

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO HIDRÁULICO Y AGRONÓMICO PARA UN SISTEMA DE
RIEGO TECNIFICADO DEL SECTOR LA ARENITA, DISTRITO
PAIJÁN -CHICAMA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Área de Investigación: IRRIGACIONES

AUTOR : Br. CARLOS ENRIQUE DIAZ NASSI
Br. EDWIN RAUL PRETEL SANCHEZ

ASESOR : Ms. GERMAN SAGASTEGUI PLASENCIA

TRUJILLO, DICIEMBRE DEL 2014



PRESENTACION

Señores Miembros Del Jurado:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada “Antenor Orrego”, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de investigación titulado: DISEÑO HIDRÁULICO Y AGRONÓMICO PARA UN SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO DEL SECTOR LA ARENITA, DISTRITO PAIJÁN -CHICAMA, para ser evaluado por el jurado.

El presente trabajo realizado con el propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, es producto de la aplicación de los conocimientos adquiridos en nuestra universidad en el área de irrigación proponiendo de riego tecnificado el sector la arenita en Paijan, debido a que los agricultores muestran su disconformidad por los bajos rendimientos obtenidos en las cosechas como consecuencia de la deficiente tecnología aplicada en riego y en el manejo del cultivo, así como también por la frecuencia irregular del agua de riego superficial en el valle de Chicama.

La presente tesis propone iniciar el estudio de riego tecnificando aportando el estudio agronómico y diseño hidráulico del sistema de riego con la tecnificación del riego presurizado por goteo, plantear esta alternativa de riego y de esta manera mejorar su condición económica para lo cual deben de realizar un cambio en su sistema de riego y cédula de cultivo, como alternativa rentable para la agro exportación agrícola.

Atentamente,

Br. Carlos Enrique Diaz Nassi

Br. Edwin Raul Pretel Sanchez



JURADO EVALUADOR

Presidente

Ing. Ricardo Andrés Narváez Aranda

Secretario

Ing. Rolando Ochoa Zevallos

Vocal

Ing. Segundo Alfredo Vargas López

Asesor

Ing. Fidel Germán Sagástegui Plasencia

Fecha: 16 de Diciembre del 2014



A mi familia

Por ser quienes de manera incondicional siempre me brindaron su apoyo, estima, comprensión y sobre todo su amor y que con su ejemplo, me enseñaron a ser mejor persona día a día.

Edwin Raúl Pretel Sánchez.

A mi querida familia

Por ser quienes siempre estuvieron a mi lado, guiándome con sus consejos, apoyo y amor incondicional y que con su ejemplo me dieron la fortaleza para afrontar cada nuevo reto.

Carlos Enrique Diaz Nassi



AGRADECIMIENTO

A Dios por ser quien guio nuestros pasos en cada nueva etapa de nuestra vida, como nuestro padre, mentor y guía.

A nuestros padres, porque con sus consejos, apoyo, ejemplo y sobretodo amor; nos ayudaron a ser alguien en esta vida, formándonos como personas y profesionales.

A nuestros amigos, por todas las amanecidas estudiando, logrando asi fortalecer nuestra amistad, tanto en lo personal como profesional.

A la Universidad Privada Antenor Orrego por brindarnos a través de sus docentes todos los conocimientos y valores que me ayudan en la vida profesional.



ÍNDICE DEL CONTENIDO

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN	02
1.1.1 Por que resolver el problema de riego	03
1.1.2 Características problemática actual	04
1.1.3 Deficiencia de la infraestructura de riego	05
1.2 OBJETIVOS	08
1.2.1 Objetivo General	08
1.2.2 Objetivos Específicos	08

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1 INTRODUCCIÓN	10
2.2 METODOS DE RIEGO.....	11
2.2.1 Riego superficial	11
2.2.2 Riego sub-superficial	11
2.2.3 Riego tecnificado	12
2.3 RIEGO POR GOTEO	13
2.3.1 Ventajas e Inconvenientes	13
2.3.2 Características del riego por goteo	14
2.3.3 Tipos de riego por goteo	15
2.4 ASPECTOS AGRONÓMICOS A CONSIDERAR PARA LA INSTALACIÓN DEL RIEGO POR GOTEO.....	16
2.4.1 El Agua en el Suelo	16
2.4.2 Relación Agua – Suelo – Planta.....	16
2.4.3 Estructura y Textura del Suelo	16



2.4.4 Componentes Principales de un Riego Por Goteo Automatizado.....	17
2.4.5 Partes que consta un Riego por Goteo	21
2.4.6 Componentes de un Sistema de Riego por Goteo	22
2.5 EVAPOTRANSPIRACION	24
2.5.1 Evapotranspiración Potencial (ETP).....	24
2.5.2 Evapotranspiración Real o Actual (ETA).....	25
2.5.3 Métodos para calcular la evapotranspiración	25
2.5.4 Cédula de cultivo	28
2.5.5 Calendario de cultivos y cosechas	29
2.5.6 Coeficiente de cultivo	29
2.5.7 Variables de la demanda de agua.....	30

CAPÍTULO III: MATERIAL Y METODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DE RIESGO DE LA ZONA DE ESTUDIO	35
3.1.1 Peligros Ambientales en el área de influencia	35
3.1.2 Impacto sobre Asentamientos Poblacionales	37
3.1.3 Impacto sobre la Infraestructura Vial.....	37
3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	38
3.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	39
3.4 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA.....	41
3.5 FUENTE DE ENERGÍA	42
3.6 ACTIVIDAD ECONÓMICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	42
3.6.1 Diagnóstico de la Actividad Agrícola	43
3.7 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	44
3.7.1 Situación de la Infraestructura de Riego Existente	44
3.7.2 Junta de Usuarios de Riego de Río Chicama.....	47

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 DISEÑO AGRONÓMICO DEL SISTEMA RIEGO	51
4.1.1 Análisis de la demanda hídrica.....	51



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

4.1.2	Análisis de la oferta hídrica.....	58
4.2	DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO	65
4.2.1	Concepción del Proyecto	65
4.2.2	Esquema Hidráulico.....	67
4.2.3	Diseño agronómico	67
4.3	OBRAS CIVILES DEL DISEÑO HIDRÁULICO	71
4.3.1	Uniformidad de Riego	72
4.3.2	Red de Conducción y Distribución.....	72
4.3.3	Requerimiento de Presión.....	72
4.3.4	Unidad de Bombeo	82
4.4	DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES	150
 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		158
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES.....		167
CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		169
ANEXOS		
ANEXO 1: DISEÑO AGRONÓMICO		
ANEXO 2: DISEÑO HIDRÁULICO		
ANEXO 3: CATÁLOGOS		
ANEXO 4: PLANOS DE DISEÑO		



RESUMEN

La actividad agrícola en el distrito de Paiján, provincia de Ascope, Región La Libertad, viene atravesando una dura crisis debido a los bajos rendimientos obtenidos en las cosechas como consecuencia de la deficiente tecnología aplicada en riego y en el manejo del cultivo, así como también por la frecuencia irregular del agua de riego superficial en el valle de Chicama.

El valle Chicama, al igual que la mayoría de los valles de la región La Libertad, se caracteriza por tener un riego no regulado; la infraestructura de distribución tanto mayor y menor está en mal estado (canales principales, secundarios y laterales no están revestidos), careciendo el valle de infraestructura de almacenamiento (reservorio) y escasa infraestructura de captación y regulación (compuertas).

En este valle de Chicama está constituido por 15 tomas ubicadas en ambos márgenes del río Chicama de las cuales se tiene 2 con estructura de concreto y compuertas metálicas (radiales), cinco con estructura de concreto pero sin compuerta de control, cuatro semi rústicas, es decir sin estructura de concreto, solo con rieles y planchas de fierro, sin compuertas; y cuatro son totalmente rústicas, es decir, sin ningún tipo de estructura, ni compuertas. Todas se localizan aguas abajo del Puente Punta Moreno.

Los agricultores de Paiján se dedican al cultivo de caña de azúcar, la misma que es vendida a la empresa de Casa Grande, los productos de pan llevar como el maíz amarillo duro, frijol, árboles frutales entre otros, son puestos a disposición del público de la provincia de Ascope y de Trujillo. Las tierras son irrigadas con aguas del río Chicama y del subsuelo (pozos).

En los últimos años, la oferta de agua para riego ha venido cayendo progresivamente debido a la disminución constante de precipitaciones pluviales



en la parte media y alta de la cuenca, así como el permanente deterioro de los canales de riego, los cuales captan sus aguas del río Chicama.

La provincia de Ascope afronta dos grandes peligros ambientales, que si bien no son permanentes si son recurrentes y de diverso grado de impacto sobre el desarrollo de las actividades de sus integrantes. Son de origen antropicos y de origen natural.

Para el diseño agronómico se ha considerado las siguientes características físicas de la zona, del suelo y calidad de agua. Considerando que el área de estudio tiene un suelo con poca capacidad de retención de la humedad, es apropiado para instalar el sistema de riego por goteo, siendo apto para el cultivo propuesto,

Para el diseño hidráulico se ha considerado dos sectores con un total de área de riego es 28.58 ha y considerando como cultivo el esparrago verde como se indica a continuación:

Subgrupo A

El agua demandada por el sistema de riego será dotada por un pozo a tajo abierto (Pozo IRHS 764), cuya oferta hídrica, acorde a la prueba de rendimiento realizada puede brindar un caudal de 16.0 l/s.

A un perímetro no mayor de 10 m del pozo se instalará el cabezal de riego, que constará de los siguientes equipos:

- Unidad de bombeo (accionada por una turbina vertical)
 - Equipo de fertilización
 - Equipo de filtrado

A partir del cabezal de riego, el agua será conducida por una tubería telescópica de PVC UF – C-5, desde los 140, 110, 90 mm, 75 mm hasta los 63 mm de diámetro, pasando por cada uno de los sectores a irrigarse.



De la cabecera de las parcelas el agua se distribuirá por un sistema telescópico de tubería de PVC UF – C-5, con diámetros que van desde 63 mm y 1 ½”.

Los arcos de riego están conformados por una Válvula Hidráulica de 2”, acompañada de una válvula de aire de aire de 1/2”, además de contar con un piloto regulador de presión.

Los elementos que aplican el riego son las mangueras de goteo de pared delgada Clase 10 mil de 16 mm de diámetro con goteros integrados de 1.02 l/hr, distanciados a 0.30 m, dando un caudal de 3.4 l/m.

Subgrupo B

El agua demandada por el sistema de riego será dotada por un pozo a tajo abierto (Pozo IRHS 157), cuya oferta hídrica, acorde a la prueba de rendimiento realizada puede brindar un caudal de 12.50 l/s.

A un perímetro no mayor de 10 m del pozo se instalará el cabezal de riego, que constará de los siguientes equipos:

- Unidad de bombeo (electrobomba sumergible)
- Equipo de fertilización
- Equipo de filtrado

A partir del cabezal de riego, el agua será conducida por una tubería telescópica de PVC UF – C-5, desde 110 mm hasta los 90 mm de diámetro, pasando por cada uno de los sectores a irrigarse.

De la cabecera de las parcelas el agua se distribuirá por un sistema telescópico de tubería de PVC UF – C-5, con diámetros que van desde 63 mm y 1 ½”.

Los arcos de riego están conformados por una Válvula Hidráulica de 2”, acompañada de una válvula de aire de aire de 1/2”, además de contar con un piloto regulador de presión.

Los elementos que aplican el riego son las mangueras de goteo de pared delgada Clase 10 mil de 16 mm de diámetro con goteros integrados de 1.02 l/hr, distanciados a 0.30 m, dando un caudal de 3.4 l/m.

Cada sector cuenta una caseta para la unidad de bombeo y una caseta para el cabezal de filtrado.



ABSTRACT

Farming in the district Paiján province Ascope, La Libertad, is facing a severe crisis due to the low yields obtained in yields as a result of poor technology applied in irrigation and crop management, as well as by irregular frequency surface irrigation water in the Chicama Valley.

The Chicama Valley, like most of the valleys of the La Libertad region, is characterized by an unregulated irrigation; infrastructure both wholesale and retail distribution is in poor condition (main, side and side channels are not covered), lacking the valley storage infrastructure (reservoir) and poor infrastructure to capture and control (gates).

In this valley of Chicama consists of 15 outlets located on both banks of the river Chicama of which has 2 concrete structure and metal gates (radial), five concrete structure without control gate four semi rustic, is say without concrete structure, with only rails and iron plates, no locks; and four are totally rustic, ie without any structure or gates. All bridge downstream of Punta Moreno is located.

Farmers Paiján engaged in cultivation of sugar cane, the same that is sold to the company of Casa Grande, bread products out as yellow corn, beans, fruit trees, among others, are made available to the public Ascope province and Trujillo. The lands are irrigated with water from the Chicama River and groundwater (wells).

In recent years, the supply of water for irrigation has been falling steadily due to the steady decline in rainfall in the middle and upper part of the basin, as well as permanent damage to the irrigation canals, which capture their waters Chicama river.



Ascope province faces two major environmental hazards, but are not permanent if recurring and varying degrees of impact on the development of the activities of its members. Anthropogenic are of natural origin and source.

For agronomic design has been considered the following physical characteristics of the area, soil and water quality. Whereas the study area has a low capacity soil moisture retention, it is appropriate to install a drip irrigation system is appropriate for the proposed crop

Hydraulic design for two sectors is considered a total of 28.58 irrigation area is considered as a crop has and green asparagus as follows:

Subgroup A

Water demand by the irrigation system will be well equipped for open-pit (Well IRHS 764), whose water supply, according to the performance test conducted can provide a flow of 16.0 l / s.

A perimeter no more than 10 m from the well head irrigation, consisting of the following equipment is installed:

- pumping unit (driven by a vertical turbine)
- Fertilizer Equipment
- Filtering Equipment

Effective irrigation head, the water will be conducted by a telescopic PVC pipe UF - C-5, from 140, 110, 90 mm, 75 mm to 63 mm in diameter, through each of the sectors to be irrigated .



From the top of the water parcels distributed by a telescopic system of PVC pipe UF - C-5, with diameters ranging from 63 mm to 1 ½ ".

The arches are made irrigation a Hydraulic Valve 2 ", accompanied by an air valve air 1/2", in addition to pilot pressure regulator.

Elements using irrigation drip hoses are Class thin wall 10 mil diameter 16 mm with integrated drippers 1.02 l / hr, spaced 0.30 m, giving a flow rate of 3.4 l / m.

Subgroup B

Water demand by the irrigation system will be well equipped for open-pit (Well IRHS 157), whose water supply, according to the performance test conducted can provide a flow of 12.50 l / s.

A perimeter no more than 10 m from the well head irrigation, consisting of the following equipment is installed:

- Pump unit (submersible electric)
- Fertilizer Equipment
- Filtering Equipment

Effective irrigation head, the water will be conducted by a telescopic PVC pipe UF - C-5, from 110 mm to 90 mm in diameter, through each of the sectors to be irrigated.

From the top of the water parcels distributed by a telescopic system of PVC pipe UF - C-5, with diameters ranging from 63 mm to 1 ½ ".

The arches are made irrigation a Hydraulic Valve 2 ", accompanied by an air valve air 1/2", in addition to pilot pressure regulator.

Elements using irrigation drip hoses are Class thin wall 10 mil diameter 16 mm with integrated drippers 1.02 l / hr, spaced 0.30 m, giving a flow rate of 3.4 l / m.

Each sector has a booth for the pumping unit and a stand for the filter head.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Introducción

La actividad agrícola en el distrito de Paiján, provincia de Ascope, Región La Libertad, viene atravesando una dura crisis debido a los bajos rendimientos obtenidos en las cosechas como consecuencia de la deficiente tecnología aplicada en riego y en el manejo del cultivo, así como también por la frecuencia irregular del agua de riego superficial en el valle de Chicama.

El presente proyecto corresponde como iniciativa para que los agricultores de la Junta de Usuarios del Valle Chicama, en su propósito de mejorar las eficiencias de riego a través de la innovación tecnológica como es la tecnificación del riego presurizado por goteo, plantear esta alternativa de riego y de esta manera mejorar su condición económica para lo cual deben de realizar un cambio en su sistema de riego y cédula de cultivo, como alternativa rentable para la agro exportación agrícola.

Las actividades agrícolas del país enfrentan cambios acelerados que están alterando el contexto de los mercados de insumos, de servicios a la producción y de consumo, con mercados agropecuarios más erráticos y vulnerables a los impactos de los mercados internacionales, a lo que se agrega el redimensionamiento de aparato público que atiende al sector. Ante las nuevas condiciones de competencia, la producción agrícola requiere contar con capacidad de respuesta para producir con altos rendimientos, calidad y oportunidad, así como con bajos costos, que tenga como base un cambio tecnológico, basado en la inversión para modernizar las áreas de riego y en el aprovechamiento racional del agua.

El desarrollo agrícola que se propone, se basa en la potencialidad productiva de la zona media del Valle Chicama, la misma que es resultado de las características climatológicas, la capacidad de uso de los suelos, su aptitud para el riego y la tendencia de introducir nuevos cultivos que se explotan en

zonas similares del proyecto, para cuyos productos hay mercados potenciales.

El agua es un recurso de vital importancia para desarrollar la actividad agrícola, la cual es la base de la economía del distrito de Paiján. La disponibilidad de agua con fines agrícolas en el valle Chicama depende de las épocas de avenida del río (lluvias). Asimismo la tecnificación del riego es insipiente, debido al desconocimiento y desconfianza por parte de los agricultores y la tendencia a la producción masiva de cultivos de pan llevar de baja rentabilidad económica y de subsistencia.

Los productores del sector la Arenita, utilizan agua del río Chicama en tiempos de avenida y complementan sus riegos con agua subterránea (pozos). Actualmente, en la zona de estudio se tienen 02 pozos a tajo abierto, de los cuales el del sector La Arenita trabaja con una motobomba con motor diesel. Esta forma de abastecimiento de agua, además de incrementar significativamente los costos de producción, no permite cubrir adecuadamente la demanda hídrica del cultivo, sobre todo con el riego por gravedad tradicional con bajas eficiencias de riego. Por ello, los niveles de productividad son bajos, influyendo directamente en la disminución de la rentabilidad de la actividad y en los ingresos de los productores, lo que a su vez conlleva a una pobre o casi nula inversión y capitalización en el campo.

1.1.1 Por que resolver el problema de riego

El valle Chicama, al igual que la mayoría de los valles de la región La Libertad, se caracteriza por tener un riego no regulado; la infraestructura de distribución tanto mayor y menor está en mal estado (canales principales, secundarios y laterales no están revestidos), careciendo el valle de infraestructura de almacenamiento (reservorio) y escasa infraestructura de captación y regulación (compuertas).

En los últimos años, la oferta de agua para riego ha venido cayendo progresivamente debido a la disminución constante de precipitaciones

pluviales en la parte media y alta de la cuenca, así como el permanente deterioro de los canales de riego, los cuales captan sus aguas del río Chicama.

Esta situación origina que sólo se asegure atender adecuadamente la demanda de agua para fines agrícolas en épocas de avenida (enero a abril), hecho que influye negativamente en el correcto desarrollo vegetativo de los cultivos y, en consecuencia, en la productividad y calidad de la producción

El agua es un recurso de vital importancia para desarrollar la actividad agrícola, la cual es la base de la economía del distrito de Paiján. La disponibilidad de agua con fines agrícolas en el valle Chicama depende de las épocas de avenida del río (lluvias). Asimismo la tecnificación del riego es insipiente, debido al desconocimiento y desconfianza por parte de los agricultores y la tendencia a la producción masiva de cultivos de pan llevar de baja rentabilidad económica y de subsistencia.

1.1.2 Características problemática actual

Los productores, utilizan agua del río Chicama en tiempos de avenida y complementan sus riegos con agua subterránea (pozos). Actualmente, en la zona de estudio se tienen 02 pozos a tajo abierto, de los cuales el del sector la arenita trabaja con una motobomba con motor diesel, en el sector Alto trabaja con una electrobomba sumergible (este sector cuenta con energía eléctrica trifásica). Esta forma de abastecimiento de agua, además de incrementar significativamente los costos de producción, no permite cubrir adecuadamente la demanda hídrica del cultivo, sobre todo con el riego por gravedad tradicional con bajas eficiencias de riego. Por ello, los niveles de productividad son bajos, influyendo directamente en la disminución de la rentabilidad de la actividad y en los ingresos de los productores, lo que a su vez conlleva a una pobre o casi nula inversión y capitalización en el campo.

1.1.3 Deficiencia de la Infraestructura de riego

El valle Chicama, al igual que la mayoría de los valles de la región La Libertad, se caracteriza por tener un riego no regulado; la infraestructura de distribución tanto mayor y menor está en mal estado (canales principales, secundarios y laterales no están revestidos), careciendo el valle de infraestructura de almacenamiento (reservorio) y escasa infraestructura de captación y regulación (compuertas).

En los últimos años, la oferta de agua para riego ha venido cayendo progresivamente debido a la disminución constante de precipitaciones pluviales en la parte media y alta de la cuenca, así como el permanente deterioro de los canales de riego, los cuales captan sus aguas del río Chicama.

Esta situación origina que sólo se asegure atender adecuadamente la demanda de agua para fines agrícolas en épocas de avenida (enero a abril), hecho que influye negativamente en el correcto desarrollo vegetativo de los cultivos y, en consecuencia, en la productividad y calidad de la producción.

1.1.4 Ubicación del área de estudio

Políticamente el área del proyecto se ubica como sigue:

Región	: La Libertad
Provincia	: Ascope
Distrito	: Paiján
Sector	: La Arenita

Figura N° 1.1 - Ubicación Departamental del Estudio



Fuente: INEI

Figura N° 1.2 - Ubicación Provincial del Proyecto



Fuente: INEI

Figura N° 1.3 - Ubicación Distrital del Proyecto



Fuente: INEI

Figura N° 1.4 - Zona del Área de Estudio – Sector La Arenita



Fuente: Google Earth – Elaboración propia

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General:

Realizar el diseño Hidráulico y Agronómico para un Sistema de Riego Tecnificado del Sector La Arenita, Distrito Paiján –Chicama

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Analizar la problemática agrícola y de riego de la zona de estudio.
- Determinar los Componentes y partes de Principales de un Riego Por Goteo Automatizado
- Determinar las características climatológicas, suelos y calidad de agua de la zona de estudio.
- Describir la actividad económica de la zona de estudio
- Evaluar la situación de la Infraestructura de Riego Existente en Chicama
- Realizar el diseño agronómico para el sistema de riego
- Realizar diseños hidráulicos del sistema de riego

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 INTRODUCCIÓN

Los conocimientos científicos fundamentales aplicados actualmente a nivel mundial en los diversos sistemas de riego tecnificado, combinados con principios elementales que rigen la conducción del agua, dan origen al RIEGO. Hay que tomar diversos criterios para aplicar cualquier sistema de riego que se desea implantar para producción óptima de los cultivos y uno de los criterios a considerar es cómo afrontar la problemática del agua, el agua actualmente ya es considerado un recurso escaso, que quiere decir esto significa que el agua dulce es escaso. Este problema que se nos presenta en la actualidad es un tema que cada día ocupa más la atención de científicos, técnicos, políticos y en general, de muchos de los habitantes del planeta.

La escasez de este vital líquido obliga a reiterar nuevamente una llamada a la moderación de consumo por parte de la población a nivel mundial, ya que sin su colaboración los esfuerzos técnicos que llevan a cabo de algunas organizaciones resultan insuficientes.

Sólo muy poca agua es utilizada para el consumo del hombre, ya que: el 75% es agua de mar y tiene sal, el 2 % es hielo y está en los polos, y sólo el 1 % de toda el agua del planeta es dulce y de este 1% de agua, encontrándose en ríos, lagos y mantos subterráneos. Además el agua tal como se encuentra en la naturaleza, para ser utilizada sin riesgo para el consumo humano requiere ser tratada, para eliminar las partículas y organismos que pueden ser dañinos para la salud. Y finalmente debe ser distribuida a través de tuberías hasta tu casa, para que puedas consumirla sin ningún problema ni riesgo alguno.

De este 1% una buena parte ya está contaminada formando parte de las aguas residuales en las zonas urbanas, en el caso de nuestra región de Puno tenemos algunas cuencas ya contaminadas e inclusive el LAGO TITICACA se ve afectado, muchos ríos de nuestra región están siendo contaminados por los desechos mineros, conteniendo en sus aguas metales de alto peso molecular nocivos para la salud humana y ambiental.

