

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Agronomía

Diseño integral de un sistema de riego por aspersión para la granja Nero de la Universidad de Cuenca

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

Autores:

Jean Carlos Jaramillo Torres

Lady Paulina Serrano Ojeda

Manolo Israel Uzhca Quizhpi

Director:

David Andrés Rivas Tabares

ORCID:  0000-0002-1873-7970

Cuenca, Ecuador

2024-09-20

Resumen

La granja Nero de la Universidad de Cuenca, ubicada en la parroquia Baños, está destinada a la producción lechera, contando con 46.3 ha para pastoreo rotativo de bovinos. En su ubicación geográfica, tramo alto de la cuenca, la escasez hídrica se ha acentuado en los últimos años haciendo que el agua sea un factor limitante. El sistema actual para distribuir el agua es un sistema de abrevaderos que funciona desde hace 15 años, con una captación de agua de 1,5 l/s. En este contexto, el proyecto técnico realizó un diseño integral de un sistema de riego por aspersión, aplicando aspectos agronómicos, hidráulicos, y programación de riego. El diseño con base a la ETc, estableció un caudal de 67,3 l/s para condiciones de máxima demanda hídricas. Este caudal fue distribuido para los tres sectores de riego desde la captación diseñada de tipo *Parshall* hasta los aspersores *Senninger 7025 RD-2* en los 94 potreros, a través de tuberías PVC, 14 válvulas de control, 41 válvulas de aire y 3 hidrómetros. La programación de riego prioriza potreros con mayor susceptibilidad, ya que ante la falta de agua llegaron al punto de marchitez permanente. Frente a tres escenarios creados con reducción de caudal del 10%-20%-30%, cada uno con 13 días de frecuencia de riego. Finalmente, mediante cronogramas de riego, reportes de operación y cuaderno de tiempos muertos se determinó la necesidad de contar con un operador a tiempo completo y, a medida que el caudal se reduce, la carga de trabajo aumenta, requiriendo un operador adicional.

Palabras clave del autor: riego, aspersión, agronómico, hidráulico, programación



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

Nero's farm, from the University of Cuenca, is in Baños Parish. The farm is intended for dairy production with 46.3 ha for rotational cattle grazing. Because of its geographic location in the upper watershed section, water scarcity has been accentuated in recent years making the water availability a limiting factor for pasture production. For 15 years, the system withdraws water from the catchment at a rate of 1.5 l/s. In this context, the present technical project carried out an integrated sprinkler irrigation system design, applying agronomic, hydraulic, and scheduling aspects. The design was based on the ETc established flow rate of 67,3 l/s for maximum water demand conditions. This irrigation flow was distributed within three sectors, from the catchment designed with a Parshall flume to the Senninger 7025 RD-2 sprinklers in the 94 paddocks. The irrigation scheme comprises PVC pipes, 14 control valves, 41 air valves, and 3 hydrometers. Within the irrigation schedule, some paddocks with greater susceptibility to water shortage were prioritized, since they would reach the point of permanent wilting. Three scenarios were created with a flow reduction of 10%, 20% and 30%, each of these with 13 days of irrigation frequency. Finally, through irrigation schedules, operation reports and dead time notebooks, the need for a full-time operator was determined. As the flow rate is reduced, the workload increases requiring an additional operator.

Author keywords: irrigation, sprinkling, agronomic, hydraulic, programming



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Resumen	2
Abstract.....	3
Índice de contenido	4
Índice de figuras.....	8
Índice de tablas.....	8
Agradecimientos	12
Dedicatoria.....	13
Dedicatoria.....	14
Dedicatoria.....	15
Objetivos.....	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
1. Introducción	17
2. Problemática y Justificación.....	20
3. Antecedentes.....	21
3.1. Diseño Agronómico.....	21
3.1.1 Balance hídrico.....	22
3.1.2 Evaporación	22
3.1.3 Transpiración	22
3.1.4 Evapotranspiración	22
3.1.5 Ecuación de Penman-Monteith.....	23
3.1.6 Evapotranspiración del cultivo (ET _c).....	23
3.1.7 Coeficiente de cultivo (K _c).....	24
3.1.8 Láminas netas (LN).....	24
3.1.9 Lámina de agua aprovechable (LA)	24
3.1.10 Punto de marchitez y capacidad de campo	25
3.1.11 Densidad aparente (d _a).....	25
3.1.12 Lámina bruta (LB).....	25
3.1.13 Eficiencia de riego (EF)	25
3.1.14 Necesidad neta (N _n).....	26

3.1.15	Precipitación efectiva (Pe)	26
3.1.16	Reservorios	26
3.1.17	Tipos de reservorios	26
3.1.18	Pérdidas de agua en reservorios	26
3.1.19	Métodos para estimación de pérdidas de reservorios.....	27
3.2	Diseño hidráulico	27
3.2.1	Sectorización del riego	27
3.2.2	Red de distribución en el sistema de riego por aspersión	28
3.2.3	Desarenador de flujo horizontal	28
3.2.4	Desarenador longitudinal	28
3.2.5	Hidrantes	28
3.2.6	Tubería principal.....	29
3.2.7	Tubería secundaria	29
3.2.8	Laterales de riego.....	30
3.2.9	Válvulas	30
3.2.10	Elección del aspersor	31
3.2.11	Uso de aspersores	31
3.2.12	Alcance del aspersor	32
3.2.13	Acoplamiento de sistema hidráulico.....	32
3.2.14	Canaleta Parshall.....	32
3.3	Programación del riego	33
3.3.1	Tiempo de riego.....	33
3.3.2	Frecuencia de riego	34
3.3.3	Caudal y velocidad de agua	34
3.3.4	Cronograma de riego.....	34
3.3.5	Tiempos muertos.....	34
3.3.6	Operador del sistema de riego.....	35
3.3.7	Actividades del operador.....	35
4.	Metodología	36
4.1.	Zona de estudio	36
4.2.	Metodología: recopilación, validación y levantamiento de información previo al diseño de riego.	36
4.3.	Metodología: diseño agronómico	37

4.4.	Metodología: diseño hidráulico	45
4.4.1.	Diseño hidráulico de la captación.....	47
4.4.2.	Diseño hidráulico de tuberías principales y conexión de reservorios.....	48
4.4.3.	Diseño del trazado de la red secundaria.....	48
4.4.4.	Diseño de la red terciaria predial.....	48
4.4.5.	Reporte hidráulico.....	48
4.4.6.	Selección y localización de válvulas de control, operación y seguridad hidráulica.....	48
4.4.7.	Equilibrio de presiones.....	49
4.4.8.	Diseño de selección de acoplamiento para aspersores y de sectorización.....	49
4.4.9.	Sistema de filtrado y/o sedimentador.....	50
4.4.10.	Compendio secuencial.....	50
4.5.	Metodología: programación del Riego.....	50
4.5.1.	Tiempo de riego por potrero y aspersor.....	51
4.5.2.	Frecuencia de riego.....	51
4.5.3.	Cuaderno de tiempos muertos.....	52
4.5.4.	Horarios hábiles del regador (operador).....	53
4.5.5.	Reporte de operación.....	53
5.	Resultados.....	53
5.1.	Resultado: diseño agronómico.....	53
5.1.1.	Balance hídrico.....	53
5.1.2.	Balance de coeficientes de cultivos K_c	56
5.1.3.	Establecimiento de los días de riego en un año.....	57
5.1.4.	Cálculo de las necesidades de almacenamiento de agua.....	58
5.1.5.	Localización óptima de los almacenamientos (reservorios).....	59
5.1.6.	Estimación de las pérdidas por evaporación e infiltración.....	60
5.1.7.	Corrección de volúmenes de los almacenamientos de los reservorios.....	61
5.1.8.	Distribución temporal de los volúmenes.....	62
5.1.9.	Estimación total de los volúmenes netos (V_n) y brutos (V_b).....	62
5.1.10.	Factor de seguridad.....	63
5.2.	Resultado: diseño hidráulico	64
5.2.1.	Diseño hidráulico de la captación.....	64
5.2.2.	Diseño hidráulico de tuberías principales y conexión de reservorios.....	66

5.2.3.	Diseño del trazado de la red secundaria.....	68
5.2.4.	Diseño de la red terciaria predial.....	68
5.2.5.	Reporte hidráulico.....	69
5.2.6.	Selección y localización de valvulería de control, operación y seguridad hidráulica.....	69
5.2.7.	Equilibrio de presiones.....	71
5.2.8.	Diseño de selección de acoplamiento para aspersores y de sectorización.	72
5.2.9.	Sistema de filtrado y/o sedimentador.....	75
5.2.10.	Compendio secuencial.....	79
5.3.	Resultado: programación de riego.....	87
5.3.1.	Programación de riego para máxima demanda.....	87
5.3.1.1.	Tiempo de riego por potrero y aspersor.....	87
5.3.1.2.	Frecuencia de riego.....	87
5.3.1.3.	Cronograma, horario de riego y esquema de los <i>shifts</i> de riego.....	88
5.3.1.4.	Priorización de potreros por propiedades del suelo y/o producción.....	90
5.3.1.5.	Horarios hábiles del regador (operador).....	91
5.3.1.6.	Reporte de operación.....	92
5.3.1.7.	Cuaderno de tiempos muertos.....	93
5.3.2.	Programación de riego para reducción de caudal del 10%, 20% y 30%.	94
5.3.2.1.	Cronograma, horario de riego.....	94
5.3.2.2.	Reporte de operación.....	97
5.3.2.3.	Cuaderno de tiempos muertos.....	100
6	Conclusiones y Recomendaciones.....	102
7	Referencias.....	107
8	Anexos.....	112

Índice de figuras

Figura 1 Evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo), bajo condiciones estándar (ETc) y bajo condiciones no estándar (ETc aj).....	23
Figura 2 Traslape de aspersores.....	32
Figura 3 Localización y delimitación de la Zona de Estudio a diferentes niveles.	36
Figura 4 Trazado de cuadrículas para la medición de profundidad de los reservorios activos de la finca Nero de la Universidad de Cuenca.....	42
Figura 5 Obtención de valores de Arena y Arcilla (g/kg) de las capas ráster obtenidas de la plataforma Soil Grids.....	46
Figura 6 Interfaz del software Spaw de la USDA y las variables disponibles.	47
Figura 7 Infraestructura actual de la captación de la granja Nero.	47
Figura 8 Diagrama de cajas y bigotes en el cual se puede apreciar los cuartiles 1,2,3, la mediana y los datos residuales de la ETo de los últimos 20 años (2002-2022).....	54
Figura 9 Diagrama de cajas y bigotes en el cual se puede apreciar los cuartiles 1,2,3, la mediana y los datos residuales de la ETc de los últimos 20 años (2002-2022).....	54
Figura 10 Variaciones del balance hídrico con respecto al promedio de los veinte últimos años 2002 -2022.....	55
Figura 11 Balance precipitación efectiva versus ETc mensual del año 2022.....	56
Figura 12 Etapas del Coeficiente del cultivo según el desarrollo del pasto.....	57
Figura 13 Diagrama de bigotes de los días de riego en un año natural evaluados entre 2002 y 2022 en la granja Nero de la Universidad de Cuenca.....	57
Figura 14 Mapa de ubicación óptima del nuevo almacenamiento, potrero Musgo.....	60
Figura 15 Gráfico de barras de precipitación mensual del 2022 en la granja de Nero.	62
Figura 16 Canaleta Parshall y sus partes.....	64
Figura 17 Diseño y perspectiva de la canaleta Parshall para la captación de la granja Nero	66
Figura 18 Plano del trazado de la red principal.....	67
Figura 19 Plano de ubicación de las válvulas de aire de operación.....	70
Figura 20 Válvula Ventosa Trifuncional D-040.....	70
Figura 21 Hidrómetro de control de caudal modelo IR-970-MO-50-RVZ de Bermad.....	71
Figura 22 Diseño del arreglo de las 14 válvulas de control del caudal Senninger PRXF-LV ubicadas en la entrada del potrero 59. El sistema de válvulas inicia con una T reductora de 6 pulgadas a 3 pulgadas, el sistema se divide en dos secciones idénticas de 2 pisos con 3	

válvulas y 1 piso con una válvula, teniendo así 7 válvulas a cada lado, previo a cada válvula se instaló una válvula de apertura y cierre para mantenimiento y/o cambio.	72
Figura 23 Sectorización para el sistema de riego de la granja Nero.	73
Figura 24 Representación gráfica del hidrante diseñado y su funcionamiento.....	75
Figura 25 Desarenador diseñado	79
Figura 26 Plano de trazados sin dimensiones	80
Figura 27 Característica del zanjado, cimentación, atraque y relleno.	82
Figura 28 Almacenamiento de tuberías	84
Figura 29 Plano de distribución espacial de los potreros que serán regados en cada día de riego.....	90

Índice de tablas

Tabla 1 Valores Kc para Pastos de Pastoreo-pastos de rotación (FAO, 2006).	39
Tabla 2 Balance de los coeficientes Kc	39
Tabla 3 Cuartil de datos de los últimos 20 años.....	58
Tabla 4 Volúmenes netos de cada uno de los reservorios en funcionamiento	62
Tabla 5 Volúmenes brutos de cada uno de los reservorios en funcionamiento	63
Tabla 6 Valores máximos y mínimos de factor de seguridad para tasas de reducción instantáneos y para 5 días.	63
Tabla 7 Características de descarga de los canales Parshall (Skogerboe et al.,1965)	65
Tabla 8 Dimensiones estándares de una canaleta Parshall en cm a partir del ancho de garganta de 6 pulgadas	65
Tabla 9 Descarga de flujo libre a través de canales Parshall de 6 in en l/s.....	66
Tabla 10 Especificaciones de las tuberías principales	68
Tabla 11 Especificaciones de las tuberías secundarias	68
Tabla 12 Especificaciones de las tuberías terciarias.....	69
Tabla 13 División del riego de los potreros existentes con sus respectivas identificaciones ID para gestión del riego.....	73
Tabla 14 Características del aspersor Senninger 7025 RD-2	74
Tabla 15 Constante de Camp	76
Tabla 16 Tipo de flujos en base al número de Reynolds.....	77
Tabla 17 Coeficiente de seguridad K.....	78
Tabla 18 Ancho de excavación para instalación de tuberías para la finca Nero.	81
Tabla 19 Rendimientos de instalación por día y por metros.....	83
Tabla 20 Días necesarios para realizar el zanjado en base a los metros totales de tubería a instalar convertida a unidades de tubería (6 m cada tubo).	83
Tabla 21 Listado de materiales necesarios para el sistema de riego. PE: polietileno, PVC: Policloruro de Vinilo, HF: Hierro fundido, GALV: galvanizado.	84
Tabla 22 Tiempo de riego por potrero.....	87
Tabla 23 Frecuencia de riego – FR de los 94 potreros de la granja de acuerdo a las propiedades hidrofísicas promedio de los suelos.	88
Tabla 24 Cronograma y horarios de riego del sistema de riego en máxima demanda.	89
Tabla 25 Potreros prioritarios para la gestión de riego en la Granja Nero de la Universidad de Cuenca.	91
Tabla 26 Horarios hábiles del operador. Tr = Tiempo de riego	92

Tabla 27 Tiempos muertos para máxima demanda día 1.	94
Tabla 28 Cronograma y horarios de riego con un 10% de reducción del caudal. Únicamente se ajustan los tiempos de riego.	94
Tabla 29 Cronograma y horarios de riego con un 20% de reducción del caudal.....	96
Tabla 30 Cronograma y horarios de riego con un 30% de reducción del caudal.....	97
Tabla 31 Tiempos muertos para reducción del caudal del 10% día 1	100
Tabla 32 Tiempos muertos para reducción del caudal del 20% día 1	101
Tabla 33 Tiempos muertos para reducción del caudal del 30% día 1	101

Agradecimientos

Con profunda gratitud y humildad, elevamos nuestras más sinceras gracias a Dios, quien nos ha permitido culminar esta etapa tan trascendental de nuestras vidas. Su guía constante ha sido la luz que ha iluminado nuestro camino.

Asimismo, extendemos nuestro más sincero reconocimiento a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca. Este noble recinto del saber se convirtió en nuestro segundo hogar, brindándonos un entorno propicio para nuestro crecimiento académico y personal. Agradecemos de corazón a los docentes, técnicos y trabajadores, cuya dedicación y apoyo inquebrantable nos acompañaron en cada paso, desde la ardua recolección de información hasta el minucioso trabajo de campo. Sus esfuerzos incansables han sido la columna vertebral de nuestro proyecto de titulación. Un agradecimiento especial merece nuestro director de tesis, el PhD. David Andrés Rivas Tabares. Su sabiduría, paciencia, compromiso y constante guía fueron esenciales para la culminación exitosa de este proyecto.

Finalmente, pero no menos importante, queremos expresar nuestra eterna gratitud a nuestros familiares, compañeros y amigos. Su amor, apoyo y aliento incondicional fueron la fuerza que nos impulsó a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Este logro no hubiera sido posible sin su presencia constante y su fe en nosotros.

A todos ustedes, gracias por ser parte de este viaje. Su impacto en nuestras vidas es inconmensurable y perdurará por siempre en nuestros corazones.

Jean Carlos Jaramillo Torres

Lady Paulina Serrano Ojeda

Manolo Israel Uzhca Quizhpi

Dedicatoria

El presente proyecto de titulación se lo dedico primeramente a Dios por darme la sabiduría de permitirme llegar a terminar esta etapa de mi vida universitaria con grandes enseñanzas y aprendizaje, de igual manera dedico de manera especial este proyecto a mis padres Klever Jaramillo y Beatriz Torres por el apoyo constante en mi formación académica a pesar de las dificultades que se pudieron presentar, a mis hermanos por el apoyo moral para culminar mi carrera universitaria y finalmente a mis amigos y compañeros que me han acompañado con sus consejos para seguir adelante y poder llegar a ser profesional.

Jean Carlos Jaramillo Torres

Dedicatoria

A mi padre eterno Dios por direccionarme hasta esta carrera y hoy terminarla, ser mi compañía, iluminar mi mente en el camino, fortalecer mi corazón y por la oportunidad de seguir aquí. A mis queridos padres Claudio y Mercedes, este logro académico es un reflejo del incansable esfuerzo que han invertido para brindarme una educación sólida. Cada sacrificio que han hecho, cada día de trabajo duro y sudor, es el verdadero significado de la palabra amor. Su dedicación y compromiso con mi educación será el regalo que más apreciaré. A mis hermanos Juan Carlos y Gloria que han sido como unos segundos padres, dándome sus palabras de aliento para que cumpla mis ideales. Así mismo, a mi abuelita Dolores Mendoza, quien durante toda mi carrera universitaria con su fe inquebrantable ha hecho oraciones con mucho amor al cielo para que este día llegue y resaltando en cada una de sus pláticas la importancia de tener una educación. Finalmente quiero dedicar esta tesis a Churos y Enano que sacrificaron salidas al parque y desveladas mientras estudiaba, fue su mayor muestra de amor incondicional, no hablaban, pero en sus miradas podía entender todo y entendí que a veces los ángeles llegan a tu vida en cuatro patas.

Lady Paulina Serrano Ojeda

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mi familia, a mis hermanos, mis tías y tíos, a mis primos y primas, y mis abuelitas. Especialmente agradecer y dedicar este logro a Gabriela y Álvaro que a pesar de ser mis primos me han cuidado y acompañado como un hermano más y con los cuales anhelo poder fundirnos en un abrazo los tres nuevamente algún día. A mi madre Gloria que con su sacrificio, esmero y dedicación me ha alentado y acompañado a lo largo de este camino. A mi padre Manuel que siempre estuvo para sostenerme, alentarme y guiarme cuando más lo necesite. Este logro es en gran parte gracias a ellos. Finalmente dedicar y agradecer a cada persona que ha formado parte de mi vida y de este largo camino, si algún momento llegan a leer este trabajo, ustedes sabrán que también es gracias a ustedes y para ustedes.

Manolo Israel Uzhca Quizhpi

Objetivos

Objetivo General

- Diseñar un sistema de riego integral por aspersión para la granja Nero de la Universidad de Cuenca.

Objetivos Específicos

- Elaborar el diseño agronómico con base en los aspectos biofísicos y de infraestructura para la granja Nero.
- Elaborar el diseño hidráulico con base en los aspectos biofísicos y de infraestructura para la granja Nero.
- Diseñar tres alternativas de programación del sistema de riego a partir del trazado hidráulico.

1. Introducción

Según la ESPAC (2019) indican que los pastos representan el 47% de todas las tierras dedicadas a la agricultura en Ecuador, destinados para la producción ganadera. En esta misma línea, Ortega (2017) menciona que la producción total de leche a nivel nacional alcanzó los 5.0 millones de litros. La provincia del Azuay, debido a su particular ubicación geográfica, se caracteriza por presentar tres pisos altitudinales distintos: sierra, estribación, y zona costanera. En esta región, las unidades ganaderas de pequeña escala se enfocan exclusivamente en la producción lechera, mientras que las explotaciones de mediana y gran escala adoptan un sistema de producción dual, dedicándose tanto a la producción de leche como a la producción de carne. No obstante Veintimilla (2021) dice que mantener los pastizales no es una tarea fácil, durante los meses de diciembre a abril, las precipitaciones pluviales satisfacen las necesidades hídricas de las pasturas utilizadas en la producción de forraje, tanto de pastos perennes como anuales. Sin embargo, durante la estación seca de mayo a noviembre, es crucial disponer de fuentes de agua adicionales para el riego suplementario, con volúmenes suficientes para cubrir las demandas hídricas de las especies forrajeras.

De acuerdo con el estudio de Brito (2018) las estaciones pluviométricas en la subcuenca del río Yanuncay, específicamente la estación Huizhil, revelaron que las precipitaciones anuales varían entre 500 mm y 2000 mm. El estudio señala que los meses con mayor precipitación en la provincia del Azuay son marzo y abril, mientras que los meses secos comprenden de junio a agosto, con un promedio anual de entre 660 mm y 1100 mm. Hemos seleccionado este estudio como la referencia más cercana y representativa para los datos pluviométricos de la localidad de Nero, perteneciente a la parroquia Baños, debido a la escasa información disponible en la zona. La estación Huizhil, situada al suroeste de la ciudad, es especialmente relevante. Esto implica que la disponibilidad de agua durante tres meses es crucial para el crecimiento y desarrollo de los pastizales, fundamentales para la crianza y alimentación del ganado bovino.

Otro autor, León (2018) rescata que, en los últimos años, el sector agrícola y ganadero de Ecuador ha experimentado una serie de cambios orientados a la optimización y modernización de sus prácticas, entre ellas la mejora en la gestión del agua para los pastizales de la ganadería. Cardona (2012) menciona que, en el éxito de la explotación, el buen pasto para la ganadería depende de: el manejo del pastoreo, el manejo adecuado de riego, el cuidado del agua para riego y los nutrientes; lo que garantiza una producción óptima

y eficiente de los recursos hídricos. Lo que sugiere una necesidad imperante por una extensiva tecnificación en la producción de pastos para la ganadería.

Para Veintimilla (2021) la tecnificación del riego, tiene entre sus principales propósitos el lograr un uso eficiente y sustentable del recurso agua, mediante acciones de implementación, rehabilitación y modernización de la infraestructura hidráulica, que permitan reducir las pérdidas de agua desde la conducción y distribución hasta el potrero, aumentando la disponibilidad de la misma. Conjuntamente, a nivel de finca, permite un aumento en la rentabilidad de las operaciones ganaderas, facilita una mayor capacidad de carga del terreno, es decir, la cantidad de ganado que puede ser sostenida por una determinada superficie de pastizal Mendoza (2013) refiere que esto se traduce en una mejor gestión del pastoreo y la capacidad de mantener un número estable de cabezas de ganado sin comprometer la calidad del pastizal ni agotar los recursos naturales del área.

Además de que garantiza un suministro constante de alimento, el riego permite a los ganaderos planificar mejor la gestión de sus rebaños a lo largo del año, sin depender exclusivamente de la disponibilidad estacional de pasto. El sistema de riego por aspersión, según Cardozo y Díaz (2014), emplea un enfoque sensato para gestionar y utilizar el recurso hídrico, lo que resulta en un uso más eficiente del agua. El uso generalizado del método de riego por aspersión consiste en transportar agua a través de tuberías hasta la zona donde se va a utilizar, y luego rociarla sobre los cultivos, imitando la lluvia. Esto se consigue mediante un sistema a presión o presurizado, acorde a las características topográficas. Además, en el estudio de Cisneros et al. (2007) mencionan que la aplicación de un sistema de riego no solo debe cumplir con los requerimientos técnicos y operativos para lograr una distribución eficiente del agua y optimizar el rendimiento agronómico de los pastos, es fundamental determinar las necesidades hídricas netas del cultivo. Este proceso implica calcular la cantidad de agua requerida para el desarrollo óptimo del cultivo, asegurando que no haya déficit hídrico que afecte su crecimiento.

Estas necesidades de los pastos dependen principalmente de factores edafológicos (relacionados con las características del suelo) y climatológicos, así como de aspectos específicos del cultivo. Según Tarjuelo (1991) el diseño agronómico se estructura en dos fases principales: primero, calcular las demandas hídricas específicas del cultivo; segundo, establecer los parámetros de riego, que incluyen la gestión adecuada del agua en el suelo para mantener condiciones óptimas de humedad. Este enfoque integral permite optimizar la

eficiencia del uso del agua y garantizar un crecimiento saludable y productivo de los pastos, contribuyendo así a la sostenibilidad y rentabilidad de las prácticas agrícolas. Mientras que Losada (2009) refiere que también es eficaz considerar los principios hidráulicos, que implican el diseño del sistema de riego por aspersión adecuado de la red de tuberías para el transporte eficiente de agua desde la fuente hasta las áreas de riego designadas a través de aspersores. Una gran proporción de los sistemas de riego por aspersión usan aspersores con cabeza giratoria y la mayoría de los procedimientos de cálculo y evaluación están basados en este tipo de aspersores. Los aspersores se distribuyen en el terreno de modo que el sistema pueda operar en forma eficiente y económica. En la distribución influye la forma y dimensiones del terreno. Con el objeto de tener una buena uniformidad del riego, debe existir un traslape en el diámetro de mojado entre aspersores. En el estudio de Zuñiga (2004), se determinó que el diseño hidráulico debe estar orientado a minimizar las pérdidas de agua y optimizar las eficiencias de conducción, distribución y aplicación en todo el sistema. El objetivo es lograr una distribución uniforme del agua de riego, garantizando así condiciones ideales para el crecimiento de los pastos. Sin embargo, si un área es demasiado extensa y presenta distintas necesidades para evitar pérdidas, se requiere sectorizar el lugar, por lo que el sistema de riego se divide en múltiples zonas o fases de riego debido a limitaciones de caudal que impiden la irrigación simultánea de todos los emisores desde una perspectiva puramente hidráulica.

Según Hendrix (2018) la irrigación simultánea de toda el área conlleva mayores costos en infraestructura de riego y tiempos de riego reducidos, lo que resulta en gastos innecesarios de personal que son, por lo general, el costo indirecto más importante en la producción de pasturas. Por ello, la división en zonas permite un control y gestión más eficientes del riego, ajustándose a las necesidades particulares de cada sección del terreno. Además, facilita la programación de riego. Finalmente, luego de haber cumplido con los aspectos agronómicos e hidráulicos, programar el riego constituye un factor determinante que incide directamente en la viabilidad del sistema de riego. La programación es importante tanto para el ahorro de agua como para maximizar el rendimiento de los cultivos. El agua de riego se aplica al cultivo según cronogramas establecidos elaborados con base al estado hídrico del suelo y las necesidades hídricas del cultivo. Algunos factores como el tipo de suelo y las condiciones climáticas tienen un efecto significativo en los principales aspectos prácticos del riego, determinado cuánta agua aplicar y cuándo se debe aplicar a un cultivo determinado (FAO, 2000). Así, la programación de riego puede ayudar a los agricultores a comprender los requisitos de agua de los cultivos e irrigar en consecuencia. El estudio de García (2017)

señala que un aspecto importante en el funcionamiento y operación del sistema, así se tenga un previo conocimiento del cronograma del riego por aspersion, es que entre más movable sea el sistema, requerirá de una mayor cantidad de mano de obra; consecuentemente, el número de horas-hombre disponibles para la operación y mantenimiento, deberá ser un factor por considerar durante el diseño.

2. Problemática y Justificación

La escasez de agua es uno de los principales problemas dentro del sector agrícola productivo (Caiza & Cuchi, 2022). Para el caso de la granja Nero de la Universidad de Cuenca en la provincia del Azuay, la escasez de agua es una limitación crítica para la producción agrícola ganadera; en la granja las precipitaciones son altas a finales de marzo (>25 mm/día) e inicios de abril, pero a finales de abril hasta mediados de mayo hay un declive importante (<10 mm/día), simultáneamente la temperatura y la humedad relativa se incrementan (Lupercio et al, 2022), en parte por compensar el balance hídrico con un incremento de la ET. Por lo tanto, a partir de estos meses la lluvia no es suficiente para satisfacer las necesidades hídricas de la granja, siendo indispensable contar con un sistema de riego para el óptimo desarrollo de los pastos, siendo *Cenchrus clandestinus* (Kikuyo) el pasto principal dentro de la granja y en algunos potreros *Poa annua* (Pasto Azul).

Desde mayo hasta septiembre existe una disminución significativa de las precipitaciones en la zona, reduciendo la biomasa producida anualmente, por tal motivo, es de suma importancia satisfacer la demanda de agua de los pastizales mediante un sistema de riego suplementario (MAGAP, 2021). La precipitación anual en la Granja es de 800 a 1200mm anuales (INAMHI, 2012), cantidad insuficiente para satisfacer la demanda de los pastos de la granja, por lo que el diseño agronómico permitirá calcular la lámina de riego suplementaria óptima de los pastizales y cultivos en los meses de menor precipitación y así mantener una producción estable de biomasa dentro de la granja.

La granja Nero posee una red hidráulica que funciona actualmente como un sistema de abrevaderos, con un trazado caracterizado por la ausencia de aspectos técnicos, pues presenta redes aisladas, llaves rotas, ineficiencia en la distribución del agua, entre otros problemas, este sistema de abrevaderos opera desde hace unos 15 años. La granja actualmente no cuenta con una red para riego. El diseño hidráulico a detalle es necesario para satisfacer las necesidades de riego de la granja. Este tiene como objetivo realizar una distribución correcta, eficiente y optimizada del agua, esto es posible mediante el dimensionamiento adecuado de una red de tuberías hacia los potreros de la granja

genéricamente definida por una red diferenciada, que complementará las condiciones adecuadas de un nuevo sistema para aprovechamiento hídrico integral.

La disponibilidad del recurso hídrico y mano de obra es indispensable para la correcta y eficiente operación de un sistema de riego. Es así, que Hogan et al. (2018) en su estudio, asegura que antes de planear regar, el agricultor debe investigar la cantidad y distribución del agua disponible en su finca, además es necesario asegurarse de que se pueda proporcionar suficiente mano de obra sin interferir con otros trabajos agrícolas o contar con un alto grado de automatización que permita atender las diferentes actividades del sistema de riego. Actualmente la granja no cuenta con personal asignado con funciones específicas para la gestión del agua de riego. Teniendo en cuenta que en la granja se debe de atender las necesidades de disponibilidad de personal y de la variabilidad climática, es necesario establecer alternativas de programación que permitirá hacer un uso eficiente del recurso hídrico, personal disponible, y uso óptimo de la infraestructura diseñada. Así como contar con un cuaderno de campo para las diversas posibilidades y/o problemas que puedan asociarse a la actividad del riego.

Finalmente, este proyecto técnico diseñará un sistema de riego integrado por aspersión que permita satisfacer las necesidades hídricas de 46,3 ha de potreros en la granja Nero. El diseño permitirá integrar aspectos agronómicos de gestión de pastos, un trazado hidráulico optimizado, así como alternativas de gestión en la programación del mismo.

3. Antecedentes

3.1. Diseño Agronómico

El diseño agronómico es la primera fase del diseño de un sistema de riego, ya que permite calcular el agua necesaria para satisfacer las demandas hídricas de los diferentes cultivos. Esto permite mejorar la planificación y la gestión del sistema de riego (Calero & Pilatasig, 2021). Pero antes de iniciar el diseño agronómico se debe tener conocimiento de las condiciones biofísicas en las que se incluyen: topográficas, edafológicas, agronómicas, hidrológicas, y climáticas de la zona de estudio.

Por esta razón, Banchón (2021) considera necesario tres definiciones distintas de necesidades hídricas para estimar adecuadamente los requerimientos de agua de los cultivos.

- 1. Necesidades hídricas brutas de los cultivos**

Es el volumen de agua que un determinado cultivo consume para su desarrollo óptimo.

- 2. Necesidades netas de riego de los cultivos**

Es el volumen de agua que el sistema de riego debe suministrar al sistema radicular de los cultivos.

3. Necesidades brutas de riego de los cultivos

Es el volumen de agua que un determinado sistema de riego debe consumir a nivel de parcela.

3.1.1 Balance hídrico

El balance hídrico se deriva del concepto de balance de materia (FAO,2006), es decir, es el equilibrio entre todos los recursos hídricos que entran en un sistema y los que salen del mismo, durante un intervalo de tiempo determinado.

3.1.2 Evaporación

Calero & Pilatasig (2021) definen la evaporación como el proceso por el cual el agua líquida de diversas superficies, como lagos, ríos, caminos, suelos y vegetación mojada se convierte en vapor de agua y se retira de la superficie evaporante (remoción de vapor), pasando a estado gaseoso a la atmósfera.

3.1.3 Transpiración

FAO (2006) define la transpiración como la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior expulsión hacia la atmósfera a través de las hojas mediante la apertura de los estomas.

3.1.4 Evapotranspiración

La FAO (2006) reconoce la evapotranspiración (ET) como la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo.

El cálculo de la Evapotranspiración de referencia o ETo es el primer paso para estimar la ETc. La FAO (2006) describe a la ETo como la tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua. A la ETo los únicos parámetros que la afectan son parámetros climáticos. Por lo tanto, a la ETo también se le considera como un parámetro climático que puede ser calculado a partir de datos meteorológicos. Desde este punto de vista, el método **FAO Penman-Monteith** se recomienda como el método más preciso para la determinación de ETo, con parámetros climáticos, **Figura 1**.

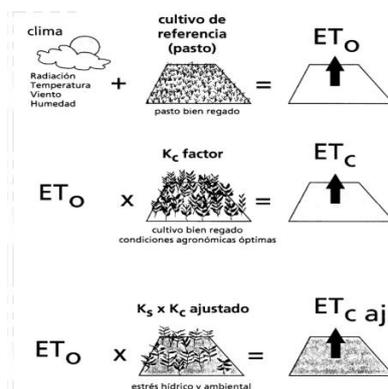


Figura 1 Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o), bajo condiciones estándar (ET_c) y bajo condiciones no estándar ($ET_c aj$)

Elaborado por: (FAO, 2006)

La ET_c bajo condiciones estándar se refiere a la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, y que alcanza la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes (FAO, 2006). La misma FAO (2006) incluye otra categoría de ET, la que se denomina evapotranspiración del cultivo bajo condiciones no estándar ($ET_c aj$) este se refiere a la evapotranspiración de cultivos que crecen bajo condiciones ambientales y de manejo diferentes de las condiciones estándar.

3.1.5 Ecuación de Penman-Monteith

Es la ecuación ampliamente recomendada como el método estándar para estimar la evapotranspiración de referencia con validez mundial en diferentes tipos de clima y recomendada por la FAO para el trópico (Allen et al., 1998). El cálculo de la ecuación Penman-Monteith, como lo mencionan Paredes et al. (2020), requiere datos de temperaturas máxima y mínima del aire, radiación solar, humedad del aire, y velocidad del viento.

3.1.6 Evapotranspiración del cultivo (ET_c)

La FAO (2006) indica que la ET_c se obtiene Multiplicando la evapotranspiración de referencia (ET_o), por el coeficiente de cultivo (K_c).

$$ET_c = Eto \times Kc$$

ET_c = Evapotranspiración de cultivo.

ET_o = Evapotranspiración de referencia.

K_c = Coeficiente de cultivo.

3.1.7 Coeficiente de cultivo (Kc)

El coeficiente de cultivo indica las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo durante los diferentes estados fenológicos, desde la siembra hasta la cosecha (Quinga, 2022). FAO (2006) menciona que las metodologías de cálculo de Kc varían dependiendo de las características y las prácticas de cada cultivo, por ende, es específico para cada cultivo y etapa de su ciclo agronómico. Se cuenta con un compendio de valores experimentales de Kc de referencia para diferentes cultivos y distintas situaciones geográficas, disponibles en manual FAO 56 sobre evapotranspiración de cultivos (Allen et al., 1998).

3.1.8 Láminas netas (LN)

La lámina neta es aquella porción de agua que se encuentra rápidamente disponible para el cultivo y está definida por un factor de agotamiento (Quinga, 2022). El factor de agotamiento según (Banchón, 2021), indica en porcentaje la cantidad de agua que se desperdicia por factores de pérdidas (evapotranspiración principalmente) desde el contenido de Capacidad de Campo hasta el contenido de Punto de Marchitez Permanente.

$$LN = LA * fa$$

Donde:

LA= Lámina de Agua Aprovechable

fa = factor de agotamiento.

El factor *fa* varía de un cultivo a otro y está en función del poder evaporante de la atmósfera, así lo describe FAO (2006) y presenta los valores de *fa* en el cuadro 22 de su obra Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.

3.1.9 Lámina de agua aprovechable (LA)

La lámina de agua aprovechable es la cantidad de agua que el suelo puede retener contra la gravedad, y está comprendida entre los contenidos de humedad a capacidad de campo y punto de marchitez permanente (Quinga, 2022). Es un concepto clave para el diseño de sistemas de riego y su gestión lo hace el factor determinante en el uso sostenible del agua para riego.

FAO (2000) toma en consideración la densidad aparente como parámetro fundamental de ajuste de la lámina de riego, ya que los contenidos de humedad a capacidad de campo y punto de marchitez varían de acuerdo con la textura de los suelos. Además, toma en cuenta la profundidad de enraizamiento, esto quiere decir, hasta qué profundidad se hace el cálculo de Lámina de Agua Neta (Ln).

$$LA(mm) = [CC(\%) - PMP(\%)] * da * Pr$$

Donde:

CC= Capacidad de campo

PMP= Punto de marchitez permanente

Pr= Profundidad radicular(mm)

da= Densidad aparente(g/cm³)

3.1.10 Punto de marchitez y capacidad de campo

El Punto de Marchitez es la capacidad mínima de almacenamiento de agua de un suelo; ocurre cuando las plantas se marchitan por causa de la deficiencia hídrica y no recupera su vigorosidad. Así lo define el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2007). Este punto ocurre en los 15 bares de succión de agua. El mismo Instituto define la capacidad de campo como el agua retenida en el suelo después del exceso de agua gravitacional drenada, pero esta agua no necesariamente es disponible para las plantas. Y este punto ocurre a -0,33 bares.

3.1.11 Densidad aparente (da)

La densidad aparente es la relación que existe entre la masa del volumen macroscópico ocupado por las partículas del suelo más el espacio poroso (INIFAP, 2007). Es decir, este valor contempla tanto la fase sólida del suelo como el volumen de poros relacionados, a diferencia de la densidad real que es determinada por la mineralogía y composición química de la fase sólida del suelo.

3.1.12 Lámina bruta (LB)

Calero & Pilatasig (2021) definen a lámina bruta como relación entre la lámina neta calculada con la eficiencia del sistema de riego.

$$LB = \frac{LN}{EF}$$

LN= Lámina Neta

EF= Eficiencia de riego

3.1.13 Eficiencia de riego (EF)

La eficiencia de aplicación de riego determina directamente la superficie factible de regar sin causar déficit hídrico al cultivo (Muñoz, 2024). La FAO (2006) menciona las eficiencias de riego, con base en el sistema de riego, los cuales son, de forma general: por surcos un 35%, por aspersión un 75% y por goteo un 90%.

3.1.14 Necesidad neta (Nn)

Es la cantidad de agua necesaria para satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo, más las pérdidas que ocurren en el sistema de riego (i.e, conducción, distribución y aplicación) (Muñoz, 2024). Esta se basa en la evapotranspiración del cultivo (ETc), menos los aportes naturales de agua al suelo; siendo la precipitación efectiva.

$$Nn = ETc - Pe$$

ETc = Evapotranspiración del cultivo.

Pe = Precipitación efectiva.

3.1.15 Precipitación efectiva (Pe)

No toda la precipitación es aprovechada por los cultivos, parte de ella se pierde antes de llegar al cultivo como por escorrentía, interceptación, percolación, y/o evaporación. De esta manera, FAO (2000) describe a la precipitación efectiva como la fracción de agua precipitada que cae en un sitio determinado que puede ser aprovechada directa o indirectamente por los cultivos establecidos en dicha área.

3.1.16 Reservorios

Es un depósito o estructura de tierra impermeabilizada que almacena agua de lluvia directa y de escorrentía en un lugar determinado (MEFCCA, 2018). La función del reservorio es brindar agua al sistema productivo cuando lo necesite.

3.1.17 Tipos de reservorios

El centro panamericano de Ingeniería sanitaria y Ciencias del ambiente, OPS (2004) clasifica a los reservorios en: elevados, apoyados y/o enterrados. Los reservorios elevados, pueden ser de forma esférica, cilíndrica, o paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc. Los reservorios apoyados principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo. Los enterrados son exclusivamente de forma rectangular y circular, estos son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas). Siendo estos últimos los más extendidos y utilizados para riego agrícola a nivel mundial.

3.1.18 Pérdidas de agua en reservorios

FAO (2006) menciona que, cuando un reservorio no es bien manejado o ha sido mal diseñado y construido, una parte importante o todo el volumen de agua se puede perder por evaporación, y/o infiltración de fondo o lateral.

- a) Pérdidas por Evaporación en reservorios.

El Ministerio de Economía Familiar Comunitaria, Cooperativa y Asociativa (MEFCCA, 2018) indica que, un reservorio mal ubicado y que no se encuentra protegido por ejemplo con la sombra de árboles o el espejo de agua es demasiado extenso y poco profundo, el volumen de agua que se evapora aumenta.

En zonas áridas y semiáridas del trópico seco, este volumen evaporado puede llegar a sumar alrededor de 10 mm diarios (FAO 2006). Las pérdidas por evaporación se deben intentar reducir con el fin de utilizar el recurso hídrico de forma óptima.

b) Pérdidas por Infiltración en reservorios

Cuando el vaso del reservorio no ha sido correctamente impermeabilizado, la pérdida del agua captada puede llegar a ser total en pocas horas o pocos días (MEFCCA, 2018). Las pérdidas por infiltración dependen en gran medida de las texturas del suelo circundante, los valores de infiltración cambian en función de la tasa de infiltración y/o conductividad hidráulica que a su vez depende de las texturas y la carga hidráulica del reservorio.

3.1.19 Métodos para estimación de pérdidas de reservorios

Las ecuaciones para determinar pérdidas por evaporación se pueden clasificar en varios grupos, como puede ser el balance de masa, balance de energía, el grupo aerodinámico (basado en el flujo de vapor de agua), el grupo de radiación solar y temperatura (basado en la radiación solar y la temperatura del aire) y el enfoque combinado (basado en el flujo de calor y el flujo de vapor de agua). La mayoría de las ecuaciones fueron desarrolladas para casos específicos y en climas similares a donde se desarrollaron (Rosenberry et al, 1995). Sin embargo, estas han sido adoptadas para el presente estudio debido a las características y precisión que estas ofrecen para el caso de reservorios de riego agrícola.

3.2 Diseño hidráulico

Un proyecto de riego por aspersión inicia con la elaboración de un diseño agronómico, del cual se deriva un diseño hidráulico. Este último tiene como objetivo principal optimizar la distribución y conducción de la red de tuberías de manera económica, consiguiendo un dimensionamiento óptimo con condiciones de presión uniformes en los emisores. Este enfoque busca garantizar una distribución equitativa del agua, lo que resulta fundamental para una eficiente operación del sistema de riego. El diseño hidráulico para un sistema de riego por aspersión implica varios componentes importantes que se detallan a continuación.

3.2.1 Sectorización del riego

Palomino (2009), menciona que se sectoriza el sistema de riego en varias zonas (o fases de riego), debido a que no hay caudal suficiente para regar todos los emisores a la vez desde el punto de vista meramente hidráulico. El regar en simultáneo la totalidad del área implicará

mayores costos en la infraestructura de riego y los tiempos de riego serán cortos, incurriendo en gastos innecesarios de personal. Esta división permite controlar y gestionar el riego de manera más eficiente, adaptándolo a las necesidades específicas de cada parte del terreno. Además, facilita la programación y el control del sistema de riego, optimizando el uso del agua y mejorando la uniformidad en la distribución del agua sobre el terreno.

3.2.2 Red de distribución en el sistema de riego por aspersión

Según Tarjuelo (1999), el sistema de riego contiene un solo conjunto de tuberías que constituyen la red principal y las líneas secundarias o ramales laterales. La red principal es aquella tubería que conduce el agua a presión, desde la unidad de bombeo o captación gravitacional hasta los ramales laterales y estos a su vez, conducen desde la red principal hasta los aspersores que están instalados sobre ellas.

3.2.3 Desarenador de flujo horizontal

Pérez (2019) menciona, al respecto de la trampa de arena de flujo horizontal, que se utilizan en aplicaciones pequeñas y consisten en ensanchar el canal de pretratamiento para que la velocidad del flujo disminuya y las partículas se precipiten en el fondo del desarenador, son sistemas simples, confiables y de gran utilidad en aplicaciones medianas y grandes a nivel mundial.

3.2.4 Desarenador longitudinal

Así también el mismo autor menciona que el funcionamiento del desarenador longitudinal se basa principalmente en la reducción de la velocidad del agua y de las turbulencias, permitiendo así que el material sólido y partículas de tamaño considerable transportada en suspensión se deposite en el fondo, de donde es retirado periódicamente por la persona encargada de mantenimiento. Normalmente, se construyen dos estructuras paralelas para permitir la limpieza de una de las estructuras, mientras la otra esté operando y así brindar un flujo permanente del agua hacia el sistema.

3.2.5 Hidrantes

Según Palomino (2009), los hidrantes son dispositivos de control acoplados sobre la línea principal que sirve como tomas de agua sobre las cuales accionan las válvulas de campo, en una caja rectangular de concreto o plástico que se colocan en puntos determinados para el arranque de las mangueras o ramales de riego predial. Estas partes son esenciales en el sistema pues permiten hacer la toma de agua en un sitio específico del campo. En estos se introducen los aspersores o elevadores de acuerdo al diseño, modelo del aspersor y según las especificaciones específicas del fabricante.

3.2.6 Tubería principal

Se encarga de transportar el agua desde la toma de agua (acometida) hasta los cabezales de riego (De la Fuente, 2014). Esta tubería siempre está "en carga", es decir. Siempre tiene agua a presión (salvo en aquellos casos en los que se haya instalado una electroválvula maestra o se lave la tubería) o se realice mantenimiento. Mientras no haya riego tendrá que soportar la presión estática existente en la red (Palomino, 2009). Así también menciona Varas & Sandoval (1989) que se suele utilizar tuberías de polietileno de alta densidad o PVC con RDE (relación diámetro espesor) con timbrajes moderados a altos (espesores de tubería) que dependen de la presión estática existente en la zona por diferencia de cotas. La tubería principal puede ser también la red hidrante pues siempre tiene disponibilidad de agua.

➤ Diseño de la tubería principal

Palomino (2009), cita que para la línea principal se requiere el análisis del sistema completo para determinar los requerimientos máximos de capacidad y presión. El principal problema de diseño es elegir los diámetros de la tubería con las cuales resulta un trazado económico, para lo cual se debe tener en consideración lo siguiente:

- Si la presión requerida para el funcionamiento de un sistema por aspersión proviene del bombeo, se debe seleccionar los diámetros que darán como resultado un equilibrio razonable entre los costos anuales de bombeo y el costo de la tubería, el objetivo es el diseño de menor costo.
- Si se utiliza presión debida a la gravedad, o sea por diferencia de elevación, pueden presentarse dos problemas:
 1. Cuando la diferencia de altura es apenas suficiente para proporcionar una presión adecuada para el funcionamiento el problema consiste en conservar energía usando tubos de mayor diámetro y reducir las pérdidas por fricción.
 2. Cuando la diferencia de altura es mucho mayor que las requeridas para proporcionar una presión normal, el problema radica en reducir las ganancias de presión lo que se logra usando una tubería de menor diámetro.

Además de los diámetros, es necesario evaluar la velocidad de fluido en su interior, un exceso en la velocidad podría acarrear desgaste anticipado de la vida útil de la tubería. Una velocidad muy baja podría acarrear problemas de sedimentación y con ello consiguiendo una disminución del diámetro hidráulico, que se traduce en disminución del caudal circulante.

3.2.7 Tubería secundaria

Zehirun (2002) dice que la tubería secundaria es la encargada de distribuir el agua desde la tubería principal, pasando por una electroválvula hasta los emisores o ramales terciarios de

distribución, no es una red en carga pues funciona a presión durante el riego del sector, son tuberías de polietileno de alta densidad o PVC que con frecuencia presentan timbrajes iguales o superior a 6 atmósferas, valor que se ajusta durante el diseño hidráulico. En las tuberías secundarias no se pueden instalar derivaciones adicionales, pues el agua solo estaría disponible mientras estuviera en funcionamiento el riego.

➤ Diseño de las tuberías secundarias

Las secundarias son tubos con salidas para los laterales. Para cada área el rango de los laterales es proyectado para operar simultáneamente a lo largo de los secundarios. Al proyectar las tuberías secundarias deben considerarse las siguientes condiciones (Zehirun, 2002):

- La pérdida de carga a lo largo de la tubería secundaria, así como la carga requerida en la entrada del secundario, siempre debe fijarse la carga en la entrada del secundario, esto significa que el cálculo se hace para la condición crítica secundaria.
- Cuando la tubería secundaria se traza en el sentido de la pendiente, los diámetros seleccionados serán los que produzcan una pérdida de carga igual a la diferencia de elevación.

3.2.8 Laterales de riego

Es el componente encargado de aplicar uniformemente el agua de riego a la franja o diámetro de humedecimiento del suelo; compuestos en su longitud por emisores (aspersores), dispuestos entre sí a distancias variables, de acuerdo a las necesidades de la planta o área de cultivo (Zehirun, 2002).

3.2.9 Válvulas

Palomino (2009) cita que las válvulas que se utilizan con frecuencia en los sistemas de riego por aspersión son: válvulas de compuerta, mariposas, aliviadores de aire y vacío, aliviadores de presión y válvulas codo que alimentan las líneas laterales en el campo. A continuación, se describen brevemente los tipos de válvulas más utilizadas en los sistemas de riego por aspersión.

- Válvula de control

Estas llaves de inspección son accesorios que realizan la ocupación de abrir y cerrar o regular el flujo de líquido, verificando la repartición en el sistema. Estas llaves están enclavadas al principio de la red primaria y secundaria, también se encuentran otras llaves o válvulas que están estratégicamente ubicadas en distintos puntos de la red primaria o secundaria para proteger el planteamiento de riego en caso de daño o mantenimiento.

- Válvula de aire

Las llaves de alivio son accesorios que se pueden situar en la hilera de traslado como en la red de partición, se ubican en partes donde hay variación de altura. El empleo de esta válvula es eliminar y evacuar el aire que se encuentra en el interior de las tuberías, evitando que el tubo explote debido a la presión que ejerce el agua con aire adentro del tubo. Siendo el aire un fluido compresible, y el agua no.

3.2.10 Elección del aspersor

García (1997) menciona que cuando se proyecta un sistema de riego por aspersión, la información sobre los aspersores se obtiene a partir de los fabricantes de equipos esta información se usará como base para la selección de la combinación entre espaciamiento, descarga, tamaño y presión de operación, obteniéndose el coeficiente de uniformidad más alto posible, para las condiciones de operación existente. Es así que, la selección del aspersor, se basa en la descarga, altura de la trayectoria y las características de distribución que se deseen. Además, en la elección del aspersor se debe considerar la tasa de aplicación para que esta no supere la tasa de infiltración básica de suelo regado.

3.2.11 Uso de aspersores

García (1997) indica que una característica común en todos los sistemas de riego por aspersión es que el agua es aplicada por medio de aspersores, boquillas o perforaciones a alta velocidad, una gran proporción de los temas de riego por aspersión usan aspersores con cabeza giratoria y la mayoría de los procedimientos de cálculo y evaluación están basados en este tipo de aspersores. Es así que la selección del aspersor se basa en la descarga, altura de la trayectoria y las características de distribución que se deseen. Se debe conseguir un traslape o superposición (**Figura 2**), de las áreas de cobertura que permita compensar la variación de distribución del agua desde el centro hacia los extremos del área húmeda resultante del accionamiento del aspersor.

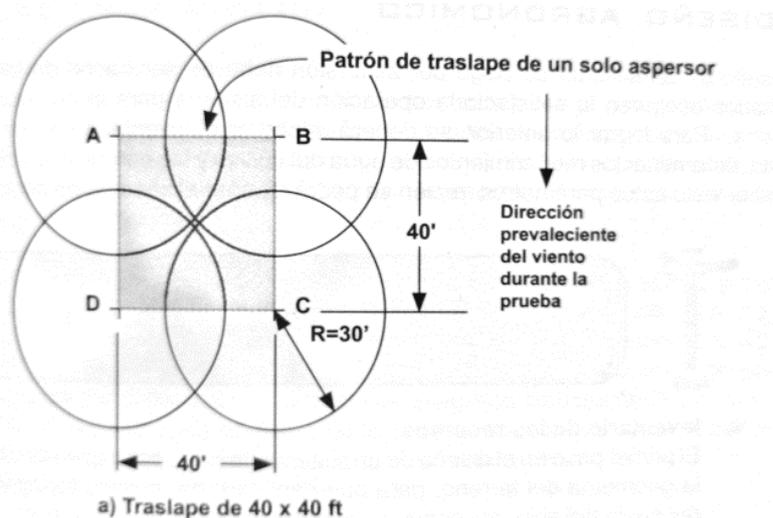


Figura 2 *Traslape de aspersores*

Elaborado por: (Losada, 2009)

3.2.12 Alcance del aspersor

Zehirun (2002), refiere al alcance del aspersor como la trascendencia de un aspersor que determina el radio de mojado, depende del ángulo de inclinación de la boquilla y de la presión de funcionamiento. El valor máximo del radio de mojadura se obtiene con un ángulo de inclinación de 45° , el cual debe ser seleccionado si el viento no es importante. Sin embargo, bajo condiciones de viento, deben seleccionarse aspersores de bajo ángulo, siendo los más recomendados aquellos aspersores con ángulos de ataque entre 25 y 27° . El alcance también depende de la inercia del giro de la parte posterior del martillo del aspersor y de la capacidad de giro que se consigue con la energía cinética generada en la reacción del balancín.

3.2.13 Acoplamiento de sistema hidráulico

Losada (2009), manifiesta que una vez con la cantidad de aspersores necesarios, se selecciona el mejor acople, éste refiere a la conexión entre la tubería principal y el aspersor. Siendo este un componente esencial que permite la distribución del agua desde la red de tuberías hacia los aspersores. El acople puede ser de diferentes tipos, como roscado, de enganche rápido o de inserción, y su elección depende del tipo de tubería y del aspersor utilizado en el sistema. El acoplamiento es determinante en la operación del sistema y podría facilitar y/o reducir los tiempos muertos de operación.

3.2.14 Canaleta Parshall

Según Aponte (2019) Una canaleta Parshall se diseñó para satisfacer la necesidad de controlar el caudal en áreas de riego, donde el volumen de agua es esencial para los cultivos.

Por lo general, la canaleta Parshall se usa para medir el flujo de líquidos en canales abiertos. Su superficie interna lisa minimiza la obstrucción del flujo causada por la acumulación de sedimentos, lo que la hace más eficiente en comparación con otras estructuras, como los vertederos. Esta estructura hidráulica se utiliza comúnmente para medir el caudal en canales abiertos y para la mezcla rápida de sustancias. Gonzales (2001) expresa que una característica clave de las canaletas Parshall es que permiten la medición del caudal sin necesidad de una calibración frecuente, lo que las hace muy confiables. Además, pueden manejar una amplia gama de caudales, desde pequeños arroyos hasta grandes canales, adaptándose a diferentes necesidades de gestión hídrica. Finalmente, Cuenca (2019) indica que es muy utilizada en plantas de potabilización de agua, plantas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de riego y en estudios hidrológicos para el monitoreo de ríos y arroyos. Su capacidad para proporcionar datos precisos y confiables la convierte en una herramienta esencial en la gestión y conservación de los recursos hídricos.

3.3 Programación del riego

La programación del riego es uno de los factores que influyen directamente a la viabilidad agronómica y económica de las plantaciones. Es importante tanto para el ahorro de agua como para maximizar el rendimiento de los cultivos. El agua de riego se aplica al cultivo según cronogramas establecidos elaborados con base al estado hídrico del suelo y las necesidades hídricas del cultivo. Algunos factores como el tipo de suelo y las condiciones climáticas tienen un efecto significativo en los principales aspectos prácticos del riego, determinado cuánta agua aplicar y cuándo se debe aplicar a un cultivo determinado (FAO, 2000). Así, la programación de riego puede ayudar a los agricultores a comprender los requisitos de agua de los cultivos e irrigar en consecuencia.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP 2007) menciona que los métodos más utilizados para realizar la programación del riego son de dos tipos: los que se basan en la medición y monitoreo de algunas variables relacionadas con el estrés hídrico como el contenido de humedad, tensión de humedad y densidad aparente a través del uso de sensores, y los que se basan en el balance de la humedad en el suelo mediante la estimación de las entradas y salidas de agua en el perfil del suelo ocupado por las raíces del cultivo.

3.3.1 Tiempo de riego

Es la relación que hay entre la lámina bruta de riego a aplicar y la velocidad de infiltración del suelo (Banchón, 2021).

$$Tr = \frac{LB}{Vib}$$

LB= Lámina bruta (mm)

Vib= Velocidad de infiltración básica (mm/h)

El mismo autor, Banchón (2021), afirma que la velocidad de infiltración (V_i) está formada por un momento inicial denominado velocidad de infiltración instantánea (V_{ii}) y un movimiento constante llamado velocidad de infiltración básica (V_{ib}). A la primera velocidad la define como la lámina de agua que penetra al suelo superficial en relación con el tiempo, tendiendo a disminuir a medida que el agua va alcanzando mayor profundidad y volviéndose un proceso constante en relación con la lámina infiltrada y el tiempo, a esta velocidad se la denomina velocidad de infiltración básica (mm/h) (V_{ib}),

3.3.2 Frecuencia de riego

La FAO (2020), define a la frecuencia de riego como el número de días que transcurre entre dos riegos consecutivos, esta se calcula con la siguiente fórmula:

$$FR = \frac{LN}{ETc}$$

LN= Lámina Neta (mm)

ETc= Evapotranspiración del cultivo (mm/días)

3.3.3 Caudal y velocidad de agua

Banchón (2021) menciona que el concepto de velocidad del agua expresa la rapidez media con la que se desplaza este líquido en un ducto cerrado o abierto. Por el contrario, el caudal es el volumen del líquido que circula por un punto de una sección en una unidad de tiempo.

$$Q = A \times v$$

A= Área (m^2)

V= Velocidad del fluido (m/s)

3.3.4 Cronograma de riego

El INIFAP (2007) define al cronograma de riego como una matriz en la que se indica cuánto y cuándo regar los cultivos. Esta matriz muestra el número de días que deben transcurrir entre riegos para aplicar una determinada cantidad de agua que ordinariamente se expresa en horas o minutos.

