



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA



TESIS

Evaluación de dos sistemas de riego por aspersión para cultivo de heno del caserío el arenal, Provincia de Cutervo, Departamento de Cajamarca

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGRÍCOLA

Autoras:

Bach. Olenka Del Mar Suarez Cortegana
Bach. Zuly Aracely Molina Mena

Asesor:

Ing. M.I. Juan Vicente Hernández Alcántara

Lambayeque – Perú
2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA



TESIS

Evaluación de dos sistemas de riego por aspersión para cultivo de heno del caserío el arenal, Provincia de Cutervo, Departamento de Cajamarca

Para optar el título profesional de:

INGENIERA AGRÍCOLA

Autoras:

Bach. Olenka Del Mar Suarez Cortegana
Bach. Zuly Aracely Molina Mena

Aprobado por:

Ing. Dr. Oscar Saavedra Tafur
Presidente

Ing. M.Sc. Jorge Segundo Cumpa Reyes
Secretario

Ing. Dr. Enoch Abraham Montes Bancos
Vocal

Ing. M.I. Juan Vicente Hernández Alcántara
Asesor



ACTA DE SUSTENTACIÓN N°025-2026-UINV-FIA

Siendo las 10:30 horas del día 15 de Julio de 2026,
en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Agrícola, se reunieron los
Miembros del Jurado designado mediante Resolución N°032-2024-FIA-
VIRTUAL, conformado por:

ING. DR. OSCAR SAAVEDRA TAFUR

Presidente

ING. M.SC. JORGE SEGUNDO CUMPA REYES

Secretario

ING. DR. ENOCH ABRAHAM MONTES BANCES

Vocal

Para llevar a cabo la sustentación de tesis, citados mediante Resolución N°217-2026-FIA;
denominado **“EVALUACION DE DOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSION PARA
CULTIVO DE HENO DEL CASERIO EL ARENAL, PROVINCIA DE CUTERVO,
DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”**, bajo la responsabilidad de las bachilleres **OLENKA
DEL MAR SUAREZ CORTEGANA Y ZULY ANACELY MOLINA MENA**, asesorado por
el **Ing. M.I. Juan Vicente Hernández Alcántara** y; para obtener el Título Profesional de
Ingeniera Agrícola.

Luego de culminar la sustentación, el Jurado procedió a realizar las preguntas a
las sustentantes y si hubiera observaciones, anotándolas para su corrección respectiva, el
jurado luego de evaluar las rubricas decidió APROBAR la tesis con el calificativo
de MUY BUENO correspondiente a la nota de 18
(DIECIOCHO).

En consecuencia, las referidas Bachilleres quedan aptas para obtener el Título
Profesional de Ingeniera Agrícola, de acuerdo a la Ley Universitaria N°30220, el Estatuto y
Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por finalizado el acto de sustentación
y se procedió a firmar la presente acta los que en ella han intervenido.

ING. DR. OSCAR SAAVEDRA TAFUR
Presidente de jurado

ING. M.SC. JORGE SEGUNDO CUMPA REYES
Secretario de jurado

ING. DR. ENOCH ABRAHAM MONTES BANCES
Vocal del jurado

ING. M.I. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA
Asesor



Ing. Dr. Wilfredo Díaz Córdova
Director de la Unidad de Investigación -FIA

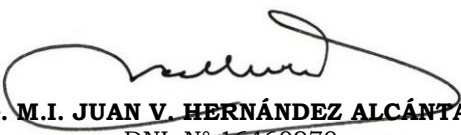
CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, Ing. M.I. Juan V. Hernández Alcántara, usuario revisor de tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ y/o Trabajo Académico ☐, titulado : “**EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN, PARA CULTIVO DE HENO EN EL CASERÍO EL ARENAL, PROVINCIA DE CUTERVO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**”; cuyos autores son: **BACH. OLENKA DEL MAR SUÁREZ CORTEGANA**; con DNI N° 72964938 y **BACH. ZULY ANACELY MOLINA MENA**, con DNI N° 71205058; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un **porcentaje de similitud 16 %**, verificables en el Resumen del reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó el reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el recibo digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 16 de marzo del 2026.


ING. M.I. JUAN V. HERNÁNDEZ ALCÁNTARA
DNI. N° 16460970
Asesor

Defina la modalidad con (X)

Adjunta:

Resumen del Reporte automatizado de similitudes (firmado por el asesor, indicar el nombre y apellidos)

Recibo digital (firmado por el asesor, indicar el nombre y apellidos)

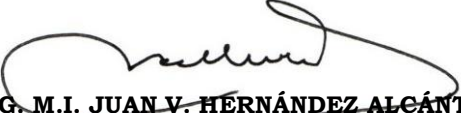
EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN,
PARA CULTIVO DE HENO EN EL CASERÍO EL ARENAL,
PROVINCIA DE CUTERVO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	16%	7%	4%
ÍNDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	revistadigital.uce.edu.ec Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1%
6	1library.co Fuente de Internet	<1%
7	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Politécnica del Perú Trabajo del estudiante	<1%
10	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
11	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
12	openjicareport.jica.go.jp Fuente de Internet	<1%
13	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1%
14	fddocuments.ec Fuente de Internet	<1%
15	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1%
16	Submitted to SASTRA University Trabajo del estudiante	<1%
17	fddocuments.es Fuente de Internet	<1%
18	Submitted to Universidad Nacional de Cajamarca Trabajo del estudiante	<1%
19	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
	repositorio.lamolina.edu.pe	


ING. M.I. JUAN V. HERNÁNDEZ ALCÁNTARA
DNI. N° 16460970
Asesor

40	Submitted to Private University of Pucallpa Trabajo del estudiante	<1 %
41	Submitted to Universidad Nacional Hermilio Valdizan Trabajo del estudiante	<1 %
42	Submitted to Universidad Nacional de Frontera Trabajo del estudiante	<1 %
43	idoc.tips Fuente de Internet	<1 %
44	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
45	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
47	SUCAPUCA SANTOS ESTHER ANA. "Plan de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos del Botadero Viscachapampa, Distrito San Pedro de Pillao, Provincia Daniel Alcides Carrión, Departamento de Pasco-IGA0013744", R.G.M. N° 326-2020-GM-MPSAC-YHCA, 2021 Publicación	<1 %
48	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
49	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
50	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
51	vdocumento.com Fuente de Internet	<1 %
52	www.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
53	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
54	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
55	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
56	Submitted to Universidad Mariano Gálvez de Guatemala Trabajo del estudiante	<1 %
57	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
58	repositorio.unemi.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
59	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

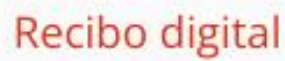
Activo



ING. M.I. JUAN V. HERNÁNDEZ ALCÁNTARA

DNI. N° 16460970

Asesor



Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Olenka Del Mar Suárez Cortegana Zuly Anacely Molina Mena
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN, P...
Nombre del archivo:	TESIS_MOLINA-SUAREZ_F.docx
Tamaño del archivo:	2.38M
Total páginas:	78
Total de palabras:	14,210
Total de caracteres:	78,543
Fecha de entrega:	16-mar-2026 09:13p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2905313024



ING. M.I. JUAN V. HERNÁNDEZ ALCÁNTARA
DNI. N° 16460970
Asesor

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi papá, Teodulo Molina Llatas y a mi mamá, María Angela Mena Centurión, por ser mi fuerza y mi motivación diaria para el avance y a quienes estuvieron conmigo en cada etapa, celebrando mis avances y apoyándome en los momentos difíciles.

Este trabajo representa esfuerzo, constancia y sueños que hoy se vuelven realidad.

Con cariño, para ustedes.

Att. Bach. Zuly Anacely Molina Mena

Dedico este trabajo a mis padres, Sandra Cortegana Velásquez y Ever Suárez Hernández, por su amor incondicional, su sacrificio silencioso y su confianza inquebrantable en mí, incluso en los momentos en que yo misma dudé. Cada esfuerzo de esta tesis lleva su nombre.

A mis hermanos, por su compañía y por recordarme siempre que seguir adelante vale la pena.

Y a todas las personas que de alguna manera estuvieron presentes en este camino, gracias por ser parte de este logro.

Att. Bach. Olenka del Mar Suárez Cortegana

Agradecimiento

Agradezco primero a Dios, por sostenerme incluso en los días en los que yo misma dudaba de poder terminar este camino, a mi familia, por ser mi base, por su paciencia, por su apoyo constante y por creer en mí incluso cuando el cansancio me ganaba.

Agradezco también a mis docentes y asesores, por su orientación, por su exigencia y por aportar con sus conocimientos a este trabajo, y finalmente, a todas las personas que de una u otra forma estuvieron presentes durante este proceso: con una palabra de aliento, con un consejo o simplemente con compañía. Este logro también tiene un poco de ustedes.

Att. Bach. Zuly Anacely Molina Mena

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la fortaleza necesaria para culminar esta etapa de mi vida profesional.

A mis padres y familia, por su apoyo constante, su paciencia y por ser mi motivación más grande para no rendirme.

A nuestro asesor Ing. Juan Hernández Alcántara, por su asesoramiento, dedicación y guía durante el desarrollo de la presente investigación, y a los docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por sus enseñanzas, orientación y exigencia académica que contribuyeron a la formación de mi perfil profesional. A los agricultores del caserío El Arenal, distrito y provincia de Cutervo, por su disposición y colaboración durante el trabajo de campo.

Att. Bach. Olenka del Mar Suárez Cortegana

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la propuesta de mejora tecnificada a riego por aspersión para dos sectores de riego existentes (Sector Agua Colorada y Sector Ilucán) en el Caserío El Arenal, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca. El estudio analizó de manera comparativa y simultánea la reconversión de ambos canales los cuales operan actualmente mediante métodos tradicionales por gravedad con eficiencias deficientes del 25% al 40% hacia un sistema de riego por aspersión, optimizando la distribución del recurso hídrico para una población beneficiaria de 68 usuarios (38 en Agua Colorada y 30 en Ilucán) y una superficie agrícola de 32.84 ha. Para la determinación de la demanda hídrica, se calculó la evapotranspiración del cultivo (ET_c) considerando la asociación de pastos cultivados (predominantemente Rye grass y Trébol) destinada a la producción de heno en la zona. En la evaluación hidráulica y diseño de la alternativa de mejora para ambos sectores a la par, se seleccionó el emisor aspersor Naan 427/D, logrando adecuar las presiones de trabajo, espaciamientos y precipitación horaria a la topografía local. Los resultados demostraron que la tecnificación simultánea de ambos sectores incrementa la eficiencia de aplicación al 75%, garantizando la cobertura del requerimiento hídrico durante los meses de déficit y mejorando la productividad de la oferta forrajera en el Caserío El Arenal.

Palabras clave: eficiencia hídrica, riego por aspersión, tecnificación del riego, cultivo de heno, riego por gravedad.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the technical improvement proposal to a sprinkler irrigation system for two existing irrigation sectors (Agua Colorada Sector and Ilucán Sector) in the El Arenal Village, district and province of Cutervo, department of Cajamarca. The study analyzed, in a comparative and simultaneous manner, the conversion of both canals which currently operate using traditional gravity methods with deficient efficiencies of 25% to 40% into a sprinkler irrigation system, optimizing the distribution of water resources for a beneficiary population of 68 users (38 in Agua Colorada and 30 in Ilucán) and an agricultural area of 32.84 ha. To determine the water demand, crop evapotranspiration (ET_c) was calculated considering the cultivated pasture association (predominantly Rye grass and Clover) intended for hay production in the area. In the hydraulic evaluation and design of the improvement alternative for both sectors alike, the Naan 427/D sprinkler emitter was selected, successfully adapting working pressures, spacing, and hourly precipitation to the local topography. The results demonstrated that the simultaneous modernization of both sectors increases the application efficiency to 75%, guaranteeing coverage of water requirements during deficit months and improving the productivity of forage supply in El Arenal Village.

Keywords: water efficiency, sprinkler irrigation, irrigation technification, hay cultivation, gravity irrigation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	3
Agradecimiento.....	4
Resumen.....	5
Abstract	6
Índice de Contenido.....	7
Índice De Tablas.....	8
Tabla De Gráficos	10
Introducción	11
Capítulo I: El Problema de investigación	13
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Formulación del problema	14
1.3. Objetivos de la investigación	15
Objetivo General.	15
Objetivos Específicos.....	15
1.4. Justificación del estudio.....	15
1.5. Limitaciones de la investigación	15
Capítulo II: Marco Teórico	16
2.1. Antecedentes	16
Antecedentes internacionales	16
Antecedentes nacionales.....	17
Antecedentes locales.....	17
2.2. Bases teóricas.....	18
2.3. Definición de términos	21
2.4. Hipótesis.....	21
Hipótesis General.....	22
Hipótesis Específicas	22
2.5. Variables	22
Definición conceptual de la Variable.....	22
Definición operacional de la Variable.	22
Operacionalización de la variable.....	24
Capítulo III: Metodológico	26
3.1. Tipo y diseño de la investigación	26
3.2. Descripción del ámbito de la investigación	27
3.3. Población y muestra	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28

Técnicas	28
Instrumentos	28
3.5. Validez y confiabilidad del instrumento	29
3.6. Plan de Recolección y procesamiento de datos.....	29
Capítulo IV: Resultados.....	30
Capítulo V: Discusión	56
Conclusiones	57
Recomendaciones	58
Bibliografía	59
Anexos.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de Variables:	244
Tabla 2: Técnicas e instrumentos.....	28
Tabla 3. Topografía y profundidad de los Suelos	311
Tabla 4. Cédula de cultivo y calendario de cultivos con proyecto.....	32
Tabla 5. Área de Siembra Proyectada.....	322
Tabla 6. Cálculo de Evapotranspiración Potencial	344
Tabla 7. Cuadro de Cálculo de la Evapotranspiración Potencial.	344
Tabla 8. Cuadro de Demandas de Agua.....	35
Tabla 9. Contraste de Oferta - Demanda.....	36
Tabla 10. Resumen de Oferta – Demanda	366
Tabla 11. Resultados de Laboratorio Bacteriológico - Parasitológico - Hidrobiológico.	37
Tabla 12. Resultados de Laboratorio. Físico - Químicos y Organoléptico.....	38
Tabla 13. Cálculo de Demanda de Agua para Heno – Riego Tradicional	39
Tabla 14. Resumen de las Demandas de Agua – Riego Tradicional	39
Tabla 15. Cálculo de Demanda de Agua para Heno – Riego por Aspersión	40
Tabla 16. Resumen de las Demandas de Agua – Riego por Aspersión	40
Tabla 17. Contraste de Oferta – Demanda (Riego tradicional).....	411
Tabla 18. Demanda Final – Riego tradicional.....	411
Tabla 19. Contraste de Oferta – Demanda (Riego por Aspersión)	42
Tabla 20. Demanda Final – Riego por Aspersión	42
Tabla 21. Diseño - Canal Colorado	444
Tabla 22. Diseño - Canal Ilucan del Arenal.....	47
Tabla 23. Diseño de Reservorio con Geomembrana – Canal Colorado	500
Tabla 24. Diseño de Reservorio con Geomembrana – Canal Ilucan Del Arenal.....	501
Tabla 25. Costo de Flete Rural	522
Tabla 26. Mano de Obra	544

TABLA DE GRÁFICOS

Figura 1. Mapa Hidrológico del Cuadrángulo Cutervo	30
Figura 2. Gráfico de Demanda - Oferta (Riego Tradicional)	41
Figura 3. Gráfico de Demanda - Oferta (Riego por Aspersión)	42

Introducción

La disponibilidad hídrica constituye uno de los pilares fundamentales para el desarrollo agrícola sostenible a nivel mundial. Sin embargo, la creciente variabilidad climática ha intensificado los periodos de sequía, comprometiendo de manera directa la seguridad alimentaria de las poblaciones más vulnerables, especialmente aquella cuya economía depende de la agricultura de subsistencia. En este contexto, la eficiencia en el uso del agua se ha convertido en una prioridad ineludible para los sistemas agroproductivos del siglo XXI. En el Perú, la problemática hídrica en el sector agrícola es particularmente crítica. El 63,8 % de la superficie agrícola nacional dependía exclusivamente de las lluvias al momento del Censo Nacional Agropecuario 2012, y del 36,2% que contaba con algún sistema de riego, el 88% utilizaba el método por gravedad acequia, lo que se traduce en una eficiencia nacional de riego de apenas el 30%; es decir, de cada 100 litros captados, 70 se pierden sin aprovechamiento alguno (Von Hesse, 2022). Esta ineficiencia estructural, agravada por los eventos de sequía registrados en 2016, 2018 y el período 2022-2023 que afectaron más de 700,000 hectáreas de cultivo en el país, sitúa al Perú en una condición de alta vulnerabilidad hídrica frente al cambio climático. Ante esta realidad, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú [MIDAGRI] (2024), ha priorizado la tecnificación del riego como estrategia central para modernizar la agricultura familiar y hacer frente a la escasez de agua, con especial énfasis en la sierra peruana, donde la dependencia de las precipitaciones es más pronunciada.

La región Cajamarca no es ajena a esta situación. Con 522,665 hectáreas agrícolas, el 76,6% corresponde a tierras de secano y únicamente el 23,4% cuenta con algún sistema de riego; de este último, el 89,3% corresponde a sistemas por gravedad, el 10% a riego por aspersión y apenas el 0,7% a riego por goteo (Rodríguez, 2022). Esta composición revela una infraestructura de riego técnicamente deficiente que restringe el potencial productivo regional. Ante esta realidad, desde 2011 el Gobierno Regional de Cajamarca (s. f.), priorizó 29 sistemas de riego tecnificado 15 de ellos concluidos que permitieron irrigar más de 3 500 hectáreas durante la temporada de sequía, evidenciando la viabilidad técnica y social de la tecnificación del riego por aspersión en condiciones de sierra. Más recientemente, el MIDAGRI en el año 2024, a través del Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI), implementó en el sector Yanamayo, Cajamarca, un proyecto de riego tecnificado por aspersión que abarca 102 hectáreas de cultivos de trébol y pastos con características similares al heno evaluado en el presente estudio con una inversión de S/ 6,4 millones, reforzando la pertinencia de este tipo de soluciones para la ganadería lechera de la sierra norte del Perú. En el ámbito académico, la investigación de Marín y Huaripata (2022)

realizada en el caserío Chamcas del distrito La Encañada, Cajamarca, documentó que la implementación de un sistema de riego tecnificado por aspersión benefició directamente a 106 familias agricultoras, mejorando sus condiciones de cultivo y calidad de vida, lo que demuestra el impacto social real de estos sistemas en zonas rurales de la sierra cajamarquina.

En el caserío El Arenal, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, la producción agrícola y pecuaria enfrenta limitaciones estructurales asociadas a la insuficiencia y baja eficiencia de los sistemas de riego existentes. Los dos canales que abastecen la zona Canal Agua Colorada y Canal Ilucán del Arenal, con un caudal conjunto de 21 litros por segundo (l/s), operan bajo condiciones rudimentarias que generan un déficit hídrico significativo durante los meses de estiaje, entre mayo y noviembre, afectando directamente la continuidad del cultivo de heno, esencial para la alimentación del ganado vacuno lechero de 68 familias agricultoras que dependen de esto. La eficiencia del sistema de riego por gravedad en esta zona se estima en apenas el 25%, lo que implica pérdidas considerables del recurso hídrico disponible según un estudio realizado para la formación de un expediente técnico. Frente a este diagnóstico, la tecnificación del riego mediante sistemas de aspersión emerge como la alternativa técnica más viable y pertinente para las condiciones topográficas, hídricas y socioeconómicas del caserío El Arenal. La literatura especializada coincide en que el riego por aspersión, correctamente diseñado e implementado, permite alcanzar eficiencias de aplicación entre el 70% y el 80%, reducir la demanda de agua en hasta un 30% respecto al riego por gravedad, y garantizar una distribución más uniforme del recurso sobre las parcelas, con impacto positivo en la producción de forrajes, según la Agencia Peruana de Noticias Andina (2024). Estos beneficios adquieren mayor relevancia en zonas de sierra con pendientes pronunciadas, donde el riego por gravedad genera pérdidas adicionales por escorrentía y erosión del suelo.

El presente estudio se propone, por tanto, evaluar la eficiencia hídrica de dos sistemas de riego por aspersión correspondientes al Canal Agua Colorada y al Canal Ilucán en el caserío El Arenal, provincia de Cutervo, y formular una propuesta de mejora técnica y económicamente sustentada que permita superar el déficit hídrico actual y garantizar el abastecimiento sostenible del cultivo de heno durante todo el año. Para ello, el documento se estructura en cinco capítulos: el Capítulo I presenta el planteamiento del problema, objetivos y la justificación del estudio; el Capítulo II desarrolla el marco teórico y antecedentes de investigación; el Capítulo III describe la metodología de la investigación; el Capítulo IV expone los resultados del diagnóstico situacional, el diseño hidráulico y la evaluación económica; y el Capítulo V discute los hallazgos en contraste con estudios similares, para concluir con las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

Capítulo I: El Problema de investigación

1.1. Planteamiento del problema

La sequía constituye uno de los fenómenos hidrometeorológicos de mayor impacto sobre los sistemas de producción agrícola a nivel mundial. Se produce cuando el déficit de precipitaciones se prolonga durante una temporada o varios años en relación con la media estadística multianual de una región, generando un serio desequilibrio hidrológico que compromete la disponibilidad de agua para los cultivos, la ganadería y el consumo humano. Este fenómeno, agravado por el cambio climático, afecta de manera desproporcionada a las comunidades rurales de América Latina cuya economía depende del agua para la producción de alimentos. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, los episodios de sequía se han duplicado en los últimos 40 años, revirtiendo avances logrados en seguridad alimentaria y reducción de la pobreza en diversas regiones del mundo (Sistema de información sobre Sequías para el Sur de Sudamérica [SISSA], 2023).

En el Perú, la secuela de este fenómeno se expresó con particular intensidad durante la campaña agrícola 2022-2023, que registró una reducción del 13,2% en el área efectivamente sembrada respecto a la campaña anterior, afectando a más de 17 regiones del país. De las 1 358 038 hectáreas previstas para el sembrío de papa, maíz, arroz, quinua y choclo, solo se logró sembrar 259 719 hectáreas entre agosto y septiembre de dicho período (Manrique, 2022). Esta situación pone en evidencia la vulnerabilidad estructural del agro peruano ante la variabilidad hídrica, agravada por el hecho de que la eficiencia promedio del riego a nivel nacional es de apenas el 30%; esto significa que, de cada 100 litros de agua captados para uso agrícola, 70 se pierden antes de llegar a los cultivos (Von Hesse, 2022). En ese sentido, la región andina ha registrado déficits de lluvias con anomalías de hasta -100% en algunos departamentos durante el período de lluvias 2022-2023, lo que profundizó el estrés hídrico en las cuencas de la sierra norte del país (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2023).

En la región Cajamarca, esta problemática adquiere dimensiones críticas para la actividad agropecuaria. De las 522 665 hectáreas agrícolas de la región, el 76,6% corresponde a tierras de secano, dependientes exclusivamente de las precipitaciones, y del 23,4% que cuenta con algún sistema de riego, el 89,3% opera bajo el método de riego por gravedad, cuya eficiencia es significativamente inferior a la del riego tecnificado (Rodríguez, 2022). Estudios en zonas de sierra con condiciones similares demuestran que la eficiencia del riego por gravedad no supera el 40%, mientras que la implementación de sistemas por aspersión correctamente diseñados puede elevar dicha eficiencia hasta el 75%, reduciendo simultáneamente la demanda de agua en más de un 30% respecto al sistema tradicional (Jurado, 2022). Esta brecha tecnológica entre el sistema de riego predominante y las

alternativas tecnificadas disponibles determina que el potencial productivo de la región, en especial para cultivos permanentes como pastos y forrajes destinados a la ganadería lechera, no sea aprovechado de manera sostenible durante los meses de estiaje.

En el caserío El Arenal, la infraestructura actual de riego está conformada por dos sectores independientes: el Sector Agua Colorada y el Sector Ilucán, los cuales operan por gravedad con notorias pérdidas de agua. Por ello, la presente investigación evalúa la propuesta de mejora mediante la reconversión a riego por aspersión de ambos sectores a la par, analizando el impacto de la tecnificación simultánea en la distribución del recurso y en el rendimiento de los cultivos forrajeros de la zona. Los agricultores se abastecen de estos dos canales, con una licencia de uso de agua de 21 l/s proveniente de la quebrada San Rafael. Sin embargo, bajo las condiciones actuales de riego por gravedad, la eficiencia estimada del sistema es de apenas el 25%, generando un déficit hídrico real durante los meses de estiaje mayo a noviembre en que la demanda máxima de los cultivos alcanza los 9,24 l/s sin ser satisfecha de manera continua ni uniforme según el MIDAGRI (2024), el cual se menciona en el expediente donde se han recopilado ciertos datos. Esta situación impacta directamente sobre 12,17 hectáreas destinadas al cultivo de heno principalmente asociaciones de rye grass y trébol, que constituyen el principal insumo forrajero para la ganadería lechera de las 68 familias beneficiarias. La ausencia de reservorios de regulación y de infraestructura presurizada impide aprovechar eficientemente el caudal disponible, en especial durante el período crítico de demanda. Tal como lo señala Cajamarca y Cevallos (2022), la implementación de sistemas de riego tecnificados permite reducir el consumo diario de agua en más del 50% respecto al riego convencional, manteniendo o mejorando los rendimientos de los cultivos, lo que evidencia la viabilidad técnica de superar el déficit hídrico actual mediante la tecnificación del riego. A pesar de que esta problemática se menciona en instrumentos de gestión previos, no existen estudios académico técnicos que evalúen y comparen la eficiencia hídrica de los dos sectores de riego del caserío El Arenal bajo parámetros de ingeniería para sistemas presurizados, lo que constituye la brecha de conocimiento que justifica el presente trabajo.