El Sistema de Riego por goteo, es nueva técnica de riego, se caracteriza por ser una fuente de ahorro de agua, mejor control del suelo, mayor rendimiento de los cultivos, solo se emplea al sistema radicular de la planta, no erosiona el suelo, menor pérdida de nutrientes por lixiviación, se puede aplicar programas de fertirrigación. El inconveniente fundamental es el costo de la instalación.

El Sistema de Riego por goteo, constituye en una alternativa para los pequeños agricultores de la costa norte del país para que puedan acceder a una tecnología intermedia que les posibilite alcanzar su propia seguridad alimentaria y producir excedentes para el mercado.

2.2 METODOS DE RIEGO

2.2.1 Riego superficial

Se aplica directamente sobre el terreno un volumen de agua, considerando el tipo de cultivo a sembrar. La mayoría del agua se pierde.

Técnica empleada:

- **Bombeo de agua:** Cuando en el terreno agrícola se necesita captar aguas subterráneas.
- **Por gravedad:** el agua se distribuye a los suelos mediante acequias, canales y conductos. Donde el agua fluye por acción del desnivel o pendiente de los trazos. Riego de surcos y surcos alternos.
- **Riego por anegamiento** o Inundación (arroz).
- **Riego por infiltración:** cuando un canal puede humedecer en toda su longitud una profundidad de terreno para permitir el humedecimiento de las raíces de las plantas.

2.2.2 Riego sub-superficial

Manteniendo el nivel freático lo suficientemente alto como para posibilitar que por ascensión capilar (capilaridad) el agua llega a las raíces por las plantas. Técnica: drenaje, lavaje de suelos salinos

2.2.3 Riego tecnificado

Por aspersión: Consiste en aplicar agua a los terrenos agrícolas en forma de lluvia, como medio de obtención de elevadas cosechas y con el objeto de disminuir la masa de agua empleada para el riego.

Por goteo: Permite aplicar el agua artificialmente a un cultivo, gota a gota, siendo conducida el agua por medio de conductos cerrados usualmente flexibles hasta los dispositivos emisores que se conocen como goteo

Cantidad de agua que necesita la planta

- Límite mínimo: coeficiente de marchites
- Límite máximo: capacidad de campo (es la máxima cantidad que el suelo puede retener agua)

Se debe buscar un término medio entre el coeficiente de marchites y capacidad de campo. Se debe descontar el volumen de las lluvias a fin de lograr el desarrollo de los cultivos hasta la maduración de las plantas

Las plantas, como todo organismo viviente, en ellos se producen una serie de fenómenos durante su crecimiento hasta su total desarrollo. Estos fenómenos producen cambios en el medio exterior circundante a las plantas, estos son principalmente:

- La respiración
- La transpiración
- La alimentación

Como sabemos, las plantas en su proceso de transpiración evapora agua de los tallos y de las hojas que se encuentran en contacto con la atmósfera, el calor que se produce es una parte importante de este fenómeno. Mientras que la sudación es la pérdida de agua, que se produce desde las hojas por una fuerte presión existente dentro de la planta y que al salir el agua se evapora inmediatamente, siendo este fenómeno poco importante

Las plantas consiguen sus alimentos por medio de sus vellos de sus raíces, las cuales absorben del suelo los elementos nutrientes disueltos por el agua mediante el fenómeno de la Osmosis, esta sustancia que lleva los nutrientes se llama savia bruta y recorre los tallos mediante la respiración, luego esta savia mediante la clorofila se convierte en savia elaborada para lograr el desarrollo normal de su corteza con la producción de almidones, azúcares y materias grasas.

2.3 RIEGO POR GOTEIO

El riego localizado o riego por goteo es la aplicación del agua al suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular. Sus principales características son: - utilización de pequeños caudales a baja presión - localización del agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión - al reducir el volumen de suelo mojado, y por tanto su capacidad de almacenamiento, se debe operar con una alta frecuencia de aplicación, a dosis pequeñas.

2.3.1 Ventajas e Inconvenientes

Ventajas:

- Una importante reducción de la evaporación del suelo y de las pérdidas por percolación, lo que trae una reducción significativa de las necesidades netas y brutas de agua. No se puede hablar de una reducción en lo que se refiere a la transpiración del cultivo, ya que la cantidad de agua transpirada (eficiencia de transpiración) es una característica fisiológica de la especie. Al contrario, se puede pensar que la transpiración del cultivo en riego localizado sería generalmente superior a la que se observaría en riego que cubre totalmente la superficie del suelo (riego por aspersión) debido al efecto de "ropa tendida" o "efecto oasis", que incrementa la parte advectiva del proceso de evaporación a la superficie de las hojas.
- La posibilidad de automatizar completamente el sistema de riego, con los consiguientes ahorros en mano de obra. El control de las dosis de aplicación es más fácil y completo.

- la posibilidad de utilizar aguas más salinas que en riego convencional, debido al mantenimiento de una humedad relativamente alta en la zona radical (bulbo húmedo).
- una adaptación más fácil en terrenos rocosos o con fuerte pendientes
- No se moja el dosel vegetal, lo que disminuye los riesgos de problemas fitosanitarios.
- Reduce la proliferación de malas hierbas en las zonas no regadas
- Permite la "fertirrigación", es decir el aporte controlado de nutrientes con el agua de riego.

Inconvenientes

- El coste elevado de la instalación.
- Se necesita una inversión elevada debida a la cantidad importante de emisores, tuberías, equipamientos especiales en el cabezal de riego y la casi necesidad de un sistema de control automatizado (electroválvulas). Sin embargo, el aumento relativo de coste con respecto a un sistema convencional no es prohibitivo.
- El alto riesgo de obturación ("clogging" en inglés) de los emisores, y el consiguiente efecto sobre la uniformidad del riego. Esto puede ser considerado como el problema nº 1 en riego localizado.
- La presencia de altas concentraciones de sales alrededor de las zonas regadas, debida a la acumulación preferencial en estas zonas de las sales. Esto puede constituir un inconveniente importante para la plantación siguiente, si las lluvias no son suficientes para lavar el suelo.

2.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO POR GOTEO:

- El riego por goteo supone una mejora tecnológica importante, que contribuirá a una mayor productividad mejor uso del agua de riego.
- El agua se aplica al suelo, luego se infiltra en el terreno y se mueve en diferentes direcciones principalmente en dirección horizontal y vertical.

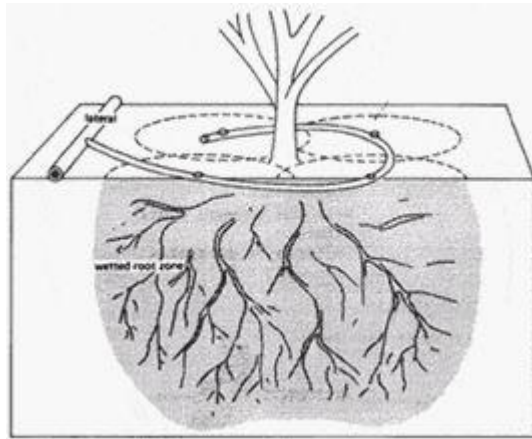


Figura 2.1: Bulbo húmedo en riego por goteo

- No se moja todo el suelo, sino solo a la parte que se aplica el gotero, por consiguiente humedece tan solamente el sistema radicular de la planta.



Figura N° 2.2: Gotero de riego

- Menor lavado de nutrientes por lixiviación o percolación de NO_3 , H_2PO_4 , y otros iones que son importantes en la nutrición de las plantas.
- Se puede aplicar programas de fertirrigación.

2.3.3 TIPOS DE RIEGO POR GOTEO:

- **Subterráneo:** muy poco utilizado por características de las raíces que tiene los cultivos.
- **Superficial:** Muy extendido
- **Aéreo:** usado en invernaderos, el agua cae por gravedad al pie de la planta, usualmente usado con programas de fertirriego.

2.4 ASPECTOS AGRONÓMICOS A CONSIDERAR PARA LA INSTALACIÓN DEL RIEGO POR GOTEO

2.4.1 El Agua en el Suelo

Cuando se aplican programas de riego va también depender del agua del suelo. El agua de riego va a penetrar en el suelo con diferentes velocidades, si se riega en suelo seco el agua se irá repartiendo hacia abajo y hacia los costados con dificultad, si se riega un suelo arenoso se infiltrará rápidamente, entonces el suelo depende de su textura y estructura que lo compone, por ejemplo: si las partículas del suelo son muy finas (suelo arcilloso) habrá mayor retención de agua mínima infiltración que en un suelo arcilloso o franco, desde el punto de vista agronómico un suelo ideal es un suelo con textura **FRANCO**, porque tienen una mejor relación **agua-suelo-planta**.

2.4.2 Relación Agua- Suelo-Planta:

Contenido de agua en el suelo. Medición del contenido de agua del suelo. Medición de la densidad aparente. Aspersor de neutrones.

Está orientado al análisis de los principios fisiológicos involucrados en la absorción, transporte y re-distribución de agua y nutrientes de los vegetales. El estudiante será capaz de comprender las relaciones que se producen entre el suelo, el agua y las plantas, entre las que destacan: movimiento del agua en el suelo, absorción de agua y nutrientes por las plantas, transporte de elementos, transpiración, relación entre el balance hídrico y la nutrición mineral, efectos de la falta de agua.

2.4.3 Estructura y Textura Del Suelo

Estructura del suelo

- Define el estado de agregación de las partículas componentes minerales u orgánicas. Depende de la disposición de sus partículas y de la adhesión de las partículas menores para formar otras mayores o agregados.
- La permeabilidad del suelo al agua, aire y a la penetración de las raíces también depende de la estructura.

- A diferencia de la textura la estructura puede ser cambiada ejemplo: la rotación del cultivo.
- Estabilidad estructural: Es la resistencia de los granos a disgregarse en condiciones de humedad.

Textura de suelos:

La textura será dada por las porciones finas que contiene el suelo al deshacer un terrón. Existen clases de partículas: arena, limo y arcilla.

Dimensiones:

Arena: 2mm – 0.05mm * limo 0.05mm – 0.02mm * arcilla de 0.02mm a menos.

La textura estará determinada por el porcentaje en que se encuentran las partículas en una porción de suelo.

- **Suelo franco:** los componentes finos se encuentran en iguales proporciones aproximadamente (teórico).
- **Franco arenoso:** proporción mayor de arena.
- **Franco arcilloso:** proporción mayor de arcilla.

Sanidad y drenaje

Un suelo para ser cultivado debe de estar saneado, para evitar las concentración de sales a que van a dificultar el desarrollo del cultivo, e inmediatamente deben ser lavados e inundados con agua para que las sales sean arrastrados y lixiviados.

Para eso se requiere que el suelo debe tener un adecuado drenaje o en todo caso se debe de construir los canales de drenaje, para que los suelos no estén encharcados acumulando iones de Na que salinizan el suelo por estar saturados de agua pueden morir las plantas además habrá deficiencia de Fe (clorosis).

2.4.4 Componentes Principales de un Riego Por Goteo Automatizado

– Programador

Corrientemente se dedica una o varias estaciones o fases para el goteo y las demás para los aspersores y difusores.



Figura N° 2.3:Programador

– **Electroválvulas**

Cada sector de riego lleva una electroválvula que se abre y se cierra según le ordena el programador. Si tienes un sector de goteo, pues llevará su electroválvula correspondiente. Es común, por simplificar, que mucha gente ponga una sola fase para el goteo y se riegue por igual todo lo que lleve goteo: setos, árboles, arbustos, frutales, e incluso el huerto. Todo lo mismo. Se puede hacer, pero no es lo correcto ni mucho menos porque cada grupo de plantas tienen necesidades de agua diferentes, no consume lo mismo un árbol frutal que un grupo de flores.

Lo ideal es hacer varios sectores dentro del riego por goteo, cada uno con su electroválvula y con una fase del programador. Así, se programará de manera diferente el riego para el huerto, el riego del seto, el de una rocalla, etc.

Otro apañío para aprovechar sectores es conectar el goteo a un sector de aspersores del césped. No vale, el goteo necesita más tiempo de riego que lo que funcionan los aspersores.



Figura 2.4: Electroválvula

– **Arquetas**

Las electroválvulas van dentro de arquetas. Hay arquetas individuales y otras más grandes que pueden alojar 3, 4, 5 electroválvulas en paralelo. Por poner un ejemplo, un jardín podría tener en la misma arqueta 4 electroválvulas con este reparto:

- 1 para un sector de aspersores.
- 2 para sendos sectores de difusores.
- 1 para riego por goteo



Figura N° 2.5 :Arquetas

– **Reductor o regulador de presión**



Figura N°2.6: Reductor

Los emisores de riego por goteo necesitan muy poca presión de agua para funcionar. Mira o pregunta las características técnicas del modelo que compres. Incluso el agua de la red general de abastecimiento a la casa tiene mucha presión para este tipo de riego o si riegas con una bomba que toma el agua de pozo o depósito. Por esta razón hay unos dispositivos llamados reductores o reguladores de presión. Si no se ponen y la presión es alta, saldrán disparados los goteros.

Un sistema más sencillo para controlar la presión, pero menos exacto, es una **llave de paso colocada antes de la electroválvula**.



Figura N° 2.7: Reductor de presión

– **Filtro**

Al principio del sector de riego por goteo es conveniente instalar junto al reductor de presión, un filtro de agua para evitar obstrucciones de los goteros. (Ver foto izq. el dispositivo inclinado).



Figura N° 2.8: Filtro

– **Tuberías**

En los riegos de jardines pequeños y medianos suele bastar con tuberías de 32 y 25 mm de diámetro de polietileno (PE). A éstas se le conectan los ramales de goteo propiamente dicho, siendo **la tubería de 16 mm para goteo**, la más habitual.

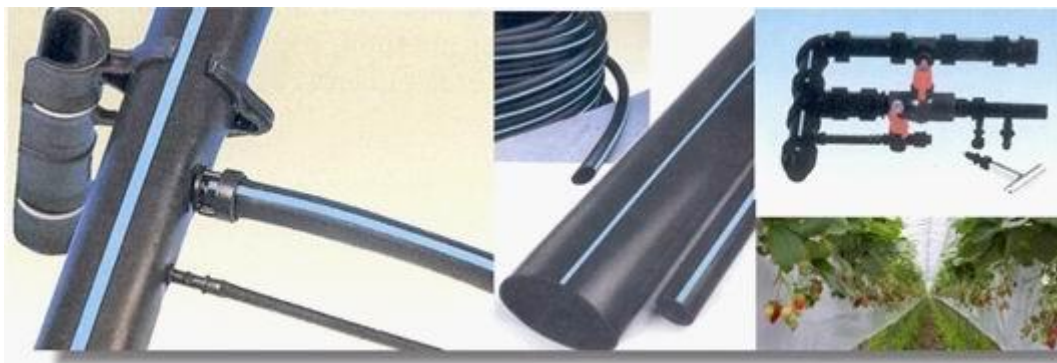


Figura N° 2.9: Tuberías

- **Piezas especiales**

Tes, codos, enlaces, llaves, empalmes, tapones, etc.



Figura N° 2.10: Piezas especiales

- **Emisores o goteros**

Los goteros los podemos dividir en los dos tipos siguientes:

- Goteros integrados en la propia tubería.
- Goteros de botón, para pinchar en tubo.

Los más baratos son los goteros integrados **NO AUTOCOMPENSANTES**.

Los goteros que se pinchan (de botón) resultan más práctico para jardineras o zonas donde las plantas están más desperdigadas y se ponen ahí donde se necesitan.



Figura N° 2.11: Gotero tipo botón

2.4.5 Partes que consta un Riego por Goteo:

- Sistema de filtrado.
 - Prefiltrado. Hidrociclones.
 - Filtros de arena. Característica de la arena
 - Filtros de malla o de anillas

- Los emisores. Principales tipos. Parámetros que definen su calidad y funcionamiento.

Las obstrucciones. Causas y tratamientos.

- El cabezal de riego
- Tuberías que conducen agua desde el cabezal hasta las proximidades de la planta
- Goteros
- Accesorios
- Dispositivos de regulación
- La inyección de fertilizantes
- Sistemas especiales con ramales enterrados
- Dispositivos de control en un riego automatizado.

2.4.6 Componentes de un Sistema de Riego por Goteo

La mayor parte de los grandes sistemas de riego por goteo utilizan un cierto tipo de filtro de agua para impedir la obstrucción de los pequeños tubos surtidores. Ciertos sistemas utilizados en zonas residenciales se instalan sin filtros adicionales ya que el agua potable ya está filtrada. Prácticamente todos los fabricantes de equipos de riego por goteo recomiendan que se utilicen los filtros y generalmente no dan garantías a menos que esto sea hecho.

El riego por goteo se emplea casi exclusivamente utilizando agua potable pues las reglamentaciones desaconsejan generalmente pulverizar agua no potable. En riego por goteo, la utilización de abonos tradicionales en superficie es casi ineficaz, así los sistemas de goteo mezclan a menudo el abono líquido o pesticidas en el agua de riego. Otros productos químicos tales como el cloro o el ácido sulfúrico son igualmente utilizados para limpiar periódicamente el sistema.

Si está correctamente montado, instalado, y controlado, el riego por goteo puede ayudar a realizar importantes economías de agua por la reducción de la evaporación. Por otro lado, el riego gota a gota puede eliminar muchas enfermedades que nacen del contacto del agua con las hojas. En conclusión, en las regiones donde los

aprovisionamientos de agua están muy limitados, se puede obtener un notable aumento de producción utilizando la misma cantidad de agua que antes.

Riego por goteo desplazable

Consiste en un bobinador de tubería de polietileno movido por un motor de 50w con reductores que permite bobinar 6m de tubería cada hora. En el extremo de la tubería se sitúa un triciclo con brazos transversales que distribuyen el agua hasta el suelo a través de pequeñas mangueras según el marco de plantación. Este sistema no moja las hojas, evitando proliferación de hongos, no moja toda la superficie de tierra, ahorrando agua, le bastan bajas presiones ahorrando energía y es utilizable con flujos pequeños de agua.

En las regiones muy áridas o sobre suelos arenosos, la mejor técnica consiste en regar tan lentamente como sea posible (menos de 1 litro por hora); esto se denomina riego por capilaridad, y consigue un efecto de hidroponía en suelo natural, ahorrando importantes costes.

El riego por goteo se utiliza intensivamente en el cultivo de la nuez de coco, la viña, la banana, las fresas, la caña de azúcar, el algodón o los tomates.

Es destacable su uso en las explotaciones agrícolas, de agricultura intensiva, de Almería y Murcia, donde, ante la escasez, los agricultores procuran un gasto mínimo de agua.

El sistema más eficiente de riego se ha creado en Israel y consiste en un sistema de riego por capilaridad y sensores de oxígeno que consiguen ahorrar un 40 % de agua más que en cultivos convencionales.

Los kits de gota a gota para el jardín son cada vez más populares para los propietarios de casas. Se componen de un temporizador, una tubería y varios goteros.

También se necesita un manoreductor para que la presión no sea excesiva en el sistema. Pueden llegar a salir disparados los goteros si no se regula adecuadamente.

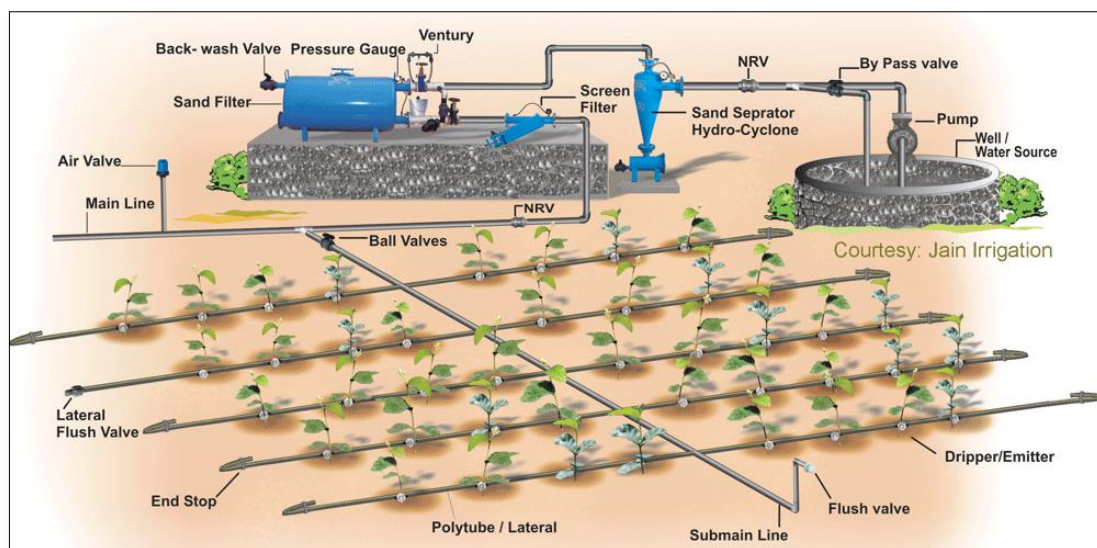


Figura N° 2.12: Sistema de riego por goteo

2.5 EVAPOTRANSPIRACION

La evapotranspiración es la suma de la transpiración de las plantas y de la evaporación de la humedad retenida en el follaje de las plantas, almacenada en las depresiones del terreno y de la capa superficial del suelo, como parte desagua necesaria para la nutrición de las plantas.

Dicho de otro modo el termino evapotranspiración se utiliza para resaltar, que el agua consumida en la evaporación y en la transpiración representa el 99% del consumo total del agua. Este término involucra dos conceptos importantes:

Evaporación: es el fenómeno mediante la cual el agua retenida por las hojas y el que existe en la superficie del suelo se evapora.

Transpiración: es el proceso por el cual el vapor de agua se desprende de las plantas vivas y pasa a la atmósfera.

2.5.1 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP)

Es la cantidad de agua evaporada y transpirada por una cobertura de pequeñas plantas (cultivo de referencia: pastos, alfalfa) en estado activo de crecimiento y con

suministro continuo y adecuado de humedad. La ETP depende de parámetros climáticos, tales como la radiación solar incidente, la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento.

2.5.2 EVAPOTRANSPIRACION REAL O ACTUAL (ETA)

Es la evapotranspiración real de las plantas para una determinada condición, tanto de clima como de tipo y estado de desarrollo de la planta y de las condiciones de humedad del suelo. La ETA por un coeficiente de cultivo (K_c), que depende de la etapa de desarrollo de la planta, la altura de la planta y la superficie foliar.

La ETA representa las demandas netas de agua de los cultivos, es decir la cantidad de agua necesaria para reponer las pérdidas de agua por evapotranspiración y mantener el equilibrio hidrológico del sistema suelo-planta. De no reponerse el agua perdida por evapotranspiracion, las plantas se marchitan y se mueren.

2.5.3 METODOS PARA CALCULAR LA EVAPOTRANSPIRACION

2.5.3.1 Según CHRISTIANSEN HARGREAVES (ETP)

Se ha desarrollado una serie de métodos para determinar la evapotranspiración potencial en una zona, los mismos que se basan tanto en principios físicos rigurosos como en la medida directa de la evaporación y en fórmulas empíricas establecidas en base a datos meteorológicos.

Los métodos que se apoyan en principios físicos tienen un alto grado de exactitud, pero su uso no está muy difundido por lo difícil que es obtener la información necesaria y por lo complicado que es su aplicación; los que se basan en la medida directa de la evaporación en una superficie libre de agua, a pesar de mostrar una gran correlación con respecto a la evapotranspiración potencial, requieren de datos normalmente escasos, que solo se registran en las estaciones meteorológicas completas; por último, las fórmulas empíricas basadas en datos meteorológicos son de uso mas práctico, ya que es fácil disponer en cada cuenca de la información necesaria, pero su inconveniente es que han sido desarrolladas en condiciones

climáticas normalmente diferentes a las del país, lo cual puede inducir cierto margen de error que, en el caso del nivel de éste estudio, puede considerarse aceptable.

Estas alternativas plantean una disyuntiva al técnico en el momento de elegir el método más apropiado para la determinación de la evapotranspiración potencial de una región. Estudios comparativos realizados han permitido concluir que las fórmulas que toman en cuenta los factores climáticos más importantes (temperatura, humedad, viento, luz solar y elevación) son las más convenientes y las que ofrecen un mayor grado de correlación.