3.3.5 Tiempos muertos

Son las esperas de los trabajadores que puede ser causada por diferentes factores controlables y no controlables. Estas pueden ser daños en la red de riego, cuellos de botella

por cambios de programación o mantenimiento, condiciones climáticas adversas, desplazamientos, movilización de insumos, etc. (Monroy, 2021). Estas se pueden controlar al contar con un cuaderno que prevea los tiempos empleados en cada actividad de los turnos de riego o mantenimiento preventivo o correctivo

3.3.6 Operador del sistema de riego

Para un adecuado funcionamiento de un sistema de riego Zelada (2023) afirma que es necesario contar con un/unos operador/as, según las necesidades y tipo de sistema, varía entre unos días al mes, un medio tiempo o tiempo completo, dependiendo del sistema, para lo cual se debe realizar un recorrido por el sistema y su funcionamiento, verificando todos los aspectos técnicos y humanos del mismo.

El operario o sectorista de la infraestructura de sistema de riego, es una persona capacitada para realizar la operación del sistema de riego, la misma que es capacitada en la etapa de inversión del proyecto de riego. Los tiempos que emplea el operador son cuantificados y valorados para justificar su contratación y la dedicación horaria necesaria para cumplir con los aportes hídricos requeridos por la plantación.

3.3.7 Actividades del operador

Zelada (2023) enumera algunas actividades cotidianas del operador/es del sistema de riego.

- Realizar el mantenimiento y la operación de cada componente de la infraestructura del sistema de riego.
- Apertura y cierre de válvulas, operar y engrasar compuertas/válvulas, limpieza de desarenadores del canal principal, etc.
- Operar los sectores de riego. Verificar las presiones en los sectores de monitoreo.
- Colocar y retirar los aspersores en función de la programación.
- Una vez finalizado el turno retirar los aspersores y ubicar los aspersores en el siguiente potrero para realizar el cambio de turno.
- Manejar y resolver problemas con la distribución del agua (i.e., Fugas, roturas, etc.).
- Controlar descargas en el reservorio mediante aforo, así se verifica el funcionamiento normal de la conducción y el funcionamiento de los mismos.
- Mensualmente recorre toda línea de riego e infraestructura, verificando el estado general de las mismas, e informar sobre situaciones anormales o de mejoramiento.

4. Metodología

4.1. Zona de estudio

El proyecto técnico se realizó en la granja Nero de la Universidad de Cuenca, ubicada en la parroquia de Baños, cantón Cuenca, provincia del Azuay a 3100 msnm (**Figura 3**) con coordenadas UTM X: 710210 y Y: 9673181 (Merchán & Orellana, 2023). Según López (2020) en la campaña de campo de constatación de linderos, la granja está destinada principalmente para la producción pecuaria de ganado lechero y ovinos, posee área de pastizales, bosque primario, y bosque secundario, teniendo un área total de 297,8 ha. De las cuales 46,3 ha son destinadas a potreros de pastoreo divididas en 68 potreros, siendo estos el área de estudio de este proyecto.

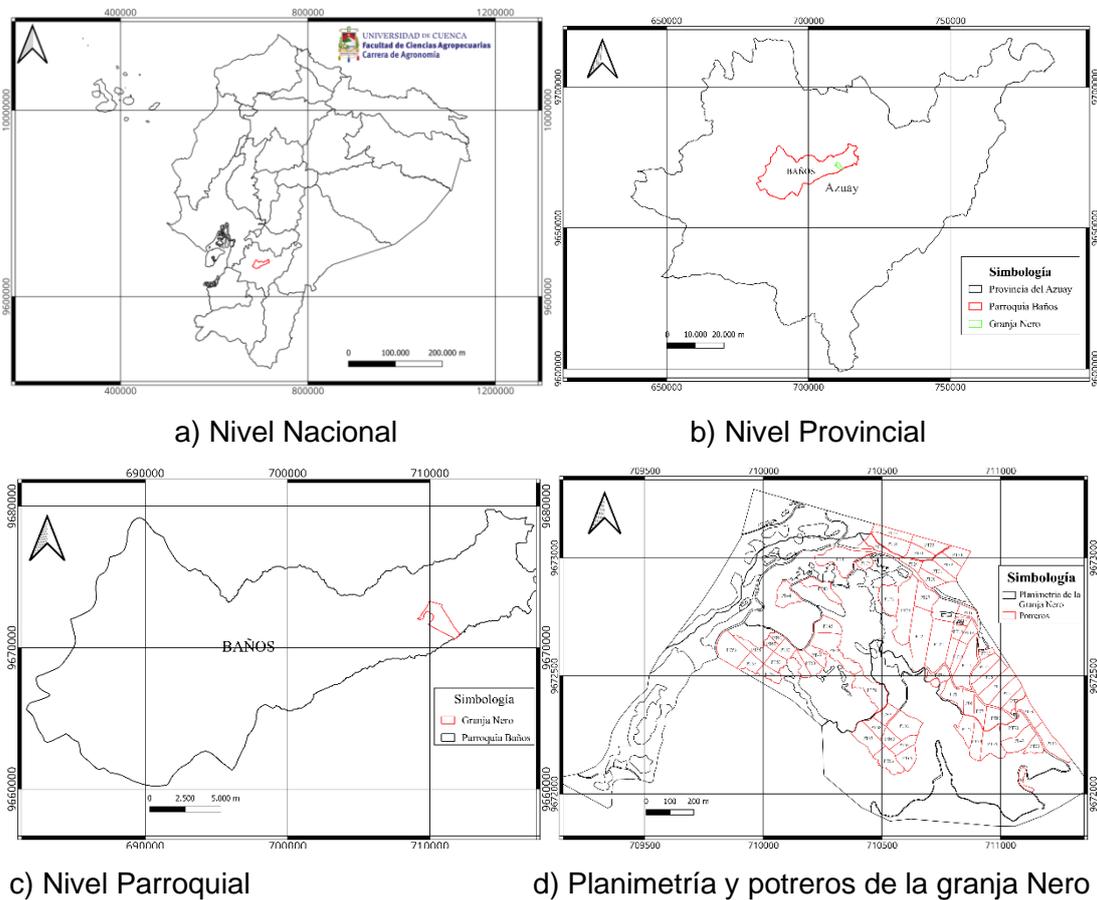


Figura 3 Localización y delimitación de la Zona de Estudio a diferentes niveles.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Metodología: recopilación, validación y levantamiento de información previo al diseño de riego.

En la granja Nero, se ha levantado información relevante durante los últimos años. Obras como la de Merchán & Orellana (2023) permitieron obtener la planimetría de la granja junto a

una ortofoto de la misma, el modelo digital de elevación (MDE) y el modelo digital de terreno (MDE). Mientras que la obra “Estación meteorológica inteligente para control de riego y mitigación de heladas” de Lupercio et al. (2022) permitieron acceder a algunos datos climáticos de los meses de marzo, abril, mayo, y junio de 2022 de la granja Nero. Si bien, estos son una serie muy corta para el diseño de un sistema de riego se emplearon en combinación con datos satelitales para cuantificar las necesidades de riego. Su función era comparar las posibles diferencias entre los datos de campo y los datos satelitales. A pesar, de las diferencias que puedan subyacer aparte de los meses de marzo, abril, mayo, y junio de 2022 en el estudio de Lupercio, no existe ninguna otra fuente de información de datos de campo disponible. Basados en este hecho, se emplearon los datos satelitales para complementar estos datos y realizar una estimación de los requerimientos hídricos de cultivo con una base multianual. En parte, mitiga la escasez de datos en la granja Nero. Se proveen algunas recomendaciones al respecto en la sección 6, apartado recomendaciones.

Por otra parte, directamente de la administración de la granja se conocía que el caudal de captación de agua es de 1,5 l/s, el cuál fue aforado y confirmado mediante el método volumétrico que consiste en la recolección de volumen de agua midiendo el tiempo necesario para la recolección del mismo (Suárez, 2018). Es bien sabido de antemano que este caudal es insuficiente para satisfacer las demandas hídricas de la granja para su sostenimiento de abrevaderos y riego.

4.3. Metodología: diseño agronómico

4.3.1. Balance hídrico.

Se elaboró el diseño agronómico a partir del punto más crítico en cuanto a las necesidades hídricas del pastizal, considerando la interrelación entre agua, suelo y clima para el diseño. Este punto crítico se determinó con base a dos fuentes de datos diferentes, siendo datos climáticos obtenidos mediante la aplicación NasaPower, disponible en: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>, y datos climáticos en campo obtenidos por el estudio de Lupercio (2022). En concreto, no se estudió ninguna relación entre los datos de campo y los datos satelitales, se utilizaron para mostrar y cuantificar las diferencias. Si bien se presupone que los datos satelitales presentan un nivel de resolución bajo, estos se emplearon como complemento temporal a los datos de campo con el propósito de estimar las necesidades máximas de diseño. Para ello se tomó el valor máximo entre los datos de Lupercio y los NasaPower. Cabe aclarar que estos, en ningún caso se emplean o se deban emplear para operar el sistema.

Para obtener las necesidades hídricas del sistema, se calculó la evapotranspiración de referencia (ET_o) mediante el método FAO PENMAN-MONTEITH a partir de los datos de temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar, a través del plugin HF-Riego disponible en: <https://github.com/Serchjimenez09/HFRiego>. Además, se estimó la evapotranspiración del cultivo ET_c para lo cual se contempló los coeficientes de cultivo K_c (FAO, 2006) que corresponde a pastos de pastoreo y/o pastos de rotación, esto según las características establecidas de los potreros en la granja Nero.

El balance hídrico - BH, consideró la diferencia entre las aportaciones de agua producto de la precipitación efectiva, es decir, aquella fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas (Evans & Zaitchik, 2008), y la ET_c .

$$BH = \text{Precipitación Efectiva} - ET_c$$

La precipitación efectiva fue estimada a través del plugin HF-Riego con datos registrados de las últimas dos décadas. Los días en los cuales la ET_c es superior a la precipitación efectiva son aquellos días donde es necesario contar con disponibilidad hídrica del suelo o del riego suplementario. Estos resultados son cambiantes según el valor del coeficiente de cultivo K_c y mostraron valores que suplen las necesidades diarias de la granja [mm/día].

Para el cálculo del caudal o la lámina de riego necesaria para el funcionamiento del sistema de riego se utiliza la siguiente fórmula, donde la constante 10 permite el ajuste de unidades:

$$Q \left(\frac{m^3}{h} \right) = \frac{ET_c (mm) * \text{Área potreros} (Ha) * \frac{10000 m^2}{1 Ha} * \frac{1m}{1000 mm}}{\text{Tiempo de riego diario} (h)}$$

Lo obtenido anteriormente se utilizará si el sistema de riego no presentara pérdidas o si este fuese 100% eficiente, es por esto que es necesario corregir el caudal o la lámina de riego, aplicando un factor magnificador con un 75% de eficiencia.

$$Q_{final} = \frac{Q_1}{75\%}$$

4.3.2. Balance de coeficientes de cultivos K_c .

En la granja Nero, *Cenchrus clandestinus* (Kikuyo) es el pasto dominante dentro de los potreros, mientras *Poa annua* (Pasto Azul) está presente con menos frecuencia y únicamente en ciertos potreros. Por lo tanto, el coeficiente K_c dentro del manual de FAO (2006) corresponde a la categoría pastos de pastoreo y/o pastos de rotación. Este coeficiente integra las tres etapas del cultivo cuya duración en días varía según el manejo agronómico del mismo (**Tabla 1**). En consideración se ha tomado un ejemplo desde el 30 de agosto hasta el 14 de

septiembre del año 2022. En este caso se consideró una rotación cada 23 días, de acuerdo con socialización de los administradores de la granja.

Tabla 1 Valores Kc para Pastos de Pastoreo-pastos de rotación (FAO, 2006).

Inicial	Medio	Fin
0,4	0,85-1,05	0,85

Elaborado por: Autores, 2024

En la granja Nero el periodo de rotación promedio de potreros dura 23 días. Estos días fueron divididos para cada etapa del cultivo, teniendo una duración inicial de 7 días, medio de 8 días y final de 8 días. El balance de Coeficientes se estableció desde el 30 de agosto del 2002 (**Tabla 2**) que representa un ejemplo del ciclo, esta fecha se determinó con base al análisis del comportamiento de la evapotranspiración más exigente, a partir de aquí se realizó el ajuste de los coeficientes Kc del cultivo.

Tabla 2 Balance de los coeficientes Kc

Día	Factor Kc
30/8/2002	0,4
31/8/2002	0,4
1/9/2002	0,4
2/9/2002	0,4
3/9/2002	0,4
4/9/2002	0,4
5/9/2002	0,4
6/9/2002	1,5
7/9/2002	1,5
8/9/2002	1,5
9/9/2002	1,5
10/9/2002	1,5
11/9/2002	1,5
12/9/2002	1,5
13/9/2002	1,5
14/9/2002	0,85
15/9/2002	0,85

Día	Factor Kc
16/9/2002	0,85
17/9/2002	0,85
18/9/2002	0,85
19/9/2002	0,85
20/9/2002	0,85
21/9/2002	0,85

Elaborado por: Autores, 2024

4.3.3. Establecimiento de los días de riego en un año.

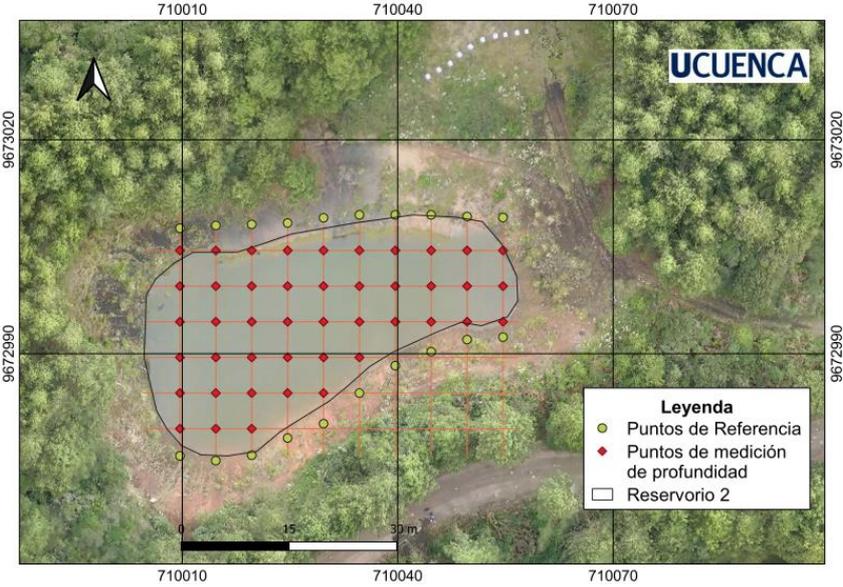
Con base al balance hídrico se estimó el número de días de riego en un año. Para tener una precisión adecuada se estimó el promedio de días de riego para los últimos 20, 15, 10 y 5 años. Así mismo, se realizó una operación estadística que estimó el cuartil 1 y 3 para cada uno. De estos cuartiles se usó el promedio del cuartil 3 como el número de días que se necesita riego dentro de la granja Nero.

El Q3 es el valor que cubre el 75% de días anuales con necesidades de riego dentro del conjunto de 20,15,10, y 5 años, con este valor se cubriría multi anualmente los requerimientos hídricos en un 75% evaluando a diferentes escalas temporales las últimas dos décadas. Generando confianza en el que la infraestructura de riego cumpla el 75% de los días probables de riego y que esta no se sobredimensione por cumplir necesidades hídricas para tan solo un 25% de los días que se excede el requerimiento tal y como lo menciona Spiegel (1970).

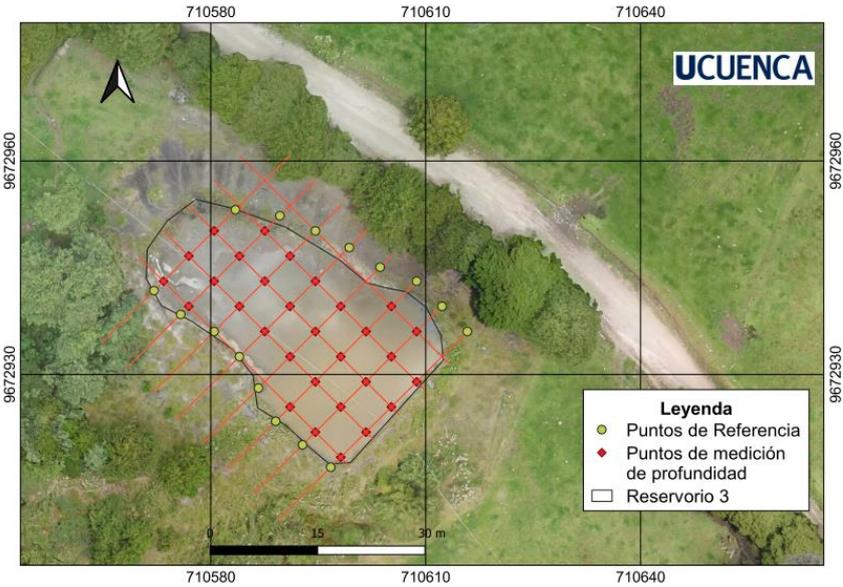
4.3.4. Cálculo de las necesidades de almacenamiento.

La granja cuenta actualmente con 4 reservorios distribuidos a lo largo de la gradiente altitudinal. Siendo el reservorio uno el de mayor altitud 3234 m.s.n.m. y el reservorio cuatro el de menor altitud 3172 m.s.n.m. De estos reservorios, el primero se encuentra totalmente colapsado y sin funcionamiento (no mostrado en la Figura 4), teniendo así únicamente 3 reservorios funcionales. De los tres reservorios funcionales se desconocía el volumen de almacenamiento, esta información fue levantada en campo con el método de argolla y dos piolas, el cual consistió en dejar caer una piola con peso hasta el fondo del reservorio y estimar la profundidad en base a los centímetros mojados en la piola vertical, para esto se trazaron cuadrículas de 5 m en la piola horizontal el cual indicó los puntos donde se dejó caer la piola. Mientras que los puntos de referencia se encontraban en el perímetro del reservorio y marcaron la línea por donde se estimó la profundidad, en estos puntos de referencia se

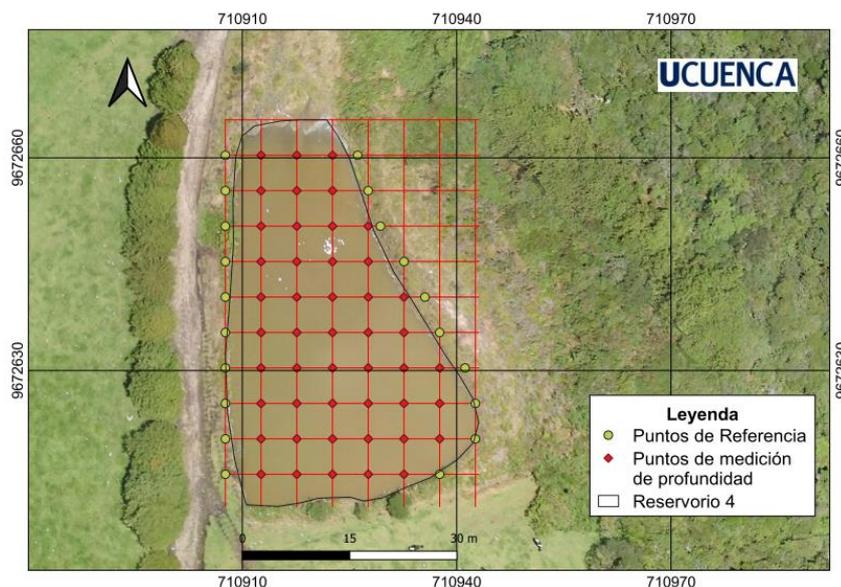
tomaron sus respectivas coordenadas en los ejes X, Y, Z; se utilizó el GPS EMLID Reach RS2 (Anexo A). El mismo proceso se realizó en los tres reservorios (Figura 4).



a) Reservorio 2



b) Reservorio 3



c) Reservorio 4

Figura 4 Trazado de cuadrículas para la medición de profundidad de los reservorios activos de la finca Nero de la Universidad de Cuenca.

Elaborado por: Autores, 2024

El volumen actual de los reservorios se calculó usando la profundidad de los diferentes puntos de cada reservorio, con el área de 5m x 5m que separan los puntos y el promedio de profundidad de cada cuadrante, para finalmente sumar los volúmenes de estos últimos que conforman el reservorio dando así un volumen teórico de cada reservorio (**Anexo D, E y F**).

El cálculo de las necesidades de almacenamiento consiste en obtener el volumen de agua necesario a almacenar para el riego en los meses donde las precipitaciones disminuyen y el caudal de la captación no es suficiente para regar los potreros (Buritica, 1985).

Este cálculo se obtuvo a partir de la fórmula del volumen obteniendo el volumen neto de almacenamiento el cual es necesario corregirlo con la siguiente fórmula:

$$Volumen (m^3) = \frac{\left(Días * ETc \left(\frac{mm}{día} \right) * \frac{1m}{1000mm} * Área(Ha) * \frac{10000m^2}{1 Ha} \right)}{PE (\%)}$$

Días = número de días donde será necesario la utilización del volumen de agua.

ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

Área = Área total de los potreros a regar (Ha).

PE = Porcentaje de eficiencia de riego.

Así se obtuvo el volumen bruto total a almacenar, a este volumen se restó los volúmenes ya obtenidos de los reservorios existentes con el propósito de verificar si es necesario o no la

corrección de los mismos para el almacenamiento del volumen bruto total de agua e inclusive si es necesario la construcción de nuevos reservorios.

4.3.5. Localización óptima de los almacenamientos (reservorios).

Según Agüero (2004), para la localización óptima de los reservorios se debe tener en cuenta factores como altitud según las curvas de nivel, las pendientes que existen en el terreno y la distancia hacia los terrenos a regar. Con base a estos criterios y además con las recomendaciones por parte de la administración de la granja se estableció el lugar tentativo para el posible nuevo reservorio, esta zona es factible por sus problemas de encharcamiento de agua, suelos altos en arcilla y fuentes cercanas para la obtención de material. Además, según las necesidades de almacenamiento, en caso de necesitar la construcción de más de un reservorio, se consideró la rehabilitación del reservorio uno en alternativa a la construcción de uno nuevo, pues este se encuentra ubicado en una zona favorable para el diseño de la red.

4.3.6. Estimación de las pérdidas por evaporación e infiltración.

Para la estimación de las pérdidas se utilizó la fórmula de Penman-Monteith del método aerodinámico para las pérdidas por evaporación (Kusaba & Masuda, 1988), mientras que las pérdidas por infiltración para este proyecto serán mínimas puesto que los reservorios deberán ser recubiertos con geomembrana, de tal manera se determinó que las pérdidas por infiltración estimadas fuesen alrededor de un 2%, tal como lo menciona Gaspar Romero (2019) en sus resultados obtenidos. A continuación, se establece el cálculo de las pérdidas por evaporación superficial de la lámina de agua.

$$Ea = B * (eas - ea)$$

$$B = \frac{0,102 * u^2}{\left[\ln \left(\frac{Z^2}{Z_0} \right) \right]^2}$$

$$eas = 611 \exp \exp \left(\frac{17,27 * Ta}{237,3 * Ta} \right)$$

$$ea = Rh * eas$$

Ea = Tasa de evaporación

B = Pérdidas por evaporación

e_{as} = Presión de vapor de saturación

e_a = Presión de vapor ambiente

Rh = Humedad relativa

u_2 = Velocidad del viento

Z_0 = Altura de rugosidad de la superficie del agua

Z_2 = Altura de la velocidad del viento

4.3.7. Corrección de volúmenes de los almacenamientos de los reservorios (Vol_c).

Para la adecuada cuantificación del volumen del reservorio, es necesario que este incluya el volumen útil más las pérdidas que este tiene para su funcionamiento. Es necesario realizar correcciones que se detallan a continuación.

En la corrección de volúmenes se tomó en cuenta las pérdidas por evaporación, las pérdidas por infiltración y el volumen efectivo de reserva o volumen muerto que se determinó en un 30%, lo que básicamente es la cantidad de agua que debe quedar en el reservorio, ya que estos al ser utilizados no deben quedar completamente vacíos si no que debe conservar el 30% de volumen. Lo que se denomina como agua de reserva.

$$Vol_c = Vol\ bruto + (Vol.\ bruto * Pérdidas\ evaporación(\%)) + (Vol.\ bruto * Pérdidas\ infiltración\ (\%)) + (Vol.\ bruto * Agua\ de\ reserva\ (\%))$$

4.3.8. Distribución temporal de los volúmenes.

Para la distribución temporal de los volúmenes, que no es más que un balance de entradas y salidas. Primero, se identificó el año de precipitaciones más crítico, que para los últimos 20 años fue el año 2022. Segundo, a partir de la gráfica de valores de precipitación mensual del año más crítico (2022), y tomando como referencia la serie de datos obtenida de la plataforma NasaPower, se determinó los meses con menor precipitación donde se deberá atender las necesidades de riego, es decir la distribución de los volúmenes almacenados. Esta distribución variará con base a las necesidades y criterio del operador o de los encargados de la granja que determinarán los días donde crean prioritario el riego a pesar de tener una reducción significativa del caudal de la fuente hídrica principal, es decir de la captación.

4.3.9. Estimación total de los volúmenes netos (V_n) y brutos (V_b).

El volumen bruto total es aquel volumen total que se debe almacenar, mientras que el volumen neto es el volumen total a utilizar, es decir, reduciendo las pérdidas y el porcentaje de volumen de reserva (Ortega, 2012). Los volúmenes netos de cada reservorio que actualmente se encuentran en funcionamiento se obtuvieron multiplicando el área del reservorio con la profundidad corregida de 6 m y así obtener un volumen neto, la profundidad obtenida de 6 m se justifica por motivo de obtener un volumen de reserva mayor al actualmente existente el cual no satisface las necesidades de almacenamiento que requiere el sistema de riego para su funcionamiento. Además, es necesario realizar una corrección de

estos volúmenes debido a los problemas de evaporación, filtración, y agua de reserva. Para ello es necesario corregir aplicando la siguiente expresión:

$$\text{Volumen neto} = \text{Área del reservorio} * 6 \text{ m}$$

$$\text{Volumen bruto total} = \text{Volumen neto} + (\text{Volumen neto} * P \text{ Evaporación } (\%)) + (\text{Volumen neto} * P \text{ Infiltración } (\%)) + (\text{Volumen neto} * \text{Agua de reserva } (\%))$$

Una vez obtenido el volumen bruto total de cada uno de los tres reservorios en funcionamiento se sumaron estos volúmenes, para después restar al volumen bruto total de almacenamiento o volumen corregido (Vol_c). De esta manera se obtuvo el volumen bruto total de los otros dos reservorios, el nuevo reservorio y el reservorio 1, el cual deberá ser rehabilitado.

4.3.10. Factor de seguridad.

El factor de seguridad para almacenamientos de 5 m con reducción instantánea es de 1,603% según Mkilima (2021). Con base a esto, para los reservorios de la granja se estableció una profundidad de 6m, por lo que se dedujo un factor de seguridad del 2% debido al recubrimiento de geomembrana.

4.4. Metodología: diseño hidráulico

El diseño hidráulico se realizó con base en varios parámetros, partiendo del caudal necesario obtenido en el diseño agronómico, de tal manera que se asegure el adecuado funcionamiento del sistema, lo cual permitió escoger e identificar los diámetros de tuberías en cada uno de los sectores y potreros de la granja, siguiendo los principios de la hidráulica ya establecidos en los distintos sistemas de riego.

Previo a realizar el trazado hidráulico, se estimó el caudal (l/s o m³/s) necesario para cada uno de los 68 potreros partiendo de la lámina bruta (mm):

$$\begin{aligned} \text{Lámina Neta (mm)} &= \frac{\text{Capacidad de Campo} (\%) - \text{Punto de Marchitez} (\%)}{100} \\ &* \text{Profundidad radicular (mm)} * \text{Densidad Aparente} \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) * 0,5 \\ \text{Lámina Bruta (mm)} &= \frac{\text{Lámina neta (mm)}}{\text{Eficiencia de riego (75\%)}} \\ \text{Caudal (m}^3/\text{s)} &= \frac{\text{Volumen (m}^3\text{)}}{\text{Tiempo de riego (s)}} \end{aligned}$$

0,5 = Factor de agotamiento (adimensional)

Ante la falta de información detallada sobre las propiedades hidrofísicas de los suelos, los datos de capacidad de campo, punto de marchitez, densidad aparente e infiltración básica

fueron obtenidos del software SPAW disponible en: <https://www.nrcs.usda.gov/resources/tech-tools/spaw-version-602> y la plataforma Soil Grids , con una resolución espacial de 250m, disponible en: <https://soilgrids.org/> que según FAO (2023) es el sistema de información web más completo y automatizado de las propiedades del suelo basado en datos globales de perfiles y covariables del suelo y en algoritmos de aprendizaje automático, cuyos modelos estadísticos utilizados son modelos globales, lo que significa que han sido calibrados para realizar predicciones insesgadas en cualquier ubicación dentro de la máscara global del suelo. A pesar de la incertidumbre que se pueda generar en relación a los datos reales, estos son los datos disponibles de mayor importancia para estudios en zonas no censadas, como lo es la granja Nero.

De esta plataforma se obtuvo información de Arena y arcilla (g/kg) (**Figura 5**) a través de capas ráster. La capa obtenida está compuesta por valores individuales para cada píxel que la conforman, de esta manera para cada potrero se estableció un promedio con base a los diferentes píxeles que se solaparon dentro del área de cada potrero.

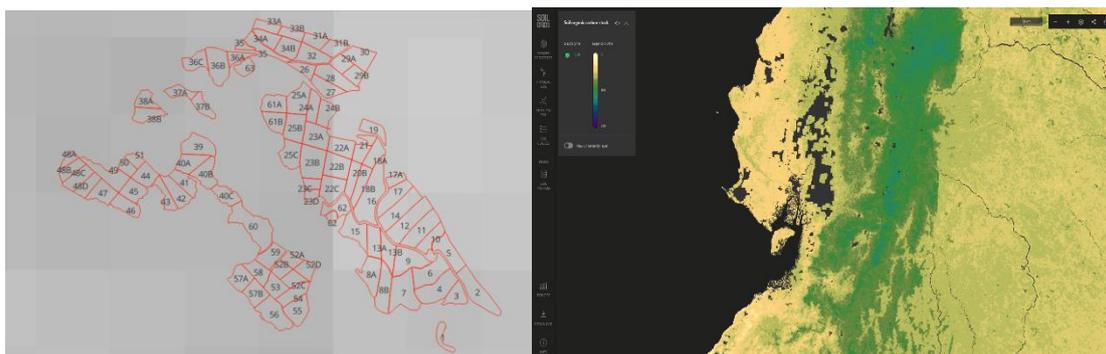


Figura 5 Obtención de valores de Arena y Arcilla (g/kg) de las capas ráster obtenidas de la plataforma Soil Grids

Elaborado por: Autores, 2024

El software SPAW que se utiliza para simular la tensión del agua en el suelo y obtener un aproximado de las propiedades del suelo (USDA, 2023), usa unidades de porcentaje para los valores de arena y arcilla, por lo que los datos recopilados de Soil Grids fueron convertidos a porcentaje. De esta manera se obtuvo datos referenciales de capacidad de campo, punto de marchitez, densidad aparente e infiltración básica **Figura 6**.

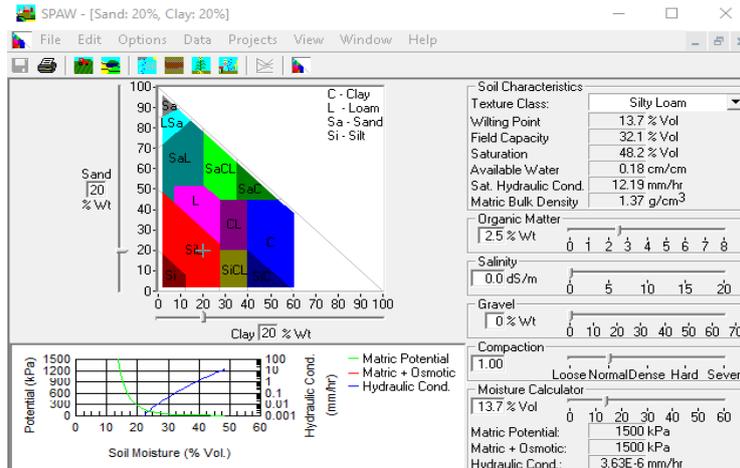


Figura 6 Interfaz del software Spaw de la USDA y las variables disponibles.

Elaborado por: Autores, 2024

4.4.1. Diseño hidráulico de la captación.

La administración de la granja Nero manifestó la falta de infraestructura adecuada en la captación ya existente (Figura 7), la cual se encuentra en funcionamiento y ha sido adaptada para poder desempeñarse en las diferentes épocas del año. Es por esto que, con el fin de mejorar y tecnificar este punto, al ser una captación a canal abierto se diseñó la geometría característica, con el fin de contar con un aforador de caudales. De esta manera se propuso emplear una canaleta Parshall con una capacidad máxima de 70 l/s, esta infraestructura hidráulica es la que mejor se adapta a dichas características.



Figura 7 Infraestructura actual de la captación de la granja Nero.

Elaborado por: Autores, 2024.

4.4.2. Diseño hidráulico de tuberías principales y conexión de reservorios.

Banchón (2021) define a la tubería principal como la que se encarga de llevar el agua desde la fuente de agua hasta donde se piensa distribuir. Partiendo de esto, la distribución de las tuberías empezó desde la captación actual de la granja, teniendo en consideración condiciones geomorfológicas, de infraestructura y las mismas necesidades de la granja, por lo cual esta labor a primera instancia se la realizó en concordancia junto a la administración de la misma (**Anexo B**). Para posteriormente mediante la ayuda de la herramienta gráfica AutoCAD digitalizar el trazado Hidráulico que se usó como base para la simulación y equilibrio del comportamiento de la red, así como la definición de diámetros mediante el software EPANET disponible en: <https://www.epa.gov/water-research/epanet>.

4.4.3. Diseño del trazado de la red secundaria.

Para distribuir el agua desde la red principal o primaria hasta los emisores, se realizó el trazado de red secundaria, buscando la distribución correcta de los mismos, considerando un grado adecuado de traslape entre sí. El trazado no corresponde a ningún esquema de diseño específico, este se adaptó a la forma geométrica irregular de cada potrero asegurando la mejor distribución posible.

4.4.4. Diseño de la red terciaria predial.

Las tuberías terciarias son aquellas que se derivan de las secundarias, estas se implementaron para cerrar los arreglos de estas últimas a manera de circuito para mejorar el equilibrio de presiones en cada potrero, además, en potreros específicos e irregulares, fueron las encargadas de conectar al emisor con la red.

4.4.5. Reporte hidráulico.

Luego de modelar los distintos componentes que configuraron el sistema de distribución de agua y sus parámetros operacionales. Se extrajo el reporte hidráulico *FULL* del software EPANET, que es un informe completo de todas las variables de todos los nudos, válvulas y líneas (Espinoza, 2022). Además, este informe estándar es crucial para entender el comportamiento de la red de distribución del agua, lo que permite evaluar su rendimiento e identificar posibles problemas como pérdidas de presión excesivas, zonas con bajos caudales, en todos los intervalos de tiempo en un archivo de texto.

4.4.6. Selección y localización de válvulas de control, operación y seguridad hidráulica.

Las roturas de tuberías en las redes de riego pueden dar lugar a la interrupción del funcionamiento normal de la red, incremento de costo de mantenimientos, daños a infraestructuras cercanas, merma en el rendimiento de los cultivos, etc. Siendo el principal

motivo el aire comprimido que puede llegar a acumularse dentro de la tubería incrementando la presión hasta el colapso (Banchón, 2021). Es por esto que se seleccionó una válvula de aire de operación y seguridad hidráulica de doble propósito o efecto, que capte el aire externo y/o libere el aire en las tuberías según las circunstancias de operación de la tubería, estas se distribuyeron en las partes más altas de la red y en los puntos más críticos relacionados a la gestión, donde la apertura y cierre de válvulas de los diferentes potreros puedan ocasionar el paso del aire hacia las tuberías. Mientras que las válvulas de control se implementan en zonas estratégicas que permitan realizar acciones de control como tiempo de riegos, control de fugas, supervisión del caudal, etc.

4.4.7. Equilibrio de presiones.

En un fluido que circula por el interior de un conducto (tubería) se manifiestan dos presiones: presión estática y presión dinámica. La presión estática hace referencia a la presión generada por el fluido estático, mientras la presión dinámica es la presión que se origina como consecuencia de la velocidad a la que circula el fluido por la tubería en ausencia y/o presencia de las maniobras de la operación (Verdesoto, 2020). Esta última fue la de principal interés de este diseño, por ello se equilibró a través de la elaboración de circuitos cerrados dentro del diseño de la red. Posteriormente con el software EPANET se realizó la simulación y equilibrio de presiones con el ajuste de diámetros de las tuberías y la implementación de válvulas de reducción de presión de acuerdo con las directrices de operación de los aspersores, fijada en garantizar 50 psi a la entrada de cada potrero.

4.4.8. Diseño de selección de acoplamiento para aspersores y de sectorización.

Muchas veces no será posible o conveniente regar toda un área al mismo tiempo, por lo que es necesario dividir las áreas en porciones de terreno inferiores denominadas sectores, cuya superficie puede ser regada simultáneamente o no (Caiza, 2017). Es por esto que las 46,3 ha de potreros fueron divididas en 3 sectores, buscando facilitar la operación del riego.

Para la selección del aspersor se consideraron diversos catálogos que se encuentran disponibles en el mercado, debido a que existe una amplia gama de alternativas de acuerdo a cada cultivo y a las condiciones del terreno.

Se consideró el caudal y el radio de alcance, con el objetivo de obtener un riego uniforme, manteniendo los niveles de eficiencia en el marco de plantación definido. Además, se tomó en cuenta que la pluviometría que produce el aspersor, sea igual o inferior a la tasa de infiltración que posee el suelo, para evitar de esa forma problemas de escurrimientos o encharcamientos en cada uno de los potreros. Para esto se empleó el software WinSIPP2 disponible en: <https://www.senninger.com/es/product/winsipp-es>. Además, para evitar daños

de la infraestructura diseñada, también se diseñó un hidrante cuya función es proteger los diferentes acoples de posibles daños causados por el ganado (pisoteo y rascado).

4.4.9. Sistema de filtrado y/o sedimentador.

Caiza (2017) menciona que con el fin de evitar el ingreso de sólidos a la estructura diseñada que pueden llegar a obstaculizar tuberías creando serios problemas, es necesaria la implementación de una infraestructura de filtrado y/o sedimentado. Es por esto que se diseñó un desarenador ubicado en la captación de la granja Nero, este desarenador se basa en reducir la velocidad del agua y de las turbulencias, permitiendo así que el material sólido y partículas se depositen en el fondo, donde periódicamente es retirada por la persona encargada del mantenimiento.

4.4.10. Compendio secuencial.

4.4.10.1. Mapa de trazados sin dimensiones.

Finalmente, se digitalizó toda la información realizada dentro del diseño hidráulico, se elaboró un mapa en el cual se pueden observar los principales puntos del presente capítulo.

4.4.10.2. Características del zanjado.

Para instalar la tubería y sus accesorios se requiere realizar un zanjado de manera que las tuberías y accesorios se mantengan en condiciones idóneas para su operación. Para definir características de almacenamientos, ancho y profundidad de excavación, se empleó como referencia el manual de infraestructura de GERFOR (2011) en el cual en base a las características de este diseño se establecieron dichos aspectos mencionados.

4.4.10.3. Listado de materiales.

La metodología para realizar el listado de materiales consiste en realizar una tabla con cada uno de los materiales a utilizar para el diseño de riego con sus respectivas medidas y la cantidad que se va a usar

4.5. Metodología: programación del Riego

Dentro de la programación de riego se establecieron dos escenarios de funcionamiento de red hidráulica:

- Programación de riego para condiciones de máxima demanda
- Programación de riego para reducción de caudal del 10%, 20% y 30%.

Cada escenario evalúa diferentes condiciones de rendimiento hidráulico, la metodología es la misma para los dos escenarios establecidos.

4.5.1. Tiempo de riego por potrero y aspersor.

El tiempo en horas que debe permanecer funcionando el o los aspersores en el mismo lugar, para aplicar el agua necesaria, se lo estimó a partir de Lámina Bruta [mm] y la velocidad de infiltración [mm/hr] de cada uno de los 94 potreros, se utilizó la siguiente fórmula para su ejecución:

$$\text{Tiempo de Riego (h)} = \frac{\text{Lámina Bruta (mm)}}{\text{Velocidad de infiltración (mm/h)}}$$

4.5.2. Frecuencia de riego.

La frecuencia de riego comprende el número de días que transcurre antes de que sea necesario volver a regar y está determinado según el cultivo, el tipo de suelo y el clima. Para esto se consideró la Lámina neta (LN) sobre la evapotranspiración del cultivo (ETc).

$$\text{Frecuencia de Riego (Días)} = \frac{\text{Lámina Neta (mm)}}{\text{ETc (mm)}}$$

Se recomiendan riegos más distantes y con mayor volumen de agua en cada aplicación, permitiendo que existan periodos de drenaje y aireación del suelo, de esta forma se puede ampliar el bulbo húmedo (INIA, 2017).

4.5.3. Priorización de potreros por propiedades del suelo y/o producción.

Debido al uso extensivo del agua en toda una cuenca, los caudales de los arroyos disminuyen, particularmente durante sequías prolongadas, causando problemas a las poblaciones aledañas, Brantley & Golladay (2020) mencionan que la reducción del caudal usado para riego es una forma eficaz de aumentar el caudal principal, siendo una estrategia de conservación del agua, afirmando que en las partes altas de una cuenca, un umbral de aproximadamente 30 a 40 % de reducción de riego desencadenó un aumento de aproximadamente 15 % en los medidores superiores e inferiores durante flujos extremadamente bajos.

Es por esto que en caso de ocurrir diferentes escenarios de funcionamiento en los cuales la red diseñada no cuente con el caudal suficiente para cubrir las demandas hídricas de la granja de manera eficiente (Máxima demanda). Se ha identificado y priorizado aquellos potreros más susceptibles a la falta de agua, esto se determinó en base a la capacidad de almacenamiento de agua de los potreros y el área de los mismos.

4.5.4. Cronograma, horario de riego y esquema de los *shifts* de riego.

A partir de los cálculos de frecuencia y tiempo de riego se procedió a elaborar un cronograma que permite tener una visualización más amplia del manejo del riego que se dará en el área de estudio. El cronograma se compone de la asociación potreros a regar, tiempo de riego y

número de aspersores a usar. Con base en los escenarios de funcionamiento, se elaboró un grupo de cuatro cronogramas los cuales están divididos para; i) máxima demanda, ii) reducción del 10%, iii) reducción del 20%, iv) 30% del caudal.

El cronograma de máxima demanda se elaboró con base en dos normas:

- Las demandas hídricas de los potreros asociados no deben superar el caudal disponible de 67,3 l/s.
- Los potreros tienen que ser lindantes entre sí o lo más cercano posible.

Por el contrario, los escenarios de reducción de caudal se elaboraron con base a las normas de:

- Las demandas hídricas de los aspersores del turno de riego no deben superar el caudal reducido de 60,57 l/s correspondiente a una reducción del 10%, 53,84 l/s correspondiente a una reducción del 20% y correspondiente a una reducción 47,11 l/s del 30%.
- Priorizar aquellos potreros susceptibles al estrés hídrico determinados a partir de las propiedades del suelo.

4.5.3. Cuaderno de tiempos muertos

El cuaderno de tiempos muertos consiste en un cronograma que detalla las distancias que existen entre cada uno de los potreros que componen los turnos de riego junto con el cálculo del tiempo utilizado para recorrer esta distancia. Para estimar este tiempo, se simuló la ruta en campo que debería seguir el operador de riego en un día normal de riego, en la cual se estimó la distancia recorrida por segundo (**Anexo C**). Las rutas buscaron simular las condiciones más adversas como caminar por el pasto alto o caminar cuesta arriba. De esta manera se estimó un avance en promedio de 1,8 m/s, además para las condiciones de cuesta arriba o retorno, se estableció un 30% más al avance promedio.

Este cuaderno también consideró el tiempo requerido para ubicar cada uno de los aspersores de los potreros por turno de riego, para este cálculo se estimó el número de aspersores de cada potrero y el tiempo promedio que se tardará el operador en colocar un aspersor y desplazarse al siguiente, el cual en promedio fue de 22 segundos. El mismo procedimiento se aplica para el retiro de los aspersores al finalizar el turno de riego. La sumatoria de estos tiempos y el tiempo de riego como tal dieron como resultado el tiempo muerto de trabajo por día de riego, es decir, el tiempo que el operador necesita y/o destinará únicamente a la actividad de riego. Este cuaderno de tiempos muertos se elaboró para los cronogramas de riego de máxima demanda, reducción de caudal del 10%, reducción de caudal del 20% y reducción de caudal del 30%.

4.5.4. Horarios hábiles del regador (operador).

Debido a las distancias que separan algunos turnos de riego, el propio funcionamiento del sistema de riego, el tiempo de riego y la frecuencia de riego, ocupan una carga de trabajo grande para el operador del sistema de riego, por tal motivo es necesario realizar un horario de días y horas hábiles de trabajo del mismo.

La metodología para la realización de estos horarios hábiles consistió en realizar una tabla con los días necesarios de la frecuencia de riego y el tiempo de riego necesario por cada turno y comparar con los días (lunes a viernes) y horas (8 horas) de trabajo hábiles de un trabajador común (MDT, 2018), y determinó si la carga de trabajo puede ser realizada por un solo operador o habrá la necesidad de contratar un segundo operador.

4.5.5. Reporte de operación.

A partir del cronograma de tiempos muertos, se realizó una guía que el operador tendrá que cumplir durante sus horas de trabajo. Las tablas fueron divididas con base en las condiciones de máxima demanda, condiciones de reducción del 10%, 20% y 30 % del caudal, cada uno con 13 días de frecuencia de riego.

El operador empleará la guía para entender el sistema de riego, de acuerdo al número de día y lo que este conlleva como el número de turnos, los potreros a dirigirse y el total de aspersores que serán distribuidos en el área. La guía es una herramienta que facilita el desplazamiento del operador por la granja y la operación del sistema diariamente.

5. Resultados

5.1. Resultado: diseño agronómico

5.1.1. Balance hídrico.

Previo a determinar el balance hídrico fue necesario estimar el ET_c , dentro del cual el cálculo de la ET_o es el primer paso para determinar dicha variable que también requiere determinar el coeficiente de cultivo K_c , que es específico para cada cultivo y etapa de su ciclo agronómico.

El cálculo de la evapotranspiración de referencia ET_o se calculó por el método de *Penman-Monteith* a través del plugin HF Riego. En la **Figura 8** se muestra el diagrama de cajas y bigotes de ET_o desde el año 2002 hasta 2022.

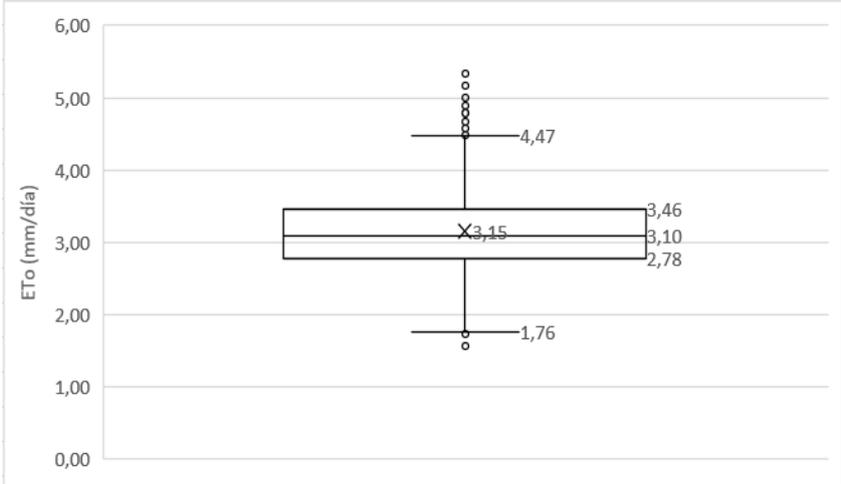


Figura 8 Diagrama de cajas y bigotes en el cual se puede apreciar los cuartiles 1,2,3, la mediana y los datos residuales de la ETo de los últimos 20 años (2002-2022).

Elaborado por: Autores, 2024

Con la ETo [mm/día] y el coeficiente Kc para pastos se determinó la ETc Para el diseño se utilizó el cuartil 3, es decir 3,14 [mm/día] considerando que este cuartil es el valor que recoge el valor de la ETc del 75% de los días y que con ello se cubren las necesidades totales del 75% de los días y parcialmente de un 25% del grupo de días con mayores valores de ETc que no sobrepasan 5.6 [mm/día] (**Figura 9**).

$$ETc = Eto * Kc$$

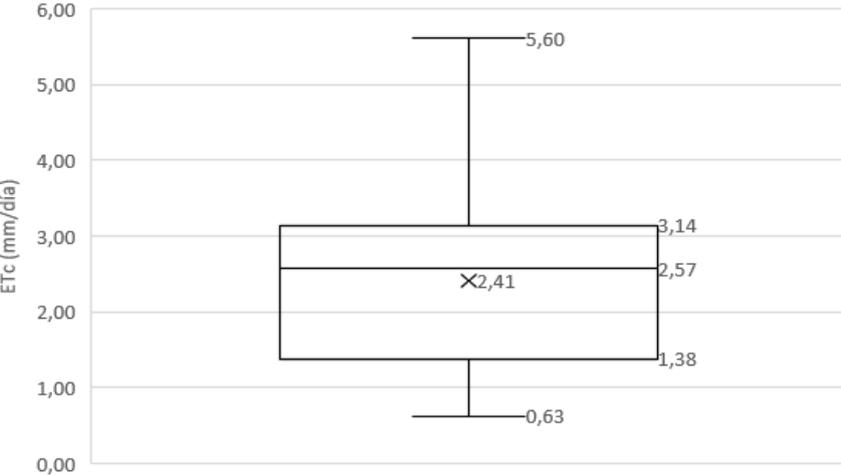


Figura 9 Diagrama de cajas y bigotes en el cual se puede apreciar los cuartiles 1,2,3, la mediana y los datos residuales de la ETc de los últimos 20 años (2002-2022).

Elaborado por: Autores, 2024

El análisis del balance hídrico se ilustró a través de un diagrama de picos (**Figura 10**) que presenta la evolución de los niveles de precipitación y evapotranspiración en una escala temporal de las dos últimas décadas. Se observa que, en los años 2008, 2018 y 2021 se registra un saldo positivo en este equilibrio, lo que sugiere que la precipitación media supera la tasa de evapotranspiración. Por contraste, el resto de los años exhiben valores negativos, denotando un déficit hídrico generalizado, lo cual constituye un indicio palpable de escasez de este recurso en la finca de Nero.

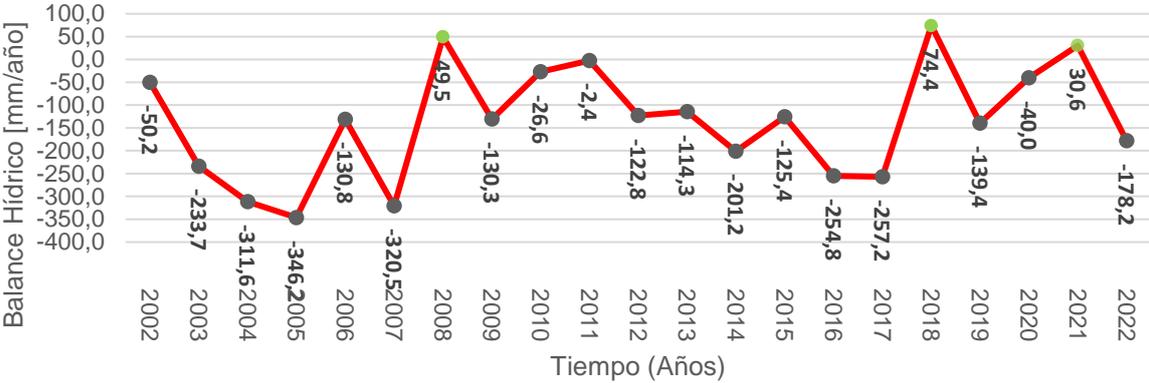


Figura 10 Variaciones del balance hídrico con respecto al promedio de los veinte últimos años 2002 -2022

Elaborado por: Autores, 2024

Para mejorar la comprensión del balance de entradas y salidas efectivas mensual del año 2022 presentado en un diagrama de barras (**Figura 11**), se presentan los valores de precipitación efectiva y evapotranspiración mensual lo que nos permite ver una diferencia notable entre los recursos hídricos que entran y salen del cultivo lo que posibilita saber cuáles meses es necesario regar (**Anexo G**). Se observa este cálculo del balance hídrico por día, para el año 2022 con los días de riego y cuando no se realiza el riego.

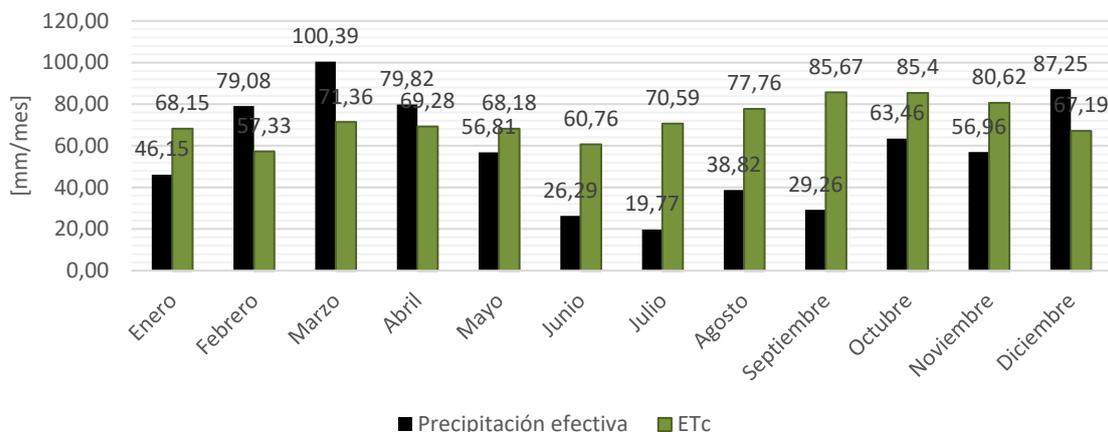


Figura 11 Balance precipitación efectiva versus ETc mensual del año 2022.

Elaborado por: Autores, 2024

Por otro lado, el resultado del caudal a utilizar en este sistema de riego con un 75% de eficiencia dio como resultado un caudal de 67,30 l/s necesario para el funcionamiento del sistema de riego.

$$Q1 = \frac{ETc * \text{Área potreros} * \frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ Ha}} * \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}}{\text{Tiempo de riego diario}}$$

$$Q1 = \frac{3,14 \frac{\text{mm}}{\text{día}} * 46,3 \text{ ha} * \frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ Ha}} * \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}}{8 \text{ h}}$$

$$Q1 = 181,73 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$

$$Q1 = 50,47 \text{ l/s}$$

$$Q_{final} = \frac{Q1}{75\% \text{ de eficiencia}} = \frac{50,47 \text{ l/s}}{75\%}$$

$$Q_{final} = 67,30 \text{ l/s}$$

5.1.2. Balance de coeficientes de cultivos Kc.

La curva de coeficientes de cultivo (Kc) aplicada en los pastizales (**Figura 12**) de la finca ha revelado valores correspondientes a las tres fases fenológicas del cultivo: Kc inicial, Kc medio y Kc final, lo que suma un total de 23 días para la rotación subsiguiente. Los valores obtenidos para Kc inicial y Kc medio concuerdan con los estándares establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2006). Se evidencian

discrepancias en el coeficiente K_c final, donde se presenta una leve anomalía con un valor de 0,4. No obstante, es importante recalcar que el coeficiente de cultivo, particularmente en la etapa terminal, está sujeto a diversas variables como el estado fenológico, el tipo de cultivo, las condiciones climáticas locales y el manejo agronómico implementado.

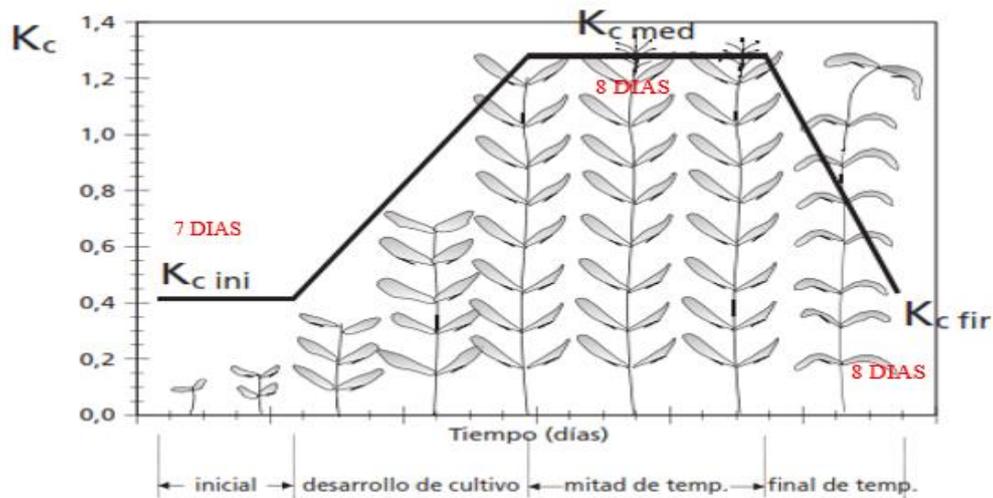


Figura 12 Etapas del Coeficiente del cultivo según el desarrollo del pasto

Elaborado por: Autores, 2024

5.1.3. Establecimiento de los días de riego en un año.

La figura 13 proporciona información completa visual que detalla cómo se distribuyeron los datos de días de riego de los últimos 20 años.



Figura 13 Diagrama de bigotes de los días de riego en un año natural evaluados entre 2002 y 2022 en la granja Nero de la Universidad de Cuenca.

Elaborado por: Autores, 2024

El valor obtenido corresponde a la posición del tercer cuartil (Q3) que es la mediana del grupo de números mayores con promedio 304 días, siendo este los datos más constantes dentro del diagrama, **Tabla 3**. Donde nuestro diseño de riego cumpliría satisfactoriamente el mayor número de días o escenarios posibles dentro de 365 días del año. Es imperativo destacar que este valor no implica necesariamente la activación plena del sistema de riego en todos los días, dado que se prevén episodios climáticos durante algunos años de precipitación que podrían satisfacer las demandas hídricas de los pastizales o ser años de sequía donde el sistema de riego debe ajustarse para garantizar que se utilice la menor cantidad de agua posible sin comprometer la salud del cultivo. El haber utilizado el Q3 nos permite no sobrestimar los días y no diseñar para el máximo o el mínimo de los bigotes que son valores cercanos a los atípicos.

Tabla 3 Cuartil de datos de los últimos 20 años

Últimos Años	Promedio	Mediana	Cuartil 1	Cuartil 3
20	301	302	296	308
15	300	302	295	307
10	304	302	297	307
5	297	296	295	295
Promedio				304

Elaborado por: Autores, 2024

El propósito primordial del establecimiento de días de riego consiste en optimizar el uso del agua, garantizando simultáneamente que los cultivos reciban la cantidad adecuada de agua en los momentos cruciales para su óptimo desarrollo y crecimiento.