1.2. Formulación del problema

El presente proyecto tiene por finalidad determinar ¿En qué medida la evaluación de la eficiencia hídrica actual de los dos sectores de riego del caserío El Arenal y la propuesta de tecnificación mediante riego por aspersión permiten optimizar el uso del recurso hídrico y garantizar el abastecimiento continuo del cultivo de heno durante el período de estiaje en el distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca?

1.3. Objetivos de la investigación

Objetivo General.

- Evaluar y formular la propuesta de mejora a riego por aspersión que optimice el uso del recurso hídrico y garantice el abastecimiento continuo del cultivo de heno durante el periodo de estiaje en el distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca.

Objetivos Específicos.

- Efectuar un diagnóstico situacional de la zona en función de la disponibilidad hídrica, condiciones topográficas y características del sistema de conducción de agua de los dos sistemas por gravedad.
- Proponer el diseño hidráulico de tecnificación a un riego por aspersión para los dos sectores, orientado a optimizar el uso del recurso hídrico y mejorar el abastecimiento del cultivo de heno durante el período de estiaje.
- Realizar la evaluación económica y de factibilidad de la propuesta de tecnificación mediante riego por aspersión para los dos sectores de riego actuales del caserío El Arenal.

1.4. Justificación del estudio

La evaluación de dos sistemas de riego por gravedad para convertirse a aspersión en el Caserío El Arenal, se justifica debido a la necesidad de mejorar la eficiencia y productividad del cultivo de heno en la región. El riego adecuado es crucial para garantizar un rendimiento óptimo y la calidad del heno, que es un recurso vital para la ganadería local. Actualmente, los sistemas de riego existentes pueden no estar optimizados, lo que puede resultar en un uso ineficiente del agua, recursos hídricos limitados y costos elevados. Al analizar y comparar estos sistemas, se pueden identificar las deficiencias y proponer mejoras que contribuyan al desarrollo sostenible de la agricultura en la zona, beneficiando a la comunidad local en términos económicos y sociales.

1.5. Limitaciones de la investigación

La investigación puede enfrentar varias limitaciones, incluyendo la disponibilidad y calidad de datos sobre los sistemas de riego actuales, así como la variabilidad climática que puede afectar los resultados del estudio. Además, la implementación de las propuestas de mejora puede estar restringida por limitaciones financieras y logísticas, así como por la aceptación y adaptación de las tecnologías propuestas por parte de los agricultores locales. La topografía y la infraestructura existente también pueden representar desafíos técnicos que requieren soluciones específicas y adaptadas a las condiciones locales.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes

Antecedentes internacionales

Loaiza (2016), planteo como objetivo proponer el diseño de un sistema de riego en Calel, Provincia de Azuay, Ecuador, para aumentar la producción agropecuaria y de tal manera incrementar la calidad de vida de la población. Se utilizaron encuestas y parámetros que sirvieron para el diseño hidráulico y agropecuario. Concluyendo que las líneas secundarias fueron diseñadas con una V. mín. requerida de 0.4 m/s y una V. máx. de 2.5 m/s con el propósito de impedir la sedimentación por la poca velocidad y/o tener menores perdidas de carga. Del mismo modo se colocaron tanques rompe presión a cada 80 metros de la tubería de conducción, mientras que para la tubería de distribución se colocaron a cada 40 metros, con el objetivo de disminuir la presión hidrostática a cero y/o prevenir daños a la tubería. Además, se cuenta con un reservorio de 600 m³ de capacidad, para un tiempo de llenado de 24 horas, beneficiando a un total de 29 usuarios.

En el estudio de Leon y Ávila (2019), se evaluó el funcionamiento de riego Patadel para las comunidades de La Cruz, Patadel, Membrillo, Salocota y Trancapata, en Azuay-Ecuador. Por ello realizó un levantamiento topográfico, elaboración de planos de topografía, perfiles del área a estudiar y la determinación del caudal existente en 7 puntos y determinación del caudal necesario aplicando la herramienta de encuestas de valoración de uso de suelo. Además, se determinó el área de riego, caudales necesarios y disponibles por balance hídrico. Como resultado encontró que el caudal actual para los 7 puntos varía entre los 28 L/s hasta los 127 L/s.

Cori (2021), elaboró y diseñó un riego tecnificado para lograr un incremento en la cobertura en 34 familias o habitantes de la comunidad Achoco, en La Paz, Bolivia, mediante la integración de parcelas con el uso de sistemas de riego tecnificado, mejorando así los ingresos económicos. El planteamiento utilizado es un proyecto de inversión en Bolivia. Para el desarrollo de los resultados se eligió el modelo aspensor XCEL WOBBLER boquilla con 0.69 bar de presión, 78.15 m² de aspersion y con una intensidad de precipitación de 6.45 mm/h. Para el diseño se utilizó la fórmula de Darcy junto con el diseño de software gestar v.1, con los siguientes parámetros: 12.7 m.c.a como presión dinámica mínima, una tubería de PVC C-6 con un DI de 90 mm, un Q de 2.97 L/s y una Velocidad de 0.55 m/s. El proyecto cuenta con una inversión de 1.469.197,18 Bs. Concluyendo que es recomendable la utilización de este sistema de riego utilizado desde el punto de vista socioeconómico.

El estudio de Cajamarca y Cevallos (2022), desarrolló un sistema de riego mecanizado, para Anchiliví, cantón Salcedo en Cotopaxi- Ecuador. El sistema de riego se programó para el recojo de los datos obtenido por sensores controlando a la vez los tiempos

de apertura y cierre de las electroválvulas, logrando así menor consumo del recurso hídrico. Se presento disponibilidad para realizar 2 tipos de riego: Por goteo activado por procesamiento de humedad y por aspersión mediante una programación horaria. De las cuales se realizaron las pruebas necesarias demostrando que existe una disminución de consumo de agua diario durante el riego de los cultivos. Concluyendo que los sistemas de riego consumen menor cantidad de agua, permitiendo a la vez realizar un riego parejo sobre las parcelas, teniendo como valores tabulados semanales, durante un lapso de 1 semana de previa implementación los siguientes resultados: Para el sistema de riego temporizado consume 53.7% menos de agua y 13.54% menos por el sistema activados por sensores.

Antecedentes nacionales

Diaz (2020), planteó el diseño de un sistema de riego para el distrito de Chambara, Concepción- Huancayo con una metodología aplicativa, descriptiva y no experimental. Obtuvo de resultados que el cálculo de proyección de la demanda de agua beneficiaría a setenta familias y con la incorporación de riego por aspersión mejoraría el suelo franco arcilloso para un Q de 12 L/s, por lo que se garantiza su funcionamiento. El diseño hidráulico resultó en 59 aspersores VYR 53, 59 con hidrantes tipo I y el área es de 32.5 has que ejecutará el riego en un estimado tiempo de 12 horas. Concluyendo que mejora la limitación del regío tecnificado por aspersión siempre y cuando la demanda del caudal sea eficiente.

El estudio de Jurado (2022), propuso el mejoramiento de la eficiencia de riego de Cotaquite, distrito de Kishuara en Apurimac para asegurar la cantidad de agua para los meses de pequeña campaña y mejorar la eficiencia de riego por gravedad de 0.40, a un sistema de riego tecnificado por aspersión hasta obtener eficiencias de 0.75. El diseño tiene 30 has y un reservorio con capacidad de 600 m³ y mediante el uso de watercad se realizó el cálculo de las tuberías de PVC, así como elaboración de planos hidráulicos, topográficos de la zona. Por ende, logró con el diseño agronómico tener un Qd de 26.69 lps, con una frecuencia de riego de 7 días, con 3 cambios de posiciones de 4 hrs cada una. El aspersor seleccionado fue SENIGER 7025 RD-2; contando con una velocidad de infiltración (8.96 mm/h) resultando inferior a la velocidad de infiltración del "tp" (15.65 mm/h). Se calculo el Q para cada uno de los hidrantes, agrupadas en 7 conjuntos, debido a que se logró obtener durante 7 días de frecuencia, concluyendo que la suma de todos los caudales de cada grupo es inferior al caudal ofertado y garantizando la operatividad del sistema utilizado.

Antecedentes locales

Alvarez y Torres (2019), tuvo como finalidad diseñar una obra hidráulica mediante el sistema por aspersión, para que tal manera aumente la producción de los cultivos, la metodología utilizada es descriptiva no experimental, teniendo como resultado que la propuesta del diseño hidráulico permitió obtener toda la infraestructura, las obras de arte, mano de obra,

maquinarias, herramientas, insumos e quipos, concluyendo que el diseño de una obra por aspersión tiene un elevado coeficiente de uniformidad y un eficiente consumo de agua.

El estudio de Rodriguez (2022) se enfocó en la determinación y cálculo de los parámetros técnicos para un diseño hidráulico por aspersión en la localidad Laymina Alta, distrito de Jesús- Cajamarca, que inició en 2019 y concluyó en 2022, con una metodología de visitas para el diagnóstico situacional de riego, recolección de datos climatológicos, permisos de agua, levantamiento topográfico, planimetría y muestras de suelo para su análisis físico químico. Obtuvo de resultados que el diseño hidráulico fue de dos captaciones de ladera con un Q de 2 l/s y un Q de 1 l/s, así como un Q total de 5,32 L/s, 6 cámaras rompe presión, un reservorio de 50 m³, una cámara repartidora de caudales, una cámara de reunión y 77 hidrantes. El aspersor que se eligió tuvo un caudal de 0,16 l/s, una presión nominal de 2 bar, además la pluviometría fue 3,38 mm/h inferior a la velocidad de infiltración del suelo de 4,5 mm/h. Las tuberías de conducción y de distribución por aspersión son de PVC de clase C-10 con una L= 6,052.63 m, teniendo diferentes diámetros como 1, 1 1/2", 2, 2 1/2" y 3/4". El proyecto tuvo una cobertura de riego de 9.5 has y para 77 habitantes.

2.2. Bases teóricas

Sistema de riego

Conjunto de estructuras cuya función es facilitar a que diferentes áreas puedan ser cultivadas mediante la aplicación de agua como fuente de vida para los cultivos. El sistema de riego presentan variedades de componentes que estan en algunas partes acorde a la necesidad y complejidad del sistema. Los componentes principalmente dependen de la manera en que se regaran los cultivos, de las cuales se cuentan con los siguientes tipos de riego: riego superficial, por inundación, por aspersión o por goteo (In House, 2023).

Para planificar un sistema de riego, es necesario considerar factores necesarios como capacidad para retener el agua en el suelo, velocidad de infiltración, características del flujo, magnitud de alcance de profundidad del sistema de raíces, que es característica de cada tipo de cultivo y cantidad de agua requerida que necesita el mismo para su crecimiento. Es muy importante el saber de todos estos procesos debido a que el uso de cada una de ellas permite ser más eficiente el uso del recurso hídricos (Fundamentos del riego y su uso eficiente, s. f. pp. 413-481). En base a ello es necesario conocer los tipos de sistemas, algunos de los componentes importantes dentro del sistema de riego y parámetros a tener en consideración al momento del riego.

Tipos de sistemas de riego

Se tiene varias soluciones para brindar el agua a los cultivos, y con muchas variantes por configurar para lograr así obtener el riego deseado. Dentro de los más comunes se tiene:

Sistema de Riego por aspersión. Este sistema consiste en la distribución de agua con forma de lluvia uniforme y/o en círculos sobre el terreno del cultivo al que se quiere regar, mediante dispositivos emisores de agua o también llamados como aspersores. Las superficies dependen mucho de los diámetros de los aspersores utilizados para el riego en donde el agua puede ser eliminada sin ningún inconveniente debido a que cuentan con buena presión, gracias a un sistema de bombeo (Villacis, 2012)

Sistema de Riego por goteo. Se aplica el agua por goteo directamente en las raíces mediante goteros de baja presión y el de inundación permite que el riego de la superficie de la tierra se estanque (Mayhua, et al., 2016). Su uso es amplio para diferentes tipos de cultivo.

Sistema de Riego por exudación. Es un sistema de riego localizado, en donde se aporta agua al suelo y al cultivo mediante los poros que tiene la tubería en el largo de su recorrido. Esta tubería está fabricada de un material geotextil que tiene como característica una elevada resistencia a la rotura, siendo muy fácil de manipular y muy flexible. El costo actual a diferencia del riego por goteo o por aspersión es ligeramente mayor, pero diferentes investigaciones de campo mencionan que pueden llegar a economizar entre un 50% a un 60% de agua siendo apto de trabajar con una inferior presión a diferencia de los otros sistemas ya mencionados (Martínez, González, y Luna, 2016).

Sistema de Riego informatizado. Es un sistema en donde se establece un tiempo real de monitoreo del estado de cada manguera y se controle a la vez las incidencias que pueden llegar a suceder, centralizando o controlando toda el área hídrica elegida. Este sistema es muy útil para zonas de riego colectivas (Aquaefundación, 2022).

Parámetros considerados en un sistema de riego

Suelo. Es un sistema compuesto de diferentes elementos que forman sistemas complejos en relación con su forma, estructura y composición. Presenta partículas sólidas subdivididas, con estructura dispersa, porosa a diferente nivel y dinámica, pues está en evolución constante. Así también, almacena agua y nutrientes para cualquier variedad de cultivos ya que sirve de soporte y anclaje para las plantas. El volumen de agua que se puede lograr almacenar en el suelo depende mucho de las características físicoquímicas que contenga y/o al intervalo de riegos que se hallan realizado, debido a que este factor es importante para el desarrollo de los cultivos (Fundamentos del riego y su uso eficiente, s. f. pp. 413-481).

Topografía. Metodología para la sistematización de los diferentes suelos. Para ello es necesario lograr que el agua tenga una velocidad en proporción a la cuarta parte de la

velocidad de infiltración, lo que significa que el agua debería infiltrar más de lo que logra avanzar. Con estos datos se puede conocer las pendientes de los terrenos que son necesarios en el riego. Con el uso y análisis de la data para riego y con infiltraciones adecuadas que permitan almacenar agua en el suelo generando una reserva ante situaciones fuera de lo normal. Para generar una infiltración adecuada es imprescindible que el agua infiltre en el perfil y que el escurrimiento sea muy bajo (Demin, 2014).

Infiltración. Según Demin (2014), es el ingreso del agua sobre el perfil del suelo, lo que permite determinar el volumen de agua que ingresa por el suelo, el agua que escurre y la pérdida de suelo que puede haber como la erosión. La infiltración dependerá de su textura, es decir, arena, limo y arcilla. Para conocer este proceso se hace necesario considerar la velocidad de infiltración, porque permitirá saber que tiempo de riego necesitas, el tamaño de las unidades de riego y el caudal requerido.

Caudal. Según Demin (2014), define caudal como el parámetro que depende de la sección transversal y/o área por donde fluye la corriente de agua y de su velocidad. Para calcularlo se realiza multiplicando estas dos secciones mencionadas. Con mayor sección de un canal y velocidad del agua, se tendrá un caudal mayor que pasa por este canal, o sea que pasa una mayor cantidad de agua en un determinado tiempo.

Disponibilidad hídrica

Volumen total ya precipitada en un área determinada para ser utilizada en diferentes fines entre ellos agrícola, agua para consumo humano, energía eléctrica. Conocer esta disponibilidad hídrica permite optimizar la operación en una presa y incrementar el uso eficiente de los recursos hídricos (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAHMI], 2020).

Diseño hidráulico

Se basa en obtener las necesidades requeridas de agua para los cultivos, calculando el caudal necesario para su desarrollo sin afectar en este caso a la planta por falta de agua o por déficit de agua en el suelo. Estas necesidades hídricas son influenciadas por factores meteorológicos (clima), edafológicos (suelo) y otros propios del mismo cultivo como genéticos y fisiológicos (Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2023).

Sequías

Es un fenómeno que se producen durante los tiempos de escasas precipitaciones o cuando el Q natural de los ríos están por debajo de lo que solía tener con normalidad, siendo un gran problema debido a que la cantidad de agua nos es necesaria para abastecer la demanda de los seres vivos (vegetales, animales y habitantes) de la zona donde se produjo (Dirección

Nacional de Cambio Climático de Argentina, 2023). De tal manera que este fenómeno perjudica a los sistemas de producción de tierras producto del desequilibrio hídrico (SISSA, 2023).

2.3. Definición de términos

Riego por aspersión

El riego por aspersión es un método de irrigación agrícola en el cual el agua es distribuida a través de una red de tuberías y emitida al aire en forma de gotas, simulando una lluvia natural. Este sistema utiliza aspersores que giran y dispersan el agua uniformemente sobre el área cultivada. El riego por aspersión es eficaz para una variedad de cultivos y tipos de suelo y es conocido por su capacidad para optimizar el uso del agua y mejorar la distribución de nutrientes y pesticidas (Santacruz y Santacruz, 2020).

Heno

El heno es un alimento forrajero seco, compuesto principalmente de gramíneas y leguminosas que han sido cortadas, secadas y almacenadas para su uso como alimento para animales de granja, especialmente durante los meses en los que el pastoreo no es posible. El proceso de producción de heno incluye la siega, el secado al sol y la recolección. El heno es una fuente importante de fibra, vitaminas y minerales para el ganado, y su calidad depende de factores como el tipo de planta, el momento de la cosecha y las condiciones de almacenamiento (Lago da Silva, et al., 2023). Para el Caserío El Arenal para la producción de heno corresponde a una mezcla forrajera predominantemente conformada por la asociación de gramíneas y leguminosas: Rye grass (*Lolium perenne* L. / *Lolium multiflorum* Lam.) y Trébol blanco (*Trifolium repens* L.) / Trébol rojo (*Trifolium pratense* L.).

2.4. Hipótesis

En la presente investigación, las hipótesis se formulan como hipótesis técnicas de carácter descriptivo y evaluativo, orientadas a interpretar los resultados obtenidos a partir del análisis cuantitativo de la disponibilidad hídrica, la demanda del cultivo y el balance oferta y demanda en los sectores de riego estudiados. Estas hipótesis no establecen relaciones causales ni experimentales, sino que se sustentan en la evaluación numérica de las condiciones actuales del sistema de riego y en la factibilidad técnica y económica de la propuesta de tecnificación mediante riego por aspersión.

Hipótesis General

La evaluación de la eficiencia hídrica de los dos sectores de riego permitirá identificar déficits en la disponibilidad de agua para el cultivo de heno y sustentar técnicamente una propuesta de tecnificación mediante riego por aspersión.

Hipótesis Específicas

- El diagnóstico técnico de la zona de estudio permitirá identificar las deficiencias de la infraestructura actual y establecer los parámetros necesarios para la formulación de un sistema de riego por aspersión.
- El diseño hidráulico e la propuesta de tecnificación mediante riego por aspersión permitirá reducir el déficit hídrico identificado entre la oferta y la demanda de agua para el cultivo de heno durante el período de estiaje.
- La inversión requerida para la tecnificación del riego por aspersión resulta económica y socialmente factible, dada la mejora proyectada en el rendimiento del cultivo del heno frente a los costos de implementación en el caserío El Arenal.

2.5. Variables

Variables independientes

Sistema de Riego por Aspersión (tecnificación del riego).

Variable dependiente

Eficiencia Hídrica del sistema de riego para el cultivo de heno.

Definición conceptual de la Variable

Sistema Por Aspersión. Riego mediante el cual el agua es conducida a presión por tuberías y laterales hasta las plantas en forma de "lluvia" localizada".

Eficiencia Hídrica del sistema de riego. Capacidad del sistema de riego existente para satisfacer la demanda hídrica del cultivo de heno en los dos sectores del caserío El Arenal.

Definición operacional de la Variable.

Sistema Por Aspersión. Un riego por aspersión optimiza el uso de recurso hídrico, mejorando las eficiencias de distribución y aplicación a los cultivos hasta en un 75%.

Eficiencia Hídrica del sistema de riego. Se determina mediante el análisis del balance hídrico, comparando la oferta hídrica disponible con la demanda hídrica del cultivo de heno en los sistemas de riego evaluados.

2.5.1. Operacionalización de la variable

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente: Sistema de riego por Aspersión	Sistema de irrigación mediante el cual el agua es conducida a presión por tuberías y distribuida en forma de lluvia localizada sobre los cultivos.	Diseño hidráulico de tecnificación por aspersión propuesto para el Canal Agua Colorada y el Canal Ilucán del Arenal, con eficiencia de aplicación del 75%.	Diseño hidráulico	Caudal de diseño del sistema	Litros por segundo (l/s)
				Presión de operación	Metros de columna de agua (m.c.a.)
			Cobertura del sistema	Área total beneficiada por el sistema propuesto	Hectáreas
			Factibilidad económica	Inversión total requerida para la implementación	Soles

Variable Dependiente: Eficiencia Hídrica del sistema de riego para el cultivo de heno.	Capacidad del sistema de riego existente para satisfacer la demanda hídrica del cultivo de heno en los dos sectores del caserío El Arenal, considerando la disponibilidad hídrica de la quebrada San Rafael frente a los requerimientos del cultivo durante el período de estiaje	Se determina mediante el análisis del balance hídrico, comparando la oferta hídrica disponible con la demanda hídrica del cultivo de heno en los sistemas de riego evaluados.	Eficiencia hídrica	Eficiencia de aplicación del sistema de riego	Porcentaje
			Demanda hídrica del cultivo de heno	Requerimiento hídrico del cultivo de heno	Litros por segundo (l/s)
			Balance oferta - demanda	Contraste entre oferta disponible y demanda total del sistema durante el estiaje	Litros por segundo (l/s)
			Disponibilidad hídrica	Volumen hídrico anual disponible	Millones de metros cúbicos

Capítulo III: Metodológico

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que se orienta a la evaluación de una problemática concreta relacionada con la eficiencia hídrica de los sectores de riego del caserío El Arenal y a la formulación de una propuesta técnica de tecnificación mediante riego por aspersión para el cultivo de heno.

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, debido a que se basa en el análisis de datos numéricos vinculados a la disponibilidad hídrica, la demanda de agua del cultivo, el balance oferta y demanda, los caudales y los costos asociados a la propuesta de tecnificación. Asimismo, la investigación es de carácter descriptivo y evaluativo, dado que analiza las condiciones actuales del sistema de riego y evalúa técnicamente la viabilidad de una propuesta, sin realizar intervención ni experimentación directa en campo.

Nivel de investigación

El nivel de la presente investigación es descriptivo y evaluativo, debido a que se orienta a caracterizar y analizar las condiciones actuales de los sectores de riego del caserío El Arenal en términos de disponibilidad hídrica, infraestructura hidráulica y balance entre la oferta y la demanda de agua para el cultivo de heno. Asimismo, el estudio permite evaluar técnicamente la viabilidad de una propuesta de tecnificación mediante riego por aspersión, sin realizar intervención directa ni experimentación en campo. El diseño de la investigación es no experimental y de corte transversal, dado que las variables de estudio no son manipuladas, sino que se analizan en su contexto natural, y transversal puesto que la información se recolectó en un único momento temporal, permitiendo analizar la situación actual de los sistemas de riego y sustentar la propuesta técnica planteada.

La metodología empleada comprendió la recopilación de datos sobre los dos sectores de riego, la topografía de la zona y la disponibilidad de recursos hídricos, mediante el análisis del expediente técnico del proyecto, los registros meteorológicos de la estación de Cutervo y los resultados de análisis de laboratorio del agua. Complementariamente, se realizaron visitas de campo para el reconocimiento del área de estudio, la verificación de las condiciones actuales de la infraestructura de conducción y la constatación de las características topográficas de los sectores

beneficiarios. A partir de esta información, se identificaron las deficiencias hídricas del sistema de riego por gravedad existente y se establecieron los parámetros técnicos necesarios para la formulación de la propuesta de mejora.

3.2. Descripción del ámbito de la investigación

El ámbito de la presente investigación se enfoca en el Caserío El Arenal, ubicado en la provincia de Cutervo, en el departamento de Cajamarca, Perú. Esta zona se caracteriza por una economía principalmente agrícola, donde el cultivo de heno juega un rol importante en la actividad productiva local, ya que se utiliza como forraje para ganado, lo que contribuye al sustento de los agricultores de la región.

La investigación abordará dos sistemas de riego por aspersión actualmente utilizados o en evaluación en la zona, con el objetivo de identificar mejoras en términos de eficiencia hídrica, distribución de agua y costos de operación. Estos sistemas serán evaluados en cuanto a su capacidad para optimizar la producción del heno, considerando también los aspectos económicos y de sostenibilidad para los agricultores locales.

