego.

Para garantizar la uniformidad en la aplicación del agua y evitar variaciones drásticas en el caudal de los emisores, el diseño hidráulico nos establece que las pérdidas de carga por fricción a lo largo de la tubería del lateral no deben superar el 20% de la presión operativa de 30 mca, el rango que no debemos pasar según el criterio es 6 mca, las perdidas no deben ser mayor a este número, en nuestro diseño tenemos que el lateral tendrá una distancia de 255 m con emisores cada 30 m y trabajando 3 simultáneamente aplicando la **Ecuación *(35)*** de HAZEN WILLIANS obtuvimos un resultado de 3.86 mca estando por dejado del 20% de la presión operativa Ver en anexo, pág. xxii; **Tabla *38***

Para la determinación de las pérdidas de carga en el lateral se procedió a dividir la tubería en tramos, considerando la disminución progresiva del caudal a medida que el agua es descargada por los emisores. El lateral posee una longitud de 255 m. El primer tramo comprendido entre los puntos A y B, presenta una longitud de 195 m. en este segmento circula el caudal total requerido de los tres emisores, por lo que para el cálculo de la perdida de descarga nos da 3.53 mca, siendo el tramo con mayor perdida.

El segundo tramo ubicado entre los puntos B y C tiene una longitud de 30 m. Debido a que el punto se produce la descarga del emisor, el caudal transportado en este tramo corresponde únicamente al requerido por los dos emisores restantes. En consecuencia, se obtuvo una perdida en la descarga de 0,25 mca-

Finalmente, el tercer tramo, comprendido entre los puntos C y D, posee una longitud de 30 m. En este segmento solo circula el caudal necesario para satisfacer el ultimo emisor dando como resultado 0.07 mca perdidas esto se debe al bajo caudal y corta

distancia, Posteriormente estas pérdidas fueron sumas resultando un valor de 3.86 mca que se encuentra abajo del límite máximo permisible.

7.5.4 Diseño geométrico

El diseño geométrico consistió en la planificación de la distribución estratégica de los componentes dentro el terreno en este caso la tubería y caminos para la entrada y salida de la maquinaria agrícolas

Algunos aspectos claves que se tomaron en cuenta a la hora de diseñar fueron los siguientes:

a) Trazado de la red de las tuberías: definimos la ubicación exacta y el recorrido de las tuberías principales donde se colocaron por beneficios hidráulicos.

b) La interconexión de pozos que consiste en la integración hidráulica de los dos pozos, es decir que caso de que le pozo A me deje de funcionar el pozo B tenga la capacidad de abastecer toda el área, sin embargo, si los dos están en buenos estados deberán trabajar independientes cada uno con su área diseñada.

c) Compatibilidad con la maquinaria agrícolas y caminos: la distribución de la tubería fue diseñada en base a las vías de acceso y los caminos del terreno para que el diseño del riego no interfiera la estructura enterada o superficial de la tubería

Nuestro diseño geométrico busco el equilibrio entre las redes hidráulicas y una distribución en el campo que permita trabajar la tierra con maquinaria de forma cómoda y segura

7.5.5 Diseño hidráulico por aspersión semi móvil

CTD pozo 1 área 2

El sistema de conducción luego de haber determinado con el diseño geométrico por donde pasará la tubería principal, procedemos a dimensionar a conveniencia en que las perdidas no sean tan elevadas y tengamos una carga total dinámica no muy elevada, de igual forma como el caudal se va repartiendo en todo el sistema poniendo en práctica el teles copiado que consiste en poner tubería de 10”, 8”, 6” y

4” en la línea de la tubería conductora debido a los caudales que se van dejando por laterales de riego.

En los resultados obtenidos en la línea de conducción comprendida entre el pozo 1 y el punto crítico E tomado en cuenta por la distancia y el desnivel de 2 m. El primer tramo de la línea de conducción del pozo 1 hasta punto B, se aplicó la **Ecuación (35)** con sus datos de longitud, caudal y diámetro de tubería dando como resultado 5.8 mca de perdidas sobre ese tramo, de igual forma se aplicó la misma metodología para los demás tramos dando como resultado 17. 6 mca la suma de todas las perdidas tomado en cuenta este valor para la suma de la carga total dinámica del sistema.

Se estableció como criterio que la velocidad del agua en la tubería no sea mayor de 2 m/s, Con el fin de evitar cargas de perdidas excesivas los resultados obtenidos muestras velocidades de 0.82 y 1,5 valores que se encuentran dentro del rango recomendado.

Para toda el área se hizo la valoración de las demás redes distribuidas en área de riego, para poder dimensionar la tubería adecuadamente Ver en anexo, pág. xxxiii; **Tabla *39***

a. Carga total del sistema para el pozo 1

Los resultados presentados en la **Tabla *40*** ver pág.xxiv Indican la carga total del sistema de 59.86 mca, este valor la carga del sisma luego de haber evaluado el punto crítico del área total. La mayor contribución de la carga del sistema corresponde a la presión requerida en los emisores, con un valor de 30 m, lo que representa aproximadamente el 50% de la carga total del sistema.

Las pérdidas generadas en los otros componentes hidráulicos también tienen una incidencia importante en la carga total del sistema, en este caso las perdidas en la red se distribuyen en lateral de riego 3.86m, la conducción en su punto crítico dando un resultado de 17.61 m, perdidas en la sarta de descarga de 2,8 Ver en anexo, pág. L; **Figura *26***, **Figura *27***

Para la selección del equipo de bombeo se realizó considerando la carga total dinámica del sistema 59.86 mca, se incorporan las pérdidas de la carga generadas en el pozo de 0.7911 m y el nivel dinámico del pozo de 26.52 m, parámetros fundamentales para representar las condiciones reales de la extracción de agua durante la operación del sistema.

Como criterio de diseño, también se consideró un factor de seguridad de 3.51 m, con el fin de compensar posibles variaciones en las condiciones en las condiciones de funcionamiento y desgate natural de los componentes del sistema. La suma de la carga total dinámica requerida es de 90.68 mca, dato importante para la elección del equipo de bombeo con un caudal de 249.66 metros cúbicos por hora. Ver en anexo, pág. xxiv; **Tabla *41***

b. Selección de la Bomba

Luego que obtuvimos el valor de la carga que debe superar el equipo de bombeo dando como resultado 4 tazones o impulsores para poder tener la presión requerida para que el sistema pueda operar, Ver en anexo, pág. xxiv; **Tabla *42*** se muestran los resultados de la altura que puede superar cada tazón en este caso 23.8 metros por cada tazón con una eficiencia de 86% Ver en anexo, pág. li; **Figura *28*** se muestra la gráfica de las eficiencia y la carga que puede elevar según el caudal requerido de nuestro sistema utilizando la bomba WARSON 12WH-1C ideal para bombear nuestro sistema.

c. Selección del motor eléctrico

Tomado en cuenta la eficiencia de la bomba de 86% la potencia al eje de la bomba da como resultado 89 hp, lo que indica que aproximadamente un 14 % de la energía suministrada se pierde por defectos hidráulicos y mecánicos. Posteriormente, considerando la eficiencia del motor eléctrico de 95.4% obtenida de la ficha técnica del fabricante Ver en anexo, pág. xlv; **Figura *22***, se determinó una potencia del motor de 94 hp, dado que los motores eléctricos se comercializan en potencias normalizadas, no existe una opción comercial de 94 hp, por esta razón se seleccionó un motor de 100 hp, siendo la capacidad comercial superior al valor calculado

teniendo un margen de seguridad de 6 hp, permitiendo compensar posibles variaciones en las condiciones de operación.

d. CTD pozo 2 área 1

Para el pozo 2 se toma en cuenta el punto crítico de toda el área, en este caso ya no se dimensionará la tubería de conducción ya que con el pozo 1 se dejó establecida la tubería que deberá pasar el caudal de agua para abastecer nuestro sistema, sin embargo, será necesario hacer los cálculos para determinar la carga que deberá vencer el equipo de bombeo en la siguiente tabla se demuestra los cálculos de la tubería de conducción del punto crítico según desnivel o distancia:

En la línea de conducción comprendida entre la bomba 2 y el punto crítico E, se calcularon las pérdidas de carga para cada tramo utilizando los caudales, diámetros y longitudes correspondientes. Los resultados muestran perdidas de carga de 1.53 mca en el tramo B, 4.61 mca en el tramo B-C, 0.20 mca en el tramo C-D y 106 mca en el tramo D-E, obteniéndose una pérdida total acumulada de 7.40 mca, valor considerado para el cálculo de la carga dinámica de todo el sistema.

Como que criterio de diseño, se estableció que la velocidad del agua no superara los 2 m/s para evitar pérdidas excesivas y garantizar un funcionamiento hidráulico adecuado. Las velocidades obtenidas variación entre 0.70 y 1.43 m/s, encontrándose del rango recomendado Ver en anexo, pág. xxv; **Tabla *43*** de los cálculos hidráulicos de la tubería de conducción.

e. Carga total del sistema para el pozo 2

Los resultados obtenidos Ver en anexo, pág. xxvi; **Tabla *44*** muestra que la carga total requerida por el sistema abastecido desde el pozo 2 es de 57.1 mca, siendo la presión de operación en los emisores el componente de mayor aporte con 30m, equivale aproximadamente el 52.5% de la carga total. Asimismo, las pérdidas de la carga en los diferentes componentes hidráulicos contribuyen al requerimiento energético del sistema, destacando las perdidas en conducción 16.9m, las pérdidas del lateral 3.9m y las perdidas en la sarta de descarga con 2.8m.

En comparación al pozo 1, la diferencia en la carga total del sistema se debe principalmente a la variación de las perdidas en la conducción y al desnivel existente entre la fuente de abastecimiento y el punto crítico de riego. Sin embargo, los resultados obtenidos indican que el sistema mantiene requerimientos hidráulicos similares, por lo que la carga total de 57.1 mca contribuyendo el parámetro de diseño fundamental para la selección del equipo de bombeo capaz de garantizar el caudal y la presión necesaria para la operación eficiente del sistema de riego.

f. Selección de la Bomba

Luego de determinar la carga total dinámica requerida en el sistema por el pozo 2 Ver en anexo, pág. xxvi; **Tabla *45*** de 87.92 mca, se seleccionó la bomba WARSON 12WH-1C que cumple con las necesidades de carga según la curva característica de la bomba para un diámetro de impulsor de 207 mm, se obtuvo una altura de elevación de 23.8 m por tazón con una eficiencia máxima del 86%, considerando la carga requerida por el sistema, se determinó la necesidad de 4 tazones, garantizando así la presión necesaria para la operación adecuada y eficiencia del sistema.

g. Selección del motor eléctrico

Considerando una eficiencia de la bomba de 86%, se determinó una potencia al eje de 87 hp requerida por el sistema. Posteriormente, al incorporar la eficiencia del motor eléctrico de 95.4% Ver en anexo, pág. xlv; **Figura *22***, se obtuvo una potencia requerida de 93 hp. Debido a que esta potencia no corresponde a la capacidad comercial disponible, se seleccionó un motor de 100 hp, proporcionado un margen de seguridad para garantizar un funcionamiento confiable del sistema.

7.6 Determinación de los costos de inversión de los sistemas de riego

En este estudio se determinaron los costos correspondientes al sistema de riego por goteo subterráneo y aspersión semi móvil, considerando los materiales hidráulicos equipos de bombeo, accesorios y demás componentes requeridos para su instalación.

7.6.1 Presupuesto de goteo subterráneo

Los costos de inversión del sistema de riego por goteo fueron determinados a partir de la cuantificación de materiales obtenidos de los planos hidráulicos elaborados durante la etapa de diseño. La lista de materiales incluyo todos los componentes requeridos para su instalación de la red de distribución tales como tubería, accesorios, válvulas, filtros y además elementos hidráulicos necesarios para garantizar el adecuado funcionamiento adecuado del sistema donde podemos ver la lista de materiales del sistema y la sarta de descarga. Ver en anexo, pág. xviii; **Tabla *27***, **Tabla *28***, **Tabla *29***, **Tabla *30***, **Tabla *31***, **Tabla *32***, **Tabla *33***, **Tabla *34*** y **Tabla *35*** donde se detalla la cantidad de materiales necesarios para el funcionamiento del sistema.

Posteriormente, se realizaron cotizaciones con proveedores especializados con el propósito de obtener precios actualizados y representativos de las condiciones reales del mercado permitiendo así una estimación económica confiable del precio de los accesorios Ver en anexo, pág. xlvi **Figura *23***, **Figura *24*** y **Figura**

Los resultados obtenidos indican que le costó correspondiente a los materiales del sistema de riego asciende a 340,707.23 dólares. Incluyendo los materiales de las sartas de descarga para el equipo de bombeo 1 y equipo de bombeo 2, este monto fue dividido entre el área total regada de 211.11 manzanas, obteniéndose un costo unitario de 1,613.88 dólares por manzana Ver en anexo, pág. Xxi; **Tabla *36***. Este indicador permite comparar la inversión requerida con otros proyectos de riego de características similares y contribuye un parámetro útil para la toma de decisiones relacionadas con la planificación, financiamiento y ejecución del sistema.

7.6.2 Presupuesto de Riego semimóvil

La inversión necesaria para implementar el sistema de riego por aspersión semi móvil fue estimada a partir de un análisis detallado de los componentes hidráulicos del diseño. Se elaboró un presupuesto que incluyó materiales esenciales como tuberías PVC, accesorios de conducción, elementos para riego móvil y componentes del equipo de bombeo. Para obtener valores económicos

representativos, se solicitaron cotizaciones a diversos proveedores, basándose en precios actuales del mercado nacional. Ver en anexo, pág. Xxix; **Tabla *52*** se determinó que el costo total de los materiales asciende a 221,695 dólares, equivalente a 1,008 dólares por manzana. La mayor parte del presupuesto corresponde a la tubería PVC de conducción, seguida de los accesorios para el riego móvil y los de conducción y lavado.

VIII Conclusiones

Al realizarse los diseños de riego por goteo subterráneo y aspersión semi móvil en cultivo de caña de azúcar en la Finca El Socorro que se ubica en el municipio de Posoltega, departamento de Chinandega, se logró cumplir satisfactoriamente con los objetivos planteados en el estudio, resumiendo lo siguiente.

A partir del levantamiento de información realizado en el área de estudio, se obtuvieron los parámetros topográficos y edafoclimáticos necesarios para el diseño de los sistemas de riego, delimitándose un área de 167.5 ha. El suelo presentó una capacidad de campo de 32.72 %, un punto de marchitez permanente de 17.69 %, una densidad aparente de 1.7 g/cm³ y una textura franca arcilloso arenosa. Asimismo, se obtuvo una velocidad de infiltración de 15.5 mm/h, valor que debe considerarse en relación con la intensidad de aplicación de 15.7 mm/h para garantizar un adecuado manejo del agua y reducir el riesgo de encharcamiento, mientras que la densidad aparente evidencia cierto grado de compactación que puede influir en la circulación del agua, la aireación y el desarrollo radicular.

Ambos sistemas fueron diseñados para cubrir un déficit hídrico de 6.58 mm, considerando las condiciones climáticas y los requerimientos hídricos del cultivo durante la etapa de mayor consumo. Para el sistema de riego por goteo subterráneo, los cálculos determinaron un total de 10 turnos de riego, distribuidos en 5 turnos por cada uno de los 2 pozos que abastecen el área. Cada turno tendrá una duración de 4.34 horas, resultando en una jornada total de riego de 21.7 horas, con una frecuencia de riego diaria.

Por su parte, el sistema de riego por aspersión semi móvil requiere siete cambios por día, con un tiempo de aplicación de 3 hrs por cada posición de los aspersores, esto da como resultado una jornada de riego de 21 hrs al día y una frecuencia de riego de 7 días, en comparación con el sistema de riego por goteo el sistema de riego por aspersión presenta una (mayor o menor jornada de riego).

Con respecto al diseño hidráulico, los resultados indican que el sistema de riego por aspersión requiere una mayor presión de trabajo. Para su funcionamiento, se

determinó una potencia de 87 hp para la bomba y 93 hp para el motor. En cambio, para el sistema de riego por goteo subterráneo se requiere una potencia de 77.34 hp para la bomba y 81.07 hp para el motor.

El presupuesto de los sistemas de riego contempla los costos de materiales y accesorios necesarios para su instalación, incluyendo sarta de descarga, tubería PVC de conducción, manifold, lavado de manifold, caballete de riego y sus respectivos accesorios. Para el sistema de riego por goteo subterráneo, mediante cotizaciones realizadas con diferentes empresas distribuidoras, se determinó un costo total de US$300,745.44, equivalente a US$1,424.59 por manzana. Por su parte, el sistema de riego por aspersión semi móvil presentó un costo total de US$221,695.00, equivalente a US$1,008.00 por manzana. Estos resultados indican que el sistema de aspersión semi móvil presenta un menor costo de inversión en comparación con el sistema de riego por goteo subterráneo.

La comparación económica evidencia una diferencia en la inversión requerida por ambos sistemas. El goteo subterráneo presenta un costo de US$1,613.88 por manzana, mientras que la aspersión semi-móvil alcanza US$1,008.00, con una diferencia de US$605.88 por manzana, equivalente a un 60.11 % de incremento. Esta variación se debe principalmente a la mayor cantidad de componentes especializados requeridos por el goteo subterráneo, como cintas de goteo, tuberías, accesorios de conexión y elementos de control. En contraste, la aspersión semi-móvil requiere una menor cantidad de materiales, lo que permite reducir significativamente la inversión inicial.

A pesar de su mayor costo, el sistema de goteo subterráneo ofrece ventajas relacionadas con una mayor eficiencia en el uso del agua, menor pérdida por evaporación y una distribución más uniforme de la humedad en la zona radicular. Por otro lado, el sistema de aspersión semi-móvil representa una alternativa de menor inversión inicial, por lo que puede ser más accesible para productores con limitaciones presupuestarias. En este sentido, la selección del sistema dependerá de las condiciones económicas y productivas del proyecto, así como de las necesidades de manejo y disponibilidad de agua.

IX Recomendaciones

- Se recomienda extraer las muestras de campo en un tiempo en el que no cayó lluvia para evitar la obtención de suelos mojados que puedan alterar los resultados hechos en laboratorio.
- Al momento de extraer las muestras en campo se recomienda guardarlas en un lugar o recipiente donde mantengan una temperatura estable, sin estar expuestas al sol, de la misma manera realizar sus análisis de laboratorio en un tiempo no mayor a 24 horas desde su extracción.
- Garantizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes hidráulicos de cualquiera de los sistemas de riego, incluyendo bombas, filtros, válvulas, tuberías y emisores para asegurar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil.
- En cuanto a los costos de los materiales requeridos para el diseño, se recomienda comparar cotizaciones entre diferentes proveedores, con el propósito de seleccionar aquellos que ofrezcan precios más convenientes. Esto puede contribuir a reducir la inversión total necesaria para la implementación de los sistemas de riego.
- Tomar como referencia los diferentes parámetros abordados en este estudio para futuros proyectos de riego en zonas con características similares a las del municipio de Posoltega, departamento de Chinandega
- Se recomienda construir e instalar una sarta de descarga debidamente diseñada para cada equipo de bombeo, integrando elementos de protección, medición y control hidráulico tales como válvula check, válvula de aislamiento, manómetro, ventosa, filtros y accesorios de conexión. Debido a que el área de estudio no cuenta actualmente con estas instalaciones, su incorporación resulta indispensable para garantizar las condiciones de operación establecidas en el diseño hidráulico, evitar daños por golpes de ariete y asegurar el funcionamiento eficiente tanto del sistema de riego por goteo subterráneo como del sistema de aspersión semi móvil.

X. Bibliografía

Agricolavalleesperanza. (23 de Septiembre de 2023). *Agricola Valle Esperanza.* Obtenido de https://agricolavalleesperanza.com/el-fenomeno-del-nino-y-su-impacto-en-la-agricultura-desafios-y-adaptaciones/

Álvare, D. O. (2024). *Conductividad electrica.* Etece. Recuperado el 2025 de Noviembre de 25

Ara. (2024). La importancia de los sistemas de riego y su aporte a la agricultura. *Ara Multimedia*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2025, de https://www.aramultimedia.com/ca/la-importancia-de-los-sistemas-de-riego-y-su-aporte-a-la-agricultura

Arnedos, C. (2024). *Castilos Arnedos suministros*. Obtenido de https://www.castilloarnedo.com/blog/general/tuberias-de-riego-tipos-y-caracteristicas

Enríquez, G. C. (1994). *Atlas agropecuario de Costa Rica.* Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia. Recuperado el 25 de Noviembre de 2025

Esan. (2016). Costos de inversión y de operación en la formulación de un proyecto. *Esan Conexcion*.

FAO. (2019). *Que es el PH de suelo.* Recuperado el 25 de Noviembre de 2025

Gutiérrez, J. C. (2025). *Riego III: El Riego Localizado.* Ubeda. Recuperado el 13 de octubre de 2025

Hernández Villaseñor, R. (2024). *Riego por aspersion:Definicion y elementos principales.* Tlalnepantla. Recuperado el 2025 de Octubre de 2025

INTAGRI. (2017). Obtenido de https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas

Irrigation, Y. (10 de Mayo de 2023). *Qué es un sistema de riego*. Obtenido de https://es.yby-irrigation.com/info/what-is-an-irrigation-system-

82470800.html#:~:text=Un%20sistema%20de%20riego%20es,propias%20caracter%C3%ADsticas%2C%20ventajas%20y%20aplicaciones.

Jacto. (2023). *Riego por aspersión: funcionamiento, ventajas y desventajas.*

Márquez, F. G. (2017). *Curso Básico de Topografía.* Editorial Terracota. Recuperado el 25 de Noviembre de 2025

Moran, R., Cruz, Y., & Tapia, J. (2023). *Diseño de sistema de riego por goteo y aspersión semi movil para el cultivo de la caña de azúcar (saccharum ofifinarum) variedad cg02-163 en la finca san carlos, ubicada en el municipio de el viejo, departamento de chinandega.* MANAGUA. Obtenido de https://ribuni.uni.edu.ni/5724/1/100885.PDF

Nations, F. a. (2006). *Evapotranspiracion Del Cultivo.*

Neira, F. G. (1974). *Propiedades quimicas de ls suelos.* (I. G. Subdirección Agrológica, Ed.) Colombia. Recuperado el 25 de Noviembre de 20225

NOVAGRIC. (s.f). *NOVAGRIC.* Obtenido de https://novagric.com/riego/material-de-riego-agricola/

Rattionally Regenerated Soil. (6 de Julio de 2023). Obtenido de https://rrsoil.com/la-importancia-de-la-textura-en-el-suelo/

Redondo, I. M. (2022). *iagua .* Obtenido de https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/presiones-diseno-unidades-riego-goteo

Ruiz, F. S. (1995). *Cultivo de la Caña de Azúcar.* (Euned, Ed.) Costa Rica. Recuperado el 25 de Noviembre de 2025

Sela, G. (2025). Manejo de riego en caña de azúcar. *Agricultura, Riego*. Recuperado el 2025

Sharma, S., & Warren, J. (2024). Conceptos básicos de densidad aparente del suelo. *Etension*. Recuperado el 4 de Noviembre de 2025

XI. Anexos

Tabla 2: Velocidad del viento

VELOCIDAD DE VIENTO M/S												
Location: Latitude 12.5474 Longitude -87.0024							Año 2014 al 2024					
Mes	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Promedio
Enero	1.8	2.1	1.5	2.1	2.2	2.1	1.6	2.1	1.5	2.3	1.5	1.89
Febrero	1.6	1.2	1.9	1.9	3	2.1	1.8	1.8	1.3	2.1	1.6	1.85
Marzo	3.16	2.7	3.02	3.1	3.2	2.9	2.4	2.7	2.95	2.92	2.92	2.91
Abril	3.15	3.29	2.52	2.59	2.66	2.99	2.89	2.87	2.5	2.48	3.01	2.81
Mayo	2.27	2.77	2.13	1.83	1.81	2.26	2.2	2.75	1.71	2.2	2.07	2.18
Junio	2.42	2.62	2.1	1.82	2.17	2.56	2.46	2.21	2.21	2.05	1.87	2.23
Julio	3.41	3.04	2.76	2.37	2.92	3.07	2.41	2.62	2.44	2.59	2.34	2.72
Agosto	2.31	2.82	2.11	1.84	3	2.41	2.47	2.09	2.14	2.15	1.83	2.29
Septiembre	1.87	2.08	1.9	1.71	2.08	1.95	1.54	1.87	1.66	2.01	1.86	1.87
Octubre	1.63	1.53	1.65	1.98	2.18	1.78	1.77	1.64	1.72	1.81	2.03	1.79
Noviembre	2.3	2.01	1.75	1.77	2.25	2.25	2.48	2.38	1.85	1.87	1.88	2.07
Diciembre	2.79	2.54	2.7	3.13	3.37	2.5	2.48	2.96	2.86	2.54	2.52	2.76

Nota: Valores tomados de DATA ACCES VIEWER para la obtención de promedio de Velocidad del viento. Elaboración propia

Tabla 3: Humedad relativa

Humedad Relativa												
	Location: Latitude 12.5474 Longitude -87.0024								Año 2014 al 2024			
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Promedio
Enero	59.41	58.49	59.77	62.76	58.7	57.99	57.82	72.49	55.79	59.8	63.36	61
Febrero	54.98	54.12	52.29	56.38	55.55	54.24	52.88	59.07	51.57	53	55.42	55
Marzo	50.49	50.84	51.95	51.31	50.42	48	48.86	51.79	50.25	56.37	54.66	51
Abril	51.8	52.14	57.19	59.21	55.52	53.22	51.78	60.42	59.23	54.11	56.01	56
Mayo	66.37	57.12	70.05	81.24	75.99	75.99	67.58	63.64	77.54	61.3	74.71	70
Junio	74.78	72.39	81.44	83.54	82.31	78.91	80.85	74.31	84.9	77.37	85.56	80
Julio	61.86	64.68	75.89	80.56	76	69.36	75.16	77.94	80.05	77.18	84.03	75
Agosto	66.95	58.46	77.12	79.9	69.81	71.76	77.47	82.33	78.56	73.91	81.78	74
Septiembre	80.32	73.43	82.07	84.87	75.19	76.82	82.35	84.01	84.68	74.96	83.19	80
Octubre	84.24	80.79	83.02	85.42	84.56	84.76	84.97	81.4	83.04	84.54	84.24	84
Noviembre	80.21	79.92	79.8	77.32	78.66	79.4	86.56	74.62	81.96	82.66	84.93	81
Diciembre	71.59	72.12	75.64	70.13	67.48	67.53	80.79	65.54	72.51	73.92	79.72	72

Nota: Valores tomados de DATA ACCES VIEWER para la obtención de promedio de Humedad relativa. Elaboración propia

Tabla 4: Temperatura máxima

Temperatura Maxima												
	Location: Latitude 12.5474 Longitude -87.0024								Año 2014 al 2024			
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Promedio
Enero	35.61	35.53	36.25	35.39	35.21	35.62	36.17	33.34	36.4	36.28	36.51	36
Febrero	36.85	37.13	37.44	37.16	35.42	37.53	37.41	36.5	36.99	36.55	37.22	37
Marzo	37.73	37.54	38.53	37.75	38.34	37.71	39.01	37.52	38.29	37.93	39.67	38
Abril	38.14	39.66	38.84	39.06	38.49	39.08	40.04	38.42	38.77	38.24	40.16	39
Mayo	36.46	38.12	38.26	33.22	37.76	38.36	38.86	37.54	35.3	39	37.77	37
Junio	34.66	36.01	32.6	33.39	31.79	34.17	32.92	38.62	31.4	36.25	33.56	34
Julio	37.89	36.9	34.32	32.51	34.77	36.74	36.44	34.25	33.13	34.84	32.55	35
Agosto	37.85	38.66	34.83	33.21	36.62	36.21	36.06	34.14	33.98	36.5	32.66	36
Septiembre	33.07	36.57	31.92	31.99	35.76	36.56	33.23	31.37	31.52	35.43	32.58	34
Octubre	31.6	33.5	32.09	31.63	32.02	30.8	31.25	31.98	31.56	33.27	32.15	32
Noviembre	31	32.14	31.53	32	32.91	32.98	30.83	33.12	31.46	32.09	31.39	32
Diciembre	33.63	34.91	32.64	33.68	34.39	35.49	30.78	35.13	33.64	34.29	32.14	34

Nota: Valores tomados de DATA ACCES VIEWER para la obtención de promedio de temperatura máximas. Elaboración propia

Tabla 5: Temperatura mínima

Temperatura Minima												
	Location: Latitude 12.5474 Longitude -87.0024								Año 2014 al 2024			
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Promedio
Enero	20.54	21.07	21.07	20.73	20.76	21.5	23.33	20.07	21.31	19.62	21.76	21
Febrero	21.31	21.25	22.42	21.36	21.82	22.65	23.04	19.06	22.78	21.74	20.52	21.63181818
Marzo	22.94	22.9	23.84	23.22	20.95	22.92	23.76	21.74	23.74	22.84	24.78	23.05727273
Abril	22.79	24.06	25.14	24.71	24.44	24.7	25.36	23.56	24.8	23.37	26.12	24.45909091
Mayo	23.71	25.24	24.27	24.31	24.33	23.92	24.02	23.71	23.95	25.29	25.78	24.41181818
Junio	23.13	24.05	23.42	23.1	23.25	22.54	22.7	24.04	22.69	24.56	23.87	23.39545455
Julio	22.61	23.96	22.97	22.65	22.86	22.9	22.83	22.48	23.05	23.97	22.21	22.95363636
Agosto	23.46	24.14	24.14	22.92	23.27	23.66	23.11	23.6	22.28	24.34	24.4	23.57454545
Septiembre	23.03	24.27	23.17	23.57	23.29	23.74	23.84	23.02	23.86	23.88	23.34	23.54636364
Octubre	22.64	24.33	21.8	23.35	22.46	22.79	22.78	24.23	22.7	24.12	22.95	23.10454545
Noviembre	20.59	20	19.39	20.86	22.62	21.72	22.55	21.21	21.74	22.46	21.37	21.31909091
Diciembre	19.1	22.35	20.11	19.49	20.44	21.22	19.22	21.36	20.54	20.33	18.77	20

Nota: Valores tomados de DATA ACCES VIEWER para la obtención de promedio de temperatura mínimas. Elaboración propia

Tabla 6: Resultados de estudio del suelo

Descripción	Resultado	Unidad	Evaluación
Capacidad de campo (C/c)	32.72	%	Media
Punto de marchitez permanente (PMP)	17.69	%	Media
Densidad aparente (Da)	1.71	(gr/cm3)	Muy bajo
Textura del suelo			
Franco Arenoso Arcilloso			

Nota: Elaboración Propia de los resultados obtenidos en el laboratorio de la universidad nacional de ingeniería. (RUPAP).