En este contexto, cabe mencionar que las autoridades a cargo de la gestión de la granja sostenían inicialmente la percepción de que se requerían 100 días de riego al año. Sin embargo, la ejecución de este proyecto ha revelado diversas deficiencias en el diseño actual del sistema de abrevaderos usado para riego, lo cual ha impulsado un análisis más detallado y una revisión íntegra de las prácticas existentes.

5.1.4. Cálculo de las necesidades de almacenamiento de agua.

Las necesidades de almacenamiento de agua se obtuvieron tomando en cuenta el año más crítico de los últimos 15 años el cual correspondió al 2022, coincidente con los datos de campo recopilados por Lupercio (2022). Se consideran los días consecutivos sin precipitaciones.

Datos para el cálculo de las necesidades de almacenamiento de agua:

- Días = 61

- $ET_c = 3,14 \text{ mm/día}$
- Eficiencia de riego = 75%
- Área = 46,33 ha

Volumen= (Día x $ET_c(\text{mm/día})$ x (1m/1000mm) x (10000 m²/1 Ha) x Área (Ha)) / Porcentaje de Eficiencia

Volumen= (61 días) x (3,14 mm/día) x (10) x (46,33ha) / 75%

Volumen= 118320,64 m³

Volumen Corregido = 157366,45 m³

Los volúmenes actuales de los reservorios son: reservorio 2 = 1211,13 m³, reservorio 3 = 1063,13 m³, y reservorio 4 = 359,53 m³, los cuales no son suficientes para suplir las necesidades de almacenamiento obtenidas por lo cual se mejorarán los reservorios ya existentes a una profundidad uniforme de 6 m, se deberá reestablecer y mejorar el reservorio colapsado y se construirán dos reservorios en lugares óptimos, donde existen problemas de encharcamiento lo cual genera problema para el cultivo de pasto y el mismo pastoreo.

- Reservorio 2 = ÁreaR2*Profundidad = 1109,31 m² * 6 m = 5546,55 m³
- Reservorio 3 = ÁreaR3*Profundidad = 834,45 m² * 6 m = 4172,25 m³
- Reservorio 4 = ÁreaR1*Profundidad = 1331,62 m² * 6 m = 6658,10 m³
- Volumen Total 3 Reservorios = **16376,9 m³**
- Vol. Restante = Vol. Correg. – Vol. Total = 157366,45 m³ - 16376,9 m³ = **140989,6m³**
- Área almacenamiento restante = Vol. Restante / 6m = 140989,6 m³ / 6 m = 23498,26 m²

De tal manera que, descontando el volumen de almacenamiento de los reservorios ya existentes y corregidos a 6 m de profundidad, da como resultado una necesidad de almacenamiento de agua de 104404,36 m³ o lo mismo que 17400,7 m² de área de almacenamiento con 6 m profundidad que deberán ser repartidos entre el nuevo reservorio a construir y el reservorio a rehabilitar.

5.1.5. Localización óptima de los almacenamientos (reservorios).

Para poder cumplir con las necesidades de almacenamiento de agua, es necesario recuperar el estado funcional del reservorio 1, además es necesario crea un nuevo reservorio el cual deberá estar ubicado en las coordenadas UTM X: 710203.195 Y: 9672855.466 a 3170 m.s.n.m, punto rojo de la **Figura 14**. Se optó por esta área la cual se denomina como sector “Musgo”, debido a que existe un problema de encharcamiento alrededor de esta zona y posee suelos bastantes arcillosos que facilitan el almacenamiento y su etapa constructiva, este deberá contemplar una salida de fondo.

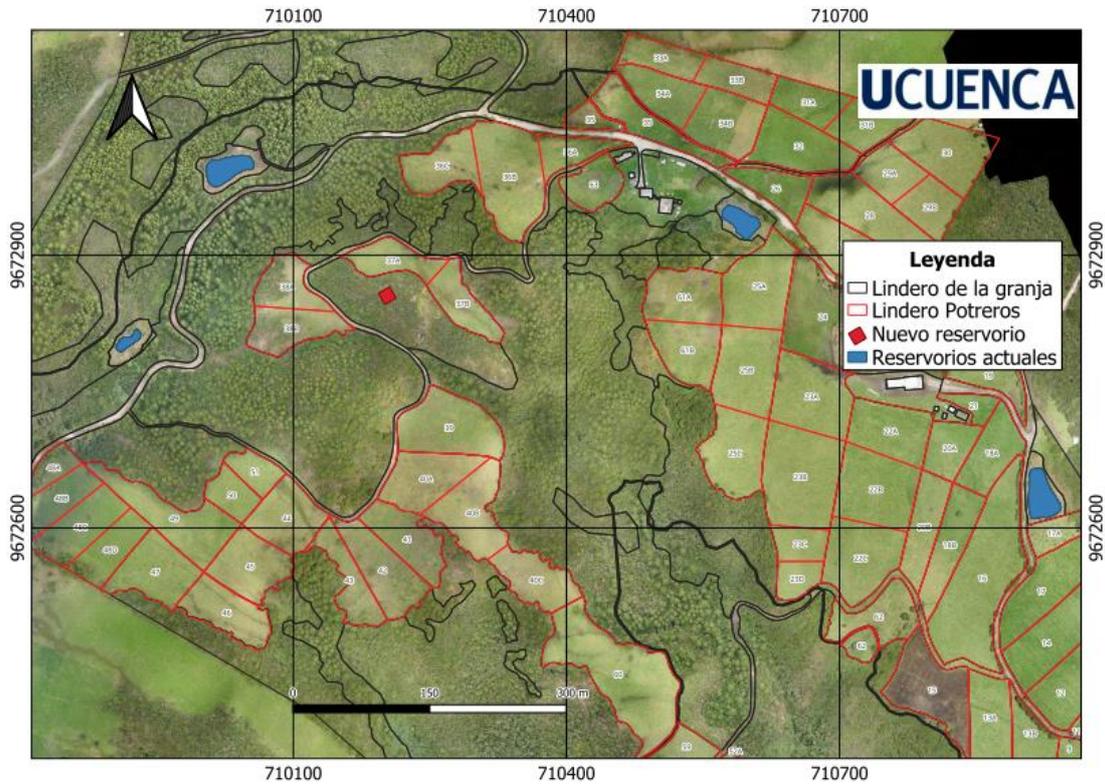


Figura 14 Mapa de ubicación óptima del nuevo almacenamiento, potrero Musgo.

Elaborado por: Autores, 2024

5.1.6. Estimación de las pérdidas por evaporación e infiltración.

Las pérdidas por infiltración son de un 2% debido a que este diseño contempla almacenamientos cubiertos por geomembrana tal y como lo menciona Gaspar Romero (2019), mientras que las pérdidas por evaporación obtenidas mediante la fórmula de *Penman-Monteith* del método aerodinámico son del 1,01%.

A continuación, se detalla el cálculo de pérdidas promedio por evaporación con los siguientes datos:

- Humedad relativa (Rh) = 77%
- Velocidad del viento (u_2) = 1,75 m/s
- Altura de rugosidad de la superficie del agua (Z_0) = 0,03 cm
- Temperatura del aire (T_a) = 16,65 °C
- Altura de la velocidad del viento (Z_2) = 2 m - 200 cm
- Pérdidas por evaporación (B)

$$B = \frac{0,102 * u_2}{\left[\ln \left(\frac{Z_2}{Z_0} \right) \right]^2}$$

$$B = \frac{0,102 * 1,75 \frac{m}{s}}{\left[\ln \left(\frac{2 m}{0,0003 m} \right) \right]^2}$$

$$B = \frac{0,18}{77,53} = 0,0023 \frac{mm}{día} Pa$$

- Presión de vapor de saturación (e_{as})

$$e_{as} = 611 \exp \exp \left(\frac{17,27 * T_a}{237,3 * T_a} \right)$$

$$e_{as} = 611 \exp \exp \left(\frac{17,27 * 16,65^{\circ}C}{237,3 * 16,65^{\circ}C} \right)$$

$$e_{as} = 1892,41 Pa$$

- Presión de vapor ambiente (e_a)

$$e_a = Rh * e_{as}$$

$$e_a = 0,77 * 1892,41 Pa$$

$$e_a = 1457,16$$

- Tasa de evaporación (E_a)

$$E_a = B * (e_{as} - e_a)$$

$$E_a = 0,0023 \frac{mm}{día} Pa * (1892,41 Pa - 1457,16 Pa)$$

$$E_a = 1,01 mm/día$$

5.1.7. Corrección de volúmenes de los almacenamientos de los reservorios.

La corrección del volumen neto a almacenar se realizó con base al resultado de las necesidades de almacenamiento de agua para el año más crítico de los últimos 15 años y se obtuvo un resultado de 157366,45 m³ de agua necesaria a almacenar en los diferentes almacenamientos.

$$Vol_c = Vol_{bruto} + (Vol_{bruto} * Pérdidas_{evaporación} (\%)) + (Vol_{bruto} * Pérdidas_{infiltración} (\%)) + (Vol_{bruto} * Agua_{de reserva} (\%))$$

$$Vol_c = 118320,64 m^3 + (118320,64 * 0,01) m^3 + (118320,64 * 0,02) m^3 + (118320,64 * 0,3) m^3$$

$$Vol_c = 157366,45 m^3$$

La corrección del volumen de almacenamiento es la diferencia entre el volumen corregido y el volumen bruto, esta corrección es importante ya que los almacenamientos o reservorios no

pueden quedar completamente vacíos al momento de ser utilizados y por la existencia de las pérdidas ya mencionadas como son la infiltración y evaporación.

5.1.8. Distribución temporal de los volúmenes.

La distribución temporal de los volúmenes almacenados consideró la precipitación efectiva mensual (**Figura 15**) los meses donde existe menor precipitación efectiva son aquellos donde se distribuirá la mayor parte del volumen almacenado. Obteniendo una distribución temporal de los volúmenes almacenados en los meses de junio, julio y septiembre, siendo los meses donde existe la menor precipitación mensual.

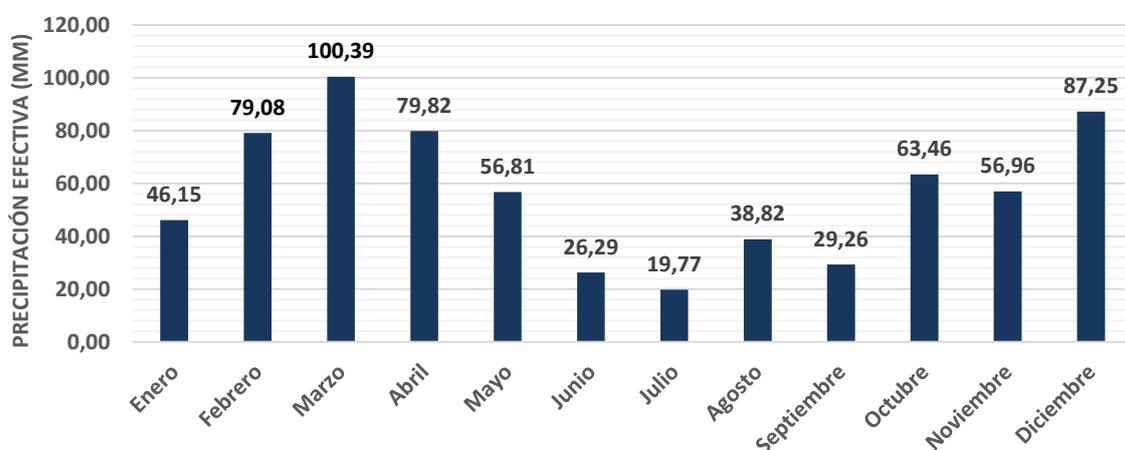


Figura 15 Gráfico de barras de precipitación mensual del 2022 en la granja de Nero.

Elaborado por: Autores, 2024

5.1.9. Estimación total de los volúmenes netos (Vn) y brutos (Vb).

Los volúmenes netos de almacenamiento por reservorio obtenidos con base en el área de los reservorios ya existentes, con los 6 metros de profundidad y la corrección propia de cada uno para la obtención de los volúmenes brutos se muestra en la **Tabla 4**. Dando así para el reservorio 2 un volumen neto de 5546,55 m³ y un volumen bruto total de 7376,91 m³, para el reservorio 3 un volumen neto de 4172,25 m³ y un volumen bruto total de 5549,09 m³, para el reservorio 4 un volumen neto de 6658,10 m³ y un volumen bruto total de 8855,27 m³.

Tabla 4 Volúmenes netos de cada uno de los reservorios en funcionamiento

Volúmenes Netos			
Vn R2	ÁreaR3 * Profundidad	1109,31 m ² * 6 m=	5546,55 m ³
Vn R3	ÁreaR3 * Profundidad	834,45 m ² * 6 m=	4172,25 m ³
Vn R4	ÁreaR3 * Profundidad	1331,62 m ² * 6 m=	6658,10 m ³

Elaborado por: Autores, 2024

Tabla 5 Volúmenes brutos de cada uno de los reservorios en funcionamiento

Volúmenes Brutos			
Vb R2	$VnR2 + Vn (0,01) + Vn (0,02) + Vn (0,3)$	$5546,55 + 5546,55 (0,01) + 5546,55 (0,02) + 5546,55 (0,3)$	7376,91 m ³
Vb R3	$VnR3 + Vn (0,01) + Vn (0,02) + Vn (0,3)$	$4172,25 + 4172,25 (0,01) + 4172,25 (0,02) + 4172,25 (0,3)$	5549,09 m ³
Vb R4	$VnR4 + Vn (0,01) + Vn (0,02) + Vn (0,3)$	$6658,1 + 6658,1 (0,01) + 6658,1 (0,02) + 6658,1 (0,3)$	8855,27 m ³

Elaborado por: Autores, 2024

El volumen resultante de la diferencia entre el volumen bruto total, **Tabla 5**, de almacenamiento y los volúmenes brutos de cada reservorio es de 135585,18 m³ de agua que deberán ser distribuidos entre el reservorio a construir y el reservorio 1 a rehabilitar.

- Volumen bruto restante = Vol. bruto total – Vb R2 – Vb R – Vb R4
- Volumen bruto restante = 157366,45 m³ - 7376,91 m³ - 5549,09 m³ - 8855,27 m³
- Volumen bruto restante = 135585,18 m³

5.1.10. Factor de seguridad.

Los valores de factor de seguridad para almacenamientos máximos y mínimos se pueden observar en la **Tabla 6** obtenida del estudio realizado por Mkilima (2021), para este proyecto se tomó el dato de factor de seguridad máximo para 5 m con una tasa de detracción instantáneo.

Tabla 6 Valores máximos y mínimos de factor de seguridad para tasas de reducción instantáneos y para 5 días.

Tasa de detracción	Tamaño del drenaje	Factor de seguridad	
		Máximo	Mínimo
Instantáneo	5 m	1,603	0,799
	10 m	1,614	0,805
	15 m	1,626	0,811
5 días	5 m	1,603	0,959
	10 m	1,614	0,968
	15 m	1,626	0,976

Elaborado por: Mkilima, 2021

5.2. Resultado: diseño hidráulico

5.2.1. Diseño hidráulico de la captación.

La canaleta *Parshall* se compone por tres partes fundamentales:

- 1) La sección convergente o entrada.
- 2) La garganta.
- 3) La sección divergente o salida.

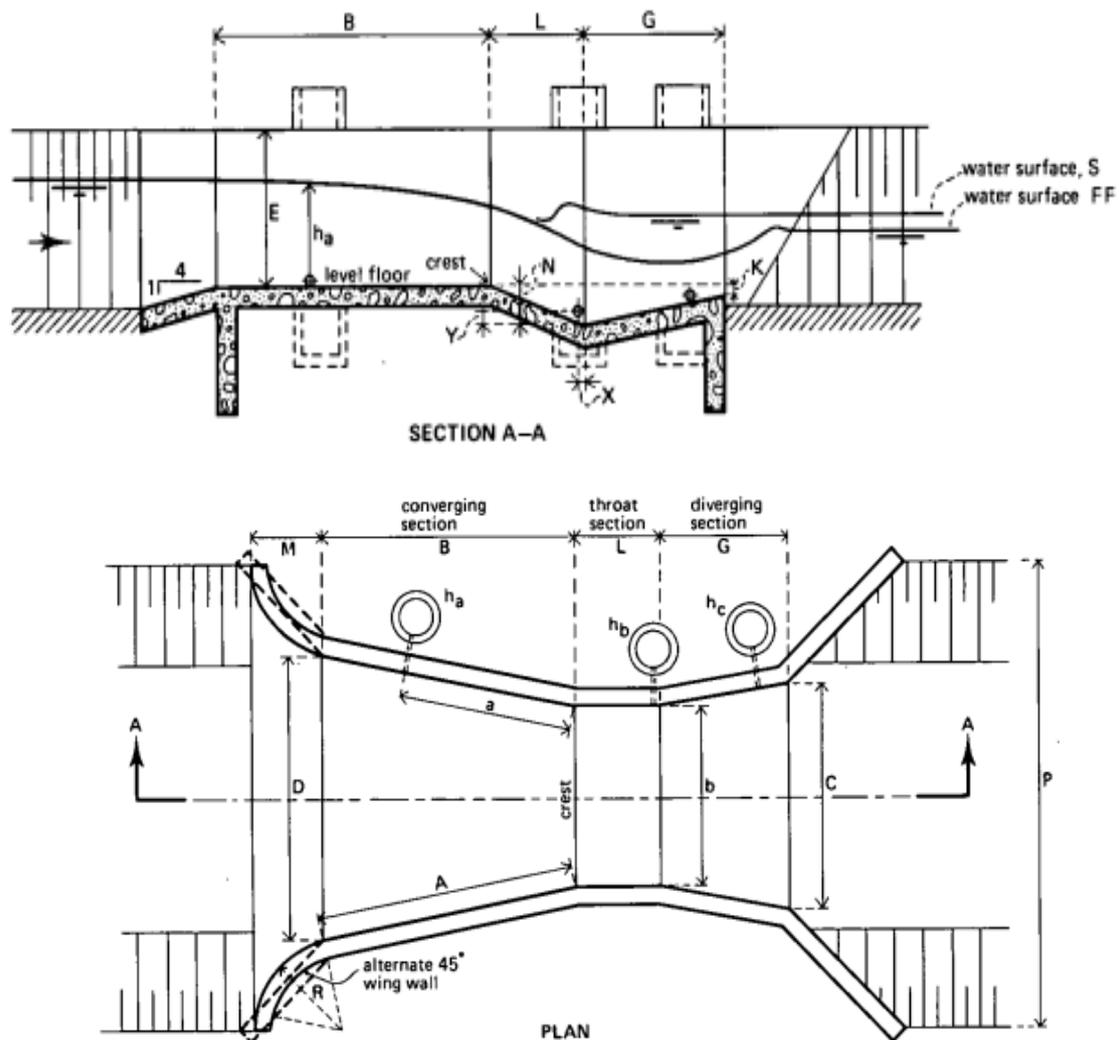


Figura 16 Canaleta Parshall y sus partes

Elaborado por: Skogerboe et al., 1965

Nota: b = Ancho de la garganta; A = Longitud de la pared lateral de la sección convergente o entrada; a = Distancia desde el final de la cresta hasta el punto de medición ($2/3A$); B = Longitud axial de la sección convergente o entrada; C = Ancho del extremo de agua debajo de la canaleta; D = Ancho del extremo de agua arriba de la canaleta; E = Profundidad de la

canaleta; L = Longitud de la garganta; G = Longitud de la sección divergente o salida; H = Altura de la lámina de agua o profundidad del agua; K = Diferencia de nivel entre el punto más bajo de la canaleta y la cresta; M = Distancia del deflector; N = Profundidad de la depresión en la garganta dejando de la cresta; P = Garganta + Alerones; R = Radio de curvatura de las paredes curvas; X = Distancia horizontal desde el punto más bajo de la garganta hasta el punto de medición; Y = Distancia vertical desde el punto más bajo de la garganta hasta el punto de medición.

Skogerboe et al., (1965) menciona que la capacidad de descarga para pequeños canales oscila entre 0,0015 m³/s y 3,95 m³/s. Estos valores de descarga se emplearon para determinar el valor del ancho de la garganta (**Tabla 7**), el cual al diseñar para un caudal de 70 l/s o 0,07 m³/s, se estableció en un valor de 6 pulgadas o 15,24 cm. Esta anchura de la garganta es la que cubre adecuadamente el rango de caudal disponible.

Tabla 7 Características de descarga de los canales Parshall (Skogerboe et al., 1965)

Ancho de garganta b_c en ft o in	Rango de descarga en m ³ /s x 10 ⁻³		Ecuación $Q= K h_a^u$ (Q en m ³ /s)
	Mínimo	Máximo	
1"	0,09	5,4	$0,0604 h_a^{1.55}$
2"	0,18	13,2	$0,1207 h_a^{1.55}$
3"	0,77	32,1	$0,1771 h_a^{1.55}$
6"	1,5	111	$0,3812 h_a^{1.55}$
9"	2,5	251	$0,5354 h_a^{1.55}$

Elaborado por: Skogerboe et al., 1965

A partir del ancho de la garganta, las dimensiones del resto de componentes se basan en dimensiones tabuladas (Skogerboe et al, 1965) (**Anexo H**), las cuales para un ancho de garganta de 6 pulgadas fueron, **Tabla 8**:

Tabla 8 Dimensiones estándares de una canaleta Parshall en cm a partir del ancho de garganta de 6 pulgadas

b	A	a	B	C	D	E	L	G	H	K	M	N	P	R	X	Y	Z
6 in	62,1	41,4	61	39,4	39,7	61	30,5	61	-	7,6	30,5	11,4	90,2	40,6	5,1	7,6	-

Elaborado por: Skogerboe et al, 1965

Mientras que para la estimación de la altura de lámina agua se basó en el caudal requerido en base a la **Tabla 9** para obtener dicho valor de altura, esta medida se estima a partir de la fórmula $Q= 0,3812 h_a^{1,580}$. De esta manera se estimó una altura de 0,34 m.

Tabla 9 Descarga de flujo libre a través de canales Parshall de 6 in en l/s

Parte A	.000	.001	.002	.003	.004	.005	.006	.007	.008	.009
.31	59.9	60.2	60.5	60.8	61.1	61.4	61.8	62.1	62.4	62.7
.32	62.0	63.3	63.6	63.9	64.2	64.6	64.9	65.2	65.5	65.8
.33	66.1	66.4	66.8	67.1	67.4	67.7	68.0	68.4	68.7	69.0
.34	69.3	69.6	70.0	70.3	70.6	70.9	71.3	71.6	71.9	72.2

Elaborado por: Skogerboe et al., 1965

Finalmente, se diseñó la canaleta Parshall con sus respectivas dimensiones en cm en perspectiva plana y en perfil de elevación (**Figura 17**).

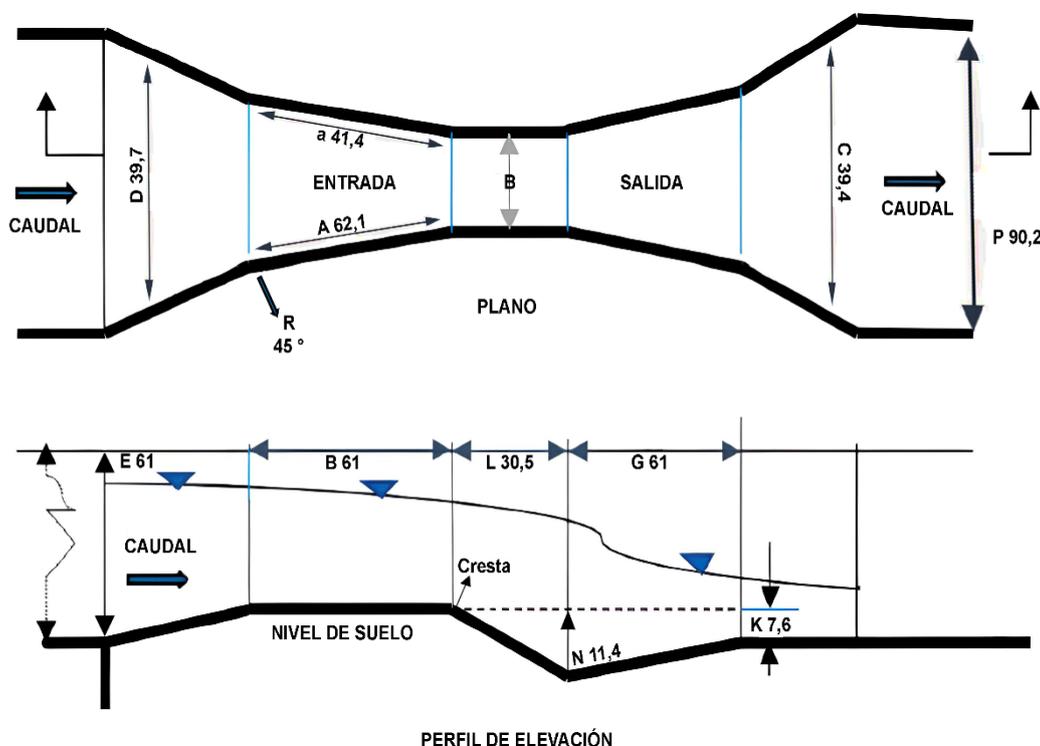


Figura 17 Diseño y perspectiva de la canaleta Parshall para la captación de la granja Nero

Elaborado por: Autores, 2024

5.2.2. Diseño hidráulico de tuberías principales y conexión de reservorios.

En la **Figura 18** se presenta el trazado de la red de tuberías principales, desde la captación hasta las distintas entradas de los potreros, se utilizó el programa EPANET para el cálculo y diseño de la red de tuberías principales, el criterio de diseño se basó en no superar los 3,5 m/s como máximo y 0,5 como límite mínimo de velocidad. Este programa utilizó la fórmula de Hazen-Williams para calcular las pérdidas de carga a través de una tubería.

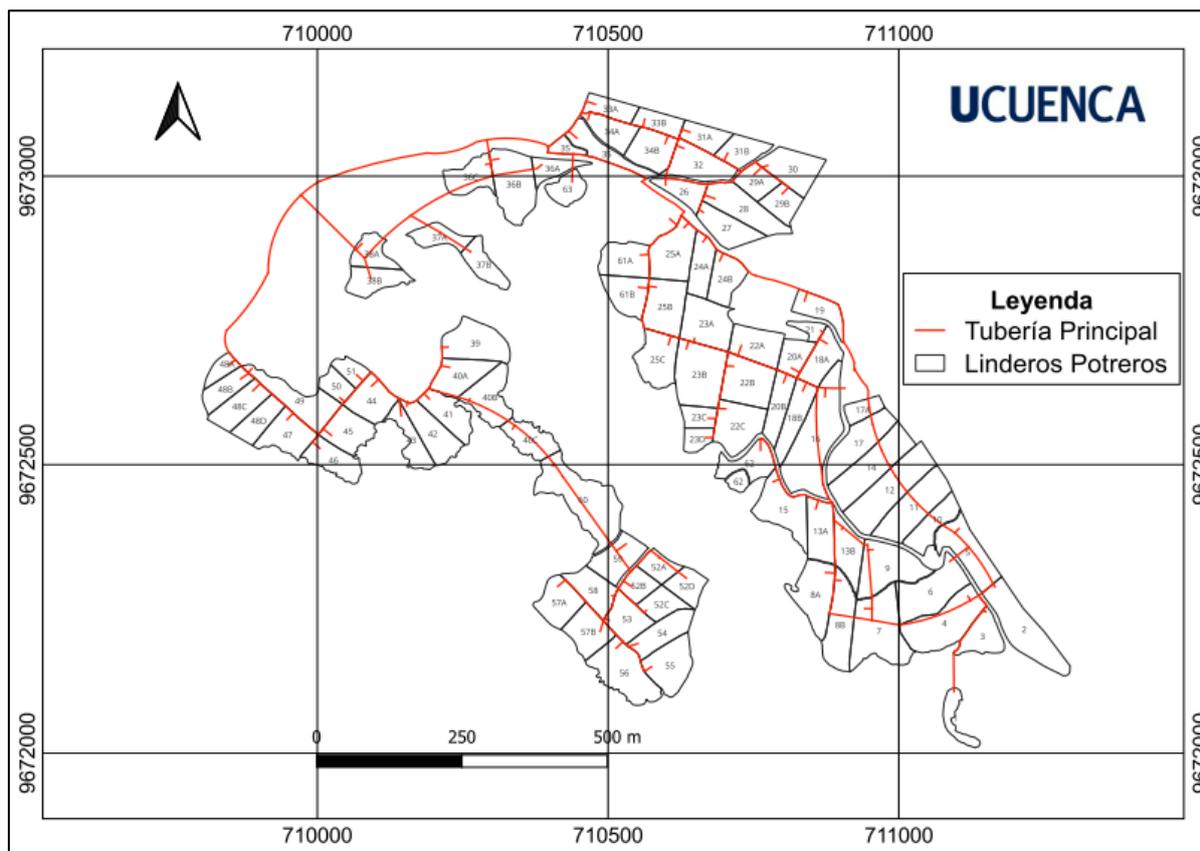


Figura 18 Plano del trazado de la red principal

Elaborado por: Autores, 2024

La tubería principal se diseñó empleando tubería de PVC con timbrajes o RDE para riego, el diseño parte con un diámetro interno de 192,2 mm, luego se distribuye en 153,6 mm, 152,2 mm, 147,6 mm, 144,8 mm, 134,4 mm, 131,4 mm y 105,6 mm, según se distribuye a cada sector y al interior de cada potrero. En la **Tabla 10**, se presenta la información técnica de la red de tubería principal así mismo se presenta la longitud total de cada una y el número de unidades necesarias, es importante mencionar que en el mercado las tuberías PVC se distribuyen por unidades de 6 m, con base en esta especificación se estimó el número de unidades necesarias.

En el **Anexo I** se presenta la matriz completa de la tubería principal la que incluye la distancia e identificación de cada tubería, para complementar esta matriz, en el **Anexo J** se presenta el mapa de la distribución espacial de cada una de las tuberías que conforman la mencionada matriz.

Tabla 10 Especificaciones de las tuberías principales

D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)	Unidades (Und)
110	105,6	73	1527	255
140	131,4	116	192	32
140	134,4	73	629	105
160	144,8	181	335	56
160	147,6	145	930	155
160	152,2	91	16	3
160	153,6	73	1150	192
200	192,2	73	3550	592

Elaborado por: Autores, 2024

5.2.3. Diseño del trazado de la red secundaria.

La distribución de la tubería se basó exclusivamente en cubrir de manera óptima el área de cada potrero. El diámetro de la tubería seleccionado es capaz de abastecer de agua adecuadamente a los aspersores de cada potrero con una velocidad máxima de 1,8 m/s. Por ende, el diseño hidráulico permitió seleccionar tuberías de 50 mm o 2 pulgadas que no superen una presión de trabajo de 91 psi. Cabe mencionar que el material de la tubería secundaria es el mismo de la tubería principal y para estimar el número de unidades se consideró unidades de 6m, **Tabla 11**. En el **Anexo K** se presenta el mapa de la distribución espacial de cada una de las tuberías secundarias y sus dimensiones.

Tabla 11 Especificaciones de las tuberías secundarias

D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)	Unidades (Und)
50	47,4	91	13681	2280

Elaborado por: Autores, 2024

5.2.4. Diseño de la red terciaria predial.

Las tuberías terciarias se implementaron con el fin de equilibrar el diseño de la red hidráulica agregando transectos de tuberías terciarias de 25 mm o 1 pulgada para cerrar los trazados de las tuberías secundarias en cada potrero, formando un circuito.

Existieron potreros donde la tubería terciaria es la encargada de abastecer de agua al aspersor, por eso al igual que en las tuberías secundarias, se verificó que la red terciaria también cumpla con los criterios de velocidad y presiones de trabajo. Cabe mencionar que el

material de la tubería terciaria es el mismo de la tubería principal y al igual para estimar el número de unidades se consideró unidades de 6 m, **Tabla 12**. En el **Anexo K** se presenta el mapa de la distribución espacial de cada una de las tuberías terciarias y sus dimensiones.

Tabla 12 Especificaciones de las tuberías terciarias

D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)	Unidades (Und)
25	22,8	145	1790	299

Elaborado por: Autores, 2024

5.2.5. Reporte hidráulico.

El reporte hidráulico se generó con base en los resultados de la simulación del comportamiento de la red hidráulica diseñada, este reporte se realizó con el software EPANET basándose en el trazo hidráulico principal. El reporte incluye información sobre diámetros de tuberías, altitud, velocidad y volumen del caudal, pérdidas de carga y presiones. El reporte se generó para cada turno de los 13 días del cronograma de máxima demanda. Por la longitud de los reportes, estos se adjuntan al final del documento (**Anexo AB**). Es decir, se evaluó el sistema en condición estática y dinámica temporal de riego.

5.2.6. Selección y localización de valvulería de control, operación y seguridad hidráulica.

Basándonos en el trazado de la tubería principal y las cotas del terreno, se establecieron 41 válvulas de aire de operación y seguridad hidráulica, distribuidas estratégicamente a lo largo de la red (**Figura 19**). Las válvulas de aire de operación se distribuyeron en: a) las partes más altas, b) en las partes más críticas donde existe bastante valvulería de apertura y cierre de potreros, y c) con base en una distancia de seguridad de 500 m en caso de daño, pérdida, etc., de alguna válvula, esta distancia puede variar con base en las diferentes condiciones y necesidades de la red.

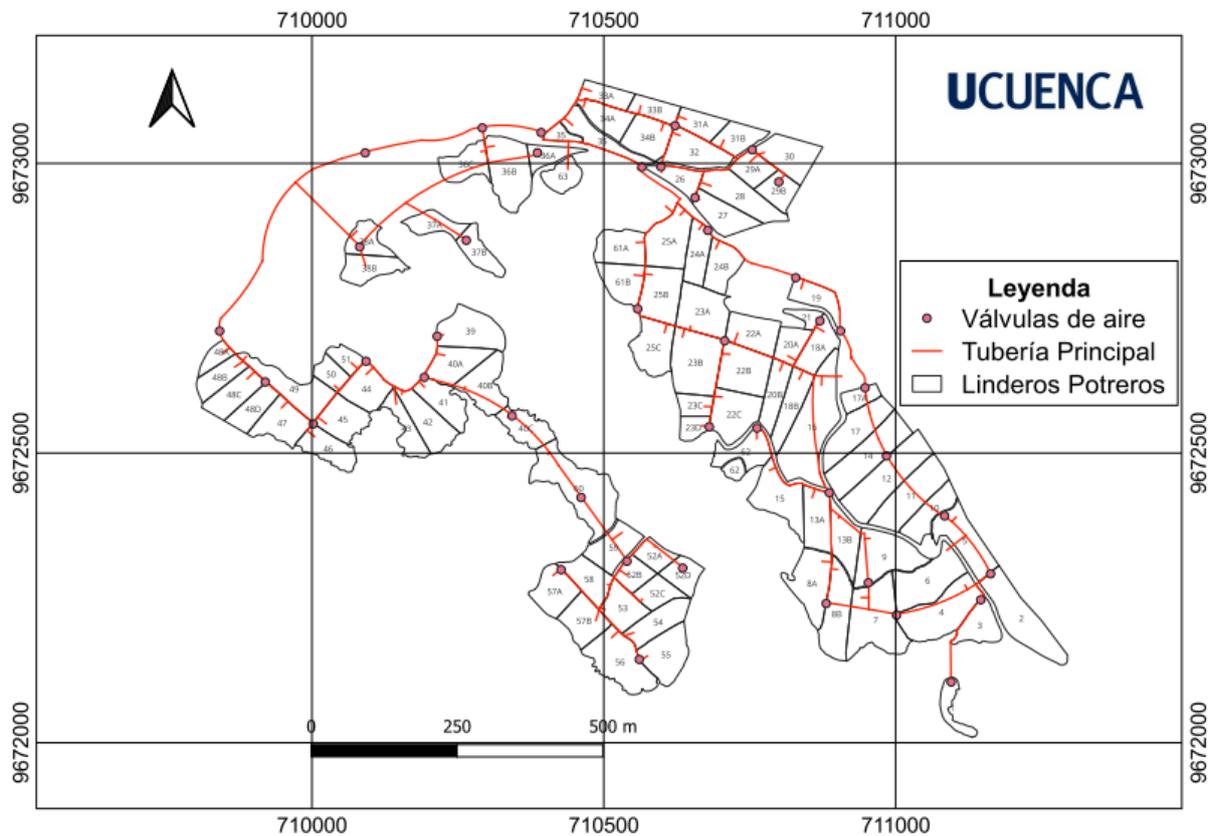


Figura 19 Plano de ubicación de las válvulas de aire de operación

Elaborado por: Autores, 2024

La válvula a implementar es la válvula trifuncional, tipo BARAK, modelo D-040 de 2 pulgadas (**Figura 20**). Esta válvula se caracteriza por liberar el aire durante el llenado de la tubería hasta 300 m³/h, permitiendo la introducción de aire mientras el sistema se vacía y libera el aire atrapado en el sistema presurizado, hasta 60 m³/h.



Figura 20 Válvula Ventosa Trifuncional D-040

Elaborado por: BARAK 2024

En cuanto a las válvulas de control, se colocaron 3 válvulas, una ubicada de manera estratégica al inicio de la entrada del sector 2 y otra al inicio del sector 1 y 3. Y la tercera válvula se ubicó a la altura del potrero 52 antes de las válvulas de reducción de presión Senninger (se describe en el capítulo 5.2.6). La válvula a usar es el hidrómetro de control de caudal modelo IR-970-MO-50-RVZ de Bermad (**Figura 21**) esta válvula posee doble función, actuando como caudalímetro y válvula principal, de esta manera limita el caudal a un valor máximo predeterminado y también permite realizar acciones de control y supervisión del caudal suministrado a cada uno de los sectores de riego.



Figura 21 Hidrómetro de control de caudal modelo IR-970-MO-50-RVZ de Bermad

Elaborado por: Bermad 2024

5.2.7. Equilibrio de presiones.

Para la red principal las presiones de trabajo se adaptan de acuerdo con las cotas del terreno. Bajo esta consideración se eligieron los timbrajes o clases de tuberías, que soportan presiones de trabajo de 73, 91, 116, 145 y 181 psi. Sin embargo, por la complejidad del terreno se diseñaron válvulas hidráulicas para el control de presiones para ayudar al sistema y evitar las roturas de tuberías.

De esta manera se incluyó un arreglo (*manifold*) de 14 válvulas de control del caudal y presión Senninger PRXF-LV (**Anexo L**) en el potrero 59 a una cota de 3115 m.s.n.m. y coordenadas X: 710525.516475 – Y: 9672357.366439 Esta válvula implica que no habrá presiones dinámicas mayores a 60 psi en dichos potreros (**Figura 22**).

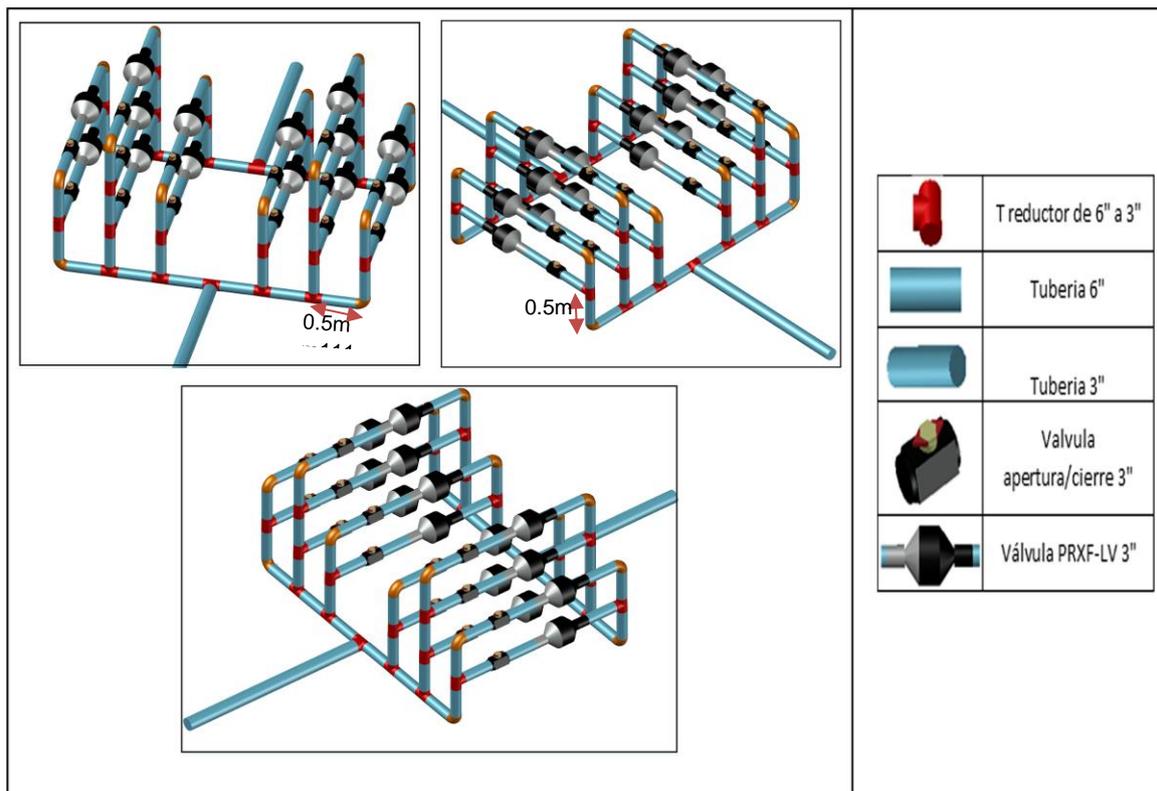


Figura 22 Diseño del arreglo de las 14 válvulas de control del caudal Senninger PRXF-LV ubicadas en la entrada del potrero 59. El sistema de válvulas inicia con una T reductora de 6 pulgadas a 3 pulgadas, el sistema se divide en dos secciones idénticas de 2 pisos con 3 válvulas y 1 piso con una válvula, teniendo así 7 válvulas a cada lado, previo a cada válvula se instaló una válvula de apertura y cierre para mantenimiento y/o cambio.

Elaborado por: Autores, 2024

5.2.8. Diseño de selección de acoplamiento para aspersores y de sectorización.

La granja Nero fue dividida en 3 sectores; el primer sector está comprendido por 32 potreros, mientras que el segundo por 22 y finalmente el sector 3 con 14 potreros. Debido a las grandes dimensiones de algunos potreros y por ende alta demanda hídrica de estos, fue necesario dividir estos potreros de tal manera que sus demandas se dividan facilitando así su manejo. Por tal motivo se incluyeron 42 potreros adicionales, sumando un total de 94 potreros, **Tabla 13**.

Tabla 13 División del riego de los potreros existentes con sus respectivas identificaciones ID para gestión del riego.

Potrero	Sector	Divisiones	ID	Potrero	Sector	Divisiones	ID	
22	1	3	22A	37	3	2	37A	
			22B				37B	
			22C				37C	
23	1	4	23A	38	3	2	38A	
			23B				38B	
			23C				40	40A
			23D					40B
24	1	2	24A	48	2	4	48A	
			24B				48B	
25	1	3	25A	52	2	4	48C	
			25B				48D	
			25C				52A	
			29A				52B	
29	3	2	29B	57	2	2	52C	
			31A				52D	
31	3	2	31B	61	1	2	57A	
			33A				57B	
33	3	2	33B	61	1	2	61A	
			34A				61B	
34	3	2	34B					
			36A					
36	3	3	36B					
			36C					

Elaborado por: Autores, 2024

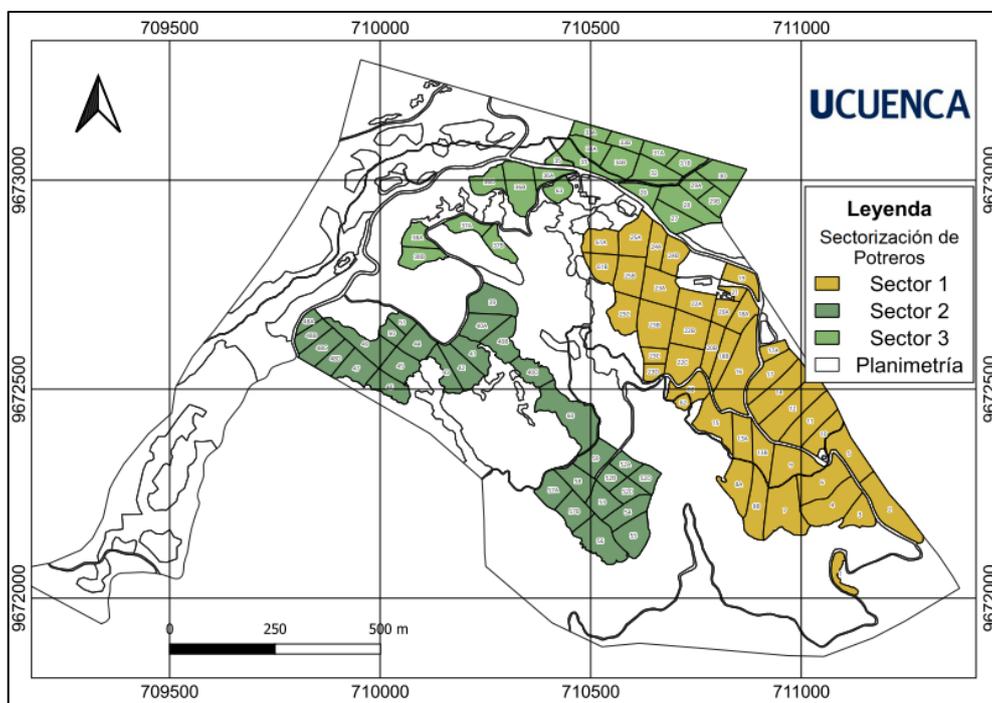


Figura 23 Sectorización para el sistema de riego de la granja Nero.

Elaborado por: Autores, 2024

El tipo de aspersor seleccionado para la aplicación del agua de riego fue un el aspersor de la marca *Senninger* de la serie 70 de dos boquillas el cual posee las siguientes características,

Tabla 14 *Características del aspersor Senninger 7025 RD-2*

Tipo	Impacto
Modelo	Senninger 7025 RD-2 20GVX10BV
Número de boquillas	2
Presión de operación	40 a 70 psi (2,76 a 4,83 bar)
Caudal	1,40 l/s
Altura de funcionamiento	45,72 cm
Diámetro mojado	19,9 m

Elaborado por: Autores, 2024

Los aspersores se colocaron a una distancia promedio entre sí de 18 m. En base a la topografía de algunos de los potreros esta distancia se modificó para cubrir adecuadamente el área del potrero, pero dentro de lo posible se mantuvo el distanciamiento de 18 metros, equivalentes a tres tramos de tubería de 6m para evitar pérdidas de material durante la instalación. En el **Anexo M** se muestra la ubicación y el distanciamiento de los aspersores dentro de cada potrero.

Para la protección del acople de los aspersores se diseñó un hidrante (**Figura 24**) que se encuentra fundido en hormigón ubicado a nivel del suelo, esto para evitar posibles daños en la infraestructura sobre todo por el pisoteo del ganado y el rascado. Este hidrante se elaboró a partir de un molde que es una maceta plástica de 40 cm de diámetro por 45 de alto, sobre la cual se funde 5 kg de cemento en conjunto con piedras. La maceta previamente fue cortada por la mitad para facilitar el retiro del molde y poder reutilizarlo (**Anexo N**), además en el fondo se realizó una pequeña apertura que es la unión del hidrante y el aspersor.

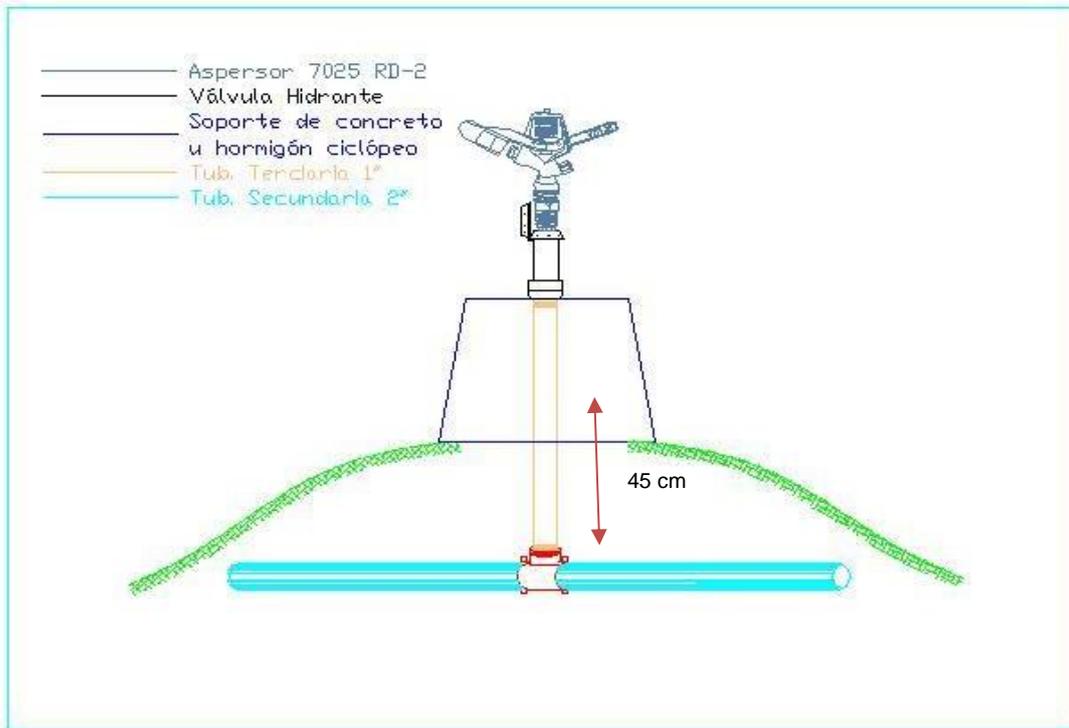


Figura 24 Representación gráfica del hidrante diseñado y su funcionamiento.

Elaborado por: Autores, 2024

5.2.9. Sistema de filtrado y/o sedimentador.

El desarenador fue diseñado para retener la arena y/o otros sedimentos que se transportan en el agua de riego en la captación, se podrá retener partículas de hasta 0.5 mm, evitando que ingresen a la red de distribución. Las características técnicas de cálculo se detallan en las Tablas 15, 16, y 17.

- Datos del Diseño

B= 1,5 Ancho asumido de la cámara (m)

i= 1 Pendiente Entrada y Salida del canal (‰)

n= 0,018 coeficiente de rugosidad de Manning (Hormigón Ciclópeo)

Q= 67,3 Caudal del diseño (l/s)

- Cálculo de velocidad de flujo

Está comprendida entre 0.20m/s a 0.60m/s (lentas) o puede utilizarse la fórmula de Camp:

$$Vd = a \sqrt{d}$$

$$Vd = 44 \sqrt{0,5} = 31,11 \text{ cm/s}$$

$$Vd = 0,31 \text{ m/s}$$

Donde:

Vd= Velocidad de escurrimiento (cm/s)

d = 0,5 Diámetro partícula (mm)

a= 44 Constante en función al diámetro

Tabla 15 Constante de Camp

Diámetro D (mm)	a
D < 0,1mm	51
0.1mm < D < 1mm	44
D > 1mm	36

Elaborado por: Autores, 2024

- Altura de la cámara de sedimentación

$$H = \frac{Q}{Vd * B}$$

$$H = \frac{0,0673 \text{ m}^3/\text{s}}{0,31 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 1,5 \text{ m}} = 0,14427 \text{ m}$$

La altura sugerida viene dada por un factor de seguridad de 8 cm, por eso asumimos una altura de **0,30 m**.

- Verificación del tipo de flujo

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

$$V = \frac{0,0673 \text{ m}^3/\text{s}}{0,18 \text{ m}^2} = 0,03739 \text{ m/s}$$

Donde:

V= Velocidad del flujo

Q= 0,0673 Caudal del diseño (m³/s)

A= 0,18 Área hidráulica (m²)

- Radio Hidráulico

$$Rh = \frac{b * y}{b + (2 * y)}$$

$$Rh = \frac{0,6 \text{ m} * 0,3 \text{ m}}{0,6 \text{ m} + (2 * 0,3 \text{ m})}$$

$$Rh = 0,15 \text{ m}$$

Donde:

b= Base del canal

y= Altura del fluido

- Número de Reynolds

$$Re = \frac{V * Rh}{\nu}$$

$$Re = \frac{0,0935 \frac{m}{s} * 0,15 \text{ m}}{0,000001007} = 55693,47898 \text{ Flujo Turbulento}$$

V= Velocidad del flujo

Rh= Radio Hidráulico de la sección que fluye el caudal

ν= Viscosidad del fluido a 20 °C

Tabla 16 Tipo de flujos en base al número de Reynolds

Laminar	$Re < 2000$
Transicional	$2000 < Re < 4000$
Turbulento	$Re > 4000$

Elaborado por: Autores, 2024

- Cálculo de la velocidad de sedimentación para un flujo turbulento

$$Vs = \sqrt{(\gamma_s - 1) * \frac{4 * g * D}{3 * C}}$$

$$Vs = \sqrt{(2,63 \text{ g/cm}^3 - 1) * \frac{4 * 9,81 \frac{m}{s^2} * 0,05 \text{ cm}}{3 * 0,5}}$$

$$Vs = 1,4579 \frac{cm}{s}$$

$$Vs = 0,146 \text{ m/s}$$

Donde:

Vs= Velocidad de Sedimentación (cm/s)

λs= 2,63 Peso Específico de las partículas (g/cm³)

g= 9,81 Aceleración de la gravedad (m/s²)

D= 0,05 Diámetro de las partículas (cm)

c= 0,5 Coeficiente de resistencia de los granos

- Tiempo de retención

$$T_s = \frac{H}{V_s}$$

$$T_s = \frac{0,3 \text{ m}}{0,146 \text{ m/s}} = 20,6 \text{ s}$$

Donde:

Ts= Tiempo de retención

H= 0,3 Altura de la cámara (m)

Vs= 0,146 Velocidad de sedimentación (m/s)

- Longitud de la cámara

$$L = K * V_d * T_s$$

$$L = 1,26 * 0,31 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 20,6 \text{ s} = 8 \text{ metros}$$

Donde:

L= Longitud de la cámara (m)

Vd= 0,31 Velocidad de escurrimiento (m/s)

Ts= 20,6 Tiempo de retención (s)

K= 1,25 Coeficiente de seguridad

K es un coeficiente de seguridad usado en desarenadores de bajas velocidades para tomar en cuenta los efectos de la turbulencia y depende de la velocidad de escurrimiento (**Tabla 17**) (Caiza, 2017)

Tabla 17 Coeficiente de seguridad K

Velocidad de escurrimiento (m/s)	K
0,2	1,25
0,3	1,5
0,5	2

Elaborado por: Autores, 2024

- Transición de entrada

$$L_t = \frac{T_2 - T_1}{2 * \text{Tan}(12,5^\circ)}$$

$$Lt = \frac{1,5 \text{ m} - 1,2 \text{ m}}{2 * \text{Tan} (12,5^\circ)} = 0,6766 \text{ m}$$

$Lt = 0,70 \text{ m}$ *Asumimos por fines constructivos*

Donde:

- LT= Longitud de la transición (m)
- T2= 1,5 Espejo de agua en la cámara de sedimentación (m)
- T1= 1,2 Espejo de agua en el canal de entrada (m)
- Dimensionamiento Final

Después de los cálculos y dimensionamiento del desarenador, se elaboró el diseño final (Figura 25):

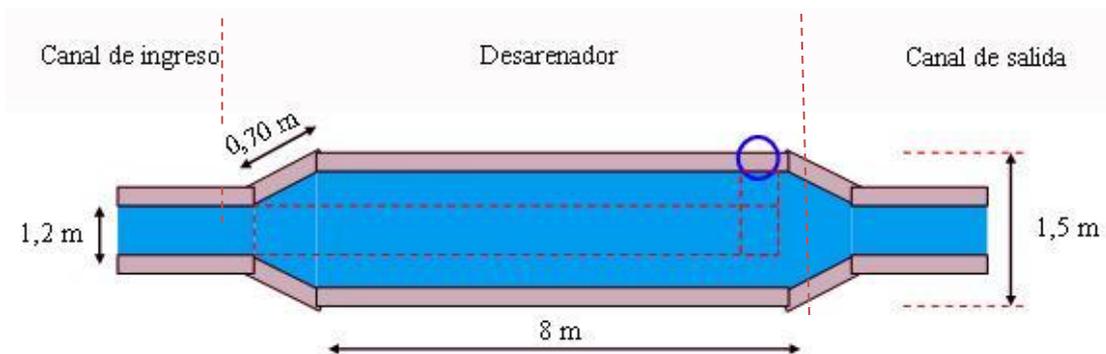


Figura 25 Desarenador diseñado

Elaborado por: Autores, 2024

5.2.10. Compendio secuencial.

5.2.10.1. Mapa de trazados sin dimensiones.

El mapa de trazados sin dimensiones, **Figura 26**, muestra principalmente la distribución de la red principal o primaria en rojo, secundaria y terciaria en azul, esto para evitar saturar la interpretación del mapa, el resto de los componentes del diseño hidráulico se presentaron de manera individual en su apartado correspondiente.

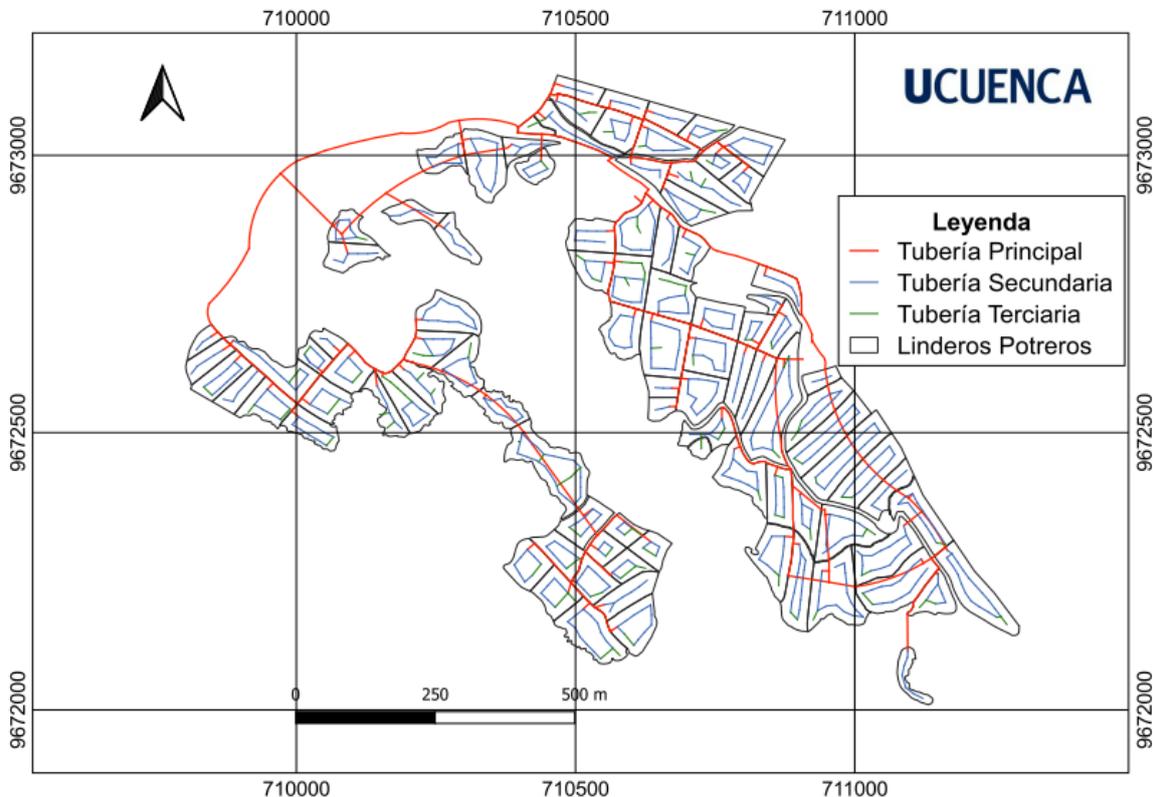


Figura 26 Plano de trazados sin dimensiones

Elaborado por: Autores, 2024

5.2.10.2. Características del zanjado.

- Excavación y profundidad de la zanja

La excavación se puede realizar de manera manual o mecánica, considerando algunos aspectos, siendo el más importante la estabilidad de la excavación, esta puede lograrse ya sea por sí misma o soportada en forma adecuada por alguna estructura. En suelos duros o materiales rocosos se recomienda realizar investigaciones y estudios previos, para garantizar la estabilidad, en caso de afrontar esta situación el ancho de zanja se debe incrementar hasta un máximo de dos veces el diámetro externo de la tubería.