Asimismo una serie de investigadores han empleado las mediciones de radiación solar y extraterrestre que alcanzan la atmósfera de la tierra, como factores principales de cálculo de la evaporación y evapotranspiración; habiendo hallado los Doctores J.E. Christiansen y G.H. Hargreaves que las fórmulas que usan la radiación extraterrestre como factor principal son generalmente superiores a otras fórmulas, cuando se les emplea para calcular la evaporación y/o evapotranspiración potencial, es por éstas razones que entre las fórmulas obtenidas por una serie de investigadores, se ha elegido la hallada por el Dr. J.E. Christiansen, la misma que fue desarrollada usando información de Pruitt, en un lucímetro de 20 pies de diámetro; ésta fórmula relaciona la evapotranspiración potencial (Etp) con la radiación extraterrestre (Rt) y ciertos factores climáticos tales como temperatura, viento, humedad relativa, luz solar y elevación, y su expresión es la siguiente:

$$Etp = 0.324 Rt . CTT . CWT . CHT . CST . CE$$

En donde:

Rt = radiación extraterrestre que alcanza la atmósfera de la tierra. Dato que puede ser obtenido de la tabla (mm/día).

CTT = corrección por temperatura: $0.463 + 0.425 (T/To) + 0.112 (T/To)^2$

T : es la temperatura media en grados centígrados.

To : es la temperatura de referencia igual a 20 °C.

CWT = corrección por viento: $0.672 + 0.406 (W/W_o) - 0.078 (W/W_o)^2$

W : es la velocidad media del viento en km/h a 2.00 m sobre el nivel del terreno.

W_o : es la velocidad del viento de referencia igual a 6.7 km/hr.

CHT = corrección por humedad: $1.035 + 0.240 (H/H_o)^2 - 0.275 (H/H_o)^3$

H : es la humedad relativa media expresada en decimales.

H_o : es la humedad relativa media de referencia igual a 0.60.

CST = corrección por luz solar: $0.340 + 0.0856 (S/S_o) - 0.196 (S/S_o)^2$

S : es el porcentaje medio de luz solar expresado en decimales.

S_o : es el porcentaje medio de referencia igual a 0.80.

CE = corrección por elevación: $0.970 + 0.030 (E/E_o)$

E : es la elevación sobre el nivel del mar, en metros, de la zona del proyecto.

E_o : es la elevación sobre el nivel del mar de referencia igual a 305 m.s.n.m.

La aplicación, a la evapotranspiración potencial calculada, del factor de cultivos, permite establecer la evapotranspiración real (Eta) o uso consuntivo (U); de allí que pueda plantearse la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Eta = U = Kc \cdot ETP \text{ (mm/día)}}$$

El índice **Kc** o factor de cultivo es un coeficiente variable con la especie en explotación y con la etapa de crecimiento de planta, siendo ésta última consideración especialmente válida para los cultivos anuales o temporales. El factor **R_t** o radiación extraterrestre es un parámetro que depende de la ubicación geográfica de la zona en un estudio y del mes en análisis.

2.5.3.2 Según BLANEY & CRIDDLE

Este método fue desarrollado en la zona oeste de los EE.UU. para ser aplicado en regiones áridas o semiáridas. Utiliza como parámetros la

temperatura media mensual y un factor ligado a la duración del día. En unidades métricas, la fórmula de Blaney & Criddle se expresa mediante la ecuación:

$$U = Kc \cdot p (8.12 + 0.457 t)$$

Donde:

U = uso consuntivo mensual, mm

Kc = coeficiente de uso consuntivo, que depende del tipo de cultivo y del estado de su desarrollo.

p = porcentaje de horas de iluminación del mes considerado respecto del año.

t = temperatura media mensual, °C.

2.5.3.3 Según PENMAN MODIFICADO

Se utiliza para las zonas donde se dispone de datos de temperatura, humedad relativa, viento y horas de sol o insolación, porque puede proporcionar resultados más satisfactorios para predecir los efectos del clima sobre las necesidades de agua de los cultivos. El programa CROPWAT versión 5.07 de la FAO, determina la ETP haciendo uso de este método.

2.5.4 CEDULA DE CULTIVO

La cedula de cultivo viene siendo la relación o tabla de cultivos posibles de un valle de acuerdo a sus condiciones de clima, suelo y experiencia en los agricultores.

La cédula de cultivo está compuesta por cultivos permanentes, anuales y rotación de los mismos, siendo los más importantes, por la extensión que cubren, los cultivos de maíz chala, hortalizas diversas, maíz grano, camote, vid, caña de azúcar, papa, arroz, frutas diversas, entre otros.

2.5.4.1 Cultivo permanente

Son los que tienen un periodo vegetativo mayor de un año tales como la caña de azúcar, los pastos y frutales.

2.5.4.2 Últimos temporales o anuales

Son los que tienen un ciclo vegetativo de algunos meses o máximo un año, como el maíz, el algodón, el arroz, las legumbres y los cereales.

2.5.5 CALENDARIO DE CULTIVOS Y COSECHAS

Es una herramienta fundamental en la toma de decisiones sobre la actividad agrícola, empezando por la planificación de las siembras hasta la distribución y comercialización de la producción agrícola.

El periodo de cosecha no solo está determinado por las características genéticas del cultivo y del comportamiento del recurso clima y/o agua del periodo vegetativo sino también por el mismo agricultor que decide ejecutar sus cosechas en función del mercado.

La oficina sectorial de Estadística del Ministerio de Agricultura con el objeto que el agricultor conozca las épocas de siembras y cosechas de cultivos de una región pública anualmente el boletín titulado “Calendario de siembras y cosechas programadas a nivel nacional.

2.5.6 COEFICIENTE DE CULTIVO

El coeficiente de cultivo (K_c), que se refiere a la evapotranspiración, es el coeficiente de un cultivo sano que crece en campos amplios, en condiciones óptimas de disponibilidad de agua en el suelo y de fertilidad, y que puede alcanzar por completo el potencial de producción en las condiciones de crecimiento dadas.

Por ejemplo el Maíz es uno de los principales cultivos alimentarios. Es particularmente importante en África y en América, y por ello existe mucha experiencia en el seguimiento de este cultivo. El maíz se cultiva en una variedad de ambientes de hasta 55° N de latitud, y desde el nivel del mar hasta una altura de 2500 m. El ciclo vegetativo del cultivo, al contrario del trigo es uniforme y no incluye un periodo de letargo, puesto que el maíz requiere temperaturas del aire de más de 12 °C para su desarrollo satisfactorio.

La duración promedio del ciclo promedio el ciclo de crecimiento del maíz es del 120 a 140 días. Sin embargo, debido a sus muy amplias adaptaciones a las alturas, algunas variedades de maíz que crecen a grandes alturas, como por ejemplo en Los Andes, pueden tomar hasta 300 días desde la siembra hasta la maduración, a 3000 m de altura. La mayoría de las variedades tempranas en condiciones cálidas, por otro lado maduran en 90-100 días.

Por lo tanto una de las primeras consideraciones para desarrollar un conjunto de coeficiente de cultivo para el cálculo del balance hídrico acumulativo del maíz será conocer con precisión la duración del ciclo vegetativo del maíz en una localidad dada. Otra consideración que se deberá tomar en cuenta para evaluar el coeficiente de cultivo de maíz es su gran necesidad de agua en el momento de la fase de floración.

Esto significa que a lo largo de tres décadas el Kc será mayor de 1,0 y podrá llegar a ser de 1,1 a 1,2. Esta gran necesidad de agua es provocada por el hecho de que, debido al tamaño del cultivo, hay una distribución diferente entre los varios términos del equilibrio de energía.

Otro elemento importante del balance hídrico acumulativo del maíz será el agua acumulada en el suelo al alcance del mas bien somero sistema radicular de la planta (+/- 50 cm).

2.5.7 VARIABLES DE LA DEMANDA DE AGUA

2.5.7.1 Precipitación efectiva

Es la precipitación menor con la que en realidad se cuenta

2.5.7.2 Precipitación efectiva reducida

Es la cantidad de agua reducida, que queda o que se dispone para los cultivos de un mes, de la precipitación eficaz (el agua se reduce porque habrá terrenos sin cultivar). Se calcula reconociendo que en algunos meses habrán terrenos sin cultivar, sobre los cuales de todas maneras le llegara la lluvia eficaz, así mismo la ETR para algunos cultivos será menor que la Precipitación efectiva.

$$PE/ETP= \% \text{ de Agua}$$

2.5.7.3 DEMANDA DE COSECHA

Es la cantidad de agua necesaria para la cosecha, suministrada por riego debido a la falta de agua por lluvia. $DC = ETR - PER$

2.5.7.4 DEMANDA DEL AGRICULTOR

Es una cantidad de agua en exceso por falta de una buena administración del agua; debido también a problemas por conducción: evaporación y filtración.

$$DA = \frac{DC}{Eficiencia}$$

Donde la eficiencia siempre es < 1

La demanda del agricultor en proyectos de riego por gravedad:

- La eficiencia del agricultor es el 40%

Para proyectos de riego tecnificado por goteo:

- La eficiencia es del 60% a 70%.

2.5.7.5 DESAGÜE REUSABLE

Es la cantidad de agua que por riego se puede incrementarse al agua disponible cuando puede haber en una zona a un proyecto de desagües reusables, si no hay no se incrementa. $DR = 10\% DA$

2.5.7.6 DEMANDA DEL PROYECTO

La demanda del proyecto es la que pasa por las líneas de conducción hasta donde está el cultivo, se mide también en función de su eficiencia (sistemas de control de caudales como: compuertas, reguladores, operación, etc).

Para sistemas de riego Canal Revertido, se considera una eficiencia de conducción y operación = 0.85 a 0.70

$$D_{PROY} = \frac{(DA - DR)}{0.85}$$

2.5.7.7 MODULO DE RIEGO

Es la cantidad de agua en m^3/s que se deberá optar por regar los cultivos en un mes.

$$Q = \frac{D_{proy} Area(m^2)}{tiempo(s)}$$

2.5.7.8 DOTACIONES DE RIEGO

Otra forma simplificada para determinar la dotación de riego o demanda de agua de los cultivos, se expresa por la siguiente fórmula:

$$D = \frac{EVT}{Ef}$$

Donde:

D = Dotación de riego

EVT= Evapotranspiración

Ef = Eficiencia total

2.5.7.9 6 Demanda Unitaria

Es la demanda para cada hectárea de un cultivo determinado. Con el cálculo de las dotaciones de riego de un conjunto de cultivos se puede calcular la dotación máxima en un mes determinado del año y teniendo en cuenta el número de horas de riego es posible diseñar la capacidad del canal de conducción desde la bocatoma a la zona de riego. Generalmente en la costa peruana es posible regar las 24 horas mientras que en la sierra sólo 10 horas.

2.5.7.10 DEFINICIONES COMPLEMENTARIAS

Altitud

Distancia vertical de un punto, medido desde un plano de referencia; por lo general se toma como tal, el nivel medio del mar.

Cultivo

Es el dar a una planta un tratamiento adecuado para hacerlas producir, induciendo aquella parte de la planta que es de nuestro interés el término es genérico pero puede decirse de una planta silvestre es aquella que se desarrolla de acuerdo a los principios naturales y la planta cultivada es aquella donde interviene el hombre, el cultivo también implica el tratamiento del suelo.

Cultivo Transitorio

Son todos aquellos cultivos que permanecen en el terreno menos de un año, al término de un periodo son totalmente levantados y el terreno es trabajado para poder sembrar el mismo cultivo a otro.

mm de lluvia

Es la cantidad de agua que cae sobre la superficie del suelo; se ha adoptado como norma que un mm de lluvia caída sobre una Ha, es equivalente a 10 m^3 de agua.

Periodo Vegetativo

Es el tiempo que transcurre desde la siembra hasta la cosecha.

Secano

Son las tierras de cultivo que no tienen un riego artificial y su única fuente de Abastecimiento de agua es la lluvia. Constituyen la mayor superficie de los cultivos en el Mundo y en el Perú.

Capacidad de campo

Es el contenido de humedad en un suelo expresado en %, después de un riego (24 a 48 horas después de un riego). Conforme se va humedeciendo el suelo, el agua va ocupando sus poros hasta llegar a la saturación o capacidad de campo, cuyos valores dependen de la textura del suelo.

CAPITULO III
MATERIAL Y METODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DE RIESGO DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1 Peligros Ambientales en el área de influencia

La provincia de Ascope afronta dos grandes peligros ambientales, que si bien no son permanentes si son recurrentes y de diverso grado de impacto sobre el desarrollo de las actividades de sus integrantes. Son de origen antropicos y de origen natural.

- Riesgos antrópicos, se han identificado la contaminación del aire por desechos tóxicos que generan las empresas fabricantes de azúcar. Este problema afecta directamente y más fuertemente a los centros poblados de los distritos de casa grande, magdalena de cao, Santiago de cao, Chocope, Ascope y Chicama.

La otra fuente de peligros ambientales, se resume en el cuadro N° 02, está constituida por los denominados riesgos naturales, que si bien son esporádicos, se potencian en tanto los actores locales no toman decisiones oportunas y eficaces para su prevención o reducción de impactos. Así son de destacar:

Cuadro N° 03.1: Peligros y Vulnerabilidades

GEODINÁMICA EXTERNA		PELIGROSIDAD NATURAL	
TIPO DE FENOMENO	AMBITO	DAÑOS PRODUCIDOS	MECANICOS
<i>INUNDACIONES</i>	<i>Chicama</i>	Perdida de cultivos agrícolas.	Incremento de caudal por encima de los promedios.
	<i>Razuri</i>	Viviendas destruidas Población afectada	Incremento de Pp, pluviales e incremento del caudal de los ríos. Inundación en zonas aledañas a poblados ribereños
<i>HUAYCOS</i>	<i>Chicama</i>	Perdidas de cultivos	Incremento de caudal por encima de los promedios.
		Viviendas destruidas Carreteras deterioradas Población afectada	Incremento de Pp, pluviales e incremento del caudal de los ríos. Deslizamiento de lodos y agua por cauces de los ríos usados como carreteras. Inundación en zonas aledañas a poblados ribereños
<i>DERRUMBES</i>	<i>Chicama</i>	Interrupción del acceso a provincias de la sierra	Caída de material rocoso en zonas de inestabilidad rocosa

- Inundaciones, fenómeno natural que ocurre de manera estacional, especialmente en época de “El Niño” cuyas fuertes precipitaciones producen crecidas violentas de los cursos de agua, ocasionando inundaciones que afectan en mayor intensidad las partes bajas y planas del valle de la provincia. Este fenómeno afecta a los centros poblados ubicados al este de la provincia, en los centros poblados: Quemazón y Piedra Molino; al norte y noroeste: los centros poblados Chicamita, Chiclín y Careaga. Lo mismo sucede en centros poblados aledaños al río Macabí, es decir en La Línea de Pancal y La Garita, ubicados al Oeste de la Provincia Ascope; también en la Quebrada Río Seco, ocasionando problemas en el centro poblado Arenita Baja y en la carretera panamericana. En todos estos lugares las inundaciones, aunque eventuales, producen pérdidas económicas.

- Huaycos, estos fenómenos se producen especialmente en los cauces de las quebradas, cuyos cursos están expuestos a fuertes pendientes, éstas tienen ocurrencia en zonas cercanas a laderas de cerros pertenecientes al Distrito Chicama, afectando a los centros poblados Pampas de Jagüey y Salinar.

- Derrumbes, se presentan como caídas violentas de materiales rocosos de variadas dimensiones, ocasionados principalmente por la fuerza de la gravedad, grado de estabilidad de rocas y otros efectos de erosión secundarios. A diferencia de otros fenómenos de remoción en masa, éstos se caracterizan por el movimiento desordenado acompañado de fuertes ruidos a manera de caída libre y sin rozar con la superficie. Este fenómeno tiene ocurrencia en los sectores cercanos a las vías de penetración especialmente entre los tramos del centro poblado Sausal a Huabalito en el Distrito Chicama.

En cuanto a la Peligrosidad Natural, sus grados de impacto dependen de la naturaleza e intensidad de los fenómenos así como de las acciones

preventivas o de mitigación que los agentes tomen y en la oportunidad que lo hacen. En promedio lo que ha venido ocurriendo en los últimos años es lo siguiente:

3.1.2 Impacto sobre Asentamientos Poblacionales

El grado de peligrosidad está en función a la cantidad y tamaño de asentamientos poblacionales que pudieran estar expuestos a alguno de los fenómenos identificados en la Provincia Ascope, acentuándose durante los meses de Enero a Marzo, que es la época de precipitaciones de la cuenca alta del río Chicama. Se produce el arrastre de la parte alta hacia la parte baja del río, ocasionando sedimentación y produciendo inundaciones.

Algunos indicadores geomorfológicos (el grado de ramificación, la densidad de drenaje, el escurrimiento medio, entre otros), confirman que la existencia de fuertes precipitaciones pluviales de corto período generan avenidas que afectan tanto la cuenca media como la baja del río Chicama, produciendo huaycos en los interfluvios, poniendo en riesgo a los centros poblados Pampas de Jagüey, Salinar y Sausal pertenecientes al Distrito Chicama.

3.1.3 Impacto sobre la Infraestructura Vial

Los desprendimientos de rocas y deslizamientos de la cuenca del río Chicama condicionados a factores tanto físicos como ambientales son los principales peligros naturales en la infraestructura vial, debido al desprendimiento lento de las rocas y/o desprendimientos violentos de masas rocosas (derrumbes). Estos fenómenos Geodinámicos, ocurren esporádicamente en las partes altas de la Provincia Ascope entre los tramos de la vía de penetración colindante desde Sausal a Huabalito en el Distrito Chicama, afectando la carretera afirmada (Carretera Nacional según la Nueva Jerarquía de Vías: PE1NG) y trochas carrozables existentes. Igualmente las inundaciones que se producen

estacionalmente en la parte baja del Valle de Chicama afectan principalmente la carretera panamericana: PE 1N. Estos daños se producen por lo general a la altura del centro poblado Careaga (distrito Chicama) y en la Arenita Baja (distrito Rázuri).

Si bien es cierto que en el entorno del distrito de Chicama se han identificados peligros de riesgo antropicos y riesgos naturales, que pueden generar perdidas y daños en el entorno social del distrito.

Sin embargo las situaciones de riesgos quedan minimizadas o anuladas, debido a que la exposición de la alternativa de solución del proyecto de riego tecnificado (destinado a satisfacer la demanda de un grupo de beneficiarios parcelarios con un total de 28.58 ha), en su localización y ubicación no genera vulnerabilidad por fragilidad y resiliencia.

3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Por su localización geográfica, al ámbito del Proyecto, le corresponde un clima templado-cálido. Los promedios anuales de temperatura están alrededor de los 21°C, estableciéndose máximas en torno a los 26°C y mínimas de alrededor de 16°C.

La humedad relativa es variable durante el día, desde 80% en horas de la madrugada, hasta 70% al mediodía. Las precipitaciones son escasas, como corresponde a la costa peruana, salvo en los años de ocurrencia del Fenómeno El Niño.

La información climatológica obtenida para el presente estudio, se basa en estudios realizados en la Estación Meteorológica Casa Grande a cargo de la Empresa Agroindustrial Casa Grande S.A.A., la cual se encuentra ubicada en la localidad de Casa Grande – La Libertad, ubicada en las coordenadas 7.44° S y 79.11° W, a 158 m.s.n.m.

Los datos obtenidos son un promedio para los Años 1999 al 2008, cuyos valores se presentan en el Cuadro siguiente. Los datos luego fueron procesados mediante el software Cropwat 4.3 para la obtención de la Evapotranspiración Potencial. Se calculo también la precipitación efectiva mediante el método de la FAO.

Cuadro N° 03.2 - Datos Climatológicos Utilizados para el Proyecto

DATOS CLIMATICOS PROMEDIOS 1999 - 2008

ESTACION: CASA GRANDE ALTITUD: 158 m.s.n.m
 PAIS PERU LATITUD: 07°44'54''
 LOCALIDAD CASA GRANDE LONGITUD: 79°11'30''

DESCRIPCION	UND	ENE	FE B	MA R		MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM ANUAL
Días del mes	día	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	
Temperatura Máxima-TMAX	°C	28.20	29.60	29.30	27.40	24.40	22.30	21.90	22.00	22.50	23.30	24.30	26.10	25.11
Temperatura Mínima-TMIN	°C	19.00	20.40	20.10	18.10	16.00	15.10	14.80	14.50	14.20	15.00	15.40	17.20	16.65
Humedad Relativa-HR	%	73.10	71.90	74.10	72.80	79.40	80.30	79.70	78.80	78.50	77.10	76.60	75.80	76.51
Horas de Sol-HR		7.00	6.50	7.00	7.20	6.70	5.80	5.30	5.40	5.10	5.70	6.20	6.80	6.23
Velocidad del Viento-V	km/día	69.30	60.80	54.10	54.60	50.70	48.00	49.60	52.40	60.60	67.40	65.80	69.60	58.58

Fuente: Elaboración Propia

3.3 CARACTERISTICAS DEL SUELO

Para efectos del estudio se tomaron 02 (dos) muestras de suelo agrícola, de acuerdo al detalle siguiente:

Cuadro N° 03.3 - Áreas Muestreadas para los Análisis de Suelos

AREA MUESTREADA	AREA (Ha)
Sub grupo A	19.27
Sub Grupo B	9.31
Total	28.58

Los resultados obtenidos en cada subgrupo se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 03.4- Resultado de Análisis de Suelos

DESCRIPCIÓN	M.O %	P (ppm)	K (ppm)	pH 1:1	Saturación %	CE (mS/cm)	CaCO3 %	Textura	C.T.C.
SUBGRUPO A	1.74	8.51	309.43	7.17	43	4.095	8.5	Franca	13.05
SUBGRUPO B	0.96	14.51	373.59	7.15	32	6.28	6.5	Arena Franca	5.88

Fuente: Resultados del Laboratorio AGROLAB

De acuerdo al Cuadro N° 03.4 se puede observar lo siguiente:

- La clase textural corresponde a suelos de textura franca a arena franca.
- El pH del terreno para el Subgrupo A es de 7.17 y para el Subgrupo B de 7.15, ambos ligeramente neutros.
- La conductividad eléctrica hallada es de 4.095 mS/cm., para el Subgrupo A y para el Subgrupo B es de 6.28 mS/cm, que corresponden a valores altos, producto de que se trata de suelos agrícola que han recibido dosis de fertilizantes, sin llegar a ser tóxicos para el cultivo propuesto (espárrago).
- El porcentaje de contenido de materia orgánica para el Subgrupo A es de 1.74 % y para el Subgrupo B es de 0.96 %, lo que indica que ambos suelos son bajos en materia orgánica, que deberá adicionarse durante las labores de explotación del cultivo.
- Se presenta una buena disponibilidad de fósforo y potasio.

En conclusión es un suelo que tiene poca capacidad de retención de la humedad, es apropiado para instalar el sistema de riego por goteo, siendo apto para el cultivo propuesto, Asimismo se tomará en cuenta el mínimo porcentaje de MO que poseen en el programa de fertilización.

Referente a la topografía, del área del proyecto es relativamente plana en su totalidad, con una pendiente promedio de 0.50%. Dichas características se tomarán en cuenta en el diseño hidráulico.

3.4 CARACTERISTICAS DEL AGUA

El agua a utilizar en el riego es subterránea. El análisis físico – químico del agua de los pozos arroja como resultado que el agua, en ambos casos, es apta para uso agrícola.

Los resultados nos indican que el agua en ambos pozos es de pH ligeramente neutro. Su conductividad eléctrica moderada, con un valor de 1.092 mS/cm., para el Pozo IRHS 764 y 1.202 mS/cm, para el Pozo IRHS 157, lo cual es aceptable para el cultivo de espárrago. Según la calidad de agua - FAO 29, la CE y la RAS no presentan ningún grado de restricción.

Cuadro N° 03.5 - Análisis de Agua

RESULTADOS	SUBGRUPO A - IRHS 764	SUBGRUPO B - IRHS 157
pH	7.01	7.06
CE (mS/cm)	1.092	1.202
Salinidad	C3 (Medio)	C3 (Medio)
Cationes (meq/L.)		
Calcio (Ca)	3.56	3.36
Magnesio (Mg)	2.02	1.44
Sodio (Na)	5.18	7.02
Potasio (K)	0.00	0.00
Suma de Cationes	10.76	11.82
Aniones (meq/L.)		
Carbonatos	0.00	0.00
Bicarbonatos (HCO ₃)	3.04	2.88
Cloruros (Cl)	2.64	4.1
Sulfatos (SO ₄)	0.00	0.00
Suma de aniones	5.68	6.98
RAS	3.1	4.53
Clase	Bajo	Bajo

Fuente: Resultados del Laboratorio AGROLAB

3.5 FUENTE DE ENERGÍA

La fuente de energía para el funcionamiento del sistema de riego por goteo para el Subgrupo A será proporcionada por un motor diesel, pues en este sector no se cuenta con energía eléctrica. Para el Subgrupo B, se utilizará una electrobomba, pues se tiene conexión de energía eléctrica trifásica en dicho sector.