3.3. Población y muestra

El distrito de Cutervo es uno de los 15 distritos de la provincia de Cutervo, se encuentra ubicado al sur de la provincia, en el departamento de Cajamarca, dentro del territorio de la sierra norte, por el ámbito de la cuenca del río Marañón, está a una altitud de 2,649 m.s.n.m., y alrededor del cual se asientan los principales centros poblados. Aquí encontramos al caserío El Arenal.

Ubicación

- Región : Cajamarca
- Provincia : Cutervo
- Distrito : Cutervo
- Caserío : El Arenal

Para el presente proyecto la población hace referencia a los pobladores del caserío El Arenal. La muestra está conformada por 68 usuarios registrados en los padrones de riego, de los cuales 38 se abastecen del Canal Agua Colorada y 30 del Canal Ilucán del Arenal. La investigación evalúa a la par ambos sectores en su condición actual (riego por gravedad) y en su propuesta de mejora (riego por aspersión).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

En esta investigación, se emplearán diversas técnicas como la observación directa, las mediciones en campo, la recopilación de datos históricos y la revisión documental. Estas técnicas permitirán obtener información precisa sobre las condiciones actuales de los sistemas de riego, la disponibilidad hídrica, la topografía y otros aspectos relevantes para el diagnóstico situacional y la propuesta de mejora.

Asimismo, se realizó la recopilación de información cualitativa de carácter referencial mediante conversaciones informales con los beneficiarios del sistema de riego, las cuales permitieron complementar el diagnóstico situacional y contextualizar los resultados técnicos obtenidos.

Instrumentos

Entre los instrumentos a utilizar se encuentran los siguientes:

- GPS para georreferenciar la zona de estudio y los sistemas de riego.
- Estación total y nivel topográfico para realizar el levantamiento topográfico.
- Caudalímetros y medidores de presión para la verificación del caudal disponible.
- Fichas de registro documental para la sistematización de datos del expediente técnico del proyecto, registros meteorológicos de la Estación de Cutervo y resultados de análisis de laboratorio del agua.
- AutoCAD Civil 3D, para el procesamiento de los datos topográficos y diseño de los planos.
- Hojas de cálculo (Excel), para el cálculo de la demanda hídrica (ETc), diseño hidráulico de la red de aspersión y evaluación económica.

Tabla 2

Técnicas e instrumentos

Técnica	Instrumento y/o Materiales
La observación directa	▪ GPS ▪ Cámara ▪ Libretas de campo
Procesamiento de datos	▪ Formatos para el registro de información. ▪ Software AUTOCAD 2020 ▪ Google Earth

3.5. Validez y confiabilidad del instrumento

La validez de la información obtenida en la presente investigación se sustenta en el uso de instrumentos técnicos de medición ampliamente utilizados en estudios de ingeniería hidráulica y riego, tales como GPS, estación total, caudalímetros y medidores de presión para el reconocimiento y verificación en campo de las condiciones de los sectores de riego, complementados con el análisis del expediente técnico del proyecto, los registros de la Estación Meteorológica de Cutervo y los resultados de análisis de laboratorio del agua.

Asimismo, la confiabilidad de los datos se garantiza mediante la aplicación de procedimientos de medición estandarizados y la utilización consistente de los mismos instrumentos y criterios técnicos en ambos sectores de riego analizados, lo que permite asegurar la comparabilidad y coherencia de los resultados obtenidos. La información secundaria empleada proviene de fuentes oficiales y estudios previos reconocidos, lo que contribuye a fortalecer la consistencia y respaldo técnico del análisis realizado.

3.6. Plan de Recolección y procesamiento de datos

La recolección de datos se realizó en distintas etapas, de acuerdo con los objetivos específicos de la investigación. La información primaria se obtuvo mediante observaciones directas y mediciones en campo, empleando instrumentos técnicos para la determinación de la topografía, los caudales disponibles y los parámetros hidráulicos de los sistemas de riego.

Asimismo, se utilizó información secundaria proveniente de registros climáticos, estudios previos, informes hidrológicos y documentación técnica relacionada con el cultivo de heno y los sistemas de riego.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante hojas de cálculo y herramientas de análisis técnico, permitiendo realizar análisis descriptivos y comparativos, así como balances hídricos y cálculos hidráulicos necesarios para la evaluación del sistema actual y la formulación de la propuesta de tecnificación mediante riego por aspersión.

Capítulo IV: Resultados

4.1. Efectuar un diagnóstico situacional de la zona en función de la disponibilidad hídrica, condiciones topográficas y características del sistema de conducción de agua de los dos sistemas por gravedad.

Población beneficiada

Los beneficiarios directos del proyecto son 68 usuarios, irrigando en total 32.84 has.

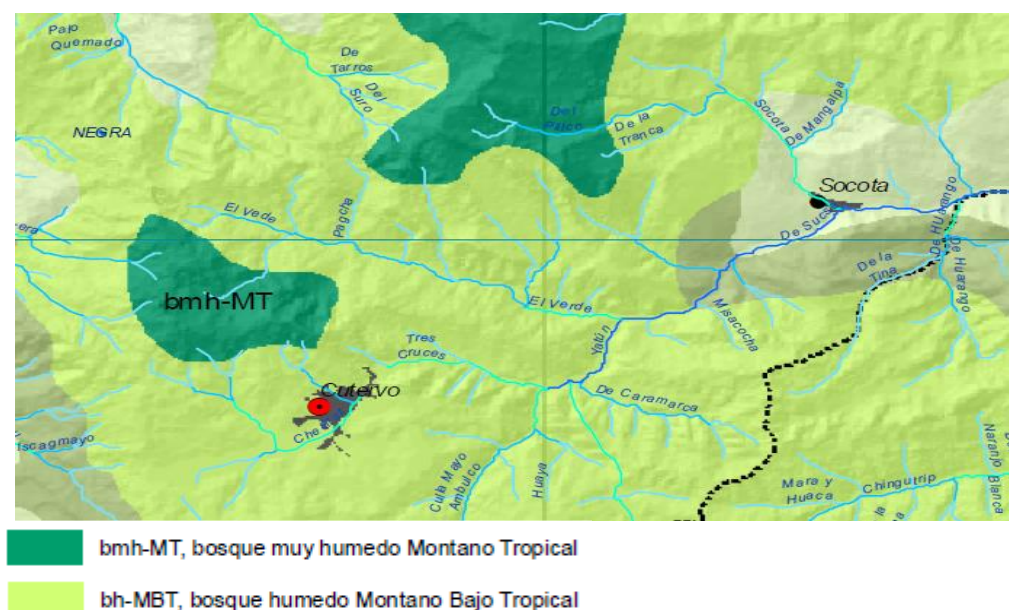
Padrón de Usuarios

Canal Agua Colorado: 38 beneficiarios (véase Anexo 1).

Canal Ilucán Del Arenal: 30 beneficiarios (véase Anexo 2).

Figura 1.

Mapa Hidrológico del Cuadrángulo Cutervo



Recursos De Agua

Los ríos dentro de la cuenca del Marañón que atraviesan la ciudad de Cutervo incluyen el Río Guinea Mayo, formado por la unión de los ríos Yatún y Cutervo. Este río fluye al sur de la ciudad de Cutervo y recibe las aguas del río Socota en su margen izquierda, conocido también como río Socota en algunas zonas. Luego desemboca en el río Llaucano, marcando el límite entre las provincias de Cutervo y Chota. Otros ríos en la zona incluyen el Yatún, Culia, Malleta, Llaucano-Silaco, Chorros y Marañón, aunque no contribuyen directamente al área en estudio. En el caserío El Arenal, las aguas provienen de las quebradas como El Agua Colorada con un caudal de 15 litros por

segundo y el Manantial El Laurel con 2 litros por segundo, alimentando cursos de agua natural que reciben precipitaciones y agua de pequeñas acequias de riego en las partes altas.

Aptitud de Riego de Suelos

En el caserío de El Arenal, los suelos que se beneficiarán pertenecen a la región litosólica, típica de las vertientes occidentales áridas de los Andes, caracterizada por una topografía extremadamente adversa debido a sus pendientes pronunciadas.

En esta área, predominan los suelos pedregosos y rocosos conocidos como litosoles. En las zonas más bajas, se encuentran suelos arenosos, denominados regosoles, y áridos ricos en calcio, identificados como yermosoles cálcicos. En las zonas intermedias, existen suelos con contenidos de arcilla y cal (yermosoles lúvicos), suelos con capas oscuras y calcio (xerosoles), y suelos pardos (kastanozems). Estos suelos se caracterizan por ser desde superficiales hasta moderadamente profundos, con una profundidad que varía entre 30 y 60 cm, y presentan texturas arcillosas y franco-arcillosas. Las pendientes oscilan entre el 15% y el 45%, lo que los hace susceptibles a una erosión moderada. Su reacción varía de fuertemente ácida a ligeramente ácida, con un pH que oscila entre 4.4 y 7.2, y la superficie de estos suelos va de libre de piedras a ligeramente pedregosa, tal como se detalla en el cuadro que se presenta a continuación.

Tabla 3

Topografía y profundidad de los Suelos

Topografía	Plana (0 a 2%)	Moderada (2 a 5%)	Inclinada (5 a 10%)
	91.41 ha	9.41 ha	12.55 ha
Profundidad	Superficial (<20 cm)	Poco Profundo (20 a 80 cm)	Profundo (> a 80 cm)
	40%	30%	30%

Nota: Las áreas de riego previstas presentan un grado de inclinación de los suelos (pendiente) de 0 a 15%, moderadamente empinados.

Cedula y Calendario de Riego

La planificación agrícola se ha estructurado meticulosamente considerando las características edáficas, topográficas y las prácticas arraigadas en la comunidad,

priorizando extensas áreas dedicadas a pastos naturales, esenciales para la alimentación del ganado. Además, se ha validado esta decisión mediante un detallado estudio de perfil, que ha confirmado su idoneidad como la única opción viable para la siembra. En cuanto a los cultivos de pan llevar como maíz amiláceo, papa, maíz choclo y arveja, se han identificado como generadores significativos de ingresos, dado que hasta el 80% de la producción se destina a la venta de excedentes, mientras que el 20% restante se reserva para el autoconsumo. Esta estrategia de cédula de cultivo se ha diseñado minuciosamente, integrando datos recogidos en el terreno para garantizar su efectividad y sostenibilidad a largo plazo.

Tabla 4

Cédula de cultivo y calendario de cultivos con proyecto

COEFICIENTE DE RIEGO o Kc DE LOS CULTIVOS CON PROYECTO (EL ARENAL DE CUTERVO).

CULTIVO	Area (Has)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Arveja	4.59	0.80		0.40	0.8	1.15	0.80				0.40	0.80	1.15
Papa	16.11	0.50	0.5	1.00	1.00	1.20	1.30	0.80	0.75	0.60	0.60	1.00	1.05
Pastos	12.17	1.00	1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Kc. Ponderado	32.87	0.73	0.62	0.92	0.97	1.12	1.12	0.76	0.74	0.66	0.72	0.97	1.05

Tabla 5

Área de Siembra Proyectada

Cultivos	Área (Has)	Áreas Mensuales (ha)											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Caña de azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yuca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maíz amiláceo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Frijol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arveja	4.59	3.79		3.79	3.79	3.79	3.79				3.79	3.79	3.79
Papa	16.11	-	16.11	16.11	16.11	16.11	16.11	16.11		-	-	-	16.11
Pastos	12.17	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21
TOTAL	32.87	13.00	25.32	29.11	29.11	29.11	29.11	25.32	9.21	9.21	13.00	13.00	29.11

Nota: Fuente de Expediente “Creación de un sistema de riego tecnificado en el Caserío El Arenal del distrito de Cutervo - provincia de Cutervo - departamento de Cajamarca”.

Hidrología

Para el desarrollo de la hidrología, se ha utilizado información recopilada de la Estación Meteorológica de Cutervo, incluyendo datos fundamentales como temperatura, humedad relativa y precipitación promedio. Estos datos han sido cruciales para el

cálculo de la evapotranspiración potencial, un parámetro esencial en el estudio hidrológico.

Disponibilidad de Agua (autorizada y coherente para el área a irrigar). El agua utilizada por los agricultores beneficiarios del proyecto se origina en la Quebrada San Rafael y es captada a partir del excedente del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Cutervo. Se cuenta con una Licencia de Uso de Agua con fines agrícolas, permitiendo la extracción de agua proveniente de la Quebrada San Rafael con un caudal máximo de 21 l/s para cada canal de riego.

El proyecto busca optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico mediante la captación del excedente canalizado de manera rudimentaria por los regantes de El Arenal, para luego conducirlo de manera eficiente a través de tuberías. El sistema de riego opera bajo un principio gravitacional. Los factores considerados en el diseño del proyecto incluyen el caudal disponible durante las épocas de lluvias y sequía, la cantidad y ubicación de las parcelas, así como la topografía del área beneficiada a lo largo de la línea de conducción. La interacción de estos factores permite el diseño de un sistema de riego que incorpora reservorios, los cuales generarán la presión requerida para el funcionamiento adecuado de los aspersores.

El sistema de riego inicia en la captación existente, desde donde el agua se distribuye a través de un canal hasta un desarenador. El caudal se conduce posteriormente mediante tubería de PVC C10, con cajas de inspección instaladas a lo largo de la línea para facilitar el mantenimiento y control del sistema. La salida hacia los reservorios se realiza mediante cajas de inspección equipadas con tomas laterales.

La distribución del agua hacia las redes parcelarias o redes presurizadas se realizará a través de hidrantes estratégicamente ubicados en cada una de las parcelas beneficiadas. El riego parcelario se ejecutará utilizando líneas móviles de riego, compuestas por mangueras de polietileno y sus correspondientes aspersores.

Máximas Avenidas. El canal Agua Colorada y el canal Ilucán del Arenal se distinguen por exhibir una marcada variabilidad estacional, observándose los mayores caudales durante el período de avenidas, que abarca de diciembre a abril, mientras que los caudales más bajos se registran en el período de estiaje, entre mayo y noviembre.

En consecuencia, el presente estudio hidrológico tiene como objetivo determinar las Máximas Avenidas, lo cual es fundamental para diseñar adecuadamente las estructuras de captación necesarias para el proyecto de riego.

Demanda de Agua. El cálculo de las demandas hídricas del proyecto se ha fundamentado en los cultivos incluidos en la cédula agrícola. Para estimar la evapotranspiración potencial, se ha empleado la fórmula de Hargreaves, la cual se basa en parámetros climáticos como la temperatura y la humedad relativa. Estos factores climáticos han sido obtenidos de la Estación Meteorológica de Cutervo y ajustados mediante un factor relacionado con la latitud del área de estudio. Los diversos términos utilizados en la fórmula desarrollada por Hargreaves para la determinación de la evapotranspiración se detallan a continuación:

Tabla 6

Cálculo de Evapotranspiración Potencial

Cálculo de la Evapotranspiración Potencial	
Método de HARGREAVES	
Formula: $ETP = CH * MF * T * FA$	
$CH = 0.166 \sqrt{(100 - HR)}$ $T \text{ en } ^\circ F = (^{\circ}C * 1.8) + 32$ $FA = 1 + 0.006 (ALT)$	MF= Tabla de acuerdo latitud de la zona HR = Humedad Relativa en %

Nota: Fuente Hargreaves y Samani, 1985.

Los resultados del cálculo de la evapotranspiración potencial se presentan a continuación:

Tabla 7

Cuadro de Cálculo de la Evapotranspiración Potencial (mm/día).

MÉTODO DE HARGREAVES												
ESTACIÓN:	CUTERVO		Lat.: 6° S"		Long.: 78W"		Alt.: 2667 msnm					
Parámetros	VALORES MENSUALES											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
TMCº	13.35	13.50	12.48	14.04	13.85	13.10	12.70	13.16	13.80	14.09	12.66	13.79
TMFº	56.04	56.30	54.46	57.27	56.93	55.59	54.85	55.69	56.84	57.36	54.79	56.82
HR	87.25	89.96	90.64	89.16	87.77	88.04	86.69	84.76	84.52	83.96	80.90	85.83
CH	0.59	0.53	0.51	0.55	0.58	0.57	0.61	0.65	0.65	0.66	0.73	0.62
CE	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
MF 1/	2.46	2.21	2.36	2.11	1.97	1.80	1.93	2.09	2.22	2.43	2.38	2.46
Eto	86.17	69.02	68.84	69.49	68.55	60.60	67.69	79.47	86.89	97.50	99.82	91.97
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Eto mm/día	2.78	2.46	2.22	2.32	2.21	2.02	2.18	2.56	2.90	3.15	3.33	2.97

Nota: Fuente de Expediente “Creación de un sistema de riego tecnificado en el Caserío El Arenal del distrito de Cutervo - provincia de Cutervo - departamento de Cajamarca”.

Evapotranspiración real del cultivo o uso consuntivo (UC). Definido como el consumo efectivo de agua por los cultivos, el cual fluctúa según la etapa de desarrollo de las plantas (período vegetativo), expresándose en milímetros por día (mm/día). La fórmula utilizada para calcular el UC es la siguiente:

$$UC = Eto \times Kc \text{ _ponderado}$$

Estimación de la eficiencia de riego. Este concepto se refiere al factor de eficiencia del sistema de riego, abarcando la eficiencia en la conducción, distribución y aplicación del agua por la infraestructura del riego. Este factor determinará el porcentaje de agua que será efectivamente utilizada por los cultivos en comparación con la cantidad de agua captada para el proyecto.

En el análisis del cálculo de la demanda de agua sin proyecto, se asume un promedio de eficiencia del sistema de riego de 0.25, considerando una eficiencia de conducción de 0.60, eficiencia de distribución de 0.70 y eficiencia de aplicación de 0.60.

Tabla 8

Cuadro de Demandas de Agua

CULTIVO	AREA (ha)	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Caña de azúcar	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Yuca	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maíz amiláceo	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Frijol	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Arveja	4.59	1.40	0.00	0.00	1.11	2.92	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	3.03
Papa	16.11	0.00	0.00	2.17	8.37	13.32	14.47	7.86	0.00	0.00	0.00	0.00	11.18
Pastos	12.17	5.26	3.42	1.24	4.78	5.55	5.28	6.48	8.19	7.49	6.37	6.44	5.91
TOTAL (lts/seg./mes/hec)	32.87	6.66	3.42	3.42	14.25	21.79	21.11	14.34	8.19	7.49	6.37	8.24	20.12
toTAL (m3/seg.)		0.007	0.003	0.003	0.014	0.022	0.021	0.014	0.008	0.007	0.006	0.008	0.020

Nota: Fuente de Expediente “Creación de un sistema de riego tecnificado en el Caserío El Arenal del distrito de Cutervo - provincia de Cutervo - departamento de Cajamarca”.

Balance Hídrico. Teniendo en cuenta el estudio hidrológico que se adjunta en este apartado, se determina que la disponibilidad hídrica anual asciende a 1.38 millones de metros cúbicos (MMC), lo cual es suficiente para satisfacer la demanda de agua requerida por los cultivos propuestos.

Tabla 9

Contraste de Oferta - Demanda

CAUDALES OFERTA - DEMANDA	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Oferta (constancia N° 029-2016-ALA-CHOTANO LLAUCANO) Lt/s.	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
Oferta (50% Pers.) Lt/s.	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
Oferta (50% Pers.) m3/s.	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
Demanda de Cultivos (Lt/s.)	6.66	3.42	3.42	14.25	21.79	21.11	14.34	8.19	7.49	6.37	8.24	20.12
Caudal Ecologico (Lt/s.) 5.0%	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
Demanda Total (Lt/s.)	7.71	4.47	4.47	15.30	22.84	22.16	15.39	9.24	8.54	7.42	9.29	21.17
Demanda Total (m3/seg)	0.008	0.004	0.004	0.015	0.023	0.022	0.015	0.009	0.009	0.007	0.009	0.021
BALANCE Lt/seg.	13.289	16.527	16.533	5.696	-1.842	-1.160	5.609	11.756	12.459	13.584	11.711	-0.165
m3/seg.	0.013	0.017	0.017	0.006	-0.002	-0.001	0.006	0.012	0.012	0.014	0.012	0.000
AREA TOTAL HEC.	13.00	25.32	29.11	29.11	29.11	29.11	25.32	9.21	9.21	13.00	13.00	29.11
Volumen deficit/sobrante m3	813.26	1,011.45	1,011.85	348.61	-112.75	-71.00	343.29	719.44	762.49	831.35	716.73	-10.11

Nota: Fuente de Expediente “Creación de un sistema de riego tecnificado en el Caserío El Arenal del distrito de Cutervo - provincia de Cutervo - departamento de Cajamarca”.

Tabla 10

Resumen de Oferta – Demanda

Demanda maxima	22.84 l/s
Demanda minima	4.467 l/s
Demanda promedio	12.334 l/s
Volumen max. En Deficit	-112.75 m ³

Nota: Fuente de Expediente “Creación de un sistema de riego tecnificado en el Caserío El Arenal del distrito de Cutervo - provincia de Cutervo - departamento de Cajamarca”.

Caudal de diseño. El caudal sacado en campo es el caudal de diseño previsto para el presente estudio será de 21 l/s.

El caudal ecológico se ha considerado en 10% para los meses de enero a diciembre. El caudal de diseño de la captación será de: 0.21 m³/S.

Calidad del agua. El agua a calidad resultó adecuada para uso agrícola, la misma que arrojó los siguientes valores:

Tabla 11

Resultados de Laboratorio: Bacteriológico - Parasitológico - Hidrobiológico.

Ensayos	Resultados Informe de ensayo N° 009- 2019 D.E.S.A. Cutervo	Valor ECA: L.M.P. del D.S. N° 004-2017 MINAM Categoría 3: Riego De Vegetales Y Bebida De Animales D1: Riego de vegetales D2: Bebida de animales
Coliformes totales o ambientales ($\sim$ UFC/100ml) a 35° C en – m-ENDO agar LES x 24 horas Método filtración membrana millipore. (MFMM).	MNSPC	No aplica parámetro
Coliformes termotolerantes o fecales ($\sim$ UFC/0100ml) a 44.5° C en AGAR M-FC x 24 horas Método filtración membrana millipore. (MFMM).	04	D1: 1000 – 2000 D2: 1000
E.Coli ($\sim$ UFC/100ml) a 44.5° C	00	No aplica parámetro
Huevos y larvas de helmintos	00	No aplica parámetro
Quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	00	No aplica parámetro
Organismos de vida libres como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	00	No aplica parámetro

Nota: MNSPC: Muchos no se pueden contar $\sim$ UFC – 100ml = Unidad formadora de colonia – 100 ml. N° org/lt.

Tabla 12*Resultados de Laboratorio: Físico - Químicos y Organoléptico*

Ensayos	Resultados Informe de ensayo N° 009-2019 D.E.S.A. Cutervo M1 agua superficial * rebose SAP- San Rafael	Valor ECA: L.M.P. del D.S. N° 004-2017 MINAM Categoría 3: Riego De Vegetales Y Bebida De Animales. D1: Riego de vegetales D2: Bebida de animales
Olor	Aceptable	D1: aceptable D2: aceptable
Sabor	Aceptable	D1: aceptable D2: aceptable
Color (USB Escala PT/Co)	Aceptable	100 PT/Co 100 PT/Co
Turbiedad (NTU)	0.08	No aplica parámetro
PH (Valor de PH)	6.3.	D1: 6.5 - 8.5 D2: 6.5 - 8.4
Conductividad (25°C) amho/cm	60	D1: 2500 D2: 5000
Sólidos totales disueltos STD (mg/l)	24	No aplica parámetro
Salinidad (mg/l)- cloruros	30	D1: 500 D2: No aplica parámetro
Manganeso (mg/l)	< 0.1	D1: 0.2 D2: 0.2
Hierro (mg/l)	< 1	D1: 5 D2: No aplica parámetro

Nota: Fuente D.E.S.A. Cutervo.

4.2. Proponer el diseño hidráulico de tecnificación a un riego por aspersión para los dos sectores, orientado a optimizar el uso del recurso hídrico y mejorar el abastecimiento del cultivo de heno durante el período de estiaje.

Demanda de agua de riego

El proyecto agrícola, que abarca hectáreas diferentes y emplea riego tecnificado por aspersión, requiere anualmente 39.86 litros de agua para el cultivo de Heno. Durante el mes de agosto, se identifica como el período de máxima demanda hídrica, alcanzando los 4.92 litros de agua.