Otro posible escenario a afrontar durante la excavación es la presencia de agua en la zanja, en ese caso es necesario drenarla para mantener la estabilidad de la zanja. Además, se debe controlar el nivel freático a lo largo del proceso de instalación de la tubería e incluso en la instalación del relleno para evitar la flotación de la tubería. La tubería debe ir instalada sobre el eje central de la zanja. En caso de requerirse debe usar una motobomba portátil para evacuar el agua de la zanja.

Con todos estos aspectos a tener en cuenta, basándose en la guía de GERFOR (2011) (**Anexo O**) se estableció que la zanja debe tener una profundidad de 1 m cuando este cruce por la vía principal y de 0,80 m para las diferentes zonas del terreno.

Ancho de la zanja

El ancho de la zanja mínimo y medio, **Tabla 18**, se estableció mediante la tabla establecida por GERFOR, (2011) (**Anexo P**) la cual se basa en el diámetro nominal de la tubería a implementar para establecer los valores del ancho de excavación los cuales son:

Tabla 18 Ancho de excavación para instalación de tuberías para la finca Nero.

Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Nominal (in)	Ancho mínimo (cm)	Ancho medio (mm)
110	4	41	51
160	6	46	56
200	8	50	60

Elaborado por: Autores, 2024

- Cimentación

Previo a la instalación de la tubería, se debe realizar un encamado con un material específico seleccionado, que para este diseño es el mismo material removido de la zanja, es decir el mismo suelo sobre el que se trabajará. Este encamado tendrá un espesor de aproximadamente 10 cm (**Anexo Q**). Este debe ser acomodado o compactado, de manera que brinde un apoyo uniforme para colocar la tubería. Puede emplearse un sapo o moto-compactador. Se debe evitar el contacto de la tubería con piedras angulares o elementos que puedan alterar o dañar sus características físicas y mecánicas.

- Procedimiento de ensamble de tubería

Previo al ensamble, se verifica que la campana y el espigo de la tubería se encuentren limpios. No debe existir partículas que puedan afectar el acoplamiento de las tuberías, caso contrario deben limpiarse. Con la tubería limpia se aplica abundantemente pegamento para PVC para agua fría de cualquier marca comercial en el interior del sello alojado en la campana y sobre el lomo de la tubería. Se debe alinear la campana con el tubo de los tramos que se van a instalar, para introducir el tubo lentamente hasta el tope que presenta internamente la unión. Una vez introducido las tuberías y las uniones, se debe verificar que estas queden alineadas con respecto a su eje para evitar filtraciones o infiltraciones.

- Atraque y Relleno

Una vez instalada la tubería sobre el terreno se debe realizar el relleno de la zanja con el fin de protegerla contra golpes o para evitar desplazamientos horizontales y verticales de la misma (**Figura 27**).

Para la colocación del material de atraque la descarga dentro de la zanja se debe realizar con bastante precaución, con el fin de no generar impactos o movimiento que puedan ocasionar daños a la tubería. Después del descargue, el material se acomoda en capas homogéneas utilizando un pisón de mano, hasta llegar a la mitad del diámetro de la tubería.

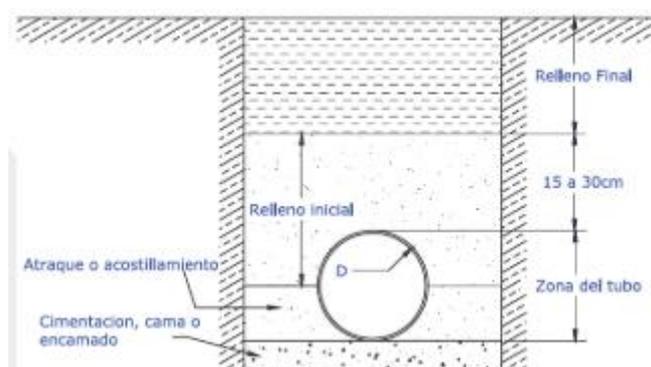


Figura 27 Característica del zanjado, cimentación, atraque y relleno.

Elaborado por: Autores, 2024

Según la topografía del terreno, la compactación se debe realizar longitudinalmente comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, mientras que si en zonas inclinadas se hace desde el borde inferior al superior.

Seguido, se debe colocar el relleno inicial el cual se extiende desde la mitad del tubo hasta 15 o 30 cm sobre la corona del tubo, esta zona es la de mayor importancia estructural del tubo ya que es responsable de que las cargas se apliquen de manera simétrica y distribuida para que no causen daños a las tuberías. El material a usar, es el mismo material que se ha removido durante la excavación. Finalmente se coloca el relleno final el cual también será del material removido con la excavación.

- Rendimientos de instalación

Debido al peso y longitud de las tuberías (6m), hacen que sean de fácil manejo y acople, por ende, se obtienen altos rendimientos en su instalación, **Tabla 19**. Es por esto que basándose en los rendimientos descritos por GERFOR (2011) (**Anexo R**), se establecieron los rendimientos de instalación por día y por metros basándose en el diámetro nominal de las tuberías.

Tabla 19 Rendimientos de instalación por día y por metros.

Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Nominal (in)	Tubos instalados por día	Metros avanzados por día
110	4	22	132
140-160	6	20	120
200	8	20	120

Elaborado por: Autores, 2024

En base a la **Tabla 20**, se establecieron cuantos días deberían ser necesarios para realizar el zanjado de la tubería principal de la red diseñada.

Tabla 20 Días necesarios para realizar el zanjado en base a los metros totales de tubería a instalar convertida a unidades de tubería (6 m cada tubo).

Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Nominal (in)	Tubos Totales (m)	Tubos Totales (Und)	Días Necesarios
110	4	1550	258	12
140-160	6	3430	572	26
200	8	3500	583	27

Elaborado por: Autores, 2024

De esta manera se obtuvo 65 días necesarios para el zanjado. Es necesario mencionar que este cálculo no estima posibles anomalías o imprevistos que puedan incrementar el número de días necesarios para finalizar el zanjado. Además, se debe contemplar un 50% adicional del tiempo para el tapado de las mismas.

- Almacenamiento y entibado

Las tuberías no deben almacenarse a la intemperie, ya que los agentes ultravioletas – UV debilitan las paredes de la misma disminuyendo los valores de resistencia al impacto. En caso de ser inevitable el almacenamiento a la intemperie es necesario utilizar recubrimientos que permitan la circulación de aire al interior y evite la exposición a los rayos ultravioleta. De lo contrario se debe evitar almacenar cerca de fuentes de calor pues las tuberías PVC son susceptibles a daños producto de elevadas temperaturas.

Las tuberías deben ser acomodadas horizontalmente, sobre una superficie plana, pueden ser apoyadas en listones cada 2 m y así evitar el fenómeno de pandeo en las tuberías (**Figura 28**). Se debe tener precaución de no golpear los extremos, evitando daños en las campanas, biseles e hidrosellos. La altura máxima permitida es de 2 m, por encima de esta altura se debe colocar en un nuevo soporte, con el fin de evitar deformaciones sobre la tubería.



Figura 28 Almacenamiento de tuberías

Elaborado por: Autores, 2024

5.2.10.3. Listado de materiales

Una vez concluido con el trazado hidráulico y todos sus componentes, se elaboró el listado de materiales que describe las características de cada componente y la cantidad necesaria adicionando un 10 % de lo requerido (**Tabla 21**) para gestión de *stocks*, por ejemplo, se llegó a una cantidad de 70 aspersores a comprar, debido a que el número de aspersores máximo que se utilizara en 2 turnos de riego consecutivos son de 63 aspersores agregan 7 aspersores más para considerar los casos especiales de pérdida o destrucción de algún aspersor, además en la tabla se presenta las diferentes tuberías a utilizar con la correspondiente presión (psi) que soportan.

Tabla 21 Listado de materiales necesarios para el sistema de riego. PE: polietileno, PVC: Policloruro de Vinilo, HF: Hierro fundido, GALV: galvanizado.

LISTA DE MATERIALES				
Descripción y Material	Medida o Modelo	Cantidad	Total Adicción 10% mín.	Unidad
Reservorios				
Geomembrana R2	Geomembrana PVC-3mm	8319,83	9151,83	m ²
Geomembrana R3	Geomembrana PVC-3mm	6258,38	6884,22	m ²
Geomembrana R4	Geomembrana PVC-3mm	9987,15	10985,87	m ²
Geomembrana R restante	Geomembrana PVC-3mm	28711,16	31582,28	m ²
Tubería Principal				
Codo 45° PVC	160 mm	36	40	Unidades
Hidrómetros HF	IR-970-MO-50-RVZ de Bernad	3	5	Unidades

Bridas PVC	50mm con juego de empaques y tornillos	3	5	Unidades
Reductor PVC	6" a 3" pegable	6	8	Unidades
Unión PVC	6"	22	3	Unidades
Reductor PVC	200 mm a 160 mm	10	15	Unidades
Unión PVC	200mm	10	15	Unidades
Reductor PVC	160 mm a 140 mm	5	8	Unidades
Unión PVC	160mm	5	8	Unidades
Reductor PVC	140 mm a 110 mm	7	10	Unidades
Unión PVC	140mm	7	10	Unidades
Tee PVC	160 mm	118	130	Unidades
Tee PVC	140 mm	94	103	Unidades
Tee PVC	3"	24	26	Unidades
Tubería PVC de 6m de 110 mm	Diámetro interno 105,6 mm; 73 psi	258	284	Metros
Tubería PVC de 6m de 140 mm	Diámetro interno 131,4 mm; 116 psi	27	30	Metros
Tubería PVC de 6m de 140 mm	Diámetro interno 134,4 mm; 73 psi	120	132	Metros
Tubería PVC de 6m de 160 mm	Diámetro interno 144,8 mm; 181 psi	65	72	Metros
Tubería PVC de 6m de 160 mm	Diámetro interno 147,6mm; 145 psi	138	152	Metros
Tubería PVC de 6m de 160 mm	Diámetro interno 152,2 mm; 91 psi	3	6	Metros
Tubería PVC de 6m de 160 mm	Diámetro interno 153,6 mm; 73 psi	221	243	Metros
Tubería PVC de 6m de 200 mm	Diámetro interno 192,2 mm; 73 psi	583	641	Metros
Válvula apertura y cierre (mariposa) HF	3"	14	20	Unidades
Bridas PVC	3" con juego de empaques y tornillos	14	20	Unidades
Válvula de aire PE	BARAK, modelo D-040	41	50	Unidades
Tee PVC	2"	41	50	Unidades
Reductor PVC	2" x 3/4" roscable	41	50	Unidades
Reductor GALV	3/4" x 1/4"	55	60	Unidades
Manómetro	Manómetro glicerina 150 PSI	55	60	Unidades
Adaptador hembra	2"	41	50	Unidades
Unión PVC	2"	41	50	Unidades
Unión universal PVC	3"	14	20	Unidades
Válvula PVC	2" pegable	41	50	Unidades
Tee PVC	6"	4	6	Unidades
Codo 90° PVC	3"	16	18	Unidades
Adaptador Macho PVC	3"	32	36	Unidades
Montura PE	3"x3/4"	14	16	Unidades
Unión PVC	3"	14	16	Unidades
Válvula control de caudal, PE	Senninger PRXF-LV 3"	14	20	Unidades
Tubería Secundaria				

Codo 45° PVC	2"	316	348	Unidades
Reductor PVC	6" a 2" pegable	94	103	Unidades
Unión PVC	6"	94	103	Unidades
Tee PVC	2"	94	103	Unidades
Tubería PVC de 6m de 50 mm	Diámetro interno 47,4 mm; 91 psi	2280	2508	Metros
Unión PVC	2"	100	110	Unidades
Tubería Terciaria				
Tubería PVC de 6m de 25 mm	Diámetro interno 22,8 mm; 145 psi	299	329	Metros
Codo 45°PVC	1"	5	10	Unidades
Reductor PVC	2" a 1" pegable	280	308	Unidades
Unión PVC	2"	280	308	Unidades
Riego Predial (Potrerros)				
Adaptador hembra PVC	1"	852	937	Unidades
Aspersores	Senninger 7025 RD-2 20GVX10BV	63	70	Unidades
Cemento	Saco de 45 kg	426	469	Unidades
Codo 45° PVC	2"	94	103	Unidades
Hidrante PE	1"	852	937	Unidades
Llaves PE	Unidades	63	70	Unidades
Reductor PVC	2" a 1" pegable	852	942	Unidades
Tee PVC	2"	94	103	Unidades
Tee PVC	2"	852	937	Unidades
Tubería de 1m PVC	1"	852	942	Unidades
Tubería de 2m PVC	2"	94	108	Unidades
Unión x aspersor PVC	3/4"	852	937	Unidades
Válvula pegable PVC	2"	94	103	Unidades
Unión pegable PVC	Unión Universal 2"	94	103	Unidades
Codo 90° PVC	2"	188	206	Unidades
Tee PVC	2"	188	206	Unidades
Reductor PVC	2" x 3/4" roscable	94	103	Unidades
Reductor GALV	3/4" x 1/4"	94	103	Unidades
Manómetro	Manómetro seco 100 PSI	41	50	Unidades
Reductor PVC	2" x 1" roscable	94	103	Unidades
Válvula aire PE	Válvula de aire cinética 1"	94	103	Unidades
Teflón	Teflón amarillo premium 1/2" x15m	50	60	Unidades
Waipe	Waipe x 1 kg	26	30	Kilogramo
Limpiador PVC	Limpiador x 1 galón o 3.785 litros	8	9	Galones
Pegamento PVC	Pega Húmedo + Seco x 1 galón o 3.785 litros	6	7	Galones
Válvula pegable PVC	2"	94	103	Unidades
Tee PVC	2"	94	103	Unidades
Codo 45° PVC	2"	94	103	Unidades

Elaborado por: Autores, 2024

5.3. Resultado: programación de riego

5.3.1. Programación de riego para máxima demanda.

5.3.1.1. Tiempo de riego por potrero y aspersor.

La **Tabla 22** presenta los 94 potreros analizados dentro de la granja de Nero, junto con sus tiempos de riego correspondientes. Los resultados se obtuvieron a partir de garantizar que la lámina bruta nunca pueda superar la velocidad de infiltración de cada potrero, así evitando la pérdida de agua por escorrentía superficial. Dando un tiempo de riego acumulado de 189 horas. Los tiempos de riego varían entre 2 y 4 horas, durante las cuales los aspersores por su división están activos, asegurando una distribución adecuada de agua en el área deseada y una utilización eficiente de la misma en los pastizales.

Tabla 22 *Tiempo de riego por potrero.*

Potrero	Tiempo de Riego	Potrero	Tiempo de Riego	Potrero	Tiempo de Riego	Potrero	Tiempo de Riego
1	4	20B	3	33B	2	48C	3
2	3	21	3	34A	2	48D	3
3	4	22A	3	34B	2	49	3
4	4	22B	3	35	2	50	3
5	3	22C	3	36A	2	51	3
6	3	23A	2	36B	2	52A	3
7	4	23B	2	36C	2	52B	3
8A	3	23C	2	37A	2	52C	3
8B	3	23D	2	37B	2	52D	3
9	3	24A	2	38A	2	53	3
10	3	24B	2	38B	2	54	3
11	3	25A	2	39	2	55	3
12	3	25B	2	40A	2	56	3
13A	3	25C	2	40B	2	57A	3
13B	3	26	2	40C	2	57B	3
14	3	27	2	41	2	58	3
15	3	28	2	42	2	59	3
16	3	29A	2	43	2	60	3
17	3	29B	2	44	2	61A	3
17A	3	30	2	45	2	62	3
18A	3	31A	2	46	3	62B	3
18B	3	31B	2	47	3	63	3
19	3	32	2	48A	3		
20A	3	33A	2	48B	3		
Total							189h

Elaborado por: Autores, 2024

5.3.1.2. Frecuencia de riego

Considerando la lámina neta de agua y la evapotranspiración máxima (ET_c) del cultivo, los resultados han arrojado un periodo de 13 días de Frecuencia de Riego, **Tabla 23**. El intervalo

del tiempo de riego corresponde al lapso de tiempo en el cual se ejecuta un turno de riego buscando que no existan situaciones de estrés hídrico en los cultivos y se suplan las necesidades del mismo.

Tabla 23 Frecuencia de riego – FR de los 94 potreros de la granja de acuerdo a las propiedades hidrofísicas promedio de los suelos.

Potrero	FR (días)						
1	12	20B	12	33B	13	48C	13
2	12	21	12	34A	13	48D	13
3	12	22A	12	34B	13	49	13
4	12	22B	12	35	13	50	13
5	12	22C	12	36A	13	51	13
6	12	23A	13	36B	13	52A	13
7	12	23B	13	36C	13	52B	13
8A	12	23C	13	37A	13	52C	13
8B	12	23D	13	37B	13	52D	13
9	12	24A	14	38A	13	53	13
10	12	24B	14	38B	13	54	13
11	12	25A	12	39	13	55	13
12	12	25B	12	40A	13	56	13
13A	12	25C	12	40B	13	57A	13
13B	12	26	13	40C	13	57B	13
14	12	27	12	41	13	58	13
15	12	28	12	42	13	59	13
16	12	29A	12	43	13	60	13
17	12	29B	12	44	13	61A	12
17A	12	30	12	45	13	62B	12
18A	12	31A	12	46	13	62	12
18B	12	31B	12	47	13	63	12
19	12	32	13	48A	13		
20A	12	33A	13	48B	13		

Elaborado por: Autores, 2024

En el **Anexo AC** se puede observar de manera detallada el cálculo de la frecuencia de riego, tiempo de riego, lámina neta, lámina bruta y caudal necesario de cada uno de los potreros, el propósito de este diseño es satisfacer de manera eficiente las necesidades hídricas del cultivo de pastizales, garantizando un suministro óptimo de agua acorde a las demandas de la vegetación.

5.3.1.3. Cronograma, horario de riego y esquema de los *shifts* de riego.

El cronograma de riego presentado en la **Tabla 24**, se observa que como están distribuidos cada uno de los turnos de riego (TR) en todos los 13 días de la frecuencia de riego. Esta tabla presenta de igual manera los tiempos de riego (Tr) de cada turno que consiste en poner el Tr

mayor entre los Tr de los potreros que conforman el turno ya que estos difieren entre ellos debido a su frecuencia de riego o a su priorización.

Además, como se señaló en la metodología los TR que se regarán en cada día se crearon tomando en cuenta diferentes factores como la distancia entre los potreros, el tiempo de riego, la frecuencia de riego, que la sumatoria del caudal entre ambos no sobrepase el del caudal del sistema obtenido en el balance hídrico de 67,3 m³, y la priorización de potreros.

En la **Figura 29** se observa la distribución espacial en un mapa los diferentes potreros que se regarán en cada día de riego, lo cual permite dar una idea básica de la complejidad de las tareas del operador para hacer funcionar el sistema.

Tabla 24 Cronograma y horarios de riego del sistema de riego en máxima demanda.

Día de Riego	Día	Caudal (l/s)	Potreros	Turno de riego	Tiempo R. (hr)
1	Lunes	63,8	18B+12	T1	3,3
	Lunes	66,98	24A+23A	T2	2,2
	Lunes	66,98	23B+24B	T3	2,2
	Lunes	63,38	40A+43	T4	2
2	Martes	65,66	52A+53+55	T5	3
	Martes	64,12	23C+22B	T6	3,1
	Martes	67,91	30+31A	T7	1,9
3	Miércoles	67,66	61A+25 A	T8	3,1
	Miércoles	55,5	29B+34B	T9	1,9
	Miércoles	65,29	42+47	T10	3
4	Jueves	67,66	61B+25B	T11	3,1
	Jueves	60,56	27+31B	T12	1,9
	Jueves	67,11	44+49	T13	3
5	Viernes	57,44	45+50+51	T14	3
	Viernes	65,06	56+59	T15	3
	Viernes	59,96	22A+34A	T16	3,1
6	Sábado	67,01	58+54+46	T17	3
	Sábado	63,64	17+11	T18	3,3
	Sábado	60,86	25C+19	T19	3,3
7	Domingo	66,66	62+20B+18A+17A	T20	3,3
	Domingo	67,14	40B+48B+52D	T21	3
	Domingo	66,98	16+20A	T22	3,3
8	Lunes	67,07	4+7	T23	4
	Lunes	60,74	57B+40C	T24	3
	Lunes	67,76	2+5+21	T25	3,6
9	Martes	66,68	13A+13B+1+10	T26	4
	Martes	66,37	8A+8B+3	T27	4
10	Miércoles	66,5	32+33A	T28	2
	Miércoles	61,14	48C+48D+52B+52C	T29	3
	Miércoles	64,12	23D+22C	T30	3,1
	Miércoles	66,6	26+33B+29A	T31	2
11	Jueves	63,8	36A+38A	T32	2
	Jueves	63,8	36B+38B	T33	2
	Jueves	60,1	36C+37A	T34	2
	Jueves	64,9	35+37B	T35	2
12	Viernes	62,89	28 + 63	T36	2,8
	Viernes	65,93	39+48A	T37	3
	Viernes	57,66	60	T38	3
13	Sábado	66,44	9+6	T39	3,3
	Sábado	63,6	15+14	T40	3,3
	Sábado	57,45	41+57A	T41	3

Elaborado por: Autores, 2024

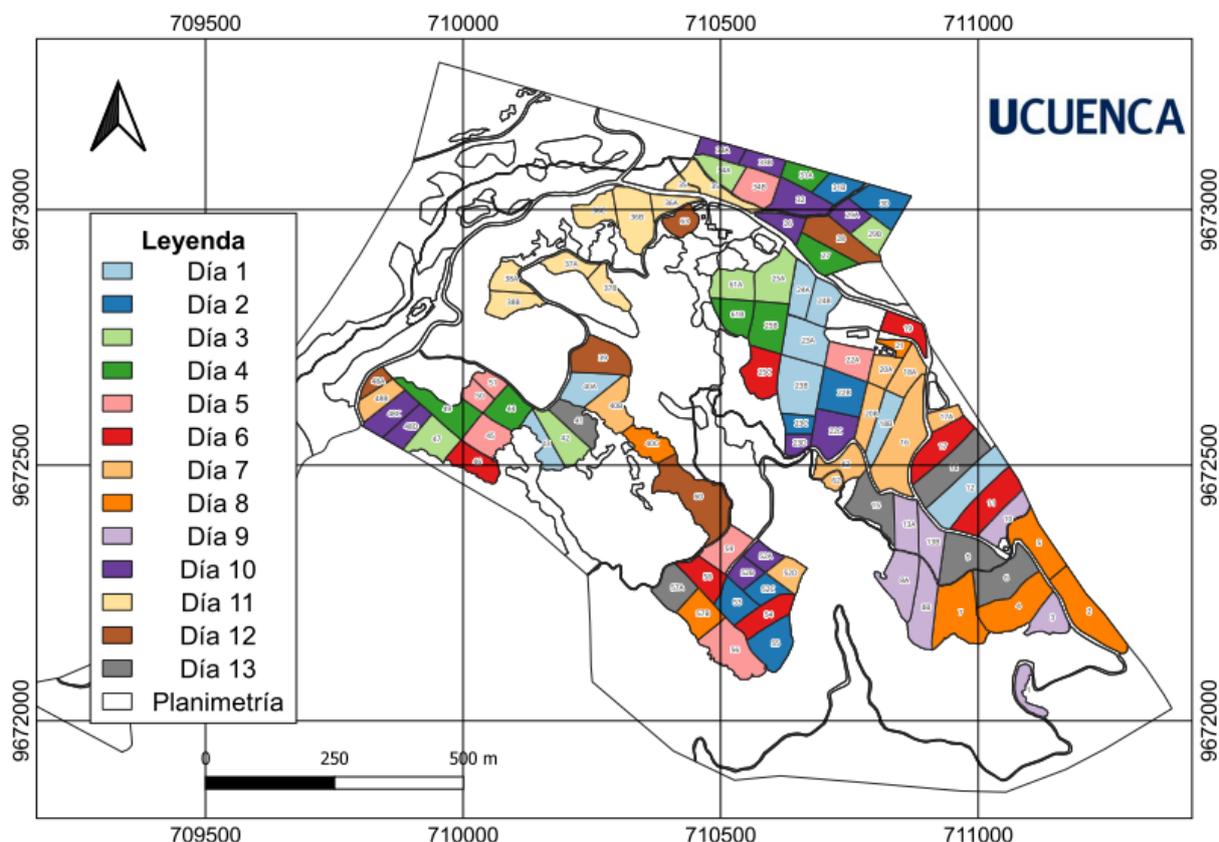


Figura 29 Plano de distribución espacial de los potreros que serán regados en cada día de riego.

Elaborado por: Autores, 2024

5.3.1.4. Priorización de potreros por propiedades del suelo y/o producción.

La priorización de los potreros se realizó con datos de capacidad de campo, punto de marchitez permanente, profundidad radicular y densidad aparente, **Tabla 25**. Primeramente, se calculó el agua aprovechable (%) de cada potrero con la siguiente fórmula:

$$AP = \text{Capacidad de campo} - \text{Punto de marchitez}$$

Posteriormente se estimó la capacidad almacenamiento (mm) de cada potrero con la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{AP * \text{Profundidad radicular} * \text{densidad aparente}}{100}$$

Finalmente se realizó la priorización de los potreros en base aquellos que tenga la mayor área con una menor capacidad de almacenamiento, siendo estos los potreros con mayor susceptibilidad ante la falta de agua y siendo los que tendrían prioridad a ser regados pues son los que más rápido llegarían al punto de marchitez permanente. A continuación, se presentan los primeros potreros prioritarios (la tabla completa se presenta en el **Anexo S**).

Cabe mencionar que en base a esta priorización se realizaron los escenarios de funcionamiento de reducción de caudal.

Tabla 25 Potreros prioritarios para la gestión de riego en la Granja Nero de la Universidad de Cuenca.

Potrero	Área (Ha)	CC (%)	PMP (%)	Prof. Radicular (mm)	DA (g/cm3)	Agua aprovechable (%)	Cap. Almacenamiento (mm)
16	1,27	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
14	0,83	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
17	0,64	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
13A	0,48	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
18B	0,45	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
13B	0,45	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
18A	0,40	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
20B	0,39	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
19	0,34	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
20A	0,29	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
17A	0,20	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
21	0,13	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
12	0,94	30,2	17	400	1,44	13,2	76,03
2	0,89	31,3	18,1	400	1,44	13,2	76,03
6	0,78	30,8	17,6	400	1,44	13,2	76,03
9	0,77	30,8	17,6	400	1,44	13,2	76,03
11	0,77	30,2	17	400	1,44	13,2	76,03
8B	0,68	31,3	18,1	400	1,44	13,2	76,03
8A	0,67	31,3	18,1	400	1,44	13,2	76,03
15	0,65	30,8	17,6	400	1,44	13,2	76,03
5	0,65	30,8	17,6	400	1,44	13,2	76,03
29	0,62	30,2	17	400	1,44	13,2	76,03
30	0,56	30,2	17	400	1,44	13,2	76,03
7	1,02	31,9	18,6	400	1,43	13,3	76,08
4	0,88	31,9	18,6	400	1,43	13,3	76,08
3	0,40	31,9	18,6	400	1,43	13,3	76,08
1	0,23	31,9	18,6	400	1,43	13,3	76,08

Elaborado por: Autores, 2024

5.3.1.5. Horarios hábiles del regador (operador).

Los horarios hábiles de un trabajador comúnmente son de lunes a viernes y tiempo de trabajo de 8 horas, en la **Tabla 26** se muestran los resultados de horarios hábiles de un operador con

respecto a los días de riego y el tiempo de riego de cada día, como se mencionó en los resultados de frecuencia de riego los días de riego deben ser consecutivos mientras que, por el contrario los días hábiles de trabajo de un operador abarcan de lunes a viernes, de la misma manera el tiempo de riego es mayor al tiempo hábil de trabajo del operador, por este motivo es recomendable contratar a 1 operador adicional a tiempo completo o medio tiempo para dividirse la carga de trabajo y poder operar el sistema de riego. Por lo tanto, para el funcionamiento continuo y eficiente del sistema de riego es necesario contar con dos regadores.

Tabla 26 Horarios hábiles del operador. *Tr = Tiempo de riego*

Horario Hábil de un Operador						
Día de riego	Día Hábil	Tr Máxima Demanda (hr)	Tr Reducido 10% (hr)	Tr Reducido 20% (hr)	Tr Reducido 30% (hr)	Tiempo Hábil (hr)
Lunes	Si trabaja	9,7 h	10.2	9.9	9.9	8 h
Martes	Si trabaja	8 h	9.9	11	7.6	8 h
Miércoles	Si trabaja	8 h	9.3	10	8.8	8 h
Jueves	Si trabaja	8 h	10.2	9.7	8	8 h
Viernes	Si trabaja	9 h	9.9	15.5	9.7	8 h
Sábado	No trabaja	9.6	11.1	8.8	8.9	8 h
Domingo	No trabaja	9,6 h	8.7	8.1	9.8	8 h
Lunes	Si trabaja	10,6 h	9.8	10.9	8	8 h
Martes	Si trabaja	8 h	8.2	9.5	8	8 h
Miércoles	Si trabaja	10,1 h	9	8	8.9	8 h
Jueves	Si trabaja	8 h	11.8	11.4	9.1	8 h
Viernes	Si trabaja	8,8 h	10	7.3	9	8 h
Sábado	No trabaja	9,5 h	9	9.2	8.2	8 h

Elaborado por: Autores, 2024

5.3.1.6. Reporte de operación

El reporte de operaciones describe todas las acciones que el operador tendrá que realizar en un día laboral, este reporte de operaciones se elaboró con base en el cronograma de riego de máxima demanda. El reporte completo se encuentra en el **Anexo T**.

Día N° 1

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 1 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 45 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 50 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 18B para colocar 7 aspersores; luego al potrero 12, donde instala 19 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 24A con 7 aspersores y luego el potrero 23A con 12 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido.

Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 24B para colocar 6 aspersores; luego al potrero 23B, donde instala 13 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. El regador se desplaza al cuarto turno al potrero 40A para colocar 9 aspersores; luego al potrero 43, donde instala 8 aspersores, iniciando así su turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego. De igual forma con el cuarto turno, recoge todos sus aspersores. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 50 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

5.3.1.7. Cuaderno de tiempos muertos

En relación al registro de tiempos muertos, se han recopilado tablas, cada una con una programación de riego de 13 días, considerando la máxima demanda (**Anexo U**). Estas tablas contienen 8 fragmentos de información: día, turno, punto de inicio, punto final, distancia, tiempo (min), tiempo de aspersores (min), y riego. A partir de la simulación que contempla la posible demora del regador en la instalación de aspersores en cada potrero durante un día de trabajo en cada turno de riego, se han obtenido el Total (min) y el Total día (h). A continuación, se muestra como ejemplo la tabla de tiempos muertos para máxima demanda para el día # 1, **Tabla 27**. Los demás días pueden consultarse en el **Anexo U**.

Tabla 27 *Tiempos muertos para máxima demanda día 1.*

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
1	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 18B	716	16	3	SI	
		PT 18B	PT 12	310	7	7	SI	
	T2	PT 12	PT 24A	327	7	3	SI	
		PT 24A	PT 23A	58	1	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 23A	PT 18B	389	8	3	NO	
		PT 18B	PT 12	310	7	7	NO	
	T3	PT 12	PT 24B	58	1	2	SI	
		PT 24B	PT 23B	58	1	5	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 23B	PT 24A	58	1	3	NO	
		PT 24A	PT 23A	58	1	4	NO	
	T4	PT 23A	PT 40A	1109	24	3	SI	
		PT 40A	PT 43	115	2	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 43	PT 24B	1282	28	2	NO	
		PT 24B	PT 23B	58	1	5	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 23B	PT 40A	1109	24	3	NO	
		PT 40A	PT 43	115	2	3	NO	
		PT 43	Bodega	947	21	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
	TOTAL (min)					199	65	
	TOTAL_DIA(h)					4,41		

Elaborado por: Autores, 2024

5.3.2. Programación de riego para reducción de caudal del 10%, 20% y 30%.

5.3.2.1. Cronograma, horario de riego

La reducción del caudal de un 10% corresponde a un caudal de 60,57 l/s por lo que con los aspersores a utilizar *Senninger 7025 RD-2 20GVX10BV* que suministran un caudal de 1,4 l/s, lo cual da como resultado teórico un máximo de 43 aspersores necesarios para regar el turno (**Tabla 28**) de riego que al contraste con el número de aspersores reales a utilizar en cada turno no exceda los 43 aspersores por lo que se concluye que no existiría problema para el funcionamiento del sistema de riego aun con una disminución del caudal de un 10%.

Tabla 28 *Cronograma y horarios de riego con un 10% de reducción del caudal. Únicamente se ajustan los tiempos de riego.*

Día de Riego	Día	Potreros	Turno de riego	Tiempo de riego (hr)	# Aspersores
1	Lunes	16 + 21	T1	3,3	27
	Lunes	14+13A	T2	3,3	28
	Lunes	2+5	T3	3,6	34
2	Martes	17+18B+20A	T1	3,3	25
	Martes	13B+18A+20B	T2	3,3	22
	Martes	19+27	T3	3,3	15
3	Miércoles	10+12	T1	3	26
	Miércoles	11+29A	T2	3	21
	Miércoles	17A+29B	T3	3,3	9
4	Jueves	6+8A	T1	3,6	28
	Jueves	9+8B	T2	3,6	30
	Jueves	42+58	T3	3	18
5	Viernes	30+31A	T1	1,9	15
	Viernes	15+4	T2	4	29
	Viernes	7+3+1	T3	4	32
6	Sábado	31B+33A	T1	3	9
	Sábado	28	T2	1,9	10
	Sábado	22A+22B	T3	3,1	20
	Sábado	22C+62	T4	3,1	19
7	Domingo	25A+61A	T1	2,8	20
	Domingo	25B+61B	T2	3,1	21
	Domingo	25C+63	T3	2,8	14
8	Lunes	35+26	T1	1,9	15
	Lunes	34A+32	T2	1,9	17
	Lunes	34B+33B	T3	2	11
	Lunes	23A+24A	T4	2	19
	Lunes	23C+23D	T5	2	6
9	Martes	23B+24B	T1	2,2	19
	Martes	36A+37A	T2	2	20
	Martes	36B+37B	T3	2	16
	Martes	36C+38A	T4	2	12
10	Miércoles	38B+48A+48B	T1	3	16
	Miércoles	47+48C+48D	T2	3	20
	Miércoles	45+46	T3	3	18
11	Jueves	41+59	T1	3	16
	Jueves	56+53	T2	2,9	24
	Jueves	52A+57A+57B	T3	3	21
	Jueves	55+54	T4	2,9	18
12	Viernes	60	T1	3	21
	Viernes	49+50+51	T2	3	21
	Viernes	44+43	T3	2	15
	Viernes	39	T4	2	13
13	Sábado	40A+52B	T1	3	13
	Sábado	40B+52C	T2	3	16
	Sábado	40C+52D	T3	3	13

Elaborado por: Autores, 2024

La reducción del caudal de un 20% corresponde a un caudal de 53,84 l/s por lo que con los aspersores *Senninger 7025 RD-2 20GVX10BV* que suministran un caudal de 1,4 l/s, da como resultado teórico un máximo de 38 aspersores necesarios para regar el turno de riego, que al contraste con el número de aspersores reales a utilizar en cada turno (**Tabla 29**) no se excede

y concluye que no existe problema para el funcionamiento del sistema de riego con una disminución del 20% de caudal. Únicamente se ajustan los tiempos de riego y el número de aspersores en funcionamiento.

Tabla 29 Cronograma y horarios de riego con un 20% de reducción del caudal

Día de Riego	Día	Potreros	Turno de riego	Tiempo de riego (hr)	# Aspersores
1	Lunes	18A+19+17	T1	2,9	26
	Lunes	20A+17A+13A+21	T2	2,9	23
	Lunes	14+20B	T3	2,9	24
2	Martes	18B+3+25A	T1	3,6	24
	Martes	12+1	T2	3,6	25
	Martes	33A+36A	T3	1,8	15
3	Miércoles	6+8B	T1	3,3	31
	Miércoles	27+61A	T2	2,8	16
	Miércoles	13B+25C	T3	1,7	16
4	Jueves	60	T1	1,8	21
	Jueves	30+63	T2	2,6	15
	Jueves	31A+28	T3	1,7	16
	Jueves	38A+39	T4	1,7	18
5	Viernes	2+56	T1	3,3	34
	Viernes	4+5	T2	2,7	31
	Viernes	34B+26	T3	1,8	11
	Viernes	48D+49	T4	2,7	16
	Viernes	29A+29B +10	T5	1,7	15
6	Sábado	33B+36B	T1	1,8	10
	Sábado	35	T2	1,8	10
	Sábado	55+57A	T3	2,6	19
	Sábado	36C+37B	T4	1,8	10
7	Lunes	48A+44	T1	2,7	12
	Lunes	48B+45	T2	2,7	12
	Lunes	48C+41	T3	2,7	14
8	Lunes	52A+52B+52C+52D	T1	2,7	19
	Lunes	51+46+59	T2	2,7	21
	Lunes	53+40A	T3	1,8	16
	Lunes	38B+37A	T4	1,8	10
9	Martes	54+40B	T1	2,6	16
	Martes	40C+58	T2	2,7	15
	Martes	9+8A	T3	3	27
10	Miércoles	34A+32	T1	1,8	16
	Miércoles	47+43	T2	3,6	20
	Miércoles	22B+22C	T3	2,8	19
11	Jueves	62+7	T1	2,8	26
	Jueves	11+15	T2	3,0	28
	Jueves	24A+24B	T3	2,0	11
	Jueves	25B	T4	1,7	7
12	Viernes	23A+23B	T1	1,8	22
	Viernes	23C+23D	T2	1,8	9
	Viernes	16	T3	2,9	23
13	Sábado	42+50	T1	2,7	14
	Sábado	31B+22A	T2	2,8	11
	Sábado	57B+62B	T3	2,8	16

Elaborado por: Autores, 2024

La reducción de caudal de 30% corresponde a un caudal de 47,11 l/s, los aspersores *Senninger 7025 RD-2 20GVX10BV* suministran un caudal de 1,4 l/s, lo cual da como resultado teórico un máximo de 34 aspersores necesarios para regar el turno de riego que al contraste

con el número de aspersores reales a utilizar en los turnos (**Tabla 30**) no se excede y se concluye que no existe problema para el funcionamiento del sistema de riego con disminución del 30% de caudal. Únicamente se ajustan los tiempos de riego y el número de aspersores en funcionamiento.

Tabla 30 Cronograma y horarios de riego con un 30% de reducción del caudal

Día de Riego	Día	Potreros	Turno de riego	Tiempo de Riego (hr)	# Aspr/día
1	Lunes	16+17A	T1	3,3	26
	Lunes	18A+20B+20A+19	T2	3,3	26
	Lunes	21+13A+18B+13B	T3	3,3	29
2	Martes	29A+7	T1	4	22
	Martes	8A+15	T2	3,3	25
3	Miércoles	8B+11	T1	3,6	30
	Miércoles	30+29B	T2	1,9	13
	Miércoles	6+5	T3	3,3	31
4	Jueves	12+3+1	T1	4	33
	Jueves	4+40C	T2	4	23
5	Viernes	2+9	T1	3,6	34
	Viernes	28+10	T2	3	21
	Viernes	27+22A	T3	3,1	14
6	Sábado	62+61A+61B	T1	3,1	24
	Sábado	63+57A+57B	T2	2,9	22
	Sábado	56+31A	T3	2,9	20
7	Domingo	31B+35	T1	1,9	15
	Domingo	32+26	T2	1,9	15
	Domingo	25A+53	T3	2,9	18
	Domingo	22B+23B	T4	3,1	22
8	Lunes	22C+23C	T1	3,1	6
	Lunes	34A+34B	T2	1,9	12
	Lunes	23D+50+51	T3	3	12
9	Martes	48 A, B, C y D	T1	3	19
	Martes	25B+33A	T2	2	11
	Martes	25C+33B	T3	2	11
10	Miércoles	54+46+58	T1	3	25
	Miércoles	23A+55	T2	2,9	20
	Miércoles	52 A, B, C y D	T3	3	19
11	Jueves	39	T1	2	11
	Jueves	60	T2	3	21
	Jueves	38A+45	T3	2,1	15
	Jueves	36A+38B	T4	2	16
12	Viernes	36B+37A	T1	2	12
	Viernes	36C+37B	T2	2	10
	Viernes	42+43	T3	2	18
	Viernes	44	T4	3	7
	Sábado	40A+47	T1	3	17
13	Sábado	40B+49	T2	3	21
	Sábado	24 A y B	T3	2,2	11

Elaborado por: Autores, 2024

5.3.2.2. Reporte de operación.

El reporte de operaciones describe todas las acciones que el operador realizará en un día laboral, este reporte de operaciones se elaboró en base a los cronogramas de riego de reducción de caudal. El Reporte completo se encuentra en **Anexo V**, **Anexo W** y **Anexo X**.

- Reporte de operaciones del sistema de riego con una reducción del 10%.

Día N° 1

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 1 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 62 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 67 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 16 para colocar 23 aspersores; luego al potrero 21, donde instala 5 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 14 con 18 aspersores y luego el potrero 13A con 10 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 2 para colocar 19 aspersores; luego al potrero 5, donde instala 15 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 67 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

- Reporte de operaciones del sistema de riego con una reducción del 20%

Día N° 1

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 1 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 49 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 54 aspersores. Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 18A para colocar 8 aspersores; luego al potrero 19, donde instala 6 aspersores, y al 17 colocando 12 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el

regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 20A con 6 aspersores, luego el potrero 17A con 3 aspersores, sigue con el potrero 13^a colocando 10 aspersores y por último al potrero 21 colocando 4 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 14 para colocar 18 aspersores; luego al potrero 20B, donde instala 6 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 54 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

- Reporte de operaciones del sistema de riego con una reducción del 30%

Día N° 1

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 1 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 52 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 57 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 16 para colocar 23 aspersores; luego al potrero 17A, donde instala 3 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 18A con 8 aspersores, luego el potrero 20B con 6 aspersores, pasa al potrero 20A para instalar 6 aspersores y luego al potrero 19 e instala 6 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 21 para colocar 4 aspersores; luego al potrero 13A, donde instala 10 aspersores, luego al potrero 18B colocando 7 aspersores y al 13B con 8 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el

regador retorna a la bodega dejando los 57 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

5.3.2.3. Cuaderno de tiempos muertos

En la actualidad con la presencia del cambio climático y a futuro se prevé disminuciones tanto en la precipitación y un aumento en escasez de agua (Díaz Cordero, 2012) por tal motivo se realizó una programación para tres escenarios diferentes de disminución de caudal de 10%, 20% y 30% presentados en las **Tablas 31, 32 y 33**, con el ejemplo del primer día, en el **Anexo Y, Anexo Z y Anexo AA** se encuentran los tiempos muertos de todos los días. Con la reducción del caudal los tiempos de riego y frecuencia de riego no cambian ya que las necesidades son las mismas, por el contrario, las combinaciones de los turnos de riego si difieren con respecto a la máxima demanda pues la priorización de algunos potreros por regar es esencial si no el pasto de estos no soportaría por su baja capacidad de almacenamiento de agua, y como resultados se pudo obtener que con los escenarios de reducción de caudal el tiempo muerto de un solo operador se promedia entre 3 y 4 horas diarias.

Tabla 31 *Tiempos muertos para reducción del caudal del 10% día 1*

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)
1	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 16	660	13	8	SI
		PT 16	PT 21	89	2	1	SI
	T2	PT 16	PT 14	229	5	7	SI
		PT 14	PT 13A	31	1	4	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT13A	PT 16	231	6	8	NO
		PT 16	PT 21	113	3	1	NO
	T3	PT 21	PT 5	599	12	6	SI
		PT5	PT 2	114	2	7	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 2	PT 13A	370	9	4	NO
		PT 13A	PT 14	31	1	7	NO
		PT 14	PT 5	400	8	6	NO
		PT 5	PT 2	114	2	7	NO
		PT 2	Bodega	304	6	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
					TOTAL (min)	114	71
				TOTAL_DIA(h)	3,1		

Elaborado por: Autores, 2024

Tabla 32 *Tiempos muertos para reducción del caudal del 20% día 1*

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)
1	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 18A	439	9	3	SI
		PT18A	PT19	51	1	2	SI
		PT19	PT17	256	5	4	SI
	T2	PT17	PT20A	180	4	2	SI
		20A	17A	180	4	1	SI
		17A	13A	137	3	4	SI
		13A	21	317	6	1	SI
	RECOGER ASPERSORES	21	PT17	209	4	4	NO
		PT17	PT18A	152	3	3	NO
		PT18A	PT19	51	1	2	NO
	T3	PT19	PT20B	145	3	2	SI
		PT20B	PT14	192	4	7	SI
		PT14	PT20A	236	6	2	NO
	RECOGER ASPERSORES	PT20A	PT17A	188	5	1	NO
		PT17A	PT13A	182	4	4	NO
		PT13A	PT21	310	6	1	NO
		PT21	PT14	267	5	4	NO
		PT14	PT20B	192	4	3	NO
		20B	Bodega	480	9	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
					TOTAL (min)	130	51
				TOTAL_DIA(h)	3,0		

Elaborado por: Autores, 2024

Tabla 33 *Tiempos muertos para reducción del caudal del 30% día 1*

Día	Turno	Punto Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
1	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 16	647	14	8	SI
		PT 16	PT 17A	76	2	1	SI
		PT 17A	PT 18A	90	2	3	SI
	T2	PT 18A	PT 20B	101	2	2	SI
		PT 20B	PT 20A	25	1	2	SI
		PT 20A	PT 19	88	2	2	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 19	PT 16	70	2	8	NO
		PT 16	PT 17A	76	2	1	NO
		PT 17A	PT 21	167	4	1	SI
	T3	PT 21	PT 13A	357	8	4	SI
		PT 13A	PT 13B	36	1	3	SI
		PT 13B	PT 18B	240	5	3	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 18B	PT 18A	90	2	3	NO
		PT 18A	PT 20B	101	2	2	NO

	PT 20B	PT 20A	25	1	2	NO
	PT 20A	PT 19	88	2	2	NO
	PT 19	PT 21	108	2	1	NO
	PT 21	PT 13A	357	8	4	NO
RECOGER	PT 13A	PT 18B	36	1	3	NO
ASPERSORES	PT 18B	PT 13B	240	5	3	NO
	PT 13B	Bodega	887	19	0	NO
FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
		TOTAL (min)		130,61	65	
		TOTAL_DIA (hr)		3,27		

Elaborado por: Autores, 2024

6 Conclusiones y Recomendaciones

En el presente proyecto técnico se ha realizado el diseño integral de un sistema de riego por aspersión para la granja Nero de la Universidad de Cuenca. El estudio ha contemplado aspectos agronómicos, hidráulicos y tres alternativas de programación para su funcionamiento. Además, se incluyeron mapas, listados y reportes.

El diseño agronómico determinó una ETc de 3,14 mm/día la cual se usó para determinar un caudal de 67,3 l/s necesario para satisfacer las demandas hídricas de la granja Nero, considerando una eficiencia del diseño del 75% para un sistema de riego por aspersión. Por otro lado, en base a la precipitación efectiva de los últimos 20 años se determinó que en promedio es necesario regar 304 días al año. Para poder dotar de agua adecuadamente a la granja se necesita una capacidad de almacenamiento de 120781,26 m³ para esto es necesario adecuar los reservorios funcionales dos (1211,13 m³), tres (1063,13 m³) y cuatro (359,53 m³), cuyos volúmenes fueron levantados en campo con el método de la argolla, además es necesario la reconstrucción del reservorio uno que se encuentra colapsado, al mismo tiempo se debe construir un nuevo reservorio, que estará ubicado en la zona de musgo. Estos dos últimos reservorios aportarán 104404,36 m³ de volumen de almacenamiento que deberán ser repartidos entre sí, según la administración crean conveniente.

Para el diseño hidráulico se establecieron tres sectores de riego a partir de la captación actual, para la cual se diseñó una canaleta de *Parshall* para medición de caudales y así facilitar su gestión y distribución, además se incluyó un desarenador horizontal de 8 m de largo por 1,5 m de ancho. Este permite filtrar cualquier partícula que pueda ingresar a la red hidráulica. Las tuberías principales, secundarias y terciarias conducen el agua desde la captación hasta los aspersores en los diferentes potreros. El diámetro de las tuberías se determinó teniendo en

cuenta parámetros de velocidades y presiones, obteniendo diámetros nominales de 25 mm el más pequeño y 200 mm el más grande. Con base a estos diámetros se realizó un reporte hidráulico simulado en computador con el software EPANET, el cual permitió simular el rendimiento hidráulico del trazado durante los distintos turnos en condiciones de máxima demanda.

Se seleccionaron los aspersores Senninger referencia 7025 RD-2 debido a su alto desempeño y durabilidad, estos se encuentran distanciados en promedio a 18 m entre sí. Por la dimensión del trazado y la complejidad de la red hidráulica se implementaron 41 válvulas de aire de operación y seguridad hidráulica ubicadas en puntos estratégicos de la red, 3 válvulas de control al inicio de cada sector de riego, y 14 válvulas de regulación de presiones y control de caudal ubicadas al inicio del potrero 52 en el sector 2 de riego. Para detallar todos los componentes hidráulicos de la red se elaboró el listado de materiales, en conjunto con 9 mapas que representan visualmente todos los componentes hidráulicos diseñados y su distribución espacial.

Las necesidades agronómicas del diseño para máxima demanda se satisfacen con un tiempo de riego que varía entre 2-4 horas, con turnos diarios que oscilan entre tres a cinco, con 10 a 12 horas diarias de operación y con una frecuencia de trece días. Para estos días de riego se elaboró un cronograma a partir del cual se levantó información directamente en campo para la estimación del cuaderno de tiempos muertos y en base a este se redactó el reporte de operación y los horarios hábiles del operador. Estos apartados muestran la necesidad de contar con al menos un operador a tiempo completo y un segundo a tiempo parcial, cuya única función sea la de operadores de riego.

Para los escenarios de funcionamiento con reducción de caudal (10%, 20% y 30 %) se realizó una priorización de potreros, buscando atender prioritariamente aquellos más susceptibles al estrés hídrico. Si bien el tiempo y frecuencia de riego son los mismos que el de máxima demanda, el caudal disponible disminuye, de esta manera la posibilidad de interacción entre los potreros también disminuye, limitando la planificación de los cronogramas de riego y turnos de riego. Estos escenarios muestran que, al introducir un criterio de priorización de potreros, los horarios hábiles del operador aumentan en un 3 a 5% generando la necesidad de incorporar otro operador de riego.

Recomendaciones

- El sistema necesita 67,3 l/s para operar en condiciones óptimas y cumplir con los requerimientos hídricos de la granja. Si bien el presente proyecto establece escenarios de reducción de caudal no se recomienda operar por debajo del 30% de reducción.
- El sistema de riego es independiente del sistema de abrevadero existente en la actualidad. En este diseño no se consideraron los volúmenes de los abrevaderos ni se proyectaron alguna posible asociación. Por lo que se recomienda manejarlos de manera independiente.
- Se recomienda ampliar los reservorios existentes tanto en profundidad como en área según los volúmenes descritos en el diseño. Así mismo se recomienda habilitar el reservorio que actualmente se encuentra colapsado y la construcción del nuevo reservorio propuesto en este documento. También, es necesario revisar los taludes de los reservorios para que la relación horizontal-vertical de los reservorios sea compatible con las texturas de suelo del emplazamiento del reservorio. Las áreas volúmenes calculados pueden variar en función del talud definido en la etapa constructiva.
- En base al reporte de operaciones elaborado, se recomienda contar con 2 operadores que se distribuyan adecuadamente la carga de trabajo de tal manera que se eviten posibles conflictos legales a partir de una sobrecarga de horas de trabajo.
- Previo a la operación de la red hidráulica, se recomienda realizar una capacitación a los operadores con base en los cuadernos de tiempos muertos y el reporte de operaciones.
- Si bien la elaboración de los cuadernos de tiempos muertos se realizó en campo simulando las condiciones reales, se recomienda ajustar este cuaderno en base a las características del operador.
- Se recomienda instalar señalética en cada sector de riego para facilitar la movilización y reconocimiento de los potreros de cada turno por parte del operador.
- Se recomienda vallar los perímetros de los reservorios ya que con una profundidad uniforme de 6m, supone un riesgo para humanos y animales.
- Se recomienda hacer un seguimiento de la velocidad del viento para detectar posibles problemas de deriva. Una vez detectados los potreros, zonas, o sectores que presenten mayores problemas de vientos, se deben ajustar los tiempos de riego y/o las frecuencias con el fin de corregir tanto la uniformidad como la lámina total aplicada.

- En caso de querer generar nuevos estudios a partir de este proyecto, se recomienda un estudio basado en reducir el área en hectáreas de potreros a partir de la carga animal máxima y otros posibles usos agrícolas para elaborar nuevos diseños de riego para menos hectáreas.
- Los datos agrometeorológicos (información satelital) utilizados se presupone que son de baja resolución, por lo que balancear el diseño entre subdimensionar y sobredimensionar la infraestructura es fundamental a la hora de presupuestar. Por tal motivo, el presente diseño está realizado para las siguientes necesidades: lámina neta de riego 3.14mm/día, 304 días/año. En caso de requerir, aumentar prestaciones hidráulicas de incremento de caudal, es posible hacerlo ya que la infraestructura calculada se realizó con base en velocidad de flujo de diseño de 1.8 m/s, la cual es factible aumentar proporcionalmente según la demanda hasta 2.2 m/s. En tal caso es recomendable, recalcular para verificar velocidades y presiones para verificar si las nuevas demandas pueden ser atendidas por la infraestructura diseñada en el presente estudio. En caso contrario, podrían acoplarse tuberías en paralelo para suplir las posibles demandas incrementadas. A diferencia de las obras civiles, las obras de riego se proyectan sobre escenarios de déficit y no para extensiones, lo cual siempre ha supuesto problemas sociales a la hora de expandir redes hidráulicas e incremento de los abastecimientos. Dicho lo anterior la falta de datos agrometeorológicos, debe entenderse como una recomendación y no es una limitante para el diseño de la irrigación.
- Es recomendable ajustar nuevas condiciones con datos agrometeorológicos de mayor precisión como son los datos de estaciones meteorológicas. Así mismo la información de las propiedades del suelo pueden ser ajustadas mediante un levantamiento de información dentro de la misma granja.

Limitaciones

- El presente diseño está elaborado para las condiciones agronómicas e hidráulicas establecidas, si se realizan o se pretende realizar cambios, este diseño debe ajustarse a las nuevas condiciones.
- El sistema de riego diseñado es viable con un caudal mínimo de 47,11 l/s (reducción del 30%) A partir de este caudal, la eficiencia de riego empezará a disminuir y el número de operadores a incrementar, volviendo a este estudio inviable.

- En caso de realizar una rotación a otra variedad de pasto o se implementan nuevos usos a los potreros (Ej. Cultivos) el diseño debe ajustarse nuevamente a los requerimientos de los cultivos.
- Existen potreros que por sus propiedades del suelo y/o condiciones topográficas pueden presentar problemas encharcamientos, por lo que necesitan la implementación de un drenaje. Dichos potreros con alto porcentaje de saturación son **24A, 24B y 45**. Esta información se puede ver ampliamente en la tabla de priorización de potreros.
- El presente estudio es válido para condiciones de viento inferiores a 3.5 km/hr, en caso de presentar deriva superior a 3.5 km/hr se debe ajustar el tiempo de riego y/o la frecuencia en función de las rachas de viento detectadas.

7 Referencias

- Agüero, R. (2004). Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados. *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente*, pag 8.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). FAO Irrigation and drainage paper No. 56. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 56(97), e156.
- Aponte, C. (2019). *Diseño y construcción de una canaleta parshall para el laboratorio de hidráulica de la universidad santo tomás sede central*. Bogotá: Universidad de Santo Tomás.
- Banchón, J. (2021). Diseño de un sistema de riego por aspersión en cultivo de banano para la “finca el garrido” ubicada en Calichana, cantón Pasaje, provincia del Oro. *Universidad Estatal Península de Santa Elena*, 14.18.
- Brantley, S., & Golladay, S. (2020). Simulated irrigation reduction improves low flow in streams-A case study in the Lower Flint River Basin. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100665>
- Brantley, S., & Golladay, S. (2020). Simulated irrigation reduction improves low flow in streams-A case study in the Lower Flint River Basin. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100665>
- Brito, C. (2018). Estudio de la variabilidad Temporal-Espacial de lluvia a lo largo de la Subcuenca del río Yanuncay del año 2016, Azuay-Ecuador. *Universidad Politécnica Salesiana*.
- Burítica, H. (1985). Un método para estimar los requerimientos de almacenamiento de agua con fines de riego. *INGENIERIA AGRICOLA*, Volumen 3 N° 2, pag 5-9.
- Caiza, A. (2017). Diseño de un sistema de riego por aspersión, incorporando estructuras de tratamiento preventivo, con un manual de operación y mantenimiento, en la comunidad “El Galpón”, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi. *Universidad Técnica de Ambato*, 26.
- Caiza, J., & Cuchipe, L. (2022). Diseño agronómico e hidráulico para la implementación de un sistema de riego por aspersión en el cultivo de banano (*Mussa paradisiaca*.) en el cantón La Maná recinto San Eduardo. *Universidad Técnica de Cotopaxi*.
- Calero, N., & Pilatasig, M. (2021). Diseño agronómico e hidráulico para la implementación de un sistema de riego por aspersión en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) de variedad ccn51. *Universidad Técnica de Cotopaxi*, 27-32.
- Cardona, M. (2012). Módulo Pastos y Forrajes Arauca. Bogotá: *Federación Colombiana de ganaderos*.