3.6 ACTIVIDAD ECONÓMICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA

La base de la economía de las familias afectadas por la situación negativa que intenta modificar es la agricultura. Los agricultores de Paiján se dedican al cultivo de caña de azúcar, la misma que es vendida a la empresa de Casa Grande, los productos de pan llevar como el maíz amarillo duro, frijol, árboles frutales entre otros, son puestos a disposición del público de la provincia de Ascope y de Trujillo. Las tierras son irrigadas con aguas del río Chicama y del subsuelo (pozos).

Otra de las actividades primordiales entre la población del distrito es la crianza de ganado vacuno, cabrío y porcino, los cuales son usados para el consumo propio. La venta de leche se realiza a la empresa Gloria.

Con relación al distrito de Paiján la PEA (personas con más de 6 años) representa el 35.88%. La principal actividad económica del distrito de Paiján está representada por la actividad agropecuaria (38.23%), destacándose los cultivos de la caña de azúcar, espárragos (en pequeñas áreas con excelentes rendimientos), maíz amarillo duro, cultivos de pan llevar, y la ganadería.

La principal fuente de ingreso, está constituida por los sectores agropecuario y al comercio, donde la mayor parte de la población tanto varones y mujeres, comprendido por adultos y jóvenes participan activamente en diferentes formas en el proceso productivo.

Además de las actividades antes mencionadas; dentro del ámbito del distrito sus pobladores practican otras actividades (industrias manufactureras, construcción, transporte local) que le generan ingresos monetarios y de esta manera poder cubrir sus necesidades; a continuación de acuerdo al Censo 2,007 se describe la distribución de población según el PEA.

Cuadro N° 03.6: Datos Socio Económicos del Distrito de Paján

ACTIVIDAD ECONOMICA	TOTAL	GRANDES GRUPOS DE EDAD				
		6 A 14 AÑOS	15 A 29 AÑOS	30 A 44 AÑOS	45 A 64 AÑOS	65 Y MÁS AÑOS
Distrito PAIJAN	8321	116	2919	2853	2035	398
Agríc., ganadería, caza y silvicultura	3181	38	1117	973	855	198
Pesca	51		28	15	8	
Explotación de minas y canteras	8			4	4	
Industrias manufactureras	434	9	149	155	105	16
Suministro de electricidad, gas y agua	32	1	9	13	8	1
Construcción	414	6	140	165	88	15
Comerc., rep. veh. autom.,motoc. efect. pers.	1492	19	407	568	400	98
Venta, mant.y rep. veh.autom.y motoc.	149	2	63	57	22	5
Comercio al por mayor	91	1	27	46	13	4
Comercio al por menor	1252	16	317	465	365	89
Hoteles y restaurantes	238	8	63	86	73	8
Trans., almac. y comunicaciones	890	3	391	321	155	20
Intermediación financiera	22		10	10	2	
Activid.inmobil., empres. y alquileres	177	2	74	64	35	2
Admin.pub. y defensa; p. segur.soc a fil	141		36	56	48	1
Enseñanza	264		56	121	84	3
Servicios sociales y de salud	75		23	26	21	5
Otras activ. serv.comun.soc y personales	114	2	34	48	27	3
Hogares privados con servicio doméstico	184	7	80	59	34	4
Actividad economica no especificada	122		36	45	30	11
Desocupado	482	21	266	124	58	13

Fuente : INEI - Censos Nacionales 2007 : XI de Población y VI de Vivienda

3.6.1 Diagnostico de la Actividad Agrícola

El cultivo principal del valle de Chicama está representado por la caña de azúcar, cuya área de producción abarca casi el 74 % del área de la Junta. La tendencia se debe a la presencia de la 06 empresas Agroindustriales (Casa Grande, Cartavio, Chuquitoy, Chiclin, Sintuco, Corporación del Sur) sin embargo la rentabilidad económica de dicho cultivo cada vez se ve más afectada por la caída de los precios de la caña.

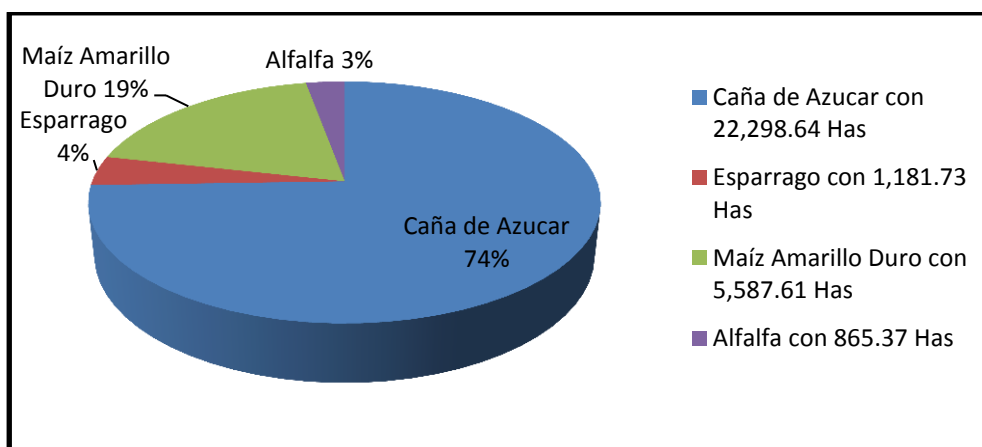
Por otro lado, la demanda hídrica de dicho cultivo es elevada en su época crítica, lo que sumado al sistema actual de riego (tradicional o por

inundación) acarrea consecuencias negativas en todo el valle por la escasez del agua.

Los otros cultivos de mayor producción en el ámbito de la Junta son el maíz amarillo duro, producto de fácil comercialización en el valle debido a la proliferación de granjas de pollos, pero de mediana rentabilidad económica para el agricultor.

Sin embargo, se observa la tendencia al incremento de áreas con cultivos alternativos de alta productividad y con mercado internacional, como lo son el espárrago, lo que facilita la inclusión del concepto de la tecnificación del riego parcelario en el valle, trabajando con aquellos agricultores con experiencia en el cultivo, buscando el efecto multiplicador entre los usuarios vecinos. Y finalmente otro cultivo por el área cultivada es la alfalfa debido a una creciente ganadería en la zona.

Grafico N° 03.1: Cultivos principales del Valle de Chicama



Fuente: Junta de Usuarios Valle de Chicama

3.7 EVALUACION DEL SISTEMA DE RIEGO

3.7.1 Situación de la Infraestructura de Riego Existente

En este valle de Chicama está constituido por 15 tomas ubicadas en ambos márgenes del río Chicama de las cuales se tiene 2 con estructura de concreto y compuertas metálicas (radiales), cinco con estructura de concreto pero sin

compuerta de control, cuatro semi rusticas, es decir sin estructura de concreto, solo con rieles y planchas de fierro, sin compuertas; y cuatro son totalmente rusticas, es decir, sin ningún tipo de estructura, ni compuertas. Todas se localizan aguas abajo del Puente Punta Moreno.

Cabe mencionar que las dos Tomas de captación que tienen estructura de control con compuertas radiales son la Toma Paijan y la Toma Roma, las cuales han sido remodeladas con financiamiento en convenio por el Ministerio de Agricultura a través del PSI y la JUDRCH en los años 2004 y 2008 respectivamente.

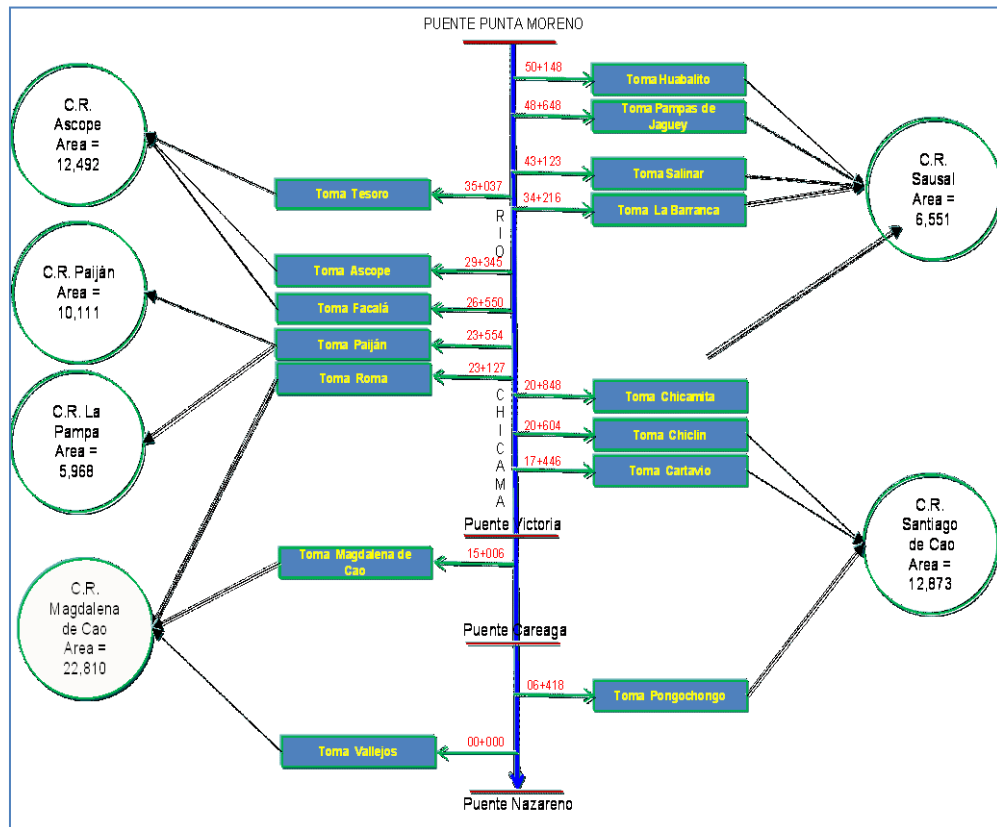
Se tiene un total de 56 Km de canales principales de derivación, de los cuales el 98% no están revestidos. Además existen un total de 203 Km de canales de distribución de primer orden hasta tercer orden.

Cuadro N° 3.7: Infraestructura de riego del Valle de Chicama

N°	TOMA DE CAPTACIÓN	UBICACIÓN	MARGEN	CAPAC. (M ³ /S)	MATERIAL	CONTROL	ESTADO
1	Huabalito	50+148	Izquierda	0.50	Tierra	Rustico	Regular
2	Pampas de Jaguey	48+648	Izquierda	2.00	Concreto	Semi Rustico	Malo
3	Salinar	43+123	Izquierda	3.00	Roca	Rústico	Regular
4	La Barranca	34+216	Izquierda	3.00	Tierra	Rústico	Malo
5	Chicamita	20+848	Izquierda	5.00	Rieles	Semi Rústico	Malo
6	Chiclin	20+604	Izquierda	13.00	Concreto	Semi rústico	Regular
7	Cartavio	17+446	Izquierda	16.00	Concreto	Semi rústico	Malo
8	Pongochongo	06+418	Izquierda	3.00	Tierra	Rústico	Malo
9	Tesoro	35+037	Derecha	3.00	Concreto	Semi rústico	Malo
10	Ascope	29+345	Derecha	6.00	Concreto	Semi rústico	Regular
11	Facalá	26+550	Derecha	20.00	Rieles	Rústico	Regular
12	Paiján	23+554	Derecha	20.00	Concreto	Compuerta Radial	Bueno
13	Roma	23+127	Derecha	20.00	Concreto	Compuerta Radial	Bueno
14	Magdalena de Cao	15+006	Derecha	6.00	Rieles	Semi rústico	Regular
15	Vallejo	00+000	Derecha	4.00	Fajina	Rústico	Regular

Fuente: Junta de Usuarios Valle de Chicama

Figura N° 03.2 - Esquema Hidráulico de la Infraestructura de Riego de la Junta de usuarios del Valle Chicama



Fuente: Junta de Usuarios Valle de Chicama

La descripción de las obras de captación, distribución y obras de arte a nivel del bloque de riego, en la Comisión de Regantes Paján es la siguiente:

Bocatoma Paján: Se encuentra ubicado en la progresiva 037+599, en la margen derecha del río Chicama, su construcción es de tipo permanente, presenta estructura de concreto con rejillas de fierro, con 02 compuertas radiales electromecánicas de 3.5 m por 1.5 m, para la regulación del agua; se gradua manualmente ya que no funciona el sistema eléctrico por no haber corriente trifásica en la zona. Da inicio al canal que lleva el mismo nombre.

Canal de Derivación Paiján: Se origina en la bocatoma Paiján, ubicada en el río Chicama a su margen derecha, en la progresiva 037+599; su caudal de diseño es de 15 m³/seg.

El canal tiene una longitud total de 44.732 Km, de los cuales 0.375 Km son revestidos; su sección es de tipo trapezoidal en la parte revestida y de sección irregular en la parte no revestida. A lo largo de su longitud se localiza 40 tomas laterales de primer orden, 80 tomas laterales de segundo orden, 34 tomas laterales de tercer orden, 06 tomas laterales de cuarto orden y 01 toma lateral de quinto orden. El canal da servicio a 10,111.08 Ha, beneficiando a 1,301 usuarios.

3.7.2 Junta de Usuarios de Riego de río Chicama

La Junta de Usuarios distribuye y controla el agua con fines agrícolas y de uso poblacional tanto en la época de abundancia como en el estiaje a nivel de Sector o Canal; de acuerdo a porcentajes que se determinan en base al Plan de Cultivos y Riego formulado y aprobado. Además tiene la facultad de realizar la cobranza de la tarifa de agua de uso agrario, de esta manera las Organizaciones de Usuarios tienen como función la operación y mantenimiento del sistema de riego y la cobranza de la Tarifa de agua de uso agrario.

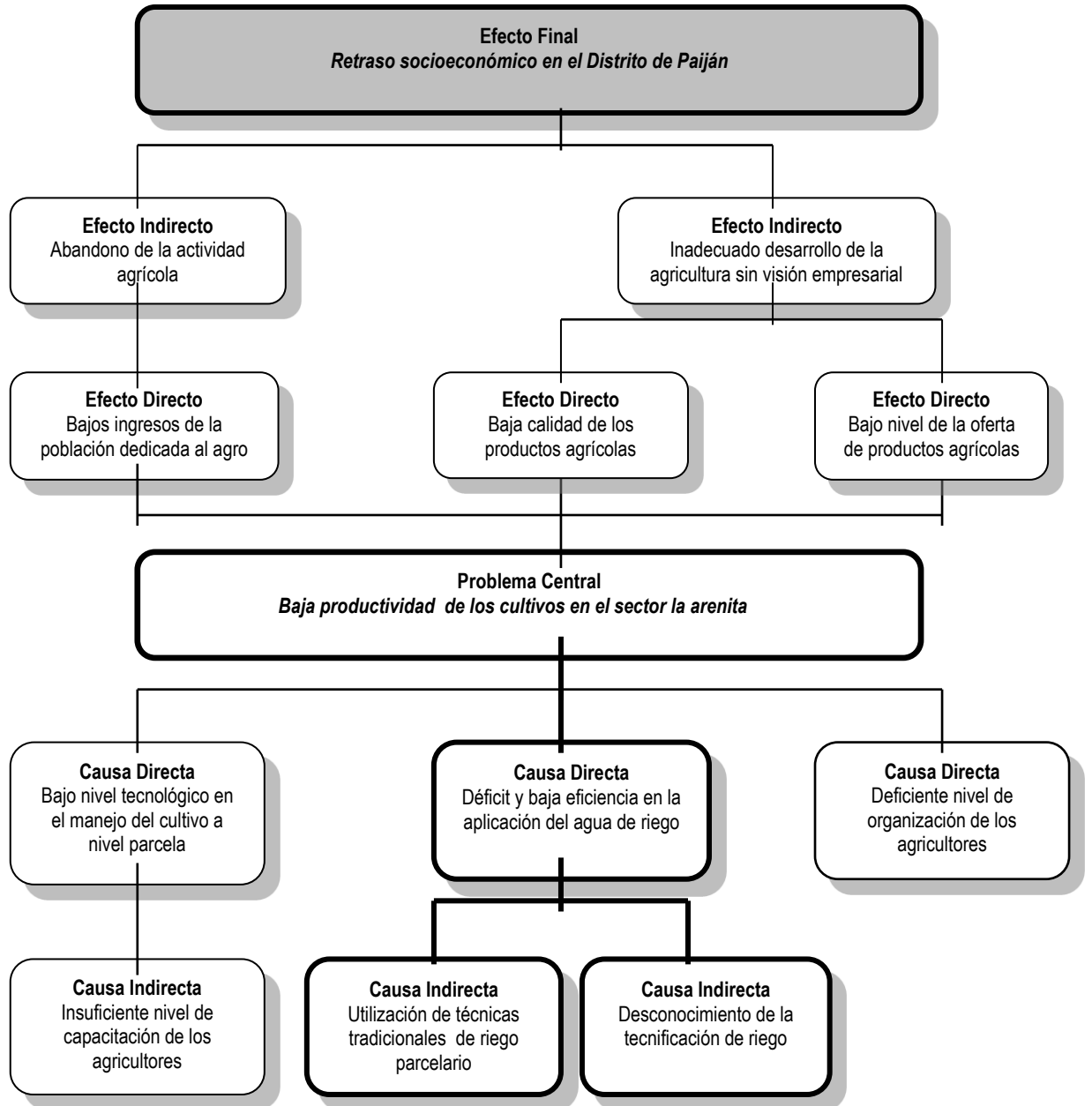
La Junta de Usuarios, a través de su Comisión de Regante Paijan, han identificado la problemática del uso ineficiente del recurso hídrico en el sistema de conducción, distribución y aplicación; y con el interés de mejorar la eficiencia de riego, han apoyado al proceso de difusión y sensibilización del Programa y Asistencia Técnica en Agricultura con Riego Tecnificado (Componente C2) del PSI, con la finalidad de conformar Grupo de Gestión Empresarial con sistema de riego tecnificado por goteo y así contribuir al incremento de la eficiencia de riego.

- **Administración Local de Aguas**

La Administración Local de Aguas del distrito de Riego Chicama, como ente responsable de la supervisión y cumplimiento de la autoridad respecto a la aplicación de las normas legales, es el indicado para asegurar la sostenibilidad del Sistema. En este proyecto la participación del ALA es muy importante para que efectúe el seguimiento y la supervisión periódica de las acciones del programa de recaudaciones por concepto de venta de agua, así como solicite a la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Chicama, que presenten de acuerdo a ley los balances de ingresos así como los resultados de los indicadores de gestión alcanzados cada año. Además de los antes mencionados, la Administración Local de Aguas tiene la misión de regularizar la formalización de los derechos de uso de agua superficial y subterránea mediante las resoluciones administrativas, para que así los usuarios de la Junta de Usuarios del Valle de Chicama puede participar en el programa de incentivos del componente B: Riego Tecnificado del programa Subsectorial de Irrigaciones-PSI, sin ninguna restricción.

Definición del Problema y sus Causas

Figura N° 03.3: Árbol de Causas – Efectos



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 DISEÑO AGRONÓMICO DEL SISTEMA RIEGO

4.1.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA HÍDRICA

En el presente estudio, por consideraciones de topografía, debido a que los agricultores beneficiarios son vecinos y pertenecen a una misma Comisión de Regantes que es la de Paiján, a la localización y oferta de la fuente hídrica subterránea, y a que están unidos por un Plan de Negocios en común, se ha considerado dos (02) subgrupos independientes: Subgrupo A – Pozo IRHS 764 y el Subgrupo B – Pozo IRHS 157, con un área de 19.27 Ha y 9.31 Ha, respectivamente, sumando un total de 28.58 Ha. En ese sentido, se detalla a continuación el análisis de la demanda hídrica para cada subgrupo en sus respectivos sectores de ubicación.

4.1.1.1 Cédula de Cultivos

a. Cedula de Cultivo Sin Proyecto

En la situación actual la cédula de cultivo, en ambos subgrupos, está compuesta en su mayoría por maíz amarillo duro y espárrago verde. Para fines de evaluación, tanto desde el punto de vista hídrico como en la evaluación económica del proyecto se trabajará como si la totalidad de las parcelas tuvieran maíz amarillo duro instalado. El detalle se observa en los Cuadros siguientes:

Cuadro N° 4.1: Cédula de Cultivo Sin Proyecto

Cédula de Cultivo – Subgrupo A – Pozo IRHS 764

PREDIO	AREA DE PROYECTO (Ha)	CULTIVO	OBSERVACION
1	3.99	Maíz y espárrago	Se considerará como maíz
2	1.08 2.80	Espárrago	Se considerará como maíz
3	3.84	Espárrago	Se considerará como maíz
4	1.32 0.40	En blanco	Maíz recién cosechado
5	0.39 1.23	En blanco	Maíz recién cosechado
6	1.60	En blanco	Maíz recién cosechado
7	1.46 1.16	Espárrago	Se considerará como maíz
total	19.27		

Cédula de Cultivo – Subgrupo B – Pozo IRHS 157

PREDIO	AREA DE PROYECTO (Ha)	CULTIVO	OBSERVACION
1	2.30	En blanco	Maíz recién cosechado
2	2.39	En blanco	Maíz recién cosechado
3	2.30	En blanco	Maíz recién cosechado
4	2.32	En blanco	Maíz recién cosechado
Total	9.31		

b. Cedula de Cultivo Con Proyecto

En la situación con proyecto el área a implementar con el sistema de riego por goteo es de 28.58 Ha. El cultivo a instalar será el espárrago (variedad F1). El principal cambio que se conseguirá con el proyecto es el incremento del rendimiento debido a la mejor y eficiente distribución del agua, y a la aplicación del recurso hídrico y fertilizantes, según las necesidades del cultivo.

Cuadro N° 4.2: Cédula de Cultivo Con Proyecto

Cédula de Cultivo – Subgrupo A – Pozo IRHS 764

PREDIO	AREA DE PROYECTO (Ha)	Cultivos	Observación
1	3.99	Espárrago	Se considerará espárrago F1
2	1.08	Espárrago	Se considerará espárrago F1
	2.80		
3	3.84	Espárrago	Se considerará espárrago F1
4	1.32	Espárrago	Se considerará espárrago F1
	0.40		
5	0.39	Espárrago	Se considerará espárrago F1
	1.23		
6	1.60	Espárrago	Se considerará espárrago F1
7	1.46	Espárrago	Se considerará espárrago F1
	1.16		
19.71			

Cédula de Cultivo – Subgrupo B – Pozo IRHS 157

PREDIO	AREA DE PROYECTO (Ha)	Cultivos	Observación
1	2.30	Espárrago	Se considerará espárrago F1
2	2.39	Espárrago	Se considerará espárrago F1
3	2.30	Espárrago	Se considerará espárrago F1
4	2.32	Espárrago	Se considerará espárrago F1
9.31			

4.1.1.2 Demanda de Agua

Para calcular la demanda de agua en las situaciones sin y con proyecto, se han tomado en consideración los datos siguientes:

- Factor de Cultivo (Kc). Depende de las características fisiológicas y periodos vegetativos de los cultivos. Los valores sin y con proyecto se presentan en el Cuadro N° 3.3.
- Evapotranspiración potencial de los cultivos (Eto). Expresada en mm/día, (Cuadro N° 3.4) es la cantidad de agua consumida por un cultivo de referencia como el grass, bajo óptimas condiciones de crecimiento. Para el estudio se ha considerado los datos de la estación meteorológica Casa Grande.
- Evapotranspiración real del cultivo o uso consuntivo (Uc). Es la cantidad de agua que necesitan los cultivos para cumplir con sus requerimientos fisiológicos. Se expresa en mm/día.
- Precipitación efectiva (P. Efec). Es la parte de la lluvia que es efectivamente aprovechada por los cultivos.

- Déficit de humedad. Es la lámina de agua que requieren los cultivos para cubrir sus necesidades, descontando la precipitación efectiva.