Tabla 7: Datos para el Diseño de sistema de Riego por Goteo Subterráneo

DATOS	
AREA (HA)	76.5
CAUDAL (h3/h)	265
JORNADA (HRS)	21.7
DEFICIT mm/dia	6.58
ESP. LATERAL m	2.4
ESP. EMISOR m	0.33
CAULDAL DEL EMISOR (L/HRA)	1.2
PRESION DE EMISOR (BAR)	1

Nota: Tabla resumen de los resultado o datos de campo. elaboración propia

Tabla 8: Resultados del cálculo del diseño agronómico

DISEÑO AGRONOMICO RIEGO POR GOTEO			
DEFICIT (MM)	INTENCIDAD DE APLICACIÓN (MM/HR)	CAUDAL POR HECTAREA	CAUDAL TOTAL (M3/HR)
6.58	1.52	15.15	1159.09
TURNOS DE RIEGO	AREA DE TURNOS (HA)	CAUDAL DE TURNO (M3/HR) Y GPM	TIEMPO DE RIEGO (HR)
4.37 5.00	15.30	231.82 1020.00	4.34
JORNADA (HR)	NUMERO DE VALVULAS	AREA DE VALVULAS (HA)	AJUSTE (GPM)
21.7	5.10 6.00	2.55	170.00
NUMERO DE VALVULAS TOTAL	FRECUENCIA DE RIEGO (MM/D)	LAMINA APLICADA (MM)	VALVULA DE 3" (GPM)
30	5.95	39.15	200

Notas: Fuente elaboración propia resumen de los cálculos

Tabla 9: Perdida del lateral de la cinta de goteo

CAUDAL DEL LATERAL (M3/S)	0.000121212
C	140.00
D (M)	0.0161
LONGITUD (M)	120.00
HF (M)	4.10
FACTOR	0.36
HF LATERAL (M)	1.47

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 10: Perdidas en los manifold

PERDIDAS EN EL MANIFOLD																
BRAZO	VALVULA	CAUDAL (M3/S	DIAMETRO PULGADAS	DIAMETRO MM	DIAMETRO m	C	LONGITUD (m)	HF(m)	FACTOR	HF CORREGIDA (m)	MANIFOULD m	HF LATERAL m	HF TOTAL m	HF PERMITIDA m	AREA m2	V m/s
1	1	0.0022	2	56.63	0.0566	150	24	0.34	0.36	0.123	0.49	1.47	1.96	2.00	0.0025	0.88
		0.0014	1.5	45.22	0.0452	150	55.66	1.02	0.36	0.366					0.0016	0.87
2		0.0022	2	56.63	0.0566	150	48	0.68	0.36	0.245	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0025	0.88
		0.0012	1.5	45.22	0.0452	150	54.74	0.75	0.36	0.270					0.0016	0.75
1	2	0.0020	2	56.63	0.0566	150	102	1.20	0.36	0.433	0.54	1.47	2.01	2.00	0.0025	0.79
		0.0007	1.5	45.22	0.0452	150	56.1	0.28	0.36	0.102					0.0016	0.44
2		0.0020	2	56.63	0.0566	150	36	0.42	0.36	0.153	0.53	1.47	2.00	2.00	0.0025	0.79
		0.0013	1.5	45.22	0.0452	150	65.85	1.05	0.36	0.377					0.0016	0.81
1	3	0.0032	3	84.58	0.0846	150	30	0.12	0.36	0.043	0.44	1.47	1.92	2.00	0.0056	0.57
		0.0023	2	56.63	0.0566	150	72.63	1.11	0.36	0.400					0.0025	0.91
2		0.0032	3	84.58	0.0846	150	30	0.12	0.36	0.043	0.44	1.47	1.91	2.00	0.0056	0.57
		0.0023	2	56.63	0.0566	150	71.19	1.09	0.36	0.392					0.0025	0.91
1	4	0.0039	3	84.58	0.0846	150	42	0.25	0.36	0.089	0.48	1.47	1.95	2.00	0.0056	0.70
		0.0024	2	56.63	0.0566	150	64.83	1.07	0.36	0.386					0.0025	0.95
2		0.0039	3	84.58	0.0846	150	45	0.26	0.36	0.095	0.52	1.47	2.00	2.00	0.0056	0.70
		0.0024	2	56.63	0.0566	150	71.86	1.19	0.36	0.428					0.0025	0.95
1	5	0.0025	2	56.63	0.0566	150	42	0.75	0.36	0.271	0.53	1.47	2.00	2.00	0.0025	0.99
		0.0013	1.5	45.22	0.0452	150	45	0.72	0.36	0.258					0.0016	0.81
2		0.0025	3	84.58	0.0846	150	24	0.06	0.36	0.022	0.44	1.47	1.91	2.00	0.0056	0.45
		0.0020	2	56.63	0.0566	150	97.76	1.15	0.36	0.416					0.0025	0.79
1	6	0.0012	1.5	45.22	0.0452	150	61.83	0.88	0.36	0.315	0.32	1.47	1.79	2.00	0.0016	0.76
				56.63	0.0566	150	0	0.00	0.36	0.000					0.0025	0.00
2		0.0012	1.5	45.22	0.0452	150	30.79	0.44	0.36	0.157	0.16	1.47	1.63	2.00	0.0016	0.76
				56.63	0.0566	150	0	0.00	0.36	0.000					0.0025	0.00
1	7	0.0043	3	84.58	0.0846	150	72	0.50	0.36	0.179	0.45	1.47	1.92	2.00	0.0056	0.76
		0.0020	2	56.63	0.0566	150	63.6	0.75	0.36	0.270					0.0025	0.79
2		0.0043	3	84.58	0.0846	150	54	0.37	0.36	0.134	0.43	1.47	1.91	2.00	0.0056	0.76
		0.0022	2	56.63	0.0566	150	58.52	0.82	0.36	0.297					0.0025	0.87
1	8	0.0050	3	84.58	0.0846	150	48	0.43	0.36	0.156	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.88
		0.0026	2	56.63	0.0566	150	52.49	1.01	0.36	0.363					0.0025	1.03
2		0.0050	3	84.58	0.0846	150	48	0.43	0.36	0.156	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.88
		0.0026	2	56.63	0.0566	150	52.49	1.01	0.36	0.363					0.0025	1.03
1	9	0.0051	3	84.58	0.0846	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.0566	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.0846	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.0566	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1	10	0.0051	3	84.58	0.0846	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.0566	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.0846	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.0566	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03

Nota: Fuente elaboración propia

PERDIDAS EN EL MANIFOLD																
1	11	0.0028	3	84.58	0.08458	150	18	0.06	0.36	0.020	0.47	1.47	1.95	2.00	0.0056	0.50
		0.0023	2	56.63	0.05663	150	82.49	1.26	0.36	0.454					0.0025	0.91
2		0.0028	3	84.58	0.08458	150	18	0.06	0.36	0.020	0.47	1.47	1.95	2.00	0.0056	0.50
		0.0023	2	56.63	0.05663	150	82.49	1.26	0.36	0.454					0.0025	0.91
1	12	0.0018	2	56.63	0.05663	150	36	0.35	0.36	0.126	0.50	1.47	1.98	2.00	0.0025	0.71
		0.0012	1.5	45.22	0.04522	150	76.14	1.04	0.36	0.376					0.0016	0.75
2		0.0004	1.5	45.22	0.04522	150	84.78	0.15	0.36	0.055	0.05	1.47	1.53	2.00	0.0016	0.25
				56.63	0.05663	150		0.00	0.36	0.000					0.0025	0.00
1	13	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1	14	0.0037	3	84.58	0.08458	150	30	0.16	0.36	0.057	0.47	1.47	1.95	2.00	0.0056	0.66
		0.0025	2	56.63	0.05663	150	64.9	1.16	0.36	0.417					0.0025	0.99
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1	15	0.0013	2	56.63	0.05663	150	6	0.03	0.36	0.011	0.46	1.47	1.94	2.00	0.0025	0.52
		0.0012	1.5	45.22	0.04522	150	91	1.25	0.36	0.450					0.0016	0.75
2		0.0041	3	84.58	0.08458	150	48	0.30	0.36	0.109	0.50	1.47	1.98	2.00	0.0056	0.73
		0.0024	2	56.63	0.05663	150	66.22	1.10	0.36	0.395					0.0025	0.95
1	16	0.0046	3	84.58	0.08458	150	48	0.37	0.36	0.135	0.45	1.47	1.92	2.00	0.0056	0.82
		0.0024	2	56.63	0.05663	150	52.49	0.87	0.36	0.313					0.0025	0.95
2		0.0046	3	84.58	0.08458	150	48	0.37	0.36	0.135	0.45	1.47	1.92	2.00	0.0056	0.82
		0.0024	2	56.63	0.05663	150	52.49	0.87	0.36	0.313					0.0025	0.95
1	17	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1	18	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1	19	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1	20	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03

Nota: Fuente elaboración propia

PERDIDAS EN EL MANIFOLD

1	21	0.0048	3	84.58	0.08458	150	48	0.41	0.36	0.146	0.48	1.47	1.96	2.00	0.0056	0.85
		0.0025	2	56.63	0.05663	150	52.49	0.94	0.36	0.337					0.0025	0.99
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
3	22	0.0010	2	56.63	0.05663	150	48	0.16	0.36	0.057	0.52	1.47	2.00	2.00	0.0025	0.40
		0.0008	1.5	45.22	0.04522	150	200	1.30	0.36	0.466					0.0016	0.50
1		0.0043	3	84.58	0.08458	150	42	0.29	0.36	0.105	0.48	1.47	1.96	2.00	0.0056	0.77
		0.0025	2	56.63	0.05663	150	58.49	1.04	0.36	0.376					0.0025	0.99
2	23	0.0030	3	84.58	0.08458	150	24	0.09	0.36	0.031	0.45	1.47	1.93	2.00	0.0056	0.53
		0.0023	2	56.63	0.05663	150	76.49	1.17	0.36	0.421					0.0025	0.91
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	24	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	25	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0012	1.5	45.22	0.04522	150	96.88	1.33	0.36	0.479	0.48	1.47	1.95	2.00	0.0016	0.75
		0.0000		56.63	0.05663	150	0	0.00	0.36	0.000					0.0025	0.00
2	26	0.0026	3	84.58	0.08458	150	12	0.03	0.36	0.012	0.47	1.47	1.94	2.00	0.0056	0.46
		0.0023	2	56.63	0.05663	150	82.49	1.26	0.36	0.454					0.0025	0.91
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	27	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
3		0.0017	3	84.58	0.08458	150	66	0.08	0.36	0.029	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.30
		0.0013	2	56.63	0.05663	150	254	1.35	0.36	0.486					0.0025	0.52
1	28	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1	29	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1	30	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03

Nota: Fuente elaboración propia

PERDIDAS EN EL MANIFOLD																	
1	31	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1	32	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1	33	0.0023	3	84.58	0.08458	150	6	0.01	0.36	0.005	0.50	1.47	1.98	2.00	0.0056	0.41
		0.0022	2	56.63	0.05663	150	97.85	1.38	0.36	0.496					0.0025	0.87
2		0.0033	3	84.58	0.08458	150	30	0.13	0.36	0.046	0.45	1.47	1.93	2.00	0.0056	0.59
		0.0023	2	56.63	0.05663	150	73.55	1.13	0.36	0.405					0.0025	0.91
1	34	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
3	35	0.0024	3	84.58	0.08458	150	60	0.14	0.36	0.051	0.49	1.47	1.97	2.00	0.0056	0.43
		0.0017	2	56.63	0.05663	150	140.11	1.22	0.36	0.441					0.0025	0.67
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	36	0.0044	3	84.58	0.08458	150	54	0.39	0.36	0.140	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.78
		0.0024	2	56.63	0.05663	150	63.52	1.05	0.36	0.379					0.0025	0.95
1		0.0018	3	56.63	0.05663	150	128.8	1.24	0.36	0.445	0.45	1.47	1.92	2.00	0.0025	0.71
			2	56.63	0.05663	150		0.00	0.36	0.000					0.0025	0.00
1	37	0.0051	3	84.58	0.08458	150	38	0.36	0.36	0.130	0.35	1.47	1.83	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	32	0.61	0.36	0.221					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	36	0.34	0.36	0.123	0.36	1.47	1.83	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	34	0.65	0.36	0.235					0.0025	1.03
3	38	0.0016	3	84.58	0.08458	150	60	0.07	0.36	0.024	0.52	1.47	2.00	2.00	0.0056	0.28
		0.0013	2	56.63	0.05663	150	260.98	1.39	0.36	0.500					0.0025	0.52
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	39	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	40	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	41	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	42	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03

Nota: Fuente elaboración propia

PERDIDAS EN EL MANIFOLD																
2	43	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0046	3	84.58	0.08458	150	54	0.42	0.36	0.152	0.41	1.47	1.89	2.00	0.0056	0.82
		0.0022	2	56.63	0.05663	150	51.46	0.73	0.36	0.261					0.0025	0.87
2	44	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
3		0.0008	1.5	45.22	0.04522	150	106.09	0.69	0.36	0.247	0.25	1.47	1.72	2.00	0.0016	0.50
			2	56.63	0.05663	150		0.00	0.36	0.000					0.0025	0.00
1	45	0.0044	3	84.58	0.08458	150	48	0.35	0.36	0.125	0.48	1.47	1.95	2.00	0.0056	0.78
		0.0024	2	56.63	0.05663	150	58.84	0.97	0.36	0.351					0.0025	0.95
2		0.0027	3	84.58	0.08458	150	24	0.07	0.36	0.025	0.43	1.47	1.90	2.00	0.0056	0.48
		0.0021	2	56.63	0.05663	150	86.3	1.12	0.36	0.402					0.0025	0.83
1	46	0.0049	3	84.58	0.08458	150	54	0.48	0.36	0.171	0.48	1.47	1.96	2.00	0.0056	0.87
		0.0024	2	56.63	0.05663	150	52.47	0.87	0.36	0.313					0.0025	0.95
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1	47	0.0004	1.5	45.22	0.04522	150	58	0.10	0.36	0.037	0.04	1.47	1.51	2.00	0.0016	0.25
			2	56.63	0.05663	150		0.00	0.36	0.000					0.0025	0.00
2		0.0029	3	84.58	0.08458	150	24	0.08	0.36	0.029	0.42	1.47	1.89	2.00	0.0056	0.52
		0.0022	2	56.63	0.05663	150	76.49	1.08	0.36	0.388					0.0025	0.87
1	48	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
3	49	0.0009	2	56.63	0.05663	150	60	0.16	0.36	0.058	0.53	1.47	2.01	2.00	0.0025	0.36
		0.0007	1.5	45.22	0.04522	150	260.98	1.32	0.36	0.475					0.0016	0.44
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	50	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	51	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	52	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	53	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03

Nota: Fuente elaboración propia

PERDIDAS EN EL MANIFOLD																	
2	54	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	55	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0027	3	84.58	0.08458	150	18	0.05	0.36	0.019	0.44	1.47	1.91	2.00	0.0056	0.48
		0.0022	2	56.63	0.05663	150	82.49	1.16	0.36	0.419					0.0025	0.87
2	56	0.0050	3	84.58	0.08458	150	54	0.49	0.36	0.178	0.43	1.47	1.91	2.00	0.0056	0.89
		0.0023	2	56.63	0.05663	150	46.49	0.71	0.36	0.256					0.0025	0.91
1		0.0044	3	84.58	0.08458	150	66	0.48	0.36	0.171	0.46	1.47	1.94	2.00	0.0056	0.78
		0.0021	2	56.63	0.05663	150	62.92	0.81	0.36	0.293					0.0025	0.83
2	57	0.0009	1.5	45.22	0.04522	150	73.89	0.60	0.36	0.214	0.21	1.47	1.69	2.00	0.0016	0.56
				45.22	0.04522	150		0.00	0.36	0.000					0.0016	0.00
1		0.0053	3	84.58	0.08458	150	60	0.61	0.36	0.220	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.94
		0.0024	2	56.63	0.05663	150	50	0.83	0.36	0.298					0.0025	0.95
2	58	0.0006	3	45.22	0.04522	150	37	0.14	0.36	0.051	0.05	1.47	1.53	2.00	0.0016	0.37
				56.63	0.05663	150	28.35	0.00	0.36	0.000					0.0025	0.00
1		0.0047	3	84.58	0.08458	150	48	0.39	0.36	0.141	0.48	1.47	1.95	2.00	0.0056	0.84
		0.0025	2	56.63	0.05663	150	52.49	0.94	0.36	0.337					0.0025	0.99
2	59	0.0037	3	84.58	0.08458	150	36	0.19	0.36	0.068	0.45	1.47	1.93	2.00	0.0056	0.66
		0.0024	2	56.63	0.05663	150	64.49	1.07	0.36	0.384					0.0025	0.95
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	60	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	61	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	62	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	63	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	64	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	2.00	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.98	0.36	0.355					0.0025	1.04

Nota: Fuente elaboración propia

PERDIDAS EN EL MANIFOLD																
2	65	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.54	1.47	2.02	2.00	0.0056	0.90
		0.0027	2	56.63	0.05663	150	50.49	1.04	0.36	0.376					0.0025	1.07
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	66	0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.169	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.90
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
1		0.0028	3	84.58	0.08458	150	30	0.09	0.36	0.034	0.44	1.47	1.91	2.00	0.0056	0.50
		0.0021	2	56.63	0.05663	150	86.94	1.12	0.36	0.405					0.0025	0.83
2	67	0.0046	3	84.58	0.08458	150	90	0.70	0.36	0.254	0.42	1.47	1.90	2.00	0.0056	0.82
		0.0017	2	56.63	0.05663	150	54	0.47	0.36	0.170					0.0025	0.67
1		0.0024	3	84.58	0.08458	150	30	0.07	0.36	0.025	0.49	1.47	1.97	2.00	0.0056	0.43
		0.0019	2	56.63	0.05663	150	120.81	1.30	0.36	0.467					0.0025	0.75
2	68	0.0055	3	84.58	0.08458	150	66	0.72	0.36	0.259	0.49	1.47	1.96	2.00	0.0056	0.98
		0.0022	2	56.63	0.05663	150	45.32	0.64	0.36	0.230					0.0025	0.87
1		0.0048	3	84.58	0.08458	150	48	0.41	0.36	0.146	0.48	1.47	1.96	2.00	0.0056	0.85
		0.0025	2	56.63	0.05663	150	52.49	0.94	0.36	0.337					0.0025	0.99
2	69	0.0029	3	84.58	0.08458	150	78	0.26	0.36	0.094	0.45	1.47	1.93	2.00	0.0056	0.52
		0.0017	2	56.63	0.05663	150	113.61	0.99	0.36	0.358					0.0025	0.67
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	70	0.0021	2	56.63	0.05663	150	101.26	1.31	0.36	0.471	0.47	1.47	1.95	2.00	0.0025	0.83
			2	56.63	0.05663	150		0.00	0.36	0.000					0.0025	0.00
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	71	0.0054	3	84.58	0.08458	150	60	0.63	0.36	0.228	0.51	1.47	1.98	2.00	0.0056	0.96
		0.0024	2	56.63	0.05663	150	46.6	0.77	0.36	0.278					0.0025	0.95
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	72	0.0053	3	84.58	0.08458	150	60	0.61	0.36	0.220	0.48	1.47	1.95	2.00	0.0056	0.94
		0.0023	2	56.63	0.05663	150	46.48	0.71	0.36	0.256					0.0025	0.91
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	73	0.0052	3	84.58	0.08458	150	54	0.53	0.36	0.191	0.47	1.47	1.95	2.00	0.0056	0.93
		0.0024	2	56.63	0.05663	150	47.4	0.78	0.36	0.283					0.0025	0.95
1		0.0051	3	84.58	0.08458	150	50	0.47	0.36	0.171	0.52	1.47	1.99	2.00	0.0056	0.91
		0.0026	2	56.63	0.05663	150	50.49	0.97	0.36	0.349					0.0025	1.03
2	74	0.0026	3	84.58	0.08458	150	12	0.03	0.36	0.012	0.50	1.47	1.98	2.00	0.0056	0.46
		0.0023	2	56.63	0.05663	150	89.28	1.37	0.36	0.492					0.0025	0.91
1		0.0047	3	84.58	0.08458	150	80	0.65	0.36	0.235	0.52	1.47	2.00	2.00	0.0056	0.84
		0.0021	2	56.63	0.05663	150	62.28	0.81	0.36	0.290					0.0025	0.83
2	75	0.0003	1.5	45.22	0.04522	150	57.49	0.06	0.36	0.022	0.02	1.47	1.50	2.00	0.0016	0.19
				56.63	0.05663	150		0.00	0.36	0.000					0.0025	0.00
1		0.0024	2	56.63	0.05663	150	72.54	1.24	0.36	0.446	0.45	1.47	1.92	2.00	0.0025	0.97
				56.63	0.05663	150		0.00	0.36	0.000					0.0025	0.00

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 11: Perdidas del turno 1

Calculo de perdidas en turnos pozo 1							
TURNO 1 (COLOR CYAN)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf m	Area m2	V m/s
B1-A	0.066490	0.250	150	216.49	1.22	0.05	1.35
A-B	0.06649	0.25	150	249.64	1.40	0.05	1.35
B-C	0.06649	0.25	150	250	1.41	0.05	1.35
C-D	0.0513	0.25	150	138	0.48	0.05	1.05
D-E	0.0513	0.25	150	120	0.42	0.05	1.05
E-V29	0.0388	0.208	150	313.47	1.59	0.03	1.14
V29-V9	0.0388	0.1601	150	407.96	7.41	0.02	1.93
V9-E1	0.0187	0.1087	150	109.47	3.39	0.01	2.02
E1-V3	0.0108	0.1087	150	192.18	2.15	0.01	1.16
V3-E2	0.0044	0.1087	150	64.44	0.14	0.01	0.47
V3-E3	0.0044	0.08458	150	140.93	1.02	0.01	0.78
Sumatoria de perdidas:					19.61		

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 12: Perdidas del turno 2

TURNO 2 (COLOR VERDE)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf m	Area m2	V m/s
B1-A	0.0633	0.25	150	216.492	1.11	0.05	1.29
A-B	0.0633	0.25	150	249.64	1.28	0.05	1.29
B-C	0.0633	0.25	150	250	1.28	0.05	1.29
C-D	0.0633	0.25	150	138	0.71	0.05	1.29
D-E	0.0633	0.25	150	120	0.62	0.05	1.29
E-Z	0.0633	0.25	150	126	0.65	0.05	1.29
Z-F	0.0633	0.208	150	124	1.56	0.03	1.86
F-V37	0.0633	0.208	150	112.49	1.41	0.03	1.86
V37-V27	0.0427	0.1601	150	200.98	4.36	0.02	2.12
V27-V17	0.0193	0.1601	150	206.98	1.03	0.02	0.96
Sumatoria de perdidas:					14.01		

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 13: Perdidas turno 3

TURNO 3 (COLOR ROJO)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf m	Area m2	V m/s
B1-A	0.0609	0.25	150	216.492	1.03	0.05	1.24
A-B	0.0609	0.25	150	249.64	1.19	0.05	1.24
B-C	0.0609	0.25	150	250	1.19	0.05	1.24
C-D	0.0609	0.25	150	138	0.66	0.05	1.24
D-E	0.0609	0.25	150	120	0.57	0.05	1.24
E-V39	0.0609	0.208	150	250	2.93	0.03	1.79
V39-V29	0.0406	0.208	150	112.49	0.62	0.03	1.19
V29-V19	0.0203	0.1601	150	200.98	1.10	0.02	1.01
Sumatoria de perdidas:					9.30		

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 14: perdidas en el turno 4

TURNO CRITICO							
TURNO 4 (COLOR AZUL)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf m	Area m2	V m/s
B1-A	0.0625	0.25	150	216.492	1.09	0.05	1.27
A-B	0.0625	0.25	150	249.64	1.25	0.05	1.27
B-C	0.0625	0.25	150	250	1.25	0.05	1.27
C-D	0.0625	0.25	150	138	0.69	0.05	1.27
D-E	0.0625	0.25	150	120	0.60	0.05	1.27
E-Z	0.0625	0.25	150	126	0.63	0.05	1.27
Z-F	0.0625	0.208	150	124	1.52	0.03	1.84
F-V47	0.0625	0.208	150	100.49	1.23	0.03	1.84
V47-V57	0.0524	0.208	150	200.98	1.78	0.03	1.54
V57-F1	0.0228	0.208	150	20	0.04	0.03	0.67
F1-F2	0.0228	0.1601	150	86.49	0.59	0.02	1.13
F2-F3	0.0149	0.1601	150	50	0.15	0.02	0.74
F3-V67	0.0149	0.1087	150	50	1.02	0.01	1.61
Sumatoria de perdidas:					11.9		

Nota: fuente elaboración propia

Tabla 15: Perdidas en el turno 5

TURNO 5 (COLOR AMARILLO)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf m	Area m2	V m/s
B1-A	0.0615	0.25	150	216.492	1.05	0.05	1.25
A-B	0.0615	0.25	150	249.64	1.21	0.05	1.25
B-C	0.0615	0.25	150	250	1.22	0.05	1.25
C-D	0.0615	0.25	150	138	0.67	0.05	1.25
D-E	0.0615	0.25	150	120	0.58	0.05	1.25
E-V49	0.0615	0.208	150	100.49	1.20	0.03	1.81
V49-V59	0.0406	0.1601	150	200.98	3.97	0.02	2.02
V59-V69	0.0209	0.1601	150	206.98	1.20	0.02	1.04
Sumatoria de perdidas:					11.1		

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 16: Perdidas en el turno 5

TURNO 6 (COLOR ROSA)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf m	Area m2	V m/s
B1-A	0.062	0.25	150	216.492	1.07	0.05	1.26
A-B	0.0465	0.208	150	249.64	1.77	0.03	1.37
B-V23	0.0409	0.1601	150	520.45	10.43	0.02	2.03
V23-V14	0.0235	0.1601	150	200.98	1.44	0.02	1.17
V14-V6	0.0024	0.05663	150	231.71	3.84	0.00	0.95
Sumatoria de perdidas:					18.55		

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 17: Perdidas en el turno 7

TURNO 7 (COLOR AZUL OSCURO)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf m	Area m2	V m/s
B1-A	0.0616	0.25	150	216.492	1.06	0.05	1.25
A-B	0.0616	0.25	150	249.64	1.22	0.05	1.25
B-C	0.0616	0.25	150	250	1.22	0.05	1.25
C-V41	0.0616	0.208	150	112.49	1.34	0.03	1.81
V41-V31	0.0413	0.1601	150	200.98	4.10	0.02	2.05
V31-V21	0.021	0.1601	150	206.98	1.21	0.02	1.04
Sumatoria de perdidas:					10.1		

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 18: Perdidas en el turno 8

CALCULO CON EL POZO 2							
TURNO 8 (COLOR MARRÓN)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf	Area	Velocidad
B2-D	0.0624	0.25	150	66.2	0.33	0.05	1.27
D-C	0.0624	0.25	150	138	0.69	0.05	1.27
C-B	0.0624	0.25	150	250	1.25	0.05	1.27
B-A	0.0268	0.1601	150	249.64	2.29	0.02	1.33
A-V44	0.0268	0.1601	150	112.49	1.03	0.02	1.33
V44-V35	0.0168	0.1087	150	224	5.69	0.01	1.81
V35-V25	0.0037	0.1087	150	206.98	0.32	0.01	0.40
Sumatoria de perdidas:					11.6		

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 19: Perdidas en el turno 9

TURNO 9 (COLOR VERDE CELESTE)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf	Area	Velocidad
B1-A	0.0636	0.25	150	216.492	1.12	0.05	1.30
A-B	0.0636	0.25	150	249.64	1.29	0.05	1.30
B-C	0.0586	0.25	150	250	1.11	0.05	1.19
C-V51	0.0586	0.208	150	100.49	1.10	0.03	1.72
V51-V61	0.0383	0.1601	150	200.98	3.56	0.02	1.90
V61-V71	0.018	0.1087	150	206.98	5.98	0.01	1.94
Sumatoria de perdidas:					14.2		

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 20: Perdidas en el turno 10

TURNO 10 (COLOR ROJO QUEMADO)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf	Area	Velocidad
B1-T	0.0624	0.25	150	5	0.02	0.05	1.27
T-V54	0.0459	0.25	150	80.37	0.23	0.05	0.94
V54-B	0.0406	0.25	150	385.75	0.87	0.05	0.83
B-V53	0.0406	0.1601	150	100.49	1.99	0.02	2.02
V53-V63	0.0227	0.1601	150	200.98	1.3531	0.02	1.13
V63-V73	0.0024	0.05663	150	106.49	1.76	0.00	0.95
Sumatoria de perdidas:					6.2		

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 21: Perdidas en el turno 1 pozo 2

TURNO 1 (COLOR CYAN)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf m	Area m2	V m/s
B1-A	0.06649	0.25	150	216.4917	1.22	0.05	1.35
A-B	0.06649	0.25	150	249.64	1.40	0.05	1.35
B-C	0.06649	0.25	150	250	1.41	0.05	1.35
C-D	0.0513	0.25	150	138	0.48	0.05	1.05
D-E	0.0513	0.25	150	120	0.42	0.05	1.05
E-V29	0.0388	0.208	150	313.47	1.59	0.03	1.14
V29-V9	0.0388	0.1601	150	407.96	7.41	0.02	1.93
V9-E1	0.0187	0.1087	150	109.47	3.39	0.01	2.02
E1-V4	0.0079	0.08458	150	116.86	2.49	0.01	1.41
Sumatoria de perdidas:					19.81		

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 22: Perdidas en el turno 4

TURNO CRITICO							
TURNO 4 (COLOR AZUL)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf m	Area m2	V m/s
B1-A	0.0625	0.25	150	216.4917	1.09	0.05	1.27
A-B	0.0625	0.25	150	249.64	1.25	0.05	1.27
B-C	0.0625	0.25	150	250	1.25	0.05	1.27
C-D	0.0625	0.25	150	138	0.69	0.05	1.27
D-E	0.0625	0.25	150	120	0.60	0.05	1.27
E-Z	0.0625	0.25	150	126	0.63	0.05	1.27
Z-F	0.0625	0.208	150	124	1.52	0.03	1.84
F-V47	0.0625	0.208	150	100.49	1.23	0.03	1.84
V47-V57	0.0524	0.208	150	200.98	1.78	0.03	1.54
V57-F1	0.0228	0.208	150	20	0.04	0.03	0.67
F1-F2	0.0228	0.1601	150	80.49	0.55	0.02	1.13
F2-F4	0.0079	0.1601	150	144	0.14	0.02	0.39
F4-V65	0.0079	0.1087	150	144	0.90	0.01	0.85
Sumatoria de perdidas:					11.7		

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 23: Perdidas en el turno 6 pozo 2

CALCULO CON EL POZO 2							
TURNO 6 (COLOR ROSA)							
Tramo	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	Calculo de las hf m	Area m2	V m/s
B2-D	0.062	0.25	150	66.2	0.33	0.05	1.26
D-C	0.062	0.25	150	138	0.68	0.05	1.26
C-B	0.0564	0.25	150	250	1.04	0.05	1.15
B-V23	0.0409	0.1601	150	520.45	10.43	0.02	2.03
V23-V14	0.0235	0.1601	150	200.98	1.44	0.02	1.17
V14-V6	0.0024	0.05663	150	231.71	3.84	0.00	0.95
Sumatoria de perdidas:					17.75		

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 24: Hf de la sarta de descarga psi

HF SARTA DE DESCARGA	
HF EN SUCCIÓN (PSI)	2.74
HF ACCESORIOS (PSI)	3.12
Hidrociclon yamit Serie F700 (PSI)	4.11
Filtro malla Yamit serie 200 (PSI)	0.43
valvula check (PSI)	0.71
valvula mariposa (PSI)	0.41
Caudalimetro (PSI)	0.86
HF TOTALES EN SARTA(PSI)	12.37