- Cardozo, M., & Diaz, J. (2014). Diseño de un sistema de riego por aspersión. La finca el Cedro ubicada en el Municipio de Aquitania. *Universidad Militar Nueva Granada*.
- Cisneros, F., Pacheco, T., & Feyen, J. (2007). Evaluación del rendimiento de sistemas de riego por aspersión de baja pluviosidad como resultado de la aplicación de la extensión como soporte técnico. *Universidad Politécnica de Valencia*.
- Cuenca, L. (2019). Cálculo de la longitud mínima de aproximación para una canaleta Parshall, a través de la comparación del comportamiento hidráulico entre un modelo numérico y un modelo físico. *Universidad Católica de Colombia*.
- De la Fuente, I. (2014). *Instalación de Sistemas de Riego en parques y jardines*. STARBOOK.
- Díaz Cordero, G. (2012). El Cambio Climático. *Ciencia y Sociedad*, Vol. XXXVII, N.º 2, 227-240.
- Espinoza, G. (2022). *Utilización del Software EPANET a un sistema de agua potable*. Guayaquil.
- ESPAC. (2019). Ecuador, Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. *ESPAC*.
- Evans, J., & Zaitchik, B. (2008). Modeling the large-scale water balance impact of different irrigation systems. *Water Resources Research*, 44. doi: <https://doi.org/10.1029/2007WR006671>
- FAO. (2000). *Technical handbook on pressurized irrigation techniques*. Roma.
- FAO. (2006). Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)*.
- FAO. (2019). *Escasez de agua: Uno de los mayores retos de nuestro tiempo*. Obtenido de FAO: [https://www.fao.org/fao-stories/article/La creciente escasez agua, del cambio climatico.htm](https://www.fao.org/fao-stories/article/La%20creciente%20escasez%20agua,%20del%20cambio%20climatico.htm)
- FAO. (2020). *Technical handbook on pressurized irrigation techniques*. Roma: FAO.
- FAO. (2023). *Soil grids (SOIL_GRIDS)*. Obtenido de Land & Water: <https://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/category/details/en/c/1032172/>
- García, G. (2017). Asesoramiento técnico para la implementación de un sistema de riego por aspersión en el departamento de producción animal de la facultad de ciencias Veterinarias. *Universidad técnica de Manabí*.

- García, I. (1997). *Sistemas de riego por aspersión y goteo*. Trillas.
- Gaspar Romero, E. (2019). Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego de Caqui, provincia de Huaral. *Universidad Peruana los Andes*.
- GERFOR. (2011). Manual de Infraestructura. *GERFOR*, 18-36.
- González, E. (2001). Canal Parshall. *Comisión Nacional de Agua*.
- Hendrix, F. (2018). Irrigated Pastures. *Washington University*.
- Hogan, R., Stiles, S., Tacker, P., Vories, E., & Bryant, K. (2018). Estimating Irrigation Costs. *University of Arkansas*, 29-31.
- INAMHI. (INAMHI). 2012. *Anuario Meteorológico*.
- INIA. (2017). Manual del cultivo de uva de mesa. *Santiago de Chile: Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones*.
- INIAP. (2019). "Mejoramiento de la Productividad de los Sistemas de Producción de Leche y Carne Bovina en áreas Críticas de la Costa, Sierra y Amazonía Ecuatoriana.". *INIAP*.
- INIFAP. (2007). Programa para Calcular las Demandas de Agua y Calendarizar el Riego de los Cultivos. *CENID*, 3-9.
- Kusaba, T., & Masuda, A. (1988). La altura de rugosidad y la ley de arrastre sobre la superficie del agua basadas en la hipótesis del equilibrio local. *Revista de la Sociedad Oceanográfica de Japón* 44, 200–214.
- León, R. (2018). Pastos y Forrajes del Ecuador. *Quito - Pichincha: Editorial Universitaria Universidad Abya - Yala*.
- López, M. (2020). Constatación de linderos de la granja "Nero"-Generación de Geoinformación. *Universidad de Cuenca*.
- Losada, A. (2009). *El riego: Fundamentos hidráulicos*. Córdoba: Mundi-Prensa Libros, S.A.
- Lupercio, G., Macancela, A., Tacuri, E., & Lupercio, L. (2022). Estación meteorológica inteligente para control de riego y mitigación de heladas. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 34(3), 46-57.
- MAGAP. (2021). Levantamiento de cartografía temática escala 1:25000, Lote 1. *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca*.
- MDT. (2018). Horarios de trabajo. *Ministerio de Trabajo*.
- MEFCCA. (2018). Uso del agua del reservorio en labores agropecuarias. *MEFCCA - CATIE*.

- Mendoza, C. (2013). Determinación de la productividad forrajera de un sistema tradicional de pastoreo a un sistema silvopastoril de pasto miel con aliso en nanegalito. *Universidad Central del Ecuador*.
- Merchán, W., & Orellana, S. (2023). Generación de cartografía básica a detalle (escala 1: 1 000) mediante levantamiento aerofotogramétrico con RPAS para la granja de Nero. *Universidad de Cuenca*.
- Mkilima, T. (2021). Toe drain size and slope stability of homogeneous embankment dam under rapid drawdown. *Technobius*. doi: <https://doi.org/10.54355/tbus/1.3.2021.0001>
- Monroy, C. (2021). *Diseño de un sistema de control de tiempos no productivos mediante la recolección, digitalización y visualización de datos obtenidos en control de piso*, 33-34.
- Muñoz, R. (2024). Diseño agronómico de un sistema de riego parcelario para el Módulo 7 del Proyecto Chambo - Guano, Fase II, comunidad Chingazos, cantón Guano. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*.
- OPS. (2004). Guía para el diseño y construcción de reservorio. *Centro Panamericano de Ingeniería*.
- Ortega, D. (2012). Hidrometría Básica Aplicada a la Operación de Distritos y Unidades de Riego. *Instituto del Agua del Estado de Nuevo León (IANL)*.
- Ortega, V. D. (2017). Caracterización productiva de las ganaderías en los cantones occidentales de la provincia del Azuay, Cuenca - Azuay. *ESPAC*.
- Palomino, K. (2009). *Riego por aspersión*. Madrid: MACRO.
- Paredes, P., Pereira, L., Almorox, j., & Darouich, H. (2020). Reference grass evapotranspiration with reduced data sets: Parameterization of the FAO Penman-Monteith temperature approach and the Hargeaves-Samani equation using local climatic variables. *Agricultural Water Management*, 240. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106210>
- Perez, F. (2019). *Abastecimientos de aguas "Tratamientos iniciales de potabilización"*. Obtenido de Universidad Politécnica de Cartagena: https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/12612/mod_resource/content/1/Tema%2004%20TRATAMIENTOS%20INICIALES.pdf
- Quinga, A. (2022). *Diseño de un sistema de distribución de agua agrícola en las comunidades La Dolorosa y El Panecillo, Tungurahua para mejorar la eficiencia del uso del recurso hídrico*. Quito: Universidad Politécnica Salesianas.

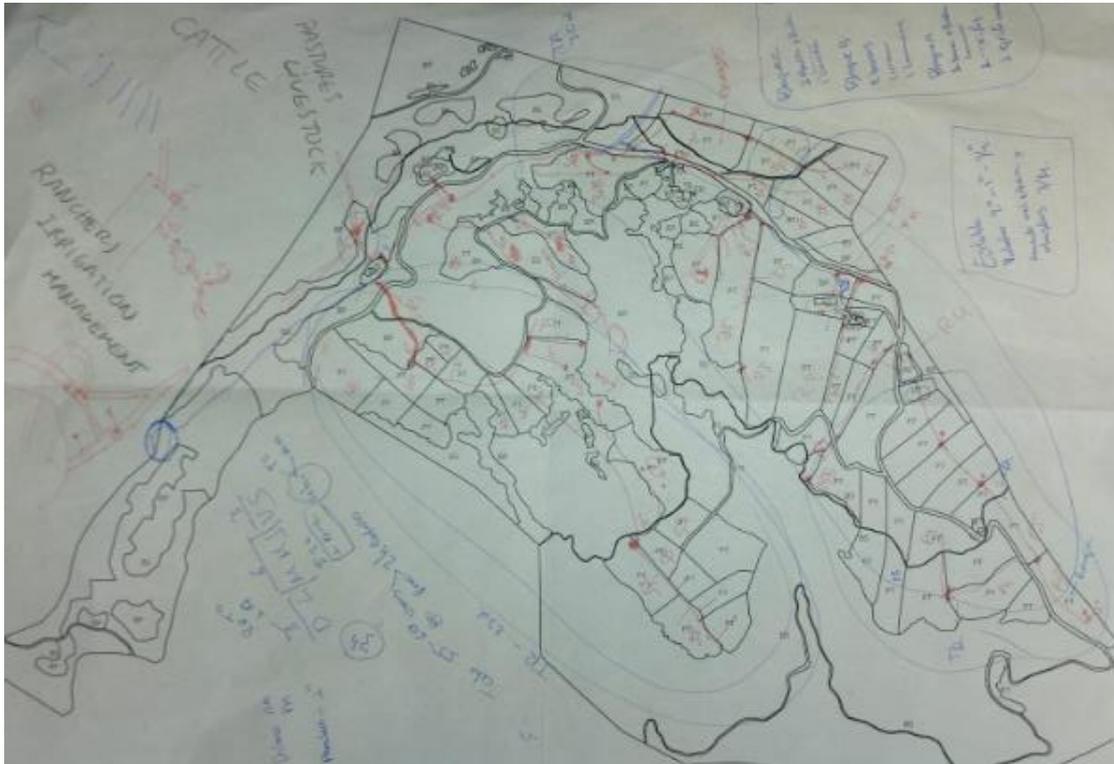
- Rosenberry, D., Winter, T., Buso, D., & Likens, G. (1995). Comparison of 15 evaporation methods applied to a small mountain lake in the northeastern USA. *Journal of Hydrology*.
- Senninger. (2023). Pressure Regulation. *Agricultural Irrigation*.
- Skogerboe, G., Leon, M., Raymond, J., & England, D. (1965). Submerged Parshall Flumes of Small Size. *Utah State University*. Obtenido de https://digitalcommons.usu.edu/water_rep/79?utm_source=digitalcommons.usu.edu%2Fwater_rep%2F79&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Spiegel, M. (1970). *Estadística*. MC Graw HILL.
- Suárez, E. (2018). *Aforo de caudales*. UNIVERSIDAD DE LA COSTA.
- Tarjuelo, J. (1991). El riego por aspersión: diseño y funcionamiento. *Universidad de Castilla*.
- USDA. (2023). *SPAW*. Obtenido de <https://www.ars.usda.gov/research/software/download/?softwareid=492&modecode=80-42-05-10>
- Varas, E., & Sandoval, J. (1989). Riego por aspersión. *Chile: Temuco*.
- Veintimilla, A. (2021). Diseño de un sistema de riego de pastizales para la crianza de ganado vacuno en la hacienda San Alfonso del cantón Ponce Enríquez. *Universidad Politécnica Salesiana*.
- Verdesoto, B. (2020). Diseño hidráulico de redes principales y parcelarias del sistema de riego por aspersión para mejorar la calidad agrícola del sector Chaupiloma II, Cantón Píllaro. *Universidad Técnica de Ambato*.
- Zehirun, D. (2002). Modelo hidráulico de sistema de riego por aspersión a escala de campo. *Revista de Ingeniería de Riego y Drenaje, ASCE*.
- Zelada, J. (2023). Fortalecimiento del sistema de riego mediante un manual de operación y mantenimiento en la comunidad Chafra Corral del municipio de Omereque.
- Zuñiga, M. (2004). Diseño y evaluación del riego a presión. *San José Universidad de Costa Rica*.

8 Anexos

Anexo A Medición de volúmenes de los reservorios de la granja Nero por el método de la argolla y levantamiento de coordenadas con el GPS EMLID Reach RS2.



Anexo B Socialización junto con la administración de la granja para definir el trazado hidráulico.



Anexo C Levantamiento de información para la elaboración del cuaderno de tiempos muertos.



Anexo D Cálculo de volumen del reservorio N° 2.

Estacas 1 y 2					Estacas 2 y 3					Estacas 3 y 4					Estacas 4 y 5				
cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4
0	0,18	0,65	0,25		0	0,64	1,95	1,1		0	0,7	1,78	1,86		0	0,18	1,4	2	1,94
0	0,64	1,35	1,1		0	0,7	1,78	1,86		0	0,7	1,78	1,86		0	0,1	1,4	1,8	1,88
0,18	0,65	0,25	0		0,64	1,35	1,1	0		0,7	1,78	1,86	0		0,18	1,4	2	1,94	0
0,64	1,35	1,1	0		0,7	1,78	1,86	0		0,7	1,78	1,86	0		0,1	1,4	1,8	1,88	0
0,25	0	0	0,25		0,25	1,1175	1,3225	0,3		0,25	1,025	1,16	1,275		0,06	0,75	1,075	1,1075	0,775
5,125	17,625	20,425	9,525		6,875	27,025	36,925	18,2		5,5	25,075	34,475	31,875		2,125	18,875	41,875	41,875	19,025

Estacas 5 y 6					Estacas 6 y 7					Estacas 7 y 8							
cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 5	cuadro 6	
0	0,2	1,4	1,9	1,85	0	0,26	1,2	1,8	1,85	0	0,3	1,07	1,7	1,8	1,1	0	
0	0,26	1,2	1,8	1,85	0,7	0,3	1,07	1,7	1,8	1,1	0,1	1,07	1,7	1,8	1,1	0,1	
0,2	1,4	1,9	1,85	0	0,26	1,2	1,8	1,85	0,7	0,3	1,07	1,7	1,8	1,1	0,1	0	
0,26	1,2	1,8	1,85	0,7	0,3	1,07	1,7	1,8	1,1	0,1	0,1	1,07	1,7	1,8	1,1	0,1	
0,115	0,765	1,575	1,85	1,1	0,175	0,74	1,4425	1,7875	1,3625	0,45	0,1	0,63	1,355	1,7	1,3	0,65	0,025
3,825	26,725	46,725	46,425	27,425	3,3	13,6625	26,625	42,625	36,625	24,425	2,3	9,23	20,825	42,1	25,6	14,6	6,24

Estacas 8 y 9							Estacas 9 y 10						
cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 5	cuadro 6	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 5	cuadro 6
0	0,1	1,05	1,4	1,35	1	0,5	0	0,2	1	1,4	1,35	1	0,5
0	0,2	1	1,4	1,35	1	0,5	0,1	0,2	0,65	1	0,8	0,6	0
0,1	1,05	1,4	1,35	1	0,5	0,1	0,2	1	1,4	1,35	1	0,5	0
0,2	1	1,4	1,35	1	0,5	0,1	0,1	0,65	1	0,8	0,6	0	0
0,075	0,5875	1,3625	1,5125	1,3625	0,75	0,13	0,05	0,4625	1,0125	1,1375	0,9375	0,525	0,125
2,875	14,6875	31,9625	37,8125	34,9625	18,75	3,2	1,35	11,5625	21,9125	28,4375	26,4375	15,125	9,125

Volumen en m³								
Estacas	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 5	cuadro 6	Total
Estaca 1 y 2	5,125	14	17,625	20,425	8,3125			61,925
Estaca 2 y 3	8,375	27,875	38,0625	18,5				92,8125
Estaca 3 y 4	5,5	25,375	44	34,875				109,75
Estaca 4 y 5	2,375	19,875	41,875	48,6875	19,3125			132,125
Estaca 5 y 6	2,875	19,125	39,375	46,25	27,5	4,375		139,5
Estaca 6 y 7	3,5	17,8875	36,0625	44,8875	34,9625	11,25		147,35
Estaca 7 y 8	2,5	16,75	39,875	42,5	37,5	16,25	0,625	145
Estaca 8 y 9	1,875	14,6875	31,9625	37,8125	34,9625	18,75	3,75	142,625
Estaca 9 y 10	1,25	11,5625	25,3125	28,4375	28,4375	13,125	3,125	106,35
Volumen total en m³ del Reservorio								1068,425

Anexo E Cálculo de volumen del reservorio N° 3.

Estacas 1 y 2					Estacas 2 y 3					Estacas 3 y 4				
cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4
0,00	0,37	0,40	0,40	0,75	0,00	0,60	1,10	1,10	0,95	0,00	0,55	1,20	1,10	0,30
0,00	0,60	1,10	1,10	0,95	0,00	0,60	1,10	1,10	0,95	0,00	0,60	1,10	1,10	0,95
0,37	0,40	0,40	0,75	0,00	0,60	1,10	1,10	0,95	0,00	0,55	1,20	1,10	0,95	0,00
0,60	1,10	1,10	0,95	0,00	0,55	1,20	1,10	0,95	0,00	0,40	1,05	1,20	0,55	0,00
0,24	0,62	0,75	0,80	0,43	0,29	0,86	1,13	0,86	0,31	0,24	0,80	1,14	0,79	0,21
6,06	15,44	16,75	20,00	10,63	7,19	21,56	28,13	21,56	7,81	5,94	20,00	28,44	19,69	5,31

Estacas 4 y 5					Estacas 5 y 6				Estacas 6 y 7			
cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3
0,00	0,40	1,05	1,20	0,55	0,00	0,45	0,80	0,85	0,00	0,10	0,60	0,30
0,00	0,45	0,80	0,85	0,00	0,00	0,10	0,60	0,30	0,00	0,00	0,30	0,12
0,40	1,05	1,20	0,55	0,00	0,45	0,80	0,85	0,00	0,10	0,60	0,30	0,00
0,45	0,80	0,85	0,00	0,00	0,10	0,60	0,30	0,00	0,00	0,30	0,12	0,00
0,21	0,68	0,98	0,65	0,14	0,14	0,49	0,64	0,29	0,03	0,25	0,33	0,11
5,31	16,88	24,38	16,25	3,44	3,44	12,19	15,94	7,19	0,63	6,25	8,25	2,63

Volumen en m³								
Estacas	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 5	cuadro 6	Total
Estaca 1 y 2	6,06	15,44	18,75	20,00	10,63			70,88
Estaca 2 y 3	7,19	21,56	28,13	21,56	7,81			86,25
Estaca 3 y 4	5,94	20,00	28,44	19,69	5,31			79,38
Estaca 4 y 5	5,31	16,88	24,38	16,25	3,44			66,25
Estaca 5 y 6	3,44	12,19	15,94	7,19				38,75
Estaca 6 y 7	0,63	6,25	8,25	2,63				17,75
Volumen total en m³ del Reservorio								359,25

Anexo F Cálculo de volumen del reservorio N° 4.

Estacas 0 (0m) Estaca 1 (5m) Estaca 2 (10m) Estaca 3 (15m) Estaca 4 (20m) Estaca 5 (25m) Estaca 6 (30m) Estaca 7 (35m) Estaca 8 (40m) Estaca 9 (9m)									
cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 5	cuadro 6	cuadro 7	cuadro 8	cuadro 9
0	0,2	0,5	0,45	0,45	0,61	0,6	0,26	0,67	0,38
0	0,25	0,4	0,6	0,9	1,5	1,39	1,65	2,09	1,67
0	0,25	0,4	0,6	0,9	1,5	1,39	1,65	2,09	1,67
0	0,3	0,7	0,8	1,76	2,04	2,09	2,16	1,64	
			0,9	1,74	1,84	2,04	1,94		
					1,79	1,94	1,83		
						1,57	1,54		

Estacas 0 y 1				Estacas 8 y 9			
cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3
0	0,18	0	0	0,67	2,09	2,09	2,16
0	0,2	0,15	0,25	0,88	1,67	1,69	1,64
0	0,2	0,15	0,25	2,09	2,09	2,16	1,94
0,2	0,15	0,25	0	1,67	1,69	1,64	0
0,05	0,1125	0,1	0,0625	1,2025	1,385	1,395	1,435
1,25	8,1125	2,5	1,6625	30,6625	47,1125	47,975	35,875

Estacas 1 y 2				Estacas 2 y 3				Estacas 3 y 4				Estacas 4 y 5			
cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3
0,2	0,35	0,25	0	0,5	0,4	0,4	0,3	0,45	0,8	0,6	0,7	0,45	0,9	0,9	0,8
0,5	0,4	0,4	0,3	0,45	0,8	0,6	0,7	0,45	0,9	0,9	0,8	0,61	1,5	1,69	1,76
0,35	0,25	0	0	0,4	0,4	0,3	0	0,8	0,6	0,7	0	0,9	0,9	0,8	0,9
0,4	0,4	0,3	0	0,8	0,6	0,7	0	0,9	0,9	0,8	0,9	1,5	1,69	1,76	1,74
0,3025	0,3625	0,35	0,2375	0,3375	0,55	0,5	0,25	0,65	0,8	0,75	0,6	0,855	1,2475	1,3875	1,3
9,0625	9,0625	8,75	5,9375	13,4375	15,75	12,4	6,28	16,25	20	18,75	15	5,625	21,625	31,1875	32,1875

Estacas 5 y 6					Estacas 6 y 7						Estacas 7 y 8							
cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 5	cuadro 6	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 5	cuadro 6
0,61	1,5	1,69	1,76	1,74	0,6	1,39	1,99	2,04	1,84	1,79	0	0,36	2,09	2,09	2,04	1,94	1,82	1,57
0,6	1,39	1,99	2,04	1,84	0,36	1,65	1,94	2,09	2,04	1,94	1,57	1,65	1,94	2,09	2,04	1,94	1,82	1,54
1,5	1,69	1,76	1,74	0	1,39	1,99	2,04	1,84	1,79	0	0	2,09	2,09	2,09	2,09	1,94	1,82	1,54
1,39	1,99	2,04	1,84	1,79	0	1,65	1,94	1,7	2,04	1,94	1,57	1,1925	1,9425	2,07	2,0775	1,935	1,7175	0,7775
11,025	14,625	1,87	1,945	13,425	0,4475	1,7425	1,9175	2,0025	1,9025	1,325	0,3925	25,8125	41,0625	46,75	46,125	33,5625	31,1875	15,1875

Volumen en m³								
Estacas	cuadro 0	cuadro 1	cuadro 2	cuadro 3	cuadro 4	cuadro 5	cuadro 6	Total
Estaca 0 y 1	1,25	3,31	2,50	1,56				8,63
Estaca 1 y 2	9,06	9,06	8,75	5,94				32,81
Estaca 2 y 3	13,44	15,75	12,50	6,25				48,94
Estaca 3 y 4	16,25	20,00	18,75	15,00				70,00
Estaca 4 y 5	21,63	31,19	32,19	32,50				117,51
Estaca 5 y 6	25,63	41,06	46,75	46,13				160,57
Estaca 6 y 7	25,00	48,56	47,94	50,06				171,56
Estaca 7 y 8	29,81	48,56	51,75	51,44				181,56
Estaca 8 y 9	30,06	47,13	47,38	35,88				160,44
Volumen total en m³ del Reservorio								1211,13

Anexo G Balance hídrico del año 2022.

Table with columns: DOI, AÑO, MES, DIA, KT_SFC_SW, T_Max, T_Min, Humedad, R_Vel, Viento, ETO(PM), FACTOR KC, ETC, ETR, RFG, Lamina, Butala, Laminas, Diseña, etc-id, PREC, EFEC, RIEGO(S/NO), Bala_Hidr, Laminas, Volumen_Tot, Caudal (m3/h), caudal (l/s). Rows represent daily data for 2022.

128	2022	5	8	14.94	16.9	22.69	13.15	79.5	2.05	3.20	0.85	2.72	0.75	3.63	2.94	-0.22	0.22	5,803094138	0	3.08	0	0	0	0.0
129	2022	5	9	18.05	17.04	23.3	12.74	76.75	1.83	3.63	0.85	3.08	0.75	4.11	2.94	-0.14	-0.14	0	1	-3.08	2.94	1362.102	170.26275	47.3
130	2022	5	10	7.09	16.46	22.75	12.05	80.44	1.77	2.14	0.85	1.82	0.75	2.42	2.94	-1.12	1.12	0	1	-1.82	2.94	1362.102	170.26275	47.3
131	2022	5	11	15.49	16.7	23.97	12.39	81.06	1.52	2.94	0.85	2.50	0.75	3.93	2.94	-0.44	0.44	0	1	-2.50	2.94	1362.102	170.26275	47.3
132	2022	5	12	12.13	16.38	21.83	12.4	83.38	1.78	2.57	0.85	2.18	0.75	2.91	2.94	-0.76	0.76	0	1	-2.18	2.94	1362.102	170.26275	47.3
133	2022	5	13	12.39	16.58	22.45	13.07	81.56	1.87	2.80	0.85	2.38	0.75	3.17	2.94	-0.56	0.56	0	1	-2.38	2.94	1362.102	170.26275	47.3
134	2022	5	14	8.94	16.48	23.25	12.35	82.62	1.94	2.42	0.85	2.05	0.75	2.74	2.94	-0.89	0.89	0	1	-2.05	2.94	1362.102	170.26275	47.3
135	2022	5	15	14.49	16.61	22.45	12.17	83.38	1.1	2.93	0.4	2.42	0.75	3.29	2.94	-0.52	0.52	0	1	-2.42	2.94	1362.102	170.26275	47.3
136	2022	5	16	11.44	16.14	21.64	12.39	83.31	1.57	2.51	0.85	2.13	0.75	2.84	2.94	-0.81	0.81	0	1	-2.13	2.94	1362.102	170.26275	47.3
137	2022	5	17	11.34	16.19	22.27	12.78	83.31	1.75	2.61	0.4	1.04	0.75	1.99	1.98	-0.34	0.34	0	1	-1.04	1.98	639.354	79.91925	22.2
138	2022	5	18	9.65	15.43	21.01	12.82	85.5	1.05	2.19	0.4	0.87	0.75	1.17	1.98	-0.51	0.51	21,566495984	0	20.69	0	0	0	0.0
139	2022	5	19	14.9	16.61	22.45	12.17	83.38	1.1	2.93	0.4	1.17	0.75	1.66	1.98	-0.21	0.21	0	1	-1.17	1.98	639.354	79.91925	22.2
140	2022	5	20	10.76	15.9	22.65	11.33	81.5	1.38	2.47	0.4	0.99	0.75	1.32	1.98	-0.39	0.39	0	1	-0.99	1.98	639.354	79.91925	22.2
141	2022	5	21	13.99	16.23	23.09	10.85	80.69	1.47	2.88	0.4	1.15	0.75	1.54	1.98	-0.23	0.23	0	1	-1.15	1.98	639.354	79.91925	22.2
142	2022	5	22	15.29	16.6	23.18	12.07	83.25	1.12	3.02	0.4	1.21	0.75	1.38	-0.17	0.17	0	1	-1.21	1.98	639.354	79.91925	22.2	
143	2022	5	23	16.07	16.33	21.23	13.94	86.31	1.07	3.00	0.4	1.20	0.75	1.60	1.98	-0.18	0.18	0	1	-1.20	1.98	639.354	79.91925	22.2
144	2022	5	24	15.17	16.66	22.59	12.45	81.44	1.1	2.96	0.4	1.18	0.75	1.58	1.98	-0.20	0.20	0	1	-1.18	1.98	639.354	79.91925	22.2
145	2022	5	25	12.73	15.99	22.29	11.99	80.31	2.18	2.89	0.4	1.15	0.75	1.54	1.98	-0.23	0.23	0	1	-1.15	1.98	639.354	79.91925	22.2
146	2022	5	26	9.86	15.97	22.28	11.89	78.81	2.88	2.74	0.4	1.10	0.75	1.46	1.98	-0.28	0.28	0	1	-1.10	1.98	639.354	79.91925	22.2
147	2022	5	27	11.16	15.43	21.63	11.37	78.88	3.01	2.97	1.05	3.12	0.75	4.16	3.63	-0.51	0.51	0	1	-3.12	3.63	1681.779	210.22375	58.4
148	2022	5	28	12.28	15.6	22.06	11.24	80.44	1.75	2.71	1.05	2.84	0.75	3.79	3.63	-0.79	0.79	0	1	-2.84	3.63	1681.779	210.22375	58.4
149	2022	5	29	13.16	15.62	22.55	11.37	79.56	1.83	2.90	1.05	3.05	0.75	4.06	3.63	-0.58	0.58	0	1	-3.05	3.63	1681.779	210.22375	58.4
150	2022	5	30	13.99	15.33	22.28	10.69	77.98	1.61	2.91	1.05	3.06	0.75	4.08	3.63	-0.57	0.57	0	1	-3.06	3.63	1681.779	210.22375	58.4
151	2022	6	31	14.96	15.31	21.96	9.87	81.62	1.02	2.82	1.05	2.96	0.75	3.94	3.63	-0.67	0.67	0	1	-2.96	3.63	1681.779	210.22375	58.4
152	2022	6	1	15.98	15.8	21.03	12.85	84	0.85	2.92	1.05	3.07	0.75	4.09	3.63	-0.56	0.56	0	1	-3.07	3.63	1681.779	210.22375	58.4
153	2022	6	2	13.49	15.29	21.04	11.31	83.75	1.17	2.62	1.05	2.75	0.75	3.67	3.63	-0.88	0.88	0	1	-2.75	3.63	1681.779	210.22375	58.4
154	2022	6	3	8.28	15.23	20.89	11.33	82.88	1.41	2.04	1.05	2.14	0.75	2.86	3.63	-1.49	1.49	0	1	-2.14	3.63	1681.779	210.22375	58.4
155	2022	6	4	9.84	15.7	21.04	11.99	82.12	1.16	2.20	1.05	2.31	0.75	3.08	3.63	-1.32	1.32	0	1	-2.31	3.63	1681.779	210.22375	58.4
156	2022	6	5	13.03	15.92	22.3	11.08	79.25	1.23	2.69	1.05	2.82	0.75	3.76	3.63	-0.81	0.81	0	1	-2.82	3.63	1681.779	210.22375	58.4
157	2022	6	6	11.46	15.7	21.91	11.87	78.12	1.19	2.52	0.85	2.46	0.75	2.85	2.94	-0.80	0.80	0	1	-2.46	2.94	1362.102	170.26275	47.3
158	2022	6	7	8.48	15.15	21.19	11.05	85.38	1.29	2.01	0.85	1.71	0.75	2.28	2.94	-1.23	1.23	0	1	-1.71	2.94	1362.102	170.26275	47.3
159	2022	6	8	9.15	15.43	21.12	11.88	83.5	1.05	2.06	0.85	1.75	0.75	2.33	2.94	-1.19	1.19	0	1	-1.75	2.94	1362.102	170.26275	47.3
160	2022	6	9	10.33	15.51	20.75	12.02	86.12	1.01	2.17	0.85	1.84	0.75	2.45	2.94	-1.10	1.10	0	1	-1.84	2.94	1362.102	170.26275	47.3
161	2022	6	10	9.17	15.67	21.83	11.83	83.53	1.23	2.88	0.85	1.80	0.75	2.93	2.94	-1.00	1.00	0	1	-1.80	2.94	1362.102	170.26275	47.3
162	2022	6	11	10.23	15.45	21.4	12.28	83.44	2.11	2.52	0.85	2.14	0.75	2.86	2.94	-0.80	0.80	0	1	-2.14	2.94	1362.102	170.26275	47.3
163	2022	6	12	11.7	15.84	22.14	11.99	77.94	2.48	2.88	0.85	2.54	0.75	3.38	2.94	-0.40	0.40	0	1	-2.54	2.94	1362.102	170.26275	47.3
164	2022	6	13	8.69	15.3	21.98	11.06	77.98	2.39	2.84	0.85	2.16	0.75	2.85	2.94	-0.78	0.78	17,55851166	0	15.38	0	0	0	0.0
165	2022	6	14	11.12	15.15	21.51	10.01	73.94	2.02	2.81	0.85	2.38	0.75	3.18	2.94	-0.56	0.56	0	1	-2.38	2.94	1362.102	170.26275	47.3
166	2022	6	15	19.37	15.03	22.95	8.22	74.19	1.18	3.46	0.85	2.94	0.75	3.92	2.94	0.00	0.00	0	1	-2.94	2.94	1362.102	170.26275	47.3
167	2022	6	16	18.94	15.96	22	10.46	74.56	1.72	3.61	0.4	1.44	0.75	1.92	1.98	-0.06	-0.06	0	1	-1.44	1.98	639.354	79.91925	22.2
168	2022	6	17	13.54	15.29	21.91	9.58	77.75	1.17	2.74	0.4	1.21	0.75	1.46	1.98	-0.28	0.28	0	1	-1.21	1.98	639.354	79.91925	22.2
169	2022	6	18	8.86	15.15	21.07	10.62	82.12	1.23	2.07	0.4	0.83	0.75	1.10	1.98	-0.55	0.55	0	1	-0.83	1.98	639.354	79.91925	22.2
170	2022	6	19	15.9	15.82	21.72	11.68	80.38	1.66	3.06	0.4	1.22	0.75	1.63	1.98	-0.16	0.16	0	1	-1.22	1.98	639.354	79.91925	22.2
171	2022	6	20	11.77	15.77	22.89	11.19	78.88	1.18	2.89	0.4	1.16	0.75	1.54	1.98	-0.22	0.22	0	1	-1.16	1.98	639.354	79.91925	22.2
172	2022	6	21	9.09	15.53	22.77	11.29	80.56	1.84	2.94	0.4	0.94	0.75	1.25	1.98	-0.44	0.44	0	1	-0.94	1.98	639.354	79.91925	22.2
173	2022	6	22	9.16	15.7	21.91	10.99	82.81	1.19	2.52	0.85	1.80	0.75	1.38	1.98	-0.53	0.53	0	1	-1.80	1.98	639.354	79.91925	22.2
174	2022	6	23	12.27	15.71	22.17	11.01	79.31	2.18	2.86	0.4	1.14	0.75	1.52	1.98	-0.24	0.24	0	1	-1.14	1.98	639.354	79.91925	22.2
175	2022	6	24	10.37	15.41	21.01	12	78.94	2.1	2.60	0.4	1.04	0.75	1.39	1.98	-0.34	0.34	0	1	-1.04	1.98	639.354	79.91925	22.2
176	2022	6	25	16.61	15.21	21.55	11.59	75.06	3.32	3.62	0.4	1.45	0.75	1.93	1.98	0.07	-0.07	0	1	-1.45	1.98	639.354	79.91925	22.2
177	2022	6	26	8.06	14.04	19.85	9.92	69.56	4.23	2.97	1.05	3.12	0.75	4.16	3.63	-0.51	0.51	0	1	-3.12	3.63	1681.779	210.22375	58.4
178	2022	6	27	10.77	14.8	22.83	9.87	69.88	1.71	2.76	1.05	2.90	0.75	3.87	3.63	-0.73	0.73	0	1	-2.90	3.63	1681.779	210.22375	58.4
179	2022	6	28	14.5	14.67	21.96	9.96	69.88	1.96	2.84	1.05	3.46	0.75	4.38	3.63	-0.44	0.44	8,753861374	0	5.56	0	0	0	0.0
180	2022	6	29	14.98	15.04	21.67	9.12	74.81	1.73	3.04	1.05	3.19	0.75	4.25	3.63	-0.44	0.44	0	1	-3.19	3.63	1681.779	210.22375	58.4
181	2022	6	30	11.28	15.41	21.65	11.63	77.69	1.71	2.62	1.05	2.75	0.75	3.67	3.63	-0.88	0.88	0	1	-2.75	3.63	1681		

257	2022	9	14	15.75	16.8	25.15	10.22	69.38	1.8	1.8	3.68	0.4	1.47	0.75	1.96	1.38	0.09	-0.09	0	1	-1.47	1.38	639.354	79.91925	22.2
258	2022	9	15	15.92	17.07	25.05	10.72	68.81	2.05	3.79	0.4	1.52	0.75	2.02	1.38	0.14	-0.14	0	1	-1.52	1.38	639.354	79.91925	22.2	
259	2022	9	16	12.83	16.23	23.15	11.28	70.19	2.26	3.33	1.05	1.33	0.75	1.78	1.38	-0.05	0.05	0	1	-1.33	1.38	639.354	79.91925	22.2	
260	2022	9	17	18.72	16.69	23.36	11.88	69.56	1.7	3.91	0.4	1.57	0.75	2.09	1.38	0.19	-0.19	0	1	-1.57	1.38	639.354	79.91925	22.2	
261	2022	9	18	12.18	16.71	25.5	9.67	65.19	1.39	3.17	0.4	1.27	0.75	1.69	1.38	-0.11	0.11	0	1	-1.27	1.38	639.354	79.91925	22.2	
262	2022	9	19	15.39	16.01	23.41	10.33	67	1.45	3.44	0.4	1.38	0.75	1.83	1.38	0.00	0.00	0	1	-1.38	1.38	639.354	79.91925	22.2	
263	2022	9	20	12.11	16.01	23.52	10.41	68.62	1.36	2.89	0.4	1.16	0.75	1.54	1.38	-0.22	0.22	0	1	-1.16	1.38	639.354	79.91925	22.2	
264	2022	9	21	18.03	16.87	24.55	11.12	65.62	1.72	4.03	0.4	1.61	0.75	2.15	1.38	0.23	-0.23	0	1	-1.61	1.38	639.354	79.91925	22.2	
265	2022	9	22	17.52	17.2	23.26	11.87	64.69	1.26	3.81	0.4	1.53	0.75	2.09	1.38	0.15	-0.15	0	1	-1.53	1.38	639.354	79.91925	22.2	
266	2022	9	23	10.97	17.19	24.9	11.45	69	1.81	3.10	0.4	1.24	0.75	1.66	1.38	-0.14	0.14	0	1	-1.24	1.38	639.354	79.91925	22.2	
267	2022	9	24	11.28	17.06	23.44	12.97	69	1.98	3.14	1.05	1.30	0.75	1.60	1.38	-0.33	0.33	0	1	-1.30	1.38	639.354	79.91925	22.2	
268	2022	9	25	16.16	17.64	23.76	12.7	63.84	1.39	3.59	1.05	1.37	0.75	2.02	1.38	0.14	-0.14	0	1	-1.37	1.38	639.354	79.91925	22.2	
269	2022	9	26	13.25	16.56	24.55	10.15	70.88	1.81	3.30	1.05	1.47	0.75	1.62	1.38	-0.16	0.16	0	1	-1.47	1.38	639.354	79.91925	22.2	
270	2022	9	27	19.09	17.19	25.9	10.31	65.56	1.91	4.30	1.05	1.51	0.75	2.02	1.38	0.08	-0.08	0	1	-1.51	1.38	639.354	79.91925	22.2	
271	2022	9	28	14.18	16.76	24.65	10.49	65.56	1.79	3.54	1.05	1.72	0.75	1.96	1.38	0.09	-0.09	0	1	-1.72	1.38	639.354	79.91925	22.2	
272	2022	9	29	15.67	16.6	24.93	9.48	68.19	1.33	3.49	1.05	1.67	0.75	1.89	1.38	0.04	-0.04	0	1	-1.67	1.38	639.354	79.91925	22.2	
273	2022	9	30	16.86	17.21	24.72	10.96	68.19	1.31	3.65	1.05	1.83	0.75	1.51	1.38	0.20	-0.20	0	1	-1.83	1.38	639.354	79.91925	22.2	
274	2022	10	1	17.89	17.19	24.68	12.1	63.81	3.12	4.64	1.05	1.87	0.75	1.69	1.38	1.24	-1.24	0	1	-1.87	1.38	639.354	79.91925	22.2	
275	2022	10	2	14.28	17.24	24.95	12.29	56.06	3.92	4.86	1.05	1.50	0.75	1.60	1.38	1.47	-1.47	0	1	-1.50	1.38	639.354	79.91925	22.2	
276	2022	10	3	14.2	16.88	24.29	12.23	60.88	2.62	4.06	1.05	1.47	0.75	1.59	1.38	0.64	-0.64	0	1	-1.47	1.38	639.354	79.91925	22.2	
277	2022	10	4	15.72	17.03	24.11	12.02	64.94	1.55	3.65	0.85	1.10	0.75	1.44	1.38	0.16	-0.16	0	1	-1.10	1.38	639.354	79.91925	22.2	
278	2022	10	5	21.6	17.58	24.38	11.73	69.94	1.44	3.56	0.85	1.37	0.75	1.44	1.38	0.77	-0.77	0	1	-1.37	1.38	639.354	79.91925	22.2	
279	2022	10	6	16.79	17.06	23.56	11.15	74.81	1.65	3.64	0.85	1.09	0.75	1.42	1.38	0.15	-0.15	0	1	-1.09	1.38	639.354	79.91925	22.2	
280	2022	10	7	13.83	16.48	23.83	12.92	73.44	0.88	2.92	0.85	2.48	0.75	1.31	1.38	-0.48	0.48	0	1	-2.48	1.38	639.354	79.91925	22.2	
281	2022	10	8	13.05	16.68	23.3	12.08	69.81	1.52	3.16	0.85	2.69	0.75	1.58	1.38	-0.25	0.25	0	1	-2.69	1.38	639.354	79.91925	22.2	
282	2022	10	9	14.29	17.05	23.04	11.81	66.19	2.09	3.76	0.85	3.20	0.75	1.48	1.38	0.26	-0.26	0	1	-3.20	1.38	639.354	79.91925	22.2	
283	2022	10	10	14.25	16.9	23.18	10.96	64.44	2.4	3.51	0.85	3.33	0.75	1.44	1.38	0.39	-0.39	0	1	-3.33	1.38	639.354	79.91925	22.2	
284	2022	10	11	18.73	17.21	25.72	11	66.06	2.03	4.31	0.85	3.66	0.75	1.88	1.38	0.72	-0.72	0	1	-3.66	1.38	639.354	79.91925	22.2	
285	2022	10	12	14.02	17.14	25.2	10.94	66.94	1.38	3.38	0.85	2.87	0.75	1.83	1.38	-0.07	0.07	0	1	-2.87	1.38	639.354	79.91925	22.2	
286	2022	10	13	16.68	16.9	23.68	11.1	70.69	1.45	3.69	0.85	3.45	0.75	1.48	1.38	0.20	-0.20	0	1	-3.45	1.38	639.354	79.91925	22.2	
287	2022	10	14	21.21	17.23	24.42	12.75	71.38	1.21	4.20	0.4	1.68	0.75	1.24	1.38	0.30	-0.30	0	1	-1.68	1.38	639.354	79.91925	22.2	
288	2022	10	15	10.75	16.73	23.56	13.6	74.12	1.78	2.87	0.4	1.15	0.75	1.53	1.38	-0.23	0.23	0	1	-1.15	1.38	639.354	79.91925	22.2	
289	2022	10	16	14.41	17.12	23.76	12.97	71.38	1.89	3.39	1.05	1.39	0.75	1.38	1.38	-0.03	0.03	0	1	-1.39	1.38	639.354	79.91925	22.2	
290	2022	10	17	11.9	17.06	24.18	11.74	73.62	1.2	2.87	0.4	1.15	0.75	1.53	1.38	-0.23	0.23	0	1	-1.15	1.38	639.354	79.91925	22.2	
291	2022	10	18	9.85	16.87	23.87	12.2	78.25	1.62	2.72	0.4	1.09	0.75	1.45	1.38	-0.29	0.29	0	1	-1.09	1.38	639.354	79.91925	22.2	
292	2022	10	19	11.07	16.67	23.82	12.03	78.75	1.48	2.71	0.4	1.08	0.75	1.44	1.38	-0.30	0.30	0	1	-1.08	1.38	639.354	79.91925	22.2	
293	2022	10	20	14.23	16.25	22.4	12.05	79.69	1.23	3.01	0.4	1.21	0.75	1.61	1.38	-0.17	0.17	0	1	-1.21	1.38	639.354	79.91925	22.2	
294	2022	10	21	12.22	16.54	23.41	12.3	77.31	1.41	2.91	0.4	1.16	0.75	1.55	1.38	-0.22	0.22	0	1	-1.16	1.38	639.354	79.91925	22.2	
295	2022	10	22	16.62	16.54	23.68	11.6	69.69	1.45	3.69	0.85	1.41	0.75	1.48	1.38	0.25	-0.25	0	1	-1.41	1.38	639.354	79.91925	22.2	
296	2022	10	23	11.58	17.01	24.08	13.03	76.56	1.24	2.84	0.4	1.14	0.75	1.51	1.38	-0.24	0.24	0	1	-1.14	1.38	639.354	79.91925	22.2	
297	2022	10	24	9.07	16.37	23.96	12.37	79.06	1.56	2.48	1.05	2.60	0.75	1.47	1.38	-0.13	0.13	0	1	-2.60	1.38	639.354	79.91925	22.2	
298	2022	10	25	11.8	16.88	23.91	12.19	71.75	1.21	2.87	0.4	1.15	0.75	1.53	1.38	-0.23	0.23	0	1	-1.15	1.38	639.354	79.91925	22.2	
299	2022	10	26	15.63	16.6	23.99	11.95	78.38	1.64	3.37	1.05	1.53	0.75	1.71	1.38	-0.10	0.10	0	1	-1.53	1.38	639.354	79.91925	22.2	
300	2022	10	27	16.11	16.6	23.94	11.94	78.56	1.45	3.34	1.05	1.51	0.75	1.68	1.38	-0.12	0.12	0	1	-1.51	1.38	639.354	79.91925	22.2	
301	2022	10	28	15.65	16.89	23.08	12.18	77.12	1.62	3.35	1.05	1.51	0.75	1.69	1.38	-0.12	0.12	0	1	-1.51	1.38	639.354	79.91925	22.2	
302	2022	10	29	16.61	17.23	24.96	11.82	72.06	2.02	3.84	1.05	1.62	0.75	1.58	1.38	-0.41	0.41	0	1	-1.62	1.38	639.354	79.91925	22.2	
303	2022	10	30	14.45	16.69	23.63	11.51	71.69	1.88	3.41	1.05	1.58	0.75	1.78	1.38	-0.05	0.05	0	1	-1.58	1.38	639.354	79.91925	22.2	
304	2022	10	31	17.25	17.3	25.23	11.02	68	4.49	3.81	1.05	1.01	0.75	1.34	1.38	0.38	-0.38	0	1	-4.01	1.38	639.354	79.91925	22.2	
305	2022	11	1	18.13	17.44	24.44	11.94	68.19	1.6	3.69	1.05	1.41	0.75	1.48	1.38	0.25	-0.25	0	1	-1.41	1.38	639.354	79.91925	22.2	
306	2022	11	2	10.22	17.05	23.77	12.72	69.75	2.68	3.26	1.05	1.43	0.75	1.57	1.38	-0.20	0.20	0	1	-1.43	1.38	639.354	79.91925	22.2	
307	2022	11	3	13.15	16.55	23.1	12.06	70.25	2.02	3.33	0.85	2.83	0.75	1.78	1.38	-0.11	0.11	0	1	-2.83	1.38	639.354	79.91925	22.2	
308	2022	11	4	17.85	17.81	24.87	11.69	66.62	1.34	3.83	0.85	3.27	0.75	1.46	1.38	0.44	-0.44	0	1	-3.27	1.38	639.354	79.91925	22.2	
309	2022	11	5	18.56	16.95	24.37	11.9	71.56	1.42	3.87	0.85	3.29	0.75	1.49	1.38	0.35	-0.35	0	1	-3.29	1.38	639.354	79.91925	22.2	
310	2022	11	6	14.16	17.31	24.58	11.73	73.56	1.37	3.24	0.85	2.75	0.75	1.67	1.38	-0.19	0.19	0	1						

Anexo H Dimensiones de las partes de una canaleta *Parshall* en mm (Skogerboe et al, 1965).

	b_c	A	a	B	C	D	E	L	G	H	K	M	N	P	R	X	Y	Z
1"	25.4	363	242	356	93	167	229	76	203	206	19	-	29	-	-	8	13	3
2"	50.8	414	276	406	135	214	254	114	254	257	22	-	43	-	-	16	25	6
3"	76.2	467	311	457	178	259	457	152	305	309	25	-	57	-	-	25	38	13
6"	152.4	621	414	610	394	397	610	305	610	-	76	305	114	902	406	51	76	-
9"	228.6	879	587	864	381	575	762	305	457	-	76	305	114	1080	406	51	76	-
1'	304.8	1372	914	1343	610	845	914	610	914	-	76	381	229	1492	508	51	76	-
1'6"	457.2	1448	965	1419	762	1026	914	610	914	-	76	381	229	1676	508	51	76	-
2'	609.6	1524	1016	1495	914	1206	914	610	914	-	76	381	229	1854	508	51	76	-
3'	914.4	1676	1118	1645	1219	1572	914	610	914	-	76	381	229	2222	508	51	76	-
4'	1219.2	1829	1219	1794	1524	1937	914	610	914	-	76	457	229	2711	610	51	76	-
5'	1524.0	1981	1321	1943	1829	2302	914	610	914	-	76	457	229	3080	610	51	76	-
6'	1828.0	2134	1422	2092	2134	2667	914	610	914	-	76	457	229	3442	610	51	76	-
7'	2133.6	2286	1524	2242	2438	3032	914	610	914	-	76	457	229	3810	610	51	76	-
8'	2438.4	2438	1626	2391	2743	3397	914	610	914	-	76	457	229	4172	610	51	76	-
10'	3048	-	1829	4267	3658	4756	1219	914	1829	-	152	-	343	-	-	305	229	-
12'	3658	-	2032	4877	4470	5607	1524	914	2438	-	152	-	343	-	-	305	229	-
15'	4572	-	2337	7620	5588	7620	1829	1219	3048	-	229	-	457	-	-	305	229	-
20'	6096	-	2845	7620	7315	9144	2134	1829	3658	-	305	-	686	-	-	305	229	-
25'	7620	-	3353	7620	8941	10668	2134	1829	3962	-	305	-	686	-	-	305	229	-
30'	9144	-	3861	7925	10566	12313	2134	1829	4267	-	305	-	686	-	-	305	229	-
40'	12191	-	4877	8230	13818	15481	2134	1829	4877	-	305	-	686	-	-	305	229	-
50'	15240	-	5893	8230	17272	18529	2134	1829	6096	-	305	-	686	-	-	305	229	-

Anexo I Matriz principal de la identificación de las tuberías principales.

Sector	ID	D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)	Sector	ID	D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)
S3-Principal	2	160	153,6	73	58,09	S3-Principal	149	110	105,6	73	7,89
S2-Principal	3	200	192,2	73	150,59	S3-Principal	150	110	105,6	73	13,73
S2-Principal	4	200	192,2	73	123,03	S3-Principal	152	140	134,4	73	33,05
S2-Principal	5	110	105,6	73	15,33	S3-Principal	153	140	134,4	73	0,57
S2-Principal	6	200	192,2	73	57,24	S3-Principal	153	140	134,4	73	0,38
S2-Principal	7	110	105,6	73	14,91	S3-Principal	153	140	134,4	73	41,3
S2-Principal	8	200	192,2	73	32,85	S3-Principal	154	140	134,4	73	60,42
S2-Principal	9	140	134,4	73	9,22	S3-Principal	155	160	144,8	181	11,56
S3-Principal	10	140	134,4	73	15,65	S3-Principal	156	140	134,4	73	20,33
S2-Principal	11	110	105,6	73	15,56	S1-Principal	160	160	147,6	145	3,84
S2-Principal	12	200	192,2	73	18,25	S1-Principal	160	160	147,6	145	66,92
S2-Principal	13	200	192,2	73	12,88	S1-Principal	161	160	147,6	145	13,41
S2-Principal	14	200	192,2	73	57,09	S1-Principal	162	160	147,6	145	7,16
S2-Principal	15	200	192,2	73	59,73	S1-Principal	163	160	147,6	145	68,7
S2-Principal	16	200	192,2	73	11,01	S1-Principal	165	160	147,6	145	8,77
S2-Principal	17	140	134,4	73	16,73	S1-Principal	166	160	147,6	145	22,4
S2-Principal	18	200	192,2	73	16,2	S1-Principal	167	200	192,2	73	7,34
S2-Principal	18	200	192,2	73	0,23	S3-Principal	167	200	192,2	73	25,08
S2-Principal	18	200	192,2	73	17,06	S1-Principal	168	140	134,4	73	16,16
S1-Principal	19	160	144,8	181	74,11	S1-Principal	169	140	134,4	73	129,99
S2-Principal	20	140	134,4	73	6,44	S1-Principal	170	140	134,4	73	48,14
S2-Principal	22	140	134,4	73	14,7	S1-Principal	172	160	144,8	181	12,02
S2-Principal	23	160	153,6	73	4,03	S1-Principal	172	160	144,8	181	58,62
S2-Principal	24	140	134,4	73	20,83	S1-Principal	174	160	153,6	73	29,19
S2-Principal	25	140	134,4	73	49,94	S1-Principal	175	160	147,6	145	25,1
S2-Principal	29	110	105,6	73	19,38	S1-Principal	178	160	147,6	145	17,83

Sector	ID	D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)	Sector	ID	D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)
S2-Principal	30	140	134,4	73	16,53	S3-Principal	179	160	147,6	145	6,2
S2-Principal	31	110	105,6	73	17,25	S1-Principal	181	160	147,6	145	20,21
S2-Principal	32	140	131,4	116	14,55	S1-Principal	183	160	147,6	145	14,32
S3-Principal	33	110	105,6	73	36,85	S1-Principal	184	160	147,6	145	28,01
S3-Principal	34	110	105,6	73	47,95	S1-Principal	185	160	147,6	145	77,44
S3-Principal	35	200	192,2	73	18,76	S1-Principal	186	160	147,6	145	2,86
S3-Principal	36	110	105,6	73	13,3	S1-Principal	193	160	153,6	73	51,95
S3-Principal	37	110	105,6	73	21,86	S1-Principal	194	160	153,6	73	153,64
S3-Principal	37	110	105,6	73	17,13	S1-Principal	195	200	192,2	73	77,34
S3-Principal	38	200	192,2	73	15,23	S1-Principal	196	200	192,2	73	40,84
S3-Principal	39	160	144,8	181	14,05	S1-Principal	196	200	192,2	73	33,57
S3-Principal	40	160	153,6	73	19,38	S1-Principal	197	200	192,2	73	51,48
S3-Principal	41	110	105,6	73	11,03	S1-Principal	198	200	192,2	73	50,75
S3-Principal	42	110	105,6	73	14,82	S1-Principal	199	200	192,2	73	49,75
S3-Principal	43	110	105,6	73	18,85	S1-Principal	200	200	192,2	73	48,43
S1-Principal	44	110	105,6	73	14,2	S1-Principal	201	200	192,2	73	30
S1-Principal	47	140	131,4	116	6,84	S1-Principal	202	200	192,2	73	58,53
S1-Principal	48	110	105,6	73	18,71	S1-Principal	202	200	192,2	73	15,56
S1-Principal	49	110	105,6	73	16,14	S1-Principal	203	200	192,2	73	2,82
S1-Principal	50	110	105,6	73	67,08	S1-Principal	205	200	192,2	73	40,16
S1-Principal	51	110	105,6	73	11,03	S1-Principal	206	200	192,2	73	11,1
S1-Principal	51	110	105,6	73	16,24	S1-Principal	206	200	192,2	73	66,02
S1-Principal	52	110	105,6	73	13,37	S1-Principal	207	200	192,2	73	57,92
S1-Principal	52	110	105,6	73	0,35	S1-Principal	210	200	192,2	73	39,01
S1-Principal	53	110	105,6	73	16,19	S1-Principal	210	200	192,2	73	17,79

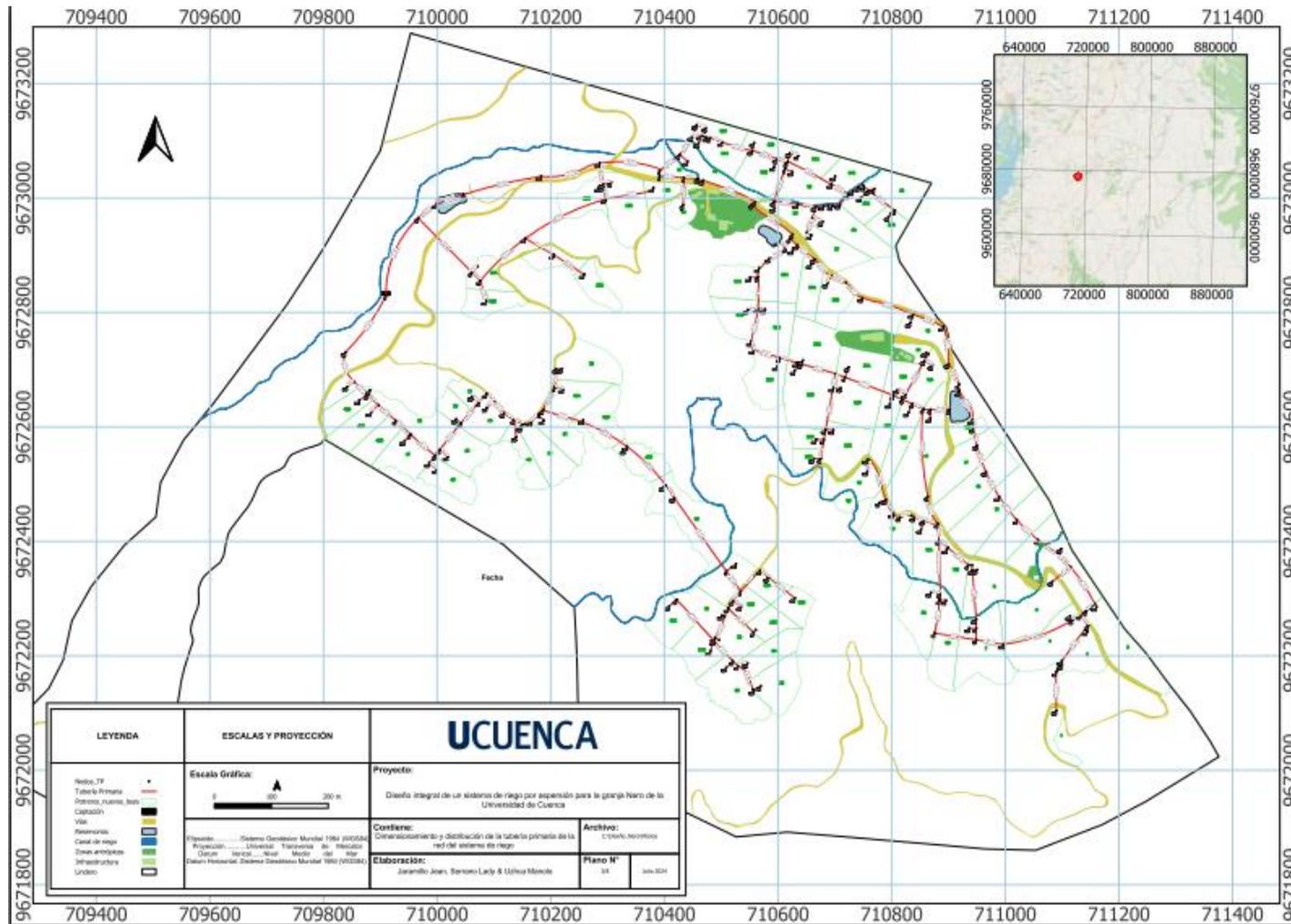
Sector	ID	D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)	Sector	ID	D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)
S1-Principal	54	110	105,6	73	4,96	S3-Principal	211	200	192,2	73	8,36
S1-Principal	55	110	105,6	73	16,12	S1-Principal	211	200	192,2	73	2,31
S1-Principal	56	110	105,6	73	15,28	S3-Principal	212	200	192,2	73	89,01
S1-Principal	57	160	147,6	145	15,76	S3-Principal	213	200	192,2	73	8,13
S1-Principal	58	110	105,6	73	11,63	S3-Principal	214	200	192,2	73	99,34
S1-Principal	59	110	105,6	73	19,96	S3-Principal	215	200	192,2	73	9,1
S1-Principal	60	160	147,6	145	4,01	S3-Principal	216	200	192,2	73	1,61
S1-Principal	61	160	147,6	145	16,11	S3-Principal	217	200	192,2	73	23,65
S1-Principal	62	160	147,6	145	11,17	S3-Principal	218	200	192,2	73	43,15
S1-Principal	63	160	153,6	73	20,24	S3-Principal	219	200	192,2	73	10,15
S3-Principal	64	160	153,6	73	14,69	S3-Principal	220	200	192,2	73	140,15
S1-Principal	65	140	134,4	73	8,43	S3-Principal	220	200	192,2	73	107,55
S1-Principal	66	160	147,6	145	4,89	S2-Principal	221	200	192,2	73	41,04
S1-Principal	66	160	147,6	145	4,89	S1-Principal	222	160	147,6	145	33,42
S1-Principal	67	110	105,6	73	6,26	S1-Principal	223	160	147,6	145	12,55
S1-Principal	68	110	105,6	73	10,36	S1-Principal	224	200	192,2	73	21,73
S1-Principal	75	110	105,6	73	16,1	S1-Principal	225	200	192,2	73	18,8
S2-Principal	76	200	192,2	73	26,22	S1-Principal	226	200	192,2	73	18,12
S2-Principal	77	200	192,2	73	41,05	S1-Principal	227	200	192,2	73	90,78
S2-Principal	79	140	131,4	116	51,68	S1-Principal	230	200	192,2	73	56,34
S2-Principal	80	140	131,4	116	12,36	S1-Principal	230	200	192,2	73	14,63
S2-Principal	81	140	131,4	116	1,63	S1-Principal	231	200	192,2	73	58,51
S2-Principal	81	140	131,4	116	47,73	S1-Principal	232	200	192,2	73	15,61
S2-Principal	82	140	131,4	116	5,04	S1-Principal	234	200	192,2	73	25,21
S2-Principal	82	140	131,4	116	8,21	S1-Principal	236	200	192,2	73	35,14