Tabla 13

Cálculo de Demanda de Agua para Heno – Riego Tradicional

Variable	Unid.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Eto	mm	86.49	81.76	93.62	93.90	95.48	89.40	92.07	97.96	97.20	99.51	93.30	89.28
Kc_ponderado	s/u	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
UC	mm	86.49	81.76	93.62	93.90	95.48	89.40	92.07	97.96	97.20	99.51	93.30	89.28
P. Efec.	mm	37.70	53.10	82.10	51.00	44.00	42.00	32.00	22.00	30.00	40.50	35.50	34.50
Req.	mm	48.79	28.66	11.52	42.90	51.48	47.40	60.07	75.96	67.20	59.01	57.80	54.78
Req. Vol.	m³/ha	487.90	286.60	115.20	429.00	514.80	474.00	600.70	759.60	672.00	590.10	578.00	547.80
Ef. Riego	s/u	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Nº horas riego	horas	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Nº días	días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
MR	lt/seg/ha	0.57	0.37	0.13	0.52	0.60	0.57	0.70	0.89	0.81	0.69	0.70	0.64
Área Total	ha	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21
Qdem.	lt/seg/mes	5.26	3.42	1.24	4.78	5.55	5.28	6.48	8.19	7.49	6.37	6.44	5.91
	MMC	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01

Tabla 14

Resumen de las Demandas de Agua – Riego Tradicional

CULTIVO	AREA (ha)	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Pastos	12.17	5.26	3.42	1.24	4.78	5.55	5.28	6.48	8.19	7.49	6.37	6.44	5.91
TOTAL (lt/seg./mes/hec)	12.17	5.26	3.42	1.24	4.78	5.55	5.28	6.48	8.19	7.49	6.37	6.44	5.91
toTAL (m3/seg.)		0.005	0.003	0.001	0.005	0.006	0.005	0.006	0.008	0.007	0.006	0.006	0.006

Nota: Demanda máxima = 8.19 lt/s, Demanda Mínima = 1.24 lt/s

Demanda Promedio = 5.54 lt/s

Tabla 15**Cálculo de Demanda de Agua para Heno – Riego por Aspersión**

Variable	Unid.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Eto	mm	86.49	81.76	93.62	93.90	95.48	89.40	92.07	97.96	97.20	99.51	93.30	89.28
Kc_ponderado	s/u	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
UC	mm	86.49	81.76	93.62	93.90	95.48	89.40	92.07	97.96	97.20	99.51	93.30	89.28
P. Efec.	mm	37.70	53.10	82.10	51.00	44.00	42.00	32.00	22.00	30.00	40.50	35.50	34.50
Req.	mm	48.79	28.66	11.52	42.90	51.48	47.40	60.07	75.96	67.20	59.01	57.80	54.78
Req. Vol.	m ³ /ha	487.90	286.60	115.20	429.00	514.80	474.00	600.70	759.60	672.00	590.10	578.00	547.80
Ef. Riego	s/u	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Nº horas riego	horas	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Nº días	días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
MR	lt/seg/ha	0.34	0.22	0.08	0.31	0.36	0.34	0.42	0.53	0.49	0.41	0.42	0.38
Área Total	ha	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21	9.21
Qdem.	lt/seg/mes	3.16	2.05	0.75	2.87	3.33	3.17	3.89	4.92	4.49	3.82	3.87	3.55
	MMC	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Tabla 16**Resumen de las Demandas de Agua – Riego por Aspersión**

CULTIVO	AREA (ha)	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Pastos	12.17	3.16	2.05	0.75	2.87	3.33	3.17	3.89	4.92	4.49	3.82	3.87	3.55
TOTAL (lt/s/seg./mes/hect)	12.17	3.16	2.05	0.75	2.87	3.33	3.17	3.89	4.92	4.49	3.82	3.87	3.55
toTAL (m3/seg.)		0.003	0.002	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004

Nota: Demanda máx. = 4.92 lt/s, Demanda Mín. = 0.75 lt/s Demanda Prom. = 3.32 lt/s

Balance Oferta – Demanda

En condiciones normales de gravedad, la cantidad de agua necesaria para los cultivos no es completamente satisfecha por el caudal disponible durante la mayor parte del año. Esto resulta en un déficit hídrico significativo de mayo a septiembre en todas las parcelas del proyecto, ya que la cantidad de agua de riego proporcionada a los agricultores es prudencial para cubrir las necesidades de los cultivos, especialmente en Heno. Durante esta época, el cultivo se ve considerablemente reducido.

Sin embargo, la introducción de técnicas avanzadas como el riego tecnificado por aspersión muestra que la demanda de agua necesaria para el Heno puede ser completamente cubierta por la disponibilidad de agua, generando un excedente durante todo el año. Esta mejora sustancial elimina la brecha existente, lo que permite optimizar

las plantaciones actuales al garantizar la cantidad adecuada de riego durante todas las etapas fenológicas del cultivo.

Este avance se logra mediante una gestión más eficiente del riego a nivel de cada parcela, mejorando tanto la conducción como la distribución del agua. La implementación de estas prácticas asegura que se satisfaga completamente la demanda hídrica del cultivo.

Tabla 17
Contraste de Oferta – Demanda (Riego tradicional)

CAUDALES OFERTA - DEMANDA	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Oferta (constancia N° 029-2016-ALA-CHOTANO LLAUCANO) Lt/s.	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
Oferta (50% Pers.) Lt/s.	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
Oferta (50% Pers.) m3/s.	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
Demanda de Cultivos (Lt/s.)	5.26	3.42	1.24	4.78	5.55	5.28	6.48	8.19	7.49	6.37	6.44	5.91
Caudal Ecologica (Lt/s.) 5.0%	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
Demanda Total (Lt/s.)	6.31	4.47	2.29	5.83	6.60	6.33	7.53	9.24	8.54	7.42	7.49	6.96
Demanda Total (m3/seg)	0.006	0.004	0.002	0.006	0.007	0.006	0.008	0.009	0.009	0.007	0.007	0.007

Tabla 18
Demanda Final – Riego tradicional

Demanda maxima	9.24 l/s
Demanda minima	2.293 l/s
Demanda promedio	6.586 l/s

Según los datos de la Tabla 18, tenemos una máxima de 9.24 lt/s y mínimos de 2.29 lt/s de demanda total por riego tradicional.

Figura 2
Gráfico de Demanda - Oferta (Riego Tradicional)

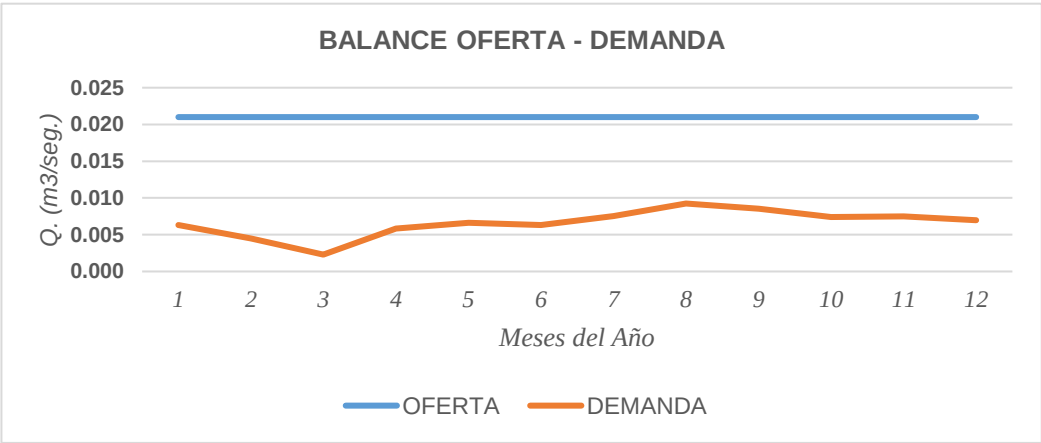


Tabla 19

Contraste de Oferta – Demanda (Riego por Aspersión)

CAUDALES OFERTA - DEMANDA	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Oferta (constancia N° 029-2016-ALA-CHOTANO LLAUCANO) Lt/s.	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
Oferta (50% Pers.) Lt/s.	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
Oferta (50% Pers.) m3/s.	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
Demanda de Cultivos (Lt/s.)	3.16	2.05	0.75	2.87	3.33	3.17	3.89	4.92	4.49	3.82	3.87	3.55
Caudal Ecologico (Lt/s.) 5.0%	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
Demanda Total (Lt/s.)	4.21	3.10	1.80	3.92	4.38	4.22	4.94	5.97	5.54	4.87	4.92	4.60
Demanda Total (m3/seg)	0.004	0.003	0.002	0.004	0.004	0.004	0.005	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005

Tabla 20

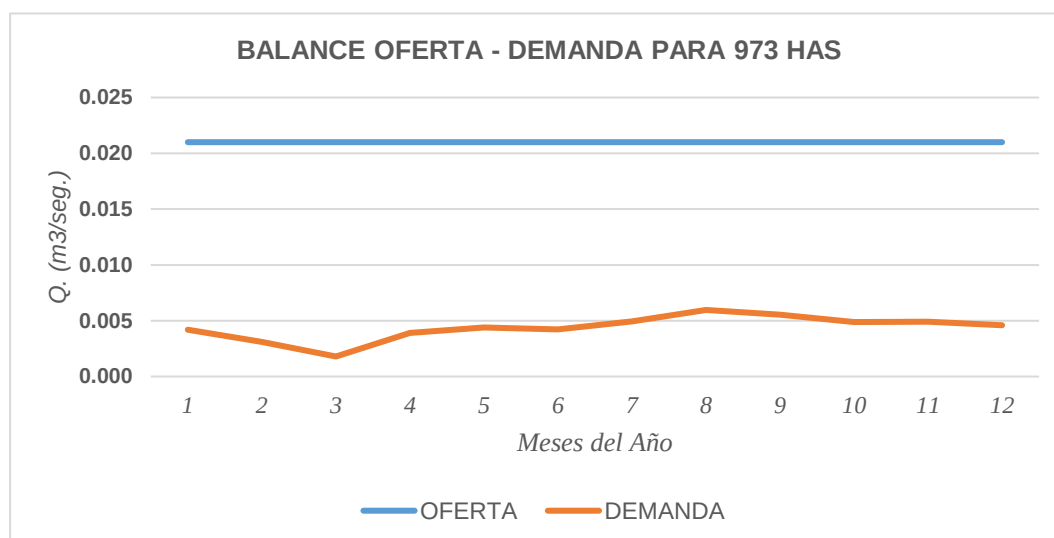
Demanda Final – Riego por Aspersión

Demanda maxima	5.97 l/s
Demanda minima	1.796 l/s
Demanda promedio	4.372 l/s

Según los datos de la Tabla 20, tenemos una máxima de 5.97 lt/s y mínimos de 1.796 lt/s de demanda total en riego por aspersión.

Figura 3

Gráfico de Demanda - Oferta (Riego por Aspersión)



Planteamiento Hidráulico y Diseños

El esquema hidráulico del proyecto de Irrigación en El Arenal contempla la derivación de un canal principal ubicado en la margen derecha, con una capacidad de 0.21 m³/s proveniente de la quebrada San Rafael, destinado al riego de 32.84 hectáreas de terrenos agrícolas en la localidad de El Arenal, beneficiando directa e indirectamente a 1,098 habitantes.

La infraestructura hidráulica principal incluye la construcción de una captación en el rebalse de la quebrada San Andrés para recoger los recursos hídricos (0.21 m³/s) y transportarlos a través de un canal principal de sección circular. Estos serán distribuidos a las áreas agrícolas mediante tomas laterales y ramales de distribución, utilizando tuberías hacia reservorios de regulación.

Se proyecta la implementación de un desarenador, cuya función será la retención de partículas arenosas para evitar que estas ingresen al sistema de riego. Los cálculos relacionados a su diseño se anexan al proyecto.

Además, se prevé la construcción de dos reservorios con geomembrana, uno en cada canal, que servirán para la instalación de sistemas de riego por aspersión en parcelas destinadas a cultivos como pastos, papa y maíz, presentes a lo largo del año.

La red de conducción estará conformada por dos canales que abarcan un total de 7.71 km de tubería PVC SAP C-10, con diámetros de 6" y 4". Además, la línea de distribución abarca 4.33 km de tubería PVC SAP C-10 de ¾".

El sistema de distribución también contará con 4 cajas de inspección estratégicamente ubicadas, diseñadas para facilitar el riego tecnificado de las zonas agrícolas más alejadas.

La distribución de los caudales hacia los diferentes puntos de derivación ha sido determinada en base a estudios de perfil que toman en cuenta los tipos de cultivo y las condiciones específicas del área. Se ha estimado que para cubrir el total de las 32.84 hectáreas se requiere un caudal de 21 l/s, garantizando así la adecuada distribución del recurso hídrico hacia las áreas de influencia correspondientes.

Diseño Canal Agua Colorada.

Tabla 21

Datos del Diseño de Riego – Canal Agua Colorada

TRAMO DISEÑO		USUARIO	Caudal Qmd (lts/seg)	Longitud Tramo L. (m)	COTA DEL TERRENO		Desnivel de Terreno (m)	Perdida de carga unitaria Disponibile hf (m/m)	Diametros Calculados (D) (Pulg)	Diametros seleccionad o (D) (Pulg)	Velocidad V m/s	Perdida de carga unitaria hf (m/m)	Perdida de carga por TRAMO Hf (m)	COTA PIEZOMETRICA		Presión Final (m)
PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL				Inicial (m.s.n.m)	Final (m.s.n.m)								Inicial (msnm)	Final (msnm)	
1			2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14
CAP	P1		21.000 l/seg	100.00 m	2,782.80 m.s.n.m.	2,782.00 m.s.n.m.	0.80 m	0.008	6.22	6	1.16	0.008	0.84 m	2,783 m.s.n.m.	2,782 m.s.n.m.	-0.04 m
P1	P2		21.000 l/seg	112.62 m	2,782.00 m.s.n.m.	2,781.90 m.s.n.m.	0.10 m	0.001	9.88	6	1.16	0.008	0.95 m	2,782 m.s.n.m.	2,781 m.s.n.m.	-0.85 m
P2	P3		21.000 l/seg	31.64 m	2,781.90 m.s.n.m.	2,779.89 m.s.n.m.	2.01 m	0.064	4.03	6	1.16	0.008	0.27 m	2,782 m.s.n.m.	2,782 m.s.n.m.	1.74 m
P3	H1	PARCELA 1	0.330 l/seg	8.70 m	2,779.89 m.s.n.m.	2,779.00 m.s.n.m.	0.89 m	0.102	0.75	1	0.66	0.019	0.16 m	2,780 m.s.n.m.	2,780 m.s.n.m.	0.73 m
P3	P4		20.670 l/seg	42.48 m	2,779.89 m.s.n.m.	2,778.00 m.s.n.m.	1.89 m	0.044	4.31	6	1.14	0.008	0.35 m	2,780 m.s.n.m.	2,780 m.s.n.m.	1.54 m
P4	P5		20.670 l/seg	63.49 m	2,778.00 m.s.n.m.	2,777.00 m.s.n.m.	1.00 m	0.016	5.37	6	1.14	0.008	0.52 m	2,778 m.s.n.m.	2,777 m.s.n.m.	0.48 m
P5	H2	PARCELA 2	0.330 l/seg	8.89 m	2,777.38 m.s.n.m.	2,777.00 m.s.n.m.	0.38 m	0.043	0.90	1	0.66	0.019	0.17 m	2,777 m.s.n.m.	2,777 m.s.n.m.	0.21 m
P5	P6		20.340 l/seg	55.10 m	2,777.00 m.s.n.m.	2,776.00 m.s.n.m.	1.00 m	0.018	5.18	6	1.12	0.008	0.44 m	2,777 m.s.n.m.	2,777 m.s.n.m.	0.56 m
P6	P7		20.340 l/seg	35.86 m	2,776.00 m.s.n.m.	2,774.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.056	4.09	6	1.12	0.008	0.29 m	2,776 m.s.n.m.	2,776 m.s.n.m.	1.71 m
P7	P8		20.340 l/seg	23.88 m	2,774.00 m.s.n.m.	2,772.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.084	3.75	6	1.12	0.008	0.19 m	2,774 m.s.n.m.	2,774 m.s.n.m.	1.81 m
P8	P9		20.340 l/seg	34.87 m	2,772.00 m.s.n.m.	2,768.00 m.s.n.m.	4.00 m	0.115	3.51	6	1.12	0.008	0.28 m	2,772 m.s.n.m.	2,772 m.s.n.m.	3.72 m
P9	P10		20.340 l/seg	35.42 m	2,768.00 m.s.n.m.	2,766.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.056	4.08	6	1.12	0.008	0.28 m	2,768 m.s.n.m.	2,768 m.s.n.m.	1.72 m
P10	P11		20.340 l/seg	29.69 m	2,766.00 m.s.n.m.	2,764.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.067	3.93	6	1.12	0.008	0.24 m	2,766 m.s.n.m.	2,766 m.s.n.m.	1.76 m
P11	P12		20.340 l/seg	105.11 m	2,764.00 m.s.n.m.	2,762.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.019	5.13	6	1.12	0.008	0.84 m	2,764 m.s.n.m.	2,763 m.s.n.m.	1.16 m
P12	P13		20.340 l/seg	57.98 m	2,762.00 m.s.n.m.	2,760.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.034	4.52	6	1.12	0.008	0.46 m	2,762 m.s.n.m.	2,762 m.s.n.m.	1.54 m
P13	P14		20.340 l/seg	31.78 m	2,760.00 m.s.n.m.	2,758.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.063	3.99	6	1.12	0.008	0.25 m	2,760 m.s.n.m.	2,760 m.s.n.m.	1.75 m
P14	P15		20.340 l/seg	51.51 m	2,758.00 m.s.n.m.	2,757.00 m.s.n.m.	1.00 m	0.019	5.10	6	1.12	0.008	0.41 m	2,758 m.s.n.m.	2,758 m.s.n.m.	0.59 m
P15	H3	PARCELA 3	0.330 l/seg	8.37 m	2,757.00 m.s.n.m.	2,755.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.239	0.63	1	0.66	0.019	0.16 m	2,757 m.s.n.m.	2,757 m.s.n.m.	1.84 m
P15	P16		20.010 l/seg	29.31 m	2,757.00 m.s.n.m.	2,756.00 m.s.n.m.	1.00 m	0.034	4.51	6	1.10	0.008	0.23 m	2,757 m.s.n.m.	2,757 m.s.n.m.	0.77 m
P16	P17		20.010 l/seg	26.54 m	2,756.00 m.s.n.m.	2,752.00 m.s.n.m.	4.00 m	0.151	3.30	6	1.10	0.008	0.20 m	2,756 m.s.n.m.	2,756 m.s.n.m.	3.80 m
P17	P18		20.010 l/seg	40.92 m	2,752.00 m.s.n.m.	2,750.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.049	4.18	6	1.10	0.008	0.32 m	2,752 m.s.n.m.	2,752 m.s.n.m.	1.68 m
P18	P19		20.010 l/seg	33.85 m	2,750.00 m.s.n.m.	2,746.00 m.s.n.m.	4.00 m	0.118	3.47	6	1.10	0.008	0.26 m	2,750 m.s.n.m.	2,750 m.s.n.m.	3.74 m
P19	P20		20.010 l/seg	6.83 m	2,746.00 m.s.n.m.	2,742.00 m.s.n.m.	4.00 m	0.586	2.48	6	1.10	0.008	0.05 m	2,746 m.s.n.m.	2,746 m.s.n.m.	3.95 m
P20	P21		20.010 l/seg	28.72 m	2,742.00 m.s.n.m.	2,738.00 m.s.n.m.	4.00 m	0.139	3.35	6	1.10	0.008	0.22 m	2,742 m.s.n.m.	2,742 m.s.n.m.	3.78 m
P21	P22		20.010 l/seg	15.53 m	2,738.00 m.s.n.m.	2,730.00 m.s.n.m.	8.00 m	0.515	2.55	6	1.10	0.008	0.12 m	2,738 m.s.n.m.	2,738 m.s.n.m.	7.88 m
P22	P23		20.010 l/seg	23.95 m	2,730.00 m.s.n.m.	2,726.00 m.s.n.m.	4.00 m	0.167	3.23	6	1.10	0.008	0.18 m	2,730 m.s.n.m.	2,730 m.s.n.m.	3.82 m
P23	P24		20.010 l/seg	72.64 m	2,726.00 m.s.n.m.	2,722.00 m.s.n.m.	4.00 m	0.055	4.08	6	1.10	0.008	0.56 m	2,726 m.s.n.m.	2,725 m.s.n.m.	3.44 m
P24	P25		20.010 l/seg	39.41 m	2,722.00 m.s.n.m.	2,720.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.051	4.15	6	1.10	0.008	0.30 m	2,722 m.s.n.m.	2,722 m.s.n.m.	1.70 m
P25	P26		20.010 l/seg	41.91 m	2,720.00 m.s.n.m.	2,718.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.048	4.20	6	1.10	0.008	0.32 m	2,720 m.s.n.m.	2,720 m.s.n.m.	1.68 m
P26	P27		20.010 l/seg	45.88 m	2,718.00 m.s.n.m.	2,714.00 m.s.n.m.	4.00 m	0.087	3.70	6	1.10	0.008	0.35 m	2,718 m.s.n.m.	2,718 m.s.n.m.	3.65 m
P27	P28		20.010 l/seg	58.21 m	2,714.00 m.s.n.m.	2,712.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.034	4.50	6	1.10	0.008	0.45 m	2,714 m.s.n.m.	2,714 m.s.n.m.	1.55 m
P28	P29		20.010 l/seg	53.74 m	2,712.00 m.s.n.m.	2,710.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.037	4.42	6	1.10	0.008	0.41 m	2,712 m.s.n.m.	2,712 m.s.n.m.	1.59 m
P29	P30		20.010 l/seg	51.41 m	2,710.00 m.s.n.m.	2,709.80 m.s.n.m.	0.20 m	0.004	7.11	6	1.10	0.008	0.40 m	2,710 m.s.n.m.	2,710 m.s.n.m.	-0.20 m
P30	H4	PARCELA 4	0.330 l/seg	22.30 m	2,709.80 m.s.n.m.	2,701.90 m.s.n.m.	7.90 m	0.354	0.58	1	0.66	0.019	0.42 m	2,710 m.s.n.m.	2,709 m.s.n.m.	7.48 m
P30	P31		19.680 l/seg	86.93 m	2,709.80 m.s.n.m.	2,708.00 m.s.n.m.	1.80 m	0.021	4.97	6	1.08	0.007	0.65 m	2,710 m.s.n.m.	2,709 m.s.n.m.	1.15 m
P31	P32		19.680 l/seg	41.81 m	2,708.00 m.s.n.m.	2,707.80 m.s.n.m.	0.20 m	0.005	6.76	6	1.08	0.007	0.31 m	2,708 m.s.n.m.	2,708 m.s.n.m.	-0.11 m
P32	H5	PARCELA 5	0.330 l/seg	13.00 m	2,707.80 m.s.n.m.	2,705.50 m.s.n.m.	2.30 m	0.177	0.67	1	0.66	0.019	0.24 m	2,708 m.s.n.m.	2,708 m.s.n.m.	2.06 m
P32	P33		19.350 l/seg	24.13 m	2,707.80 m.s.n.m.	2,707.78 m.s.n.m.	0.02 m	0.001	9.71	6	1.07	0.007	0.18 m	2,708 m.s.n.m.	2,708 m.s.n.m.	-0.16 m