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 25: Equipo de bombeo 1

Calculo del CTD			caudal
M	PIE		GPM
75.95	249.18		1057
CURVA DE 207 MM			
M	PIE	CTD(TAZONES)	EFICIENCIA
24	78.74	4.00	86%
CALCULO DE POTENCIAS			
POTENCIA HIDRAULIC		POTENCIA DE LA BOMBA	POTENCIA DEL MOTOR
HP	66.51	77.34	81.07
KW	49.88	58.00	60.80

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 26: Perdidas del Equipo de Bombeo 2:

Calculo del CTD			caudal
M	PIE		GPM
65.41	214.60		1057
CURVA DE 207 MM			
M	PIE	CTD(TAZONES)	EFICIENCIA
24	78.74	3.0	86%
CALCULO DE POTENCIAS			
POTENCIA HIDRAULICA		POTENCIA DE LA BOMBA	POTENCIA DEL MOTOR
HP	57.28	66.61	70.11
KW	42.96	49.95	52.58

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 27: Lista de tubería de conducción

N°	LISTADO DE MATERIALE PARA GOTEO						
ITEM	Tuberia PVC Conducción						
	Denominación	Longitud (m)	Cantidad de tubos	Precio unidad		SubTotal	
1.00	Tuberia PVC 250 mm (10") x 6 M SDR 41 CC GR	921.00	157	C$	6,342.13	C$	998,478.93
2.00	Tuberia PVC 200 mm (8") x 6 M SDR 41 CC GR	1,311.00	224	C$	2,500.00	C$	560,256.41
3.00	Tuberia PVC 200 mm (6") x 6 M SDR 41 CC GR	3,249.00	555	C$	1,600.00	C$	888,615.38
4.00	Tuberia PVC 150 mm (4") x 6 M SDR 41 CC GR	1,613.00	276	C$	550.00	C$	151,649.57
5.00	Tuberia PVC 100 mm (3") x 6 M SDR 41 CC GR	757.00	129	C$	370.00	C$	47,878.63
6.00	Tuberia PVC (2") x 6 M SDR 41 CC GR	865.00	148	C$	273.29	C$	40,409.55
					SubTotal	$	73,374.47
ITEM	Tubería PVC Manifold						
	Denominación	Longitud (m)	C. tubos	Precio unidad		SubTotal	

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 28: Lista de tubería para manifold

ITEM	Tubería PVC Manifold						
	Denominación	Longitud (m)	C. tubos	Precio unidad		SubTotal	
1.00	Tuberia PVC 100 mm (3") x 6 M SDR 41 CC GR	6,916.00	1,182.22	C$	370.00	C$	437,422.22
2.00	Tuberia PVC 100 mm (2") x 6 M SDR 41 CC GR	8,271.00	1,413.85	C$	273.29	C$	386,390.02
3.00	Tuberia PVC 100 mm (1 1/2") x 6 M SDR 41 CC GR	1,450.00	247.86	C$	211.85	C$	52,509.83
					SubTotal	$	23,927.34

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 29: Lista de tubería de lavado de manifold

ITEM	Tubería Lavado Manifold-Colectora					
	Denominación	Longitud (m)	C. tubos	Precio unidad		SubTotal
1.00	Tuberia PVC 50 mm (1 1/2") x 6 M SDR 26 CC BL	15,031.00	2,569.40	310.78		798,518.66
				SubTotal	$	21,802.97

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 30: Lista de tubería para caballetes

ITEM	Tubería para caballetes						
	Denominación	Longitud (m)	Cant. Caballetes	Unidades	Precio unidad		SubTotal
1.00	Tuberia PVC 100 mm (3") x 6 M SDR 26 CC BL	3.76	43.00	27.78	1,208.00	C$	33,558.32
2.00	Tuberia PVC 50 mm (2") x 6 M SDR 26 CC BL	3.76	30.00	19.38	430.00	C$	8,334.02
					SubTotal	$	1,143.84

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 31: Lista de accesorios de Lavado de Manifold

ITEM	Accesorios Lavado Manifold-Colectora					
	Denominación	Cantidad total		Precio unidad		SubTotal
1.00	Codo Liso PVC PRES 38 mm (1 1/2") X 45 BL	153.00	C$	37.50	C$	5,737.50
2.00	Adaptador macho 38 MM 1 1/2" BL	153.00	C$	146.49	C$	22,412.54
3.00	Tapón hembra roscado 38 MM 1 1/2" BL	153.00	C$	48.66	C$	7,444.98
4.00	RED LI PVC PRES 50 MM2" X 50 MM1 1/2" BL	137.00	C$	74.26	C$	10,173.62
				SubTotal	$	1,249.68

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 32: Lista de accesorios de conducción

ITEM	Accesorios para Conducción					
	Denominación	Cantidad total		Precio unidad		SubTotal
1.00	TE Lisa PVC PRES 200 mm (10")	13.00	C$	23,473.80	C$	305,159.40
2.00	TE Lisa PVC PRES 200 mm (8")	17.00	C$	10,252.00	C$	174,284.00
3.00	TE Lisa PVC PRES 150 mm (6")	31.00	C$	829.34	C$	25,709.54
4.00	TE Lisa PVC PRES 100 mm (4")	14.00	C$	286.16	C$	4,006.24
5.00	TE Lisa PVC PRES 75 mm (3") BL	6.00	C$	184.20	C$	1,105.20
6.00	TE Lisa PVC PRES 50 mm (2") BL	8.00	C$	46.21	C$	369.68
7.00	Codo Liso PVC PRES 200 mm (10") X 90 BL	1.00	C$	731.60	C$	731.60
8.00	Codo Liso PVC PRES 150 mm (6") X 90 BL	2.00	C$	700.20	C$	1,400.40
9.00	Codo Liso PVC PRES 100 mm (4") X 90 BL	2.00	C$	250.80	C$	501.60
10.00	Codo Liso PVC PRES 75 mm (3") X 90 BL	2.00	C$	166.80	C$	333.60
11.00	Codo Liso PVC PRES 100 mm (10") X 45 BL	3.00	C$	396.00	C$	1,188.00
12.00	Codo Liso PVC PRES 100 mm (4") X 45 BL	7.00	C$	249.50	C$	1,746.50
13.00	Codo Liso PVC PRES 75 mm (3") X 45 BL	5.00	C$	128.80	C$	644.00
14.00	Codo Liso PVC PRES 50 mm (2") X 45 BL	3.00	C$	47.00	C$	141.00
15.00	RED LI PVC PRES 250 MM 10" X 200 MM 8" BL	11.00	C$	10,060.50	C$	110,665.50
16.00	RED LI PVC PRES 200 MM 8" X 150 MM 6" BL	22.00	C$	3,073.94	C$	67,626.68
17.00	RED LI PVC PRES 150 MM 6" X 100 MM 4" BL	59.00	C$	425.25	C$	25,089.75
18.00	RED LI PVC PRES 100 MM 4" X 75 MM 3" BL	71.00	C$	187.60	C$	13,319.60
19.00	RED LI PVC PRES 75 MM 3" X 50 MM 2" BL	30.00	C$	74.26	C$	2,227.80
			Total		$	20,102.78

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 33: Lista de accesorios para caballetes y lavados

ITEM	Accesorios para Caballetes					
	Denominación	Cantidad total		Precio unidad		SubTotal
1.00	TE Lisa PVC PRES 75 mm (3") BL	86.00	C$	184.20	C$	15,841.20
2.00	TE Lisa PVC PRES 50 mm (2") BL	60.00	C$	46.21	C$	2,772.60
3.00	RED LI PVC PRES 75 MM 3" X 50 MM 1" BL	43.00	C$	184.00	C$	7,912.00
4.00	RED LI PVC PRES 50 MM 2" X 50 MM 1" BL	30.00	C$	27.51	C$	825.30
5.00	Adaptador macho pvc press 50 MM 3" BL	86.00	C$	183.00	C$	15,738.00
6.00	Adaptador macho pvc press 50 MM 2" BL	60.00	C$	183.00	C$	10,980.00
7.00	Adaptador hembra pvc press 50 MM 1" BL	73.00	C$	15.96	C$	1,165.08
8.00	Valv. Raphael reduc de presion 3"	43.00	C$	7,788.00	C$	334,884.00
9.00	Valv. Raphael reduc de presion 2"	30.00	C$	5,990.00	C$	179,700.00
10.00	Valv. Ventosa trifuncional 2"	73.00	C$	4,275.00	C$	312,075.00
11.00	Codo Liso PVC PRES 75 MM (3") X 90 BL	43.00	C$	166.80	C$	7,172.40
12.00	Codo Liso PVC PRES 50 MM (2") X 90 BL	30.00	C$	48.60	C$	1,458.00
				SubTotal	$	24,315.10
ITEM	**Accesorios Lavados de Conducción**					
	Denominación	**Cantidad total**		**Precio unidad**		**SubTotal**
1.00	Codo Liso PVC PRES 150 mm (6") X 45 BL	1.00	C$	711.50	C$	711.50
2.00	Codo Liso PVC PRES 100 mm (4") X 45 BL	3.00	C$	249.50	C$	748.50
3.00	Codo Liso PVC PRES 75 mm (3") X 45 BL	4.00	C$	128.80	C$	515.20
4.00	Codo Liso PVC PRES 50 mm (2") X 45 BL	5.00	C$	47.00	C$	235.00
5.00	Adaptador macho 3"	8.00	C$	84.11	C$	672.88
6.00	Adaptador macho 2"	5.00	C$	193.12	C$	965.61
7.00	Tapón hembra roscado 3"	8.00	C$	183.12	C$	1,464.97
8.00	Tapón hembra roscado 2"	5.00	C$	56.88	C$	284.40
9.00	RED LI PVC PRES 6" X 4"	1.00	C$	425.25	C$	425.25
10.00	RED LI PVC PRES 4" X 3"	4.00	C$	187.60	C$	750.40
				Total	C$	184.95

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 34: Lista de accesorios de lavados

ITEM	Accesorios de riego					
	Denominación	Cantidad total		Precio unidad		SubTotal
1.00	Empaque Gromet de 16 mm	13,864.17	C$	5.32	C$	73,762.91
2.00	Conector Inicial PVC 16 mm	13,864.17	C$	8.69	C$	120,439.40
3.00	Tapón final 16 mm	6,932.08	C$	4.40	C$	30,501.17
4.00	Rollos de manguera de polietileno x 500 M	8.32	C$	8.60	C$	71.54
5.00	Manguera de goteo Hydrodrip 16.1mm, 15mil 33cm, 1.2 lph, 1700 m	364.90	C$	9,230.00	C$	3,368,045.10
				SubTotal	C$	98,099.35
ITEM	**Pegamento pvc para el pegado de tos los accesorios**					
	Denominación	**Cantidad total**		**Precio unidad**		**SubTotal**
1.00	Pegamento Pvc 1 Galon	77.00		1,100.00		84,700.00
				SubTotal	$	2,312.67

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 35: Accesorios de la sarta de descarga

ITEMS	DESCARGA DEL EQUIPO DE BOMBEO PARA GOTEO			
	ACCESORIOS DE SARTA DE DESCARGA			
	Descripcion	cantidad	p. unidad	total
1.00	Niple FXF 8" X 1 M AC con salida macho 2"	1.00	$ 111.84	$ 111.84
2.00	niple fXF 8" X 1 M AC con salida 2" + s/p manometro	2.00	$ 112.00	$ 224.00
3.00	Codo 8" x 90° FXF AC	2.00	$ 82.49	$ 164.98
4.00	Niple FxF 8" x 1.25m AC	1.00	$ 112.00	$ 112.00
5.00	Niple FXF 8" X 0.65 M AC	1.00	$ 112.00	$ 112.00
6.00	Niple FXF x 0.40 m PVC	1.00	$ 58.00	$ 58.00
7.00	Codo 8" x 90° FXF pvc	1.00	$ 61.00	$ 61.00
8.00	Niple RxR 2"x 3" HG	4.00	$ 15.00	$ 60.00
9.00	Flange de 8" A/C	14.00	$ 50.00	$ 700.00
10.00	Flange de 8" pvc	5.00	$ 40.00	$ 200.00
11.00	Empague Neolice	15.00	$ 10.00	$ 150.00
12.00	pernos 3/4" x 5" + tuerca + arandela de presion + arandela plana	104.00	$ 3.44	$ 357.76
13.00	pernos 3/4" x 7" + tuerca + arandela de presion + arandela plana	8.00	$ 5.00	$ 40.00
14.00	Valvula de alivio de 2"	1.00	$ 322.40	$ 322.40
15.00	Valvula de aire D/P 2"	2.00	$ 36.56	$ 73.12
16.00	Manometro de clicerina	2.00	$ 11.15	$ 22.30
17.00	Valvula mariposa de 8"	1.00	$ 188.50	$ 188.50
18.00	Hidrociclon 8"	1.00	$ 8,000.00	$ 8,000.00
19.00	Filtro secundario 8"	1.00	$ 3,000.00	$ 3,000.00
20.00	Caudalimetro 8"	1.00	$ 611.00	$ 611.00
21.00	Valvula Check	1.00	$ 308.10	$ 308.10
		total		$ 14,877.00
		Total + iva		$ 17,108.55
		para las dos sartas de descarga de goteo		**$ 34,217.10**

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 36: Costo por manzana de los materiales

ITEMS	Lista de materiales para sistema de riego por goteo	Subtotal	IVA	Total
1.00	Tuberia PVC Conducción	$ 73,374.47	$ 11,006.17	$ 84,380.64
2.00	Tubería PVC Manifold	$ 23,927.34	$ 3,589.10	$ 27,516.44
3.00	Tubería Lavado Manifold-Colectora	$ 21,802.97	$ 3,270.45	$ 25,073.42
4.00	Tubería para caballetes	$ 1,143.84	$ 171.58	$ 1,315.42
5.00	Accesorios para Conducción	$ 20,102.78	$ 3,015.42	$ 23,118.19
6.00	Accesorios para Caballetes	$ 24,315.10	$ 3,647.27	$ 27,962.37
7.00	Accesorios Lavados de Conducción	$ 184.95	$ 27.74	$ 212.69
8.00	Accesorios Lavado Manifold-Colectora	$ 1,249.68	$ 187.45	$ 1,437.13
9.00	Accesorios de riego	$ 98,099.35	$ 14,714.90	$ 112,814.26
10.00	Pegamento pvc para el pegado de los accesorios	$ 2,312.67	$ 346.90	$ 2,659.57
11.00	Accesorios de sarta de descarga	$ 29,754.00	$ 4,463.10	$ 34,217.10
	Costo total de los materiales	$		340,707.23
	PRECIO EN DOLARES POR MANZANA	$		1,613.88

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 37: Diseño agronómico por aspersión semi móvil

Diseño Agronomico por Aspersion semi-movil				
Aspersor	Q que resiste la tuberia de 4" (GPM)	Cañones por Lateral	Total de cañones trabajando	Numero de laterales
Cañon de 2" Duplex	260	3	15	5
Diametro de alcance (m)	Espaciamiento entre emisores (M)	Espaciamiento entre laterales (M)	Intensidad de aplicación	Cambios por dia
58	30	36	15.56	7
Frecuencia de riego (Días)	Lamina aplicada (mm/dias)	Tiempo de riego (Horas)	Jornada (Horas)	Área 1 (HA)
7	46.23	3.0	21	

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 38: Perdidas en el lateral

		LATERAL						
CAUDAL DEL EMISOR (M3/S)	0.005	TRAMO	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	calculo de las hf (m)	hf(m)
		A-B	0.01400000	0.109	150	195	3.53218083	
		B-C	0.00933333	0.109	150	30	0.256453459	
		C-D	0.00466667	0.109	150	30	0.071039682	3.86
		Largo del lateral (M)						255

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 39: Cálculos de las perdías del pozo 1 a toda el área

PERDIDAS DEL POZO 1 AL PUNTO CRITICO DE CONDUCCION E								
TRAMO	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	hf (m)	SUMA HF(m)	Area (m2)	V (m/s)
Bomba 1 - B	0.0700	0.25	150	943.84	5.84		0.05	1.43
B - C	0.0420	0.21	150	792.00	4.61	**17.61**	0.03	1.23
C - D	0.0280	0.21	150	72.00	0.20		0.03	0.82
D - E	0.0140	0.11	150	383.62	6.96		0.01	1.51
PERDIDAS DE LA BOMBA 1 AL PUNTO I								
TRAMO	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	hf (m)	SUMA HF(m)	Area (m2)	V (m/s)
Bomba 1 - B	0.0700	0.25	150	943.84	5.84		0.05	1.43
B - G	0.0280	0.21	150	431.50	1.19		0.03	0.82
G - H	0.0140	0.16	150	189.00	0.52		0.02	0.70
H . I	0.0140	0.11	150	108.00	1.96	**9.50**	0.01	1.51
PERDIDAS DE LA BOMBA 1 AL PUNTO L								
TRAMO	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	hf (m)	SUMA HF(m)	Area (m2)	V (m/s)
Bomba 1 - A	0.0700	0.25	150	391.80	2.42		0.05	1.43
A - A1	0.0280	0.21	150	180.00	0.49		0.03	0.82
A1 - K	0.0280	0.16	150	348.88	3.47		0.02	1.39
K - L	0.0140	0.11	150	70.45	1.28	**7.66**	0.01	1.51
PERDIDAS DE LA BOMBA 1 AL PUNTO Ñ								
TRAMO	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	hf (m)	SUMA HF(m)	Area (m2)	V (m/s)
Bomba 1 - A	0.0700	0.25	150	391.84	2.42		0.05	1.43
A - M	0.0420	0.21	150	252.00	1.47		0.03	1.23
M - M1	0.0420	0.21	150	216.00	1.26		0.03	1.23
M - N	0.0280	0.16	150	225.50	2.24		0.02	1.39
N - Ñ	0.0140	0.11	150	282.99	5.13	12.52	0.01	1.51
PERDIDAS DE LA BOMBA 1 AL PUNTO Q								
TRAMO	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	hf (m)	SUMA HF(m)	Area (m2)	V (m/s)
Bomba 1 - O	0.0700	0.25	150	106.30	0.66		0.05	1.43
O- O1	0.0420	0.25	150	216.00	0.52		0.05	0.86
O1 - O2	0.0420	0.21	150	324.00	1.89		0.03	1.23
02 -l2	0.0420	0.16	150	216.00	4.55		0.02	2.09
l2 - Q	0.0280	0.16	150	95.00	0.94		0.02	1.39
Q - R	0.0140	0.11	150	490.10	8.89	17.44	0.01	1.51

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 40: Carga Total de la red hidráulica

CTD PARA EL POZO 1 QUE DEBE SUPERAR EN CASO DE ABASTECER AREA 2	
HF DEL SISTEMA	
EMISOR (m)	30
LATERAL (m)	3.86
CONDUCCION (m)	17.61
DESNIVEL (m)	2
ALTURA DEL ELEVADOR (m)	1.5
ACCESORIOS (m)	1.10
HF SARTA DE DESCARGA (m)	2.80
HF HIDRANTE (m)	1
HF sistema (MCA)	59.86
PSI	85.01
BAR	5.86
ND m	26.51
CDT TOTAL DEL SISTEMA (PIES)	283.38

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 41: CTD que debe superar el equipo de bombeo 1

calculo de la CTD a vencer el pozo 1 para el AREA 2				
CTDS m	M3/H	m3/s	gpm	l/s
59.86	249.66	0.069351	1099.02	69.41
Hf pozo m	ND m	profundidad del pozo m	CTD (MCA)	CTD (ft)
0.7911	26.52	30.035	90.6861	276.48

Nota: Datos agarrados de la información tomada de campo y resultados obtenidos de los cálculos hidráulicos

Tabla 42: Carga por tazón

Bomba WARSON se trabajo con la curva 207 mm		
intersectando en	23.8	m
numero de tazones	3.810340336	4 tazones

Nota: fuente ficha de bomba Warson

Tabla 43: Perdidas de conducción para el pozo 2

PERDIDAS DE LA BOMBA 1 AL BRAZO R A U2								
TRAMO	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	hf (m)	Area (m2)	V (m/s)	SUMA HF(m)
Bomba 2 - B	0.0700	0.25	150	247.8	1.53	0.05	1.43	
B - C	0.0420	0.21	150	792.0	4.61	0.03	1.23	
C - D	0.0280	0.21	150	72.0	0.20	0.03	0.82	
D - E	0.0140	0.16	150	384.0	1.06	0.02	0.70	**7.40**
PERDIDAS DE LA BOMBA 1 AL BRAZO R A U2								
TRAMO	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	hf (m)	Area (m2)	V (m/s)	SUMA HF(m)
Bomba 2 - B	0.0700	0.25	150	247.8	1.53	0.05	1.43	
B - G	0.0280	0.21	150	431.5	1.19	0.03	0.82	
G - H	0.0140	0.16	150	189.0	0.52	0.02	0.70	
H . I	0.0140	0.11	150	108.0	1.96	0.01	1.51	**5.20**
PERDIDAS DE LA BOMBA 1 AL BRAZO R A U2								
TRAMO	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	hf (m)	Area (m2)	V (m/s)	SUMA HF(m)
Bomba 2 - A	0.0700	0.25	150	304.2	1.88	0.05	1.43	
A - A1	0.0280	0.21	150	180.0	0.49	0.03	0.82	
A1 - K	0.0280	0.16	150	348.0	3.46	0.02	1.39	
K - L	0.0140	0.11	150	70.5	1.28	0.01	1.51	**7.11**
PERDIDAS DE LA BOMBA 1 AL BRAZO R A U2								
TRAMO	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	hf (m)	Area (m2)	V (m/s)	SUMA HF(m)
Bomba 2 - A	0.0560	0.25	150	304.2	1.24	0.05	1.14	
A - M	0.0420	0.21	150	252.0	1.47	0.03	1.23	
M - M1	0.0420	0.16	150	216.0	4.55	0.02	2.09	
M1 - N	0.0280	0.16	150	225.6	2.24	0.02	1.39	
N - Ñ	0.0140	0.11	150	283.0	5.13	0.01	1.51	**14.63**
PERDIDAS DEL POZO 2 AL PUNTO R								
TRAMO	Qm3/s	D(m)	C	L (m)	hf (m)	Area (m2)	V (m/s)	SUMA HF(m)
Bomba 2 - A	0.0700	0.25	150	304.2	1.88	0.05	1.43	
A-O1	0.0420	0.25	150	501.0	1.20	0.05	0.86	
O1 - O2	0.0420	0.21	150	324.0	1.89	0.03	1.23	
O2 - L2	0.0280	0.16	150	216.0	2.15	0.02	1.39	
L2 - Q	0.0280	0.16	150	95.0	0.94	0.02	1.39	
Q-R	0.0140	0.11	150	489.0	8.87	0.01	1.51	**16.93**

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 44: Carga total del sistema para pozo 2

CTD PARA EL POZO 2 QUE DEBE SUPERAR EN CASO DE ABASTECER AREA 1	
HF DEL SISTEMA	
EMISOR (m)	30.0
LATERAL (m)	3.9
CONDUCCION (m)	16.9
DESNIVEL (m)	0.0
ALTURA DEL ELEVADOR (m)	1.5
ACCESORIOS (m)	1.0
HF SARTA DE DESCARGA	2.8
HF HIDRANTE (m)	1.0
HF sistema (MCA)	57.1
PSI	81.1
BAR	5.6
ND (m)	35.0
CDT TOTAL DEL SISTEMA PIES	302.3

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 45: CDT que debe superar el equipo de bombeo 2

calculo de la CTD a vencer el pozo 1 para el AREA 2				
CTD m	M3/H	m3/s	gpm	l/s
57.1	249.664	0.069351111	1099.0209	69.406592
Hf pozo	ND	profundidad del pozo	MCA	ft
0.7911	26.52	30.03	87.9211	268.05213

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 46: Carga por tazón

se trabajo con la curva 207 mm		
intersectando en	23.8	m
numero de tazones	3.69	4 tazones

Nota: fuente ficha de bomba Warson

Tabla 47: Lista de tubería de conducción para aspersión

N°	LISTADO DE MATERIALE PARA ASPERSION				
ITEM	TUBERIA PVC				
	Denominación	Longitud (m)	Cantidad de tubos	Precio unidad	Total
1	:00 mm (10") x 6 M SDR 41	666	114	C$ 5,859.89	C$ 668,027.23
2	Tuberia PVC 200 mm (8") x 6 M SDR 41	2,052	351	C$ 3,878.52	C$ 1,361,360.52
3	Tuberia PVC 150 mm (6") x 6 M SDR 41	1,093	187	C$ 2,206.00	C$ 412,522.00
4	Tuberia pvc 85 mm(4") X 6 M SDR 41	1,731	296	C$ 726.00	C$ 214,896.00
5	Tuberia PVC 100 mm (3") x 6 M SDR 41	24	5	C$ 1,207.50	C$ 6,037.50
6	Tuberia PVC 100 mm (2") x 6 M SDR 26	52	9	C$ 732.48	C$ 6,592.32
7	Tuberia de riego movil de 4" x 6m	3,604	616	C$ 1,405.00	C$ 865,480.00
8	Tuberia de riego movil de 4" x 6m (tripodes) + lavado	42	8	C$ 1,405.00	C$ 11,240.00
	SUB-TOTAL				C$ 3,546,155.57

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 48: Accesorios de tubería de conducción

ITEM	Accesorios para conducción, lavado y accesirios para la colocacion de las valvulas de aire			
	Denominación	Cantidad total	Precio unidad	Total
1	TE Lisa PVC PRES 200 mm (10") BL	8	C$ 23,473.80	C$ 187,790.40
2	TE Lisa PVC PRES 200 mm (8") BL	22	C$ 10,523.00	C$ 231,506.00
3	TE Lisa PVC PRES 150 mm (6") BL	10	C$ 829.34	C$ 8,293.40
4	TE Lisa PVC PRES 100 mm (4") BL	18	C$ 286.16	C$ 5,150.88
5	Codo Liso PVC PRES 150 mm (6") X 90 BL	1	C$ 720.61	C$ 720.61
6	Codo Liso PVC PRES 100 mm (4") X 90 BL	3	C$ 257.28	C$ 771.84
7	Codo Liso PVC PRES 150 mm (6") X 45 BL	4	C$ 731.60	C$ 2,926.40
8	Codo Liso PVC PRES 100 mm (4") X 45 BL	19	C$ 257.18	C$ 4,886.42
9	Codo Liso PVC PRES (3") X 45 BL	10	C$ 120.00	C$ 1,200.00
10	Codo Liso PVC PRES (2") X 90 BL	26	C$ 120.00	C$ 3,120.00
11	Adaptador macho PVC PRESS 50 mm 2"	26	C$ 120.00	C$ 3,120.00
12	RED LI PVC PRES 10" X 8" BL	5	C$ 10,060.20	C$ 50,301.00
13	RED LI PVC PRES 10" X 6" BL	3	C$ 6,629.56	C$ 19,888.68
13	RED LI PVC PRES 8" X 6" BL	28	C$ 3,073.94	C$ 86,070.32
14	RED LI PVC PRES 6" X 4" BL	38	C$ 425.25	C$ 16,159.50
15	RED LI PVC PRES 4" X 3" BL	10	C$ 187.95	C$ 1,879.50
16	RED LI PVC PRES 4" X 2" BL	26	C$ 100.60	C$ 2,615.60
17	Adaptador macho 3"	10	C$ 84.11	C$ 841.10
18	Adaptador macho 2"	26	C$ 84.11	C$ 2,186.86
19	Tapón hembra roscado 3"	10	C$ 146.50	C$ 1,464.97
	SUB-TOTAL			C$ 630,893.48

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 49: Accesorios PVC para riego móvil

ITEM	Accesorios para riego			
	Denominación	Cantidad total	Precio unidad	Total
1	Estabilizador HG + accesorios, (te 4", Red 4"x2")	42	C$ 4,394.91	C$ 184,586.22
2	Cañón DUPLEX 280 X 2"	42	C$ 7,324.00	C$ 307,608.00
3	Tuberia de riego movil de 4" x 6 m	616	C$ 1,405.00	C$ 865,480.00
4	Acople hembra 4" UV	616	C$ 316.71	C$ 195,093.36
5	Acople macho 4" UV	616	C$ 372.71	C$ 229,589.36
6	Valvula Hidrantes sencilla 4" rosca hembra al	48	C$ 2,127.50	C$ 102,120.00
7	Adaptador macho 4" UV	48	C$ 350.00	C$ 16,800.00
8	Brida macho con gancho 4"" H/g	616	C$ 256.37	C$ 157,923.98
9	Brida hembra 4"" H/g	616	C$ 256.37	C$ 157,923.98
10	Empaques 4"	616	C$ 36.62	C$ 22,560.57
11	Pernos	1,232	C$ 7.00	C$ 7.00
12	Tuercas	1,232	C$ 3.00	C$ 3.00
13	Tapón hembra roscado 4"	24	C$ 146.40	C$ 3,513.60
14	Valvula ventosa trifuncional 2"	26	C$ 1,549.38	C$ 40,283.88
	SUB-TOTAL			C$ 2,283,492.95

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 50: Accesorios para trinchete

ITEM	Accesorios para trinchete y toma de agua				
	Denominación	Cantidad total	Precio unidad		Total
1	Codo reversible 4"	14	C$ 257.28	C$	3,601.92
2	Codo llave 4x4	14	C$ 2,930.00	C$	41,020.00
3	Acople hembra 4" UV	84	C$ 292.99	C$	24,611.16
4	Acople macho 4" UV	126	C$ 329.61	C$	41,530.86
5	Tuberia de riego movil de 4" x 6 m	84	C$ 1,405.00	C$	118,020.00
6	Brida macho con gancho 4"" H/g	84	C$ 256.37	C$	21,535.09
7	Brida hembra 4"" H/g	84	C$ 256.37	C$	21,535.09
8	Empaques 4"	84	C$ 37.00	C$	3,108.00
9	Pernos	168	C$ 7.00	C$	1,176.00
10	Tuercas	168	C$ 3.00	C$	504.00
	SUB-TOTAL			C$	276,642.12
ITEM	pegamennto				
	Denominación	Cantidad total	Precio unidad		Total
1	pegamento pcv 1 galon	45	1,800		81,000
	SUB-TOTAL				81,000

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 51: Accesorios de a sarta de descarga

ITEMS	DESCARGA DEL EQUIPO DE BOMBEO PARA ASPERSION ACCESORIOS DE SARTA DE DESCARGA				
	Descripcion	cantidad	p. unidad		total
1	Niple FXF 8" X 1 M AC con salida macho 2"	1	C$ 111.84	C$	111.84
2	niple fXF 8" X 1.25 M AC con salida 2" + s/p manometro	1	C$ 112.00	C$	112.00
3	Niple FxF 8" x 1 m AC con salida de 2" + s/p manometro	1	C$ 112.00	C$	112.00
4	Niple FXF 8" X 0.65 M AC	1	C$ 112.00	C$	112.00
5	Niple FXF x 0.40 m PVC	1	C$ 58.00	C$	58.00
6	Codo 8" x 90° FXF A/C	1	C$ 58.00	C$	58.00
7	Codo 8" x 90° FXF pvc	1	C$ 61.00	C$	61.00
8	Niple RxR 2"x 3" HG	4	C$ 15.00	C$	60.00
9	Flange de 8" A/C	11	C$ 60.00	C$	660.00
10	Flange de 8" pvc	5	C$ 30.00	C$	150.00
11	Empague Neolice	11	C$ 10.00	C$	110.00
12	pernos 3/4" x 5" + tuerca + arandela de presion + arandela plana	72	C$ 2.00	C$	144.00
13	pernos 3/4" x 7" + tuerca + arandela de presion + arandela plana	8	C$ 4.00	C$	32.00
14	Valvula de alivio de 2"	1	C$ 322.40	C$	322.40
15	Valvula de aire D/P 2"	2	C$ 36.56	C$	73.12
16	Manometro de clicerina	2	C$ 11.15	C$	22.30
17	Valvula mariposa de 8"	1	C$ 188.50	C$	188.50
18	Caudalimetro 8"	1	C$ 611.00	C$	611.00
19	Valvula Check 8"	1	C$ 308.10	C$	308.10
	Sub-total			C$	3,306.26

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 52: Costo por manzana de aspersión semi-móvil

ITEM	Lista de aspersion semi movil		subtotal		Iva		Total
1	Tuberia pvc conducion	C$	96,825.21	C$	14,523.78	C$	111,348.99
2	Accesorios para conducción, lavado	C$	17,226.09	C$	2,583.91	C$	19,810.00
3	Accesorios para riego movil	C$	62,349.12	C$	9,352.37	C$	71,701.49
4	Accesorios para trinchete y toma de agua	C$	7,553.51	C$	1,133.03	C$	8,686.54
5	Pegamento pvc para el pegado de accesorios y tuberia	C$	2,211.65	C$	331.75	C$	2,543.39
6	ACCESORIOS DE SARTA DE DESCARGA	C$	6,612.52	C$	991.88	C$	7,604.40
	Costo total de materiales			C$			221,694.82
	Precio en dolares por manzana			C$			1,007.70

Nota: Fuente elaboración propia

Figura 1:Captura 1 de prueba de bombeo



Managua 26 junio del 2019.