Sector	ID	D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)	Sector	ID	D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)
S2-Principal	83	140	131,4	116	41,36	S1-Principal	237	110	105,6	73	16,24
S2-Principal	84	160	147,6	145	15,9	S1-Principal	238	200	192,2	73	15,9
S2-Principal	85	160	147,6	145	21,14	S2-Principal	239	140	134,4	73	7,2
S2-Principal	85	160	147,6	145	15,65	S2-Principal	242	200	192,2	73	89,62
S2-Principal	86	200	192,2	73	35,53	S2-Principal	243	200	192,2	73	17,17
S2-Principal	87	200	192,2	73	48,53	S2-Principal	244	110	105,6	73	17,92
S2-Principal	90	160	147,6	145	157,38	S2-Principal	246	110	105,6	73	1,49
S2-Principal	90	160	147,6	145	26,59	S2-Principal	252	110	105,6	73	5,87
S2-Principal	91	160	147,6	145	96,33	S2-Principal	253	110	105,6	73	96,56
S2-Principal	92	200	192,2	73	20,01	S2-Principal	254	110	105,6	73	17,45
S2-Principal	93	110	105,6	73	17,14	S1-Principal	255	110	105,6	73	16,87
S2-Principal	95	160	153,6	73	32,21	S1-Principal	257	110	105,6	73	13,11
S2-Principal	96	160	153,6	73	10,86	S1-Principal	258	200	192,2	73	62,12
S2-Principal	97	140	134,4	73	3,74	S1-Principal	259	160	153,6	73	24,97
S1-Principal	98	160	153,6	73	15,76	S1-Principal	260	160	147,6	145	14,63
S1-Principal	98	160	153,6	73	85,97	S1-Principal	261	160	153,6	73	13,63
S2-Principal	99	200	192,2	73	18,14	S1-Principal	262	160	153,6	73	12,41
S2-Principal	100	140	134,4	73	30,83	S1-Principal	263	160	153,6	73	74,55
S1-Principal	101	160	144,8	181	8,49	S1-Principal	263	160	153,6	73	17,95
S2-Principal	102	200	192,2	73	2,8	S1-Principal	264	160	147,6	145	33,29
S2-Principal	103	200	192,2	73	16,18	S1-Principal	265	110	105,6	73	13,11
S2-Principal	105	200	192,2	73	17,46	S1-Principal	266	200	192,2	73	17,17
S2-Principal	106	160	153,6	73	13,36	S1-Principal	267	110	105,6	73	13,53
S2-Principal	107	200	192,2	73	10,18	S1-Principal	268	160	152,2	91	15,8
S2-Principal	107	200	192,2	73	12,52	S1-Principal	269	140	134,4	73	11,07

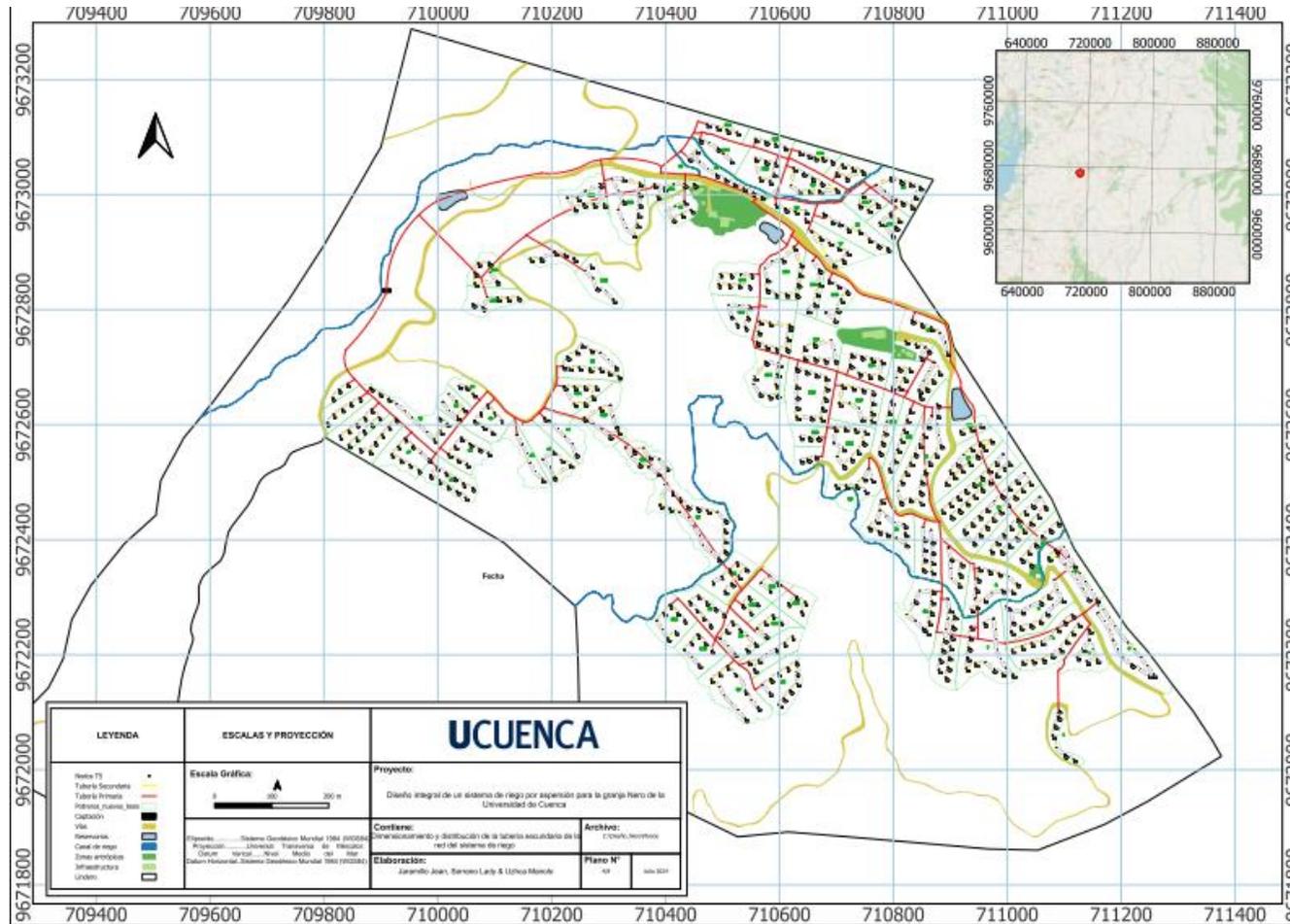
Sector	ID	D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)	Sector	ID	D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)
S2-Principal	108	200	192,2	73	72,57	S1-Principal	270	160	153,6	73	14,8
S2-Principal	109	160	153,6	73	44,39	S1-Principal	272	200	192,2	73	41,59
S1-Principal	110	200	192,2	73	48,2	S1-Principal	273	200	192,2	73	29,21
S1-Principal	111	200	192,2	73	31,54	S1-Principal	274	200	192,2	73	40,03
S1-Principal	111	200	192,2	73	8,68	S1-Principal	275	200	192,2	73	93,48
S2-Principal	112	140	134,4	73	18,51	S3-Principal	276	110	105,6	73	15,19
S2-Principal	113	110	105,6	73	1,62	S3-Principal	278	110	105,6	73	14,58
S2-Principal	114	110	105,6	73	59,08	S3-Principal	279	160	153,6	73	8,61
S1-Principal	115	110	105,6	73	41,05	S3-Principal	282	110	105,6	73	57,68
S3-Principal	116	110	105,6	73	36,1	S3-Principal	283	110	105,6	73	0,49
S3-Principal	118	110	105,6	73	108,78	S3-Principal	284	160	144,8	181	63,43
S3-Principal	119	110	105,6	73	157,87	S3-Principal	285	110	105,6	73	21,04
S1-Principal	122	110	105,6	73	11,88	S3-Principal	286	110	105,6	73	14,66
S3-Principal	123	200	192,2	73	108,81	S3-Principal	287	110	105,6	73	133,66
S3-Principal	125	200	192,2	73	44,48	S3-Principal	288	140	134,4	73	26,62
S3-Principal	128	200	192,2	73	38,43	S2-Principal	290	200	192,2	73	27,38
S3-Principal	131	200	192,2	73	15,2	S2-Principal	291	200	192,2	73	21,1
S3-Principal	132	200	192,2	73	3,72	S2-Principal	292	200	192,2	73	16,8
S3-Principal	133	200	192,2	73	6,08	S2-Principal	295	140	131,4	116	0,84
S3-Principal	135	200	192,2	73	7,4	S2-Principal	295	140	131,4	116	1,23
S3-Principal	136	200	192,2	73	22,33	S2-Principal	297	160	147,6	145	61,13
S3-Principal	137	200	192,2	73	55,14	S2-Principal	298	110	105,6	73	4,77
S3-Principal	138	200	192,2	73	45,88	S3-Principal	299	160	153,6	73	87,61
S3-Principal	139	200	192,2	73	18,82	S3-Principal	300	160	153,6	73	27,34
S3-Principal	140	200	192,2	73	2,88	S2-Principal	300	160	153,6	73	49,9

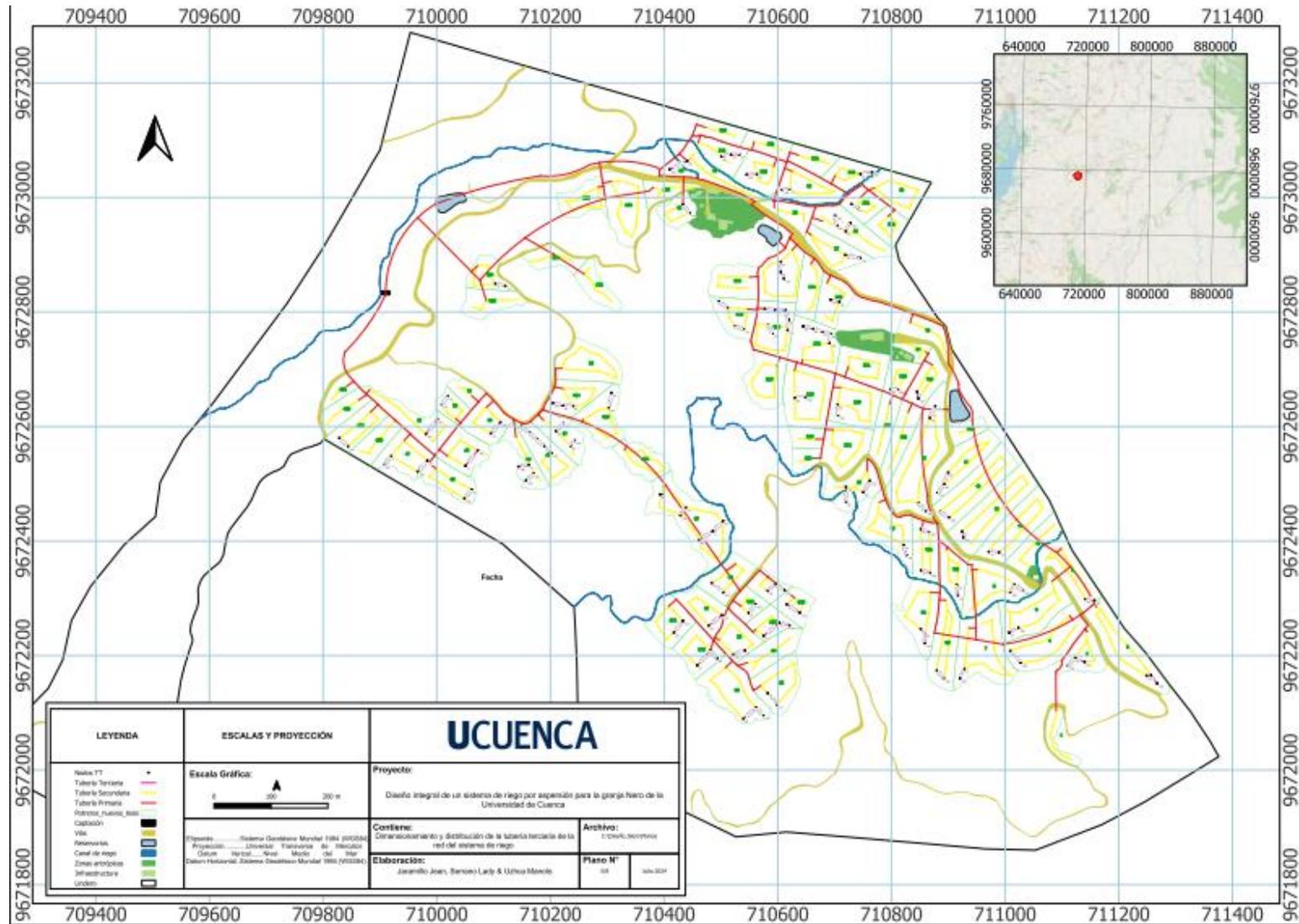
Sector	ID	D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)	Sector	ID	D. Nominal (mm)	D. Interno (mm)	Presión (psi)	Longitud (m)
S3-Principal	141	160	153,6	73	3,84	S3-Principal	302	110	105,6	73	14,77
S3-Principal	141	160	153,6	73	10,65	S3-Principal	303	140	134,4	73	9,26
S3-Principal	141	160	153,6	73	87,2	S1-Principal	304	160	144,8	181	92,51
S3-Principal	142	160	153,6	73	35,17	S1-Principal	305	160	153,6	73	20,66
S3-Principal	143	160	153,6	73	9,79	S1-Principal	306	160	153,6	73	46,94
S3-Principal	143	160	153,6	73	11,82	S1-Principal	307	160	153,6	73	6
S3-Principal	143	160	153,6	73	8,51	S1-Principal	308	160	153,6	73	9,14
S3-Principal	144	160	153,6	73	10,68	S1-Principal	309	140	134,4	73	12,56
S3-Principal	145	110	105,6	73	23,25						
S3-Principal	146	110	105,6	73	13,41						
S3-Principal	148	110	105,6	73	7,33						

Anexo J Plano de distribución de las tuberías principales del sistema de riego integral de la Finca Nero de la Universidad de Cuenca.

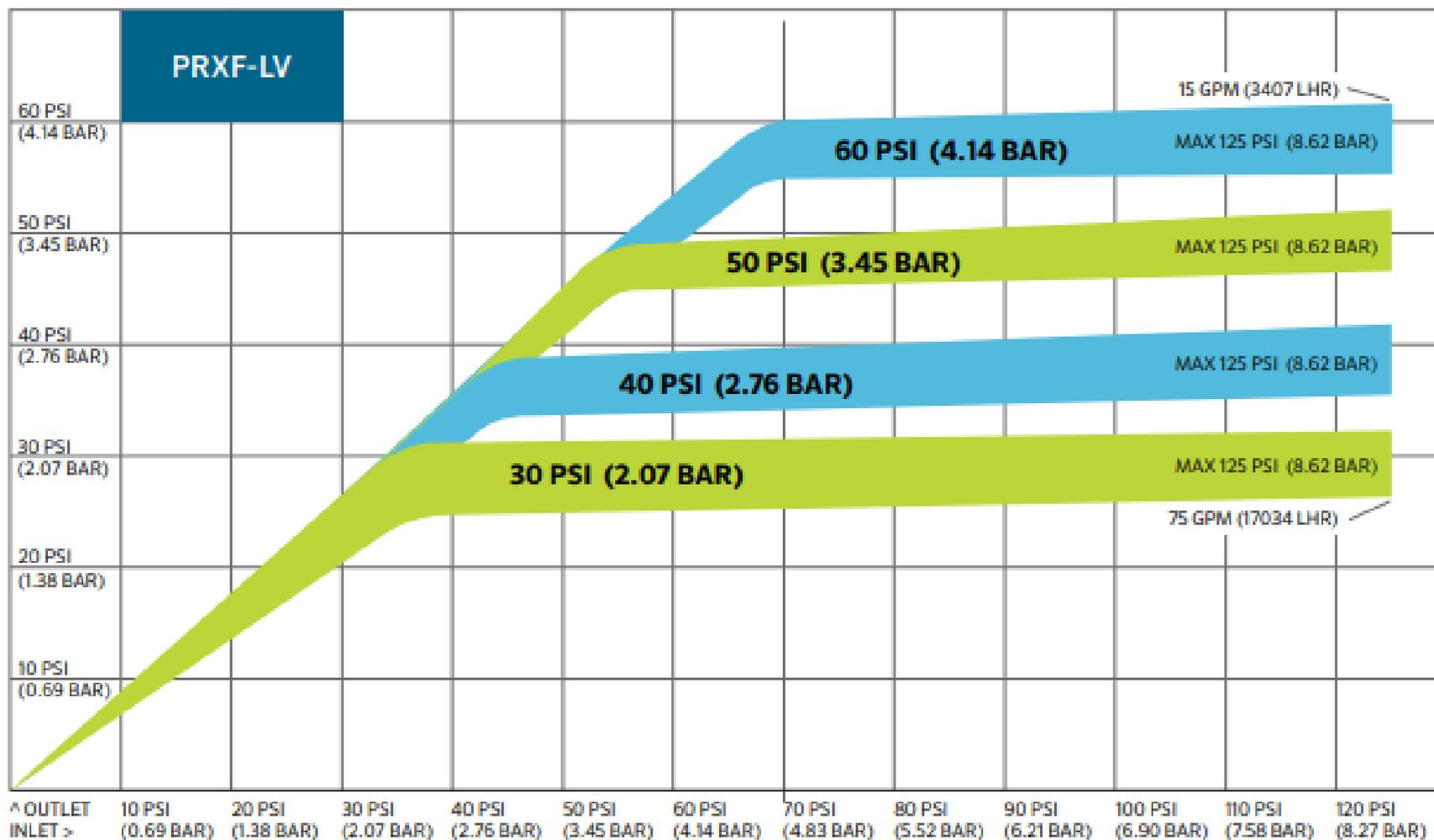


Anexo K Mapa de dimensionamiento y distribución de las tuberías secundarias y terciarias del sistema de riego integral de la finca Nero de la Universidad de Cuenca.

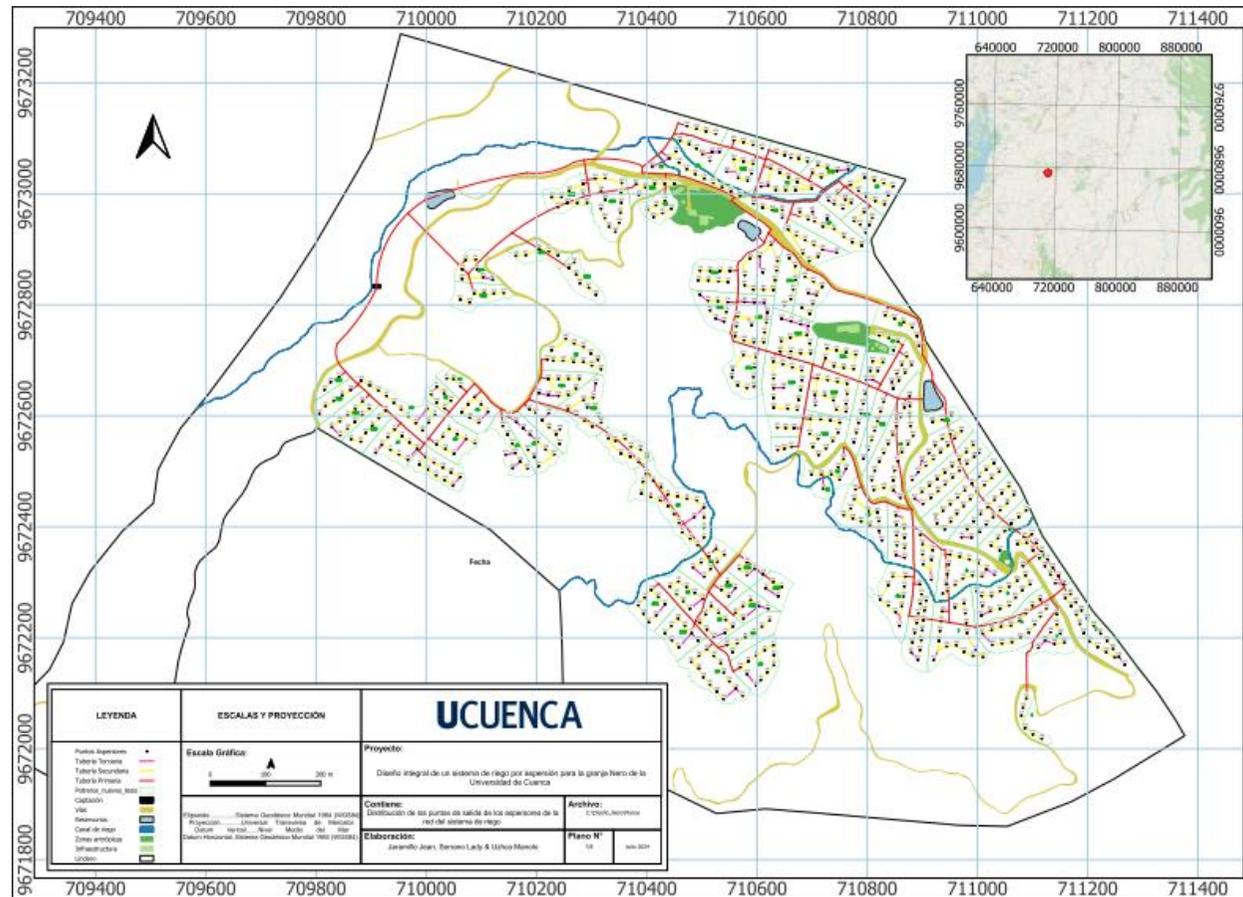




Anexo L Curva de rendimiento de la Válvula PRXF-LV limitadora de caudal y regulación de presión. El eje Y muestra la presión de salida, y el eje X muestra la presión de entrada (Senninger, 2023).



Anexo M Mapa de ubicación de los aspersores *Senninger 7025 RD-2* y su distanciamiento entre sí del sistema de riego integral de la finca Nero de la Universidad de Cuenca.



Anexo N Elaboración del hidrante modelo para aspersión del sistema de riego integral de la finca Nero de la Universidad de Cuenca.



a) Preparación de maceta usada como molde



b) Ubicación de la tubería e hidrante



c) Preparación de la mezcla y llenado del molde



d) Hidrante fundido

Anexo O Criterio para las profundidades de excavación (GERFOR, 2011).

PROFUNDIDADES DE EXCAVACIÓN PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	
PROFUNDIDAD MÍNIMA DE INSTALACIÓN A CLAVE DE TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN.	NO DEBE SER MENOR DE 1,00 M. PARA CALZADA Y 0,80 M PARA ZONA VERDE, DESDE LA CLAVE DE LA TUBERÍA HASTA LA SUPERFICIE DEL TERRENO.
PROFUNDIDAD MÍNIMA DE INSTALACIÓN A CLAVE DE TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN.	1,50 M. DESDE LA CLAVE DE LA TUBERÍA HASTA LA SUPERFICIE DEL TERRENO.
PROFUNDIDAD MÍNIMA DE INSTALACIÓN A CLAVE EN ALCANTARILLADOS SANITARIOS.	0,75 M. EN VÍAS PEATONALES O ZONAS VERDES Y 1,20 M. EN VÍAS VEHICULARES.
PROFUNDIDAD MÁXIMA DE INSTALACIÓN A CLAVE EN ALCANTARILLADOS PLUVIALES Y SANITARIOS	5,00 M. CON RELACIÓN A LA RASANTE DEFINITIVA AUNQUE PUEDE SER MAYOR SI SE GARANTIZAN LOS REQUERIMIENTOS GEOTÉCNICOS DE LAS CIMENTACIONES Y ESTRUCTURALES DE LOS MATERIALES COLECTORES DURANTE Y DESPUÉS DE LA CONSTRUCCIÓN.
PROFUNDIDAD MÍNIMA DE INSTALACIÓN A CLAVE EN ALCANTARILLADOS PLUVIALES.	1,00 M. A PARTIR DE LA CLAVE DEL SECTOR CON RESPECTO AL NIVEL DE LA RASANTE FINAL DE LA VÍA. SE PUEDEN ADOPTAR COBERTURAS MENORES, SI EL DISEÑADOR LAS JUSTIFICA CON LOS CÁLCULOS RESPECTIVOS.
CONEXIONES DOMICILIARIAS Y COLECTORES DE AGUAS LLUVIAS.	SE DEBEN UBICAR POR DEBAJO DE LAS TUBERÍAS DE ACUEDUCTO, Y SIN INTERFERIR CON OTRAS REDES.

Anexo P Valores del Ancho de la zanja (GERFOR, 2011).

DIÁMETRO NOMINAL. MM	DIÁMETRO EQUIVALENTE. PULG	DIÁMETRO EXTERIOR DEL TUBO MM	ANCHO MÍNIMO DE EXCAVACIÓN MM	ANCHO MEDIO DE EXCAVACIÓN MM
110	4	109,4 – 110,4	410	510
160	6	159,1 – 160,5	460	560
200	8	198,8 – 200,8	500	600
250	10	248,5 – 250,8	550	650
315	12	313,2 – 316,0	620	720
355	14	352,9 – 356,1	660	760
400	16	397,8 – 401,2	700	800
450	18	447,3 – 451,4	750	850
500	20	497,0 – 501,5	800	900

Anexo Q Materiales de soporte y espesor del encamado (GERFOR, 2011).

TIPO DE TERRENO DE CIMENTACIÓN	MATERIAL DE CIMENTACIÓN	ESPESOR DE MATERIAL DE CIMENTACIÓN	MATERIAL DE RELLENO	ESPESOR MATERIAL DE RELLENO	PROCTOR MODIFICADO
TERRENO ESTABLE	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA	0,05 M	MATERIAL SELECCIONADO DE LA EXCAVACIÓN	TODA LA ZANJA	90%
TERRENO INESTABLE	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA	0,15 M	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA	0,12 M	95%
			RELLENO SELECCIONADO	0,30 M	
			MATERIAL SELECCIONADO DE LA EXCAVACIÓN	RESTO DE LA ZANJA	
TERRENO ROCOSO	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA	0,10 M	MATERIAL SELECCIONADO DE LA EXCAVACIÓN	TODA LA ZANJA	90%

Anexo R Rendimientos de instalación según el diámetro nominal de las tuberías (GERFOR, 2011).

DIÁMETRO NOMINAL MM	DIÁMETRO EQUIVALENTE PULG	TUBOS / DÍA	METROS / DÍA
110	4	22	132
160	6	20	120
200	8	20	120
250	10	15	90
315	12	15	90
355	14	15	90
400	16	10	60
450	18	10	60
500	20	10	60

Anexo S Priorización de potreros de la finca Nero.

Potrero	Área Ha	CC (%)	PMP (%)	Prof. Radicular (mm)	D-A (g/cm3)	Agua aprovechable (%)	Cap. Almacenamiento (mm)
16	1,27	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
14	0,83	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
17	0,64	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
13A	0,48	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
18B	0,45	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
13B	0,45	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
18A	0,4	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
20B	0,39	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
19	0,34	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
20A	0,29	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
17A	0,2	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
21	0,13	30,7	17,6	400	1,44	13,1	75,46
12	0,94	30,2	17	400	1,44	13,2	76,03
2	0,89	31,3	18,1	400	1,44	13,2	76,03
6	0,78	30,8	17,6	400	1,44	13,2	76,03
9	0,77	30,8	17,6	400	1,44	13,2	76,03
11	0,77	30,2	17	400	1,44	13,2	76,03
8B	0,68	31,3	18,1	400	1,44	13,2	76,03
8A	0,67	31,3	18,1	400	1,44	13,2	76,03
15	0,65	30,8	17,6	400	1,44	13,2	76,03
5	0,65	30,8	17,6	400	1,44	13,2	76,03
29	0,62	30,2	17	400	1,44	13,2	76,03
30	0,56	30,2	17	400	1,44	13,2	76,03
7	1,02	31,9	18,6	400	1,43	13,3	76,08
4	0,88	31,9	18,6	400	1,43	13,3	76,08
3	0,4	31,9	18,6	400	1,43	13,3	76,08

Potrero	Área Ha	CC (%)	PMP (%)	Prof. Radicular (mm)	D-A (g/cm3)	Agua aprovechable (%)	Cap. Almacenamiento (mm)
1	0,23	31,9	18,6	400	1,43	13,3	76,08
28	0,64	30,4	17	400	1,44	13,4	77,18
27	0,46	30,4	17	400	1,44	13,4	77,18
10	0,41	30,4	17	400	1,44	13,4	77,18
22	1,78	30,6	17	400	1,43	13,6	77,79
31	0,68	30,6	17	400	1,43	13,6	77,79
62	0,51	30,6	17	400	1,43	13,6	77,79
25	1,83	30,7	17	400	1,43	13,7	78,36
61	0,93	30,7	17	400	1,43	13,7	78,36
63	0,28	30,1	16,4	400	1,43	13,7	78,36
57	0,95	30,3	16,4	400	1,43	13,9	79,51
34	0,85	30,3	16,4	400	1,43	13,9	79,51
56	0,8	30,3	16,4	400	1,43	13,9	79,51
32	0,6	30,3	16,4	400	1,43	13,9	79,51
55	0,59	30,3	16,4	400	1,43	13,9	79,51
35	0,54	30,3	16,4	400	1,43	13,9	79,51
54	0,46	30,3	16,4	400	1,43	13,9	79,51
53	0,43	30,3	16,4	400	1,43	13,9	79,51
26	0,29	30,3	16,4	400	1,43	13,9	79,51
33	0,56	29,9	15,9	400	1,43	14	80,08
23	1,92	31	17	400	1,43	14	80,08
40	1,45	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
36	1,44	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
48	1,3	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65

Potrero	Área Ha	CC (%)	PMP (%)	Prof. Radicular (mm)	D-A (g/cm3)	Agua aprovechable (%)	Cap. Almacenamiento (mm)
60	1,14	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
51	1,12	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
38	0,73	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
39	0,65	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
49	0,63	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
37	0,63	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
42	0,52	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
47	0,51	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
59	0,49	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
44	0,46	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
41	0,44	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
46	0,44	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
58	0,43	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
43	0,35	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
50	0,22	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
51	0,2	30,5	16,4	400	1,43	14,1	80,65
45	0,48	28,4	13,7	400	1,43	14,7	84,08
24	0,81	33,1	16,9	400	1,38	16,2	89,42

Anexo T Reporte de operaciones para máxima demanda del sistema de riego integral de la finca Nero de la Universidad de Cuenca.

Día N°1

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 1 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 45 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 50 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 18B para colocar 7 aspersores; luego al potrero 12, donde instala 19 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 24A con 7 aspersores y luego el potrero 23A con 12 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido.

Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 24B para colocar 6 aspersores; luego al potrero 23B, donde instala 13 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. El regador se desplaza al cuarto turno al potrero 40A para colocar 9 aspersores; luego al potrero 43, donde instala 8 aspersores, iniciando así su turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego. De igual forma con el cuarto turno, recoge todos sus aspersores. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 50 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°2

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 2 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 48 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 53 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 52 A para colocar 5 aspersores; luego al potrero 53, donde instala 9 aspersores, camina al potrero 55 e instala 11 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 23C con 3 aspersores y luego el potrero 22B con 12 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 30 para colocar 10 aspersores; luego al potrero 31A, donde instala 5 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 50 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°3

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 3 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 33 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 38 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 61A para colocar 8 aspersores; luego al potrero 25A, donde instala 12 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 29B con 6 aspersores y luego el potrero 34B con 7 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 42 para colocar 10 aspersores; luego al potrero 47, donde instala 10 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del

tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 38 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°4

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 4 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 35 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 40 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 61B para colocar 8 aspersores; luego al potrero 25B, donde instala 13 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 27 con 9 aspersores y luego el potrero 31B con 5 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 44 para colocar 7 aspersores; luego al potrero 49, donde instala 12 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 40 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°5

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 5 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 40 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 45 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 45 para colocar 8 aspersores; luego al potrero 50, donde instala 6 aspersores, para ir al potrero 51 donde instala 3 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el

tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 56 con 15 aspersores y luego el potrero 59 con 8 aspersores, dando su inicio. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 22A para colocar 8 aspersores; luego al potrero 34A, donde instala 7 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 45 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°6

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 6 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 52 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 57 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 45 para colocar 8 aspersores; luego al potrero 50, donde instala 6 aspersores, para ir al potrero 51 e instalar 3 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 17 con 12 aspersores y luego el potrero 11 con 15 aspersores, dando su inicio. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 25C para colocar 8 aspersores; luego al potrero 19, donde instala 6 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 57 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°7

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 7 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 43 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 48 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 62 para colocar 8 aspersores; luego al potrero 20B, donde instala 6 aspersores, para ir al potrero 18A e instalar 8 aspersores, y dirigirse al 17A y colocar 3 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 40B con 10 aspersores y luego el potrero 48B con 8 aspersores y en el 52D colocar 4 aspersores, dando su inicio. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 16 para colocar 23 aspersores; luego al potrero 20A, donde instala 6 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 48 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°8

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 8 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 51 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 56 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 4 para colocar 16 aspersores; luego al potrero 7, donde instala 18 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 57B con 8 aspersores y luego el potrero 40C con 9 aspersores, dando su inicio. Al concluir la instalación del segundo

turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 2 para colocar 19 aspersores; luego al potrero 5, donde instala 15 aspersores, y en el potrero 21 coloca 4 aspersores iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 56 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°9

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 9 del cronograma de riego, cuenta con dos turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 41 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 46 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 13A para colocar 10 aspersores; luego al potrero 13B, donde instala 8 aspersores, luego al potrero 1 colocando 6 aspersores y al potrero 10 colocando 7 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 8A con 12 aspersores y luego el potrero 8B con 15 aspersores, y al potrero 3 colocando 8 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos. Finalmente, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 38 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°10

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 10 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 34

aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 39 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 32 para colocar 10 aspersores; luego al potrero 33A, donde instala 4 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 48C con 6 aspersores y luego el potrero 48 D con 4 aspersores, se desplaza al turno 52B colocando 4 aspersores y al 52C colocando 6 aspersores dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores, el regador se desplaza al potrero 23D para colocar 3 aspersores; luego al potrero 22C, donde instala 11 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. El regador se desplaza al cuarto turno al potrero 26 para colocar 5 aspersores; luego al potrero 33B, donde instala 4 aspersores, y al 29 A colocando 6 aspersores e iniciando así su turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego. De igual forma con el cuarto turno, recoge todos sus aspersores. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 39 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°11

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 11 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 37 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 42 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 36A para colocar 14 aspersores; luego al potrero 38A, donde instala 6 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 36B con 10 aspersores y luego el potrero 38B con 7 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Ya recogido los aspersores del

primer turno, el regador se desplaza al potrero 36C para colocar 6 aspersores; luego al potrero 37A, donde instala 6 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. El regador se desplaza al cuarto turno al potrero 35 para colocar 10 aspersores; luego al potrero 37B, donde instala 6 aspersores, iniciando así su turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego. De igual forma con el cuarto turno, recoge todos sus aspersores. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 42 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°12

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 12 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 34 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 39 aspersores. Ya realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 28 para colocar 10 aspersores; luego al potrero 63, donde instala 6 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 39 con 13 aspersores y luego el potrero 48A con 15 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Se dirige al turno 60 instalando 21 aspersores dando inicio al tercer turno. El regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 39 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°13

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 13 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 62

aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 67 aspersores. Ya realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 9 para colocar 15 aspersores; luego al potrero 6, donde instala 16 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 15 con 13 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 41 para colocar 8 aspersores; luego al potrero 57A, donde instala 8 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 67 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Anexo U Cuaderno de tiempos muertos para máxima demanda.

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
1	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 18B	716	16	3	SI	
		PT 18B	PT 12	310	7	7	SI	
	T2	PT 12	PT 24A	327	7	3	SI	
		PT 24A	PT 23A	58	1	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 23A	PT 18B	389	8	3	NO	
		PT 18B	PT 12	310	7	7	NO	
	T3	PT 12	PT 24B	58	1	2	SI	
		PT 24B	PT 23B	58	1	5	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 23B	PT 24A	58	1	3	NO	
		PT 24A	PT 23A	58	1	4	NO	
	T4	PT 23A	PT 40A	1109	24	3	SI	
		PT 40A	PT 43	115	2	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 43	PT 24B	1282	28	2	NO	
		PT 24B	PT 23B	58	1	5	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 23B	PT 40A	1109	24	3	NO	
		PT 40A	PT 43	115	2	3	NO	
		PT 43	Bodega	947	21	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
						TOTAL (min)	199	65
						TOTAL DIA(h)	4,41	

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
2	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 52A	1392	30	2	SI	
		PT 52A	PT 53	56	1	3	SI	
		PT 53	PT 55	38	1	4	SI	
	T2	PT 55	PT 23C	437	9	1	SI	
		PT 23C	PT 22B	28	1	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 22B	PT 52A	465	10	2	NO	
		PT 52A	PT 53	56	1	3	NO	
		PT 53	PT 55	38	1	4	NO	
	T3	PT 55	PT 30	1456	32	4	SI	
		PT 30	PT 31A	40	1	2	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 31A	PT 23C	1088	24	1	NO	
		PT 23C	PT 22B	28	1	4	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 22B	PT 30	1128	24	4	NO	
		PT 30	PT 31A	40	1	2	NO	
		PT 31A	Bodega	344	7	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
						TOTAL (min)	190	46
						TOTAL DIA(h)	3,93	

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
3	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 42	932	20	4	SI	
		PT 42	PT 47	223	5	4	SI	
	T2	PT 47	PT 25A	1307	28	4	SI	
		PT 25A	PT 61A	81	2	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 61A	PT 42	1084	23	4	NO	
		PT 42	PT 47	223	5	4	NO	
	T3	PT 47	PT 29B	1093	24	2	SI	
		PT 29B	PT 34B	251	5	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 34B	PT 25A	210	5	4	NO	
		PT 25A	PT 61A	81	2	3	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 61A	PT 29B	351	8	2	NO	
		PT 29B	PT 34B	251	5	3	NO	
		PT 34B	Bodega	331	7	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
					TOTAL (min)	185	45	
					TOTAL_DIA(h)	3,83		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
4	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 61 B	411	9	3	SI	
		PT 61 B	PT 25B	20	0	5	SI	
	T2	PT 25B	PT 27	109	2	3	SI	
		PT 27	PT 31B	154	3	2	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 31B	PT 61 B	355	8	3	NO	
		PT 61 B	PT 25B	20	0	5	NO	
	T3	PT 25B	PT 44	1256	27	3	SI	
		PT 44	PT 49	43	1	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 49	PT 27	1232	27	3	NO	
		PT 27	PT 31B	145	3	2	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 31B	PT 44	1087	24	3	NO	
		PT 44	PT 49	43	1	4	NO	
		PT 49	Bodega	1086	24	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		175	46	
				TOTAL_DIA(h)		4		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
5	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 45	1056	23	3	SI	
		PT 45	PT 50	22	0	2	SI	
		PT 50	PT 51	48	1	1	SI	
	T2	PT 51	PT 59	624	14	5	SI	
		PT 59	PT 56	94	2	6	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 56	PT 45	652	14	3	NO	
		PT 45	PT 50	22	0	2	NO	
		PT 50	PT 51	48	1	1	NO	
	T3	PT 51	PT 34A	1073	23	3	SI	
		PT 34A	PT 22A	775	17	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 22A	PT 59	1025	22	5	NO	
		PT 59	PT 56	94	2	6	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 56	PT 22A	1119	24	3	NO	
		PT 22A	PT 34A	775	17	3	NO	
		PT 34A	Bodega	156	3	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		210	51	
				TOTAL_DIA(h)		4,35		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
6	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 46	1082	23	4	SI	
		PT 46	PT 58	674	15	3	SI	
		PT 58	PT 54	143	3	3	SI	
	T2	PT 54	PT 17	970	21	4	SI	
		PT 17	PT 11	177	4	6	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 11	PT 46	1654	36	4	NO	
		PT 46	PT 58	674	15	3	NO	
		PT 58	PT 54	143	3	3	NO	
	T3	PT 54	PT 25C	102	2	3	SI	
		PT 25C	PT 19	320	7	2	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 19	PT 17	1083	23	6	NO	
		PT 17	PT 11	177	4	4	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 11	PT 25C	883	19	3	NO	
		PT 25C	PT 19	320	7	2	NO	
		PT 19	Bodega	920	20	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		248	54	
				TOTAL_DIA(h)		5,03		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
7	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 17A	721	16	1	SI
		PT 17A	PT 18A	108	2	3	SI
		PT 18A	PT 20B	37	1	2	SI
		PT 20B	PT 62	31	1	3	SI
	T2	PT 62	PT 52D	331	7	1	SI
		PT 52D	PT 40B	335	7	4	SI
		PT 40B	PT 48B	495	11	1	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 48B	PT62	1161	25	3	NO
		PT62	PT 20B	31	1	2	NO
		PT 20B	PT 18A	37	1	3	NO
		PT 18A	PT 17A	108	2	1	NO
	T3	PT 17A	PT 16	87	2	8	SI
		PT 16	PT 20A	202	4	2	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 20A	PT 48B	1810	39	1	NO
		PT 48B	PT 40B	495	11	4	NO
		PT 40B	PT 52D	335	7	1	NO
	RECOGER ASPERSORES	PT 52D	PT 16	778	17	8	NO
		PT 16	PT 20A	202	4	2	NO
		PT 20A	Bodega	814	18	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
						TOTAL (min)	222
					TOTAL_DIA(h)	4,68	

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
8	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 21	672	15	1	SI	
		PT 21	PT 5	598	13	6	SI	
		PT 5	PT 2	39	1	7	SI	
	T2	PT 2	PT 4	33	1	6	SI	
		PT 4	PT 7	54	1	7	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 7	PT 2	87	2	7	NO	
		PT 2	PT 5	33	1	6	NO	
		PT 5	PT 21	598	13	1	NO	
	T3	PT 21	PT 40C	1356	29	3	SI	
		PT 40C	PT 57B	516	11	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 57B	PT 4	1084	23	6	NO	
		PT 4	PT 7	54	1	7	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 7	PT 57B	1138	25	3	NO	
		PT 57B	PT 40C	530	11	3	NO	
		PT 40C	Bodega	849	18	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		212	71	
				TOTAL_DIA(h)		4,71		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
9	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
	T1	Captación	Bodega	694	14	3	NO	
		Bodega	PT 13A	909	20	4	SI	
		PT 13A	PT 13B	17	0	3	SI	
		PT 13B	PT 10	141	3	3	SI	
		PT 10	PT 1	684	15	2	SI	
	T2	PT 1	PT 3	462	10	3	SI	
		PT 3	PT 8B	243	5	6	SI	
		PT 8B	PT 8A	27	1	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 8A	PT 13A	35	1	4	NO	
		PT 13A	PT 13B	17	0	3	NO	
		PT 13B	PT 10	141	3	3	NO	
		PT 10	PT 1	684	15	2	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 1	PT 3	462	10	3	NO	
		PT 3	PT 8B	243	5	6	NO	
		PT 8B	PT 8A	27	1	4	NO	
	FINAL	PT 8A	Bodega	1026	22	0	NO	
		Bodega	Captación	694	16	0	NO	
	TOTAL (min)					157	54	
	TOTAL_DIA(h)					3,52		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
10	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 32	184	4	4	SI
			PT 32	PT 33A	36	1	SI
	T2	PT 33A	PT 48C	1101	24	2	SI
			PT 48C	PT 48D	40	1	SI
			PT 48D	PT 52B	922	20	SI
			PT 52B	PT 52C	33	1	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 52C	PT 32	2096	45	4	NO
		PT 32	PT 33A	36	1	1	NO
	T3	PT 33A	PT 22C	703	15	4	SI
			PT 22C	PT 23D	34	1	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 22C	PT 52B	281	6	2	NO
			PT 52B	PT 52C	33	1	NO
			PT 52C	PT 48C	915	20	NO
			PT 48C	PT 48D	40	1	NO
	T4	PT 48D	PT 26	1065	23	2	SI
			PT 26	PT 33B	155	3	SI
			PT 33B	PT 29A	212	5	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 29A	PT 23D	826	18	4	NO
			PT 23D	PT 22C	34	1	NO
			PT 22C	PT 26	703	15	NO
			PT 26	PT 33B	155	3	NO
			PT 33B	PT 29A	212	5	NO
			PT 29A	Bodega	291	6	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
				TOTAL (min)		265	52
			TOTAL_DIA(h)		5,29		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
11	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 36A	83	2	5	SI
		PT 36A	PT38A	560	12	2	SI
	T2	PT38A	PT 38B	43	1	3	SI
		PT 38B	PT 36B	542	12	4	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 36B	PT 36A	87	2	5	NO
		PT 36A	PT38A	560	12	2	NO
	T3	PT38A	PT 36C	513	11	2	SI
		PT 36C	PT 37A	188	4	2	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 37A	PT 36B	217	5	3	NO
		PT 36B	PT 38B	459	10	4	NO
	T4	PT 38B	PT 35	686	15	4	SI
		PT 35	PT 37B	365	8	2	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 37B	PT 36C	185	4	2	NO
		PT 36C	PT 37A	188	4	2	NO
	RECOGER ASPERSORES	PT 37A	PT 37B	28	1	4	NO
		PT 37B	PT 35	365	8	2	NO
		PT 35	Bodega	87	2	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
			TOTAL (min)		158	54	
			TOTAL_DIA(h)		3,52		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
12	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 48A	952	21	2	SI	
		PT 48A	PT 39	528	11	5	SI	
	T2	PT 39	PT 60	270	6	8	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 60	PT 48A	798	17	2	NO	
		PT 48A	PT 39	270	6	5	NO	
	T3	PT 39	PT 63	660	14	2	SI	
		PT 63	PT 28	264	6	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 28	PT 60	1194	26	8	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 60	PT 63	930	20	2	NO	
		PT 63	PT 28	264	6	4	NO	
		PT 28	Bodega	253	5	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
	TOTAL (min)					184	46	
	TOTAL_DIA(h)					3,84		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
13	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 9	1047	23	6	SI
		PT 9	PT 6	92	2	6	SI
	T2	PT 6	PT 15	303	7	5	SI
		PT 15	PT14	86	2	7	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT14	PT 9	125	3	6	NO
		PT 9	PT 6	92	2	6	NO
	T3	PT 6	PT 57A	981	21	3	SI
		PT 57A	PT 41	529	11	3	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 41	PT 15	1207	26	5	NO
		PT 15	PT14	86	2	7	NO
	RECOGER ASPERSORES	PT14	PT 57A	764	17	3	NO
		PT 57A	PT 41	529	11	3	NO
		PT 41	Bodega	896	19	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
				TOTAL (min)		192	63
			TOTAL_DIA(h)		4,25		

Anexo V Reporte de operaciones para reducción de caudal del 10%.

Día N°1

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 1 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 62 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 67 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 16 para colocar 23 aspersores; luego al potrero 21, donde instala 5 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 14 con 18 aspersores y luego el potrero 13A con 10 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 2 para colocar 19 aspersores; luego al potrero 5, donde instala 15 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 67 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N° 2

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 2 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 47 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 52 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 17 para colocar 12 aspersores; luego al potrero 18B, donde instala 7 aspersores; finalmente al potrero 20A, donde instala 6 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 13B con 8 aspersores, luego el potrero 18A con 8

aspersores, finalmente al potrero 20B, donde instala 6 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 19 para colocar 6 aspersores y luego al potrero 27, donde instala 9 aspersores iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 52 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N° 3

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 3 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 30 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 35 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 10 para colocar 7 aspersores; luego al potrero 12, donde instala 19 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 11 con 15 aspersores y luego el potrero 29A con 6 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 17A para colocar 3 aspersores; luego al potrero 29B, donde instala 6 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 35 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N° 4

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 4 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 58 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 63 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 6 para colocar 16 aspersores; luego al potrero 8A, donde instala 12 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 9 con 15 aspersores y luego el potrero 8B con 15 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 42 para colocar 10 aspersores; luego al potrero 58, donde instala 8 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 63 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N° 5

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 5 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 61 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 66 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 30 para colocar 10 aspersores; luego al potrero 31A, donde instala 5 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 15 con 13 aspersores

y luego el potrero 4 con 16 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 7 para colocar 18 aspersores; luego al potrero 3, donde instala 8 aspersores, finalmente al potrero 1 donde instala 6 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 66 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N° 6

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 6 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 39 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 44 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 31B para colocar 5 aspersores; luego al potrero 33A, donde instala 4 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 28 con 10 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 22A para colocar 12 aspersores; luego al potrero 22B, donde instala 13 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del segundo turno, el regador se desplaza al potrero 22c para colocar 11 aspersores; luego al potrero 62, donde instala 8 aspersores, iniciando así el cuarto turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del cuarto turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el

regador retorna a la bodega dejando los 66 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N° 7

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 7 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 41 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 46 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 25A para colocar 12 aspersores; luego al potrero 61A, donde instala 8 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 25B con 13 aspersores y luego el potrero 61B con 8 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 25C para colocar 8 aspersores; luego al potrero 62, donde instala 8 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 41 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N° 8

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 8 del cronograma de riego, cuenta con cinco turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 35 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 40 aspersores. Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 35 para colocar 10 aspersores; luego al potrero 26, donde instala 5 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el

primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 34A con 7 aspersores y luego el potrero 32 con 10 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido.

Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 34B para colocar 7 aspersores; luego al potrero 33B, donde instala 4 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del segundo turno, el regador se desplaza al potrero 23A para colocar 12 aspersores; luego al potrero 24A, donde instala 7 aspersores, iniciando así el cuarto turno de riego. Al concluir la instalación del cuarto turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los 3 aspersores del tercer turno, el regador se desplaza al potrero 23C para colocar 3 aspersores; luego al potrero 23D, donde instala 3 aspersores, iniciando así el quinto turno de riego. Al concluir la instalación del quinto turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del cuarto turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del quinto turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 40 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N° 9

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 9 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 40 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 45 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 23B para colocar 13 aspersores; luego al potrero 24B, donde instala 6 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 36A con 14 aspersores y luego el potrero 37A con 6 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer

turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 36B para colocar 10 aspersores; luego al potrero 37B, donde instala 6 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del segundo turno, el regador se desplaza al potrero 36C para colocar 6 aspersores; luego al potrero 38A, donde instala 6 aspersores, iniciando así el cuarto turno de riego. Al concluir la instalación del cuarto turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del cuarto turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 45 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N° 10

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 10 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 38 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 43 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 38B para colocar 7 aspersores; luego al potrero 48A, donde instala 5 aspersores, finalmente al potrero 48B, donde instala 4 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 47 con 10 aspersores y luego el potrero 48C con 6 aspersores, finalmente al potrero 48D, donde instala 4 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 45 para colocar 8 aspersores; luego al potrero 46, donde instala 10 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo

de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 43 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N° 11

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 11 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 36 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 41 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 41 para colocar 8 aspersores; luego al potrero 59, donde instala 8 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 56 con 15 aspersores y luego el potrero 53 con 9 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 52A para colocar 5 aspersores; luego al potrero 57A, donde instala 8 aspersores, finalmente al potrero 57B donde instala 8 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del segundo turno, el regador se desplaza al potrero 55 para colocar 11 aspersores; luego al potrero 54, donde instala 7 aspersores, iniciando así el cuarto turno de riego. Al concluir la instalación del cuarto turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del cuarto turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 41 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N° 12

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 12 del cronograma de riego,

cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 42 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 47 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 60 para colocar 21 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 49 con 12 aspersores; luego el potrero 50 con 6 aspersores, finalmente al potrero 51 donde instala 3 aspersores dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 44 para colocar 7 aspersores; luego al potrero 43, donde instala 8 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del segundo turno, el regador se desplaza al potrero 39 para colocar 13 aspersores; iniciando así el cuarto turno de riego. Al concluir la instalación del cuarto turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del cuarto turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 47 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N° 13

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 13 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 29 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 34 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 40A para colocar 9 aspersores; luego al potrero 52B, donde instala 4 aspersores; iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 40B con 10 aspersores y luego el potrero 52C con 6 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir

la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 40C para colocar 9 aspersores; luego al potrero 52D, donde instala 4 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 34 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Anexo W Reporte de operaciones para reducción de caudal del 20%.

Día N°1

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 1 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 49 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 54 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 18A para colocar 8 aspersores; luego al potrero 19, donde instala 6 aspersores, y al 17 colocando 12 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 20A con 6 aspersores, luego el potrero 17A con 3 aspersores, sigue con el potrero 13^a colocando 10 aspersores y por último al potrero 21 colocando 4 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 14 para colocar 18 aspersores; luego al potrero 20B, donde instala 6 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la

bodega dejando los 54 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°2

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 2 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 52 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 57 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 18B para colocar 7 aspersores; luego al potrero 3, donde instala 8 aspersores, y al potrero 25A colocando 12 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 12 con 19 aspersores y luego el potrero 1 con 6 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 33A para colocar 4 aspersores; luego al potrero 36A, donde instala 14 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 57 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°3

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 3 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 47 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 52 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 6 para colocar 16 aspersores; luego al potrero 8B, donde instala 15 aspersores, iniciando así el primer turno de

riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 27 con 9 aspersores y luego el potrero 61A con 8 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 13B para colocar 8 aspersores; luego al potrero 25C, donde instala 8 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 52 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°4

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 4 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 37 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 42 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 60 para colocar 21, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 30 con 10 aspersores y luego el potrero 63 con 6 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Ya recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 31A para colocar 5 aspersores; luego al potrero 28, donde instala 10 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. El regador se desplaza al cuarto turno al potrero 38A para colocar 6 aspersores; luego al potrero 39, donde instala 13 aspersores, iniciando así su turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego. De igual forma con el cuarto turno, recoge todos sus aspersores. Para finalizar el día de riego, el

regador retorna a la bodega dejando los 42 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°5

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 5 del cronograma de riego, cuenta con cinco turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 65 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 70 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 2 para colocar 19 aspersores; luego al potrero 56, donde instala 15 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 4 con 16 aspersores y luego el potrero 5 con 15 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Ya recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 34B para colocar 7 aspersores; luego al potrero 26, donde instala 5 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. El regador se desplaza al cuarto turno al potrero 48D para colocar 4 aspersores; luego al potrero 49, donde instala 12 aspersores, iniciando así su turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego. El regador se desplaza al quinto turno iniciando en el potrero 29A colocando 6 aspersores, luego al potrero 29B coloca 6 aspersores y al potrero 10 coloca 7 aspersores. De igual forma con el cuarto turno, recoge todos sus aspersores hasta que termine el turno de riego del quinto turno, así también recoge los aspersores de este último. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 70 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°6

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 6 del cronograma de riego,

cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 33 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 38 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 33B para colocar 4 aspersores; luego al potrero 36B, donde instala 10 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 35 colocando 10 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Ya recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 55 para colocar 11 aspersores; luego al potrero 57A, donde instala 8 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. El regador se desplaza al cuarto turno al potrero 36C para colocar 6 aspersores; luego al potrero 37B, donde instala 6 aspersores, iniciando así su turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego. De igual forma con el cuarto turno, recoge todos sus aspersores. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 38 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°7

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 7 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 24 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 29 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 48A para colocar 5 aspersores; luego al potrero 44, donde instala 7 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 48B con 4 aspersores y luego el potrero 45 con 8 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se

desplaza al potrero 48C para colocar 6 aspersores; luego al potrero 41, donde instala 8 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 29 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°8

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 8 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 40 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 45 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 52A para colocar 5 aspersores; luego al potrero 52B, donde instala 4 aspersores, luego al potrero 52C colocando 6 aspersores, y al 52D colocando 4 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 51 colocando 3 aspersores, pasa al potrero 46 colocando 10 aspersores, y va hacia el potrero 59 colocando 8 aspersores dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Ya recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 53 para colocar 9 aspersores; luego al potrero 40A, donde instala 9 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. El regador se desplaza al cuarto turno al potrero 38B para colocar 7 aspersores; luego al potrero 37A, donde instala 6 aspersores, iniciando así su turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego. De igual forma con el cuarto turno, recoge todos sus aspersores. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 45 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°9

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 9 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 34 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 39 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 54 para colocar 7 aspersores; luego al potrero 40B, donde instala 10 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 40C con 9 aspersores y luego el potrero 58 con 8 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 9 para colocar 15 aspersores; luego al potrero 8A, donde instala 12 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 39 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°10

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 10 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 35 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 40 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 34A para colocar 7 aspersores; luego al potrero 32, donde instala 10 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 47 con 10 aspersores y luego el potrero 43 con 8 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la

instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 22B para colocar 12 aspersores; luego al potrero 22C, donde instala 11 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 40 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°11

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 11 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 54 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 59 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 62 para colocar 8 aspersores; luego al potrero 7, donde instala 18 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 11 colocando 15 aspersores, pasa al potrero 15 colocando 13 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Ya recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 24A para colocar 7 aspersores; luego al potrero 24B, donde instala 6 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. El regador se desplaza al cuarto turno al potrero 25B para colocar 13 aspersores, iniciando así su turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego. De igual forma con el cuarto turno, recoge todos sus aspersores. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 59 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°12

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 12 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 31 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 36 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 23A para colocar 12 aspersores; luego al potrero 23B, donde instala 13 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 23C con 3 aspersores y luego el potrero 23D con 3 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 16 para colocar 23 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 36 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°13

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 13 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 29 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 34 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 42 para colocar 10 aspersores; luego al potrero 50, donde instala 6 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 31B con 5 aspersores y luego el potrero 22A con 8 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir

la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 57B para colocar 8 aspersores; luego al potrero 62B, donde instala 8 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 34 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Anexo X Reporte de operaciones para reducción de caudal del 30%.