- Eficiencia de riego (Ef. riego). En la situación sin proyecto el riego es por inundación y se ha estimado una eficiencia de 45%. Con proyecto, se espera alcanzar el 90 % de eficiencia.

- Requerimiento de agua (Req). Es la lámina de agua final a emplear en el diseño, la cual incluye todos los parámetros anteriores.

Cuadro N° 4.3. Factor de Cultivo Kc de los Productos Propuestos

Situación Sin Proyecto

CEDULA DE CULTIVO MENSUAL SIN PROYECTO - KC - MAIZ AMARILLO

DESCRIPCION	HAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MAIZ AMARILLO DURO	28.58		0.35	0.71	0.90	0.90			0.35	0.71	0.90	0.90	
AREA CULTIVADA	28.58	-	30.06	30.06	30.06	30.06	-	-	30.06	30.06	30.06	30.06	-
KC MAIZ AMARILLO DURO		-	0.35	0.71	0.90	0.90	-	-	0.35	0.71	0.90	0.90	-

Fuente: Elaboración Propia

Situación Con Proyecto

CEDULA DE CULTIVO MENSUAL CON PROYECTO - KC ESPARRAGO VERDE

DESCRIPCION	HAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ESPARRAGO VERDE	30.06	1.12	0.80	0.60	0.50	1.00	0.90	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00	0.90
AREA CULTIVADA	30.06	30.06	30.06	30.06	30.06	30.06	30.06	30.06	30.06	30.06	30.06	30.06	30.06
KC ESPARRAGO VERDE		1.12	0.80	0.60	0.50	1.00	0.90	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00	0.90

Fuente: Elaboración Propia

Respecto al Kc del espárrago, los valores bajos correspondientes a los meses de julio y agosto, se deben a la temporada de agoste y cosecha del cultivo en la zona de estudio.

Cuadro N° 4.4. Datos de Evapotranspiración Potencial

DESCRIPCION	UND	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM ANUAL
Eto	mm/día	3.97	4.04	4.06	3.68	2.98	2.49	2.44	2.69	2.90	3.25	3.41	3.68	3.30
Eto del Mes	mm/mes	123.07	113.12	125.86	110.40	92.38	74.70	75.64	83.39	87.00	100.75	102.30	114.08	100.22

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 4.5. Demanda Hídrica – Situación Sin Proyecto

CALCULO DE LA DEMANDA SIN PROYECTO (MAIZ AMARILLO DURO)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Eto	mm/día	3.97	4.04	4.06	3.68	2.98	2.49	2.44	2.69	2.90	3.25	3.41	3.68	
Kc Maiz Amarillo Duro		0.00	0.35	0.71	0.90	0.90	0.00	0.00	0.35	0.71	0.90	0.90	0.00	
Uso Consultivo Etc	mm/día	0.00	1.41	2.88	3.31	2.68	0.00	0.00	0.94	2.06	2.93	3.07	0.00	
Precipitacion Efectiva	mm/día	0.19	0.64	0.12	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	
Necesidades Netas del Cultivo	mm/día	0.00	0.77	2.76	2.76	2.68	0.00	0.00	0.94	2.06	2.91	3.04	0.00	17.93
Eficiencia de Aplicación	%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	
Necesidades Totales de cultivo	mm/día	0.00	1.72	6.14	6.14	5.96	0.00	0.00	2.09	4.58	6.46	6.76	0.00	39.84
	m3-ha/día	0.00	17.22	61.42	61.36	59.60	0.00	0.00	20.92	45.76	64.60	67.56	0.00	398.44
Area de Riego	ha	0.00	28.58	28.58	28.58	28.58	0.00	0.00	28.58	28.58	28.58	28.58	0.00	
Demanda Total unitario - Mensual	m3/ha/mes	0.00	482.04	1,904.01	1,840.89	1,847.60	0.00	0.00	648.59	1,372.67	2,002.56	2,026.89	0.00	12,125.25
Demanda Total - Mensual	m3/mes	0.00	13,776.83	54,416.70	52,612.60	52,804.41	0.00	0.00	18,536.67	39,230.81	57,233.04	57,928.48	0.00	346,539.55

Cuadro N° 4.6. Demanda Hídrica – Situación Con Proyecto

CALCULO DE LA DEMANDA CON PROYECTO - CULTIVO ESPARRAGO VERDE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Eto	mm/día	3.97	4.04	4.06	3.68	2.98	2.49	2.44	2.69	2.90	3.25	3.41	3.68	
Kc Esparrago		1.12	0.80	0.60	0.50	1.00	0.90	0.30	0.50	0.70	0.90	1.00	0.90	
Uso Consultivo Etc	mm/día	4.45	3.23	2.44	1.84	2.98	2.24	0.73	1.35	2.03	2.93	3.41	3.31	
Precipitacion Efectiva	mm/día	0.19	0.64	0.12	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	
Necesidades Netas del Cultivo	mm/día	4.26	2.59	2.32	1.29	2.98	2.24	0.73	1.35	2.03	2.91	3.38	3.31	29.39
Eficiencia de Aplicación	%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	
Necesidades Totales de cultivo	mm/día	4.73	2.88	2.57	1.43	3.31	2.49	0.81	1.49	2.26	3.23	3.76	3.68	32.65
	m3-ha/día	47.31	28.81	25.75	14.33	33.11	24.90	8.13	14.94	22.56	32.30	37.57	36.80	326.51
Area de Riego Pozo-IRSH 764	ha	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	
Demanda Total unitario - Mensual	m3/ha/mes	1,466.65	806.62	798.18	429.78	1,026.44	747.00	252.13	463.28	676.67	1,001.28	1,127.11	1,140.80	9,935.94
Demanda Total - Mensual	m3/mes	28,262.32	15,543.61	15,380.89	8,281.82	19,779.58	14,394.69	4,858.61	8,927.36	13,039.37	19,294.62	21,719.43	21,983.22	191,465.52
Area de Riego Pozo-IRSH 157	ha	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	
Demanda Total unitario - Mensual	m3/ha/mes	1,466.65	806.62	798.18	429.78	1,026.44	747.00	252.13	463.28	676.67	1,001.28	1,127.11	1,140.80	9,935.94
Demanda Total - Mensual	m3/mes	13,654.50	7,509.65	7,431.04	4,001.23	9,556.20	6,954.57	2,347.36	4,313.12	6,299.77	9,321.90	10,493.40	10,620.85	92,503.58

4.1.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA HÍDRICA

El Sector la arenita integra el espacio de la sub-cuenca del Río Chicama y recibe las aguas a través del Canal de Derivación Paiján, del Canal de Primer Orden. Sin embargo, la oferta de agua está supeditada a las lluvias en las zonas de la Sierra, las cuales son variables; en consecuencia, la dotación de agua superficial es irregular.

En la situación sin proyecto el caudal que se brinda a las parcelas en promedio es de un caudal de 160 l/s. La frecuencia de dotación es cada 10 días en época de avenidas (enero a junio); y en estiaje (julio a diciembre) cada 20 días. El tiempo de riego otorgado a las parcelas es de 1 hora por Ha, tanto en avenidas como en estiaje.

En la situación con proyecto, para todo el año, se está considerando la oferta diaria de agua subterránea, para lo cual se explotarán 02 (dos) pozos a tajo abierto; el Pozo IRHS 764 del Subgrupo A (con un tiempo de operación promedio de 17.78 horas), y el Pozo IRHS 157 del Subgrupo B (con un tiempo de operación promedio de 10.68 horas). Las características de los pozos a tajo abierto son las siguientes:

❖ SUBGRUPO A:

Pozo IRHS 764

Ubicación: Coordenadas UTM E 687805 - N 9143443

Profundidad total de Pozo: 9.0 m

Nivel Estático: 1.80 m

Nivel Dinámico: 7.80 m

Caudal: 16.0 l/s según prueba de rendimiento.

❖ **SUBGRUPO B:**

Pozo IRHS 157

Ubicación: Coordenadas UTM E 688793 - N 9144301

Profundidad total de Pozo: 24.0 m

Nivel Estático: 11.92 m

Nivel Dinámico: 14.91 m

Caudal: 12.32 l/s según prueba de rendimiento.

4.1.2.1 BALANCE OFERTA - DEMANDA

El Balance Oferta – Demanda está en función a la oferta de agua que se tiene (superficial y/o subsuperficial), y a la cantidad de agua que se requiere para irrigar los cultivos (en las situaciones con y sin proyecto).

En el Cuadro N°3.7, se aprecia que la oferta de agua en la situación sin proyecto no cubre las necesidades hídricas entre los meses de marzo a noviembre (exceptuando el mes de agosto).

En los Cuadros N°3.8, se observa que en la situación con proyecto, utilizando la fuente hídrica subterránea, debido al incremento de la eficiencia de aplicación del sistema de riego por goteo, el agua alcanza para cubrir la demanda durante toda la campaña del cultivo propuesto, el espárrago verde.

Cuadro N°4.7. Oferta Hídrica – Situación Sin Proyecto

OFERTA DE AGUA CANAL SIN PROYECTO

Fuente de Agua	Superficial	
Tipo	Canal	
Oferta de agua	160	l/s
	576	m3/hr
Tiempo de riego	1	hr-ha
Frecuencia de riego	10	día
Frecuencia de riego	20	día
Área de Proyecto	28.58	ha

DESCRIPCIÓN	UNID	MESES												TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Oferta de Agua Pozo	Lps	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	
	m3/hr	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	576.00	
Tiempo de Riego	Hrs	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	
Frecuencia de Riego		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
Numero de Riego Mes		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Superficie Bajo Riego	ha	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	28.58	
Volumen Total Ofertado	(m3/mes)	49,386.24	49,386.24	49,386.24	49,386.24	49,386.24	49,386.24	24,693.12	24,693.12	24,693.12	24,693.12	24,693.12	24,693.12	444,476.16
	(m3/ha/mes)	1,728.00	1,728.00	1,728.00	1,728.00	1,728.00	1,728.00	864.00	864.00	864.00	864.00	864.00	864.00	15,552.00
	(m3/día)	55.74	61.71	55.74	57.60	55.74	57.60	27.87	27.87	28.80	27.87	28.80	27.87	513.22

Cuadro N° 4.8 Oferta Hídrica – Situación Con Proyecto - Subgrupo A – POZO IRHS 764

OFERTA DE AGUA POZO CON PROYECTO

BLOQUE – A

Fuente de Agua	Subterránea	
Tipo de Pozo	Tajo abierto (anillo de concreto)	
código	IRHS-764	
Oferta de agua	16	l/s
	57.6	m3/hr
Tiempo de riego	16	hrs
Frecuencia de riego	1	día
Área de Proyecto	19.27	ha

DESCRIPCIÓN	UNID	MESES												TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Oferta de Agua Pozo	Lps	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	
	m3/hr	57.60	57.60	57.60	57.60	57.60	57.60	57.60	57.60	57.60	57.60	57.60	57.60	
Tiempo de Riego	Hrs	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	
Numero de Riego Mes		28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	
Superficie Bajo Riego	ha	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	19.27	
Volumen Total Ofertado	(m3/mes)	25,804.80	25,804.80	25,804.80	25,804.80	25,804.80	25,804.80	25,804.80	25,804.80	25,804.80	25,804.80	25,804.80	25,804.80	309,657.60
	(m3/ha/mes)	1,339.12	1,339.12	1,339.12	1,339.12	1,339.12	1,339.12	1,339.12	1,339.12	1,339.12	1,339.12	1,339.12	1,339.12	16,069.41
	(m3/dia)	47.83	47.83	47.83	47.83	47.83	47.83	47.83	47.83	47.83	47.83	47.83	47.83	573.91

Cuadro N° 4.9. Oferta Hídrica – Situación Con Proyecto - Subgrupo B - POZO IRHS 157

OFERTA DE AGUA POZO CON PROYECTO

BLOQUE – B

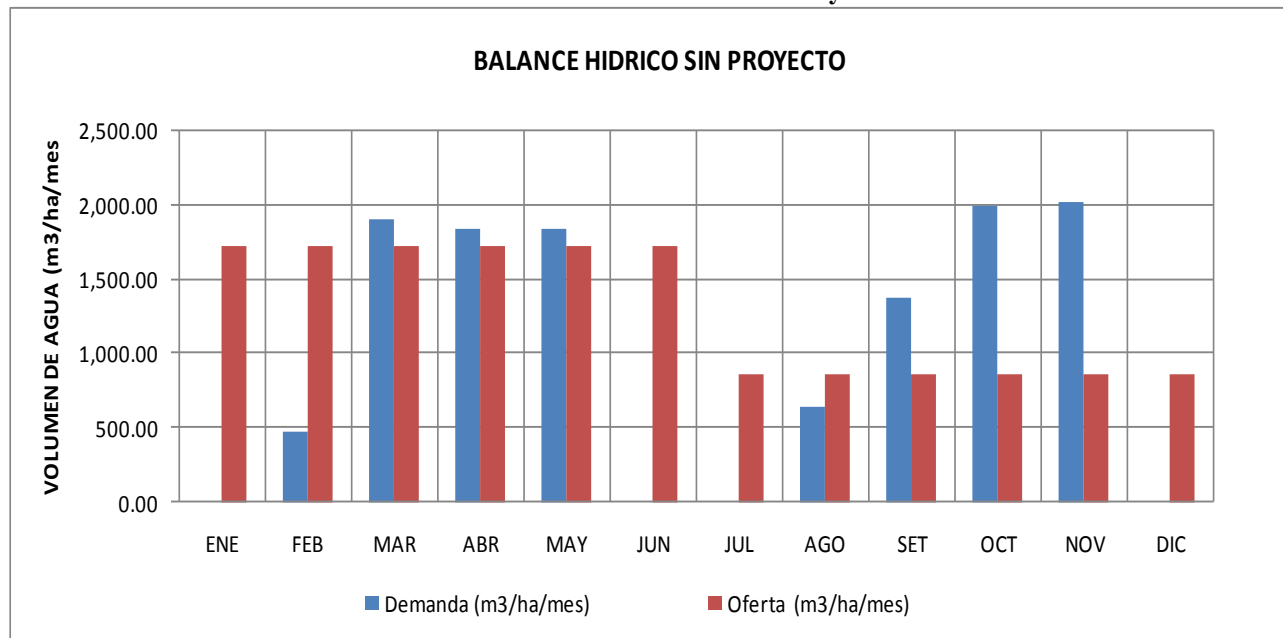
Fuente de Agua	Subterránea	
Tipo de Pozo	Tajo abierto (anillo de concreto)	
código	IRHS-157	
Oferta de agua	12.5	l/s
	45	m3/hr
Tiempo de riego	12	hrs
Frecuencia de riego	1	dia
Área de Proyecto	9.31	ha

DESCRIPCIÓN	UNID	MESES												TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	DEP	OCT	NOV	DIC	
Oferta de Agua Pozo	Lps	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	
	m3/hr	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	
Tiempo de Riego	Hrs	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	
Numero de Riego Mes		28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	
Superficie Bajo Riego	ha	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	9.31	
Volumen Total Ofertado	(m3/mes)	15,120.00	15,120.00	15,120.00	15,120.00	15,120.00	15,120.00	15,120.00	15,120.00	15,120.00	15,120.00	15,120.00	15,120.00	181,440.00
	(m3/ha/mes)	1,624.06	1,624.06	1,624.06	1,624.06	1,624.06	1,624.06	1,624.06	1,624.06	1,624.06	1,624.06	1,624.06	1,624.06	19,488.72
	(m3/dia)	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	696.03

Cuadro N° 4.10. Balance Hídrico – Situación Sin Proyecto (Maíz Amarillo Duro)

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Demanda	(m3/ha/mes)	0.00	482.04	1,904.01	1,840.89	1,847.60	0.00	0.00	648.59	1,372.67	2,002.56	2,026.89	0.00
	(m3/ha/día)	0.00	17.22	61.42	61.36	59.60	0.00	0.00	20.92	45.76	64.60	67.56	0.00
Oferta	(m3/ha/mes)	1,728.00	1,728.00	1,728.00	1,728.00	1,728.00	1,728.00	864.00	864.00	864.00	864.00	864.00	864.00
	(m3/ha/día)	55.74	61.71	55.74	57.60	55.74	57.60	27.87	27.87	28.80	27.87	28.80	27.87
Balance	(m3/ha/mes)	1,728.00	1,245.96	-176.01	-112.89	-119.60	1,728.00	864.00	215.41	-508.67	-1,138.56	-1,162.89	864.00
	(m3/ha/día)	55.74	44.50	-5.68	-3.76	-3.86	57.60	27.87	6.95	-16.96	-36.73	-38.76	27.87

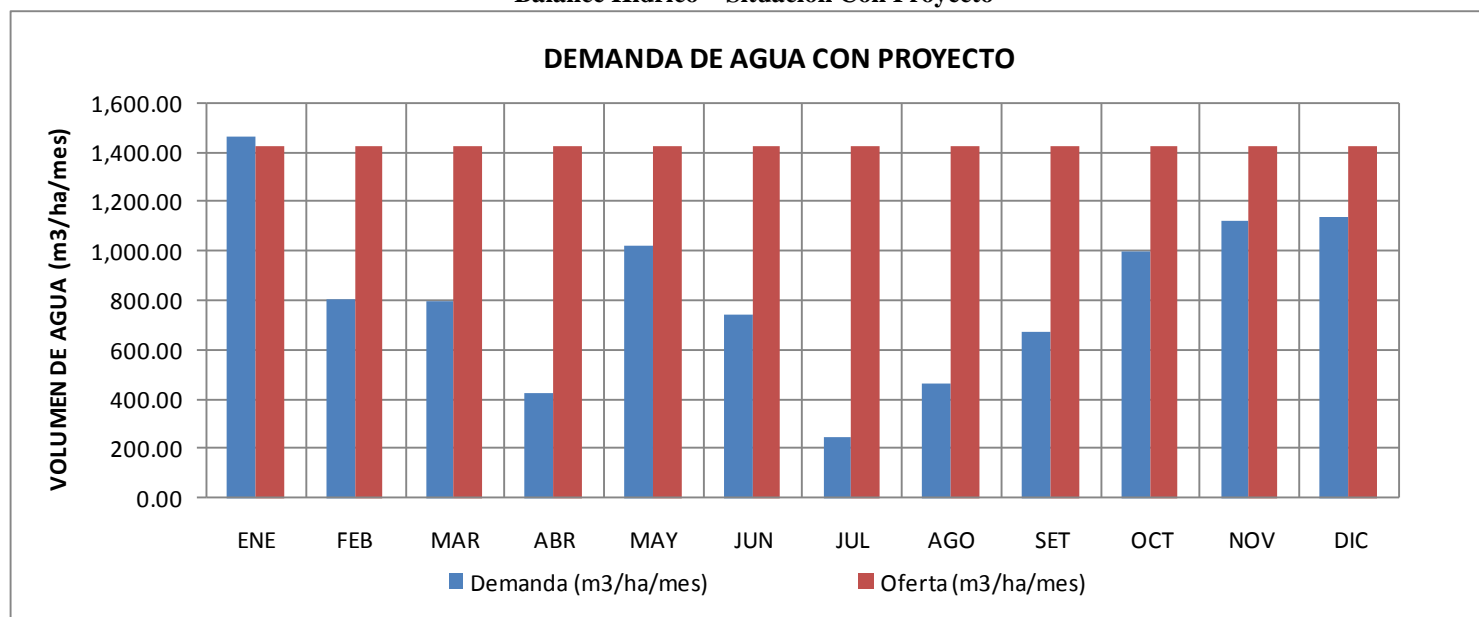
Balance Hídrico – Situación Sin Proyecto



Cuadro N° 4.11. Balance Hídrico – Situación Con Proyecto (Espárrago) – Subgrupo A y B

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Demanda	(m3/ha/mes)	1,466.65	806.62	798.18	429.78	1,026.44	747.00	252.13	463.28	676.67	1,001.28	1,127.11	1,140.80
	(m3/ha/día)	47.31	28.81	25.75	14.33	33.11	24.90	8.13	14.94	22.56	32.30	37.57	36.80
Oferta	(m3/ha/mes)	1,431.94	1,431.94	1,431.94	1,431.94	1,431.94	1,431.94	1,431.94	1,431.94	1,431.94	1,431.94	1,431.94	1,431.94
	(m3/ha/día)	46.19	51.14	46.19	47.73	46.19	47.73	46.19	46.19	47.73	46.19	47.73	46.19
Balance	(m3/ha/mes)	-34.71	625.32	633.76	1,002.16	405.49	684.94	1,179.81	968.66	755.27	430.66	304.83	291.14
	(m3/ha/día)	-1.12	22.33	20.44	33.41	13.08	22.83	38.06	31.25	25.18	13.89	10.16	9.39

Balance Hídrico – Situación Con Proyecto



En el anexo se presenta las hojas de cálculo completas

4.2 DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE RIEGO

4.2.1 Concepción del Proyecto

El cultivo propuesto para el presente estudio es el espárrago verde.

Subgrupo A

El agua demandada por el sistema de riego será dotada por un pozo a tajo abierto (Pozo IRHS 764), cuya oferta hídrica, acorde a la prueba de rendimiento realizada puede brindar un caudal de 16.0 l/s.

A un perímetro no mayor de 10 m del pozo se instalará el cabezal de riego, que constará de los siguientes equipos:

- Unidad de bombeo (accionada por una turbina vertical)
- Equipo de fertilización
- Equipo de filtrado

A partir del cabezal de riego, el agua será conducida por una tubería telescópica de PVC UF – C-5, desde los 140, 110, 90 mm, 75 mm hasta los 63 mm de diámetro, pasando por cada uno de los sectores a irrigarse.

De la cabecera de las parcelas el agua se distribuirá por un sistema telescópico de tubería de PVC UF – C-5, con diámetros que van desde 63 mm y 1 ½”.

Los arcos de riego están conformados por una Válvula Hidráulica de 2”, acompañada de una válvula de aire de aire de 1/2”, además de contar con un piloto regulador de presión.

Los elementos que aplican el riego son las mangueras de goteo de pared delgada Clase 10 mil de 16 mm de diámetro con goteros integrados de 1.02 l/hr, distanciados a 0.30 m, dando un caudal de 3.4 l/m.

Subgrupo B

El agua demandada por el sistema de riego será dotada por un pozo a tajo abierto (Pozo IRHS 157), cuya oferta hídrica, acorde a la prueba de rendimiento realizada puede brindar un caudal de 12.50 l/s.

A un perímetro no mayor de 10 m del pozo se instalará el cabezal de riego, que constará de los siguientes equipos:

- Unidad de bombeo (electrobomba sumergible)
- Equipo de fertilización
- Equipo de filtrado

A partir del cabezal de riego, el agua será conducida por una tubería telescópica de PVC UF – C-5, desde 110 mm hasta los 90 mm de diámetro, pasando por cada uno de los sectores a irrigarse.

De la cabecera de las parcelas el agua se distribuirá por un sistema telescópico de tubería de PVC UF – C-5, con diámetros que van desde 63 mm y 1 ½”.

Los arcos de riego están conformados por una Válvula Hidráulica de 2”, acompañada de una válvula de aire de aire de 1/2”, además de contar con un piloto regulador de presión.