Finca: EL SOCORRO
Su despacho.

Estimados Señores, reciban fraternos saludos de nuestra parte.

A continuación, se presenta informe de resultados obtenidos en prueba de bombeo realizada en finca EL SOCORRO. POSOLTEGA.

La prueba de bombeo se realizó con equipo de bombeo tipo motor vertical de eje hueco, el cuerpo de bomba se colocó a una profundidad de 130 pies, se instalaron 12 tubos de columna de acero al carbón de 8", más el cuerpo de bomba.

Dicho pozo fue bombeado con caudal máximo de 1,335 gpm, teniendo un nivel estático de 14 pies y un rebajamiento de 73 pies, se obtuvo un nivel dinámico de 87 pies con una capacidad específica de 18.07 gpm/pies, el cual se considera como pozo de buen rendimiento.

Se recomienda explotar este pozo con un caudal máximo de 1200 a 1300gpm.

Quedamos a su disposición, agradeciéndole de antemano su atención.

Nota: Fuente información compartida por personal de trabajo de la Finca El Socorro.

Figura 2: Captura 2 prueba de bombeo

INFORMACION GENERAL

PROYECTO: PRUEBA DE BOMBEO

ATENCIÓN: MONTE ROSA

INFORMACION DEL POZO

DIAMETRO DE CASING: ø 15 PULG

MATERIAL DE REVESTIMIENTO: PVC SDR 26

PROFUNDIDAD TOTAL DEL POZO: 181 PIES

INFORMACION DE EQUIPO DE BOMBEO

TIPO DE BOMBA: TURBINAVERTICAL
MODELO DE BOMBA: JM12MS
SUMERSION DE BOMBA: 130 PIES
CUERPO DE BOMBA: 5 TAZONES
MOTOR: H0100V2SLG
POTENCIA MOTOR: 150 HP



Nota: Fuente información compartida por personal de trabajo de la Finca El Socorro.

Figura 3:Captura 3 prueba de bombeo

INFORME DE LA PRUEBA – EL SOCORRO	
Fecha de prueba	24/06/2018
Ubicación	POSOLTEGA
Hora de Inicio	06:00:00 a.m. (24/06/19)
Hora Final	02:50:00 pm (24/06/19)
Profundidad total del pozo	181'
Nivel estático del agua NEA	14'
Revestimiento	PVC
Diámetro de revestimiento del pozo	15"
Recuperación	50 segundos
Técnico responsable de la prueba	Álvaro Gámez

La prueba de bombeo realizada en el pozo El Socorro, ubicado en Posoltega, se efectuó el 24 de junio de 2018, iniciando a las 06:00 a.m. y finalizando a las 02:50 p.m.. El pozo presenta una profundidad total de 181 pies y un nivel estático del agua de 14 pies. La infraestructura del pozo está compuesta por revestimiento de PVC con un diámetro de 15 pulgadas. Durante la prueba se registró un tiempo de recuperación de 50 segundos, indicando una respuesta rápida del acuífero ante la extracción de agua. La prueba fue supervisada por el técnico Álvaro Gámez, responsable de la evaluación.

Nota: Fuente información compartida por personal de trabajo de la Finca El Socorro.

Figura 4: Captura 5 prueba de bombeo

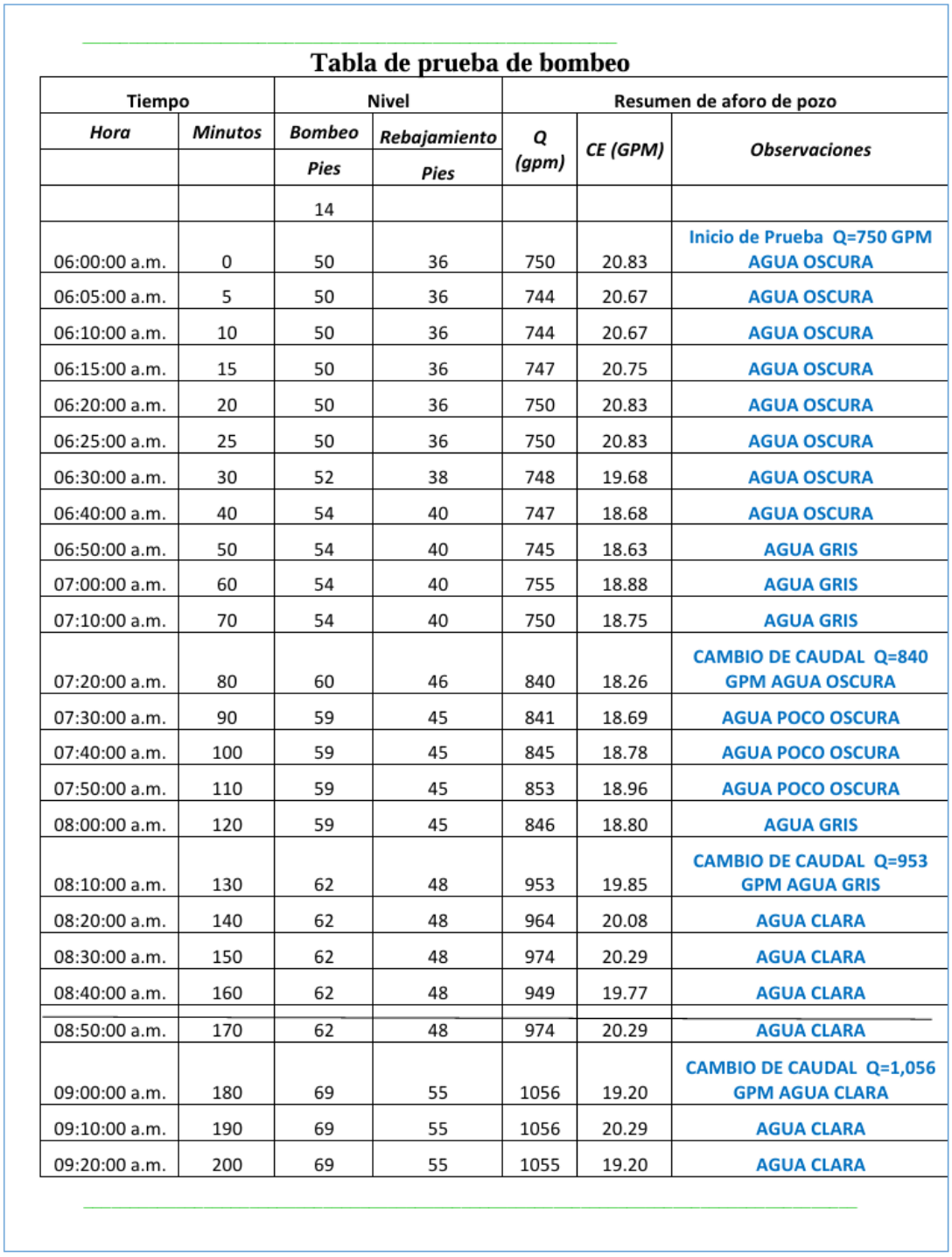


Tabla de prueba de bombeo

Tiempo		Nivel		Resumen de aforo de pozo		
Hora	*Minutos*	*Bombeo*	*Rebajamiento*	*Q (gpm)*	*CE (GPM)*	*Observaciones*
		Pies	*Pies*			
		14				
06:00:00 a.m.	0	50	36	750	20.83	Inicio de Prueba Q=750 GPM AGUA OSCURA
06:05:00 a.m.	5	50	36	744	20.67	AGUA OSCURA
06:10:00 a.m.	10	50	36	744	20.67	AGUA OSCURA
06:15:00 a.m.	15	50	36	747	20.75	AGUA OSCURA
06:20:00 a.m.	20	50	36	750	20.83	AGUA OSCURA
06:25:00 a.m.	25	50	36	750	20.83	AGUA OSCURA
06:30:00 a.m.	30	52	38	748	19.68	AGUA OSCURA
06:40:00 a.m.	40	54	40	747	18.68	AGUA OSCURA
06:50:00 a.m.	50	54	40	745	18.63	AGUA GRIS
07:00:00 a.m.	60	54	40	755	18.88	AGUA GRIS
07:10:00 a.m.	70	54	40	750	18.75	AGUA GRIS
07:20:00 a.m.	80	60	46	840	18.26	CAMBIO DE CAUDAL Q=840 GPM AGUA OSCURA
07:30:00 a.m.	90	59	45	841	18.69	AGUA POCO OSCURA
07:40:00 a.m.	100	59	45	845	18.78	AGUA POCO OSCURA
07:50:00 a.m.	110	59	45	853	18.96	AGUA POCO OSCURA
08:00:00 a.m.	120	59	45	846	18.80	AGUA GRIS
08:10:00 a.m.	130	62	48	953	19.85	CAMBIO DE CAUDAL Q=953 GPM AGUA GRIS
08:20:00 a.m.	140	62	48	964	20.08	AGUA CLARA
08:30:00 a.m.	150	62	48	974	20.29	AGUA CLARA
08:40:00 a.m.	160	62	48	949	19.77	AGUA CLARA
08:50:00 a.m.	170	62	48	974	20.29	AGUA CLARA
09:00:00 a.m.	180	69	55	1056	19.20	CAMBIO DE CAUDAL Q=1,056 GPM AGUA CLARA
09:10:00 a.m.	190	69	55	1056	20.29	AGUA CLARA
09:20:00 a.m.	200	69	55	1055	19.20	AGUA CLARA

Nota: Fuente información compartida por personal de trabajo de la Finca El Socorro.

Figura 6: Captura 5 prueba de bombeo

09:30:00 a.m.	210	92	78	1070	19.20	CAMBIO DE CAUDAL Q=1,349 GPM AGUA GRIS
09:40:00 a.m.	220	90	76	1081	19.18	AGUA GRIS
09:50:00 a.m.	230	90	76	1086	13.72	AGUA GRIS
10:00:00 a.m.	240	90	76	1093	14.22	AGUA GRIS
10:30:00 a.m.	270	85	71	1095	14.29	AGUA CLARA
11:00:00 a.m.	300	85	71	1084	14.38	AGUA CLARA
11:30:00 a.m.	330	85	71	1097	15.42	AGUA CLARA
12:00:00 p.m.	360	85	71	1101	15.27	AGUA CLARA
12:30:00 p.m.	390	85	71	1119	15.45	AGUA CLARA
01:00:00 p.m.	420	85	71	1128	15.51	AGUA CLARA
01:30:00 p.m.	450	81	67	1117	15.76	AGUA CLARA
02:00:00 p.m.	480	81	67	113O	15.89	AGUA CLARA
02:30:00 p.m.	510	81	67	1142	16.67	AGUA CLARA
03:00:00 p.m.	540	81	67	1149	#¡VALOR!	AGUA CLARA
03:30:00 p.m.	570	81	67	1152	17.04	AGUA CLARA
04:00:00 p.m.	600	76	62	1168	17.15	AGUA CLARA
04:30:00 p.m.	630	76	62	1193	17.19	AGUA CLARA
05:00:00 p.m.	660	87	73	1312	18.84	CAMBIO DE CAUDAL Q=1312 GPM AGUA CLARA
05:30:00 p.m.	690	87	73	1319	19.24	AGUA CLARA
05:45:00 p.m.	705	87	73	1327	17.97	AGUA CLARA
06:00:00 p.m.	720	87	73	1335	18.07	AGUA CLARA

Nota: Fuente información compartida por personal de trabajo de la Finca El Socorro.

Figura 5: Captura 6 recuperación

RECUPERACION					
TIEMPO	*TIEMPO*	*N. DINAMICO*	*N. ESTATICO (pies)*	*N. RECUPERACION (pies)*	*TIEMPO DE RECUPERACION*
HORA INIC	HORA FINAL	(pies)			
06:00 a.m.	06:00 p.m.	87	50	14	50 segundos

Observación: Se detuvo el equipo de 4:15 pm a 4: 30 pm para abastecerlo de combustible, lo que provocó cambios en el nivel dinámico

Observación: La recuperación del pozo ha sido inmediata lo que indica una buena transmisividad, característico de un acuífero de permeabilidad alta.

Se recomienda explotar el pozo con un caudal no mayor de 1200 a 1300 gpm con un nivel dinámico de 85 pies.

Nota: Fuente información compartida por personal de trabajo de la Finca El Socorro.

Figura 7: Evapotranspiración de referencia

ETo Penman-Monteith Mensual - untitled

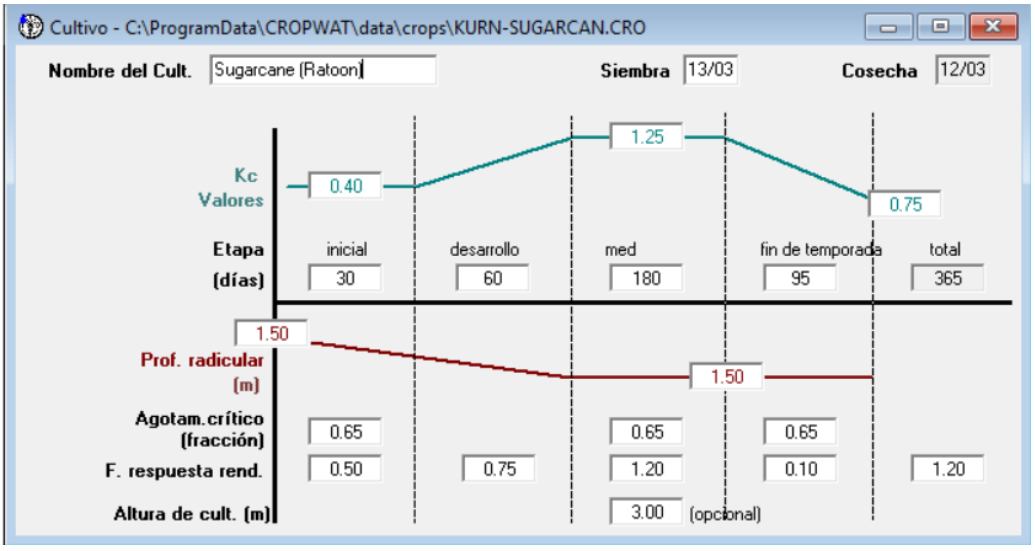
País: Nicaragua — Estación: Posoltega

Altitud: 65 m. — Latitud: 12.54 °N — Longitud: 87.00 °W

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m²/día	mm/día
Enero	21.0	36.0	61	173	9.2	20.2	5.19
Febrero	22.0	37.0	55	173	9.4	21.9	5.88
Marzo	23.0	38.0	51	173	9.6	23.7	6.53
Abril	24.0	39.0	56	173	9.9	24.8	6.81
Mayo	24.0	37.0	70	173	9.0	23.2	5.98
Junio	23.0	34.0	80	173	8.0	21.2	4.94
Julio	23.0	35.0	75	173	8.6	22.3	5.32
Agosto	24.0	36.0	74	173	8.5	22.4	5.54
Septiembre	24.0	34.0	80	173	7.0	19.9	4.74
Octubre	23.0	32.0	84	173	6.2	17.6	3.95
Noviembre	21.0	32.0	81	173	7.2	17.7	3.91
Diciembre	20.0	34.0	72	173	8.7	19.0	4.44
Promedio	**22.7**	**35.3**	**70**	**173**	**8.4**	**21.2**	**5.27**

Nota: ETO del cultivo de caña de azúcar obtenidos del programa CROPWAT. Elaboración propia

Figura 8: KC del cultivo



Nota: Kc de cultivo de caña de azúcar obtenidos del programa CROPWAT. Elaboración propia

Figura 9: Triangulo de textura del suelo

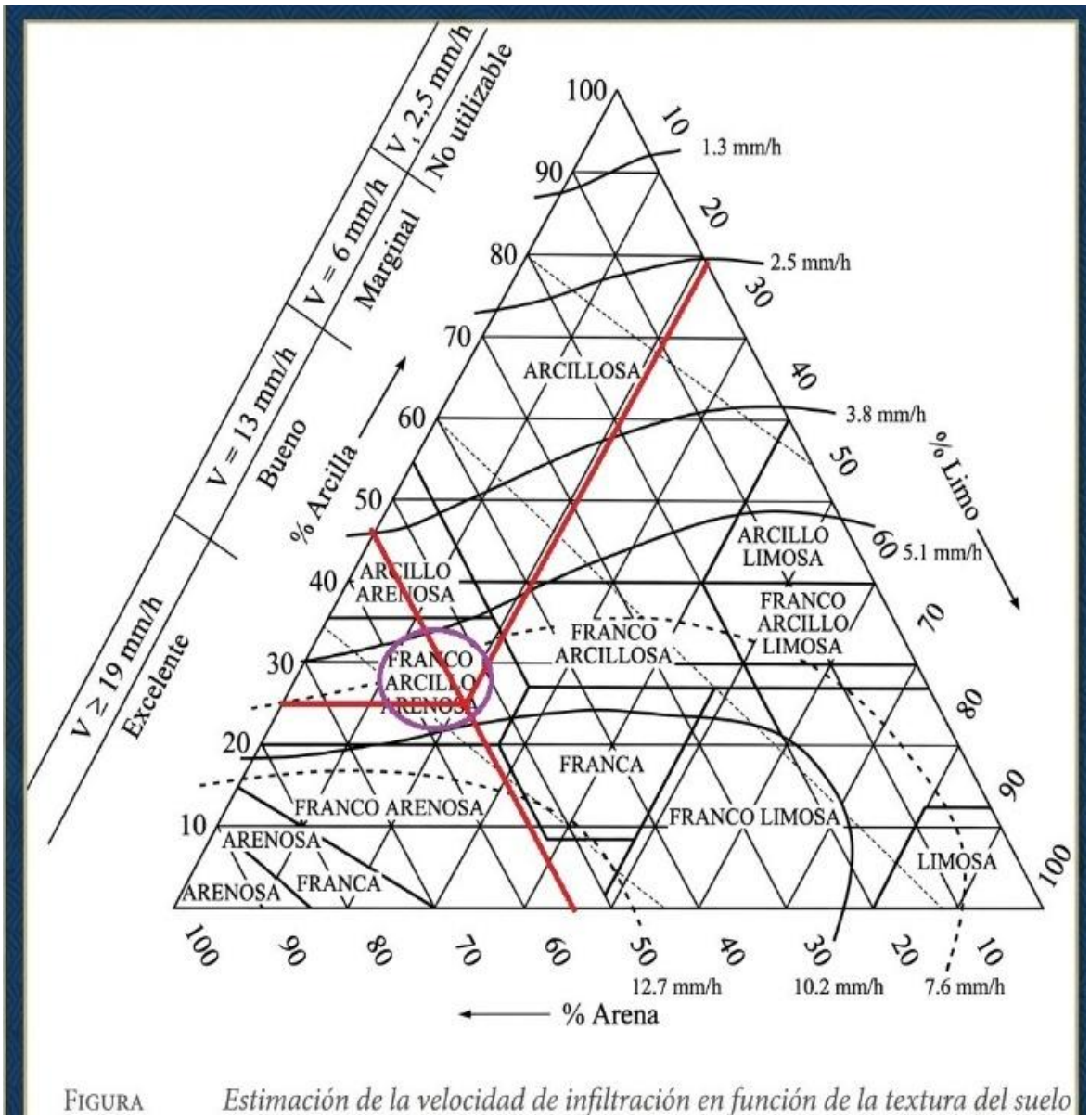


FIGURA *Estimación de la velocidad de infiltración en función de la textura del suelo*

Nota: Tomado de Departamento de Agricultura de los estados Unidos para la obtención de la velocidad de infiltración. Elaboración Departamento de Agricultde los estados Unidos para la obtención de la velocidad de infiltración. Elaboración propia

Figura 10: Levantamiento con GPS



Nota: Fotos tomada por los autores fuente propia.

Figura 11: Polígono levantado con GPS



Nota: Captura de Google Earth del área de estudio. Elaboración propia

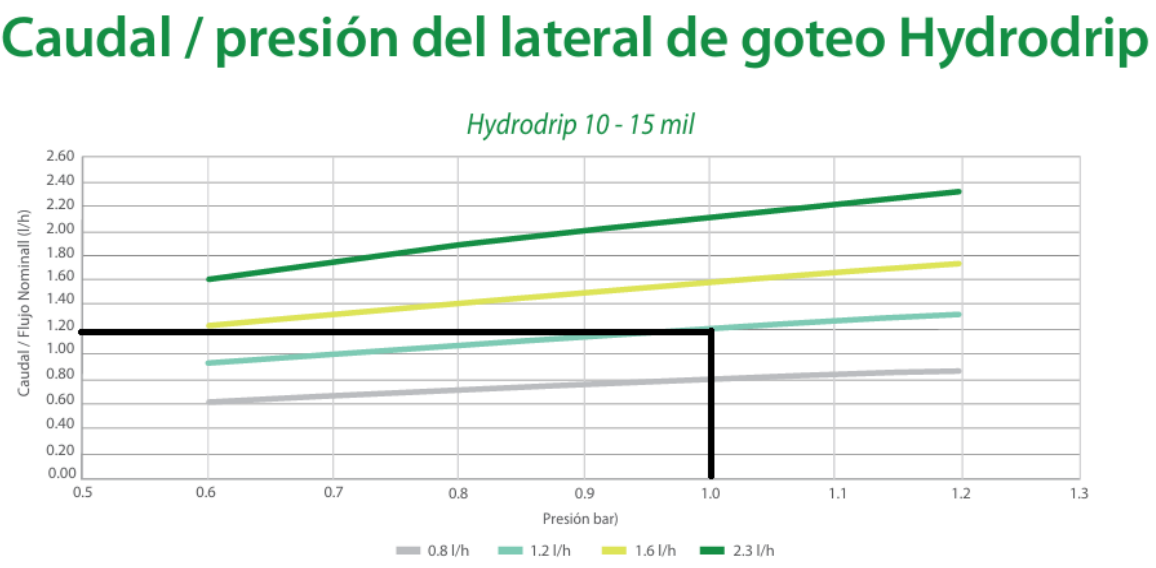
Figura 12: Ficha técnica de la cinta de goteo

Lateral de gote Rivulis Hydrodrip | Distancia máxima del lateral de goteo (m) sobre terrenos planos | Uniformidad de Emisión 90%*

Caudal (l/h)**	Diámetro / espesor de pared	Diámetro interior	Longitud máxima recomendada (m) x separación entre emisores (cm)				
	(mm/mil)	(mm)	20	30	33	40	50
0,8	16/10-16/15	16,1	168	226	241	276	322
	16/18	15,2	154	207	221	252	294
	22/10-22/15	22,2	303	404	431	492	571
1,2	16/10-16/15	16,1	130	174	186	212	248
	16/18	15,2	123	164	176	201	234
	22/10-22/12	22,2	238	316	338	385	448
	22/15	22,2	240	319	341	389	452
1,65	16/10-16/15	16,1	108	146	156	178	208
	16/18	15,2	99	132	142	162	189
	22/10-22/12	22,2	199	265	283	322	375
	22/15	22,2	201	268	286	326	379
2,1	16/10-16/15	16,1	88	118	126	144	168
	16/18	15,2	84	112	120	137	160
	22/10-22/12	22,2	153	208	223	256	300
	22/15	22,2	166	221	237	270	314

Nota: Fuente catalogo Rivulis. Ovalo rojo. Elaboración propia

Figura 13: Grafica caudal / presión



Nota: Fuente catalogo Rivulis. línea negra que une la presión con el caudal. Elaboración propia

Figura 14: Perdidas del filtro secundario

Información Técnica

Modelo	Ent/Sal ØD (in)		ØD1 (in)	ØD1 (mm)	(in)	X (mm)	(in)	L1 (mm)	(in)	H (mm)	(in)	H1 (in)	Peso embalaje (kg)	(lb)	Caudal Máximo Recomendado (m^3/h)	(GPM)	Máximo Admitido (GPM)	Superficie Malla (cm^2)	(in^2)
F215	30	1.5	4	350	13.8	496	19.5	603	23.7	278	10.9	308	9.3	21	15	66	66	639	99
F220	50	2	6	480	18.9	504	19.9	587	23.1	295	11.6	308	16.2	36	25	110	110	994	154
F222	50	2	6	480	18.9	726	28.6	1040	40.9	427	16.8	590	23.2	50	30	30	132	2023	314
F230	75	3	6	550	21.7	717	28.2	1082	40.6	498	15.7	539	31.9	70	40	40	176	2023	314
F240	100	4	8	685	28.6	887	34.7	1275	50.2	487	19.2	688	27.1	97	80	80	352	2890	448
F260	150	6	10	735	28.9	1264	49.8	2032	80.0	817	32.2	1207	47.5	79.2	175	180	793	4104	636
F280	200	8	12	830	33.1	1072	42.2	1556	61.3	643	25.3	1178	46.4	108.8	240	300	1321	4530	702
F210	250	10	10	940	37.0	1103	43.4	1778	69.9	745	29.3	1165	45.8	135.0	298	500	2200	6371	988

Nota: Fuente catálogo de filtros YAMIT

Figura 15: Perdidas de la válvula check

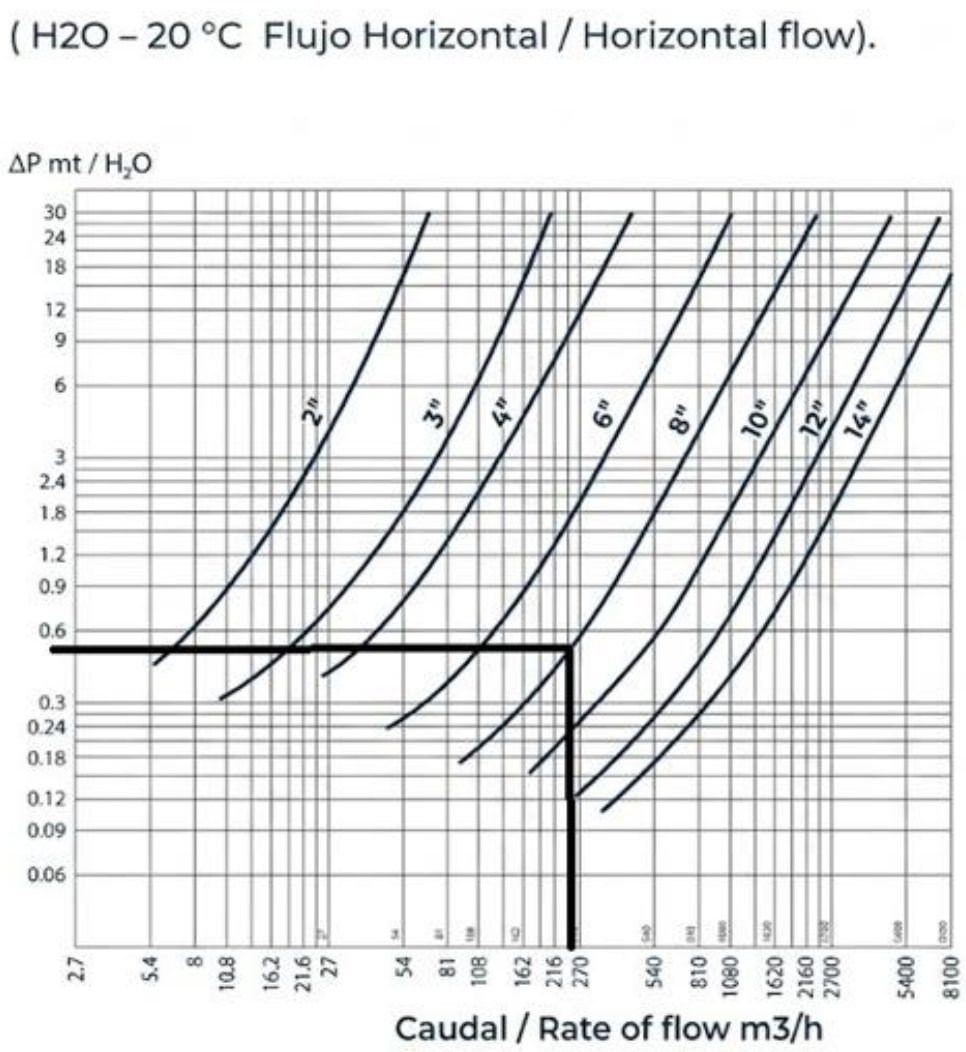


Figura 17: Perdidas del caudalímetro

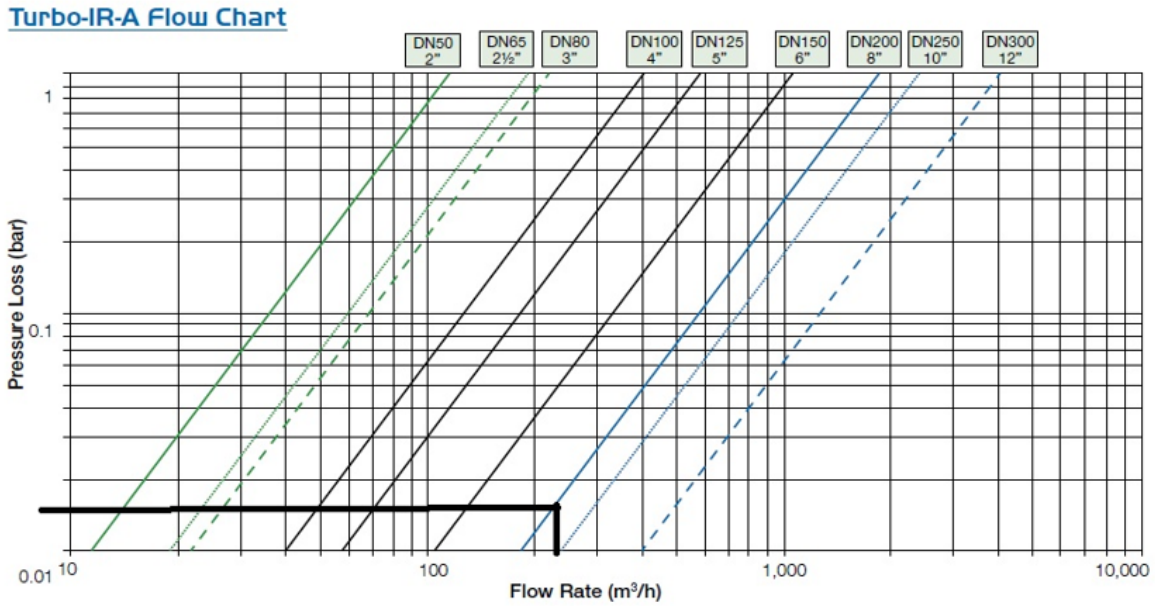
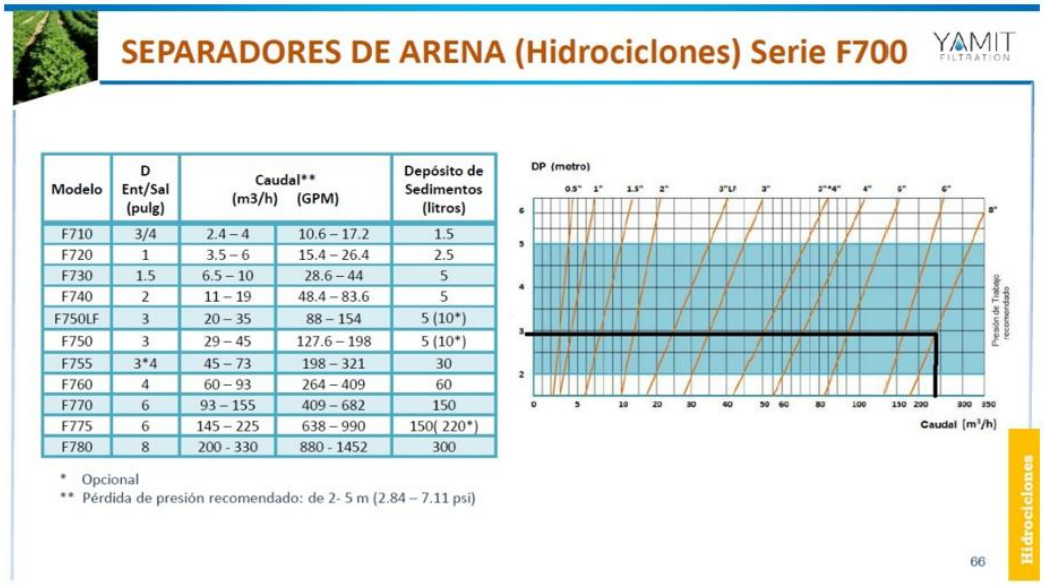