P33	H6	PARCELA 6	0.330 l/seg	12.50 m	2,707.78 m.s.n.m.	2,706.00 m.s.n.m.	1.78 m	0.142	0.70	1	0.66	0.019	0.23 m	2,708 m.s.n.m.	2,708 m.s.n.m.	1.55 m
P33	P34		19.020 l/seg	34.28 m	2,707.93 m.s.n.m.	2,707.80 m.s.n.m.	0.13 m	0.004	7.01	6	1.05	0.007	0.24 m	2,708 m.s.n.m.	2,708 m.s.n.m.	-0.11 m
P34	H7	PARCELA 7	0.330 l/seg	9.50 m	2,707.80 m.s.n.m.	2,705.70 m.s.n.m.	2.10 m	0.221	0.64	1	0.66	0.019	0.18 m	2,708 m.s.n.m.	2,708 m.s.n.m.	1.92 m
P34	P35		18.690 l/seg	25.66 m	2,707.90 m.s.n.m.	2,707.85 m.s.n.m.	0.05 m	0.002	8.01	6	1.03	0.007	0.17 m	2,708 m.s.n.m.	2,708 m.s.n.m.	-0.12 m
P35	H8	PARCELA 8	0.330 l/seg	8.78 m	2,707.85 m.s.n.m.	2,704.90 m.s.n.m.	2.95 m	0.336	0.59	1	0.66	0.019	0.16 m	2,708 m.s.n.m.	2,708 m.s.n.m.	2.79 m
P35	P36		18.360 l/seg	25.36 m	2,707.90 m.s.n.m.	2,707.30 m.s.n.m.	0.60 m	0.024	4.71	6	1.01	0.007	0.17 m	2,708 m.s.n.m.	2,708 m.s.n.m.	0.43 m
P36	H9	PARCELA 9	0.330 l/seg	10.80 m	2,707.30 m.s.n.m.	2,704.50 m.s.n.m.	2.80 m	0.259	0.62	1	0.66	0.019	0.20 m	2,707 m.s.n.m.	2,707 m.s.n.m.	2.60 m
P36	P37		18.030 l/seg	25.08 m	2,707.30 m.s.n.m.	2,707.00 m.s.n.m.	0.30 m	0.012	5.40	6	0.99	0.006	0.16 m	2,707 m.s.n.m.	2,707 m.s.n.m.	0.14 m
P37	H10	PARCELA 10	0.330 l/seg	12.14 m	2,707.00 m.s.n.m.	2,705.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.165	0.68	1	0.66	0.019	0.23 m	2,707 m.s.n.m.	2,707 m.s.n.m.	1.77 m
P37	P38		17.700 l/seg	38.97 m	2,707.00 m.s.n.m.	2,706.90 m.s.n.m.	0.10 m	0.003	7.41	6	0.98	0.006	0.24 m	2,707 m.s.n.m.	2,707 m.s.n.m.	-0.14 m
P38	H11	PARCELA 11	0.330 l/seg	7.36 m	2,706.90 m.s.n.m.	2,705.80 m.s.n.m.	1.10 m	0.150	0.69	1	0.66	0.019	0.14 m	2,707 m.s.n.m.	2,707 m.s.n.m.	0.96 m
P38	P39		17.370 l/seg	29.27 m	2,706.90 m.s.n.m.	2,706.00 m.s.n.m.	0.90 m	0.031	4.36	6	0.96	0.006	0.17 m	2,707 m.s.n.m.	2,707 m.s.n.m.	0.73 m
P39	P40		17.370 l/seg	11.88 m	2,706.00 m.s.n.m.	2,704.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.168	3.05	6	0.96	0.006	0.07 m	2,706 m.s.n.m.	2,706 m.s.n.m.	1.93 m
P40	P41		17.370 l/seg	27.96 m	2,704.00 m.s.n.m.	2,700.00 m.s.n.m.	4.00 m	0.143	3.16	6	0.96	0.006	0.17 m	2,704 m.s.n.m.	2,704 m.s.n.m.	3.83 m
P41	P42		17.370 l/seg	40.34 m	2,700.00 m.s.n.m.	2,697.00 m.s.n.m.	3.00 m	0.074	3.63	6	0.96	0.006	0.24 m	2,700 m.s.n.m.	2,700 m.s.n.m.	2.76 m
P42	P42-1		0.330 l/seg	66.00 m	2,697.00 m.s.n.m.	2,691.80 m.s.n.m.	5.20 m	0.079	0.79	1	0.66	0.019	1.23 m	2,697 m.s.n.m.	2,696 m.s.n.m.	3.97 m
P42-1	P42-2		0.330 l/seg	36.00 m	2,691.80 m.s.n.m.	2,689.50 m.s.n.m.	2.30 m	0.064	0.83	1	0.66	0.019	0.67 m	2,692 m.s.n.m.	2,691 m.s.n.m.	1.63 m
P42-2	H12	PARCELA 12	0.330 l/seg	18.00 m	2,689.50 m.s.n.m.	2,688.50 m.s.n.m.	1.00 m	0.056	0.85	1	0.66	0.019	0.33 m	2,690 m.s.n.m.	2,689 m.s.n.m.	0.67 m
P42	P43		17.040 l/seg	33.50 m	2,697.00 m.s.n.m.	2,690.00 m.s.n.m.	7.00 m	0.209	2.90	6	0.94	0.006	0.19 m	2,697 m.s.n.m.	2,697 m.s.n.m.	6.81 m
P43	P44		17.040 l/seg	115.08 m	2,690.00 m.s.n.m.	2,688.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.017	4.88	6	0.94	0.006	0.66 m	2,690 m.s.n.m.	2,689 m.s.n.m.	1.34 m
P44	P45		17.040 l/seg	46.10 m	2,688.00 m.s.n.m.	2,687.90 m.s.n.m.	0.10 m	0.002	7.56	6	0.94	0.006	0.26 m	2,688 m.s.n.m.	2,688 m.s.n.m.	-0.16 m
P45	H13	PARCELA 13	0.330 l/seg	15.44 m	2,687.90 m.s.n.m.	2,684.30 m.s.n.m.	3.60 m	0.233	0.63	1	0.66	0.019	0.29 m	2,688 m.s.n.m.	2,688 m.s.n.m.	3.31 m
P45	P46		16.710 l/seg	87.80 m	2,687.90 m.s.n.m.	2,687.80 m.s.n.m.	0.10 m	0.001	8.59	6	0.92	0.006	0.49 m	2,688 m.s.n.m.	2,687 m.s.n.m.	-0.39 m
P46	P47		16.710 l/seg	88.30 m	2,687.80 m.s.n.m.	2,686.70 m.s.n.m.	1.10 m	0.012	5.20	6	0.92	0.006	0.49 m	2,688 m.s.n.m.	2,687 m.s.n.m.	0.61 m
P47	H14	PARCELA 14	0.330 l/seg	18.00 m	2,686.70 m.s.n.m.	2,681.00 m.s.n.m.	5.70 m	0.317	0.59	1	0.66	0.019	0.33 m	2,687 m.s.n.m.	2,686 m.s.n.m.	5.37 m
P47	P48		16.380 l/seg	105.49 m	2,686.70 m.s.n.m.	2,686.00 m.s.n.m.	0.70 m	0.007	5.89	6	0.90	0.005	0.56 m	2,687 m.s.n.m.	2,686 m.s.n.m.	0.14 m
P48	P49		16.380 l/seg	70.75 m	2,686.00 m.s.n.m.	2,685.90 m.s.n.m.	0.10 m	0.001	8.15	6	0.90	0.005	0.38 m	2,686 m.s.n.m.	2,686 m.s.n.m.	-0.28 m
P49	P50		16.380 l/seg	19.94 m	2,685.90 m.s.n.m.	2,685.80 m.s.n.m.	0.10 m	0.005	6.25	6	0.90	0.005	0.11 m	2,686 m.s.n.m.	2,686 m.s.n.m.	-0.01 m
P50	H15	PARCELA 15	0.330 l/seg	25.26 m	2,685.80 m.s.n.m.	2,677.30 m.s.n.m.	8.50 m	0.336	0.59	1	0.66	0.019	0.47 m	2,686 m.s.n.m.	2,685 m.s.n.m.	8.03 m
P50	P51		16.050 l/seg	45.26 m	2,686.30 m.s.n.m.	2,685.80 m.s.n.m.	0.50 m	0.011	5.25	6	0.88	0.005	0.23 m	2,686 m.s.n.m.	2,686 m.s.n.m.	0.27 m
P51	P52		16.050 l/seg	71.76 m	2,685.80 m.s.n.m.	2,685.00 m.s.n.m.	0.80 m	0.011	5.24	6	0.88	0.005	0.37 m	2,686 m.s.n.m.	2,685 m.s.n.m.	0.43 m
P52	P53		16.050 l/seg	52.71 m	2,685.00 m.s.n.m.	2,684.90 m.s.n.m.	0.10 m	0.002	7.60	6	0.88	0.005	0.27 m	2,685 m.s.n.m.	2,685 m.s.n.m.	-0.17 m
P53	H16	PARCELA 16	0.330 l/seg	12.00 m	2,685.00 m.s.n.m.	2,679.90 m.s.n.m.	5.10 m	0.425	0.56	1	0.66	0.019	0.22 m	2,685 m.s.n.m.	2,685 m.s.n.m.	4.88 m
P53	P54		15.720 l/seg	80.10 m	2,685.00 m.s.n.m.	2,684.80 m.s.n.m.	0.20 m	0.002	7.12	6	0.87	0.005	0.40 m	2,685 m.s.n.m.	2,685 m.s.n.m.	-0.20 m
P54	H17	PARCELA 17	0.330 l/seg	25.00 m	2,684.80 m.s.n.m.	2,678.00 m.s.n.m.	6.80 m	0.272	0.61	1	0.66	0.019	0.47 m	2,685 m.s.n.m.	2,684 m.s.n.m.	6.33 m
P54	P55		15.390 l/seg	35.24 m	2,684.80 m.s.n.m.	2,684.70 m.s.n.m.	0.10 m	0.003	6.88	6	0.85	0.005	0.17 m	2,685 m.s.n.m.	2,685 m.s.n.m.	-0.07 m
P55	H18	PARCELA 18	0.330 l/seg	18.00 m	2,684.70 m.s.n.m.	2,681.00 m.s.n.m.	3.70 m	0.206	0.65	1	0.66	0.019	0.33 m	2,685 m.s.n.m.	2,684 m.s.n.m.	3.37 m
P55	P56		15.060 l/seg	11.40 m	2,684.70 m.s.n.m.	2,684.60 m.s.n.m.	0.10 m	0.009	5.38	6	0.83	0.005	0.05 m	2,685 m.s.n.m.	2,685 m.s.n.m.	0.05 m
P56	H19	PARCELA 19	0.330 l/seg	13.99 m	2,684.60 m.s.n.m.	2,679.00 m.s.n.m.	5.60 m	0.400	0.56	1	0.66	0.019	0.26 m	2,685 m.s.n.m.	2,684 m.s.n.m.	5.34 m
P56	P57		14.730 l/seg	20.42 m	2,684.60 m.s.n.m.	2,684.50 m.s.n.m.	0.10 m	0.005	6.03	6	0.81	0.004	0.09 m	2,685 m.s.n.m.	2,685 m.s.n.m.	0.01 m
P57	H20	PARCELA 20	0.330 l/seg	16.68 m	2,684.50 m.s.n.m.	2,679.90 m.s.n.m.	4.60 m	0.276	0.61	1	0.66	0.019	0.31 m	2,685 m.s.n.m.	2,684 m.s.n.m.	4.29 m
P57	P58		14.400 l/seg	31.06 m	2,684.50 m.s.n.m.	2,684.30 m.s.n.m.	0.20 m	0.006	5.64	6	0.79	0.004	0.13 m	2,685 m.s.n.m.	2,684 m.s.n.m.	0.07 m
P58	H21	PARCELA 21	0.330 l/seg	15.00 m	2,684.30 m.s.n.m.	2,680.30 m.s.n.m.	4.00 m	0.267	0.61	1	0.66	0.019	0.28 m	2,684 m.s.n.m.	2,684 m.s.n.m.	3.72 m
P58	P59		14.070 l/seg	90.76 m	2,684.30 m.s.n.m.	2,684.00 m.s.n.m.	0.30 m	0.003	6.44	4	1.74	0.029	2.63 m	2,684 m.s.n.m.	2,682 m.s.n.m.	-2.33 m
P59	P60		14.070 l/seg	89.54 m	2,684.00 m.s.n.m.	2,682.00 m.s.n.m.	2.00 m	0.022	4.31	4	1.74	0.029	2.59 m	2,684 m.s.n.m.	2,681 m.s.n.m.	-0.59 m
P60	P61		14.070 l/seg	12.42 m	2,682.00 m.s.n.m.	2,677.00 m.s.n.m.	5.00 m	0.403	2.35	4	1.74	0.029	0.36 m	2,682 m.s.n.m.	2,682 m.s.n.m.	4.64 m
P61	P61-1		0.330 l/seg	150.46 m	2,677.00 m.s.n.m.	2,661.00 m.s.n.m.	16.00 m	0.106	0.75	1	0.66	0.019	2.80 m	2,677 m.s.n.m.	2,674 m.s.n.m.	13.20 m
P61-1	H22	PARCELA 22	0.330 l/seg	34.21 m	2,661.00 m.s.n.m.	2,656.30 m.s.n.m.	4.70 m	0.137	0.71	1	0.66	0.019	0.64 m	2,661 m.s.n.m.	2,660 m.s.n.m.	4.06 m
P61	H23	PARCELA 23	0.330 l/seg	34.36 m	2,677.00 m.s.n.m.	2,668.00 m.s.n.m.	9.00 m	0.262	0.62	1	0.66	0.019	0.64 m	2,677 m.s.n.m.	2,676 m.s.n.m.	8.36 m
P61	P62	RESERVORIO	13.410 l/seg	5.22 m	2,677.00 m.s.n.m.	2,676.90 m.s.n.m.	0.10 m	0.019	4.37	4	1.66	0.026	0.14 m	2,677 m.s.n.m.	2,677 m.s.n.m.	-0.04 m
P62	P63		13.410 l/seg	2.85 m	2,676.90 m.s.n.m.	2,676.30 m.s.n.m.	0.60 m	0.211	2.64	4	1.66	0.026	0.08 m	2,677 m.s.n.m.	2,677 m.s.n.m.	0.52 m
P63	P63-1		0.330 l/seg	33.56 m	2,676.30 m.s.n.m.	2,671.80 m.s.n.m.	4.50 m	0.134	0.71	1	0.66	0.019	0.62 m	2,676 m.s.n.m.	2,676 m.s.n.m.	3.88 m
P63-1	H24	PARCELA 24	0.330 l/seg	11.50 m	2,671.80 m.s.n.m.	2,665.00 m.s.n.m.	6.80 m	0.591	0.52	1	0.66	0.019	0.21 m	2,672 m.s.n.m.	2,672 m.s.n.m.	6.59 m
P63-1	P63-2		0.330 l/seg	35.28 m	2,671.80 m.s.n.m.	2,670.30 m.s.n.m.	1.50 m	0.043	0.90	1	0.66	0.019	0.66 m	2,672 m.s.n.m.	2,671 m.s.n.m.	0.84 m
P63-2	H25	PARCELA 25	0.330 l/seg	12.90 m	2,670.30 m.s.n.m.	2,667.90 m.s.n.m.	2.40 m	0.186	0.66	1	0.66	0.019	0.24 m	2,670 m.s.n.m.	2,670 m.s.n.m.	2.16 m

P63	P64		12.750 l/seg	43.31 m	2,676.30 m.s.n.m.	2,648.40 m.s.n.m.	27.90 m	0.644	2.05	4	1.58	0.024	1.04 m	2,676 m.s.n.m.	2,675 m.s.n.m.	26.86 m
P64	H26	PARCELA 26	0.330 l/seg	38.00 m	2,648.40 m.s.n.m.	2,633.50 m.s.n.m.	14.90 m	0.392	0.57	1	0.66	0.019	0.71 m	2,648 m.s.n.m.	2,648 m.s.n.m.	14.19 m
P64	P65		12.420 l/seg	59.34 m	2,648.40 m.s.n.m.	2,635.00 m.s.n.m.	13.40 m	0.226	2.53	4	1.54	0.023	1.36 m	2,648 m.s.n.m.	2,647 m.s.n.m.	12.04 m
P65	H27	PARCELA 27	0.330 l/seg	25.00 m	2,635.00 m.s.n.m.	2,627.00 m.s.n.m.	8.00 m	0.320	0.59	1	0.66	0.019	0.47 m	2,635 m.s.n.m.	2,635 m.s.n.m.	7.53 m
P65	P66		12.090 l/seg	25.13 m	2,635.00 m.s.n.m.	2,629.90 m.s.n.m.	5.10 m	0.203	2.56	4	1.50	0.022	0.55 m	2,635 m.s.n.m.	2,634 m.s.n.m.	4.55 m
P66	H28	PARCELA 28	0.330 l/seg	25.50 m	2,629.90 m.s.n.m.	2,621.80 m.s.n.m.	8.10 m	0.318	0.59	1	0.66	0.019	0.47 m	2,630 m.s.n.m.	2,629 m.s.n.m.	7.63 m
P66	P67		11.760 l/seg	45.53 m	2,629.90 m.s.n.m.	2,627.90 m.s.n.m.	2.00 m	0.044	3.49	4	1.46	0.021	0.95 m	2,630 m.s.n.m.	2,629 m.s.n.m.	1.05 m
P67	H29	PARCELA 29	0.330 l/seg	35.00 m	2,627.90 m.s.n.m.	2,618.00 m.s.n.m.	9.90 m	0.283	0.61	1	0.66	0.019	0.65 m	2,628 m.s.n.m.	2,627 m.s.n.m.	9.25 m
P67	P68		11.430 l/seg	11.74 m	2,627.90 m.s.n.m.	2,627.80 m.s.n.m.	0.10 m	0.009	4.87	4	1.41	0.020	0.23 m	2,628 m.s.n.m.	2,628 m.s.n.m.	-0.13 m
P68	H30	PARCELA 30	0.330 l/seg	40.00 m	2,627.80 m.s.n.m.	2,617.00 m.s.n.m.	10.80 m	0.270	0.61	1	0.66	0.019	0.74 m	2,628 m.s.n.m.	2,627 m.s.n.m.	10.06 m
P68	P69		11.100 l/seg	20.45 m	2,627.80 m.s.n.m.	2,627.70 m.s.n.m.	0.10 m	0.005	5.42	4	1.37	0.019	0.38 m	2,628 m.s.n.m.	2,627 m.s.n.m.	-0.28 m
P69	P69-1		0.660 l/seg	13.08 m	2,627.70 m.s.n.m.	2,626.20 m.s.n.m.	1.50 m	0.115	0.96	1	1.31	0.063	0.82 m	2,628 m.s.n.m.	2,627 m.s.n.m.	0.68 m
P69-1	P69-2		0.660 l/seg	148.72 m	2,626.20 m.s.n.m.	2,591.80 m.s.n.m.	34.40 m	0.231	0.82	1	1.31	0.063	9.31 m	2,626 m.s.n.m.	2,617 m.s.n.m.	25.09 m
P69-2	H31	PARCELA 31	0.330 l/seg	24.94 m	2,591.80 m.s.n.m.	2,583.00 m.s.n.m.	8.80 m	0.353	0.58	1	0.66	0.019	0.46 m	2,592 m.s.n.m.	2,591 m.s.n.m.	8.34 m
P69-2	P69-3		0.330 l/seg	65.64 m	2,591.80 m.s.n.m.	2,568.00 m.s.n.m.	23.80 m	0.363	0.58	1	0.66	0.019	1.22 m	2,592 m.s.n.m.	2,591 m.s.n.m.	22.58 m
P69-3	H32	PARCELA 32	0.330 l/seg	33.87 m	2,568.00 m.s.n.m.	2,547.00 m.s.n.m.	21.00 m	0.620	0.52	1	0.66	0.019	0.63 m	2,568 m.s.n.m.	2,567 m.s.n.m.	20.37 m
P69	P70		10.440 l/seg	23.47 m	2,627.70 m.s.n.m.	2,627.00 m.s.n.m.	0.70 m	0.030	3.62	4	1.29	0.017	0.39 m	2,628 m.s.n.m.	2,627 m.s.n.m.	0.31 m
P70	H33	PARCELA 33	0.330 l/seg	36.00 m	2,627.00 m.s.n.m.	2,614.30 m.s.n.m.	12.70 m	0.353	0.58	1	0.66	0.019	0.67 m	2,627 m.s.n.m.	2,626 m.s.n.m.	12.03 m
P70	P71		10.110 l/seg	37.14 m	2,627.00 m.s.n.m.	2,620.30 m.s.n.m.	6.70 m	0.180	2.45	4	1.25	0.016	0.58 m	2,627 m.s.n.m.	2,626 m.s.n.m.	6.12 m
P71	H34	PARCELA 34	0.330 l/seg	50.00 m	2,620.30 m.s.n.m.	2,605.00 m.s.n.m.	15.30 m	0.306	0.60	1	0.66	0.019	0.93 m	2,620 m.s.n.m.	2,619 m.s.n.m.	14.37 m
P71	P72		9.780 l/seg	103.51 m	2,620.30 m.s.n.m.	2,612.00 m.s.n.m.	8.30 m	0.080	2.87	4	1.21	0.015	1.53 m	2,620 m.s.n.m.	2,619 m.s.n.m.	6.77 m
P72	P73		9.780 l/seg	123.85 m	2,612.00 m.s.n.m.	2,604.00 m.s.n.m.	8.00 m	0.065	3.00	4	1.21	0.015	1.83 m	2,612 m.s.n.m.	2,610 m.s.n.m.	6.17 m
P73	P74		9.780 l/seg	56.17 m	2,604.00 m.s.n.m.	2,600.00 m.s.n.m.	4.00 m	0.071	2.94	4	1.21	0.015	0.83 m	2,604 m.s.n.m.	2,603 m.s.n.m.	3.17 m
P74	P75		9.780 l/seg	35.30 m	2,600.00 m.s.n.m.	2,596.00 m.s.n.m.	4.00 m	0.113	2.67	4	1.21	0.015	0.52 m	2,600 m.s.n.m.	2,599 m.s.n.m.	3.48 m
P75	P76		9.780 l/seg	40.63 m	2,596.00 m.s.n.m.	2,586.00 m.s.n.m.	10.00 m	0.246	2.27	4	1.21	0.015	0.60 m	2,596 m.s.n.m.	2,595 m.s.n.m.	9.40 m
P76	P77		9.780 l/seg	6.70 m	2,586.00 m.s.n.m.	2,585.00 m.s.n.m.	1.00 m	0.149	2.52	4	1.21	0.015	0.10 m	2,586 m.s.n.m.	2,586 m.s.n.m.	0.90 m
P77	P77-1		0.330 l/seg	13.64 m	2,585.00 m.s.n.m.	2,584.80 m.s.n.m.	0.20 m	0.015	1.13	1	0.66	0.019	0.25 m	2,585 m.s.n.m.	2,585 m.s.n.m.	-0.05 m
P77-1	H35	PARCELA 35	0.330 l/seg	5.88 m	2,584.80 m.s.n.m.	2,582.80 m.s.n.m.	2.00 m	0.340	0.58	1	0.66	0.019	0.11 m	2,585 m.s.n.m.	2,585 m.s.n.m.	1.89 m
P77-1	P77-2		0.990 l/seg	11.27 m	2,585.00 m.s.n.m.	2,581.70 m.s.n.m.	3.30 m	0.293	0.92	11/2	0.87	0.019	0.21 m	2,585 m.s.n.m.	2,585 m.s.n.m.	3.09 m
P77-2	P77-3		0.990 l/seg	8.46 m	2,581.70 m.s.n.m.	2,578.30 m.s.n.m.	3.40 m	0.402	0.86	11/2	0.87	0.019	0.16 m	2,582 m.s.n.m.	2,582 m.s.n.m.	3.24 m
P77-3	H36	PARCELA 36	0.330 l/seg	40.10 m	2,578.30 m.s.n.m.	2,565.00 m.s.n.m.	13.30 m	0.332	0.59	1	0.66	0.019	0.75 m	2,578 m.s.n.m.	2,578 m.s.n.m.	12.55 m
P77-3	P77-4		0.660 l/seg	47.53 m	2,578.30 m.s.n.m.	2,564.00 m.s.n.m.	14.30 m	0.301	0.78	1	1.31	0.063	2.98 m	2,578 m.s.n.m.	2,575 m.s.n.m.	11.32 m
P77-4	H37	PARCELA 37	0.330 l/seg	37.29 m	2,564.00 m.s.n.m.	2,551.00 m.s.n.m.	13.00 m	0.349	0.58	1	0.66	0.019	0.69 m	2,564 m.s.n.m.	2,563 m.s.n.m.	12.31 m
P77-4	P77-5		0.330 l/seg	32.72 m	2,564.00 m.s.n.m.	2,545.00 m.s.n.m.	19.00 m	0.581	0.52	1	0.66	0.019	0.61 m	2,564 m.s.n.m.	2,563 m.s.n.m.	18.39 m
P77-5	H38	PARCELA 38	0.330 l/seg	31.09 m	2,545.00 m.s.n.m.	2,541.00 m.s.n.m.	4.00 m	0.129	0.72	1	0.66	0.019	0.58 m	2,545 m.s.n.m.	2,544 m.s.n.m.	3.42 m

Diseño Canal Ilucán.