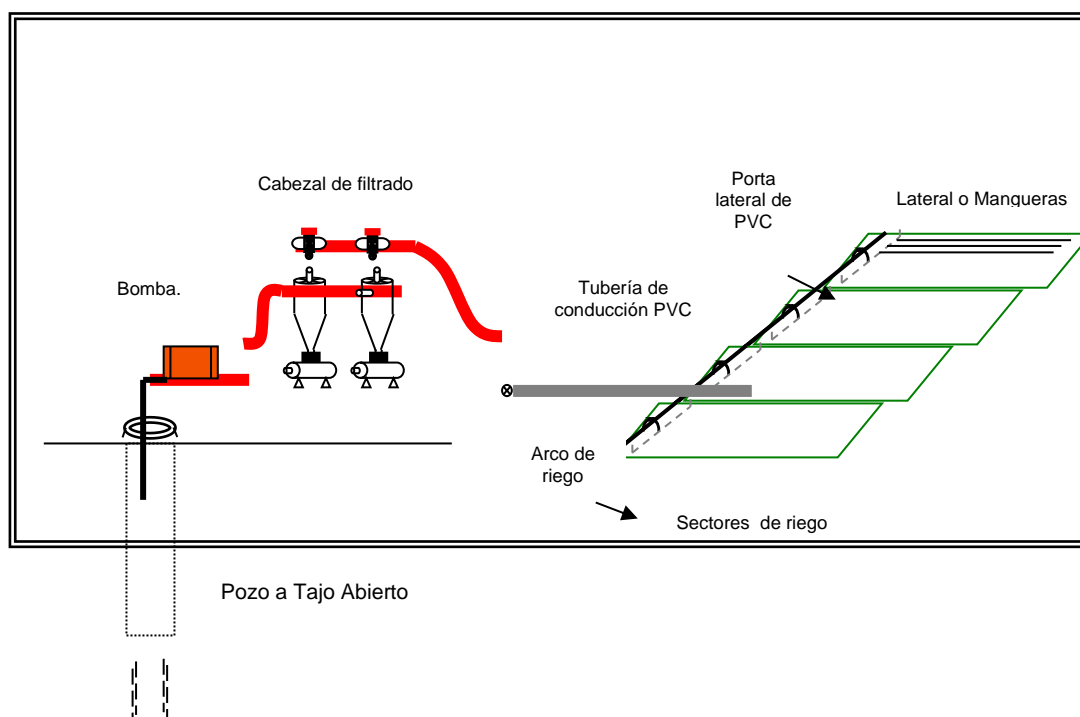
Los elementos que aplican el riego son las mangueras de goteo de pared delgada Clase 10 mil de 16 mm de diámetro con goteros integrados de 1.02 l/hr, distanciados a 0.30 m, dando un caudal de 3.4 l/m.

Cada sector cuenta una caseta para la unidad de bombeo y una caseta para el cabezal de filtrado.

4.2.2 Esquema Hidráulico

En la Figura N° 3.1 se presenta el esquema hidráulico del Proyecto en estudio, incluyendo los principales componentes como son: el pozo a tajo abierto, unidad de bombeo, cabezal de filtrado, tuberías de conducción y distribución, arcos de riego y distribuidores parcelarios, sectores de riego y laterales de riego.

Figura N° 4.1. Esquema Hidráulico del Proyecto



Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Diseño agronómico

Para el presente Proyecto, por consideraciones de topografía, ubicación entre los predios y de la fuente hídrica, se han considerado dos cabezales de riego distribuidos en los dos Subgrupos considerados (Subgrupo A y Subgrupo B).

A continuación se presentan los Cuadros de Parámetros de Diseño para el cultivo de espárrago verde con sistema de riego por goteo:

Cuadro N°4.12: Parámetros de Diseño (Subgrupo A y Subgrupo B)

PARÁMETROS DE DISEÑO		
REGION	LA LIBERTAD	
PROVINCIA	ASCOPE	
DISTRITO	PAIJAN	
JUNTA DE USUARIOS	CHICAMA	
SUPERFICIE	ha	28.58
CULTIVO (s)		ESPARAGO
MARCO DE PLANTACION		0.30 m x 1.80 m
RELIEVE		SEMIPLANO
FUENTE DE AGUA		POZO
MES CRITICO	mes	Enero
Eto	mm/día	3.97
FACTOR DE CULTIVO	Kc	1.12
ETc	mm/día	4.45
PRECIPITACION EFECTIVA (PE)	mm/día	0.19
LÁMINA NETA A REPONER (En Máx. Demanda)	mm/día	4.26
EFICIENCIA RIEGO	%	90%
LÁMINA A REPONER TOTAL	mm/día	4.73
TIPO DE RIEGO A EMPLEAR		GOTEO
TIPO DE EMISOR		CINTA DE RIEGO DE Ø 16 MM - Clase 10 Mil, Q= 3.40 Lph- m @ 0.30 cm
CAUDAL DEL EMISOR	l/hr	1.02
ESPACIAMIENTO ENTRE GOTEROS	m	0.30
N° LATERALES / HILERA DE PLANTA		1.00
PRECIPITACION HORARIA DEL SISTEMA	mm/hr	1.89
CAUDAL DEL SISTEMA POR HA	m ³ /ha/hr	18.89
	lps-ha	5.25
CAUDAL DE SISTEMA POR METRO LINEAL	lps-m	3.40
INTERVALO DE RIEGO		DIARIO
TIEMPO MÁXIMO DE RIEGO / TURNO	hrs	2.50
		SECTOR A SECTOR B

NÚMERO DE TURNOS / DÍA		7.00	4.00
TIEMPO MÁXIMO DE RIEGO / DÍA	hrs	17.50	10.00
LONGITUD MÁXIMA DE LATERALES	m	100.00	100.00
Nº SECTORES DE RIEGO - VALVULAS	und	29.00	12.00
SUPERFICIE MÁXIMA POR VÁLVULA	Has	0.89	0.98
SUPERFICIE MÍNIMA POR VÁLVULA	Has	0.40	0.58
CAUDAL MÁXIMO POR VÁLVULA	m3/hr	16.81	18.51
CAUDAL MÍNIMO POR VÁLVULA	m3/hr	7.56	10.96
SUPERFICIE MÁXIMA POR TURNO	Has	2.95	2.39
DESCARGA MÁXIMA POR TURNO	m3/hr	55.73	45.15
	l/s	15.48	12.54
PRESIÓN MÍNIMA DE EMISOR	m.c.a.	5.50	5.50
PRESIÓN MÁXIMA DE EMISOR	m.c.a.	7.00	7.00
PRESIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	m.c.a.	53.00	42.00

Parámetros de Operación

Después de verificar las condiciones de campo y contar con el plano topográfico del terreno, se procedió a realizar los cálculos de lotes y turnos de riego. Se consideró el tiempo de operación diaria en máxima demanda.

Se determinó así que la operación del sistema de riego se realizará en 7 turnos de riego en el Subgrupo A, y 4 turnos en el Subgrupo B, tal y como se resume en los siguientes cuadros:

Cuadro N° 4.13 - Parámetros de Operación - Turnos de Riego

SECTORES (VÁLVULA)	AREA (ha)	CAUDAL (m3/h)	CAUDAL (l/s)		CULTIVO	TIEMPO RIEGO (hr)	TURNO
1	0.73	13.79	3.83		ESPARRAGO	2.50	I
2	0.63	11.90	3.31				
3	0.69	13.03	3.62				
4	0.54	10.20	2.83				
TOTAL	2.59	48.93	13.59	TOTAL TURNO I		2.50	I
5	0.66	12.47	3.47		ESPARRAGO	2.50	II
6	0.66	12.47	3.46				
7	0.68	12.85	3.57				
8	0.72	13.60	3.78				

TOTAL	2.72	51.38	14.28	TOTAL TURNO II		2.50	II
9	0.73	13.79	3.84		ESPARRAGO	2.50	III
10	0.63	11.90	3.31				
11	0.71	13.41	3.73				
12	0.65	12.28	3.41				
TOTAL	2.72	51.38	14.29	TOTAL TURNO III		2.50	III
13	0.48	9.07	2.52		ESPARRAGO	2.50	IV
14	0.53	10.01	2.78				
15	0.61	11.52	3.20				
16	0.89	16.81	4.67				
18	0.40	7.56	2.10				
TOTAL	2.91	54.97	15.27	TOTAL TURNO IV		2.50	IV
17	0.71	13.41	3.73		ESPARRAGO	2.50	V
19	0.76	14.36	3.99				
20	0.79	14.92	4.15				
21	0.69	13.03	3.62				
TOTAL	2.95	55.73	15.49	TOTAL TURNO V		2.50	V
22	0.81	15.30	4.25		ESPARRAGO	2.50	VI
23	0.79	14.92	4.14				
24	0.54	10.20	2.83				
25	0.62	11.71	3.25				
TOTAL	2.76	52.14	14.47	TOTAL TURNO VI		2.50	VI
26	0.75	14.17	3.94		ESPARRAGO	2.50	VII
27	0.66	12.47	3.47				
28	0.68	12.85	3.57				
29	0.53	10.01	2.78				
TOTAL	2.62	49.49	13.76	TOTAL TURNO VII		2.50	VII
TOTAL	19.27	364.01	101.15	TOTAL PROYECTO		17.50	7

Cuadro N° 4.14 - Parámetros de Operación - Turnos de Riego (Subgrupo B)

SECTORES (VÁLVULA)	AREA (ha)	CAUDAL (m ³ /h)	CAUDAL (l/s)	BENEFICIARIO	CULTIVO	TIEMPO RIEGO (hr)	TURN O
1	0.90	17.00	4.73		ESPARRAGO	2.50	I
2	0.65	12.28	3.42				
3	0.77	14.55	4.04				
TOTAL	2.32	43.82	12.19	TOTAL TURNO I		2.50	I
4	0.85	16.06	4.47		ESPARRAGO	2.50	II
5	0.83	15.68	4.36				
6	0.70	13.22	3.67				
TOTAL	2.38	44.96	12.50	TOTAL TURNO II		2.50	II
7	0.58	10.96	3.04		ESPARRAGO	2.50	III
8	0.74	13.98	3.88				
9	0.98	18.51	5.14				
TOTAL	2.30	43.45	12.06	TOTAL TURNO III		2.50	III
10	0.68	12.85	3.56		ESPARRAGO	2.50	IV
11	0.74	13.98	3.88				
12	0.88	16.62	4.62				
TOTAL	2.30	43.45	12.06	TOTAL TURNO IV		2.50	IV
TOTAL	9.30	175.68	48.81	TOTAL PROYECTO		10.00	4

4.3 OBRAS CIVILES DEL DISEÑO HIDRÁULICO

El sistema de riego proyectado está conformado por obras civiles así como por un conjunto de equipos de riego y una red de tuberías de conducción, distribución y de laterales para la aplicación del riego.

4.3.1 Uniformidad de Riego

Los criterios de diseño agronómico e hidráulico considerados, resultan en coeficientes de uniformidad de 90%, para el lateral de riego tipo cinta de clase 10 mil, cuyo caudal por emisor es de 1.02 lph para el Subgrupo A y B. En el diseño propuesto se está utilizando una presión nominal promedio es de 7 m.c.a. Por lo tanto, la diferencia del 20 % de presión en los goteros no deberá exceder los 1.40 m.

4.3.2 Red de Conducción y Distribución

Tubería Matriz y Portalaterales: Las tuberías seleccionadas son de PVC, de Unión Flexible para las Tuberías Norma ISO y de Unión Simple Pegar para las tuberías Norma Itintec.

Para el diseño hidráulico de las Tuberías de PVC se ha tenido en cuenta las leyes que rigen el flujo de agua en tuberías a presión, empleándose las fórmulas de Hazen-Williams y Blasius para calcular las pérdidas de carga. Además se ha considerado como criterio práctico que las velocidades no sobrepasen de 2.0 m/s.

Para la selección de la Clase de las tuberías de PVC, se ha tenido en cuenta el desnivel topográfico y la línea de presión producida.

Se ha elegido Tuberías Matrices en los diámetros de 140, 110, 90 y 75 mm UF C-5. Los diámetros de las Tuberías Portalaterales son de 63 mm UF C-5 y 1 ½" C-7.5 SP.

Las longitudes y diámetros de las Tuberías Portalaterales en cada lote de riego están en función a las pérdidas de carga así como de las velocidades críticas.

4.3.3 Requerimiento de Presión

En los siguientes Cuadros se detalla las pérdidas de carga para las tuberías en el sector crítico de cada uno de los Subgrupos considerados:

Cuadro N° 4.15: Cálculo Hidráulico en la Tubería Matriz (Subgrupo A)

RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO I / VALVULA 01, 02, 03 Y 04

Tramo	Longitud Tramo (m)	Caudal Salida / tramo (M3/Hr)	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad C	Diámetro Nominal (Dn) (mm)	Diámetro Interno (Di) (mm)	Velocidad (V) (m/s)	Pérdida Unitaria (J) (mca / m)	Pérdidas Principales Tramo (HF) (mca)	Pérdidas Secundaria (Hfs) (mca)	Pérdidas Totales Tramo (HFt) (mca)	Pérdidas Totales Acumulada (mca)	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ) (m)	Desnivel Acumulado (m)	Presión Estática (Pz) (m.c.a)	Presión Dinámica (Pd) (m.c.a)
			(M3/Hr)	(LPS)										Inicio (m.c.a)	Final (m.c.a)				
															58.25			0.00	52.62
IRSH 764 - CF	3.50	0.00	48.93	13.59	150.00	140-C5.0	133.00	0.98	0.0064	0.02	0.00	0.02	0.02	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	44.60
CF-A	5.00	0.00	48.93	13.59	150.00	140-C5.0	133.00	0.98	0.0064	0.03	0.00	0.03	0.06	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	34.56
A-V4	52.80	10.20	48.93	13.59	150.00	110-C5.0	104.60	1.58	0.0207	1.09	0.05	1.15	1.20	58.25	58.00	-0.25	-0.25	0.25	33.67
V4-V3	114.60	13.03	38.73	10.76	150.00	110-C5.0	104.60	1.25	0.0134	1.54	0.08	1.61	2.82	58.00	56.50	-1.50	-1.75	1.75	33.56
V3-V2/V1	110.90	25.69	25.70	7.14	150.00	90-C5.0	85.60	1.24	0.0167	1.85	0.09	1.94	4.76	56.50	55.05	-1.45	-3.20	3.20	33.07
	286.80											HFt	4.76		ΔZt	-3.20			

RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO II / VALVULA 07 Y 08

Tramo	Longitud Tramo (m)	Caudal Salida / tramo (M3/Hr)	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad C	Diámetro Nominal (Dn) (mm)	Diámetro Interno (Di) (mm)	Velocidad (V) (m/s)	Pérdida Unitaria (J) (mca / m)	Pérdidas Principales Tramo (HF) (mca)	Pérdidas Secundaria (Hfs) (mca)	Pérdidas Totales Tramo (HFt) (mca)	Pérdidas Totales Acumulada (mca)	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ) (m)	Desnivel Acumulado (m)	Presión Estática (Pz) (m.c.a)	Presión Dinámica (Pd) (m.c.a)
			(M3/Hr)	(LPS)										Inicio (m.c.a)	Final (m.c.a)				
															58.25			0.00	52.62
IRSH 764 - CF	3.50	0.00	51.38	14.27	150.00	140-C5.0	133.00	1.03	0.0070	0.02	0.00	0.03	0.03	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	44.60
CF-A	5.00	24.94	51.38	14.27	150.00	140-C5.0	133.00	1.03	0.0070	0.04	0.00	0.04	0.06	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	34.56
A-V7	52.80	12.85	26.44	7.34	150.00	110-C5.0	104.60	0.85	0.0066	0.35	0.02	0.37	0.43	58.25	58.00	-0.25	-0.25	0.25	34.44
V7-V8	114.60	13.60	13.59	3.78	150.00	110-C5.0	104.60	0.44	0.0019	0.22	0.01	0.23	0.66	58.00	56.50	-1.50	-1.75	1.75	35.71
	175.90											HFt	0.66		ΔZt	-1.75			

RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO III / VALVULA 11 Y 12

Tramo	Longitud Tramo (m)	Caudal Salida / tramo (M3/Hr)	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad C	Diámetro Nominal (Dn) (mm)	Diámetro Interno (Di) (mm)	Velocidad (V) (m/s)	Pérdida Unitaria (J) (mca / m)	Pérdidas Principales Tramo (Hf) (mca)	Pérdidas Secundaria (Hfs) (mca)	Pérdidas Totales Tramo (HFt) (mca)	Pérdidas Totales Acumulada (mca)	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ) (m)	Desnivel Acumulado (m)	Presión Estática (Pz) (m.c.a)	Presión Dinámica (Pd) (m.c.a)
			(M3/Hr)	(LPS)										Inico (m.c.a)	Final (m.c.a)				
															58.25			0.00	52.62
IRSH 764 - CF	3.50	0.00	51.38	14.27	150.00	140-C5.0	133.00	1.03	0.0070	0.02	0.00	0.03	0.03	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	44.60
CF-A	5.00	0.00	51.38	14.27	150.00	140-C5.0	133.00	1.03	0.0070	0.04	0.00	0.04	0.06	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	34.56
A-B	71.00	25.69	51.38	14.27	150.00	140-C5.0	133.00	1.03	0.0070	0.50	0.02	0.52	0.59	58.25	59.25	1.00	1.00	-1.00	33.04
B-C	79.90	0.00	25.69	7.14	150.00	140-C5.0	133.00	0.51	0.0019	0.16	0.01	0.16	0.75	59.25	60.25	1.00	2.00	-2.00	31.87
C-D	44.80	0.00	25.69	7.14	150.00	140-C5.0	133.00	0.51	0.0019	0.09	0.00	0.09	0.84	60.25	61.00	0.75	2.75	-2.75	31.03
D-V11/V12	59.30	25.69	25.69	7.14	150.00	90-C5.0	85.60	1.24	0.0166	0.99	0.05	1.04	1.88	61.00	61.50	0.50	3.25	-3.25	29.49
	263.50														ΔZt	3.25			

RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO IV / VALVULA 13,14 Y 15

Tramo	Longitud Tramo (m)	Caudal Salida / tramo (M3/Hr)	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad C	Diámetro Nominal (Dn) (mm)	Diámetro Interno (Di) (mm)	Velocidad (V) (m/s)	Pérdida Unitaria (J) (mca / m)	Pérdidas Principales Tramo (Hf) (mca)	Pérdidas Secundaria (Hfs) (mca)	Pérdidas Totales Tramo (HFt) (mca)	Pérdidas Totales Acumulada (mca)	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ) (m)	Desnivel Acumulado (m)	Presión Estática (Pz) (m.c.a)	Presión Dinámica (Pd) (m.c.a)
			(M3/Hr)	(LPS)										Inico (m.c.a)	Final (m.c.a)				
															58.25			0.00	52.62
IRSH 764 - CF	3.50	0.00	54.97	15.27	150.00	140-C5.0	133.00	1.10	0.0080	0.03	0.00	0.03	0.03	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	44.59
CF-A	5.00	0.00	54.97	15.27	150.00	140-C5.0	133.00	1.10	0.0080	0.04	0.00	0.04	0.07	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	34.55
A-B	71.00	0.00	54.97	15.27	150.00	140-C5.0	133.00	1.10	0.0080	0.56	0.03	0.59	0.66	58.25	59.25	1.00	1.00	-1.00	32.96
B-C	79.90	0.00	54.97	15.27	150.00	140-C5.0	133.00	1.10	0.0080	0.64	0.03	0.67	1.33	59.25	60.25	1.00	2.00	-2.00	31.29
C-D	44.80	0.00	54.97	15.27	150.00	140-C5.0	133.00	1.10	0.0080	0.36	0.02	0.37	1.71	60.25	61.00	0.75	2.75	-2.75	30.17

D-E	140.20	0.00	54.97	15.27	150.00	140-C5.0	133.00	1.10	0.0080	1.12	0.06	1.17	2.88	61.00	62.00	1.00	3.75	-3.75	27.99
E-F	92.30	7.56	54.97	15.27	150.00	140-C5.0	133.00	1.10	0.0080	0.73	0.04	0.77	3.65	62.00	63.50	1.50	5.25	-5.25	25.72
F-G	15.50	0.00	47.41	13.17	150.00	140-C5.0	133.00	0.95	0.0061	0.09	0.00	0.10	3.75	63.50	64.50	1.00	6.25	-6.25	24.62
G-V13	28.50	9.07	47.41	13.17	150.00	110-C5.0	104.60	1.53	0.0195	0.56	0.03	0.58	4.33	64.50	61.75	-2.75	3.50	-3.50	26.79
V13-H	49.70	16.81	38.34	10.65	150.00	110-C5.0	104.60	1.24	0.0132	0.65	0.03	0.69	5.02	61.75	61.25	-0.50	3.00	-3.00	26.60
H-V14	43.00	10.01	21.53	5.98	150.00	90-C5.0	85.60	1.04	0.0120	0.52	0.03	0.54	5.56	61.25	61.00	-0.25	2.75	-2.75	26.31
V14-V15	95.10	11.52	11.52	3.20	150.00	75-C5.0	71.20	0.80	0.0092	0.88	0.04	0.92	6.48	61.00	60.37	-0.63	2.12	-2.12	26.02
	668.50										HFt	6.48			ΔZt	2.12			

RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO V / VALVULA 20 y 21

Tramo	Longitud Tramo (m)	Caudal Salida / tramo (M3/Hr)	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad C	Diámetro Nominal (Dn) (mm)	Diámetro Interno (Di) (mm)	Velocidad (V) (m/s)	Pérdida Unitaria (J) (mca / m)	Pérdidas Principales Tramo (Hf) (mca)	Pérdidas Secundaria (Hfs) (mca)	Pérdidas Totales Tramo (HfT) (mca)	Pérdidas Totales Acumulada (mca)	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ) (m)	Desnivel Acumulado (m)	Presión Estática (Pz) (m.c.a)	Presión Dinámica (Pd) (m.c.a)
			(M3/Hr)	(LPS)										Inico (m.c.a)	Final (m.c.a)				
															58.25			0.00	52.62
IRSH 764 - CF	3.50	0.00	55.73	15.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.11	0.0082	0.03	0.00	0.03	0.03	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	44.59
CF-A	5.00	0.00	55.73	15.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.11	0.0082	0.04	0.00	0.04	0.07	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	34.55
A-B	71.00	0.00	55.73	15.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.11	0.0082	0.58	0.03	0.61	0.68	58.25	59.25	1.00	1.00	-1.00	32.94
B-C	79.90	0.00	55.73	15.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.11	0.0082	0.65	0.03	0.68	1.37	59.25	60.25	1.00	2.00	-2.00	31.26
C-D	44.80	0.00	55.73	15.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.11	0.0082	0.37	0.02	0.38	1.75	60.25	61.00	0.75	2.75	-2.75	30.12
D-E	140.20	0.00	55.73	15.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.11	0.0082	1.14	0.06	1.20	2.95	61.00	62.00	1.00	3.75	-3.75	27.92
E-F	92.30	0.00	55.73	15.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.11	0.0082	0.75	0.04	0.79	3.74	62.00	63.50	1.50	5.25	-5.25	25.63
F-I	10.40	13.41	55.73	15.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.11	0.0082	0.08	0.00	0.09	3.83	63.50	62.75	-0.75	4.50	-4.50	26.29
I-V20	98.80	29.28	42.32	11.76	150.00	140-C5.0	133.00	0.85	0.0049	0.48	0.02	0.51	4.34	62.75	64.60	1.85	6.35	-6.35	23.93
V20-V21	103.70	13.03	13.04	3.62	150.00	140-C5.0	133.00	0.26	0.0006	0.06	0.00	0.06	4.40	64.60	66.07	1.47	7.82	-7.82	22.40
	649.60										HFt	4.40			ΔZt	7.82			

RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO VII / VALVULA 27, 28 Y 29

RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO VI / VALVULA 22, 23, 24 Y 25

Tramo	Longitud Tramo (m)	Caudal Salida / tramo (M3/Hr)	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad C	Diámetro Nominal (Dn) (mm)	Diámetro Interno (Di) (mm)	Velocidad (V) (m/s)	Pérdida Unitaria (J) (mca / m)	Pérdidas Principales Tramo (Hf) (mca)	Pérdidas Secundaria (Hfs) (mca)	Pérdidas Totales Tramo (HFt) (mca)	Pérdidas Totales Acumulada (mca)	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ) (m)	Desnivel Acumulado (m)	Presión Estática (Pz) (m.c.a)	Presión Dinámica (Pd) (m.c.a)
			(M3/Hr)	(LPS)										Inico (m.c.a)	Final (m.c.a)				
															58.25			0.00	47.66
IRSH 764 - CF	3.50	0.00	52.14	14.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.04	0.0072	0.03	0.00	0.03	0.03	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	39.63
CF-A	5.00	0.00	52.14	14.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.04	0.0072	0.04	0.00	0.04	0.06	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	29.60
A-B	71.00	0.00	52.14	14.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.04	0.0072	0.51	0.03	0.54	0.60	58.25	59.25	1.00	1.00	-1.00	28.06
B-C	79.90	0.00	52.14	14.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.04	0.0072	0.58	0.03	0.61	1.21	59.25	60.25	1.00	2.00	-2.00	26.45
C-D	44.80	0.00	52.14	14.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.04	0.0072	0.32	0.02	0.34	1.55	60.25	61.00	0.75	2.75	-2.75	25.36
D-E	140.20	0.00	52.14	14.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.04	0.0072	1.01	0.05	1.06	2.61	61.00	62.00	1.00	3.75	-3.75	23.30
E-F	92.30	0.00	52.14	14.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.04	0.0072	0.67	0.03	0.70	3.31	62.00	63.50	1.50	5.25	-5.25	21.10
F-I	10.40	0.00	52.14	14.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.04	0.0072	0.08	0.00	0.08	3.39	63.50	62.75	-0.75	4.50	-4.50	21.77
I-V20	98.80	0.00	52.14	14.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.04	0.0072	0.71	0.04	0.75	4.14	62.75	64.60	1.85	6.35	-6.35	19.17
V20-J	103.70	0.00	52.14	14.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.04	0.0072	0.75	0.04	0.79	4.92	64.60	66.07	1.47	7.82	-7.82	16.92
J-V25	50.90	11.71	52.14	14.48	150.00	140-C5.0	133.00	1.04	0.0072	0.37	0.02	0.39	5.31	66.07	66.50	0.43	8.25	-8.25	16.10
V25-V22	29.10	15.30	40.43	11.23	150.00	140-C5.0	133.00	0.81	0.0045	0.13	0.01	0.14	5.44	66.50	66.83	0.33	8.58	-8.58	15.63
V22-V23	88.40	14.92	25.13	6.98	150.00	140-C5.0	133.00	0.50	0.0019	0.17	0.01	0.17	5.62	66.83	67.88	1.05	9.63	-9.63	14.41
V23-V24	50.30	10.20	10.21	2.84	150.00	140-C5.0	133.00	0.20	0.0004	0.02	0.00	0.02	5.64	67.88	68.00	0.12	9.75	-9.75	14.27
	868.30														ΔZt	9.75			