Figura 16: Perdidas del Hidrociclón

Ficha de Hidrociclon



SEPARADORES DE ARENA (Hidrociclones) Serie F700

YAMIT FILTRATION

Modelo	D Ent/Sal (pulg)	Caudal** (m3/h)	(GPM)	Depósito de Sedimentos (litros)
F710	3/4	2.4 – 4	10.6 – 17.2	1.5
F720	1	3.5 – 6	15.4 – 26.4	2.5
F730	1.5	6.5 – 10	28.6 – 44	5
F740	2	11 – 19	48.4 – 83.6	5
F750LF	3	20 – 35	88 – 154	5 (10*)
F750	3	29 – 45	127.6 – 198	5 (10*)
F755	3*4	45 – 73	198 – 321	30
F760	4	60 – 93	264 – 409	60
F770	6	93 – 155	409 – 682	150
F775	6	145 – 225	638 – 990	150(220*)
F780	8	200 - 330	880 - 1452	300

* Opcional
** Pérdida de presión recomendado: de 2- 5 m (2.84 – 7.11 psi)

Hidrociclones

66

Figura 18: Perdidas de la válvula mariposa

GENEBRE

Edificio Genebre. Av. de Joan Carles I, 46-48
08908 L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona (Spain)
genebre@genebre.es - www.genebre.es

Perdidas de Carga (Cv) según posición del disco / Head losses according disc position:

DN	Posición del Disco (grados) / Disc Position (degrees)								
	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°
50	144	114	84	61	43	27	16	7	1
65	282	223	163	107	67	43	24	11	1.5
80	461	364	267	154	96	61	35	15	2
90	461	364	496	174	171	109	62	27	3
100	841	701	496	274	171	109	62	27	4
125	1376	1146	775	428	268	170	98	43	5
150	1500	1542	1025	367	354	225	129	56	6
200	3316	2842	1862	1081	680	421	241	102	12
250	5430	4525	2948	1710	1076	667	382	162	19
300	8077	6731	4393	2563	1594	1005	555	235	27
350	10538	8874	5939	3384	2149	1320	756	299	34
400	13966	11761	7867	4483	2847	1749	1001	397	45
450	17214	14496	10065	5765	3643	2237	1281	507	58
500	22339	18812	12535	7144	4536	2786	1595	632	72

GENEBRE

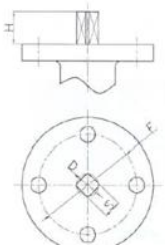
Edificio Genebre. Av. de Joan Carles I, 46-48
08908 L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona (Spain)
genebre@genebre.es - www.genebre.es

DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

Ref	Medida/ Size	DN	PN	L	Dimensiones/Dimensions (mm) A1	A2	D	P	Peso/ Weight (kg)
2109 09	2"	50	16	43	200	75	90	270	4.10
2109 10	2 ½"	65	16	46	200	85	90	270	4.40
2109 11	3"	80	16	46	200	100	90	270	4.80
2109 12	4"	100	16	52	220	120	90	270	6.40
2109 13	5"	125	16	56	250	125	90	270	7.90
2109 14	6"	150	16	56	250	150	125	300	10.30
2109 16	8"	200	16	60	300	150	125	300	15.20
2109 16	10"	250	16	68	330	200	125	300	22.10
2109 20	12"	300	16	78	360	250	150	***	41.50
2109 22	14"	350	10	78	390	260	150	***	57.50
2109 24	16"	400	10	102	420	300	175	***	77.60
2109 26	18"	450	10	114	445	330	175	***	118.50
2109 28	20"	500	10	127	480	370	175	***	151.50

*** Nota: A partir de 12" (DN 300) operación mediante reductor manual.
*** Note: From 12" included , handling by gear operator.

Dimensiones de brida superior / Top flange dimensions:



Top flange dimensions						
Art	DN	F (ISO 5211)	S mm	D mm	H mm	Torque / par N.m
2109 09	50	F07	11	14	30	12
2109 10	65	F07	11	14	30	20
2109 11	80	F07	11	14	30	27
2109 12	100	F07	14	18	30	39
2109 13	125	F07	14	18	30	58
2109 14	150	F07-F10	17	22	30	90
2109 16	200	F07-F10	17	22	30	120
2109 18	250	F10	22	28	40	180
2109 20	300	F10-F12	22	28	40	340
2109 22	350	F12	22	28	45	640
2109 24	400	F14	27	36	45	805
2109 26	450	F14	27	36	45	1100
2109 28	500	F14	36	48	45	1500

Figura 19: Ficha de Bomba WARSON

Empresa: Empresas Suarez S.A. de C.V.
Nombre:
Fecha: 06/01/2018

WARSON smart pumps ®

Bomba:

Size: 12WH-1C (1 etapa)

Tipo: LINE W_60 Hz
Velocidad de sincr.: 1800 rpm

Velocidad: 1785 rpm
Diámetro: 221 mm

Curve: ETWBBEH

Impeller: 12WH-1C

Velocidades específicas:

nq: 42
S: 152

Dimensiones:

Aspiración: CB-8"
Descarga: RI 8" - RI 10"

Turbina vertical:

Tamaño del tazón: 11.8"
Parte lateral máxima: ---
Factor k de empuje: 11,2 kg/m

Límites de la bomba:

Temperatura: 75 °C
Presión: 340 PSI
Tamaño de la esfera: 22,2 mm

Potencia: 163 kW
Area aspiración: 20.50"

Criterios de búsqueda:

Caudal: ---

Altura: ---

Fluido:

Water
SG: 1
Viscosidad : 0,9946 cP

Temperatura: 20 °C
Presión de vapor: 2,339 kPa a
Presión atm: 101,4 kPa a

NPSHd: ---

Motor:

Estándar: IEC
Caja: TEFC

Potencia: 22 kW
Velocidad: 1800
Tamaño motor: 180L

Criterios de medición: Potencia máxima en la curva característica

---- Datos del punto ----

Caudal:	72,7 l/s
Altura:	22,9 m
Rend:	87%
Potencia:	18,8 kW
NPSHr:	4,9 m

---- Curva característica ----

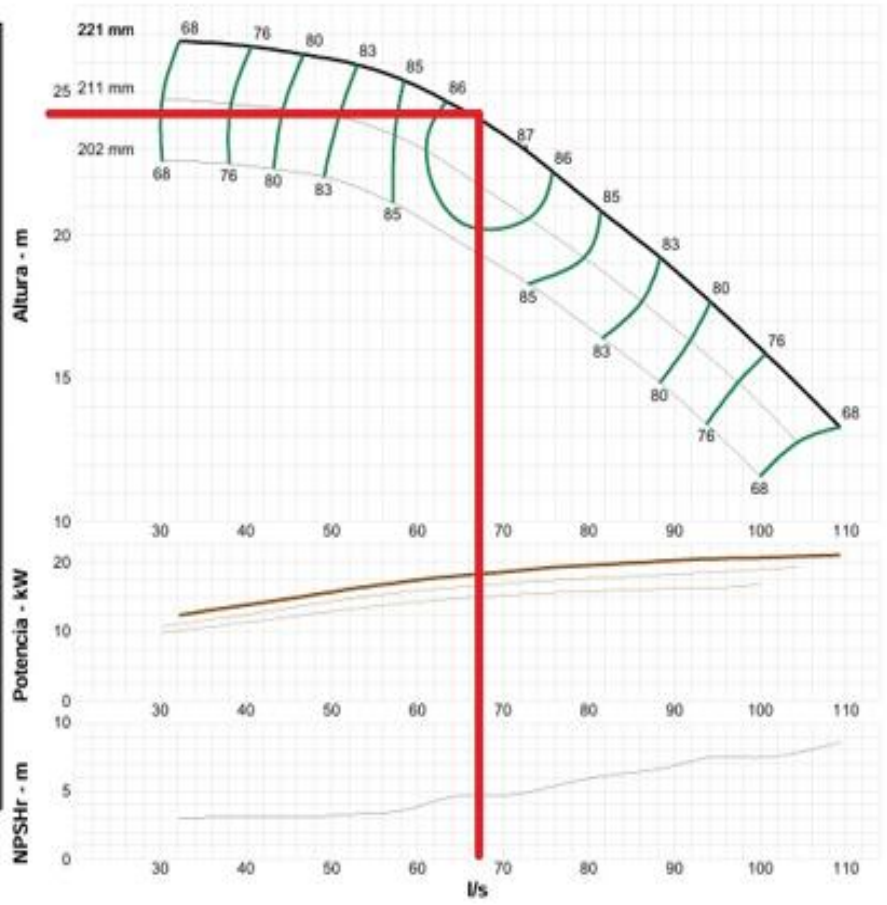
altura v. cerrada:	27,4 m
dP v. cerrada:	268 kPa
Caudal mínimo:	12,6 l/s
BEP:	87% @ 72,7 l/s
Potencia NOL:	21 kW @ 109 l/s

-- Curva máxima --

Potencia máxima:
21 kW @ 109 l/s

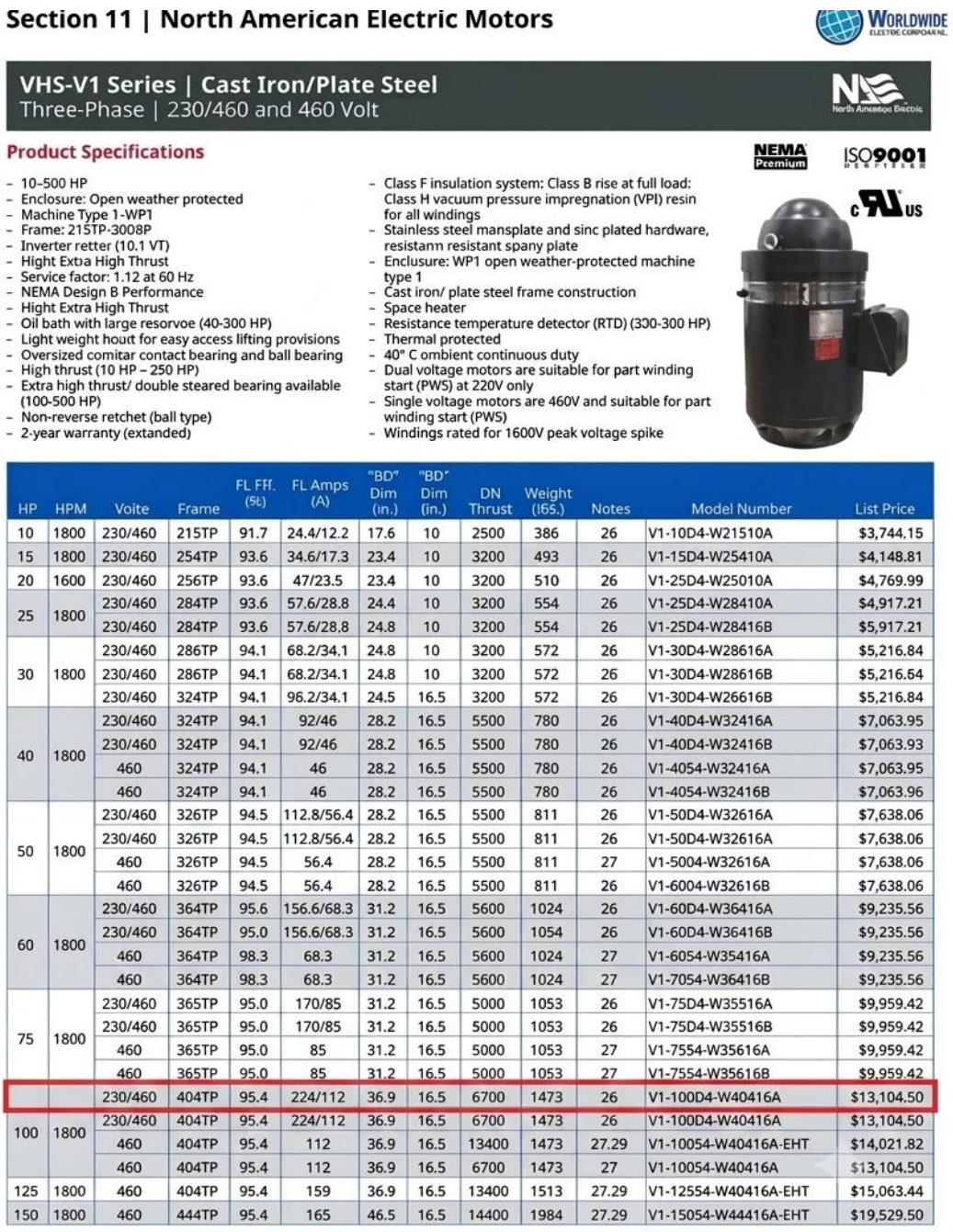
--Datos Adicionales--

Diam Flecha Std: 1.69"
Diam Max de Flecha : C.F.
Juego Axial Optimo: 0.25"
Juego Axial Std: 0.53"
Peso 1er Paso Smg Lbs : N/A
Peso 1er Paso Lub Ag Lbs: 307.3
Peso 1er Paso Lub Ac Lbs: 309.4
Peso Paso Adicional Lbs: 135.7
Peso Impulsor: 25.5 lb
Mínima Sumergencia: 24"



Nota: Fuente catálogo de bombas turbinas Warson

Figura 20: Ficha del Motor para pozo 1 Goteo



Section 11 | North American Electric Motors

VHS-V1 Series | Cast Iron/Plate Steel
Three-Phase | 230/460 and 460 Volt

Product Specifications

- 10–500 HP
- Enclosure: Open weather protected
- Machine Type 1-WP1
- Frame: 215TP-3008P
- Inverter retter (10.1 VT)
- Hight Extra High Thrust
- Service factor: 1.12 at 60 Hz
- NEMA Design B Performance
- Hight Extra High Thrust
- Oil bath with large resorvoe (40-300 HP)
- Light weight houst for easy access lifting provisions
- Oversized comitar contact bearing and ball bearing
- High thrust (10 HP – 250 HP)
- Extra high thrust/ double steared bearing available (100-500 HP)
- Non-reverse retchet (ball type)
- 2-year warranty (extanded)
- Class F insulation system: Class B rise at full load: Class H vacuum pressure impregnation (VPI) resin for all windings
- Stainless steel mansplate and sinc plated hardware, resistann resistant spany plate
- Enclusure: WP1 open weather-protected machine type 1
- Cast iron/ plate steel frame construction
- Space heater
- Resistance temperature detector (RTD) (300-300 HP)
- Thermal protected
- 40° C ombient continuous duty
- Dual voltage motors are suitable for part winding start (PWS) at 220V only
- Single voltage motors are 460V and suitable for part winding start (PWS)
- Windings rated for 1600V peak voltage spike

HP	HPM	Voite	Frame	FL Fff. (5t)	FL Amps (A)	"BD" Dim (in.)	"BD" Dim (in.)	DN Thrust	Weight (l65.)	Notes	Model Number	List Price
10	1800	230/460	215TP	91.7	24.4/12.2	17.6	10	2500	386	26	V1-10D4-W21510A	$3,744.15
15	1800	230/460	254TP	93.6	34.6/17.3	23.4	10	3200	493	26	V1-15D4-W25410A	$4,148.81
20	1600	230/460	256TP	93.6	47/23.5	23.4	10	3200	510	26	V1-25D4-W25010A	$4,769.99
25	1800	230/460	284TP	93.6	57.6/28.8	24.4	10	3200	554	26	V1-25D4-W28410A	$4,917.21
		230/460	284TP	93.6	57.6/28.8	24.8	10	3200	554	26	V1-25D4-W28416B	$5,917.21
30	1800	230/460	286TP	94.1	68.2/34.1	24.8	10	3200	572	26	V1-30D4-W28616A	$5,216.84
		230/460	286TP	94.1	68.2/34.1	24.8	10	3200	572	26	V1-30D4-W28616B	$5,216.64
		230/460	324TP	94.1	96.2/34.1	24.5	16.5	3200	572	26	V1-30D4-W26616B	$5,216.84
40	1800	230/460	324TP	94.1	92/46	28.2	16.5	5500	780	26	V1-40D4-W32416A	$7,063.95
		230/460	324TP	94.1	92/46	28.2	16.5	5500	780	26	V1-40D4-W32416B	$7,063.93
		460	324TP	94.1	46	28.2	16.5	5500	780	26	V1-4054-W32416A	$7,063.95
		460	324TP	94.1	46	28.2	16.5	5500	780	26	V1-4054-W32416B	$7,063.96
50	1800	230/460	326TP	94.5	112.8/56.4	28.2	16.5	5500	811	26	V1-50D4-W32616A	$7,638.06
		230/460	326TP	94.5	112.8/56.4	28.2	16.5	5500	811	26	V1-50D4-W32616A	$7,638.06
		460	326TP	94.5	56.4	28.2	16.5	5500	811	27	V1-5004-W32616A	$7,638.06
		460	326TP	94.5	56.4	28.2	16.5	5500	811	26	V1-6004-W32616B	$7,638.06
60	1800	230/460	364TP	95.6	156.6/68.3	31.2	16.5	5600	1024	26	V1-60D4-W36416A	$9,235.56
		230/460	364TP	95.0	156.6/68.3	31.2	16.5	5600	1054	26	V1-60D4-W36416B	$9,235.56
		460	364TP	98.3	68.3	31.2	16.5	5600	1024	27	V1-6054-W35416A	$9,235.56
		460	364TP	98.3	68.3	31.2	16.5	5600	1024	27	V1-7054-W36416B	$9,235.56
75	1800	230/460	365TP	95.0	170/85	31.2	16.5	5000	1053	26	V1-75D4-W35516A	$9,959.42
		230/460	365TP	95.0	170/85	31.2	16.5	5000	1053	26	V1-75D4-W35516B	$9,959.42
		460	365TP	95.0	85	31.2	16.5	5000	1053	27	V1-7554-W35616A	$9,959.42
		460	365TP	95.0	85	31.2	16.5	5000	1053	27	V1-7554-W35616B	$9,959.42
		230/460	404TP	95.4	224/112	36.9	16.5	6700	1473	26	V1-100D4-W40416A	$13,104.50
100	1800	230/460	404TP	95.4	224/112	36.9	16.5	6700	1473	26	V1-100D4-W40416A	$13,104.50
		460	404TP	95.4	112	36.9	16.5	13400	1473	27.29	V1-10054-W40416A-EHT	$14,021.82
		460	404TP	95.4	112	36.9	16.5	6700	1473	27	V1-10054-W40416A	$13,104.50
125	1800	460	404TP	95.4	159	36.9	16.5	13400	1513	27.29	V1-12554-W40416A-EHT	$15,063.44
150	1800	460	444TP	95.4	165	46.5	16.5	14400	1984	27.29	V1-15054-W44416A-EHT	$19,529.50

Nota: Fuente North American Electric

Figura 21: Ficha del motor Para el pozo 2 Goteo

Section 11 | North American Electric Motors

VHS-V1 Series | Cast Iron/Plate Steel
Three-Phase | 230/460 and 460 Volt

Product Specifications

- 10–500 HP
- Enclosure: Open weather-protected
- Machine Type 1–WP1
- Frame: 215TP–5008P
- Inverter rated: (10:1 VT)
- High/ Extra High Thrust
- Service factor: 1.15 @ 60 Hz
- NEMA Design B Performance
- High/ Extra High Thrust
- Oil bath with large reservoir (40-500 HP)
- Light weight hood for easy access lifting provisions
- Oversized angular contact bearing and ball bearing
- High thrust (10 HP—250 HP)
- Extra high thrust/ double stacked bearing available (100-500 HP)
- Non-reverse ratchet (ball type)
- 2-year warranty (extended)
- Class F insulation system; Class B rise at full load; Class H vacuum pressure impregnation (VPI) resin for all windings
- Stainless steel nameplate and zinc plated hardware, corrosion resistant epoxy paint
- Enclosure: WP1-open weather-protected machine type 1
- Cast iron/ plate steel frame construction
- Space heater
- Resistance temperature detector (RTD) (300-500 HP)
- Thermal protected
- 40° C ambient continuous duty
- Dual voltage motors are suitable for part winding start (PWS) at 230V only
- Single voltage motors are 460V and suitable for part winding start (PWS)
- Windings rated for 1600V peak voltage spike



HP	RPM	Volts	Frame	FL Eff. (%)	FL Amps (A)	"CD" Dim (in.)	"BD" Dim (in.)	DN Thrust	Weight (lbs.)	Notes	Model Number	List Price
10	1800	230/460	215TP	91.7	24.4/12.2	17.6	10	2500	366	26	V1-10D4-W21510A	$3,744.18
15	1800	230/460	254TP	93.0	34.6/17.3	23.4	10	3200	493	26	V1-15D4-W25410A	$4,148.81
20	1800	230/460	256TP	93.0	47/23.5	23.4	10	3200	510	26	V1-20D4-W25610A	$4,769.99
25	1800	230/460	284TP	93.6	57.6/28.8	24.8	10	3200	554	26	V1-25D4-W28410A	$4,917.31
		230/460	284TP	93.6	57.6/28.8	24.8	10	3200	554	26	V1-25D4-W28410B	$4,917.31
30	1800	230/460	286TP	94.1	68.2/34.1	24.8	10	3200	572	26	V1-30D4-W28610A	$5,216.84
		230/460	286TP	94.1	68.2/34.1	24.8	10	3200	572	26	V1-30D4-W28610B	$5,216.84
		230/460	286TP	94.1	68.2/34.1	24.8	16.5	3200	572	26	V1-30D4-W28616B	$5,216.84
40	1800	230/460	324TP	94.1	92/46	28.2•	16.5	5500	780	26	V1-40D4-W32416A	$7,063.95
		230/460	324TP	94.1	92/46	28.2	16.5	5500	780	26	V1-40D4-W32416B	$7,063.95
		460	324TP	94.1	46	28.2	16.5	5500	780	27	V1-40S4-W32416A	$7,063.95
		460	324TP	94.1	46	28.2	16.5	5500	780	26	V1-40S4-W32416B	$7,063.95
50	1800	230/460	326TP	94.5	112.8/56.4	28.2	16.5	5500	811	26	V1-50D4-W32616A	$7,638.06
		230/460	326TP	94.5	112.8/56.4	28.2	16.5	5500	811	26	V1-50D4-W32616B	$7,638.06
		460	326TP	94.5	56.4	28.2	16.5	5500	811	27	V1-50S4-W32616A	$7,638.06
		460	326TP	94.5	56.4	28.2	16.5	5500	811	28	V1-50S4-W32616B	$7,638.06
60	1800	230/460	364TP	95.0	136.6/68.3	31.2	16.5	5600	1024	26	V1-60D4-W36416A	$9,235.56
		230/460	364TP	95.0	136.6/68.3	31.2	16.5	5600	1024	26	V1-60D4-W36416B	$9,235.56
		460	364TP	95.0	68.3	31.2	16.5	5600	1024	27	V1-60S4-W36416A	$9,235.56
		460	364TP	95.0	68.3	31.2	16.5	5600	1024	27	V1-60S4-W36416B	$9,235.56
		230/460	365TP	95.0	170/85	31.2	16.5	5600	1053	26	V1-75D4-W36516A	$9,959.42
75	1800	230/460	365TP	95.0	170/85	31.2	16.5	5600	1053	26	V1-75D4-W36516B	$9,959.42
		460	365TP	95.0	85	31.2	16.5	5600	1053	27	V1-75S4-W36516A	$9,959.42
		460	365TP	95.0	85	31.2	16.5	5600	1053	27	V1-75S4-W36516B	$9,959.42
100	1800	230/460	404TP	95.4	224/112	36.9	16.5	6700	1473	26	V1-100D4-W40416A	$13,104.50
		230/460	404TP	95.4	224/112	36.9	16.5	6700	1473	26	V1-100D4-W40416B	$13,104.50
		460	404TP	95.4	112	36.9	16.5	13400	1473	27,29	V1-100S4-W40416A-EHT	$14,021.82
		460	404TP	95.4	112	36.9	16.5	6700	1473	27	V1-100S4-W40416A	$13,104.50
125	1800	460	405TP	95.4	139	36.9	16.5	13400	1513	27,29	V1-125S4-W40516A-EHT	$15,063.44
150	1800	460	444TP	95.8	165	44.8	16.5	14400	1984	27,29	V1-150S4-W44416A-EHT	$19,529.05

Figura 22: Motor para el pozo 1 Aspersión

Section 11 | North American Electric Motors

VHS-V1 Series | Cast Iron/Plate Steel
Three-Phase | 230/460 and 460 Volt

Product Specifications

- 10–500 HP
- Enclosure: Open weather protected
- Machine Type 1-WP1
- Frame: 215TP-3008P
- Inverter retter (10.1 VT)
- Hight Extɑ High Thrust
- Service factor: 1.12 at 60 Hz
- NEMA Design B Performance
- Hight Extra High Thrust
- Oil bath with large resorvoe (40-300 HP)
- Light weight houɑt for easy access lifting provisions
- Oversized comitar contact bearing and ball bearing
- High thrust (10 HP – 250 HP)
- Extra high thrust/ double steared bearing available (100-500 HP)
- Non-reverse retchet (ball type)
- 2-year warranty (extanded)
- Class F insulation system: Class B rise at full load: Class H vacuum pressure impregnation (VPI) resin for all windings
- Stainless steel mansplate and sinc plated hardware, resistann resistant spany plate
- Enclusure: WP1 open weather-protected machine type 1
- Cast iron/ plate steel frame construction
- Space heater
- Resistance temperature detector (RTD) (330-300 HP)
- Thermal protected
- 40° C ombient continuous duty
- Dual voltage motors are suitable for part winding start (PWS) at 220V only
- Single voltage motors are 460V and suitable for part winding start (PWS)
- Windings rated for 1600V peak voltage spike



HP	HPM	Voite	Frame	FL Fff. (5t)	FL Amps (A)	"BD" Dim (ın.)	"BD" Dim (in.)	DN Thrust	Weight (165.)	Notes	Model Number	List Price
10	1800	230/460	215TP	91.7	24.4/12.2	17.6	10	2500	386	26	V1-10D4-W21510A	$3,744.15
15	1800	230/460	254TP	93.6	34.6/17.3	23.4	10	3200	493	26	V1-15D4-W25410A	$4,148.81
20	1600	230/460	256TP	93.6	47/23.5	23.4	10	3200	510	26	V1-25D4-W25010A	$4,769.99
25	1800	230/460	284TP	93.6	57.6/28.8	24.4	10	3200	554	26	V1-25D4-W28410A	$4,917.21
		230/460	284TP	93.6	57.6/28.8	24.8	10	3200	554	26	V1-25D4-W28416B	$5,917.21
30	1800	230/460	286TP	94.1	68.2/34.1	24.8	10	3200	572	26	V1-30D4-W28616A	$5,216.84
		230/460	286TP	94.1	68.2/34.1	24.8	10	3200	572	26	V1-30D4-W28616B	$5,216.54
		230/460	324TP	94.1	96.2/34.1	24.5	16.5	3200	572	26	V1-30D4-W26616B	$5,216.84
40	1800	230/460	324TP	94.1	92/46	28.2	16.5	5500	780	26	V1-40D4-W32416A	$7,063.95
		230/460	324TP	94.1	92/46	28.2	16.5	5500	780	26	V1-40D4-W32416B	$7,063.93
		460	324TP	94.1	46	28.2	16.5	5500	780	26	V1-4054-W32416A	$7,063.95
		460	324TP	94.1	46	28.2	16.5	5500	780	26	V1-4054-W32416B	$7,063.96
50	1800	230/460	326TP	94.5	112.8/56.4	28.2	16.5	5500	811	26	V1-50D4-W32616A	$7,638.06
		230/460	326TP	94.5	112.8/56.4	28.2	16.5	5500	811	26	V1-50D4-W32616A	$7,638.06
		460	326TP	94.5	56.4	28.2	16.5	5500	811	27	V1-5004-W32616A	$7,638.06
		460	326TP	94.5	56.4	28.2	16.5	5500	811	26	V1-6004-W32616B	$7,638.06
60	1800	230/460	364TP	95.6	156.6/68.3	31.2	16.5	5600	1024	26	V1-60D4-W36416A	$9,235.56
		230/460	364TP	95.0	156.6/68.3	31.2	16.5	5600	1054	26	V1-60D4-W36416B	$9,235.56
		460	364TP	98.3	68.3	31.2	16.5	5600	1024	27	V1-6054-W35416A	$9,235.56
		460	364TP	98.3	68.3	31.2	16.5	5600	1024	27	V1-7054-W36416B	$9,235.56
75	1800	230/460	365TP	95.0	170/85	31.2	16.5	5000	1053	26	V1-75D4-W35516A	$9,959.42
		230/460	365TP	95.0	170/85	31.2	16.5	5000	1053	26	V1-75D4-W35516B	$9,959.42
		460	365TP	95.0	85	31.2	16.5	5000	1053	27	V1-7554-W35616A	$9,959.42
		460	365TP	95.0	85	31.2	16.5	5000	1053	27	V1-7554-W35616B	$9,959.42
		230/460	404TP	95.4	224/112	36.9	16.5	6700	1473	26	V1-100D4-W40416A	$13,104.50
100	1800	230/460	404TP	95.4	224/112	36.9	16.5	6700	1473	26	V1-100D4-W40416A	$13,104.50
		460	404TP	95.4	112	36.9	16.5	13400	1473	27.29	V1-10054-W40416A-EHT	$14,021.82
		460	404TP	95.4	112	36.9	16.5	6700	1473	27	V1-10054-W40416A	$13,104.50
125	1800	460	404TP	95.4	159	36.9	16.5	13400	1513	27.29	V1-12554-W40416A-EHT	$15,063.44
150	1800	460	444TP	95.4	165	46.5	16.5	14400	1984	27.29	V1-15054-W44416A-EHT	$19,529.50