Día N°1

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 1 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 52 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 57 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 16 para colocar 23 aspersores; luego al potrero 17A, donde instala 3 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 18A con 8 aspersores, luego el potrero 20B con 6 aspersores, pasa al potrero 20A para instalar 6 aspersores y luego al potrero 19 e instala 6 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 21 para colocar 4 aspersores; luego al potrero 13A, donde instala 10 aspersores, luego al potrero 18B colocando 7 aspersores y al 13B con 8 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 57 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°2

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 2 del cronograma de riego, cuenta con dos turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 24 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 29 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 29A para colocar 6 aspersores; luego al potrero 7, donde instala 18 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 8A con 12 aspersores y luego el potrero 15 con 13 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos. Finalmente, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 29 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°3

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 3 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 46 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 51 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 8B para colocar 15 aspersores; luego al potrero 11, donde instala 15 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 38A con 10 aspersores, luego el potrero 29B con 6 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se

desplaza al potrero 6 para colocar 16 aspersores; luego al potrero 5, donde instala 16 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 51 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°4

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 4 del cronograma de riego, cuenta con dos turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 33 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 38 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 12 para colocar 19 aspersores; luego al potrero 3, donde instala 8 aspersores y al potrero 1 colocando 6 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 4 con 16 aspersores y luego el potrero 40C con 9 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos. Finalmente, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 38 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°5

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 5 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 51 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 56 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 2 para colocar 19 aspersores; luego al potrero 9, donde instala 15 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 28 con 10 aspersores, luego el potrero 10 con 7 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 27 para colocar 9 aspersores; luego al potrero 22A, donde instala 8 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 56 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°6

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 6 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 46 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 51 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 62 para colocar 8 aspersores; luego al potrero 61A, donde instala 8 aspersores, y al potrero 61B colocando 8 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 63 con 6 aspersores, luego el potrero 57A con 8 aspersores, y al potrero 57B con 8 aspersores dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 56 para colocar 15 aspersores; luego al potrero 31A, donde instala 5 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día

de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 51 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°7

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 7 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 38 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 43 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 31B para colocar 5 aspersores; luego al potrero 35, donde instala 10 aspersores, luego al potrero 3 colocando 8 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 32 colocando 10 aspersores, pasa al potrero 26 colocando 5 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Ya recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 25A para colocar 12 aspersores; luego al potrero 53, donde instala 9 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. El regador se desplaza al cuarto turno al potrero 22B para colocar 12 aspersores; luego al potrero 23B, donde instala 13 aspersores, iniciando así su turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego. De igual forma con el cuarto turno, recoge todos sus aspersores. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 43 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°8

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 8 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 26

aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 31 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 23D para colocar 3 aspersores; luego al potrero 50, donde instala 6 aspersores, y al potrero 51 colocando 3 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 63 con 6 aspersores, luego el potrero 22C con 11 aspersores, y al potrero 23C con 3 aspersores dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 34A para colocar 7 aspersores; luego al potrero 34B, donde instala 7 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 31 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°9

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 9 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 36 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 41 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 48A para colocar 5 aspersores; luego al potrero 48B, donde instala 4 aspersores, al potrero 48C colocando 6 aspersores y al 48D con 4 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 25B con 13 aspersores, luego el potrero 33A con 4 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 25C para colocar 8 aspersores; luego al potrero 33B, donde instala 4 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los

aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 41 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°10

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 10 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 48 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 53 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 46 para colocar 10 aspersores; luego al potrero 54, donde instala 7 aspersores, y al potrero 58 colocando 8 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 55 con 11 aspersores, luego el potrero 23A con 12 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 52A para colocar 5 aspersores; luego al potrero 52B, donde instala 4 aspersores, luego al potrero 52C para colocar 6 aspersores y al potrero 52D colocando 4 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 53 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°11

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 11 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 34

aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 39 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 39 para colocar 13 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 60 colocando 21 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Ya recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 38A para colocar 6 aspersores; luego al potrero 45, donde instala 8 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. El regador se desplaza al cuarto turno al potrero 36A para colocar 14 aspersores; luego al potrero 38B, donde instala 7 aspersores, iniciando así su turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego. De igual forma con el cuarto turno, recoge todos sus aspersores. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 39 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°12

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 12 del cronograma de riego, cuenta con cuatro turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 28 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 33 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 36B para colocar 10 aspersores; luego al potrero 37A, donde instala 6 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 36C colocando 6 aspersores, pasa al potrero 37B colocando 6 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Ya recogido los aspersores del primer turno, el regador se desplaza al potrero 42 para colocar 10

aspersores; luego al potrero 43, donde instala 8 aspersores, iniciando así el tercer turno de riego. Al concluir la instalación del tercer turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. El regador se desplaza al cuarto turno al potrero 44 para colocar 7 aspersores; iniciando así su turno de riego. Finalmente, el regador recoge los aspersores del tercer turno una vez concluido con el tiempo de riego. De igual forma con el cuarto turno, recoge todos sus aspersores. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 33 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Día N°13

El encargado del riego de los potreros comienza su jornada laboral desde la bodega de la granja Nero de la Universidad de Cuenca. Acto seguido, se traslada hacia la captación para activar el sistema de riego. Posteriormente, regresa a la bodega para abastecerse de la cantidad necesaria de aspersores para los turnos del día. El día 13 del cronograma de riego, cuenta con tres turnos de riego, por ende, el regador necesita llevar consigo un total de 41 aspersores. El regador puede llevar 5 aspersores más de repuesto en caso de alguna eventualidad o inconveniente, entonces llevará un total de 46 aspersores.

Una vez realizado este procedimiento, el regador se desplaza al potrero 40A para colocar 9 aspersores; luego al potrero 47, donde instala 10 aspersores, iniciando así el primer turno de riego. Mientras el primer turno cumple con el tiempo de riego establecido, el regador se dirige a los potreros del segundo turno, iniciando la instalación en el potrero 40B con 10 aspersores, luego el potrero 49 con 12 aspersores, dando inicio al riego del segundo turno. Al concluir la instalación del segundo turno, el regador se traslada a recoger los aspersores del primer turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Una vez recogidos estos, el regador se desplaza al potrero 24A para colocar 7 aspersores; luego al potrero 24B, donde instala 6 aspersores, iniciando así el tercer turno. Al concluir esta instalación, el regador se traslada a recoger los aspersores del segundo turno una vez concluido con el tiempo de riego establecido. Finalmente, así mismo el regador recoge los aspersores del tercer turno. Para finalizar el día de riego, el regador retorna a la bodega dejando los 46 aspersores y se dirige hacia la captación para cerrar el flujo de agua del sistema.

Anexo Y Cuaderno de tiempos muertos para reducción de caudal del 10%.

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)
1	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 16	660	13	8	SI
		PT 16	PT 21	89	2	1	SI
	T2	PT 16	PT 14	229	5	7	SI
		PT 14	PT 13A	31	1	4	SI
	RECOGER	PT13A	PT 16	231	6	8	NO
	ASPERSORES	PT 16	PT 21	113	3	1	NO
	T3	PT 21	PT 5	599	12	6	SI
		PT5	PT 2	114	2	7	SI
	RECOGER	PT 2	PT 13A	370	9	4	NO
	ASPERSORES	PT 13A	PT 14	31	1	7	NO
		PT 14	PT 5	400	8	6	NO
		PT 5	PT 2	114	2	7	NO
		PT 2	Bodega	304	6	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
					TOTAL (min)	114	71
				TOTAL_DIA(h)	3,1		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)	
2	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 20A	832	16	2	SI	
		PT 20A	PT 18B	40	1	3	SI	
		PT 18B	PT 17	185	4	4	SI	
	T2	PT 17	PT 18A	115	2	3	SI	
		PT 18A	PT 20B	101	2	2	SI	
		PT 20B	PT 13B	369	7	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 13B	PT 17	252	5	4	NO	
		PT 17	PT 18B	185	4	3	NO	
		PT 18B	PT 20A	40	1	2	NO	
	T3	PT 20A	PT 19	148	3	2	SI	
		PT19	PT27	298	6	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 27	PT 13B	589	12	3	NO	
		PT 13B	PT 18A	258	7	3	NO	
		PT 18A	PT 20B	101	2	2	NO	
		PT 20B	PT 19	148	4	2	NO	
		PT 19	PT27	298	8	3	NO	
		PT27	BODEGA	375	10	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
					TOTAL (min)	136	51	
					TOTAL, DIA(h)	3,1		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)	
3	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 12	959	19	7	SI	
		PT 12	PT 10	166	3	3	SI	
	T2	PT 10	PT11	100	2	6	SI	
		PT 11	PT 29A	875	22	1	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 29A	PT 12	645	13	7	NO	
		PT 12	PT 10	166	3	3	NO	
	T3	PT 10	PT 17A	390	7,7	1	SI	
		PT 17A	PT 29B	515	13	1	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 29B	PT 29A	76	1	1	NO	
		PT 29A	PT 11	875	17	6	NO	
		PT11	PT 17A	380	10	1	NO	
		PT 17A	PT 29B	515	13	1	NO	
		PT 29 B	Bodega	536	14	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
					TOTAL (min)	183	44	
					TOTAL, DIA (h)	3,8		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Sí/No)
4	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 6	1145	23	6	SI
		PT 6	PT 8A	235	5	4	SI
	T2	PT 8A	PT 8B	50	1	6	SI
		PT 8B	PT 9	54	1	6	NO
	RECOGER ASPERSORES	PT9	PT 8A	104	2	4	NO
		PT 8A	PT6	235	5	6	NO
	T3	PT6	PT 58	894	18	3	SI
		PT58	PT 42	691	18	3	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 42	PT 9	1535	30	6	NO
		PT9	PT 8B	54	1	6	NO
		PT 8B	PT 58	860	17	3	NO
		PT 58	PT 42	691	18	3	NO
		PT 42	Bodega	940	24	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
					TOTAL (min)	206	60
				TOTAL, DIA (h)	4,4		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)	
5	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 30	359	7	3	SI	
		PT 30	PT 31A	87	2	2	SI	
	T2	PT 31 A	PT 15	1032	20	5	SI	
		PT 15	PT 4	386	8	6	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT4	PT 30	1305	33	3	NO	
		PT 30	PT 31A	87	2	2	NO	
	T3	PT 31 A	PT 7	1458	29	7	SI	
		PT 7	PT 3	143	3	3	SI	
		PT 3	PT 1	505	10	2	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 1	PT 4	551	11	6	NO	
		PT 4	PT 15	386	10	6	NO	
		PT 15	PT 7	935	18	7	NO	
		PT 7	PT 3	143	3	3	NO	
		PT 3	PT 1	505	10	2	NO	
		PT 1	BODEGA	1761	35	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		229	62	
				TOTAL, DIA(h)		4,9		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)	
6	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 31B	202	4	2	SI	
		PT 31B	PT 33A	238	5	1	SI	
	T2	PT 33A	PT 28	108	2	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 28	PT 33A	108	2	1	NO	
		PT 33A	PT 31B	238	5	2	NO	
	T3	PT 31B	PT 22A	576	11	2	SI	
		PT 22A	PT 22B	58	1	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 22B	PT 28	526	13	4	NO	
	T4	PT 28	PT 22C	604	12	4	SI	
		PT 22C	PT 62	101	2	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 62	PT 22B	182	4	3	NO	
		PT 22B	PT 22A	58	1	2	NO	
		PT 22A	PT 22C	138	3	4	NO	
		PT 22C	PT 62	101	2	3	NO	
		PT 62	BODEGA	690	14	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		125	45	
				TOTAL, DIA(h)		2,8		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)	
7	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 25A	182	4	3	SI	
		PT 25A	PT 61 A	92	2	3	SI	
	T2	PT 61A	PT 25B	50	1	3	SI	
		PT 25B	PT 61B	23	0,5	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 61B	PT 61A	56	1	3	NO	
		PT 61A	PT 25A	83	2	3	NO	
	T3	PT 25 A	PT 25C	240	5	3	SI	
		PT 25C	PT 63	442	9	2	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 63	PT 25B	347	7	3	NO	
		PT 25B	PT 61B	23	0,5	3	NO	
		PT 61B	PT 25C	87	2	3	NO	
		PT 25 C	PT 63	442	11	2	NO	
		PT 63	Bodega	107	3	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		91	40	
				TOTAL, DIA(h)		2,2		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)	
8	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 35	82	2	4	SI	
		PT 35	PT 26	114	2	2	SI	
	T2	PT 26	PT 32	25	0,5	4	SI	
		PT 32	PT 34A	100	2	2	SI	
	RECOGER	PT 34A	PT 35	25	0,5	4	SI	
	ASPERSORES	PT 35	PT 26	114	2	2	NO	
	T3	PT 26	PT 34B	25	0,5	2	NO	
		PT 34B	PT 33B	133	3	1	SI	
	RECOGER	PT 33B	PT 34A	65	1	2	SI	
	ASPERSORES	PT 34A	PT 32	100	2	3	NO	
	T4	PT 32	PT 24A	164	3	2	SI	
		PT 24A	PT 23A	110	2	3	SI	
	RECOGER	PT 23A	PT 34B	274	5	2	NO	
	ASPERSORES	PT 34B	33B	133	3	1	NO	
	T5	PT 33B	PT 23C	565	11	2	SI	
		PT 23C	PT 23D	76	1	1	SI	
	RECOGER	PT 23D	PT 23A	200	4	3	NO	
	ASPERSORES		PT 23A	PT 24A	110	2	2	NO
			PT 24A	PT 23C	125	2	2	NO
			PT 23C	PT 23D	76	1	1	NO
			PT 23D	Bodega	593	15	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	3,3	NO	
				TOTAL (min)		111	54	
				TOTAL, DIA (h)		2,8		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)	
9	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	12	3	NO	
	T1	Bodega	PT 24B	283	6	2	SI	
		PT 24B	PT 23B	189	4	5	SI	
	T2	PT 23B	PT 36A	510	10	4	SI	
		PT 36 A	PT 37A	215	4	2	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 36 A	PT 24B	635	12	2	NO	
		PT 24B	PT 23B	189	4	5	NO	
	T3	PT 23B	PT 36B	572	11	3	SI	
		PT 36B	PT 37B	517	10	2	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 37B	PT 37A	50	1	2	NO	
		PT 37A	PT 36A	215	4	4	NO	
	T4	PT 36A	PT 36C	250	5	2	SI	
		PT 36C	PT 38A	660	13	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 38A	PT 36B	500	10	3	NO	
		PT 36B	PT 37B	517	10	2	NO	
		PT 37B	PT 36C	212	4	2	NO	
		PT 36C	PT 38A	660	13	3	NO	
		PT 38A	Bodega	809	16	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	14	0	NO	
					TOTAL (min)	179	49	
					TOTAL, DIA (h)	3,8		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)	
10	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 38B	726	14	2	SI	
		PT 38B	PT 48A	317	6	2	SI	
		PT 48A	PT 48B	68	1	1	SI	
	T2	PT 48B	PT 48C	33	1	2	SI	
		PT 48C	PT 48D	34	1	1	SI	
		PT 48D	PT 47	38	1	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 47	PT 48B	71	1	1	NO	
		PT 48B	PT 48A	33	1	2	NO	
		PT 48A	PT 38B	317	8	2	NO	
	T3	PT 38B	PT 46	561	11	4	SI	
		PT 46	PT 45	25	0,5	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 45	PT 47	100	3	4	NO	
		PT 47	PT 48D	38	1	1	NO	
		PT 48D	PT 48C	34	1	2	NO	
		PT 48C	PT 46	145	3	4	NO	
		PT 46	PT 45	23	0,5	3	NO	
		PT 45	Bodega	1250	25	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	14	0	NO	
					TOTAL (min)	121	44	
					TOTAL, DIA (h)	3		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)
11	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 41	910	18	3	SI
		PT 41	PT 59	445	9	3	SI
	T2	PT 49	PT 53	85	2	3	SI
		PT 53	PT 56	100	2	6	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 56	PT 41	845	22	3	NO
		PT 41	PT 59	390	8	3	NO
	T3	PT 59	PT 52A	145	3	2	SI
		PT 52A	PT 57A	165	3	3	SI
		PT 57A	PT 57B	16	0,3	3	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 57B	PT 53	51	1	3	NO
		PT 53	PT 56	63	1	6	NO
	T4	PT 56	PT 54	28	1	3	SI
		PT 54	PT 55	48	1	4	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 55	PT 57B	73	1	3	NO
		PT 57B	PT 57A	16	0,3	3	NO
		PT 57A	PT 52A	165	3	2	NO
		PT 52A	PT 54	185	4	3	NO
		PT 54	PT 55	48	1	4	NO
		PT 55	Bodega	1700	33	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
					TOTAL (min)	158	64
				TOTAL, DIA (h)	3,7		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)	
12	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 60	1180	23	8	SI	
	T2	PT 60	PT 51	512	13	1	SI	
		PT 51	PT 50	40	1	2	SI	
		PT 50	PT 49	36	1	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 49	PT 60	587	12	8	NO	
	T3	PT 60	PT 43	437	11	4	SI	
		PT 43	PT 44	124	2	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 44	PT 49	45	0,9	4	NO	
		PT 49	PT 50	36	1	2	NO	
		PT 50	PT 51	40	1	1	NO	
	T4	PT 51	PT 39	153	3	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 39	PT 43	125	2	4	NO	
		PT 43	PT 44	124	2	3	NO	
		PT 44	PT 39	190	4	4	NO	
		PT 39	Bodega	854	22	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
					TOTAL (min)	144	57	
					TOTAL, DIA (h)	3,3		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo-aspersores (min)	Riego (Si/No)	
13	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 40A	790	16	3	SI	
		PT 40A	PT 52B	636	13	1	SI	
	T2	PT 52B	PT 52C	55	1	2	SI	
		PT 52C	PT 40B	470	12	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 40B	PT 40A	103	2	3	NO	
		PT 40A	PT 52B	636	13	1	NO	
	T3	PT 52B	PT 52D	25	0,5	1	SI	
		PT 52D	PT 40C	395	8	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 40C	PT 40B	110	2	3	NO	
		PT 40B	PT 52C	470	9	2	NO	
		PT 52C	PT 52D	25	0	1	NO	
		PT 52D	PT 40C	395	10	3	NO	
		PT 40C	Bodega	1155	30	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
					TOTAL (min)	160	33	
					TOTAL, DIA (h)	3,2		

Anexo Z Cuaderno de tiempos muertos para reducción de caudal del 20%.

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
1	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 18A	439	9	3	SI
		PT18A	PT19	51	1	2	SI
		PT19	PT17	256	5	4	SI
	T2	PT17	PT20A	180	4	2	SI
		20A	17A	180	4	1	SI
		17A	13A	137	3	4	SI
		13A	21	317	6	1	SI
	RECOGER	21	PT17	209	4	4	NO
	ASPERSORES	PT17	PT18A	152	3	3	NO
		PT18A	PT19	51	1	2	NO
	T3	PT19	PT20B	145	3	2	SI
		PT20B	PT14	192	4	7	SI
	RECOGER	PT14	PT20A	236	6	2	NO
	ASPERSORES	PT20A	PT17A	188	5	1	NO
		PT17A	PT13A	182	4	4	NO
		PT13A	PT21	310	6	1	NO
		PT21	PT14	267	5	4	NO
		PT14	PT20B	192	4	3	NO
		20B	Bodega	480	9	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
				TOTAL (min)		130	51
			TOTAL_DIA(h)		3,0		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
2	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO
	T1	Captación	Bodega	694	14	3	NO
		Bodega	PT 18B	700	14	3	SI
		PT18B	PT3	487	10	3	SI
		PT3	PT25A	814	16	4	SI
	T2	PT25A	PT12	293	6	7	SI
		PT12	PT1	488	10	2	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT1	PT18B	644	13	3	NO
		PT18B	PT25A	348	7	4	NO
	T3	PT25A	PT3	814	16	1	NO
		PT3	PT33A	1212	24	5	SI
		PT33A	PT36A	193	4	1	SI
		PT36A	PT12	837	16	4	NO
	RECOGER ASPERSORES	PT12	PT1	488	10	7	NO
		PT1	PT33A	1280	25	3	NO
	FINAL	PT33A	Bodega	207	4	0	NO
		Bodega	Captación	694	16	0	NO
					TOTAL (min)	219	54
				TOTAL_DIA(h)	4,6		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
3	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 6	1089	21	6	SI	
		PT6	PT8B	114	2	6	SI	
	T2	PT8B	PT27	735	14	3	SI	
		PT27	PT61A	154	3	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT61A	PT6	785	15	6	NO	
		PT6	PT8B	114	2	6	NO	
	T3	PT8B	PT13B	109	2	3	SI	
		PT13B	PT25C	506	10	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT25C	PT27	279	5	3	NO	
		PT27	PT61A	154	3	3	NO	
		PT61A	PT13B	625	12	3	NO	
		PT13B	PT25C	506	10	3	NO	
		PT25C	Bodega	344	7	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
					TOTAL (min)	154	41	
					TOTAL_DIA(h)	3,3		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
4	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
	T1	Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T2		Bodega	PT 60	1061	21	8	SI
			PT60	PT30	647	13	4	SI
			PT30	PT63	357	7	2	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT63	PT60	978	19	8	NO	
	T3	PT60	PT31A	1118	22	4	SI	
		PT31A	PT28	97	2	2	SI	
	RECOGER ASPERSORES	P28	PT30	85	2	2	NO	
	T4		PT30	PT63	357	7	3	NO
			PT63	PT38A	493	10	2	SI
		PT38A	PT39	210	4	5	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT39	PT31A	847	17	4	NO	
		PT31A	PT28	97	2	2	NO	
		PT28	PT38A	701	14	2	NO	
		PT38A	PT39	210	4	5	NO	
		PT39	Bodega	811	16	0	NO	
FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO		
				TOTAL (min)	205	57		
				TOTAL_DIA(h)	4,4			

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
5	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 2	950	19	7	SI	
		PT2	PT56	393	8	6	SI	
	T2	PT56	PT4	590	12	6	SI	
		PT4	PT5	50	1	6	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT5	PT2	768	15	3	NO	
		PT2	PT56	393	8	2	NO	
	T3	PT56	PT34B	640	13	7	SI	
		PT34B	PT26	121	2	6	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT26	PT4	870	17	6	NO	
		PT4	PT5	50	1	6	NO	
	T4	PT5	PT48D	594	12	1	SI	
		PT48D	PT49	50	1	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT49	PT34B	617	12	2	NO	
		PT34B	PT26	121	2	2	NO	
		PT26	PT29A	143	3	3	NO	
	T5	PT29A	PT29B	50	1	2	SI	
		PT29B	PT10	642	13	2	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT10	PT48D	700	14	1	NO	
		48D	PT49	50	1	4	NO	
		PT49	PT29A	535	11	3	NO	
		PT29A	PT10	642	13	3	NO	
		PT10	Bodega	981	19	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
					TOTAL (min)	242	86	
					TOTAL_DIA(h)	5,5		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
6	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
	T1	Captación	Bodega	694	14	3	NO	
		Bodega	PT 33B	146	3	1	SI	
	T2	PT33B	PT36B	214	4	4	SI	
		PT36B	PT35	137	3	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT35	PT33B	89	2	1	NO	
		PT33B	PT36B	214	4	4	NO	
	T3	PT36B	PT55	1114	22	4	SI	
		PT55	PT57A	138	3	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT57A	PT35	1283	25	3	SI	
	T4	PT35	PT36C	209	4	2	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT36C	PT37B	117	2	2	SI	
		PT37B	PT55	862	17	4	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT55	PT57A	138	3	3	NO	
		PT57A	PT37B	638	13	2	NO	
	FINAL	PT37B	PT36C	117	2	2	NO	
		PT36C	Bodega	307	6	0	NO	
		Bodega	Captación	694	16	0	NO	
					TOTAL (min)	159	46	
					TOTAL_DIA(h)	3,4		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
7	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 48A	908	18	2	SI	
		PT48A	PT44	251	5	3	SI	
	T2	PT44	PT48B	190	4	1	SI	
		PT48B	PT45	192	4	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT45	48A	240	5	2	NO	
		PT48A	PT44	251	5	3	NO	
	T3	PT44	PT48C	207	4	2	SI	
		PT48C	PT41	394	8	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT41	PT45	173	3	3	NO	
		PT45	PT48B	192	4	1	NO	
	FINAL	PT48B	PT48C	50	1	2	NO	
		PT48C	PT41	377	7	3	NO	
			PT41	Bodega	671	13	0	NO
		FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
						TOTAL (min)	127	34
					TOTAL_DIA(h)	2,7		



Día	Turno	Punto Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
8	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
	T1	Captación	Bodega	694	14	3	NO	
		Bodega	PT 52A	1768	35	2	SI	
		PT52A	PT52B	50	1	1	SI	
		PT52B	PT52C	50	1	2	SI	
		PT52C	PT52D	50	1	8	SI	
	T2	PT52D	PT51	709	14	1	SI	
		PT51	PT46	175	3	4	SI	
		PT46	PT59	515	10	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT59	PT52A	50	1	1	NO	
		PT52A	PT52B	50	1	2	NO	
		PT52B	PT52C	50	1	1	NO	
		PT52C	PT52D	50	1	2	NO	
	T3	PT52D	PT53	50	1	1	SI	
		PT53	PT40A	317	6	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT40A	PT51	308	6	3	NO	
		PT51	PT46	175	3	3	NO	
		PT46	PT59	515	10	2	NO	
	T4	PT59	PT38B	653	13	3	SI	
		PT38B	PT37A	109	2	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT37A	PT53	797	16	2	NO	
		PT53	PT40A	317	6	3	NO	
		PT40A	PT38B	301	6	3	NO	
		PT38B	PT37A	109	2	4	NO	
	T4	PT37A	Bodega	593	12	0	NO	
		FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
					TOTAL (min)	199	64	
					TOTAL_DIA(h)	4,4		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
9	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 54	1542	30	3	SI
		PT54	PT40B	455	9	4	SI
	T2	PT40B	PT40C	50	1	3	SI
		PT40C	PT58	307	6	3	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT58	PT54	123	2	3	NO
		PT54	PT40B	455	9	4	NO
	T3	PT40B	PT9	820	16	3	SI
		PT9	PT8A	50	1	6	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT8A	PT40C	677	13	4	NO
		PT40C	PT58	307	6	3	NO
		PT58	PT9	516	10	6	NO
		PT9	PT8A	50	1	4	NO
		PT8A	Bodega	905	18	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
				TOTAL (min)		169	51
			TOTAL_DIA(h)		3,7		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
10	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
	T1	Captación	Bodega	694	14	3	NO	
		Bodega	PT 34A	109	2	3	SI	
	T2	PT34A	PT32	50	1	4	SI	
		PT32	PT47	1069	21	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT47	PT43	220	4	3	SI	
		PT43	34A	604	12	3	NO	
	T3	PT34A	PT32	50	1	4	NO	
		PT32	PT22B	423	8	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT22B	PT22C	50	1	4	SI	
		PT22C	PT47	775	15	4	NO	
	FINAL	PT47	PT43	220	4	4	NO	
		PT43	PT22B	676	13	4	NO	
	PT22B	PT22C	50	1	4	NO		
	PT22C	Bodega	565	11	0	NO		
	Bodega	Captación	694	16	0	NO		
					TOTAL (min)	142	49	
					TOTAL_DIA(h)	3,2		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
11	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 62	601	12	3	SI	
		PT62	PT7	360	7	7	SI	
	T2	PT7	PT11	136	3	6	SI	
		PT11	PT15	196	4	5	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT15	PT62	50	1	3	NO	
		PT62	PT7	360	7	6	NO	
	T3	PT7	PT24A	661	13	5	SI	
		PT24A	PT24B	50	1	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT24B	PT11	608	12	2	NO	
		PT11	PT15	196	4	5	NO	
	T4	PT15	PT25B	308	6	7	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT25B	PT24A	50	1	3	NO	
		PT24A	PT24B	50	1	2	NO	
		PT24B	PT25B	50	1	5	NO	
		PT25B	Bodega	323	6	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
					TOTAL (min)	125	65	
					TOTAL_DIA(h)	3,2		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
12	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 23A	291	6	4	SI
		PT23A	PT23B	50	1	5	SI
	T2	PT23B	PT23C	50	1	1	SI
		PT23C	PT23D	100	2	1	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT23D	23A	50	1	4	NO
		PT23A	PT23B	50	1	5	NO
	T3	PT23B	PT16	213	4	1	NO
	RECOGER ASPERSORES	PT16	PT23C	213	4	1	SI
		PT23C	PT23D	50	1	8	SI
		PT23D	PT23B	50	1	1	NO
		PT23	PT16	213	4	8	NO
		PT16	Bodega	823	16	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
				TOTAL (min)		88	47
			TOTAL_DIA(h)		2,3		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
13	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 42	508	10	4	SI
		PT42	PT50	176	3	2	SI
	T2	PT50	PT31B	1032	20	2	SI
		PT31B	PT22A	423	8	3	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT22A	PT42	555	11	4	NO
		PT42	PT50	176	3	2	NO
	T3	PT50	PT57B	770	15	2	NO
		PT57B	PT62B	408	8	3	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT62B	PT31B	634	12	3	SI
		PT31B	PT22A	423	8	3	NO
		PT22A	PT57B	549	11	3	NO
		PT57B	PT62B	408	8	3	NO
		PT62B	Bodega	767	15	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
					TOTAL (min)	180	39
				TOTAL_DIA(h)	3,7		

Anexo AA Cuaderno de tiempos muertos para reducción de caudal del 30%.

Día	Turno	Punto Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
1	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 16	647	14	8	SI	
			PT 16	PT 17A	76	2	1	SI
	T2		PT 17A	PT 18A	90	2	3	SI
			PT 18A	PT 20B	101	2	2	SI
			PT 20B	PT 20A	25	1	2	SI
			PT 20A	PT 19	88	2	2	SI
	RECOGER ASPERSORES		PT 19	PT 16	70	2	8	NO
			PT 16	PT 17A	76	2	1	NO
	T3		PT 17A	PT 21	167	4	1	SI
			PT 21	PT 13A	357	8	4	SI
			PT 13A	PT 13B	36	1	3	SI
			PT 13B	PT 18B	240	5	3	SI
	RECOGER ASPERSORES		PT 18B	PT 18A	90	2	3	NO
			PT 18A	PT 20B	101	2	2	NO
			PT 20B	PT 20A	25	1	2	NO
			PT 20A	PT 19	88	2	2	NO
	RECOGER ASPERSORES		PT 19	PT 21	108	2	1	NO
			PT 21	PT 13A	357	8	4	NO
			PT 13A	PT 18B	36	1	3	NO
			PT 18B	PT 13B	240	5	3	NO
			PT 13B	Bodega	887	19	0	NO
	FINAL		Bodega	Captación	694	16	0	NO
						TOTAL (min)	130,61	65
						TOTAL_DIA(h)	3,27	

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
2	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 29A	309	7	3	SI	
		PT 29A	PT 7	1298	28	7	SI	
	T2	PT 7	PT 8A	95	2	4	SI	
		PT 8A	PT 15	152	3	5	SI	
	RECOGER	PT 15	PT 29A	1030	22	3	NO	
	ASPERSORES	PT 29A	PT 7	1298	28	7	NO	
	RECOGER	PT 7	PT 8A	95	2	4	NO	
	ASPERSORES	PT 8A	PT 15	152	3	5	NO	
		PT 15	Bodega	990	21	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		163	43	
				TOTAL_DIA(h)		3,43		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
3	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 8B	1066	23	6	SI	
		PT 8B	PT 11	192	4	6	SI	
	T2	PT 11	PT 30	1179	26	5	SI	
		PT 30	PT 29B	60	1	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 29B	PT 8B	1239	27	6	NO	
		PT 8B	PT 11	192	4	6	NO	
	T3	PT 11	PT 6	140	3	6	SI	
		PT 6	PT 5	50	1	6	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 5	PT 30	1368	30	5	NO	
		PT 30	PT 29B	60	1	3	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 29B	PT 6	1328	29	6	NO	
		PT 6	PT 5	50	1	6	NO	
		PT 5	Bodega	1210	26	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		222	66	
				TOTAL_DIA(h)		4,81		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
4	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
	T1	Captación	Bodega	694	14	3	NO	
		Bodega	PT 12	963	21	7	SI	
		PT 12	PT 3	359	8	3	SI	
	T2	PT 3	PT 1	436	9	2	SI	
		PT 1	PT 4	466	10	6	SI	
		PT 4	PT 40C	1266	27	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 40C	PT 12	946	20	7	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 12	PT 3	359	8	3	NO	
		PT 3	PT 1	436	9	2	NO	
		PT 1	PT 4	466	10	6	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 4	PT 40C	1266	27	3	NO	
		PT 40C	Bodega	1049	23	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
	TOTAL (min)					220	49	
	TOTAL_DIA(h)					4,47		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
5	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 2	1339	29	7	SI	
		PT 2	PT 9	214	5	6	SI	
	T2	PT 9	PT 10	46	1	5	SI	
		PT 10	PT 28	1093	24	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 28	PT 2	1322	29	7	NO	
		PT 2	PT 9	214	5	6	NO	
	T3	PT 9	PT 27	1134	25	3	SI	
		PT 27	PT 22A	821	18	4	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 22A	PT 10	627	14	5	NO	
		PT 10	PT 28	1093	24	3	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 28	PT 27	47	1	3	NO	
		PT 27	PT 22A	821	18	4	NO	
		PT 22A	Bodega	807	17	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		254	61	
				TOTAL_DIA(h)		5,24		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
6	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 62	1083	23	3	SI	
		PT 62	PT 61A	366	8	3	SI	
		PT 61A	PT 61B	54	1	3	SI	
	T2	PT 61B	PT 63	418	9	2	SI	
		PT 63	PT 57A	1287	28	3	SI	
		PT 57A	PT 57B	65	1	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 57B	PT 62	501	11	3	NO	
		PT 62	PT 61A	366	8	3	NO	
		PT 61A	PT 61B	54	1	3	NO	
	T3	PT 61B	PT 56	781	17	5	SI	
		PT 56	PT 31A	1612	35	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 31A	PT 63	273	6	2	NO	
		PT 63	PT 57A	1287	28	3	NO	
		PT 57A	PT 57B	65	1	3	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 57B	PT 56	52	1	5	NO	
		PT 56	PT 31A	1612	35	3	NO	
		PT 31A	Bodega	283	6	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		266	55	
				TOTAL_DIA(h)		5,35		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
7	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 31B	300	7	2	SI
		PT 31B	PT 35	216	5	4	SI
	T2	PT 35	PT 32	123	3	4	SI
		PT 32	PT 26	45	1	2	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 26	PT 31B	96	2	2	NO
		PT 31B	PT 35	216	5	4	NO
	T3	PT 35	PT 25A	205	4	4	SI
		PT 25A	PT 53	1420	31	3	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 53	PT 32	1625	35	4	NO
		PT 32	PT 26	45	1	2	NO
	T4	PT 26	PT 22B	769	17	4	SI
		PT 22B	PT 23B	58	1	5	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 23B	PT 25A	152	3	5	NO
		PT 25A	PT 53	1420	31	3	NO
	RECOGER ASPERSORES	PT 53	PT 22B	532	12	4	NO
		PT 22B	PT 23B	58	1	5	NO
		PT 23B	Bodega	438	9	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
					TOTAL (min)	213	62
					TOTAL_DIA(h)	4,58	

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
8	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 23D	980	21	1	SI	
		PT 23D	PT 50	1083	23	2	SI	
		PT 50	PT 51	25	1	1	SI	
	T2	PT 51	PT 22C	1040	23	4	SI	
		PT 22C	PT 23C	67	1	1	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 23C	PT 23D	49	1	1	NO	
		PT 23D	PT 50	1083	23	2	NO	
		PT 50	PT 51	25	1	1	NO	
	T3	PT 51	PT 34A	1077	23	3	SI	
		PT 34A	PT 34B	41	1	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 34B	PT 22C	934	20	3	NO	
		PT 22C	PT 23C	67	1	1	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 23C	PT 34A	998	22	3	NO	
		PT 34A	PT 34B	41	1	3	NO	
		PT 34B	Bodega	154	3	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
	TOTAL (min)					288	34	
	TOTAL_DIA(h)					5,37		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
9	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 48A	957	21	2	SI	
		PT 48A	PT 48B	41	1	1	SI	
		PT 48B	PT 48C	35	1	2	SI	
		PT 48C	PT 48D	41	1	1	SI	
	T2	PT 48D	PT 25B	1299	28	5	SI	
		PT 25B	PT 33A	267	6	1	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 33A	PT 48A	1054	23	2	NO	
		PT 48A	PT 48B	41	1	1	NO	
		PT 48B	PT 48C	35	1	2	NO	
		PT 48C	PT 48D	41	1	1	NO	
	T3	PT 48D	PT 25C	1391	30	3	SI	
		PT 25C	PT 33B	364	8	1	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 33B	PT 25B	319	7	5	NO	
		PT 25B	PT 33A	267	6	1	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 33A	PT 25C	461	10	3	NO	
		PT 25C	PT 33B	364	8	1	NO	
		PT 33B	Bodega	162	4	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		201	41	
				TOTAL_DIA(h)		4,03		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
10	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 46	1136	25	3	SI
		PT 46	PT 54	839	18	4	SI
		PT 54	PT 58	112	2	3	SI
	T2	PT 58	PT 55	149	3	4	SI
		PT 55	PT 23A	653	14	4	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 23A	PT 46	1271	28	3	NO
		PT 46	PT 54	839	18	4	NO
		PT 54	PT 58	112	2	3	NO
	T3	PT 58	PT 52A	47	1	2	SI
		PT 52A	PT 52B	42	1	1	SI
		PT 52B	PT 52C	42	1	2	SI
		PT 52C	PT 52D	42	1	1	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 52D	PT 55	88	2	4	NO
		PT 55	PT 23A	653	14	4	NO
	RECOGER ASPERSORES	PT 23A	PT 52A	1129	24	2	NO
		PT 52A	PT 52B	42	1	1	NO
		PT 52B	PT 52C	42	1	2	NO
		PT 52C	PT 52D	42	1	1	NO
		PT 52D	Bodega	1372	30	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
				TOTAL (min)		233	55
			TOTAL_DIA(h)		4,81		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)
11	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO
		Captación	Bodega	694	14	3	NO
	T1	Bodega	PT 39	791	17	5	SI
	T2	PT 39	PT 60	303	7	8	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 60	PT 39	303	7	5	NO
	T3	PT 39	PT 38A	226	5	3	SI
		PT 38A	PT 45	507	11	2	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 45	PT 60	601	13	8	NO
	T4	PT 60	PT 36A	998	22	5	SI
		PT 36A	PT 38B	477	10	3	SI
	RECOGER ASPERSORES	PT 38B	PT 38A	30	1	3	NO
	RECOGER ASPERSORES	PT 38A	PT 45	507	11	2	NO
	RECOGER ASPERSORES	PT 45	PT 36A	938	20	5	NO
		PT 36A	PT 38B	477	10	3	NO
		PT 38B	Bodega	614	13	0	NO
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO
	TOTAL (min)					193	55
TOTAL_DIA(h)					4,13		

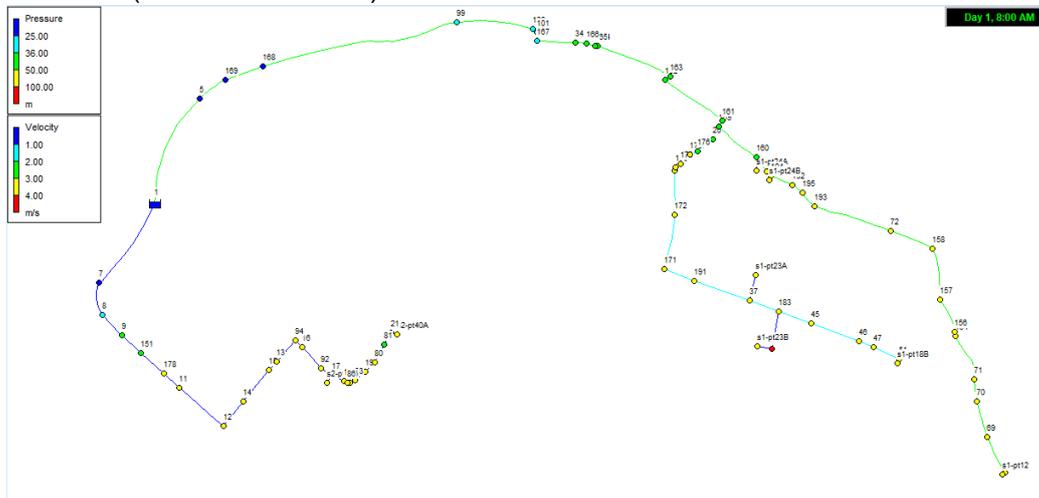
Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
12	Inicio	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 36B	172	4	4	SI	
		PT 36B	PT 37A	260	6	2	SI	
	T2	PT 37A	PT 36C	290	6	2	SI	
		PT 36C	PT37B	317	7	2	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT37B	PT 36B	287	6	4	NO	
		PT 36B	PT 37A	260	6	2	NO	
	T3	PT 37A	PT 42	570	12	4	SI	
		PT 42	PT 43	32	1	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 43	PT 36C	862	19	2	NO	
		PT 36C	PT37B	317	7	2	NO	
	T4	PT37B	PT 44	683	15	3	SI	
	RECOGER ASPERSORES	PT 44	PT 42	81	2	4	NO	
		PT 42	PT 43	32	1	3	NO	
	RECOGER ASPERSORES	PT 43	PT 44	42	1	4	NO	
		PT 44	Bodega	1115	24	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
	TOTAL (min)					161	47	
	TOTAL_DIA(h)					3,47		

Día	Turno	Punto de Inicio	Punto Final	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo aspersores (min)	Riego (Si/No)	
13	INICIO	Bodega	Captación	694	16	3	NO	
		Captación	Bodega	694	14	3	NO	
	T1	Bodega	PT 40A	878	19	3	SI	
		PT 40A	PT 47	314	7	4	SI	
	T2	PT 47	PT 40B	394	9	4	SI	
		PT 40B	PT 49	363	8	4	SI	
	RECOGER	PT 49	PT 40A	283	6	3	NO	
	ASPERSORES	PT 40A	PT 47	314	7	4	NO	
	T3	PT 47	PT 24A	1439	31	3	SI	
		PT 24A	PT 24B	54	1	2	SI	
	RECOGER	PT 24B	PT 40B	1205	26	4	NO	
	ASPERSORES	PT 40B	PT 49	363	8	4	NO	
	RECOGER	PT 49	PT 24A	1434	31	3	NO	
	ASPERSORES	PT 24A	PT 24B	1488	32	2	NO	
		PT 24B	Bodega	352	8	0	NO	
	FINAL	Bodega	Captación	694	16	0	NO	
				TOTAL (min)		238	46	
				TOTAL_DIA(h)		4,73		

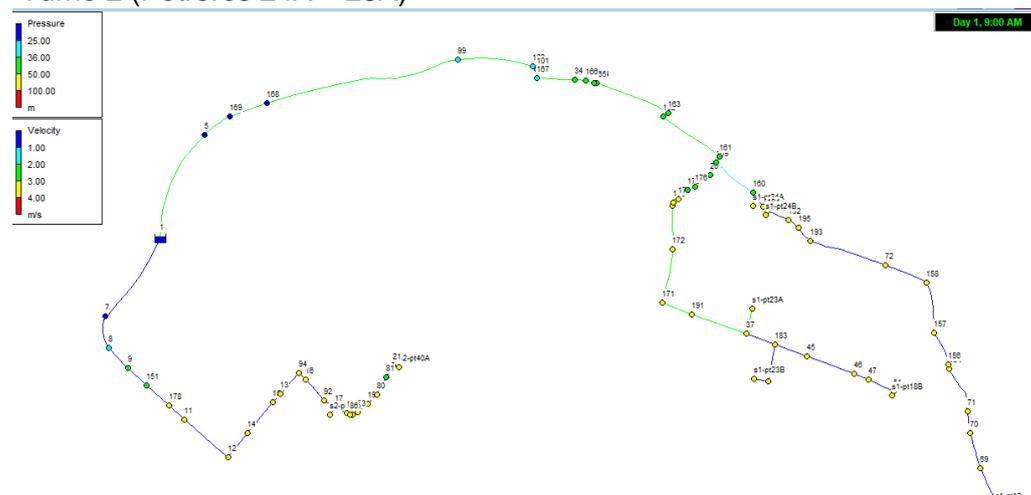
Anexo AB Reporte hidráulico obtenido de la simulación con EPANET del sistema de riego integral de la finca Nero de la Universidad de Cuenca.

Simulación hidráulica del Día N°1

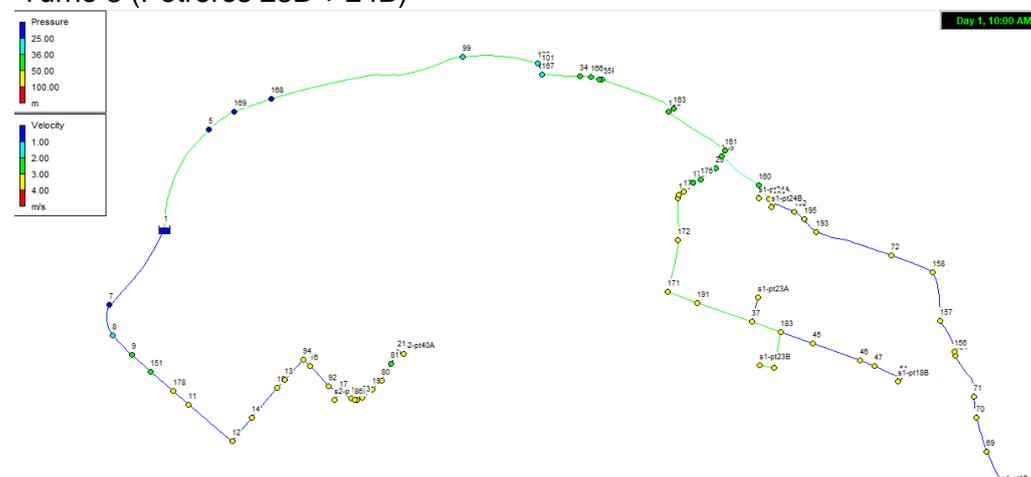
Turno 1 (Potrerros18B + 12)



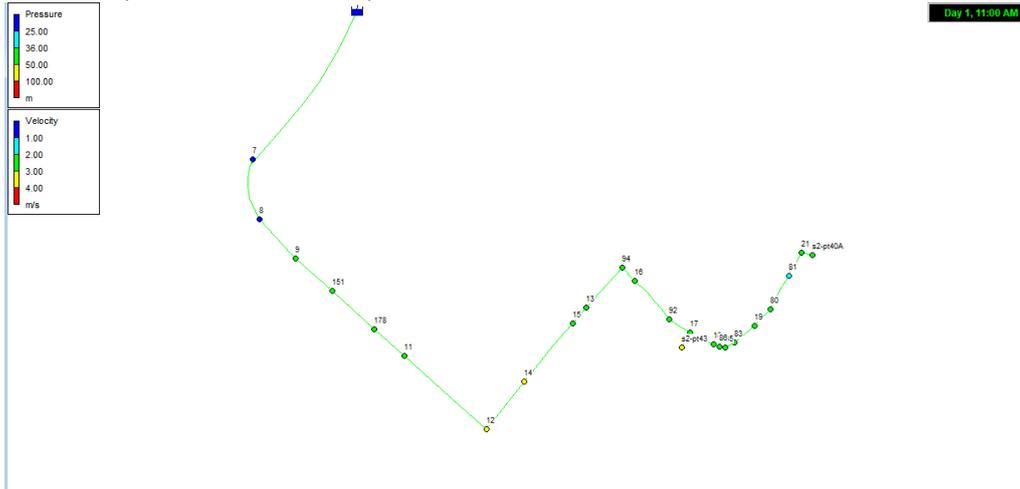
Turno 2 (Potrerros 24A + 23A)



Turno 3 (Potrerros 23B + 24B)

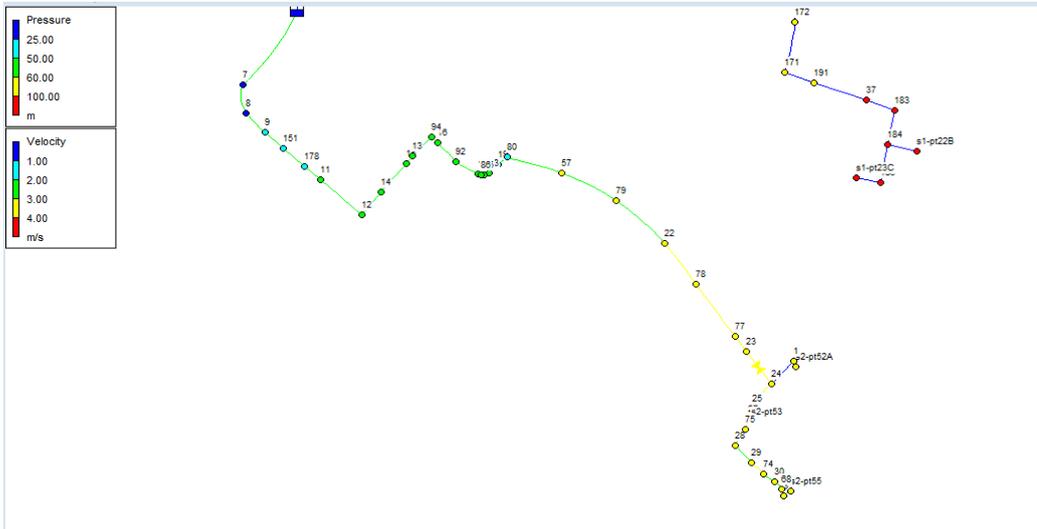


Turno 4 (Potrerros 40A + 43)

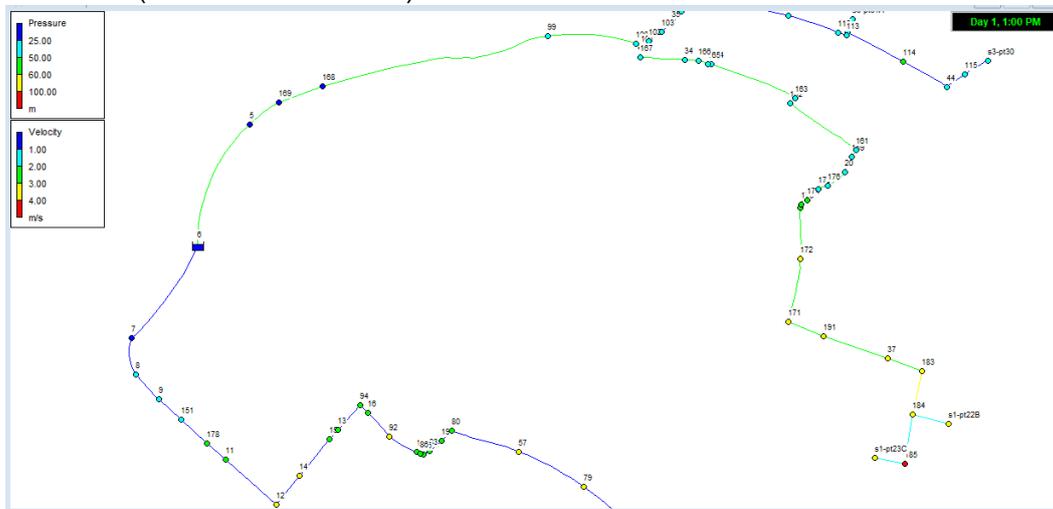


Simulación hidráulica del Día N°2

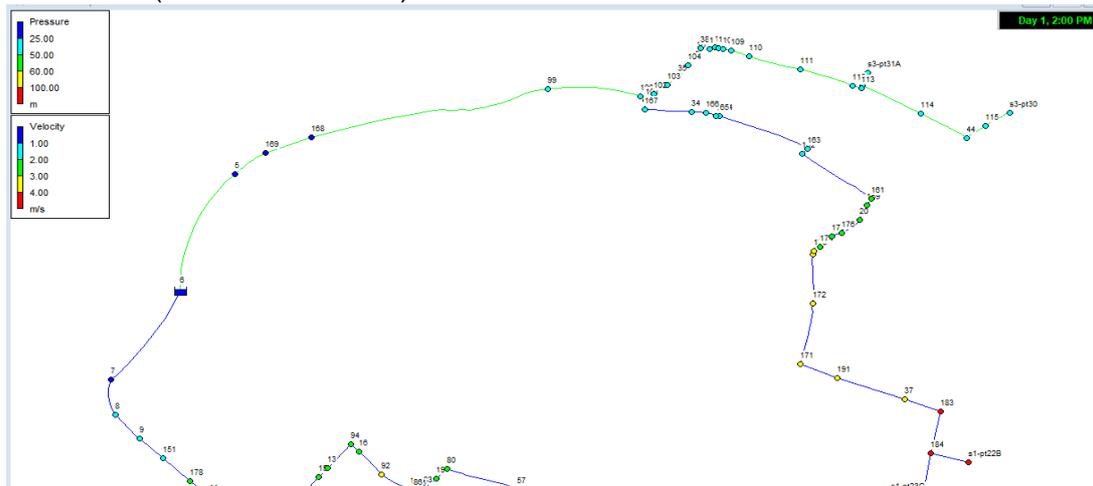
Turno 1 (Potrerros 52A+53+55)



Turno 2 (Potrerros 23C + 22B)

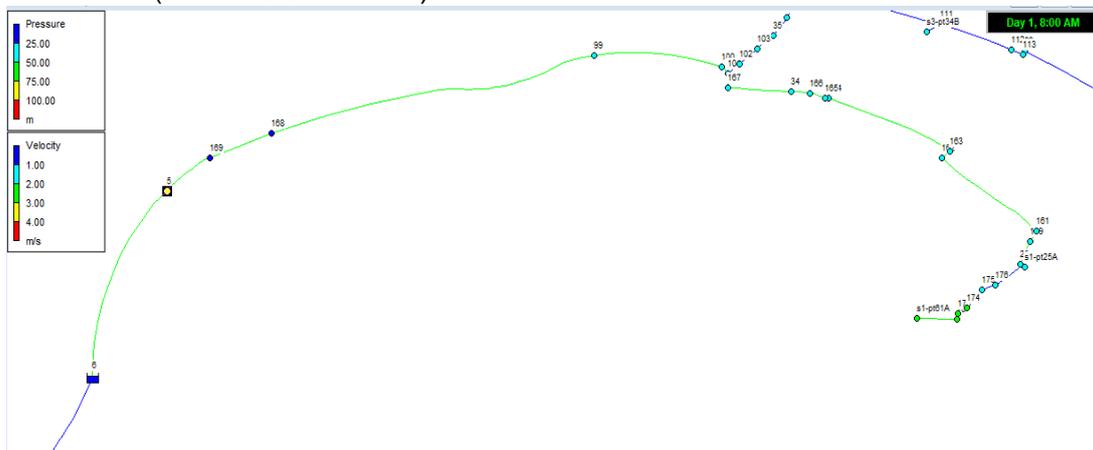


Turno 3 (Potrerros 30 + 31A)

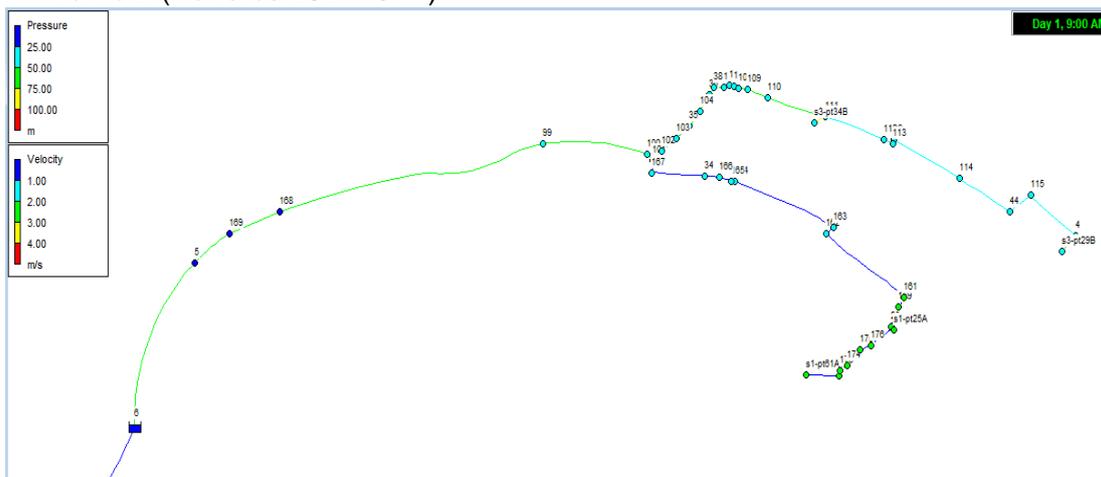


Simulación hidráulica del Día N°3

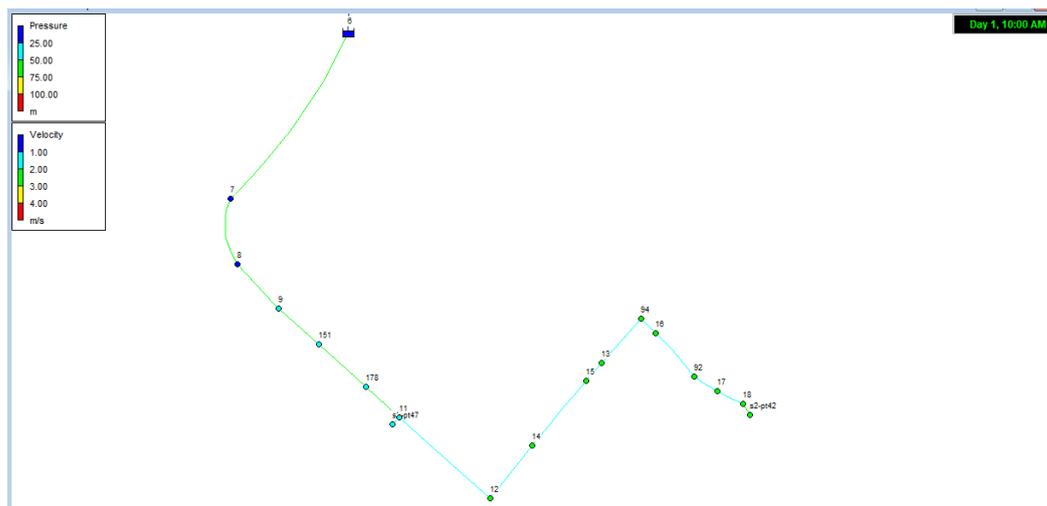
Turno 1 (Potrerros 61A + 25A)



Turno 2 (Potrerros 29B + 34B)

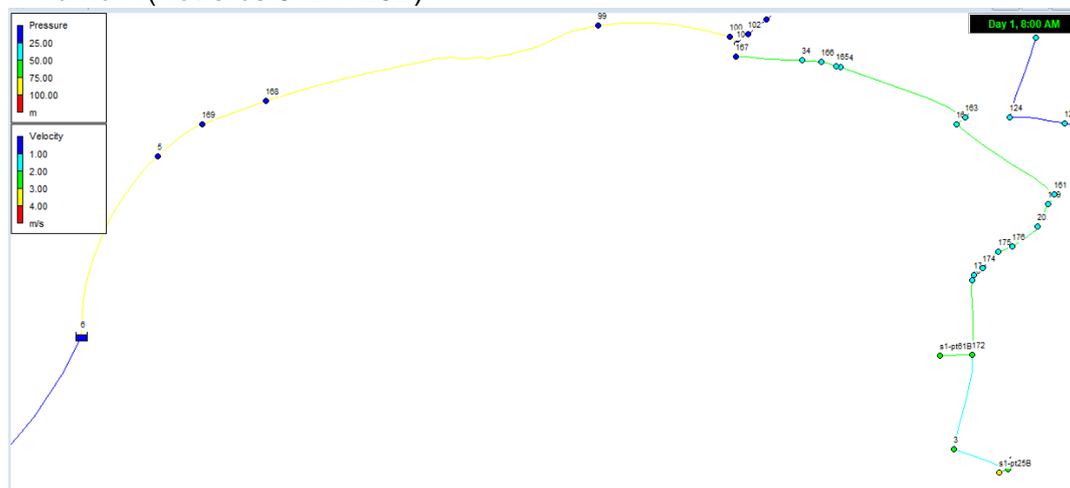


Turno 3 (Potrerros 42 + 47)