Tramo	Longitud Tramo (m)	Caudal Salida / tramo (M3/Hr)	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad C	Diámetro Nominal (Dn) (mm)	Diámetro Interno (Di) (mm)	Velocidad (V) (m/s)	Pérdida Unitaria (J) (mca / m)	Pérdidas Principales Tramo (Hf) (mca)	Pérdidas Secundaria (Hfs) (mca)	Pérdidas Totales Tramo (HFt) (mca)	Pérdidas Totales Acumulada (mca)	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ) (m)	Desnivel Acumulado (m)	Presion Estatica (Pz) (m.c.a)	Presion Dinamica (Pd) (m.c.a)
			(M3/Hr)	(LPS)										Inico (m.c.a)	Final (m.c.a)				
															58.25			0.00	52.62
IRSH 764 - CF	3.50	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.02	0.00	0.02	0.02	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	44.60
CF-A	5.00	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.03	0.00	0.03	0.06	58.25	58.25	0.00	0.00	0.00	34.56
A-B	71.00	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.47	0.02	0.49	0.55	58.25	59.25	1.00	1.00	-1.00	33.07
B-C	79.90	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.52	0.03	0.55	1.10	59.25	60.25	1.00	2.00	-2.00	31.53
C-D	44.80	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.29	0.01	0.31	1.40	60.25	61.00	0.75	2.75	-2.75	30.47
D-E	140.20	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.92	0.05	0.96	2.37	61.00	62.00	1.00	3.75	-3.75	28.50
E-F	92.30	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.60	0.03	0.63	3.00	62.00	63.50	1.50	5.25	-5.25	26.37
F-I	10.40	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.07	0.00	0.07	3.08	63.50	62.75	-0.75	4.50	-4.50	27.05
I-V20	98.80	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.65	0.03	0.68	3.75	62.75	64.60	1.85	6.35	-6.35	24.52
V20-J	103.70	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.68	0.03	0.71	4.47	64.60	66.07	1.47	7.82	-7.82	22.33
J-V25	50.90	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.33	0.02	0.35	4.82	66.07	66.50	0.43	8.25	-8.25	21.55
V25-V22	29.10	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.19	0.01	0.20	5.02	66.50	66.83	0.33	8.58	-8.58	21.02
V22-V23	88.40	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.58	0.03	0.61	5.63	66.83	67.88	1.05	9.63	-9.63	19.37
V23-V24	50.30	0.00	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.33	0.02	0.35	5.97	67.88	68.00	0.12	9.75	-9.75	18.90
V24-N	101.10	14.17	49.49	13.75	150.00	140-C5.0	133.00	0.99	0.0066	0.66	0.03	0.70	6.67	68.00	69.25	1.25	11.00	-11.00	16.95
N-V27	22.10	12.47	35.32	9.81	150.00	110-C5.0	104.60	1.14	0.0113	0.25	0.01	0.26	6.93	69.25	69.20	-0.05	10.95	-10.95	16.74
V27-V28	77.90	12.85	22.85	6.35	150.00	110-C5.0	104.60	0.74	0.0050	0.39	0.02	0.41	7.34	69.20	68.13	-1.07	9.88	-9.88	17.40
V28-V29	75.40	10.01	10.00	2.78	150.00	75-C5.0	71.20	0.70	0.0071	0.54	0.03	0.56	7.91	68.13	67.35	-0.78	9.10	-9.10	17.62
	1144.80										HFt	7.91			ΔZt	9.10			

Cuadro N° 4.16- Cálculo Hidráulico en la Tubería Matriz (Subgrupo B)

RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO I / VALVULA 02 Y 03

Tramo	Longitud Tramo (m)	Caudal Salida / tramo (M3/Hr)	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad C	Diámetro Nominal (Dn) (mm)	Diámetro Interno (Di) (mm)	Velocidad (V) (m/s)	Pérdida Unitaria (J) (mca / m)	Pérdidas Principales Tramo (Hf) (mca)	Pérdidas Secundaria (Hfs) (mca)	Pérdidas Totales Tramo (HFt) (mca)	Pérdidas Totales Acumulada (mca)	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ) (m)	Desnivel Acumulado (m)	Presion Estatica (Pz) (m.c.a)	Presion Dinamica (Pd) (m.c.a)
			(M3/Hr)	(LPS)										Inico (m.c.a)	Final (m.c.a)				
															78.75			0.00	41.37
IRSH 157 - CF	10.00	0.00	43.82	12.17	150.00	110-C5.0	104.60	1.42	0.0168	0.17	0.01	0.18	0.18	78.75	79.25	0.50	0.50	-0.50	25.70
CF-A	12.50	0.00	43.82	12.17	150.00	110-C5.0	104.60	1.42	0.0168	0.21	0.01	0.22	0.40	79.25	78.30	-0.95	-0.45	0.45	16.42
A-B	55.40	0.00	43.82	12.17	150.00	110-C5.0	104.60	1.42	0.0168	0.93	0.05	0.98	1.38	78.30	77.60	-0.70	-1.15	1.15	16.14
B-C	55.00	17.00	43.82	12.17	150.00	110-C5.0	104.60	1.42	0.0168	0.93	0.05	0.97	2.35	77.60	76.75	-0.85	-2.00	2.00	16.02
C-D	51.60	0.00	26.82	7.45	150.00	110-C5.0	104.60	0.87	0.0068	0.35	0.02	0.37	2.72	76.75	76.25	-0.50	-2.50	2.50	16.15
D-V3	46.30	14.55	26.82	7.45	150.00	110-C5.0	104.60	0.87	0.0068	0.31	0.02	0.33	3.05	76.25	77.00	0.75	-1.75	1.75	15.07
V3-V2	39.20	12.28	12.27	3.41	150.00	90-C5.0	85.60	0.59	0.0042	0.17	0.01	0.17	3.22	77.00	78.00	1.00	-0.75	0.75	13.90
	270.00														ΔZt	-0.75			

RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO II / VALVULA 04, 05 Y 06

Tramo	Longitud Tramo (m)	Caudal Salida / tramo (M3/Hr)	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad C	Diámetro Nominal (Dn) (mm)	Diámetro Interno (Di) (mm)	Velocidad (V) (m/s)	Pérdida Unitaria (J) (mca / m)	Pérdidas Principales Tramo (Hf) (mca)	Pérdidas Secundaria (Hfs) (mca)	Pérdidas Totales Tramo (HFt) (mca)	Pérdidas Totales Acumulada (mca)	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ) (m)	Desnivel Acumulado (m)	Presion Estatica (Pz) (m.c.a)	Presion Dinamica (Pd) (m.c.a)
			(M3/Hr)	(LPS)										Inico (m.c.a)	Final (m.c.a)				
															78.75			0.00	41.37
IRSH 157 - CF	10.00	0.00	44.96	12.49	150.00	110-C5.0	104.60	1.45	0.0177	0.18	0.01	0.19	0.19	78.75	79.25	0.50	0.50	-0.50	25.69
CF-A	12.50	0.00	44.96	12.49	150.00	110-C5.0	104.60	1.45	0.0177	0.22	0.01	0.23	0.42	79.25	78.30	-0.95	-0.45	0.45	16.40

A-B	55.40	0.00	44.96	12.49	150.00	110-C5.0	104.60	1.45	0.0177	0.98	0.05	1.03	1.45	78.30	77.60	-0.70	-1.15	1.15	16.08
B-C	55.00	0.00	44.96	12.49	150.00	110-C5.0	104.60	1.45	0.0177	0.97	0.05	1.02	2.47	77.60	76.75	-0.85	-2.00	2.00	15.91
C-D	51.60	0.00	44.96	12.49	150.00	110-C5.0	104.60	1.45	0.0177	0.91	0.05	0.96	3.42	76.75	76.25	-0.50	-2.50	2.50	15.45
D-V4	19.00	16.06	44.96	12.49	150.00	110-C5.0	104.60	1.45	0.0177	0.34	0.02	0.35	3.78	76.25	76.00	-0.25	-2.75	2.75	15.35
V4-V5	73.70	15.68	28.90	8.03	150.00	110-C5.0	104.60	0.93	0.0078	0.57	0.03	0.60	4.38	76.00	75.25	-0.75	-3.50	3.50	15.49
V5-V6	74.00	13.22	13.22	3.67	150.00	90-C5.0	85.60	0.64	0.0049	0.36	0.02	0.38	4.76	75.25	74.00	-1.25	-4.75	4.75	16.37
	351.20												HFt	4.76		ΔZt	-4.75		

RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO III / VALVULA 07, 08 Y 09

Tramo	Longitud Tramo (m)	Caudal Salida / tramo (M3/Hr)	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad C	Diámetro Nominal (Dn) (mm)	Diámetro Interno (Di) (mm)	Velocidad (V) (m/s)	Pérdida Unitaria (J) (mca / m)	Pérdidas Principales Tramo (Hf) (mca)	Pérdidas Secundaria (Hfs) (mca)	Pérdidas Totales Tramo (HFt) (mca)	Pérdidas Totales Acumulada (mca)	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ) (m)	Desnivel Acumulado (m)	Presion Estatica (Pz) (m.c.a)	Presion Dinamica (Pd) (m.c.a)
			(M3/Hr)	(LPS)										Inico (m.c.a)	Final (m.c.a)				
															78.75			0.00	41.37
IRSH 157 - CF	10.00	0.00	43.45	12.07	150.00	110-C5.0	104.60	1.40	0.0166	0.17	0.01	0.17	0.17	78.75	79.25	0.50	0.50	-0.50	25.70
CF-A	12.50	0.00	43.45	12.07	150.00	110-C5.0	104.60	1.40	0.0166	0.21	0.01	0.22	0.39	79.25	78.30	-0.95	-0.45	0.45	16.43
A-B	55.40	0.00	43.45	12.07	150.00	110-C5.0	104.60	1.40	0.0166	0.92	0.05	0.96	1.36	78.30	77.60	-0.70	-1.15	1.15	16.17
B-V9	35.30	18.51	43.45	12.07	150.00	110-C5.0	104.60	1.40	0.0166	0.59	0.03	0.61	1.97	77.60	77.75	0.15	-1.00	1.00	15.40
V9-V8	82.60	13.98	24.94	6.93	150.00	110-C5.0	104.60	0.81	0.0059	0.49	0.02	0.51	2.49	77.75	77.00	-0.75	-1.75	1.75	15.64
V8-V7	86.60	10.96	10.96	3.04	150.00	90-C5.0	85.60	0.53	0.0034	0.30	0.01	0.31	2.80	77.00	74.25	-2.75	-4.50	4.50	18.07
	282.40												HFt	2.80		ΔZt	-4.50		

RED TRONCAL PRINCIPAL TURNO IV/ VALVULA 10, 11 Y 12

Tramo	Longitud Tramo (m)	Caudal Salida / tramo (M3/Hr)	Caudal Sistema / tramo		Rugosidad C	Diámetro Nominal (Dn) (mm)	Diámetro Interno (Di) (mm)	Velocidad (V) (m/s)	Pérdida Unitaria (J) (mca / m)	Pérdidas Principales Tramo (Hf) (mca)	Pérdidas Secundaria (Hfs) (mca)	Pérdidas Totales Tramo (HFt) (mca)	Pérdidas Totales Acumulada (mca)	Cota		Desnivel Tramo (ΔZ) (m)	Desnivel Acumulado (m)	Presion Estatica (Pz) (m.c.a)	Presion Dinamica (Pd) (m.c.a)
			(M3/Hr)	(LPS)										Inico (m.c.a)	Final (m.c.a)				
															78.75			0.00	41.37
IRSH 157 - CF	10.00	0.00	43.45	12.07	150.00	110-C5.0	104.60	1.40	0.0166	0.17	0.01	0.17	0.17	78.75	79.25	0.50	0.50	-0.50	25.70
CF-A	12.50	0.00	43.45	12.07	150.00	110-C5.0	104.60	1.40	0.0166	0.21	0.01	0.22	0.39	79.25	78.30	-0.95	-0.45	0.45	16.43
A-B	55.40	0.00	43.45	12.07	150.00	110-C5.0	104.60	1.40	0.0166	0.92	0.05	0.96	1.36	78.30	77.60	-0.70	-1.15	1.15	16.17
B-V10	35.30	12.85	43.45	12.07	150.00	110-C5.0	104.60	1.40	0.0166	0.59	0.03	0.61	1.97	77.60	77.75	0.15	-1.00	1.00	15.40
V10-V11	82.60	13.98	30.60	8.50	150.00	110-C5.0	104.60	0.99	0.0087	0.72	0.04	0.75	2.72	77.75	77.00	-0.75	-1.75	1.75	15.40
V11-V12	86.60	16.62	16.62	4.62	150.00	90-C5.0	85.60	0.80	0.0074	0.64	0.03	0.68	3.40	77.00	74.25	-2.75	-4.50	4.50	17.47
	282.40											HFt	3.40		ΔZt	-4.50			

Las pérdidas de carga para evaluar la potencia de la unidad de bombeo se han calculado tomando en cuenta todas las diferentes válvulas críticas de cada turno.

Cuadro N° 4.17: Calculo del Requerimiento de Presión del Sistema de Riego (Subgrupo A)

ALTURA DINAMICA TOTAL

ADT FINAL	UND	TURNO I V1/V2	TURNO II V5	TURNO III V11/V12	TURNO IV V16	TURNO V V19	TURNO V V24	TURNO VII V26
PRESION ENTRADA ARCO RIEGO	m.c.a	12.29	12.29	12.29	12.29	12.29	12.29	12.29
PERDIDA FRICCION REDES MATRIZ	m.c.a	4.76	1.92	1.88	5.89	4.83	5.64	7.12
PERDIDA EN ACCESORIOS MATRIZ (10%)	m.c.a	0.48	0.19	0.19	0.59	0.48	0.56	0.71
PERDIDA EN CABEZAL FILTRADO	m.c.a	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
SEGURIDAD (5%)	m.c.a	1.38	1.22	1.22	1.44	1.38	1.42	1.51
ALTURA DE SUCCION	m.c.a	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
DESNIVEL TOPOGRAFICO EN PARCELA	m.c.a	-3.20	1.25	3.25	4.75	7.50	9.75	13.00
ADT FINAL	m.c.a	33.69	34.87	36.82	42.96	44.48	47.66	52.62

Cuadro N° 4.18: Calculo del Requerimiento de Presión del Sistema de Riego (Subgrupo B)

ALTURA DINAMICA TOTAL - ADT - SECTOR B

ADT FINAL	UND	TURNO I V2	TURNO II V4	TURNO III V9	TURNO IV V12
PRESION ENTRADA ARCO RIEGO	m.c.a	12.29	12.29	12.29	12.29
PERDIDA FRICCION REDES MATRIZ	m.c.a	3.22	3.78	1.97	3.40
PERDIDA EN ACCESORIOS MATRIZ (10%)	m.c.a	0.32	0.38	0.20	0.34
PERDIDA EN CABEZAL FILTRADO	m.c.a	10.00	10.00	10.00	10.00
SEGURIDAD (5%)	m.c.a	1.29	1.32	1.22	1.30
ALTURA DE SUCCION	m.c.a	15.00	15.00	15.00	15.00
DESNIVEL TOPOGRAFICO EN PARCELA	m.c.a	-0.75	-2.75	-1.00	-4.50
ADT FINAL	m.c.a	41.37	40.01	39.68	37.82

4.3.4 Unidad de Bombeo

Para la selección de la Unidad de Bombeo de cada subgrupo, se ha considerado la válvula más crítica, en este caso, la válvula 26 del turno VII, para el Subgrupo A, y la válvula 2 del turno I para el Subgrupo B, calculando la potencia de las bombas y el motor en base a los datos de la altura dinámica total(ADT) y el caudal por turno de riego. Para la bomba del Subgrupo A se estimó una eficiencia de la bomba del

69.35% (eficiencia de bomba 73% y eficiencia de transmisión de 95%) y una eficiencia del motor del 80%, mientras que para el Subgrupo B se estimó una eficiencia de la bomba del 65% y una eficiencia del motor del 85%.

Cuadro N° 4.19: Calculo de la Unidad de Bombeo para los Sectores Críticos (Subgrupo A)

DESCRIPCION	UND	T - I	T - II	T - III	T - IV	T - V	T - VI	T - VII	MAXIMA CAPACIDAD	MINIMA CAPACIDAD
Caudal	(l/s)	13.59	14.28	14.29	15.27	15.49	14.47	13.76	13.76	13.59
	(l/min)	815.40	856.80	857.40	916.20	929.40	868.20	825.60	929.40	815.40
	(m3/h)	48.92	51.41	51.44	54.97	55.76	52.09	49.54	55.76	48.92
ADT	(m.c.a)	33.69	34.87	36.82	42.96	44.48	47.66	52.62	52.62	33.69
Potencia de bomba	(HP)	8.80	9.57	10.12	12.61	13.25	13.26	13.92	15.67	8.80
Potencia de Motor	(HP)	11.00	11.97	12.64	15.76	16.56	16.57	17.40	19.59	11.00
	(kw)	8.21	8.93	9.43	11.76	12.35	12.36	12.98	14.61	8.21

*Eficiencia Bomba 0.73

*Eficiencia transmisión 0.95

**Eficiencia Motor 0.80

Cuadro N° 4.20: Calculo de la Unidad de Bombeo para los Sectores Críticos (Subgrupo B)

DESCRIPCION	UND	T - I	T - II	T - III	T - IV	MAXIMA CAPACIDAD	MINIMA CAPACIDAD
Caudal	(l/s)	12.19	12.50	12.06	12.06	12.50	12.06
	(l/min)	731.40	750.00	723.60	723.60	750.00	723.60
	(m3/h)	43.88	45.00	43.42	43.42	45.00	43.42
ADT	(m.c.a)	41.37	40.01	39.68	39.79	41.37	39.68
Potencia de bomba	(HP)	10.35	10.26	9.82	9.84	10.61	9.82
Potencia de Motor	(HP)	12.17	12.07	11.55	11.58	12.48	11.55
	(kw)	9.08	9.00	8.61	8.64	9.31	8.61

*Eficiencia Bomba 0.65

*Eficiencia transmisión 1.00

**Eficiencia Motor 0.85

Cuadro N° 4.21: Características Técnicas de la Unidad de Bombeo (Subgrupos A y B)

UNIDAD BOMBEO SECTOR "A"

DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR :	
Tipo Motor	Diesel
Potencia Motor (HP / KW):	20.00 / 14.92
Revoluciones por Minuto	1800 RPM
DATOS TÉCNICOS DE LA BOMBA	
Tipo:	Bomba Turbina Vertical
Modelo:	8 - CGH
Etapas:	06 Etapas
Marca:	HIDROSTAL
Procedencia:	Peruana
Potencia Requerida por la Bomba	16 HP / 11.94 KW
Revoluciones RPM:	1750
Presión:	56 m.c.a
Caudal:	15.50 l/s
Columna de Succión	6"
Diámetro de Descarga:	6"
Diámetro de Succión:	6"

UNIDAD BOMBEO SECTOR "B"

DATOS TÉCNICOS DE LA BOMBA:	
Tipo	Electrobomba Sumergible
Material:	Acero Inoxidable
Potencia Motor (HP / KW):	12.50 HP / 9.20 KW
Modelo:	6F70 - 6
Marca:	FORAS
Procedencia:	Italiana
Presión:	42.00 m.c.a
Caudal:	12.50 l/s
Columna de Succión	4"
Diámetro de Descarga:	4"
Diámetro de Succión:	5"

Los cálculos relacionados a las pérdidas de carga en las tuberías principales y secundarias, así como en portlaterales y laterales de riego se detallan a continuación:

ANEXO 3 Y 4

4.4 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES

EL sistema de riego proyectado está conformado por obras civiles así como por un conjunto de equipos de riego y una red de tuberías de conducción, distribución y de laterales para la aplicación del riego.

a. Sistema de Riego

- Unidad de Bombeo

Subgrupo A – Pozo IRHS 764:

Se utilizará una bomba turbina vertical, accionada mediante un motor diesel. La potencia del motor es de 20 HP.

La bomba estará instalada dentro de su respectiva caseta de bombeo y realizará la descarga del agua en forma horizontal. La conexión al sistema filtrado será mediante una reducción concéntrica bridada de 6” – 5”, válvula mariposa F.E de 5”, válvula Check F.E de 5”, Válvula de Alivio F.E de 2” (que servirá para aliviar el arranque de la bomba al momento del encendido del sistema) y Tubería de F.E 5” que alcanzará el nivel del manifold de entrada del sistema de filtrado, asimismo contará con accesorios de control como una válvula de aire D.E 2” y un manómetro de Glicerina de 0-6 Bar.

Subgrupo B - Pozo IRHS 157:

Se utilizará una electrobomba sumergible, donde la energía eléctrica será obtenida mediante una subestación aérea de energía eléctrica trifásica, instalada a 3.0 m de donde se ubica el pozo. La potencia del motor es de 12.5 HP.

La bomba estará instalada dentro de su respectiva caseta de bombeo y realizará la descarga del agua en forma horizontal. La conexión al sistema filtrado será mediante una codo de F.E 5” x 90°, reducción concéntrica bridada de 5” – 4”, válvula mariposa F.E de 4”, válvula Check F.E de 4”, Válvula de Alivio F.E de 2” (que servirá para aliviar el arranque de la bomba al momento del encendido del

sistema) y Tubería de F.E 4” que alcanzará el nivel del manifold de entrada del sistema de filtrado, asimismo contará con accesorios de control como una válvula de aire D.E 2” y un manómetro de Glicerina de 0-6 Bar.

En el Anexo correspondiente se muestra las curvas de rendimiento de las bombas, la cual fueron seleccionadas de tal forma que la presión de descarga sea la más adecuada para el funcionamiento óptimo del sistema, con una eficiencia de funcionamiento de 55% para el Subgrupo A - Pozo IRHS 764 (eficiencia de la bomba turbina 73%, eficiencia de transmisión 95% y eficiencia de motor petrolero 80%), y 55% para el Subgrupo B - Pozo IRHS 157 (eficiencia de la electrobomba sumergible 65% y eficiencia de motor de 80%) con lo cual se prolonga la vida útil del equipo de bombeo.

- **Cabezal de Control, Filtrado y Fertilización**

Cabezal de Control

Subgrupo A – Pozo IRHS 764:

La estructura principal del cabezal de riego es el “manifold, y estará distribuido como se detalla:

- Un primer tramo de tubería de fierro fundido de 5”, comprendido entre la descarga de la bomba y el ingreso a los filtros Hidrociclón, en este tramo se colocará una válvula mariposa de F.E de 6”, válvula de aire D.E de 2”, un manómetro de glicerina de 0-10 Bares y un Manifold de F.E de 6” con 03 salidas bridadas con conexión de 3” para los filtros hidrociclonicos.
- Segundo tramos de fierro fundido de 5”, comprende la salida de los filtros hidrociclonicos y la entrada al filtrado de anillas a través de un Manifold de F.E de 5” con 03 salidas bridadas de 3” y 03 salidas vitaulicas de 3” y en la cual se colocara una válvula de aire D.E de 2” y un manómetro de glicerina de 0-10 Bares.