Nota: Fuente North American Electric

Figura 23: Cotización de accesorios PVC



AGRIZEN

COTIZACION:

Dirección de la compañía
Managua, kilometro 1.0 carretera norte
Teléfono: 2293-5237

Fecha 8/6/2026
N.° de presupuesto 73
Número del vendedor 86755606

Presupuesto
Nombre de la empresa
AGRIZEN S.A
Managua, kilometro 1.0 carretera norte
8675-5606

Presupuesto válido hasta: 23/6/2026
Vendedor Brayan Moraga
NUMERO RUC: J0310000424314

NUMERO	NOMBRE DEL CLIENTE	Fecha de envi	Validez de la oferta	Condiciones pago
	Fredman Noel Gradiz Vargas	8/6/2026	23/6/2026	EFECTIVO O TRANSFERENCIA BANCARIA

Cantidad	Descripción	Precio por unidad	IMPUESTO C$	TOTAL C$
1.00	TUBO PVC 100MM (4")X6MTS RIEGO SC AZ	C$ 1,405.00	Sí	C$ 1,405.00
1.00	ACOPLE MACHO 100MM(4") RIEGO AZ	C$ 372.60	Sí	C$ 372.60
1.00	ACOPLE HEMBRA 100MM(4") SDR26 RIEGO	C$ 316.71	Sí	C$ 316.71
1.00	TE LISA PVC PRES 25MM (1") BL	C$ 22.18	Sí	C$ 22.18
1.00	TE LISA PVC PRES 50MM (2") BL	C$ 46.21	Sí	C$ 46.21
1.00	TE LISA PVC PRES 75MM (3") BL	C$ 184.20	Sí	C$ 184.20
1.00	TE LISA PVC PRES 100MM (4") BL	C$ 286.16	Sí	C$ 286.16
1.00	TE LISA PVC PRES 150MM (6") BL	C$ 829.34	Sí	C$ 829.34
1.00	TE LISA PVC PRES 150MM (8") BL	C$ 10,252.00	Sí	C$ 10,252.00
1.00	TE LISA PVC PRES 250MM (10") PG BL	C$ 23,473.80	Sí	C$ 23,473.80
1.00	RED LI PVC PRES 250MM(10")X200MM(8")BL	C$ 10,060.50	Sí	C$ 10,060.50
1.00	RED LI PVC PRES 250MM(10")X150MM(6")BL	C$ 6,629.56	Sí	C$ 6,629.56
1.00	RED LI PVC PRES 200MM(8")X150MM(6") BL	C$ 3,073.94	Sí	C$ 3,073.94
1.00	RED LI PVC PRES 200MM(8")X100MM(4") BL	C$ 2,433.19	Sí	C$ 2,433.19
1.00	RED LI PVC PRES 150MM(6")X100MM(4")	C$ 425.25	Sí	C$ 425.25
1.00	RED LI PVC PRES 150MM(6")X75MM(3") BL	C$ 527.80	Sí	C$ 527.80
1.00	RED LI PVC PRES 100MM(4")X50MM(2") BL	C$ 100.60	Sí	C$ 100.60
1.00	RED LI PVC PRES 100MM(4")X75MM(3") BL	C$ 187.60	Sí	C$ 187.60
1.00	CODO LISO PVC PRES 25MM (1")X45 BL	C$ 21.11	Sí	C$ 21.11
1.00	CODO LISO PVC PRES 38MM (1 1/2")X45	C$ 37.50	Sí	C$ 37.50
1.00	CODO LISO PVC PRES 50MM(2")X45 BL	C$ 47.00	Sí	C$ 47.00
1.00	CODO LISO PVC PRES 75MM (3")X45 BL	C$ 128.80	Sí	C$ 128.80
1.00	CODO LISO PVC PRES 100MM (4")X45 BL	C$ 249.50	Sí	C$ 249.50
1.00	CODO LISO PVC PRES 150MM (6")X45 BL	C$ 711.50	Sí	C$ 711.50
1.00	CODO LISO PVC PRES 200MM(8")X45 BL	C$ 3,912.50	Sí	C$ 3,912.50
1.00	CODO LISO PVC PRES 25MM (1")X90 BL	C$ 18.60	Sí	C$ 18.60
1.00	CODO LISO PVC PRES 38MM (1 1/2")X90 BL	C$ 31.88	Sí	C$ 31.88
1.00	CODO LISO PVC PRES 50MM(2")X90 BL	C$ 48.60	Sí	C$ 48.60
1.00	CODO LISO PVC PRES 75MM (3")X90 BL	C$ 166.80	Sí	C$ 166.80
1.00	CODO LISO PVC PRES 100MM (4")X90 BL	C$ 250.80	Sí	C$ 250.80
1.00	CODO LISO PVC PRES 150MM (6")X90 BL	C$ 700.20	Sí	C$ 700.20
1.00	CODO LISO PVC PRES 200MM(8")X90 BL	C$ 4,750.50	Sí	C$ 4,750.50
1.00	TUBO PVC 25MM(1")X6M SDR26 CC BL	C$ 151.10	Sí	C$ 151.10
1.00	TUBO PVC 38MM(1 1/2")X6M SDR26 CC BL	C$ 310.78	Sí	C$ 310.78
1.00	TUBO PVC 50MM(2")X6M SDR26 CC BL	C$ 430.00	Sí	C$ 430.00
1.00	TUBO PVC 75MM(3")X6M SDR41 CC BL	C$ 370.00	Sí	C$ 370.00
1.00	TUBO PVC 100MM(4") X 6M SDR41 CC BL	C$ 550.00	Sí	C$ 550.00
1.00	TUBO PVC 150MM (6") 6M SDR41 CC BL	C$ 1,600.00	Sí	C$ 1,600.00
1.00	TUBO PVC 200MM(8") X 6M SDR41 CC BL	C$ 2,500.00	Sí	C$ 2,500.00
1.00	TUBO PVC 250 MM(10" X 6M SDR 41 CC BL	C$ 6,342.13	Sí	C$ 6,342.13
	ULTIMA LINEA			

Subtotal	C$	83,955.94
Iva 15%	C$	12,593.39
TOTAL C$	C$	96,549.33

Si tiene alguna duda sobre este presupuesto, póngase en contacto con:

Ing. Welsden Blanco

Gracias por su confianza

Nota: Fuente Cotización AGRIZEN S.A

Figura 24: Cotización de accesorios PVC

AGRIZEN S.A

RUC:J0310000424314

Esquina opuesta asociacion de transportista 10 varas al este. 10

PROFORMA

PROFORMA	
Número	2739
Fecha	03/06/2026
Página	1

Presentado a:

MARIA FABIOLA RUIZ NICARGUA

89188896

Enviar a:

MARIA FABIOLA RUIZ NICARGUA

Código Cliente	RUC	Referencia	Términos
2461			Contado
Vendedor	**Moneda**	**Emite**	
BRYAN MORAGA	Nacional C$		

Itm	Cod. Prod	Descripción Producto	Bodg.	Cantidad	Unid.	Precio	Dto.%	Imp.%	Imp.Monto	Importe
1	GREEN-2301.0016	GROOMET 16 MM TIPO H	PRI	1.00	UN	5.3204		15.00	0.79	5.32
2	GREEN-2355.016H	CONECTOR INICIAL PVC X 16 MM	PRI	1.00	UN	8.6871		15.00	1.30	8.69
3	GREEN-2410.0003-F	CONECTOR PVC 16 MM X CINTA	PRI	1.00	UN	8.6871		15.00	1.30	8.69
4	GREEN-5017.1600	MANGUERA DE POLIETILENO DE 16 MM *1MM -500 M/ROLLO	PRI	1.00	MT	8.6098		15.00	1.29	8.61
5	GREEN-9940.0006	MANOMETRO DE GLICERINA GREEN PLAINS DE 0 A 6 BAR / 1/4"	PRI	1.00	UN	509.5564		15.00	76.43	509.56
6	GREEN-4490.000F	VALVULA DE AIRE CINETICA DE 2" GREEN PLAINS	PRI	1.00	UN	1,146.4974		15.00	171.97	1,146.50
	GREEN-21518	HIDROCICLON X NPT8" 300M3/H 8BAR	PRI	1.00	UN	320,045.0000		15.00	48,006.75	320,045.00
8	GREEN-4490	VALVULA MARIPOSA HD DE 8"	PRI	1.00	UN	15,833.5988		15.00	2,375.03	15,833.60
9	SERVI003	VALVULA CHECK DE 8" TIPO WAFER	PRI	1.00	UN	14,008.9991		15.00	2,101.34	14,009.00
10	IMPCG-ENEO8	EMPAQUE DE NEOPRENO P/FLANGE 8"	PRI	1.00	UN	697.5002		15.00	104.62	697.50
11	DURVALV-VCH4	VALVULA CODO DE HIDRANTE CON ACOPLE ROSCADO VCH4	PRI	1.00	UN	3,700.0010		15.00	555.00	3,700.00
12	DUR2005580	TUBO PVC 50MM(2") X6M SDR41 CC BL	PRI	1.00	UN	273.2900		15.00	40.99	273.29
13	DUR2005573	TUBO PVC 38MM(1 1/2") X 6M SDR41 CC BL	PRI	1.00	UN	195.5300		15.00	29.32	195.53
14	DUR2006009	FLANGE PVC SCH 80 200MM(8") BL	PRI	1.00	UN	1,900.0000		15.00	285.00	1,900.00
15	DUR-HIDRANTE	HIDRANTE SENCILLO AMPLIADO Z-ONLA -4X4-1	PRI	1.00	UN	6,336.0000		15.00	950.40	6,336.00
16	DUR2005975	TAPON HEMBRA C/R PVC PRE 38MM(1 1/2") BL	PRI	1.00	UN	48.6600		15.00	7.29	48.66
17	DUR2005976	TAPON HEMBRA C/R PVC PRES 50MM(2") BL	PRI	1.00	UN	56.8800		15.00	8.53	56.88

Aviso:

Firma _____

Subtotal	364,782.83
Dscto. parcial	
Dscto. Global	
Miscelaneos	
Impto. 15.0 %	54,717.42
T O T A L	**419,500.25**

Nota: Fuente cotización de AGRIZEN S.A

Figura 26: Cotización de válvulas y cintas de goteo



AGRIZEN

COTIZACION:

Dirección de la compañía
Managua, kilometro 1.0 carretera norte
Teléfono: 2293-5237

Fecha 8/6/2026
N.° de presupuesto 74
Nùmero del vendedor 86755606

Presupuesto
Nombre de la empresa
AGRIZEN S.A
Managua, kilometro 1.0 carretera norte
8675-5606

Presupuesto válido hasta: 23/6/2026
Vendedor Brayan Moraga
NUMERO RUC: J0310000424314

NUMERO	NOMBRE DEL CLIENTE	Fecha de envi	Validez de la oferta	Condiciones pag
	Brayan Ariel Moraga Nicolas	8/6/2026	23/6/2026	**EFECTIVO O TRANSFERENCIA BANCARIA**

Cantidad	Descripción	Precio por unidad	IMPUESTO C$	TOTAL C$
1.00	VALVULA RAPHAEL REDUC DE PRESION 3"	C$ 7,788.00	Sí	C$ 7,788.00
1.00	VALVULA RAPHAEL REDUC DE PRESION 2"	C$ 5,990.00	Sí	C$ 5,990.00
1.00	VALVULA VENTOSA TRIFUNCIONAL 2"	C$ 4,275.00	Sí	C$ 4,275.00
1.00	Manguera de goteo Hydrodrip 16.1 mm 15 ml 33 cm 1.2 LPH 1700 METROS	C$ 9,230.00	Sí	C$ 9,230.00
	ULTIMA LINEA			

Subtotal	C$ 27,283.00
Iva 15%	C$ 4,092.45
TOTAL C$	C$ 31,375.45

Si tiene alguna duda sobre este presupuesto, póngase en contacto con:

Ing. Zenelia Blanco

Gracias por su confianza

Nota: Fuente cotización AGRIZEN S.A

Figura 27 : Marco de siembra según la velocidad del viento

VELOCIDAD DEL VIENTO	Espaciamiento en % del Diámetro de Humedecimiento		
	EN CUADRADO	EN RECTANGULO	
	$E_A = E_L$	E_A	E_L
Sin viento.	65 %	65 %	65 %
Hasta 6 Km/hr (1.67 m/seg.)	60 %	50 %	65 %
Hasta 12 Km/hr (3.33 m/seg.)	50 %	40 %	60 %
Hasta 15 Km/hr (4.17 m/seg.)	40 %	40 %	50 %
> a 5 Km/hr (4.17 m/seg.)	30 %	30 %	40 %

Donde: E_A = Espaciamiento entre aspersores.

E_L = Espaciamiento entre laterales.

D = Diámetro de Humedecimiento.

Nota: Fuente Criterio desarrollado por la empresa Rain Bird.

Figura 25: Ficha técnica del cañón Dúplex de 2"

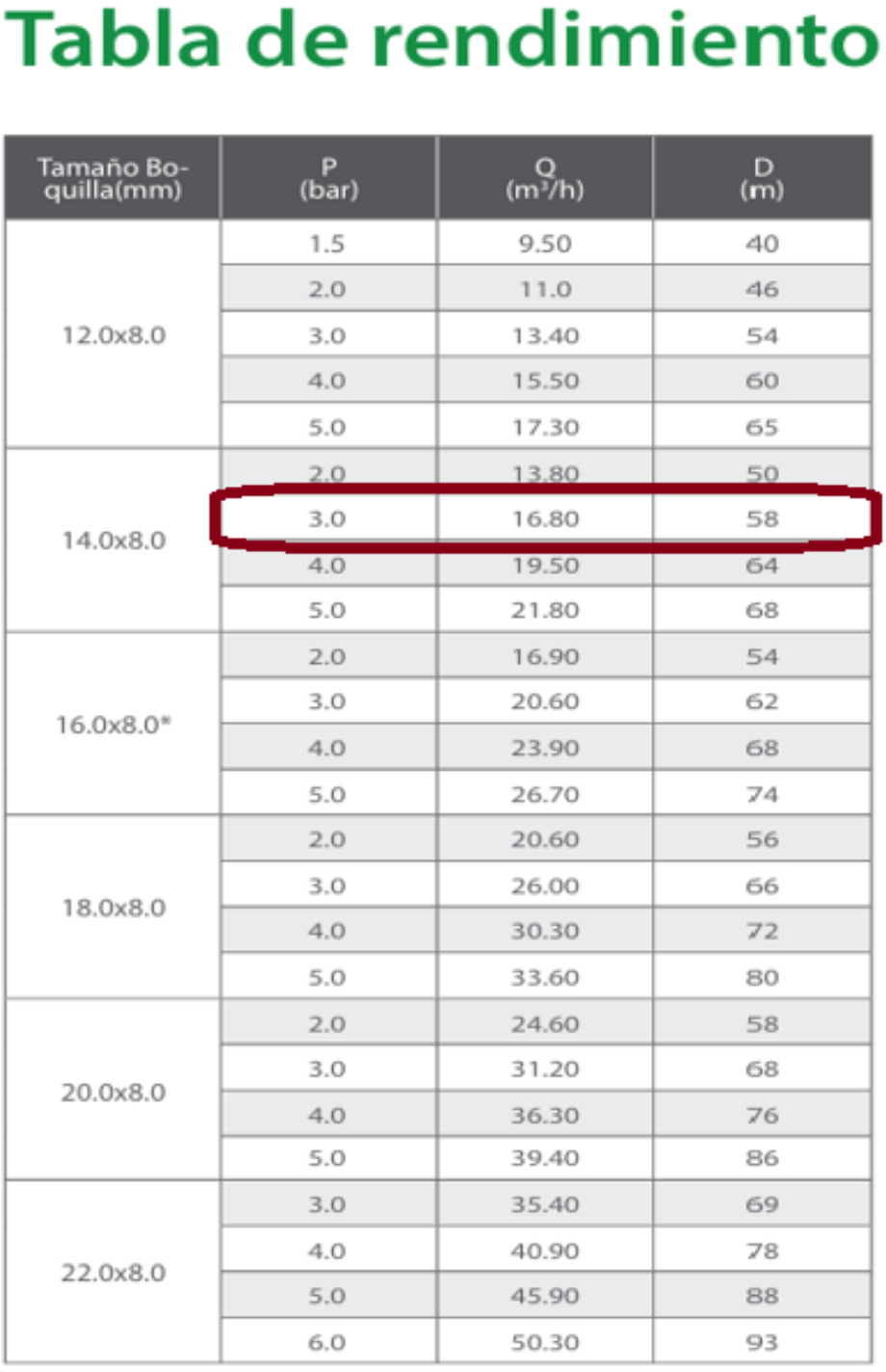
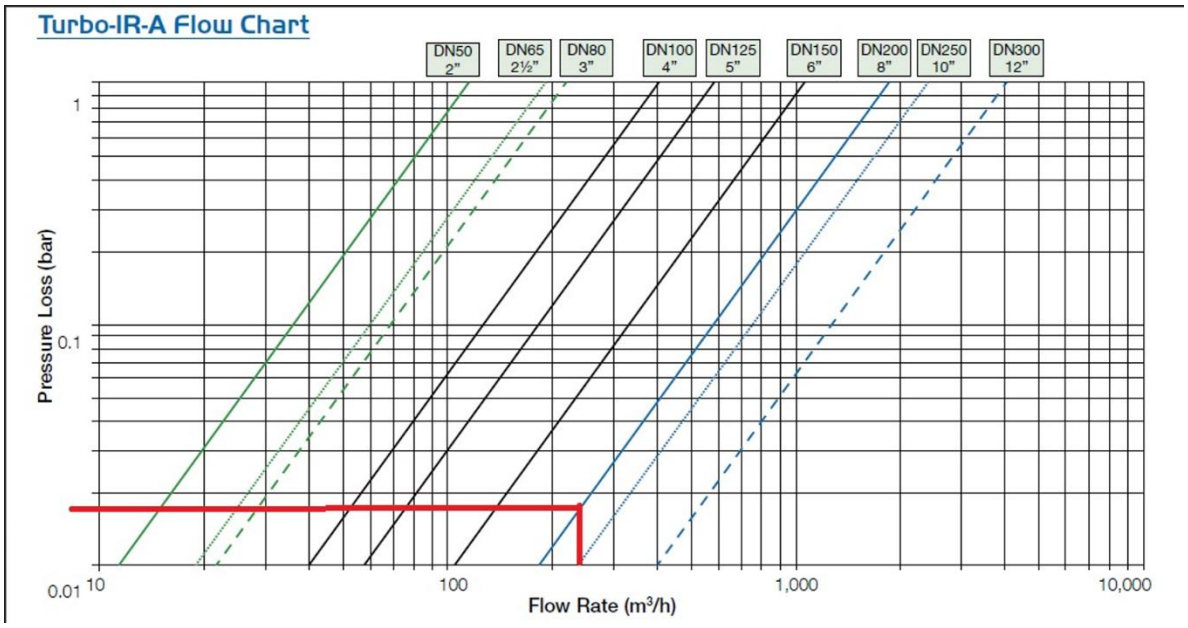


Tabla de rendimiento

Tamaño Boquilla(mm)	P (bar)	Q (m³/h)	D (m)
12.0x8.0	1.5	9.50	40
	2.0	11.0	46
	3.0	13.40	54
	4.0	15.50	60
	5.0	17.30	65
14.0x8.0	2.0	13.80	50
	3.0	16.80	58
	4.0	19.50	64
	5.0	21.80	68
16.0x8.0*	2.0	16.90	54
	3.0	20.60	62
	4.0	23.90	68
	5.0	26.70	74
18.0x8.0	2.0	20.60	56
	3.0	26.00	66
	4.0	30.30	72
	5.0	33.60	80
20.0x8.0	2.0	24.60	58
	3.0	31.20	68
	4.0	36.30	76
	5.0	39.40	86
22.0x8.0	3.0	35.40	69
	4.0	40.90	78
	5.0	45.90	88
	6.0	50.30	93

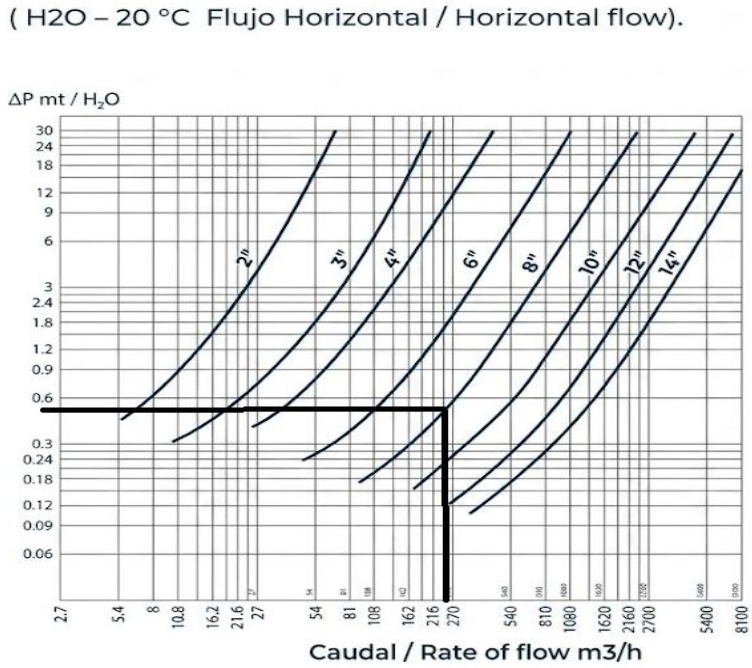
Nota: Fuente Catalogo Dúplex

Figura 26: Perdías del caudalímetro para Aspersión



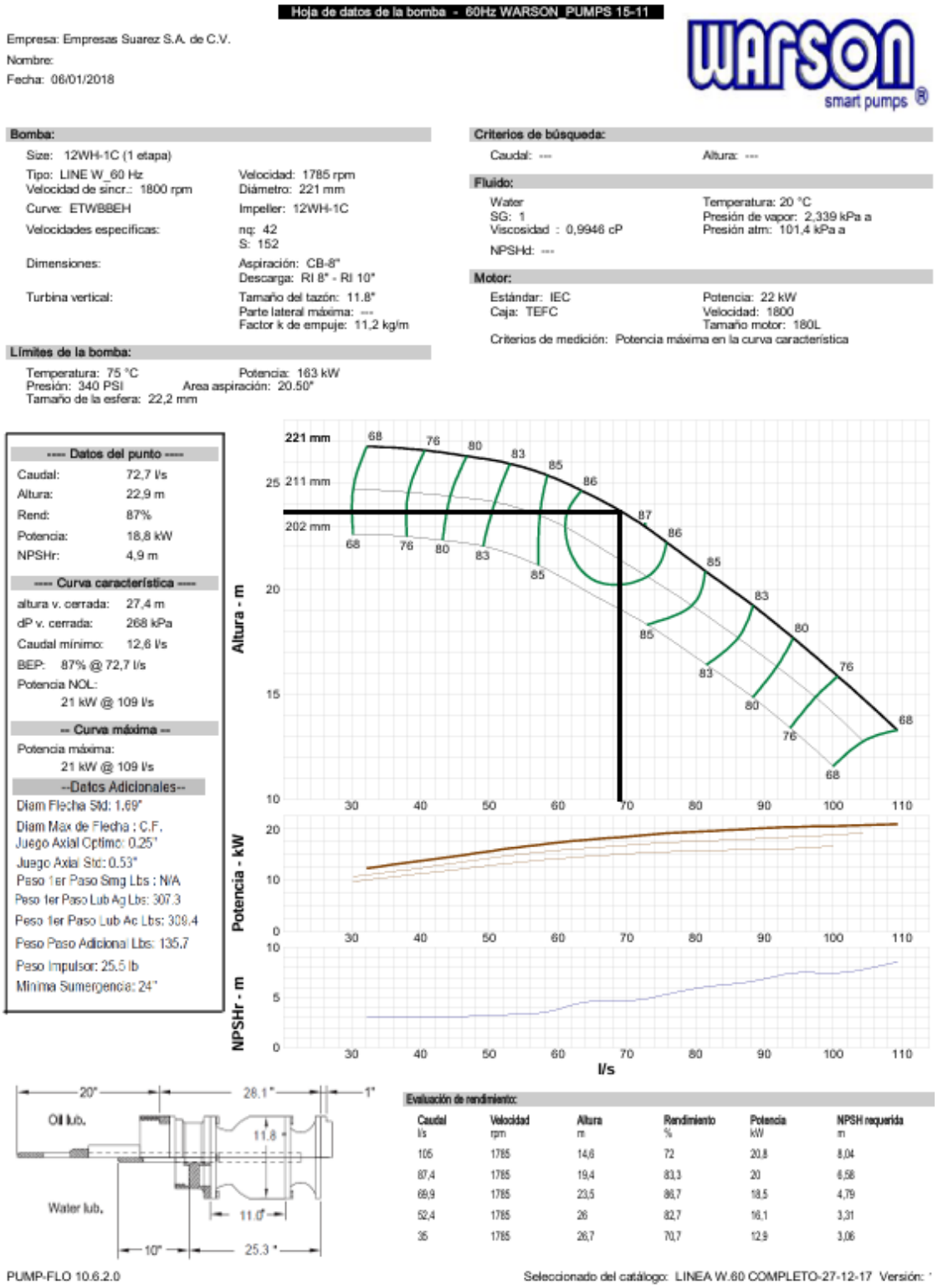
Nota: fuente Catalogo Genebre

Figura 27: Perdidas de la válvula check aspersión



Nota: fuente Catalogo Genebre

Figura 28: Ficha de la Bomba para aspersión



Hoja de datos de la bomba - 60Hz WARSON_PUMPS 15-11

Empresa: Empresas Suarez S.A. de C.V.
Nombre:
Fecha: 06/01/2018

WARSON smart pumps

Bomba:

Size: 12WH-1C (1 etapa)
Tipo: LINE W_60 Hz — Velocidad: 1785 rpm
Velocidad de sincr.: 1800 rpm — Diámetro: 221 mm
Curve: ETWBBEH — Impeller: 12WH-1C
Velocidades específicas: nq: 42, S: 152
Dimensiones: Aspiración: CB-8", Descarga: RI 8" - RI 10"
Turbina vertical: Tamaño del tazón: 11.8", Parte lateral máxima: ---, Factor k de empuje: 11,2 kg/m

Límites de la bomba:

Temperatura: 75 °C — Potencia: 163 kW
Presión: 340 PSI — Area aspiración: 20.50"
Tamaño de la esfera: 22,2 mm

Criterios de búsqueda:

Caudal: --- — Altura: ---

Fluido:

Water
SG: 1
Viscosidad : 0,9948 cP
NPSHd: ---
Temperatura: 20 °C
Presión de vapor: 2,339 kPa a
Presión atm: 101,4 kPa a

Motor:

Estándar: IEC — Potencia: 22 kW
Caja: TEFC — Velocidad: 1800
Tamaño motor: 180L
Criterios de medición: Potencia máxima en la curva característica

---- Datos del punto ----

Caudal:	72,7 l/s
Altura:	22,9 m
Rend:	87%
Potencia:	18,8 kW
NPSHr:	4,9 m

---- Curva característica ----

altura v. cerrada:	27,4 m
dP v. cerrada:	268 kPa
Caudal mínimo:	12,6 l/s
BEP:	87% @ 72,7 l/s
Potencia NOL:	21 kW @ 109 l/s

-- Curva máxima --

Potencia máxima: 21 kW @ 109 l/s

--Datos Adicionales--

Diam Flecha Std: 1.69"
Diam Max de Flecha ; C.F.
Juego Axial Optimo: 0.25"
Juego Axial Std: 0.53"
Peso 1er Paso Smg Lbs : N/A
Peso 1er Paso Lub Ag Lbs: 307.3
Peso 1er Paso Lub Ac Lbs: 309.4
Peso Paso Adicional Lbs: 135.7
Peso Impulsor: 25.5 lb
Mínima Sumergencia: 24"

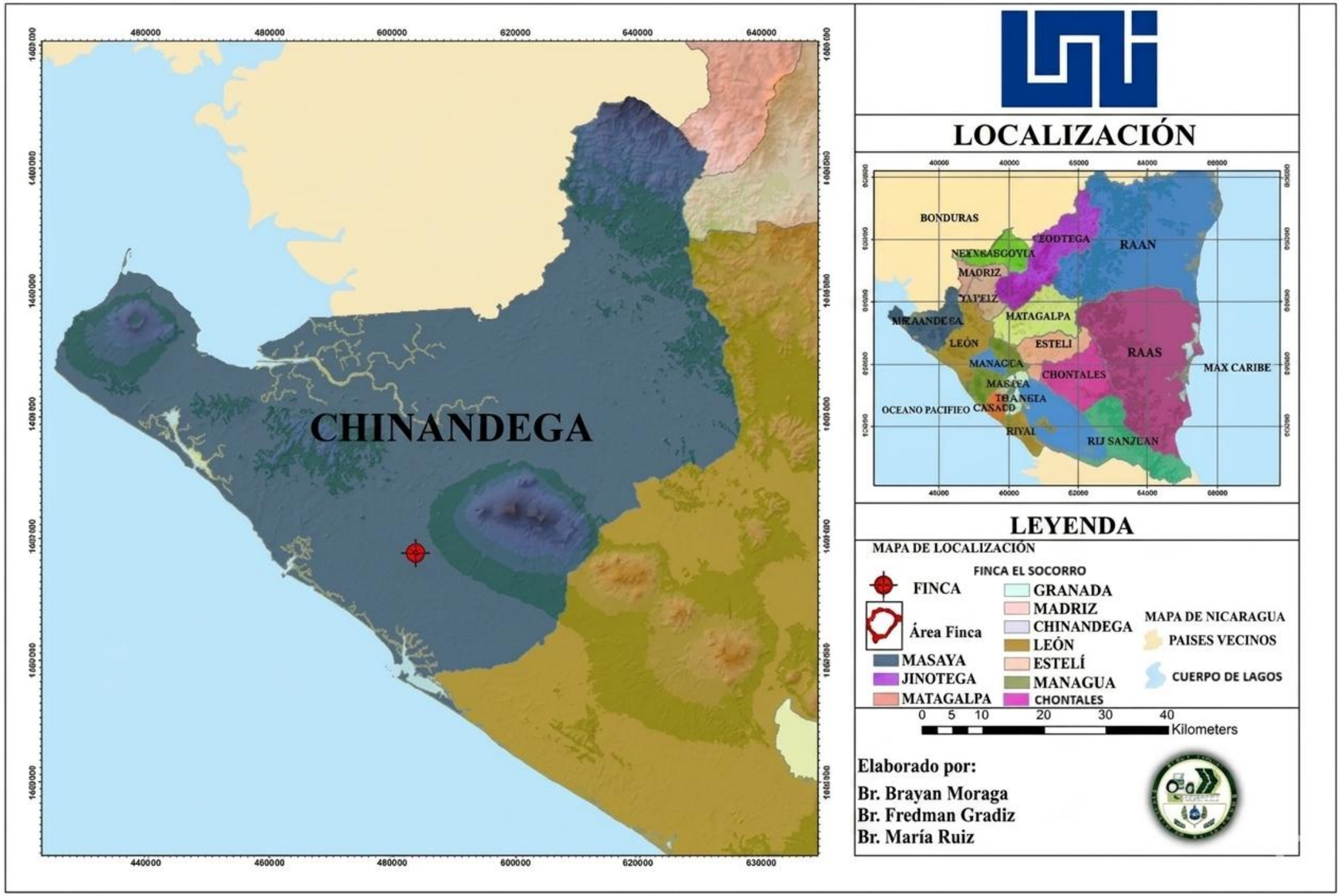
Evaluación de rendimiento:

Caudal l/s	Velocidad rpm	Altura m	Rendimiento %	Potencia kW	NPSH requerida m
105	1785	14,6	72	20,8	8,04
87,4	1785	19,4	83,3	20	6,58
69,9	1785	23,5	86,7	18,5	4,79
52,4	1785	26	82,7	16,1	3,31
35	1785	26,7	70,7	12,9	3,06

PUMP-FLO 10.6.2.0 — Seleccionado del catálogo: LINEA W.60 COMPLETO-27-12-17 Versión:

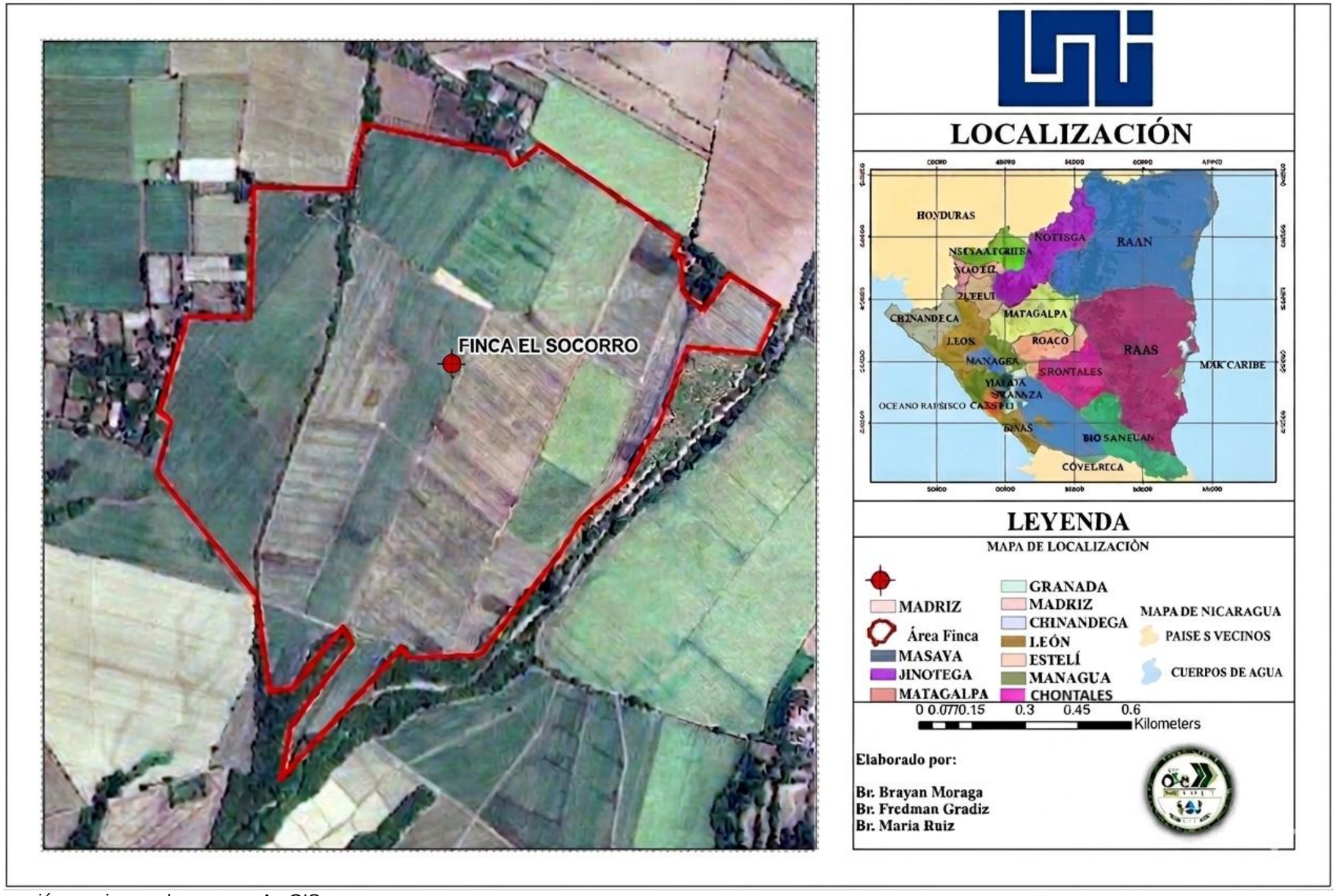
Nota: fuente ficha tomada del catálogo de WARSON

Figura 29: Macro localización

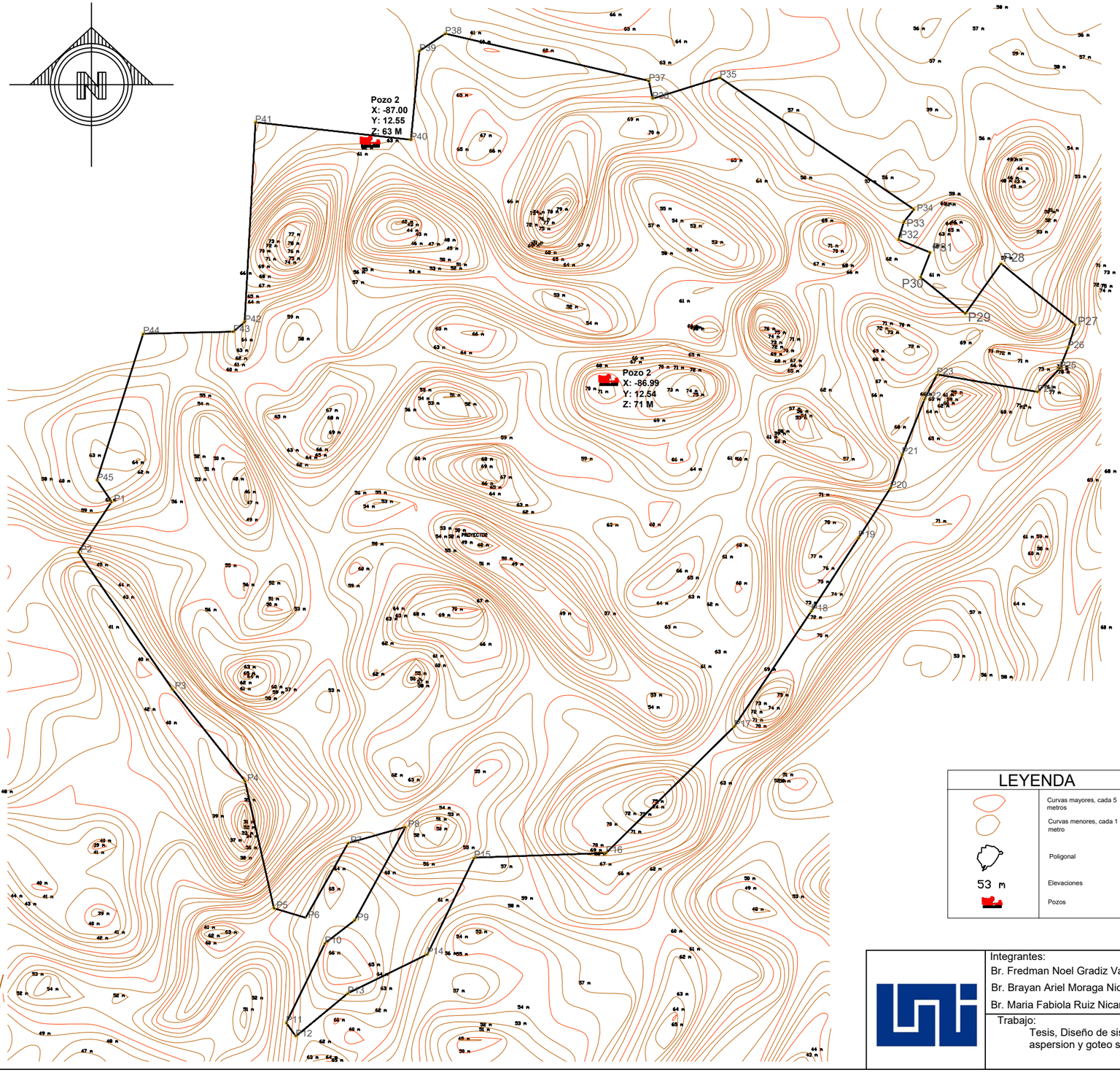


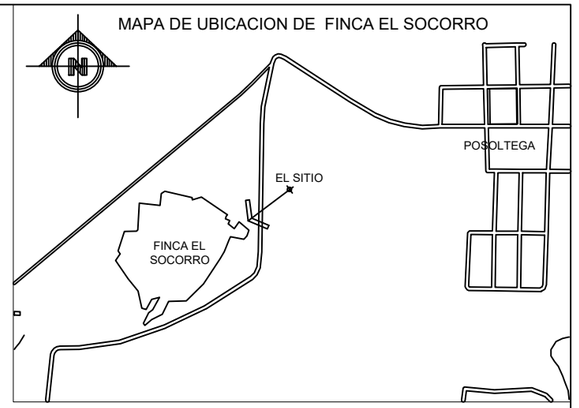
Nota: Fuente elaboración propia por el programa ArcG

Figura 30: Micro localización



Nota: Fuente elaboración propia por el programa ArcGIS





CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	108.54	247°45'19"	496622.7241	1387218.3519
P2	P2 - P3	297.12	111°55'27"	496562.8052	1387127.8502
P3	P3 - P4	209.38	176°14'35"	496731.3850	1386883.1896
P4	P4 - P5	233.41	205°30'26"	496861.2249	1386718.9316
P5	P5 - P6	59.33	119°17'42"	496913.0087	1386491.3337
P6	P6 - P7	153.39	103°8'14"	496969.9016	1386474.5060
P7	P7 - P8	106.95	224°39'40"	497045.6986	1386607.8552
P8	P8 - P9	190.09	314°16'21"	497148.6493	1386636.8411
P9	P9 - P10	67.13	203°53'58"	497057.8058	1386469.8605
P10	P10 - P11	158.59	153°33'27"	497004.5869	1386428.9463
P11	P11 - P12	29.57	118°25'44"	496935.0532	1386286.4106
P12	P12 - P13	120.78	86°0'22"	496952.2546	1386262.3541
P13	P13 - P14	158.15	193°25'22"	497045.3740	1386339.2808
P14	P14 - P15	192.35	142°3'7"	497187.3551	1386408.9526
P15	P15 - P16	235.88	242°8'18"	497271.4173	1386581.9624
P16	P16 - P17	322.33	137°22'20"	497507.1637	1386589.9779
P17	P17 - P18	248.56	168°16'27"	497736.7724	1386816.2055
P18	P18 - P19	155.32	179°10'10"	497874.6786	1387022.9947
P19	P19 - P20	105.81	179°47'27"	497958.9734	1387153.4521
P20	P20 - P21	63.68	166°28'26"	498016.0721	1387242.5314
P21	P21 - P22	107.36	182°57'39"	498036.9447	1387302.6952
P22	P22 - P23	48.93	184°26'29"	498077.3248	1387402.1691
P23	P23 - P24	183.02	253°21'21"	498099.1830	1387445.9419
P24	P24 - P25	58.04	123°0'24"	498279.4795	1387414.5027
P25	P25 - P26	39.27	158°46'56"	498318.9858	1387457.0193
P26	P26 - P27	43.49	175°57'41"	498333.4916	1387493.5070
P27	P27 - P28	172.29	111°44'30"	498346.6724	1387534.9528
P28	P28 - P29	109.99	85°55'20"	498213.5065	1387644.2732
P29	P29 - P30	103.50	273°41'17"	498149.9375	1387554.5108
P30	P30 - P31	47.75	252°36'52"	498069.4951	1387619.6378
P31	P31 - P32	61.53	90°19'42"	498087.0792	1387664.0311
P32	P32 - P33	33.55	265°40'49"	498030.0008	1387687.0190
P33	P33 - P34	28.45	201°57'12"	498040.1547	1387718.9953
P34	P34 - P35	419.66	84°34'58"	498058.2781	1387740.9258
P35	P35 - P36	126.44	128°39'53"	497710.9955	1387976.5247
P36	P36 - P37	32.52	275°54'21"	497590.1997	1387939.1735
P37	P37 - P38	373.72	114°19'18"	497583.8407	1387971.0662
P38	P38 - P39	55.70	133°9'16"	497219.7620	1388055.4246
P39	P39 - P40	159.56	129°20'16"	497173.4760	1388024.4388
P40	P40 - P41	279.78	270°50'36"	497158.0780	1387865.6195
P41	P41 - P42	357.85	86°42'15"	496880.0285	1387896.7140
P42	P42 - P43	26.42	226°12'23"	496860.7695	1387539.3869
P43	P43 - P44	161.49	219°31'4"	496840.7419	1387522.1552
P44	P44 - P45	274.81	108°42'2"	496679.2840	1387518.7993
P45	P45 - P1	46.42	128°14'33"	496596.6017	1387256.7212

LEYENDA

- Curvas mayores, cada 5 metros
- Curvas menores, cada 1 metro
- Poligonal
- 53 m — Elevaciones
- Pozos

Area: 1675290.77 m²
Area: 167.52908 ha
Perimetro: 6567.91 ml

Integrantes:
Br. Fredman Noel Gradiz Vargas
Br. Brayan Ariel Moraga Nicolas
Br. Maria Fabiola Ruiz Nicaragua

Trabajo:
Tesis, Diseño de sistemas de riego por aspersion y goteo subterraneo

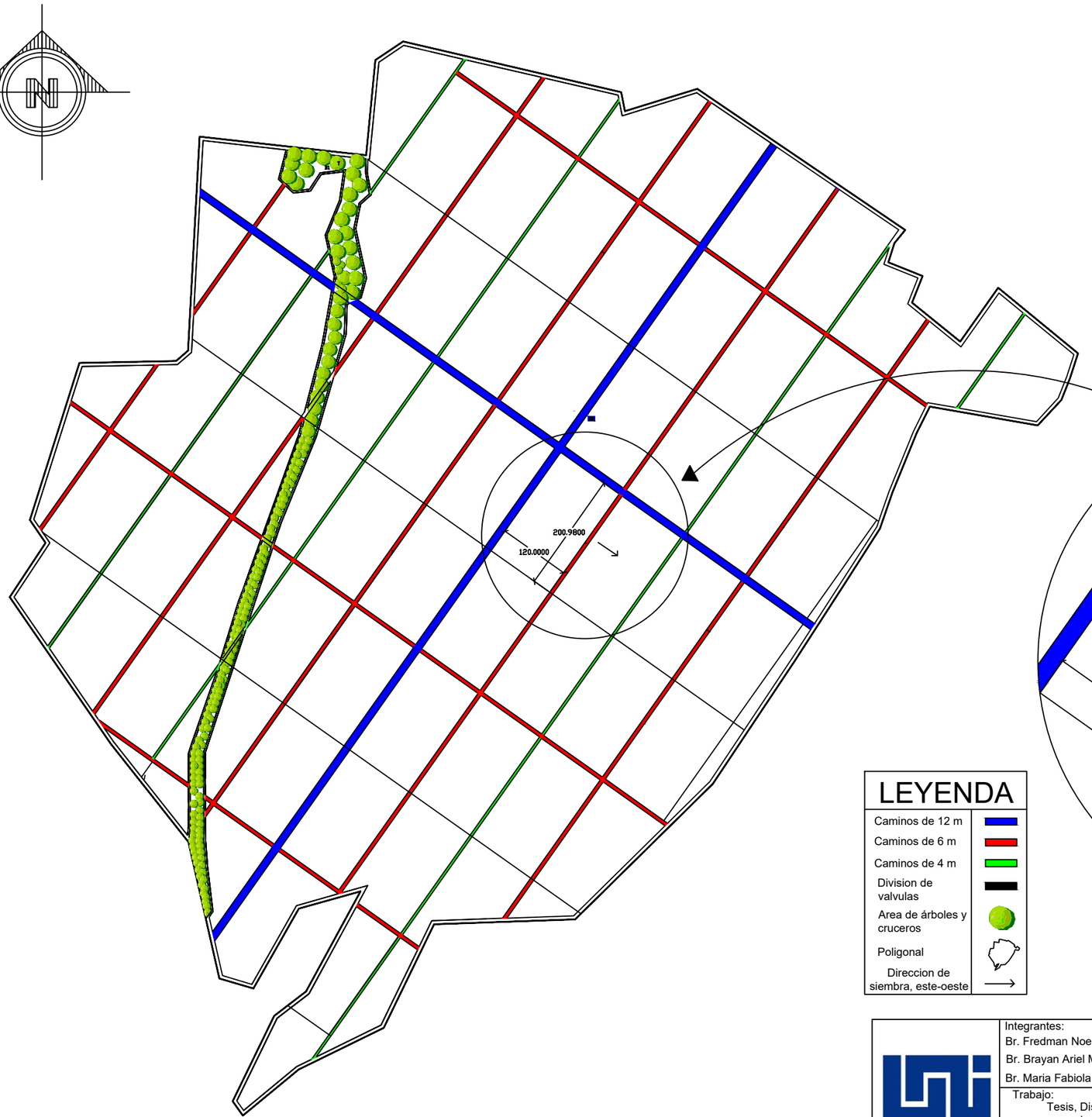
Plano: Plano Topografico - Finca el Socorro

Fecha: 03/06/2025

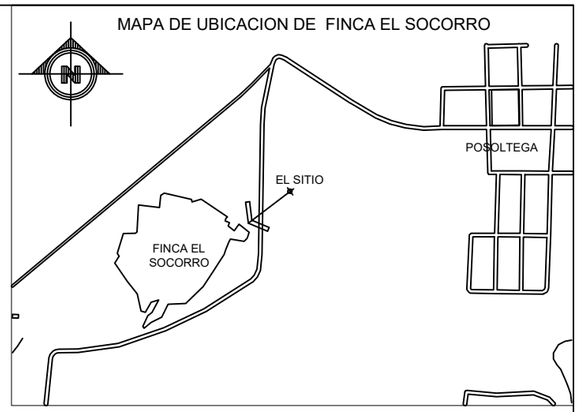
Revisado por:
ING. Welsden Zenelia Blanco Bustillo

Escala: 1:5000

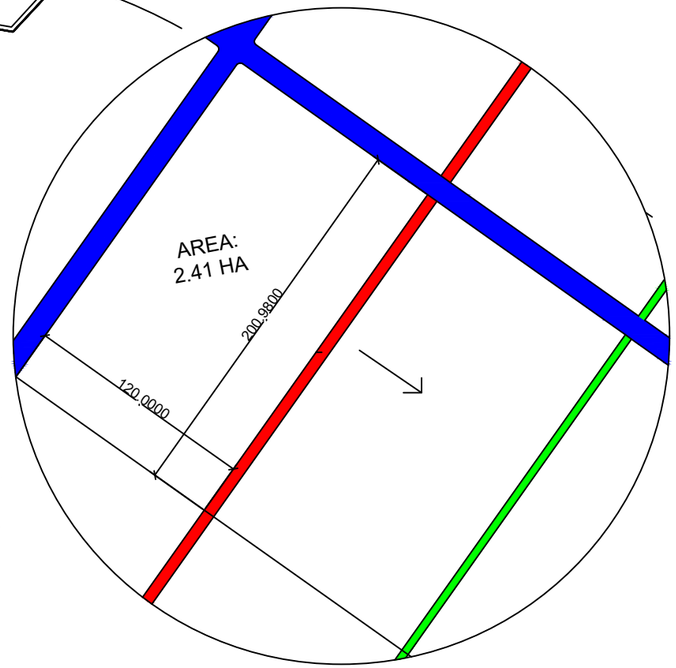
N°. de lamina
1 / 9



MAPA DE UBICACION DE FINCA EL SOCORRO



ZOOM DE AREA



LEYENDA

Caminos de 12 m	
Caminos de 6 m	
Caminos de 4 m	
Division de valvulas	
Area de árboles y cruceros	
Poligonal	
Direccion de siembra, este-oeste	

Integrantes:
Br. Fredman Noel Gradiz Vargas
Br. Brayan Ariel Moraga Nicolas
Br. Maria Fabiola Ruiz Nicaragua

Trabajo:
Tesis, Diseño de sistemas de riego por aspersion y goteo subterraneo

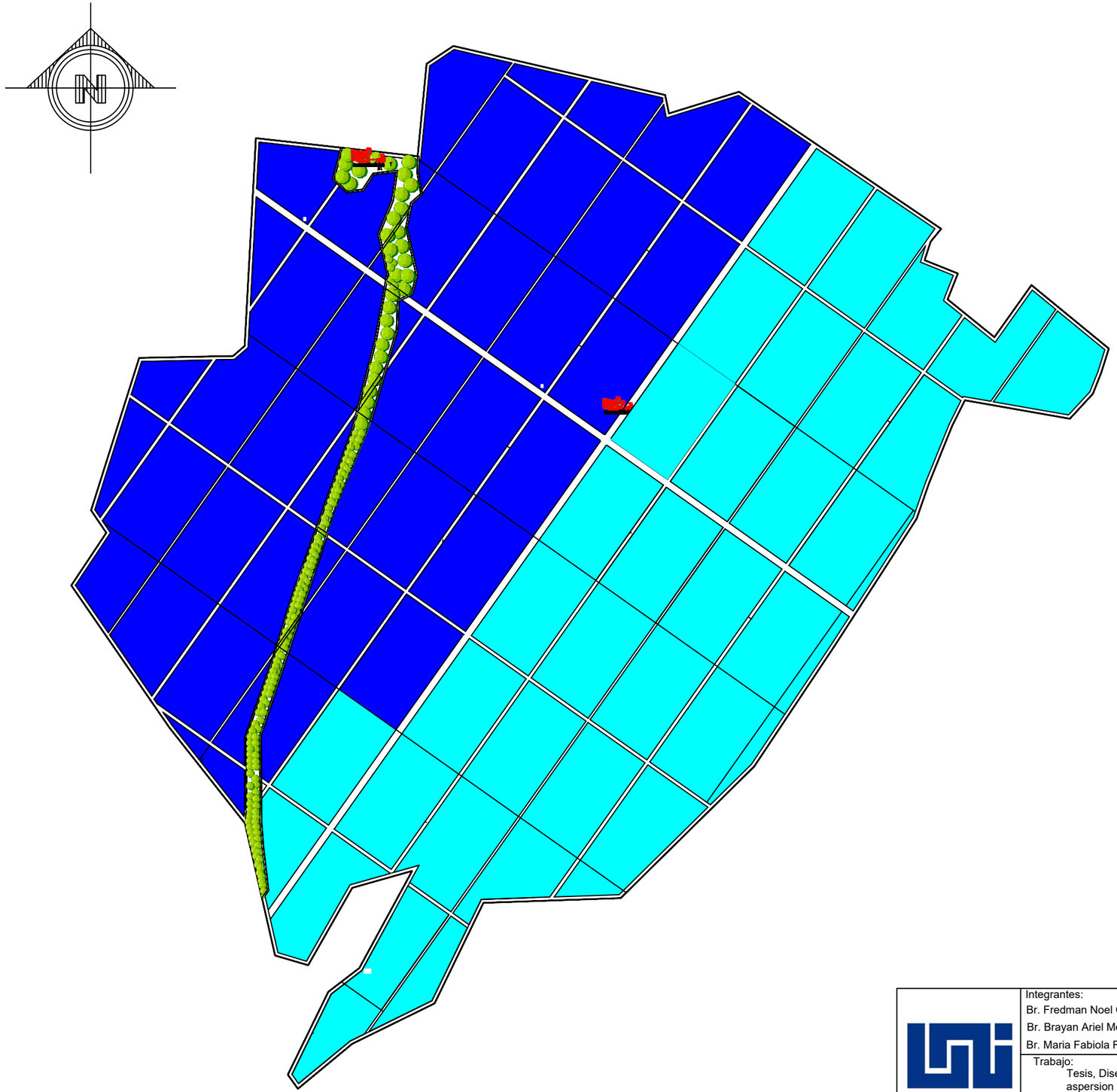
Plano: Diseño de Finca, Finca el Socorro

Fecha: 03/06/2025

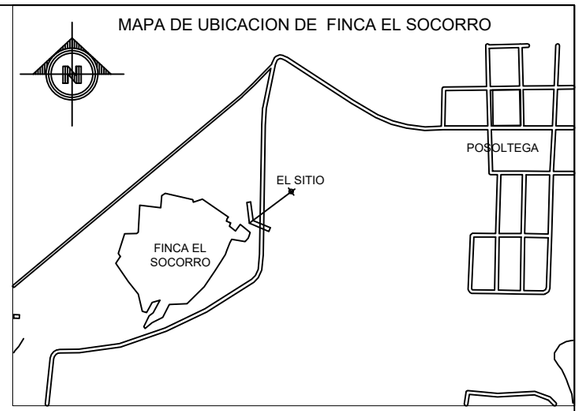
Revisado por:
ING. Welsden Zenelia Blanco Bustillo

Escala: 1:5000

N°. de lamina
2
9



MAPA DE UBICACION DE FINCA EL SOCORRO



LEYENDA		
Pozo 1	76.5 Ha	
Pozo 2	76.5 Ha	
Ubicacion de pozo		

Integrantes:
Br. Fredman Noel Gradiz Vargas
Br. Brayan Ariel Moraga Nicolas
Br. Maria Fabiola Ruiz Nicaragua

Trabajo:
Tesis, Diseño de sistemas de riego por aspersion y goteo subterraneo

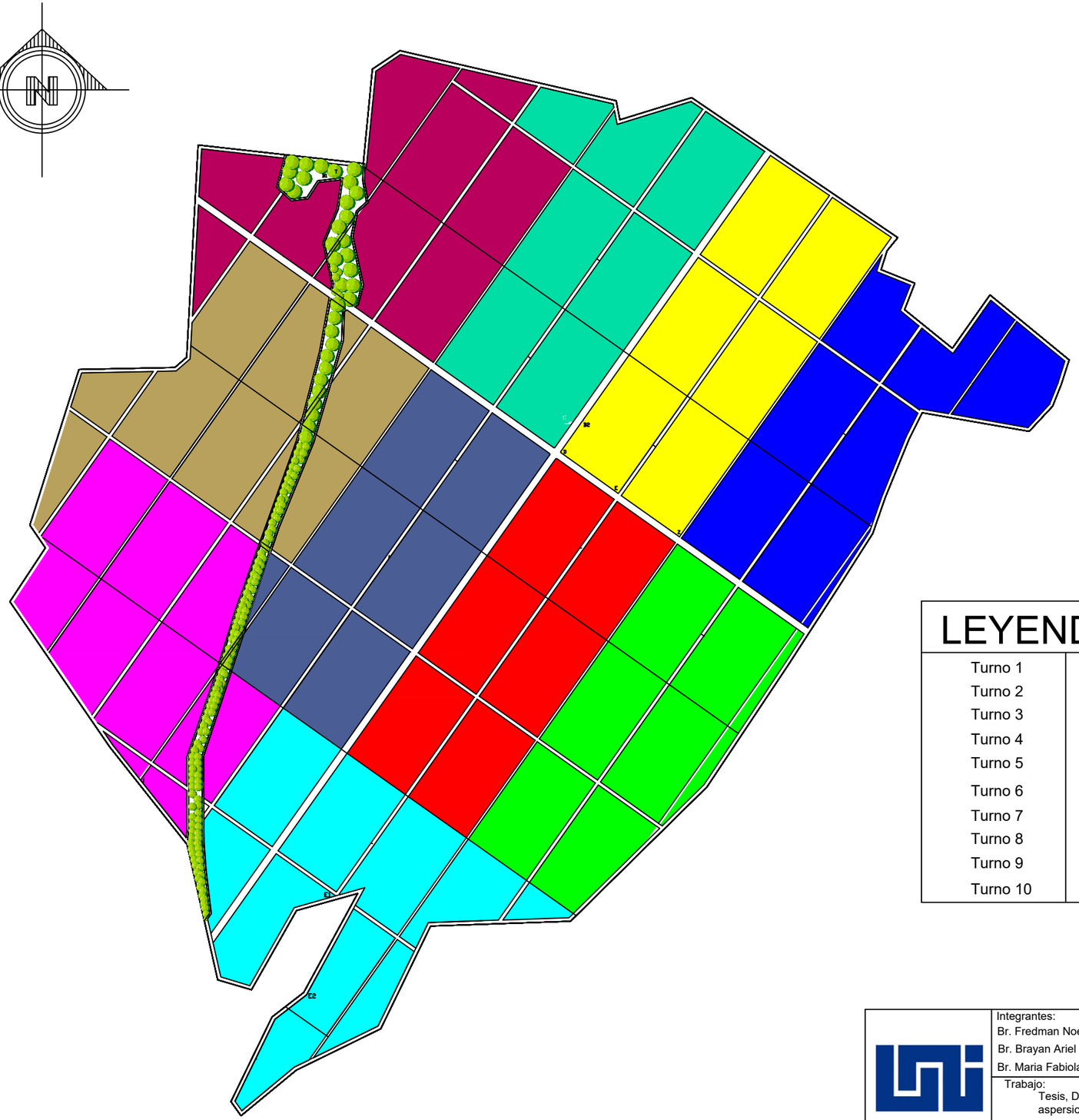
Plano: Plano - Division de pozos para goteo subterraneo

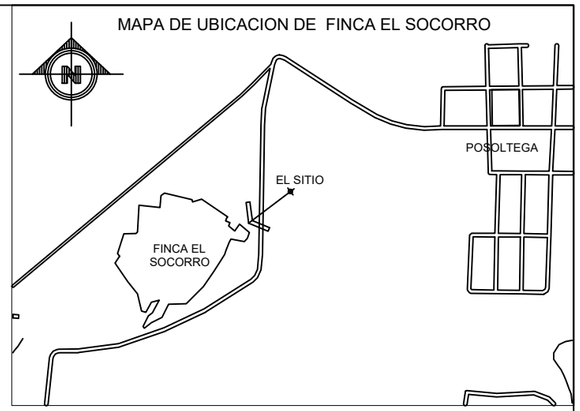
Fecha: 03/06/2025

Revisado por:
ING. Welsden Zenelia Blanco Bustillo

Escala: 1:5000

N°. de lamina
3 / 9





LEYENDA

Turno 1	
Turno 2	
Turno 3	
Turno 4	
Turno 5	
Turno 6	
Turno 7	
Turno 8	
Turno 9	
Turno 10	

DATOS TÉCNICOS DE DISEÑO EQUIPO DE BOMBEO 1 Y 2

SISTEMA DE RIEGO: Goteo	Q / EMISOR 1.2 lp/h	PRES. TRABAJO 10 m	CULTIVO: Caña de azucar
AREA DE RIEGO: 76.5 ha	ESPAC. / EMISOR 0.33 m		ESPAC. / LATERAL 2.4 m
DEFICIT DE CULTIVO 6.58 mm/dia	INTENSIDAD DE APLICACION 1.52 mm/hr		TIEMPO DE RIEGO 4.34 hrs
FRECUENCIA DE RIEGO Diaria	LÁMINA DE APLICACIÓN 39.15 mm/dia		TURNOS DE RIEGO/DIA 5 por pozo
AREA DE TURNO 15.30 Ha	JORNADA DE RIEGO/DIA 21.7 hrs		CAUDAL MAX. REQUER. 1053.7 gpm