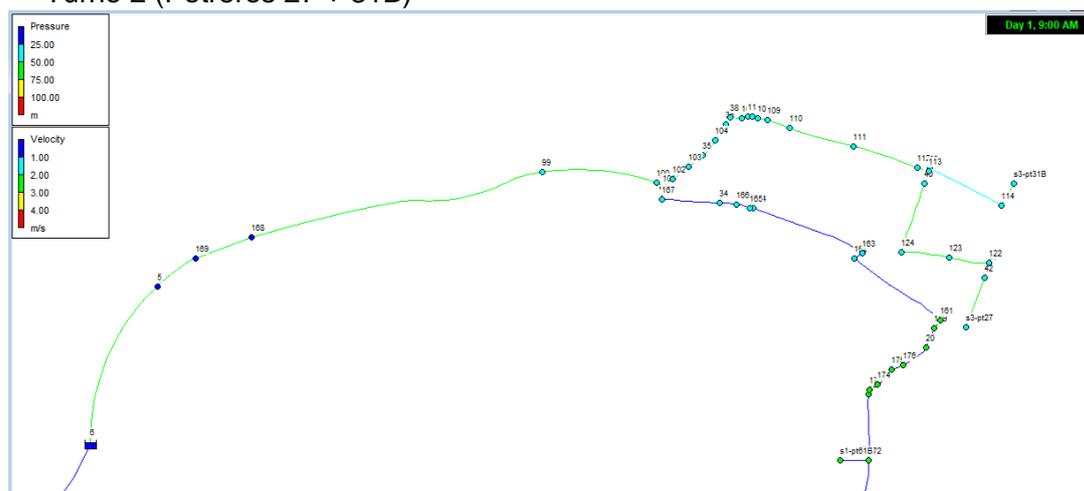


Simulación hidráulica del Día N°4

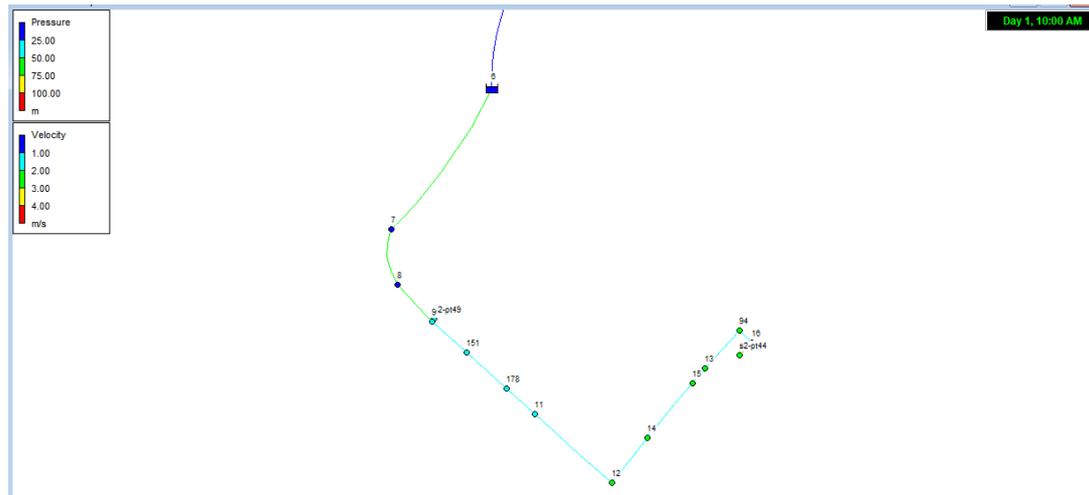
Turno 1 (Potrerros 61B + 25B)



Turno 2 (Potrerros 27 + 31B)

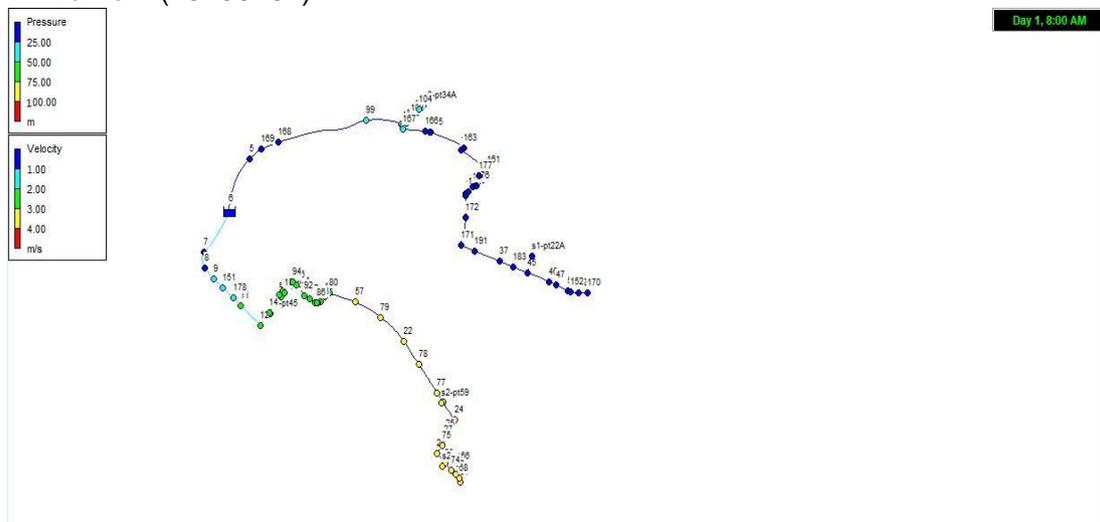


Turno 3 (Potrerros 44 + 49)

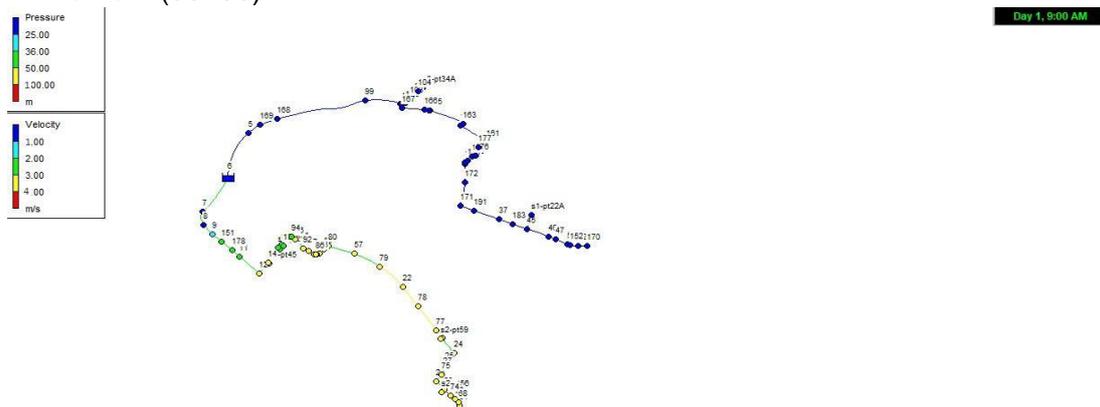


Simulación hidráulica del Día N°5

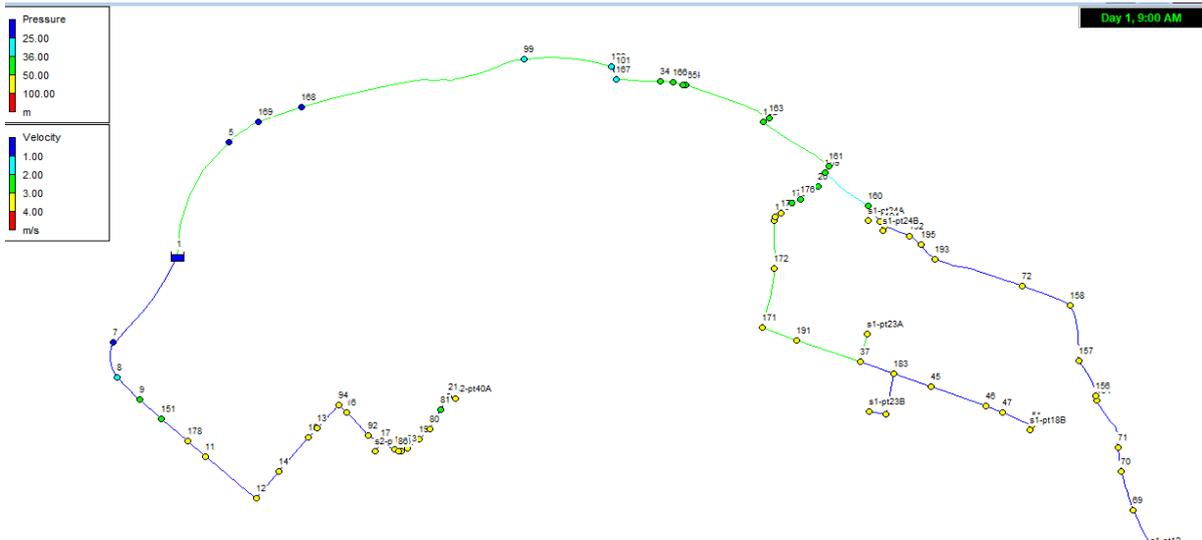
Turno 1 (45+50+51)



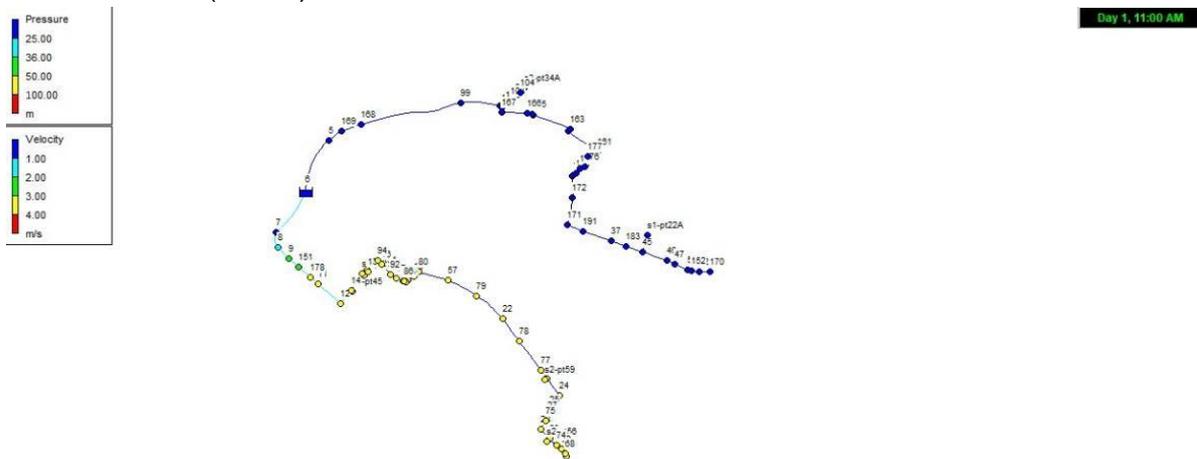
Turno 2 (56+59)



Turno 3 (22A+34A)

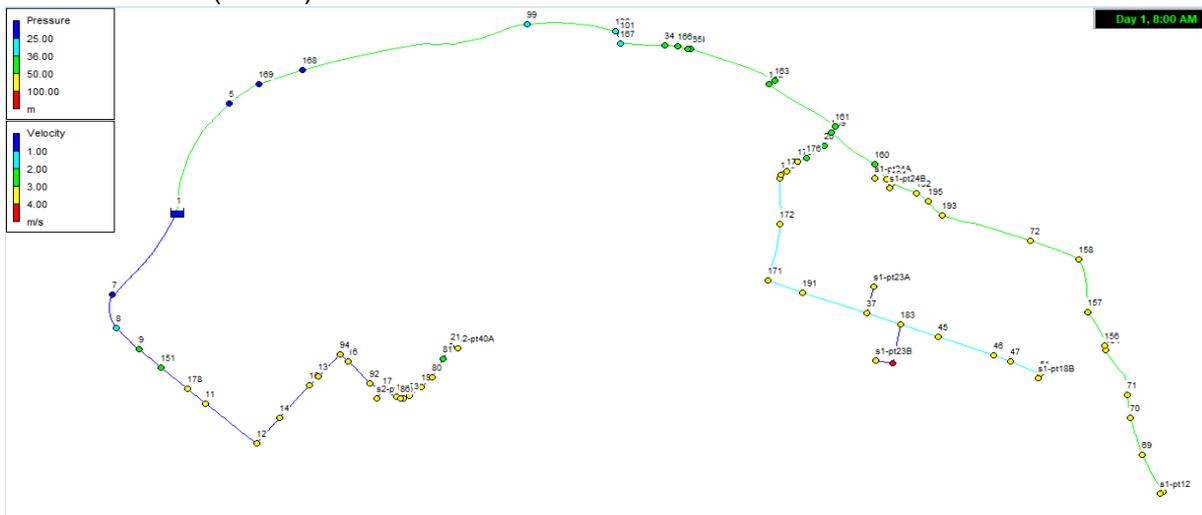


Turno 4 (58+54)

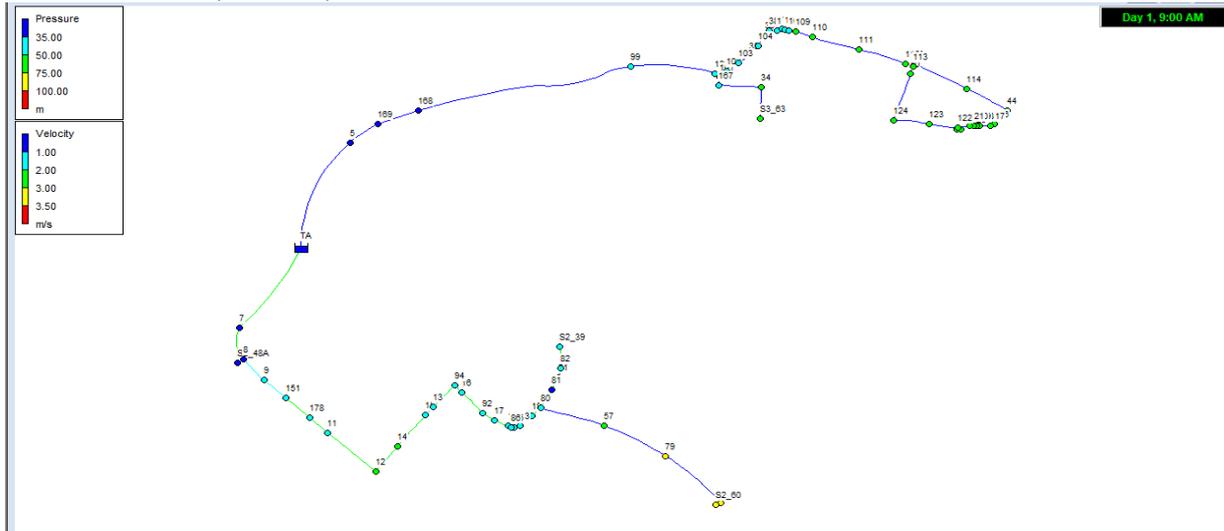


Simulación hidráulica del Día N°6

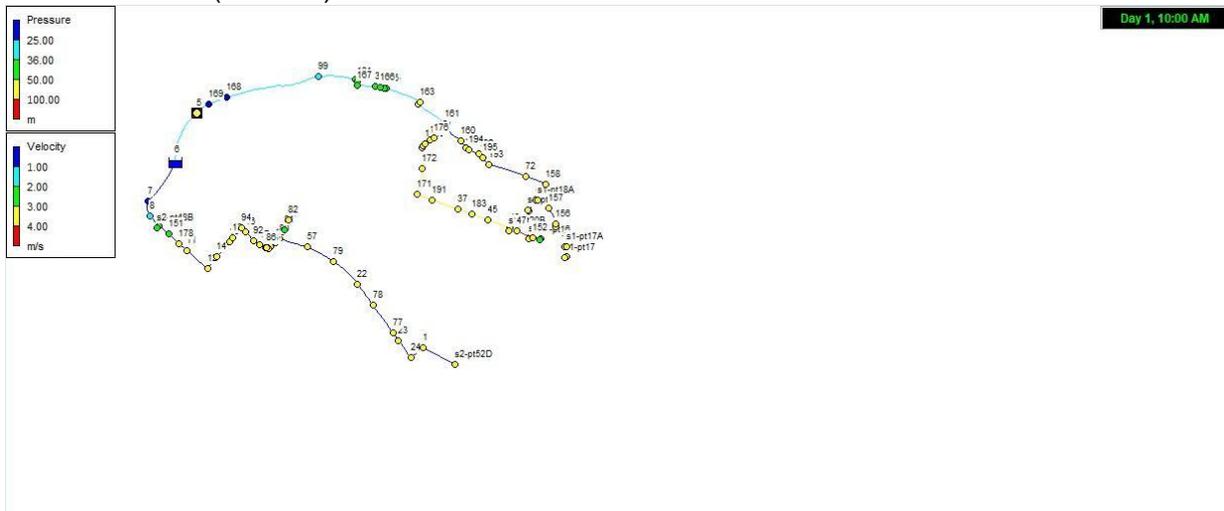
Turno 1 (17+11)



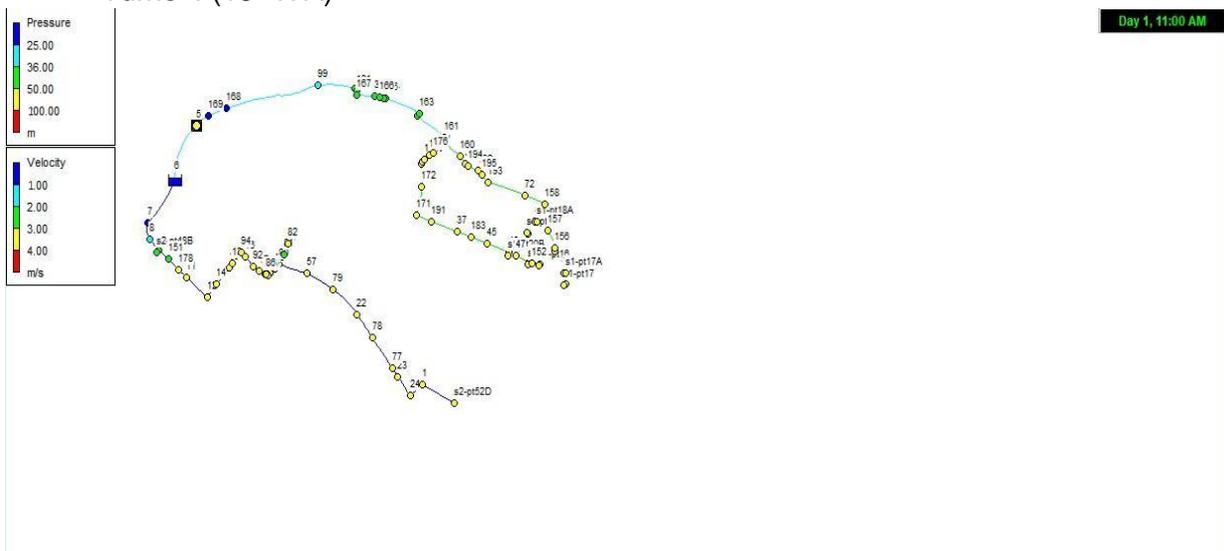
Turno 2 (25C+19)



Turno 3 (62+20A)



Turno 4 (18+17A)

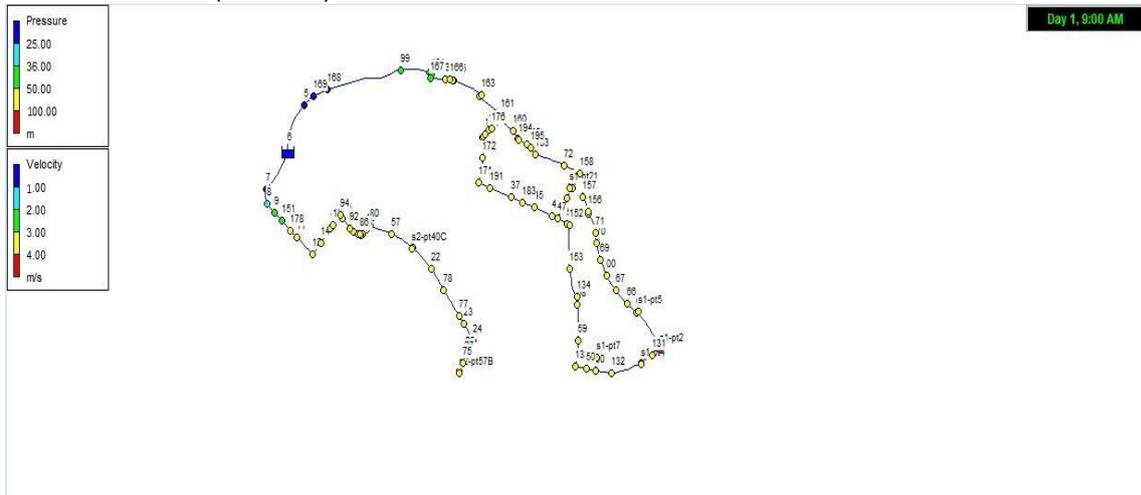


Simulación hidráulica del Día N°7

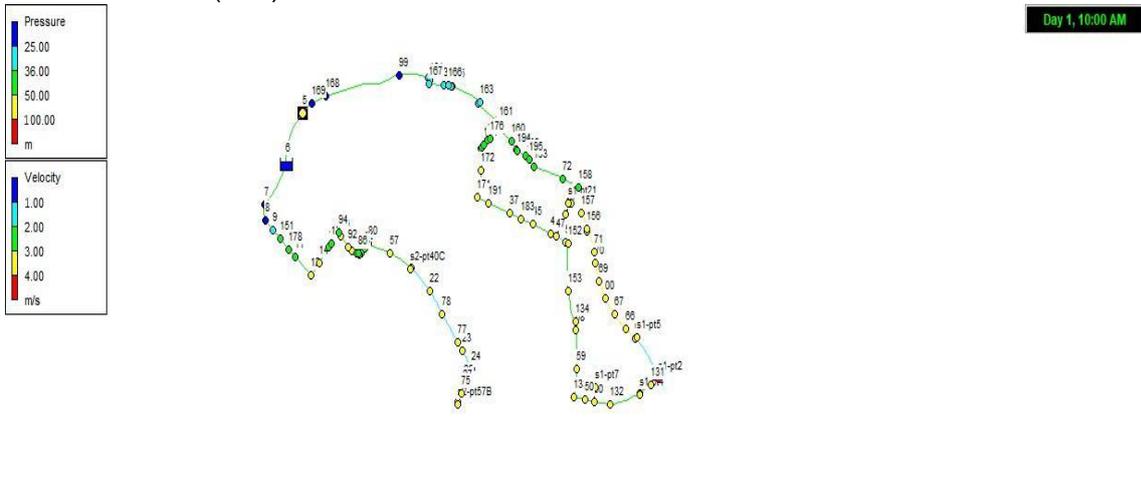
Turno 1 (40B+48B)



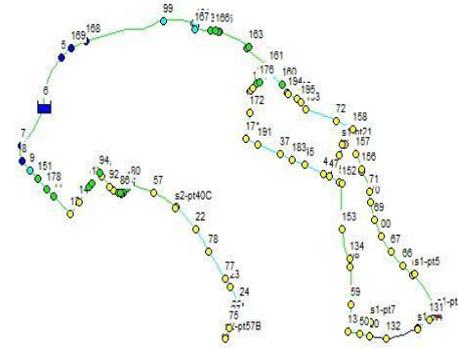
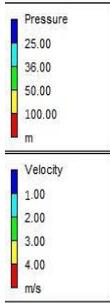
Turno 2 (16+20A)



Turno 3 (4+7)



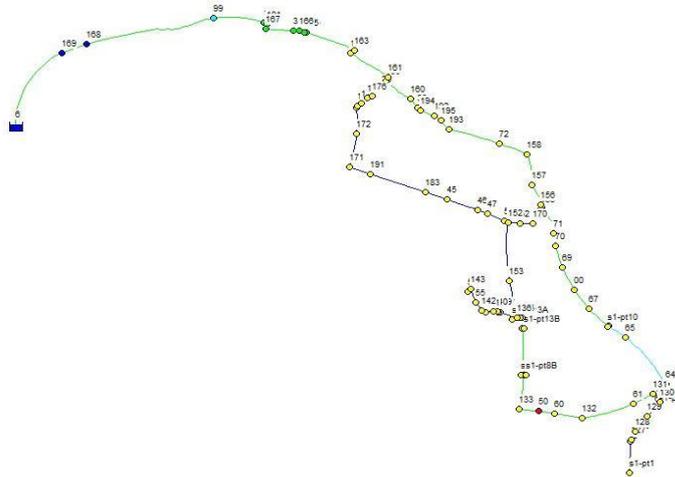
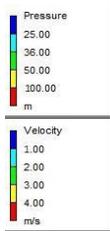
Turno 4 (57B+40C)



Day 1, 11:00 AM

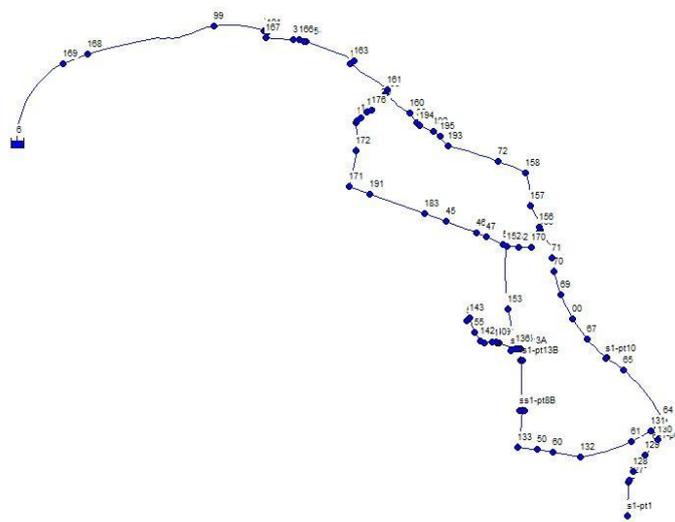
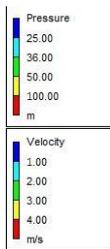
Simulación hidráulica del Día N°9

Turno 1 (13A+13B)



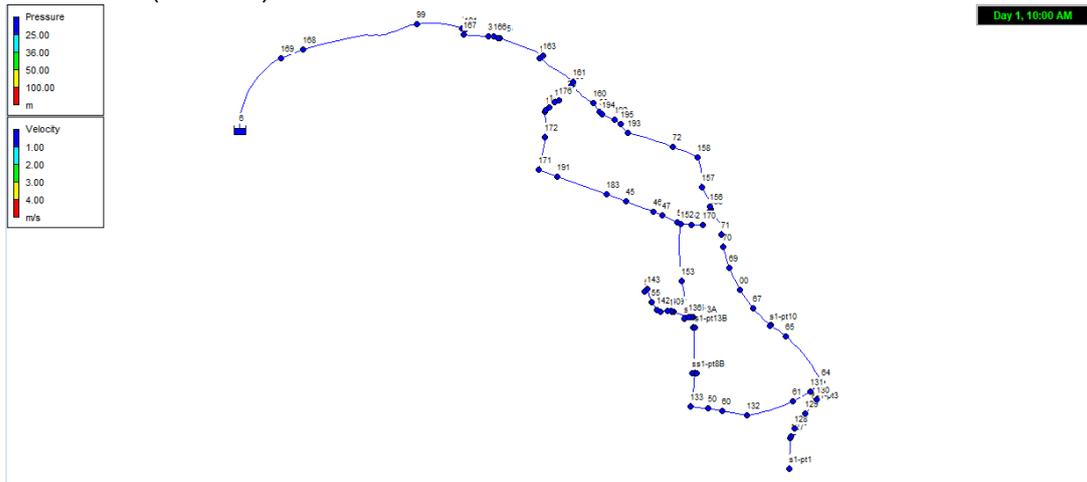
Day 1, 8:00 AM

Turno 2 (8A+8B)

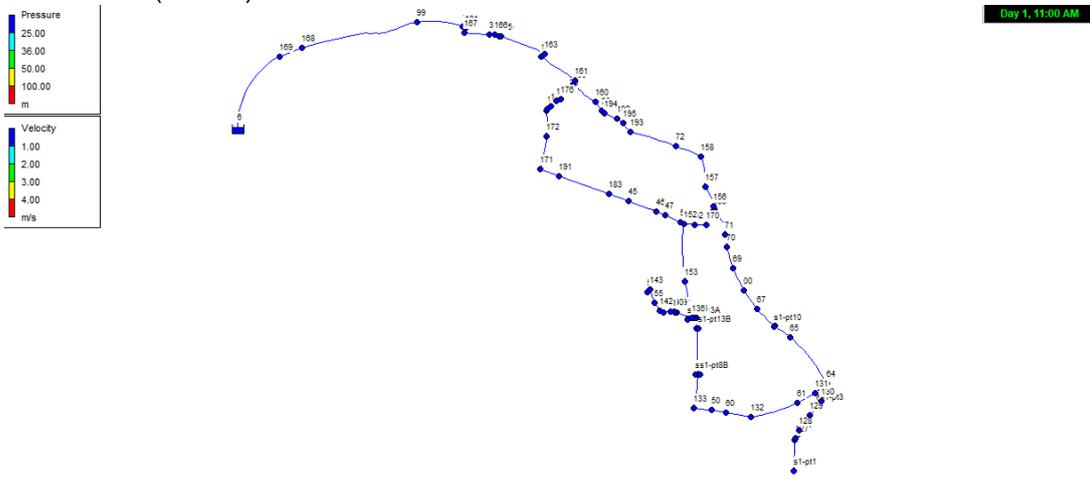


Day 1, 9:00 AM

Turno 3 (32+33A)

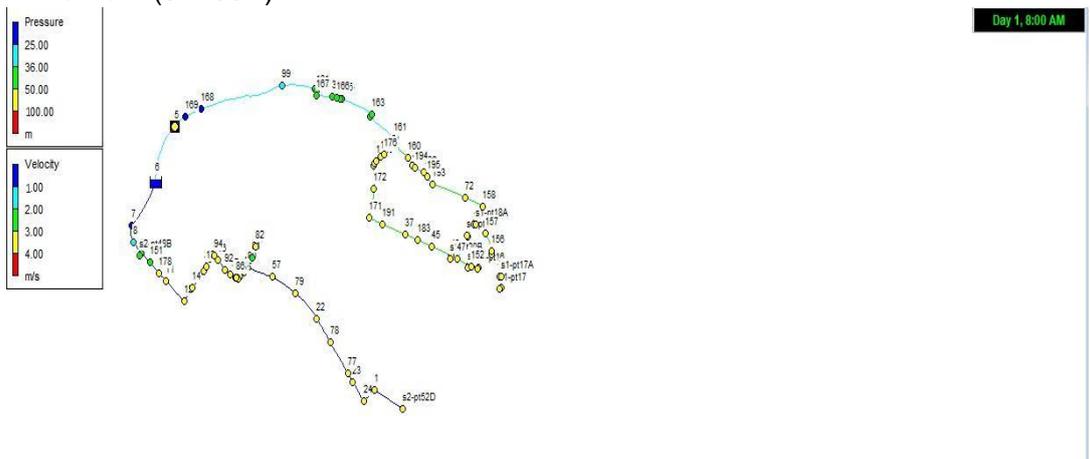


Turno 4 (42+47)

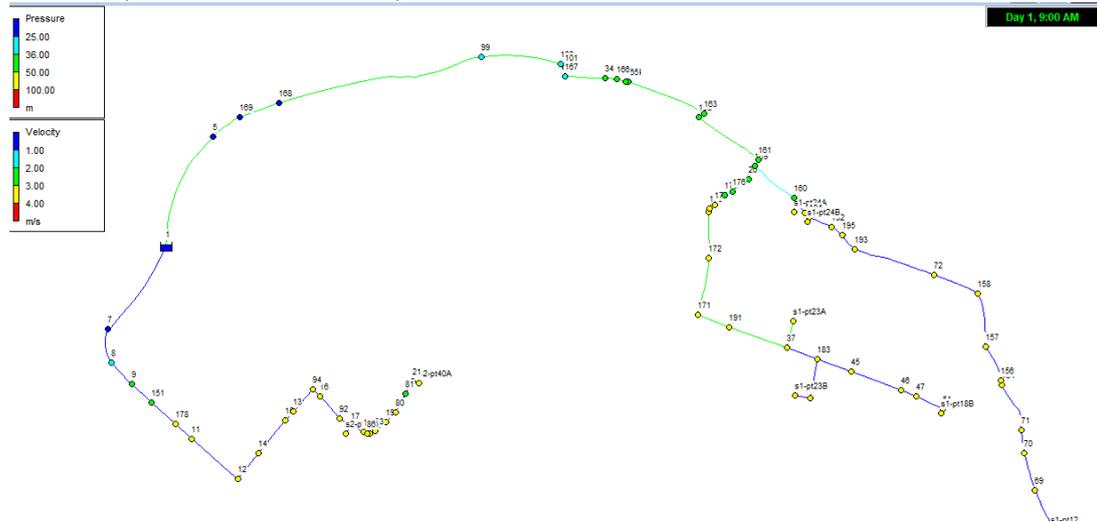


Simulación hidráulica del Día N°10

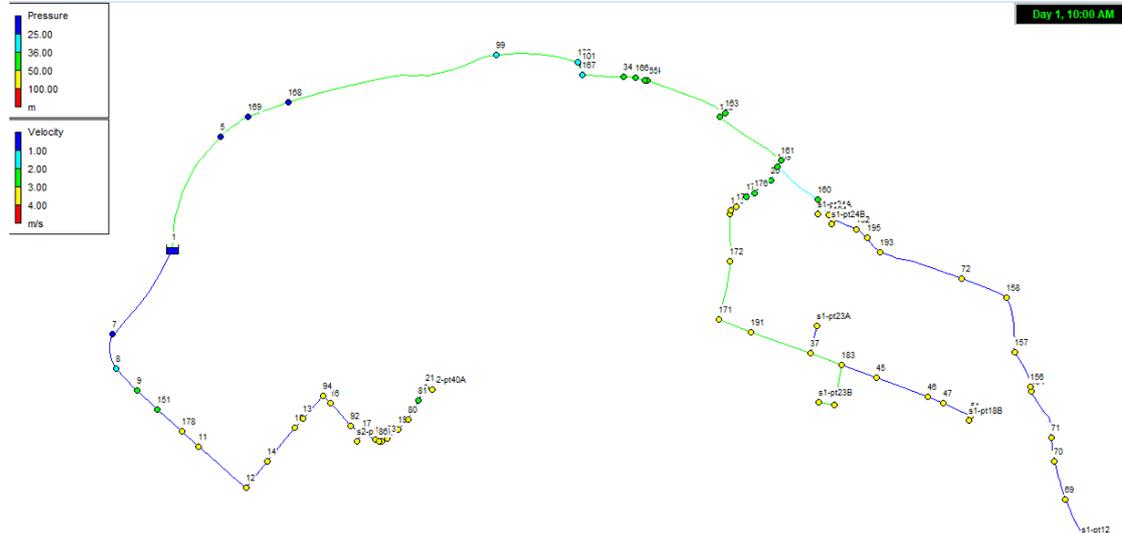
Turno 1 (32+33A)



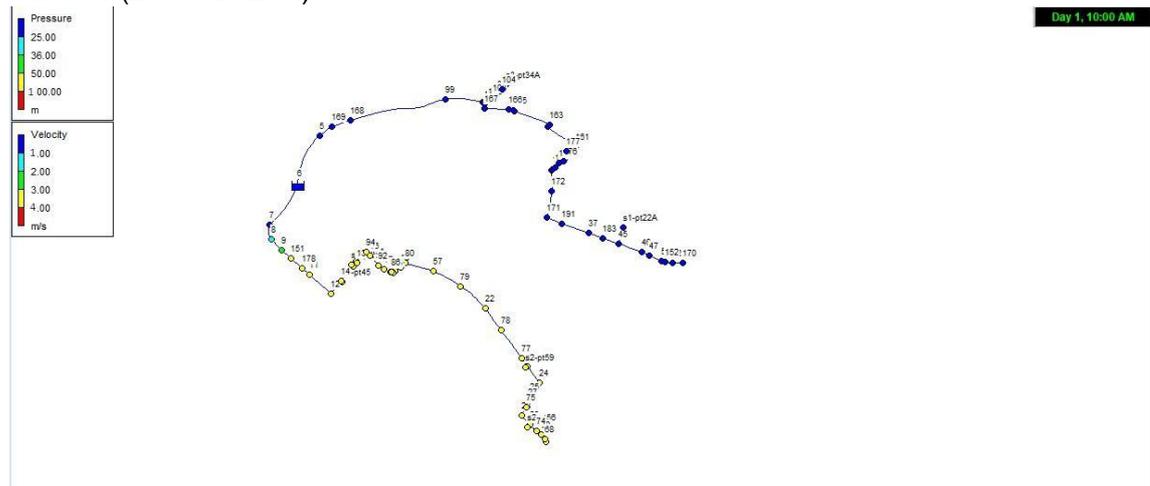
Turno 2 (48C+48D+52B+52C)



Turno 3 (23D+22C)

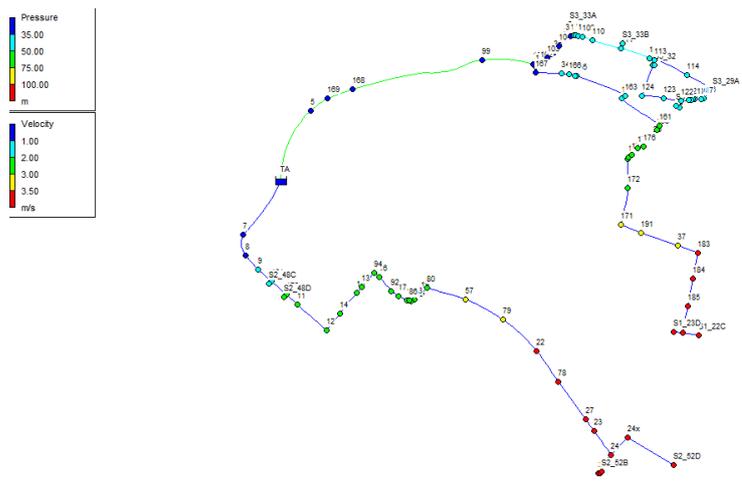


Turno 4 (26+33B+29A)

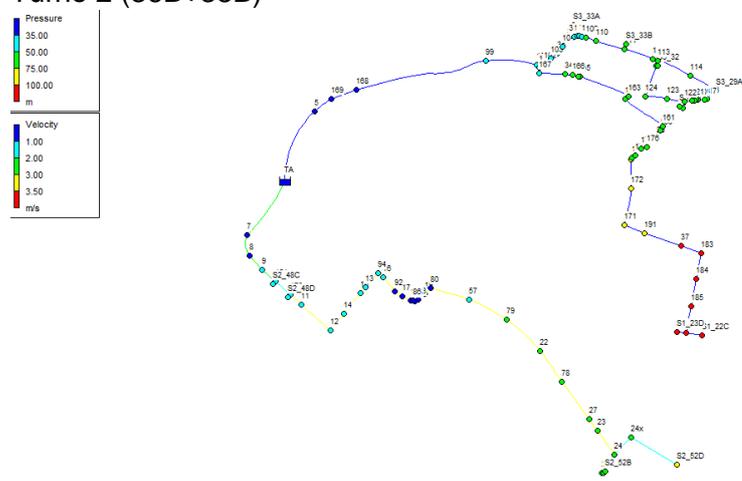


Simulación hidráulica del Día N°11

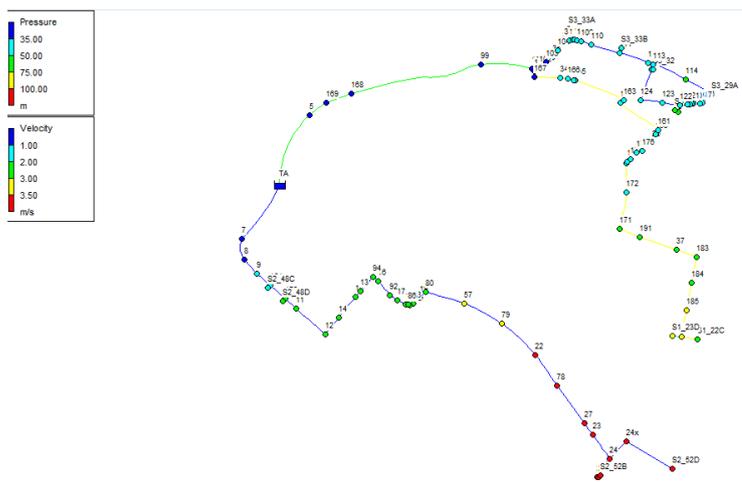
Turno 1 (36A+38A)



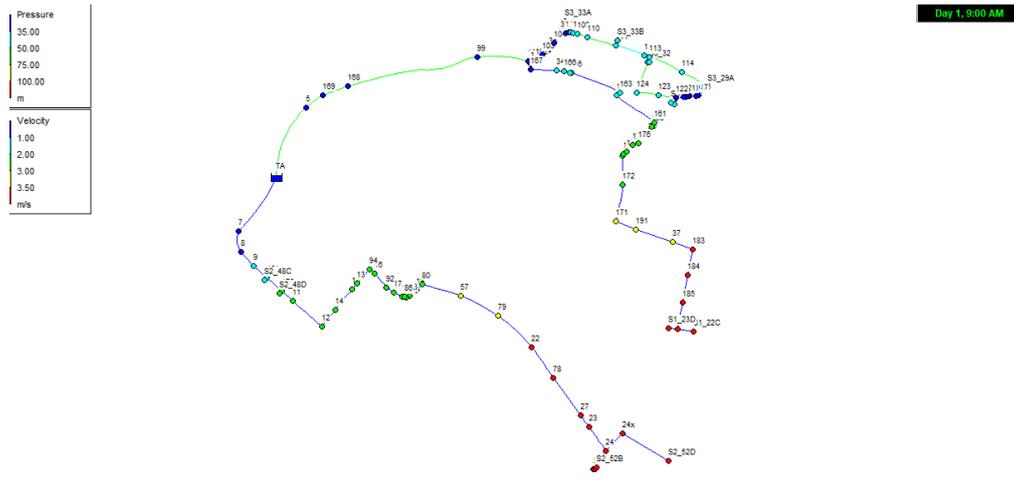
Turno 2 (36B+38B)



Turno 3 (36C+37A)



Turno 4 (35+37B)

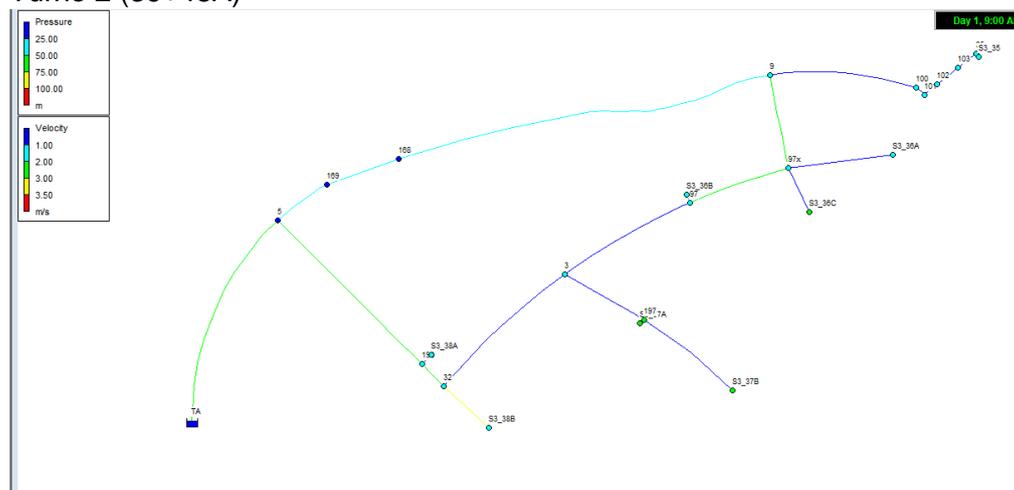


Simulación hidráulica del Día N°12

Turno 1 (18+33)

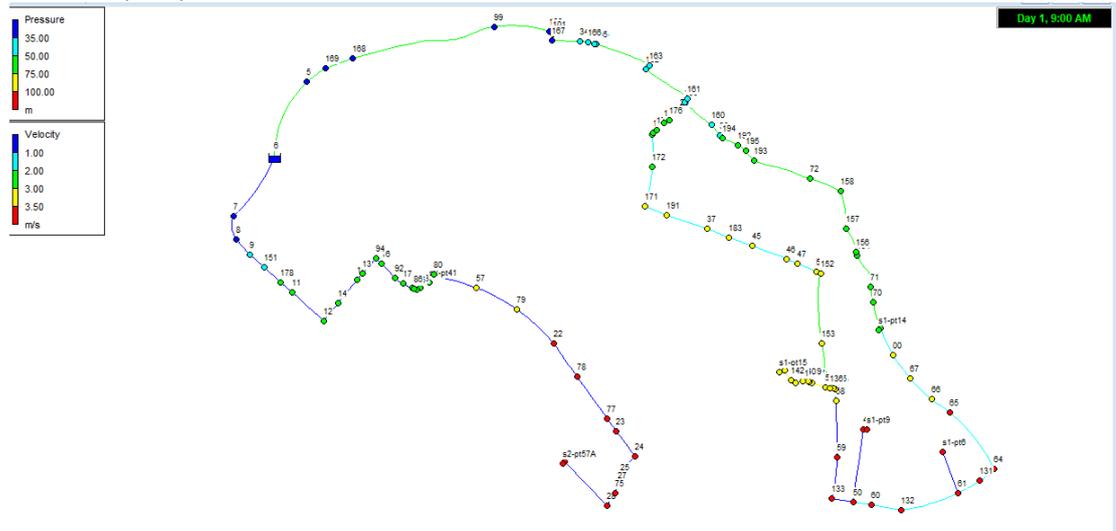


Turno 2 (39+48A)

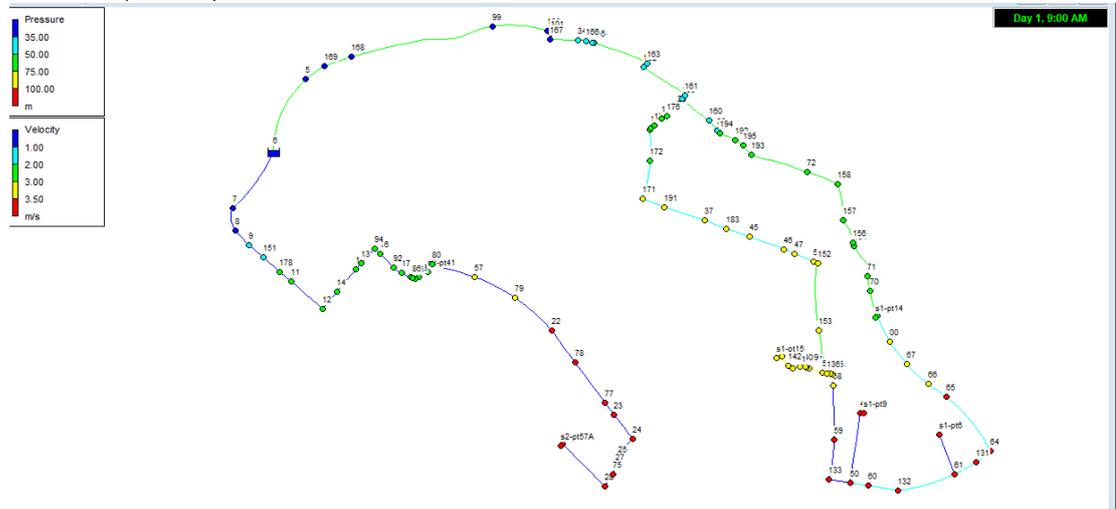


Turno 3 (28+63)

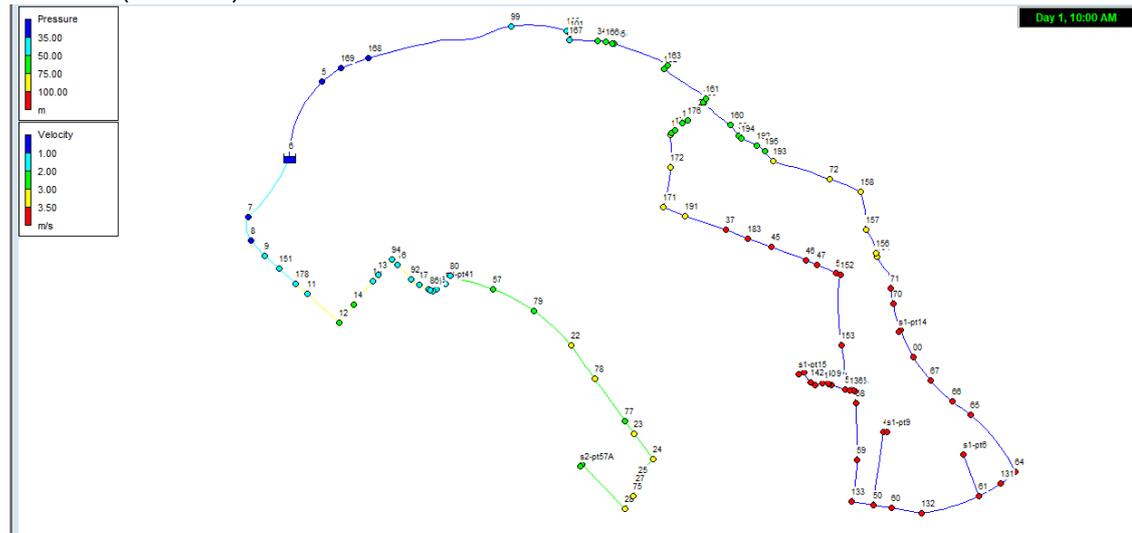
Turno 2 (9+6)



Turno 3 (15+14)



Turno 4 (41+57A)



Anexo AC Cálculo de lámina neta, lámina bruta, frecuencia de riego, tiempo de riego, velocidad de infiltración y caudal necesario por cada uno de los potreros.

Nombre	Area m2	CC (%)	PMP (%)	Prof_radicular (mm)	D_A (g/cm3)	L_N (mm)	L_B (mm)	L_B (m)	F Riego (días)	Infiltración Básica (mm/h)	F Infiltracion(NA)	V Infiltración (mm/h)	T Riego (H)	T Riego (s)	Caudal (m3/h)	Caudal (L/s)
1	2254,5228	31,9	18,6	400	1,43	38,04	50,72	0,05	12	7,06	1,8	12,7	4,0	14367,5	28,65	7,96
2	8914,1923	31,3	18,1	400	1,44	38,02	50,69	0,05	12	7,78	1,8	14,0	3,6	13030,3	124,83	34,68
3	3994,5554	31,9	18,6	400	1,43	38,04	50,72	0,05	12	7,06	1,8	12,7	4,0	14367,5	50,76	14,10
4	8831,7866	31,9	18,6	400	1,43	38,04	50,72	0,05	12	7,06	1,8	12,7	4,0	14367,5	112,23	31,18
5	6460,5457	30,8	17,6	400	1,44	38,02	50,69	0,05	12	8,55	1,8	15,4	3,3	11856,8	99,43	27,62
6	7816,8886	30,8	17,6	400	1,44	38,02	50,69	0,05	12	8,55	1,8	15,4	3,3	11856,8	120,30	33,42
7	10165,723	31,9	18,6	400	1,43	38,04	50,72	0,05	12	7,06	1,8	12,7	4,0	14367,5	129,19	35,89
8A	6666,9591	31,3	18,1	400	1,44	38,02	50,69	0,05	12	7,78	1,8	14,0	3,6	13030,3	93,36	25,93
8B	6770,9426	31,3	18,1	400	1,44	38,02	50,69	0,05	12	7,78	1,8	14,0	3,6	13030,3	94,82	26,34
9	7724,3763	30,8	17,6	400	1,44	38,02	50,69	0,05	12	8,55	1,8	15,4	3,3	11856,8	118,88	33,02
10	4054,8479	30,4	17	400	1,44	38,59	51,46	0,05	12	9,38	1,8	16,9	3,0	10971,4	68,46	19,02
11	7706,8021	30,2	17	400	1,44	38,02	50,69	0,05	12	9,41	1,8	16,9	3,0	10773,2	130,54	36,26
12	9428,253	30,2	17	400	1,44	38,02	50,69	0,05	12	9,41	1,8	16,9	3,0	10773,2	159,70	44,36
13A	4841,9602	30,7	17,6	400	1,44	37,73	50,30	0,05	12	8,57	1,8	15,4	3,3	11739,6	74,69	20,75
13B	4484,3038	30,7	17,6	400	1,44	37,73	50,30	0,05	12	8,57	1,8	15,4	3,3	11739,6	69,17	19,22
14	8342,6064	30,7	17,6	400	1,44	37,73	50,30	0,05	12	8,57	1,8	15,4	3,3	11739,6	128,69	35,75
15	6513,6993	30,8	17,6	400	1,44	38,02	50,69	0,05	12	8,55	1,8	15,4	3,3	11856,8	100,25	27,85
16	12731,597	30,7	17,6	400	1,44	37,73	50,30	0,05	12	8,57	1,8	15,4	3,3	11739,6	196,40	54,55
17	6388,5922	30,7	17,6	400	1,44	37,73	50,30	0,05	12	8,57	1,8	15,4	3,3	11739,6	98,55	27,38
17A	2039,9622	30,7	17,6	400	1,44	37,73	50,30	0,05	12	8,57	1,8	15,4	3,3	11739,6	31,47	8,74
18A	4039,6389	30,7	17,6	400	1,44	37,73	50,30	0,05	12	8,57	1,8	15,4	3,3	11739,6	62,32	17,31
18B	4536,9602	30,7	17,6	400	1,44	37,73	50,30	0,05	12	8,57	1,8	15,4	3,3	11739,6	69,99	19,44
19	3442,1345	30,7	17,6	400	1,44	37,73	50,30	0,05	12	8,57	1,8	15,4	3,3	11739,6	53,10	14,75
20A	2901,5896	30,7	17,6	400	1,44	37,73	50,30	0,05	12	8,57	1,8	15,4	3,3	11739,6	44,76	12,43
20B	3921,0142	30,7	17,6	400	1,44	37,73	50,30	0,05	12	8,57	1,8	15,4	3,3	11739,6	60,49	16,80
21	1273,4571	30,7	17,6	400	1,44	37,73	50,30	0,05	12	8,57	1,8	15,4	3,3	11739,6	19,64	5,46
22	17817,933	30,6	17	400	1,43	38,90	51,86	0,05	12	9,34	1,8	16,8	3,1	11105,2	299,56	83,21
23	19223,967	31	17	400	1,43	40,04	53,39	0,05	13	15,1	1,8	27,3	2,0	7052,4	523,89	145,53
24	8085,3733	33,1	16,9	400	1,38	44,71	59,62	0,06	14	15,1	1,8	27,3	2,2	7875,3	220,34	61,21
25	18274,616	30,7	17	400	1,43	39,18	52,24	0,05	12	15,1	1,8	27,3	1,9	6901,3	498,02	138,34
26	2900,9663	30,3	16,4	400	1,43	39,75	53,01	0,05	13	15,1	1,8	27,3	1,9	7002,0	79,06	21,96
27	4625,68	30,4	17	400	1,44	38,59	51,46	0,05	12	15,1	1,8	27,3	1,9	6797,4	126,06	35,02
28	6419,587	30,4	17	400	1,44	38,59	51,46	0,05	12	15,1	1,8	27,3	1,9	6797,4	174,95	48,60
29	6161,4495	30,2	17	400	1,44	38,02	50,69	0,05	12	15,1	1,8	27,3	1,9	6695,9	167,91	46,64
30	5597,2058	30,2	17	400	1,44	38,02	50,69	0,05	12	15,1	1,8	27,3	1,9	6695,9	152,54	42,37
31	6747,5264	30,6	17	400	1,43	38,90	51,86	0,05	12	15,1	1,8	27,3	1,9	6850,9	183,88	51,08
32	5965,8602	30,3	16,4	400	1,43	39,75	53,01	0,05	13	15,1	1,8	27,3	1,9	7002,0	162,58	45,16
33	5640,5164	29,9	15,9	400	1,43	40,04	53,39	0,05	13	15,1	1,8	27,3	2,0	7052,4	153,72	42,70
34	8512,6898	30,3	16,4	400	1,43	39,75	53,01	0,05	13	15,1	1,8	27,3	1,9	7002,0	231,99	64,44
35	5417,124	30,3	16,4	400	1,43	39,75	53,01	0,05	13	15,1	1,8	27,3	1,9	7002,0	147,63	41,01
36	14374,085	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	15,1	1,8	27,3	2,0	7102,8	391,72	108,81
37	6306,9018	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	15,1	1,8	27,3	2,0	7102,8	171,88	47,74
38	7270,2298	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	15,1	1,8	27,3	2,0	7102,8	198,13	55,04
39	6532,625	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	15,1	1,8	27,3	2,0	7102,8	178,03	49,45
40	14496,163	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	15,1	1,8	27,3	2,0	7102,8	395,05	109,74
41	4395,1331	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	15,1	1,8	27,3	2,0	7102,8	119,78	33,27
42	5235,6654	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	15,1	1,8	27,3	2,0	7102,8	142,68	39,63
43	3540,5805	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	15,1	1,8	27,3	2,0	7102,8	96,49	26,80
44	4644,1704	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	15,1	1,8	27,3	2,0	7102,8	126,56	35,16
45	4787,7302	28,4	13,7	400	1,43	42,04	56,06	0,06	13	15,1	1,8	27,3	2,1	7405,0	130,48	36,24
46	4351,3912	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	10,1	1,8	18,2	3,0	10647,1	79,11	21,97
47	5079,599	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	10,1	1,8	18,2	3,0	10647,1	92,35	25,65
48	13048,141	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	10,1	1,8	18,2	3,0	10647,1	237,22	65,89
49	6327,8587	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	10,1	1,8	18,2	3,0	10647,1	115,04	31,96
50	2243,8529	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	10,1	1,8	18,2	3,0	10647,1	40,79	11,33
51	1953,1046	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	10,1	1,8	18,2	3,0	10647,1	35,51	9,86
51	11169,308	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	10,1	1,8	18,2	3,0	10647,1	203,06	56,41
53	4256,3473	30,3	16,4	400	1,43	39,75	53,01	0,05	13	10,16	1,8	18,3	2,9	10434,1	77,84	21,62
54	4590,7877	30,3	16,4	400	1,43	39,75	53,01	0,05	13	10,16	1,8	18,3	2,9	10434,1	83,96	23,32
55	5892,311	30,3	16,4	400	1,43	39,75	53,01	0,05	13	10,16	1,8	18,3	2,9	10434,1	107,76	29,93
56	7972,0894	30,3	16,4	400	1,43	39,75	53,01	0,05	13	10,16	1,8	18,3	2,9	10434,1	145,79	40,50
57	9518,8294	30,3	16,4	400	1,43	39,75	53,01	0,05	13	10,16	1,8	18,3	2,9	10434,1	174,08	48,36
58	4300,7981	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	10,1	1,8	18,2	3,0	10647,1	78,19	21,72
59	4863,8769	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	10,1	1,8	18,2	3,0	10647,1	88,43	24,56
60	11417,568	30,5	16,4	400	1,43	40,33	53,77	0,05	13	10,1	1,8	18,2	3,0	10647,1	207,57	57,66
61	9259,5902	30,7	17	400	1,43	39,18	52,24	0,05	12	9,31	1,8	16,8	3,1	11222,9	155,17	43,10
62	5097,5423	30,6	17	400	1,43	38,90	51,86	0,05	12	9,34	1,8	16,8	3,1	11105,2	85,70	23,81
63	2800,629	30,1	16,4	400	1,43	39,18	52,24	0,05	12	10,21	1,8	18,4	2,8	10233,6	51,47	14,30