Tabla 22

Datos del Diseño de Riego – Canal Ilucán

TRAMO DE DISEÑO		CAUDAL DE DISEÑO Q (l/s)	LONGITUD DEL TRAMO L (m)	COTA DEL TERRENO		DESNIVEL EL TERRENO (m)	PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA DISPONIBLE hf (m/m)	DIÁMETRO CALCULADO D (pulg.)	DIÁMETRO ELEGIDO D (pulg.)	VELOCIDAD V (m/s)	PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA HF (m/m)	PÉRDIDA DE CARGA POR TRAMO HF (m/m)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN FINAL (m)
				INICIAL	FINAL								INICIAL	FINAL	
				(m.s.n.m)	(m.s.n.m)								(m.s.n.m)	(m.s.n.m)	
RED PRINCIPAL 01															
CAPT.	P01	21.000	150.000	2674.167	2659.663	14.504	0.097	3.688	6	1.151	0.008	1.266	2674.167	2672.901	13.238
PARCELA 01															
P01	HIDRANTE	0.330	10.000	2659.663	2654.620	5.043	0.504	0.538	1	0.651	0.019	0.186	2659.663	2659.477	4.857
RED PRINCIPAL 01															
P01	P02	20.670	150.000	2659.663	2657.980	1.683	0.011	5.762	6	1.133	0.008	1.230	2659.663	2658.433	0.453
P02	P03	20.670	100.000	2657.980	2654.901	3.079	0.031	4.661	6	1.133	0.008	0.820	2657.980	2657.160	2.259
PARCELA 02															
P03	HIDRANTE	0.330	13.000	2654.901	2646.543	8.358	0.643	0.511	1	0.651	0.019	0.242	2654.901	2654.659	8.116
RED PRINCIPAL 01															
P03	P04	20.340	80.000	2654.901	2653.127	1.774	0.022	4.964	6	1.115	0.008	0.637	2654.901	2654.264	1.137
PARCELA 03															
P04	HIDRANTE	0.330	30.000	2653.127	2647.000	6.127	0.204	0.650	1	0.651	0.019	0.558	2653.127	2652.569	5.569
RED PRINCIPAL 01															
P04	P05	20.010	40.000	2653.127	2653.080	0.047	0.001	9.142	6	1.097	0.008	0.309	2653.127	2652.818	-0.262
PARCELA 04															
P05	HIDRANTE	0.330	15.000	2653.080	2649.000	4.080	0.272	0.612	1	0.651	0.019	0.279	2653.080	2652.801	3.801
RED PRINCIPAL 01															
P05	P06	19.680	60.000	2653.080	2652.609	0.471	0.008	6.096	6	1.079	0.007	0.449	2653.080	2652.631	0.022
PARCELA 05															
P06	HIDRANTE	0.330	20.000	2652.609	2650.474	2.135	0.107	0.745	1	0.651	0.019	0.372	2652.609	2652.237	1.763
RED PRINCIPAL 01															
P06	P07	19.350	120.000	2652.609	2651.948	0.661	0.006	6.525	6	1.061	0.007	0.871	2652.609	2651.738	-0.210
PARCELA 06															
P07	HIDRANTE	0.330	5.000	2651.948	2651.306	0.642	0.128	0.717	1	0.651	0.019	0.093	2651.948	2651.855	0.549
RED PRINCIPAL 01															
P07	P08	19.020	140.000	2651.948	2649.190	2.758	0.020	4.960	6	1.043	0.007	0.984	2651.948	2650.964	1.774
PARCELA 07															
P08	HIDRANTE	0.330	30.000	2649.190	2642.000	7.190	0.240	0.629	1	0.651	0.019	0.558	2649.190	2648.632	6.632
RED PRINCIPAL 01															
P08	P09	18.690	45.000	2649.190	2648.720	0.470	0.010	5.630	6	1.025	0.007	0.306	2649.190	2648.884	0.164

PARCELA 08															
P09	HIDRANTE	0.330	20.000	2648.720	2643.000	5.720	0.286	0.606	1	0.651	0.019	0.372	2648.720	2648.348	5.348
RED PRINCIPAL 01															
P09	P10	18.360	255.000	2648.720	2641.746	6.974	0.027	4.568	6	1.006	0.007	1.679	2648.720	2647.041	5.295
PARCELA 09															
P10	HIDRANTE	0.330	30.000	2641.746	2633.000	8.746	0.292	0.604	1	0.651	0.019	0.558	2641.746	2641.188	8.188
RED PRINCIPAL 01															
P10	P11	18.030	200.000	2641.746	2635.257	6.489	0.032	4.377	6	0.988	0.006	1.273	2641.746	2640.473	5.216
PARCELA 10															
P11	HIDRANTE	0.330	20.000	2635.257	2625.850	9.407	0.470	0.546	1	0.651	0.019	0.372	2635.257	2634.885	9.035
RED PRINCIPAL 01															
P11	P12	17.700	80.000	2635.257	2634.952	0.305	0.004	6.815	6	0.970	0.006	0.492	2635.257	2634.765	-0.187
PARCELA 11															
P12	HIDRANTE	0.330	30.000	2634.952	2623.000	11.952	0.398	0.565	1	0.651	0.019	0.558	2634.952	2634.394	11.394
RED PRINCIPAL 01															
P12	P13	17.370	60.000	2634.952	2634.678	0.274	0.005	6.514	6	0.952	0.006	0.357	2634.952	2634.595	-0.083
PARCELA 12															
P13	HIDRANTE	0.330	20.000	2634.678	2629.000	5.678	0.284	0.607	1	0.651	0.019	0.372	2634.678	2634.306	5.306
RED PRINCIPAL 01															
P13	P14	17.040	170.000	2634.678	2633.729	0.949	0.006	6.200	6	0.934	0.006	0.975	2634.678	2633.703	-0.026
PARCELA 13															
P14	HIDRANTE	0.330	25.000	2633.729	2625.000	8.729	0.349	0.581	1	0.651	0.019	0.465	2633.729	2633.264	8.264
RED PRINCIPAL 01															
P14	P15	16.710	70.000	2633.729	2633.481	0.248	0.004	6.771	6	0.916	0.006	0.387	2633.729	2633.342	-0.139
PARCELA 14															
P15	HIDRANTE	0.330	15.000	2633.481	2531.000	102.481	6.832	0.311	1	0.651	0.019	0.279	2633.481	2633.202	102.202
RED PRINCIPAL 01															
P15	P16	16.380	70.000	2633.481	2633.386	0.095	0.001	8.220	6	0.898	0.005	0.373	2633.481	2633.108	-0.278
PARCELA 15															
P16	HIDRANTE	0.330	30.000	2633.386	2622.000	11.386	0.380	0.571	1	0.651	0.019	0.558	2633.386	2632.828	10.828
RED PRINCIPAL 01															
P16	P17	16.050	60.000	2633.386	2632.974	0.412	0.007	5.803	6	0.880	0.005	0.308	2633.386	2633.078	0.104
PARCELA 16															
P17	HIDRANTE	0.330	15.000	2632.974	2624.192	8.782	0.585	0.521	1	0.651	0.019	0.279	2632.974	2632.695	8.503
RED PRINCIPAL 01															
P17	P18	15.720	80.000	2632.974	2632.761	0.213	0.003	7.024	6	0.862	0.005	0.395	2632.974	2632.579	-0.182
PARCELA 17															
P18	HIDRANTE	0.330	12.000	2632.761	2632.000	0.761	0.063	0.831	1	0.651	0.019	0.223	2632.761	2632.538	0.538
RED PRINCIPAL 01															
P18	P19	15.390	140.000	2632.761	2628.387	4.374	0.031	4.154	6	0.844	0.005	0.665	2632.761	2632.096	3.709
PARCELA 18															
P19	HIDRANTE	0.330	17.000	2628.387	2623.000	5.387	0.317	0.593	1	0.651	0.019	0.316	2628.387	2628.071	5.071
RED PRINCIPAL 01															
P19	P20	15.060	70.000	2628.387	2626.652	1.735	0.025	4.326	6	0.826	0.005	0.319	2628.387	2628.068	1.416
PARCELA 19															
P20	HIDRANTE	0.330	34.000	2626.652	2615.000	11.652	0.343	0.583	1	0.651	0.019	0.633	2626.652	2626.019	11.019
RED PRINCIPAL 01															
P20	P21	14.730	160.000	2626.652	2624.979	1.673	0.010	5.142	6	0.807	0.004	0.701	2626.652	2625.951	0.972

PARCELA 20															
P21	HIDRANTE	0.330	40.000	2624.979	2610.000	14.979	0.374	0.573	1	0.651	0.019	0.744	2624.979	2624.235	14.235
RED PRINCIPAL 01															
P21	P22	14.400	200.000	2624.979	2615.073	9.906	0.050	3.677	6	0.789	0.004	0.840	2624.979	2624.139	9.066
PARCELA 21															
P22	HIDRANTE	0.330	25.000	2615.073	2605.000	10.073	0.403	0.564	1	0.651	0.019	0.465	2615.073	2614.608	9.608
RED PRINCIPAL 01															
P22	P23	14.070	150.000	2615.073	2604.628	10.445	0.070	3.393	4	1.735	0.029	4.340	2615.073	2610.733	6.105
PARCELA 22															
P23	HIDRANTE	0.330	40.000	2604.628	2592.000	12.628	0.316	0.594	1	0.651	0.019	0.744	2604.628	2603.884	11.884
RED PRINCIPAL 01															
P23	P24	13.740	250.000	2604.628	2565.847	38.781	0.155	2.842	4	1.695	0.028	6.923	2604.628	2597.705	31.858
PARCELA 23															
P24	HIDRANTE	0.330	20.000	2565.847	2564.000	1.847	0.092	0.768	1	0.651	0.019	0.372	2565.847	2565.475	1.475
RED PRINCIPAL 01															
P24	P25	13.410	90.000	2565.847	2545.658	20.189	0.224	2.606	4	1.654	0.026	2.383	2565.847	2563.464	17.806
P25	P26	13.410	70.000	2545.658	2538.002	7.656	0.109	3.030	4	1.654	0.026	1.853	2545.658	2543.805	5.803
PARCELA 24															
P26	HIDRANTE	0.330	30.000	2538.002	2534.000	4.002	0.133	0.711	1	0.651	0.019	0.558	2538.002	2537.444	3.444
RED PRINCIPAL 01															
P26	P27	13.080	50.000	2538.002	2533.816	4.186	0.084	3.175	4	1.613	0.025	1.264	2538.002	2536.738	2.922
PARCELA 25															
P27	HIDRANTE	0.330	35.000	2533.816	2528.000	5.816	0.166	0.679	1	0.651	0.019	0.651	2533.816	2533.165	5.165
RED PRINCIPAL 01															
P25	P28	12.750	50.000	2545.658	2541.289	4.369	0.087	3.116	4	1.573	0.024	1.206	2545.658	2544.452	3.163
P28	P29	12.750	80.000	2541.289	2523.960	17.329	0.217	2.575	4	1.573	0.024	1.929	2541.289	2539.360	15.400
PARCELA 27															
P29	HIDRANTE	0.330	15.000	2523.960	2521.000	2.960	0.197	0.655	1	0.651	0.019	0.279	2523.960	2523.681	2.681
RED PRINCIPAL 01															
P29	P30	12.420	80.000	2523.960	2509.725	14.235	0.178	2.657	4	1.532	0.023	1.838	2523.960	2522.122	12.397
PARCELA 26															
P30	HIDRANTE	0.330	35.000	2509.725	2500.000	9.725	0.278	0.610	1	0.651	0.019	0.651	2509.725	2509.074	9.074
RED PRINCIPAL 01															
P28	P31	12.090	90.000	2541.289	2528.918	12.371	0.137	2.777	4	1.491	0.022	1.967	2541.289	2539.322	10.404
PARCELA 28															
P31	HIDRANTE	0.330	50.000	2528.918	2515.000	13.918	0.278	0.609	1	0.651	0.019	0.931	2528.918	2527.987	12.987
RED PRINCIPAL 01															
P31	P32	11.760	150.000	2528.918	2516.884	12.034	0.080	3.077	4	1.451	0.021	3.115	2528.918	2525.803	8.919
PARCELA 29															
P32	HIDRANTE	0.330	25.000	2516.884	2512.000	4.884	0.195	0.656	1	0.651	0.019	0.465	2516.884	2516.419	4.419
RED PRINCIPAL 01															
P32	P33	11.430	120.000	2516.884	2507.880	9.004	0.075	3.087	4	1.410	0.020	2.364	2516.884	2514.520	6.640
PARCELA 30															
P33	HIDRANTE	0.330	30.000	2507.880	2498.000	9.880	0.329	0.588	1	0.651	0.019	0.558	2507.880	2507.322	9.322
RED PRINCIPAL 01															
P33	LLAVE	11.100	199.490	2507.880	2500.494	7.386	0.037	3.541	4	1.369	0.019	3.722	2507.880	2504.158	3.664

Diseño de Reservorios con Geomembrana.

Tabla 23

Diseño de Reservorio con Geomembrana – Canal Agua Colorada

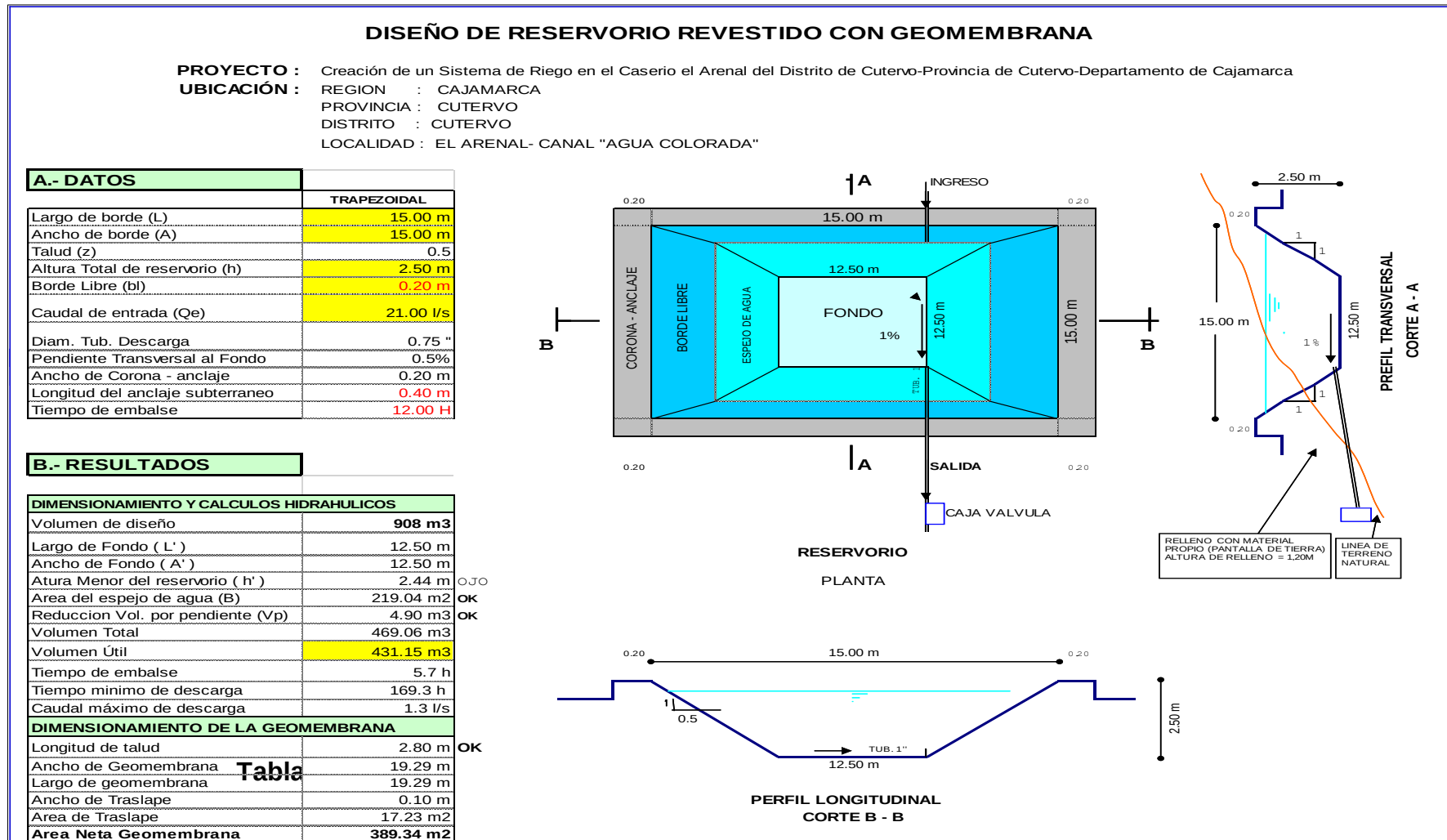
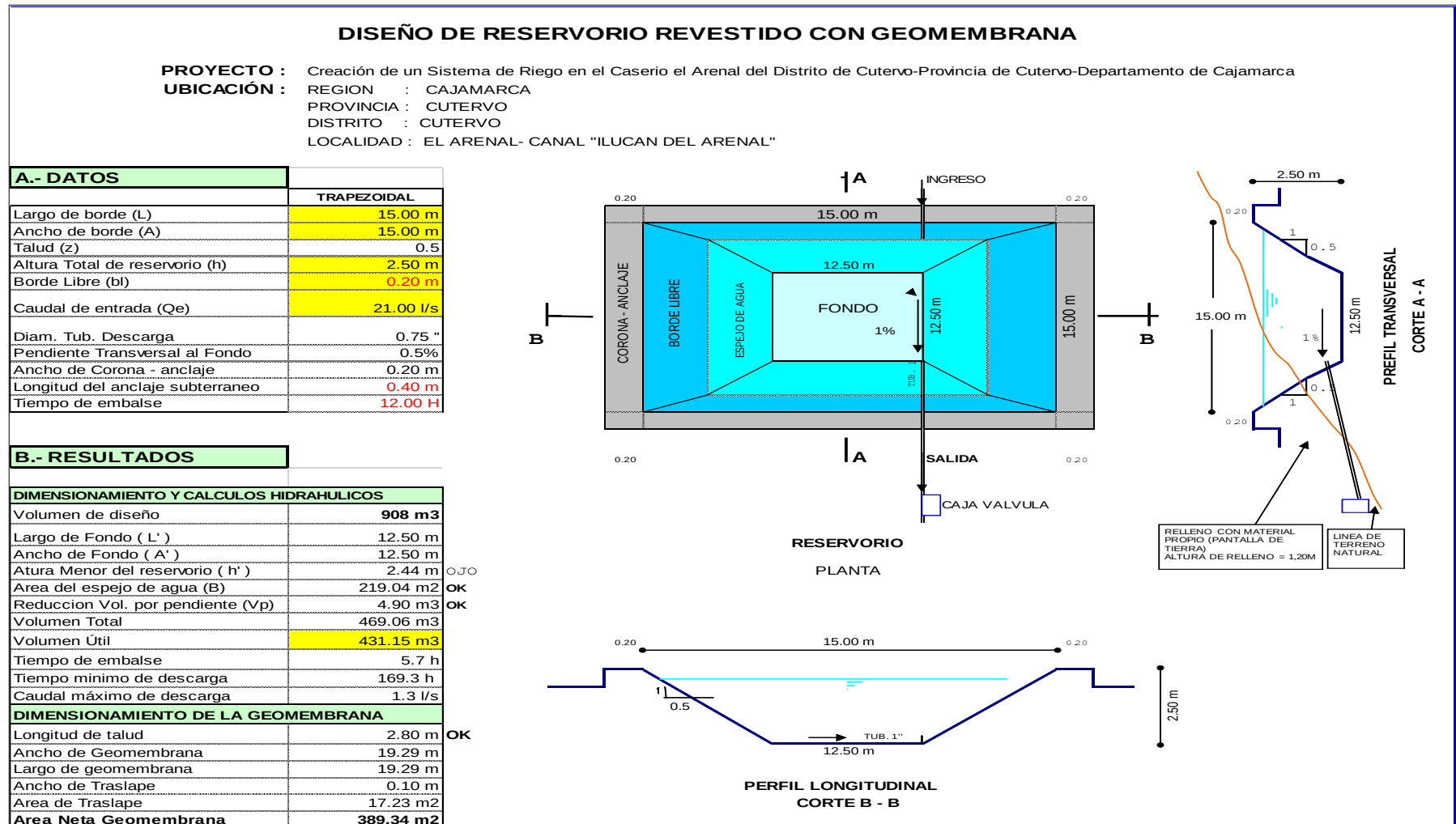


Tabla 24

Diseño de Reservorio con Geomembrana – Canal Ilucán



4.3. Realizar una evaluación económica y de factibilidad de la propuesta de tecnificación mediante riego por aspersión para los dos sectores de riego actuales del caserío El Arenal

Propuesta de Evaluación Económica

Se elaboró los metrados de la propuesta de mejora (véase en Anexo 3). Los cuales se efectuaron los costos teniendo en cuenta los siguiente:

Rendimientos. Los rendimientos del equipo y la mano de obra se fundamentan en experiencias previas de proyectos análogos, especialmente en áreas rurales cercanas a la zona del presente proyecto, donde los índices de productividad tienden a ser bajos debido a que la mano de obra no calificada está compuesta mayormente por los habitantes locales que participan en las labores.

Asimismo, se ha tenido en cuenta la realización de tareas especializadas que requieren un mayor grado de participación de mano de obra calificada, para lo cual se ha considerado la contratación de personal con la formación adecuada.

Precios. Se refiere al costo de los materiales, la mano de obra, el equipo y la maquinaria. El precio de los materiales ha sido determinado a partir de cotizaciones obtenidas en establecimientos comerciales de la ciudad de Cutervo. Se ha considerado tanto la mano de obra calificada como la no calificada, utilizando el costo por hora-hombre conforme a las tarifas establecidas por el Gobierno Regional de Cajamarca para los años 2024-2025. En cuanto a los materiales, específicamente los agregados, estos se entregan directamente en el lugar de la obra y se especifican en los anexos (véase Anexo 4: Flete terrestre Cutervo y Anexo 5: Flete rural Almacén).

Tabla 25

Costo de Flete Rural

Origen	Destino	D.V. promedio (metros)	S/. x Kg	FRV	S/ TM	Reajuste K1	Sub Total S/ TM
Punto más cercano / Almacen	Obra	2,000.00	0.070	1.00	0.07	1.00	0.07

Flete Terrestre Cutervo - C.P El Arenal				
Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial Sin Igv (S/.)
Materiales	Kg	492,408.50	0.06	29,544.51
TOTAL S/.				29,544.51
Flete Rural Almacen - Pie De Obra				
Descripción	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial Sin Igv (S/.)
Materiales	Kg	492,408.50	0.07	34,468.60
TOTAL S/.				34,468.60
TOTAL FLETE				
Descripción				Total S/
Total, Flete Terrestre y Rural Cutervo - Obra				64,013.11

Presupuesto del proyecto

El presupuesto ha sido formulado considerando tanto la mano de obra calificada como la no calificada, utilizando el costo por hora-hombre, además de materiales, equipos y otros factores relevantes. El monto total del presupuesto de la obra asciende a S/ 2,399,653.04 (Dos millones trescientos noventa y nueve mil seiscientos cincuenta y tres con 04/100 soles), con el siguiente desglose detallado:

Costro directo:	1,592,114.50
Gastos Generales:	159,211.45
Utilidad (10% CD):	159,211.45
Subtotal:	1,910,537.40
IGV (18% ST):	343,896.73
Valor referencial de ejecución de obra:	S/ 2,254,434.13
Expediente técnico:	S/ 32,497.20
Supervisión:	S/ 112,721.71
Presupuesto Total:	S/ 2,399,653.04

Tabla 26*Mano de Obra*

Descripción	Cantidad hh	Precio	Parcial
Operario	3849.4839	11.50	44,269.06
Oficial	4034.2401	8.63	34,815.49
Peón	27849.9539	6.50	181,024.70
Buenas prácticas agropecuarias	1	3000.00	3000.00
Organización de gestión de agua y asistencia técnica	1	4500.00	4500.00
Medidas de mitigación ambiental	1	2500.00	2500.00
Medidas de reducción de riesgo	1	4500.00	4500.00
Gestión de la finca y actividad agrícola	1	2800.00	2800.00
Técnico agropecuario	0.2500	3600.00	900.00

Factibilidad de la propuesta

Se prevé aumentar la productividad de los usuarios del sistema de riego de El Arenal, tanto en el sector agrícola como ganadero. Los usuarios del canal en el caserío El Arenal están conformados por 68 productores agropecuarios, quienes mantienen estrechos vínculos con áreas urbanas debido a la proximidad con la ciudad y los mercados locales. Todos ellos han manifestado su disposición para trabajar de manera asociativa, aprovechando los recursos productivos disponibles, como las condiciones agroclimáticas favorables, la adecuada calidad del suelo y la abundante disponibilidad de agua. Esto permitirá la producción predominante de pastos como el heno y trébol con la calidad y rendimientos necesarios para mejorar la producción de leche, uno de sus principales productos.

A nivel local, estos cultivos asociados han demostrado ser rentables y contribuyen al incremento de la productividad. Se ha verificado que el proceso de mejora de estos cultivos en la región de Cajamarca, y en otras partes del Perú con condiciones favorables, se ve significativamente beneficiado por la aplicación de un sistema de riego

tecnificado y un adecuado paquete tecnológico, lo cual garantiza la interacción óptima de los diversos factores que afectan o limitan la producción.

Sin embargo, el tamaño reducido de las parcelas y el uso del riego por inundación representan obstáculos importantes, ya que ambos factores impiden la competitividad en la producción de cultivos de mejor calidad destinados a la alimentación ganadera. Estos cultivos son particularmente sensibles a los excesos o carencias de agua. Para abordar la limitación del tamaño de las parcelas, se recomienda que los productores se asocien en grupos de gestión empresarial, lo que les permitirá generar economías de escala, ahorrar en la compra conjunta de insumos, y mejorar los precios de venta mediante negociaciones fortalecidas por un mayor poder de oferta. Adicionalmente, el uso de riego tecnificado potenciará la productividad a través de la instalación adecuada del sistema.

Capítulo V: Discusión

Al comparar los resultados obtenidos con estudios previos, como el de Jurado (2022), quien sostiene que los sistemas tradicionales en zonas de topografía accidentada presentan deficiencias críticas que solo pueden ser superadas mediante la tecnificación, se evidencia que las condiciones topográficas y la disponibilidad hídrica del caserío El Arenal presentan limitaciones similares que pueden ser abordadas mediante la tecnificación del riego. El diagnóstico situacional realizado permitió identificar estas restricciones y sustentar técnicamente la propuesta de un sistema de riego por aspersión, orientado a optimizar el uso del recurso hídrico de acuerdo con las particularidades geográficas y el comportamiento hídrico de la zona de estudio.