Integrantes:
Br. Fredman Noel Gradiz Vargas
Br. Brayan Ariel Moraga Nicolas
Br. Maria Fabiola Ruiz Nicaragua

Trabajo: Tesis, Diseño de sistemas de riego por aspersion y goteo subterraneo

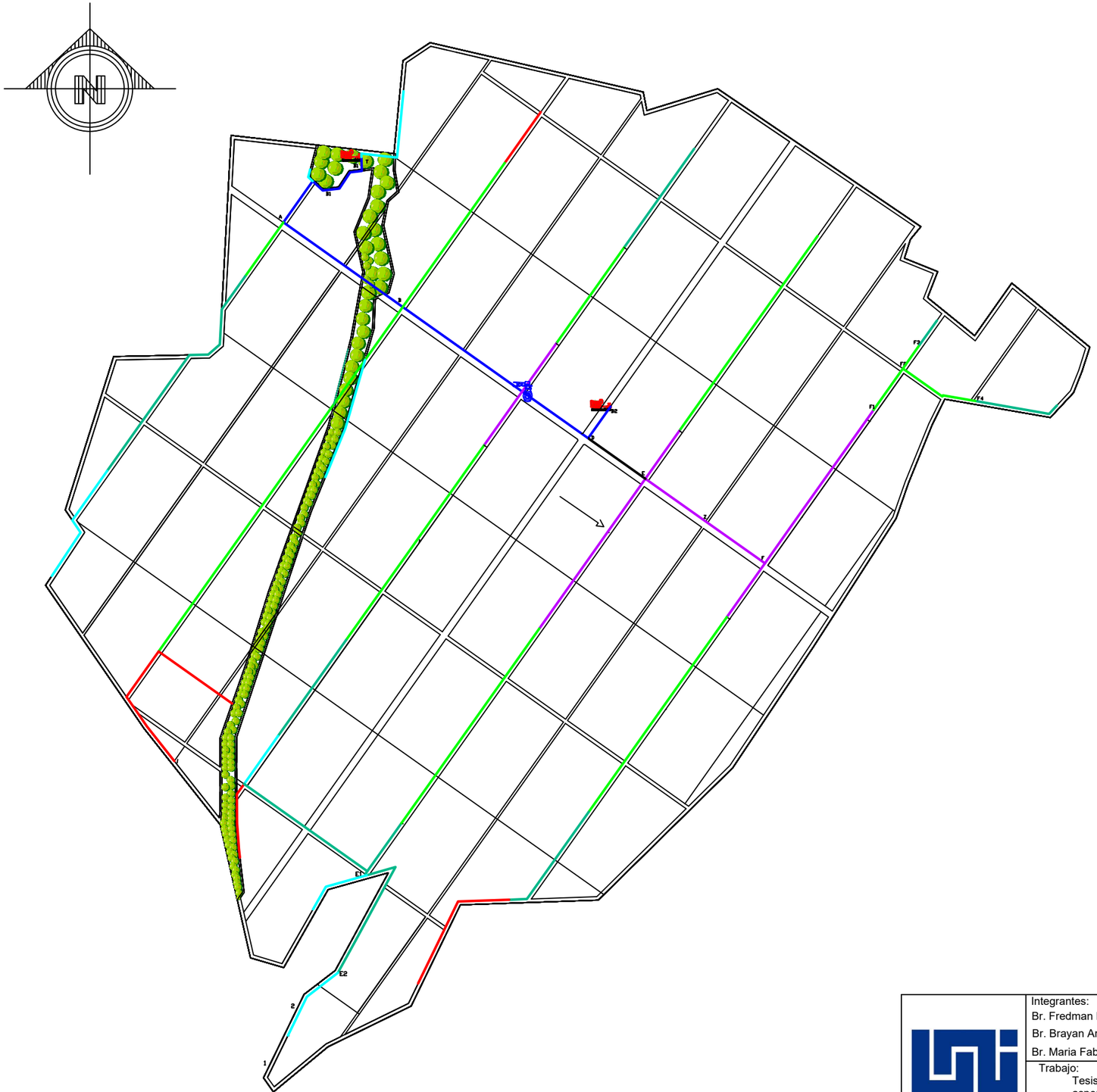
Plano: Division de turnos de riego

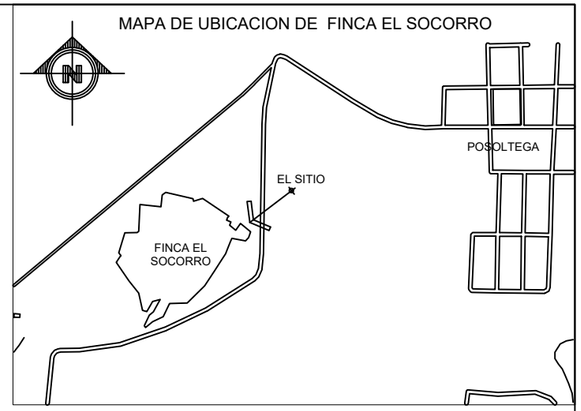
Fecha: 03/06/2025

Revisado por: ING. Welsden Zenelia Blanco Bustillo

Escala: 1:5000

N°. de lamina 4 / 9





DATOS TÉCNICOS DE DISEÑO
EQUIPO DE BOMBEO 1 Y 2

SISTEMA DE RIEGO: Goteo	Q / EMISOR 1.2 lp/h	PRES. TRABAJO 10 m	CULTIVO: Caña de azucar
AREA DE RIEGO: 76.5 ha	ESPAC. / EMISOR 0.33 m		ESPAC. / LATERAL 2.4 m
DEFICIT DE CULTIVO 6.58 mm/dia	INTENSIDAD DE APLICACION 1.52 mm/hr		TIEMPO DE RIEGO 4.34 hrs
FRECUENCIA DE RIEGO Diaria	LÁMINA DE APLICACIÓN 39.15 mm/dia		TURNOS DE RIEGO/DIA 5 por pozo
AREA DE TURNO 15.30 Ha	JORNADA DE RIEGO/DIA 21.7 hrs		CAUDAL MAX. REQUER. 1053.7 gpm

SIMBOLOGIA

- TUBERIA PVC 10"
- TUBERIA PVC 8"
- TUBERIA PVC 6 "
- TUBERIA PVC 4 "
- TUBERIA PVC 3 "
- TUBERIA PVC 2 "
- TUBERIA PVC 1 1/2 "
- POLIGONAL
- LIMITE DE VALV.
- CAMINOS
- DIRECC. SIEMBRA
- VALV. MARIPOSA 8"
- ESTAC. BOMBEO

Integrantes:
Br. Fredman Noel Gradiz Vargas
Br. Brayan Ariel Moraga Nicolas
Br. Maria Fabiola Ruiz Nicaragua

Trabajo:
Tesis, Diseño de sistemas de riego por aspersion y goteo subterraneo

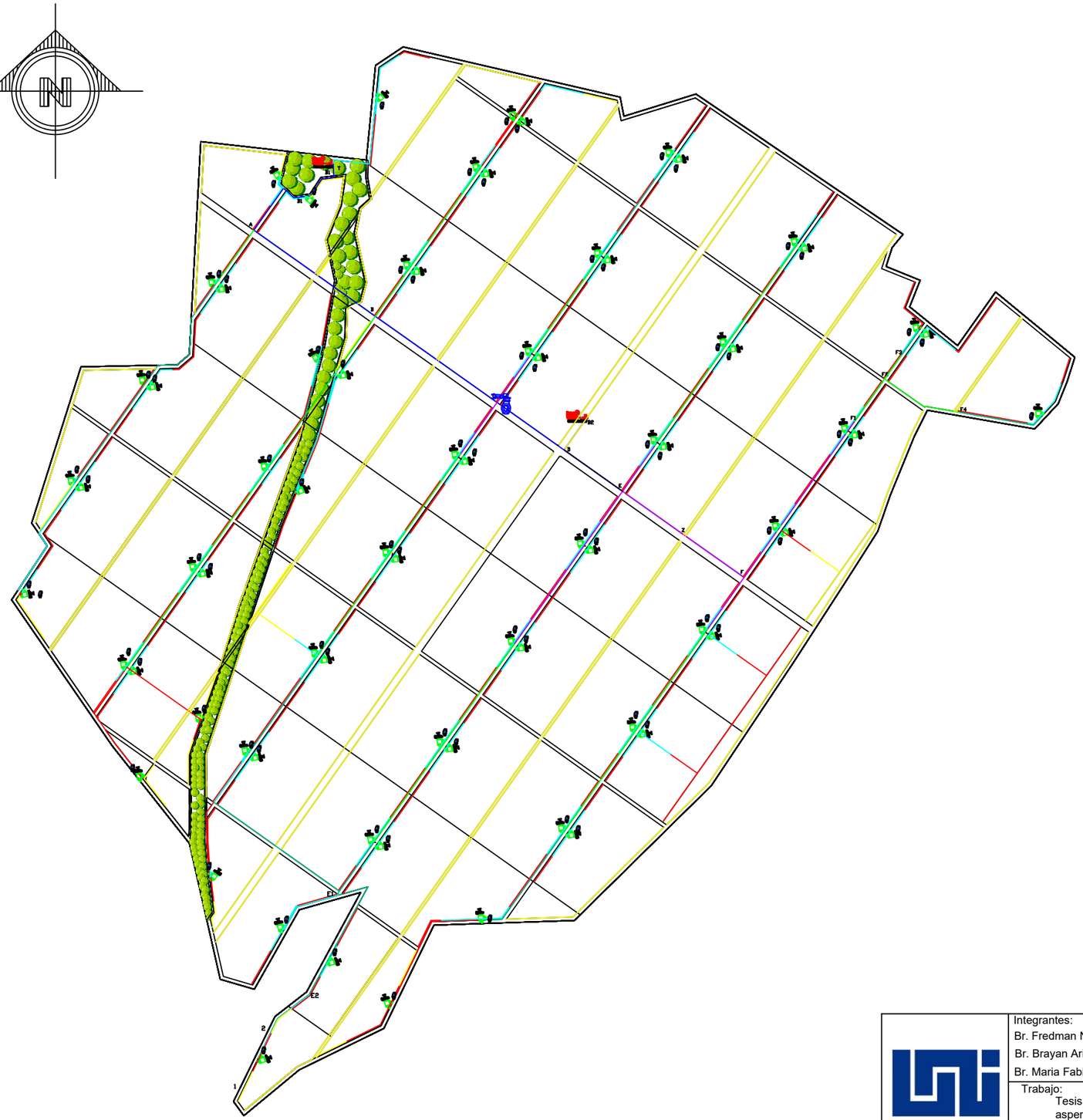
Plano:
Plano Hidraulico - Riego por goteo subterraneo

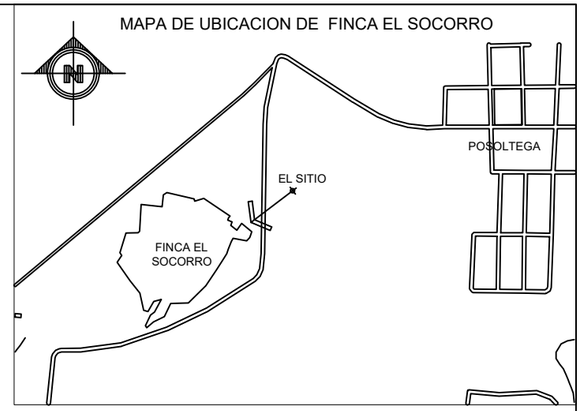
Fecha: 03/06/2025

Revisado por:
ING. Welsden Zenelia Blanco Bustillo

Escala: 1:5000

N°. de lamina
5 / 9





DATOS TÉCNICOS DE DISEÑO EQUIPO DE BOMBEO 1 Y 2

SISTEMA DE RIEGO: Goteo	Q / EMISOR 1.2 lp/h	PRES. TRABAJO 10 m	CULTIVO: Caña de azucar
AREA DE RIEGO: 76.5 ha	ESPAC. / EMISOR 0.33 m		ESPAC. / LATERAL 2.4 m
DEFICIT DE CULTIVO 6.58 mm/dia	INTENSIDAD DE APLICACION 1.52 mm/hr		TIEMPO DE RIEGO 4.34 hrs
FRECUENCIA DE RIEGO Diaria	LÁMINA DE APLICACIÓN 39.15 mm/dia		TURNOS DE RIEGO/DIA 5 por pozo
AREA DE TURNO 15.30 Ha	JORNADA DE RIEGO/DIA 21.7 hrs		CAUDAL MAX. REQUER. 1053.7 gpm

SIMBOLOGIA

- TUBERIA PVC 10"
- TUBERIA PVC 8"
- TUBERIA PVC 6 "
- TUBERIA PVC 4 "
- TUBERIA PVC 3 "
- TUBERIA PVC 2 "
- TUBERIA PVC 1 1/2 " LAVADO
- POLIGONAL
- Val. HIDRAULICA
- LIMITE DE VALV.
- CAMINOS
- DIRECC. SIEMBRA
- VALV. MARIPOSA 8"
- ESTAC. BOMBEO
- Valv triple prooposito

Integrantes:
Br. Fredman Noel Gradiz Vargas
Br. Brayan Ariel Moraga Nicolas
Br. Maria Fabiola Ruiz Nicaragua

Trabajo: Tesis, Diseño de sistemas de riego por aspersion y goteo subterraneo

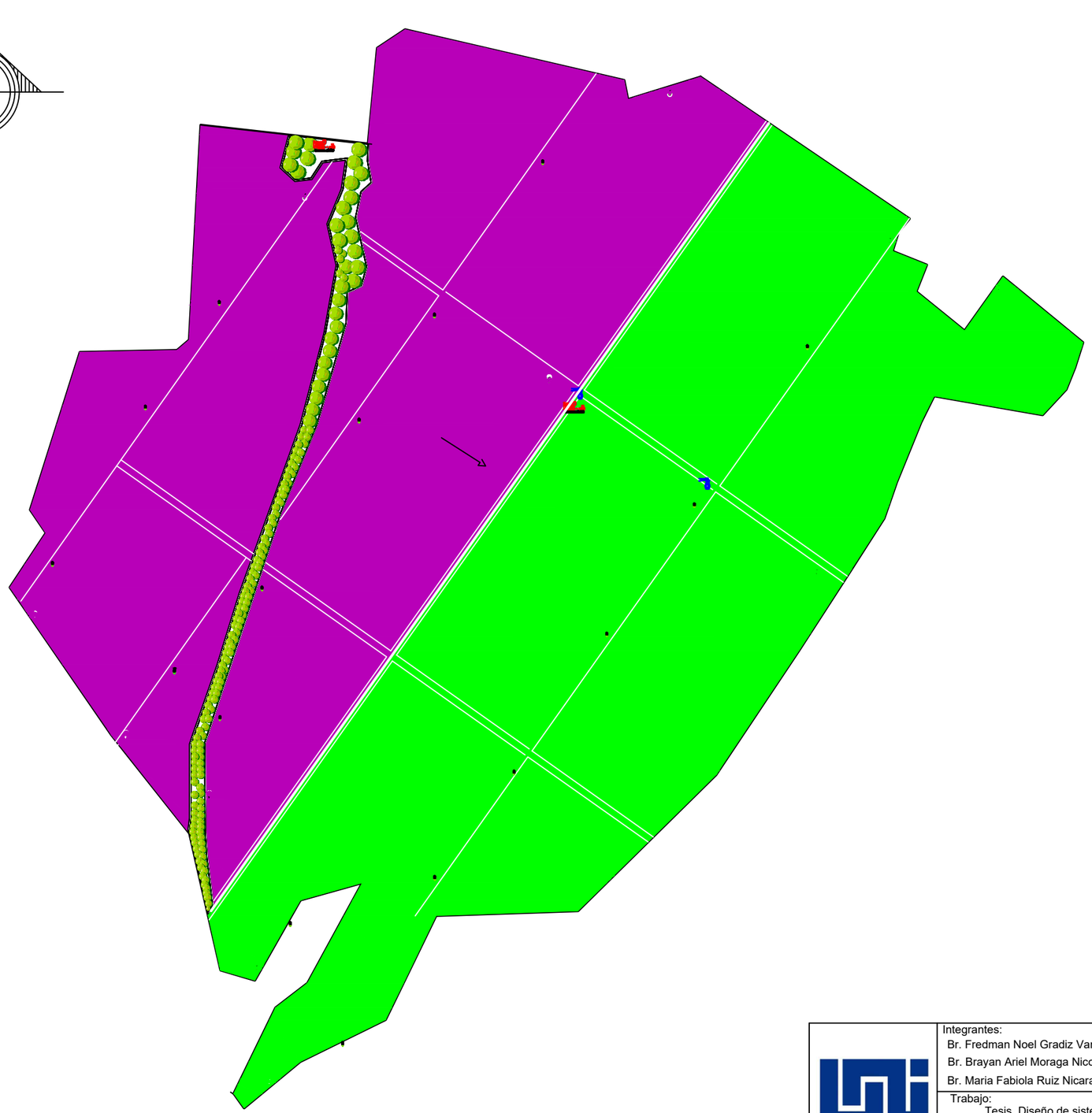
Plano: Plano General - Goteo subterraneo

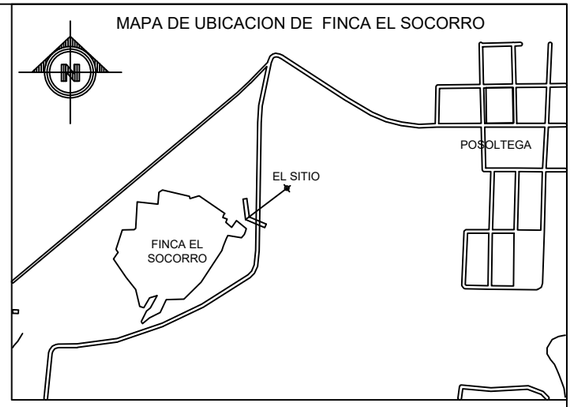
Fecha: 03/06/2025

Revisado por: ING. Welsden Zenelia Blanco Bustillo

Escala: 1:5000

N°. de lamina 6 / 9





LEYENDA		
Pozo 1	76.5 Ha	
Pozo 2	76.5 Ha	
Ubicacion de pozo		

Integrantes:
Br. Fredman Noel Gradiz Vargas
Br. Brayan Ariel Moraga Nicolas
Br. Maria Fabiola Ruiz Nicaragua

Trabajo:
Tesis, Diseño de sistemas de riego por aspersion y goteo subterraneo

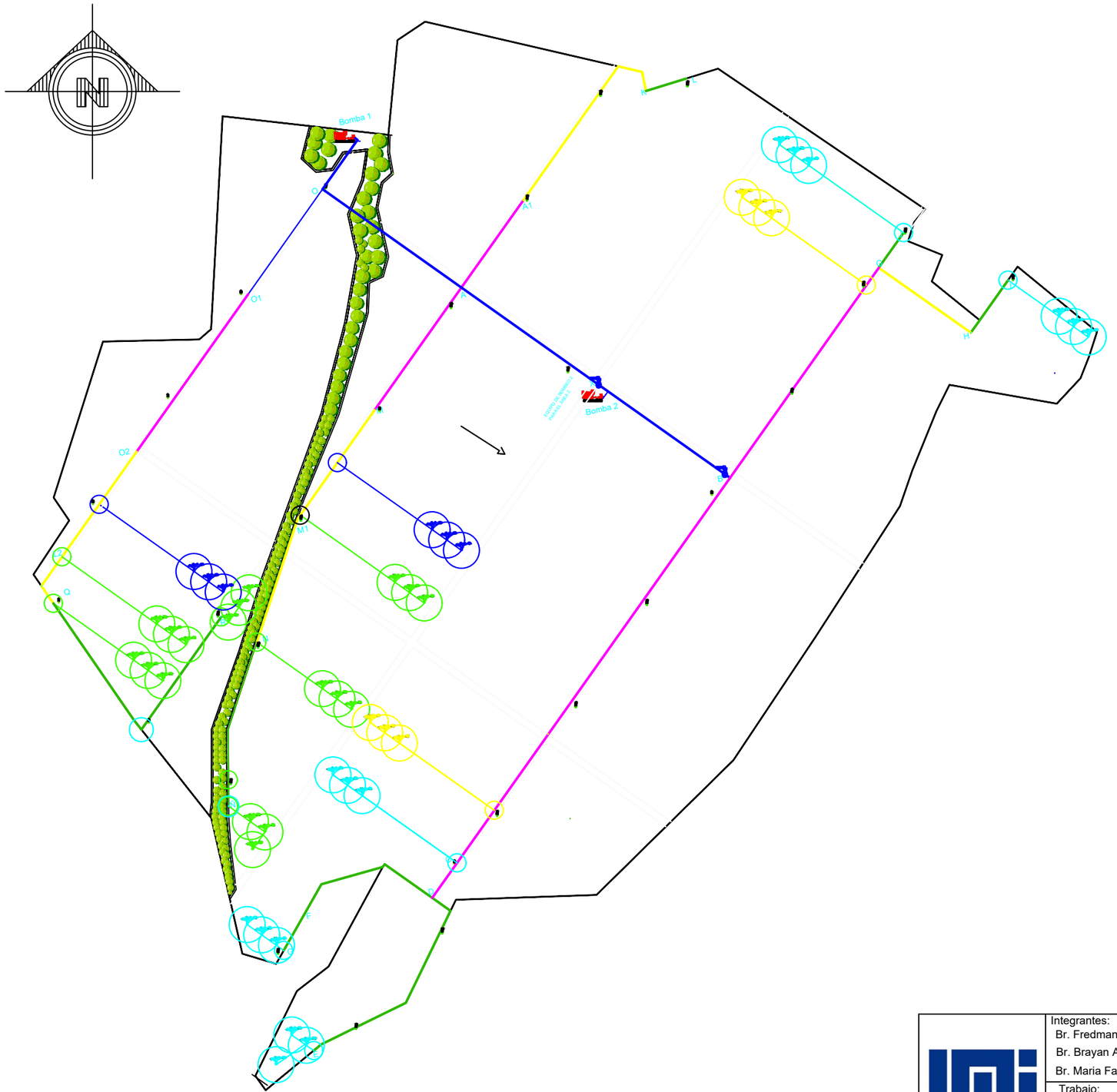
Plano: Division de pozos, aspersion

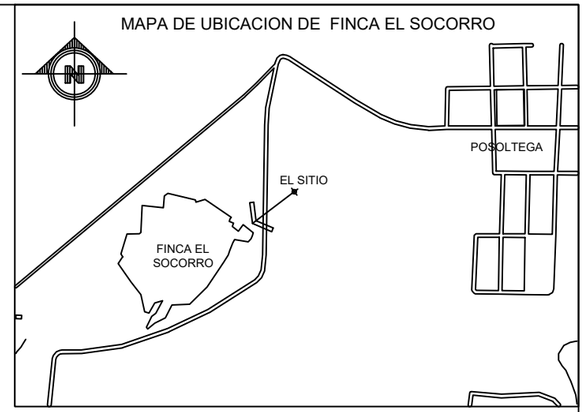
Fecha: 03/06/2026

Revisado por:
ING. Welsden Zenelia Blanco Bustillo

Escala: 1:5000

N°. de lamina
7
9





DATOS TÉCNICOS DE DISEÑO

SISTEMA DE RIEGO: CAÑÓN 2"	Q / ASPERSOR 20,600 lph	PRES. TRABAJO 30 m	CULTIVO: CAÑA
A TOTAL DE RIEGO: 163 HA	ESPAC. / ASPERSOR 36.0 m		ESPAC. / LATERAL 36.0 m
DEFICIT DE CULTIVO 6.56 mm/dia	INTENSIDAD DE APLICACION 15.90 mm/hr		TIEMPO DE PUESTA 3 hrs
FRECUENCIA DE RIEGO 7 días	LÁMINA DE APLICACIÓN 47.26 mm/día		
POSICIONES TOTALES 84	JORNADA DE RIEGO/DIA 22 hrs		CAUDAL MAX. REQUER. 1030 gpm

SIMBOLOGÍA

- ESTACIÓN BOMBEO
- CAÑON DÚPLEX 2"
- HIDRANTE
- L ÁREA 1
- L ÁREA 2
- L ESPERA
- L ESPERA
- POLIGONAL
- válvula mariposa 8"
- TUBERÍA PVC 10"
- TUBERÍA PVC 8"
- TUBERÍA PVC 6 "
- TUBERÍA PVC 4"
- DIRECCIÓN SIEMBRA
- VÁLVULA CINÉTICA
- VÁLVULA DOBLE PROPÓSITO

Integrantes:
Br. Fredman Noel Gradiz Vargas
Br. Brayan Ariel Moraga Nicolas
Br. Maria Fabiola Ruiz Nicaragua

Trabajo:
Tesis, Diseño de sistemas de riego por aspersion y goteo subterraneo

Plano: Hidraulico de Aspersion

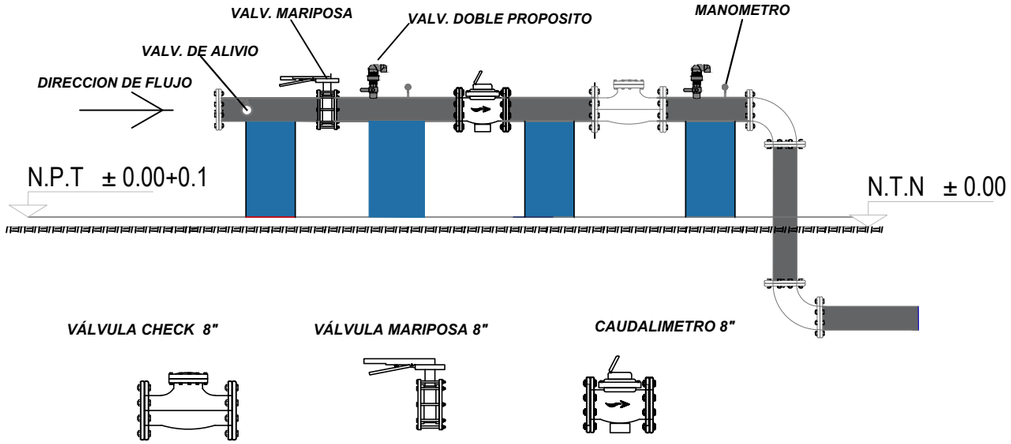
Fecha: 03/06/2026

Revisado por: ING. Welsden Zenelia Blanco Bustillo

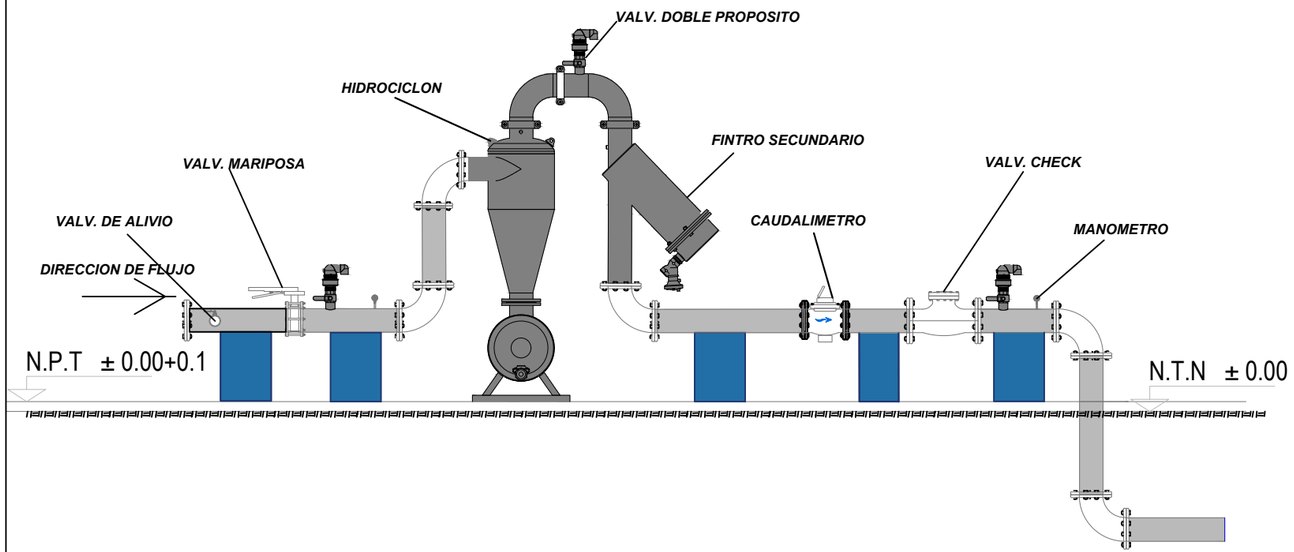
Escala: 1:5000

N°. de lamina 8 / 9

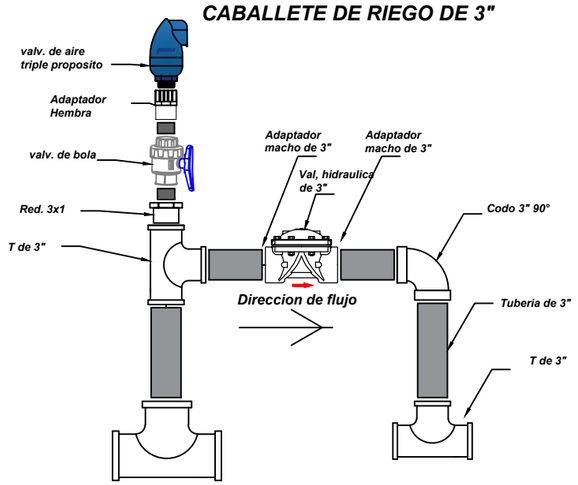
SARTA DE DESCARGA PARA ASPERSION



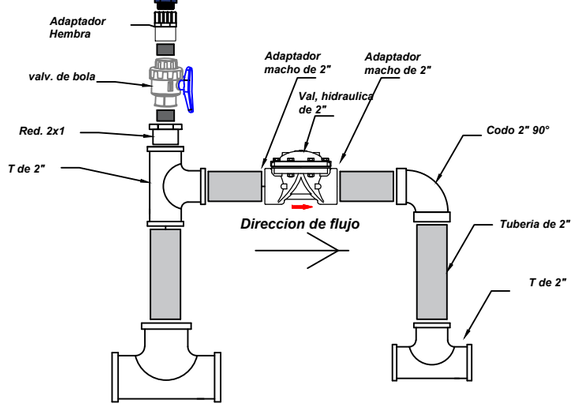
SARTA DE DESCARGA PARA GOTEO SUBTERRANEO



CABALLETE DE RIEGO DE 3"



CABALLETE DE RIEGO DE 2"



	Integrantes: Br. Fredman Noel Gradiz Vargas Br. Brayan Ariel Moraga Nicolas Br. Maria Fabiola Ruiz Nicaragua	Plano: Sartas de descarga y caballetes de riego
	Trabajo: Tesis, Diseño de sistemas de riego por aspersion y goteo subterraneo	Fecha: 03/06/2025 Revisado por: ING. Welsden Zenelia Blanco Bustillo Escala: 1:100
		N°. de lamina 9 / 9