- Tercer tramo de fierro fundido de 5", comprende la salida del filtrado de anillas a través de un Manifold de salida de F.E de 5" con tres salidas bridadas de 3" y en la cual se colocara una válvula de aire D.E de 2" y un manómetro de glicerina de 0-10 Bares.
- Un último tramo de fierro fundido de 5", se colocará un medidor de caudal de 5", una válvula sostenedora de presión de 5", una válvula check de 5" y una válvula de aire de doble efecto de 2".
- El Manifold contará además con curvas "S" de fierro fundido de 5" x 90°, Bridas y bujes de fierro de 5" según corresponda para los cambios de direcciones según el diseño considerado.

Subgrupo B - Pozo IRHS 157:

La estructura principal del cabezal de riego es el "manifold, y estará distribuido como se detalla:

- Un primer tramo de tubería de fierro fundido de 4", comprendido entre la descarga de la bomba y el ingreso a los filtros Hidrociclonicos, en este tramo se colocará una válvula mariposa de F.E de 4", válvula de aire D.E de 2", un manómetro de glicerina de 0-10 Bares y un Manifold de F.E de 4" con 02 salidas bridadas con conexión de 3" para los filtros hidrociclonicos.
- Segundo tramos de fierro fundido de 4", comprende la salida de los filtros hidrociclonicos y la entrada al filtrado de anillas a través de un Manifold de F.E de 4" con 02 salidas bridadas de 3" y 02 salidas vitaulicas de 3" y en la cual se colocara una válvula de aire D.E de 2" y un manómetro de glicerina de 0-10 Bares.

- Tercer tramo de fierro fundido de 4", comprende la salida del filtrado de anillas a través de un Manifold de salida de F.E de 4" con dos salidas bridadas de 3" y en la cual se colocara una válvula de aire D.E de 2" y un manómetro de glicerina de 0-10 Bares.
- Un último tramo de fierro fundido de 4", se colocará un medidor de caudal de 4", una válvula sostenedora de presión de 4", una válvula check de 4" y una válvula de aire de doble efecto de 2".
- El Manifold contará además con curvas "S" de fierro fundido de 4" x 90°, Bridas y bujes de fierro de 4" según corresponda para los cambios de direcciones según el diseño considerado.

Todas las uniones entre los tramos del manifold y los accesorios que linealmente se coloquen, entre estos, se realizarán mediante bridas empernadas totalmente herméticas, mientras que las salidas o ingresos a estos se realizarán mediante uniones roscadas.

Sistema de Filtrado

Subgrupo A – Pozo IRHS 764:

El cabezal de filtrado contará con filtros primarios, conformados por tres (03) filtros hidrociclón de 3" de diámetro (entrada y salida bridada) con una capacidad máxima de 50 m³/h y filtros secundarios de operación manuales compuestos por tres (03) filtros de anillos de 3" de diámetro, vitaulic con efecto helicoidal con una capacidad de máxima 50 m³/hora cada uno.

Subgrupo B - Pozo IRHS 157:

El cabezal de filtrado contará con filtros primarios, conformados por tres (02) filtros hidrociclón de 3" de diámetro (entrada y salida bridada) con una capacidad

máxima de 34 m³/h y filtros secundarios de operación manuales compuestos por dos (02) filtros de anillo de 3” de diámetro, vitaulic con efecto helicoidal con una capacidad de 50 m³/hora cada uno.

El retrolavado de los filtros de anillas será de operación manual, considerando la diferencia de presiones que se produzca entre la salida e ingreso de estos, para lo cual se revertirá el flujo de agua limpia, cerrando la entrada de agua del sistema hacia el filtro secundario y eliminándola el agua sucia a través de la válvula hidráulica de retrolavado.

Sistema de Fertilización

Considerando las necesidades de fertilización del espárrago verde, se ha optado por realizar la fertilización a nivel local (arcos de riego) la cual esta conformado por un inyector venturi de 1”, incluye sus accesorios de conexión. Esto se aplica tanto para el subgrupo A como para el subgrupo B.

Arcos de Riego

Los Arcos de Riego nos permiten conectar las Tuberías Portalaterales a la Tubería Matriz. De esta manera es posible delimitar y controlar los diferentes sectores de Riego. Luego de efectuarse la sectorización de los predios se ha obtenido 29 arcos de riego en el Subgrupo A - Pozo IRHS 764, y 12 arcos de riego en el Subgrupo B - Pozo IRHS 157, haciendo un total de 41 arcos de riego.

Cada arco de riego está compuesto por 1 válvula hidráulica de 2” P°P° más un piloto regulador, mas una válvula de 3 vías, además de accesorios de conexión de PVC. El accionamiento de las válvulas será de forma manual en su punto de ubicación mediante la válvula de tres vías. Los arcos contarán también con un punto de presión o toma manométrica, para medir y controlar la carga de agua disponible a la entrada de la tubería portalateral, que asegure el normal funcionamiento de los laterales dentro de la unidad de riego. Adicionalmente cada Arco de Riego contará con una válvula de aire Antivació al ingreso del lote, para

permitir el ingreso de aire a los Laterales de Riego, evitando la obturación de los goteros, por efecto de la succión generada en la Unidad luego de la culminación del riego.

Líneas de Riego

Tomando en consideración la cédula de cultivo, el recurso hídrico existente y las características físicas del terreno se ha propuesto un sistema de riego por goteo.

Subgrupo A – Pozo IRHS 764:

Para este sector se ha elegido una cinta de riego de clase 10 Mil de 16 mm de diámetro, con un caudal por metro lineal de 3.40 l/h/ml y espaciamiento entre emisores de 0.3 m (Q gotero = 1.02 l/h). El rango de presiones de operación recomendado para el emisor seleccionado es de 5 a 7 m.c.a.

Subgrupo B - Pozo IRHS 157:

Para este sector se ha elegido una cinta de riego de clase 10 Mil de 16 mm de diámetro, con un caudal por metro lineal de 3.40 l/h y espaciamiento entre emisores de 0.3 m (Q gotero = 1.02 l/h). El rango de presiones de operación recomendado para el emisor seleccionado es de 5 a 7 m.c.a.

Al respecto de las cintas de riego seleccionadas, se ha tenido en cuenta que la manguera pueda tener alternativas en cuanto a marcas, con espaciamiento entre goteros que pueden ser de 0.2 a 0.4 m, lo cual es apropiado agrónomicamente, siempre y cuando el caudal por metro lineal no varíe.

b. Obras Civiles

Las obras civiles proyectadas para la instalación del sistema de riego estarán conformadas por lo siguiente:

- Caseta de Unidad de Bombeo para el sector A y B

La caseta de protección de la unidad de bombeo tiene una superficie 16.00 m² (4.00 x 4.00m).

Los Muros serán con ladrillos caravista, y en la parte superior se encontrarán dos ventanas altas de ventilación de 3.75 mts de largo y 0.40 m de alto.

El techo será una losa aligerada de un espesor de 0.20 m.

La puerta será Metálica de doble hoja de 1.00 x2.00m., para el ingreso y retiro de los equipos del cabezal.

- Caseta de Filtrado para Sector A y B

La caseta de protección del cabezal de riego tiene una superficie 32.40 m² (4.00 x 8.10m).

Los Muros serán con ladrillos caravista, y en la parte superior se encontrarán las cuatro ventanas altas de ventilación de 3.75 mts de largo y 0.40 m de alto.

El techo será una losa aligerada de un espesor de 0.20 m.

La puerta será Metálica de doble hoja de 1.44 x2.20m., para el ingreso y retiro de los equipos del cabezal.

- Cajas de Válvulas y Dados de Anclaje

La función principal de las cajas de válvulas es la de proteger a los arcos de riego y válvulas de aire de la intemperie, así como de posibles robos y vandalismos que pueden sufrir dichas válvulas.

Las cajas de arco de riego estarán constituidas por una caja de concreto $F_c = 140 \text{ kg/cm}^2$, con las siguientes dimensiones internas de 0.80 m x 0.50 m y 0.60

m de alto, la cual tiene un espesor de 0.10 m, asimismo tiene una tapa metálica de 0.85 m x 0.55 m y candado de seguridad.

Las cajas de válvula de aire estarán constituidas por una caja de concreto $F_c = 140 \text{ kg/cm}^2$, con las siguientes dimensiones internas de 0.40 m x 0.40 m y 0.40 m de alto, la cual tiene un espesor de 0.10 m, asimismo tiene una tapa metálica de 0.35 m x 0.35 m y candado de seguridad.

Los dados de anclaje tienen la función principal de estabilizar el sistema de riego (red de tuberías), en los puntos donde existan cambios de dirección de flujo fuerte.

Los dados de anclaje serán de concreto simple $f'_c=140 \text{ Kg/cm}^2$ de 0.30x0.30x0.30 de lado, y se construirán en todos los accesorios de la red.

- Movimiento de Tierras para Instalación de Tuberías

Este aspecto debe ser considerado de suma importancia, para instalaciones de las tuberías, las zanjas se harán en función del diámetro de las tuberías zonas de tránsito de las mismas, tipo de suelo etc.; se recomienda una profundidad mínima de 0.80m para las tuberías matrices; a mayor profundidad de enterrado, habrá menor riesgo de roturas por agentes mecánicos. El ancho promedio de las zanjas entre 0.50 m. Los detalles de las partidas de movimiento de tierras se encuentran en las especificaciones técnicas del presente estudio.

c. Plan de Capacitación en Operación y Mantenimiento

La empresa proveedora, seleccionada por el Grupo de beneficiarios, a cargo de la implementación y puesta en funcionamiento del Sistema de Riego, también se hará responsable de la implementación del Plan de Capacitación y Mantenimiento del Sistema de Riego durante una campaña agrícola.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones más importantes del estudio son:

1. Respecto a la problemática agrícola

La actividad agrícola en el distrito de Paiján, provincia de Ascope, Región La Libertad, viene atravesando una dura crisis debido a los bajos rendimientos obtenidos en las cosechas como consecuencia de la deficiente tecnología aplicada en riego y en el manejo del cultivo, así como también por la frecuencia irregular del agua de riego superficial en el valle de Chicama.

El valle Chicama, al igual que la mayoría de los valles de la región La Libertad, se caracteriza por tener un riego no regulado; la infraestructura de distribución tanto mayor y menor está en mal estado (canales principales, secundarios y laterales no están revestidos), careciendo el valle de infraestructura de almacenamiento (reservorio) y escasa infraestructura de captación y regulación (compuertas).

En los últimos años, la oferta de agua para riego ha venido cayendo progresivamente debido a la disminución constante de precipitaciones pluviales en la parte media y alta de la cuenca, así como el permanente deterioro de los canales de riego, los cuales captan sus aguas del río Chicama.

2. Respecto a las características de riesgo natural en Chicama

La provincia de Ascope afronta dos grandes peligros ambientales, que si bien no son permanentes si son recurrentes y de diverso grado de impacto sobre el desarrollo de las actividades de sus integrantes. Son de origen antropicos y de origen natural.

- Riesgos antrópicos, se han identificado la contaminación del aire por desechos tóxicos que generan las empresas fabricantes de azúcar.

➤ Riesgos de origen natural

Inundaciones

Huaycos

Derrumbes

3. Respecto a los Componentes y partes de Principales de un Riego Por Goteo Automatizado

- Programador
- Electroválvulas
- Arquetas
- Reductor o regulador de presión
- Filtro
- Tuberías
- Piezas especiales: Tes, codos, enlaces, llaves, empalmes, taponos, etc.
- Emisores o goteros

Partes que consta un Riego por Goteo:

- Sistema de filtrado.
- Prefiltrado. Hidrociclones.
- Filtros de arena. Característica de la arena
- Filtros de malla o de anillas
- Los emisores. Principales tipos. Parámetros que definen su calidad y funcionamiento.

4. Respecto a las características físicas de la zona de estudio

Características climatológicas

- Por su localización geográfica, al ámbito del Proyecto, le corresponde un clima templado-cálido. Los promedios anuales de temperatura están alrededor de los 21°C, estableciéndose máximas en torno a los 26°C y mínimas de alrededor de 16°C.
- La humedad relativa es variable durante el día, desde 80% en horas de la madrugada, hasta 70% al mediodía. Las precipitaciones son escasas, como

corresponde a la costa peruana, salvo en los años de ocurrencia del Fenómeno El Niño.

- La información climatológica obtenida para el presente estudio, se basa en estudios realizados en la Estación Meteorológica Casa Grande a cargo de la Empresa Agroindustrial Casa Grande S.A.A., la cual se encuentra ubicada en la localidad de Casa Grande – La Libertad, ubicada en las coordenadas 7.44° S y 79.11° W, a 158 m.s.n.m.

Características de los suelos

- La clase textural corresponde a suelos de textura franca a arena franca.
- El pH del terreno para el Subgrupo A es de 7.17 y para el Subgrupo B de 7.15, ambos ligeramente neutros.
- La conductividad eléctrica hallada es de 4.095 mS/cm., para el Subgrupo A y para el Subgrupo B es de 6.28 mS/cm, que corresponden a valores altos, producto de que se trata de suelos agrícola que han recibido dosis de fertilizantes, sin llegar a ser tóxicos para el cultivo propuesto (espárrago).
- El porcentaje de contenido de materia orgánica para el Subgrupo A es de 1.74 % y para el Subgrupo B es de 0.96 %, lo que indica que ambos suelos son bajos en materia orgánica, que deberá adicionarse durante las labores de explotación del cultivo.
- Se presenta una buena disponibilidad de fósforo y potasio.

En conclusión es un suelo que tiene poca capacidad de retención de la humedad, es apropiado para instalar el sistema de riego por goteo, siendo apto para el cultivo propuesto, Asimismo se tomará en cuenta el mínimo porcentaje de MO que poseen en el programa de fertilización.

Características de la Calidad de agua de la zona de estudio.

Los resultados nos indican que el agua en ambos pozos es de pH ligeramente neutro. Su conductividad eléctrica moderada, con un valor de 1.092 mS/cm., para el Pozo IRHS 764 y 1.202 mS/cm, para el Pozo IRHS

157, lo cual es aceptable para el cultivo de espárrago. Según la calidad de agua - FAO 29, la CE y la RAS no presentan ningún grado de restricción.

5. Respeto a las actividades agrícolas de la zona de estudio

Los agricultores de Paiján se dedican al cultivo de caña de azúcar, la misma que es vendida a la empresa de Casa Grande, los productos de pan llevar como el maíz amarillo duro, frijol, árboles frutales entre otros, son puestos a disposición del público de la provincia de Ascope y de Trujillo. Las tierras son irrigadas con aguas del río Chicama y del subsuelo (pozos).

6. Respeto a la evaluación de la situación de la Infraestructura de Riego Existente en Chicama

En este valle de Chicama está constituido por 15 tomas ubicadas en ambos márgenes del río Chicama de las cuales se tiene 2 con estructura de concreto y compuertas metálicas (radiales), cinco con estructura de concreto pero sin compuerta de control, cuatro semi rústicas, es decir sin estructura de concreto, solo con rieles y planchas de hierro, sin compuertas; y cuatro son totalmente rústicas, es decir, sin ningún tipo de estructura, ni compuertas. Todas se localizan aguas abajo del Puente Punta Moreno.

7. Resultados del diseño agronómico para el sistema de riego

El área de riego es 28.58 ha

DISEÑO AGRONÓMICO		
DENSIDAD DE PLANTA		
Cultivo		ESPARAGO Principal
Distancia entre Plantas	m	0,30
Distancia entre Hilera	m	1,80
Nº de Hileras / Ha	Und	55,56
Densidad de Plantas por Ha	Und/Ha	18.519,00
PRECIPITACIÓN DEL SISTEMA		
Distanciamiento entre Laterales	m	1,80

Distanciamiento entre Emisores	m	0,30
Caudal del Emisor	l/h	1,00
Caudal de la Manguera	l/h/m	3,33
Cantidad de Manguera por Ha	m	5.556,00
Precipitación Horaria	mm/hr	1,85
Caudal del Sistema por Ha	m ³ /hr/ha	18,52
Caudal del Sistema por Turno	l/s/ha	5,144
NECESIDADES DEL CULTIVO (DEMANDA DEL SISTEMA)		
Mes Critico	mes	Enero
Eto (Crítico Mes)	mm/día	3,97
Kc (Coeficiente de Cultivo)	-	1,12
Etc	mm/día	4,45
Precipitacion efectiva	mm/día	0,19
Etc real	mm/día	4,26
Eficiencia	%	90,00%
Lamina Neta a Reponer	mm/día	4,73
Factor de lavado	%	0,00
Lamina a Reponer total	mm/día	4,73
Precipitacion Horaria del Sistema	mm/h	1,85
Tiempo de Riego	hrs/día	2,55
Sector B		
Caudal de Pozo	l/s	12,50
Tiempo de funcionamiento pozo	hrs	12,00
Area Proyecto	ha	9,31
Tiempo de Riego Máximo	hr/día	10,00
N° Turnos	N°	3,92
N° Turnos Optado por Redondeo	N°	4,00
Tiempo de Riego Total por dia	Hrs	10,20
Área por Turno	ha	2,33
Caudal del Sistema por Turno	m³/hr	43,11
	lps	11,97
Voluenn demandado por el Sistema por turno	m ³	109,92
Volumen Requerido Total del Sistema por Día	m ³ /día	439,67
Volumen Requerido Total del Sistema por mes	m ³ /mes	13.190,22

8. Resultados del diseños hidráulicos del sistema de riego

El cultivo propuesto para el presente estudio es el espárrago verde.

Subgrupo A

El agua demandada por el sistema de riego será dotada por un pozo a tajo abierto (Pozo IRHS 764), cuya oferta hídrica, acorde a la prueba de rendimiento realizada puede brindar un caudal de 16.0 l/s.

A un perímetro no mayor de 10 m del pozo se instalará el cabezal de riego, que constará de los siguientes equipos:

- Unidad de bombeo (accionada por una turbina vertical)
- Equipo de fertilización
- Equipo de filtrado

A partir del cabezal de riego, el agua será conducida por una tubería telescópica de PVC UF – C-5, desde los 140, 110, 90 mm, 75 mm hasta los 63 mm de diámetro, pasando por cada uno de los sectores a irrigarse.

De la cabecera de las parcelas el agua se distribuirá por un sistema telescópico de tubería de PVC UF – C-5, con diámetros que van desde 63 mm y 1 ½”.

Los arcos de riego están conformados por una Válvula Hidráulica de 2”, acompañada de una válvula de aire de aire de 1/2”, además de contar con un piloto regulador de presión.

Los elementos que aplican el riego son las mangueras de goteo de pared delgada Clase 10 mil de 16 mm de diámetro con goteros integrados de 1.02 l/hr, distanciados a 0.30 m, dando un caudal de 3.4 l/m.

Subgrupo B

El agua demandada por el sistema de riego será dotada por un pozo a tajo abierto (Pozo IRHS 157), cuya oferta hídrica, acorde a la prueba de rendimiento realizada puede brindar un caudal de 12.50 l/s.

A un perímetro no mayor de 10 m del pozo se instalará el cabezal de riego, que constará de los siguientes equipos:

- Unidad de bombeo (electrobomba sumergible)
- Equipo de fertilización
- Equipo de filtrado

A partir del cabezal de riego, el agua será conducida por una tubería telescópica de PVC UF – C-5, desde 110 mm hasta los 90 mm de diámetro, pasando por cada uno de los sectores a irrigarse.

De la cabecera de las parcelas el agua se distribuirá por un sistema telescópico de tubería de PVC UF – C-5, con diámetros que van desde 63 mm y 1 ½”.

Los arcos de riego están conformados por una Válvula Hidráulica de 2”, acompañada de una válvula de aire de aire de 1/2”, además de contar con un piloto regulador de presión.

Los elementos que aplican el riego son las mangueras de goteo de pared delgada Clase 10 mil de 16 mm de diámetro con goteros integrados de 1.02 l/hr, distanciados a 0.30 m, dando un caudal de 3.4 l/m.

Cada sector cuenta una caseta para la unidad de bombeo y una caseta para el cabezal de filtrado.

PARÁMETROS DE DISEÑO		
REGION	LA LIBERTAD	
PROVINCIA	ASCOPE	
DISTRITO	PAIJAN	
JUNTA DE USUARIOS	CHICAMA	
SUPERFICIE	ha	28.58
CULTIVO (s)		ESPARAGO

MARCO DE PLANTACION		0.30 m x 1.80 m	
RELIEVE		SEMIPLANO	
FUENTE DE AGUA		POZO	
MES CRITICO	mes	Enero	
Eto	mm/día	3.97	
FACTOR DE CULTIVO	Kc	1.12	
ETc	mm/día	4.45	
PRECIPITACION EFECTIVA (PE)	mm/dia	0.19	
LÁMINA NETA A REPONER (En Máx. Demanda)	mm/día	4.26	
EFICIENCIA RIEGO	%	90%	
LÁMINA A REPONER TOTAL	mm/día	4.73	
TIPO DE RIEGO A EMPLEAR		GOTEO	
TIPO DE EMISOR		CINTA DE RIEGO DE Ø 16 MM - Clase 10 Mil, Q= 3.40 Lph- m @ 0.30 cm	
CAUDAL DEL EMISOR	l/hr	1.02	
ESPACIAMIENTO ENTRE GOTEROS	m	0.30	
Nº LATERALES / HILERA DE PLANTA		1.00	
PRECIPITACION HORARIA DEL SISTEMA	mm/hr	1.89	
CAUDAL DEL SISTEMA POR HA	m3/ha/hr	18.89	
	lps-ha	5.25	
CAUDAL DE SISTEMA POR METRO LINEAL	lps-m	3.40	
INTERVALO DE RIEGO		DIARIO	
TIEMPO MÁXIMO DE RIEGO / TURNO	hrs	2.50	
		SECTOR A	SECTOR B
NÚMERO DE TURNOS / DÍA		7.00	4.00
TIEMPO MÁXIMO DE RIEGO / DÍA	hrs	17.50	10.00
LONGITUD MÁXIMA DE LATERALES	m	100.00	100.00
Nº SECTORES DE RIEGO - VALVULAS	und	29.00	12.00
SUPERFICIE MÁXIMA POR VÁLVULA	Has	0.89	0.98
SUPERFICIE MINIMA POR VÁLVULA	Has	0.40	0.58
CAUDAL MÁXIMO POR VÁLVULA	m3/hr	16.81	18.51
CAUDAL MINIMO POR VÁLVULA	m3/hr	7.56	10.96
SUPERFICIE MÁXIMA POR TURNO	Has	2.95	2.39
DESCARGA MÁXIMA POR TURNO	m3/hr	55.73	45.15
	l/s	15.48	12.54
PRESIÓN MÍNIMA DE EMISOR	m.c.a.	5.50	5.50
PRESIÓN MÁXIMA DE EMISOR	m.c.a.	7.00	7.00
PRESIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	m.c.a.	53.00	42.00

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del estudio son

1. Comparar con otro sistema de riego tecnificado y determinar el mas eficiente y económico
2. Realizar sondeos de posos para determinar la capacidad de recarga del abatimiento y determinar el número de oras de funcionamiento.

CAPITULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- MANUALES INIA, RIEGO POR ASPERSION, II conferencia Nacional del control de la erosión y los sedimentos – impacto Ambiental, Universidad de Piura – Piura 1999, 120p.
- GARCIA CASILLAS Y BRIONES GREGORIO, Sistemas de Riego por aspersión y goteo Editorial Trillas, 1997.
- MOYA TALENS, riego localizado y Fertirrigacion. Editorial Mondi Prensa 1997
- DE PACO LOPEZ SANCHEZ, J.L., 1992, Fundamentos del Cálculo hidráulico en los sistemas de riego y de drenaje. YRIDA – Ediciones Mundi Prensa. Madrid.
- FRANCO SALAS A., CAROTRILLO M., MADUEÑO, apuntes de Ingeniería Rural II: Hidráulica y Riegos para Ingenieros técnicos agrícolas, Universidad de Sevilla.

ANEXOS

ANEXO – 1: DISEÑO AGRONOMICO COMPLETO

Colocar el Excel

ANEXO 2: DISEÑO HIDRAULICO

Colocar el Excel

ANEXO 3: CATÁLOGOS

Colocar parte del archivo

ANEXO 4: PLANOS DE DISEÑO

Diseño hidráulico de la red de tuberías