La propuesta de diseño hidráulico de tecnificación mediante riego por aspersión incluyó la implementación de cámaras rompe presión, un diseño hidráulico que asegura una presión adecuada en las tuberías y la selección de aspersores de bajo consumo de agua. Esta alternativa, similar a la aplicada en el estudio de Cori (2021) en Bolivia, demuestra ser efectiva en la optimización del uso del recurso hídrico. El diseño propuesto también se sustenta en el estudio de León y Ávila (2019), donde se consideraron múltiples puntos de medición de caudales y la optimización del diseño hidráulico para asegurar una distribución uniforme del agua. En el caserío El Arenal, el sistema diseñado reduce la demanda hídrica máxima del heno, incrementando la cobertura de hectáreas de este pasto y garantizando el abastecimiento durante el período de estiaje. Estas mejoras no solo incrementan la eficiencia del sistema, sino que también reducen la dependencia de las fluctuaciones del caudal en épocas críticas.

La evaluación económica y de factibilidad demostró que la inversión en la tecnificación del sistema de riego por aspersión es viable para el caserío. La inversión total de S/ 2 399 653,04, aunque considerable, se justifica por el incremento en la eficiencia hídrica del 25% al 75%, mejora superior a la registrada por Díaz (2020) en Huancayo. Esto contribuye a un aumento en la productividad agrícola y, a largo plazo, a un mayor rendimiento económico para los agricultores locales. La evaluación económica consideró mano de obra calificada y no calificada, materiales, equipos, flete terrestre, componentes todos verificables en las Tablas 25 y 26 del estudio. Esto coincide con estudios como el de Cajamarca y Cevallos (2022), donde la reducción del consumo de agua fue clave para disminuir los costos operativos. La factibilidad del sistema propuesto garantiza que el riego por aspersión beneficiará no solo a la producción agrícola sino también a la sostenibilidad económica de los 68 productores agropecuarios del caserío El Arenal.

Conclusiones

1. El diagnóstico situacional de los dos sectores de riego del caserío El Arenal determinó que el sistema de riego por gravedad existente es insuficiente para cubrir la demanda hídrica del cultivo de heno, con una eficiencia de aplicación del 25% y una demanda total máxima de 9,24 l/s que no es satisfecha durante el período de estiaje, confirmando la necesidad técnica de implementar un sistema de riego tecnificado por aspersión.
2. El diseño hidráulico de tecnificación propuesto para los dos sectores contempla la construcción de dos reservorios con geomembrana, una red de conducción de 7,71 km de tubería PVC SAP C-10 con diámetros de 6" y 4", y una línea de distribución de 4,33 km de tubería de ¾", con cuatro cajas de inspección estratégicamente ubicadas; la propuesta permitió definir la selección del emisor aspersor Naan 427/D, logrando adecuar las presiones, caudales y distanciamientos a la topografía de la zona y alcanzando una eficiencia de aplicación proyectada del 75% en ambos sistemas. Este diseño reduce la demanda hídrica máxima del cultivo de heno de 8,19 l/s bajo riego tradicional a 4,92 l/s bajo riego por aspersión, garantizando el abastecimiento continuo de las 12,17 hectáreas de heno durante el período de estiaje.
3. La evaluación económica determinó que la inversión total para la implementación de la propuesta de tecnificación asciende a S/ 2 399 653,04, considerando mano de obra, materiales, equipos, flete terrestre de S/ 29 544,51 y flete rural de S/ 34 468,60. La propuesta es económica y socialmente factible, dado que los 68 productores agropecuarios beneficiarios cuentan con condiciones agroclimáticas favorables y disposición asociativa, lo que garantiza la operación sostenida del sistema propuesto. La evaluación de la eficiencia hídrica demostró que la implementación del sistema de riego por aspersión eleva la eficiencia al 75%, eliminando el déficit hídrico estacional y generando excedentes hídricos durante todo el año agrícola para el heno. Esta mejora sustancial en la gestión del recurso hídrico confirma la viabilidad técnica de la propuesta de tecnificación formulada para ambos canales.

La evaluación comparativa del antes y después de los dos sectores de riego del caserío El Arenal demostró que la ineficiencia hídrica del sistema por gravedad con una eficiencia del 25% y un déficit documentado de mayo a septiembre es la causa principal del déficit en la producción de heno durante el estiaje. La propuesta de tecnificación mediante riego por aspersión resuelve técnica y económicamente dicho déficit, garantizando el abastecimiento hídrico continuo para las 12,17 hectáreas de heno y contribuyendo al sustento de la actividad ganadera lechera de las 68 familias beneficiarias del caserío El Arenal.

Recomendaciones

1. Se recomienda realizar mediciones de campo propias para verificar los parámetros hidrológicos del Canal Agua Colorada y el Canal Ilucán del Arenal, incluyendo aforos periódicos del caudal disponible en la quebrada San Rafael durante el período de estiaje, a fin de actualizar el balance oferta-demanda con datos propios y complementar los resultados obtenidos a partir del expediente técnico.
2. La instalación del sistema de riego por aspersión debe ser encomendada a una empresa especializada o a la empresa proveedora de los equipos y materiales, asegurando que el diseño hidráulico propuesto incluyendo los dos reservorios con geomembrana, la red y la línea de distribución sea ejecutado conforme a las especificaciones técnicas establecidas.

Una vez implementado el sistema, la operación debe ser confiada a personas capacitadas, implementando un programa estructurado de operación y mantenimiento que incluya revisión periódica de equipos, reparación oportuna de componentes y capacitación continua a los 68 usuarios beneficiarios. Se debe evitar el riego en momentos de vientos fuertes, ya que esto reduce la uniformidad de distribución del agua y la eficiencia del sistema.
3. Se recomienda la instalación de barreras vivas en los campos para mitigar el impacto del viento durante el riego, disminuir el riesgo de heladas nocturnas y proteger la integridad de los aspersores y tuberías durante el período de estiaje.
4. Para garantizar la sostenibilidad económica del sistema, se recomienda que los 68 productores agropecuarios beneficiarios constituyan formalmente una organización de usuarios de riego que administre los recursos generados por la actividad productiva, destinando una parte de las utilidades al fondo de operación y mantenimiento del sistema de aspersión.
5. Se recomienda desarrollar investigaciones futuras que evalúen el impacto agronómico del sistema de riego por aspersión implementado sobre el rendimiento y la calidad del cultivo de heno, midiendo variables como producción por hectárea y contenido de nutrientes del forraje, datos que el presente estudio no abordó y que complementarían los resultados técnicos e hídricos obtenidos.

Bibliografía

- Alvarez, C. S., & Torres, T. C. (2019). *Estudio y diseño de obra hidráulica, destinada al riego por aspersión, para incrementar la producción agrícola en el caserío Sexemayo Lote I, centro poblado el Cumbe, distrito de Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Cesar Vallejo.
doi:repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43407
- Aquae Fundacion. (2022). *Tipos de sistema de riego y sus características*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/tipos-de-riego/>
- Cajamarca, C. J., & Cevallos, P. J. (2022). *Implementación de un sistema de riego automatizado empleando dispositivos de control para incrementar la eficiencia en el uso del agua en el barrio Anchilivi en la provincia de Cotopaxi*. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. doi:repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9782
- Ciscar, M. (2018). *Problemas causados porrr la sequia y su impacto en la agricultura*. Valencia: Universidad Politenica.
- Cori, S. M. (2021). *Elaboración y diseño del proyecto sistema de riego tecnificado Ventanani*. Universidad Mayor de San André.
doi:https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25774
- Demin, P. E. (2014). *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportes_para_el_mejoramiento_del_manejo_de_los_sistemas_de_riego.pdf
- Díaz, G. E. (2020). *Diseño de la red de distribución del servicio de riego tecnificado para la producción agrícola*. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes.
doi:repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1549
- Dirección Nacional de Cambio Climático, Argentina. (2023). *¿Qué es la sequía?* Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/sinagir/riesgos-frecuentes/sequia>
- ESCAES. (2011). *Construyendo Vida Digna en la Microcuenca del Río Yatún (Cutervo - Cajamarca)*. Obtenido de <https://escaes.net/demo/wp-content/uploads/2017/03/Construyendo-Vida-Digna-en-la-Microcuenca-del-R%C3%ADo-Yat%C3%BAn-Cutervo-Cajamarca.pdf>

- Fundamentos del riego y su uso eficiente. (s. f.). En *"MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO": Fundamentos y Prácticas*. (Vol. 1, págs. 413-483). Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-agraria-la-molina/fundamentos-del-riego/capitulo-ix-fundamentos-del-riego/34261232>
- Gobierno Regional Cajamarca. (s. f.). *Programa regional de riego tecnificado*. Obtenido de Portal Gobierno Regional Cajamarca: <https://portal.regioncajamarca.gob.pe/noticias/programa-regional-de-riego-tecnificado>
- House, I. (27 de Abril de 2023). *¿Qué es un sistema de riego? y cuál es su importancia*. Obtenido de media.admininhouse.com/uploads/www.camagro.com.sv/estructura_3437/Qu%C3%A9%20es%20un%20sistema%20de%20riego.pdf
- Instituto Nacional de Investigación Agraria. (2023). *MÓDULO III. Diseño hidráulico*. Obtenido de https://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe/pluginfile.php/694/mod_resource/content/1/MODULO-IIIa.pdf
- Jurado, F. S. (2022). *Propuesta de mejoramiento del sistema de riego, sector Cotaquite, distrito de Kishuara, provincia de Andahuaylas y región de Apurímac. (Monografía de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina)*. doi:repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5232
- Lago da Silva, D., Rodrigues, C., Torres, A., --, --, & --. (2023). Heno de alfalfa en dieta final para emú: desempenho, rendimento de carcasa y alometría gastrointestinal. *Revista MVZ Córdoba*. doi:10.21897/rmvz.2776
- Leon, E. A., & Ávila, V. C. (2019). *Evaluación y Propuesta de mejoramiento del Sistema de Riego en las comunidades de la Cruz, Membrillo, Patadel, Trancapata y Salocota*. Universidad de Azuay. doi:dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8710/1/14369.pdf
- Loaiza, A. C. (2016). *Diseño Hidráulico del Sistema de riego para la comunidad Celet, Canton Chodeleg*. Universidad Católica de la Cuenca. doi:https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1908
- Manrique, R. (2022). *Sequía en varias regiones peruanas pone en grave riesgo nuevos avances en campaña agrícola*. Obtenido de

www.redagricola.com.pe/sequia-en-varias-regiones-peruanas-pone-en-grave-riesgo-campana-agricola/

- Marín, W., & Huaripata, W. (2022). *Supervisión en la ejecución del mejoramiento del sistema de riego tecnificado por aspersión en el Caserío Chamcas, distrito de la Encañada – Cajamarca 2020 (Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Privada del Norte)*. doi:<https://hdl.handle.net/11537/32201>
- Martínez, C. M., González, C. N., & Luna, J. A. (2016). Efficiency of uniformity of irrigation by exudation in production of *Capsicum chinense* Jacq. And its economic repercussion. *Revista Ciencia y Tecnología*,. *Revista Ciencia y Tecnología*,, 117-125. doi:doi.org/10.17268/rev.cyt.2021.02.10
- Mayhua, L. E., Ludeña, C. J., Tamayo, B. J., Cuba, R. M., Nuñez, Z. A., Gonzales, A. N., & Lozada, H. D. (2016). Sistema de riego por goteo automático utilizando una red de sensores inalámbricos. *Revista de Investigación*. doi:ucsp.edu.pe/investigacion/wp-content/uploads/2017/01/4.-Sistema-de-riego-por-goteo-autom%C3%A1tico.pdf
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, [. (2024). *Cajamarca: Proyecto de riego tecnificado beneficiara más de 360 familias productoras*. Obtenido de Andina, Agencia Peruana de Noticias: <https://andina.pe/agencia/noticia-cajamarca-proyecto-riego-tecnificado-beneficiara-mas-360-familias-productoras-978674.aspx>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, [. (2024). Midagri ejecuta 130 proyectos de riego en 19 regiones del país. *Correo*. Obtenido de <https://diariocorreo.pe/peru/midagri-ejecuta-130-proyectos-de-riego-en-19-regiones-del-pais-noticia/>
- PRONAMACHCS (n.d), . (s.f.). MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO. En *CAPITULO IX FUNDAMENTOS DEL RIEGO* (1 ed., Vol. 1, págs. 413-483).
- Rodriguez, C. E. (2022). *Diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión en el caserío Laymina Alta, distrito de Jesús-Cajamarca*. doi:hdl.handle.net/20.500.12692/108924
- Rodriguez, C. E. (2022). *Diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión en el caserío Laymina Alta, distrito de Jesús-Cajamarca (Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo)*. doi:<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/108924>

- Santacruz, G., & Santacruz, E. (2020). Evaluación del desempeño del riego por aspersión en lotes con cultivo de banana en Chiapas. *Siembra*. doi:doi.org/10.29166/siembra.v7i2.1712
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, [. (2020). *Disponibilidad Hídrica*. Obtenido de https://idesepe.senamhi.gob.pe/portalidesepe/idesepe_tema_cambio_climatico_disponibilidad_hidrica_analisis_comparativo.jsp
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, [. (2023). *Informe técnico: Análisis de déficit de lluvias en la región andina, período 2022-2023*. SENAMHI-MIDAGRI. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=sequias>
- Sistema de información sobre Sequías para el Sur de Sudamérica, (. (2023). *¿QUÉ ES UNA SEQUÍA?* Obtenido de <https://sissa.crc-sas.org/que-es-sissa/que-es-una-sequia/>
- Villacis, S. M. (2012). *Diseño de un Sistema de Riego por Aspersión* . QUITO: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO. doi:repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1991/1/103686.pdf
- Von Hesse, M. (2022). *La sequía y su impacto en la agricultura y la seguridad alimentaria*. Obtenido de Comercio: <https://elcomercio.pe/economia/la-sequia-y-su-impacto-en-la-agricultura-y-la-seguridad-alimentaria-por-milton-von-hesse-noticia/?ref=ecr>

Anexos

Anexo 1

Padrón de Usuarios - Canal Agua Colorado

Parc. N°	Apellidos y Nombres del Usuario	Área secano. Tipo Cultivo (Has.)			
		Papa	Pasto	Alverja	Total
1	Graciela Pariatanta Monteza-Lote 1	0.24			0.24 ha
2	Graciela Pariatanta Monteza-Lote 2	0.19			0.19 ha
3	Pablo Llamo Delgado	0.1			0.10 ha
4	Lucila Quispe Sánchez	1			1.00 ha
5	Marcelino Llamo Julca 1	0.2			0.20 ha
6	Marcelino Llamo Julca 2	0.13			0.13 ha
7	Marcelino Llamo Julca 3	0.12			0.12 ha
8	Marcelino Llamo Julca 4	0.09			0.09 ha
9	Marcelino Llamo Julca 5	0.08			0.08 ha
10	Marcelino Llamo Julca 6	0.1			0.10 ha
11	Marcelino Llamo Julca 7		0.09		0.09 ha
12	Lizardo Llanos Flores 1		0.56		0.56 ha
13	Emelina Marrufo Estela	0.44			0.44 ha
14	Eufemio Llamo Delgado	0.57			0.57 ha
15	Zenon Rojas Guevara	1	0.42		1.42 ha
16	Segundo Rojas Díaz	0.27			0.27 ha
17	Lizardo Llanos Flores 2	0.4	0.41		0.81 ha
18	Julio Flores Castro	0.19			0.19 ha
19	Juanito Rimarachin Torres	0.05	0.05		0.10 ha
20	Leoncio Flores Castro 1	0.08	0.07		0.15 ha
21	Domingo Flores Castro	0.1	0.11		0.21 ha
22	Floriano Cubas Quispe	0.58			0.58 ha
23	Cesar Delgado Coronel	0.25			0.25 ha
24	Segundo Flores Vílchez	0.12			0.12 ha
25	Leoncio Flores Castro 2	0.1			0.10 ha
26	Jorge Silva Collazos	0.4	0.3		0.70 ha
27	Eloy Quispe Heredia	0.34			0.34 ha
28	Jorge Pinedo Quispe	0.1	0.11	0.11	0.32 ha
29	Donatila Julca Guevara	0.15	0.15	0.17	0.47 ha
30	Evangelista Goicochea	0.2	0.2	0.17	0.57 ha
31	Segundo Hidrogo Peralta	0.15	0.15	0.11	0.41 ha
32	Alfonso Quispe Heredia	0.32	0.32	0.24	0.88 ha
33	Lidia Heredia Cieza	0.23	0.23	0.24	0.70 ha
34	Eustaquio Heredia Rojas	0.43	0.43	0.45	1.31 ha
35	Santos Quispe Heredia	0.02	0.02	0.02	0.06 ha
36	Leopoldo Quispe Pinedo	0.2	0.2	0.17	0.57 ha
37	Elías Quispe Sánchez	0.15	0.15	0.1	0.40 ha
38	Luis Quispe Flores	0.15	0.15	0.15	0.45 ha
	Área a regar (Ha)	9.24	4.12	1.93	15.27 ha
	Tipo de cultivo (%)	61	27	13	100
	Coeficientes de cultivo (Kc)	0.53	0.86	1	

Anexo 2

Padrón de Usuarios - Ilucán Del Arenal

Parc. N°	Apellidos y Nombres del Usuario	Área secano. Tipo Cultivo (Has.)			
		Papa	Pasto	Alverja	Total
1	Julio Subiate Navarro		0.09		0.09 ha
2	Pablo Llamo Delgado		0.35		0.35 ha
3	Angelica Cubas		0.12		0.12 ha
4	Pablo Llamo Delgado		0.15		0.15 ha
5	Lizardo Flores Llamo		0.15		0.15 ha
6	Lizardo Flores Llamo		0.18		0.18 ha
7	Gerardo Castillo Carranza		0.55		0.55 ha
8	Marcela Quispe		0.16		0.16 ha
9	Pablo Llamo Delgado	0.5	0.5	0.5	1.50 ha
10	Mariela Pinedo		0.3		0.30 ha
11	Julio Subiate Navarro	0.22	0.22		0.44 ha
12	Cenon Rojas Guevara	0.13	0.13		0.26 ha
13	Leonides Castillo	0.53			0.53 ha
14	Lizardo Flores Llamo	0.2			0.20 ha
15	Wilder Silva Julca		0.4	0.24	0.64 ha
16	Eufemio Llamo Delgado	0.27			0.27 ha
17	Leoncio Flores Castro		0.14		0.14 ha
18	Agusto Delgado Coronel	0.34			0.34 ha
19	Jorge Silva Collazos	0.5	0.28	0.25	1.03 ha
20	Segundo Hidrogo Peralta	0.5	0.5	0.3	1.30 ha
21	Estaquio Heredia Rojas	0.4	0.49		0.89 ha
22	Melanio Tamay	0.5	0.37		0.87 ha
23	Pedro Cubas	0.5	0.5	0.3	1.30 ha
24	Juan Pinedo Vasques	0.68	0.5	0.5	1.68 ha
25	Irene Pinedo Llamo	0.2	0.2		0.40 ha
26	Esequiel Pinedo Benavidez	0.1	0.21		0.31 ha
27	Juan Pinedo Vasquez	0.2	0.38	0.2	0.78 ha
28	Agustina Pinedo	0.5	0.71		1.21 ha
29	Edilberto Pinedo Vasquez	0.1	0.17	0.1	0.37 ha
30	Virginia Pinedo Vasquez	0.5	0.3	0.27	1.07 ha
	Área a regar (Ha)	6.87	8.05	2.66	17.57 ha
	Tipo de cultivo (%)	39	46	15	100
	Coefficientes de cultivo (Kc)	0.53	0.86	1	

Anexo 3

Metrados

METRADOS									
ET	CREACION DE UN SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO EN EL CASERIO EL ARENAL DEL DISTRITO DE CUTERVO- PROVINCIA DE CUTERVO- DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA								
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	N°VECES	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO(m)
1.00	OBRAS PROVISIONALES								
1.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 3.60*2.40	und	2	2					
01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	est	2	2					
01.01.03	CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANA	est	2	2					
01.01.04	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD	glb	1	1					
2.00	CAPTACION								
2.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	24	1	24		6	4	
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	24	1	24		6	4	
2.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
02.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	2.5	1		2.5	5	0.5	1
02.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	3.125	1		2.5			
2.03	CONCRETO SIMPLE								
02.03.01	CONCRETO SOLADO e=2" fc=80kg/cm2	m2	4.08	1	4.08		4.8	0.85	
02.03.02	CONCRETO fc=210kg/cm2	m3	1.707	4		0.21	0.7	0.15	2
				4		0.21	0.15	0.7	2
				2		0.0135	0.15	0.15	0.6
02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	12.42	4	1.5		0.75		2
				4	1.2		0.6		2
				8	0.1125		0.75		0.15
				8	0.09		0.6		0.15
						peso	longitud	n°piezas	w/ml
02.03.04	ACERO CORRUGADO fy=4200Kg/cm2 grado 60	kg	77.72	2		13.34	2.3	10	0.58
				4		12.76	2.2	10	0.58
02.03.05	JUNTA DE CONTRACCION CON SELLO ELASTOMERICO	m	8	4			2		
2.04	REVOQUES								
02.04.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE. MEZCLA 1:1, E=1.5 cm	m2	13.08	4	1.5		0.75		2
				4	1.2		0.6		2
				8	0.285		0.15		1.9
2.05	VARIOS								
02.05.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE COMPUERTA METALICA + MARCO	und	1	1					
02.05.02	ATAGUIA	und	1	1					
3.00	CANAL DE ADUCCION Y REBOSE								
3.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
03.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	24	1	24		40	0.6	
03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO (EN CANALES)	km	0.04	1			40		
3.02	CONCRETO SIMPLE								
03.02.01	CONCRETO fc=175kg/cm2	m3	7.2	1		7.2	40	1.2	0.15
03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	96	2	48		40	1.2	
03.02.03	CURADO DEL CONCRETO	m2	48	1	48		40	1.2	
3.03	JUNTAS								
03.03.01	JUNTA DE CONTRACCION CON SELLO ELASTOMERICO	m	16	13.3			40	1.2	
3.04	REVOQUES								
03.04.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE. MEZCLA 1:1, E=1.5 cm	m2	48	1		48	40	1.2	

4.00	DESARENADOR								
4.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
04.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	11.1536	2	4.68		5.2	0.9	
					0.8968		2.36	0.38	
04.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	11.1536	2	4.68		5.2	0.9	
					0.8968		2.36	0.38	
4.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
04.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	8.8528	2		3.978	5.2	0.9	0.85
						0.4484	2.36	0.38	0.5
04.02.02	REFINE DEL TERRENO EXCAVADO	m2	11.1536	2	4.68		5.2	0.9	
					0.8968		2.36	0.38	
04.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	11.066						
4.03	CONCRETO SIMPLE								
04.03.01	CONCRETO SOLADO e=2" f _c =80kg/cm ²	m2	11.1536	2	4.68		5.2	0.9	
					0.8968		2.36	0.38	
04.03.02	CONCRETO f _c =210kg/cm ²	m3	3.35336	2					
			0.468	1		0.468	5.2	0.9	0.1
			0.936	2		0.468	5.2	0.1	0.9
			0.02	2		0.01	0.25	0.1	0.4
			0.016	2		0.008	0.2	0.1	0.4
			0.08968	1		0.08968	2.36	0.38	0.1
			0.1416	2		0.0708	2.36	0.1	0.3
			0.0054	1		0.0054	0.18	0.1	0.3
						peso	longitud	n°piezas	w/ml
04.03.03	ACERO CORRUGADO f _y =4200Kg/cm ² grado 60	kg	274.456	2					
			34.51	2		17.255	0.85	35	0.58
			17.922	1		17.922	5.15	6	0.58
			44.66	2		22.33	0.55	70	0.58
			17.922	2		8.961	5.15	3	0.58
			6.496	2		3.248	0.35	16	0.58
			6.496	2		3.248	0.35	16	0.58
			8.004	2		4.002	2.3	3	0.58
			1.218	2		0.609	0.35	3	0.58
04.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	44.76	2					
			18.72	4	4.68		5.2	0.9	
			0.4	4	0.1		0.25	0.4	
			0.32	4	0.08		0.2	0.4	
			2.832	4	0.708		2.36	0.3	
			0.108	2	0.054		0.18	0.3	
4.04	REVOQUES								
04.04.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE. MEZCLA 1:1, E=1.5 cm	m2	33.5336	2					
			4.68	1	4.68		5.2	0.9	
			9.36	2	4.68		5.2	0.9	
			0.2	2	0.1		0.25	0.4	
			0.16	2	0.08		0.2	0.4	
			0.8968	1	0.8968		2.36	0.38	
			1.416	2	0.708		2.36	0.3	
			0.054	1	0.054		0.18	0.3	

4.05	CARPINTERIA METALICA								
04.05.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE COMPUERTA METALICA EN DESARENADOR	und	2	2					
04.05.02	REJILLA EN DESARENADOR	und	2	2					
4.06	JUNTAS								
04.06.01	JUNTA DE CONTRACCION CON SELLO ELASTOMERICO	m	3	2			1.5		
5.00	CAMARA DE CARGA								
5.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
05.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	4.5	2	2.25		1.5	1.5	
05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	4.5	2	2.25		1.5	1.5	
5.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
05.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	7.2	2		3.6	1.5	1.5	1.6
05.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	9						
5.03	CONCRETO ARMADO								
05.03.01	CONCRETO SOLADO e=2" fc=80kg/cm2	m2	4.5	2	2.25		1.5	1.5	
05.03.02	CONCRETO fc=210kg/cm2	m3	2.7	2					
			0.45	2		0.225	1.5	1.5	0.1
			0.9	4		0.225	1.5	1.5	0.1
05.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	13.52	2					
				4	6.76		1.3	1.3	
						peso	longitud	n°piezas	w/ml
05.03.04	ACERO CORRUGADO fy=4200Kg/cm2 grado 60	kg	168.2	2		84.1			
				1		16.82	1.45	20	0.58
				4		67.28	1.45	20	0.58
5.04	REVOQUES								
05.04.01	TARRAJE CON IMPERMEABILIZANTE. MEZCLA 1:1, E=1.5 cm	m2	13.52	2					
				4	1.69		1.3	1.3	
5.05	ACCESORIOS								
05.05.01	INSTALACION DE ACCESORIOS	und	2	2					
5.06	CARPINTERIA METALICA								
05.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TAPA METALICA 1.5m x 1.5m	und	2	2					
6.00	CANAL PRINCIPAL CON TUBERIA PVC								
6.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
06.01.01	TRAZO Y REPLANTEO (EN CANALES)	km	7.709352	1			7709.352		
6.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
06.02.01	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	3700.48896	1		3700.489	7709.352	0.6	0.8
06.02.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA	m2	4625.6112	1	4625.611		7709.352	0.6	
06.02.03	CAMA DE APOYO	m3	925.12224	1		925.1222	7709.352	0.6	0.2
06.02.04	RELLENO COMPACTADO DE ZANJA	m3	2070.42357	1		2070.424	7709.352	0.6	0.4476
6.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA								
06.03.01	SUMINISTRO E INTALACION DE TUBERIA PVC SAP C10 - 6"	m	5396.815	1			5396.815		
06.03.02	SUMINISTRO E INTALACION DE TUBERIA PVC SAP C10 - 4"	m	2312.537	1			2312.537		
06.03.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS	und	2420	2420					
06.03.04	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIAS	m	7709.352	1			7709.352		
7.00	RESERVORIOS								
7.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
07.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	450	1	225		15	15	
				1	225		15	15	
07.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	450	1	225		15	15	
				1	225		15	15	

7.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
07.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	937.5	2		468.75	31.25	15
07.02.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS	m2	50	2	25		15	10
07.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1171.875	2				
7.03	CAJA DE VALVULAS							
07.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES							
07.03.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	6.76	4	1.69		1.3	1.3
07.03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	6.76	4	1.69		1.3	1.3
07.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
07.03.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	8.788	4		2.197	1.3	1.3
07.03.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	10.985	4				
07.03.03	CONCRETO ARMADO							
07.03.03.01	CONCRETO SOLADO e=2" fc=80kg/cm2	m2	6.76	4	1.69		1.3	1.3
07.03.03.02	CONCRETO fc=210kg/cm2	m3	2.996	4				
			0.338	2		0.169	1.3	1.3
			0.169	1		0.169	1.3	1.3
			0.242	2		0.121	1.1	1.1
07.03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	21.12	4				
				4	5.28		1.1	1.2
						peso	longitud	n°piezas
07.03.03.04	ACERO CORRUGADO fy=4200Kg/cm2 grado 60	kg	261	4		65.25		
				1		13.05	1.25	18
				4		52.2	1.25	18
07.03.04	REVOQUES							
07.03.04.01	TARAJEO CON IMPERMEABILIZANTE. MEZCLA 1:1, E=1.5 cm	m2	13.68	2				
			2	2	1		1	1
			4.84	4	1.21		1.1	1.1
07.03.05	VALVULAS Y ACCESORIOS							
07.03.05.01	INSTALACION DE ACCESORIOS	und	8	8				
07.03.05.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TAPA METALICA - CAJA DE VALVULAS	und	2	2				
7.04	IMPERMEABILIZACION DE RESERVORIO							
07.04.01	INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE=1.5 mm	m2	700	2	350			
7.05	CARPINTERIA METALICA							
07.05.01	ESCALERA TIPO GATO	und	2	2				
7.06	CERCO PERIMETRICO							
07.06.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	1.344	112		0.012	0.2	0.2
07.06.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.68					
07.06.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE PARANTES DE MADERA (L=2.00m)	und	112	112				
07.06.04	CONCRETO fc=140kg/cm2 + 30%PM	m3	1.064					
07.06.05	CERCO PERIMETRICO DE ALAMBRE DE PUAS	m	800	2				
				5			80	
8.00	SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION							
8.01	LINEA DE DISTRIBUCION							
08.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES							
08.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO (EN CANALES)	km	4.324611	1			4324.611	
08.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
08.01.02.01	EXCAVACION A MANUAL EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	2075.81328	1		2075.813	4324.611	0.6
08.01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS	m2	2594.7666	1	2594.767		4324.611	0.6

08.01.02.03	CAMA DE APOYO	m3	518.95332	1	518.9533		4324.611	0.6	0.2
08.01.02.04	RELLENO COMPACTADO DE ZANJA	m3	1293.23167	1		1293.232	4324.611	0.6	0.4984
08.01.03 SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA									
08.01.03.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA C10 - 1"	m	4292.881	1			4292.881		
08.01.03.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA C10 - 1 1/2"	m	31.73	1			31.73		
08.01.03.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS	und	905	905					
08.01.03.04	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIAS	m	4324.611	1			4324.611		
8.02 TOMAS LATERALES									
08.02.01 TRABAJOS PRELIMINARES									
08.02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	13.6	68	0.2		0.4	0.5	
08.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	13.6	1			0.4	0.5	
08.02.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS									
08.02.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	6.8	68		0.1	0.4	0.5	0.5
08.02.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	8.5	68		0.1			
08.02.03 CONCRETO SIMPLE									
08.02.03.01	CONCRETO SOLADO e=2" fc=80kg/cm2	m2	13.6	68	0.2		0.4	0.5	
08.02.03.02	CONCRETO fc=140kg/cm2	m3	33.66	68					
	MUROS			2		0.33	0.5	0.07	0.33
				2		0.165	0.25	0.07	0.33
				1			0.4	0.5	0.07
				1			0.4	0.5	0.07
08.02.03.03	ACERO CORRUGADO fy=4200Kg/cm2 grado 60	kg	211.004	68		peso	longitud	n°piezas	w/ml
			2.088	2		1.044	0.45	4	0.58
			1.015	1		1.015	0.35	5	0.58
08.02.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	13.464	68					
	MUROS		0.198	1	0.198		0.6		0.33
08.02.04 REVOQUES Y REVESTIMIENTOS									
08.02.04.01	TARRAJE CON IMPERMEABILIZANTE. MEZCLA 1:1, E=1.5 cm	m2	32.878	68					
			0.0875	1	0.0875		0.25		0.35
			0.396	2	0.198		0.6		0.33
08.02.05 ACCESORIOS									
08.02.05.01	SUM. Y COLOC. ACCESORIOS DEL HIDRANTE	und	68	68					
08.02.06 CARPINTERIA METALICA									
08.02.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TAPA METALICA DE 0.40 X0.4 M	und	68	68					
8.03 HIDRANTES									
08.03.01 TRABAJOS PRELIMINARES									
08.03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	54.4	272	0.2		0.4	0.5	
08.03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS	m2	54.4	1			0.4	0.5	
08.03.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS									
08.03.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	27.2	272		0.1	0.4	0.5	0.5
08.03.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	34	272		0.1			
08.03.03 CONCRETO SIMPLE									
08.03.03.01	CONCRETO SOLADO e=2" fc=80kg/cm2	m2	54.4	272	0.2		0.4	0.5	
08.03.03.02	CONCRETO fc=140kg/cm2	m3	134.64	272					
	MUROS			2		0.33	0.5	0.07	0.33
				2		0.165	0.25	0.07	0.33
				1			0.4	0.5	0.07
				1			0.4	0.5	0.07

08.03.03.03	ACERO CORRUGADO fy=4200Kg/cm2 grado 60	kg	844.016	272		peso	longitud	n°piezas	w/ml
			2.088	2		1.044	0.45	4	0.58
			1.015	1		1.015	0.35	5	0.58
08.03.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	53.856	272					
	MUROS		0.198	1	0.198		0.6		0.33
08.03.04	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS								
08.03.04.01	TARRAJE CON IMPERMEABILIZANTE. MEZCLA 1:1, E=1.5 cm	m2	131.512	272					
			0.0875	1	0.0875		0.25		0.35
			0.396	2	0.198		0.6		0.33
08.03.05	ACCESORIOS								
08.03.05.01	SUM. Y COLOC. ACCESORIOS DEL HIDRANTE	und	272	272					
08.03.06	CARPINTERIA METALICA								
08.03.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TAPA METALICA DE 0.40 X0.4 M	Und	272	272					
08.03.07	LINEA REGANTE MOVIL (39)								
08.03.07.01	MANGUERA DE POLIETILENO C10 - 1"	m	13600	1			13600		
08.03.07.02	ASPERSOR NAN 427/D	und	272	272					
08.03.07.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TRIPODE PARA ASPERSOR	und	272	272					
9.00	CAJAS DE DISTRIBUCION								
9.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
09.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	6.76	4	1.69		1.3	1.3	
09.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	6.76	4	1.69		1.3	1.3	
9.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
09.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	8.788	4		2.197	1.3	1.3	1.3
09.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	10.985	4					
9.03	CONCRETO ARMADO								
09.03.01	CONCRETO SOLADO e=2" fc=80kg/cm2	m2	6.76	4	1.69		1.3	1.3	
09.03.02	CONCRETO fc=210kg/cm2	m3	2.996	4					
			0.338	2		0.169	1.3	1.3	0.1
			0.169	1		0.169	1.3	1.3	0.1
			0.242	2		0.121	1.1	1.1	0.1
09.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	21.12	4					
				4	5.28		1.1	1.2	
						peso	longitud	n°piezas	w/ml
09.03.04	ACERO CORRUGADO fy=4200Kg/cm2 grado 60	kg	261	4		65.25			
				1		13.05	1.25	18	0.58
				4		52.2	1.25	18	0.58
9.04	REVOQUES								
09.04.01	TARRAJE CON IMPERMEABILIZANTE. MEZCLA 1:1, E=1.5 cm	m2	21.12	4					
				4	1.32		1.1		1.2
9.05	VALVULAS Y ACCESORIOS								
09.05.01	INSTALACION DE ACCESORIOS Y VALVULAS	und	4	4					
09.05.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TAPA METALICA - CAJA DE INSPECCION	und	4	4					
10.00	CAMARAS DE PURGA Y AIRE								
10.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
10.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	10.14	6	1.69		1.3	1.3	
10.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	10.14	6	1.69		1.3	1.3	
10.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
10.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	13.182	6		2.197	1.3	1.3	1.3
10.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	16.4775	6					

10.03	CONCRETO ARMADO							
10.03.01	CONCRETO SOLADO e=2" f'c=80kg/cm2	m2	10.14	6	1.69		1.3	1.3
10.03.02	CONCRETO f'c=210kg/cm2	m3	4.494	6				
			0.338	2		0.169	1.3	1.3
			0.169	1		0.169	1.3	1.3
			0.242	2		0.121	1.1	1.1
10.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	31.68	6				
				4	5.28		1.1	1.2
						peso	longitud	n°piezas
10.03.04	ACERO CORRUGADO fy=4200Kg/cm2 grado 60	kg	391.5	6		65.25		
				1		13.05	1.25	18
				4		52.2	1.25	18
10.04	REVOQUES							
10.03.05	TARRAJE CON IMPERMEABILIZANTE. MEZCLA 1:1, E=1.5 cm	m2	31.68	6				
				4	1.32		1.1	1.2
10.05	VALVULAS Y ACCESORIOS							
10.05.01	INSTALACION DE ACCESORIOS	und	6	6				
10.05.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TAPA METALICA - CAMARA DE PURGA Y AIRE	und	6	6				
11.00	DESARROLLO DE CAPACIDADES							
11.01	ORGANIZACIÓN Y GESTION EMPRESARIAL							
11.01.01	ORGANIZACION EMPRESARIAL	glb	1	1				
11.01.02	GESTION DE LA FINCA Y ACTIVIDAD AGRICOLA	glb	1	1				
11.02	ASISTENCIA TECNICA EN TECNOLOGIA PRODUCTIVA							
11.01.02	BUENAS PRACTICAS AGROPECUARIAS	glb	1	1				
11.03	ASISTENCIA TECNICA EN GESTION PARA LA OPERACION							
11.01.02	ORGANIZACION DE GESTION DEL AGUA Y ASISTENCIA TECNICA	glb	1	1				
11.04	CONTROL DE CALIDAD							
22.02.02	CONTROL DE CALIDAD	glb	2	2				
12.00	MITIGACION AMBIENTAL							
11.01.02	MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL	glb	1	1				
11.01.02	MEDIDAS DE REDUCCIONDE RIESGO	glb	1	1				
13.00	FLETES							
22.02.02	FLETE TERRESTRE	glb	2	2				
22.02.02	FLETE RURAL	glb	2	2				
14.00	PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL COVID							
11.01.02	PLAN PARA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL COVID	glb	1	1				

Anexo 4

Flete terrestre

FLETE TERRESTRE CUTERVO - C.P ARENAL (POR PESO)					
N°	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PESO UNIT. Kg	PESO PARCIAL Kg
1	GASOLINA 84	gal	168.4500	3.90	656.96
2	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	138.1800	1.00	138.18
3	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	149.3300	1.00	149.33
4	ALAMBRE GALVANIZADO N° 8	kg		1.00	0.00
5	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,588.4600	1.00	2,588.46
6	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	96.2600	1.00	96.26
7	PARANTE DE EUCALIPTO ROLLIZO 3" X 2.6M	und	112.0000	3.00	336.00
8	CABLE DE ACERO TIPO BOA 6 x 19 IWRC Ø 1/4"	m		0.17	0.00
9	CABLE DE ACERO TIPO BOA 6 x 19 IWRC Ø 3/8"	m		0.39	0.00
10	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	1,814.9600	42.50	77,135.80
11	YESO	kg	11.7400	1.00	11.74
12	PEGAMENTO EPOXICO	gal	7.6600	3.90	29.87
13	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO	kg	52.9100	1.00	52.91
14	MADERA TORNILLO	p2	600.0000	0.69	414.00
15	MADERA TORNILLO 6 USOS	p2	1,588.9700	0.69	1,096.39
16	ESTACAS DE MADERA	und	105.0700	0.19	19.96
17	PINTURA ESMALTE	gal	4.0900	3.90	15.95
18	ACCESORIOS DE PVC	und	3,685.0000	0.28	1,035.81
19	ESCALERA TIPO GATO	und		50.00	0.00
20	CONO DE SEÑALIZACION DE 28" DE ALTURA	und		0.10	0.00
21	CINTA DE SEÑALIZACION x 200 m	rl		1.50	0.00
22	PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 3 1/2"	und		0.30	0.00
23	GRAPAS CROSBY 1/4"	und		0.50	0.00
24	TENSOR CROSBY	und		5.00	0.00
25		und		18.00	0.00
26	VARIOS	und	2,350.0000	40.00	94,000.00
27	COMPUERTA METALICA TIPO TARJETA 0.450 X0.85	und	3.0000	30.00	90.00
28	TUBERIA HDPE	m	14,280.0000	11.00	157080
29	TUBERIA PVC	m	13,121.7400	12.00	157460.88
PESO TOTAL (Kg)					492,408.50
PESO TOTAL TM					492.4
Costo unitario (S/Kg)					0.06
Costo Total Flete Terrestre-Cutervo-C.P Arenal - Por Peso (S/)					29,544.49

Anexo 5

Flete rural Almacén

FLETE RURAL ALMACEN - PIE DE OBRA (POR PESO)					
Nº	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	PESO UNIT. Kg	PESO PARCIAL Kg
1	GASOLINA 84	gal	168.4500	3.9000	656.96
2	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	138.1800	1.0000	138.18
3	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	149.3300	1.0000	149.33
4	ALAMBRE GALVANIZADO N° 8	kg	0.0000	1.0000	0.00
5	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2,588.4600	1.0000	2,588.46
6	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	96.2600	1.0000	96.26
7	PARANTE DE EUCALIPTO ROLLIZO 3" X 2.6M	und	112.0000	3.0000	336.00
8	CABLE DE ACERO TIPO BOA 6 x 19 IWRC Ø 1/4"	m	0.0000	0.1700	0.00
9	CABLE DE ACERO TIPO BOA 6 x 19 IWRC Ø 3/8"	m	0.0000	0.3900	0.00
10	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	1,814.9600	42.5000	77,135.80
11	YESO	kg	11.7400	1.0000	11.74
12	PEGAMENTO EPOXICO	gal	7.6600	3.9000	29.87
13	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO	kg	52.9100	1.0000	52.91
14	MADERA TORNILLO	p2	600.0000	0.6900	414.00
15	MADERA TORNILLO 6 USOS	p2	1,588.9700	0.6900	1,096.39
16	ESTACAS DE MADERA	und	105.0700	0.1900	19.96
17	PINTURA ESMALTE	gal	4.0900	3.9000	15.95
18	ACCESORIOS DE PVC	und	3,685.0000	0.2811	1,035.81
19	ESCALERA TIPO GATO	und	0.0000	50.0000	0.00
20	CONO DE SEÑALIZACION DE 28" DE ALTURA	und	0.0000	0.1000	0.00
21	CINTA DE SEÑALIZACION x 200 m	rtl	0.0000	1.5000	0.00
22	PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 3 1/2"	und	0.0000	0.3000	0.00
23	GRAPAS CROSBY 1/4"	und	0.0000	0.5000	0.00
24	TENSOR CROSBY	und	0.0000	5.0000	0.00
25	0	und	0.0000	18.0000	0.00
26	VARIOS	und	2,350.0000	40.0000	94,000.00
27	COMPUERTA METALICA TIPO TARJETA 0.450 X 0.85	und	3.0000	30.0000	90.00
28	TUBERIA HDPE	m	14,280.0000	11.0000	157,080.00
29	TUBERIA PVC	m	13,121.7400	12.00	157,460.88
PESO TOTAL (Kg)					492,408.50
PESO TOTAL TM					492.41
Costo unitario (S/Kg)					0.07
Costo total Flete Rural					34,468.60

Anexo 6

Resolución ANA



Resolución Administrativa N° 012-2020 -ANA-AAA.M-ALA.CHLL

ACREDITACIÓN DE DISPONIBILIDAD HÍDRICA SUPERFICIAL
Decreto Supremo N° 022-2016-MINAGRI

Chota, 03 de febrero de 2020

CUT	15138-2020	Fecha Solicitud	27/01/2020
Solicitante	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CUTERVO		

De conformidad con el Informe Técnico N°005-2020 -ANA-AAA.M-ALA.CHLL-AT/CASS y de lo establecido en el artículo 2° del Decreto Supremo N° 022-2016-MINAGRI y del expediente que queda registrado con CUT 15138-2020

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Acreditar la disponibilidad hídrica Superficial anual hasta: 370516.900 (m³/año) para el desarrollo del proyecto MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO DEL CASERÍO EL ARENAL, DISTRITO DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO-CAJAMARCA, por un periodo de dos (02) años, conforme al detalle siguiente:

Fuente de Agua	Manantial EL LAUREL					
Ubicación Geográfica del Punto de Captación (WGS84 UTM)	ZONA: 17 / Este: 739049.0000 / Norte: 9298509.0000 Altitud: 2787.0000 (msnm)					
Localización de la Captación (margen)	No definido.					
Acreditación para Proyecto (m³)						
Ene :4017.600	Feb :3628.800	Mar :4017.600	Abr :3888.000	May :4017.600	Jun :3888.000	Jul :4017.600
Ago :4017.600	Sep :3888.000	Oct :4017.600	Nov :3888.000	Dic :4017.600	Total :47304.000	

Fuente de Agua			Quebrada Agua Colorada			
Ubicación Geográfica del Punto de Captación (WGS84 UTM)			ZONA: 17 / Este: 738958.0000 / Norte: 9298444.0000 Altitud: 2789.0000 (msnm)			
Localización de la Captación (margen)			Izquierda,			
Acreditación para Proyecto (m³)						
Ene :17570.300	Feb :8031.740	Mar :7687.010	Abr :32270.400	May :50809.250	Jun :46785.600	Jul :33854.990
Ago :21668.260	Sep :19154.880	Oct :16793.570	Nov :21098.880	Dic :47488.030	Total :323212.900	

Artículo 2°.- Los datos del objeto de la acreditación de disponibilidad hídrica, corresponde al detalle siguiente.

Titular	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CUTERVO
Tipo de Uso	Agrario
Nombre del Proyecto	MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO DEL CASERÍO EL ARENAL, DISTRITO DE CUTERVO, PROVINCIA CUTERVO-CAJAMARCA
Tipo de Proyecto	Mejoramiento de servicio de saneamiento o de suministro de agua con fines agrarios
Ubicación Política del Proyecto	Dpto: Cajamarca, Prov: Cutervo, Dist: Cutervo CASERÍO EL ARENAL
Ubicación Administrativa	AAA: Maraón, ALA: CHOTANO LLAUCAÑO

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL LLAUCAÑO
 Ing. Carlos Gilberto Alvarado Alvarado
 ADMINISTRADOR LOCAL DE AGUA

Anexo 7

Análisis de Suelo Agronómico



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO FACULTAD DE AGRONOMÍA



LABORATORIO DE SUELOS

Proyecto
Solicitante
Tipo de análisis
Procedencia de la muestra
Parcela
Fecha de ingreso
Fecha de reporte

: Mejoramiento del sistema de riego Tecnificado en el Caserio El Arenal del Distrito de Cutervo, Provincia de Cutervo- Cajamarca.
: Instituto Latinoamericano de ciencias Aplicadas y Transferencia de Tecnología. (ILCAT E.I.R.L.)
: Análisis de caracterización.
: Centro poblado El Arenal, Distrito de Cutervo, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca.
: Centro poblado El Arenal.
: 25.11.2019.
: 29.11.2019.

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO.

Codigo de Muestra (suelo)	pH (1:1)	CE (ds/m) (1:1)	CaCO ₃ %	M.O %	P mg/kg	K mg/kg	Distribución de Partículas-USDA			Clase textural	D. ap g/cm ³	CIC Meq/100 g	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Cationes básicos cambiables		Cationes Ácidos cambiables	
							Ao %	Lo %	Ar %									Σ CB	%SB	Σ CA	%SA
Cationes Cambiables Meq/100 g																					
Centro poblado El Arenal	6.80	0.315	0.00	1.80	25	116	39.68	32.72	27.60	Fr.Ar	1.40	8.39	6.70	1.00	0.27	0.42	0.00	8.39	100	0.00	0.00


ING. ROSO PASACHE CHAPONÁN
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS-FAG

Anexo 8

Constancia de IGA



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego

RUC: 20111572811
 e-Valores: M-278-1004
 Teléfono: 01 2048001-4001

Oficina General de Administración
 Oficina de Tesorería

Fecha	05/12/2019
SIAF N°	
Importe Total	362.50

RECIBO DE INGRESO 002 N° 001570

CODIGO	CONCEPTO	IMPORTE	
		PARCIAL	TOTAL
1.3.26.199	GESTION AMBIENTAL OTROS DERECHOS ADMINISTRATIVOS DE AGRICULTURA Recibimos de MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CUTERVO con RUC N° 20174691267 la suma de S/ 362.50 Por concepto de Evaluación de Informe de Gestión Ambiental (IGA) *MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO EN EL CASERIO EL ARENAL DE CUTERVO - PROVINCIA DE CUTERVO - CAJAMARCA SON: TRESCIENTOS SESENTIDOS Y 50/100 SOLES		362.50
ITEM 07	EVALUACION DE INFORME DE GESTION AMBIENTAL (IGA) CTA. CTE N° 08-000-300640 - CTA. TESORO PUBLICO - DEP. CUT. R.M. N°0237-2019-MINAGRI (Modificado el 11.07.2019) NOTA: DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES AGRARIOS - DGAAA		
TOTAL S/:			362.50

CODIGO DE LA CONTABILIDAD PRESUPUESTAL Y CLASIFICACION PROGRAMATICA DEL GASTO PUBLICO											
Sect.	Progr.	Función	Prog.	Sub. Prog.	Act/Proy.	Comp.	Meta	Nemónico	Fte.Fto.	Dep.	V° B°
13	13								2.09		

CONTABILIDAD PATRIMONIAL			
CODIGO		IMPORTE	
CTA MAYOR	SUB-CUENTAS	DEBE	HABER
1101.01	1201.0302	362.50	362.50

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
OFICINA GENERAL DE ADMINISTRACION
OFICINA DE TESORERIA

[Firma]
 AGRADECIMIENTO

USUARIO

Planos



